

# Einführung in die Computerlinguistik Semantik

Alex Fraser / Robert Zangenfeind

Center for Information and Language Processing

2019-11-20

Die Grundfassung dieses Foliensatzes wurde von Dr. Annemarie Friedrich (unter Zuhilfenahme von Materialien von Prof. Dr. Manfred Pinkal und Prof. Dr. Vera Demberg) erstellt. Fehler und Mängel sind ausschließlich meine Verantwortung.

- 1 Intro
- 2 Lexikalische Semantik
- 3 Textähnlichkeit
- 4 Logik
- 5 Zeit & Aspekt
- 6 Kompositionalität
- 7 Referenz

- 1 Intro
- 2 Lexikalische Semantik
- 3 Textähnlichkeit
- 4 Logik
- 5 Zeit & Aspekt
- 6 Kompositionalität
- 7 Referenz

# Der Begriff “Semantik”

# Der Begriff “Semantik”

- griechisch *sēmantikós* = bezeichnend, zu: *sēmaínein* = bezeichnen

# Der Begriff “Semantik”

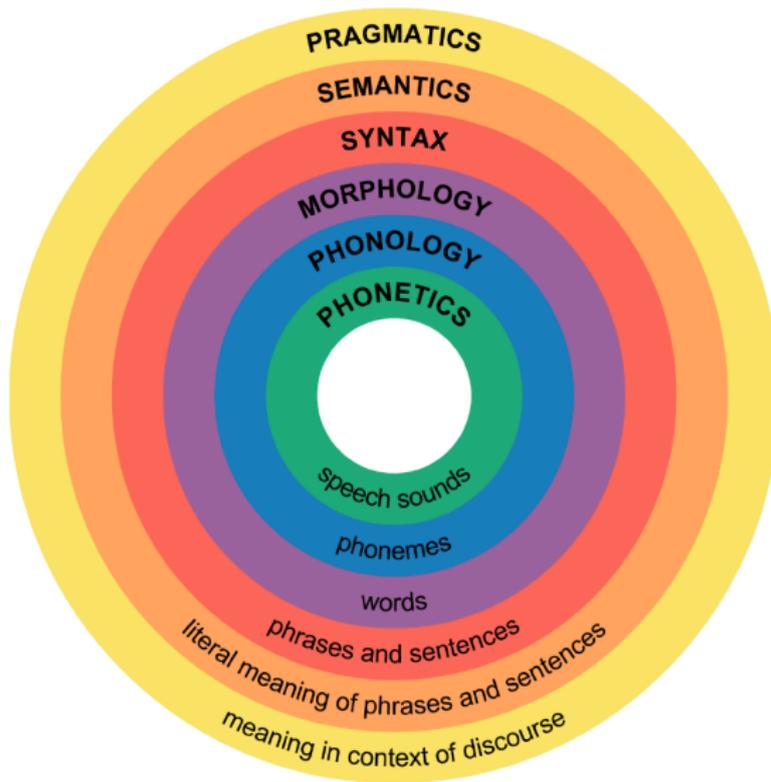
- griechisch *sēmantikós* = bezeichnend, zu: *sēmaínein* = bezeichnen
- griechisch *sēma* = Zeichen, Merkmal

# Der Begriff “Semantik”

- griechisch *sēmantikós* = bezeichnend, zu: *sēmaínein* = bezeichnen
- griechisch *sēma* = Zeichen, Merkmal

⇒ Lehre von der Bedeutung

# Levels of Language



# Kaffee machen



# Motivation (1)

*Machen Sie mir  
bitte  
eine Tasse Kaffee!*

Sprache/Text

# Motivation (1)

*Machen Sie mir  
bitte  
eine Tasse Kaffee!*



Sprache/Text

Verarbeitung  
Darstellung

# Motivation (1)

*Machen Sie mir  
bitte  
eine Tasse Kaffee!*

Sprache/Text



Verarbeitung  
Darstellung



Aktion

# Motivation (2)

*Machen Sie mir  
bitte  
eine Tasse Kaffee!*

Sprache/Text

*Machen Sie mir  
bitte  
eine Tasse Kaffee!*



Sprache/Text

Verarbeitung  
Darstellung

# Motivation (2)

*Machen Sie mir  
bitte  
eine Tasse Kaffee!*

Sprache/Text



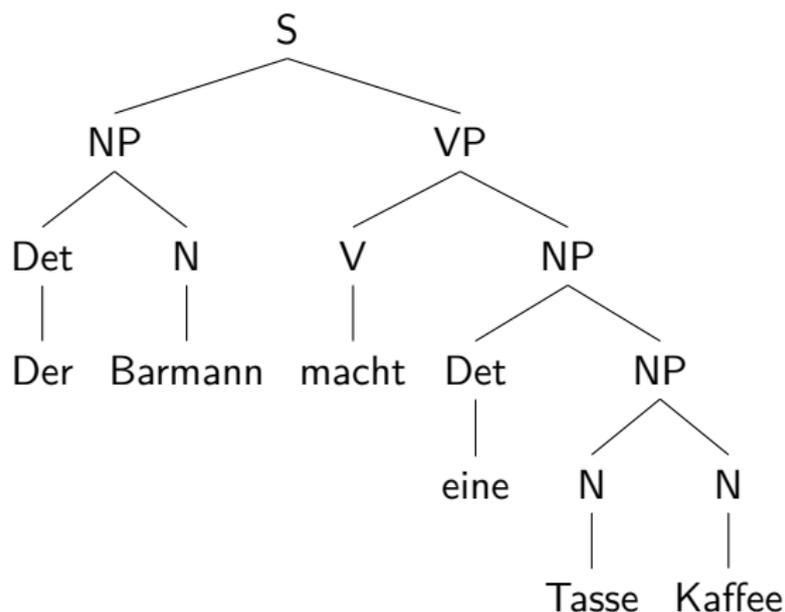
Verarbeitung  
Darstellung



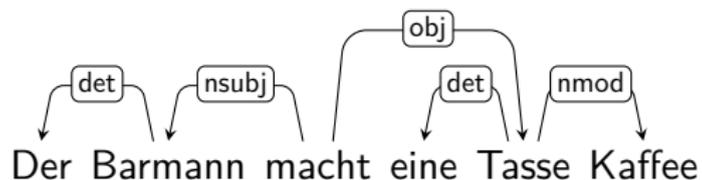
Aktion

Verarbeitung/Darstellung,  
um Aktion einleiten zu können:  
Wie?

