Erschienen in: Hoffmann, Ludger (Hrsg.): Deutsche Syntax. Ansichten und Aussichten. – Berlin, Boston: de Gruyter, 1992. S. 74-93. (Institut für deutsche Sprache. Jahrbuch 1991)

SIMON C. DIK

Zur Entwicklung einer funktionalen Computergrammatik des Deutschen

0. Einleitung[1]

In diesem Beitrag möchte ich über einige Erfahrungen berichten, die ich bei der Entwicklung einer Funktionalen Grammatik des Deutschen in der Form eines in der Computersprache PROLOG geschriebenen Computerprogramms gemacht habe. Dabei werde ich zunächst einen globalen Eindruck der Funktionalen Computergrammatik zu geben versuchen und dann einige Einzelheiten einer derartigen Grammatik des Deutschen behandeln.[2]

1. Charakterisierung der Funktionalen Grammatik[3]

Als axiomatisch für eine funktionale Sprachauffassung betrachte ich die These, die Sprache sei ein Mittel der menschlichen Verständigung; ein Instrument, mit dem Sprecher und Zuhörer einander informieren, befragen und anderweitig beeinflussen können, d.h., allerlei Veränderungen in dem jeweiligen Informationsstand des Kommunikationspartners zustandebringen können.

Aus dieser axiomatischen These folgen unmittelbar einige wichtige Bedingungen für jede Grammatik, die des Epithetons „funktional" würdig sein möchte:

Erstens kann so eine Grammatik sich unmöglich nur auf die Form der Sprache beschränken. Eine „Autonomie der Syntax" kann innerhalb dieser Auffassung nicht nur nicht vertreten, sondern sogar nicht verstanden werden. Will man den kommunikativen Gebrauchsbedingungen der Sprache gerecht werden, dann muß man die Sprachgebilde prinzipiell als Träger von Bedeutungen betrachten, in denen diese Bedeutungen selbst

---

[1] Ich danke Hella Olbertz für die Hilfe, die sie bei der Überprüfung der Computergrammatik und bei der Herstellung dieses Artikels geleistet hat.

[2] Wenn Sie daran interessiert sind, das hier beschriebene Programm zu erwerben oder Information über weitere FG-Programme in PROLOG zu bekommen, wenden Sie sich an: Amsterdam Linguistic Software. P.O. Box 3602, 1001 AK Amsterdam. Niederlande (e-mail: amling @sara.nl).

[3] Für eine ausführliche Behandlung der Prinzipien der Funktionalen Grammatik verweise ich auf Dik (1989).

Publikationsserver des Instituts für Deutsche Sprache
URN: http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bsz:mh39-86554

nur Instrumente sind, um in konkreten Gebrauchssituationen bestimmte pragmatische Ziele zu erreichen.

Zweitens, und das folgt unmittelbar aus dem obigen, kann eine Trennung zwischen „System" und „Verwendung" der Sprache zwar theoretisch gemacht werden, müssen aber diese beiden Erscheinungsformen des sprachlichen Phänomens in enger Beziehung zueinander betrachtet werden. Eine Funktionale Grammatik muß, so kann man das auch ausdrücken, pragmatisch und psychologisch adäquat sein, indem sie eine Basis bietet, aufgrund derer erklärt werden kann, wie durch bestimmte Verwendungsweisen sprachlicher Ausdrücke die menschliche Verständigung zustandekommen kann. Noch anspruchsvoller gesagt: eine Funktionale Grammatik muß eine lebensfähige Komponente für ein natürliches Modell des Sprachbenutzers bieten.

Eine allgemeine funktionale Sprachtheorie muß natürlich auch danach streben, auf die Beschreibung und Erklärung von Sprachen verschiedenster Typen anwendbar zu sein: sie muß einen optimalen Grad der typologischen Adäquatheit anstreben. Innerhalb der Funktionalen Grammatik wird dazu folgende Strategie angewandt: Durch Sprachvergleich wird versucht, die Elemente und Beziehungen auszuklammern, die für alle oder doch sehr viele Sprachen relevant sind, und diese von den sprachspezifischen Arten und Weisen, in denen sie in Individualsprachen ausgedrückt werden, zu unterscheiden. Die allgemeinen Elemente und Beziehungen werden in eine abstrakte zugrundeliegende Satzstruktur aufgenommen, während die sprachspezifischen Ausdrucksweisen in einer Komponente der Ausdrucksregeln gesammelt werden.

Beim Aufbau der zugrundeliegenden Satzstruktur wird den lexikalischen Elementen der Sprache ein zentraler Stellenwert zugewiesen. Alle lexikalischen Elemente werden als Prädikate betrachtet, d.h. als Ausdrücke, die eine Eigenschaft oder eine Beziehung angeben. Lexikalische Prädikate sind entweder abgeleitet, wenn sie vom Sprachbenutzer mittels produktiver Regeln geformt werden können, oder fundamental, wenn sie als solche gelernt werden müssen. Die Menge aller fundamentalen Prädikate konstituiert das Lexikon der Sprache.

Ein Prädikat ist nicht eine isolierte lexikalische Form, sondern eine Struktur, in der die essentiellen semantischen und kombinatorischen (bzw. Valenz-) Eigenschaften des lexikalischen Elements kodiert sind. So eine Struktur wird ein Prädikatsmuster genannt. Der Ausgangspunkt ist hierbei, daß zugrundeliegende Satzstrukturen um diese Prädikatsmuster herum aufgebaut werden. Der Kern der Satzstruktur ist also im wesentlichen schon im lexikalischen Element gegeben.

