

# CCG – Kombinatoren

Kilian Evang, Christian Wurm

Düsseldorf, 3.11.2022

# Kombinatorische Kategorialgrammatiken (CCG)

- ▶ CCGs erweitern applikative CGs um Typenhebung, Komposition (bekannt aus AB), zusätzlich: Kreuzkomposition, Substitution
- ▶ So lassen sich syntaktische Phänomene wie Koordination „nicht kanonischer“ Konstituenten, Objektrelativsätze, *parasitic gaps* elegant beschreiben
- ▶ CCG erklärt auch semantische, prosodische, psycholinguistische... Daten – schein ein plausibles Modell natürlicher Sprache zu sein
- ▶ CCG viel genutzt für statistisches syntaktisches und semantisches Parsing
- ▶ Entwickelt von Ades, Jacobson, Szabolcsi, Hepple, Steedman et al.
- ▶ In dieser Sitzung: intuitive Einführung anhand des Englischen, nach Steedman (2000, Kap. 3), zunächst aber unter Ausklammerung der Semantik

# Lexical Head Government

(1) *The Principle of Lexical Head Government*

Both bounded and unbounded syntactic dependencies are specified by the lexical syntactic type of their head.

# Lexical Head Government

$S \rightarrow NP VP$   
 $VP \rightarrow TV NP$   
 $VP \rightarrow IV$   
 $TV \rightarrow \text{married}$   
 $IV \rightarrow \text{sings}$   
...



$\text{married} := (S \setminus NP) / NP$   
 $\text{sings} := S \setminus NP$   
...



# Lexical Head Government

$S \rightarrow NP VP$   
 $VP \rightarrow TV NP$   
 $VP \rightarrow IV$   
 $TV \rightarrow \text{married}$   
 $IV \rightarrow \text{sings}$   
 ...



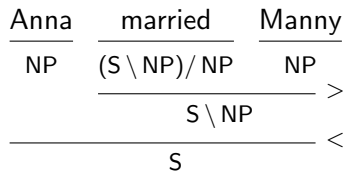
$\text{married} := (S \setminus NP) / NP$   
 $\text{sings} := S \setminus NP$   
 ...



CCG-Notation: Argumentkategorie steht immer rechts!

# Beispiel

(2) Anna married Manny



# Applikationsregeln

## Forward application

$$X/Y \quad Y \Rightarrow X \quad (>)$$

## Backward application

$$Y \quad X \backslash Y \Rightarrow X \quad (<)$$

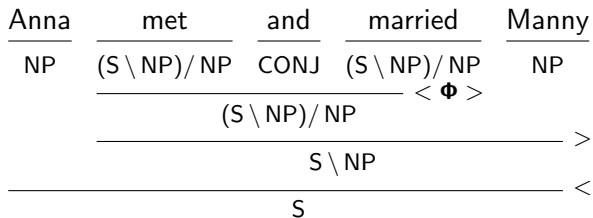


# Koordinationsregel

$$X \text{ CONJ } X \Rightarrow X \quad (< \Phi >)$$

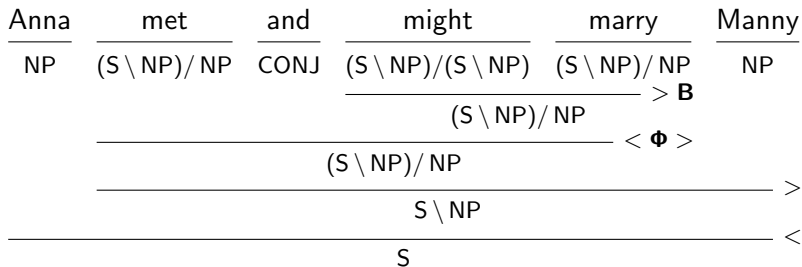
# Beispiel

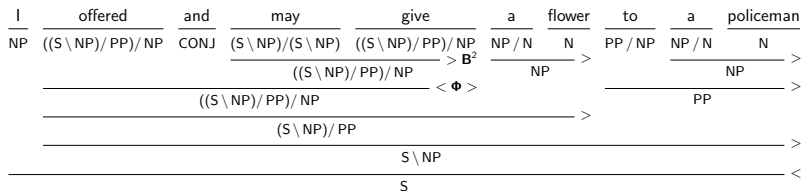
(3) Anna met and married Manny



# Koordination von Prädikaten

- (4) Anna met and might marry Manny
- (5) I offered, and may give, a flower to a policeman





# Kompositionsregeln I

(Generalized) harmonic forward composition

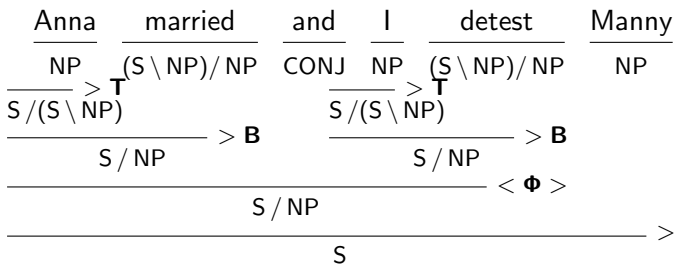
$$\begin{array}{l} X/Y \quad Y/Z \Rightarrow X/Z \quad (> \mathbf{B}) \\ X/Y \quad (Y/Z)/A \Rightarrow (X/Z)/A \quad (> \mathbf{B}^2) \\ \dots \end{array}$$

Entsprechend  $> \mathbf{B}^n$  für kleine  $n$  (max. 3-4 im Englischen)

