Einführung in die Semantik, 11. Sitzung
Individuentypen, Anaphern

Götz Keydana

Göttingen
17. Januar 2007

Koordination

Summenindividuen

- Teilbeziehung
- Massenomina

Variablenbindung

- Anaphern
- Existentieller Abschluß

Die Satzkonjunktion

Wir kennen bereits die Bedeutung der Satzkonjunktion, die wir auf der Basis des logischen Operators $\wedge$ modelliert haben:

$$[\![\text{und}]\!] = \lambda p \in D_p \lambda p' \in D_p \lambda w \in W[p(w) \wedge p'(w)]$$

Natürlichsprachliches *und* kann neben Sätzen auch

- intransitive VPs koordinieren,
- transitive VPs (Relationen) koordinieren,
- Modifikatoren koordinieren,
- NPs koordinieren.

Koordinierbare Typen

Da wir als logisches Primitivum nur die Satzkonjunktion haben, ist es sinnvoll, alle anderen Typen der Konjunktion aus der Satzkonjunktion abzuleiten.

Wir geben deswegen folgende rekursive Definition für koordinierbare Typen auf der Basis des Typs t, den wir mit $\wedge$ koordinieren können:

(1) (a.) t ist ein koordinierbarer Typ.
(b.) Wenn τ ein koordinierbarer Typ ist und σ ein Typ ist, dann ist auch $\langle \sigma, \tau \rangle$ ein koordinierbarer Typ.

Definition der Koordination

Im nächsten Schritt geben wir eine Definition für die Konjunktion:

(2) (a.) Wenn A, B vom Typ t sind, dann gilt: $A \mathbin{\underline{\triangle}} B = A \wedge B$.
(b.) Wenn A, B von einem koordinierbaren Typ $\langle \sigma, \tau \rangle$ sind, dann gilt: $A \mathbin{\underline{\triangle}} B = \lambda X[A(X) \mathbin{\underline{\triangle}} B(X)]$, wobei X eine Variable des Typs σ ist.

Eine auf $\wedge$ zurückführbare Konjunktion wird Boolsche Konjunktion genannt.

Ein Beispiel

(3) $[\![\text{liest und schätzt}]\!]_{\langle e,\langle e,t\rangle\rangle}$

(a.) $[\![\text{liest}]\!]_{\langle e,\langle e,t\rangle\rangle} \,\underline{\triangle}\, [\![\text{schätzt}_{\langle e,\langle e,t\rangle\rangle}]\!]$

(b.) $\lambda y[[\![\text{liest}]\!](y)_{\langle e,t\rangle} \,\underline{\triangle}\, [\![\text{schätzt}]\!](y)_{\langle e,t\rangle}]$

(c.) $\lambda y[\lambda x[[\![\text{liest}]\!](y)(x)_t \,\underline{\triangle}\, [\![\text{schätzt}]\!](y)(x)_t]]$

(d.) $\lambda y\lambda x[[\![\text{liest}]\!](y)(x)_t \wedge [\![\text{schätzt}]\!](y)(x)_t]$

NP-Koordination

Sind NPs vom Typ e, so fallen sie nicht unter die Definition von koordinierbaren Typen.

Wir können alle NPs als GQs vom Typ $\langle\langle e,t\rangle,t\rangle$ betrachten. Dieser Typ ist problemlos koordinierbar:

(4) $[\![\text{Pynchon und Ellison}]\!]$

(a.) $[\![\text{Pynchon}]\!] \mathbin{\underline{\wedge}} [\![\text{Ellison}]\!]$

(b.) $\lambda P[P(\textbf{Pynchon})] \mathbin{\underline{\wedge}} \lambda P[P(\textbf{Ellison})]$

(c.) $\lambda P'[\lambda P[P(\textbf{Pynchon})](P') \mathbin{\underline{\wedge}} \lambda P[P(\textbf{Ellison})](P')]$

(d.) $\lambda P'[P'(\textbf{Pynchon}) \wedge P'(\textbf{Ellison})]$

Die Semantik des Boolschen *und* für quantifizierte NPs:

(5) $[\![\text{und}]\!] = \lambda w \lambda Q' \lambda Q \lambda P[Q'(P) \wedge Q(P)]$

Ein Problem

Wir können konjunkte NPs wie *Pynchon und Ellison* in der angegebenen Art interpretieren, weil Sätze wie

(5) Pynchon und Ellison schnarchen.

äquivalent sind zu

(5′) Pynchon schnarcht und Ellison schnarcht.

Die Rückführung auf die Satzkonjunktion scheitert bei Sätzen wie dem folgenden:

(6) Caliban und Miranda heiraten.

