Serdica
Bulgariacae mathematicae
publicationes

Сердика
Българско математическо
списание

DIE ANWENDUNG VON UNTERORDNUNGSKRITERIEN IM BULGARISCHEN*

JÜRGEN KUNZE, ALEXANDER K. LJUDSKANOV

In der vorliegenden Arbeit wird ein Versuch zur Objektivierung der reinen Abhängigkeitsstrukturen dargestellt. Es werden drei Unterordnungskriterien angegeben, die auf der syntaktischen Substituierbarkeit und Weglaßbarkeit (beides in weitem Sinne) beruhen. Jedes dieser Kriterien ergibt zu jedem Satz, den man sich gegebenenfalls disambiguiert zu denken hat, eine Reihe mittelbarer Aussagen über den seiner Struktur entsprechenden Abhängigkeitsbaum. Aus diesen mittelbaren Aussagen lassen sich durch geeignete Kombinationen die Unterordnungen ermitteln. Die Unterordnungskriterien sowie die in ihnen auftretenden Begriffe werden an Beispielen aus dem Bulgarischen illustriert.

1. Problemstellung. In dieser Arbeit werden einige Probleme der linguistischen und formalen Begründung der Abhängigkeitsgrammatik behandelt. Genauer gesagt, es geht um die Beantwortung der Frage, warum in der Abhängigkeitsdarstellung der grammatischen Struktur eines (als syntaktisch eindeutig vorausgesetzten) Satzes die Wortformen in einer bestimmten Weise einander untergeordnet werden und nicht anders. Intuitiv mag man eine Abhängigkeitsdarstellung, wie sie in Abb. 1 angegeben ist, für gerechtfertigt halten. Ein solcher intuitiv-heuristischer Standpunkt ist jedoch aus zwei Gründen unzureichend:

(A) Es gibt zahlreiche syntaktische Fügungen, deren Darstellung durch Unterordnungen intuitiv keineswegs klar ist. Ein Beispiel ist der Satz *Той не е задължен да работи*. Die Partikel *не* kann vom intuitiven Standpunkt sowohl der Wortform *е* als auch der Wortform *задължен* direkt untergeordnet werden, denn beide Möglichkeiten entsprechen der Bedeutung dieses Satzes in gleicher Weise.

(B) Eine derartige Betrachtungsweise führt zu einer begrifflichen Vermischung von zwei verschiedenen Ebenen: Man muß sich vor Augen halten, daß ein Abhängigkeitsbaum ebenso wie etwa ein Konstituentenbaum, eine (etikettierte) Klammerung des Satzes oder die Zustandsfolge eines Automaten, dem der Satz als Wortformenfolge (= Kette über dem Eingabealphabet des Automaten) eingegeben wird, nur eine mehr oder weniger adäquate D a r s t e l l u n g der Satzstruktur ist, nicht jedoch diese Struktur selbst. Dies

* Dies ist eine zweite Veröffentlichung (*Bulletin de l'Institut de Mathematiques, Acad. Bulg. Sci.*, 14, 1973, 261—270), in der die Verfasser einige der von ihnen in ihrer wissenschaftlichen Forschungsarbeit zum Thema 5/67 (1971—1975) erhaltenen Resultate zusammenfassen; obengenanntes Thema wird gemeinsam vom Bereich „Automatische Sprachverarbeitung" des Zentralinstituts für Sprachwissenschaft der AdW der DDR, Berlin, und vom Laboratorium „Mathematische Linguistik" beim Mathematischen Institut der BAW, Sofia, bearbeitet.

SERDICA. Bulgaricae mathematicae publicationes, Vol. 1, 1975, p. 144—157.

folgt schon daraus, daß ein und dieselbe Struktur bei Wahl verschiedener formaler Mittel, wie sie eben genannt wurden, ganz verschieden repräsentiert wird. Akzeptiert man dies, so sind auch die Unterordnungen in einem Abhängigkeitsbaum nur formale Repräsentationsmittel, die von dem, was repräsentiert

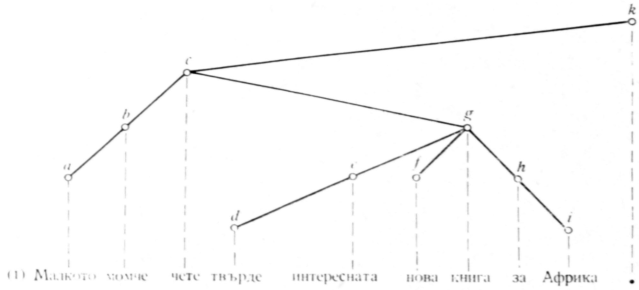

Abb. 1

wird, wohl unterschieden werden müssen. Aus beidem ergibt sich bereits daß die Unterordnungen (d. h. die Kanten in einem Abhängigkeitsbaum) einer Motivierung bedürfen. Daher ist es eine sinnvolle Aufgabe, in einer vorgegebenen grammatischen Satzstruktur (die konkret als ein korrekter grammatisch eindeutiger Satz vorliege) nach Eigenschaften oder Symptomen zu suchen, durch die die vorzunehmenden Unterordnungen gerechtfertigt werden.

2. Einige Grundbegriffe und Voraussetzungen. Bevor wir uns der Formulierung von Unterordnungskriterien zuwenden können, müssen zunächst einige Erklärungen ausgesprochen werden. Man benötigt folgende primäre Begriffe:

Basissprache. Darunter verstehen wir eine bestimmte Satzmenge L, nämlich die Menge aller „korrekten" Sätze über einem gewissen Vokabular. Für unsere Betrachtungen hat man sich die Menge aller bulgarischen Sätze vorzustellen, die den grammatischen Regularitäten der bulgarischen Sprache genügen. Es ist in diesem Rahmen nicht möglich (und im Grunde auch nicht nötig), diesen Korrektheitsmaßstab detailliert festzulegen. Das Wesentliche ist der Aspekt, daß ohne Bezug auf eine Basissprache die theoretische Rechtfertigung der Unterordnungen nicht (oder wenigstens nur unzulänglich) erhalten werden kann. Das Interessante dabei ist nicht, wie man die Basissprache im einzelnen festlegt (wenngleich man für praktische Anwendungen dieser Frage nicht ausweichen kann!), sondern der Einfluß der Basissprache auf die Konsequenzen, die sich aus den theoretischen und allgemeinen Prinzipien ergeben, die wir weiter unten erklären. Dieser Einfluß ließe sich durch Variierung der Basissprache (d. h. durch Lockerung oder Verschärfung des Korrektheitsmaßstabes) regelrecht beobachten.

