Fachgruppe Sprachwissenschaft

Universität Konstanz

Arbeitspapier 37

Kategoriale Unifikationsgrammatik

Klaus von Heusinger

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung

Kategoriale Unifikationsgrammatiken gehören einer neuen Generation von Grammatikmodellen an, die stark durch ihre Anwendung in der Computerlinguistik geprägt sind. Sie haben jedoch darüber hinaus auch linguistisch sehr interessante Eigenschaften. So stützen sie sich weitgehend auf Information, die im Lexikon definiert ist. Dies ermöglicht nicht nur, syntaktische und semantische Information am gleichen Ort zu kodieren, sondern erleichtert auch eine parallele Verarbeitung. Syntax und Semantik können mit allgemeinen Prinzipien arbeiten und brauchen keine hochspezialisierten Regeln. Auch andere Grammatiktheorien schlagen inzwischen den Weg zu "mehr Lexikon" ein.

In einer weiteren Hinsicht sind Kategoriale Unifikationsgrammatiken ausgesprochen interessant: Sie bilden die Vereinigung von Methoden, die in den Kategorialgrammatiken einerseits und den Unifikationsgrammatiken andererseits angewendet werden. Kategorialgrammatiken wurden in den 30er Jahren entwickelt und sind damit der älteste formale Grammatiktyp, zumindest älter als kontextfreie Grammatiken, Transformationsgrammatiken oder Dependenzgrammatiken. Sie zeichnen sich vor allem durch ihre begriffliche Klarheit und Einfachheit sowie ihre Möglichkeiten aus, Syntax und Semantik zu verbinden. Ihr einfacher Formalismus wird auf recht verschiedenen Gebieten genutzt. Kategorialgrammatiken bilden z. B. die Semantik der meisten logischen Sprachen und könnten darüber hinaus auch zur Klärung philosophischer und ontologischer Fragen dienen (Bochenski). Dann bilden sie das Bindeglied zwischen Semantik und Logik (van Benthem). In der Linguistik sind Kategorialgrammatiken zur Beschreibung natürlicher Sprachen (Bar-Hillel) und besonders ihrer Semantik (Montague, Cresswell) genutzt worden. Doch auch in der Syntax und Morphologie haben sie eine erneute Anwendung gefunden (Steedman, Moortgat). Schließlich eignen sie sich auch besonders für den Einsatz in der Computerlinguistik und Datenverarbeitung (Uszkoreit).

Der zweite Partner der Fusion, die Unifikationsgrammatik, wurde erst in den 80er Jahren entwickelt (Shieber), ist also eine Art "Enkel" der Kategorialgrammatik und ein direkter Abkömmling der Phrasenstrukturgrammatiken. Diese entwickelten eine starke Tendenz, immer mehr Information in den Kategorien zu kodieren, was schließlich zu den flexiblen Merkmalsstrukturen der Unifikationsgrammatiken führte, die von der Graphtheorie weiter beeinflußt wurde. Ihr Haupteinsatzgebiet ist die Computerlinguistik.
Beide Grammatiktypen ergänzen sich in hervorragender Weise. Die Kategorialgrammatik trägt zur klaren Darstellung der Funktor-Argument-Struktur der Sprache bei, während die Unifikationsgrammatik die flexiblen Merkmalsstrukturen liefert, in denen speziellere Information kodiert werden kann.

In dieser Arbeit möchte ich in die wesentlichen Ideen und den Formalismus der Kategorialgrammatiken und der Unifikationsgrammatiken einführen, um dann den Aufbau der Kategorialen Unifikationsgrammatik erklären zu können. Dabei werde ich mich auf die linguistischen Aspekte der Theorien beschränken. Logische und mathematische Aspekte sowie solche, die ihre Anwendung in Computerprogrammen betreffen, werde ich nur am Rande berühren.
Entsprechend ist diese Arbeit eine linguistische Arbeit: Sie besteht aus einem historisch-philosophischen Teil (Kapitel 2 *Kategorialgrammatiken*), in dem die Entstehung und Entwicklung der Kategorialgrammatik beschrieben wird. In einem zweiten, formalen Teil wird der entwickelte Formalismus vertieft (Kapitel 3 *Semantik*) und erweitert (Kapitel 4 *Kategoriale Unifikationsgrammatiken*). In dem abschließenden empirischen Teil wird

der Formalismus auf eine natürliche Sprache und ein wirkliches Sprachfragment angewendet (Kapitel 5 *Türkisch als formale Sprache*). Jedes Kapitel bildet je eine gewisse Einheit.

2. Kategorialgrammatiken

Kategorialgrammatiken beruhen im wesentlichen auf drei Ideen: Einmal die Idee der Bedeutungskategorien von Wörtern bei Husserl, dann die Fregesche Idee von der Funktionalität von Sprache und schließlich die Idee der Schichtbarkeit oder der Hierarchie von Sprache bei Russell.

Ein Entwurf einer Kategorialgrammatik, in dem diese drei Ideen das erste Mal vereint wurden, ist 1922 von Le,niewski formuliert und 1935 von seinem Schüler Ajdukiewicz zur der sogenannten klassischen Kategorialgrammatik ausgearbeitet worden. Bar-Hillel wendete 1953 diesen logisch-formalen Ansatz auf die in der strukturalistischen Linguistik entwickelte Konzeption der Konstituente und Konstituentenstruktur an und prägte als erster den Begriff Kategorialgrammatik (categorial grammar). Später zeigte er die schwache Äquivalenz von Konstituentenstrukturgrammatiken (phrase structure grammars) und Kategorialgrammatiken und bezweifelte im Anschluß an Chomsky die Adäquatheit dieser Grammatiken für natürliche Sprachen.
Lambek erweiterte 1958 den vorhandenen Formalismus aus mathematischer Sicht zum Lambek-Kalkül, in dem er alle Regeln streng formal herleitete. Geach (1971) erweiterte die klassische Form unabhängig von Lambek um ähnliche Regeln, gab aber eine stärker am linguistischen Gebrauch orientierte Begründung für seine Regeln.

Mit dieser Übersicht ist die klassische Entwicklung der Kategorialgrammatiken umrissen. Im folgenden sollen die grundlegenden Ideen der Kategorialgrammatiken und ihr Formalismus erläutert werden. Dazu werde ich zunächst die drei wesentlichen Ideen der Kategorisierung, der Funktionalität und der Schichtung von Sprache in ihrem jeweiligen Kontext darstellen und dann die Entwicklung von Le,niewski bis Geach in ihrem zeitlichen Ablauf beschreiben, dem die inhaltliche Entwicklung von der einfachen zur erweiterten Kategorialgrammatik entspricht.

2.1. Bedeutungskategorien - Husserl

Edmund Husserl wird die Idee der Kategorisierung von Wörtern zugesprochen und die Definition einer Kategorie, nach der zu einer Kategorie alle jene Wörter gehören, die in einem gleichbleibenden Kontext (Satz) austauschbar sind, ohne daß dieser sinnlos wird. Er nannte diese Kategorien Bedeutungskategorien. Diese Einteilung von Wörtern in Bedeutungskategorien nimmt Husserl in seinem Entwurf einer "reinen" oder "reinlogischen Grammatik" im ersten Teil des zweiten Bandes der *Logischen Untersuchungen* vor.[1] Diese reinlogische Grammatik ist selbst wieder Teilgebiet der Logik. "Vom Standpunkt der Grammatik aus betrachtet, legt sie [d. h. die reinlogische Grammatik] ein ideales Gerüst bloß, daß jede faktische Sprache […] in verschiedener Weise mit empirischem Material ausfüllt und umkleidet." (Husserl 1928, S. 338)
Husserl versteht sich damit in der Tradition der rationalen (oder universalen) Grammatiken des 17. und 18. Jahrhunderts, die nicht die physiologischen, psychologischen oder kulturhistorischen, sondern die apriorischen (d. h. grammatisch im engeren Sinne) Fundamente der Sprachen untersucht (ebd.) So grenzt er seine reinlogische Grammatik scharf gegen jeden Psychologismus ab.[2]

Husserls reinlogische Grammatik hat zwei Ebenen mit Gesetzmäßigkeiten, die dem Gegensatz zwischen den Paaren Sinn vs. Unsinn (Sinnlosigkeit) einerseits und Sinn vs. Widersinn (Absurdität) andererseits entspricht (ebd., §12, S. 326-328). Von unsinnigen Ausdrücken spricht er, wenn Wörter entgegen bestimmten Gesetzen völlig chaotisch zu "Bedeutungshaufen" zusammengestellt werden, so daß sich kein einheitlicher Sinn festmachen läßt. Er bezeichnet diese Ebene als die der Bedeutungskomplexion. So sind solche Zusammenstellungen wie *ein rundes oder* oder *ein Mensch und ist* unsinnig oder sinnlos. Die Gesetzmäßigkeiten, die diese Zusammenstellung der Bedeutungen regelt, nennt er apriorisch. Sie betreffen bestimmte Bedingungen, die für die Wohlgeformtheit von Ausdrücken und die Bestimmung der Einheit Satz wichtig sind. Die Wörter werden auf dieser Ebene zu Bedeutungskategorien zusammengefaßt, wie wir weiter unten noch genauer sehen werden (ebd., §10, S. 316-321).
Die zweite Ebene der reinlogischen Grammatik betrifft die Möglichkeit, daß ein zusammengesetzter Ausdruck, der bezüglich seiner Bedeutungskomplexion einen einheitlichen Sinn hat, in Bezug auf die Gegenstände oder die Wahrheit nicht sinnvoll ist, sondern widersinnig oder absurd. So sind die Ausdrücke *hölzernes Eisen* oder *alle Vierecke haben 5 Ecken* widersinnig. Diese Gesetzmäßigkeiten nennt Husserl logische. Sie betreffen die Wahrheitsbedingungen von Sätzen. Er faßt den Unterschied der beiden Ebenen so zusammen (ebd., S. 327):

> "Der Unterschied der beiderseitigen Unverträglichkeiten ist also klar: In einem Falle vertragen sich in der Einheit der Bedeutung gewisse Teilbedeutungen insofern nicht, als dadurch die Gegenständlichkeit, bzw. Wahrheit der ganzen Bedeutung betroffen ist. [d. i. Widersinn] … Im anderen Falle verträgt es die Möglichkeit der einheitlichen Bedeutung selbst nicht, daß gewisse Teilbedeutungen in ihr koexistieren. [d. i. Unsinn] … Das Unverträglichkeitsurteil geht hier auf Vorstellungen, dort auf Gegenstände, …"

Die moderne Unterscheidung zwischen syntaktischer und semantischer Wohlgeformtheit ist Husserls Unterscheidung ganz ähnlich, auch wenn sie ihr weder entspricht noch von Husserl so gemeint war. Dies läßt sich so veranschaulichen:

---

[1] Die erste Auflage stammt aus den Jahren 1900 und 1901. Ich zitiere nach einem Nachdruck (1928) der zweiten veränderten Auflage von 1913.
[2] Die Ablehnung des Psychologismus übernahm Husserl von Frege in der Auseinandersetzung mit dessen Werk. (Encyclopedic Dictionary of Semiotics I, S. 356).

Gesetze	Gegenstand	Möglichkeit für	sinnvoll vs.	~modern
apriorische	Vorstellungen	Satzgefüge	unsinnig	~syntaktisch
logische	Gegenstände	Wahrheitswerte	widersinnig	~semantisch

Husserl untersucht im weiteren nur die apriorischen Gesetzmäßigkeiten der Bedeutungskomplexion. Diese bestehen aus primitiven Formen (ebd., S. 330)

- der Bedeutung
- der Komplikation (Zusammenstellung von Ausdrücken) und
- der Modifikation (oder Änderung der primitiven Form einer Bedeutung).

Er geht davon aus, daß man zusammengesetzte Ausdrücke in ihre Teile zerlegen kann und zwar in selbstbedeutende und mitbedeutende Ausdrücke. Nach der Tradition der Scholastik nennt er sie auch kategorematische und synkategorematische Ausdrücke. Frege bezeichnet sie als gesättigt und ungesättigt und bei Marty werden sie autosemantisch und synsemantisch genannt. Die Unterscheidung ist jedoch für alle Termini die gleiche: einerseits gibt es Ausdrücke, die für sich allein etwas bedeuten (kategorematisch), dann wieder welche, die nur mit einem anderen Ausdruck zusammen etwas bedeuten (synkategorematisch). Den kategorematischen und synkategorematischen Ausdrücken entsprechen bei Husserl selbständige und unselbständige Bedeutungen.
Ein zusammengesetzter Ausdruck wird solange in seine Teile zerlegt werden, bis wir auf unzerlegbare oder einfache Ausdrücke stoßen (ebd., §1, S. 295-296). Diesen entsprechen primitive Formen der Bedeutung. Diese Formen werden in die berühmt gewordenen Bedeutungskategorien geordnet. Husserl gibt zwei Kriterien für die Zuordnung eines Wortes (bzw. seiner Bedeutung) zu einer Bedeutungskategorie an. Einmal beruht diese Zuordnung auf einer "im reinen Wesen des Bedeutungsgebietes gründende" oder "apodiktischer Evidenz" (ebd., S. 318).[3]
Als zweites Kriterium für die Zuordnung einer Bedeutungskategorie gibt Husserl syntaktische oder Satzformen an (z. B. *S ist p, M und N*), in die syntaktische Stoffe eingesetzt werden. Er bezeichnet alles das zu einer Bedeutungskategorie gehörig, was an der gleichen Stelle in der Satzform stehen kann. So können z. B. für *S* nur Wörter der Bedeutungsklasse Substantiv (Husserl: "nominale Materie") und für *p* nur Wörter der Bedeutungskategorie Adjektiv ("adjektivische Materie") stehen. Dies ist die rudimentäre Formulierung der Definition von Kategorie, auf die sich später die Literatur immer wieder beruft. An dieser Stelle sollte betont werden, daß sie immer in Hinblick auf die Einheit Satz formuliert ist. Husserl faßt die beiden Möglichkeiten so zusammen (ebd., S. 321):

> "Es ist ein Gesetz der Bildung einheitlicher Bedeutungen aus syntaktischen Stoffen, die unter festen, zum Bedeutungsgebiet *a priori* gehörigen Kategorien stehen, und nach syntaktischen Formen, die desgleichen *a priori* bestimmt sind …"

Diese beiden Bestimmungen für eine Bedeutungskategorie können im Widerstreit miteinander liegen. Daher macht Husserl noch folgende Differenzierung: Es gibt einen Kernbereich (ebd., S. 324) einer primitiven Bedeutungskategorie wie "Satz, nominale, adjektivische Vorstellung … [die] von den wechselnden syntaktischen Formen abstrahieren" (ebd., S. 331) also unabhängig von der jeweiligen syntaktischen Form ist und nach der oben erwähnten "apodiktischen Evidenz" festgelegt wird. Dann gibt es noch

[3] Dem entspricht je ein Existentialgesetz (Husserl 1928, S. 330). Er zielt damit über die reine Grammatik hinaus in die Ontologie. Dies kann uns jedoch hier nicht mehr beschäftigen.

eine Kategorie, die entsprechend einer Satzform gebildet ist. Da es aber nun auch möglich ist, ein Adjektiv an Subjektstelle vorzufinden, führt Husserl Modifikationsregeln ein. "Aber die Natur der Sache bringt es mit sich, daß gewisse Bedeutungsänderungen sogar zum grammatisch normalen Bestande jeder Sprache gehören." (Ebd., S. 322). Diese Unterscheidung zwischen dem Kernbereich und einer modifizierten Bedeutung ist ähnlich vage wie die linguistische Definition von Wortart, für die es keine einheitlichen Kriterien gibt. So werden zur Definition von Wortarten Gesichtspunkte des Bedeutungsgehaltes (der die unmittelbare konkrete Semantik des Wortes überlagert), der morphologischen Struktur und der syntaktischen Funktion herangezogen (Lewandowski 1976, S. 880).
Dieses Problem, wie Bedeutungskategorien zugeordnet werden, bleibt auch in der Formulierung der Kategorialgrammatik ungelöst bzw. wird nicht explizit formuliert.

Husserl formuliert ein Programm einer reinlogischen Grammatik, das jeglichen Psychologismus auszuschließen versucht. Auf diese Idee beriefen sich später die polnischen Logiker (Le,niewski, Ajdukiewicz u. a.) in ihrer Beschäftigung mit Sprache und der Entwicklung der Kategorialgrammatik. Indirekt taucht die Idee auch bei Carnap auf, der von *logischer Syntax* spricht.[4]
Husserls Konzeption der Bedeutungskategorie wird als die Vorläuferin aller weiteren Fassungen von Kategorien verstanden, obschon sie recht vage ist. Die Unbestimmtheit, ob eine Kategorie nach syntaktischen oder semantischen Kriterien bestimmt wird, prägt auch spätere Konzeptionen von Kategorie. Dies scheint jedoch eher ein allgemeines Problem zu sein, das seit der Antike besteht.[5]
Husserls Satzstruktur ("syntaktische Form") ist letztlich stärker an den traditionellen Urteilsformen und deren Kategorientafel orientiert als linguistisch motiviert.

Wir werden im nächsten Abschnitt sehen, daß Frege schon vor Husserl ein Verständnis vom Satzaufbau hatte, das die Einordnung von Ausdrücken sehr viel klarer und einfacher macht.

2.2. Funktionalität von Sprache - Frege

Traditionell wurden Sätze in verschiedene Satzteile (auch Redeteile, partes orationis, mevrh lovgou) zerlegt. Im einfachsten Fall besteht ein Satz aus einem nominalen Teil (Subjekt) und einem verbalen Teil (Prädikat). So läßt sich der Satz *Sokrates fliegt* in das Subjekt *Sokrates* und das Prädikat *fliegt* zerlegen. Das Verhältnis von Subjekt und Prädikat wurde durch Satzformen angegeben, z. B. *S ist p*, *alle S sind p* usw. Diese Satzformen richteten sich nach den philosophischen Kategorientafeln für Urteile, waren also nicht sehr stark linguistisch motiviert (vgl. oben, Anm. 5).

Der Mathematiker und Logiker Gottlob Frege schlug 1891 in *Funktion und Begriff* eine

[4] Encyclopedic Dictionary of Semiotics I, 326 (Artikel "Husserl"). Vgl. Rudolph Carnap, *Logische Syntax der Sprache*, Wien 1934.
[5] "Die Frage ist, ob für die Beschreibung einer Sprache die Wortarten als Voraussetzung für syntaktische Kategorien anzusehen, also semantisch zu definieren sind, oder ob eine Einteilung in Wortarten nur durch die Feststellung der syntaktischen Funktionen möglich ist.
Diese Zirkularität kommt in der schon in der Antike vorgenommenen Gleichsetzung der Wortarten mit "Satzteilen", "Redeteilen" (merê logou, partes orationis) zum Ausdruck. Sie ist zurückzuführen auf die Gewinnung der "Wortarten" aus der Analyse des Aussagesatzes als dialektischer und logischer, nicht aber linguistisch definierter Grundform aus *onoma* und *rhema*, d.i. Argument und Prädikat." (Handbuch der Linguistik, S. 564)

andere Sicht der Satzstruktur vor. Er ersetzte die traditionelle Einteilung in Subjekt und Prädikat sowie die anderen Satzformen durch eine einzige syntaktische Verbindung, indem er den Funktionsbegriff, den er für mathematische Ausdrücke geklärt hatte, auch auf sprachliche Ausdrücke anwendete (Frege 1980, S. 29): "Behauptungssätze im allgemeinen kann man ebenso wie Gleichungen oder analytische Ausdrücke zerlegt denken in zwei Teile, von denen der eine in sich abgeschlossen, der andere ergänzungsbedürftig, ungesättigt ist."
Wir wollen seiner Darstellung in *Funktion und Begriff* folgen und zunächst mathematische Ausdrücke und Funktionen (mit nur einem Argument) betrachten. So ist z. B. $2 \bullet x^3 + x$ eine Funktion mit x als Argument. Für dieses x kann man beliebige Zahlen als Argumente einsetzen:

$2 \bullet 1^3 + 1$
$2 \bullet 4^3 + 4$
$2 \bullet 5^3 + 5$ usw.

Es ist offensichtlicht, daß diese Ausdrücke alle etwas gemeinsam haben. Dieses Gemeinsame nennt Frege "das Wesen der Funktion". Es ist genau das, was in $2 \bullet x^3 + x$ außer x noch vorhanden ist. Wir könnten daher auch $2 \bullet (\ )^3 + (\ )$ schreiben. Frege (ebd., S. 21-22) betont dabei, daß es ihm nur darauf ankommt, "zu zeigen, daß das Argument nicht mit zur Funktion gehört, sondern mit der Funktion zusammen ein vollständiges Ganzes bildet; denn die Funktion für sich allein ist unvollständig, ergänzungsbedürftig oder ungesättigt zu nennen." Neben Funktion und Argument gibt es noch den Wert der Funktion ("das vollständige Ganze"). Dies ist das, "wozu die Funktion durch ihr Argument ergänzt wird" (ebd.). Der Wert der Funktion $2 \bullet x^3 + x$ für das Argument 1 ist $2 \bullet 1^3 + 1$ oder 3.
Bisher haben wir nur Funktionen betrachtet, deren Wert wieder eine Zahl ergibt. Nun lassen sich aber auch Funktionen aufstellen, deren Wert keine Zahl ist, z. B. die Gleichung $x^2 = 1$. Setzen wir verschiedene Zahlen als Argumente ein, erhalten wir folgende Gleichungen:

$(-1)^2 = 1$
$0^2 = 1$
$1^2 = 1$
$2^2 = 1$

Es ist klar, daß die erste und dritte Gleichung wahr, alle anderen falsch sind. Der Wert einer Funktion (also das, wozu die Funktion durch ihr Argument ergänzt wird) ist in diesem Falle nicht mehr eine Zahl, sondern der Wahrheitswert *wahr* oder *falsch*. Frege überträgt nun diese Analyse der Funktion auf Sprache. So behandelt er Behauptungssätze analog zu Gleichungen. Ein Behauptungssatz ist entweder wahr oder falsch, d. h. seine Bedeutung im Fregeschen Sinne ist ein Wahrheitswert.[6]
So lassen sich Behauptungssätze wie Gleichungen in zwei Teile zerlegen, von denen der eine in sich abgeschlossen, der andere ergänzungsbedürftig, ungesättigt ist (Frege 1980, S. 29). Der Beispielsatz *Sokrates fliegt* kann in *Sokrates* und *fliegt* zerlegt werden, wobei *fliegt* ungesättigt ist, d. h. eine leere Stelle mit sich führt. Erst wenn diese leere Stelle von einem Namen ausgefüllt wird, "kommt ein abgeschlossener Sinn zum Vorschein." Der ungesättigte Teil wird Funktion genannt, bzw. bezeichnet eine Funktion. *Sokrates* ist das Argument und bezeichnet einen Gegenstand, d. h. seine Bedeutung nach Frege ist ein

[6] Frege versteht unter Bedeutung den Bezug eines sprachlichen Ausdrucks. Unser heutiger Bedeutungsbegriff ist weiter und umfaßt auch das, was Frege mit Sinn meint. Bedeutungen von Ausdrücken in diesem engen Sinne verstanden sind Dinge oder Wahrheitswerte, wenn es sich um Behauptungssätze handelt.

Gegenstand. Der Wert der Funktion *_fliegt* ("_" soll die Leerstelle angeben) für das Argument *Sokrates* ist ein Wahrheitswert, in diesem Falle der Wahrheitswert *falsch*. Man kann natürlich nicht nur Sätze in Funktion und Argument zerlegen, sondern auch andere sprachliche Ausdrücke wie z. B. *die Hauptstadt des deutschen Reiches*. So ist *die Hauptstadt des_* ein ungesättigter Ausdruck, also eine Funktion, *deutsches Reich* ein gesättigter Ausdruck, der einen Gegenstand bezeichnet und der als Argument dient. Der Wert des ganzen Ausdruckes ist ebenfalls ein gesättigter Ausdruck, der einen Gegenstand, nämlich *Berlin* bezeichnet.

Nach Frege gibt es zwei sich gegenseitig ausschließende Arten sprachlicher Ausdrücke: abgeschlossene Ausdrücke, die Gegenstände (Eigennamen, Bezeichnungen, Wahrheitswerte) bezeichnen, und ungesättigte Ausdrücke, die Funktionen bezeichnen. Erstere sind die Argumente der Funktionen. Funktionswerte sind abgeschlossene Ausdrücke, die auch immer Gegenstände bezeichnen und daher wieder als Argumente von Funktionen dienen können. Ähnlich wie bei Husserls Definition der Bedeutungskategorie werden syntaktische und semantische Kriterien (im modernen Sinne) nicht klar getrennt.

Das Verhältnis von Funktion zu Argument soll in der folgenden Tabelle nochmals deutlich gemacht werden:

	ungesättigter Ausdruck	in sich abgeschlossener Ausdruck		
bezeichnet	Funktion	Gegenstand (Eigenname, Wahrheitswert)		
fungiert als	Funktion	Argument	oder	Funktionswert
Algebra:	$2 \bullet x^3 + x$;	1, 2, 3, usw.		$2 \bullet 1^3 + 1$; 3
	$x^2 = 1$	1, 2, 3, usw		$1^2 = 1$; wahr
Sprache:	die Hauptstadt des_	deutsches Reich		die Hauptstadt des deutschen Reiches; Berlin
	_fliegt	Sokrates		Sokrates fliegt; falsch

2.2.1. Das Fregeprinzip oder Kompositionalitätsprinzip

Frege führte als erster die Auffassung von der Funktionalität von Sprache ein, d. h. er beschrieb Sprache in einer Funktor-Argument-Struktur. Ein zweites Prinzip wird ihm zugeschrieben, ohne daß er selbst dies explizit formuliert hätte. Es wird Fregeprinzip oder Kompositionalitätsprinzip genannt und läßt sich etwa so fassen:

(1) Die Bedeutung eines zusammengesetzten Ausdruckes ist eine Funktion der Bedeutungen seiner Teile und der Weise ihrer syntaktischen Verbindung.[7]

Das Wichtige an diesem Prinzip ist, daß für die Bedeutung eines komplexen Ausdruckes nicht nur die Bedeutungen seiner Teilausdrücke wichtig sind, sondern auch die Art ihrer syntaktischen Verbindung. Frege war daran interessiert, "wie der Aufbau des Gedanken [d. h. die Bedeutung eines Satzes] geschieht und wodurch dabei die Teile zusammengefügt werden, so daß das Ganze etwas mehr wird als die vereinzelten Teile." (Frege 1976, S. 72). Doch ist das Kompositionalitätsprinzip nicht unumstritten (vgl. von Stechow 1989, S. 11-16).

Für unseren Zusammenhang ist wichtig, daß dies Prinzip eine enge Verbindung von

[7] Cresswell 1973, S. 75-79. Fußnote 104: "The most explicit statement at Frege´s principle in current linguistic theory seems to be in Katz 1966 (Philosophy of Language) [dt. Philosophie der Sprache, Frankfurt 1969, S. 138ff]. Vgl. auch Dowty et alii 1981, S. 8.

Syntax und Semantik bedeutet. Da syntaktische Regeln für die Semantik (Bedeutung) wichtig sind, muß jeder syntaktischen Regel eine semantische Regel entsprechen. Man sagt auch: jede syntaktische Regel muß semantisch gedeutet werden. Bei Montague wird aus dieser Überlegung der Grundsatz der semantischen Funktionalität analog zu dem in 2.2. abgehandelten Prinzip der syntaktischen Funktionalität formuliert:

(2) Bedeutung sowie Denotat jedes wohlgeformten komplexen Ausdruckes A ist eine eindeutig bestimmte Funktion der Bedeutungen bzw. Denotate der wohlgeformten Teilausdrücke von A. (Stegmüller 1979, S. 54)

Montague hat seine Syntax so aufgebaut, daß sie mit der Semantik strukturgleich ist, so daß die eindeutig bestimmte Funktion in Syntax und Semantik analog ist. Das Verhältnis zwischen Syntax und Semantik ist wesentlich für das Verständnis der Kategorialen Grammatiken und wird uns daher noch weiter beschäftigen. Wir hatten schon gesehen, daß Freges Beschreibung von Funktion und Argument und Husserls Fassung der Bedeutungskategorie sowohl syntaktisch als auch semantisch motiviert war.
Im folgenden wollen wir unter dem Fregeprinzip oder dem Kompositionalitätsprinzip die Behauptung verstehen, daß jede syntaktische Regel eine analoge semantische hat. Dies läßt sich auch formal ausdrücken (von Stechow 1989, S. 4):

(3) Kompostionalitätsprinzip
Sei α ein Ausdruck, der mithilfe der syntaktischen Operation F aus den Ausdrücken $\beta_1, \ldots, \beta_n$ gewonnen ist, d. h. $\alpha = F(\beta_1, \ldots, \beta_n)$. Seien ferner $b_1, \ldots, b_n$ die Bedeutungen von $\beta_1, \ldots, \beta_n$ respektive. Sei schließlich G die semantische Operation, durch welche die syntaktische Operation F gedeutet wird, dann ist die Bedeutung von α gleich $G(b_1, \ldots, b_n)$.

Das Fregeprinzip läßt sich nun in zwei Richtungen interpretieren: Wir können die semantische Struktur, d. h. die Beziehungen zwischen den Ausdrücken und ihren Designaten, als primär ansehen. Diese Beziehung würde dann auch die (syntaktische) Funktor-Argument-Struktur bestimmen. Oder man geht davon aus, daß die syntaktische Struktur primär ist und durch die Semantik erklärt wird. Man konstruiert eine semantische Struktur zu einer gegebenen Funktor-Argument-Struktur. (Buszkowski 1988, S. 76).

2.3. Antinomien und Typentheorie - Russell

Die dritte wesentliche Idee der Kategorialgrammatiken ist die der Schichtung von Sprache. Sie wurde in Form der Typentheorie von Russell eingeführt, um die sogenannten Antinomien zu verhindern. Antinomien (oder Paradoxa) sind widerspruchsvolle Aussagen, d. h. sie sind wahr und falsch zugleich. Es kann hier sicherlich keine befriedigende Darstellung der Typentheorie geleistet werden, doch möchte ich einige Hintergründe und Motivationen verdeutlichen. Zunächst werde ich eine kleine historische Einführung geben, die sich an Bochenski (1978, S. 448ff) orientiert:
Am Ende des 19. Jahrhunderts tauchte das Problem der Antinomien wieder auf, das schon in der Antike und Scholastik heftig diskutiert worden war. 1902 formulierte Russell seine berühmte Antinomie der Klasse aller Klassen, die in sich selbst nicht enthalten sind. Zur Lösung schlug Russell die verzweigte Typentheorie vor und Zermelo entwickelte eine ausgesprochen mathematische Lösung, die hier nicht referiert werden kann. Die

verzweigte Typentheorie wurde 1910 in die Principia Mathematica eingebaut und 1921 führt Chwistek die einfache Typentheorie als Vereinfachung ein. Diese wurde von Ramsey weitergeführt und begründet. Chwistek und Ramsey haben sie auf Ausdrücke angewendet, während sie bei Russell einen semantisch unbestimmten Charakter hatte. Den Endpunkt dieser Entwicklung bildete die Theorie der semantischen Stufen von Le,niewski.

Man teilt heute die Antinomien in logische, syntaktische oder Antinomien der Mengenlehre einerseits und semantische, grammatische oder linguistische Antinomien anderseits ein. Ich werde je eine für jede Gruppe repräsentative Antinomie beschreiben. Einmal die sogenannte Lügner-Paradoxie, die eine antike Erfindung ist und zu den semantischen Antinomien gehört. Sie soll von Eubulides von Milet (4. Jhdt. v. Chr.) aufgestellt worden sein (Enzyklopädie Philosophie und Wissenschaftstheorie II, S. 719bff; vgl. auch Bochenski 1978, S. 150):

(4) Der Kreter Epimenides sagt, daß alle Kreter lügen.

Heute tritt sie meist in folgender Form auf:

(5) Dieser Satz ist falsch.

Zu den logischen Antinomien gehört die berühmte Antinomie von (Zermelo und) Russell, die folgende Form hat:

(6) Die Klasse aller Klassen, die sich selbst nicht als Element enthalten.

Anstatt mit *Klasse* formuliert man sie machmal auch mit dem Ausdruck *Menge*. Betrachten wir die beiden Antinomien etwas genauer und versuchen wir zu verstehen, was ihren widersprüchlichen Charakter ausmacht. Gehen wir von der modernen From der Lügner-Paradoxie aus:

(7) Dieser Satz ist falsch. (= p)

Es gibt nun genau zwei Möglichkeiten:
i) Wenn der ganze Satz wahr ist (p), sagt er genau aus, daß er falsch ist (~p).
ii) Wenn der ganze Satz falsch ist (~p), sagt er ja aus, daß er richtig ist (p).
In beiden Fällen ergibt sich also ein Widerspruch (p und ~p).

Die Russellsche Antinomie ist ein wenig schwieriger zu verstehen:

(8) Die Klasse K aller Klassen, die sich selbst nicht als Element enthalten.

Wir unterscheiden wieder zwei Fälle:
i) K enthält sich als Element, dann folgt nach der Definition (8), daß K nicht von der Beschreibung *die sich selbst nicht als Element enthalten* beschrieben wird und daher auch nicht zu K gehört.
ii) K enthält sich selbst nicht als Element. Jetzt folgt aus (8), daß K gerade unter die Beschreibung *die sich selbst nicht als Element enthalten* fällt und daher zu der Klasse gehört. In beiden Fällen gehört K zu sich und nicht, was widersprüchlich ist (Rheinwald 1988, S. 16).[8]

[8] Die Definition (8) läßt sich folgendermaßen formalisieren: $\forall x \; x \in K \leftrightarrow \neg (x \in x)$. Setzt man nun K ein, so erhält man das Paradox: $K \in K \leftrightarrow \neg (K \in K)$ (Enzyklopädie Philosophie und Wissenschaftsgeschichte I, S.

Russell sah das Wesen der Antinomien in einem Zirkelschluß, den er mit *Selbstbezüglichkeit* bezeichnete. So bezieht sich die Behauptung des Epimenides auf eine Gesamtheit von Behauptungen, die auch seine Behauptung beinhaltet. Ebenso nimmt die Definition der Klasse K Bezug auf eine Gesamtheit, zu der auch das zu definierende gehört (ebd., S. 23). Russell verbietet nun einfach, daß ein Prädikat auf sich selbst angewendet werden darf. Eine solche Zeichenreihe sei kein wohlgebildeter Ausdruck. Die Idee dazu ist schon bei Frege angelegt, der sagte, daß "das Zeichen des Argumentes und der Ausdruck der Funktion ungleichartig sind." (Frege 1980, S. 22). Nach Russell muß das Prädikat immer "eine Stufe höher stehen" als das dazugehörende Argument. Was das heißt, werden wir an der einfachen Typentheorie verdeutlichen:
Russell unterscheidet verschiedene logische Typen. Individuen sind vom Typ 0, Klassen von Individuen (Eigenschaften) vom Typ 1, Klassen von Klassen von Individuen (Eigenschaften von Eigenschaften) vom Typ 2 usw. Dieser Einteilung entspricht eine Einteilung auf sprachlicher Ebene: Individuenausdrücke sind vom Typ 0, Prädikatenausdrücke vom Typ 1, Prädikatenprädikatausdrücke vom Typ 2 usw. So entsteht eine zunehmende Hierarchie von Typen. Ein sinnvoller Satz ist so definiert, daß ein Prädikat nur Argumente nehmen darf, die eine Stufe tiefer stehen. (Reinwald, 1988 , S. 25). Hierzu einige Beispiele:

Typ 0 (Individuenausdrücke):	Bertrand Russell^0		x^0
Typ 1 (Prädikatenausdrücke):	x^0 ist ein Philosoph^1	$p^1(x^0)$	x^1
Typ 2 (Prädikatenpräd.ausdr.):	x^1 ist erstrebenswert^2	$e^2(x^1)$	x^2

So sind zum Beispiel "Bertrand Russell^0 ist ein Philosoph^1" "$p^1(r^0)$" oder "Philosoph zu sein^1 ist erstrebenswert^2" "$e^2(p^1)$" wohlgeformte Sätze, während "Bertrand Russell^0 ist erstrebenswert^2" "$e^2(r^0)$" kein guter Satz ist.

