

# Einführung in die Computerlinguistik

## Syntax: Merkmalsstrukturen

WS 2014/2015

Vera Demberg

# Eigenschaften der syntaktischen Struktur [1]

- Er hat die Übungen gemacht.
- Der Student hat die Übungen gemacht.
- Der interessierte Student hat die Übungen gemacht.
- Der an computerlinguistischen Fragestellungen interessierte Student hat die Übungen gemacht.
- Der an computerlinguistischen Fragestellungen interessierte Student im ersten Semester hat die Übungen gemacht.
- Der an computerlinguistischen Fragestellungen interessierte Student im ersten Semester, der im Hauptfach Informatik studiert, hat die Übungen gemacht.
- Der an computerlinguistischen Fragestellungen interessierte Student im ersten Semester, der im Hauptfach, für das er sich nach langer Überlegung entschieden hat, Informatik studiert, hat die Übungen gemacht.

## Grammatische Merkmale

- Wie finden Sie **die** angehängten **Bilder**? Das **sind** **Fotos**, **die** im Rahmen des TALK-Projektes entstanden **sind**, uns gehören**en**, und von BMW schon freigegeben **waren**. Außerdem vermitteln **sie** besser den Bezug zur Forschung.

# Einige grammatische Merkmale

- Bei Substantiven:
  - Numerus, Genus, Kasus
- Bei Adjektiven:
  - Numerus, Genus, Kasus, Steigerungsform
- Bei Pronomen:
  - Numerus, Genus, Kasus, Person
- Bei Verben:
  - Numerus, Person
  - Tempus
  - Modus (Indikativ, Konjunktiv, Imperativ)
  - Genus verbi (engl. „voice“: Aktiv, Passiv)

# Status von Merkmalen

- Inhärente Merkmale (Genus beim Substantiv)
- Unabhängige Merkmale (Numerus beim Substantiv, Tempus beim Verb, Steigerungsform beim Adjektiv)
- Abhängige Merkmale (Numerus und Genus beim Adjektiv, Kasus beim Substantiv)

## Merkmalsabhängigkeiten:

- Grammatische Merkmale von Ausdrücken in der syntaktischen Struktur hängen in systematischer Weise voneinander ab.
- Die grundlegenden Typen solcher Beziehungen sind
  - Kongruenz und
  - Rektion oder Subkategorisierung

# Kongruenz

- Kongruenz ist die Übereinstimmung von zwei oder mehreren Ausdrücken in Genus, Numerus, Kasus, Person, ...
  - **Nominalkongruenz** innerhalb der NP zwischen Artikel, Nomen, Adjektiv, Relativpronomen: *die***[pl]** *angehängten***[pl]** *Bilder***[pl]**
  - **Subjekt-Verb-Kongruenz**: *sie***[pl]** *vermitteln***[pl]**
  - **Pronominalkongruenz** zwischen einem „anaphorischen“ Pronomen und der NP, auf die er sich bezieht  
*Fotos***[pl]** ... *sie***[pl]**

# Subkategorisierung/ Rektion

- Von Rektion oder Subkategorisierung spricht man, wenn ein lexikalischer Kopf Argumente mit bestimmten grammatischen Eigenschaften verlangt.  
Subkategorisierung/ Rektion von
- Verben
  - Sie *vermitteln* den Bezug [*NP im Akkusativ*]
  - Die Bilder *fallen* dem Betrachter [*NP im Dativ*]
  - Sie *erinnern* uns [*NP im Akkusativ*] an den Urlaub [*PP mit Akkusativ*]
- Präpositionen
  - *um* das Haus
  - *bei* dem Haus
  - *wegen* des Hauses
- Adjektive
  - *an computerlinguistischen Fragestellungen interessiert*
  - *seinen Freunden verpflichtet*

# Grammatische Merkmale in der CFG

- Die Standard-CFG hat zunächst keinen Mechanismus zur Modellierung grammatischer Merkmale und ihrer Abhängigkeiten.
- Nicht-Berücksichtigung von Kongruenz und Rektion führt zu massiver Übergenerierung:

- Beispielgrammatik 1:

$S \rightarrow NP VP$        $VP \rightarrow VT NP$

$VP \rightarrow VI$            $NP \rightarrow DET N$

$VI \rightarrow schl\ddot{a}ft \mid arbeitet$

$VT \rightarrow kennt \mid studiert$

$N \rightarrow Student \mid Studentin \mid Studenten \mid Studentinnen \mid Fach$

$DET \rightarrow der \mid die \mid das \mid den$

- *Die Studenten arbeitet – Das Student kennt der Student*



# Versuch: Verfeinerung der Kategorien

- Beispielgrammatik 2:

$S \rightarrow \text{NPSgNom VPSg}$

$\text{VPSg} \rightarrow \text{VISg}$

$\text{VPSg} \rightarrow \text{VTSg NPAkk}$

$\text{NPSgNom} \rightarrow \text{DETSgNomM NSgNomM}$

$\text{NPSgNom} \rightarrow \text{DETSgNomF NSgNomF}$      $\text{NPPINom} \rightarrow \text{DETPINom NPINom}$

$\text{DETSgNomM} \rightarrow \textit{der}$

$\text{DETSgNomF} \rightarrow \textit{die}$

$\text{NSgNomM} \rightarrow \textit{Student}$

$\text{NSgNomF} \rightarrow \textit{Studentin.}$

...

...

- Integration von Merkmalsinformation in Kategoriensymbole – Nachteile:

- Das Regelsystem wird aufgebläht (2 Numeri x 3 Genera x 4 Kasus x 3 Personen x ...)

- Regularitäten können nicht ausgedrückt werden

# Merkmalsstrukturen

- Wir kodieren Merkmale explizit in Form von **Merkmalsstrukturen**.

- Statt "NPSgNomM" schreiben wir  $NP \begin{bmatrix} num & sg \\ kas & nom \\ gen & m \end{bmatrix}$

- Die Beschreibung einer Konstituente ist ein Paar, bestehend aus einem Kategoriensymbol und einer Merkmalsstruktur.
- Die Merkmalsstruktur besteht aus „**Attribut-Wert-Paaren**“: Die obige Merkmalsstruktur hat drei Merkmale, das erste Merkmal  $[num\ sg]$  besteht aus dem Attribut „*num*“ und dem Wert „*sg*“.