(6′) $^{?}$ Caliban heiratet und Miranda heiratet.

Kollektive Lesart

- In (5) hat das Konjunkt eine distributive Lesart: Die VP-Dedeutung distribuiert über die konjunkten NPs.
- In (6) hat das Konjunkt eine kollektive Lesart: Die VP-Bedeutung trifft zu auf das Kollektiv, das durch die konjunkten NPs bezeichnet wird.
- Kollektive sind komplexe Individuen.Sie werden *Summenindividuen* genannt.
  Die Bildung von Summenindividuen wird mit dem Zeichen $\oplus$ geschrieben:

  (7) Caliban $\oplus$ Miranda: Das Summenindividuum, das aus Caliban und Miranda besteht.

- Nicht-komplexe Individuen (wie *Caliban*) heißen *atomare Individuen*.

Summenbildendes *und*

Für summenbildendes *und* setzen wir folgende Bedeutung an:

(7) $[\![\text{und}]\!] = \lambda w \lambda x \lambda y[x \oplus y]$

Summenbildendes *und* ist vom Typ $\langle e, \langle e, e\rangle\rangle$:

$$\dfrac{\dfrac{\text{Caliban}}{e} \qquad \dfrac{\dfrac{\text{und}}{\langle e,\langle e,e\rangle\rangle} \qquad \dfrac{\text{Miranda}}{e}}{\langle e,e\rangle}}{e}$$

Beispielableitung

(8) $[\![[_{\text{NP}}\text{Caliban und Miranda}]]\!]$

(a.) $\lambda w[[\![\text{und}]\!](w)([\![\text{Caliban}]\!](w))([\![\text{Miranda}]\!](w))]$

(b.) $\lambda w[\lambda w' \lambda x \lambda y[x \oplus y](w)(\lambda w''[\textbf{Caliban}](w))(\lambda w'''[\textbf{Miranda}](w))]$

(c.) $\lambda w[\lambda x \lambda y[x \oplus y](\textbf{Caliban})(\textbf{Miranda})]$

(c.) $\lambda w[\textbf{Caliban} \oplus \textbf{Miranda}]$

Eigenschaften der Summenoperation

Für Summenindividuen müssen wir unsere Individuendomäne D_e erweitern:

(9) (a.) D_e ist eine Menge A von atomaren Individuen.
(b.) Für alle Individuen $x, y \in D_e$ gilt: $x \oplus y \in D_e$.

Die Summenoperation hat folgende Eigenschaften:

- Kommutativität: Für alle $x, y \in D_e$: $x \oplus y = y \oplus x$
- Assoziativität: Für alle $x, y, z \in D_e$: $(x \oplus y) \oplus z = x \oplus (y \oplus z)$
- Idempotenz: Für alle $x \in D_e$: $x \oplus x = x$

Algebraen, die über diese 3 Eigenschaften verfügen, heißen *Halbverbände*, engl. *semi-lattices*.

Die Teilrelation

Auf der Basis der Summenoperation können wir die Teilrelation $\leq$ definieren:

(10) Für alle $x, y \in D_e$: $x \leq y$ gdw. $x \oplus y = y$

Nach dieser Definition ist jedes Individuum x Teil seiner selbst. Wir führen daher zusätzlich die echte Teilrelation $<$ ein:

(11) Für alle $x, y \in D_e$: $x < y$ gdw. $x \leq y$ und nicht $y \leq x$.

Wir können jetzt die Menge A der atomaren Individuen definieren:

(12) $A = \{x \in D_e |$ es gibt kein $y \in D_e$ sodaß gilt: $y < x\}$

Massenomina

Massenomina sind Nomina, die nichtzählbare Entitäten bezeichnen.

- Beispiele: Wasser, Sand, Geld, etc.
- Massenomina sind formal daran zu erkennen, daß sie im Dt. ohne Artikel gebraucht werden.

Semantik von Massenomina

Massenomina haben kumulative Referenz:

(13) Ein Prädikat P hat kumulative Referenz gdw.
Für alle $x, y \in D_e$: Wenn $P(x)$ und $P(y)$, dann $P(x \oplus y)$.

Beispiel: Wenn $x =$ Wasser und $y =$ Wasser, dann $x \oplus y =$ Wasser.

Referenten von Massenomina bestehen anders als Summen nicht aus atomaren Individuen.

Bindung

Wir ergänzen unsere Sprache F_{deutsch} um Pronomina:

(14) Pynchon$_i$ sieht *sich*$_i$ im Spiegel.

(15) Pynchon$_i$ bewirbt *sein*$_i$ neues Buch bei Amazon.