Basisstrukturen. Vom formalen Standpunkt aus ist eine Basisstruktur σ vom Grade l (l eine natürliche Zahl mit $l \geqq 2$) ein l-stelliges Attribut für Wortformen, das auf einen Satz φ, aufgefaßt als l-gliedrige Folge[1] von Wort-

[1] Das abschließende Satzzeichen wird stets als Glied dieser Folge gezählt, daher ist $l \geq 2$.

formen, „zutrifft" oder „nicht zutrifft". „σ trifft auf φ zu" soll dabei synonym sein mit „der Satz φ hat σ als eine Basisstruktur (unter eventuell mehreren Basisstrukturen)". Inhaltlich ist eine Basisstruktur σ vom Grade l ein l-Tupel von Merkmalkombinationen $m_1, \ldots, m_l$, in dem zwischen den l Stellen ein Netz von Beziehungen besteht und die Merkmalkombinationen m_λ für jedes λ mit $1 \leq \lambda \leq l$ eine Beschreibung aller an der λ-ten Stelle aktualisierten Merkmale sind. Als Merkmale kommen dabei diejenigen vor, die bei der Festlegung der Basissprache auftreten und im vorliegenden Satz eine Rolle spielen. Diese zunächst sehr abstrakt erscheinenden Definitionen sollen durch das folgende Beispiel erläutert werden:

(2) $\varphi =$ *Момчето чете книга за Африка.*

$\varphi = a_1 \quad a_2 \quad a_3 \quad a_4 \quad a_5 \quad a_6$

Die Basisstruktur σ dieses Satzes würde bei einer rein grammatischen Festlegung der Basissprache L folgende Merkmalkombinationen erhalten, die wir hier mit den üblichen grammatischen Bezeichnungen wiedergeben:

$m_1 =$ Substantiv, neutrum, singular, determiniert.

$m_2 =$ Verb, transitiv, 3. Person, singular, Präsens, Indikativ.

$m_3 =$ Substantiv, femininum, singular, nicht-determiniert, usw.

Wählt man den Korrektheitsmaßstab für die Basissprache feiner, indem man Merkmale wie BELEBT — UNBELEBT, KONKRET—ABSTRAKT einbezieht und folglich Ketten wie

(3) *Столът чете печал за Африка.*

aus der Basissprache ausschließt, so wird die Basisstruktur $\sigma^1 = m_1^1, \ldots, m_l^1$ von (2) bezüglich dieser eingeschränkten Basissprache L' folgende Merkmalkombinationen enthalten:

$m_1^1 = m_1$, PERSON, Sexus = MASCULINUM,...

$m_2^1 = m_2$, Subjekt = PERSON, Objekt = KONKRET,...

$m_3^1 = m_3$, KONKRET, NICHT-PERSON,...

usw.

Wir weisen darauf hin, daß die l-Tupel von Merkmalkombinationen für die Kennzeichnung der Basisstrukturen im allgemeinen nicht ausreichen. Das zeigt der Satz

(4) $\varphi =$ *Той пътува с влака за София.*

Die beiden möglichen unterschiedlichen Bezüge der Präpositionalgruppe *за София* (entweder adverbial zu *пътува* oder attributiv zu *влака*) rufen eine Mehrdeutigkeit[2] dieses Satzes hervor, die durch zwei verschiedene Basisstrukturen von φ repräsentierbar sein muß. Diese beiden Basisstrukturen unterscheiden sich als l-Tupel von Merkmalkombinationen jedoch nicht, so daß das Netz der Beziehungen in ihnen einen Unterschied aufweist.

Reduktionen. Sind σ_1 und σ_2 Basisstrukturen zu einer Basissprache, so sagen wir, daß σ_2 eine Reduktion von σ_1 ist, falls die zu σ_2 gehörende Merkmalkombinationenfolge eine Teilfolge der zu σ_1 gehörenden Merkmalkombinationenfolge ist und zwischen den Stellen in σ_2 die gleichen Beziehungen bestehen wie zwischen den entsprechenden Stellen in σ_1. Bezeichnet σ_i ($i = 1, 2$) jeweils die Basisstruktur des als eindeutig vorausgesetzten Satzes φ_i, so gilt „σ_2 ist eine Reduktion von σ_1" z. B. für folgende Sätze φ_1, φ_2:

[2] Man beachte, daß wir nur von geschriebenen Texten ausgehen, so daß vorgegebene Beispielsätze mit verschiedener Intonation und innerhalb verschiedener Kontexte zu betrachten sind.

(5) φ_1 = *Известни писатели пишат вече цяла година колективен сценарий за многосериен филм.*

(6) φ_2 = *Известни писатели пишат колективен сценарий за филм.*

(7) φ_2 = *Писатели пишат цяла година сценарий.*

(8) φ_2 = *Писатели пишат сценарий за многосериен филм.*

Für das folgende Paar ist σ_2 keine Reduktion von σ_1:

(9) φ_1 = *Той каза, че ти беше болен.*

(10) φ_2 = *Той беше болен.*

Bei diesem Paar ist in σ_1 die Beziehung zwischen *Той* und *беше* nicht dieselbe wie in σ_2. Daß man bei der Definition des Begriffs Reduktion auf die Basisstrukturen Bezug nehmen muß und sich nicht auf die Sätze beschränken darf, zeigt folgendes Beispiel: Es sei φ_1 der schon genannte Satz (4). Er besitzt, wie wir oben gezeigt haben, wenigstens zwei Basisstrukturen, die wir mit σ_1^1 und σ_1^2 bezeichnen. Dabei sei σ_1^1 diejenige, bei der *за София* adverbial zu *пътува* aufgefaßt wird, während σ_1^2 der attributiven Auffassung *за София* zu *влака* entspricht. Dann gilt: Die Basisstruktur σ_2 des Satzes

(11) φ_2 = *Той пътува за София.*

ist eine Reduktion von σ_1^1, aber nicht von σ_1^2. Dagegen ist die Basisstruktur σ_3 des Satzes

(12) φ_3 = *Той пътува с влака.*

sowohl eine Reduktion von σ_1^1 als auch eine Reduktion von σ_1^2.

