Semantik und Pragmatik

SS 2005

Universität Bielefeld

Teil 6, 20. Mai 2005

Gerhard Jäger

Typentheorie: Motivation

Viele syntaktische Konstruktionen der natürlichen Sprachen können nicht in die Prädikatenlogik übersetzt werden:

- Argumentsätze

(1) a. *That it is raining bothers John.*
b. *John knows that it is raining.*
c. *John told Bill that it is raining.*

- Kontrollkonstruktionen

(2) a. *John persuaded Bill to apply.*
b. *John promised Bill to apply.*

- Anhebungskonstruktionen

(3) a. *John seems to be happy.*
b. *John appears to be sad.*

Typentheorie: Motivation

- Adjunkte

(4) a. *The beautiful picture was sold.*
b. *John runs quickly.*

- (Generalisierte) Quantoren

(5) *Most students attended the meeting.*

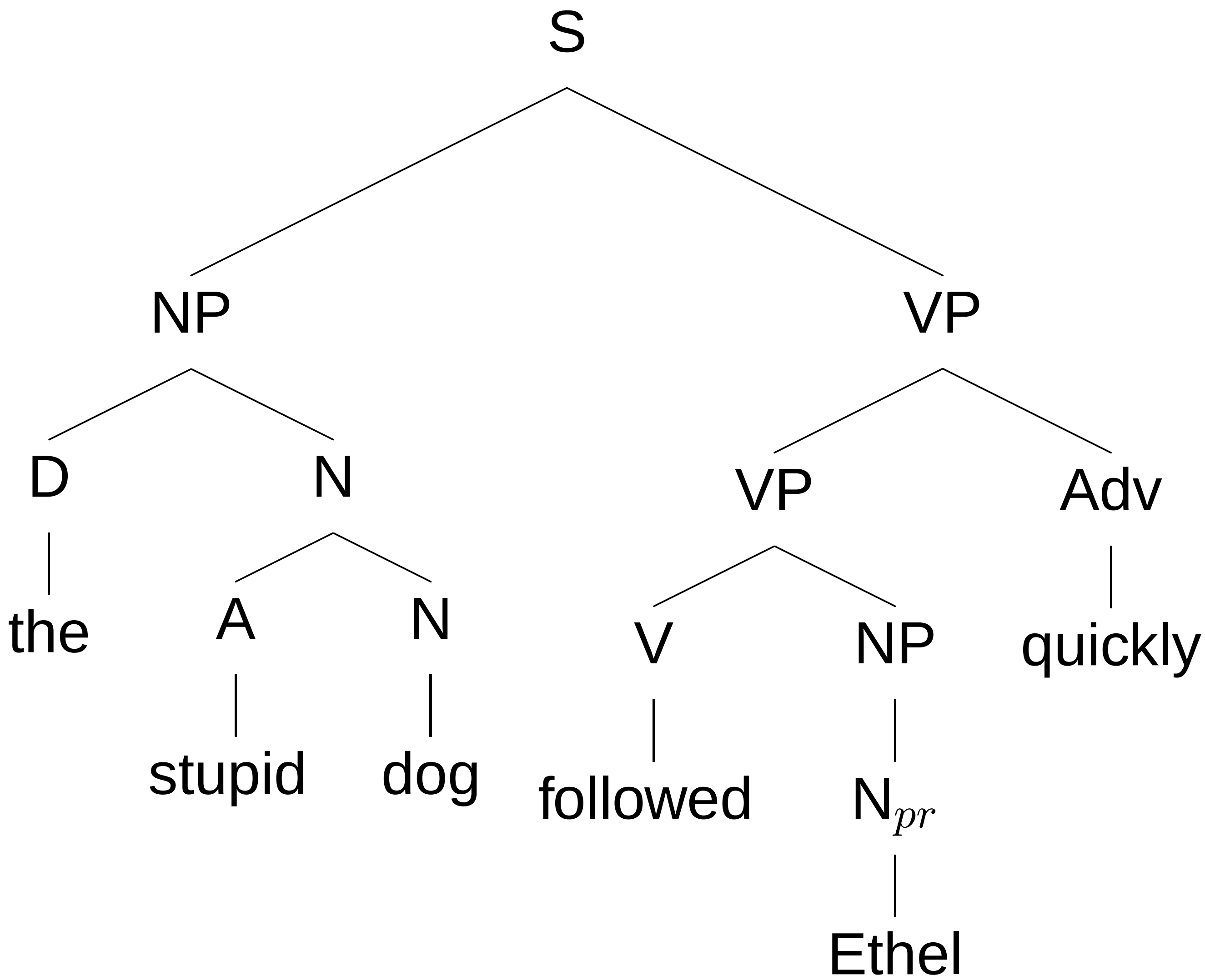
Problem:

- PL hat nur eine Kategorie für komplexe Ausdrücke: *Formeln*
- Individuenterme und Prädikate kommen nur als Konstanten vor
- natürliche Sprache ist ungleich flexibler – nahezu jede Kategorie umfasst komplexe Ausdrücke

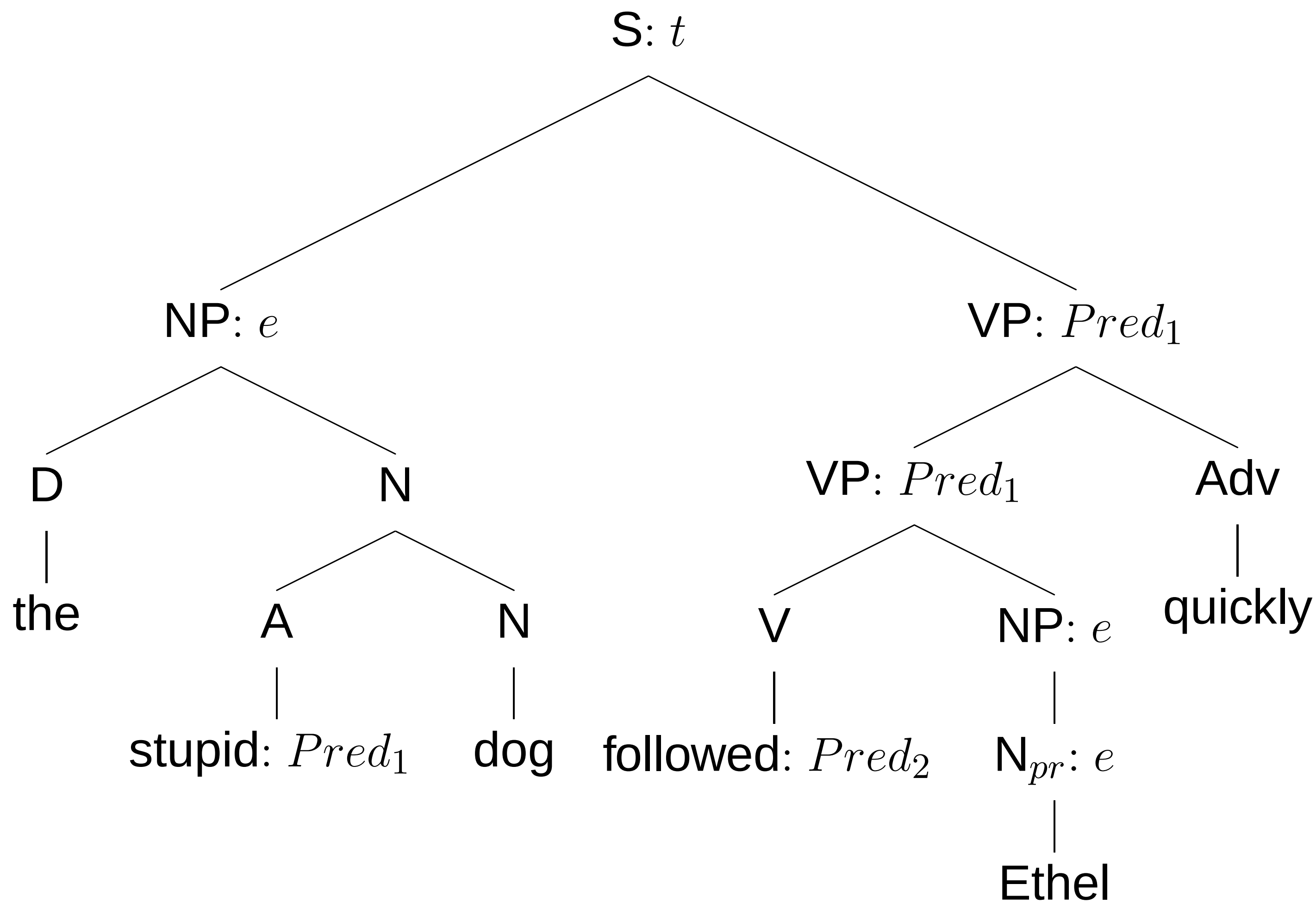
Typentheorie: Motivation

- Ziel: Kompositionalität der Übersetzung von natürlicher Sprache in Logik-Sprache
- Konsequenz: Jede Konstituente eines englischen Satzes muss übersetzbar sein!