Der Gesamtaufbau einer Funktionalen Grammatik kann also vereinfacht folgenderweise wiedergegeben werden:

(1) LEXIKON ←[KR]→ZSS ←[AR]→SPRACHGEBILDE

(KR = Konstruktionsregeln, ZSS = zugrundeliegende Satzstruktur, AR = Ausdrucksregeln). Die Relationen KR und AR können in zwei Richtungen gelesen werden. Einerseits können aus dem Lexikon über die zugrundeliegende Satzstruktur ZSS Sprachgebilde erzeugt werden, andererseits können aus gegebenen Sprachgebilden zugrundeliegende Satzstrukturen rekonstruiert und darin die lexikalischen Prädikatsmuster wiedererkannt werden. Es hat sich in der Tat als möglich erwiesen, dieses Modell nicht nur für die Erzeugung sondern auch für die Analyse von Sprachgebilden zu verwenden.[4]

2. Computerbearbeitung der FG

Die Ziele einer Computerbearbeitung der FG sind zunächst rein theoretisch. Sie können folgendermaßen angegeben werden:

[1] Die Regeln der FG so präzise zu formulieren, daß sie bei automatischer, algorithmischer Anwendung zu einer richtigen und effektiven Erzeugung von Sprachgebilden führen.
[2] Dabei womöglich über verschiedene Sprachen zu generalisieren (d.h. die sprachunabhängige Komponente des Modells zu optimalisieren), um damit zu einer operationalen Fassung eines allgemeinen, typologisch adäquaten Sprachmodells zu gelangen.
[3] Die üblicherweise deklarative Formulierung der Grammatik zu einem verfahrensorientierten Modell umzubauen: ein Modell, das nicht nur Grammatikalitätsurteile über isolierte Sprachgebilde rekonstruiert, sondern „Dinge mit Sprache tun" kann in einer Weise, die annähernd den Sprachfähigkeiten des natürlichen Sprechers entspricht: Äußerungen produzieren und analysieren, interpretieren und bewerten, Kenntnisse daraus ableiten und speichern, logische und probabilistische Schlüsse ziehen usw.[5]

Letztendlich soll ein solches Modell uns auch bei der Beantwortung der Frage, wie ein Sprachbenutzer mit Hilfe der Sprache als kommunikatives, logisches und epistemologisches Wesen funktionieren kann, weiterbringen.

---

[4] Siehe Dik (ersch.)

[5] Siehe die Einleitung zu Connolly & Dik (1989).

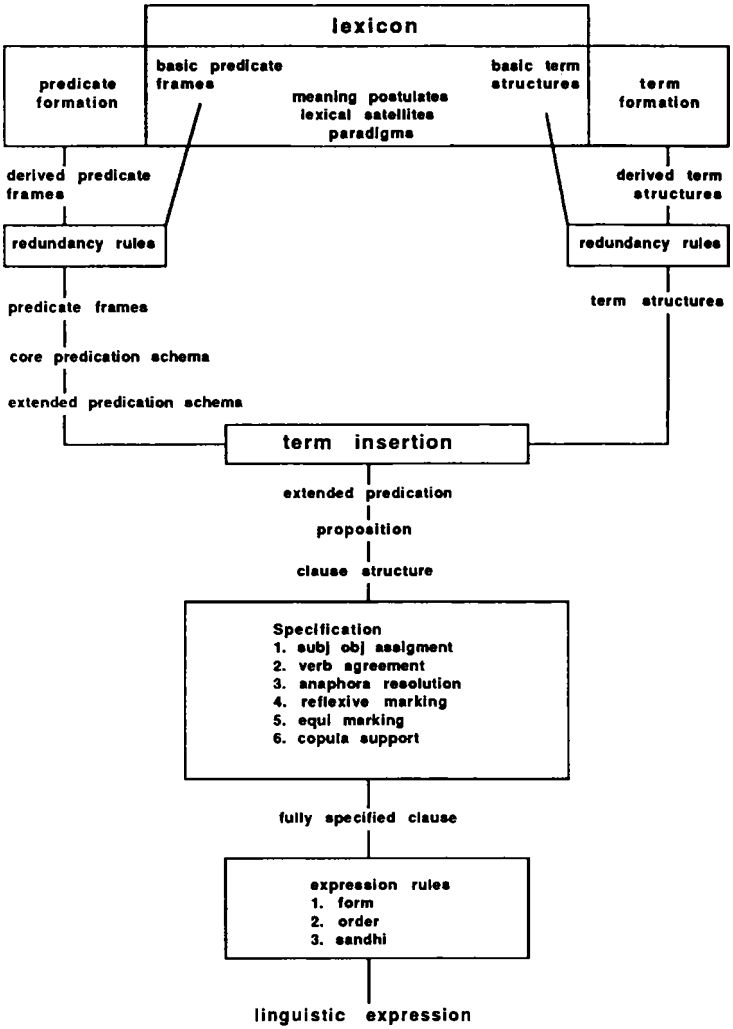
In seiner heutigen Fassung erzeugt das Programm in kurzer Zeit eine große Varietät von einfachen und komplexen deutschen Sätzen. Dabei ist das Programm so konzipiert, daß nur die Sprachgebilde zugelassen werden, die nicht nur morphologisch und syntaktisch korrekt, sondern auch semantisch zumindest interpretierbar sind. Um einen ersten Eindruck der deutschen Sprachfähigkeit des Programms zu bieten, gebe ich zunächst einige Beispiele von tatsächlich erzeugten Satztypen:

(2) *die weniger lange professorin des laufenden kindes ist klein.*
(3) *wer berührt den vater von dem der seemann des jungen bewegt wird?*
(4) *die professorin glaubt daß es von johann erwartet wird daß johann marie schlägt weil johann zu maria geht.*
(5) *der junge der will daß der professor der glaubt daß die professorin die erwartet daß johann von maria geschlagen wird falsch spielt hustet lacht.*

Am letzten Beispiel sieht man einerseits, daß das Programm Einbettungen rekursiv erzeugen kann, und andererseits, daß es auch in dem Sinne als Forschungsinstrument verwendet werden kann, daß die erzeugten Sätze auf ihre psycholinguistische Interpretierbarkeit überprüft werden können und daß, abhängig von dem Ergebnis, die Regeln auch in dieser Hinsicht weiter eingeschränkt werden können.

Wie werden nun Sprachgebilde wie (2) – (5) konstruiert?

Eine Übersicht über die ganze Grammatik wird in Abbildung 1 gegeben.


lexicon
predicate formation
basic predicate frames
meaning postulates
lexical satellites
paradigms
basic term structures
term formation
derived predicate frames
derived term structures
redundancy rules
redundancy rules
predicate frames
term structures
core predication schema
extended predication schema
term insertion
extended predication
proposition
clause structure
Specification
1. subj obj assigment
2. verb agreement
3. anaphora resolution
4. reflexive marking
5. equi marking
6. copula support
fully specified clause
expression rules
1. form
2. order
3. sandhi
linguistic expression

Nicht alle Einzelheiten dieses Modells können hier erörtert werden. Global geht die Erzeugung eines Sprachgebildes wie folgt vor sich.