Konfigurationen. Wir schließen uns hier weitgehend der Definition von O. S. Kulagina [1] an. Gegenüber dieser Definition nehmen wir jedoch folgende Modifikation vor: Der Konfigurationsbegriff wird hier ohne Bezug auf eine Zerlegung Γ verwendet. Ausgangspunkt sind vielmehr die Sätze als Wortformenfolgen, wobei man sich im Falle von Wortformenmehrdeutigkeiten die im vorliegenden Satz aktualisierten Varianten für diese Wortformen als Element des Satzes zu denken hat. Präziser könnte man dies auch so ausdrücken, daß als Strukturen nullten Ranges (siehe unten) genau diejenigen Folgen von Merkmalkombinationen auftreten, die sich aus allen Basisstrukturen aller in der Basissprache liegenden Sätze ergeben. Die Konfigurationen und Strukturen höheren Ranges wären dann ebenfalls Folgen von Merkmalkombinationen. Geht man von den mit einer Kennzeichnung der aktualisierten Wortformenvarianten versehenen Sätze aus, so hat man ebenfalls zu beachten, daß die Möglichkeit der Ersetzung einer Konfiguration durch ihre Resultante in einem Satz von der angenommenen Basisstruktur dieses Satzes abhängen kann. Dies werden wir weiter unten durch ein Beispiel belegen.

Bei Berücksichtigung der genannten Modifikationen läßt sich der Konfigurationsbegriff wie in [1] folgendermaßen erfassen:

(α) Alle Sätze φ der Basissprache heißen Strukturen nullten Ranges.

(β) Eine Wortformenfolge ψ, die mindestens die Länge 2 hat, heißt Konfiguration ersten Ranges mit der Wortform a als Resultante, falls für beliebige Wortformenfolgen ξ und η folgendes gilt: $\varphi = \xi\psi\eta$ ist genau dann eine Struktur nullten Ranges, wenn dies für $\varphi' = \xi a \eta$ der Fall ist.

(γ) Ein Satz φ der Basissprache, der keine Konfiguration ersten Ranges enthält, wird Struktur ersten Ranges genannt. (Jede Struktur ersten Ranges ist natürlich auch eine Struktur nullten Ranges.)

(δ) Mit Hilfe der Strukturen ersten Ranges werden die Konfigurationen zweiten Ranges wie bei (β) definiert, indem man in (β) die Rangzahlen durchgehend um Eins erhöht.

(ε) Mit Hilfe der Konfigurationen zweiten Ranges werden die Strukturen zweiten Ranges wie bei (γ) definiert, indem man in (γ) die Rangzahlen durchgehend um Eins erhöht.

(ζ) Die gesamte Definitionsprozedur wird in der durch (δ) und (ε) beschriebenen Weise induktiv fortgesetzt, so daß man zu Strukturen φ und Konfigurationen ψ k-ten Ranges für beliebige natürliche Zahlen k kommt, sofern die Prozedur nicht bei einem gewissen k abbricht. Als Rangzahl einer Struktur φ oder Konfiguration ψ gilt stets die größte der Zahlen k, für die φ beziehungsweise ψ Struktur beziehungsweise Konfiguration k-ten Ranges ist.

Die konkrete Bestimmung von Konfigurationen mit ihren Resultanten und Ranzahlen ist bei so kompliziert strukturierten Sprachen sehr schwierig.

Die folgenden Beispiele sollen den Konfigurationsbegriff etwas verdeutlichen. Die konkreten Rangzahlen lassen wir dabei außer Betracht. Die Kette ψ = *интересната книга* ist eine Konfiguration mit der Resultante a = *книгата*; denn in Sätzen, die keine Konfigurationen kleineren Ranges mehr enthalten, sind ψ und a wechselseitig substituierbar. Ein Satz, für den dies nicht gilt, ist

(13) φ = *Той чете твърде интересната книга.*

da (vergleiche (β))

(14) φ' = *Той чете твърде книгата.*

abweichend ist. Dieses Beispiel zeigt die linguistische Bedeutung der Rangzahlen; denn die in (13) vorkommende Kette *твърде интересната* ist eine Konfiguration, deren Rangzahl kleiner als die von *интересната книга* ist. Daher wird nach (δ) die wechselseitige Substituierbarkeit von *интересната книга* und *книгата* in (13) auch nicht verlangt!

Analog ist *нова книга* eine Konfiguration mit *книга* als Resultante. Die Kette *чете книгата* bildet eine Konfiguration mit *работи* als Resultante, deren Rangzahl jedoch höher als die aller vorher genannten Konfigurationen ist.

Die Konfigurationsanalyse des Satzes

(15) φ = *Той чете твърде интересната книга.*

ist in Abb. 2 angegeben, wobei unter den Klammern immer die Resultanten aufgeführt sind und die Rangzahlen von oben nach unten zunehmen.

Той чете твърде интересната нова книга.

Той чете интересната нова книга.

Той чете интересната книга.

Той чете книгата.

Той работи.

Abb. 2

Wir lassen hier die Frage offen, ob *той работи* nicht auch noch eine Konfiguration ist, für die man z. B. einen Imperativ als Resultante anzusetzen hätte. Die Rangzahl dieser Konfiguration müßte größer als die aller Konfigurationen sein, die zur Analyse von Nebensätzen notwendig sind; denn selbstverständlich kann man in einen Nebensatz (... *че той работи* ...) nicht einen Imperativ einsetzen. Hierfür wären längere Konfigurationen (mit kleinerer Rangzahl) nötig, die die Konjunktion und andere Elemente enthalten.