# Grammatik mit Merkmalsstrukturen

Beispielgrammatik 3:

$$S \rightarrow NP \begin{bmatrix} num & sg \\ kas & nom \end{bmatrix} VP[num \ sg] \qquad S \rightarrow NP \begin{bmatrix} num & pl \\ kas & nom \end{bmatrix} VP[num \ pl]$$

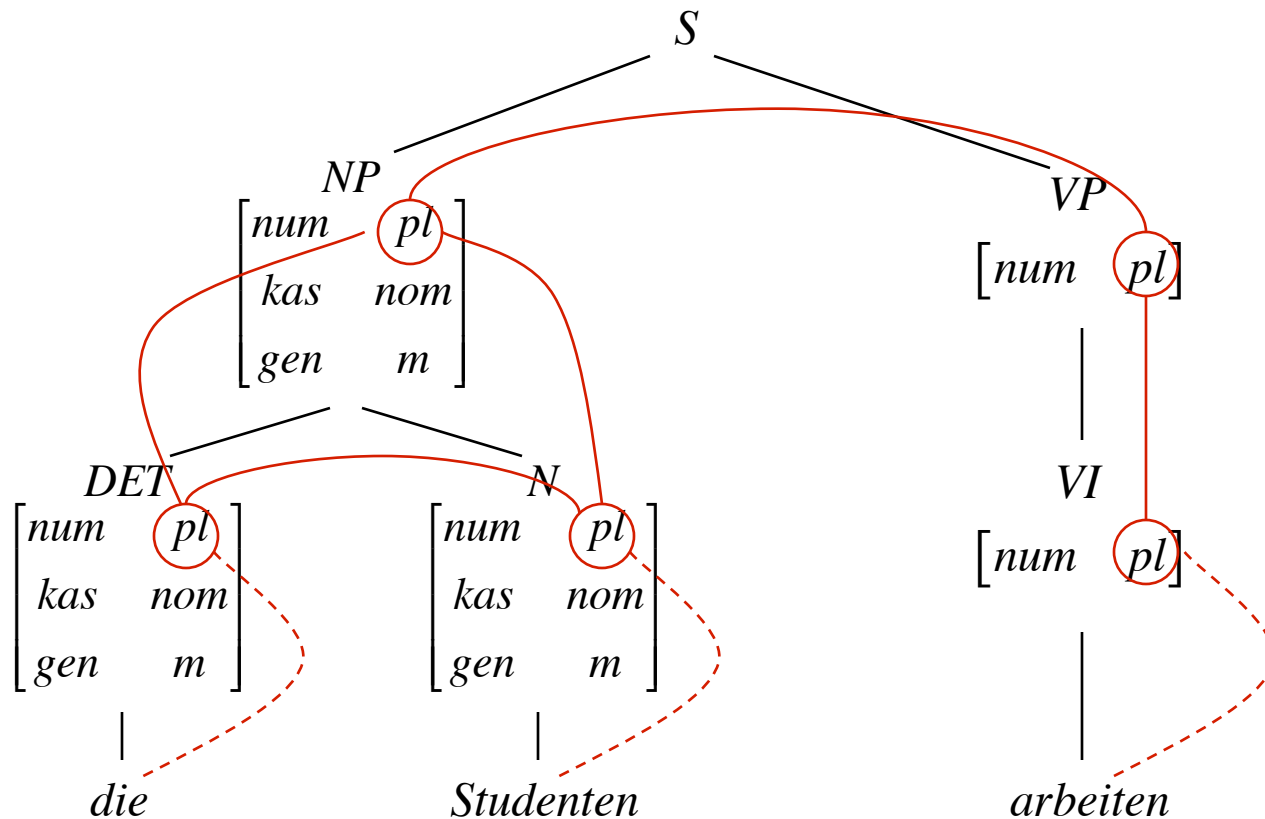
$$VP[num \ sg] \rightarrow VI[num \ sg] \qquad VP[num \ pl] \rightarrow VI[num \ pl]$$

$$NP \begin{bmatrix} num & sg \\ kas & nom \\ gen & m \end{bmatrix} \rightarrow Det \begin{bmatrix} num & sg \\ kas & nom \\ gen & m \end{bmatrix} N \begin{bmatrix} num & sg \\ kas & nom \\ gen & m \end{bmatrix}$$

$$NP \begin{bmatrix} num & pl \\ kas & nom \\ gen & m \end{bmatrix} \rightarrow Det \begin{bmatrix} num & pl \\ kas & nom \\ gen & m \end{bmatrix} N \begin{bmatrix} num & pl \\ kas & nom \\ gen & m \end{bmatrix}$$

... ..

# Direkte Ableitung von Merkmalsstrukturen



# Merkmalsconstraints

- **Problem:** Bei der direkten Erzeugung von Ableitungsbäumen mit Merkmalsstrukturen wird das **Regelsystem nicht kleiner:** Regularitäten sind besser sichtbar, werden aber nicht genutzt.
- Sinnvoller ist es, Merkmale zur Formulierung von Bedingungen oder "**Constraints**" zu verwenden, die grammatisch zulässige Verteilungen von Merkmalsstrukturen in Ableitungsbäumen spezifizieren.
- Grammatikregeln werden erweitert: Jede Regel besteht aus
  - einer Ersetzungsregel (wie gehabt), und
  - einer Menge von Constraints, die zulässige Merkmalskonfigurationen spezifizieren.
- Beispiel:

$S \rightarrow NP VP$

*Numerus der NP muss gleich Numerus der VP sein  
Kasus der NP ist Nominativ*

# Formulierung von Merkmalsconstraints

- Wie können wir einen Constraint über Merkmalsstrukturen wie "*Numerus der NP muss gleich Numerus der VP sein*" formal repräsentieren?

## Was sind Merkmalsstrukturen eigentlich?

- Antwort 1: (Partielle) Funktionen, die Attribute in Werte abbilden

$$\begin{bmatrix} num & sg \\ kas & nom \\ gen & m \end{bmatrix} \text{ ist die Funktion } f \text{ mit: } \begin{aligned} f(num) &= sg \\ f(kas) &= nom \\ f(gen) &= m \end{aligned}$$

- Beispielregel mit Constraints:  $S \rightarrow NP VP$   
 $f_{NP}(num) = f_{VP}(num)$   
 $f_{NP}(kas) = nom$

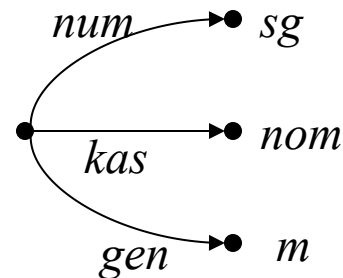
# Formulierung von Merkmalsconstraints

## Was sind Merkmalsstrukturen eigentlich?

- Antwort 2: **Gerichtete azyklische Graphen** mit
  - einem ausgezeichneten Wurzelknoten
  - Attributen als Kantenbeschriftungen
  - Merkmalswerten an den (End-)Knoten.

$$\begin{bmatrix} num & sg \\ kas & nom \\ gen & m \end{bmatrix}$$

ist der Graph:



- Wir bezeichnen ein spezifisches Merkmal in einer Merkmalsstruktur durch einen vom Wurzelknoten ausgehenden Pfad, beginnend mit der Konstituente, mit der die Struktur assoziiert ist:

$$S \rightarrow NP VP$$

$$\langle NP \ num \rangle = \langle VP \ num \rangle$$

$$\langle NP \ kas \rangle = nom$$

# CFG mit Merkmalsconstraints, Beispiel

## Beispielgrammatik 4: Ersetzungsregeln mit Merkmalsconstraints

$S \rightarrow NP VP$   
 $\langle NP \text{ num} \rangle = \langle VP \text{ num} \rangle$   
 $\langle NP \text{ kas} \rangle = \text{nom}$

$VP \rightarrow VI$   
 $\langle VP \text{ num} \rangle = \langle VI \text{ num} \rangle$

$VP \rightarrow VT NP$   
 $\langle VP \text{ num} \rangle = \langle VT \text{ num} \rangle$   
 $\langle NP \text{ kas} \rangle = \text{akk}$