Zunächst enthält das Lexikon die Prädikatsmuster der fundamentalen, nicht-ableitbaren lexikalischen Prädikate. Nominale Prädikate bestehen aus einer „Form" und einem „Typus", adjektivische und verbale Prädikate aus einer Form, einem Typus und einer Reihe von Argumentstellen.

Die F o r m ist die jeweilige Stammform, von der die verschiedenen flektierten Formen des Paradigmas am leichtesten abgeleitet werden können. Der T y p u s enthält die Merkmale, die für das Verhalten des Prädikats in der Grammatik entweder in morphosyntaktischer oder in semantischer Hinsicht relevant sind. Die A r g u m e n t s t e l l e n sind Leerstellen, in die passende Terme eingetragen werden können. Die Argumentstellen tragen Selektionsbeschränkungen, aufgrund derer die Adäquatheit der Terme definiert wird, und semantische Funktionen, die die jeweilige Rolle des Arguments in dem von dem Prädikat bezeichneten Sachverhalt charakterisieren. Einige Beispiele für solche lexikalischen Strukturen:

(6) bprednp (ger, [[johann], [hum, masc, proper]]).

Johann ist ein fundamentales nominales Prädikat des Deutschen mit den Typusmerkmalen „menschlich", „männlich", und „Eigenname".

(7) a. bpredn(ger, [[seemann], [hum, masc]]).
b. bpredn(ger, [[eimer] , [inanim, masc, concr]]).
c. bpredn(ger, [[stadt], [place, fem, [ ]]]).

Seemann, Eimer, und *Stadt* sind fundamentale nominale Prädikate mit den angegebenen Typusmerkmalen.

(8) a. bpreda(ger, [[klug], [grad, eval, comm],
[[[anim], t, [zero]]]]).
b. bpreda(ger, [[dick], [grad], [[[concr], t, [zero]]]]).

Klug und *dick* sind graduierbare adjektivische einstellige Prädikate, die einen Zustand von „lebendigen" bzw. „konkreten" Entitäten prädizieren können. *Klug* hat die weiteren Merkmale „evaluativ" (= „kann in einem adverbialen Satelliten der Art und Weise verwendet werden") und „kommentativ" (= „kann ein Sprecherurteil zum Ausdruck bringen"):

(9) a. *Johann hat die Frage klug beantwortet.*
b. * *Johann hat die Frage dick beantwortet.*
(10) a. *Klugerweise hat Johann die Frage beantwortet.*
b. * *Dickerweise hat Johann die Frage beantwortet.*

Verbale Prädikate haben ähnliche Prädikatsmuster mit Typusmerkmalen wie „act" (Handlung) und „mve" (Bewegung) und semantischen Funktionen wie „ag" (Agens), „pt" (Patiens) und „rec" (Recipiens):

(11) a. bpredv(ger, [[geh], [act, mve], [[[anim], t, [ag]]]]).
b. bpredv(ger, [[küss], [act],
[[[anim], t, [ag]] , [[anim] , t, [pt]]]]).
c. bpredv(ger, [[geb], [act],
[[[anim], t, [ag]], [[inanim], t, [pt]] , [[anim], t, [rec]]]]).

Bei verbalen Matrixprädikaten wird in den Selektionsbeschränkungen des zweiten Arguments auch angegeben, welche Komplementstypen ein solches Prädikat erfordert und zuläßt:

(12) a. bpredvm(ger, [[bedauer], [posi],
[[[anim], t, [pos]], [[fact, prop], t, [pt]]]]).
b. bpredvm(ger, [[woll], [posi],
[[[anim], t, [pos]], [[extpred], t, [rf]]]]).

Bedauern erfordert also eine „faktive Proposition". *wollen* eine „erweiterte Prädikation" in zweiter Argumentstelle. Damit wird nicht nur der semantische Inhalt charakterisiert (eine Proposition bezeichnet eine Tatsache, eine Prädikation einen Sachverhalt), sondern auch das morphosyntaktische Verhalten des Komplements gesteuert.

Die verbalen und adjektivischen Prädikatsmuster können nun als Nukleus verwendet werden für den Aufbau von zugrundeliegenden Satzstrukturen. Damit aus einem Prädikatsmuster eine Prädikation gebildet werden kann, müssen die Argumentsleerstellen mit passenden Termen gefüllt werden. Solche Terme werden über allgemeine Termbildungsregeln aus grammatischen Operatoren und lexikalischen Restriktoren geformt. Einige Beispiele:

(13) [[indef, sg, [x, 6]],
[[[mutter], [hum, fem, anim, concr, vert]], [ ] , [ ] , [ ]]]
„eine indefinite, singulare Entität [x,6] mit der Eigenschaft
'Mutter'" = „eine Mutter"

Die Operatoren sind hier „indefinit" und „singular", die zu identifizierende Entität ist als [x, 6] angegeben, und der einzige Restriktor ist mit dem aus dem Lexikon stammenden nominalen Prädikat *Mutter* definiert, dessen Typusmerkmale inzwischen durch Redundanzregeln um einige vorhersagbare Merkmale erweitert worden sind. Es gibt noch weitere, mit [ ] angegebenen Leerstellen für Restriktoren in der Form von adjektivischen (*die schöne Mutter*), nominalen (*die Mutter des Studen-*

ten) und relativen (*die Mutter, die lachte*) Konstruktionen. Im folgenden Beispiel ist auch die adjektivische Restriktorstelle gefüllt:

(14) [[indef, sg, [x, 6]],
[[[mutter], [hum, fem, anim, concr, vert]],
[[klug], [grad, eval, comm, state]] , [ ] , [ ]]]
„eine kluge Mutter"

Solche Termstrukturen können nun in die Argumentstellen eines Prädikatsmusters eingetragen werden, und zwar dann, wenn die Typusmerkmale des Terms mit der Selektionsbeschränkung der Argumentstelle kompatibel sind. So erhalten wir nukleare Prädikationen folgender Form:

(15) [[schlag], [act, dyn, contr],
[[[anim],
[[def, sg, [x, 16]],
[[[mutter], [hum, fem, anim, concr, vert],] , [ ] , [ ] , [ ]]],
[ag]],
[[concr],
[[indef, sg, [x, 6]],
[[[mädchen], [hum, neut, fem, anim, concr, vert]],
[[klein], [grad, state]], [ ] , [ ]]],
[pt]]]]
„die Mutter – schlagen – ein kleines Mädchen"

Um solche nuklearen Prädikationen herum wird die ganze zugrundeliegende Satzstruktur in vier Stufen oder Ebenen aufgebaut.[6] Jede Ebene faßt die Struktur der niedrigeren Ebene in einem von grammatischen Operatoren (P) und lexikalischen (adverbialen) Satelliten (S) geformten Rahmen, der jeweils seinen eigenen Beitrag zum Aufbau der Gesamtbedeutung des Satzes leistet. Der daraus resultierende multistratale Aufbau kann folgenderweise skizziert werden:

(16) NUKLEUS =

Prädikatsmuster, aus dem Lexikon gewählt oder durch Prädikatsbildung geformt. Die nukleare Struktur bezeichnet eine Klasse von Sachverhalten, die durch die Applikation des Prädikats auf eine Reihe von passenden Termen geformt wird.

---

[6] Die fundierenden Gedanken dieses Schichtenmodells der Satzstruktur wurden von Hengeveld (1989) beigetragen.

KERNPRÄDIKATION = [P1 [NUKLEUS] S1]
P1 und S1 sind grammatische und lexikalische Elemente, die den nuklearen Sachverhalt weiter qualifizieren.

Beispiele für P1: Progressiv, Perfektiv/Imperfektiv, ...
für S1: Instrument, Art und Weise, Benefaktiv, ...

ERWEITERTE PRÄDIKATION = [P2 [KERNPRÄDIKATION] S2]
P2 und S2 sind grammatische und lexikalische Elemente, die den Sachverhalt in Raum und Zeit und in seiner Beziehung zu andern Sachverhalten lokalisieren.

Beispiele für P2: Tempus, Aspekt wie Perfekt und Prospektiv, Polarität (Positiv-Negativ), ...
für S2: Raum- und Zeitadverbiale, Adverbiale des Grundes, des Motivs, des Umstands, ...

PROPOSITION = [P3 [ERWEITERTE PRÄDIKATION] S3]
P3 und S3 sind grammatische und lexikalische Elemente, die die propositionale Attitüde des Sprechers zum lokalisierten Sachverhalt angeben.

Beispiele für P3: Subjektiv-Modale, Operatoren wie Möglichkeit, Desiderativ, Angaben des Ursprungs der Information
für S2: Satelliten der Wahrscheinlichkeit, Evalution, ...

SATZSTRUKTUR = [P4 [PROPOSITION] S4]
P4 und S4 sind grammatische und lexikalische Elemente, die die illokutive Funktion der Äußerung definieren bzw. modifizieren.

Beispiele für P4: Operatoren der Illokution bzw. Modifikation der Illokution
für S2: Satelliten zur näheren Bestimmung der Illokution, ...

Die ganze zugrundeliegende Satzstruktur wird also folgenden Aufbau aufweisen:

(17) [P4, [P3, [P2, [P1, [NUKLEUS] , S1] , S2] , S3] , S4]

wobei verschiedene Operatorstellen P_1 und alle Satellitenstellen S_1 auch leer bleiben können.

Eine Detailbehandlung dieser verschiedenen Strukturebenen ist in diesem Rahmen nicht möglich.[7] Ich gebe nur ein Beispiel für eine vollständig spezifizierte zugrundeliegende Struktur, wie sie vom Programm erzeugt wird:

(18) P4: [decl, [ee, 14]]
P3: [[ ] , [xx, 2]]
P2: [[pres, sg, p3, [ ] ,] , [ ] , [ ] , [e, 23]]
P1: [ ]
PR: [[act], [lauf]]
TY: [act, mve, dyn, contr]
AR: SE: [anim]
TE: OP: [def, sg, [x, 5]]
R1: [[malerin], [hum, fem, anim, concr, vert]]
R2: [[klug], [grad, eval, comm, state]]
FU: [subj, ag]
S1: [[*] , [*] , [*] , [*]]
S2: [[*] ,
S2: SE: [time]
TE: OP: [def, sg, [x, 4]]
R1: [[sonntag] , [time, masc, proper]]
FU: [temp]
S2: [*]
S2: SE: [anim]
TE: OP: [def, sg, [x, 24]]
R1: [[professor], [hum, masc, anim, concr, vert]]
FU: [nomreason]]
S3: [[eval] , klug, [opinion]]
S4: [*]

(19) *klugerweise läuft die kluge malerin am sonntag wegen des kleinen professors*

Erläuterung: [ ] und [*] bezeichnen leere Operator- und Satellitenstellen. Auf der Ebene der „lokalisierenden" Satelliten (S2) sind ein Tempus- und ein Kausalsatellit gewählt worden. Auf der Ebene der Attitüdemodifizierung (S3) ist ein Satellit gewählt worden, der als *klugerweise* ausgedrückt wird.

Solche Strukturen enthalten nun all diejenigen Elemente und Beziehungen, die einerseits für die semantische Interpretation des erzeugten Satzes benötigt werden, andererseits die Erzeugung der Form des Satzes

[7] Siehe Dik (1989).

über die Ausdrucksregeln bestimmen. Sie formen also den Output der Konstruktionsregeln und den Input der Ausdrucksregeln wie in (1) angegeben.

Die Eigenschaften von zugrundeliegenden Satzstrukturen können weitgehend sprachunabhängig formuliert werden, was beträchtlich zur typologischen Adäquatheit des Modells beiträgt und den Grund dafür bietet, daß dieses Modell ohne allzu große Mühe auf andere Sprachen übertragen werden kann. Auch konstituiert die zugrundeliegende Satzstruktur eine ideale Ebene für die Herstellung von Übersetzungsrelationen zwischen unterschiedlichen Sprachen.[8]

Die sprachabhängigen Teile des Modells finden sich einerseits im Lexikon, andererseits in derjenigen Teilmenge der Ausdrucksregeln, die sprachspezifisch formuliert werden müssen. Von den für das Deutsche spezifischen Ausdrucksregeln möchte ich nun einige Einzelheiten kurz besprechen.