Logische Antinomien können jetzt ausgeschlossen werden, da sie keine wohlgebildeten Ausdrücke bilden. So kann man für die Russelsche Antinomie folgende Vereinbarung treffen. *Ist Element der Menge M* läßt sich als x^{n-1} ist Element von M^n schreiben. Da nun Funktor und Argument verschiedene Typen haben müssen, ist der Ausdruck "K^n ist Element von K^n" nicht wohlgebildet und damit verboten.[9]
Mit dieser einfachen Typentheorie lassen sich jedoch die semantischen Antinomien nicht lösen, da diese wohlgebildet sind. Ihr Widerspruch entsteht nicht durch unzulässige syntaktische Bildung, sondern erst durch den Bezug auf sprachliche Mittel. Zu ihrer Auflösung muß das Verfahren des Selbstbezuges sprachkritisch analysiert werden. Tarski (1935) erreicht dies durch die scharfe Trennung zwischen Metasprache und Objektsprache (Enzyklopädie Philosophie und Wissenschaftsgeschichte I, S. 133b und Bochenski 1959, S. 90). Russell löst die semantischen Antinomien, die er nicht von den syntaktischen unterscheidet, indem er seine verzweigte Typentheorie (ramified theory of types) entwickelt, in der er neben der Hierarchie verschiedener Stufen eine zweite Hierarchie verschiedener Ordnungen einführt. Mit dieser verzweigten Typentheorie ergeben sich aber eine Reihe anderer Probleme, weshalb Chwistek die oben dargestellte einfache Typentheorie entwarf (Rheinwald 1988, S. 142). Beide Entwürfe wurde von Le,niewski kritisiert und bildeten somit den Ausgangspunkt für seine Entwicklung der sogenannten semantischen Kategorien, die im nächsten Abschnitt vorgestellt wird.

132a und 134).

[9] Man kann $x \in M$ auch als Funktion $M(x)$ auffassen. Setzen wir dies in der Definition (8) ein, erhalten wir $K(K)$. Dies ist verboten, da die Funktion immer eine Stufe höher sein muß als ihr Argument (Bochenski 1959, S. 90).

2.4. Semantische Kategorien - Le,niewski

In seinem Aufsatz *Neues System der Grundlagen der Mathematik* von 1929 entwirft Le,niewski eine erste Konzeption der "semantischen Kategorien", die heute eher als syntaktische Kategorien verstanden werden (Marciszewski 1988, S. 13, Bar-Hillel 1967, S. 58b). Die wichtigste Grundlage für seinen Entwurf bildete Freges *Grundgesetze der Arithmethik* (Le,niewski 1929, S. 5), die er weiterzuführen versucht, wie schon Le,niewskis Titel deutlich macht. Das zentrale Problem der Zeit sieht Le,niewski in dem Umgang mit Antinomien. Da es seiner Meinung nach keine wirklich befriedigende Arbeit zu diesem Problem gibt, (ebd., S. 8) macht er einen eigenen Vorschlag:

> "Im Jahre 1922 habe ich eine Konzeption der 'semantischen Kategorien' skizziert, die mir diese oder jene einer jeden intuitiven Begründung für mich entbehrende 'Hierarchie der Typen' ersetzen sollten. … Indem meine Konzeption der 'semantischen Kategorien' in Bezug auf ihre theoretische Konsequenz in enger formaler Verwandtschaft mit den bekannten 'Theorien der logischen Typen' blieb, knüpfte sie, was ihre intuitive Seite anbetrifft, eher den Faden der Tradition der *'Kategorie'* von Aristoteles, der 'Redeteile' der traditionellen Grammatik und der 'Bedeutungskategorien' von Herrn Edmund Husserl an." (Le,niewski 1929, S. 14)

Le,niewski benutzt die Idee Russells, das Problem der Antinomien durch eine Hierarchisierung zu lösen, versucht jedoch seinen eigenen Kategorien eine intuitiv bessere Begründung zu geben, sie näher an der Wirklichkeit zu orientieren. Russell wirft er vor, daß seine Typentheorie rein deduktiv und widerspruchsfrei ist und nur den Widersinn aus der Sprache verbannen will, "sich jedoch gleichzeitig durch das Fehlen irgendwelcher sie mit der Wirklichkeit verbindender intuitiv-wissenschaftlicher Vorzüge auszeichnet" (ebd., S. 6). Explizit bezieht er sich auf die Arbeiten von Chwistek über die einfache Typentheorie.
Bei der intuiven Begründung seiner eigenen Theorie nimmt er auf Husserls Bedeutungskategorien Bezug. So bemüht er sich auch den Unsinn (im Sinne Husserls) aus der Sprache zu verbannen. Vermutlich war er von seinem Lehrer Twadorwski beeinflußt, der selbst mit Husserl in Wien bei Brentano studiert hatte. (Luschei 1962, S. 18)
Le,niewski ist der erste, der die drei oben behandelten Grundideen der Kategorialgrammatik, nämlich die Funktionalität und Schichtung der Sprache, sowie die Bestimmung von Kategorien, zusammenfaßte. Es gibt in seinem System Grundkategorien und davon abgeleitete funktionale Kategorien, die zusammen wohlgebildete Ausdrücke formen. Da seine formalen Beweise schwer verständlich und seine erklärenden Worte karg sind, werden wir uns seine Ideen in der Ausführung seines Schülers Ajdukiewicz genauer betrachten. Wichtig ist hier jedoch schon die Beobachtung, daß Le,niewski ebenfalls nicht zwischen Syntax und Semantik im modernen Sinne unterscheidet, so daß syntaktische und semantische Wohlgeformtheit für ihn immer koexistieren (Casadio 1988, S. 103).[10]

2.5. Die klassische Kategorialgrammatik - Ajdukiewicz

In seinem berühmten Aufsatz *Die syntaktische Konnexität* (1935) formuliert Ajdukiewicz 1935 zum ersten Mal das, was heute als klassische oder einfache Kategorialgrammatik bezeichnet wird.
Er stellt den Entwurf seines Lehrer Le,niewski in einer verständlichen algebraischen Schreibweise dar und gibt einfache Beispiele aus natürlicher Sprache und Algebra.

[10] Luschei (1962, S. 91) meint daß, Le,niewski Kategorie semantisch in der Intention und syntaktisch in der Formulierung versteht.

Obschon er ebenso wie Le,niewski explizit Husserl zitiert ist dessen Einfluß bisher nicht ausreichend geklärt worden. Sicher kommt von Husserl die Idee der Austauschbarkeit zur Bildung von Kategorien und die allgemeine Idee einer logischen Grammatik.[11]
Frege hingegen wird mit keinem Wort erwähnt, anders als bei Le,niewski, der sich noch ausdrücklich auf Freges *Grundlagen der Arithmetik* als "wichtigstes Werk seit den Griechen" (Le,niewski 1929, S. 5) beruft. Doch auch bei Ajdukiewicz ist Freges Einfluß unverkennbar, teilweise bis in wörtliche Formulierungen hinein, wie wir noch sehen werden
Ajdukiewicz untersucht die Bedingungen, "unter welchen ein aus sinnvollen Einzelworten zusammengesetztes Wortgefüge einen sinvollen Ausdruck bildet, der selbst einen einheitlichen, obgleich aus dem Sinn der zu ihm gehörenden Einzelworte zusammengesetzten, Sinn besitzt." (Ajdukiewicz 1988, S. 207). Er nennt ein solches Wortgefüge syntaktisch konnex. Einen konnexen Ausdruck nennen wir heute (syntaktisch) wohlgebildet. Um die Bedingungen für die syntaktische Konnexität oder Wohlgeformtheit eines Ausdruckes angeben zu können, führt Ajdukiewicz eine Kategorisierung für sprachliche Ausdrücke ein. Zwei Wörter gehören einer gemeinsamen Bedeutungskategorie an, wenn das eine in einer Bedeutung (Ajdukiewicz gebraucht *Sinn*, was an Frege erinnert) durch das andere Wort in einer Bedeutung in einem Satz ersetzt werden kann und der sich ergebende Satz ebenfalls ein (wohlgebildeter) Satz ist oder nach Husserl, ein Satz mit einem "einheitlichen Sinn". Machen wir dies an einem Beispiel deutlich: *scheint* und *brennt* gehören zur gleichen Bedeutungskategorie, da sie in dem Kontext *Die Sonne* _ austauschbar sind:

(9) Die Sonne scheint. vs Die Sonne brennt.

Wir können verschiedene solche Bedeutungskategorien bilden. Sie lassen sich in zwei Arten trennen: In Grundkategorien und Funktor-Kategorien. Ajdukiewicz kann zwar keine strenge Definition dieser Begriffe geben, beschreibt sie aber recht anschaulisch:
"'Funktor' heißt dasselbe wie 'Funktionszeichen'. Es ist also das 'ungesättigte Zeichen' … Funktoren-Kategorien sind jene Bedeutungskategorien, zu welchen Funktoren gehören. Grundkategorien will ich jede Bedeutungskategorie nennen, die keine Funktoren-Kategorie ist" (Ajdukiewicz 1988, S. 208) Es scheint beinahe überflüssig, auf die fast wörtliche Übereinstimmung mit Freges Definition von Funktion und Argument hinzuweisen (vgl. 2.2.). Als Grundkategorien nimmt Ajdukiewicz Sätze und Namen an. Alles andere sind Funktor-Kategorien, die eine "nach oben uneingeschränkte und vielästige Hierarchie" annehmen. Diese ist natürlich "eng mit der verzweigten Hierarchie der logischen Typen verwandt" (ebd.). Eine Funktor-Kategorie ist durch die Zahl und die Kategorie ihrer Argumente und die Kategorie (bei Frege: Wert) des ganzen zusammengesetzten Ausdruckes bestimmt. Ajdukiewicz führt folgende Konvention ein: Die Kategorien werden mit Indizes versehen, die Grundkategorien Name und Satz mit den Indizes n und s respektive. Funktoren-Kategorien bekommen einen gebrochenen Index, in dessen Nenner die Indizes der Argumente und in dessen Zähler der Index der Kategorie des gesamten Ausdruckes aus Funktor und Argument steht (ebd., S. 209).
Machen wir uns dies an dem Beispielsatz *Sokrates fliegt* deutlich. Nun wissen wir schon, daß *Sokrates* ein Eigenname ist und daher den Kategorienindex n bekommt. *Sokrates fliegt* ist ein Satz, der daher den Kategorienindex s bekommt. Den Index des ungesättigten Ausdrucks *fliegt* bestimmen wir nach der Definition: In den Nenner kommt der Kategorienindex des Argumentes *Sokrates*, nämlich n und in den Zähler der Kategorienindex des ganzen Ausdruckes *Sokrates fliegt*, nämlich s, *fliegt* bekommt somit den Kategorienindex s/n.[12]

[11] "Ajdukiewicz verbrachte 1913 einige Zeit in Göttingen, wo er die Vorlesung von Husserl und Hilbert hörte" (Pearce und Woleøski 1988, S. 314).

Wie nun konkret einzelnen Wörtern eine Bedeutungskategorie und der entsprechende Index zugewiesen werden, ist ähnlich vage wie bei Husserl. Ajdukiewicz (ebd.) schreibt: "Wir nehmen an, daß durch den Sinn, den ein einzelnes Wort besitzt, seine Bedeutungskategorie bestimmt ist." Hier könnte "Sinn" dem apriorischen Charakter der Bedeutungskategorien bei Husserl entsprechen. Dies trifft sicherlich auf die Grundkategorien Name und Satz zu. Denn wir wissen immer schon, was eine Name oder Satz ist.
Funktor-Kategorien werden jedoch entsprechend ihrer Funktion im Satz zugewiesen. So haben wir ja auch den Kategorienindex s/n dem ungesättigten Ausdruck *fliegt* zugewiesen, der einen Funktor bezeichnet. Dies Verständnis von Kategorie entspricht dem von Satzteil (rein syntaktisch verstanden). "Sinn" in dem Zitat würde dann auch die Art der syntaktischen Verknüpfung meinen.
Idealiter sollte die formale Seite der Kategorie den syntaktischen Aspekt und die intuitive Seite den semantischen Aspekt ausdrücken (s. o. 2.4.). So ist der Ausdruck *_fliegt* (s/n) syntaktisch ein Funktor, der auf einen Namen (n) angewendet einen Satz (s) ergibt. Semantisch entspricht dem eine Eigenschaft (s/n). Inzwischen geht man anstelle zweier Aspekte einer Kategorie lieber von zwei Kategorien aus, einer semantischen und einer syntaktischen, die sich entsprechen. Eine solche Parallelität wurde schon von dem Fregeprinzip (vgl. 2.2.1.) gefordert. Ob es zu einer syntaktischen Kategorie auch immer eine anloge semantische gibt werden wir noch untersuchen müssen. Betrachten wir Ajdukiewicz' Beispiel (1988, S. 210):

(10)	Der	Flieder	duftet	sehr	stark	und	die	Rose	blüht
	n/n	n	s/n	((s/n)/(s/n))/((s/n)/(s/n))	(s/n)/(s/n)	s/ss	n/n	n	s/n

Der Artikel *der* ist ein Funktor, der einen Ausdruck mit dem Kategorienindex n (Namen) fordert und mit diesem einen Ausdruck mit dem Index n ergibt (n/n). *Flieder* und *Rose* sind Namen und erhalten den Index n, *duftet* und *blüht* sind Funktoren, die mit einem Ausdruck der Kategorie n einen Satz (s) ergeben, daher bekommen sie den Index s/n. *Stark* ist ein Funktor, der auf ein Prädikat (s/n) angewendet wieder ein Prädikat ergibt ((s/n)/(s/n)). *Sehr* wird auf das Adverb *stark* ((s/n)/(s/n)) angewendet und ergibt einen Ausdruck der gleichen Kategorie, bekommt somit den Index ((s/n)/(s/n))/((s/n)/(s/n)) zugewiesen. Die wichtigsten Kategorien sind in der folgenden Tabelle nochmals zusamengestellt:

(11)	Kategorie	Kategorienindex	sprachlicher Ausdruck
	Satz	s	die Rose blüht
	Name	n	Rose, Sokrates
	einstellige Prädikate	s/n	blüht, fliegt
	zweistellige Prädikate	s/n n	liebt
	Attribute	n/n	schön, groß
	Artikel	n/n	die, eine
	Satzadverbien	s/s	nicht
	Satzkonjunktionen	s/s s	und, oder, aber
	Adverbien	(s/n)/(s/n)	stark, gut
	Adverbien	((s/n)/(s/n))/((s/n)/(s/n))	sehr

Im folgenden werden die Begriffe *der Index der Kategorie, der Kategorienindex die*

[12] Aus typographischen Gründen werde ich den Bruch $\frac{x}{y}$ in der Form x/y darstellen, d. h. der Zähler steht vor dem Nenner, nicht über ihm. Diese Schreibweise wird auch von Bar-Hillel benutzt. Es gibt daneben eine Reihe anderer Konventionen. Da diese Schreibung jedoch die klarste ist, werde ich sie durchgehend benutzen.

Kategorie oder *Ausdruck einer Kategorie* manchmal synonym verwendet, sofern eindeutig ist, was gemeint ist.
Betrachten wir nochmals unser Beispiel (10). Es fällt auf, daß die Anordnung nicht so schön ist, daß jeder Funktor von seinen Argumenten gefolgt ist. Ajdukiewicz weist darauf hin, daß die Zuordnung von Funktor und Argumenten nicht immer mit der äußeren oder strukturellen Reihenfolge der Ausdrücke übereinstimmt, "sondern [sie] gründet sich auf die im Sinn gründende Eigenschaft des ganzen Ausdruckes. Nur in den symbolischen Sprachen und in einigen gewöhnlichen Sprachen entspricht die Reihenfolge der Argumente ihrer rein äußerlichen Ordnung." (Ajdukiewicz 1988, S. 210).
Er stellt die Reihenfolge von Funktoren und Argumenten in der sogenannten polnischen Notation dar, der zufolge ein Funktor immer direkt links von seinen Argumenten steht. Diese Anordnung nennt er eigentliche Indexfolge. Er schreibt die Indexfolge eines sprachlichen Ausdruckes immer erst in die eigentliche Indexfolge um. Aus mnemotechnischen Gründen gebe ich den je dazugehörenden sprachlichen Ausdruck auch bei der eigentliche Indexfolge mit an:

(12)

	sprachlicher Ausdruck	eigentliche Indexfolge
a)	Sokrates fliegt	fliegt Sokrates
	n s/n	s/n n
b)	der Flieder duftet	duftet der Flieder
	n/n n s/n	s/n n/n n

Hauptfunktor eines komplexen Ausdrucks ist der am weitesten links stehende Funktor. In (12b) ist der Hauptfunktor *duftet*. Der Beispielsatz (10) hat folgende eigentliche Indexfolge:

(13)

und	sehr	stark	duftet	der	Flieder	blüht	die	Rose
s/ss	((s/n)/(s/n))/((s/n)/(s/n))	(s/n)/(s/n)	s/n	n/n	n	s/n	n/n	n

Der Vorteil dieser Schreibweise ist, daß Klammern überflüssig sind und man dennoch immer eine eindeutige Zuordnung von Argumenten zu Funktoren hat. Die folgende Untersuchung von Ajdukiewicz benutzt diese Schreibweise. Diese Unterscheidung zwischen der sogenannten polnischen Notation (eigentliche Indexfolge) und der Reihenfolge der sprachlichen Ausdrücke an der Oberfläche, so wie wir sie in Sätzen vorfinden, ist sehr wichtig. So kann die polnische Notation als eine Art Tiefenstruktur oder logische Form verstanden werden (Cresswell 1973, S. 123ff). Und wir werden sehen, daß die Erweiterungen der klassischen Kategorialgrammatik darauf zielen, der Oberfläche näher zu kommen bzw. die Oberfläche adäquater zu beschreiben.
Nun ist das Instrumentarium ausreichend beschrieben, um die drei Bedingungen für die syntaktische Konnexität oder Wohlgeformtheit eines Ausdruckes angeben zu können (Ajdukiewicz 1988, S. 214):

(14) Ein Ausdruck ist dann und nur dann syntaktisch konnex, wenn er
- i) durchgehend gut gegliedert ist,
- ii) jedem in diesem Ausdrucke in der Rolle eines Hauptfunktors irgendeiner Stufe auftretenden Funktor genauso viele Argumente zugeordnet sind, als der Nenner seines Index Buchstaben enthält.
- iii) er einen Exponenten besitzt, welcher aus einem einzigen Index besteht.

Wir betrachten die drei Bedingungen genauer. Ein Ausdruck ist gut gegliedert, wenn er sich in einen Hauptfunktor und dessen Argumente zerlegen läßt (vgl. Frege, 2.2.). Dies sind die Glieder der ersten Stufe. Sie müssen entweder aus einzelnen Worten oder aus wieder gut gegliederten Ausdrücken bestehen. Wir hatten schon im Beispiel (12) *der Flieder duftet* gesehen, daß *duftet* der Hauptfunktor ist und das Argument *der Flieder* wiederum aus dem Funktor *der* und dem Argument *Flieder* zusammengesetzt ist. Die durchgehend gute Gliederung (Funktionalität) eines komplexen Ausdruckes ist noch keine ausreichende Bedingung für seine Wohlgeformtheit. Ein Ausdruck muß sich nicht nur in Funktor und Argumente zerlegen lassen, sondern die Argumente müssen genau zu der Kategorie gehören, die der Funktor erfordert. Dies ist die Idee der Hierarchisierung (Russell). Ajdukiewicz drückt dies technisch so aus: die Argumente müssen zu den Kategorien gehören, deren Indizes im Nenner des Funkors stehen. Betrachten wir dies wieder an unserem Beispiel:

(15)	blüht	die	Rose
	s/n	n/n	n

Das Argument *Rose* hat den Index n, der mit dem Nenner des Funktors *die* identisch ist. Das Argument *die Rose* hat den Index n, der wiederum mit dem Nenner des Hauptfunktors *blüht* (s/n) identisch ist.
Die dritte Bedingung ergibt sich aus den ersten beiden, ist jedoch eine schöne formale Beschreibung. Exponent nennt Ajdukiewicz den Index des Wertes einer Ableitung. Ableitung ist das Zusammenfassen von einem Funktor und seinen Argumenten. Ajdukiewicz gibt nun einen ganz einfachen algebraischen Mechanismus an, wie die Ableitung dargestellt wird: Die Indizes werden einfach ausmultipliziert. Da im Nenner des Funktors der Index des Argumentes steht, kürzt sich dieser mit dem Index des Argumentes und ergibt den Index des gesamten Ausdruckes, z. B. s/n• n = s für unser Beispiel *Sokrates fliegt*. Eine solche Ableitung kann natürlich nur in der eigentlichen Indexfolge gemacht werden. Dieses Ausmultiplizieren der Indizes wird heute mit Funktionalapplikation bezeichnet (Marciszewski 1988, S. 9; Casadio 1988, S. 105):

(16) Funktionalapplikation: X/Y Y -> X

Diese Regel ist folgendermaßen zu lesen: "Wenn α ein Ausdruck vom Typ X/Y und β ein Ausdruck vom Typ Y ist, dann ist $\alpha\beta$ ein Ausdruck vom Typ X." (von Stechow 1989, S. 63). Zwei Ausdrücke werden miteinander verbunden (= Konkatenation), wenn ihre Kategorienindizes zusammengefaßt werden können.
Ich führe nun die Ableitung für das komplexes Beispiel (13) in der eigentlichen Indexfolge vor. Dabei beginne ich rechts und fasse mögliche Argumente mit ihrem Funktor zusammen und erreiche zum Schluß den Hauptfunktor *und* (s/s s), der ganz links steht. Das Zusammenfassen der Ausdrücke (Konkatenation) wird durch Unterstreichen angezeigt.

```
(17)  und   sehr                        stark          duftet  der   Flieder  blüht  die   Rose
      s/ss  ((s/n)/(s/n))/((s/n)/(s/n)) (s/n)/(s/n)    s/n     n/n   n        s/n    n/n   n
                                                                              s/n          n
                                                               n/n   n        s
            ((s/n)/(s/n))/((s/n)/(s/n)) (s/n)/(s/n)                  n
                        (s/n)/(s/n)                    s/n
                                        s/n                          n
      s/ss                                             s                             s
                                                     s
```

Die Folge der Indizes der letztmöglichen Ableitung wird Exponent genannt. Besteht der Exponent aus einem einzelnen Index, der auch gebrochen sein darf, so handelt es sich um ein syntaktisch konnexen Ausdruck. Er gibt die Bedeutungskategorie an, zu welcher dieser zusammengesetzte Ausdruck als Ganzes gehört (Ajdukiewicz 1988, S. 215).
Mit dieser komplexen Ableitung dürfte die Grundidee der Kategorialgrammatik bei Ajdukiewicz praktisch gezeigt worden sein. In den folgenden Abschnitten werden Erweiterungen dieser klassischen Kategorialgrammatik vorgestellt.

2.6. Die erweiterte Kategorialgrammatik - Bar-Hillel

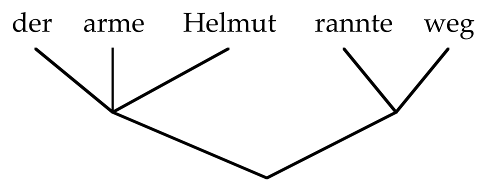
Bar-Hillel kommt eine Schlüsselstellung in der Entwicklung der Kategorialgrammatik zu. Denn er hatte den Formalismus der klassischen Kategorialgrammatik aufgegriffen, um ihn so zu erweitern, daß man mit ihm natürliche Sprachen adäquater beschreiben kann. Dazu benutzte er auch Ideen von Carnap, die dieser unabhängig von Le,niewski und Ajdukiewicz entwickelt hatte. So versuchte Bar-Hillel das Interesse an dem Verhältnis von Kategorialgrammatiken und Sprache aus logischer Sicht zu betrachten. Er zeigt, daß sich die Methoden der amerikanischen strukturalistischen Linguistik mit dem Formalismus der Kategorialgrammatik viel genauer beschreiben lassen, als dies bisher möglich gewesen war. Schließlich zeigt er eine neue Perspektive auf: Ließe sich die Struktur eines Satzes rein mechanisch beschreiben, so stände einer maschinellen Verarbeitung und Übersetzung prinzipiell nichts im Wege. Diese Überlegung stand mit am Anfang des Booms der maschinellen Übersetzungsprojekte in den USA in den frühen 50er Jahren (der seinerseits durch den Kalten Krieg noch weiter angeheizt wurde). Bar-Hillel, der selbst als der "first full-time paid research worker in the field" (Bar-Hillel 1964, S. 9) bezeichnet wurde, macht damit als erster auf diesen zusätzlichen Aspekt der Kategorialgrammatik aufmerksam. Mit der Zeit änderte sich doch seine Einstellung gegenüber maschineller Übersetzung (MT) und er wurde dem gesamten Vorhaben gegenüber kritischer (ebd.): "I don´t think I have become more 'pessimistic' in time, as some of my colleagues like to put it; I would simply say that I became more knowledgeable in the field and therefore came to realize that the MT problem was much harder than I had anticipated."
Mit Gaifman und Shamir bewies er, daß Kategorialgrammatiken schwach äquivalent mit den inzwischen entwickelten einfachen Konstituentenstrukturgrammatiken (simple phrase structure grammars) sind. Mit diesem Beweis war auch schon der Richtspruch über die Kategorialgrammatiken gesprochen. Denn der junge Chomsky (1965) hatte behauptet, daß einfache Konstituentenstrukturgrammatiken natürliche Sprache nicht adäquat beschreiben können, so auch Kategorialgrammatiken. So wie die Projekte zur maschinellen Übersetzung nach dem Rapaport Bericht beendet wurden, verlor sich auch das Interesse an den Kategorialgrammatiken.

Im folgenden zeige ich die Erweiterung der Kategorialgrammatiken durch Bar-Hillel und versuche dann die Gründe für seine "pessimistische" Sicht zu erläutern.
In seiner Dissertation von 1947 (in Neuhebräisch), die er 1950 als *On Syntactical Categories* (1964a) ins Englische übersetzte, versucht Bar-Hillel Carnaps Buch *Der Logische Aufbau der Welt* (1928) zu einer "theory of syntactical categories" zu erweitern. Carnap hatte als erster von "syntaktischer Kategorie" gesprochen und in einem gewissen Sinne Husserls Programm einer logischen Grammatik in seiner *Logische Syntax der Sprache* (1934) ausformuliert (Bar-Hillel 1967, S. 59b).
Später wurde Bar-Hillel besonders von Harris (*Methods in Structural Linguistics,* 1951) linguistisch beeinflußt (Bar-Hillel 1964, S. 2) und verfaßte einen Aufsatz, in dem er den Formalismus des Logikers Ajdukiewicz auf die Methoden des empirischen amerikanischen Strukturalismus anwendete. Darin kann er zeigen, daß sich der entscheidende Begriff der Stukturalisten, die "Konstituente" sinnvoll formal darstellen läßt. Das weitere Ziel einer solchen Darstellung war eine geeignete Theorie für die maschinelle Übersetzung zu entwickeln.
Die amerikanischen Strukturalisten versuchten Sätze (sprachliche Ausdrücke) sinnvoll in Teile zu zerlegen, die sich dann wiederum in Teile zerlegen lassen, bis man bei kleinsten Einheiten angelangt ist. Diese Teile eines Ausdruckes werden Konstituenten genannt, sind es Teile, die bei der ersten Zerlegung entstanden sind, so nennt man sie direkte Konstituenten (immediate constituents). Eine Satzanalyse in dieser Art wird daher direkte Konstituententenanalyse oder IC-Analyse genannt. So läßt sich der Satz *Der arme Helmut rannte weg* in die beiden direkten Konstituenten *der arme Helmut* und *rannte weg* zerlegen, diese wiederum in *der, armer* und *Helmut* sowie *rannte* und *weg*. Letztere sind zwar Konstituenten des ganzen Satzes, aber keine direkten Konstituenten des ganzen Satzes. Dies läßt sich in verschiedener Form darstellen. Die IC-Analyse läßt sich bis zu Morphemen durchführen, wird hier aber nur bis zu Worten durchgeführt.

(18) Kästchenschema

<table><tr><td colspan="5">der arme Helmut rannte weg</td></tr><tr><td colspan="3">der arme Helmut</td><td colspan="2">rannte weg</td></tr><tr><td>der</td><td>arme</td><td>Helmut</td><td>rannte</td><td>weg</td></tr></table>

(19) Baumdiagramm



oder geklammert: { [(der) (arme) (Helmut)] [(rannte) (weg)] }

Schließlich wurde eine Darstellung entwickelt, die Konstituentenstrukturregeln oder Formationsregeln der Form X -> Y benutzt. Dazu werden bestimmte Abkürzungen für grammatische Kategorien eingeführt, die wieder für eine bestimmte Menge von Wörtern steht. Diese Regeln werden in eigentliche Konstituentenstrukturregeln und lexikalische Regeln unterschieden. Für unser Beispiel genügen folgende Regeln:

(20) eigentliche Konstituentenstrukturregeln

S -> NP + VP
NP -> Art + (Adj) + N
VP -> V + Adv

lexikalische Regeln

Art -> {der, …}
Adj -> {arme, …}
N -> {Helmut, …}
V -> {rannte, …}
Adv -> {weg, …}

Bloomfiel, der Gründer des amerikanischen Strukturalismus war der Meinung, daß jeder Sprachteilnehmer aufgrund der Bedeutung weiß, wie ein sprachlicher Ausdruck in seine direkten Konstituenten zu zerlegen sei.[13] Harris versuchte später den Rückgriff auf die Bedeutung durch distributive Kriterien zu ersetzen, die sich vor allem in der Phonologie bewährt hatten. Doch letztlich liegen ihnen wieder semantische Gegebenheiten zugrunde. (Lewandowski 1976, S. 347).
Bar-Hillel definiert Konstituente als syntaktisch wohlgebildeten Ausdruck und beschreibt sie im Sinne Ajdukiewicz. Dazu muß er jedoch zwei Erweiterungen der klassischen Kategorialgrammatik machen. Da sich Bar-Hillel stärker an der Oberfläche natürlicher Sprache orientiert, ändert er die Verknüpfungsregel (Funktionalapplikation) der klassischen Kategorialgrammatik von Ajdukiewicz. Dieser hatte für seine formale Beschreibung die polnische Notation oder eigentliche Indexreihe (Tiefenstruktur) benutzt. Da sie meist nicht der Oberfläche sprachlicher Ausdrücke entspricht, mußte er sie immer erst umformen. So konnte Ajdukiewicz auf Klammern verzichten und es war gewährleistet, daß jeder eigentlichen Indexreihe immer nur eine Struktur zugewiesen wurde. Dieses Art der Kategorialgrammatik nennen Bar-Hillel et alii (1964, S. 100) "unidirectional categorial grammar (UCG)" Dazu sagt er auch "monotectonic in H. B. Curry's later terminology - i.e. to allow just one structure for each well-formed formula. These conditions of course excluded the natural language from coming under Ajdukiewicz algorithm." (Bar-Hillel 1967, S. 59a) Dies stimmt jedoch nur mit Einschränkung, da die Überführung, von der vorgegebenen Wortreihe zur eigentlichen, diese immer schon desambiguiert. Einer mehrdeutigen Wortreihe können jedoch verschiedene eigentliche Indexreihen im Sinne Ajdukiewicz zugeordnet werden. So entsprechen dem doppeldeutigen Ausdruck *alte Männer und Frauen* folgende beiden eigentliche Indexreihen (die Klammern stehen nur der Deutlichkeit halber). Dabei bezieht sich *alte* einmal nur auf *Männer* und das andere Mal auf *Männer und Frauen*.

(21)

und ((alte Männer) Frauen)
n/n n n/n n n
n
n

alte (und (Männer Frauen))
n/n n/n n n n
n
n

Um auf dieses umständliche Verfahrten der Übersetzung in die eigentliche Indexreihe verzichten und gleich die Oberfläche als zu analysierende Wortreihe benutzten zu können, führt Bar-Hillel die bidirektionale Kategorialgrammatik (BCG) ein. Er formuliert sie so, daß sowohl rechts als auch links von einem Funktor seine Argumente stehen können. Dies wird in der Notation durch die Richtung der Schrägstriche deutlich gemacht. So bedeutet y\x, daß y im Nenner und x im Zähler ist, wobei y links von x steht. Ich werde mich im weiteren an diese Schreibkonvention halten und alle anderen in sie übersetzen. Als Grundkategorien nimmt Bar-Hillel ebenfalls Sätze (s) und Namen (n) an, alle anderen Kategorien sind Operatorenkategorien (bei Ajdukiewicz: Funktor-Kategorien) von einer zunehmenden Hierarchie. Eine Operatorkategorie hat folgende

[13] "Any English-speaking person who concerns himself with this matter, is sure to tell us that the *immediate constituents* of *Poor John ran away* are the two forms *poor John* and *ran away*" (Bloomfield 1936, S. 161).

Form (Bar-Hillel 1964b, S. 66 und 1960d, S. 101):

(22) $X_m, \ldots, X_1\backslash Z/Y_1, \ldots, Y_n$ $\quad m+n \geq 1$ (d. h. es gibt mindestens ein Argument)

wobei $X_m, \ldots, X_1$ die links vom Funktor stehenden Kategorien und $Y_1, \ldots, Y_n$ die rechts von ihm stehenden angibt. Die Funktionalapplikation, die bei Ajdukiewicz die Form

(23) X/Y Y -> X

hatte, wird nun auch bidirektional gefaßt:

(24) $X_m, \ldots, X_1 \quad X_m, \ldots, X_1\backslash Z/Y_1, \ldots, Y_n \quad Y_1, \ldots, Y_n \quad \rightarrow \quad Z$

In Worten: Trifft der Funktor $X_m, \ldots, X_1\backslash Z/Y_1, \ldots, Y_n$ zu seiner Linken auf die Argumente $X_m, \ldots, X_1$ und zu seiner Rechten auf die Argumente $Y_1, \ldots, Y_n$, so ist die Kategorie des komplexen Ausdruckes Z. Wir können nun zwei verschiedene Ableitungen für den Ausdruck *alte Männer und Frauen* direkt aus der Oberfläche herleiten, indem wir *und* den bidirektionalen Funktor n\n/n zuordnen.

