

# 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 **en**. 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 *gefallen* 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:

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

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

$VI \rightarrow schläft \mid arbeitet$

$VT \rightarrow kennt \mid studiert$

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

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

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



# Versuch: Verfeinerung der Kategorien

- Beispielgrammatik 2:

$S \rightarrow \text{NPSgNom VPSg}$

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

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

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

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

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

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

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

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

...

...

- 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:

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

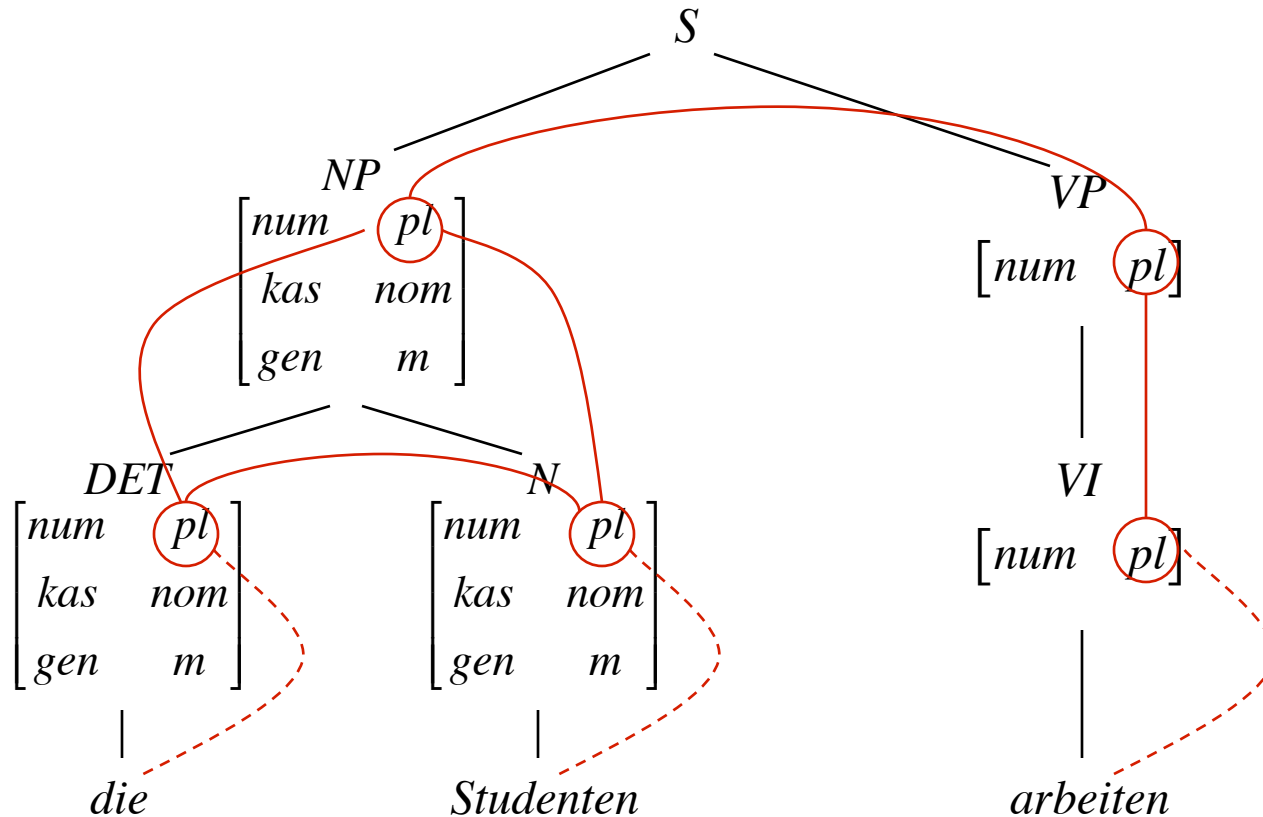
$$VP[num \quad sg] \rightarrow VI[num \quad sg] \qquad VP[num \quad pl] \rightarrow VI[num \quad pl]$$

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

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

... ..

