Semantik und Pragmatik

12. Juni 2006

Gerhard Jäger

Quantoren

Determinierer

- Bedeutung eines Determinierers ist also drei-stellige Relation zwischen
  - einer Situation
  - einer Relation zwischen Situationen und Individuen (Bedeutung der *VP*), und
  - einer Menge von Individuen (Bedeutung von *N*)
- „logische“ Determinierer:
  - *ein*: $\lambda M \in POW(E)\lambda P\lambda s\exists x(M(x) \wedge P(s,x))$
  - *jeder, alle*: $\lambda M \in POW(E)\lambda P\lambda s\forall x(M(x) \rightarrow P(s,x))$
  - *kein*: $\lambda M \in POW(E)\lambda P\lambda s\neg\exists x(M(x) \wedge P(s,x))$

Quantoren

Determinierer

S
$\lambda s.\forall x(\textsc{student'}(x) \rightarrow \textsc{sleep'}(s,x))$

NP
$\lambda P \lambda s.\forall x(\textsc{student'}(x) \rightarrow P(s,x))$

VP
$\lambda x \lambda s.\textsc{sleep'}(s,x)$

D
$\lambda M \lambda P \lambda s.\forall x(M(x) \rightarrow P(s,x))$
Jeder

N
$\lambda x \textsc{student'}(x)$
Student

V
$\lambda x \lambda s.\textsc{sleep'}(s,x)$
schläft

Determinierer

- S: $\lambda s.\exists x(\text{STUDENT'}(x) \wedge \text{SLEEP'}(s,x))$
  - NP: $\lambda P \lambda s.\exists x(\text{STUDENT'}(x) \wedge P(s,x))$
    - D: $\lambda M \lambda P \lambda s.\exists x(M(x) \wedge P(s,x))$
      - Ein
    - N: $\lambda x \text{STUDENT'}(x)$
      - Student
  - VP: $\lambda x \lambda s.\text{SLEEP'}(s,x)$
    - V: $\lambda x \lambda s.\text{SLEEP'}(s,x)$
      - schläft

Determinierer

S
$\lambda s.\neg\exists x(\text{STUDENT'}(x) \wedge \text{SLEEP'}(s,x))$

NP
$\lambda P \lambda s.\neg\exists x(\text{STUDENT'}(x) \wedge P(s,x))$

VP
$\lambda x \lambda s.\text{SLEEP'}(s,x)$

D
$\lambda M \lambda P \lambda s.\neg\exists x(M(x) \wedge P(s,x))$
Kein

N
$\lambda x \text{STUDENT'}(x)$
Student

V
$\lambda x \lambda s.\text{SLEEP'}(s,x)$
schläft

Determinierer jenseits der Prädikatenlogik

- äquivalente Schreibweise für bisher behandelte Determinierer:
  - *jeder:* $\lambda M \lambda P \lambda s.M \subseteq \lambda x.P(s,x)$
  - *ein:* $\lambda M \lambda P \lambda s.M \cap \lambda x.P(s,x) \neq \emptyset$
  - *kein:* $\lambda M \lambda P \lambda s.M \cap \lambda x.P(s,x) = \emptyset$
- im Wesentlichen drücken Determinierer zwei-stellige Relation zwischen zwei Mengen aus (M und $\lambda x.P(s,x)$)
- ähnliches Muster gilt für alle Determinierer:

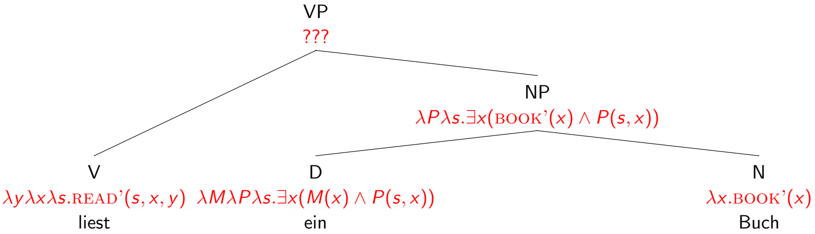
Determinierer jenseits der Prädikatenlogik

