

Generalized Phrase Structure Grammar

Fabian Heck & Gereon Müller

Institut für Linguistik
Universität Leipzig

WiSe 2009/2010

www.uni-leipzig.de/~muellerg

Hintergrund

Lit:

Gazdar (1981, 1982), Gazdar et al. (1985)

Hintergrund

Lit:

Gazdar (1981, 1982), Gazdar et al. (1985)

Annahmen:

- Natürliche Sprachen sind kontextfrei.
- Also sollten sie durch den am wenigsten mächtigen möglichen Grammatiktyp erfasst werden: Kontextfreie Grammatiken.
- Transformationsgrammatiken klassischer Prägung sind weder kontextfrei noch kontextsensitiv. Sie haben den Status von unbeschränkten Ersetzungssystemen (Peters & Ritchie (1973)).
- Generalisierte Phrasenstrukturgrammatiken (GPSGs) sind kontextfrei.

Probleme für GPSG

Probleme:

- 1 Natürliche Sprachen sind de facto nicht kontextfrei: **Überkreuzende Abhängigkeiten** im Schweizerdeutschen (Shieber (1985); Beweis über Pumping-Lemma für kontextfreie Sprachen).
- 2 Generalisierte Phrasenstrukturgrammatiken mit nicht weiter restringierten **Metaregeln** sind nicht mehr kontextfrei; sie sind tatsächlich auch unbeschränkte Ersetzungssysteme (Uszkoreit & Peters (1986)).

(1) Jan säit, das mer d'chind₁ em Hans₂ es huus₃ lönd₁
 Jan sagt dass wir [die Kinder [dem Hans [das Haus anstreichen]
 hälfed₂ aastricht₃
 helfen] lassen]

(2) Nicht-kontextfreie Sprachen:

a. $L_1 = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

b. $L_2 = \{a^n b^m c^n d^m \mid n \geq 0\}$

(schweizerdeutsches Muster)

Die Zahl der Akkusativ-DPs entspricht der Zahl der Akkusativ zuweisenden Verben (ebenso für den Dativ); und (abgesehen von "es huus") gehen alle Akkusativ-DPs allen Dativ-DPs voran, und alle Akkusativ zuweisenden Verben allen Dativ zuweisenden Verben.

Was wurde aus der GPSG?

Daraus wurde die HPSG (Head-driven Phrase Structure Grammar; Pollard & Sag (1994)).

In Gazdars eigenen Worten:

“We went our separate ways. There was no animosity. Ewan [Klein] and Geoff [Pullum] and I never came out and attacked HPSG or anything. We thought that HPSG was the successor to GPSG and that Ivan [Sag] was in charge of it, and that was that.”

Bewegungstheorie in GPSG

Lit: Gazdar (1981)

Aufgabe:

- 1 Das Komplexitätsproblem von klassischen Transformationsgrammatiken Chomskyscher Prägung (Chomsky (1965)) wird nicht durch die Basiskomponente (kontextfrei), sondern durch die Transformationsregeln verursacht (die Phrasenstrukturbäume auf Phrasenstrukturbäume abbilden).

Bewegungstheorie in GPSG

Lit: Gazdar (1981)

Aufgabe:

- 1 Das Komplexitätsproblem von klassischen Transformationsgrammatiken Chomskyscher Prägung (Chomsky (1965)) wird nicht durch die Basiskomponente (kontextfrei), sondern durch die Transformationsregeln verursacht (die Phrasenstrukturbäume auf Phrasenstrukturbäume abbilden).
- 2 Transformationsregeln scheinen notwendig, um Bewegungsphänomene in der Syntax abzuleiten.

Bewegungstheorie in GPSG

Lit: Gazdar (1981)

Aufgabe:

- 1 Das Komplexitätsproblem von klassischen Transformationsgrammatiken Chomskyscher Prägung (Chomsky (1965)) wird nicht durch die Basiskomponente (kontextfrei), sondern durch die Transformationsregeln verursacht (die Phrasenstrukturbäume auf Phrasenstrukturbäume abbilden).
- 2 Transformationsregeln scheinen notwendig, um Bewegungsphänomene in der Syntax abzuleiten.
- 3 Die Aufgabe ist demnach, **Bewegungsphänomene ohne Transformationen** zu erfassen.
- 4 "Bewegung" ist in GPSG nur eine Metapher.