# 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:  $S \rightarrow NP \ VP$   
 $f_{NP}(num) = f_{VP}(num)$   
 $f_{NP}(kas) = nom$

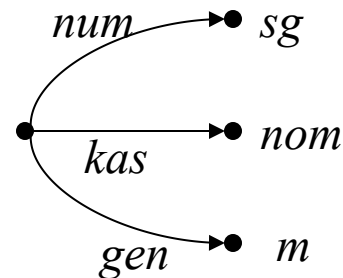
# Formulierung von Merkmalsconstraints

## Was sind Merkmalsstrukturen eigentlich?

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

<i>num</i>	<i>sg</i>
<i>kas</i>	<i>nom</i>
<i>gen</i>	<i>m</i>

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

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

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

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

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

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

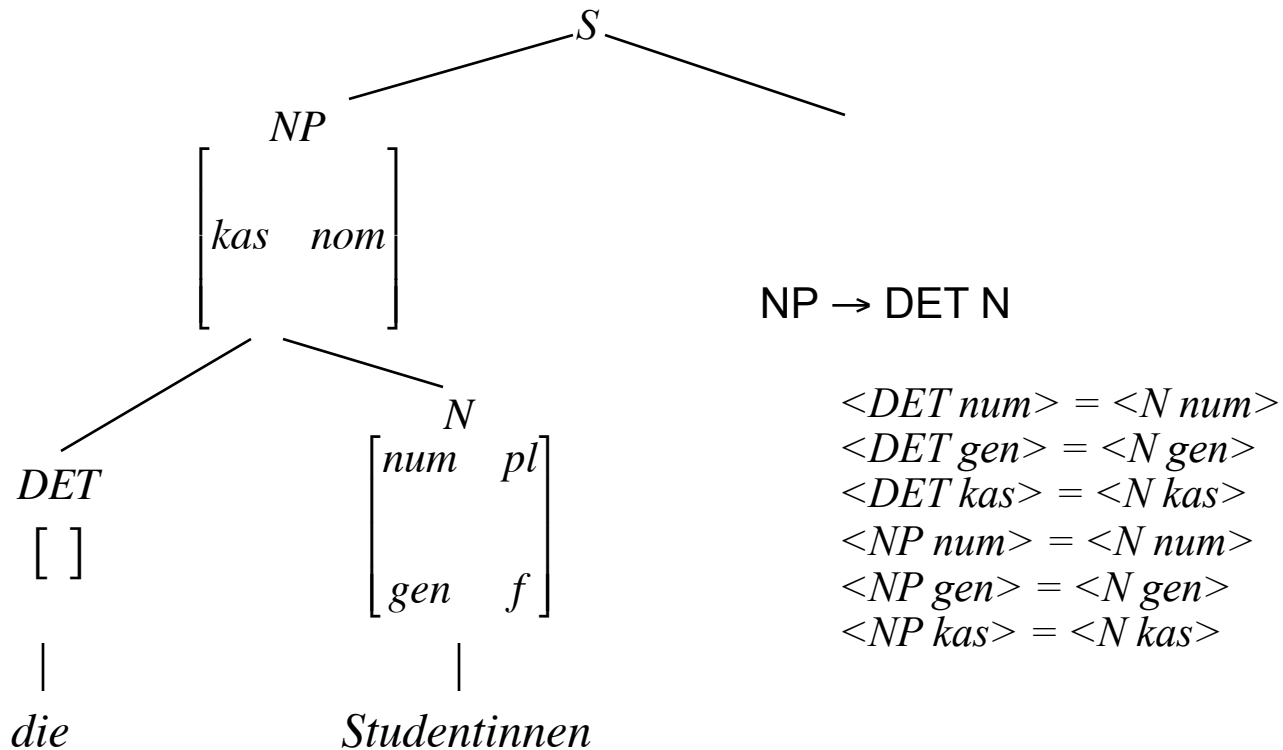
$VI \rightarrow \text{arbeiten}$   
 $\langle VI \text{ num} \rangle = \text{pl}$