(25)

alte	Männer	und	Frauen
n/n	n	n\n/n	n
	n		
		n	

alte	Männer	und	Frauen
n/n	n	n\n/n	n
		n	
	n		

Der Unterschied zwischen den beiden Lesarten zeigt sich in (25) nicht in der eigentlichen Indexreihe wie in (21) sondern in der Reihenfolge der Anwendung der Funktoren. Entweder wird das Adjektiv *alt* zuerst angewendet oder die Konjunktion *und*. Die Formel (24) wurde jedoch später aufgrund verschiedener Schwierigkeiten, die sie verursacht, in zwei einzelne aufgeteilt, die je nach der Seite des Argumentes benannt werden (Bar-Hillel et alii 1964, S. 101, Casadio 1988, S. 107 und Kratzer et alii 1973, S. 213):

(26) Rechtssapplikation: X/Y Y -> X

(27) Linksapplikation: Y Y\X -> X

In dieser Form müßte unsere Konjunktion *und* die Kategorie (n\n)/n oder n\(n/n) bekommen. Die Ableitung wird dadurch einen Schritt länger, da wir bei jedem Schritt einen Funktor immer nur in eine Richtung anwenden dürfen (vgl. dazu Beispiel (37) unten). In der weiteren Darstellung folgen wir Bar-Hillels älteren Gebrauch und gehen davon aus, daß (n\n)/n = n\(n/n) ist und stellen dies als n\n/n dar (vgl. Lambeks Regel IV in 2.7., Beispiel (44)).

Als eine weitere Änderung der klassischen Kategorialgrammatik erlaubt Bar-Hillel verschiedene Kategorienzuordnungen für ein Wort. So hatten wir oben *und* als Operator über Namen kategorisiert, in anderen Kontexten kann *und* jedoch auch Sätze verknüpfen, ist also von der Kategorie s\s/s. So lassen sich für viele Wörter verschiedene Kategorien angeben. Ajdukiewicz (1988, S. 208) hatte auf diesen Sachverhalt insofern hingewisen, indem er eine Kategorie einem Wort bezüglich eines Sinnes (Bedeutung) zuordnete.

In dieser erweiterten Kategorialgrammatik lassen sich die Begriffe *Konstituente* und *direkte Konstituente* als syntaktisch konnexe Ausdrücke im Sinne Ajdukiewicz beschreiben (vgl. 2.5.). Es ist nur etwas komplizierter, da einer Wortreihe verschiedene

Strukturen oder Ableitungen zugewiesen werden können (vgl. Beispiel (25)). Außerdem vervielfachen sich die möglichen Kombinationen von Kategorienindexreihen, da wir einem Wort durchaus mehrere Kategorienindizes zuweisen können. Wir betrachten zunächst folgendes Beispiel:

(28) Heiner thinks that Helmut sleeps

Wir nehmen hier das Englische Beispiel, da die Wörter mehrdeutiger als im Deutschen sind. *Heiner* und *Helmut* sind Namen und daher von der Kategorie n, *sleeps* ist von der Kategorie n\s, *thinks* kann von der Kategorie n\s (*Heiner thinks*), von der Kategorie n\s/n (*Heiner thinks that*) oder von der Kategorie n\s/s (*Heiner thinks that he goes*) sein. Ebenso können wir *that* verschiedene Kategorien zuweisen: n (*Heiner thinks that*), n/n (*that Helmut*) oder s/s (*that he goes*). Wir können den einzelnen Wörtern des Beispielsatzes folgende Kategorien zuordnen (Bar-Hillel 1964b, S. 68):

```
(29)  Heiner  thinks   that   Helmut  sleeps
        n      n\s      n       n      n\s
              n\s/n    n/n
              n\s/s    s/s
```

Dies ergibt insgesamt neun verschiedene Indexreihen, von denen aber die meisten nicht bis zu einem Exponenten s abgeleitet werden können. Eine mögliche Indexreihe ist (30):

```
(30)  Heiner  thinks   that   Helmut  sleeps
        n     n\s/s    s/s    n_______n\s
                      _______________s
      ____________________s
                  s
```

In dieser Ableitung sind *Helmut sleeps* und *that Helmut sleeps* syntaktisch konnexe Ausdrücke, d. h. Konstituenten. Eine andere Indexreihe ergibt folgende Ableitung:

```
(31)  Heiner  thinks   that   Helmut  sleeps
        n     n\s/s   n/n_______n      n\s
                             n____________
      _______________________________s
                     s
```

In dieser Ableitung sind *that Helmut* und *that Helmut sleeps* Konstituenten, nicht jedoch *Helmut sleeps*. Diese verschiedenen Ableitungen oder Strukturen beruhen auf der Zuweisung verschiedener Kategorien für die einzelnen Wörter. Es ist jedoch auch bei gleichen Indexreihen möglich, verschiedene Ableitungen oder Strukturen zu erhalten (vgl. Beispiel (25)). Diese Strukturen unterscheiden sich in der Reihenfolge der Anwendung der Funktoren auf mögliche Argumente.

Aus diesen Beispielen wird ersichtlich, daß die Teile eines Ausdrucks immer nur in Hinblick auf eine Ableitung bzw. Struktur und eine bestimmte Zuordnung der Kategorienindizes Konstituenten sein können. Mit dieser Beobachtung können wir "syntaktisch konnex" oder "ist eine Konstituente" nach Bar-Hillel (1964b, S. 67) definieren:

(32) Eine Reihe m_1 wird konnex in (wird Konstituente) einer Reihe m_2 bezüglich einer Ableitung d_1 genannt, wenn

i) m_2 konnex ist,
ii) die Ableitung d_1 einen Exponenten aus einem einzelnen Index hat und
iii) die Ableitung d_1 eine untergeordnete Ableitung hat, in der die Reihe m_1 einen Exponenten aus einem einzelnen Index hat.

Betrachten wir dies an dem Beispiel (30), das ich als (33) wiederhole:

(33)

```
Heiner   thinks   that   Helmut   sleeps
  n      n\s/s    s/s    n______n\s     m1
                  ______________s     m3
______________________s   m2
            s
```

Alle drei Bedingungen sind erfüllt: m_2 ist konnex, hat als Exponenten nur einen Index, nämlich s und es gibt eine untergeordnete Ableitung *Helmut sleeps* (n n\s) mit dem einfachen Exponenten s. Somit ist *Helmut sleeps* konnex oder eine Konstituente in dieser Ableitung. *That Helmut* ist hingegen keine Konstituente, da die dritte Bedingung nicht zutrifft: die untergeordente Ableitung *that Helmut* (n/s n) läßt sich nicht zu einem Exponeten mit einem einzelnen Index zusammenfassen. Die Definition für *direkte Konstituente* erweitert die Definition für *Konstituente* um eine weitere Bedingung:

(34) Eine Reihe m_1 wird direkte Konstituente einer Reihe m_2 bezüglich einer Ableitung d_1 genannt, wenn
i) - iii) aus (32) gelten und
iv) m_1 ist nicht eine Konstituente von einer Konstituente m_3 in m_2.

Die Reihe *Helmut sleeps* ist keine direkte Konstituente des ganzen Satzes, da sie selbst eine Konstituente einer Konstituente (*that Helmut sleeps*) des Satzes ist. Sie ist jedoch eine direkte Konstitunte des Ausdruckes *that Helmut sleeps*. Mit dieser Definition von Konstituente und direkter Konstituente in dem Formalismus einer Kategorialgrammatik läßt sich die Konstituentenstruktur sprachlicher Ausdrücke beschreiben.
Bar-Hillel, Gaifman und Shamir zeigten 1960 schließlich, daß Kategorialgrammatiken und kontextfreie Konstituentenstrukturgrammatiken schwach äquivalent sind, d. h. beide Grammatiken erzeugen die gleichen Zeichenreihen, jedoch nicht unbedingt auch die gleiche Struktur. Dieser formale Beweis kann hier nicht dargestellt werden, doch dürfte das Ergebnis durch die oben gegebene Beschreibung von Konstituenten in Kategorialgrammatiken zumindest motiviert sein. Chomsky behauptete 1965, daß einfache oder kontextfreie Konstituentenstrukturgrammatiken (simple or context free phrase structure grammars) natürliche Sprache nicht adäquat beschreiben können. Obschon auch diese Behauptung inzwischen widerlegt ist (z. B. Gazdar et alii 1985 und Kratzer et alii 1973) mag es dennoch interessant sein, den Gedankengang zu verfolgen, der zu diesem Urteil der Inadäquatheit auch der Kategorialgrammatiken führte:
Eine der drei Ideen der Kategorialgrammatik beruhte darauf, daß Kategorien aufgrund von Austauschbarkeit oder Substitution gebildet werden (vgl. Husserl, 2.1.), oder anders ausgedrückt, wenn zwei Ausdrücke in einem Kontext austauschbar sind und die Wohlgeformtheit erhalten bleibt, so sind sie in allen Kontexten austauschbar und sie gehören einer gemeinsamen Kategorie an. Tarski (1935) nennt dies das erste oder Hauptprinzip der Theorie der semantischen Kategorien Le,niewskis. Dieses Prinzip ist

entscheidend für formale Sprachen, da es Voraussetzung für eine uneingeschränkte Substitution ist. Carnap hatte 1934 als erster darauf aufmerksam gemacht, daß dies so in natürlicher Sprache gerade nicht der Fall sei. So können in einem Kontext auch Ausdrücke verschiedener Kategorie stehen, z. B. *Helmut denkt viel* vs *Helmut denkt, während Heiner lenkt*. Austauschbarkeit läßt sich nicht in allen Kontexten durchführen, sondern ist vom Kontext abhängig. (Marciszewski 1988, S. 13; Bar-Hillel 1967, S. 58a).
Um dies an einem einfachen und zu Ehren gekommenen Beispiel deutlich zu machen, betrachten wir das Kongruenzverhalten von Subjekt und Prädikat im Deutschen. Folgende Prädikate gehören einer Kategorie (n\s) an und sind in dem Kontext *Helmut*_austauschbar: *schläft, redet, trinkt, wandert* etc. Folgende Prädikate gehören der gleichen Kategorie (n\s) an, sind aber nicht in den Kontext einzusetzen: *schläfst, reden, trankst, wandertest* etc. Auch die entsprechende Konstituentenstrukturregel S –> NP VP zeigt nicht an, daß eine Übereinstimmung zwischen NP (Subjekt) und VP (Prädikat) bezüglich der Person und des Numerus bestehen muß. Das *-t* der Endung des Prädikates muß immer dann stehen, wenn das Subjekt eine 3. Person Singular ist. Dies scheint ganz klar eine kontextabhängige (oder -sensitive) Regel zu sein und macht daher Chomskys Urteil plausibel. Die einfache Konstituentenstrukturregel müßte dann um eine kontextsensitive erweitert werden:

S -> NP + VP und NP(3.Sg.) + VP -> NP(3. Sg.) + VP+t

Weitere Probleme gab es mit freier Wortstellung und diskontinuierlichen Konstituenten (*Helmut las die Rede ab).* Für diese und andere sprachliche Phänomene schien die neuentwickelte Transformationsgrammatik besser geeignet. Kategorialgrammatiken wurden als nicht adäquat für natürliche Sprache aus der weiteren linguistischen Diskussion verbannt. (Bar-Hillel 1964c, S. 83 und Bar-Hillel et alii 1964, S. 114). Sie wurden jedoch genau wie die Phrasenstrukturgrammatiken als Kern bzw. Grundlage für Transformationsgrammatiken genutzt. (Lewis 1976, S. 5). Bar-Hillel (1964c) hatte es als ein weiteres schwerwiegendes Problem empfunden, daß in den Kategorialgrammatiken nicht-zerlegbaren sprachlichen Ausdrücken (Wörtern) mehrere Kategorienindizes zugewiesen werden können, wodurch es bei längeren komplexen Ausdrücken zu einer kombinatorischen Explosion der möglichen Indexreihen kommt (vgl. (29)).

2.7. Die Mathematik der Satzstruktur - Lambek

1958 suchte der Mathematiker Lambek in *The mathematics of sentence structure* einen Algorithmus, mit dem man Sätze von nicht-Sätzen unterscheiden kann. Er knüpfte an Bar-Hillels und Ajdukiewicz' Untersuchungen an, versuchte jedoch eine stärkere Arithmetisierung des Formalismus voranzutreiben, nicht ohne die natürliche Sprache aus den Augen zu verlieren (Lambek 1988, S. 153).
Dazu entwarf er den sogenannten Lambek-Kalkül, der gegenüber der klassischen Kategorialgrammatik um einige Regeln erweitert ist, und in dem es möglich ist, die Regeln des Formalismus nach wenigen Ableitungsregeln streng herzuleiten. Lambek führt Typenänderungsregeln ein, mit denen einer Kategorie mit einem bestimmten Kategorienindex aufgrund einer Regel ein (erweiterter) Index zugesprochen werden kann, und Kompositionsregeln, die über die Funktionalapplikation hinausgehen.
Lambek geht ebenfalls von den Grundkategorien s für Satz und n für Namen aus. (Lambek spricht von Typen, doch entspricht dies dem, was hier mit Kategorie gemeint ist, daher werde ich im weiteren von Kategorie reden, wenn bei Lambek Typ steht.) Alle anderen Kategorien sind zusammengesetzte Kategorien nach folgender rekursiver

Definition:

(35) Falls X und Y Kategorien sind, dann sind X/Y (X über Y) und
Y\X (Y unter X) auch Kategorien.

Dies ist natürlich die uns schon bekannte Beschreibung des Aufbaus der Funktor-Kategorie bei Ajdukiewicz und Bar-Hillel. Als Streichungsregel führt er die Links- und Rechtsapplikation als Regel I ein:

(36) I (X/Y) Y -> X Y (Y\X) -> X (vgl. (26) und (27))

Einen Satz wie *Oskar mag Egon* können wir nun auf zwei verschiedene Weisen beschreiben, entweder so, daß *mag* zuerst das Objekt nimmt oder so, daß es zuerst das Subjekt nimmt. Wir können folgende Strukturen zuweisen:

(37)

Oskar	mag	Egon	Oskar	mag	Egon
n	(n\s)/n	n	n	n\(s/n)	n
	n\s			s/n	
	s			s	

Daß *Oskar mag* ein wohlgebildeter Ausdruck ist, wird mit Koordinationen wie *Oskar mag und Willi schätzt Egon* begründet (vgl. auch 3.3.1. (87)). *Mag Egon* ist als Konstituente im traditionellen Sinn zu verstehen. Da diese verschiedenen Strukturen (oder Ableitungen) meist keine Doppeldeutigkeiten beschreiben geht Lambek davon aus, daß die beiden Kategorienindizes (n\s)/n und n\(s/n) für *mag* in gewisser Weise gleichbedeutend sind. Dies faßt er in der Regel II (Lambek 1988, S. 157):

(38) II (n\s)/n ⇔ n\(s/n) oder n\s/n

Ebenso läßt sich (X/Y)/Z als X/Y/Z und Z\(Y\X) als Z\Y\X darstellen. Doch bei X/(Y/Z), (X/Y)\Z, X/(Y\Z) und Z/(Y\X) darf man die auf die Klammern nicht verzichten. Um dies besser zu verstehen, halte man sich die Ausmultiplikationsregel von Ajdukiewicz vor Augen. Es lassen sich analoge algebraische Formeln bilden: So gilt $(x \div y) \div z = x \div y \div z$, doch $x \div (y \div z) \neq x \div y \div z$, hält man die Reihenfolge von links nach rechts streng ein. Mit der Regel (38) entscheidet sich Lambek anders als Bar-Hillel et alii (1964), der bei einer Ableitung einen Funktor nur immer in einer Richtung anwendet (vgl. die Diskussion bei Bar-Hillel 2.6., (22)-(27)).
Lambek (ebd., S. 160ff) "berechnet" Indexreihen nach einem mechanischen Vorgehen, das sich an dem von Ajdukiewicz und Bar-Hillel orientiert:

(39) i) Füge Klammern ein (d. h. gib an, welche Ausdrücke zusammengehören).
ii) Gib aufgrund einer Liste zu jedem Wort alle erlaubten Typen an.
iii) Berechne für jede Gruppe und Kategorienindizes den Kategorienindex der ganzen Gruppe.
vi) Wähle diejenige Methode der Aufteilung (d. h. der Klammerung) und die Indexzuweisung, die den gewünschten Kategorienindex s ergeben.

Im folgenden stellt Lambek Überlegungen zur Erweiterung der vorhandenen zwei Regeln an. So hatten wir bisher Namen mit dem Index n versehen, wie in *Helmut schläft* mit der Indexreihe (n n\s). Dies trifft zunächst nur für Eigennamen zu. Betrachten wir nun Pronomen wie *er*, sehen wir, daß sie eine andere Distribution als Namen haben. D. h. sie können nicht in allen Kontexten Namen ersetzen, und sollten daher einer anderen Kategorie angehören. Denn man kann zwar sagen *Der junge Helmut dachte nach* doch der Satz *Der junge er dachte nach* ist sicherlich nicht wohlgebildet. Da wir nun den Kategorienindex einstelliger Prädikate (n\s) nicht ändern wollen, entscheiden wir uns dafür die Kategorie von Pronomen so festzulegen, daß sie angewendet auf ein einstelliges Prädikat (n\s) einen Satz s ergibt, also s/(n\s). So sind beide Sätze in (40a) wohlgeformt.

(40a)

$$\begin{array}{cc} \text{Helmut} & \text{denkt} \\ n & n\backslash s \\ \hline \multicolumn{2}{c}{s} \end{array} \qquad\qquad \begin{array}{cc} \text{Er} & \text{denkt} \\ s/(n\backslash s) & n\backslash s \\ \hline \multicolumn{2}{c}{s} \end{array}$$

Dies gilt auch für Sätze mit zweistelligen Prädikaten:

(40b)

$$\begin{array}{ccc} \text{Er} & \text{mag} & \text{Egon} \\ s/(n\backslash s) & n\backslash s/n & n \\ \cline{2-3} & \multicolumn{2}{c}{n\backslash s} \\ \hline \multicolumn{3}{c}{s} \end{array} \qquad\qquad \begin{array}{ccc} \text{Oskar} & \text{mag} & \text{ihn} \\ n & n\backslash s/n & (s/n)\backslash s \\ \cline{1-2} \multicolumn{2}{c}{s/n} & \\ \cline{2-3} \multicolumn{3}{c}{s} \end{array}$$

Die veränderte Klammerung des Pronomen *ihn* gegenüber dem Pronomen *er* ist nur durch die Stellung bedingt und im Moment nicht entscheidend, da es je Varianten sind (s. u. (58)). Probleme treten erst auf, wenn in einem Satz ein zweistelliges Verb zwei Pronomen hat:

(41)

$$\begin{array}{ccc} \text{Er} & \text{mag} & \text{ihn} \\ s/(n\backslash s) & n\backslash s/n & (s/n)\backslash s \end{array}$$

Hier können wir weder mit Regel I noch mit Regel II die Indizes zusammenfassen. Daher führt Lambek (1988, S. 162) eine neue Regel ein, die später Funktionalkomposition genannt wird:

(42) III $(X/Y)\ (Y/Z) \Rightarrow X/Z$ $\qquad$ $(X\backslash Y)\ (Y\backslash Z) \text{ -> } X\backslash Z$

Mit dieser Regel läßt sich die Indexreihe zusammenfassen:

(43)

$$\begin{array}{cccl} \text{Er} & \text{mag} & \text{ihn} & \\ s/(n\backslash s) & n\backslash s/n & (s/n)\backslash s & \\ \cline{2-3} & \multicolumn{2}{c}{n\backslash s} & \text{III (Funktionalkomposition)} \\ \cline{1-3} \multicolumn{3}{c}{s} & \text{I (Funktionalapplikation)} \end{array}$$

Im Anschluß an diese gelungene Analyse schlägt Lambek (ebd., S. 163) vor, auch Namen mit dem Index s/(n\s) oder (s/n)\n zu versehen. Dies führt zu der allgemeinen Anhebungsregel folgender Form:

(44) VI $x \text{ -> } y/(x\backslash y)$ $\qquad$ und $\qquad$ $x \text{ -> } (y/x)\backslash y$

Diese Regel hat die Folge, daß Funktor und Argument vertauscht werden. In unserem Beispiel sieht dies so aus:

(45)

$$\begin{array}{cccl} \text{Oskar} & \text{mag} & \text{Egon} & \\ n & (n\backslash s)/n & n & \\ | & & | & \text{IV (Anhebung)} \end{array}$$

$$\dfrac{\dfrac{s/(n\backslash s)}{s/n} \qquad (s/n)\backslash s}{s} \qquad \begin{array}{ll} \text{III} & \text{(Funktionalkomposition)} \\ \text{I} & \text{(Funktionalapplikation)} \end{array}$$

Am Abschluß dieses Abschnittes möchte ich noch kurz auf den Lambek-Kalkül eingehen.

2.7.1. Der Lambek-Kalkül

Im folgenden gebe ich einen kurzen Überblick über den Lambek-Kalkül, ohne die Beweise im einzelnen nachzuvollziehen. Sie sollen umgangssprachlich erläutert und durch einfache algebraische Beispiele verständlicher gemacht werden. Lambek (1988, S. 163) geht von folgenden Voraussetzungen aus:

i) Eine Reihe von Wörtern nennen wir Ausdruck. Ausdrücke werden mit einer Kategorie versehen.
ii) Wenn (der Ausdruck) α die Kategorie X und β die Kategorie Y hat, dann bekommt αβ die Kategorie XY (oder: X•Y) zugewiesen.
iii) Wir ordnen die Kategorie Z/Y einem Ausdruck α zu, so daß αβ die Kategorie Z hat für jedes β der Kategorie Y.
iv) X -> Y sagt aus, daß jeder Ausdruck der Kategorie X ebenso die Kategorie Y hat. X <-> Y sagt, daß X -> Y und Y -> X.

Die Annahmen (i) bis (iii) sind die gleichen wie bei Ajdukiewicz, Annahme (iv) beschreibt nur einen Zeichengebrauch. Lambek (ebd., S. 164) errichtet nun ein axiomatisches System, in dem folgende Regeln gelten:

(46)
a) X <-> X
b) (XY)Z -> X(YZ)
b') X(YZ) -> (XY)Z
c) wenn XY -> Z dann X -> Z/Y
c') wenn XY -> Z dann Y fi X\Z
d) wenn X -> Z/Y dann XY -> Z
d') wenn Y -> X\Z dann XY fi Z
e) wenn X -> Y und Y -> Z dann X -> Z

Die Regeln (a), (b), (b'), und (e) gelten, da sie direkt aus den Annahmen (i) bis (iv) folgen. Regeln (c') und (d') sind die symmetrischen Entsprechungen zu (c) und (d), daher werden nur diese bewiesen: Angenommen XY ⇒ Z und α hat die Kategorie X. Dann folgt für jedes β der Kategorie Y, daß αβ die Kategorie Z hat. Somit hat α die Kategorie Z/Y und es gilt: X -> Z/Y (Regel (c)). Um dies ein wenig anschaulicher zu machen, erinnern wir Ajdukiewicz' Regel des Ausmultiplizierens der Indizes: Nehmen wir an: x•y = z, dann läßt sich x auch als Bruch $\frac{z}{y}$ (oder z ÷ y) schreiben, also $x = \frac{z}{y}$. Regel (d) läßt sich konvers zu (c) zeigen. Ich führe hier nur die intuitiv verständlichere Entsprechung des Ausmultiplizierens vor: Wenn $x = \frac{z}{y}$, dann ist x•y = z. Lambek (ebd.) baut nun seinen syntaktischen Kalkül aus den Regeln (a) bis (b') als Axiomen und aus den Regeln (c) bis (e) als Ableitungsregeln auf. Er beweist eine Reihe weiterer Regeln in diesem System (ich gebe zu jeder Regel ein intuitiv verständlicheres Beispiel aus der Bruchrechnung an, was jedoch noch keinen Beweis bedeutet):

(47) <u>Lambek-Kalkül</u> <u>algebraisches Beispiel</u>

f)	X -> (XY)/Y	$x = \frac{x\bullet y}{y}$
g)	(Z/Y) Y -> Z	$\frac{z}{y} \bullet y = z$
h)	Y -> (Z/Y)\Z	$y = z \div \frac{z}{y}$ $[= z\bullet\frac{y}{z}]$
i)	(Z/Y)(Y/X) -> Z/X	$\frac{z}{y} \bullet \frac{y}{x} = \frac{z}{x}$
j)	Z/Y -> (Z/X)/(Y/X)	$\frac{z}{y} = \frac{z}{x} \div \frac{y}{x}$ $[= \frac{z}{x} \bullet \frac{x}{y}]$
k)	(X\Y)/Z <-> X\(Y/Z)	$\frac{y}{x} \div z = \frac{y}{z} \div x$ $[= \frac{y}{x\bullet z}]$
l)	(X/Y)/Z <-> X/(ZY)	$\frac{x}{y} \div z = \frac{x}{y\bullet z}$
m)	wenn X -> X' und Y -> Y' dann XY -> X'Y'	
n)	wenn X -> X' und Y -> Y' dann X/Y -> X'/Y'	

Lambek beweist diese Regeln nach scharfen logischen Vorgehen: So folgt (f) aus XY -> XY durch (c), (g) folgt aus Z/Y -> Z/Y mit (d), (h) folgt aus (g) mit (c'), (j) folgt aus (i) mit (c). Die anderen Beweise sind etwas länger und sollen hier nicht gezeigt werden. (Für die ausführlichen Beweise: Lambek 1988 und van Benthem 1988c)

2.8. Typenänderung - Geach

Lambek entwickelte sein Kalkül zu einer Zeit, als Bar-Hillel Kategorialgrammatiken schon für nicht mehr adäquat für natürliche Sprachen hielt. Bar-Hillel verweist auf den Aufsatz von Lambek, hält ihn jedoch für nicht ausreichend, um die Ausdrücke natürlicher Sprache zu beschreiben (Bar-Hillel 1964c, S. 76 und 83). Im weiteren sind die Arbeiten von Lambek in der Linguistik kaum beachtet worden.
Der nächste Linguist, der die Kategorialgrammatik wieder aufgreift und erweitert (außer Montague, der sie in seiner Semantik gebrauchte) ist Geach. Er entwickelte 1972 eine Kategorienänderungs- oder Typenänderungsregel, ohne die Erweiterungen von Lambek zu kennen. Ich schließe den Kreis der Darstellung der Kategorialgrammatik mit dem von Geach zitierten klassischen Beispiel pevtetai Swkravth" (*petetai Sôkratês* "Sokrates fliegt"), mit dem wir unsere Betrachtung begonnen hatten.[14] Geach wendet den Formalismus der einfachen Kategorialgrammatik auf dies Beispiel an:[15]

(48) petetai Sôkratês

$$\frac{s/n \quad n}{s}$$

Von diesem Beispiel ausgehend betrachtet er andere sprachliche Konstruktionen, die mit der einfachen Kategorialgrammatik nicht mehr zu beschreiben sind. Er führt daher im wesentlichen eine neue Regeln ein. Geach geht zunächst von der grundlegenden Regel der einfachen Kategorialgrammatik, der Funktionalapplikation aus (Geach 1988, S. 128):

---

[14] Geach (1988, S. 127) suggeriert, daß dies Beispiel bei Aristoteles in *De Interpretationis* steht. Tatsächlich findet es sich dort nicht, sondern bei Platon im Sophistes (263a) als *Theaitetos petetai* (Theatet fliegt) (Egli, mündl. Mitteilung).
[15] Geach selbst schreibt :sn n -> s. Seine Schreibung der Funktorenkategorien mit ":" gleiche ich der hier benutzten einheitlichen Schreibweise nach Bar-Hillel mit "/" stillschweigend an. Seine Schreibweise erinnert ein an die Bruchschreibung bei Ajdukiewicz, und er kann damit auch nur eine eindirektionale Kategorialgrammatik mit Rechtsapplikation darstellen.

(49) X/Y Y -> X

Nun hatte aber schon Aristoteles in *De Interpretationis* bemerkt, daß man an die Stelle von *Sôkratês* auch *pâs anthrôpos* (= alle Menschen) setzten kann. Diese Quantorenphrase verhält sich anders als der Eigenname *Sôkratês*, sobald man den ganzen Satz negiert. Die Negation von *petetai Sôkratês* lautet *ou petetai Sôkratês*. Hier kann das Negationswort *ou* entweder den ganzen Satz als Argument nehmen oder aber nur das Prädikat *petetai*. Dies macht für dies Beispiel keinen Bedeutungsunterschied. Jedoch für den Satz mit der Quantorenphrase *pâs anthrôpos* bedeutet es etwas anderes, ob die Negation auf den ganzen Satz bezogen wird (Alle Menschen fliegen nicht) oder ob nur die Quantorenphrase negiert wird (Nicht alle Menschen fliegen). Uns sollen hier jedoch weniger die Bedeutungsunterschiede interessieren, sondern vielmehr die Kategorisierung der Negation. Die Negation wird normalerweise als Satznegation aufgefaßt, bekommt also die Kategorie s/s (sie macht aus einem Satz wieder einen Satz, vgl. (11)). Das Prädikat bekommt die Kategorie s/n und die Quantorenphrase s/(s/n). Mit diesen Kategorienindizes lassen sich die folgenden Indexreihen nach der Rechtsapplikation jedoch nicht zusammenfassen (Geach 1988, S. 128):

(50) ou petetai — ou pâs anthrôpos
s/s s/n — s/s s/(s/n)

Geach schlägt nun eine zusätzliche Regel vor, die unserem intuitiven Verständis, daß es sich hier um wohlgebildete Ausdrücke oder Konstituenten handelt, Rechnung trägt. Er ergänzt Ajdukiewicz' Rechtsapplikation um eine rekursive Regel, die als Funktionalkomposition berühmt geworden ist (ebd., S. 129):

(51) Wenn X Y -> Z, dann X Y/R -> Z/R

Betrachten wir diese Regel etwas näher, so bemerken wir, daß die Bedingung der Regel (g) und die Konsequenz der Regel (i) des Lambek-Kalküls (47) entspricht, wenn wir für X in (51) Z/Y einsetzen:

(52) Wenn X Y -> Z, dann X Y/R -> Z/R
(g) (Z/Y) Y -> Z (i) (Z/Y) (Y/X) -> Z/X

Machen wir uns dies zunächst an den Beispielen deutlich. (53a) zeigt die normale Satzverneinung, die mit Funktionalapplikation nachgespielt wird. In (53b) wird die je andere Lesart mit Funktionalkomposition dargestellt:

(53a) ou petetai Sôkratês — ou pâs anthrôpos petetai
s/s s/n n — s/s s/(s/n) s/n
s — s
s — s

(53b) ou petetai Sôkratês — ou pâs anthrôpos petetai
s/s s/n n — s/s s/(s/n) s/n
s/n — s/(s/n)
s — s

Die gesamte Regel besagt nun, daß wenn die Funktorkategorie *ou* (s/s) auf ein Argument, nämlich den ganzen Satz (s) angewendet werden kann, diese Funktorkategorie (s/s) auch auf eine andere Funktorkategorie, z. B. *petetai* (s/n), angewendet werden kann. Diese muß so geartet sein, daß sie als Wert das Argument des ersten Funktors (hier s) ergibt, wenn sie auf ein anderes Argument (hier *Sôkratês* (n)) angewendet wird. Der Wert der beiden Funktorkategorien ist wieder eine Funktorkategorie (hier: *ou petetai* (s/n)). Die Regel läßt sich auch als eine Art Lückenregel verstehen. *petetai* trägt eine Lücke von einem Argument. Nun kann *ou* angewendet werden, die Lücke bleibt jedoch erhalten. Diese Funktionalkomposition kann auf harmonische Funktoren angewendet werden, das sind Funktoren, die in die gleiche Richtung angewendet werden (vgl. Bach 1988, S. 28ff; s. u. 3.2.2.). Geach wird meist mit einer Typenanhebungsregel zitiert, die nach ihm Geach'sche Regel genannt wird (z. B. van Benthem 1988, S. 39):

(54) Geach'sche Regel: X/Y -> (X/Z)/(Y/Z)

Dies ist natürlich die Regel (j) des Lambek-Kalküls (vgl. (47)). Wir können nun folgende Ableitung angeben:

```
(55)    ou    petetai  Sôkratês              ou      pâs anthrôpos  petetai
        s/s    s/n       n                   s/s         s/(s/n)       s/n
         |                                    |        (Geach'sche Regel)
  (s/n)/(s/n)____                  (s/(s/n))/(s/(s/n))_______
           s/n_________                  s/(s/n)________________
                 s                                s
```

Das Ergebnis der beiden Analysen (53) und (55) ist gleich. Der Unterschied liegt nur darin, daß in (55) die Kategorie verändert, in (53) die Zusammenfassung von Kategorien "liberalisiert" worden ist. Beide Regeln, die Funktionalkomposition und die Geach'sche Anhebungsregel, sind zwei Aspekte einer Idee und formal auch ineinander überführbar.

An dieser Stelle wird schon deutlich, welche Möglichkeiten bestehen, um den Formalismus der einfachen Kategorialgrammatik von Ajdukiewicz zu erweitern. Einmal kann man neben der Funktionalapplikation weitere syntaktische Kombinierungsregeln vorschlagen. Dann ist es aber auch möglich, Regeln zur Änderung der Kategorien von Ausdrücken zu benutzen. Diese Regeln werden meist Typenänderungs oder –anhebungs-regeln genannt. Beide Arten der Regeln stehen miteinander in Verbindung, wie wir dies an dem Beispiel der Funktionalkomposition (52) und der Geach'schen Regel (54) gesehen haben. Im kommenden und das erste Kapitel abschließenden Abschnitt werde ich die verschiedenen bisher diskutierten Regeln zusammenstellen.