Wir wollen nun zeigen, daß man bei der Konfigurationsanalyse eines syntaktisch mehrdeutigen Satzes eine bestimmte Basisstruktur zugrunde zu legen hat. Bei dem folgenden Beispiel deuten wir die Analysenmöglichkeiten wie in Abb. 2 an. Es sei φ wieder der Satz (4) mit den beiden Basisstrukturen, die wir am Schluß der Erklärungen zum Begriff „Reduktion" angegeben hatten. Bei Annahme von Konfigurationen der Form

Substantiv Präposition Substantiv

beziehungsweise

Verb Präposition Substantiv

mit einem passenden Substantiv beziehungsweise Verb als Resultante ergeben sich folgende Möglichkeiten:

(a) bei σ^1 (d. h. *за София* adverbial):

Той пътува с влака за София.

Той маршируа за София.

Той работи.

Abb. 3

(b) bei σ^2 (d. h. *за София* attributiv zu *влака*):

Той пътува с влака за София.

Той пътува с колело.

Той работи.

Abb. 4

Wie wir später sehen werden, führen diese beiden unterschiedlichen Konfigurationsanalysen auch zu unterschiedlichen Unterordnungsstrukturen für σ^1 und σ^2.

Die eben demonstrierte Abhängigkeit der Ersetzung einer Konfiguration ψ durch ihre Resultante a von der zugrunde gelegten Basisstruktur σ wollen wir im folgenden so ausdrücken, daß die Ersetzung von ψ durch a mit σ verträglich bzw. unverträglich ist. So ist z. B. die Ersetzung von ψ = *влака за София* durch a = *колело* mit σ^1 unverträglich.

Die Auswahl der Resultanten ist durchaus nicht immer einfach. So eignet sich *влака* als Resultante zu *влака за София* nicht (vergleiche Abb. 4); denn da die Resultante immer auch durch die Konfiguration ersetzbar sein muß (vergleiche (β) und (δ) bei der Definition für die Konfigurationen), müßte man dann auch Ketten wie

(16) *Той пътува с влака за София за София за София.*

in der Basissprache zulassen. Da es eine Nominalgruppe *колело за София* nicht gibt, ist *колело* als Resultante geeignet. Entsprechend hat man in Abb. 3 als Resultante von *пътува с влака* ein Verb (etwa *маршируа*) zu wählen, das keine instrumentale Bestimmung durch eine Präpositionalgruppe wie *с влака* ermöglicht.

Neben den vier eben erläuterten primären Begriffen benötigen wir noch einige Definitionen, die sich auf den verwendeten formalen Apparat (d.h. auf Unterordnungen, Abhängigkeitsbäume usw.) beziehen.

Vollständige Teilbäume. Ist β ein Abhängigkeitsbaum, so verstehen wir unter einem vollständigen Teilbaum τ von β einen Teilbaum, der aus genau den Knoten besteht, die einem bestimmten Knoten x (den wir die Spitze von τ nennen) direkt oder indirekt untergeordnet sind, einschließlich x selbst. Die Menge aller Knoten, die einem bestimmten Knoten x direkt oder indirekt untergeordnet sind (einschließlich x), bezeichnen wir mit $A(x)$. In dem in Abb. 1 angegebenen Baum gibt es unter anderem die folgenden vollständigen Teilbäume:

Spitze x von τ	Knotenmenge $A(x)$ des vollständigen Teilbaums τ
c	$\{a, b, c, d, e, f, g, h, i\}$
b	$\{a, b\}$
g	$\{d, e, f, g, h, i\}$
e	$\{d, e\}$

Halbvollständige Teilbäume. Unter einem halbvollständigen Teilbaum τ eines Abhängigkeitsbaumes β verstehen wir einen Teilbaum, dessen Knotenmenge für einen bestimmten Knoten x (den wir wieder die Spitze von τ nennen) die Gestalt $\{x\} \cup A(x_1) \cup \ldots \cup A(x_p)$ hat, wobei, falls x kein Endknoten (siehe unten) ist, $p \geq 1$ gilt und alle Knoten $x_1, \ldots, x_p$ dem Knoten x direkt untergeordnet sind. In dem in Abb. 1 angegebenen Baum gibt es unter anderem die folgenden halbvollständigen Teilbäume:

Spitze x von τ	$\{x_1, \ldots, x_p\}$	Knotenmenge von τ
c	$\{b\}$	$\{a, b, c\}$
g	$\{f\}$	$\{g, f\}$
g	$\{e, h\}$	$\{d, e, g, h, i\}$
h	$\{i\}$	$\{h, i\}$
d	$\emptyset$	$\{d\}$

Endknoten, Endkomplexe. Ein Endknoten in β ist ein Knoten x, dem kein Knoten direkt untergeordnet ist, d. h. für den $A(x) = \{x\}$ gilt. In Abb. 1 sind genau die Knoten a, d, f und i Endknoten. Unter einem Endkomplex ε eines Abhängigkeitsbaumes β verstehen wir eine nicht-leere Teilmenge der Knotenmenge von β, die folgende Eigenschaft besitzt: Für jedes Paar x, x^* von Knoten gilt: Wenn $x \in \varepsilon$ und $x^* \in A(x)$, so $x^* \in \varepsilon$. Ein Endkomplex enthält also mit einem Knoten alle ihm untergeordneten. In Abb. 1 sind unter anderem die folgenden Mengen Endkomplexe: $\{a, b\}$, $\{a, d\}$, $\{a, d, e\}$, $\{a, b,$

$f, i\}, \{f, h, i\}$. Aufgrund der gegebenen Definitionen gilt offenbar: Jeder vollständige Teilbaum von β ist auch ein halbvollständiger Teilbaum von β (man wähle $\{x_1, \ldots, x_p\}$ als die Menge aller Knoten, die x direkt untergeordnet sind).