3. Einige Themen

3.1. Die Behandlung der Kasus

Bei der Entwicklung der deutschen Fassung der funktionalen Computergrammatik hat die Behandlung der Kasus zu den auffälligsten Unterschieden gegenüber den anderen Grammatiken geführt. Die Behandlung der Kasus in der FG wird von folgenden Überlegungen bestimmt:

Kasusendungen drücken, allein oder zusammen mit Präpositionen, die semantischen Funktionen der Terme aus:

(20) $(\mathrm{dl}x_i : \mathrm{Mann}_N : (x_i) : \mathrm{groß}_A\ (x_i))_{\mathrm{Poss}} \rightarrow$
$(\mathrm{dl}x_i : \mathrm{Mann}_N : (x_i) : \mathrm{groß}_A\ (x_i))$ [Genitiv] $\rightarrow$
des großen Mannes

(21) $(\mathrm{dl}x_i : \mathrm{Stadt}_N(x_i) : \mathrm{groß}_A\ (x_i))_{\mathrm{Lok}} \rightarrow$
$(\mathrm{dl}x_i : \mathrm{Stadt}_N(x_i) : \mathrm{groß}_A\ (x_i))$ [in + Dativ] $\rightarrow$
in der großen Stadt

Deshalb werden die Kasus nicht zuerst dem Nomen zugeschrieben, um dann durch Kongruenzregeln von den anderen Konstituenten des Terms übernommen zu werden; vielmehr werden die Kasusunterschiede dem ganzen Term zuerkannt und dann von oben her über die kasussensitiven Konstituenten distribuiert.

---

[8] Siehe Dik (ersch.)

Die Funktionsausdrucksregeln sind also im vorliegenden Programm folgenderweise formuliert:

(22) a. ex_fun(ger, [subj | R], [[subj] , nom]).
b. ex_fun(ger, [pt], [[ ], acc]).
c. ex_fun(ger, [rec], [[ ], dat]).
d. ex_fun(ger, [poss], [[ ], gen]).
e. ex_fun(ger, [ag], [von, dat]).
f. ex_fun(ger, [loc], [in, dat]).
g. ex_fun(ger, [ben], [für, acc]).

Dazu ist folgendes zu bemerken:

[1] Die Subjektfunktion wird auf den Nominativ abgebildet (22a); doch wird eine Markierung [subj] mitgegeben, weil die Subjektfunktion auch für die später wirkenden Stellungsregeln (siehe unten, 3.3.) relevant ist. Sonst werden die semantischen Funktionen Patiens, Recipiens und Possessor ohne Präposition (die Präposition ist leer, angegeben mit [ ]) mit dem Akkusativ, Dativ oder Genitiv ausgedrückt (22b-d). Die Funktionen Agens, Lokativ und Benefaktiv erfordern Verbindungen von Präpositionen und Kasus (22e-g).

[2] Kasus werden als „Hilfsoperatoren" betrachtet (cf. Dik 1989, Kap. 14). Das sind Operatoren, die nicht als solche in der zugrundeliegenden Struktur auftreten, sondern erst durch die Ausdrucksregeln eingeführt werden als Elemente, die auch wieder verschwinden, wenn sie ihren Einfluß auf die Form der Konstituenten ausgeübt haben.

[3] Daß die Kasus nicht in der zugrundeliegenden Struktur eingetragen werden, hat folgende Gründe. Erstens wäre es unmöglich, über Sprachen mit und Sprachen ohne Kasus zu generalisieren, wenn die Kasus schon in die zugrundeliegende Struktur aufgenommen würden. Doch sind die semantischen Beziehungen in den folgenden Sätzen einander sehr ähnlich:

(23) a. *John has given the book to the man.*
b. *Johann hat dem Mann das Buch gegeben.*

Dasjenige, was im Englischen und Deutschen ähnlich ist, kann sehr gut mittels semantischer Funktionen im Prädikatsrahmen kodiert werden:

(24) a. give_{v} $(\text{John})_{\text{Ag}}$ $(\text{book})_{\text{Pat}}$ $(\text{man})_{\text{Rec}}$
b. geben_{v} $(\text{Johann})_{\text{Ag}}$ $(\text{Buch})_{\text{Pat}}$ $(\text{Mann})_{\text{Rec}}$

So gesehen unterscheiden das Englische und das Deutsche sich nur in der Ausdrucksweise der zugrundeliegenden semantischen Funktionen, und

zwar dadurch, daß im Englischen die Funktion des „Recipient" durch eine eine Präposition, im Deutschen aber durch den Dativ kodiert wird.

Zweitens gibt es auch innerhalb des Deutschen Gründe dafür, die Kasus nur in der Ausdrucksphase eine Rolle spielen zu lassen: es ist sehr schwer und m.E. eben unmöglich, den Kasus eine einheitliche Grundbedeutung zuzuschreiben. Das wäre aber erforderlich, wenn Kasus eine Kategorie der zugrundeliegenden Struktur wäre. Im vorliegenden Modell ist das aber gar nicht nötig: Die Kasus sind wie die Farben, die in einem Atlas verwendet werden, um bald eine Funktion, bald die andere Funktion auszudrücken. Gerade wie in so einem Atlas ganz verschiedene Funktionen mit einer beschränkten Farbenskala ausgedrückt werden können, so können in einer Sprache verschiedene Funktionen durch eine beschränkte Anzahl von Kasusunterschieden kodiert werden. Dabei ist zu beachten, daß es meistens eine Verbindung von Präposition und Kasus ist, durch die eine bestimmte Funktion kodiert wird. Kasus und Präposition zusammen drücken also die Termfunktionen aus. Nur gibt es in gewissen Fällen nur einen Kasus, bzw. eine „leere" Präposition.

Diese Beschreibungsweise ist auch deshalb adäquater, weil die Kasusmarkierungen in vielen Sprachen, wie auch im Deutschen, manchmal gar nicht im Nomen, sondern nur in anderen Elementen innerhalb des Terms ausgedrückt werden. Ein Term wie *in der großen Stadt* ist dafür schon ein Beispiel.