$NP \rightarrow DET N$   
 $\langle DET \text{ num} \rangle = \langle N \text{ num} \rangle$   
 $\langle DET \text{ gen} \rangle = \langle N \text{ gen} \rangle$   
 $\langle DET \text{ kas} \rangle = \langle N \text{ kas} \rangle$   
 $\langle NP \text{ num} \rangle = \langle N \text{ num} \rangle$   
 $\langle NP \text{ gen} \rangle = \langle N \text{ gen} \rangle$   
 $\langle NP \text{ kas} \rangle = \langle N \text{ kas} \rangle$

$VI \rightarrow \text{arbeitet}$   
 $\langle VI \text{ num} \rangle = \text{sg}$

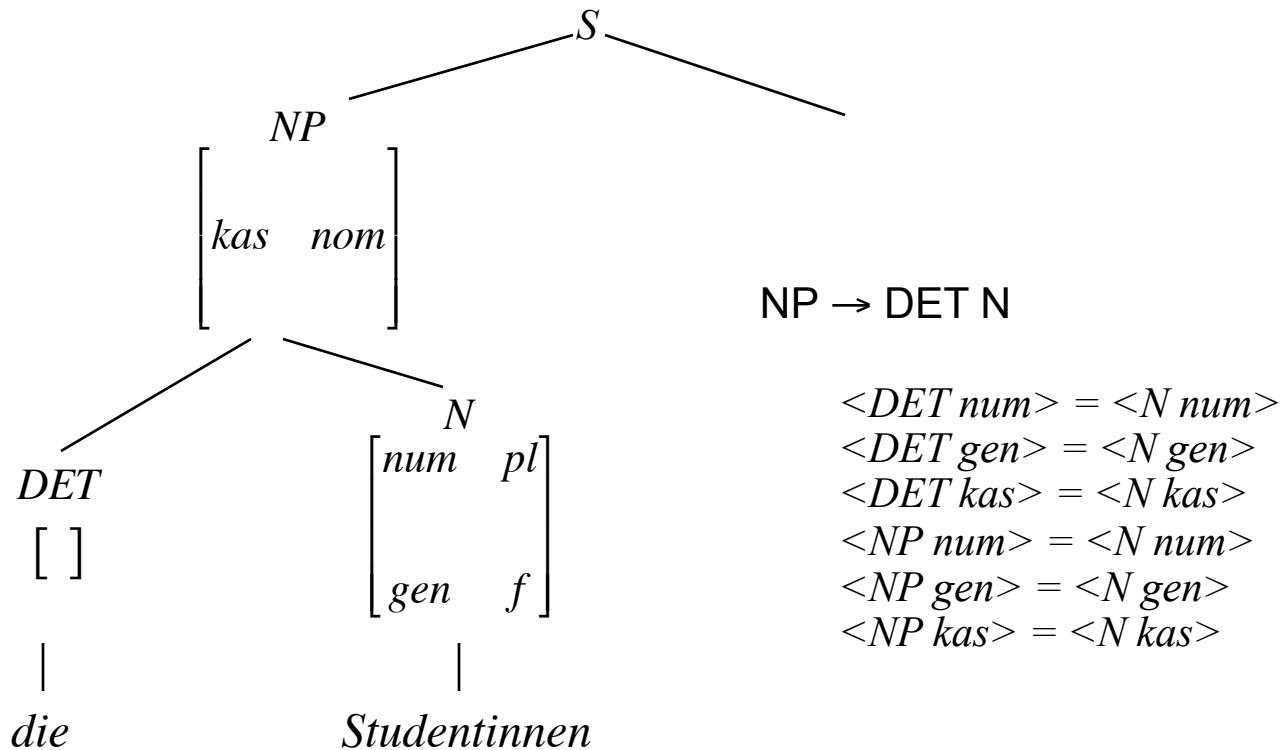
$VI \rightarrow \text{arbeiten}$   
 $\langle VI \text{ num} \rangle = \text{pl}$

$N \rightarrow \text{Student}$   
 $\langle N \text{ num} \rangle = \text{sg}$   
 $\langle N \text{ gen} \rangle = \text{m}$   
 $\langle N \text{ kas} \rangle = \text{nom}$

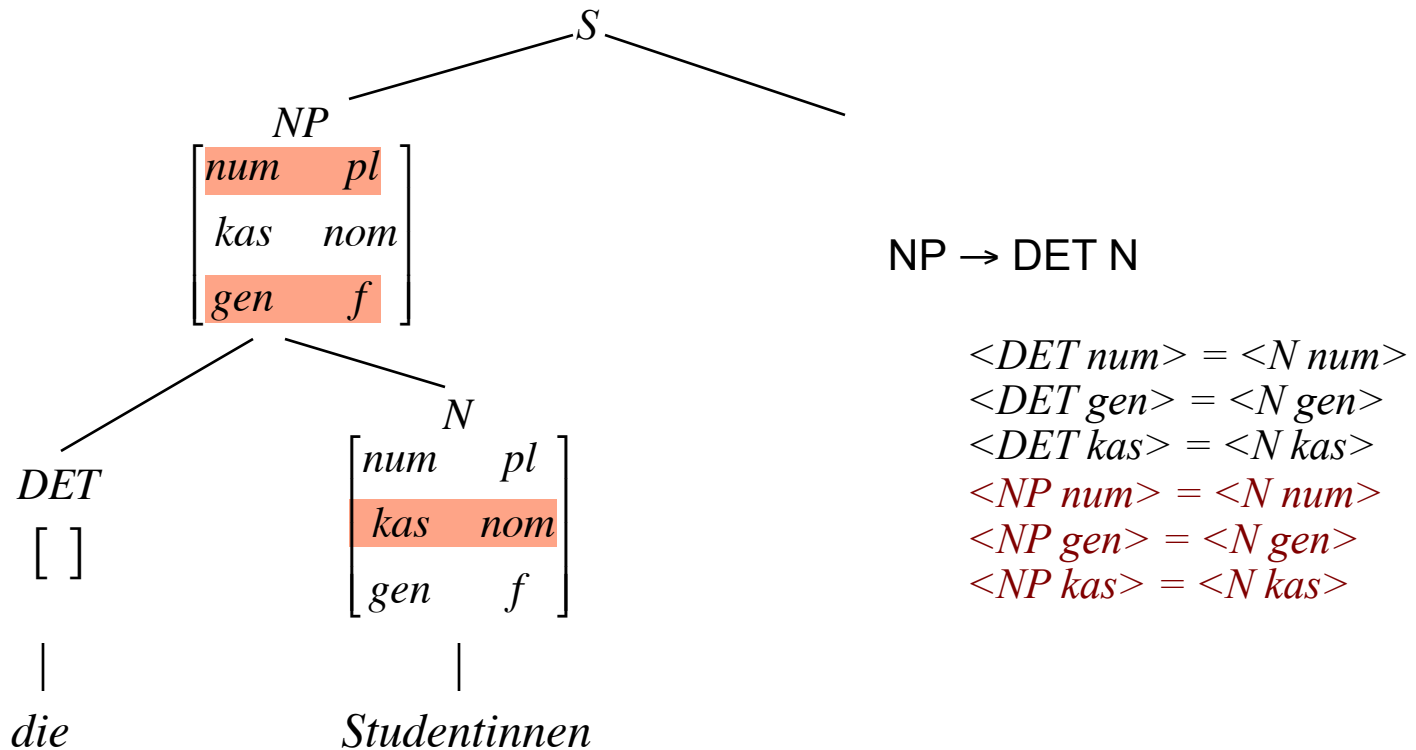
$DET \rightarrow \text{der}$   
 $\langle DET \text{ num} \rangle = \text{sg}$   
 $\langle DET \text{ gen} \rangle = \text{m}$   
 $\langle DET \text{ kas} \rangle = \text{nom}$