(16) Pynchon hat Against the Day veröffentlicht. Jetzt ist *er*$_i$ nicht mehr pleite.

Aus der Syntax wissen wir, daß Pronomina gebunden werden müssen. Wir kennen folgende Prinzipien:

- Prinzip A: Anaphern werden von einem Antezendens in ihrer Domäne gebunden.
- Prinzip B: Pronomina sind in ihrer Domäne frei.
- Prinzip C: R-Ausdrücke sind immer frei.

Anaphern als Variablen

In der Prädikatenlogik haben wir ein Verfahren kennengelernt, Variablen eine Referenz zuzuweisen: Die Zuweisungsfunktion g.

- g ist eine Funktion von der Menge der Variablen VAR auf D_e.
- g bildet rekursiv jede Variable der Sprache auf alle Individuen in D_e ab.

Wir können indizierte Anaphern und Pronomina als Variablen auffassen und somit die Zuweisungsfunktion in $\mathrm{F}_{\mathrm{deutsch}}$ übernehmen.

Die Funktion g

In $\mathrm{F}_{\mathrm{deutsch}}$ definieren wir die Zuweisungsfunktion $g \in G$ als Funktion von Indizes in Bedeutungen.

- Wir setzen zunächst nur Variablenbelegungen an, deren Wert ein Individuum in D_e ist.
- Prinzipiell sind andere Variablenbelegungen möglich.
- Wir notieren die Zuweisungsfunktion in folgendem Format: $g = [i \rightarrow Pynchon, j \rightarrow Ellison, k \rightarrow Caliban]$
- Die Bedeutung von *sich*$_i$ in Satz (1) ist somit: $[\![\mathrm{sich}_i]\!] = \lambda g \langle i \in DOM(g)\rangle \lambda w[g(i)]$
  $[\![\mathrm{sich}_i]\!]$ ist also eine Funktion von einer Zuweisungsfunktion g in eine Funktion von möglichen Welten in die Menge der Individuen D_e.

Verallgemeinerung von g

In der Prädikatenlogik haben wir jeden Ausdruck relativ zu g bewertet. Tatsächlich ist g zwar nur für Variablen relevant, wir bekommen aber auf diese Weise einen einheitlichen Bewertungsmechanismus.
Wir setzen daher z.B. folgende Bedeutungen an:

(17) $[\![\text{Pynchon}]\!] = \lambda g \lambda w[\textbf{Pynchon}]$

(18) $[\![\text{sieht}]\!] = \lambda g \lambda w[x \; \textbf{sieht} \; y \text{ in } w]$

Die Regel zur Ableitung semantischer Repräsentationen hat nunmehr folgende Gestalt:

(19) $[\![\alpha\beta]\!] = \lambda g \lambda w[[\![\alpha]\!](g)(w)([\![\beta]\!](g)(w))]$
oder $\lambda g \lambda w[[\![\beta]\!](g)(w)([\![\alpha]\!](g)(w))]$
je nach semantischer Wohlgeformtheit.

Bedeutung

Die Bedeutung wohlgeformter Ausdrücke ist nach (6) immer eine Funktion von Variablenzuweisungen in Funktionen möglicher Welten.
Zwei Beispiele

(20) $[\![[_{\mathrm{VP}} \text{sieht} [_{\mathrm{NP}} \text{Ellison}]]]\!]$

(a.) $\lambda g \lambda w [[\![\text{sieht}]\!](g)(w)([\![\text{Ellison}]\!](g)(w))]$

(b.) $\lambda g \lambda w [\lambda g' \lambda w' \lambda y \lambda x [x \textbf{ sieht } y \text{ in } w'](g)(w)$
$(\lambda g'' \lambda w'' [\textbf{Ellison}](g)(w))]$

(c.) $\lambda g \lambda w [\lambda y \lambda x [x \textbf{ sieht } y \text{ in } w](\textbf{Ellison})]$

(d.) $\lambda g \lambda w \lambda x [x \textbf{ sieht Ellison} \text{ in } w]$

Beispiele *cont.*

(21) $[\![[_{VP}\text{sieht}[_{NP}\text{sich}_i]]]\!]$

(a.) $\lambda g \lambda w[[\![\text{sieht}]\!](g)(w)([\![\text{sich}_i]\!](g)(w))]$

(b.) $\lambda g \lambda w[\lambda g' \lambda w' \lambda y \lambda x[x\, \textbf{sieht}\, y \text{ in } w'](g)(w)$
$(\lambda g'' \langle i \in DOM(g'')\rangle \lambda w''[g''(i)](g)(w))]$

(c.) $\lambda g \langle i \in DOM(g)\rangle \lambda w[\lambda y \lambda x[x\, \textbf{sieht}\, y \text{ in } w](g(i))]$

(d.) $\lambda g \langle i \in DOM(g)\rangle \lambda w \lambda x[x\, \textbf{sieht}\, g(i) \text{ in } w]$

Das Ergebnis der Verallgemeinerung:

Ausdrücke mit und ohne Anapher sind vom selben Typ.