Phrasenstrukturregeln

Annahme:

Knotenzugänglichkeitsbedingungen (node admissibility conditions) ersetzen Phrasenstrukturregeln.

(3) PS-Regel:

$$S \rightarrow NP VP$$

(4) Knotenzugänglichkeitsbedingung:

$$[_S NP VP]$$

(5) Erste echte Regel:

$$\langle 1, [_S NP VP], VP'(\wedge NP') \rangle$$

Struktur von Bewegungsabhängigkeiten

- 1 Oberes Ende (**top**): Endpunkt der Bewegung
- 2 Mitte (**middle**): Weg der Bewegung
- 3 Unteres Ende (**bottom**): Ausgangspunkt der Bewegung

(6) Struktur von Bewegungsabhängigkeiten:

[What... [do you think that Mary bought [t]]]

top
middle
bottom

Abgeleitete Kategorien

Es sei V_N eine Menge von Grundkategoriesymbolen. Dann ist die Menge $D(V_N)$ von abgeleiteten Kategorien wie folgt definiert:

(7) **Abgeleitete Kategorien:**

$$D(V_N) = \{\alpha/\beta: \alpha, \beta \in V_N\}$$

- Angenommen, S und NP wären die einzigen beiden Kategorien.
- Dann gibt es vier abgeleitete Kategorien:
NP/NP, NP/S, S/NP, S/S.
- Das, was hier hinter der Grundkategorie steht, ist bekannt als Schrägstrich-Merkmal (bzw., besser, **Slash-Merkmal**). Das Slash-Merkmal besagt, dass der Kategorie links vom Schrägstrich die Kategorie rechts vom Schrägstrich fehlt.

Abgeleitete Regeln

Es sei G die Menge von Grundregeln. Für jede syntaktische Kategorie β gibt es nun eine Teilmenge der Menge der nicht-terminalen Symbole V_N , von denen jedes β gemäß der Regeln in G dominieren kann. Diese Menge heiße V_β ($V_\beta \subseteq V_N$). Für jede Kategorie β ($\beta \in V_N$) kann nun eine endliche Menge von abgeleiteten Regeln $D(\beta, G)$ definiert werden.

(8) Abgeleitete Regeln:

$$D(\beta, G) = \{[\alpha/\beta \ \sigma_1 \ \dots \ \sigma_i/\beta \ \dots \ \sigma_n]: [\alpha \ \sigma_1 \ \dots \ \sigma_i \ \dots \ \sigma_n] \in G \ \& \ 1 \leq i \leq n \ \& \ \alpha, \sigma_i \in V_\beta\}.$$

Beispiele

(9) G =

- a. {[S NP VP],
- b. [VP V VP'],
- c. [VP V NP],
- d. [PP P NP],
- e. [S' that S],
- f. [VP V S'],
- g. [VP' to VP],
- h. [VP V NP PP],
- i. [NP NP PP] }

Beispiele

(9) G =

- a. {[S NP VP],
- b. [VP V VP'],
- c. [VP V NP],
- d. [PP P NP],
- e. [S' that S],
- f. [VP V S'],
- g. [VP' to VP],
- h. [VP V NP PP],
- i. [NP NP PP] }

(10) D(NP,G) =

- a. {[S/NP NP/NP VP], [S/NP NP VP/NP],
- b. [VP/NP V VP'/NP],
- c. [VP/NP V NP/NP],
- d. [PP/NP P NP/NP],
- e. [S'/NP that S/NP],
- f. [VP/NP V S'/NP],
- g. [VP'/NP to VP/NP],
- h. [VP/NP V NP/NP PP], [VP/NP V NP PP/NP],
- i. [NP/NP NP/NP PP], [NP/NP NP PP/NP] }