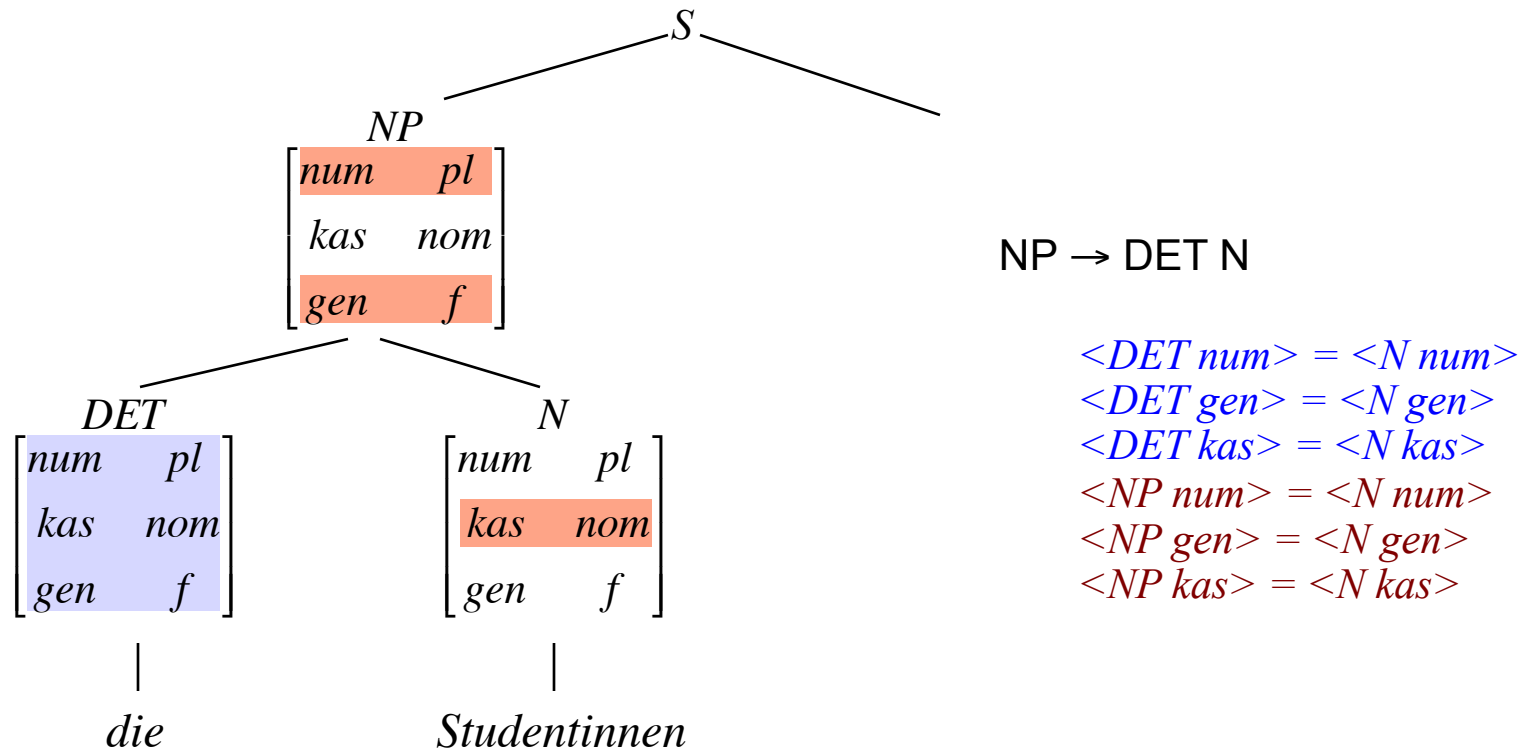
# Die Anwendung von Merkmalsconstraints



# Die Anwendung von Merkmalsconstraints



# Die Anwendung von Merkmalsconstraints



# Die Anwendung von Merkmalsconstraints

- Wir verwenden die Ersetzungsregeln, um einen Parse-Baum zu erzeugen.
- Wir wenden Constraints an, um die Konsistenz der vorhandenen Merkmalsinformation zu testen, und um Lücken in der Merkmalsinformation aufzufüllen.

# Die Anwendung von Merkmalsconstraints

- Merkmalsgleichungen werden neu interpretiert: Sie sind nicht (nur) Identitätstests, sondern Anweisungen zur Ausführung einer Operation.
- Beispiel:  $\langle DET\ num \rangle = \langle N\ num \rangle$  ist zu lesen als:
  - Wenn  $\langle DET\ num \rangle$  und  $\langle N\ num \rangle$  identisch: Akzeptiere!
  - Wenn  $\langle DET\ num \rangle$  undefiniert, setze  $\langle DET\ num \rangle := \langle N\ num \rangle$  und akzeptiere!
  - Wenn  $\langle N\ num \rangle$  undefiniert, setze  $\langle N\ num \rangle := \langle DET\ num \rangle$  und akzeptiere!
  - Wenn  $\langle DET\ num \rangle \neq \langle N\ num \rangle$  : Fehlschlag!
- Die Operation, die diesen Effekt hat, nennen wir **Unifikation**.

# Unifikation

- Wir schreiben  $A \sqcup B$  für „die Unifikation von A und B“.
- Unifikation ist folgendermaßen definiert:  
Wenn  $A=B=a$ , oder  $A=a$  und B undefiniert, oder umgekehrt, werden A und B auf den Wert a gesetzt.  
In diesen Fällen sagen wir, dass A und B "zu a unifizieren".  
Wenn A und B definiert und  $A \neq B$ , schlägt die Unifikation fehl.
- Der Constraint  $\langle DET\ num \rangle = \langle N\ num \rangle$  ist zu lesen als eine Anweisung zur Ausführung der Unifikation.