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

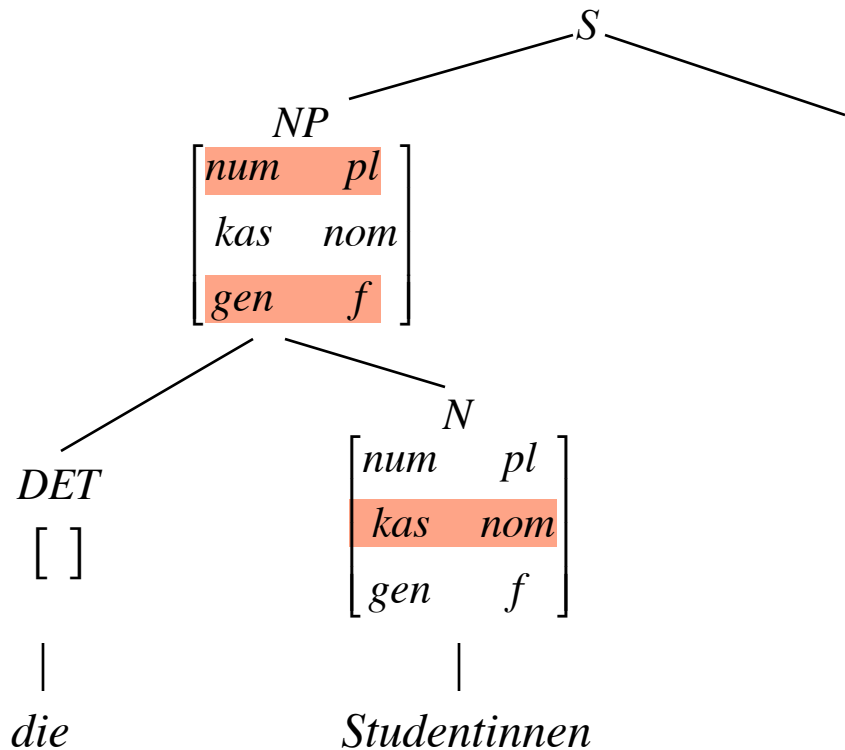
$DET \rightarrow \text{der}$   
 $\langle DET \text{ num} \rangle = \text{sg}$   
 $\langle DET \text{ gen} \rangle = \text{m}$   
 $\langle DET \text{ kas} \rangle = \text{nom}$



# Die Anwendung von Merkmalsconstraints



# Die Anwendung von Merkmalsconstraints



NP → DET N

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

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

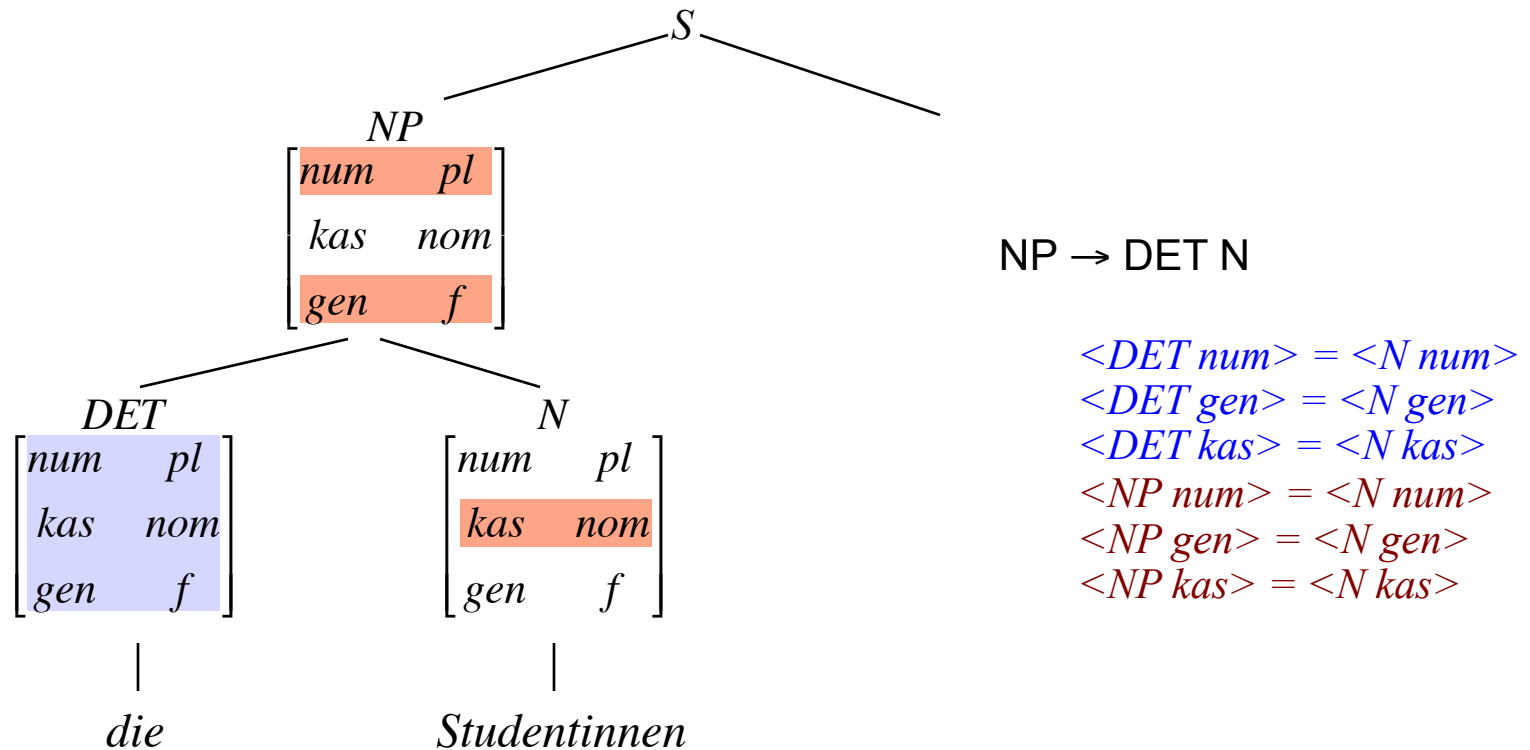
$\langle \text{DET kas} \rangle = \langle \text{N kas} \rangle$