Typentheorie: Motivation



Typentheorie: Motivation



Typentheorie: Desiderata

- Ziele:
  - syntaktischen Kategorien der semantischen Repräsentationssprache sollen semantisch motiviert sein
  - 1-1-Beziehung zwischen syntaktischen Kategorien und Arten von Bedeutungen (Wahrheitswerte, Individuen, Mengen, 2-stellige Relationen usw.)
  - Ausdrücke jeder Kategorie können syntaktisch komplex sein

Typentheorie

- aus Tradition, und um Unterscheidung natürliche Sprache/Repräsentationssprache zu betonen, heißen die „Kategorien“ der zu entwickelnden Logiksprache **Typen** (auch: **semantische Typen**, da semantisch motiviert)
- Prädikatenlogik: zwei einfache Typen
  - t (**t**ruth values = Wahrheitswerte): Formeln
  - e (**e**ntities = Gegenstände): Individuenkonstante
- komplexe Typen:
  - n-stellige Prädikate lassen sich daraus definieren: α *ist ein n-stelliges Prädikat genau dann wenn es in Kombination mit n Ausdrücken vom Typ e einen Ausdruck vom Typ t ergibt.*

Typentheorie

- einstelliges Prädikat:
  - nimmt Ausdruck vom Typ e
  - bildet Ausdruck vom Typ t
  - ist also Funktion $Exp_e \mapsto Exp_t$
  - übliche Notation: einstellige Prädikate haben den Typ

$$\langle e, t \rangle$$

- kann generalisiert werden:
  - einstelliger Funktor
    - nimmt Ausdruck vom Typ a
    - bildet Ausdruck vom Typ b
    - schematisch: Typ eines Funktors

$$\langle a, b \rangle$$

Typentheorie

- Beispiele:
  - Negation:
    - nimmt Ausdruck vom Typ t
    - bildet Ausdruck vom Typ t
    - schematisch: Typ der Negation

$$\langle t, t \rangle$$

  - Konjunktion, Disjunktion, Implikation, Äquivalenz
    - nimmt **zwei** Ausdrücke vom Typ t
    - bildet Ausdruck vom Typ t
    - schematisch

$$\langle t \times t, t \rangle$$

  - zweistelliges Prädikat:

$$\langle e \times e, t \rangle$$

Typentheorie

- derartige Ausdrücke heißen **Funktoren**
- Ausdrücke, auf die ein Funktor angewendet wird, heißen **Argumente**
- entscheidender Schritt Prädikatenlogik $\Rightarrow$ Typentheorie:

> - **Komplexe Typen der Form $\langle a, b \rangle$ können selber wieder Komponenten von anderen Typen sein.**
> - **I.a.W., Funktoren könne Argumente von höherstufigen Funktoren sein.**
> - **Es gibt daher unendlich viele Typen beliebiger Komplexität.**