Der Antezendens

Antezendens und Anapher müssen denselben Index haben. Wir müssen daher auch für Namen eine Abhängigkeit von der Zuweisungsfunktion postulieren, sofern sie als Antezendentes fungieren:

(22) $$[\![\text{Pynchon}_i]\!] = \lambda g \langle g(i) = \textbf{Pynchon} \rangle \lambda w [g(i)]$$
$$= \lambda g \langle g(i) = \textbf{Pynchon} \rangle \lambda w [\textbf{Pynchon}]$$

Der Name *Pynchon* mit Index i setzt also voraus, daß die Zuweisungsfunktion g den Index i auf Pynchon abbildet.

Beispielableitung für (14)

(14) $[\![[_{S}[_{NP}\text{Pynchon}]_i[_{VP}\text{sieht}[_{NP}\text{sich}]_i]]]\!]$

(a.) $\lambda g \lambda w[[\![\text{sieht}]\!](g)(w)([\![\text{sich}_i]\!](g)(w))([\![\text{Pynchon}_i]\!](g)(w))]$

(b.) $\lambda g \lambda w[\lambda g'\langle i \in DOM(g')\rangle \lambda w' \lambda x[x\,\textbf{sieht}\,g'(i)\text{ in }w'](g)(w)$
$([\![\text{Pynchon}_i]\!](g)(w))]$

(c.) $\lambda g\langle i \in DOM(g)\rangle \lambda w[\lambda x[x\,\textbf{sieht}\,g(i)\text{ in }w]([\![\text{Pynchon}_i]\!](g)(w))]$

(d.) $\lambda g\langle i \in DOM(g)\rangle \lambda w[\lambda x[x\,\textbf{sieht}\,g(i)\text{ in }w]$
$(\lambda g'\langle g'(i) = \textbf{Pynchon}\rangle \lambda w'[\textbf{Pynchon}](g)(w))]$

(e.) $\lambda g\langle i \in DOM(g), g(i) = \textbf{Pynchon}\rangle \lambda w[\lambda x[x\,\textbf{sieht}\,g(i)\text{ in }w]$
$(\textbf{Pynchon})]$

(f.) $\lambda g\langle g(i) = \textbf{Pynchon}\rangle \lambda w[\textbf{Pynchon sieht}\,g(i)\text{ in }w]$

Satzbedeutung in einer gegebenen Welt w^*

Die Satzbedeutung in (14) ist eine Funktion von Zuweisungsfunktionen in Propositionen.
Zum Wahrheitswert eines kontextabhängigen Ausdrucks wie (14) in einer bestimmten Welt w^* kommt man durch *existentiellen Abschluss* (existential closure):

(23) Ein Satz Φ ist wahr in einer Welt w^* genau dann, wenn es eine Zuweisungsfunktion $g \in G$ gibt, sodaß $[\![\Phi]\!](g)(w^*) = 1$.

Für (14) heißt das: (14) ist in w^* wahr, wenn es eine Zuweisungsfunktion $g \in G$ gibt, sodaß gilt:
$\lambda g' \langle g'(i) = \textbf{Pynchon} \rangle \lambda w' [\textbf{Pynchon sieht}\, g'(i) \,\text{in}\, w'](g)(w^*)$
d.h., wenn $g(i) =$ **Pynchon** und **Pynchon sieht Pynchon** in w^*.

Zurück zur Proposition

Zur Proposition gelangen wir, indem wir über w^* abstrahieren:

(24) Die kontext-unabhängige Bedeutung eines Satzes Φ ist die Proposition
λw[es gibt ein $g \in G$ sodaß gilt: $[\![\Phi[\![(g)(w)]$.

Die Proposition zu (14) ist folglich:

(25) λw[es gibt ein $g \in G$ sodaß gilt:$\lambda g' \langle g'(i) =$ **Pynchon**$\rangle \lambda w'$[**Pynchon sieht** $g'(i)$ in w']$(g)(w)$]
$= \lambda w$[es gibt ein $g \in G$ mit$g(i) =$ **Pynchon**,
sodaß gilt:**Pynchon sieht** $g(i)$ in w]
$= \lambda w$[**Pynchon sieht Pynchon** in w]