- *zwei:* $\lambda M \lambda P \lambda s. |M \cap \lambda x.P(s,x)| \geq 2$
- *höchstens zwei:* $\lambda M \lambda P \lambda s. |M \cap \lambda x.P(s,x)| \leq 2$
- *genau zwei:* $\lambda M \lambda P \lambda s. |M \cap \lambda x.P(s,x)| = 2$
- *die meisten:* $\lambda M \lambda P \lambda s. |M \cap \lambda x.P(s,x)| > |M - \lambda x.P(s,x)|$

[0] $|A|$ ist die **Kardinalität** der Menge A, also die Anzahl ihrer Elemente.

Quantoren-Anhebung

- Quantoren in Objekt-Position sind nach gegenwärtigem Stand gar nicht interpretierbar



- sowohl *NP* als auch *V* denotieren Funktionen
- Definitionsbereich von $\|$ein Buch$\|$: **zwei**-stellige Relationen
- $\|$liest$\|$ ist **drei**-stellige Relation
- Definitionsbereich von $\|$liest$\|$: Individuen
- $\|$ein Buch$\|$ ist kein Individuum, sondern ein Quantor

Quantoren

Quantoren-Anhebung

- Lösung: (eine von mehreren möglichen Lösungen):
  - Syntax-Baum wird zunächst modifiziert, bevor kompositionale Interpretation durchgeführt wird
  - ursprüngliche syntaktische Struktur: **S-Struktur**[1]
  - abgeleitete Struktur, die Input für semantische Interpretation ist: **Logische Form** (LF)
- Übergang von S-Struktur zu LF wird durch **Transformations-Regeln** gesteuert

[1] Das „S“ steht für *surface* oder auch *shallow*

Quantoren

Exkurs: Pronomen und Belegungsfunktionen

- Bislang war die Interpretation immer eindeutig: $\|\alpha\|$ hat immer einen eindeutigen Wert
- manche Ausdrücke, wie z.B. Pronomen, sind aber **kontextabhängig**

Er schläft.

- vergleichbar zu Variablen in der Prädikatenlogik
- Interpretation wird durch **Belegungsfunktion** gesteuert
- unterschiedliche Vorkommen eines Pronomen müssen nicht koreferent sein

Er sieht ihn.

- Desambiguierung durch **Indizes**

Er$_i$ *sieht ihn*$_j$.

- Indizes sind natürliche Zahlen; gleiche Buchstaben stehen für gleiche Zahlen und unterschiedliche Indizes für unterschiedliche Zahlen

Exkurs: Pronomen und Belegungsfunktionen

- Belegungsfunktion: Funktion von Indizes ($= N$) in Individuenbereich E
- üblicherweise geschrieben als g

$$g : N \mapsto E$$

- Interpretation hängt von Belegungsfunktion ab:

$$\|\alpha\|_{g} = A$$

Exkurs: Pronomen und Belegungsfunktionen

- Interpretationsregel für Pronomen

$$\|er_i\|_g = g(i)$$

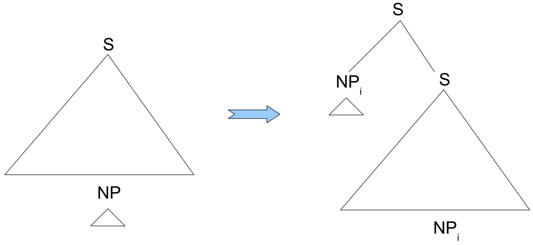
$$\|\mathrm{Er}_i \text{ sieht } \mathrm{ihn}_j\|_g = \lambda s.\textsc{see}'(s, g(i), g(j))$$

- punktweise Modifikation von Belegungsfunktionen:

  $g[a/i]$ ist die Belegungsfunktion, die genau wie g ist, außer dass $g[a/i](i) = a$

Quantoren-Anhebung

- Transformations-Regel „Quantoren-Anhebung“:
  1. Ersetze den *NP*-Knoten α eines Generalisierten Quantors durch NP_i
  2. Ersetze einen S-Knoten β, der α in der S-Struktur dominiert, durch die Konfiguration $[_S \alpha_i \;\; \beta]$