Beispiele

(9) G =

- a. {[S NP VP],
- b. [VP V VP'],
- c. [VP V NP],
- d. [PP P NP],
- e. [S' that S],
- f. [VP V S'],
- g. [VP' to VP],
- h. [VP V NP PP],
- i. [NP NP PP] }

(10) D(NP,G) =

- a. {[S/NP NP/NP VP], [S/NP NP VP/NP],
- b. [VP/NP V VP'/NP],
- c. [VP/NP V NP/NP],
- d. [PP/NP P NP/NP],
- e. [S'/NP that S/NP],
- f. [VP/NP V S'/NP],
- g. [VP'/NP to VP/NP],
- h. [VP/NP V NP/NP PP], [VP/NP V NP PP/NP],
- i. [NP/NP NP/NP PP], [NP/NP NP PP/NP] }

(11) D(PP,G) =

- a. {[S/PP NP/PP VP], [S/PP NP VP/PP],
- b. [VP/PP V VP'/PP],
- c. [VP/PP V NP/PP],
- d. [PP/PP P NP/PP],
- e. [S'/PP that S/PP],
- f. [VP/PP V S'/PP],
- g. [VP'/PP to VP/PP],
- h. [VP/PP V NP/PP PP], [VP/PP V NP PP/PP],
- i. [NP/PP NP/PP PP], [NP/PP NP PP/PP] }

Oben, Mitte, Unten

Abgeleitete Regeln erfassen die Slash-Merkmal-Weitergabe in der **Mitte** von Bewegungsabhängigkeiten. Es fehlen noch Regeln für das **Obere Ende** und für das **Untere Ende**. Diese Regeln sind nicht-abgeleitete Grundregeln.

(12) **Unteres Ende** ('Slash Termination'):

$$\langle 4, [\alpha/\alpha \text{ t}], h_\alpha \rangle$$

(t = Spur; h = Bedeutung der jeweiligen Spur, je nach logischem Typ)

(13) Merkmale für Satzkategorien:

a. $[\pm C(\text{omplement}), [\pm R(\text{elative})], [\pm Q(\text{interrogative})]$

b. $S = [-C, -R, -Q]$

c. $S' = [\pm C, -R, -Q]$

d. $R = [+C, +R, -Q]$

e. $Q_1 = [-C, -R, +Q]$

f. $Q_2 = [+C, -R, +Q]$

(Relativsatz)

(Wurzel-Interrogativsatz)

(eingebetteter Interrogativsatz)

(14) Relativsatzregel:

$$\langle 5, [{}_{NP} NP R], \lambda R[NP'](R') \rangle$$

(15) **Oberes Ende** (für Relativsätze):

a. $\langle 6, [R (NP_{[\pm wh, +pro]} S/NP), (...)] \rangle$

b. $\langle 7, [R PP_{[+wh, +pro]} S/PP], (...)] \rangle$

Beispiel

(16) Bewegung eines Objekt-Relativpronomens:

[_{NP} [_{NP} the man] [_R [_{NP} that_[-wh,+pro] [_{S/NP} [_{NP} Fido] [_{VP/NP} [_V chased] [_{NP/NP} t]]]]]]]]

Beschränkungen

Beschränkungen für Bewegung können kodiert werden in Form von Restriktionen für die Bildung abgeleiteter Kategorien.

(17) **A-über-A-Beschränkung:**

$\alpha \neq \beta$ in (18) (= (8)).

(18) **Abgeleitete Regeln:**

$D(\beta, G) = \{[\alpha/\beta \ \sigma_1 \ \dots \ \sigma_i/\beta \ \dots \ \sigma_n] : [\alpha \ \sigma_1 \ \dots \ \sigma_i \ \dots \ \sigma_n] \in G \ \& \ 1 \leq i \leq n \ \& \ \alpha, \sigma_i \in V_\beta\}.$

Generalisierte Beschränkung des linken Zweigs

- (19) **Beschränkung des linken Zweiges^d** (Ross (1967)):
 Die am weitesten links stehende NP in einer größeren NP' kann aus dieser NP' nicht herausbewegt werden.
- (20) **Generalisierte Beschränkung des linken Zweiges^r** ('Generalized Left Branch Condition', Gazdar (1981)):
 $*[\alpha/\beta \sigma/\beta \dots]$
 wobei α und σ beliebige Kategorien sind und $\beta = \text{NP}$.