# Konstituenten-Baum?



# Dependenz-Baum?



# Konstituenz/Dependenz:

Konstituenz/Dependenz:  
⇒ nur Syntax.

Konstituenz/Dependenz:

⇒ nur Syntax.

⇒ auch Semantik wird benötigt.

## WordNet: *coffee*

<noun.food>S: (n)

coffee#1,

java#2

(a beverage consisting of an infusion of ground coffee beans)

“he ordered a cup of coffee”

[...]

<https://wordnet.princeton.edu/>

## PropBank

[agree.01](#)

Arg0: Agreeer

Arg1: Proposition

Ex: [<sub>Arg0</sub> The goup] *agreed* [<sub>Arg1</sub> it wouldn't make an offer ... ]

Palmer, M., Gildea, D., & Kingsbury, P. (2005). The proposition bank: An annotated corpus of semantic roles. *Computational linguistics*, 31(1), 71–106.

<http://proppbank.github.io>

## Cooking\_creation

This frame describes food and meal preparation. A **Cook** creates a **Produced\_food** from (raw) Ingredients. The **Heating\_Instrument** and/or the **Container** may also be specified.

*Caitlin baked some cookies from the pre-packaged dough.*

<https://framenet.icsi.berkeley.edu/fndrupal>

## Cooking\_creation

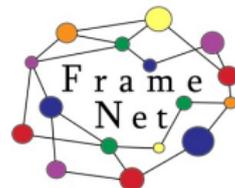
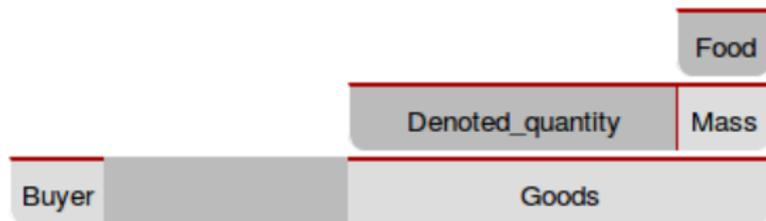
This frame describes food and meal preparation. A **Cook** creates a **Produced\_food** from (raw) Ingredients. The **Heating\_Instrument** and/or the **Container** may also be specified.

*Caitlin baked some cookies from the pre-packaged dough.*

<https://framenet.icsi.berkeley.edu/fndrupal>

Tina      **bought**                      **some**                      **milk** .

COMMERCE\_BUY    RELATIONAL\_QUANTITY    FOOD



# Semantikrepräsentation: Abstract Meaning Representations (AMR)

“Can you please make me a mug of coffee?”

```
(m / make-01 :polite + :mode imperative
:ARG0 (y / you)
:ARG1 (c / coffee
:quant (v / volume-quantity :quant 1
:unit (m / mug)))
:ARG3 (i / i))
```

<http://amr.isi.edu>

Example: Thanks to Tim O’Gorman.



# Anforderung an Semantikrepräsentationen (1)

## Verifizierbarkeit

Es muss möglich sein, eine Aussage mit einem Zustand der Welt zu verbinden, sodass überprüft werden können, ob ein Satz wahr ist.

## Verifizierbarkeit

Es muss möglich sein, eine Aussage mit einem Zustand der Welt zu verbinden, sodass überprüft werden können, ob ein Satz wahr ist.



*Das Flugzeug hat einen Propeller.*



## Verifizierbarkeit

Es muss möglich sein, eine Aussage mit einem Zustand der Welt zu verbinden, sodass überprüft werden können, ob ein Satz wahr ist.



*Das Flugzeug hat einen Propeller.*



**Repräsentation:** part-of(Propeller, Flugzeug)

## Verifizierbarkeit

Es muss möglich sein, eine Aussage mit einem Zustand der Welt zu verbinden, sodass überprüft werden können, ob ein Satz wahr ist.



*Das Flugzeug hat einen Propeller.*



**Repräsentation:** part-of (Propeller, Flugzeug)



Kommt dies in der Wissensbasis (knowledge base) vor?



# Anforderung an Semantikrepräsentationen (2)

## Anforderung an Semantikrepräsentationen (2)

Eindeutigkeit = Nicht ambig

Sprache ist ambig, aber eine eindeutige Semantikrepräsentation ist wichtig.

## Anforderung an Semantikrepräsentationen (2)

Eindeutigkeit = Nicht ambig

Sprache ist ambig, aber eine eindeutige Semantikrepräsentation ist wichtig.

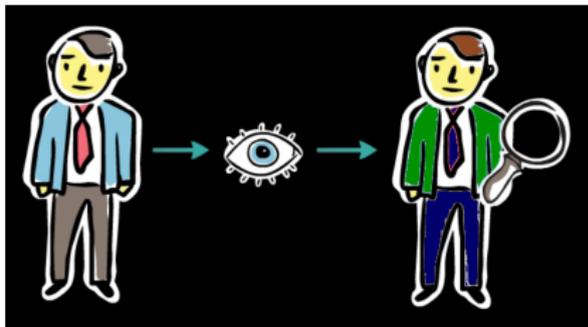
*Hans sah den Mann mit der Lupe.*

# Anforderung an Semantikrepräsentationen (2)

Eindeutigkeit = Nicht ambig

Sprache ist ambig, aber eine eindeutige Semantikrepräsentation ist wichtig.

*Hans sah den Mann mit der Lupe.*

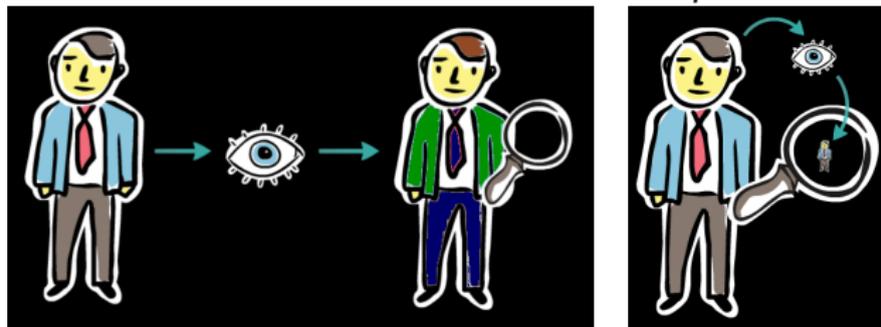


# Anforderung an Semantikrepräsentationen (2)

Eindeutigkeit = Nicht ambig

Sprache ist ambig, aber eine eindeutige Semantikrepräsentation ist wichtig.