Das führt aber zu bedeutenden Unterschieden in den Termausdrucksregeln zwischen Sprachen mit und Sprachen ohne Kasusmarkierung. Im Englischen z.B. genügt es im allgemeinen, für das Ausdrücken eines Terms folgende Strategie anzuwenden: Um eine Kombination von „Term + Funktion" auszudrücken, drück den Term aus und drück die Funktion aus:

(25) $(\mathrm{dl}x_i : \mathrm{city}(x_i))_{\mathrm{Lok}}$
$\mathrm{Lok} \rightarrow \mathrm{in}$
$(\mathrm{dl}x_i : \mathrm{city}(x_i)) \rightarrow \mathrm{the\ city}$

Termausdruck und Funktionsausdruck sind also unabhängig voneinander formulierbar: Beim Ausdrücken des Terms an sich braucht man die Funktion und deren Ausdruck nicht zu berücksichtigen (nur bei Pronomina ist letzteres wohl der Fall).

Im Deutschen dagegen wird die Form von Determinatoren, Adjektiven und Nomina in verschiedener Weise durch die Kasus des Gesamtterms bestimmt, so daß der Ausdruck des Terms nicht unabhängig vom Funk-

tionsausdruck formuliert werden kann. Das zeigt sich in der Regel, die die Kasusbestimmung über die relevanten Teile des Terms distribuiert:

(26) ex_full_term(ger, [S, X, F], [PREP1, [P1, Q, R, M, REL]]):-
X= [[A, C, D], [[Y, [_, GEN: _]] ,
ex_fun(ger, F, [PREP, CASE]),
ex_det(ger, [CASE, A, C, GEN], P),
fuse ([PREP, P], [PREP1, P1]),
ex_restr2(ger, [CASE, A, C, GEN] , R2, Q),
ex_noun(ger, Y, Y1),
ex_number(ger, [C, GEN] , Y1, Y2),
ex_case(ger, [CASE, C, GEN] , Y2, R),
ex_full_term(ger, R3, M),
ex_emb_prop(ger, [[[ ] | _] , R4, _] , REL).

Zu beachten ist hier nur, daß der durch Funktionsausdruck (ex_fun) eingeführte Kasus (CASE) weiter den Ausdruck von Determinatoren (ex_det), Adjektiven (ex_restr2) und nominalen Restriktoren (ex_case) mitbestimmt.

3.2. Der Verbalkomplex

In (16) ist der stufenweise Aufbau der zugrundeliegenden Satzstruktur kurz angegeben worden. Wichtig für die Bildung des Verbalkomplexes sind die verschiedenen Kombinationen von P-Operatoren die auf unterschiedlichen Ebenen spezifiziert werden können. Beispiele für solche Operatoren sind:

(27)

P4:	Illokution:	deklarativ, interrogativ, ...
P3:	Modalität:	möglichkeit, desiderativ, ...
P2:	Tempus:	präsens, präteritum, ...
	Aspekt:	neutral, perfekt, ...
	Polarität:	positiv, negativ, ...
P1:	Aspekt:	(im)perfektiv, progressiv, ...

Diese verschiedenen Operatoren, sowie das Genus Verbi und die Merkmale des Subjektterms, die Kongruenz im Prädikat erfordern, bestimmen nun die endgültige Form des Verbalkomplexes. So wird eine Kombination von morphosyntaktischen Operatoren wie (28a) durch die Ausdrucksregeln auf eine komplexe Verbalform wie (28b) abgebildet:

(28) a. [lowposs, perf, neg, pass, pers3, plur] x [empfang]
b. *könnten nicht empfangen worden sein*

Erläuterung: Mit „lowposs" wird eine relativ niedrige Stufe der Möglichkeit gemeint.

Wie kann man nun angesichts der vielen möglichen Operatorkombinationen, die jeweils richtige Form des Verbalkomplexes bestimmen lassen? In dem vorliegenden Programm ist dazu eine Methode entwickelt, die sich auf Sprachen verschiedener Typen – mit entweder synthetischer oder analytischer Flexionsmorphologie – als anwendbar erwiesen hat. In dieser Methode wirken die Operatoren in einer festen Reihenfolge, indem, wie an einem Fließband, der jeweils nächste Operator den Output des vorhergehenden Operators als Input nimmt, bis endlich alle Operatoren ihre Arbeit getan haben. Am Beispiel (28) kann das illustriert werden:

(29) [pass] x [empfang] →
[empfangen werden]
[perf] x [empfangen werden] →
[empfangen worden sein]
[neg] x [empfangen worden sein] →
[nicht empfangen worden sein]
[lowposs] x [nicht empfangen worden sein] →
[könnte nicht empfangen worden sein]
[pers3 pl] x [könnte nicht empfangen worden ein] →
[könnten nicht empfangen worden sein]

Diese Methode des Fließbandes ist, generalisierend über eine Anzahl von Sprachen, im Programm folgendermaßen formuliert worden:

(30) ex_verbal_complex (L, [TE1, [ILL, AR], POL, ATT,
ASP, PROGR, [VCE, SS], TY], A):-
ex_voice (L, TE1, [VCE, SS], E),
ex_progr (L, [PROGR, VCE, E], E1).
ex_aspect (L, [ASP, VCE. E1. TY], E2),
ex_attitude (L, [ATT, E2] , E2a),
ex_polarity (L, [POL, E2a], E3),
ex_illo (L, [ILL, AR], E3], E4]),
ex_tense (L, [TE1, PROGR, E4], E5),

Dabei ist zu beachten, daß nicht alle Operatoren in allen Sprachen auf den Verbalkomplex einwirken. Die Illokution zum Beispiel ist nötig, damit im Englischen das Hilfsverb *do* in Fragesätzen im Verbalkomplex erscheint (*John smokes – Does John smoke?*), hat aber im Deutschen keinen Einfluß auf den Verbalkomplex. In solchen Fällen ist die nichtaktive Operation durch eine leere Anwendung der entsprechenden Regel ersetzt worden.