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

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

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

# 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

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

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

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

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

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

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

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

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

# Merkmalstrukturen: 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*:

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

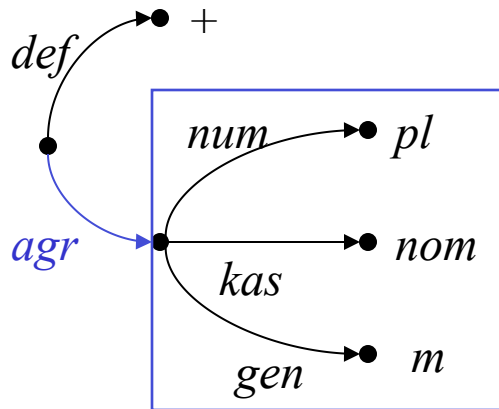
- „agr“ für englisch „agreement“ (Kongruenz) nimmt als Wert eine Merkmalsstruktur, die die Kongruenzmerkmale spezifiziert.
- Statt der Aufzählung einzelner Kongruenzmerkmale in der NP-Regel können wir nun Kongruenz generell verlangen:

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

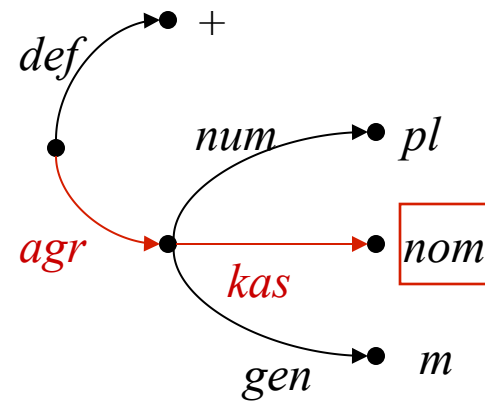


# Merkmale als Graphen

$\langle DET\ agr \rangle:$



$\langle DET\ agr\ kas \rangle:$



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

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

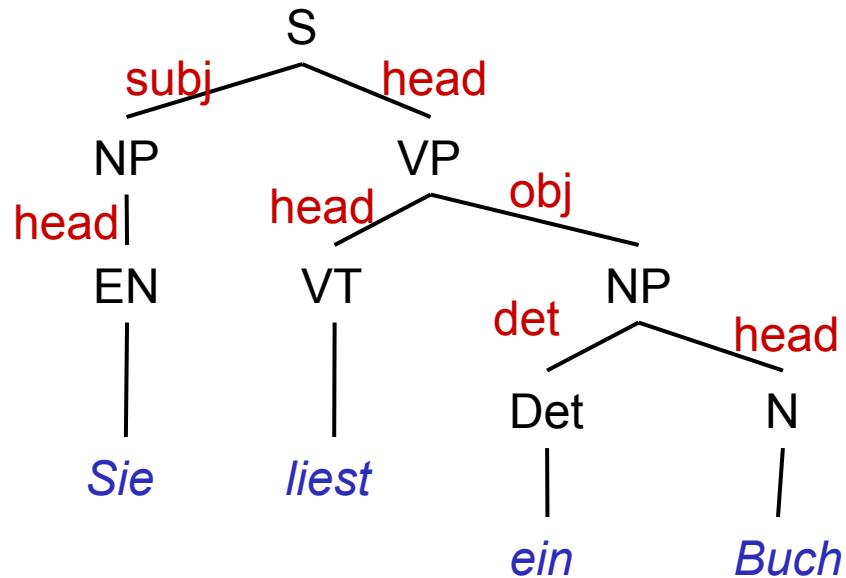
*die:*  $\begin{bmatrix} CAT & DET \\ AGR & [GEN \ f] \\ DEF & + \end{bmatrix}$