*Hans sah den Mann mit der Lupe.*

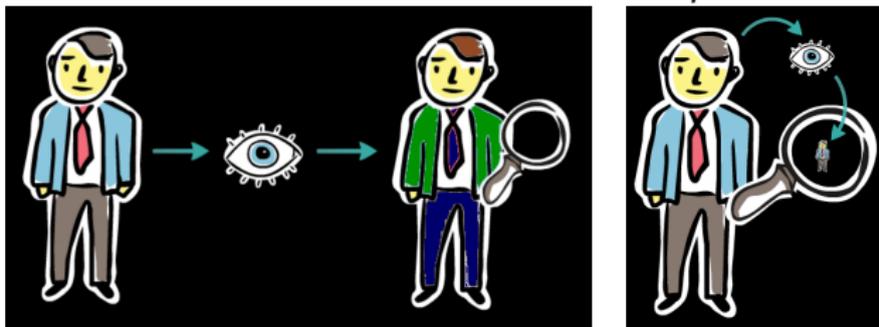


# Anforderung an Semantikrepräsentationen (2)

Eindeutigkeit = Nicht ambig

Sprache ist ambig, aber eine eindeutige Semantikrepräsentation ist wichtig.

*Hans sah den Mann mit der Lupe.*



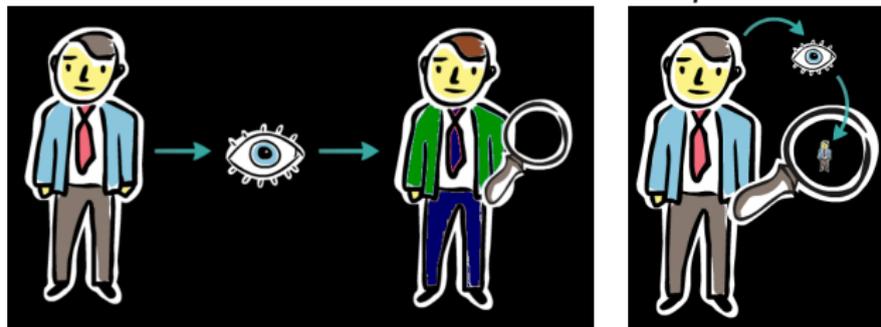
Zum Beispiel hier: hält (Mann, Lupe)

# Anforderung an Semantikrepräsentationen (2)

Eindeutigkeit = Nicht ambig

Sprache ist ambig, aber eine eindeutige Semantikrepräsentation ist wichtig.

*Hans sah den Mann mit der Lupe.*



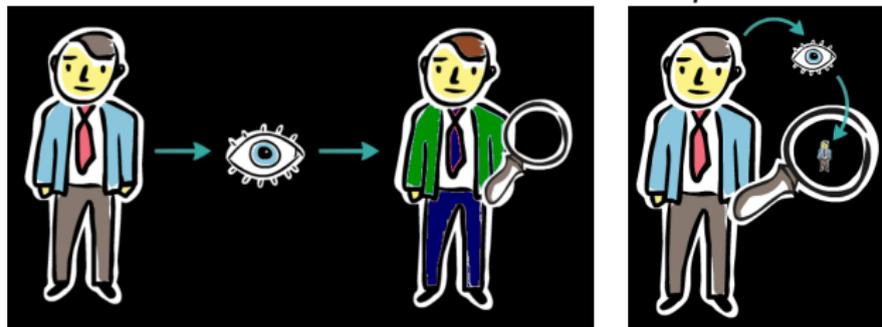
Zum Beispiel hier: hält (Mann, Lupe)  
und nicht: hält (Hans, Lupe)

## Anforderung an Semantikrepräsentationen (2)

Eindeutigkeit = Nicht ambig

Sprache ist ambig, aber eine eindeutige Semantikrepräsentation ist wichtig.

*Hans sah den Mann mit der Lupe.*



Zum Beispiel hier: hält (Mann, Lupe)

und nicht: hält (Hans, Lupe)

schwierige Entscheidung welche Repräsentation (automatisch)  
gewählt wird

# Anforderung an Semantikrepräsentationen (3)

## Kanonische Form

Alle Sätze, die das Gleiche bedeuten, sollen gleich repräsentiert werden.

## Kanonische Form

Alle Sätze, die das Gleiche bedeuten, sollen gleich repräsentiert werden.

*Gibt es im Restaurant Almaz vegane Speisen?*

## Kanonische Form

Alle Sätze, die das Gleiche bedeuten, sollen gleich repräsentiert werden.

*Gibt es im Restaurant Almaz vegane Speisen?*

*Bietet Almaz auch veganes Essen an?*

## Kanonische Form

Alle Sätze, die das Gleiche bedeuten, sollen gleich repräsentiert werden.

*Gibt es im Restaurant Almaz vegane Speisen?*

*Bietet Almaz auch veganes Essen an?*

*Kann man bei Almaz vegan essen?*

## Kanonische Form

Alle Sätze, die das Gleiche bedeuten, sollen gleich repräsentiert werden.

*Gibt es im Restaurant Almaz vegane Speisen?*

*Bietet Almaz auch veganes Essen an?*

*Kann man bei Almaz vegan essen?*

⇒ Egal, wie die Frage gestellt wird, es soll **eine** Repräsentation für die Datenbankabfrage geben.

## Kanonische Form

Alle Sätze, die das Gleiche bedeuten, sollen gleich repräsentiert werden.

*Gibt es im Restaurant Almaz vegane Speisen?*

*Bietet Almaz auch veganes Essen an?*

*Kann man bei Almaz vegan essen?*

⇒ Egal, wie die Frage gestellt wird, es soll **eine** Repräsentation für die Datenbankabfrage geben.