# CFG mit Merkmalsconstraints, Beispiel

## Beispielgrammatik 4: Ersetzungsregeln mit Merkmalsconstraints

$S \rightarrow NP VP$   
 $\langle NP \text{ num} \rangle = \langle VP \text{ num} \rangle$   
 $\langle NP \text{ kas} \rangle = \text{nom}$

$VP \rightarrow VI$   
 $\langle VP \text{ num} \rangle = \langle VI \text{ num} \rangle$

$VP \rightarrow VT NP$   
 $\langle VP \text{ num} \rangle = \langle VT \text{ num} \rangle$   
 $\langle NP \text{ kas} \rangle = \text{akk}$

$NP \rightarrow DET N$   
 $\langle DET \text{ num} \rangle = \langle N \text{ num} \rangle$   
 $\langle DET \text{ gen} \rangle = \langle N \text{ gen} \rangle$   
 $\langle DET \text{ kas} \rangle = \langle N \text{ kas} \rangle$   
 $\langle NP \text{ num} \rangle = \langle N \text{ num} \rangle$   
 $\langle NP \text{ gen} \rangle = \langle N \text{ gen} \rangle$   
 $\langle NP \text{ kas} \rangle = \langle N \text{ kas} \rangle$   
 $\langle NP \text{ def} \rangle = \langle DET \text{ def} \rangle$

$VI \rightarrow \text{arbeitet}$   
 $\langle VI \text{ num} \rangle = \text{sg}$

$VI \rightarrow \text{arbeiten}$   
 $\langle VI \text{ num} \rangle = \text{pl}$

$N \rightarrow \text{Student}$   
 $\langle N \text{ num} \rangle = \text{sg}$   
 $\langle N \text{ gen} \rangle = \text{m}$   
 $\langle N \text{ kas} \rangle = \text{nom}$

$DET \rightarrow \text{der}$   
 $\langle DET \text{ num} \rangle = \text{sg}$   
 $\langle DET \text{ gen} \rangle = \text{m}$   
 $\langle DET \text{ kas} \rangle = \text{nom}$   
 $\langle DET \text{ def} \rangle = +$

# Merkmalsstrukturen: Erste Erweiterung

- Constraints lassen sich eleganter formulieren, wenn wir gleichzeitig auf Mengen von Merkmalen Bezug nehmen können.
- Wir erlauben komplexe Merkmalsstrukturen, in denen Attribute nicht nur atomare Werte, sondern auch Merkmalsstrukturen als Werte haben können. Als Beispiel eine Merkmalsstruktur für den bestimmten Artikel *der*:

$$\left[ \begin{array}{c} \textit{def} \\ \textit{agr} \end{array} \begin{array}{c} + \\ \left[ \begin{array}{cc} \textit{num} & \textit{sg} \\ \textit{kas} & \textit{nom} \\ \textit{gen} & \textit{m} \end{array} \right] \end{array} \right]$$

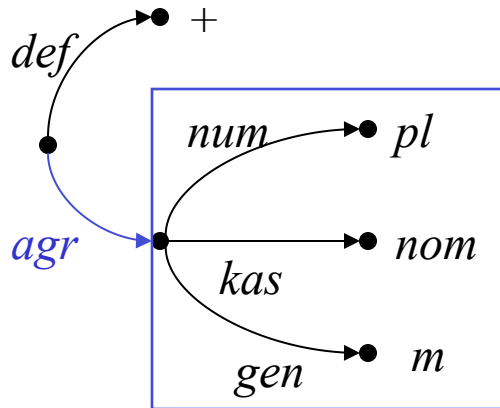
- „agr“ für englisch „agreement“ (Kongruenz) nimmt als Wert eine Merkmalsstruktur, die die Kongruenzmerkmale spezifiziert.
- Statt der Aufzählung einzelner Kongruenzmerkmale in der NP-Regel können wir nun Kongruenz generell verlangen:

$$\langle \textit{DET AGR} \rangle = \langle \textit{N AGR} \rangle$$

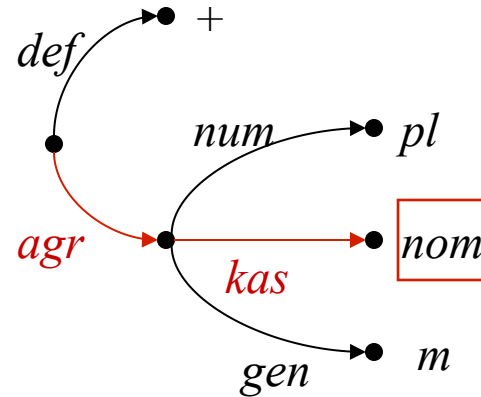


# Merkmale als Graphen

$\langle \text{DET agr} \rangle$ :



$\langle \text{DET agr kas} \rangle$ :



# Berechnung von $A \sqcup B$

- Resultat der Unifikation ist die (allgemeinste) Merkmalsstruktur, die die Information aus beiden Merkmalsstrukturen umfasst, wenn es eine solche Struktur gibt. Ansonsten schlägt sie fehl.
- Wie berechnet sich das Resultat der Unifikation aus A und B?
- Fall 1: A und B sind atomar:
  - $A \sqcup B = a$ , wenn  $A=B=a$ , oder eine Seite atomar und die andere undefiniert
  - $A \sqcup B$  schlägt fehl, wenn  $a \neq b$
- Fall 2: Beide Seiten sind komplexe Merkmalstrukturen:
  - $F \sqcup G = H$ , wobei die Attribute von H die Vereinigung der Attribute von F und G ist, und der Wert für jedes Attribut f in H
    - der Wert von f in F (bzw. G), wenn f nur in F (bzw. G) instantiiert ist
    - $A \sqcup B$ , wenn A und B die Werte von f in F bzw. G sind.
  - $F \sqcup G$  schlägt fehl, wenn die Unifikation für ein Attribut fehlschlägt.

# Beispielgrammatik 5: Komplexe Merkmale

$S \rightarrow NP VP$

$\langle NP AGR NUM \rangle = \langle VP AGR NUM \rangle$

$\langle NP AGR KAS \rangle = nom$

$VP \rightarrow VI$

$\langle VP AGR NUM \rangle = \langle VI AGR NUM \rangle$

$VP \rightarrow VT NP$

$\langle VP AGR NUM \rangle = \langle VT AGR NUM \rangle$

$\langle NP AGR KAS \rangle = akk$

$NP \rightarrow DET N$

$\langle DET AGR \rangle = \langle N AGR \rangle$

$\langle NP AGR \rangle = \langle N AGR \rangle$

$\langle NP def \rangle = \langle DET def \rangle$

*wählt:*  $\begin{bmatrix} CAT & VT \\ AGR & [NUM \ sg] \end{bmatrix}$

*arbeitet:*  $\begin{bmatrix} CAT & VI \\ AGR & [NUM \ sg] \end{bmatrix}$

*Studentin:*  $\begin{bmatrix} CAT & N \\ AGR & [NUM \ sg \\ GEN \ f] \end{bmatrix}$

*Fach:*  $\begin{bmatrix} CAT & N \\ AGR & [NUM \ sg \\ GEN \ n] \end{bmatrix}$

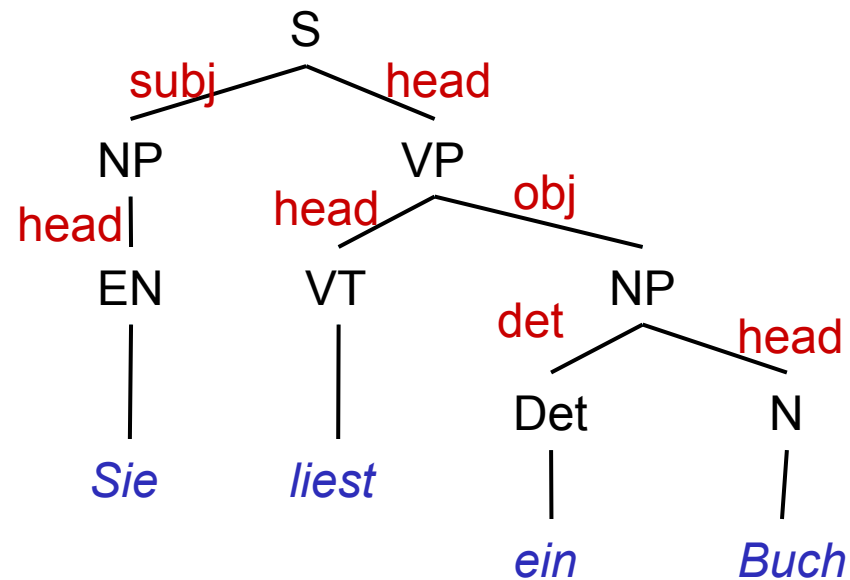
*die:*  $\begin{bmatrix} CAT & DET \\ AGR & [GEN \ f] \\ DEF & + \end{bmatrix}$