- der untere *NP*-Knoten heißt informell „Spur“, und die Transformation selbst „Bewegung“
- Spuren werden z.T. informell mit t gekennzeichnet

Quantoren

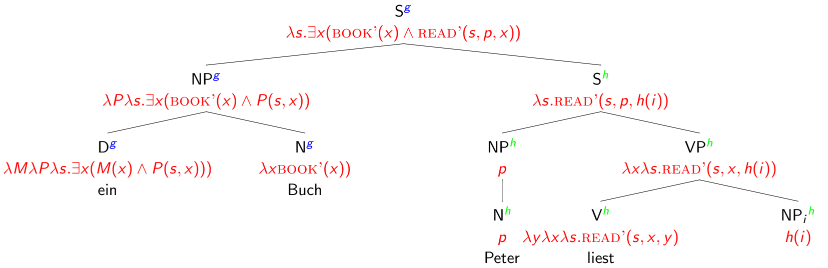
Quantoren-Anhebung

- Interpretation von LF
  - Wenn ein Knoten NP_i nichts dominiert (er also eine Spur ist), gilt:
    $$\|NP_i\|_g = g(i)$$
  - Wenn $[_{S_1} NP_i \quad S_2]$ eine Konfiguration ist, die durch Quantoren-Anhebung entstanden ist, dann gilt
    $$\|S_1\|_g = \|NP\|_g(\lambda x.\|S_2\|_{g[x/i]})$$
- Merke: Diese Regel ist eine Ausnahme zum Prinzip der typengetriebenen Interpretation.

Quantoren

Quantoren-Anhebung

- der untere S-Knoten (und alles, was er dominiert), wird bezüglich einer anderen Belegungsfunktion (h) interpretiert als der Wurzelknoten und der angehobene Quantor (g, mit $h = g[x/i]$
- die aktuelle Belegungsfunktion wird zur Verdeutlichung als Superskript an der syntaktischen Kategorie angezeigt



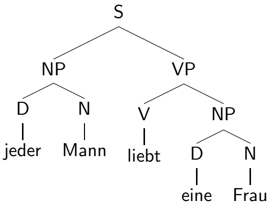
Mehrfach-Quantifikation

- Ein Satz kann mehrere Quantoren enthalten:
  - Jedes Kind kauft einen Kuchen.
  - Jeder Schiedsrichter gibt einer Mannschaft zwei rote Karten.
- Quantorenanhebung kann bei n Quantoren in $n!$ verschiedenen Reihenfolgen stattfinden
- führt zu $n!$ vielen verschiedenen Lesarten
- einfaches Beispiel:

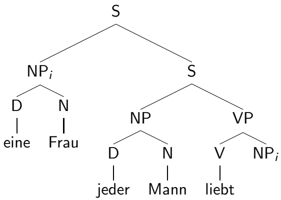
Jeder Mann liebt einen Frau.

Mehrfach-Quantifikation

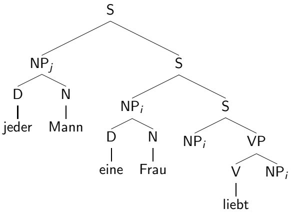
S-Struktur:



Objekt-Anhebung:

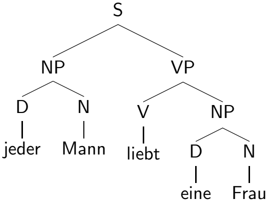


Subjekt-Anhebung (= LF 1):

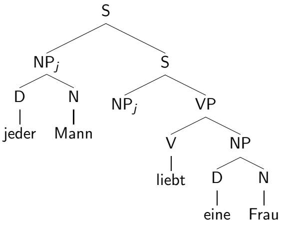


Mehrfach-Quantifikation

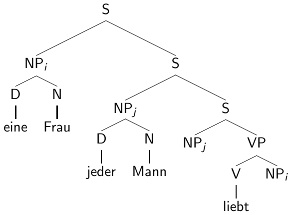
S-Struktur:



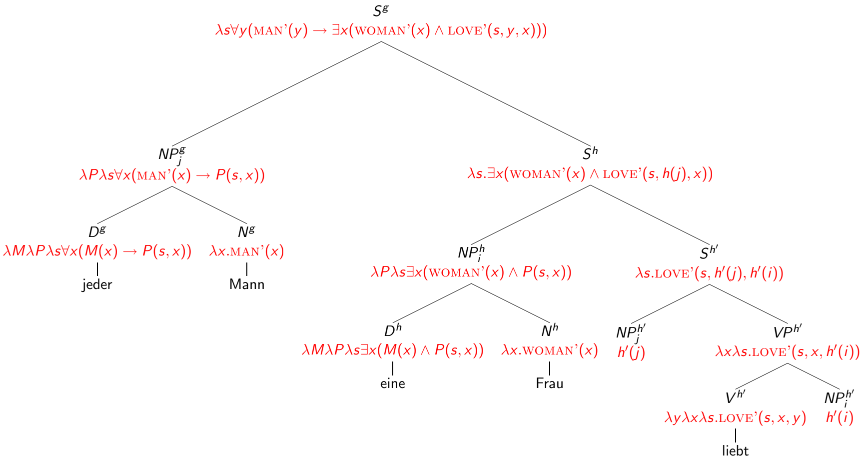
Subjekt-Anhebung:



Objekt-Anhebung (= LF 2):

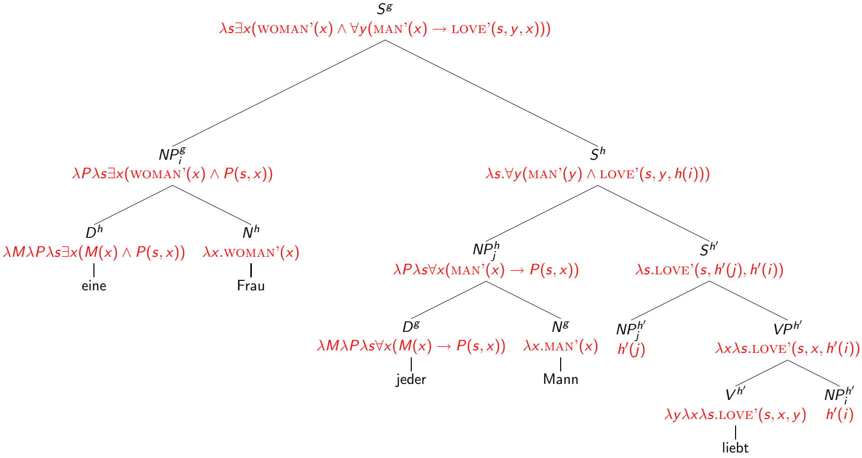


Interpretation von LF1:



Mehrfach-Quantifikation

Interpretation von LF2:



Zeit und Tempus

- logische Quantoren werden auch, aber nicht nur zur Übersetzung von nominalen Quantoren in der natürlichen Sprache gebraucht
- weiteres linguistisches Phänomen, das als Quantifikation analysiert werden kann: **Tempus**
- Grundidee:
  - es gibt Variable und Konstante für *Zeit-Intervalle*
  - Situationen können zeitlich beschränkt sein
  - Funktion τ bildet Situation auf das Zeitintervall ab, in dem sie besteht
  - Tempusmorpheme (*Präsens, Präteritum*) schränken mögliche Werte der Situationsvariablen ein
  - Zeit-Adverbien (*immer, manchmal*) drücken Quantifikation über Zeiten aus

Tempus: Beispiele

(1) Peter schlief.

- intuitive Bedeutung des Präteritum: Peters Schlaf fand zu **einem** Zeitpunkt in der Vergangenheit statt
- Satz ist als wahr in einer Situation s, wenn Peter in einer Situation s' schlief, die vor s lag

$$\lambda s.\exists s'(\tau(s') < \tau(s) \wedge \text{SLEEP'}(s', p))$$

Tempus: Beispiele

- Bemerkungen dazu:
  - „$<$“ ist eine zweistellige Relation zwischen Zeiten
  - korrekte Notation wäre also: $<(t_1, t_2)$, aber „Infix-Notation“ (Prädikationssymbol zwischen den Argumenten; $t_1 < t_2$) ist allgemein üblich
  - intendierte Bedeutung von „$<$“ ist „liegt vollständig vor“

Tempus: Beispiele

(2) Peter schlief immer.