Zum Beispiel: `BietetAn(Almaz, VeganesEssen) → true/false?`

## Kanonische Form

Alle Sätze, die das Gleiche bedeuten, sollen gleich repräsentiert werden.

*Gibt es im Restaurant Almaz vegane Speisen?*

*Bietet Almaz auch veganes Essen an?*

*Kann man bei Almaz vegan essen?*

⇒ Egal, wie die Frage gestellt wird, es soll **eine** Repräsentation für die Datenbankabfrage geben.

Zum Beispiel: `BietetAn(Almaz, VeganesEssen) → true/false?`

⇒ **Paraphrasen erkennen**

# Anforderung an Semantikrepräsentationen (4)

## Inferenzen

*Alle Dackel sind Hunde.*

*Alle Hunde mögen Wurst.*

*Fiffi ist ein Dackel.*

⇒ *Fiffi mag Wurst.* **wahr oder falsch?**

## Inferenzen

*Alle Dackel sind Hunde.*

*Alle Hunde mögen Wurst.*

*Fiffi ist ein Dackel.*

⇒ *Fiffi mag Wurst.* **wahr oder falsch?**

Es soll nicht nur das direkt Gesagte repräsentiert werden, sondern auch neue Aussagen / neues Wissen daraus abgeleitet werden können.

# Anforderung an Semantikrepräsentationen (5)

## Question Answering

*Wer hat Dracula geschrieben?*

## Question Answering

*Wer hat Dracula geschrieben?*

Antwort: *Bram Stoker*

# Anforderung an Semantikrepräsentationen (5)

## Question Answering

*Wer hat Dracula geschrieben?*

Antwort: *Bram Stoker*



# Anforderung an Semantikrepräsentationen (5)

## Question Answering

*Wer hat Dracula geschrieben?*

Antwort: *Bram Stoker*



<https://www.youtube.com/watch?v=P18EdAKuC1U>

START-System: <http://start.csail.mit.edu/index.php>

- 1 Intro
- 2 Lexikalische Semantik**
- 3 Textähnlichkeit
- 4 Logik
- 5 Zeit & Aspekt
- 6 Kompositionalität
- 7 Referenz

# Wortbedeutungs-Relationen (1)

Beispiel

Wort: *Bank*

## Beispiel

Wort: *Bank*

Konzepte:



## Beispiel

Wort: *Bank*

Konzepte:



## Beispiel

Wort: *Bank*

Konzepte:



**Homonym** = ein Wort, steht für verschiedene Begriffe/Konzepte

# Wortbedeutungs-Relationen (2)

# Wortbedeutungs-Relationen (2)

Weitere Relationen zwischen Konzepten ( $\neq$  zwischen Wörtern)

# Wortbedeutungs-Relationen (2)

Weitere Relationen zwischen Konzepten ( $\neq$  zwischen Wörtern)

- (1) **Synonymie**: zwei Begriffe mit derselben Bedeutung

Weitere Relationen zwischen Konzepten ( $\neq$  zwischen Wörtern)

- (1) **Synonymie**: zwei Begriffe mit derselben Bedeutung
- (2) **Hyperonymie**: ein Begriff ist ein Oberbegriff eines anderen

Weitere Relationen zwischen Konzepten ( $\neq$  zwischen Wörtern)

- (1) **Synonymie**: zwei Begriffe mit derselben Bedeutung
- (2) **Hyperonymie**: ein Begriff ist ein Oberbegriff eines anderen
- (3) **Hyponymie**: ein Begriff ist ein Unterbegriff eines anderen

Weitere Relationen zwischen Konzepten ( $\neq$  zwischen Wörtern)

- (1) **Synonymie**: zwei Begriffe mit derselben Bedeutung
- (2) **Hyperonymie**: ein Begriff ist ein Oberbegriff eines anderen
- (3) **Hyponymie**: ein Begriff ist ein Unterbegriff eines anderen
- (4) **Homophonie**: zwei Begriffe sind gleichlautend, haben aber unterschiedliche Bedeutung

Weitere Relationen zwischen Konzepten ( $\neq$  zwischen Wörtern)

- (1) **Synonymie**: zwei Begriffe mit derselben Bedeutung
- (2) **Hyperonymie**: ein Begriff ist ein Oberbegriff eines anderen
- (3) **Hyponymie**: ein Begriff ist ein Unterbegriff eines anderen
- (4) **Homophonie**: zwei Begriffe sind gleichlautend, haben aber unterschiedliche Bedeutung
- (5) **Meronymie**: Teil-Ganzes-Relation

Weitere Relationen zwischen Konzepten ( $\neq$  zwischen Wörtern)

- (1) **Synonymie**: zwei Begriffe mit derselben Bedeutung
- (2) **Hyperonymie**: ein Begriff ist ein Oberbegriff eines anderen
- (3) **Hyponymie**: ein Begriff ist ein Unterbegriff eines anderen
- (4) **Homophonie**: zwei Begriffe sind gleichlautend, haben aber unterschiedliche Bedeutung
- (5) **Meronymie**: Teil-Ganzes-Relation
- (6) **Holonymie**: Umkehrung der Meronymie

# Wortbedeutungs-Relationen (2)

Weitere Relationen zwischen Konzepten ( $\neq$  zwischen Wörtern)

- Verschiedene Beispiele:
- (1) **Synonymie**: zwei Begriffe mit derselben Bedeutung
  - (2) **Hyperonymie**: ein Begriff ist ein Oberbegriff eines anderen
  - (3) **Hyponymie**: ein Begriff ist ein Unterbegriff eines anderen
  - (4) **Homophonie**: zwei Begriffe sind gleichlautend, haben aber unterschiedliche Bedeutung
  - (5) **Meronymie**: Teil-Ganzes-Relation
  - (6) **Holonymie**: Umkehrung der Meronymie

Weitere Relationen zwischen Konzepten ( $\neq$  zwischen Wörtern)

- (1) **Synonymie**: zwei Begriffe mit derselben Bedeutung
- (2) **Hyperonymie**: ein Begriff ist ein Oberbegriff eines anderen
- (3) **Hyponymie**: ein Begriff ist ein Unterbegriff eines anderen
- (4) **Homophonie**: zwei Begriffe sind gleichlautend, haben aber unterschiedliche Bedeutung
- (5) **Meronymie**: Teil-Ganzes-Relation
- (6) **Holonymie**: Umkehrung der Meronymie
- Verschiedene Beispiele:  
(a) *Dach – Haus*