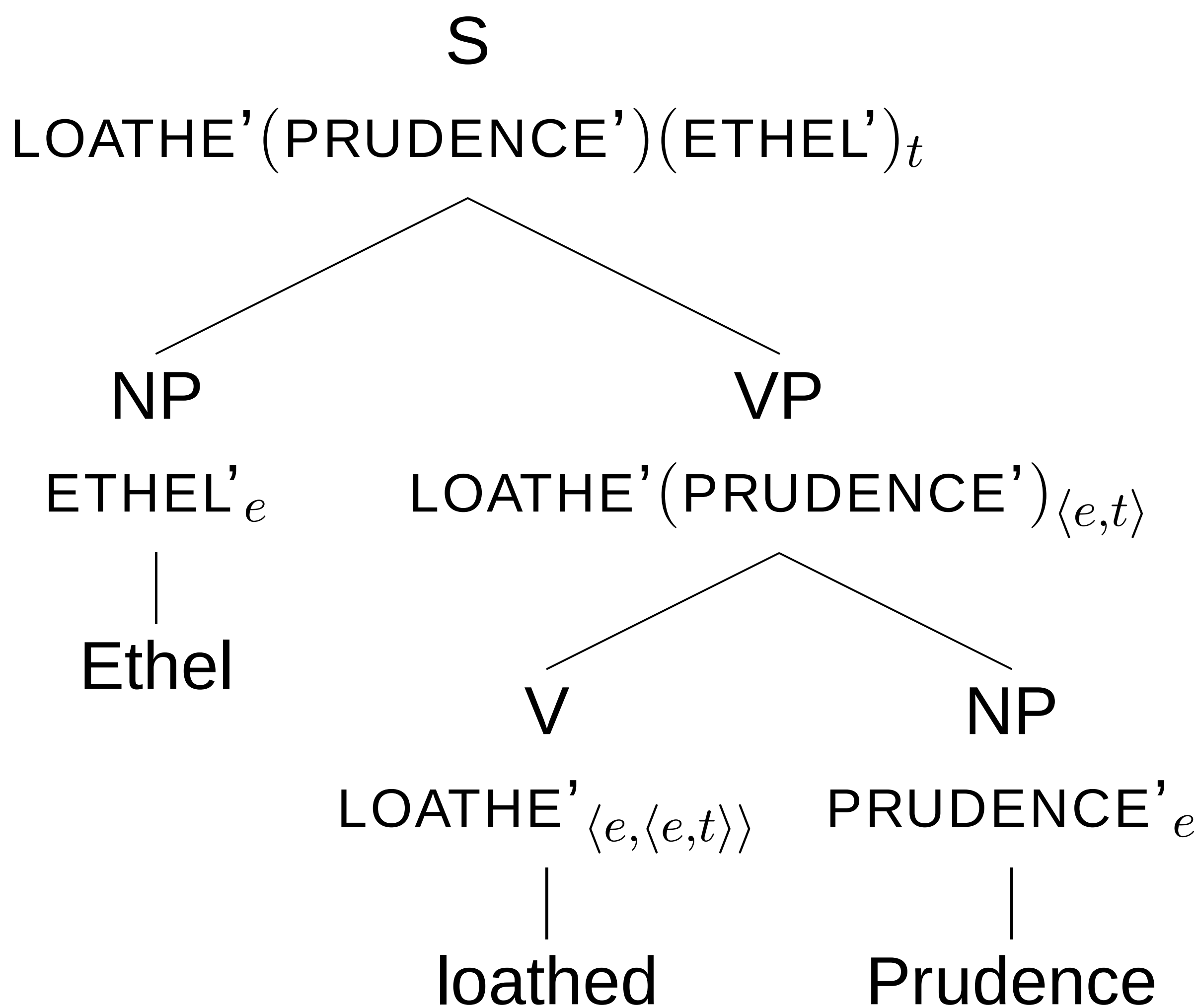
Typentheorie: mehrstellige Prädikate

- zweistelliges Prädikat, z.B. LOATHE': $\langle e \times e, t\rangle$
- kann auch nacheinander mit den beiden Argumenten verknüpft werden

$$\langle e, \langle e, t\rangle\rangle$$

  - statt LOATHE'$_{\langle e \times e, t\rangle}$(ETHEL', PRUDENCE')
  - jetzt LOATHE'$_{\langle e, \langle e, t\rangle\rangle}$(PRUDENCE')(ETHEL')
- ermöglicht kompositionale Übersetzung auch von VP

Typentheorie: mehrstellige Prädikate



Typen

- analog lassen sich auch n-stellige Prädikate durch komplexe binäre Typen erfassen

$$\langle e \times \cdots \times e, t\rangle \rightsquigarrow \langle e, \langle \cdots \langle e, t\rangle \cdots\rangle\rangle$$

Definition 1 (Typen)

1. *e ist ein Typ.*
2. *t ist ein Typ.*
3. *Wenn a und b Typen sind, dann ist auch $\langle a, b\rangle$ ein Typ.*

- a heißt dann **Argument-Typ** und b **Ziel-Typ**

Typen

- Beispiele für Typen

$$\langle e, \langle e, \langle e, t\rangle\rangle\rangle, \langle\langle e, t\rangle, \langle e, t\rangle\rangle, \langle\langle e, t\rangle, t\rangle, \langle t, \langle t, t\rangle\rangle$$

$$\langle\langle\langle e, t\rangle, \langle e, t\rangle\rangle, \langle\langle e, t\rangle, \langle e, t\rangle\rangle\rangle$$

- keine Typen sind z.B.

$$\langle e, t, t\rangle, \langle e, \langle \alpha, t\rangle\rangle, \langle\langle e, e, e\rangle, t\rangle, \langle Pred_n\rangle$$

Syntax der Typentheorie

- nur eine syntaktische Regel zusätzlich zur Aussagenlogik: Funktoren können immer mit einem Argument des passenden Typs verknüpft werden.
- diese Art der Verknüpfung heißt **Funktionsanwendung**

Syntax der Typentheorie

Definition 2 (Syntax Typentheorie)

1. *Von jedem Typ gibt es unendlich viele Konstanten.*
2. *Eine Konstante eines Typs a ist ein Ausdruck des Typs a.*
3. *Wenn φ und ψ Ausdrücke vom Typ t sind, dann sind $\neg\varphi, \varphi \wedge \psi, \varphi \vee \psi, \varphi \rightarrow \psi, \varphi \leftrightarrow \psi$ auch Ausdrücke vom Typ t.*
4. *Wenn α ein Ausdruck vom Typ $\langle a, b\rangle$ ist und β ein Ausdruck vom Typ a, dann ist ein Ausdruck $a(b)$ vom Typ b.*
5. *Nichts sonst ist ein Ausdruck.*