*das:*  $\begin{bmatrix} CAT & DET \\ AGR & [NUM \ sg \\ GEN \ n] \\ DEF & + \end{bmatrix}$

# Anmerkungen zu Grammatik 5

- In der Grammatik 5 auf der vorigen Folie sind mehrere Neuerungen enthalten, die das Schreiben der Grammatik vereinfachen
  - Komplexe Merkmalsstrukturen mit dem Kongruenz-/Agreement-Merkmal „agr“.
  - Lexikoneinträge, bestehend aus einem Wort (Terminalsymbol) und einer Merkmalsstruktur.
  - Es gibt keine expliziten Erzeugungsregeln, die präterminale Symbole/ lexikalische Kategorien in Terminalsymbole/ Wörter überführen. In einer Ableitung kann für eine lexikalische Kategorie *X* jedes Wort aus dem Lexikon eingesetzt werden, dessen Merkmalsstruktur für das Attribut *cat* den Wert *X* besitzt.

# Ein Beispiel



# Kopfmerkmale

- Bestimmte Merkmale vererben sich „entlang der Kopflinie“.
- Insbesondere teilt die Phrase diese Merkmale mit ihrem lexikalischen Kopf,
  - zum Beispiel die Kongruenzmerkmale (*AGR*),
  - aber auch andere Merkmale, zum Beispiel die „Verbform“ (*VFORM*): Infinitivkonstruktionen enthalten Infinitive, finite Verbphrasen finite (flektierte) Verben, etc.
- Um die Regularität in der Grammatik ausdrücken, führen wir als zusätzliches Attribut *HEAD* ein (unter dem die „Kopfmerkmale“ aufgeführt werden).

# Beispielgrammatik 6: Kopfmerkmale

$S \rightarrow NP VP$

$\langle S \text{ HEAD} \rangle = \langle VP \text{ HEAD} \rangle$

$\langle S \text{ HEAD AGR NUM} \rangle =$

$\langle NP \text{ HEAD AGR NUM} \rangle$

$\langle NP \text{ HEAD AGR KAS} \rangle = \textit{nom}$

$VP \rightarrow VI$

$\langle VP \text{ HEAD} \rangle = \langle VI \text{ HEAD} \rangle$

$VP \rightarrow VT NP$

$\langle VP \text{ HEAD} \rangle = \langle VT \text{ HEAD} \rangle$

$\langle NP \text{ HEAD AGR KAS} \rangle = \textit{akk}$

$NP \rightarrow DET N$

$\langle NP \text{ HEAD} \rangle = \langle N \text{ HEAD} \rangle$

$\langle DET \text{ AGR} \rangle = \langle N \text{ AGR} \rangle$

*wählt:*  $\left[ \begin{array}{c} CAT \\ HEAD \end{array} \left[ \begin{array}{cc} VT & \\ VFORM & \textit{finit} \\ AGR & [NUM \textit{sg}] \end{array} \right] \right]$

*arbeitet:*  $\left[ \begin{array}{c} CAT \\ HEAD \end{array} \left[ \begin{array}{cc} VI & \\ VFORM & \textit{finit} \\ AGR & [NUM \textit{sg}] \end{array} \right] \right]$

*Studentin:*  $\left[ \begin{array}{c} CAT \\ HEAD \end{array} \left[ \begin{array}{c} N \\ AGR \left[ \begin{array}{cc} NUM & \textit{sg} \\ GEN & \textit{f} \end{array} \right] \end{array} \right] \right]$

*Fach:*  $\left[ \begin{array}{c} CAT \\ HEAD \end{array} \left[ \begin{array}{c} N \\ AGR \left[ \begin{array}{cc} NUM & \textit{sg} \\ GEN & \textit{n} \end{array} \right] \end{array} \right] \right]$

*die:*  $\left[ \begin{array}{c} CAT \quad DET \\ AGR \left[ \begin{array}{cc} GEN & \textit{f} \end{array} \right] \\ DEF \quad + \end{array} \right]$

*das:*  $\left[ \begin{array}{c} CAT \quad DET \\ AGR \left[ \begin{array}{cc} NUM & \textit{sg} \\ GEN & \textit{n} \end{array} \right] \\ DEF \quad + \end{array} \right]$

# Subkategorisierung

- Transitive und intransitive Verben gehören in unserer Beispielgrammatik zu verschiedenen Kategorien. Konsequenterweise müssten auch für ditransitive Verben (*geben*), Verben mit Dativobjekt (*gefallen*), Verben mit Präpositionalem Objekt (*warten auf*), Verben mit *zu*-Infinitiv (*versuchen*) unterschiedliche Kategorien vorgesehen werden. Ebenso für Präsuppositionen, Adjektive, Substantive, die unterschiedliche Argumente nehmen.
- Eleganter ist die Lösung, die Subkategorisierungseigenschaften durch ein Merkmal auszudrücken (traditionell „*SUBCAT*“).



# Subkategorisierung

$VP \rightarrow V NP$   
 $\langle VP HEAD \rangle = \langle V HEAD \rangle$   
 $\langle V SUBCAT \rangle = \langle NP \rangle$   
 $\langle NP HEAD AGR KAS \rangle = \textit{akk}$

wählt:

$$\left[ \begin{array}{l} CAT \\ HEAD \\ SUBCAT \end{array} \left[ \begin{array}{l} V \\ \left[ \begin{array}{l} VFORM \\ AGR \end{array} \right] \left[ \begin{array}{l} finit \\ NUM \quad sg \end{array} \right] \end{array} \right] \left[ \begin{array}{l} HEAD \\ AGR \\ KAS \end{array} \right] \left[ \begin{array}{l} \\ \\ \textit{akk} \end{array} \right] \right]$$

gefällt:

$$\left[ \begin{array}{l} CAT \\ HEAD \\ SUBCAT \end{array} \left[ \begin{array}{l} V \\ \left[ \begin{array}{l} VFORM \\ AGR \end{array} \right] \left[ \begin{array}{l} finit \\ NUM \quad sg \end{array} \right] \end{array} \right] \left[ \begin{array}{l} HEAD \\ AGR \\ KAS \end{array} \right] \left[ \begin{array}{l} \\ \\ \textit{dat} \end{array} \right] \right]$$

- Die obige Regel beschreibt alle „V NP“-Konstruktionen.
- Wir identifizieren per Pfadgleichung die komplette Merkmalsstruktur der Objekt-NP mit dem SUBCAT-Merkmal des Verbs. Die spezifische Kasusanforderung einzelner Verben steht im Lexikon.