# Wortbedeutungs-Relationen (2)

Weitere Relationen zwischen Konzepten ( $\neq$  zwischen Wörtern)

- (1) **Synonymie**: zwei Begriffe mit derselben Bedeutung
- (2) **Hyperonymie**: ein Begriff ist ein Oberbegriff eines anderen
- (3) **Hyponymie**: ein Begriff ist ein Unterbegriff eines anderen
- (4) **Homophonie**: zwei Begriffe sind gleichlautend, haben aber unterschiedliche Bedeutung
- (5) **Meronymie**: Teil-Ganzes-Relation
- (6) **Holonymie**: Umkehrung der Meronymie
- Verschiedene Beispiele:  
(a) *Dach – Haus*  
(b) *Hand – Finger*

## Weitere Relationen zwischen Konzepten ( $\neq$ zwischen Wörtern)

- (1) **Synonymie**: zwei Begriffe mit derselben Bedeutung
- (2) **Hyperonymie**: ein Begriff ist ein Oberbegriff eines anderen
- (3) **Hyponymie**: ein Begriff ist ein Unterbegriff eines anderen
- (4) **Homophonie**: zwei Begriffe sind gleichlautend, haben aber unterschiedliche Bedeutung
- (5) **Meronymie**: Teil-Ganzes-Relation
- (6) **Holonymie**: Umkehrung der Meronymie
- Verschiedene Beispiele:
- (a) *Dach – Haus*
  - (b) *Hand – Finger*
  - (c) *Mensch – Lebewesen*

## Weitere Relationen zwischen Konzepten ( $\neq$ zwischen Wörtern)

- (1) **Synonymie**: zwei Begriffe mit derselben Bedeutung
- (2) **Hyperonymie**: ein Begriff ist ein Oberbegriff eines anderen
- (3) **Hyponymie**: ein Begriff ist ein Unterbegriff eines anderen
- (4) **Homophonie**: zwei Begriffe sind gleichlautend, haben aber unterschiedliche Bedeutung
- (5) **Meronymie**: Teil-Ganzes-Relation
- (6) **Holonymie**: Umkehrung der Meronymie
- Verschiedene Beispiele:
- (a) *Dach – Haus*
  - (b) *Hand – Finger*
  - (c) *Mensch – Lebewesen*
  - (d) *Leere – Lehre*

## Weitere Relationen zwischen Konzepten ( $\neq$ zwischen Wörtern)

- |   |                               |
|---|-------------------------------|
| (1) <b>Synonymie</b> : zwei Begriffe mit derselben Bedeutung                                    | Verschiedene Beispiele:       |
| (2) <b>Hyperonymie</b> : ein Begriff ist ein Oberbegriff eines anderen                          | (a) <i>Dach – Haus</i>        |
| (3) <b>Hyponymie</b> : ein Begriff ist ein Unterbegriff eines anderen                           | (b) <i>Hand – Finger</i>      |
| (4) <b>Homophonie</b> : zwei Begriffe sind gleichlautend, haben aber unterschiedliche Bedeutung | (c) <i>Mensch – Lebewesen</i> |
| (5) <b>Meronymie</b> : Teil-Ganzes-Relation   | (d) <i>Leere – Lehre</i>      |
| (6) <b>Holonymie</b> : Umkehrung der Meronymie  | (e) <i>Geige – Violine</i>    |

## Weitere Relationen zwischen Konzepten ( $\neq$ zwischen Wörtern)

- |   |                                |
|---|--------------------------------|
| (1) <b>Synonymie</b> : zwei Begriffe mit derselben Bedeutung                                    | Verschiedene Beispiele:        |
| (2) <b>Hyperonymie</b> : ein Begriff ist ein Oberbegriff eines anderen                          | (a) <i>Dach – Haus</i>         |
| (3) <b>Hyponymie</b> : ein Begriff ist ein Unterbegriff eines anderen                           | (b) <i>Hand – Finger</i>       |
| (4) <b>Homophonie</b> : zwei Begriffe sind gleichlautend, haben aber unterschiedliche Bedeutung | (c) <i>Mensch – Lebewesen</i>  |
| (5) <b>Meronymie</b> : Teil-Ganzes-Relation   | (d) <i>Leere – Lehre</i>       |
| (6) <b>Holonymie</b> : Umkehrung der Meronymie  | (e) <i>Geige – Violine</i>     |
|   | (f) <i>Kuchen – Nusskuchen</i> |

# WordNet (1)

- Große lexikalisch-semantische Ressource

# WordNet (1)

- Große lexikalisch-semantische Ressource
- Netzwerk aus semantischen Relationen zwischen Konzepten; Hyponymie-Relation als Kern

# WordNet (1)

- Große lexikalisch-semantische Ressource
- Netzwerk aus semantischen Relationen zwischen Konzepten; Hyponymie-Relation als Kern
- Konzepte werden als **Synsets** repräsentiert: Mengen von synonymen Wörtern, die sich gegenseitig disambiguieren

# WordNet (1)

- Große lexikalisch-semantische Ressource
- Netzwerk aus semantischen Relationen zwischen Konzepten; Hyponymie-Relation als Kern
- Konzepte werden als **Synsets** repräsentiert: Mengen von synonymen Wörtern, die sich gegenseitig disambiguieren
- Umschreibungen (**glosses**) für alle Synsets + Beispielsätze

# WordNet (1)

- Große lexikalisch-semantische Ressource
- Netzwerk aus semantischen Relationen zwischen Konzepten; Hyponymie-Relation als Kern
- Konzepte werden als **Synsets** repräsentiert: Mengen von synonymen Wörtern, die sich gegenseitig disambiguieren
- Umschreibungen (**glosses**) für alle Synsets + Beispielsätze

## Synsets für car.noun

- Große lexikalisch-semantische Ressource
- Netzwerk aus semantischen Relationen zwischen Konzepten; Hyponymie-Relation als Kern
- Konzepte werden als **Synsets** repräsentiert: Mengen von synonymen Wörtern, die sich gegenseitig disambiguieren
- Umschreibungen (**glosses**) für alle Synsets + Beispielsätze