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

## 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

$S \rightarrow NP VP$   
 $\langle S HEAD \rangle = \langle VP HEAD \rangle$   
 $\langle S HEAD AGR NUM \rangle =$   
 $\quad \langle NP HEAD AGR NUM \rangle$   
 $\langle NP HEAD AGR KAS \rangle = nom$

$VP \rightarrow VI$   
 $\langle VP HEAD \rangle = \langle VI HEAD \rangle$

$VP \rightarrow VT NP$   
 $\langle VP HEAD \rangle = \langle VT HEAD \rangle$   
 $\langle NP HEAD AGR KAS \rangle = akk$

$NP \rightarrow DET N$   
 $\langle NP HEAD \rangle = \langle N HEAD \rangle$   
 $\langle DET AGR \rangle = \langle N AGR \rangle$

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

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

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

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

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

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

# 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 Präpositionalen 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

$VP \rightarrow V NP$

$\langle VP HEAD \rangle = \langle V HEAD \rangle$

$\langle V SUBCAT \rangle = \langle NP \rangle$

$\langle NP HEAD AGR KAS \rangle = akk$

wählt:

$$\begin{bmatrix} CAT & V \\ HEAD & \begin{bmatrix} VFORM & finit \\ AGR & \begin{bmatrix} NUM & sg \end{bmatrix} \end{bmatrix} \\ SUBCAT & \begin{bmatrix} HEAD & \begin{bmatrix} AGR & \begin{bmatrix} KAS & akk \end{bmatrix} \end{bmatrix} \end{bmatrix} \end{bmatrix}$$

gefällt:

$$\begin{bmatrix} CAT & V \\ HEAD & \begin{bmatrix} VFORM & finit \\ AGR & \begin{bmatrix} NUM & sg \end{bmatrix} \end{bmatrix} \\ SUBCAT & \begin{bmatrix} HEAD & \begin{bmatrix} AGR & \begin{bmatrix} KAS & dat \end{bmatrix} \end{bmatrix} \end{bmatrix} \end{bmatrix}$$

- 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

$S \rightarrow NP VP$

$\langle S \text{ CAT} \rangle = S$

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

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

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

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

$VP \rightarrow V$

$\langle VP \text{ CAT} \rangle = VP$

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

$\langle V \text{ SUBCAT} \rangle = \text{empty}$

$VP \rightarrow V NP$

$\langle VP \text{ CAT} \rangle = VP$

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

$\langle V \text{ SUBCAT} \rangle = \langle NP \rangle$

$NP \rightarrow DET N$

$\langle NP \text{ CAT} \rangle = NP$

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

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

das:

$$\begin{bmatrix} \text{CAT} & \text{DET} \\ \text{AGR} & \begin{bmatrix} \text{NUM} & \text{sg} \\ \text{GEN} & n \end{bmatrix} \end{bmatrix}$$

die:

$$\begin{bmatrix} \text{CAT} & \text{DET} \\ \text{AGR} & \begin{bmatrix} \text{GEN} & f \end{bmatrix} \end{bmatrix}$$

der:

$$\begin{bmatrix} \text{CAT} & \text{DET} \\ \text{AGR} & \begin{bmatrix} \end{bmatrix} \end{bmatrix}$$

wählt:

$$\begin{bmatrix} \text{CAT} & V \\ \text{HEAD} & \begin{bmatrix} \text{VFORM} & \text{finit} \\ \text{AGR} & \begin{bmatrix} \text{NUM} & \text{sg} \end{bmatrix} \end{bmatrix} \\ \text{SUBCAT} & \begin{bmatrix} \text{HEAD} & \begin{bmatrix} \text{AGR} & \begin{bmatrix} \text{KAS} & \text{akk} \end{bmatrix} \end{bmatrix} \end{bmatrix} \end{bmatrix}$$

