

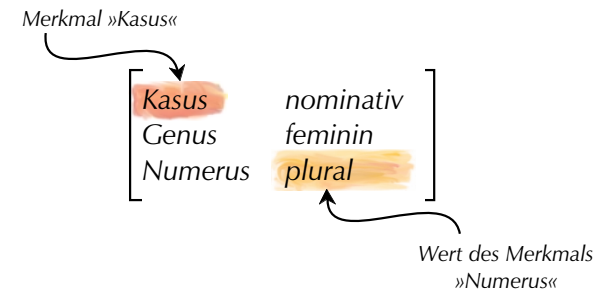
# Merkmalsstrukturen

## Übersicht

- ◆ Merkmalsstrukturen
  - ◆ Einfach
  - ◆ Komplex
- ◆ Darstellungsformen
  - ◆ Kästchen
  - ◆ Gerichteter Graph
  - ◆ Gleichungssystem von Pfaden
- ◆ Pfade
  - ◆ koreferente Pfade
- ◆ Unifikation von Merkmalsstrukturen
  - ◆ Rekursive Definition der Unifikation

Merkmalsstrukturen – 1

# Einfache Merkmalsstrukturen

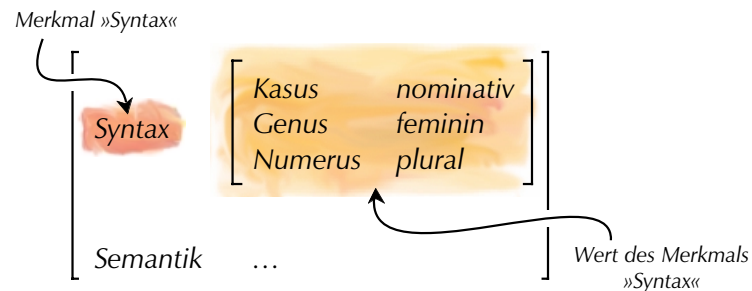


## Bestandteile einer Merkmalsstruktur (feature structure)

- ◆ Merkmale/Attribute (features/attributes)
- ◆ Werte (values): immer atomar bei einfachen Merkmalsstrukturen

Merkmalsstrukturen – 2

# Verschachtelte Merkmalsstrukturen

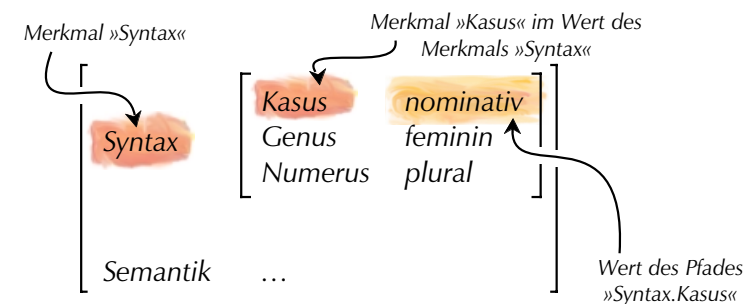


## Eine kompliziertere Merkmalsstruktur

- ◆ Der Wert des Merkmals »Syntax« ist komplex und selbst wiederum eine Merkmalsstruktur: Verschachtelte Struktur.

Merkmalsstrukturen – 3

# Pfade



## Ketten von Merkmalen heißen Pfad (path)

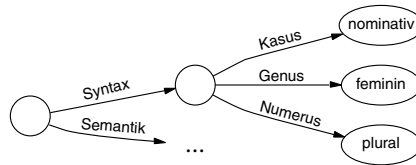
- ◆ Wert des Pfades »Syntax.Kasus«  
= Wert des Merkmals »Kasus« im Wert des Merkmals »Syntax«

Merkmalsstrukturen – 4

# Merkmalstruktur als Graph

## Merkmalstrukturen als gerichteter Graph

- ♦ Pfade werden bildlich zu Pfaden im Graph
- ♦ Merkmal sind beschriftete Kanten
- ♦ Atomare Werte sind beschriftete Knoten
- ♦ Komplexe Wert sind unbeschriftete Knoten



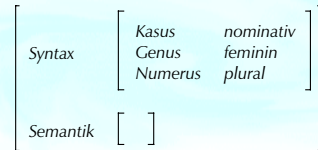
# Merkmalstruktur als partielle Funktion

## Für jeden Pfad enthält eine Merkmalstruktur höchstens einen Wert.

**Pfad → Wert**

- ♦ Damit ist eine Merkmalstruktur eine partielle Funktion, die Pfade zu Werten abbildet.
- ♦ Mindestens in dieser Einführung ...
- ♦ Alternativen
  - ♦ Formalisierungen, wo immer ein Wert gefordert ist (totale Funktion) oder auch mehr als ein Wert zulässig wäre (Relation).
  - ♦ Formalisierungen, wo die Abbildung »unscharf« ist: »Mit einer Wahrscheinlichkeit von 80% ist der Kasus Nominativ«

# Werte von Pfaden



- ♦ Wert von *Syntax* ist komplexe Merkmalstruktur
  - ♦ Wert von *Syntax.Kasus* ist *nominativ*
  - ♦ Wert von *Syntax.Genus* ist *feminin*
  - ♦ Wert von *Syntax.Numerus* ist *plural*
  - ♦ Wert von *Syntax.Tempus* ist **nicht definiert**
- ♦ Wert von *Semantik* ist die leere Merkmalstruktur

# Unzulässige Merkmalstruktur

## Beispiel für eine unzulässige Merkmalstruktur

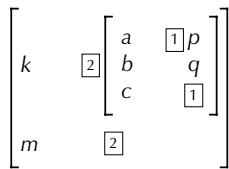
- ♦ Es darf keine Merkmale mit unterschiedlichen Werten geben!
  - ♦ Sonst wäre die Merkmal-Wert-Beziehung eine Relation und keine (partielle) Funktion!