Vorhersage:

Subjekt-Bewegung wie in (21-a-d) sollte durchweg unmöglich sein.

- (21) a. *The man chased Fido returned.
 b. The man that chased Fido returned.
 c. The man (who) I think chased Fido returned.
 d. *The man (who) I think that chased Fido returned.

Subjekt-Auxiliar-Inversion und Fragesätze

(22) **SAI-Metaregel:**

$$[VP_{[+fin,+aux]} V X] \implies [Q V_{[+fin,+aux]} NP X]$$

(23) a. is stupid (\implies)

b. is Kim stupid

(24) **Fragesatzregel:**

$$\langle 8, [Q \alpha_{[+wh]} Q/\alpha], (...) \rangle$$

wobei $\alpha \in \{NP, PP, AP, AdvP\}$

(25) a. Who did you think Mary saw?

b. In which car was the man seen?

c. How slowly would you say he was driving?

d. How suspicious was Mary?

Subjekt-Initiale Fragesätze

Problem:

Wie werden kurze Subjekt-Abhängigkeiten behandelt?

(26) a. Who saw the man?

b. Which man drove the car?

(27) Was gebraucht wird:

$[Q \text{ NP}_{[+wh]} \text{ VP}_{[+fin]}]$

(28) Was vorgeschlagen wird – Subjekt-Terminations-Metaregel:

$[\alpha \text{ X } \Sigma_{[-C]}/\text{NP} \dots] \implies [\alpha \text{ X } \text{VP}_{[+fin]} \dots]$

wobei X wenigstens ein Haupt-Kategoriensymbol enthält, wobei α für Beliebiges steht, und wobei Σ eine Variable über Satzkategorien ist.

Konklusion: In den Subjektfällen erfolgt gar keine Bewegung, und es gibt keine Spur.

Beispiele für die Anwendung der Metaregel

- (29) a. $[_{Q_1} \text{NP}_{[+wh]} \text{Q/NP}] \implies [_{Q_1} \text{NP}_{[+wh]} \text{VP}_{[+fin]}]$ (Hauptsatzfragen)
 b. $[_{Q_2} \text{NP}_{[+wh]} \text{S/NP}] \implies [_{Q_2} \text{NP}_{[+wh]} \text{VP}_{[+fin]}]$ (eingebettete Fragen)

Beschränkungen für Koordinationsstrukturen

(30) Koordinationsschema:

$$\langle 2, [\alpha \ \alpha_1, \dots, \alpha_n], \beta'(\alpha_1', \dots, \alpha_n') \rangle$$

[β]

Konsequenz:

Nur Elemente derselben syntaktischen Kategorie können koordiniert werden.

(31) **CSC-Effekte:**

- a. *John is [VP/NP easy to please] and [VP to love Mary]
- b. *The man who [S/NP Mary loves] and [S Sally hates George] computed my tax

(32) **ATB-Ausnahmen:**

- a. John is [VP/NP easy to please] and [VP/NP to love]
- b. The man who [S/NP Mary loves] and [S/NP Sally hates] computed my tax

Bemerkung:

Es ist nicht klar, wie diese Argumentation in Theorien mit echter Bewegung implementiert werden kann – denn die Besetzung etwa einer SpecC-Position sollte keinen Einfluss auf die kategoriale Identität eines Elements haben.

Überraschende Effekte

Die Analyse von Subjektextraktionen macht in Interaktion mit dem Koordinationsschema eine interessante Prognose.

- (33) a. I know a man who [_{S/NP} Bill saw t] and [_{S/NP} Mary liked t]
 b. I know a man who [_{VP} saw Bill] and [_{VP} liked Mary]
 c. *I know a man who [_{S/NP} Bill saw t] and [_{VP} liked Mary]
 c' *I know a man who Bill [_{VP/NP} saw t] and [_{VP} liked Mary]
 d. I know a man who Mary [_{V/NP} likes t] and [_{VP/NP} hopes will win]

Veränderungen in Gazdar et al. (1985): Mitte

Annahme: Regel (8) wird aufgegeben. (Das ist auch besser so, denn Metaregeln sind aus den oben angeführten Komplexitätsgründen nunmehr darauf beschränkt, auf **lexikalischen PS-Regeln** (genauer: ID-Regeln) zu applizieren.)