gefällt:

$$\begin{bmatrix} \text{CAT} & V \\ \text{HEAD} & \begin{bmatrix} \text{VFORM} & \text{finit} \\ \text{AGR} & \begin{bmatrix} \text{NUM} & \text{sg} \end{bmatrix} \end{bmatrix} \\ \text{SUBCAT} & \begin{bmatrix} \text{HEAD} & \begin{bmatrix} \text{AGR} & \begin{bmatrix} \text{KAS} & \text{dat} \end{bmatrix} \end{bmatrix} \end{bmatrix} \end{bmatrix}$$

arbeitet:

$$\begin{bmatrix} \text{CAT} & V \\ \text{HEAD} & \begin{bmatrix} \text{VFORM} & \text{finit} \\ \text{AGR} & \begin{bmatrix} \text{NUM} & \text{sg} \end{bmatrix} \end{bmatrix} \\ \text{SUBCAT} & \text{empty} \end{bmatrix}$$

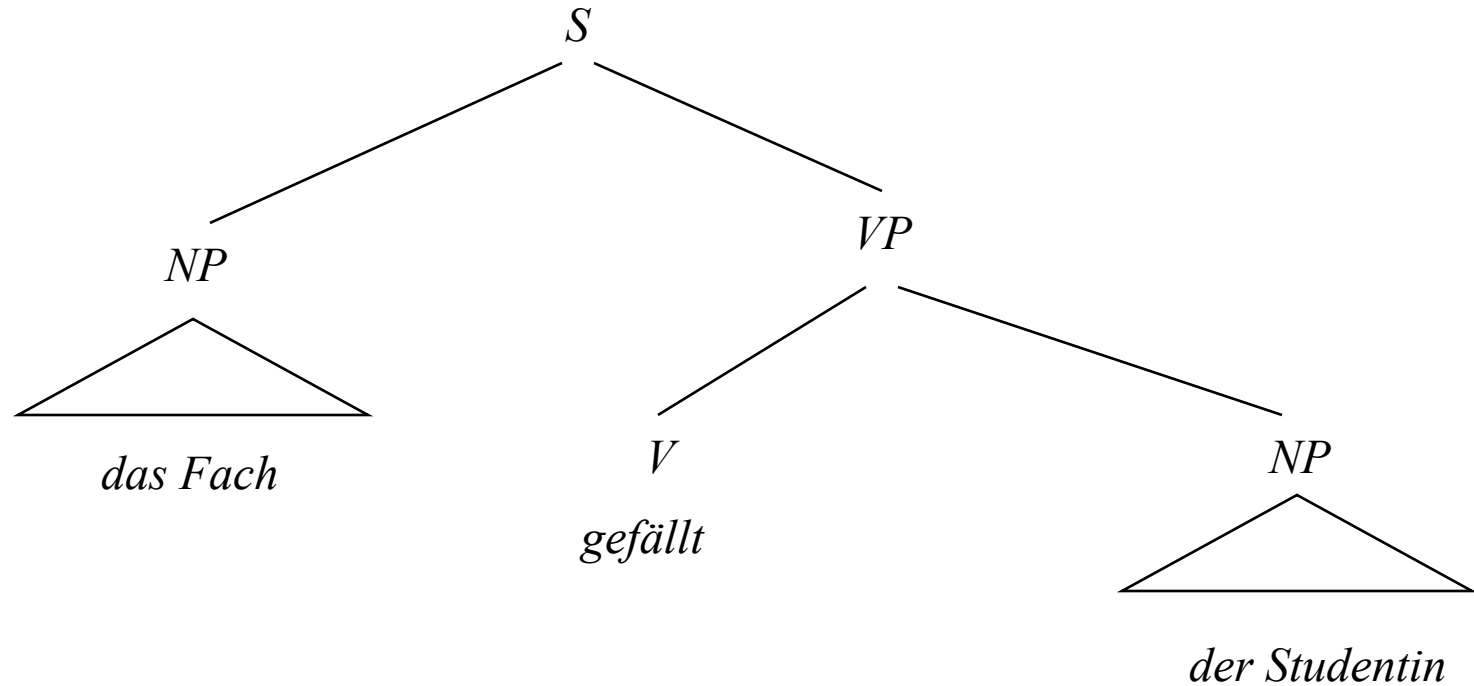
Studentin:

$$\begin{bmatrix} \text{CAT} & N \\ \text{HEAD} & \begin{bmatrix} \text{AGR} & \begin{bmatrix} \text{NUM} & \text{sg} \\ \text{GEN} & f \end{bmatrix} \end{bmatrix} \end{bmatrix}$$