2.9. Zusammenfassung des Formalismus

Nach dem bisher Gesagten können wir eine Kategorialgrammatik folgendermaßen definieren: Eine Kategorialgrammatik ist ein geordnetes Quintupel:

(56) $G = \langle V, C, S, R, f \rangle$

wobei V eine endliche Menge ist (das Vokabular), C eine endliche Menge von Kategorien(indizes) ist. Mit rekursiver Anwendung der Definition der Funktorkategorie auf C wird die Menge C' (aller möglichen Kategorien) erzeugt. S ist eine Kategorie von C (nämlich die des Satzes) und R ist eine Menge von Kategorienregeln. *f* ist die Zuordnungsfunktion, die jedem Element aus V eines aus C' zuordnet. Eine Sprache, die durch diese Grammatik erzeugt wird heißt kategoriale Spache (Marciszewski 1988, S. 8;

Casadio 1988, S. 112ff). Die Definition der Funktorkategorie lautet wie folgt:

(57) Wenn X und Y Kategorien sind, dann sind X/Y und Y\X auch Kategorien

Die Menge R enthält verschiedene Arten von Regeln. Einmal handelt es sich um syntaktische Kombinationsregeln, nämlich um die Funktionalapplikation und die Funktionalkomposition, die immer zwei Kategorien zu einer zusammenfassen. Dann gibt es Typenänderungsregeln, die aus einer (lexikalischen) Kategorie eine komplexere bilden (Typenanhebung und Geach'sche Regel). Schließlich gehören zu R noch Klammerungs- und Richtungsänderungsregeln, die allein mit der Richtung der Anwendung zu tun haben. Die meisten Regeln haben weitere Richtungs- und Klammerungsvarianten. Hier ein Überblick:

(58)

Funktionalapplikation, rechts (Ajdukiewicz)	X/Y Y -> X	FAr
Funktionalapplikation, links (Bar-Hillel)	Y Y\X -> X	FAl
Funktionalapplikation, rechts (Lambek, Geach)	X/Y Y/Z -> X/Z	FKr
Funktionalapplikation, links (Lambek)	Z\Y Y\X -> Z\X	FKl
disharmonische FK (Moortgat, Ades & Steedman)	X/Y Z\Y X/Z	dish. FK
Varianten: Z\Y X/Y -> Z\X, etc.		
Typenanhebung (Lambek (h), Montague)	X -> Y/(X\Y)	TA
Varianten: X -> (Y/(X)\Y X -> Y/(Y/X)		
X -> (Y\Y)\Y		
Geach'sche Regel (Geach, Lambek (j))	X/Y -> (X/Z)/(Y/Z)	Gr
	X\Y -> (X\Z)/(Y\Z)	Gl
disharmonische G	X/Y -> (Z\X)/(Z\Y)	dish.G
Varianten: Y\X -> (Y/Z)\(X/Z)		
Argumentvertauschung (Lambek (k))	(X\Y)/Z <-> X\(Y/Z)	AV
Applikationsrichtungsänderung	X/Y <-> Y\X	AR

3. Semantik

Bisher haben wir Kategorien weitgehend unter einem syntaktischen Gesichtspunkt betrachtet. Dabei ging es darum, wie man Wörter zu einem grammatischen oder wohlgebildeten Ausdruck (Konstituente) verknüpfen kann. Diese Betrachtung betraf die Wörter als Zeichen. Daher müssen wir nun einen weiteren Aspekt der Kategorien betrachten, der ihre Semantik betrifft. Dabei wollen wir unter Semantik die Beziehung eines Ausdruckes zu dem, was er bedeutet, verstehen. Es ist nicht klar, ob die Väter der Kategorialgrammatik klar zwischen Syntax und Semantik unterschieden haben, da eine solche eindeutige Trennung erst später vergenommen wurde. Doch mindestens bei Bar-Hillel, Lambek und Geach ist diese Unterscheidung gemacht. In der Darstellung ihrer Arbeiten ist nur die syntaktische Seite hervorgehoben worden. In diesem Kapitel werde ich versuchen, neben die bisher entwickelte Syntax eine entsprechende Semantik zu stellen. Grundlegender Gedanke dabei ist der Homomorphismus oder die Parallelität von Syntax und Semantik, also die These, daß sich die Syntax Eins-zu-Eins auf die Semantik abbilden läßt. In anderen Worten heißt das, daß jeder syntaktischen Kategorie genau eine semantische Kategorie entspricht. Die bekannteste Grammatik, die von der Parallelität von Syntax und Semantik ausgeht, ist die Montague-Grammatik. Daher wird die folgende Darstellung auch stark an ihren Formalismus orientiert sein.
Semantische Kategorien werden wir im folgenden mit Typ bezeichnen und in spitzen Klammern "‹ ›" schreiben, während wir für syntaktische Kategorien weiterhin runde Klammern "( )" benutzen. Jede syntaktische Kategorie erhält einen semantischen Typ. Weiterhin werden wir den bisher eingeführten syntaktischen Regeln je eine semantische Entsprechung zuordnen. Dies verlangt das Kompositionalitätsprinzips (vgl. 2.2.1.), das eng mit der Homomophismus-These verbunden ist.

3.1. Die Bedeutung von einfachen Ausdrücken

Eine Interpretationsfunktion ordnet jedem Ausdruck eine Bedeutung zu. So bezeichnet z. B. der Name *Helmut* genau ein Individuum, das wir eben "Helmut" nennen. Dem entspricht der (semantische) Typ ‹e› (e wie *entity*). Die Bedeutung des Satzes *Helmut denkt* ist ein Wahrheitswert und gehört zu dem Typ ‹t› (t wie *truth*). Wie in der Syntax bekommen nur Sätze und Namen einfache Typen zugewiesen, während alle anderen Ausdrücke komplexe Typen erhalten. So bezeichnet das Prädikat *denkt* alle, die denken, oder die Menge aller, die denken, ist also vom Typ ‹e,t›, d. h. eine Funktion von der Menge von Individuen in die Menge der Wahrheitswerte. Dies läßt sich so vorstellen, daß jedem Individuum ein Wahrheitswert zugeordnet wird, je nachdem ob es denkt oder nicht. Ebenso wie die Kategorien werden nun auch komplexe Typen rekursiv aufgebaut. Die Übersetzungsfunktion *typ* von Kategorien in Typen sieht folgendermaßen aus:

(60)
a) typ(n) = ‹e›
b) typ(s) = ‹t›
c) typ(X/Y) = ‹typ(Y), typ(X)› und typ(Y\X) = ‹typ(Y), typ(X)›

Man beachte dabei, daß die komplexen Typen genau entgegengesetzt zu den rechtsgerichteten Funktor-Kategorien aufgebaut sind. So hat der Ausdruck *denkt* die Kategorie (s/n) jedoch den Typ ‹e,t›. Der Aufbau von Typen geschieht nur mit Hilfe von Klammern und ohne die richtungsweisenden Querstriche "/" oder "\". Wir werden noch sehen, daß Typen richtungsunabhängig sind. Wir legen weiter fest, daß die Bedeutung eines einfachen Ausdruckes als Ausdruck´ dargestellt wird, z. B. stellen wir die Bedeutung des Ausdruckes *Helmut* der Kategorie (n) als *Helmut´* des Typs ‹e› dar.

Betrachten wir als nächstes die geläufigsten Ausdrücke mit ihren Kategorien, Typen und Bedeutungen (Dowty et alii 1981, S. 189; vgl. auch oben (11)):

(61)

Kategorie	Kat.index	Typ	Ausdruck	Bedeutung
Satz	s	t	Helmut denkt	Wahrheitswerte
Name	n	e	Helmut	Individuum
einstel. Prädikate	s/n, n\s	‹e,t›	denkt	Menge von Individuen
zweis. Prädikate	(s/n)/ n	‹e,‹e,t››	liebt	Funktion von Individuen in
oder:	n\(n\s), (n\s)/n			Mengen von Individuen
Attribute	n/n	‹e,e›	klein	Funktion von Individuen in Individuen
Konjunktionen	(s\s)/s	‹t‹t,t››	aber	Funktion von Wahrheits-werten in Wahrheitswerte
Adverbien	(s/n)/(s/n)	‹‹e,t›,‹e,t››	heftig	Funktion von Mengen von Indiv in Mengen von Indiv.
Nominalphrasen	s/(s/n) oder (s/n)\s etc.	‹t,‹t,e››	der Mann	Funktion von Wahrheitswer-ten in Mengen von Individuen

Diese Darstellung ist insofern vereinfachend, als sie nur die Extensionen der Ausdrücke angibt, jedoch nicht ihre Intensionen. Die Extension der Ausdrücke wird für die Überlegungen in dieser Arbeit ausreichen.

Nachdem wir dem ersten Teil der Homomorphismus-These Genüge getan haben, untersuchen wir im nächsten Abschnitt, wie komplexe Ausdrücke interpretiert werden und wie sich dabei die semantischen zu den syntaktischen Regeln verhalten.

3.2. Bedeutung syntaktischer Kombinationsregeln

3.2.1 Funktionalapplikation

Die Bedeutungen von komplexen Ausdrücken werden kompositionell aus den Bedeutungen der Teilausdrücke gebildet. Dies nennt man auch Komposition. Wir wenden uns nochmals der formalen Fassung des Kompositionalitätsprinzips zu (vgl. (3)):

(63) <u>Kompositionalitätsprinzip</u>

Sei α ein Ausdruck, der mithilfe der syntaktischen Operation F aus den Ausdrücken $\beta_1, \ldots, \beta_n$ gewonnen ist, d. h. $\alpha = F(\beta_1, \ldots, \beta_n)$. Seien ferner $b_1, \ldots, b_n$ die Bedeutungen von $\beta_1, \ldots, \beta_n$ respektive. Sei schließlich G die semantische Operation, durch welche die syntaktische Operation F gedeutet wird, dann ist die Bedeutung von α gleich $G(b_1, \ldots, b_n)$.

Um dies besser zu verstehen betrachten wir zunächst folgenden Baum, in dem wir an jeden Knoten den Ausdruck und seine Bedeutung antragen (Lewis 1976, S. 16).

(64) $\langle \alpha, a \rangle$ mit $\alpha = F(\beta_1, \beta_2, \ldots \beta_n)$ und $a = G(b_1, b_2, \ldots b_n)$

$\langle \beta_1, b_1 \rangle$ $\langle \beta_2, b_2 \rangle \ldots$ $\langle \beta_n, b_n \rangle$

In (65) ist die Funktionalapplikation dargestellt, die die allgemeinste Verknüpfung ist. Dabei ist einer der Teilausdrücke ein Funktor, der die anderen Teilausdrücke als Argumente nimmt, um den komplexen Ausdruck zu ergeben, d. h. er übernimmt die syntaktische Verknüpfung *F*. Anstelle der Ausdrücke tragen wir ihre Kategorien an:

(65) $\langle X, b_1(b_2, \ldots b_n) \rangle$

$\langle X/Y_2, \ldots Y_n, b_1 \rangle$ $\langle Y_2, b_2 \rangle \ldots$ $\langle Y_n, b_n \rangle$

Wir erhalten den komplexen Ausdruck, indem wir den Funktor auf die Argumente anwenden. Die Bedeutung erhalten wir analog, indem wir die Bedeutung des Funktors auf die Bedeutungen der Argumente anwenden wie in (66) und (67). Wir tragen an jeden Knoten den sprachlichen Ausdruck und in den spitzen Klammern seine Kategorie und Bedeutung an. Auf den semantischen Typ wird verzichtet, da er einfach aus der Kategorie herleitbar ist.

(66)

Sokrates fliegt <s, fliegt´(Sokrates´)>

Sokrates <n, Sokrates´> fliegt <n\s, fli

(67)

Karl liebt Maria <s, liebt´(Maria´)(Karl´)>

Karl <n, Karl´> liebt Maria <(n\s), liebt´(Maria´)>

liebt <((n\s)/n), liebt´ > Maria <n, Maria´)>

Die Funktionalapplikation kann nun semantisch gedeutet werden. Ich gebe den semantischen Teil der Regel jeweils nach dem entsprechenden syntaktischen Teil durch ":" getrennt an. Wir erhalten folgende syntaktisch-semantische Regeln.

(68) Funktionalapplikation: X/Y : f Y : a -> X : f(a)
Y : a Y\X : f -> X : f(a)

In Worten heißt das, daß die Bedeutung des Funktors (f) auf die Bedeutung des Argumentes (a) angewendet wird. Dies ist in einem Sinne trivial, da wir ja gerade so semantische Komposition verstehen. Man kann leicht einsehen, daß die Funktionalapplikation die wichtigste semantische Operation ist (Dowty et alii 1981, S. 192). Das heißt, daß die Funktionalapplikation stärker semantisch als syntaktisch motiviert ist.

Wie aus Beispiel (67) deutlich wird, hat die Richtung der Anwendung der Ausdrücke keine Auswirkung auf die Anwendung ihrer Bedeutungen. Formal wird dies so dargestellt, daß in der Semantik Funktoren immer links von ihren Argumenten stehen. Die semantische Deutung ist also richtungsunabhängig. Dies erinnert an die polnische Notation, mit der Ajdukiewicz den Formalismus eingeführt hatte (s. o. 2.5.). Sie ist jedoch nicht unabhängig von der Reihenfolge, so bedeutet liebt´(Maria´)(Karl´) etwas anderes als liebt´(Karl´)(Maria´). Wir vereinbaren dabei, daß das Subjekt immer am weitesten außen steht, was der Idee entspricht, daß die Verbalphrase zuletzt auf das Subjekt angewendet wird.

Ein Satz ist genau dann wahr, wenn mengentheoretisch verstanden das Argument Element des Funktors ist, d. h. wenn ein Ausdruck der Kategorie s die Bedeutung f(a) hat und es gilt: $a \in f$. In Beispiel (66) ist *Sokrates fliegt* von der Kategorie s und es gilt: Sokrates´ $\notin$ fliegt´, d. h. Sokrates gehört nicht zu der Menge der Fliegenden und daher ist der Satz falsch. In Beispiel (67) ist *Karl liebt Maria* ein Satz und Karl´ $\in$ liebt´(Maria´) wahr, da Karl in der Menge der Maria-Liebenden enthalten ist.
Man sieht schon an diesen Beispielen deutlich, wie die Kategorien (oder die Typen) das Zusammenfügen der Bedeutungen steuern und dabei selbst abgearbeitet werden. Dies ist auch die grundlegende Idee der "type-driven translation" von Klein und Sag (1984).

3.2.2. Funktionalkomposition

Als zweite syntaktische Regel hatten Lambek und Geach die Funktionalkomposition eingeführt, nach der zwei Funktoren aufeinander angewendet wieder eine Funktor ergeben: X/Y Y/Z -> X/Z. Für die Semantik können wir uns die Funktionalkomposition als einen Prozeß vorstellen, in dem wir das Argument des zweiten Funktors zunächst "herausnehmen" und dann die Funktoren aufeinander anwenden. Das "Herausnehmen" oder Binden einer Variable spielen wir formal mit dem λ-Operator nach. Die Funktionalkomposition läßt sich nun so darstellen:

(69) Funktionalkomposition: $X/Y : f \quad Y/Z : g \rightarrow X/Z : \lambda x_{typ(Z)}\, f(g(x_{typ(Z)}))$
$Z\backslash Y : g \quad Y\backslash X : f \rightarrow Z\backslash X : \lambda x_{typ(Z)}\, f(g(x_{typ(Z)}))$

Dies sind die beiden harmonischen Varianten der Funktionalkomposition, da alle Funktoren in die gleiche Richtung angewendet werden. Der Ausdruck $\lambda x_{typ(Z)}$ $f(g(x_{typ(Z)}))$ läßt sich auch als Eigenschaft verstehen, die auf einen Ausdruck a vom Typ Z angewendet die Bedeutung f(g(a)) ergibt. Machen wir uns dies an den Beispielen (70) und (71) deutlich. Wir gehen zu der aus Kapitel 2 bekannten Schreibweise über, an die wir rechts die Semantik der je zusammengefaßten Ausdrücke antragen:

(70) nicht fliegt Sokrates

s/s s/n n	$\lambda x_{\langle e\rangle}$ nicht´(fliegt´($x_{\langle e\rangle}$))
s/n	$\lambda x_{\langle e\rangle}$ nicht´(fliegt´($x_{\langle e\rangle}$)) (Sokrates´$_{\langle e\rangle}$)
s	= nicht´(fliegt´(Sokrates´))

(71) nicht jeder Mensch fliegt

s/s s/(s/n) s/n $\lambda x_{\langle e,t\rangle}$ nicht´(jeder Mensch´($x_{\langle e,t\rangle}$))

s/(s/n) $\lambda x_{\langle e,t\rangle}$ nicht´(jeder Mensch´($x_{\langle e,t\rangle}$)) (fliegt´)

s = nicht´(jeder Mensch´(fliegt´))

Eine andere Verwendung für die Funktionalkomposition finden wir in der Morphologie. Dort werden bestimmte Affixe reanalysiert und zu neuen Einheiten zusammengefaßt. So macht z. B. das Suffix *-er* aus einem Verbstamm ein Nomen (agentium), ist also von der Kategorie V\N (Großbuchstaben sollen Abkürzungen für komplexe Kategorien sein). Das Suffix *-in* macht aus einem solchen Nomen (agentium) wieder ein solches, doch mit weiblichen Geschlecht, ist also von der Kategorie N\N. In der Reanalyse werden die beiden Suffixe wie ein Suffix *-erin* (z. B. in *Gebär-erin*) der Kategorie V\N analysiert (Moortgat 1988a, S. 324f):

(72) N in´(er´(lehr´))

einfache Analyse N er´(lehr´)

V V\N N\N

Lehr- er- in

V V\N N\N FK $\lambda x_{typ(V)}$ in´(er´($x_{typ(V)}$))

Reanalyse V\N $\lambda x_{typ(V)}$ in´(er´($x_{typ(V)}$)) (lehr´)

N = in´(er´(lehr´))

Die einfache Analyse arbeitet nur mit Funktionalapplikation, während die Reanalyse mit Funktionalkomposition die beiden Suffixe zusammenfaßt und dann auf den Verbstamm anwendet. Dies ist ein Fall des Klammerungsparadoxes (bracketing paradox; ebd., S. 323). Interessanter wird die Möglichkeit der Funktionalkomposition für Fälle, in denen der Stamm, der als Kopf ein Komplement regiert, durch ein Affix modifiziert wird. Moortgat (ebd., S. 328) bezeichnet diesen Fall des Klammerungsparadoxes als "inheritance constructions", in denen (intutiv) semantisch ein Affix die ganze Phrase (Stamm mit Komplement) modifiziert, morphologisch-syntaktisch jedoch mit dem Stamm (Kopf) zusammengeht.

(73) A un´(glücklich´(über NP´))

morphologisch- A/PP FK λx un´(glücklich´(x))

syntaktisch A/A A/PP PP

un- glücklich über NP

A/A A/PP PP glücklich´(über NP´)

semantisch A un´(glücklich´(über NP´))

A

Mit Hilfe der Funktionalkomposition läßt sich die (intutiv) semantische Analyse morphologisch nachspielen. *un-* der Kategorie A/A und *glücklich* der Kategorie A/PP (d. h. auf eine Präpositionalphrase angewendet ergibt es ein Adjektiv) verbinden sich zu einem Ausdruck *unglücklich* der Kategorie A/PP mit der Semantik $\lambda x_{typ(PP)}$ un´(glücklich´($x_{typ(PP)}$)). Dies angewendet auf eine PP ergibt un´(glücklich´(über NP´)). Problematisch wird die Beschreibung erst, wenn das Komplement dem Kopf folgt und dazwischen noch ein Suffix steht (ebd., S. 331):

```
(74)                                    N
morphologisch-                    X                           ??
  syntaktisch               A/PP      A\N      PP
                          verwandt   -schaft   mit NP
                            A/PP      A\N      PP
semantisch                                                 verwandt´(mit NP´)
                     A                                     schaft´(verwandt´(mit NP´))
                     N
```

Die beiden Funktorkategorien A/PP und A\N der morphologischen Analyse können nach der harmonischen Funktionalkomposition (vgl. (69)) nicht kombiniert werden. Die fragliche Kategorie X läßt sich jedoch als N/PP, also als eine Funktorkategorie rekonstruieren, die eine PP nimmt, um ein N zu ergeben. Moortgat (1988b, S. 11) stellt daher eine weitere Variante der Funktionalkomposition auf, die auch disharmonische Funktoren zusammenfügt.

(75) disharmonische FK: X/Y : g X\Z : f -> Z/Y : λx f(g(x))

Was dies besagt, kann man sich an den beiden Beispielen (73) und (74) deutlich machen. Im Gegensatz zu (73) ist in (74) die Konfiguration von Stamm und Affix vertauscht. Das Affix A\N wird von rechts nach links auf den Stamm A/PP angewendet. Die Semantik verändert sich dabei nicht.

```
(76) = (74)                     N                 = schaft´(verwandt´(mit NP´))
morphologisch-          N/PP    dish FK           λx schaft´(verwandt´(x)) (mit NP´)
  syntaktisch     A/PP      A\N      PP           λx schaft´(verwandt´(x))
                verwandt   -schaft   mit NP
```

Ades und Steedman (1982, S. 528) führen diese Regel als "Affix-Cancelation" ein, mit der sie die *ing*-Form (Cing) und das Partizip Perfekt (Cen) im Englischen beschreiben. Die Regel bezieht sich natürlich nur auf Suffixe. Präfixe ließen sich mit der normalen Funktionalapplikation beschreiben:

(77) Affix-Tilgung: VP$. VP\X -> X$

Das $-Zeichen symbolisiert eine beliebig komplexe Kategorie. X ist eine Leerstelle für eine Kategorie. Der Punkt soll anzeigen, daß es sich um Morpheme eines Wortes handelt. Ihre Analyse sieht nun so aus:

(78)	eat .	ing	-›	eating
	VP/NP.	VP\Cing		Cing/NP
	eat .	en	-›	eaten
	VP/NP.	VP\Cen		Cen/NP

Ihre Analyse für das Zeitaffix *ed* im Englischen ist komplizierter, da sie es als eine Funktion beschreiben, die das Subjekt und dann die VP als Argumente nimmt und einen Satz ergibt. In der hier verwendeten Darstellung wäre das: NP_S\S/VP. Ihre Affix-Tilgungsregel erweitern sie jetzt (ebd., S 529), wobei $´eine andere Ergänzung als $ sein soll.

(79) Affix-Tilgung (2): VP/\$ \$´\X/VP -> \$´\X/\$

(80)

eat.	ed	-›	ate
VP/NP_O	$NP_S\backslash S/VP$		$NP_S\backslash S/NP_O$
will.	s	-›	will
VP/VP	$NP_S\backslash S/VP$		$NP_S\backslash S/VP$
have.	ed	-›	had
VP/Cen	$NP_S\backslash S/VP$		$NP_S\backslash S/Cen$
put.	ed	-›	put
$VP/PP/NP_O$	$NP_S\backslash S/VP$		$NP_S\backslash S/PP/NP_O$

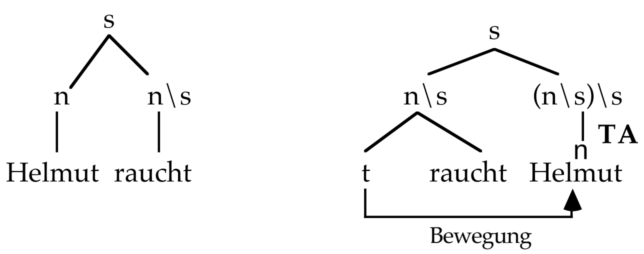
An dieser Stelle können wir zwei wichtige Beobachtungen machen: Einmal wird die ganz allgemeine Regel der disharmonischen Funktionalkomposition (75) durch die Einführung der Kategorie VP in die Regel und die Begrenzung auf einen Prozeß innerhalb eines Wortes beschränkt. Die Kategorie NP wird durch annotierte Indizes weiter spezifiziert. Diese Methode wurde bereits 10 Jahre früher von Kratzer et alii (1973) benutzt. Im weiteren erscheint die Affix-Tilgung (77) und ihre Modifikation (79) ad-hoc eingeführt und nicht näher begründet, was Ades und Steedman auch zugeben (1982, S. 529): "However, we offer no further justification for the startling analysis at this point, except that it is the one that works." Dies mag zwar eine pragmatisch einleuchtende Begründung sein, bleibt jedoch theoretisch unbefriedigend. Wir kommen später auf diesen Punkt zurück.

3.3. Die Bedeutung von Typenänderungsregeln

3.3.1. Die Typenanhebung

Neben den syntaktischen Kombinationsregeln, die je zwei Ausdrücke miteinander verbinden, hatten wir in Kapitel 2 auch Regeln kennengelernt, die nur einen Ausdruck betreffen, indem sie seine (lexikalische) Kategorie verändern. Am Beispiel der Funktionalkomposition und der Geach'schen Regel hatten wir auch gesehen, wie solche Regeln voneinander ableitbar sind (vgl. 2.8., Beispiele (53) und (55)).
Die über die Kategorialgrammatik hinaus populärste Typenänderungsregel ist die Typenanhebung (auch: "type-raising" oder "lifting"), die bei Lambek (1988, Satz (h)), Geach (1988, Regel IV), Lewis (1976), Montague und vielen anderen benutzt wird. Die Typenanhebung verändert die Funktor-Argument-Struktur einer gegebenen Konstituente, indem sie ein Argument X in einen Funktor verwandelt, der einen anderen Funktor sucht, der genau das ursprüngliche Argument verlangt: X -> Y/(Y/X), sowie weitere Richtungs- und Klammerungsvarianten (vgl. (58)). Dies entspricht einer "Lücke" oder "Bewegung" anderer Theorien (vgl. von Stechow 1989, S. 78).

(81)



Eigennamen werden gerne auf die Kategorie s/(s/n) angehoben, damit sie der gleichen Kategorie wie Quantorenphrasen und Pronomina angehören. Denn Quantoren und Pronomina haben immer die Kategorie s/(s/n), werden jedoch an den gleichen Stellen wie Eigennamen verwendet, nämlich als Nominalphrasen. Und um der Parallelitätsthese gerecht zu werden, werden alle Nominalphrasen als s/(s/n) kategorisiert, also auch Eigennamen, die zu diesem Zwecke angehoben werden müssen.
Die Bedeutung von *Helmut* ist das Individuum Helmut´ vom Typ ‹e›. Die Bedeutung eines "angehobenen" *Helmut* der Kategorie s/(s/n) entspricht einer Bedeutung des Typs ‹‹e,t›,t› (vgl. (61)) und läßt sich als $\lambda x_{\langle e,t \rangle}\ x_{\langle e,t \rangle}\ (\text{Helmut}'_{\langle e \rangle})$ darstellen. Das ist die Eigenschaft, ein Prädikat zu sein, das auf Helmut zutrifft. Die Semantik unseres Beispieles sieht so aus:

(82) raucht Helmut

n\s	n	
	| **TA**	$\lambda x_{\langle e,t \rangle}\ x_{\langle e,t \rangle}\ (\text{Helmut}'_{\langle e \rangle})$
	(n\s)\s	$\lambda x_{\langle e,t \rangle}\ x_{\langle e,t \rangle}\ (\text{Helmut}'_{\langle e \rangle})\ (\text{raucht}'_{\langle e,t \rangle})$
s		$= (\text{raucht}'_{\langle e,t \rangle})\ (\text{Helmut}'_{\langle e \rangle})$

Wir können nun die allgemeine Regel für die Typenanhebung angeben:

(83) Typenanhebung: X: a -> Y/(Y/X): $\lambda x_{\langle typ(Y/X) \rangle}\ x_{\langle typ(Y/X) \rangle}\ (a_{\langle typ(X) \rangle})$
oder einfacher: X: a -> Y/(Y/X): λg g (a)

Die Semantik der anderen Varianten (vgl. (58)) ist identisch. Typenanhebung läßt sich z. B. fruchtbar für die Beschreibung von Wortstellungsphänomenen nutzbar machen. Ich werde dies an der deutschen Wortstellung zeigen. Die Nebensatzstellung oder Verbendstellung soll die zugrundeliegende Form sein. Funktoren werden daher von rechts nach links angewendet. Es wird vereinbart, daß die Verbbedeutung zunächst auf das direkte Objekt, dann auf das indirekte Objekt und schließlich auf das Subjekt angewendet wird und daß Nominale vereinfachend mit *n* kategorisiert werden (eigentlich müßte man *np* schreiben, doch spielt dies hier keine Rolle).

(84)

Helmut	Heiner	den Abschied	gab	
n	n	n	n\(n\(n\s))	gab´(den Abschied´)
		n\(n\s)		gab´(den Abschied´)(Heiner´)
	n\s			gab´(den Abschied´)(Heiner´)(Helmut´)
	s			

In der Hauptsatzstellung stehen zwei Argumente rechts des Verbs. Sie werden nacheinander angehoben, um dann als Funktoren das Verb als Argument zu nehmen:

(85)

Helmut gab den Abschied Heiner
n n\(n\(n\s)) n n
| **TA** | λx x(den Abschied´)
(n\(n\(n\s)))\(n\(n\s)) | λx x(den Abschied´)(gab´)
n\(n\s) | = gab´(den Abschied´)
| **TA** λx x(Heiner´)
(n\(n\s))\(n\s) λx x(Heiner´) (gab´(den Abschied´))
n\s = gab´(den Abschied´)(Heiner´)
s gab´(den Abschied´)(Heiner´)(Helmut´)

Die Reihenfolge der Argumente darf jedoch nicht verändert werden, da für die Semantik die Reihenfolge der Anwendung entscheident ist. Erst mit Hilfe der Funktionalkomposition ist es möglich, auch Veränderungen in der Reihenfolge der Argumente zu beschreiben. Die Funktionalkomposition kann die "Lücken", die durch die Typenanhebung entstehen, "weitereichen":

(86)

Helmut gab Heiner den Abschied
n n\(n\(n\s)) n n
| **TA** | λx x(Heiner´)
(n\(n\s))\(n\s) **FK** | λy [λx x(Heiner´) (gab´y)]
n\(n\s) | = λy [(gab´y(Heiner´)]
| **TA** λx x(den Abschied´)
(n\(n\s))\(n\s) λx x(den A.´) λy [(gab´y(Heiner´)]
n\s = λy [(gab´y(Heiner´)] (den A.´)
= gab´(den Abschied´) (Heiner´)
s gab´(den Abschied´) (Heiner´) (Helmut´)

Die Kombination von Typenanhebung und Funktionalkomposition ermöglicht die Beschreibung von grammatischen Verhältnissen, die über direkt benachbarte Ausdrücke hinausgehen. Normalerweise kann ein Funktor nur auf ein direkt benachbartes Argument angewendet werden. Dies ist eine Einschränkung, die nicht den syntaktischen Gegebenheiten entspricht, da es viele syntaktische Verhältnisse gibt, die über mehrere Konstituenten hinweg wirken. In Beispiel (86) steht das erste Argument von *gab*, nämlich *den Abschied*, nicht direkt neben dem Funktor. Durch Typenanhebung schaffen wir eine Art Lücke, die mit der Funktionalkombination weitergereicht wird, bis das geforderte Argument erreicht ist. Auf diese Weise werden auch weitere linguistisch interessante Phänomene wie wh-Bewegungen, Reflexierung, sogenannte Heavy-NP-Bewegungen (Steedman 1987, S. 49) usw. beschrieben.

Ein anderes linguistisches Phänomen, die Koordination, ist ein besonders beliebtes Vorzeigestück der Kategorialgrammatiker, da sie auch Nicht-Konstituenten (non-constituents) oder Phantom-Konstituenten (phantom-constituents) koordinieren können (vgl. z. B. Dowty 1988, Moortgat 1988b, S. 21). Nicht-Konstituenten sind komplexe Ausdrücke, die keine Konstituenten im üblichen Sinne bilden. Andere Grammatiktypen versuchen dies mit Hilfe von Lücken oder Streichungen zu beschreiben. In der Kategorialgrammatik ist die Zusammenfassung von (beliebigen) Ausdrücken zu einem komplexen Ausdruck ja gerade ein Ziel (vgl. z. B. Lambek und Geach, oben 2.7. und 2.8.). Eine erweiterte Kategorialgrammatik mit Funktionalapplikation und Funktionalkom-

position sowie Typenanhebung liefert das nötige Instrumentarium, um Nicht-Konstituenten-Koordinierung syntaktisch und semantisch zu beschreiben. Ich werde dies an einem etwas komplexeren Beispiel zeigen. Aus Platzgründen gebe ich erst die Syntax und dann die Semantik an. Die Konjunktion *und* ist eine Funktorkategorie, die zwei Ausdrücke gleicher Kategorie nimmt und einen komplexen der gleichen Kategorie bildet. Ich deute sie in der Semantik als *und´* (für eine genauere Analyse von *und* siehe Moortgat 1988b, S. 15; vgl .auch 3.4.). Beim ersten Auftreten werden die Variablen mit den entsprechenden Typen indiziert, um zu zeigen, daß die jeweiligen λ-Konversionen zulässig sind. Die Regeln für die Typenzuweisung sind wie oben in (60), (69) und (83) angegeben.
Die Strategie ist nun folgende: Zuerst werden die NPs *den Abschied, Heiner, eine schöne Rede, der Partei* angehoben (1, 2), um sie dann mit Funktionalkomposition zu den Konstituenten *den Abschied Heiner* und *eine schöne Rede der Partei* zusammenzufassen (3, 5). Beide Konstituenten haben die gleiche Semantik, die durch den komplexen Lambda-Ausdruck $\lambda z_{\langle e,\langle e,\langle e,t,\rangle\rangle\rangle}$ $[\lambda y_{\langle e,\langle e,t,\rangle\rangle}$ y (NP´) $\lambda x_{\langle e,\langle e,\langle e,t,\rangle\rangle\rangle}$ x(NP´)] z bezeichnet wird. Daher können beide Ausdrücke mit der Konjunktion *und* zusammengefaßt durch Funktionalapplikation werden (6). Es ensteht der neue Ausdruck *den Abschied Heiner und eine schöne Rede der Partei*, auf den nun das Prädikat *gibt* angewendet werden kann (7). In (87b,7) kann man sehr schön sehen, wie sich das Prädikat durch die Lambda-Ausdrücke bis an seine genuine Stelle "durcharbeitet". Schließlich nimmt das Prädikat noch das Subjekt als letztes Argument (8).

(87a)

	Helmut	gibt	den Abschied	Heiner	und	eine schöne Rede	der Partei
	n	n\(n\(n\s))	n	n	x\x/x	n	n
1			TA			TA	
2			(n\(n\(n\s)))\(n\(n\s))	TA		(n\(n\(n\s)))\(n\(n\s))	TA
3			(n\(n\s))\((n\s)) FK				(n\(n\s))\((n\s))
4			(n\(n\(n\s)))\((n\s))				
5							FK
6						(n\(n\(n\s)))\((n\s)) FA	
7			(n\(n\(n\s)))\((n\s)) FA				
8		n\s FA					
9		s					

(87b)

1 TA: $\lambda x_{\langle e,\langle e,\langle e,t,\rangle\rangle\rangle}$ x(den Abschied´) $\lambda x_{\langle e,\langle e,\langle e,t,\rangle\rangle\rangle}$ x(eine schöne Rede´)

2 TA: $\lambda y_{\langle e,\langle e,t,\rangle\rangle}$ y (Heiner´) $\lambda y_{\langle e,\langle e,t,\rangle\rangle}$ y (der Partei´)

3 FK: $\lambda z_{\langle e,\langle e,\langle e,t,\rangle\rangle\rangle}$ $[\lambda y_{\langle e,\langle e,t,\rangle\rangle}$ y (Heiner´) $\lambda x_{\langle e,\langle e,\langle e,t,\rangle\rangle\rangle}$ x(den Abschied´)] z

5 FK: $\lambda z_{\langle e,\langle e,\langle e,t,\rangle\rangle\rangle}$ $[\lambda y_{\langle e,\langle e,t,\rangle\rangle}$ y (der Partei´) $\lambda x_{\langle e,\langle e,\langle e,t,\rangle\rangle\rangle}$ x(eine Rede´)] z

6 FA: und {($\lambda z_{\langle e,\langle e,\langle e,t,\rangle\rangle\rangle}$ $[\lambda y_{\langle e,\langle e,t,\rangle\rangle}$ y (Heiner´) $\lambda x_{\langle e,\langle e,\langle e,t,\rangle\rangle\rangle}$ x(den Abschied´)] z)
($\lambda z_{\langle e,\langle e,\langle e,t,\rangle\rangle\rangle}$ $[\lambda y_{\langle e,\langle e,t,\rangle\rangle}$ y (der Partei´) $\lambda x_{\langle e,\langle e,\langle e,t,\rangle\rangle\rangle}$ x(eine Rede´)] z)}

7 FA: und {$\lambda z_{\langle e,\langle e,\langle e,t,\rangle\rangle\rangle}$ $[\lambda y_{\langle e,\langle e,t,\rangle\rangle}$ y (Heiner´) $\lambda x_{\langle e,\langle e,\langle e,t,\rangle\rangle\rangle}$ x(den Abschied´)] z)
($\lambda z_{\langle e,\langle e,\langle e,t,\rangle\rangle\rangle}[\lambda y_{\langle e,\langle e,t,\rangle\rangle}$y (der Partei´)$\lambda x_{\langle e,\langle e,\langle e,t,\rangle\rangle\rangle}$x(eine Rede´)]z)} gibt´$_{\langle e,\langle e,\langle e,t,\rangle\rangle\rangle}$
= und {($\lambda y_{\langle e,\langle e,t,\rangle\rangle}$ y (Heiner´) $\lambda x_{\langle e,\langle e,\langle e,t,\rangle\rangle\rangle}$ x(den Abschied´) gibt´$_{\langle e,\langle e,\langle e,t,\rangle\rangle\rangle}$)
($\lambda y_{\langle e,\langle e,t,\rangle\rangle}$ y (der Partei´) $\lambda x_{\langle e,\langle e,\langle e,t,\rangle\rangle\rangle}$ x(eine Rede´) gibt´$_{\langle e,\langle e,\langle e,t,\rangle\rangle\rangle}$)}
= und {($\lambda y_{\langle e,\langle e,t,\rangle\rangle}$ y (Heiner´) gibt´(den Abschied´)$_{\langle e,\langle e,t,\rangle\rangle}$)
($\lambda y_{\langle e,\langle e,t,\rangle\rangle}$ y (der Partei´) gibt´(eine Rede´)$_{\langle e,\langle e,t,\rangle\rangle}$)}
= und {(gibt´(den Abschied´)(Heiner´)$_{\langle e,t,\rangle}$)
(gibt´(eine Rede´)(der Partei´)$_{\langle e,t,\rangle}$) }

8 FA: und {(gibt´(den Abschied´)(Heiner´)$_{\langle e,t,\rangle\rangle}$)
(gibt´(eine Rede´)(der Partei´)$_{\langle e,t,\rangle}$) } (Helmut´)

= und {(gibt´(den Abschied´)(Heiner´)(Helmut´))$_{\langle t\rangle}$
(gibt´(eine Rede´)(der Partei´)(Helmut´))$_{\langle t\rangle}$ }$_{\langle t\rangle}$

Dieses Beispiel zeigt, daß auch ein etwas komplexeres Beispiel in dem Formalismus beschrieben werden kann. Auch wenn die Beschreibung aufwendig zu sein scheint, liefert sie doch das syntaktisch und semantisch erwünschte Ergebnis.