Jeder vollständige Teilbaum von β ist auch ein Endkomplex von β. Ist x ein Endknoten in β, so ist $\{x\}$ vollständiger Teilbaum (und damit auch halbvollständiger Teilbaum und Endkomplex) von β. Ganz leicht beweist man ferner:

Die Vereinigung von Endkomplexen ist wieder ein Endkomplex. Jeder Endkomplex ist Vereinigung von vollständigen Teilbäumen. Der Durchschnitt von Endkomplexen ist entweder leer oder wieder ein Endkomplex.

3. Allgemeines zu den Unterordnungskriterien. Wie zu anfangs schon bemerkt, sollen Kriterien für Unterordnungen bei der Darstellung von Satzstrukturen behandelt werden. Man müßte die verwendeten Bäume eigentlich „Unterordnungsbäume" (anstelle von „Abhängigkeitsbäume") nennen.

Es muß davon ausgegangen werden, daß es ein einheitliches und alle Fälle erfassendes Unterordnungskriterium nicht gibt, zumindest ist bis jetzt kein solches bekannt. Wir werden daher so verfahren, daß wir drei Kriterien formulieren und an Beispielen erläutern. Jedes dieser Kriterien liefert für jeden vorgegebenen Satz φ, den man sich mit einer seiner Basisstrukturen σ verbunden zu denken hat, eine Reihe von mittelbaren Aussagen über die Unterordnungsdarstellung dieses Satzes, aus denen man durch geeignete Kombination unmittelbare Aussagen über direkte Unterordnungen erhält. Dabei zeigt es sich, daß der Abhängigkeitsbaum β nicht dem Paar $[\varphi, \sigma]$ zugeordnet wird, sondern nur der Basisstruktur σ. Der Satz φ wird dabei als eine Realisierung oder Aktualisierung seiner Basisstrukturen angesehen und als ihr Repräsentant verwendet, da wir sonst jedesmal die Basisstruktur explizit angeben müßten, was in diesem Rahmen weder möglich noch notwendig ist. Wir werden daher die Abhängigkeitsbäume mit $\beta(\sigma)$ bezeichnen und fordern, daß es zu jeder als Struktur eines Satzes der Basissprache vorkommenden Basisstruktur σ genau einen Abhängigkeitsbaum $\beta(\sigma)$ gibt. Diese Bäume sind geordnet, und ihre Knoten sind entweder mit der entsprechenden Wortform des Satzes oder mit der entsprechenden Merkmalkombination der Basisstruktur interpretiert. Die Kanten sind nicht markiert, d. h. es handelt sich um sogenannte reine Abhängigkeitsbäume. Auf das Problem der Kantenmarkierung können wir hier nicht eingehen.

Alle drei Kriterien basieren auf Bedingungen, die mit der Substituierbarkeit und Weglaßbarkeit von Satzteilen zusammenhängen. Andere Bedingungen, wie etwa paradigmatische Abhängigkeiten, gehen nicht in die Kriterien ein.

Die Frage, in welchem Maße sich die Abhängigkeitsstrukturen mit diesem (oder einem anderen) System von Kriterien adäquat, vollständig und widerspruchsfrei begründen lassen, kann hier nicht behandelt werden. Derartige Probleme sind äußerst schwierig, sowohl vom mathematisch-logischen als auch vom linguistischen Standpunkt. Die linguistische Problematik reicht bis zur Sprachentwicklung, da z. B. die sich historisch vollziehende syntaktische Umdeutung von Fügungen gewisse Unbestimmtheiten bei der formalen Beschreibung hervorruft.

4. Das Konfigurationskriterium. Das erste der drei Kriterien kann folgendermaßen formuliert werden:

Es sei $\varphi = a_1 \ldots a_l$ ein Satz der Basissprache und σ eine Basisstruktur von φ. Ferner sei $\psi = a_k \ldots a_m$ $(1 \leq k < m \leq l)$ eine Konfiguration, die in φ vorkommt und deren Ersetzung durch das resultierende Element a mit σ verträglich ist. Gibt es genau ein μ mit $k \leq \mu \leq m$, so daß a und a_μ hinsichtlich aller grammatischen Eigenschaften übereinstimmen, die nicht die Konfiguration betreffen, so bilden in $\beta(\sigma)$ alle Knoten, die den Wortformen $a_k, \ldots, a_m$ entsprechen, einen halbvollständigen Teilbaum, dessen Spitze der a_μ entsprechende Knoten ist. Dabei gilt: Ist a_λ eine Wortform aus ψ mit $\lambda \neq \mu$, so ist der a_λ entsprechende Knoten dem a_μ entsprechenden Knoten direkt untergeordnet oder die Wortform a_λ ist von einer Wortform $a_\varkappa$ mit $\varkappa \neq \lambda$ und $k \leq \varkappa \leq m$ obligatorisch abhängig (zum Terminus „obligatorisch abhängig" vergleiche 5.).

Außerdem soll folgender Zusatz gelten: Ist $\bar{\varphi}$ derjenige Satz, den man aus φ durch die (mit σ verträgliche) Ersetzung von ψ durch a erhält, und ist $\bar{\sigma}$ diejenige Basisstruktur, die dabei aus σ entsteht, so ist $\beta(\bar{\sigma})$ derjenide Baum, den man aus $\beta(\sigma)$ durch Streichung aller Knoten erhält, die den Wortformen a_λ mit $k \leq \lambda \leq m$ und $\lambda \neq \mu$ entsprechen. (Dadurch, daß die den Wortformen $a_k, \ldots, a_m$ entsprechenden Knoten einen halbvollständigen Teilbaum mit dem a_μ entsprechenden Knoten als Spitze bilden, ist garantiert, daß bei dieser Streichung aus $\beta(\sigma)$ wieder ein Baum entsteht.)