Wie schon in (29) und (30) zu sehen ist, wird die hierarchische Position der Operatoren teilweise in der Anwendungsordnung der Regeln widergespiegelt. Das heißt auch, daß zu einem näher zu bestimmenden Grad

der Aufbau des Verbalkomplexes diese Hierarchie „projektiv" abbildet in dem Sinne, daß die niedrigsten Operatoren sich am nahesten an den Verbalstamm anschließen.[9] Der folgende Aufbau des Verbalkomplexes kann also zumindest als Richtlinie betrachtet werden.

(31) P4-P3-P2-P1-Stamm-P1-P2-P3-P4

Je nachdem, ob dieser Musteraufbau weiter bestätigt werden kann, kann er als eine ikonische Abbildung der zugrundeliegenden Struktur im linearen Ausdruck des Verbalkomplexes betrachtet werden.

3.3. Die Reihenfolge der Konstituenten

Die zugrundeliegende Satzstruktur soll eine in typologischer Hinsicht optimale Generalisierung über viele oder sogar alle Sprachen enthalten. Die Ordnung der Konstituenten aber ist notorisch variabel, sowohl innerhalb einzelner Sprachen, als auch vom einen Sprachtypus zum andern. Es gibt kaum zwei Konstituententypen A und B die nicht bald als AB, bald als BA linearisiert werden können. Daraus folgt also direkt, daß die lineare Reihenfolge der Sprachelemente nicht eine Sache der zugrundeliegenden Satzstruktur sein kann, sondern durch Ausdrucksregeln verantwortet werden muß. Daraus ergibt sich dann gleich die Möglichkeit, die Linearisierung der Konstituenten, neben der morphologischen und prosodischen Gestaltung des Sprachgebildes, als ein Ausdrucksmittel von tieferen semantischen und pragmatischen Werten zu interpretieren.

Weil die FG so weit wie möglich solche Transformationsregeln meidet, die im Laufe der Beschreibungsgeschichte eines Sprachgebildes gegebene Strukturen in andere Strukturen umwandeln, ist eine weitere Bedingung für die Regelung der Konstituentenfolge, daß die Elemente aus der zugrundeliegenden Satzstruktur in einer einzigen Bewegung zu ihren endgültigen Stellen gelangen und nicht von einer Stelle noch einmal in eine andere Stelle verschoben werden. Es gibt also „Stellungsregeln", aber keine Regeln des „Movement" in der FG.

Es ist nun gelungen, diesen verschiedenen Bedingungen Rechnung zu tragen, und zwar durch eine Regelung der Konstituentenfolge, die auf folgenden Prinzipien beruht.

[1] Es gibt ein Ordnungsmuster, das all die Stellen umfaßt, die irgendeine Konstituente der zugrundeliegenden Struktur einnehmen kann.

[2] Es gibt eine geordnete Reihe von Stellungsregeln, die jeweils eine oder mehrere Konstituenten aufgrund ihrer funktionalen und strukturellen

[9] Dazu Hengeveld (1989).

Charakterisierung in der zugrundeliegenden Satzstruktur in die Stelle des Ordnungsmustern eintragen, die sie einnehmen können oder müssen.

[3] Wenn alle relevanten Stellungsregeln ihre Arbeit getan haben, ist die zugrundeliegende Struktur völlig linearisiert und das Endprodukt ist eine wohlgeformte Reihenfolge der Konstituenten.

In einem multilingualen Modell, das nicht nur für das Deutsche, sondern auch für Dänisch, Englisch, Französisch, Niederländisch und Spanisch verwendet werden kann, habe ich bisher 18 verschiedene Stellen im Ordnungsmuster unterschieden:[10]

(32) 1. „Extraclausale" Position (*Ehrlich gesagt, ...*)
2. P1 Position
3. Subjektposition im Eng/Fra,
und im Dän/Nie/Deu Nebensatz
4. Satelliten-3 (*wahrscheinlich, vielleicht*)
5. Klitika im Fra
Dän *ikke* „nicht" im Nebensatz
6. Vf-Position
7. Subjektposition im Dän/Nie/Deu Hauptsatz
8. Satelliten-3 (*wahrscheinlich, vielleicht*)
9. Dän *ikke* „nicht" im Hauptsatz
10. Vi-Position in Eng/Fra/Dän
11. Objektposition
12. Reste der Argumente
13. Reste der Satelliten-1
14. Reste der Satelliten-2
15. Reste der Satelliten-3
16. Vi-Position im Deu/Nie
17. Extraponierter Nebensatz
18. Adverbialsatz

Dabei ist zu beachten, daß nicht alle Stellen in allen Sprachen verwendet werden. Die Stellungsregeln können deshalb ein wenig vereinfacht werden, wenn sie in einer monolingualen Umgebung operieren müssen.

Als Beispiel für eine Stellungsregel gebe ich die Regel, die dazu dient, eingebettete Sätze mit Subjektfunktion optional zu extraponieren, und deshalb Oppositionen zu erzeugen wie:

[10] Vf = Verbum finitum. Vi = Verbum infinitum.

(33) a. *daß johann den professor geschlagen hat wird von maria bedauert.*
b. *es wird von maria bedauert daß johann den professor geschlagen hat.*

Diese Regel hat folgende Form:

(34) place5 (L, [ILL, A], [ILL, O]) : -
A= [F, P1, [ ], E, N, Vf, [ ], E1, N1, Vi, [ ], B, C, D, E2, Vi2, [ ], Co] ,
member (AR, B), AR= [[subj] , SUB1|Z], sub1 (L, SUB1),
subst (AR, B, [[subj]| EXPL] , B1), expl (L, EXPL),
O= [F, P1, [ ], E, N, Vf, [ ], E1, N1, Vi, [ ], B1, C, D, E2, Vi2,
[SUB1|Z], Co].

Erläuterung: A = die Reihe der 18 Stellen mit den bisher schon placierten Konstituenten als Input dieser Regel, O = der Output nach Anwendung der Regel. In B befinden sich die vorläufig „geparkten", bisher noch ungeordneten Argumentterme.