# Koordination von Subjekt und Prädikat

(6) Anna married and I detest Manny





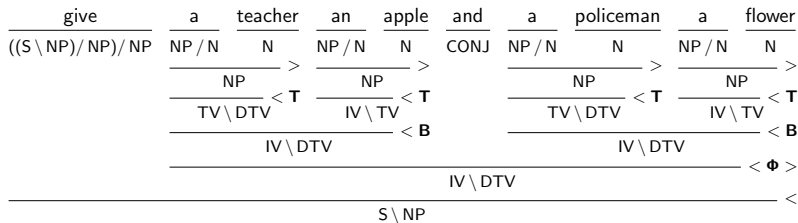
# Typenhebungsregeln I

## Forward type raising

$$X \Rightarrow T / (T \setminus X) \quad (> \mathbf{T})$$

# Koordination von Argumentclustern

(7) give a teacher an apple and a policeman a flower



$DTV = ((S \setminus NP) / NP) / NP$

$TV = (S \setminus NP) / NP$

$IV = S \setminus NP$

## Typenhebungsregeln II

Backward type raising

$$X \Rightarrow T \setminus (T / X) \quad (< \mathbf{T})$$

# Kompositionsregeln II

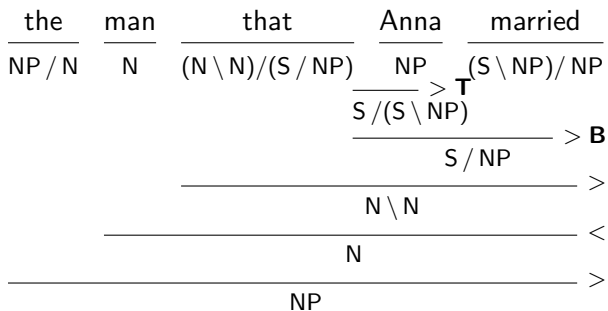
(Generalized) harmonic backward composition

$$Y \setminus Z \quad X \setminus Y \Rightarrow X \setminus Z \quad (< \mathbf{B})$$

...

# Objektrelativsätze

(8) the man that Anna married



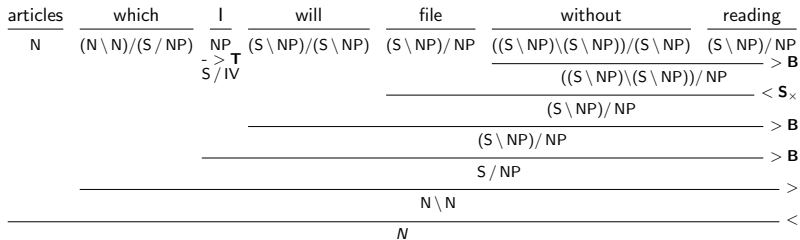


# Head Categorial Uniqueness

- (9) *The Principle of Head Categorial Uniqueness*  
A single nondisjunctive lexical category for the head of a given construction specifies both the bounded dependencies that arise when its complements are in canonical position and the unbounded dependencies that arise when those complements are displaced under relativization, coordination, and the like.

# Parasitic Gaps

(10) articles which I will file without reading



# Substitutionsregeln I

(Generalized) crossed backward substitution

$$Y/Z \quad (X \setminus Y)/Z \Rightarrow X/Z \quad (< \mathbf{S}_x)$$

...

# Der ganze Regelzoo

## Applikation

$$X/Y \quad Y \Rightarrow X \quad (>)$$

$$Y \quad X \backslash Y \Rightarrow X \quad (<)$$

## Typenhebung

$$X \Rightarrow T / (T \backslash X) \quad (> \mathbf{T})$$

$$X \Rightarrow T \backslash (T / X) \quad (< \mathbf{T})$$

## Komposition

$$X/Y \quad Y/Z \Rightarrow X/Z \quad (> \mathbf{B})$$

$$X/Y \quad Y \backslash Z \Rightarrow X \backslash Z \quad (> \mathbf{B}_\times)$$

$$Y \backslash Z \quad X \backslash Y \Rightarrow X \backslash Z \quad (< \mathbf{B})$$

$$Y/Z \quad X \backslash Y \Rightarrow X/Z \quad (< \mathbf{B}_\times)$$

## Substitution

$$(X/Y)/Z \quad Y/Z \Rightarrow X/Z \quad (> \mathbf{S})$$

$$(X/Y) \backslash Z \quad Y \backslash Z \Rightarrow X \backslash Z \quad (> \mathbf{S}_\times)$$

$$Y \backslash Z \quad (X \backslash Y) \backslash Z \Rightarrow X \backslash Z \quad (< \mathbf{S})$$

$$Y/Z \quad (X \backslash Y)/Z \Rightarrow X/Z \quad (< \mathbf{S}_\times)$$

(Plus generalisierte Versionen mit zusätzlichen Argumenten.)

# Zusammenfassung I

- ▶ Die Regeln in CCG sind wie in anderen Kategorialgrammatiken klein an der Zahl und sehr allgemein
- ▶ Die Arbeit macht das Lexikon (Principle of Lexical Head Government)
- ▶ Durch das Principle of Head Categorical Uniqueness wird das Lexikon klein und die lexikalische Ambiguität gering gehalten
- ▶ Wir brauchen im Englischen nicht alle Regeln!

## Ausblick

- ▶ Wie muss man die Anwendung der Regeln beschränken (auf bestimmte Kategorien), um zu verhindern, dass ungrammatische Sätze generiert werden?
- ▶ Wie unterscheidet sich eine CCG fürs Deutsche (Niederländische, ...) von einer CCG fürs Englische (Lexikon, Beschränkungen)?
- ▶ Kann man Beschränkungen vermeiden (ins Lexikon verschieben)?
- ▶ Semantik, statistisches Parsing...

# Zusammenfassung II

Kategorialgrammatiken sind superspannend!



# Literatur I

Steedman, M. (2000). *The Syntactic Process*. The MIT Press.