Zur Erläuterung dieses Kriteriums sei folgendes bemerkt: Die im Kriterium genannten Bedingungen für a und a_μ werden wir im folgenden einfach mit dem Ausdruck „a und a_μ sind verwandt" abkürzen. Die Aussage, daß die den Wortformen $a_k, \ldots, a_m$ entsprechenden Knoten einen halbvollständigen (d. h. nicht notwendigerweise einen vollständigen) Teilbaum in $\beta(\sigma)$ bilden, erlaubt es, daß dem a_μ-Knoten noch weitere Knoten untergeordnet sind, die nicht innerhalb der Konfiguration liegen. Die Bedingung für das Verhältnis zwischen $\beta(\sigma)$ und $\beta(\bar{\sigma})$ ermöglicht eine wiederholte Anwendung des Kriteriums, wie wir später demonstrieren werden.

Bei den weiter unten folgenden Beispielen werden wir immer angeben, welche Wortformenfolgen wir als Konfigurationen mit welcher Resultante voraussetzen. Es geht in dieser Arbeit nicht um eine Konfigurationsanalyse des Bulgarischen, sondern darum, zu zeigen, wie die Konfigurationen zur Begründung von Unterordnungen verwendet werden können. Daher umgehen wir hier den Nachweis, daß bestimmte Folgen tatsächlich Konfigurationen sind. Auch die Bedingungen für die Rangzahlen, die bei einer ganz exakten Formulierung des Kriteriums anzugeben wären, klammern wir hier aus.

5. Das Kriterium für obligatorische Erweiterungen. Auch dieses Kriterium beruht auf einem Begriff, den wir wie den Begriff „Konfiguration" innerhalb einer Skizze wie dieser nicht vollständig definieren können, nämlich auf dem Begriff „obligatorische Erweiterung". Die Anwendung des Kriteriums für obligatorische Erweiterungen erfordert, daß für jeden zu behandelnden Satz φ (bei Auswahl einer seiner Basisstrukturen) bekannt ist, welche Teile χ von φ obligatorische Erweiterungen zu welchen Wortformen a_μ aus φ sind. Unabhängig davon, wie dies im einzelnen linguistisch zu begründen wäre, setzen wir folgendes voraus:

(a) Ist $\chi = a_k \ldots a_m$ eine obligatorische Erweiterung, so bilden die den Wortformen $a_k, \ldots, a_m$ entsprechenden Wortformen einen vollständigen Teilbaum von $\beta(\sigma)$.

(b) Durch χ ist a_μ eindeutig bestimmt, und a_μ liegt nicht in χ, d. h. es ist $\mu<k$ oder $m<\mu$.

Diese beiden Annahmen sind so zu verstehen, daß sie bei einer eingehenden linguistischen Begründung des Begriffs „obligatorische Erweiterung“ als erfüllt anzusehen wären. Bei Gültigkeit von (a) und (b) läßt sich das zweite Kriterium so formulieren:

Es sei $\varphi = a_1 \ldots a_l$ ein Satz mit der Basisstruktur σ. Ferner sei $\chi = a_k \ldots a_m$ $(1 \leq k<m \leq l)$ eine obligatorische Erweiterung zu a_μ, wobei dies mit der angenommenen Basisstruktur vereinbar (siehe unten) ist. Dann ist derjenige Knoten $a_\varkappa$ $(k \leqq \varkappa \leqq m)$, der die Spitze des χ entsprechenden (und nach (a)) vollständigen Teilbaums ist, in $\beta(\sigma)$ dem a_μ-Knoten direkt untergeordnet.

Zur Erläuterung fügen wir folgendes hinzu: Es ist sehr wohl von der Basisstruktur σ abhängig, ob eine Folge χ eine obligatorische Erweiterung zu einer Wortform a_μ ist oder nicht. Dies zeigt der Satz

(17) $\varphi =$ *Той дава парите на майката на Иван.*

Dieser Satz ist mehrdeutig, d. h. er besitzt wenigstens zwei Basisstrukturen σ^1 und σ^2, die den folgenden russischen Übersetzungen entsprechen (andere mögliche Auslegungen interessieren uns nicht):

(18) $\hat{\varphi}^{*} =$ *Он дает матери Ивана деньги,*

(19) $\hat{\varphi}^{**} =$ *Он дает Ивану деньги матери*

Mit σ^1 (aber nicht mit σ^2) ist es vereinbar, daß $\chi^1 =$ *парите* obligatorische Erweiterung zu $a_2 =$ *дава* ist, während es mit σ^2 (aber nicht mit σ^1) vereinbar ist, daß $\chi^2 =$ *парите на майката* obligatorische Erweiterung zu a_2 ist. Außerdem ist bei σ^1 die Phrase *майката на Иван* obligatorische Erweiterung zur ersten Präposition *на*, bei σ^2 dagegen nur *майката*. Es ist ganz klar, daß derartige Unterschiede berücksichtigt werden müssen, da sie auch unmittelbare Konsequenzen für die Unterordnungen haben. Dies werden wir weiter unten auch bei der Diskussion der Unterordnungen für (4) deutlich machen.

Bei der Formulierung des Konfigurationskriteriums haben wir den Terminus „obligatorisch abhängig“ verwendet. Wir verstehen darunter das syntaktische Abhängigkeitsverhältnis zwischen der Spitze und dem Bezugswort einer obligatorischen Erweiterung, das sich aufgrund des eben formulierten Kriteriums in einer direkten Unterordnung ausdrückt.

Auf den Unterschied zwischen bedingten und unbedingten obligatorischen Erweiterungen brauchen wir hier nicht einzugehen, da wir in 6. eine vereinfachte Form eines Kriteriums angeben.