# Beispielgrammatik 7: SUBCAT- Merkmale

$S \rightarrow NP VP$   
 $\langle S \text{ CAT} \rangle = S$   
 $\langle S \text{ HEAD} \rangle = \langle VP \text{ HEAD} \rangle$   
 $\langle S \text{ HEAD AGR NUM} \rangle =$   
 $\quad \langle NP \text{ HEAD AGR NUM} \rangle$   
 $\langle NP \text{ HEAD AGR KAS} \rangle = nom$

$VP \rightarrow V$   
 $\langle VP \text{ CAT} \rangle = VP$   
 $\langle VP \text{ HEAD} \rangle = \langle V \text{ HEAD} \rangle$   
 $\langle V \text{ SUBCAT} \rangle = empty$

$VP \rightarrow V NP$   
 $\langle VP \text{ CAT} \rangle = VP$   
 $\langle VP \text{ HEAD} \rangle = \langle V \text{ HEAD} \rangle$   
 $\langle V \text{ SUBCAT} \rangle = \langle NP \rangle$

$NP \rightarrow DET N$   
 $\langle NP \text{ CAT} \rangle = NP$   
 $\langle NP \text{ HEAD} \rangle = \langle N \text{ HEAD} \rangle$   
 $\langle NP \text{ HEAD AGR} \rangle = \langle DET \text{ AGR} \rangle$

*das:*  $\left[ \begin{array}{c} CAT \\ AGR \end{array} \left[ \begin{array}{cc} DET & \\ NUM & sg \\ GEN & n \end{array} \right] \right]$      *die:*  $\left[ \begin{array}{c} CAT \\ AGR \end{array} \left[ \begin{array}{cc} DET & \\ GEN & f \end{array} \right] \right]$   
*der:*  $\left[ \begin{array}{c} CAT \\ AGR \end{array} \left[ \begin{array}{cc} DET & \\ & \end{array} \right] \right]$

*wählt:*  $\left[ \begin{array}{c} CAT \\ HEAD \\ SUBCAT \end{array} \left[ \begin{array}{cc} V & \\ VFORM & finit \\ AGR & [NUM \ sg] \\ HEAD & [AGR [KAS \ akk]] \end{array} \right] \right]$

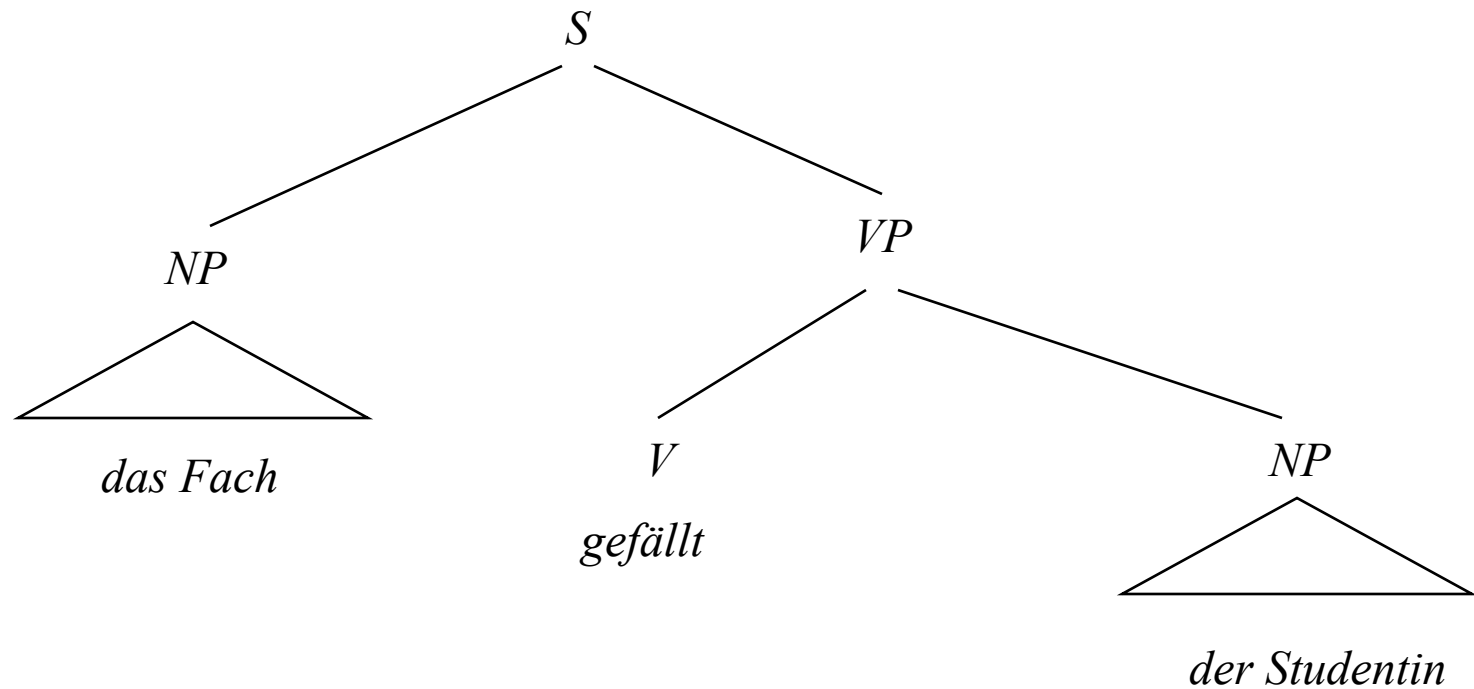
*gefällt:*  $\left[ \begin{array}{c} CAT \\ HEAD \\ SUBCAT \end{array} \left[ \begin{array}{cc} V & \\ VFORM & finit \\ AGR & [NUM \ sg] \\ HEAD & [AGR [KAS \ dat]] \end{array} \right] \right]$

*arbeitet:*  $\left[ \begin{array}{c} CAT \\ HEAD \\ SUBCAT \end{array} \left[ \begin{array}{cc} V & \\ VFORM & finit \\ AGR & [NUM \ sg] \\ & empty \end{array} \right] \right]$