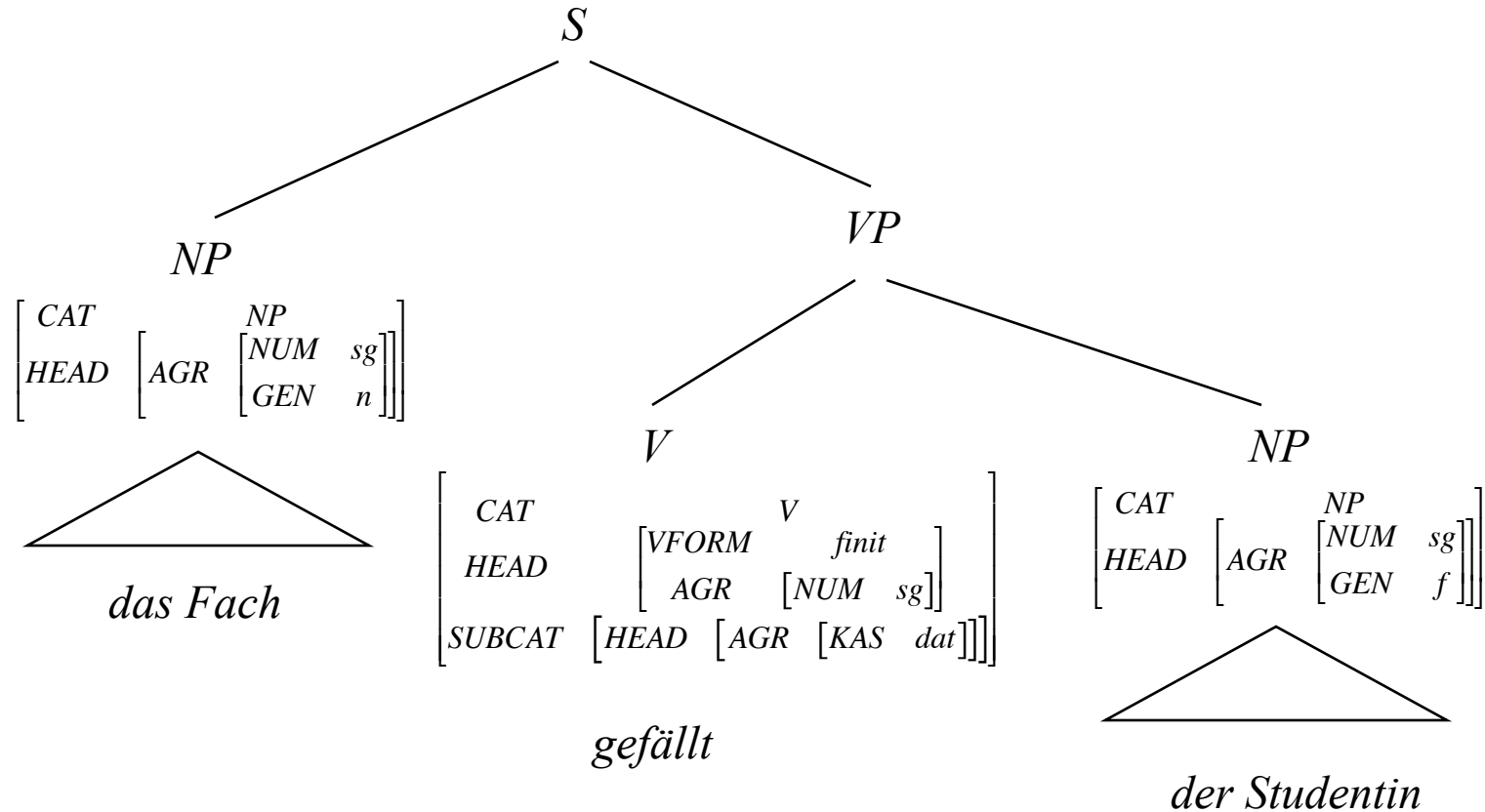
Fach:

$$\begin{bmatrix} \text{CAT} & N \\ \text{HEAD} & \begin{bmatrix} \text{AGR} & \begin{bmatrix} \text{NUM} & \text{sg} \\ \text{GEN} & n \end{bmatrix} \end{bmatrix} \end{bmatrix}$$