6. Eliminationskriterien. Ein drittes Kriterium erfaßt die Kopplungen zwischen der Weglaßbarkeit von Wortformen in Sätzen und ihrer Unterordnungsstruktur. Da sich obligatorische Erweiterungen gerade dadurch auszeichnen, daß sie nicht ohne weitere Veränderungen weggelassen werden können, ist es ganz natürlich, daß ein derartiges Kriterium mit dem Kriterium für obligatorische Erweiterungen bestimmte Zusammenhänge aufweisen wird. Das umfassende Kriterium für die Weglaßbarkeit ist sowohl in seiner Formulierung als auch in seiner Anwendung sehr kompliziert (vergleiche [2]). Wir beschränken uns daher auf einen Spezialfall, der ausschließlich die „freie“ Weglaßbarkeit von Wortformen betrifft. Die (hier nicht behandelte) Verallgemeinerung ist die bedingte Weglaßbarkeit, bei der auch die gegenseitigen Zusammenhänge für die Weglaßbarkeit einbezogen werden, die bei bedingten obligatorischen Erweiterungen auftreten. Das folgende Kriterium nennen wir das „absolute Eliminationskriterium":

Es sei $\varphi = a_1 \ldots a_l$ ein Satz, σ eine Basisstruktur von φ und $a^{(1)}, \ldots, a^{(r)}$ seien Wortformen in φ, die nicht notwendigerweise einen zusammenhängenden Teil von φ bilden. Ist diejenige Kette φ^*, die man aus φ durch Weglassen von $a^{(1)}, \ldots, a^{(r)}$ erhält, in der Basissprache enthalten und gibt es eine Basisstruktur σ^* von φ^*, die eine Reduktion von σ ist, so bilden in $\beta(\sigma)$ die Knoten, die den Wortformen $a^{(1)}, \ldots, a^{(r)}$ entsprechen, einen Endkomplex.

Die in diesem Kriterium verwendeten Begriffe waren in 2. erklärt worden. Bei Verwendung der Definition für den Begriff Reduktion ergibt dieses Kriterium im Fall $r=1$ folgendes:

Kann in einem Satz φ mit der Basisstruktur σ eine Wortform $a^{(1)}$ weggelassen werden, ohne daß sich dabei die in φ aktualisierten Merkmale der verbleibenden Wortformen sowie die Beziehungen zwischen ihnen verändern, so entspricht der Wortform $a^{(1)}$ in $\beta(\sigma)$ ein Endknoten. (Die Beziehungen, an denen die Wortform $a^{(1)}$ in σ beteiligt ist, sind dabei nicht zu berücksichtigen!) Zur Anwendung dieses Kriteriums ist noch zu bemerken, daß man die Zahl r keineswegs maximal wählen muß.

7. Beispiele für die Anwendung der Kriterien. Zur Vereinfachung der Ausdrucksweise machen wir bei der Diskussion der Beispiele keinen Unterschied zwischen den Wortformen und den ihnen entsprechenden Knoten im Abhängigkeitsbaum. Wir werden also einfach davon sprechen, daß eine Wortform einer anderen untergeordnet ist usw.

Bei der Diskussion der Beispiele werden wir so vorgehen, daß wir für einen Satz φ mit zugrunde gelegter Basisstruktur σ bestimmte Aussagen formulieren, die durch Anwendung der Kriterien zu bestimmten Unterordnungen führen. Dabei wird jeweils auf die angegebene Abbildung verwiesen und vermerkt, welche der durch eingekreiste Zahlen bezeichneten Kanten auf diese Weise gerechtfertigt sind.

Die Unterordnung des finiten Verbs des Hauptsatzes unter das abschließende Satzzeichen ist als generelle Konvention zu betrachten, die nicht aus den Kriterien folgt. Wir verabreden ferner, daß das finite Verb der einzige Knoten ist, der dem abschließenden Satzzeichen direkt untergeordnet wird (vergleiche 8.).

Als erstes Beispiel betrachten wir den Satz (4):

$\varphi_1 =$ *Той пътува с влака за София.*

Er hat die beiden Basisstrukturen σ_1^1 und σ_1^2 (vergleiche S).

Als obligatorische Erweiterungen χ zu Wortformen a_μ hat man bei σ^1:

χ	a_μ
влака	*с*
София	*за*

Die Abb. 5. gibt die Unterordnungsstruktur von φ_1 bei σ_1^1 wieder, und in ihr sind durch das Kriterium für obligatorische Erweiterungen die mit 3 und 5 bezeichneten Kanten bestimmt. Nun betrachten wir die in Abb. 3. angegebenen Konfigurationsanalyse. Da die Resultante *марширува* der Konfiguration $\psi =$ *пътува с влака* mit der Wortform *пътува* verwandt ist, ist diese Wortform die Spitze der Unterordnungsdarstellung dieser Konfiguration. Da wir die mit 3 bezeichnete Kante schon erhalten haben, ist, wie man sich leicht überlegt, nur noch die Unterordnung von *c* unter *пътува* möglich, also die mit 2 bezeichnete Kante. Nun ersetzen wir ψ durch die Resultante und erhalten den Satz

$\overline{\varphi}_1 =$ *Той марширува за София.*

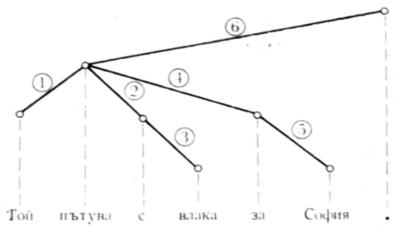

Abb. 5

Mit diesem Satz verwenden wir das Konfigurationskriterium noch einmal. Dabei können wir uns auf den unmittelbar im Anschluß an dieses Kriterium formulierten Zusatz stützen. Er besagt, daß man die Unterordnungsstruktur von $\overline{\varphi}_1$ aus der von φ_1 (bei σ_1^1) erhält, indem man die Knoten *c* und *влака* (d. h. die mit 2 und 3 bezeichneten Kanten) streicht. Kehrt man dies logisch um, so ergibt sich, daß man die Unterordnungsstruktur von φ_1 (bei σ_1^1) erhält, indem in die Unterordnungsstruktur von $\overline{\varphi}_1$ die mit 2 und 3 bezeichneten Kanten wieder einfügt. Daher genügt es (und dies ist der eigentliche Inhalt des Zusatzes), die Unterordnungsstruktur von $\overline{\varphi}_1$ zu ermitteln.

Betrachtet man die zweite Zeile in Abb. 3, so erkennt man, daß man für $\overline{\varphi}_1$ die mit 4 bezeichnete Kante durch das Konfigurationskriterium analog erhält wie eben die mit 2 bezeichnete (die Kante 5 liegt schon vor!).