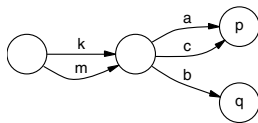
# Koreferente Pfade

## Koreferente Pfade besitzen denselben Wert. Sie...

- ◆ beschreiben ein Gleichungssystem.
- ◆ sind wie die Variablen von Prolog.
  - ▶ Müssen immer denselben Wert haben (auch bei Unifikation)
- ◆ werden oft als Nummer innerhalb eines Kästchens notiert.



Koreferenz als indizierte Kästchen



Koreferenz als gemeinsame Endknoten im Graphen

Wert(k.a) = p  
 Wert(k.b) = q  
 Wert(k.c) = Wert(k.a)  
 Wert(m) = Wert(k)

Wert(k.c) = p  
 Wert(m.a) = p  
 ...

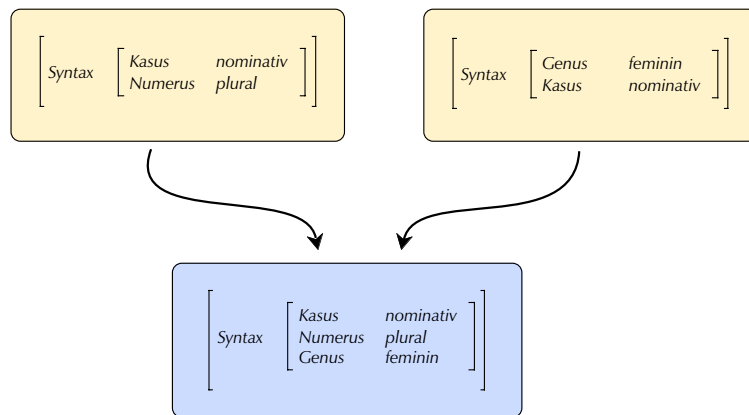
Koreferenz als Gleichungssystem

# Unifikation von Merkmalstrukturen

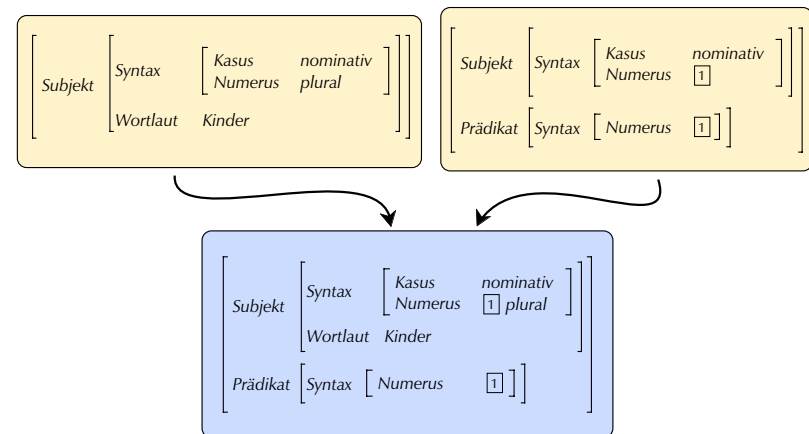
## Merkmalstrukturen können unifiziert werden

- ◆ Um zwei Merkmalstrukturen zu unifizieren, unifiziere die Werte aller Merkmale
- ◆ Wenn ein Merkmal nur in einer der beiden Strukturen vorkommt
  - ◆ kopiere das Merkmal (zusammen mit seinem Wert) in die resultierende Struktur
- ◆ Wenn ein Merkmal in beiden Strukturen vorkommt, unifiziere die beiden Werte
  - ◆ beides Atome: Wenn die beiden Atome gleich sind, ist das Ergebnis eben dieses; sind sie verschieden, schlägt die Unifikation fehl
  - ◆ beides Merkmalstrukturen: Unifikation der Strukturen (Rekursion!)
  - ◆ ein Atom, eine Merkmalstruktur: Unifikation schlägt fehl

# Unifikation von Merkmalstrukturen



# Unifikation von Merkmalstrukturen



# Unifikation von Merkmalstrukturen

---



## Diese Merkmalstrukturen sind nicht unifizierbar!

- ◆ Weil im rekursiven Schritt beim Unifizieren des Werts von »Syntax«, die Werte von »Kasus« nicht unifizierbar sind.
- ◆ Bei komplizierten Strukturen kann die Unifikation »tief innen« fehlschlagen.

# Literatur

---

## Merkmalstrukturen und Unifikation

- ◆ Müller, Stefan(1998): Prolog und Computerlinguistik Teil I. Kapitel 10: Einführung in die Unifikation.
  - ◆ Frei verfügbar unter: <http://www.cl.uni-bremen.de/~stefan/Pub/prolog.html>
- ◆ Covington, M.(1994: Kapitel 5.3)
- ◆ Jurafsky, D. (2000: Kapitel 11.4)
- ◆ Gazdar,G. (1989: Kapitel 7)