3.3.2. Die Geach'sche Regel

Als zweite beliebte Typenänderungsregel hatten wir die Geach'sche Regel kennengelernt. Wir hatten auch gesehen, daß sie aus der Funktionalkomposition herleitbar ist (bzw. umgekehrt). Wir werden die Geach'sche Regel einführen, um zu zeigen, daß man mit der Funktionalapplikation als einziger syntaktischer Regel und der Typenanhebung sowie der Geach'schen Regel als Typenänderungsregeln auskommen kann. Die Beispiele sollen illustrieren, wie die Ableitungen, die wir mit der Funktionalkomposition gemacht haben, mit der Geach'schen Regel möglich sind. Auf langwierige Ableitungen wie in dem letzten Abschnitt soll verzichtet werden.
Bei der Funktionalkomposition wird ein Funktor auf einen ungesättigten Funktor angewendet (z. B.: s/s s/n -> s/n; vgl. auch die Beispiele (70)ff.). Die Geach'sche Regel kann nur die Kategorie eines Ausdruckes verändern. Um dies mit dem gleichen Effekt wie die Funktionalkomposition tun zu können, muß sie die Kategorie so erweitern, daß diese angewendet auf einen ungesättigten Funktor, wieder einen ungesättigten Funktor ergibt. Wir deuten dies in der Semantik entsprechend:

(88) nicht fliegt Sokrates

s/s	s/n	n	
| **G**			$\lambda g_{\langle e,t\rangle}\ \lambda x_{\langle e\rangle}$ nicht´($g_{\langle e,t\rangle}(x_{\langle e\rangle})$)
(s/n)/(s/n)	**FA**		$\lambda g_{\langle e,t\rangle}\ \lambda x_{\langle e\rangle}$ nicht´($g_{\langle e,t\rangle}(x_{\langle e\rangle})$) (fliegt´)
s/n			= $\lambda x_{\langle e\rangle}$ nicht´(fliegt´($x_{\langle e\rangle}$))
		FA	$\lambda x_{\langle e\rangle}$ nicht´(fliegt´($x_{\langle e\rangle}$)) (Sokrates´)
s			= nicht´(fliegt´(Sokrates´))

Zunächst erhalten wir für *nicht* die Kategorie (s/n)/(s/n) die wir als $\lambda g_{\langle e,t\rangle}\ \lambda x_{\langle e\rangle}$ nicht´(g(x)) deuten, d. h. es ist die Eigenschaft, auf ein Prädikat angewendet die Eigenschaft zu ergeben, die ein Individuum nicht hat. Dies auf das Prädikat (bzw. den Funktor) *fliegt* angewendet ergibt den ungesättigten Ausdruck *nicht fliegt* mit der Bedeutung $\lambda x_{\langle e\rangle}$ nicht´(fliegt´(x)), also die Eigenschaft, nicht zu fliegen. Dies wiederum angewendet auf das Individuum *Sokrates* ergibt einen Satz, dessen Bedeutung der Wahrheitswert wahr ist. Allgemein können wir nun die Geach'sche Regel so fassen:

(89) Geach'sche Regel: Y\X: f -> (Z\Y)\(Z\X): $\lambda g\ \lambda x\ \ f\ (g\ (x))$
X/Y: f -> (X/Z)/(Y/Z): $\lambda g\ \lambda x\ \ f\ (g\ (x))$

Die Semantik der beiden Varianten ist identisch. Es ist die gleiche wie bei der Funktionalkomposition (vgl. (69)), nur daß der Funktor X/Y (g) "herausgezogen" ist, d. h.

der gesamte Funktor muß zunächst auf einen solchen angewendet werden. Dies können wir nun an den schon bekannten Beispielen aus der Morphologie nachspielen, die wir oben mit Hilfe der Funktionalkomposition beschrieben haben (vgl. (73)):

(90) un- glücklich <u>über NP</u>

A/A A/PP PP

| **G** λg‹typ(A/PP)› λx‹typ(PP)› un´(g(x))

<u>(A/PP)/(A/PP)</u> **FA** λg, λx un´(g (x)) (glücklich´)

A/PP = λx un´(glücklich´(x))

__________ **FA** λx un´(glücklich´(x) (über NP´)

A = un´(glücklich´(über NP´))

Es gibt natürlich auch eine Entsprechung zur disharmonischen Funktionalkomposition (vgl. (75)), die wir disharmonische Geach'sche Regel nennen wollen. Mit dieser Regel läßt sich nun auch das Beispiel (76) als (92) ohne Funktionalkomposition lösen:

(91) disharmonische G-Regel: X/Y : f -> (Z\X)/(Z\Y) : λg λx f (g (x))
Y\X : f -> (Y/Z) \ (X/Z) : λg λx f (g (x))

(92) verwandt- schaft <u>mit NP</u>

A/PP A\N PP

| **dish. G** λg‹typ(A/PP)› λx‹typ(PP)› schaft´(g (x))

<u>(A/PP)\(N/PP)</u> **FA** λg λx schaft´(g (x)) (verwandt´)

N/PP = λx schaft´(verwandt´(x))

__________ **FA** λx schaft´(verwandt´(x))(mit NP´)

N = schaft´(verwandt´(mit NP´))

Es gibt noch weitere Richtungsvarianten zu dieser Regel (z. B. in Moortgat 1988b, S. 24), die ich hier jedoch nicht alle aufführen kann. Dieser Abschnitt sollte deutlich gemacht haben, daß man die Funktionalkomposition durch die Geach'sche Regel ersetzen kann und alle bisher behandelten Beispiele allein mit der Funktionalkomposition als syntaktische Regel und den beiden Typenänderungsregeln Typenanhebung und Geach'sche Regel beschreiben kann.

3.3.3. Klammerungs- und Richtungsänderungsregeln

Aus den vielfältigen Regeln, die zur Erweiterung der Kategorialgrammatiken vorgeschlagen werden, möchte ich zwei weitere herausgreifen, die bestimmte Ableitungen vereinfachen. Sie sind wie die meisten Erweiterungen aus den bisher behandelten Regeln bzw. dem Lambek-Kalkül ableitbar.

(93) Argumentvertauschung (AV): (X\Y)/Z : f <-> X\(Y/Z) : λy λx f(x) (y)
(94) Applikationsrichtungsänderung (AR): X/Y : f <-> Y\X : f

Die Argumentvertauschung, die schon Lambek als Satz (k) eingeführt hatte (vgl. (47)), erlaubt die Reihenfolge der Anwendung eines Funktors auf seine Argumente zu vertauschen. Semantisch wird dies mit der Veränderung der Anwendung der Bedeutungen gedeutet. Der Doppelpfeil "<->" besagt, daß die Ableitung in beide

Richtungen möglich ist.
Die Applikationsrichtungsänderung ist eine Folge der zweidirektionalen Kategorialgrammatik, in der ein Argument zu beiden Seiten seines Funktors stehen kann. Sie hat keine semantische Auswirkung, da die Semantik zwar von der Reihenfolge der Anwendung, doch nicht von der Richtung abhängig ist. Mit der Einführung der Applikationsrichtungsänderung könnte man auf viele Varianten von Kategorien verzichten. So ließen sich beispielsweise Satzadverbien als s/s kategorisieren und ihre mögliche Satzendstellung (s\s) mit dieser Regel herleiten. Zweitens könnte man auf einen Teil der Varianten der Regeln verzichten (vgl. (58)).
Die Argumentvertauschung und die Applikationsrichtungsänderung zusammen können die Funktionalkomposition und Typenanhebung ersetzen. Wortstellungsphänomene lassen sich dann einfacher beschreiben, wie ich das an der erneuten Ableitung des Beispieles (86) verdeutlichen möchte:

(95) Helmut gab Heiner <u>den Abschied</u>
n n\(n\(n\s)) n n
| **AR**
(n\(n\s))/n
| **AV** λy λx (gab´ x y)
n\((n\s))/n)
| **AR**
<u>((n\s))/n)/n</u> **FA** λx (gab´ x Heiner´)
<u>(n\s))/n</u> **FA** gab´ (den Abschied´)(Heiner´)
<u>n\s</u> **FA** gab´ (den Abschied´)(Heiner´)(Helmut´)
s

3.4. Polymorphismus und Unifikation

Ein Problem der bisherigen Beschreibung war es, daß bestimmten einfachen Ausdrücken (Worten) verschiedene Kategorienindizes zugewiesen wurden.
So wurden in (11) verschiedene Kategorien für Adverbien angenommen, je nachdem, ob sie Sätze modifizieren (s/s), Verbalphrasen ((s/n)/(s/n)) oder selbst wieder Adverbien (((s/n)/(s/n))/((s/n)/(s/n))). Für Konjunktionen liegt der Fall ganz ähnlich. Schon Bar-Hillel (1964c) hatte die daraus resultierende kombinatorische Explosion für längere Ausdrücke kritisiert. Lambek und Geach versuchten die Kategorien einzuschränken, vermehrten dafür die Regeln, was letztlich ebenfalls zu einer großen Vielfalt der möglichen Ableitungen führte. Eine Möglichkeit, diesem Dilemma zu entkommen, wird darin gesehen, modifizierende Ausdrücke oder Konjunktionen nicht voll spezifierten Kategorienindizes zuzuordnen. In den Kategorienindex werden Variable eingetragen, die mit den Indizes der Argumente unifizieren. Karttunen (1986, S. 25) nennt sie nach Kaplan und Zaenen *floating types* und Uskoreit (1986a, S. 15) bezeichnet sie als *parametric polymorphic functors.* Alle Konjuktionen erhalten z. B. den Kategorienindex x\x/x, was besagt, das eine Konjunktion zwei Ausdrücke gleicher Kategorie zu ihrer Rechten und Linken zu einem komplexen Ausdruck dieser Kategorie macht. Trifft nun ein solcher unspezifizierter Kategorienindex auf zwei gleiche Kategorienindizes, so werden die Variablen durch Konstanten ersetzt, z. B.: n x\x/x n -> n n\n/n n -> n. Dies läßt sich auch als Ausrechnen einer Gleichung mit Unbekannnten auffassen, wie das von van Benthem (1987) als *Categorial Equations* zu einer Theorie ausgearbeitet wurde. Man spricht an dieser Stelle auch von Unifikation, die ich in Kapitel 4 ausführlich behandeln werde. Die verschiedenen Eintragungen für Konjunktionen wie s\s/s, n\n/n,

(s/n)\(s/n)/(s/n) etc. lassen sich auf eine solche teilspezifizierte reduzieren. Und es entspricht ja auch genau der Funktion der Konjunktion, zwei gleiche Ausdrücke zu einem neuen Ausdruck gleicher Art zusammenzufügen.
Adverbien können den teilspezifizierten Kategorienindex (x\s/y)/(x\s/y) zugewiesen bekommen, wobei x und y leer sein können. d. h. sie sind eine Funktorkategorie, die auf eine verbale Kategorie angewendet, wieder diese Kategorie ergeben. Das s in dem Index gewährleistet, daß sie auf einen Satz oder eine verbale Kategorie angewendet werden können, wobei verbale Kategorien solche sind, die mindestens ein s/n oder n\s enthalten. Die Form x\s/y mit Variablen in beide Richtungen stellt sicher, daß keine weiteren Richtungs- und Klammerungsvarianten angegeben werden müssen. Wir weisen auch der Negation den Kategorienindex (x\s/y)/(x\s/y) zu und lösen damit erneut das klassische Beispiel von Geach, der es mit der seiner Regel beschrieb (U wie Unifikation):

```
(96)        ou           petetai  Sôkratês         ou            pâs anthrôpos  petetai
    (x\s/y)/(x\s/y)    s/n        n         (x\s/y)/(x\s/y)     s/(s/n)        s/n
            | U mit y = n                          | U mit y = s/n
     (s/n)/(s/n)________                   (s/(s/n))/(s/(s/n))________
             s/n_______________                         s/(s/n)______________
                     s                                          s
```

Die Idee der Unifikation liegt implizit schon der Herleitung der Geach'schen Regel bzw. der Funktionalkomposition zu Grunde (Geach 1988, S. 128ff). Zeevat et alii (1987) benutzen diese teilspezifizierten Kategorienindizes auch für die Typenanhebung von Namen. Sie heben Namen aus den bekannten Gründen (vgl. 3.3.1.) grundsätzlich schon im Lexikon an. Sie werden aber nicht wie sonst üblich als s/(s/n) kategorisiert, sondern als x/(x/n) oder einer der Klammerungsvarianten (vgl. (58)). Mit solchen teilspezifizierten Kategorienindizes läßt sich Beispiel (85) ohne Typenanhebung nur mit Funktionalapplikation ableiten. Karttunen (1986) erklärt mit dieser Darstellung die freie Wortstellung im Finnischen:

```
(97)     Helmut      gab         den Abschied                Heiner
      x/(n\x)    n\(n\(n\s))      (n\x)\x                   (n\x)\x
         |                          | U                       |  mit x =  n\(n\s)
         |           ______(n\(n\(n\s)))\(n\(n\s)  FA         |
         |               n\(n\s)                              | U  mit x =  n\s
         |           ________________________________(n\(n\s)\(n\s)
         | U mit x = s            n\s
  s/(n\s)_____________________________  FA
                   s
```

Weitere Anwendungen von teilspezifizierten Kategorienindizes gebe ich in Kapitel 5 bei der Beschreibung des Türkischen. Wie weit diese Möglichkeiten von un- oder teilspezifizierten Kategorienindizes andere Regeln überflüssig machen, kann hier nicht untersucht werden. Eines sollte jedoch deutlich geworden sein: Es ist ein erster Schritt zu flexibleren Kategorien und zu Übernahme von Regeln in das Lexikon. Bisher sind wir von im Lexikon spezifizierten Kategorien und allgemeinen Regeln ausgegangen. Ades und Steedman schränkten die Allgemeinheit der Regeln auf bestimmte Kontexte ein. Hier wird eine nicht verallgemeinbare Regel einfach lexikalisiert und dadurch auf bestimmte Kontexte beschränkt. In Kapitel 4 werde ich unspezifizierte Kategorien im Rahmen der Unifikationsgrammatiken ausführlich darstellen.

3.5. Möglichkeiten der Kategorialgrammatik

In diesem abschließenden Abschnitt soll die Kategorialgrammatik unter verschiedenen Aspekten bewertet werden. Dabei wird geklärt, ob es sich um eine rein syntaktische, rein semantische oder um eine Theorie handelt, die sowohl semantisch wie syntaktisch fundiert ist. Überlegungen zur Adäquatheit werden diese Frage mitentscheiden. Schließlich werden mögliche Anwendungsbereiche kurz diskutiert.

Die Kategorialgrammatik wurde als erste formale Grammatiktheorie in den 30er Jahren entwickelt und beruht wie in Kapitel 2 ausführlich dargestellt auf der Einsicht von Frege, daß Sprache sich funktional beschreiben läßt, auf der Idee Russells von der Schichtung der Sprache und der Einteilung von Ausdrücken in Kategorien durch Husserl. Syntax und Semantik wurden noch nicht in der Weise getrennt wie heute, sondern als eine gemeinsame Ebene aufgefaßt. Das findet auch darin seinen Ausdruck, daß die gleiche Theorie von Le,niewski mit *semantischen Kategorien* und von Ajdukiewicz mit *syntaktischer Konnexität* bezeichnet wird. Erst mit der Einführung formaler Sprachen und deren Trennung in Syntax und Semantik durch Morris und Carnap (vgl. dazu Carnap 1968, S. 78) wird die Frage aufgeworfen, welchen Status die Kategorialgrammatik hat. Diese wird mit dem Fregeschen Diktum der Parallelität von Syntax und Semantik beantwortet. Den nun syntaktisch verstandenen Kategorien werden semantische Typen zugeordnet und die syntaktischen Regeln erhalten ihr jeweiliges semantisches Pendant. Da damit die Frage nach der Stellung der Kategorialgrammatik nicht vollständig beantwortet ist, werde ich versuchen, ihr Wesen näher zu analysieren. Dazu sollen die Grundbegriffe der Theorie, die Kategorien, genauer bestimmt werden. Sie wurden als moderne Darstellung der traditionellen Redeteile (partes orationis, mhvrh lovgou) verstanden, deren Definition seit der Antike auf syntaktischen, semantischen und logischen Kriterien beruht (vgl. Abschnitt 2.1., Anm. 5). Im Abschnitt über die klassische Kategorialgrammatik bei Ajdukiewicz (2.5.) hatte ich alle Kategorien außer den Grundkategorien n und s nach ihrer Funktion im Satz bestimmt (vgl. (11)). Im letzten Abschnitt über Polymorphismus und Unifikation wurde diese Methode erweitert und für komplexere Fälle als Gleichungssystem mit mehreren Unbekannten gelöst. Doch auch diese Überlegungen bringen uns der Antwort nicht viel näher, ob es sich bei den Kategorien um eigentlich syntaktische oder semantische Gebilde handelt, da die Definition von Satz, auf die hin diese Kategorien definiert sind, ebenso vortheoretisch und ungeklärt ist wie die der Redeteile. Es sieht ganz danach aus, daß sich die Kategorien nicht einer der beiden Ebenen zuordnen lassen, sondern vielmehr sowohl syntaktische als auch semantische Aspekte haben, wie das ihre polnischen Erfinder auch angenommen hatten.

Dennoch werde ich im weiteren davon ausgehen, daß die hier behandelten Kategorien und damit auch die Kategorialgrammatiken stärker semantisch als syntaktisch begründet sind. Dazu zeige ich, daß eine erweiterte Kategorialgrammatik übergeneriert und daher Beschränkungen unterworfen werden muß. Da diese Beschränkungen eher syntaktischer denn semantischer Art sind, lassen sich Kategorialgrammatiken stärker semantisch motiviert verstehen. In Kapitel 2 wurden neben der grundlegenden Verknüpfung der Funktionalapplikation der einfachen oder klassischen Kategorialgrammatik noch weitere Regeln eingeführt, um natürlicher Sprache in der Beschreibung näher zu kommen und bestimmte sprachliche Phänomene besser beschreiben zu können. Diese Regeln (z. B. Funktionalkomposition und Typenanhebung) versetzten uns in die Lage, eine je gewählte Reihe von Ausdrücken zu einem komplexen Ausdruck zusammenzufassen, auch wenn es sich nicht um eine Konstituente im traditionellen Sinne handelt.

In Kapitel 3 gab ich den syntaktisch verstandenen kategorialen Regeln je eine semantische Deutung und konnte so die Ableitungen auch semantisch darstellen. Das entspricht der Ansicht des Frege-Prinzips, nach dem die Semantik die Syntax nachspielt (vgl. 2.2.1.).
Bisher habe ich jedoch nur Ableitungen von Beispielen vorgeführt, von denen bereits klar war, daß sie wohlgebildet sind. In anderen Worten, die bisher vorgestellte Grammatik hat nur ihre Beobachtungsadäquatheit gezeigt. Diese unterste Stufe der Adäquatheit besagt, daß die Grammatik in der Lage ist, die beobachteten Daten richtig zu analysieren (Handbuch der Linguistik, S. 10). Eine solche Grammatik kann für Computerprogramme interessant werden, die nur die Struktur von Sätzen vorgegebener und wohlgebildeter Texte untersuchen sollen.
Linguistisch interessante Grammatiken sollten über die Beobachtungsadäquatheit hinaus zumindest noch beschreibungsadäquat sein, d. h. sie sollten wohlgebildete von nicht wohlgebildeten Sätzen unterscheiden können. Weiterhin können viele solcher Grammatiken nicht nur zur Erkennung von wohlgebildeten Sätzen, sondern in umgekehrter Anwendung auch zu deren Erzeugung benutzt werden. Kategorialgrammatiken können zwar Sätze erzeugen, doch werden einerseits viele verschiedene Strukturen für eine gegebene Folge von Ausdrücken produziert und andererseits viele nicht wohlgebildete Ableitungen generiert. Auf diese Probleme hatte schon Bar-Hillel hingewiesen (vgl. 2.6.). Wir überprüfen deshalb hier, ob eine Kategorialgrammatik beschreibungsadäquat ist oder nicht. Dazu betrachten wir eine minimal erweiterte Kategorialgrammatik mit den Regeln der Funktionalapplikation, der Typenanhebung und entweder der Funktionalkomposition oder Geach'schen Regel. Minimal erweitert nennen wir sie, da auf keine dieser drei Regeln verzichtet werden kann. Die Funktionalapplikation ist die grundlegende Regel, auf die Typenanhebung kann auch kein Kategorialgrammatiker oder Semantiker verzichten, da sie es ermöglicht, alle Nominale gleich zu kategorisieren (vgl. 3.3.1.). Die Funktionalkomposition oder ihr Äquivalent, die Geach'sche Regel ermöglicht die Beschreibung von grammatischen Verhältnissen über benachbarte Konstituenten hinweg (vgl. 3.3.2.). Für eine solche minimal erweiterte Kategorialgrammatik gilt der Permutationssatz von van Benthem (1988b, S. 42 und von Stechow 1989, S. 77):

(98) Permutationssatz
Gegeben sei ein System, das nur die Regeln der Rechtsapplikation, der Typenanhebung und der Geach'schen Regel benutzt. Dann gilt: Wenn die Folge von Ausdrücken x vom Typ X ist, dann ist jede Permutation von x vom Typ X.

Auf eine rein formale Ableitung soll hier verzichtet werden, sie kann in von Stechow (1989, S. 80ff) nachgelesen werden. Ich möchte jedoch versuchen, eine inhaltliche Deutung zu geben. Der Permutationssatz besagt für Sätze, daß sich jede Stellung einer Reihe von Wörtern als Satz beschreiben läßt, sofern wir eine bestimmte Stellung dieser Wörter als Satz beschreiben können. In 3.3.1. wurden mit Hilfe der Typenanhebung und der Funktionalkomposition verschiedene Wortstellungen eines deutschen Satzes abgeleitet. Nach dem Permutationssatz müßte auch die nicht wohlgeformte Reihe *Heiner Helmut gab den Abschied* ableitbar sein. Daß dies möglich ist, zeigt (99) (vgl. (84) bis (86))

(99)
Helmut Heiner gab den Abschied
n n n\(n\(n\s)) n
| **TA** λx x(den Abschied´)
(n\(n\(n\s)))\(n\(n\s)) gab´(den Abschied´)
n\(n\s) gab´(den Abschied´)(Heiner´)
n\s gab´(den Abschied´)(Heiner´) (Helmut´)
s

Das ist ein typischer Fall, in dem eine so erweiterte Kategorialgrammatik übergeneriert. Dies kann man sich auch anders klar machen. Eine Kategorialgrammatik mit Funktionalapplikation, Typenanhebung und Geach'scher Regel kann jede mögliche Kombination von Ausdrücken in einem Satz beschreiben, sofern es sich bei einer Anordnung um einen Satz handelt. Dies entspricht genau den Immediate Dominance (ID) Regeln bei Gazdar et alii (1985) (Egli 1989). Gazdar et alii führen jedoch noch eine weitere Art von Regeln ein, um bestimmte Wortstellungen auszuschließen, was für Sprachen mit kanonischer Wortstellung wie dem Englischen wichtig ist. Sie nennen sie Linear Precedence (LP) Regeln. Solche fehlen völlig in der hier vorgestellten Kategorialgrammatik. Man kann mit der erweiterten Kategorialgrammatik nur Sprachen mit völlig freier Wortstellung beschreiben. Es soll jetzt diskutiert werden, was dieser Befund für unsere Ausgangsdiskussion über den Status von Kategorien bedeutet. Zunächst ist bemerkenswert, daß wir den Satz (99) verstehen (van Benthem 1988c, S. 40), d. h. die semantische Seite der Ableitung entspricht durchaus unserer Intuition. Doch ist (99) sicher kein wohlgebildeter Satz und das meint hier syntaktisch wohlgebildeter Satz. An dieser Stelle hört die Parallelität von Syntax und Semantik auf und es wird deutlich, daß der Formalismus die Semantik trägt, doch der Syntax nicht gerecht werden kann. Ein weiteres eng damit zusammenhängendes Problem haben wir bisher auch immer umgangen. Der Satz *Heiner zeigt Helmut die kalte Schulter* hat eine klare Bedeutung, nämlich *zeigt´(die kalte Schulter´)(Helmut´)(Heiner´)*. Doch was hindert uns daran, die Bedeutungen in einer anderen Reihenfolge anzuwenden wie in (100) (vgl. dazu (86)):

(100)
Heiner zeigte die kalte Schulter Helmut
n n\(n\(n\s)) n n
| **TA** | λx x(die kalte Schulter´)
(n\(n\(n\s))\(n\(n\s)) **FA** | zeigte´(die kalte Schulter´)
(n\(n\s) | zeigte´(die kalte Schulter´)(Heiner´)
n\s |**TA** λx x(Helmut´)
(n\s)\s
s zeigte´(die kalte Schulter´)(Heiner´)(Helmut´)

Dies ist ebenfalls ein unerwünschtes Ergebnis. Man kann jetzt den Permutationssatz von van Benthem abändern und auf die semantische Seite anwenden. Er besagt dann, daß wir für eine Wortstellung alle Kombinationen der Reihenfolge der Anwendung der Bedeutungen ableiten können, sofern wir eine Folge anwenden können. Auch dies mag in einer gewissen Hinsicht semantisch noch zu vertreten sein, wenn man solche Beispiele wie *Heiner braucht Helmut* vor Augen hat, die zweifelsfrei doppeldeutig sind.
Das Problem bleibt: Die Kategorialgrammatik ist zu grob, um syntaktische Feinheiten wie z. B. Kasus zu erfassen. Diese Feinheiten sind aber auch für die Bedeutung entscheidend. Hier werden also Einschränkungen benötigt, die aus der Theorie selbst nicht kommen, ebenso wie die Grundbegriffe nicht aus der Theorie gebildet werden können. Als solche

Einschränkung kann man die Anweisung Lambeks zur Klammerung der Ausdrücke verstehen (vgl. 2.7. (39)). Ades und Steedman (1982, S. 528; vgl. 3.2.2.) haben die allgemeinen Regeln durch Merkmale eingeschränkt. Weiterhin lassen sich die wichtigen Begriffe des Kopfes und der phrasalen Struktur nicht oder nur schwer in Kategorialgrammatiken darstellen. (Vgl. zu dem Verhältnis von von Kategorialgrammatiken und X-Bar Theorie Bach 1988, S. 23).
Viele feinere, meist syntaktische Unterscheidungen können von dem Formalismus nicht erfaßt werden, sondern lassen sich erst durch spezialisierte Formalismen beschreiben. Wobei noch in keinster Weise klar ist, ob diese ihre Grundbegriffe und Beschränkungen besser definieren. Die Vermutung liegt nahe, daß diese Praxis bei der Kategorialgrammatik auch deshalb auffällt, weil sie ein sehr einfach zu durchschauender Formalismus ist.

Fassen wir zusammen: Kategorialgrammatiken sind stärker semantisch als syntaktisch orientiert. Dies sieht man schon an den ihnen zugrundeliegenden Ideen der Bedeutungskategorien Husserls, der Schichtung von Sprache, die Russell eingeführt hat, um die semantischen Paradoxien zu umgehen. Schließlich beabsichtigte Frege mit der funktionalen Beschreibung von Sätzen, diese mit seinem Gedanken zu vergleichen. Le,niewski hatte also mit seiner Bezeichnung *semantischer Kategorien* das Wesen des Formalismus besser erfaßt als sein Schüler Ajdukiewicz mit der Bezeichnung *syntaktische Konnexität*.

Wir können eine Kategorialgrammatik als eine sehr allgemeine, einfache und klare linguistische Theorie auffassen, die stark semantisch geprägt ist und nur wenigen syntaktischen Beschränkungen unterworfen ist. Dies wird ihr oft zum Vorwurf gemacht. Ich möchte darin vielmehr ihre Stärke sehen, die ihr eine Reihe von Möglichkeiten eröffnet. Ich zähle hier nur einige auf:

1. Mit der Kategorialgrammatik läßt sich die Θ-Theorie nachspielen, die Syntax mit Semantik verbindet (von Stechow 1989, S. 99ff). Hier wird besonders die Funktor-Argument-Struktur des Formalismus ausgenutzt.

2. Die Kategorialgrammatik hat keine inhärenten syntaktischen Beschränkungen. Daher kann man mit ihr über die Syntax hinausgehen und viele interessante Phänomene im Zwischenbereich von Syntax und Morphologie beschreiben, die syntaktisch spezialisiertere Theorien nur aufwendig erfassen können. Dies hatte ich schon an einigen Beispielen des Klammerparadoxes gezeigt (vgl. 3.2.2.). In Kapitel 5 werde ich diese Möglichkeit wiederholt nutzen.

3. Da der Formalismus sehr allgemein ist, kann man in ihm fast eine Art methodische Grammatik sehen, in den bestimmte Teile von spezialisierten Grammatiken übersetzt werden können (wie z. B. die Θ-Theorie), die sich aber auch als Übertragung in ein Computerprogramm eignet (vgl. 4.1. (101)). Hier kommen weitere günstige Eigenschaften der Kategorialgrammatik hinzu. Einmal läßt sich die ihr zugrundeliegende Funktor-Argument-Struktur leicht in andere Formalismen übertragen und dann könnte sie als stärker semantisch geprägter Formalismus den syntaktisch arbeitenden Parsern notwendige semantische Information liefern. Schon Bar-Hillel war von dieser Möglichkeit fasziniert, auch wenn er sie später aus technischen Gründen verwarf.

4. Es gibt verschiedene erfolgversprechende Methoden, den Formalismus der

Kategorialgrammatiken anzureichern. Mit zusätzlichen indizierten Merkmalen kann man notwendige Unterscheidungen einführen.

5. Eine andere Möglichkeit habe ich im letzten Abschnitt über Polymorphismus und Unifikation aufgewiesen: Mit teilspezifizierten Kategorien (z. B. x\x/x für Konjunktionen oder (x\s/y)/(x\s/y) für Adverbien) lassen sich einerseits viele Kategorienindizes sparen und andererseits grundlegende Eigenschaften wie verbal, nominal, prädikativ, attributiv etc. darstellen.

Es dürfte deutlich geworden sein, daß Kategorialgrammatiken vielleicht nicht alle in sie gesetzten Hoffnungen erfüllen, sich aber als vielfältiger erweisen, als manche zu hoffen wagen. Im nächsten Kapitel werde ich einige Möglichkeiten der Erweiterung des Formalismus diskutieren, um schließlich im fünten Kapitel einen solchen erweiterten Formalismus auf ein größeres Fragment anzuwenden.

4. Kategoriale Unifikationsgrammatik

In diesem Kapitel möchte ich eine abschließende Erweiterung der Kategorialgrammatik vorstellen, die das Ziel dieser Arbeit bildet. Die klassische Kategorialgrammatik im Format von Ajdukiewicz kann nur eine Art Tiefenstruktur oder logische Form beschreiben. Diese ist aber von der Oberflächenform weit entfernt (vgl. 2.5.). Im zweiten Kapitel habe ich die verschiedenen Erweiterungen von Lambek, Geach u. a. vorgestellt, die versuchten den Formalismus der natürlichen Sprache zu nähern. Die Erweiterungen zielten auf die Regeln der Kategorialgrammatik und bestanden entweder in weiteren syntaktischen Kombinationsregeln oder Typenänderungsregeln (vgl. 3.2. und 3.3.). Im dritten Kapitel habe ich an vielen Beispielen deutlich gemacht, wie mächtig diese erweiterten Kategorialgrammatiken sind. In 3.5. zeigte ich schließlich, daß sie stark übergenerieren, d. h. sie weisen auch nicht wohlgeformten Sätzen eine syntaktische Struktur und eine semantische Deutung zu. Die Notwendigkeit von Beschränkungen wurde gezeigt. Diese sollten eher syntaktischer als semantischer Natur sein.

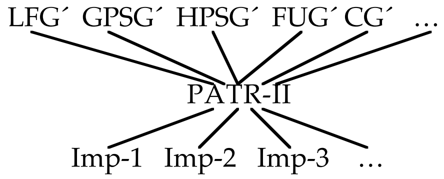
Eine Möglichkeit den Formalismus zu beschränken, wurde schon von Ades und Steedman (1982) eingeführt. Sie beschränkten Regeln auf bestimmte Kategorien und Umgebungen (vgl. 3.2.2.). Eine andere Möglichkeit besteht darin, den Begriff der Konstituente, der in den erweiterten Kategorialgrammatiken völlig aufgelöst worden ist, wieder klar zu begrenzen. Dies könnte im Sinne einer traditionellen Konstituenten- oder Phrasenstrukturregel geschehen. Man kann schon Lambek so verstehen, daß er dies fordert. So berechnet er die Indexreihen von Ausdrücken, nachdem diese geklammert oder in Konstituenten zusammengefaßt sind (vgl. 2.7. (39i)). Die Motivation, wie die Klammerung zu geschehen hat, liegt jedoch außerhalb des reinen Formalismus, könnte also als syntaktische Beschränkung verstanden werden.
Andererseits gibt es Probleme mit den Kategorien, die nach semantischen Kriterien gebildet viele syntaktische Feinheiten nicht fassen können (vgl. 3.5.). Um sprachliche Phänomene wie Kongruenz und Rektion erfolgreich beschreiben zu können, müßten die Kategorien und die Regeln nach den Merkmalen Numerus, Genus, Kasus, Finitheit usw. vervielfältigt werden, wie dies schon bei Lambek (1988, S. 157) für das Merkmal Numerus angedeutet wird. Dies würde jedoch bei mehreren Merkmalen zu einer kombinatorischen Explosion von Kategorien und Regeln führen.
Beide Probleme werden durch die Erweiterung der Kategorialgrammatik zu einer

Kategorialen Unifikationsgrammatik gelöst. Unifikationsgrammatiken, die ich am Beispiel des PATR-II Formalismus einführen werde, sind eine Weiterentwicklung der Konstituentenstruktur- oder Phrasenstrukturgrammatiken (PS–Grammatiken).