## Synsets für car.noun

- S: (n) car, auto, automobile, machine, motorcar (a motor vehicle with four wheels; usually propelled by an internal combustion engine), *he needs a car to get to work*

- Große lexikalisch-semantische Ressource
- Netzwerk aus semantischen Relationen zwischen Konzepten; Hyponymie-Relation als Kern
- Konzepte werden als **Synsets** repräsentiert: Mengen von synonymen Wörtern, die sich gegenseitig disambiguieren
- Umschreibungen (**glosses**) für alle Synsets + Beispielsätze

## Synsets für car.noun

- S: (n) car, auto, automobile, machine, motorcar (a motor vehicle with four wheels; usually propelled by an internal combustion engine), *he needs a car to get to work*
- S: (n) car, railcar, railway car, railroad car (a wheeled vehicle adapted to the rails of railroad), *three cars had jumped the rails*

- Große lexikalisch-semantische Ressource
- Netzwerk aus semantischen Relationen zwischen Konzepten; Hyponymie-Relation als Kern
- Konzepte werden als **Synsets** repräsentiert: Mengen von synonymen Wörtern, die sich gegenseitig disambiguieren
- Umschreibungen (**glosses**) für alle Synsets + Beispielsätze

## Synsets für car.noun

- S: (n) car, auto, automobile, machine, motorcar (a motor vehicle with four wheels; usually propelled by an internal combustion engine), *he needs a car to get to work*
- S: (n) car, railcar, railway car, railroad car (a wheeled vehicle adapted to the rails of railroad), *three cars had jumped the rails*
- ...

# WordNet (2)

- 170.000 lexikalische Einträge (Wörter)

- 170.000 lexikalische Einträge (Wörter)
- 120.000 Synsets

- 170.000 lexikalische Einträge (Wörter)
- 120.000 Synsets
- WordNet-Versionen für etwa 45 Sprachen

- 170.000 lexikalische Einträge (Wörter)
- 120.000 Synsets
- WordNet-Versionen für etwa 45 Sprachen
- Nutzung in vielen sprach- und informationstechnologischen Anwendungen, insbesondere als Grundlage für Inferenz

# Word Sense Disambiguation (WSD)

## Wortbedeutung im Kontext

## Wortbedeutung im Kontext

(1) *Schwester Maria sprach ein Gebet.*

## Wortbedeutung im Kontext

- (1) *Schwester Maria sprach ein Gebet.*
- (2) *Meine Schwester ärgert oft meinen kleinen Bruder.*

## Wortbedeutung im Kontext

(1) *Schwester Maria sprach ein Gebet.*

(2) *Meine Schwester ärgert oft meinen kleinen Bruder.*

Woher weiß man, welche "Schwester" gemeint ist?

## Wortbedeutung im Kontext

(1) *Schwester Maria sprach ein Gebet.*

(2) *Meine Schwester ärgert oft meinen kleinen Bruder.*

Woher weiß man, welche "Schwester" gemeint ist?

Methoden in der Computerlinguistik für WSD

## Wortbedeutung im Kontext

(1) *Schwester Maria sprach ein Gebet.*

(2) *Meine Schwester ärgert oft meinen kleinen Bruder.*

Woher weiß man, welche "Schwester" gemeint ist?

## Methoden in der Computerlinguistik für WSD

- Statistische Modellierung

## Wortbedeutung im Kontext

(1) *Schwester Maria sprach ein Gebet.*

(2) *Meine Schwester ärgert oft meinen kleinen Bruder.*

Woher weiß man, welche "Schwester" gemeint ist?

## Methoden in der Computerlinguistik für WSD

- Statistische Modellierung
- **Annotation** aller Zielwort-Instanzen im Trainingskorpus mit einer Wortbedeutung

## Wortbedeutung im Kontext

(1) *Schwester Maria sprach ein Gebet.*

(2) *Meine Schwester ärgert oft meinen kleinen Bruder.*

Woher weiß man, welche "Schwester" gemeint ist?

## Methoden in der Computerlinguistik für WSD

- Statistische Modellierung
- **Annotation** aller Zielwort-Instanzen im Trainingskorpus mit einer Wortbedeutung
- **Annotationsschema**: Wortbedeutungen aus einem Wörterbuch / Thesaurus (Standard: WordNet-Synsets)

# Word Sense Disambiguation: Trainingskorpus (1)

# Word Sense Disambiguation: Trainingskorpus (1)

Bank #1:



# Word Sense Disambiguation: Trainingskorpus (1)

Bank #1:



Bank #2:



# Word Sense Disambiguation: Trainingskorpus (1)



Bank #1:



Bank #2:

(1) *Für diejenigen, denen Komfort wichtig ist, haben wir eine Bank mit leicht schwingender Rückenlehne entwickelt. ...*

# Word Sense Disambiguation: Trainingskorpus (1)



Bank #1:



Bank #2:

- (1) *Für diejenigen, denen Komfort wichtig ist, haben wir eine Bank mit leicht schwingender Rückenlehne entwickelt. ...*
- (2) *... Ich suche noch eine Bank für meinen Garten und sondiere deshalb gerade Angebote. ...*

# Word Sense Disambiguation: Trainingskorpus (1)



Bank #1:



Bank #2:

- (1) *Für diejenigen, denen Komfort wichtig ist, haben wir eine Bank mit leicht schwingender Rückenlehne entwickelt. ...*
- (2) *... Ich suche noch eine Bank für meinen Garten und sondiere deshalb gerade Angebote. ...*
- (3) *... Habe im März 2000 einen höheren Betrag bei einer Bank angelegt. ...*

# Word Sense Disambiguation: Trainingskorpus (1)



Bank #1:



Bank #2:

- (1) *Für diejenigen, denen Komfort wichtig ist, haben wir eine Bank mit leicht schwingender Rückenlehne entwickelt. ...*
- (2) *... Ich suche noch eine Bank für meinen Garten und sondiere deshalb gerade Angebote. ...*
- (3) *... Habe im März 2000 einen höheren Betrag bei einer Bank angelegt. ...*
- (4) *... Beim Test Anlageberatung der Banken löste kein Institut die einfache Frage nach einer sicheren Anlage wirklich gut. ...*