Nun wendet man den Zusatz noch einmal an, und zwar für den Satz

$\overline{\overline{\varphi}}_1 =$ *Той работи.*

Es genügt dann, die Unterordnungsstruktur dieses Satzes zu bestimmen. Die Unterordnung von *той* kann man auf verschiedene Weise erhalten. Sie folgt wegen der Weglaßbarkeit des Subjekts im Bulgarischen aus dem absoluten Eliminationskriterium. *Той* muß also ein Endknoten sein, d. h. dieser Wortform ist keine andere untergeordnet, insbesondere nicht die Wortform *работи*. Da die Wortform *Той* nach einer oben genannten Konvention nicht dem Punkt direkt untergeordnet sein kann, ist nur die mit 1 bezeichnete Unterordnung möglich. Die Unterordnung der Wortform *Той* würde man bei Annahme einer Konfiguration *Той работи*, für die man z. B. einen Imperativ als Resultante ansetzen könnte, auch aus dem Konfigurationskriterium erhalten: Da die Resultante dann mit *работи* (und nicht mit *той*!) verwandt wäre, wäre *работи* die Spitze der Underordnungsstruktur von ψ = *той работи*, also wäre die Wortform *той* der Wortform *работи* direkt unterzuordnen. Damit sind alle in Abb. 5 auftretenden Kanten gerechtfertigt.

Nun betrachten wir denselben Satz φ_1 mit der Basisstruktur σ_1^2 (*за София* attributiv). Die zugehörige Unterordnungsstruktur findet sich in Abb. 6.

Die Bestimmung der Unterordnungsstruktur des Satzes

(15) $\varphi_2 =$ *Той чете твърде интересната нова книга.*

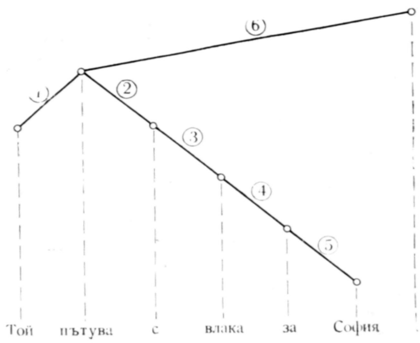

Abb. 6

ist bei Beachtung von Abb. 2, mit Ausnahme der Unterordnung der Wortform *той*, für die das bereits Gesagte gilt, auf ganz einfache Weise durch das Konfigurationskriterium möglich. Das Resultat ist analog zu Abb. 1.

8. Schlußbemerkungen. Die diskutierten Beispiele dürften klar gemacht haben, welches Ziel wir mit den Unterordnungskriterien verfolgen und wie sie anzuwenden sind. Das Hauptziel ist eine Objektivierung der Unterordnung, d. h. die Herstellung eines definitorischen Zusammenhangs zwischen den Basisstrukturen (oder damit verwandten Strukturen) einerseits und den Abhängigkeitsbäumen als Darstellungsformen für diese Strukturen andererseits. Wir haben uns hier völlig auf reine Abhängigkeitsbäume beschränkt, d. h. die Markierungen der Kanten wurden außer Acht gelassen. Die Unterordnungsrelationen, die bei Festlegung einer gewissen Basissprache als Kantenmarkierungen auftreten, bedürfen natürlich auch einer Objektivierung. Dieses Problem ist jedoch ungleich schwieriger als die Konzipierung der reinen Abhängigkeitsstrukturen.

Die verwendeten primären Begriffe, insbesondere die Basisstrukturen, tragen bei dem hier entwickelten Ansatz einen heuristischen und hypothetischen Charakter. Obwohl die Basisstrukturen innerhalb gewisser Grenzen sprachlich objektiv sind, so sind sie doch immer nur mit Hilfe einer Darstellungsform erfaßbar. Da es uns aber um den Aufbau einer solchen Darstellungsform geht, müssen wir sie zunächst von ihr trennen und den Zusammenhang zwischen beiden Bereichen allgemein halten. Nach dem Durchlauf weiterer Definitionsschritte (von denen der hier behandelte nur einer ist) wird man jedoch in die Lage versetzt, die Basisstrukturen explizit beschreiben zu können: Sie sind dann als geordnete markierte Abhängigkeitsbäume darstellbar, deren Knoten mit Merkmalkombinationen interpretiert sind (d. h. jedem Knoten ist eine Merkmalkombination zugeordnet). Die Merkmalkombinationen, die ja zunächst ebenfalls hypothetischen Charakter tragen, lassen sich dabei in eine normierte einheitliche Form bringen, die in einer Zerlegung in fünf Komponenten besteht, und jede dieser Komponenten ist exakt definierbar und in ihrem Inhalt gegen die übrigen abgegrenzt. Auf diese Weise kommt man auch dazu, den begrifflichen Inhalt der Merkmalkombinationen zu erfassen.

Die formulierten Kriterien sind sinnvoll nur auf nicht-elliptische unkoordinierte Sätze anwendbar, und dies gilt auch für bestimmte Konventionen, wie etwa auf S. 147. Die Abhängigkeitsstrukturen von elliptischen Sätzen lassen sich durch generelle Prozeduren aus denen der nicht-elliptischen Sätze gewinnen. Hierzu sei auf [3] verwiesen.

LITERATURVERZEICHNIS

1. О. С. Кулагина. Об одном способе определения грамматических понятий на базе теории множеств. *Пробл. кибернетики*, Вып. 1, Москва, 1968, 203—214.
2. J. Kunze. Abhängigkeitsgrammatik (erscheint als *Studia Grammatica*, **XII**, Berlin, 1975).
3. J. Kunze. Auslaßbarkeit von Satzteilen bei koordinativen Verbindungen im Deutschen. Schriften zur Phonetik, Sprachwissenschaft und Kommunikationsforschung. Berlin, 1972, Nr. 14.

Zentralinstitut für Sprachwissenschaft,
Akademie der Wissenschaften der DDR
Berlin

Institut für Mathematik u. Mechanik
Sofia 1000, Postfach 373

Eingegangen am 10. 11. 1973