Sie greifen eine Idee auf, die sich in den PS-Grammatiken immer weiter entwickelt hat. Die Ansicht nämlich, daß eine einfache Kategorie nicht atomar sondern durchaus in sich strukturiert sein kann. Zunächst wurden Ausdrücke in die vier Hauptkategorien NP, VP, Adj und PP eingeteilt, entsprechend, ob sie einen verbalen und/oder nominalen Charakter haben. Dann wurden die feineren Unterteilungen in Nebenkategorien nach den Merkmalen Numerus, Genus, Kasus, Finitheit usw. eingeführt (Kratzer et alii 1973 und Gazdar et alii 1985). Dies erlaubte den PS-Grammatiken Kongruenz und Rektion zu beschreiben, von denen Chomsky und andere behauptet hatten, sie ließen sich nur in einer Transformationsgrammatik beschreiben (vgl. die Diskussion der Kritik Bar-Hillels am Ende von 2.6.).
In diesem Sinne können Unifikationsgrammatiken als die am weitesten fortgeschrittenen PS-Grammatiken bezeichnet werden. Ihre zwei charakteristischen Merkmale sind die flexiblen Merkmalsstrukturen anstelle der unveränderlichen Kategorien, die vielfältige Erweiterungen ermöglichen, und die Unifikation, die verschiedene Merkmalsstrukturen oder strukturierte Kategorien unifiziert (= vereinigt). Dies erlaubt es den einzelnen Kategorien nur teilweise definiert zu sein ("partial information"). Die restliche Information kann durch Unifizierung erworben werden. Dies hatte ich schon in der Diskussion von polymorphen Kategorien kurz vorgestellt (vgl. 3.4.).

Weitere Merkmale von Unifikationsgrammatiken sind Monostratalität und die zentrale Rolle des Lexikons. Beide Eigenschaften besitzt auch die Kategorialgrammatik. Interessant ist, daß Kategorialgrammatiken von Anfang an lexikongetrieben waren, während andere Grammatiktypen erst seit einigen Jahren eine Entwicklung zu "mehr Lexikon" durchmachen. In diesem Sinne ist der älteste formale Grammatiktyp auch der modernste (vgl. Uszkoreit 1986a, S. 23). Ferner sind Unifikationsgrammatiken so ausdrucksstark wie möglich, ganz im Gegensatz zu Transformationsgrammatiken, die oft einen stark eingeschränkten Formalismus haben, um spezielle linguistische Probleme lösen zu können. Unifikationsgrammatiken sind jedoch nicht als Grammatiktheorien, sondern als ein flexibles grammatisches Werkzeug gedacht, mit denen Sätze analysiert ("geparst") werden können (Calder et alii 1987, S. 5 und Uszkoreit 1986a, S. 24). Sie erheben keinerlei Ansprüche auf eine linguistische oder psychologische Realität. Damit gehören sie zusammen mit FUG, DCG u.a. zu den "methodischen Grammatiken", die im Gegensatz zu den "substantiellen Grammatiken" wie GPSG, LFG, GB etc. stehen. Diese Grammatiktypen erheben einen Anspruch auf linguistische oder psychologische Realität (Egli 1987, S. 2).
In diesem Zusammenhang kann man Unifikation auch in einem viel weiteren Sinne verstehen. Eine Unifikationsgrammatik bietet einen neutralen Formalismus an, in den die linguistisch motivierten Lösungsvorschläge sprachlicher Phänomene von substantiellen Grammatiken übersetzt werden können. Stärken und Schwächen der verschiedenen Ansätze lassen sich so vergleichen und möglicherweise zu einer aussagekräftigeren Grammatik "unifizieren" (ebd.). Unifikationsgrammatiken dienen auch Grammatikimplementationen in Computerprogrammen. Unter diesem Aspekt lassen sie sich auch als "Assembler-Sprache" verstehen. Calder et alii (1987, S. 5) stellen sich die Mitlerrolle für PATR-II folgendermaßen vor (vgl. 3.5. Punkt 3):

(101)



Das Apostroph "´" bezeichnet den je deklarativen Teil des Grammatiktyps, *Imp*-bezeichnet eine Implementation. Im folgenden Abschnitt wird eine Unifikationsgrammatik ausführlicher diskutiert.

4.1. Der PATR-II Formalismus

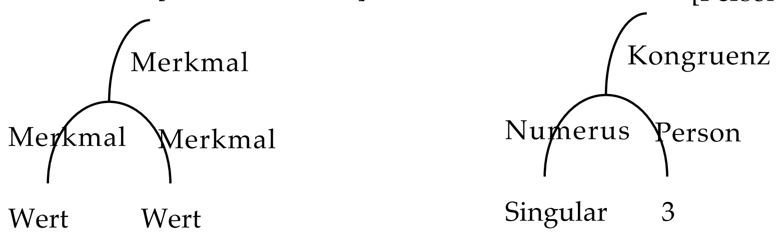
In diesem Abschnitt soll der PATR-II Formalismus stellvertretend für andere Unifikationsgrammatiken vorgestellt werden. Die Darstellung orientiert sich an Shieber (1986) mit den Modifikationen von Egli (1987). Charakterisierend für den PATR-II Formalismus ist, daß Ausdrücken nicht eine Kategorie (wie bei den Kategorialgrammatiken) sondern eine komplexe Merkmalsstruktur zugewiesen wird. Merkmalsstrukturen bestehen aus geordneten Paaren von ‹Merkmal, Merkmalswert›, wobei das Merkmal einfach, der Merkmalswert einfach oder komplex sein kann. Diese Strukturen lassen sich verschieden darstellen. So bevorzugt der PATR-II Formalismus eine Graph-Darstellung, die in einem DAG (directed acyclic graph) übersetzbar ist. Diesen werde ich meist neben dem Graphen in eckigen Klammern ("[ ]") anführen. Er läßt sich wiederum in eine einfachere Termschreibweise mit annotierten PS-Kategorien oder Regeln überführen. In der Graph-Darstellung entspricht jedem Merkmal eine "Kante", die zur Unterscheidung zu Strukturbäumen als Bogen dargestellt wird, einem einfachen Wert entspricht ein Endpunkt einer solchen Kante und einem komplexen Wert entspricht eine Struktur mit Kanten.

(102)

[Merkmal : Wert]   z.B.: [Numerus : Singular]

Merkmal : [Merkmal : Wert]
          [Merkmal : Wert]

z.B: Kongruenz : [Numerus : Singular]
                  [Person : 3.   ]



Der PATR-II Formalismus stützt sich auf die beiden Hauptoperationen der Verkettung (concatenation) und der Unifikation (unification). Die Verkettung von Konstituenten wird in einer traditionellen PS-Regel angegeben, der je einem PS-Baum entspricht. Die

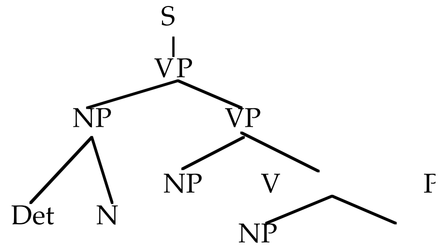
PS-Regel geben an, welche Ausdrücke Konstituenten sind.

(103)

(1) S -> VP

(2) VP -> NP VP

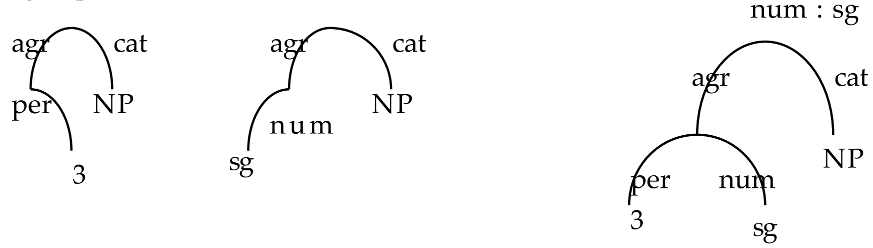
(3) NP -> Det N



Die zweite Hauptoperation, die Unifikation, ist folgendermaßen definiert: Zwei Konstituenten unifizieren, wenn die Merkmalswerte für ein Merkmal entweder den gleichen Wert haben oder mindestens ein Merkmalswert eine Variable oder nicht spezifiziert ist. (Calder et alii 1987, S. 9ff). Für die Graph-Darstellung läßt sich die Unifikation auch als ein "Übereinanderlegen" der Graphen verstehen. Decken sich dabei die Bögen und Werte, ist die Unifikation gelungen, stehen hingegen verschiedene Werte übereinander, ist sie gescheitert. Dies sieht in der Graph- und DAG-Schreibweise so aus (ich verzichte hier auf die eckigen Klammern für die DAGs):

(104)

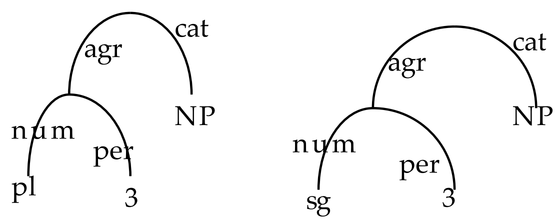
cat : NP agr : per : 3	cat : NP agr : num : sg	unifiziert zu	cat : NP agr : per : 3 num : sg



Im folgenden Beispiel scheitert die Unifikation, da das Merkmal *num* (Numerus) einmal den Wert *pl* und einmal den Wert *sg* hat.

(105)

cat : NP agr : per : 3 num : pl	cat : NP agr : per : 3 num : sg	Unifikation gescheitert da num :sg und pl



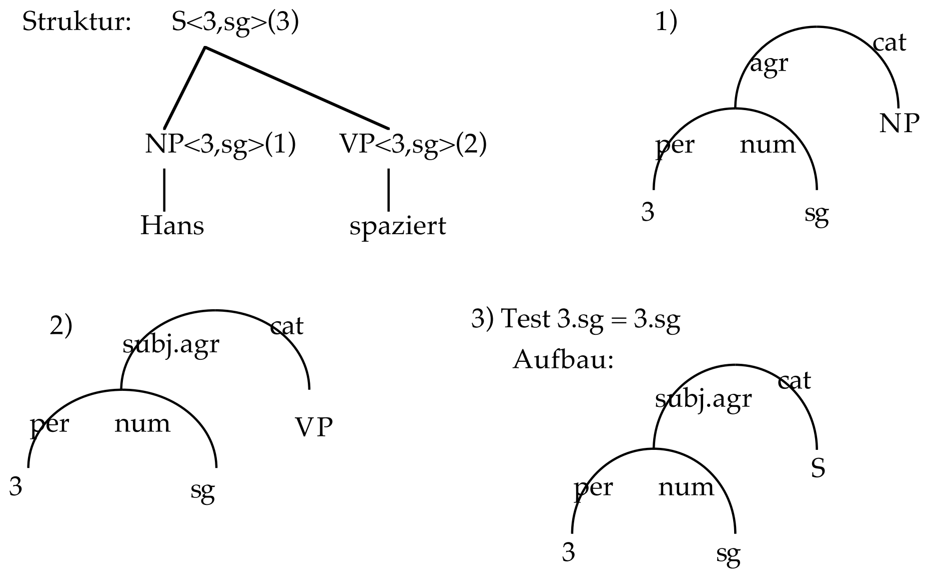
Der Unifikation lassen sich zwei Funktionen zuordenen. Einmal soll sie die Zusammenfassung von Konstituenten und deren Merkmale steuern. Dies ist auch unter dem Namen "pattern matching" ("Mustervergleich") oder "equality-testing" ("Gleichheitstest") bekannt (Shieber 1986, S. 12). Dann muß sie auch dafür sorgen, daß notwendige Informationen an die Mutterkonstituente weitergereicht werden (Vererbung oder "feature passing"). Beide Funktionen lassen sich als Gleichungen darstellen. Traditionell werden die Gleichungen, die prüfen, ob zwei Strukturen unifizierbar sind, und die Gleichungen, die die Information weitergeben, nicht getrennt (vgl. Shieber 1986, Uszkoreit 1986a und Calder et alii 1987). Egli schlug jedoch diese Unterscheidung vor. Wir können jetzt die Struktur einer PATR-II Regel angeben (Egli 1987, S. 7).

(106) Eine PATR-II Regel besteht aus:
1. Einer Strukturregel in Form einer PS-Regel
2. Testgleichungen, die überprüfen, ob zwei Merkmalsstrukturen unifizierbar sind.
3. Aufbaugleichungen, die die notwendigen Merkmale und Werte an die Mutterkonstituente weitergeben, sofern eine Unifikation nach (2) möglich ist.

Machen wir dies an dem Beispiel der Kongruenz von Subjekt und Prädikat im Verbalsatz deutlich. Dazu gebe ich die PATR-II Regel an, um dann an der Graph-Darstellung die Unifikation nachzuvollziehen. Jeder Knoten im Strukturbaum wird mit einem Graphen beschrieben, was darauf hinweist, daß die Merkmalsstrukturen (Graphen) nur lokal sind bzw. je anstelle einer Kategorie stehen. Das Merkmal *cat* (Kategorie) ist ausgezeichnet, da es nur von der Strukturregel, nicht aber von der Testgleichung betroffen ist. Daher können zwei verschiedene Kategorien unifizieren:

(107)

Struktur	S -> NP VP
Test:	NPagr = VPsubj.agr
Aufbau:	Ssubj.agr = VPsubj.agr

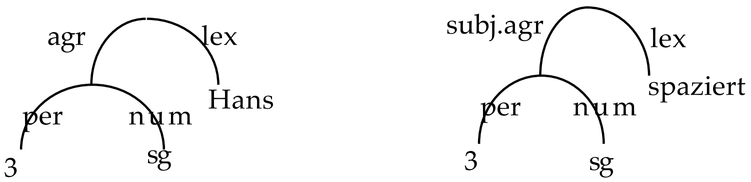


Mit diesem PATR-II Regeln lassen sich auch die Kongruenz in Nominalphrasen, Subkategorisierung und Verbvalenz sowie Lückenregel angeben (vgl. Egli 1987). Abschließend möchte ich noch eine weitere Regel vorstellen, um die Flexibilität des Formalismus zu zeigen. Wie die Kategorialgrammatiken sind auch die Unifikationsgrammatiken lexikongetrieben, d. h. die Information für den Aufbau von komplexeren Ausdrücken kommt aus dem Lexikon. Lexikoneinträge werden im PATR-II Format folgendermaßen aussehen. Das Merkmal *lex* soll das Merkmal für Lexem sein. Calder et alii (1987) schlagen an dieser Stelle ein Merkmal für die phonetische Form vor (s. u. 4.2.2.). Die Strukturen könnten natürlich mit weiteren Merkmalen wie Verbvalenz, Zeitangaben u.v.a. erweitert werden.

(108)

lex : Hans
agr : per : 3
num : sg

lex : spaziert
subj.agr : per : 3
num : sg



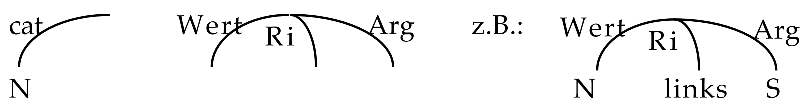
4.2. Die Entwicklung zur Kategorialen Unifikationsgrammatik

Die Idee, Unifikationsgrammatik und Kategorialgrammatik zu "unifizieren" entstand an zwei Stellen gleichzeitig. 1986 erwähnt Karttunen (1986) die *Categorial Unification Grammar* (CUG), die er zur Beschreibung des Finnischen benutzt. Uszkoreit (1986a und 1986b) formuliert sie etwas expliziter. Er entwickelt sie als eine Computerimplementation für HPSG in Stanford/USA. Gleichzeitig entwickelten Calder et alii 1987 in Edinburgh/ Schottland eine sehr verwandte Version, die sie *Unification Categorial Grammar* (UCG) nennen und die genau wie die CUG Uszkoreits auf einem PATR-Formalismus beruht und in ihm formuliert ist. Beide Versionen sind nur in Ansätzen dokumentiert und stark durch ihre Implementationen auf verschiedenen Computern geprägt.
Uszkoreit (1986a und 1986b) diskutiert nur die Graph-Darstellung von Funktorkategorien, der Funktionalapplikation und der Funktionalkomposition und beläßt es ansonsten mit Hinweisen, was seine CUG zu leisten vermag. Calder et alii (1987) benutzen eine reine DAG-Darstellung, in der sie Phonologie, syntaktische Kategorie, Semantik und Richtung (der Applikation) angeben.
Aufgrund dieser Lage wird die Ausprägung der von mir in Kapitel 5 benutzten Kategorialen Unifikationsgrammatik idiosynkratisch sein und in bester eklektischer Tradition der Unifikationsgrammatiken Ideen der amerikanischen CUG und der schottischen UCG mit Konstanzer Erkenntnissen (Egli 1987 und 1989) verbinden.

4.2.1. Die Funktion-Argument-Struktur in Graphen - CUG

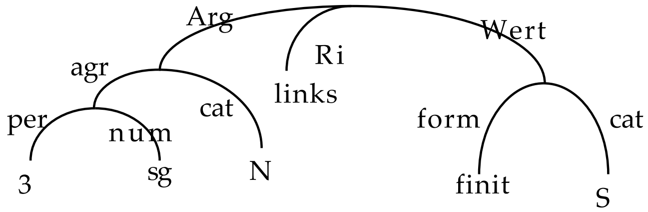
Im letzten Abschnitt hatten wir die Darstellung von einfachen Kategorien in Graphen vorgestellt. Uszkoreit (1986a, S. 5) stellt auch komplexe Kategorien im Sinne Ajdukiewicz (= Funktorkategorien) als Graphen dar. So ist eine Kategorie nicht mehr der atomare Wert des Merkmales *cat*, sondern selbst wieder eine komplexe Struktur aus dem Wert, der Richtung der Applikation und des Argumentes, wie in (109). Für die komplexe Funktorkategorie N\S (=VP) mit Nebenkategorien sieht der DAG und der Graph wie in (110) aus. Dies ließe sich als Term einfach als N [3 sg] \ S [finit] schreiben.

(109)



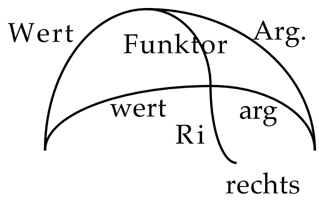
(110)

Arg: cat: N
agr: per: 3
num: sg
Ri: links
Wert: cat: S
form: finit



(111)

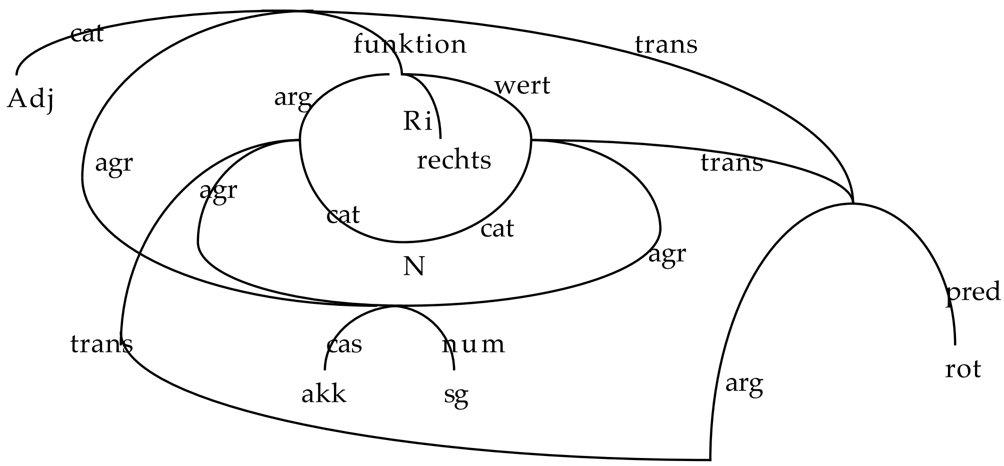
Wert -> Funktor Arg.
‹Wert› = ‹Funktor.wert›
‹Arg.› = ‹Funktor.arg›
‹Funktor-Ri› = rechts



(111) stellt die Funktionalapplikation in der CUG nach Uszkoreit (1986a, S. 7) dar. Diese komplexe Formel, besagt nicht mehr als die einfache Fassung der Funktionalapplikation (X/Y Y -> X). Sie leistet jedoch dann mehr, wenn die Kategorien noch weiter spezifiziert sind und es wichtig ist, welche Informationen vererbt werden. Das Merkmal Funktor-Ri(chtung) gibt nur die Applikationsrichtung an. Ich ersetze es durch die gewohnte Schreibweise. In unsere Struktur der PATR-II Regel (vgl (106)) übersetzt, sieht dies so aus:

(112) Struktur: Wert -> Funktor/Arg.
Test: Arg. = Funktor.arg
Aufbau: Wert = Funktor.wert

In Worten: Prüfe, ob das Argument dem Argument oder Nenner (bei Ajdukiewicz) der Funktorkategorie entspricht. Ist dies der Fall, unifiziere die beiden Kategorien. Ihr Ergebnis ist der Wert (Zähler) der Funktorkategorie. Uszkoreit erweitert seine Graphen noch um das Merkmal *trans*(lation), das die Semantik angeben soll, und um das Merkmal *Funktion*, in das die Funktorkategorie eingetragen wird. Das Merkmal *cat* benutzt er für die Bezeichnung der Wortart. Die Graph-Darstellung ermöglicht es auf einfache Weise, gleichen Merkmalswerte verschiedenen Teilgraphen zuzuordnen (z. B. die Werte für *agr*).



(113)

Dieser zwar recht ästhetische aber auch komplexe Graph (Uszkoreit 1986a, S. 13) läßt sich etwas übersichtlicher als DAG, wie in (114) darstellen. Die <1> soll einen gemeinsamen Wert bezeichnen, gibt also genau das an, was im Graphen durch Zusammenlaufen von Bögen dargestellt wird.

(114)

$$\begin{bmatrix} \text{cat:} & \text{Adj} \\ \text{agr:} & \begin{bmatrix} \text{cas:} & \text{akk} \\ \text{num:} & \text{sg} \end{bmatrix} \langle 1 \rangle \\ \text{funktion:} & \begin{bmatrix} \text{arg:} & \begin{bmatrix} \text{agr:} & \langle 1 \rangle] \\ \text{cat:} & \text{N]} \\ \text{trans:} & \text{[arg: [pred: rot]]]} \end{bmatrix} \\ \text{Ri:} & \text{rechts]} \\ \text{wert:} & \begin{bmatrix} \text{agr:} & \langle 1 \rangle \\ \text{cat:} & \text{N} \\ \text{trans:} & \text{[pred: rot]]} \end{bmatrix} \end{bmatrix} \\ \text{trans:} & \text{[pred: rot]} \end{bmatrix}$$

Noch einfacher ist jedoch die Termschreibung:

(115) Adj [akk, sg] : N [akk, sg] / N [akk, sg] : rot

Es handelt sich also um ein Adjektiv im Akkusativ Singular, das attributiv auf ein Nomen im Akkusativ Singular angewendet werden kann. Für den Gebrauch im Deutschen müßte noch das Genus angegeben sein. Erstaunlicherweise gibt Uszkoreit neben dem Merkmal *cat*, unter dem er die Wortart (hier: Adjektiv) einträgt noch die Funktion als Attribut (hier: N/N) an. Dies führt uns ganz an den Anfang unserer Überlegungen zurück, ob nämlich eine syntaktische Kategorie eine Wortart oder ein Satzteil ist. Dabei hatten wir festgestellt, daß beide Begriffe nicht klar voneinader getrennt sind (vgl. Ende Abschnitt 2.1. und Anm. 5). Bisher hatten wir Adjektive eben genau als Attribute (n/n) definiert (vgl. (11)). Uszkoreit gibt keine Begründung für diese Verdopplung an. Weiterhin ist nicht klar, was das Merkmal *trans* bedeutet. Ein weiterer Nachteil der Graph- und auch DAG-Darstellung wird hier schon deutlich. Sie werden sehr schnell sehr komplex und unübersichtlich. Mit diesen kritischen Bemerkungen verlassen wir Uszkoreits CUG und wenden uns der Edinburgher UCG zu.

4.2.2. Komplexe Merkmalsstrukturen - UCG

Der Edinburgher Ansatz, Ideen aus der Kategorialgrammatik und der Unifikationsgrammatik in einem Formalismus gemeinsam zu verwenden, sieht etwas anders als der von Uszkoreit aus. Die UCG (Unification Categorial Grammar) wurde als grammatische Basis für einen Parser in PATR-II formuliert und in C-PROLOG implementiert. Es wird auf eine Graph-Darstellung verzichtet und eine Art Term-Schreibweise benutzt, die in eine DAG-Schreibung übersetzbar, selbst jedoch sehr viel kürzer ist, wie ich das im letzten Abschnitt bereits vorgeführt habe (Zeevat et alii 1987, S. 220). Die erste Version der UCG wurde in Calder et alii (1987) *Problems of Dialog Parsing* entwickelt (zur weiteren Geschichte siehe dort, Vorwort, S. i). Ich werde die revidierte Fassung von Zeevat et alii (1987) vorstellen, da ihr Formalismus klarer und leichter verständlich ist und auch dem

bisher Behandelten näher steht.
Die Merkmalsstrukturen oder flexiblen Kategorien der UCG, die auch Zeichen ("sign") genannt werden, bestehen aus vier Hauptmerkmalen und ihren Werten. Die Hauptmerkmale sind *Phon* für phonologische Information, *Kat* für syntaktische, *Sem* für semantische und *Ri* für die Richtung der Anwendung der jeweiligen Funktorkategorie. Eine so definierte Merkmalsstruktur kann mit der Variable *Z* für Zeichen bezeichnet werden. Ich habe die Merkmalsnamen dem deutschen Sprach- und Abkürzungsverständnis angepaßt. Die Merkmale können untereinander oder mit Doppelpunkten getrennt nebeneinander aufgeführt werden (Zeevat et alii 1987, S. 197):

(116) Phon
Kat oder: Phon : Kat : Sem : Ri
Sem
Ri

Aus Übersichtsgründen werden meist beide Varianten miteinander kombiniert, wie das auch in dem typischen Eintrag für das Verb visit der Fall ist (ebd., S. 198):

(117) Phon: visit
Kat: s[finit]/ P_1 : np : x : vor/ P_2 : np : y : nach
Sem: [e] VISIT (e, x, y)
Ri: O

Der Wert für das Merkmal Phonologie ist die orthografische Darstellung oder eine Variable P_1, P_2, … Dies entspricht in etwa dem Merkmal *lex* in (108). Zeevat et alii (1987) geben keine weiteren Informationen in diesem Merkmal an, sondern nur vage Andeutungen, was möglich sein könnte (ebd., S. 217). Ich werde dieses Merkmal benutzen, um phonologische Information darin zu kodieren (s. u. 5.1.).
Unter dem Merkmal *Kat*(egorie) steht entweder eine einfache Kategorie (s, n oder np) oder eine Kombination aus komplexen Merkmalsstrukturen (Zeichen), mit der Angabe ihrer Hauptkategorien. Diese werden wie in (116) nebeneinander geschrieben, um nicht zu große Strukturen wie z. B. (114) zu erhalten. Der Wert des Merkmales *Kat* in (117) sähe untereinandergeschrieben so aus:

(118)
$$\text{Kat:}\quad \begin{array}{l} \text{Phon:}\\ \text{Kat:}\\ \text{Sem:}\\ \text{Ri:}\end{array} \begin{bmatrix} \\ \text{s[fin]} \\ \\ \\ \end{bmatrix} / \begin{bmatrix} P_1 \\ \text{np} \\ \text{x} \\ \text{vor} \end{bmatrix} / \begin{bmatrix} P_2 \\ \text{np} \\ \text{y} \\ \text{nach} \end{bmatrix}$$

Diese Darstellung entspricht natürlich der kategorialgrammatischen (n\s)/n, nur daß hier die Kategorien noch in sich strukturiert sind. Da es in diesem Formalismus nur einen Querstrich ("/") gibt, der daher auch keine Richtung anzeigen kann, wird ein Merkmal *Ri*(chtung) ("order") eingeführt, das angibt, wo das Argument zu stehen hat, das mit der Funktorkategorie unifiziert werden soll (vgl. auch 4.2.1. z. B. (109)) Die Variable O in (117) gibt an, daß dies Merkmal nicht spezifiziert ist.
Die Kategoriensymbole (s, n, np) können durch weitere Nebenkategorien wie Finitheit, Kasus usw. näher spezifiziert werden. Hier liegt eine entscheidende Möglichkeit, Sprache adäquater zu beschreiben. So sollten in dem Beispiel (117) die NPs mit dem Merkmal Kasus spezifiziert sein:

(119) Kat: s[finit]/ P_1 : np[nom] : x : vor/ P_2 : np[akk] : y : nach

Eine Einschränkung der Möglichkeiten des Formalismus sei hier gleich angemerkt: Der Wert des Merkmals *Kat* entspricht einer kategorialgrammatischen Regel, die normalerweise nur auf benachbarte Konstituenten angewendet werden kann. Weiterreichende grammatischen Beziehungen können entweder nicht oder nur nach Einführung weiterer Regel beschrieben werden. Diese zusätzlichen Regeln würden den Formalismus komplizierter machen und es müßte sichergestellt sein, daß sie nicht übergenerieren, wie in 3.5. diskutiert. Dies könnte jedoch durch die annotierten Kategorien gewährleistet sein.
Die Semantik wird in der "Indexed Language" (auch InL) angegeben. Sie ist aus der Diskursrepresentationstheorie von Kamp und der Verbbehandlung von Davidson entstanden (Zeevat et alii 1987, S. 202). Die genaue Form dieser Semantik kann hier nicht behandelt werden. Die Variable *e* soll auf ein Ereignis hinweisen.
Das Interessante ist hier das Zusammengehen von Syntax und Semantik. Es werden einerseits zwei getrennte Merkmale (*Kat* und *Sem*) angegeben, doch sind sie miteinander so verbunden, daß sie die gleichen Variablen benutzen. Die Variable *x* unter dem Merkmal *Kat* in *np[nom] : x : vor* , die die Bedeutung der einzusetzende NP angibt, ist die gleiche, die in der Semantik unter *Sem* in *[e] VISIT (e, x, y)* wieder auftaucht. Diese Behandlung erlaubt ein paralleles Verarbeiten von Syntax und Semantik, aber auch gewisse Abweichungen von einer strikten Parallelität, sofern sich diese als notwendig und sinnvoll erweist (Uszkoreit 1986a, S. 12).
Grundsätzlich kann an jeder Stelle, für jeden Wert eine Variable stehen. Es wird vereinbart, daß ein Merkmal nicht aufgeführt zu werden braucht, wenn es nicht spezifiziert ist (so erscheint die erste Spalte von (118), in der nur die Kat (s) angegeben wurde, in der Zeile nur als *s[fin]*).
Die Verkettung (Konkatenation) von zwei Konstituenten geschieht nach der Funktionalapplikation. Dies wird in komplexer Schreibung für beide Richtungen formuliert:

(120)	FA:	X <-	X/Y	Y
	R1	$P_1\ P_2$: Kat : Sem ->	P_1 : C / Z : Sem	Z(P_2 : vor)
	R2	$P_1\ P_2$: Kat : Sem ->	Z(P_2 : nach)	P_1: C / Z : Sem

Diese Schreibweise ist sehr ungewohnt. Man muß zuerst die beiden Ausdrücke rechts vom Pfeil von links nach rechts lesen und erhält dann den Wert der Funktionalapplikation links vom Pfeil. In Worten liest sich R1: Wenn ein Funktor mit der Phonologie P_1, der Kategorie C/X und der Semantik S einem Argument Z mit der Phonologie P_2 und der Richtung *vor* vorangeht und Z läßt sich mit X unifizieren, dann ist das Ergebnis ein Ausdruck mit der Phonologie $P_1\ P_2$, der Kategorie C und der Semantik S, wobei S und C durch Unifikation abgeändert sein können. Das Gleiche gilt für R2 mit der Modifikation durch *nach* statt *vor* (Zeevat et alii 1987, S. 202). Diese Anweisung verliert ein wenig dadurch, daß der Test, ob die Unifikation möglich ist, und der Aufbau der entstehenden Konstituente nicht klar getrennt sind, wie wir dies in 4.1. (85) eingeführt hatten. Außerdem ist sie nicht ganz so klar wie die Funktionalapplikation in der reinen Kategorialgrammatik, da den durch Unifikation veränderten Kategorien Rechnung getragen werden muß.

Zum Abschluß dieser kurzen Einführung in die UCG soll ein Beispiel vorgerechnet werden. Der Ausdruck *visit* soll zunächst mit dem Ausdruck *John* verbunden werden. Ich gebe die Merkmalsstrukturen für beide Ausdrücke an und unifiziere dann. Die Verkettung und Unifikation finden in zwei Schritten statt. Zunächst prüfe man, ob das

Argument der Funktorkategorie (hier np[akk] : y : nach) mit den Merkmalen des zweiten Ausdruckes (John :np[cas] : JOHN : O) unifizierbar ist. Ist dies der Fall kann man die neue Merkmalsstruktur nach der Regel R2 (120) aufbauen. Diese verbinde ich dann entsprechend mit dem Ausdruck *Mary*. (121a) ist von oben nach unten, (121b) von unten nach oben zu lesen.

(121a) Phon: visits
Kat: s[finit]/ P_1 : np[nom] : x : vor/ P_2 : np[akk] : y : nach
Sem: [e] VISIT (e, x, y)
Ri: O
Test: John :np[cas] : JOHN : O = P_2 : np[akk] : y : nach ?
ja: John :np[akk] : JOHN : nach

Aufbau: Phon: visits John
Kat: s[finit]/ P_1 : np[nom] : x : vor
Sem: [e] VISIT (e, x,JOHN)
Ri: O

Test: Mary : np[cas] : MARY : O = P_1 : np[nom] : x : vor
ja: Mary : np[nom] : MARY : vor

Aufbau: Phon: Mary visits John
Kat: s[finit]
Sem: [e] VISIT (e, MARY,JOHN)
Ri: O

(121b)

Phon:Mary visits John
Kat:s[finit]
Sem:[e] VISIT (e, MARY,JOHN)
Ri:O

Test:Mary : np[cas] : MARY : O = P1 : np[nom] : x : vor
ja:Mary : np[nom] : MARY : vor

Mary : np[cas] : MARY : O

Phon:visits John
Kat:s[finit]/ P1 : np[nom] : x : vor
Sem:[e] VISIT (e, x,JOHN)
Ri:O

Test: John :np[cas] : JOHN : O = P2 : np[akk] : y : nach ?
ja: John :np[akk] : JOHN : nach

Phon:visits
Kat:s[finit]/ P1 : np[nom] : x : vor/ P2 : np[akk] : y : nach
Sem:[e] VISIT (e, x, y)
Ri:O

John :np[cas] : JOHN : O

5. Türkisch als formale Sprache

Dieses Kapitel ist der Beschreibung eines Fragmentes des Türkischen gewidmet. Dabei soll geprüft werden, ob der bisher entwickelte Formalismus nicht nur Spezialfälle analysieren kann, sondern auch zur Beschreibung eines beträchtlichen Fragmentes einer natürlichen Sprache geeignet ist. Ich verändere so den Blickwinkel der vorangegangenen Kapitel, der mehr in die Tiefe ging, und versuche jetzt ein weiteres Feld linguistischer Daten zu erfassen. Dabei entsteht die Schwierigkeit, viele Einzelerkenntisse in einer gemeinsamen konsistenten Theorie zusammenzufassen. Letztlich entspricht dies aber dem Anspruch, daß eine linguistische Theorie in der Lage sein muß, auch größere Fragmente einer natürlichen Sprache zu beschreiben. Diesen Anspruch verstehe ich auch als eine Konstanzer Tradition (vgl. Kratzer et alii 1973). Einschränkend muß gesagt werden, daß ich eine solche allgemeine Theorie nur entwerfen kann, doch im Rahmen dieser Arbeit nicht völlig durchführen. Stellvertretend soll am Ende ein zufällig gewählter Ausschnitt aus einer Nachrichtensendung beschrieben werden.