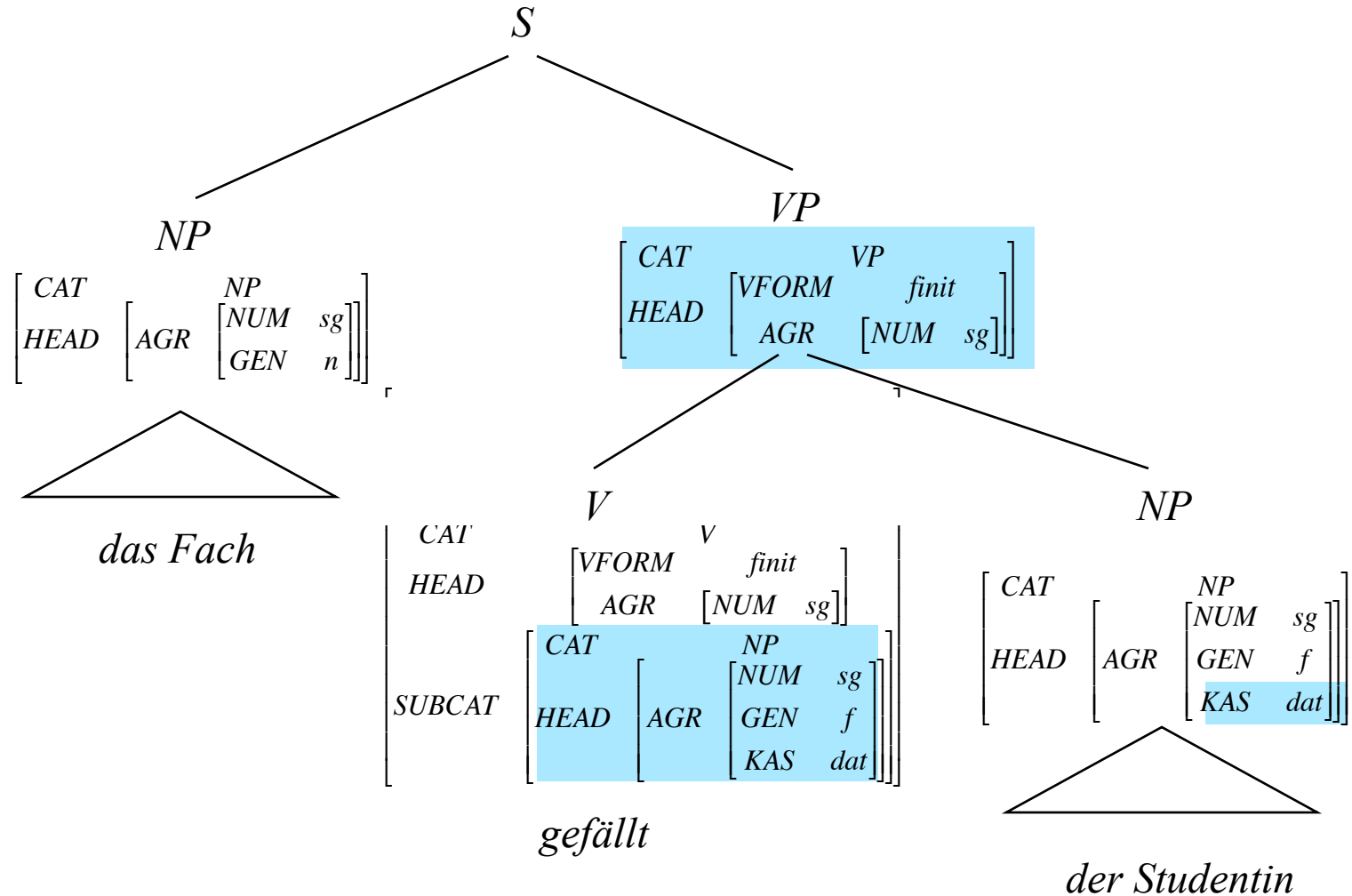
# Eine Analyse mit Grammatik 7



# Eine Analyse mit Grammatik 7



# Eine Analyse mit Grammatik 7



# Eine Analyse mit Grammatik 7