- Intuition: (2) ist wahr in einer Situation, wenn es gestern zu jeder Zeit eine Situation gab, zu der Peter schlief

$$\lambda s.\forall t(t < \tau(s) \rightarrow \exists s'(\tau(s') = t \wedge \text{SLEEP'}(s', p)))$$

- Zeitadverb „immer“ hat ähnliche Funktion wie Quantor „alle“ $\rightsquigarrow$ beide führen Allqantor ein
- Tempus steuert den Restriktor des Quantors (also das Material links von $\rightarrow$ bei)

Tempus: Beispiele

(3) Peter schlief gestern.

$\lambda s.\exists s'(\tau(s') < \tau(s) \wedge \textsc{yesterday}\text{'}(s, s') \wedge \textsc{sleep}\text{'}(s', p))$

- Adverbien wie „gestern" werden als zweistellige Relationen zwischen Situationen interpretiert
- $\textsc{yesterday}\text{'}(s_1, s_2)$ gdw. s_2 von s_1 aus gesehen im Gestern liegt

Tempus: Beispiele

$$\begin{array}{rcl} \lambda s.\forall t(t < \tau(s) & \rightarrow & \exists s'(\tau(s') = t \wedge \textsc{sleep'}(s', p))) \\ & \subseteq & \\ \lambda s.\exists s'(\tau(s') < \tau(s) & \wedge & \textsc{yesterday'}(s, s') \wedge \textsc{sleep'}(s', p)) \end{array}$$

- Teil unseres semantischen Wissens: Es gab Gestern, es liegt vollständig in der Vergangenheit, und ob eine Situation gestern stattfand, hängt nur von ihrere zeitlichen Ausdehnung statt:

$$\forall s_1 \exists s_2 \textsc{yesterday'}(s_1, s_2)$$
$$\forall s_1 \forall s_s (\textsc{yesterday'}(s_1, s_2) \rightarrow \tau(s_1) > \tau(s_2))$$
$$\forall s_1 \forall s_2 \forall s_3 (\textsc{yesterday'}(s_1, s_2) \wedge \tau(s_2) = \tau(s_3) \rightarrow \textsc{yesterday'}(s_1, s_3))$$

- Derartige Einschränkungen über die mögliche Interpretation von Ausdrücken (wie hier für *gestern*) heißen **Bedeutungspostulate**.
- Also Voraussage: Aus Peter schlief immer folgt (nicht logisch, aber bei Geltung aller Bedeutungspostulate) Peter schlief

Tempus: Beispiele

(4) Peter wird schlafen.

$$\lambda s.\exists s'(\tau(s) < \tau(s') \wedge \text{SLEEP'}(s', p))$$

(5) *Peter wird gestern schlafen.

- intuitiv: konfligierende Informationen
- „gestern“ impliziert Vergangenheit, und Futur Zukunft
- „gestern“ sollte also die Information $\tau(s) < \tau(s')$ in die Interpretation einführen, genau wie das Präteritums-Morphem

  $\lambda s.\exists s'(\tau(s) < \tau(s') \wedge \textsc{yesterday}'(s, s') \wedge \textsc{sleep}'(s', p))$

Tempus: Beispiele

- Formel ist konsistent, auch zusammen mit dem Weltwissen über die Bedeutung von *gestern*
- steht aber im Widerspruch zu unserer Konzeptualisierung von Zeit als linear geordnet
- Grundannahmen über Struktur der Zeit können als **Axiome** formuliert werden, z.B.

$$\forall t \neg (t < t)$$
$$\forall t, t', t''(t < t' \land t' < t'' \rightarrow t < t'')$$
$$\forall t, t' \neg (t < t' \land t' < t)$$

- Übersetzung von (5) steht im Widerspruch zum dritten Axiom; daher ist (5) semantisch abweichend