Türkisch[16] ist eine agglutinierende Sprache mit Suffixen und einer SOV Stellung. Sie hat die für diese Sprachen typischen Eigenschaften, daß die modifizierenden Elemente wie Genitiv, attributivisches Adjektiv, Numerale, Adverbien etc. dem modifizierten Element vorausgehen und das es Postpositionen gibt. Weiterhin gehört Türkisch zu den Pro-Drop-Sprachen. Die Phonologie, Morphologie und Syntax sind (soweit es uns hier betrifft) ausgesprochen regelmäßig. Dies mag nicht zuletzt auch damit zusammenhängen, daß das hier beschriebene Türkisch (Yeni Türkçe) in den 20er Jahren aus dem Osmanisch (Osmanlıca) bewußt entwickelt wurde. In dieselbe Zeit fällt auch die Einführung des lateinischen Alphabets anstelle des arabischen. Die zitierten Grammatiken (Lewis 1967 und Underhill 1980) beschreiben Türkisch als regelmäßige Sprache und verweisen nur am Rande auf dialektale, volkssprachliche, ältere oder selbstverständlich benutzte Varianten und Abweichungen von der offiziellen Grammatik. Nichtsdestotrotz werde ich mich an die offizielle "regelhafte" Grammatik halten.
Meine Wahl fiel nicht deshalb auf das Türkische, weil es eine so "ordentliche" Sprache ist, sondern vielmehr deshalb, weil es typologisch weit genug vom Englischen und Deutschen entfernt ist. Denn lassen sich die Regeln, die an dem recht eigentümlichen Englisch entwickelt und auf das Deutschen angewendet wurden, auch auf eine typologisch fremde Sprache anwenden, ist dies ein gewichtiges Kriterium für die Allgemeingültigkeit des Formalismus. Ein weiterer Grund mag darin zu sehen sein, daß Türkisch zwar keine indoeuropäische aber doch eine europäische Sprache ist und die am meisten gesprochene Sprache in Deutschland nach Deutsch. Da ich weder Muttersprachler noch kompetenter Sprecher des Türkischen bin und nur über gewisse theoretische Kenntnisse verfüge, beruht die Arbeit weitgehend auf zitierten Beispielsätzen.

Der Formalismus beruht auf Grundideen der Kategorialgrammatik, wird jedoch durch die in Kapitel 4 beschriebenen Möglichkeiten der Unifikationsgrammatiken erweitert. Die Kategorien werden durch weitere Merkmale näher spezifiziert. Mit Hilfe der Unifikation wird fehlende Information weitergegeben oder vererbt, nicht voll spezifizierte Merkmalswerte genau definiert und weitere Merkmale den flexiblen Merkmalsstrukturen hinzugefügt. Diese machen es möglich, Phonologie, Morphologie, Syntax und Semantik gemeinsam zu beschreiben. Hier knüpfe ich an die Ideen und auch an die Form der UCG an (vgl. 4.2.2.). Auf einen besonderen Namen für den Formalismus verzichte ich angesichts des stetig wachsenden Angebots neuer Grammatiktypen und ihrer werbenden Kürzel. Ich werde ihn, sofern notwendig, ganz allgemein mit

[16] Eine kurze und klare Einführung in das Türkische ist Underhill 1986.

Kategorialer Unifikationsgrammatik bezeichnen.[17]
Eine komplexe Merkmalsstruktur besteht aus je einem Hauptmerkmal für Phonologie (*Phon*), für Morphologie und Syntax (*Kat*) und Semantik (*Sem*). Syntaktische Information wird in den Hauptmerkmalen beschrieben, die den Kategorien der Kategorialgrammatik entsprechen. Morphologische Information wird in Nebenkategorien kodiert, die die Hauptmerkmale spezifizieren. Sie werden in eckigen Klammern ("[ ]") geschrieben.

Zuerst werde ich am Beispiel der Vokalharmonie darstellen, wie sich phonologische Prozesse in den Formalismus einfügen lassen. Dann gehe ich auf die Nominal- und Verbalmorphologie ein, charakterisiere die wesentlichen Satzstrukturen und zeige an der Relativsatzbildung, einem morphologisch-syntaktischen Prozeß, die Möglichkeiten der hier entwickelten Kategorialen Unifikationsgrammatik. Dabei werde ich mich auf die syntaktische Beschreibung beschränken, die recht klar strukturiert ist. Eine entsprechende Semantik konnte im Rahmen dieser Arbeit nicht erstellt werden, wäre aber sicherlich ein lohnendes Unternehmen, das weitere Kriterien für die Anwendung bestimmter Regeln liefern könnte.

5.1. Phonologie

Das Türkische besitzt 8 Kurzvokale, die sich nach den Merkmalen [± vorne], [± offen] und [± gerundet] eindeutig einteilen lassen (Lewis 1967, S. 13):

(122a)

	+vorne		-vorne	
	-gerundet	+gerundet	-gerundet	+gerundet
-offen	i	ü	ı	u
+offen	e	ö	a	o

Die türkische Vokalharmonie regelt die Verhältnisse der Vokale innerhalb eines Wortes. Ich beschreibe hier nur die Vokalharmonie der Suffixe. Sie bestimmt die Qualität der Vokale der Suffixe entsprechend der Qualität der Vokale der vorhergehenden Silbe. Es gibt zwei Versionen dieser Vokalharmonie. Die vierwertige Vokalharmonie besagt, daß der Vokal eines Suffixes [-offen] ist und ansonsten die Werte der Merkmale [±gerundet] und [±vorne] entsprechend der Qualität des Vokales in der vorangehenden Silbe annimmt. Die zweiwertige Vokalharmonie besagt, daß der Vokal eines Suffixes [+offen] und [-gerundet] ist und sich bei dem Merkmal [±vorne] nach dem des vorangehenden Vokales richtet.

(122b)

Vokal der letzten Silbe	Vokalharmonie vierwertig	zweiwertig
e, i	i	e
ö, ü	ü	e
a, ı	ı	a
o, u	u	a

Nach welcher Vokalharmonie sich der Vokal eines Suffixes richtet, wird mit einer Art Archiphonem gekennzeichnet: *I* für die vierwertige und *E* für die zweiwertige Vokalharmonie. Stellt man die Vokale durch die sie bestimmenden Merkmale dar und

[17] Den Namen K. u. K. -Grammatik für Konstanzer unifizierte Kategorialgrammatik habe ich aus vorstellbaren Gründen verworfen.

läßt man in den Suffixen die entsprechenden Merkmale unspezifiziert, dann kann man die Vokalharmonie als Unifikation darstellen (hier: mit α = + und β = -):

(123) el- lEr- In "der Häuser"
Hand Plural Genitiv

$$\begin{bmatrix}+\text{vorne}\\ -\text{ger.}\\ +\text{offen}\end{bmatrix}\textbf{l-}\quad\textbf{l}\begin{bmatrix}\alpha\text{vorne}\\ -\text{ger.}\\ +\text{offen}\end{bmatrix}\textbf{r-}\quad\begin{bmatrix}\alpha\text{vorne}\\ \beta\text{ger.}\\ -\text{offen}\end{bmatrix}\textbf{n} = \textbf{el-ler-in}$$

Die Merkmale für die Vokalharmonie füge ich in der Reihenfolge [±vorne], [±gerundet] und [±gerundet] in die komplexe Merkmalsstruktur ein. Sie erscheinen als Unterkategorie zu der phonologischen Form in eckigen Klammern:

(124)	Phon:	el[+,-,+]	lEr[α,-,+]	In[α,β,-]
	Kat:	n	n\n[pl]	n\np[gen]

Die Unifikation betrifft immer nur die nicht spezifizierten Merkmale, d. h. sollten die Merkmale verschiedene Werte haben, ist die Unifikation nicht gescheitert. So ist das Merkmal [±offen] in *el* und *lEr* [+offen] doch in *In* [–offen]. Dies läßt sich auch so verstehen, daß die Anwendung der Vokalharmonie eine Folge der Anwendung des Suffixes ist und nicht dessen Bedingung. Oder anders ausgedrückt, die Vokalharmonie wird immer nur in den Aufbaugleichungen beschrieben, niemals in den Testgleichungen. Weiterhin gibt es im Türkischen auch noch eine Konsonantenharmonie, die die Stimmhaftigkeit der Plosive an die des vorangehenden Konsonanten angleicht. Diese kann entsprechend der Vokalharmonie beschrieben werden. Die Kategorie *Phon* wird im folgenden aus Übersichtsgründen meist nicht mehr mitangegeben, kann aber leicht rekonstruiert werden.

5.2. Morphologie

Jedes Suffix des Türkischen bezeichnet genau eine grammatische Funktion und steht an einer bestimmten Stelle in einer Folge von Suffixen. Ich werde kurz die Flexionsmorphologie des Nomens und Verbes vorstellen. Auf die umfangreiche Wortbildungsmorphologie kann ich nicht eingehen. Diese kurze Behandlung der Flexionsmorphologie soll sowohl die Voraussetzung für die spätere syntaktische Beschreibung sein, als auch zeigen, daß sich die Morphologie kategorialgrammatisch sehr schön darstellen läßt.

5.2.1. Nominalmorphologie

Das Nomen im Türkischen kann drei verschiedene Suffixe in folgender Reihenfolge nehmen:

(125) Stamm- (Pluralsuffix-) (Possessivsuffix-) Kasussuffix

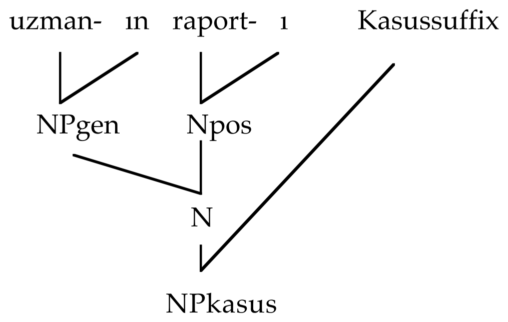
Die runden Klammern "( )" deuten an, daß diese Suffixe optional sind. Das Pluralsuffix deuten wir als Funktorkategorie, die aus einem Nomen ein Nomen mit der Nebenkategorie [num: pl] macht. Dies notieren wir als n\n[pl].

(126) ev "Haus" ev-ler "Häuser"

Die Genitiv- oder Possessivkonstruktion im Türkischen besteht aus einem Kopfnomen, das ein Possessivsuffix trägt, und einem Nomen mit einem Genitivsuffix. Das Nomen im Genitiv modifiziert das Kopfnomen. Bei dieser Modifikation handelt es sich um ein Besitzverhältnis, auch wenn es kein physikalisches Besitzverhältnis sein muß. Der Genitiv drückt den Besitzer und das Possessiv das Besessene aus (Lewis 1967, S. 28 und Underhill 1980, S. 91). Genitivsuffix und Possessivsuffix, das mit dem Genitiv in Person und Numerus[18] kongruieren muß, verweisen aufeinander und beide sind in einer Genitivkonstruktion notwendig. Der Genitiv kann wegfallen, wenn er ein Pronomen ist (s.u. 5.3.3. *Die Pro-Drop-Eigenschaft*). Man kann eine Genitivkonstruktion, wie (127) mit einer Struktur, wie in (127a), versehen. Erst das Kasussuffix, das immer am weitesten rechts steht, bildet den Abschluß der Nominalphrase.

(127) uzman-ın raport-ı "Bericht des Experten"
Experte-gen Bericht-pos.3.sg

(127a)



Ganz wörtlich könnte (127) mit "Des Experten sein Report" übersetzt werden, was dem Gebrauch einiger deutscher Dialekte entspricht, die anstelle des Genitiv ein Dativ benutzen: "Dem Vater seine Joppe". Da diese Genitivkonstruktion doppelt markiert ist, müssen wir uns in der Formalisierung entscheiden, ob wie den Genitiv als Hauptfunktor annehmen, d. h. ihn als einen Funktor auffassen, der ein Nomen nimmt und dann ein Nomen mit [pos] verlangt (n\(n/n[pos]) (128a) oder ob wir das Possessivsuffix als Hauptfunktor annehmen, d. h. es als einen Funktor verstehen, der ein Nomen nimmt und dann eine NP im Genitiv verlangt: n\(np[gen]\n) (128b). Die Kongruenzmerkmale des Genitivs werden als Nebenkategorien notiert. Sie haben für jede Form des Possessivsuffixes eine feste Form. Unspezifiziert gebe ich ihre Stelle mit *per* und *num* an: np[gen,per, num]:

(128a) uzman- ın raport- ı "Bericht des Experten"
Experte- gen Bericht- pos.3.sg
n[3.sg] n\(n/n[pos]) n n\n[pos.3.sg]
n/n[pos.3.sg] n[pos.3.sg]
n

[18] Eine Ausnahme ist die 3. Pl., bei der das Pluralsuffix normalerweise wegfällt. So findet man (i) statt zu erwartend (ii) für "ihr Haus". (ii) bedeutet vielmehr "ihre Häuser":

(i)	onların	ev- i	(ii)	onlarin	ev- ler-i
	Pron.pl.3.	Haus-Pos.3.		Pron.pl.3.	Haus -pl Pos..3.

(vgl. Underhill 1980, S. 92f.; Kissling 1960, S. 41f.)

(128b) uzman- ın raport- ı "Bericht des Experten"
Experte-gen Bericht- pos.3.sg
n[3.sg] n\np[gen] n n\(np[gen, 3.sg]\n)
np[gen, 3.sg] np[gen, 3.sg]\n
n

Die Analyse (128b) ist vorzuziehen, da sie nur harmonische Funktoren gebraucht. Nach Analyse (128a) müßte man einen disharmonischen Funktor n\(n/n[pos]) annehmen, der nicht so gut in eine agglutinierende suffigierende Sprache paßt, deren Suffixe Funktoren mit Linksapplikation entsprechen. Nach Analyse (128a) hätten wir einen recht komplexen Kategorienindex für das Genitivsuffix, der sich stark von den der anderen Kasussuffixen unterscheiden würde (vgl. 130). Außerdem würde die angenommene Struktur (127a) in den Kategorienindizes nicht nachgespielt. Schließlich erleichtert die Analyse (128b) auch den Fall, daß ein pronominaler Genitiv wegfallen kann (Pro-Drop-Eigenschaft).

Es gibt noch eine weitere Konstruktion, die mit dem Possessivsuffix gebildet wird und der Genitivkonstruktion sehr ähnlich ist. Sie wird daher auch indefinite Genitivkonstruktion (Lewis 1967, S. 42), feste Genitivverbindung (Wendt 1972, S. 81) oder verkürzter Genitiv (Kissling 1960, S. 42) genannt:

(129) hehir plan-ı ögle yemeg-i Türkiye Cumhuriyet-i
Stadt Plan-pos Mittag Essen-pos Türkei Republik-pos
"Stadtplan" "Mittagessen" "Türkische Republik"

Diese Konstruktion unterscheidet sich jedoch von der oben vorgestellten Genitivkonstruktion dadurch, daß das modifizierende Nomen keine Endung hat und daß das Verhältnis zwischen den Nomen kein possessives sondern ein eher qualifizierendes ist (Lewis 1967, S. 42.). Es handelt sich bei dieser Konstruktion auch nicht um eine syntaktische Bildung, sondern um eine sehr produktive Wortbildung des Türkischen, die der deutschen Nomenzusammensetzung oder –komposition recht ähnlich ist (vgl. (129)). Underhill (1980, S. 93) nennt sie daher "possessive compounds". Daß es sich hier um einen lexikalischen Prozeß handelt, findet auch darin seinen Ausdruck, daß zwischen den beiden Nomen kein anderes Element stehen darf und das erste (modifizierende) Nomen den Hauptakzent trägt, während zwischen den beiden Gliedern der Genitivkonstruktion Adjektive oder der unbestimmte Artikel stehen dürfen und beide Glieder einen Akzent tragen (ebd.). Diese Wortbildung ist hier nur erwähnt, da sie der Genitivkonstruktion sehr ähnlich sieht und in dem abschließend behandelten Fragment häufig vorkommt (s. u. 5.5.). Um sie zu beschreiben, müßte man dem Possessivsuffix eine weitere Kategorie zuweisen, die keinen Genitiv fordert: (n[num]\(n\n[num])), die aber nur im Lexikon wirksam ist. Ich werde sie im folgende als einen einfachen idiomatischen (lexikalisierten) Ausdruck behandeln.

Es gibt im Türkischen 6 Kasus, von denen einer die Form des Stammes ohne Endung hat. Er wird Absolut genannt und steht für den Nominativ oder indefiniten Akkusativ. Weiterhin gibt es den Genitiv, der ein (grammatisches) Besitzverhältnis anzeigt (s.o.), den Dativ, der das indirekte Objekt oder eine Richtung bezeichnet, den Akkusativ, der als definiter Akkusativ verstanden wird und das direkte Objekt bezeichnet, und den Lokativ sowie den Ablativ, die den Ort (auf die Frage "wo?") bzw. den Punkt, von dem aus etwas geschieht, bezeichnen (Lewis 1967, S. 28, 35-38 und 248-252). Die Kasussuffixe bilden den Abschluß einer Nominalphrase und beziehen sich auf die ganze NP, anders als im Deutschen oder Lateinischen, wo jeder Teil der NP ein Kasusmerkmal trägt. Die beiden Kasussuffixe für den Lokativ und Ablativ fasse ich genauso wie Postpositionen auf, die aus einem Nomen eine Postpositionalphrase (PP) machen, die adverbial benutzt werden kann (d. h. (np\s)/(np\s)). Ich beschreibe die anderen Kasussuffixe als Funktorkategorien, die aus einem Nomen (genauer: aus einer Konstituente der Kategorie N) eine NP machen. Für diese Analyse spricht, daß es im Türkischen keinen Artikel gibt und die Kasussuffixe phrasenfinal stehen. Plural- und Possessivsuffix stehen ebenfalls am Ende einer Phrase, jedoch vor dem Kasussuffix, d.h. sie machen aus einer Konstituente der Kategorie N noch keine NP. Es läßt sich nun folgende Tabelle erstellen:

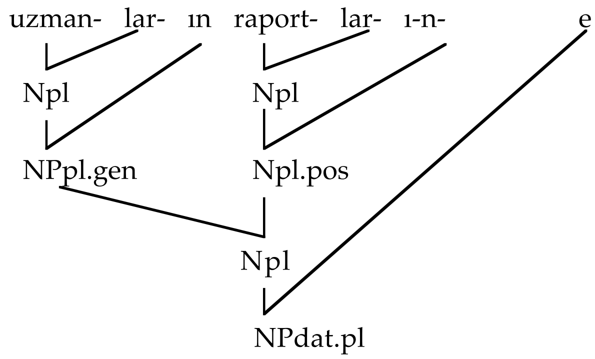
(130)

Suffix	Phon	Kat
Plural	lEr [α,-,+]	n\n[pl]
Possessiv	Im, [α,-,+]	n[num]\(n[gen, 1.sg]\n[num]) entsprechend für andere Per. und Num.
Absolut	Ø	n[num]\np[num, akk indef v nom]
Genitiv	In [α,β,-]	n\np[gen]
Akkusativ	I [α,β,-]	n\np[akk def]
Dativ	E [α,-,+]	n\np[dat] oder n\((np\s)/(np\s))
Lokativ	DE [α,-,+]	n\((np\s)/(np\s))
Ablativ	DEn [α,-,+]	n\((np\s)/(np\s))

Die richtige Reihenfolge der Suffixe wird dadurch gewährleistet, daß die Kasussuffixe aus einem Nomen eine NP machen, also immer nur zuletzt angewendet werden können. Das Pluralsuffix muß direkt an den Stamm und das Possessivsuffix darf an ein Nomen mit spezifizierten Numerus angehängt werden. Es muß jedoch dieses Merkmal weitergeben, das als Nebenkategorie [num] in der Kategorie auftaucht. Bei den Kasussuffixen braucht nur das Nullsuffix (Ø) für den Nominativ den Numerus weitergeben, um mit dem Verb kongruieren zu können. Das Possessivmerkmal entspricht einer Genitiv-NP Lücke, die abgebaut werden muß.
Die komplexe NP (131) hat die Struktur und die kategorialgrammatische Ableitung (131b):

(131) uzman- lar- ın raport- lar ı-n- e "Den Berichten der Experten"
Experte- pl- gen Bericht pl-pos.3.sg - dat

(131a)



(131a)

	uzman-	lar-	ın	raport-	lar	ı-n-	e
	Experte-	pl-	gen	Bericht-	pl	pos.3.sg	dat
1	n	n\n[pl]	n\np[gen]	n	n\n[pl]	n[num]\(np[gen]\n[num])	n\np[dat]
2		n[pl]		n[pl]			
3			np[gen]			np[gen]\n[pl]	
4				n[pl]			
5						np[pl.dat]	

In Zeile 1 werden die Pluralsuffixe auf die Nomen angewendet. In 2 wird das Possessivsuffix auf das Kopfnomen *raportlar* angewendet und macht daraus ein Possessivnomen, das nach einer NP im Genitiv verlangt (Index: np[gen]\n[pl]). In 4 wird es auf die Genitiv-NP angewendet und ist nun vom Typ Npl. Darauf läßt sich nun das Kasussuffix in 5 anwenden und wir erhalten eine NP im Dativ. Das Kasussuffix hätten wir auch schon auf den Index in Zeile 3 anwenden können. Mit Funktionalkomposition erhält man aus np[gen]\n[pl] und n\np[dat] den Index np[gen]\np[pl.dat], der dann durch die Genitiv-NP gesättigt wird. (Das Merkmal [gen 3.sg] habe ich vereinfachend als [gen] dargestellt.)

Ein weiteres Problem ist die gleiche Kategorisierung von Eigennamen und allgemeine Namen mit dem Kategorienindex n. Vereinfachend hatte dieser Kategorienindex, der sich an die Eigennamen anlehnt, diese beiden Arten der Nomina erfaßt. Um jedoch die – zumindest in der Semantik klaren – Unterschiede zwischen Eigennamen und allgemeinen Namen auszudrücken, müßten erstere den Index n und letztere den Index s/n (bzw. n\s) erhalten. Dies ließe sich mit einem teilspezifierten Kategorienindex x/n erreichen, der für x = ø den Index n für Eigennamen ergibt und für x = s den Index s/n für allgemeine Namen. Für x = n erhält man den Index n/n für Attribute. Darunter fallen im wesentlichen Adjektive. Damit kann die teilspezifizierte Kategorie x/n alle Nomina beschreiben. Formuliert man alle Nominalsuffixe (vgl. (130)) mit diesem teilspezifizierten Index neu, kann man sie auch an Adjektive anhängen. Dies entspricht genau der sprachlichen Wirklichkeit, daß man nämlich im Türkischen an beinahe alle Adjektive Nominalsuffixe zu hängen kann (Lewis 1967, S. 52):

(132)	büyük-	ler -	im "my elders"
	groß-	pl-	pos.1.sg
1	n/n	(x/n)\n[pl]	(x/n[num])\(np[gen, 1.sg.]\n[num])
2		n[pl]	
3		np[gen, 1.sg.]\n[pl]	↓ **Pro-Drop**
4			n[pl]

In Zeile 1 wird das Pluralsuffix auf das Adjektiv angewendet. Das x in dem teilspezifizierten Index wird dabei mit dem n der Adjektivkategorie unifiziert. In 2 bleibt das x leer, was dem Index n entspricht. Außerdem wird das Merkmal pl unifiziert und weitergereicht. In 3 fehlt immer noch ein Genitiv. Wegen der Pro-Drop-Eigenschaft kann der hier geforderte Genitiv der 1. Person Singular *benim* fehlen (vgl. 5.3.3.). Um die Ableitungen nicht zu komplex werden zu lassen, notiere ich auch weiterhin Eigennamen und allgemeine Namen mit n (sofern sie nicht im Prädikat stehen, vgl. 5.3.1.).

5.2.2. Verbalmorphologie

Es gibt viel mehr Flexionssuffixe für Verben wie für Nomen, so daß oft recht lange Formen selbst im gesprochenen Türkisch gebildet werden. Ihre Anordnung ist vereinfachend wie folgt:

(133) Stamm (Derivation) (Negation) Zeit/Aspekt (Hilfsverb) Personalendung

1. Ein Verbstamm kann durch ein Derivationssuffix in einen anderen Stamm abgeleitet werden. Durch In in einen reflexiven, durch Ih in einen reziproken, durch DIr in einen kausativen und durch Il in einen passiven Stamm. Diese Suffixe lassen sich auch in der angegebenen Reihenfolge miteinander kombinieren, wobei das Kausativsuffix sogar wiederholt angewendet werden darf (Lewis 1967, S. 153):

(134)	einfach	tanı	"kennen"
	reziprok	tanı-h	"sich gegenseitig kennen"
	kausativ	tanı-h-tır	"sich gegenseitig kennen machen = vorstellen"
	passiv	tanı-h-tır-ıl	"gegenseitig vorgestellt werden"

Da diese Suffixe je die Rektion des Verbes verändern läßt sich keine einheitliche Kategorisierung angeben. Funktionen wie Kausativ, Passiv etc. lassen sehr schön kategorialgrammatisch nachspielen (vgl. von Stechow 1989, S. 106ff.).[19]
2. An einem Stamm oder abgeleiteten Stamm kann ein Suffix für die Negation mE oder für die Unmöglichkeit (y)EmE stehen (Underhill 1986, S. 15). Da es sich hier um eine Satznegation handelt, muß sie die Kategorie s\s tragen. Sie wird mit Hilfe der Funktionalkomposition auf den Verbstamm angewendet. Dies entspricht natürlich der Affixregel von Ades und Steedman (s. o. 3.2.2.) mit dem Unterschied, daß hier die harmonische Funktionalkomposition ausreicht.[20]

(135) gel- mi- yor-um "Ich komme nicht"
kommen-nicht- prog-1.sg
np\s s\s ... **FK**
np\s

3. Das Zeit/Aspekt-Suffix ist für ein finites Verb obligatorisch. Die acht verschiedenen Zeit/Aspekt-Suffixe geben den Aorist (Ir), die Progressiv-Form (Iyor), die definite Vergangenheit oder di-past (DI), die narrative Vergangenheit oder mih-past (mIh), das Futur (EcEk), den Optativ ((y)E), die Notwendigkeitsform (mElI) und den Konditional (sE) an (ebd.). Diese Suffixe werden ebenfalls als Funktorkategorien beschrieben, die über den ganzen Satz wirken, also s\s. Durch Funktionalkomposition werden sie mit dem Stamm kombiniert.

4. Die vier Suffixe der Gruppe der Hilfsverben können an verbale und nicht verbale Prädikate gehängt werden. Dabei steht (y)DI für Vergangenheit, (y)mih für den Dubativ, (y)sE für einen weiteren Konditional und (y)ken für einen Adverbial. Zwei Beispiele dazu (Wendt 1972, S. 122):

---

[19] An dieser Stelle ließe sich auch zeigen, wie Kombinatoren als Semanteme für sprachliche Ausdrücke, hier für Derivationsmorpheme, benutzt und kombiniert werden könnten (vgl. Steedman 1988).
[20] Die Semantik unterstützt auch diese Analyse. So erhält man nach Anwendung der Funktionalkomposition $\lambda x_{typ<np>}$ (nicht´(kommen´ x)) für den Ausdruck gel-mi.

(136) gel- ir- di "er pflegte zu kommen"
kommen-aor- di-past
np\s s\s[aor] s\s[di-past] **FK**
np\s[aor] **FK**
np\s[aor, di-past]

(137) gel- yor- du "er kam gerade"
kommen-prog- di-past
np\s s\s[prog] s\s[di-past] **FK**
np\s[prog] **FK**
np\s[prog, di-past]

5. Schließlich ist für jede finite Verbform wie für jedes andere Prädikat eine Personalendung (oder Kopula) obligatorisch, die den Numerus und die Person des Subjektes anzeigt. Ich stelle ihre Syntax in 5.3.1. ausführlich vor. Weitere Verbalsuffixe, die Partizipien bilden, werde ich in 5.4. einführen, wenn ich den Relativsatz im Türkischen diskutiere.

5.3. Syntax

In diesem Abschnitt werden einige grundlegende syntaktische Eigenschaften des türkischen Satzes beschrieben. Am einfachen Satz werde ich die Kategorisierung der Personalendung oder Kopula erläutern. Dann gehe ich auf Rektion und Wortstellung ein und kläre damit den Aufbau der Kategorie des Verbes. Schließlich wird noch die Pro-Drop-Eigenschaft und ihre Folgen erwähnt. Eine wesentliche Eigenschaft möchte ich schon hier vorausgreifen. Ein modifizierendes Element geht dem modifizierten immer voraus. In anderen Worten, ein Attribut (adjektivisch, adverbial etc.) steht vor dem Kopf, dessen Haupt- und Nebenkategorien es nicht ändert, ist also von der allgemeinen Kategorie x[merk]/x[merk], während ein Prädikat dem Prädiziertem folgt und dessen Kategorie ändert: x\s. Suffixe haben stets die Form x\y.

5.3.1. Der einfache Satz

Traditionell werden türkische Sätze in Nominalsätze und Verbalsätze eingeteilt. Diese Unterscheidung hat nicht die praktische Bedeutung wie in anderen Sprachen (Lewis 1967, S. 239). Ich werde zeigen, weshalb diese Unterscheidung für das Türkische nicht viel besagt. Ich gebe ein längeres Beispiel aus einem Lehrbuch des Türkischen an, um verschiedene einfache Sätze vorzustellen (Wendt 1972, S. 56):

(138) Bir lokanta-ya gid-iyor-um. Hava burada bulutlu-dur.
ein Restaurant-dat gehen-prog-1.sg Wetter hier bewölkt-3.sg
"Ich gehe in ein Restaurant. Das Wetter ist hier bewölkt"

Ben dolmuh-a bin-iyor-um. Bunlar pahalı değil-dir.
Ich Dolmusch steigen-prog-1.sg Dies-pl teuer nicht-3.sg
Ich steige in ein Dolmusch. Diese sind nicht teuer."

Dolmuh bir çesit taksi-dir. Yolcu-lar teker teker dolmuh-a bin-iyor-lar
Dolmusch ein Art Taxi-3.sg Fahrgast-pl einzeln Dolmusch steigen-prog-3.pl
"Ein Dolmusch ist eine Art Taxi. Die Fahrgäste steigen einzeln ein."

Alle Prädikate müssen mit der Personalendung versehen sein, die mit dem Subjekt in Person und Numerus kongruiert. Damit entspricht sie der Kopula in indoeuropäischen Sprachen. Historisch ist sie auch aus einer Form von *sein* entstanden und Lewis (1967, S. 97) bezeichnet sie als Präsens von *sein*. Da die Personalendung sowohl Verben (*gidiyor-um, biniyor-lar*) als auch eine Reihe nicht-verbaler Ausdrücke (*bulutlu-dur, taksi-dir*) nehmen kann, um daraus ein Prädikat zu machen, kann man sie mit einer teilspezifizierten Kategorie am einfachsten beschreiben: (x/n\y)\(np\s). Dabei wird die Personalendung auf eine VP vom Typ np\s angewendet, d.h. es fehlt noch ein Argument, nämlich das Subjekt. Die VP ist also vom Typ np[nom]\s. Die Personalendung fordert dann die Kongruenz mit dem Subjekt. Sollte die Personalendung auf eine modifizierte VP, wie in (135) - (137), angewendet werden, müssen die Verbmerkmale (vgl. (133)) weitergereicht werden. Dies wird als Variable in einer Unterkategorie notiert: (x/n\y[α])\(np\s[α]) Damit lassen sich nun folgende Kategorienindizes bilden:

(139) Personalendung (x/n\y[α])\(np\s[α])

x	y	Index	Kategorie	Beispiel
n	ø	(n/n)\(np\s)	Adjektive	bulutlu-
s	ø	(s/n)\(np\s)	allg. Namen	taksi-
s/s	s[α]	((s/s/n)\s[α])\(np\s[α])	VP	gidiyor-
	gleich:	(np[nom]\s[α])\(np\s[α])		

Es lassen sich wohl noch weitere Ausdrücke mit Hilfe der Personalendung (Kopula) zu einem Prädikat machen. Die Kongruenz (agr) mit dem Subjekt wird durch die jeweilige Form der Personalendung ausgedrückt. Wir notieren dies in Nebenkategorien: (x/n\y)\(np[nom, agr: per, num]\s). Ich gebe eine vollständige Liste der sechs Personalendungen an:

(140)

Person	Suffix	Kategorienindex
1.sg	Im	(x/n\y)\(np[1.sg]\s)
2.sg	sIn	(x/n\y)\(np[2.sg]\s)
3.sg	(DIr)	(x/n\y)\(np[3.sg]\s)
1.pl	ImIz	(x/n\y)\(np[1.pl]\s)
2.pl	sInIz	(x/n\y)\(np[2.pl]\s)
3.pl	(DIr) lEr	(x/n\y)\(np[3.pl]\s)

Die 3. Person Singular (3.sg) wird nur im formalen Stil gebraucht. Die Pluralendung *lEr* kann wegfallen, wenn der Plural andersweitig angezeigt ist:

(141) Dolmuh bir çesit taksi- dir
Dolmusch ein Art Taxi- 3.sg
np[nom, 3.sg] (s/n)/(s/n) s/n (x/n\y)\(np[nom, 3.sg]\s)
s/n
(np[nom, 3.sg]\s)
s

(142)

Ben	dolmuh- a	bin-	iyor-		um.
Ich	Dolmusch-dat	einsteigen-	prog-		1.sg
np[nom, 1.sg]	n n\np[dat]	np[dat]\(np[nom]\s)	s\s[prog]	**FK**	(x/n\y)\(np[nom, 1.sg]\s)

np[dat] np[dat]\(np[nom]\s[prog])

np[nom]\s[prog]

(np[nom, 1.sg]\s[prog]

s[prog]

Es dürfte deutlich geworden sein, daß sowohl Verbal- wie Nominalsatz die Personalendung brauchen und ihr Unterschied nicht im Gebrauch der Kopula liegt, wie dies z. B. im Deutschen der Fall ist.

5.3.2. Rektion und Wortstellung im Verbalsatz

Verbale und nicht-verbale Prädikate fordern immer ein Subjekt, mit dem sie in der Personalendung kongruieren. Verbale Prädikate verlangen jedoch oft noch weitere Argumente, deren Kasus sie regieren. Meist sind dies der Akkusativ für das direkte Objekt und der Dativ für das indirekte. Doch auch der Ablativ oder Lokativ können zur Verbvalenz gehören. Neben diesen obligatorischen Argumenten können weitere optionale das Verb modifizieren. Die typische oder kanonische Anordnung der Elemente mit ihren Kategorienindizes in einem Verbalsatz ist wie folgt (Lewis 1967, S. 240; Wendt 1972, S. 135):

(143)	Subjekt	Zeit	Ort	ind. Objekt	dir. Objekt	adverbial	Verb
	np[nom]	vp/vp		np[dat]	np[akk]	vp/vp	vp

Ich gebrauche vp als Abkürzung für Verben verschiedener Rektion oder Valenz, d.h. vp ist eine Abkürzung für np\....\s. Das Verb als Kopf des Satzes sollte die Reihenfolge der obligatorischen Argumente kategorisieren. Ein Verb wie *zeigen* hat den Index: (np[akk]\(np[dat]\np[nom]\s))). Dies läßt sich auch in einer Liste darstellen: (np[akk],np[dat],np[nom])\s) (Egli 1989). Ein "typischer" Satz sieht so aus (Lewis 1967, S. 240):

(144)

ressam	geçen hafta	Bebek´te	bize	resim-ler-i-ni	ikinci defa	göster-di
Künstler	letzte Woche	Bebek-lok	uns	Bilder-pl-pos-akk	zweite Mal	zeigen-di-past
np[nom]	vp/vp	vp/vp	np[dat]	np[akk, pl,pos:3sg]	vp/vp	|

(np[akk], np[dat], np[nom])\s

np[nom]\s

np[nom]\s

s

Ich habe immer gleich mehrere Ausdrücke zusammengefaßt. Der Satz heißt in ordentlichem Deutsch: "Letzte Woche zeigte der Maler uns seine Bilder in Bebek zum zweiten Mal." In dieser Konstruktion bezieht sich das Possessivsuffix in *resimler-**i**-ni* nicht auf einen Genitiv sondern auf einen anderen Satzteil. Dies müßte in einer Erweiterung der Possessivregel eingebaut werden. Das *n* zwischen Possessivsuffix und Akkusativendung ist ein Bindekonsonant.