# Word Sense Disambiguation: Trainingskorpus (2)

Bank #1:



Bank #2:



# Word Sense Disambiguation: Trainingskorpus (2)



Bank #1:



Bank #2:

- (1) *Für diejenigen, denen Komfort wichtig ist, haben wir eine Bank [bank1] mit leicht schwingender Rückenlehne entwickelt. ...*

# Word Sense Disambiguation: Trainingskorpus (2)



Bank #1:



Bank #2:

- (1) *Für diejenigen, denen Komfort wichtig ist, haben wir eine Bank [bank1] mit leicht schwingender Rückenlehne entwickelt. ...*
- (2) *... Ich suche noch eine Bank [bank1] für meinen Garten und sondiere deshalb gerade Angebote. ...*

# Word Sense Disambiguation: Trainingskorpus (2)



Bank #1:



Bank #2:

- (1) *Für diejenigen, denen Komfort wichtig ist, haben wir eine Bank [bank1] mit leicht schwingender Rückenlehne entwickelt. ...*
- (2) *... Ich suche noch eine Bank [bank1] für meinen Garten und sondiere deshalb gerade Angebote. ...*
- (3) *... Habe im März 2000 einen höheren Betrag bei einer Bank [bank2] angelegt. ...*

# Word Sense Disambiguation: Trainingskorpus (2)



Bank #1:



Bank #2:

- (1) *Für diejenigen, denen Komfort wichtig ist, haben wir eine Bank [bank1] mit leicht schwingender Rückenlehne entwickelt. ...*
- (2) *... Ich suche noch eine Bank [bank1] für meinen Garten und sondiere deshalb gerade Angebote. ...*
- (3) *... Habe im März 2000 einen höheren Betrag bei einer Bank [bank2] angelegt. ...*
- (4) *... Beim Test Anlageberatung der Banken [bank2] löste kein Institut die einfache Frage nach einer sicheren Anlage wirklich gut. ...*

# Word Sense Disambiguation: Merkmalspezifikation

# Word Sense Disambiguation: Merkmalspezifikation

Kontext: Satz

*Beim Test Anlageberatung der Banken [bank2] löste kein Institut die einfache Frage nach einer sicheren Anlage wirklich gut.*

# Word Sense Disambiguation: Merkmalspezifikation

Kontext: Satz

*Beim Test Anlageberatung der Banken [bank2] löste kein Institut die einfache Frage nach einer sicheren Anlage wirklich gut.*

---

Merkmale: Kontextwörter

*Anlageberatung, löste, sicheren Anlage, ...*

# Word Sense Disambiguation: Merkmalspezifikation

Kontext: Satz

*Beim Test Anlageberatung der Banken [bank2] löste kein Institut die einfache Frage nach einer sicheren Anlage wirklich gut.*

Merkmale: Kontextwörter

*Anlageberatung, löste, sicheren Anlage, ...*

Merkmalsvektor: Eintrag für jedes Wort im Vokabular

*Angebot: 0, Anlage: 1, Anlageberatung: 1, Garten: 0, löste: 1, Rückenlehne: 0, schwingend: 0, sicheren: 1, ...*

# Word Sense Disambiguation: Merkmalspezifikation

Kontext: Satz

*Beim Test Anlageberatung der Banken [bank2] löste kein Institut die einfache Frage nach einer sicheren Anlage wirklich gut.*

Merkmale: Kontextwörter

*Anlageberatung, löste, sicheren Anlage, ...*

Merkmalsvektor: Eintrag für jedes Wort im Vokabular

*Angebot: 0, Anlage: 1, Anlageberatung: 1, Garten: 0, löste: 1, Rückenlehne: 0, schwingend: 0, sicheren: 1, ...*



## Maschinelles Lernen

Algorithmus entscheidet, ob ein Vektor mehr wie derjenige für **bank1** oder der für **bank2** aussieht.

# WSD: Lesk-Algorithmus (Lesk, 1986)

- Given: (i) context of an ambiguous word

- Given: (i) context of an ambiguous word  
(e.g., *honey is yellow*)

# WSD: Lesk-Algorithmus (Lesk, 1986)

- Given: (i) context of an ambiguous word  
(e.g., *honey is yellow*)
- Given: (ii) lexicon definitions of the senses of the ambiguous word

# WSD: Lesk-Algorithmus (Lesk, 1986)

- Given: (i) context of an ambiguous word  
(e.g., *honey is yellow*)
- Given: (ii) lexicon definitions of the senses of the ambiguous word
- Example:

# WSD: Lesk-Algorithmus (Lesk, 1986)

- Given: (i) context of an ambiguous word  
(e.g., *honey is yellow*)
- Given: (ii) lexicon definitions of the senses of the ambiguous word
- Example:  
(synset1) *honey (a sweet yellow liquid produced by bees)*

- Given: (i) context of an ambiguous word  
(e.g., *honey is yellow*)
- Given: (ii) lexicon definitions of the senses of the ambiguous word
- Example:  
(synset1) *honey (a sweet yellow liquid produced by bees)*  
(synset2) *beloved, dear, dearest, honey, love (a beloved person; used as terms of endearment)*

- Given: (i) context of an ambiguous word  
(e.g., *honey is yellow*)
- Given: (ii) lexicon definitions of the senses of the ambiguous word
- Example:  
(synset1) *honey (a sweet yellow liquid produced by bees)*  
(synset2) *beloved, dear, dearest, honey, love (a beloved person; used as terms of endearment)*
- Count the overlap (number of common words) of each definition with the sentence, e.g.,

- Given: (i) context of an ambiguous word  
(e.g., *honey is yellow*)
- Given: (ii) lexicon definitions of the senses of the ambiguous word
- Example:  
(synset1) *honey (a sweet yellow liquid produced by bees)*  
(synset2) *beloved, dear, dearest, honey, love (a beloved person; used as terms of endearment)*
- Count the overlap (number of common words) of each definition with the sentence, e.g.,  
synset1: overlap of one word (*yellow*)

- Given: (i) context of an ambiguous word  
(e.g., *honey is yellow*)
- Given: (ii) lexicon definitions of the senses of the ambiguous word
- Example:  
(synset1) *honey (a sweet yellow liquid produced by bees)*  
(synset2) *beloved, dear, dearest, honey, love (a beloved person; used as terms of endearment)*
- Count the overlap (number of common words) of each definition with the sentence, e.g.,  
synset1: overlap of one word (*yellow*)  
synset2: overlap of zero words