Frage: Wie funktioniert denn dann die Informationsweitergabe in der **Mitte** von Bewegungsabhängigkeiten?

Antwort:

- SLASH ist ein Kategorie-wertiges KOPF- wie, vor allem, FUSS-Merkmal.

(34) **FUSS-Merkmalprinzip** ('foot feature principle', FFP; informell):

Die FUSS-Merkmalsspezifikationen, die in einem Baum auf einer Mutterkategorie instantiiert werden, müssen mit der Unifikation der instantiierten FUSS-Merkmalsspezifikationen auf all ihren Töcherkategorien identisch sein.

Hintergrund ('Instantiierung' etc.): Metagrammatik erzeugt Objektgrammatik: Die primitiven Regeln sind linearisierungsfreie ID-Regeln abstrakter Natur, die durch Merkmalskookkurrenzbeschränkungen, Merkmalspezifikations-Defaults, Linearisierungsprinzipien usw. zur Regeln der Objektgrammatik aufgefüllt werden.

(35) Abstrakte ID-Regeln:

- $S \rightarrow XP, H[-SUBJ]$
- $VP \rightarrow H[1]$
- $VP \rightarrow H[2], NP$

(36) Lokale Bäume nach SLASH-Instantiierung:

- $[S/NP \ NP \ VP/NP]$
-
- $[VP/NP \ V \ NP/NP]$

Veränderungen in Gazdar et al. (1985): Unteres und oberes Ende

Unteres Ende:

- (37) **SLASH Termination Metarule 1** (STM 1; Spureneinführung):
 $X \rightarrow W, XP \Rightarrow X \rightarrow W, XP_{[+NULL]}$

Bemerkungen:

- Metaregeln können nur vor Merkmalsinstantiierung applizieren.
- Metaregeln können nur Regeln betreffen, die lexikalische Kategorien einführen.

Wie sichergestellt wird, dass (37) nur zum Beenden von Bewegungsabhängigkeiten benutzt werden kann:

- 1 FSD 3: $\neg [NULL]$
- 2 FCR 19: $[+NULL] \supset [SLASH]$
- 3 Lexikalisches Element: Leere Kette kann als Tochter von $\alpha_{[+NULL]}/\alpha$ auftreten.
- 4 FFP: Was immer auf einer $[+NULL]$ -Tochter instantiiert ist, ist auch auf der Mutter instantiiert.

Oberes Ende:

- (38) $S \rightarrow XP, H/XP$

Literatur

- Chomsky, Noam (1965): *Aspects of the Theory of Syntax*. MIT Press, Cambridge, MA.
- Gazdar, Gerald (1981): Unbounded Dependencies and Coordinate Structure, *Linguistic Inquiry* 12, 155–184.
- Gazdar, Gerald (1982): Phrase Structure Grammar. In: *The Nature of Syntactic Representation*. Reidel, Dordrecht, pp. 131–186.
- Gazdar, Gerald, Ewan Klein, Geoffrey Pullum & Ivan Sag (1985): *Generalized Phrase Structure Grammar*. Blackwell, Oxford.
- Peters, Stanley & R.W. Ritchie (1973): On the Generative Power of Transformational Grammars, *Information Sciences* 6, 49–83.
- Pollard, Carl J. & Ivan A. Sag (1994): *Head-Driven Phrase Structure Grammar*. University of Chicago Press, Chicago.
- Ross, John (1967): Constraints on Variables in Syntax. PhD thesis, MIT, Cambridge, Mass.
- Shieber, Stuart (1985): Evidence Against the Contextfreeness of Natural Language, *Linguistics and Philosophy* 8, 333–343.
- Uszkoreit, Hans & Stanley Peters (1986): On Some Formal Properties of Metarules, *Linguistics and Philosophy* 9, 477–494.