Diese kanonische Wortstellung unterliegt weiteren Modifikationen und wird in informeller Sprechweise auch nicht streng eingehalten, da sie durch Kasus ausreichend markiert ist (vgl. Lewis 1967, S. 241ff. und Underhill 1986, S. 18).

5.3.3. Die Pro-Drop-Eigenschaft

Im Türkischen können Subjektpronomina wegfallen, da sie aus der Personalendung des Prädikates hergeleitet werden können. Für das Genitivpronomen gilt das Gleiche, da es ebenfalls mit dem jeweiligen Possessivsuffix kongruiert. Daher versteht man das Possessivsuffix auch als eine Art Personalendung für Nomina. Die Pro-Drop-Eigenschaft spiele ich mit einer Regel nach, durch die eine NP, deren Person und Numerus bestimmt ist, ausfallen kann: np[per, num]\x -> x. Ich wiederhole den ersten Satz aus unserem Übungsbeispiel (138).

(145)
Bir lokanta-ya   gid-iyor-um   "Ich pflege in ein Restaurant zu gehen"
ein Restaurant-dat   gehe-prog-1.sg
(np\s)/(np\s)   np[nom, 1.sg]\s[prog]
np[nom, 1.sg]\s[prog]   ↓ **Pro-Drop**
s[prog]

5.4. Der Relativsatz

In diesem Abschnitt soll abschließend das umfangreiche Phänomen des Relativsatzes im Türkischen vorgestellt werden. Denn im Gegensatz zu der Flexionsmorphologie, die auf den ersten Blick einfach zu durchschauen ist, da sie eine Eins-zu-Eins-Abbildung der grammatischen Funktionen darstellt, sind Relativsätze komplexer und schwerer zu analysieren, da sie keine einfache Zuordnung der grammatischen Relationen gestatten (Slobin 1986, S. 275) und syntaktische Grenzen in verschiedenster Weise Wortgrenzen überschneiden. Die bisher entwickelte Kategoriale Unifikationsgrammatik wird sich auch an dieser Konstruktion bewähren.
Das Türkische hat eingebettete pränominale Relativsätze (Lehmann 1984, S. 52). Dies entspricht einer SOV-Sprache, in der das modifizierende Element dem modifizierten vorangeht (vgl. 5.). Der Relativsatz enthält nicht das Kopfnomen, auf das er sich bezieht, und es gibt auch kein Relativpronomen. Ein Relativsatz ist ein Satz mit einer Leerstelle (die des Bezugswortes) und einem Relativpartizip. Dieses ist aus einem Verbstamm und einem Partizipialsuffix anstelle der Zeit/Aspekt-Suffixe und Personalendung gebildet. Das Verb behält seine Rektion.
Es gibt im Türkischen zwei Relativsatzkonstruktionen. Die eine entspricht einem attributiven Partizip und wird angewendet, wenn das Bezugswort sich auf das Subjekt im Relativsatz bezieht (147). Die andere Konstruktion entspricht einem Substantivsatz und wird in allen anderen Fällen angewendet (148).[21]

(146)   oglan   mekteb-e   gid-er   "Der Sohn geht in die Schule"
Sohn   Schule-dat   gehen-prog.

[21] Ausanahmen sind einige adverbiale Bestimmungen (z.B. im Lokativ).

(147) mekteb-e gid-en oglan "Der Sohn, der zur Schule geht"
Schule-dat gehen-part Sohn

(148) oglan-ın git-tig-i mektep "Die Schule, in die der Sohn geht"
Sohn-gen gehen-part-pos. Schule

Türkisch benutzt für jede dieser beiden Konstruktionen je eine Gruppe von Partizipialsuffixen, die mehr oder weniger den Zeit/Aspekt-Suffixen (vgl. 5.2.2.) entsprechen und ein Zeit/Aspekt-Verhältnis ausdrücken. Wenn das Kopfnomen sich auf das Subjekt bezieht, werden die Suffixe En, mIh (olan) oder EcEk (olan) für Präsens, Vergangenheit und Futur respektive benutzt. Ich werde mich stellvertretend auf das Suffix En beschränken und es mit *SP* wie Subjektpartizip bezeichnen. Es steht an einem Verb, dessen Subjektsstelle oder dessen Argument im Nominativ nicht besetzt ist. Es macht aus diesem (einstelligen) Prädikat ein Attribut, das auf ein Nomen angewendet werden kann: (np[nom]\s)\(n/n). Mit diesem Kategorienindex läßt sich das Beispiel (147) als (149) sehr klar beschreiben.

(149) mekteb-e gid- en oglan
in die Schule geh- ende Sohn
(np\s)/(np\s) np[nom]\s (np[nom]\s)\(n/n) n
np[nom]\s
n/n
n
"Sohn, der in die Schule geht"

Diese Form des Relativsatzes ist nur möglich, wenn das Kopfnomen sich auf das Subjekt der Relativsatzes bezieht. Diese Konstruktion entspricht derjenigen des Deutsche auf *–ende*.
Sollte sich hingegen das Kopfnomen auf ein anderes Element im Relativsatz beziehen, wird der Relativsatz als Substantivsatz konstruiert. Dabei steht das Subjekt des Relativsatzes im Genitiv und das Relativpartizip trägt ein Possessivsuffix wie in einer Genitivkonstruktion (s.o. 5.2.1.). Zur Bildung des Relativpartizips kann entweder das markierte Suffix EcEk (Futur - Potential) oder das unmarkierte Suffix DIk (Nicht-Futur - Real) benutzt werden (Lehmann 1984, 52). Ich beschränke meine Überlegungen auf DIk und kürze es mit *OP* für Objektpartizip ab. Dieses Suffix taucht normalerweise nur zusammen mit dem Possessivsuffix I in der Verbindung DIgI auf.[22] Hier stellt sich natürlich die Frage, ob das Partizipialsuffix DIk isoliert analysiert werden kann, oder nur der Komplex DIgI. Ich werde den Versuch wagen, eine Analyse für DIk zu liefern, um diese dann mit der schon entwickelten für das Possessivpronomen zusammenzuführen. Dabei lassen sich die Probleme bei Kombinieren der beiden Suffixe deutlicher zeigen. Betrachten wir zunächst folgendes Beispiel mit dem zugrundeliegenden Satz (150) und dem entsprechenden Relativsatz (151), in dem sich das Kopfnomen auf das Objekt bezieht.

(150) kardeh-im misarfir-i bekli-yor "Mein Bruder erwartet den Gast"
Bruder-mein Gast-akk erwarten-prog
np[nom] np[akk] (np[akk],np[nom])\s[prog]
(np[nom])\s[prog
s[prog]

22 Ausnahmen sind einige lexikalisierte Formen und Verbindungen mit Ablativsuffix, wie in 5.5. (161, Zeile 8).

(151) kardeh-im-in bekli- dig- i misarfir
Bruder-mein-gen erwarten- OP pos3.sg Gast
np[gen] (np[akk],np[nom])\s ? n\(np[gen]\n) n
??
np[gen]\(n/n)
n/n
n

"Gast, den mein Bruder erwartet"

Welchen Kategorienindex können wir dem Suffix DIk zuweisen und welchen der Zusammensetzung DIgI? Letzterem muß der Index: ((np,np[nom]\s)\(np[gen]\(n/n))[23] zukommen, d. h. es ist ein Funktor, der ein Verb mit zwei freien Argumentenb verlangt und daraus einen Funktor macht, der auf einen Genitiv angewendet ein Attribut ergibt. Der Genitiv fungiert als Subjekt. Das Partizipialsuffix DIk allein könnte analog zu En so kategorisiert werden: ((np,np[nom]\s)\(n/n), macht also aus einem Prädikat mit zwei Leerstellen ein einstelliges Attribut. Dies entspricht auch seinem Charakter als eine Art Partizip Perfekt Passiv für transitive Verben.[24] Das Possessivsuffix auf ein Nomen angewendet verlangt den Genitiv und ergibt dann ein Nomen: n\(np[gen]\n). Diese beiden Kategorienindizes zusammenzufassen ist recht kompliziert, da es sich hier um eine Art doppeltes Klammerungsparadox handelt (vgl. 3.2.2.): Das Possessivsuffix verweist auf den Genitiv, während sich das Partizipialsuffix auf das Kopfnomen bezieht:

(152) kardeh-im-in bekli- dig- i misarfir
np[gen] (np[akk],np[nom]\s ((np,np[nom]\s)\(n/n) n\(np[gen]\n) n
↑ ↓ ↑
↓

Im Grunde hängt die Schwierigkeit, die beiden Kategorienindizes zusammenzubringen, mit der Kategorisierung für Nomina zusammen, die im Türkischen entweder attributiv oder nicht attributiv verwendet werden können (s.o. 5.2.1.). Der Index für DIk gibt einen attributiven Gebrauch an, der des Possessivsufixes I einen nicht-attributiven. Sobald diese Unklarheit der Kategorisierung durch eine teilspezifizierte Kategorie (x/n) für Nomina beseitigt ist, lassen sich die beiden Indizes problemlos mit Funktionalkomposition zusammenfassen (für x = n erhalten wir den attributiven Gebrauch):

(153) DIg- I --> DIgI
((np,np[nom])\s)\(x/n) (x/n)\(np[gen]\(x/n) --> ((np,np[nom])\s)\(np[gen]\(x/n))

Nach dieser kleinen Fingerübung wird im folgenden von einem nicht weiter analysierbaren Relativsuffix DIgI ausgegangen, das den Kategorienindex ((np,np[nom])\s)\(np[gen]\(n/n)) hat. Entsprechend der verschiedenen Formen des Possessivsuffixes für die Personen und Numeri, liegen auch für das Relativsuffix DIgI sechs Formen vor, die sich nach Person und Numerus unterscheiden. Im folgendem wird meist die Form DIgI (3. Person, Singular) gebraucht. Die vollständige Analyse für (151)

[23] Die Partizipialformen werden hier nur im Hinblick auf Relativsätze betrachtet, d. h. in ihrer attributiven Verwendung. Sie können jedoch auch nominal verwendet werden. Sie tragen dann Nominalsuffixe. Der Kategorienindex der Partizipialsuffixe ist für diese Verwendungsweise nur leicht zu verändern. Statt der resultierenden Kategorie n/n für Attribute ergibt sich eine resultierender Kategorienindex n für Nominal (vgl. 5.2.1.).

[24] Im Alttürkischen (ca. 750 -1300) bildete *-duk* Verbalnomina unbestimmter Diathese, wie *um-duq* "Hoffnung", während *-n* ein Verbaladjektiv aktivischen Sinns bildete (Lehmann 1984, S. 376).

gebe ich in (154) an:

(154) kardeh-im-in bekli- digi misarfir
Bruder-mein-gen erwarten- OP-3.sg Gast
np[gen3.sg] (np[akk],np[nom]\s ((np,np[nom]\s)\(np[gen,3.sg]\(n/n)) n
np[gen,3.sg]\(n/n)
n/n
n
"Gast, den mein Bruder erwartet"

Die beiden Partizipialsuffixe haben folgende komplexe Kategorien:

(155)

Suffix	Kategorienindex
En	(np[nom]\s)\(n/n)
DIgI	((np,np[nom])\s)\(np[gen,3.sg]\(n/n))

Die beiden Relativsatzkonstruktionen lassen sich mit den angegebenen Indizes in dem Formalismus der Kategorialen Unifikationsgrammatik gut beschreiben. Interessant ist nun, ob dieses Instrumentarium auch in der Lage ist, Relativsatzkonstruktion zu beschreiben, in denen sich das Kopfnomen auf einen Genitiv im Relativsatz bezieht. Modifiziert nämlich der Genitiv das Subjekt, so muß das Subjektpartizip En benutzt werden, während in allen anderen Fällen, in denen der Genitiv sich nicht auf das Subjekt bezieht, das Objektpartizip DIgI genommen wird.[25] Der Genitiv verhält sich also wie die Phrase, in der er eingebettet ist. Ich gebe ein Beispiel zu einer solchen Konstruktionen mit dem Subjektpartizip (156), und dessen zugrundeliegenden Satz (157) (Underhill 1972, S. 88):

(156) ogl-u mekteb-e gid- en adam
Sohn-pos.3sg Schule-dat gehen-SP Mann
"Der Mann, dessen Sohn zur Schule geht"

(157) adam-ın ogl-u mekteb-e gid-er
Mann-gen Sohn-pos.3sg Schule-dat gehen-aor
"Der Sohn des Mannes geht zur Schule"

Mit dem Possessivsuffix in ogl-**u** wird auf das fehlende Element, nämlich den Genitiv, verwiesen. Ich gebe eine Analyse des Satzes (156) als (158):

(158) ogl- u- ø mektebe gid- en adam
1 Sohn-pos.3.sg nom zur Schule gehen- SP Mann
2 n n\(np[gen]\n) n\np[nom] np[nom]\s (np\s)\(n/n) n
3 np[gen]\n **FK**
4 np[gen]\np[nom] **FK**
5 np[gen]\s
6 n/n
n

Zeile 1: oglu ist ein Absolut, hier das Subjekt zu *mektebe gid* "in die Schule gehen". In 2

[25] Genauer müßte man sagen, wenn der Genitiv Subkonstituente des Subjektes bzw. eines Nicht-Subjektes ist, da sich ein Bezugswort auch auf ein Genitivattribut eines Genitivattributs beziehen kann. (Lehmann 1984, S. 53)

wird zunächst das Possessivsuffix auf den Stamm angewendet, wobei eine Genitivlücke entsteht. 3: Mit Funktionalkomposition läßt sich nun das Kasussuffix (hier ø) anwenden: wir erhalten eine NP im Nominativ mit Genitivlücke. 4: Mit Funktionalkomposition kann der Index des Prädikates auf diese NP mit Lücke angewendet werden. Die Lücke wird weitergereicht (vgl. 3.3.1) und man erhält einen Satz mit Genitivlücke. 5: Nun läßt sich das Subjektssuffix anwenden, das ja genau den Index np\s als Argument verlangt (die Unterkategorie [nom] ist dabei nicht so wichtig, wie gleich deutlich wird). 6: Der Relativsatz kann nun (attributiv) sein Kopfnomen modifizieren.
Um auch solche Relativsätze beschreiben zu können, in denen sich das Bezugswort auf ein Genitiv bezieht, muß man nur das Subjektssuffix leicht verallgemeinern: Man verzichtet auf die Spezifikation [nom] für die NP-Lücke. Es handelt sich jetzt nur noch um ein Suffix, das ein Prädikat mit einer leeren Argumentstelle nimmt und daraus ein Attribut macht. Die gleiche Strategie wird bei Relativsätzen mit dem Objektpartizip angewendet. Seine Kategorie braucht ebenfalls nur leicht verallgemeinert werden. Das Suffix DIgI (OP) unterscheidet sich dann im wesentlichen dadurch von dem Suffix En (SP), daß es ein Verb mit zwei leeren Argumentstellen nimmt. Die Analyse der Relativsatzes (160) der von dem deklarativen Satz (159) gebildet wurde zeigt dies (Underhill 1972, S. 89):

(159)	oglan	adam-ın	mekteb-in-e	gid-er
	Sohn	Mann-gen	Schule-pos.3sg-dat	gehen-AOR
	"Der Sohn geht zur Schule des Mannes"			

(160)

oglan-ın	mekteb-in-	e	git-	tigi	adam
Sohn-gen	Schule-pos.3.sg-	dat	gehen	OP	Mann
np[gen]	n n\(np[gen3.sg]\n)	n\((np\s)/(np\s))	np[nom]\s	((np,np\s)\(np[gen,3.sg]\(n/n))	n
2	np[gen3.sg]\n		FK		
3		np[gen3.sg]\[(np\s)/(np\s)]		AV	
4		[np[gen3.sg]\(np\s)]/(np\s)			
5		(np[gen], np[nom])\s			
6				(np[gen,3.sg]\(n/n)	
7			n/n		
				n	

"Der Mann, zu dessen Schule der Sohn geht"

1: Das Possessivsuffix wird auf den Stamm angewendet. Es ergibt ein Nomina, das eine Genitivlücke hat. 2: Diese Genitivlücke könnte mit dem Genitiv *oglan-ın* gefüllt werden. *oglan-ın* ist jedoch das Subjekt des Relativsatzes, das in dieser Konstruktion im Genitiv stehen muß. Die Ableitung ließe sich auch nicht weiter durchführen. Also wird die Genitivlücke mit Funktionalkomposition nach oben weitergereicht. Zuerst wird die Kasusendung angefügt: Es entsteht eine PP mit einer Genitivlücke. 3: Um die Genitvlücke aus der PP an den Satz weiterreichen zu können, muß die Klammerung nach der Regel der Argumentvertauschung (vgl. 3.3.3) liberalisiert werden. 4: Nun kann die Lücke weitergereicht werden: Es entsteht ein Prädikat dem zwei Argumente fehlen. 5: Darauf läßt sich nun das Objektssuffix anwenden. 6: Der Genitiv *oglan-ın* kann nun als Argument genommen werden und der Relativsatz kann auf das Kopfnomen angewendet werden (7).

5.5. Ein Fragment

In diesem Abschnitt soll die bisher entwickelte Theorie auf ein größeres zusammenhängendes Fragment des Türkischen angewendet werden. Die Wahl fiel zufällig auf einen Ausschnitt aus einer Nachrichtensendung in Türkischer Sprache. Dieser Ausschnitt wurde in dem Kurs *Hörverständnisübungen für gesprochenes Türkisch* (= Türkisch für die Mittelstufe) an der Universität Konstanz im Wintersemester 1986/87 angehört und transliteriert. Prof. Christoph Correll hat ihn freundlicherweise überarbeitet und die deutsche Übersetzung erstellt. Dieser Text ist sicherlich nicht typisch für Umgangssprache sondern vielmehr ausgesprochen formell mit komplizierten Partizipialkonstruktionen. Dennoch ist er gesprochenes Türkisch und für jeden Muttersprachler voll verständlich. Schließlich eignet er sich für diese Analyse besonders, da die Konstruktionen, die uns hier beschäftigen und auch in alltäglicher Rede vorkommen, geballt auftauchen. Ein solcher Text könnte auch in jeder Zeitung stehen.

(161) Nachrichten vom 30.11.1986

1 Bonn: Federal Almanya hükümet-in-in Suriye-ye karhı
Bundes Deutschland Republik-pos-gen Syrien-dat gegen

2 kararlahtır-dıgı yaptırım-lar-ı Avrupa birlig- i destekliyor.
vereinbart haben-OP Beschluß-pl-akk Europa Gemeinschaft-pos unterstützen.

3 Avrupa birligi konsey bahkan- ı Ingiltere dıh, ihleri bakanı Howe
EG Rat Vorsitzender-pos Englisch Außenminister Howe

4 Bonn-da al-ın-an önleme-ler-in ortak pazar-ın terör-le
Bonn-lok geben-pas-SP Maßnahmen-pl-gen gemeinsamer Markt-gen Terror-und

5 savahın politika-si-yle uyum için-de ol-dug-un-u söyle-di.
Kriegs Politik-pos-mit Übereinstimmung-lok gewesen sein-OP-akk sagen-di(past).

6 Bilindigi gibi Alman-Arap derneg-in-e yap-ıl-an bomba-lı
bekannt wie Deutsch-Arabisch Zentrum-pos-dat machen-pas-SP Bombe-ig

7 saldırmı-ya Suriyen-in karıh-tıgı,
Anschlag-dat Syrien-gen sich einmischen-OP

8 Berlin-de mahkeme karar-ıyle saptan-dık-tan sonra
Berlin-lok Gericht Entscheid-mit festgestellt worden sein-OP-abl nach(abl)

9 Federal hükümet üç Suriye diplomatını sınır dıhı et-mih,
Bundesrepublik drei Syrien Diplomaten-pos-akk des Landes verweisen-mih-past

10 Suriye-nin Bonn-da-ki askeri atahe sayı-sı-nı iki-ye indir-mih
Syrien-gen Bonn-lok-Adj militärisch Attaché Zahl-pos-akk zwei-dat mindern-mih-

11 Ham-da bohal-an Alman elçilig-in-e himdilik
Damaskus-auch sich-leeren-SP Deutsch Botschaft-pos-dat im Moment

12 atama yap-ma-ma-yı kararlaħ-tır.
Ernenung machen-Neg-Nom-akk es hat entschieden

13 Bunun üzerine Suriye de üç Alman diplomat-ın-ı
Daraufhin Syrien auch drei Deutsch Diplomaten-pos-akk

14 sınır dıħı et-ti- ve Bonn büyük elçi-sin-i
des Landes verweisen-di(past)-und Bonn groß Botschafter-pos-akk

15 geri çek-ti.
zurück ziehen-di-past

Die deutsche Übersetzung lautet:

"Bonn: Die europäische Gemeinschaft unterstützt die von der Bundesregierung gegen Syrien erlassenen Beschlüsse. Der Ratsvorsitzende der EG, der englische Aussenminister Howe, sagte, daß die in Bonn (soeben) getroffenen Vorsichtsmaßnahmen mit der Terror- und Kriegspolitik [sic!] des gemeinsamen Marktes übereinstimmten. Wie bekannt, hat die Bundesrepublik, nachdem in Berlin durch Gerichtsbeschluß festgestellt worden war, daß Syrien in den Bombenanschlag, der gegen den deutsch-arabischen Verein gemacht wurde, verwickelt ist, drei syrische Diplomaten des Landes verwiesen, die Zahl der in Bonn befindlichen Militärattachés Syriens auf zwei gesenkt (und) beschlossen, die leerstehende (sich geleert habende) deutsche Botschaft in Damaskus derzeit nicht zu besetzen. Daraufhin hat auch Syrien drei deutsche Diplomaten ausgewiesen und Bonn seinen Botschafter zurückgezogen."

Abschließend sollen zwei Sätze dieses Fragmentes ausführlich analysiert und diskutiert werden. Die jeweilige Ableitung zeigt, wozu die in dieser Arbeit entwickelte Kategorialen Unifikationsgrammatik in der Lage ist: Sie kann selbst komplexe und eingebettete Konstruktionen beschreiben. Das, was bei dieser Analyse jedoch offenbleibt, ist eine adäquate Semantik, die letztlich immer Ziel eines solchen syntaktischen Ansatzes sein muß.

Bibliographie

Ades, A. & Steedman, M. 1982. On the Order of Words. *Linguistics and Philosophie* 4, 517-558.

Ajdukiewicz, K. 1988. Die syntaktische Konnexität. In: D. Pearce & J. WoleØski (Hrsg.). *Logischer Rationalismus. Philosophische Schriften der Lemberg-Warschauer Schule*. Athenäum: Frankfurt, 207-226. Zuerst erschienen in: *Studia Philosophica* 1 (1936), 1-27.

Bach, E. 1988. Categorial Grammars as theories of language. In: Oehrle, R. et alii 1988, 17-34.

Bar-Hillel, Y. 1964. *Language and Information*. Addison Wesley: Reading/Mass.

Bar-Hillel, Y. 1964a. On syntactical categories. In: Bar-Hillel 1964, 19-38. Zuerst erschienen in: *The Journal of Symbolic Logic*, vol 15 (1950), 1-16.

Bar-Hillel, Y. 1964b. A quasi-arithmetical notation for syntactic description. In: Bar-Hillel, Y. 1964, 61-74. Zuerst erschienen in: *Language*, vol 29 (1953), 47-58.

Bar-Hillel, Y. 1964c. Some linguistic obstacles to machine translation. In: Bar-Hillel, Y. 1964, 75-87. Zuerst erschienen in: *Advances in Computers*, Vol 1 F. L. (1960) Alt (Hrsg.) Academic Press: New York.

Bar-Hillel 1967. Artikel Syntaktical and Semantical Categories. In: The Encyclopedia of Philosophie. P. Edwards (Hrsg.). Vol. 8. Macmillan & The Free Press: New York 1967.

Bar-Hillel, Y., Gaifman, C. & Shamir, E. 1964. On categorial and phrase structure. In: Bar-Hillel, Y. 1964, 116-152. Zuerst erschienen in: *The Bulletin of the Research Council of Israel*, vol 9F, 1-16 (1960).

van Benthem, J. 1987. Categorial Equations. In: Klein, E. & van Benthem, J. (Hrsg.) 1987.

van Benthem, J. 1988a. New trends in categorial grammar. In: Buszkowski, W. et alii 1988, 23-36.

van Benthem, J. 1988b. The semantics of variety in categorial grammar. In: Buszkowski, W. et alii 1988, 37-56.

van Benthem, J. 1988c. The Lambek Calculus. In: Oehrle, R. et alii 1988, 35-68.

Bloomfield, L. 1936. *Language*. Revised and first printed in Great Britain. Compton Printing LTD.: London.

Bochenski, J. M. 1959. Über syntaktische Kategorien. In: Bochenski, J. M. *Logisch-Philosophische Studien*. Übersetzt und herausgegeben von Albert Menne. Karl Alber: Freiburg, 75-97. Zuerst erschienen in: *The New Scholasticism* 23 (1949), 257-280.

Bochenski, J. M. 1978. *Formale Logik*. Karl Alber: Freiburg.

Buszkowski, W. 1988. Three theories of categorial grammar. In: Buszkowski, W. et alii 1988, 57-85.

Buszkowski, W., Marciszewski, W. & van Benthem, J. (Hrsg.) 1988. *Categorial Grammar*. Benjamins: Amsterdam/Philadelphia.

Calder, J., Klein, E., Moens, M. & Zeevat, H. 1987. Problems of Dialog Parsing. *Edinburgh Research Papers in Cognitive Science*. EUCCS/RP-1, May 1987. Centre for Cognitive Science, University of Edinburgh.

Carnap, R. 1968. *Einführung in die symbolische Logik mit besonderer Berücksichtung ihrer Anwendung*. 3. unveränd. Aufl. (Nachdruck 1973). Springer: Wien New York.

Casadio, C. 1988. Semantic categories and the development of Categorial Grammars. In: Oehrle, R. et alii 1988, 95-124.

Chomsky, N. 1965. Three Models for the Description of Language. In: Luce, R., Bush, R. & Galanter, E. (Hrsg.). *Readings in Mathematical Psychology*, Bd. 2. Wiley: New York, 105-124. Zuerst erschienen in: *IRE Transaction of Information Theory* (1956), IT-2, 113-124.

Dowty, D. 1988. Type Raising, Functional Compostion, and Non-Costituent Conjunction. In: Oehrle, R. et alii 1988, 153-198.

Dowty, D., Wall, R. E. & Peters, S. 1981. *Introduction to Montague Semantics*. Reidel: Dordrecht.

Egli, U. 1987. *Das PATR-II-Format in Anwendung auf das Deutsche*. Manuskript erstellt von K. von Heusinger als Zusammenfassung des Seminars Unifikationsgrammatiken im Sommersemester 1987. Universität Konstanz.

Egli, U. 1989. Mitschrift des Seminars *Kategoriale Sprachen* im Wintersemester 1988/89. Universität Konstanz.

Encyclopedic Dictionary of Semiotics 1986. Th. A. Sebeok (General Editor). 3 Bde. Mouton de Gruyter: Berlin New York Amsterdam.

Enzyklopädie Philosophie und Wissenschaftstheorie 1980-1984. Unter ständiger Mitw. von S. Blaschke, ... In Verbindung mit G. Wolters hrsg. von J. Mittelstraß. Bibliographisches Institut: Mannheim, Wien Zürich. Bd.1 (A-G) 1980. Bd. 2 (H-O) 1984.

Frege, G. 1980. Funktion und Begriff. In: *Funktion, Begriff, Bedeutung. Fünf logische Studien*. Hrsg. u. eingeleitet v. G. Patzig. 5. Aufl. Vandenhoek & Ruprecht: Göttingen, 17-39. Vortrag, gehalten in der Sitzung vom 9.1.1891 der Jenaischen Gesellschaft für Medizin und Naturwissenschaft.

Frege, G. 1976. Der Gedanke. Eine logische Untersuchung. In: *Logische Untersuchungen*. Hrsg. u. eingeleitet v. G. Patzig. 2., ergänzte Aufl. Vandenhoek & Ruprecht: Göttingen, 30-53. Zuerst erschienen in: *Beitr. zur Philos. des deutschen Idealismus* 1918-1919.

Gazdar, G., Klein, E., Pullum, G. & Sag, I. 1985. *Generalized Phrase Structure Grammar*. Basil Blackwell: Oxford.

Geach, P. T. 1988. A Program for Syntax. In: Buszkowski, W. et alii 1988, 127-140. Zuerst erschienen in: *Synthese*, Vol 22 (1972), 483-497.

Handbuch der Linguistik 1975. Allgemeine und angewandte Sprachwissenschaft. Aus Beiträgen von H. Arens, ... zusammengestellt von H. Stammerjohann. Nymphenburger Verlagshandlung: München.

Husserl, E. 1928. *Logische Untersuchungen*. 2. Bd. Untersuchungen zur Phänomenologie und Theorie der Erkenntnis I. Teil. 4. Aufl. (unveränd. Abdr. d. 2. umgearb. Aufl.

von 1913). Niemeyer: Halle.

Husserl, E. 1974. Syntaktische Formen und syntaktische Stoffe, Kernformen und Kernstoffe. *Beilage I zu Formale und transzendentale Logik. Versuch einer Kritik der logische Vernunft*. Mit erg. Texten hrsg. v. Paul Jansen. (Bd. XVII der Husserliana). Martinus Nijhof.

Karttunen, L. 1986. *Radical Lexikalism*. Artificial Intelligence Center at SRI and Center for the Study of Language and Information: Stanford (Presented at the Conference on Alternative Conceptions of Phrase Structure Juli 1986, New York.).

Kissling, H. J. 1960. *Osmanisch-Türkische Grammatik*. Harrassowitz: Wiesbaden.

Klein, E. & van Benthem, J. (Hrsg.) 1988. *Categories, Polymorphism and Unification*. Institute for Cognitive Science (University of Edinburgh)/ Institute for Language, Logic and Information (University of Amsterdam).

Klein, E. & Sag, I. A. 1984. Type-driven translation. *Linguistics and Philosophy* 8, 163-201.

Kratzer, A., Pause, E. & von Stechow, A. 1973. *Einführung in Theorie und Anwendung der generativen Syntax*. *Erster Halbband: Syntaxtheorie*. Athenäum: Frankfurt.

Lambek, J. 1988. The mathematics of sentence structure. In: Buszkowski, W. et alii 1988, 153-173. Zuerst erschienen in: *American Mathematical Monthly* 65 (1958), 154-169.

Lehmann, Ch. 1984. *Der Relativsatz.* Gunter Narr: Tübingen.

Le,niewski, S. 1929. Grundzüge eines neuen Systems der Grundlagen der Mathematik. *Fundamenta Mathematicae* 14, 1-81.

Lewandowski, Th. 1976. *Linguistisches Wörterbuch*. 2. durchges. und erw. Aufl. Quelle & Meyer: Stuttgart.

Lewis, D. 1976. General Semantics. In: Partee, B. (Hrsg.) Montague Grammar. Academic Press: New York. Zuerst erschienen in: Synthese 22 (1971), 18-67.

Lewis, G. L. 1967. *Turkish Grammar*. Clarendon: Oxford.

Luschei, E. 1962. *The Logical Systems of Lesniewski*. North Holland: Amsterdam.

Marciszewski, W. 1988. A chronicle of categorial grammar. In: Buszkowski, W. et alii 1988, 7-22.

Moortgat, M. 1988a. Mixed composition and discontinuous dependencies. In: Oehrle, R. et alii 1988, 319-348.

Moortgat, M. 1988b. *Categorial Investigation. Logical and Linguistic Aspects of the Lambek Calculus*. Foris: Dordrecht.

Oehrle, R., Bach, E., & Wheeler, D. (Hrsg.) 1988. *Categorial Grammars and Natural Language Structures*. Reidel: Dordrecht.

Pearce, D. & Woleøski, J. (Hrsg.) 1988. *Logischer Rationalismus. Philosophische Schriften der Lemberg-Warschauer Schule*. Athenäum: Frankfurt

Rheinwald, R. 1988. *Semantische Paradoxien, Typentheorie und ideale Sprache. Studien zur Sprachphilosophie Bertrand Russells*. de Gruyter: Berlin New York.

Shieber, S. 1986. *An Introduction to Unification-based Approaches to Grammar*. The Univ. of Chicago Pr.: Chicago/Illinois.

Slobin, D. 1986. The Acquisition and Use of Relative Clauses in Turkic and Indo-European Languages. In: Slobin, D. & Zimmer, K. (Hrsg.) 1986, 273-295.

Slobin, D. & Zimmer, K. (Hrsg.) 1986. *Studies in Turkish Linguistics*. Benjamins: Amsterdam/Philadelphia.

von Stechow, A. 1989. Syntax und Semantik. *Arbeitspapier* Nr 1. Fachgruppe Sprachwissenschaft Universität Konstanz.

Steedman, M. 1987. Gapping as Constituent Coordination. Manuskript. Center of Cognitive Science and Department of Arteficial Intelligence, University of Edinburgh.

Steedman, M. 1988. Combinators and grammars. In: Oehrle, R. et alii 1988, 417-442.

Stegmüller, W. *Hauptströmungen der Gegenwartsphilosophie. Eine kritische Einführung*. Bd. II. 6., erw. Aufl. Kröner: Stuttgart.

Tarski, A. 1935. Der Wahrheitsbegriff in den formalisierten Sprachen. *Studia Philosophica* 1, 261-405

Underhill, R. 1972. Turkish Participles. *Linguistic Inquiry* 3, 87-99.

Underhill, R. 1980. *Turkish Grammar*. 3. Aufl. MIT Press: Cambridge/Mas.

Underhill, R. 1986. Turkish. In: Slobin, D. & Zimmer, K. (Hrsg.) 1986, 7-23.

Uszkoreit, H. 1986a. *Categorial Unification Grammars*. Artificial Intelligence Center at SRI and Center for the Study of Language and Information: Stanford.

Uszkoreit, H. 1986b. Syntaktische und semantische Generalisierungen im strukturierten Lexikon. *LILOG-Report* 4. IBM-Deutschland: Stuttgart.

Wendt, F. 1972. *Langenscheidts Praktisches Lehrbuch Türkisch*. Langenscheidt: Berlin.

Zeevat, H., Klein, E. & Calder, J. 1987. Unification Categorial Grammar. In: Haddock, N., Klein, E. & Morrill, G. (Hrsg.). *Working Papers in Cognitive Science*, Vol. 1: Categorial Grammar, Unification Grammar and Parsing. Centre for Cognitive Science, University of Edinburgh, 195-222.