Die Regel kann folgenderweise paraphrasiert werden: Sieh in B, ob es dort einen als Subjekt markierten Term gibt, der mit einem Subordinator (wie *daß*) anfängt. Wenn ja, handle optional in folgender Weise: Ersetze diesen Term durch das expletive Element der jeweiligen Sprache (d.h. Deutsch *es*) und stelle den Subjektsatz selbst in die Extrapositionsstelle 17. Das expletive Element wird von hierher hinsichtlich der Stellungsregeln als Subjekt behandelt werden, d.h. genau in die Stellen placiert werden, wo Subjektterme vorkommen können. Falls es gar keinen Subjektsatz im Input gibt, wird der Input unverändert an die nächste Stellungsregel weitergegeben.

Dieses Verfahren ergibt nicht nur in (33b), sondern auch in den folgenden Konstruktionen das korrekte Resultat:

(35) a. *vielleicht wird es von maria bedauert daß johann den professor geschlagen hat.*
b. *ich glaube daß es von maria bedauert wird daß johann den professor geschlagen hat.*

Die Tatsache, daß es auf dieser Weise gelungen ist, zwar nicht alle, aber doch sehr viele Stellungsmöglichkeiten in sechs verschiedenen Sprachen in einheitlicher Weise zu formulieren, kann als Bestätigung der oben formulierten Prinzipien der Konstituentenordnung betrachtet werden.

4. Weitere Verwendungsweisen der Computergrammatik

Zum Abschluß dieser Beschreibung des produktiven Teils der funktionalen Computergrammatik möchte ich noch einige Bemerkungen zu dem weiteren Rahmen, in dem so eine Grammatik verwendet werden kann, machen. Eine Grammatik, die willkürlich Sätze einer Sprache erzeugen kann, wie interessant sie auch immer sein kann, ist ja doch sehr weit entfernt von einer Simulierung der Fähigkeiten, die einen Mensch zu einem natürlichen Sprachbenutzer machen. Wie kann nun so eine Grammatik in ein Modell des Sprachbenutzers eingebaut werden? Folgende Fähigkeiten sollten dazu simuliert werden:

- Der Sprachverwender kann nicht nur Sprachgebilde erzeugen, er kann auch gegebene Sprachgebilde analysieren und interpretieren. Ein Modell des Sprachverwenders soll also zumindest auch einen Parser umfassen.
- Der Sprachbenutzer kann nicht nur semantische Information aus einem gegebenen Satz entnehmen, er kann auf Grund dieser Information auch weitere Schlußfolgerungen ziehen. Ein Modell des Sprachbenutzers muß also auch eine logische Komponente enthalten.
- Das Erzeugen und Interpretieren von Sprachgebilden ist nicht eine isolierte sprachliche Tätigkeit. Die verbale Aktivität wird immer innerhalb eines epistemologischen Kontexts ausgeübt. Der Sprachbenutzer besitzt eine große Menge von Kenntnisinhalten über die Welt im Allgemeinen, über die jeweiligen Umstände des aktuellen Sprechaktes und über den Kontext der diesem aktuellen Ausdruck schon vorausgegangen ist. Will man ein plausibles Modell des Sprachbenutzers entwickeln, dann kann man also an der Frage nach dem Verhältnis von Sprache, Kenntnis und Logik nicht vorübergehen.

Zum Abschluß möchte ich kurz erörtern, welche Lösungsmöglichkeiten für diese verschiedenen Fragen im heutigen Forschungsprogramm bereits gefunden worden sind oder noch weiter entwickelt werden.

D e r P a r s e r. Die geeignetste Analysestrategie innerhalb des FG-Modells ist die, die so unmittelbar wie möglich zu einem gegebenen Satz die dazu passende zugrundeliegende Satzstruktur rekonstruiert. Es hat sich gezeigt, daß so eine direkte Analysestrategie tatsächlich formuliert werden kann. Wenn Sie noch einmal Beispiel (18) ansehen, werden Sie bemerken, daß die rekonstruierte Struktur eine Menge von semantischen und strukturellen Informationen enthält, die es ermöglicht, von dieser Struktur heraus allerlei weitere Aufgaben auszuführen.

K e n n t n i s. Es gibt sehr viele Theorien über die Art und Weise, in der Kenntnis erworben, gespeichert, zurückgefunden und genutzt wird. Oft wird angenommen, daß zumindest ein wichtiger Teil unserer Kenntnis die Form von Systemen und Propositionen hat, in denen mögliche oder für wahr gehaltene Fakten enthalten sind. Eine zugrundeliegende FG-Struktur umfaßt nun, wie oben erwähnt, eine propositionale Komponente. Es liegt nun nahe, diese Komponente als Träger unserer propositionalen Kenntnis zu interpretieren. Damit kann ein FG-Modell auch zur Simulierung von Kenntniserwerb und Kenntnisnutzung verwendet werden.

L o g i k. Eine Logik beschreibt die Gesetze, nach denen man valide Schlußfolgerungen aus gegebenen Prämissen ziehen kann. Die Prämisse und der Schluß sind meistens als Propositionen formuliert. Auch hier kann also versucht werden, eine Logik zu entwickeln, die direkt auf den propositionalen Teil der zugrundeliegenden FG-Struktur einwirken kann, um so Mengen von FG-Propositionen auf weitere, daraus logisch oder probabilistisch folgende Propositionen auszudehnen. Auch dies ist probeweise für eine kleine Anzahl von logischen Schlußfolgerungsregeln innerhalb dieses Systems gelungen.

Man sieht hier die Umrisse eines optimal integrierten Systems, in dem grammatische, epistemologische und logische Komponenten eng miteinander zusammenarbeiten, weil sie alle dieselbe „Sprache" beherrschen: die Sprache der zugrundeliegenden, funktional und typologisch begründeten FG-Strukturen. Weitere Forschung wird zeigen müssen, bis zu welchem Grad ein solches Idealmodell tatsächlich operationalisiert werden kann.

Literatur

Connolly, John H./Dik, Simon C. (Hg.) (1989): Functional Grammar and the computer. Dordrecht.

Dik, Simon C. (1978): Functional Grammar. Amsterdam.

Dik, Simon C. (1989): The theory of Functional Grammar, part 1: the structure of the clause. Dordrecht.

Dik, Simon C. (ersch.): Functional Grammar in PROLOG; an integrated implementation for English, French and Dutch. Berlin.

Hengeveld, P.C. (1989): Layers and operators in Functional Grammar. In: Journal of Linguistics 25, S. 127-157.