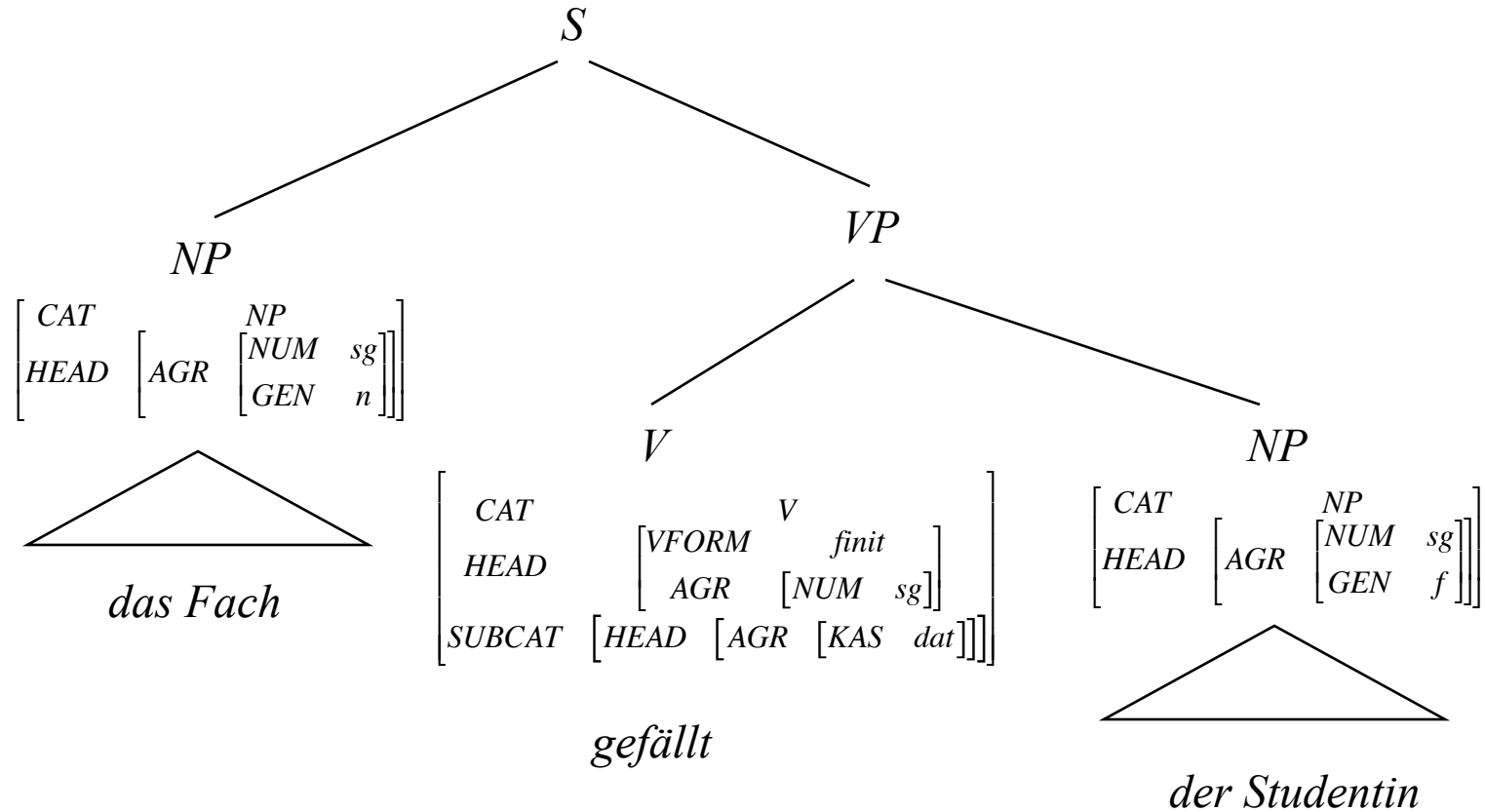
*Studentin:*  $\left[ \begin{array}{c} CAT \\ HEAD \end{array} \left[ \begin{array}{cc} N & \\ AGR & [NUM \ sg] \\ & [GEN \ f] \end{array} \right] \right]$

*Fach:*  $\left[ \begin{array}{c} CAT \\ HEAD \end{array} \left[ \begin{array}{cc} N & \\ AGR & [NUM \ sg] \\ & [GEN \ n] \end{array} \right] \right]$

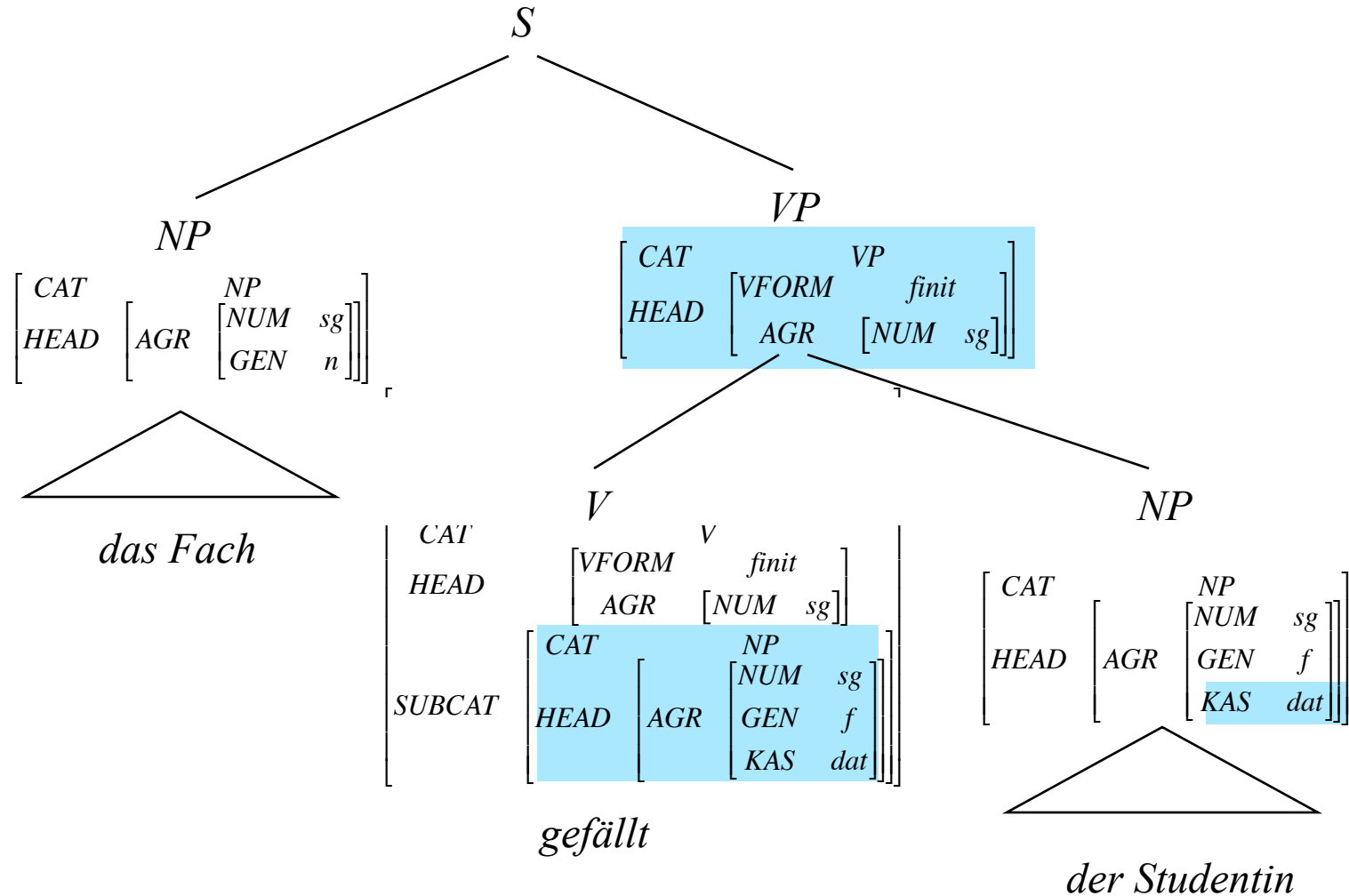
# Eine Analyse mit Grammatik 7



# Eine Analyse mit Grammatik 7



# Eine Analyse mit Grammatik 7



# Eine Analyse mit Grammatik 7