- Given: (i) context of an ambiguous word  
(e.g., *honey is yellow*)
- Given: (ii) lexicon definitions of the senses of the ambiguous word
- Example:  
(synset1) *honey (a sweet yellow liquid produced by bees)*  
(synset2) *beloved, dear, dearest, honey, love (a beloved person; used as terms of endearment)*
- Count the overlap (number of common words) of each definition with the sentence, e.g.,  
synset1: overlap of one word (*yellow*)  
synset2: overlap of zero words
- Select the sense with the greatest overlap





- Wörter ( $\neq$  Konzepte) werden als Vektoren dargestellt

# WSD: Distributionelle Methoden

- Wörter ( $\neq$  Konzepte) werden als Vektoren dargestellt
- Dimensionen: Anzahl Wörter des Vokabulars

# WSD: Distributionelle Methoden

- Wörter ( $\neq$  Konzepte) werden als Vektoren dargestellt
- Dimensionen: Anzahl Wörter des Vokabulars
- Einträge mit Vorkommenshäufigkeit von Kontextwörtern (evtl. lemmatisiert)

# WSD: Distributionelle Methoden

- **Wörter** ( $\neq$  Konzepte) werden als Vektoren dargestellt
- Dimensionen: Anzahl Wörter des Vokabulars
- Einträge mit Vorkommenshäufigkeit von Kontextwörtern (evtl. lemmatisiert)
- Ähnlichkeit von Wörtern: Winkel zwischen den Vektoren (je kleiner der Winkel, desto ähnlicher)

# WSD: Distributionelle Methoden

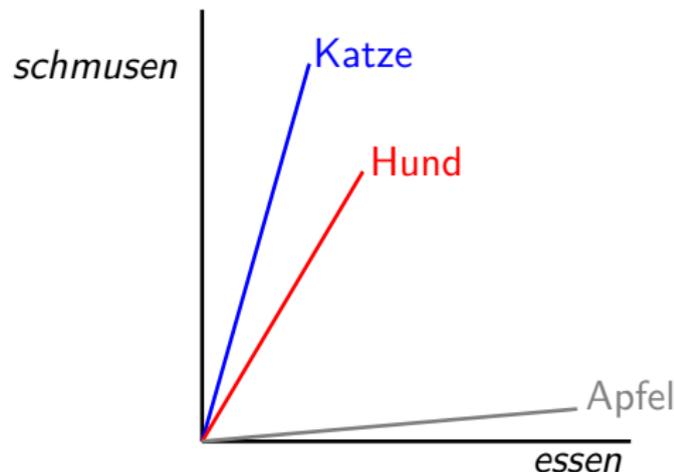
- **Wörter** ( $\neq$  Konzepte) werden als Vektoren dargestellt
- Dimensionen: Anzahl Wörter des Vokabulars
- Einträge mit Vorkommenshäufigkeit von Kontextwörtern (evtl. lemmatisiert)
- Ähnlichkeit von Wörtern: Winkel zwischen den Vektoren (je kleiner der Winkel, desto ähnlicher)

	schmusen	essen
Katze	35	10
Hund	25	15
Apfel	4	40
...	...	...
...	...	...
...	...	...
...	...	...

# WSD: Distributionelle Methoden

- **Wörter** ( $\neq$  Konzepte) werden als Vektoren dargestellt
- Dimensionen: Anzahl Wörter des Vokabulars
- Einträge mit Vorkommenshäufigkeit von Kontextwörtern (evtl. lemmatisiert)
- Ähnlichkeit von Wörtern: Winkel zwischen den Vektoren (je kleiner der Winkel, desto ähnlicher)

	<i>schmusen</i>	<i>essen</i>
Katze	35	10
Hund	25	15
Apfel	4	40
...	...	...
...	...	...
...	...	...
...	...	...



- 1 Intro
- 2 Lexikalische Semantik
- 3 Textähnlichkeit**
- 4 Logik
- 5 Zeit & Aspekt
- 6 Kompositionalität
- 7 Referenz

# Textähnlichkeitsmaß: Jaccard (Vorbetrachtung)

- Grundidee des Lesk-Algorithmus: diejenige Definition eines Lexems auswählen, die zum Kontext des Lexems die **größte Ähnlichkeit** hat.

- Grundidee des Lesk-Algorithmus: diejenige Definition eines Lexems auswählen, die zum Kontext des Lexems die **größte Ähnlichkeit** hat.
- Maß für Ähnlichkeit: **word overlap**

- Grundidee des Lesk-Algorithmus: diejenige Definition eines Lexems auswählen, die zum Kontext des Lexems die **größte Ähnlichkeit** hat.
- Maß für Ähnlichkeit: **word overlap**
- Nachteile von word overlap?

# Jaccard coefficient

- A commonly used measure of overlap of two sets

# Jaccard coefficient

- A commonly used measure of overlap of two sets
- Let  $A$  and  $B$  be two sets

# Jaccard coefficient

- A commonly used measure of overlap of two sets
- Let  $A$  and  $B$  be two sets
- Jaccard coefficient:

$$\text{JACCARD}(A, B) = \frac{|A \cap B|}{|A \cup B|}$$

$(A \neq \emptyset \text{ or } B \neq \emptyset)$

# Jaccard coefficient

- A commonly used measure of overlap of two sets
- Let  $A$  and  $B$  be two sets
- Jaccard coefficient:

$$\text{JACCARD}(A, B) = \frac{|A \cap B|}{|A \cup B|}$$

( $A \neq \emptyset$  or  $B \neq \emptyset$ )

- $\text{JACCARD}(A, A) = 1$

# Jaccard coefficient

- A commonly used measure of overlap of two sets
- Let  $A$  and  $B$  be two sets
- Jaccard coefficient:

$$\text{JACCARD}(A, B) = \frac{|A \cap B|}{|A \cup B|}$$

( $A \neq \emptyset$  or  $B \neq \emptyset$ )

- $\text{JACCARD}(A, A) = 1$
- $\text{JACCARD}(A, B) = 0$  if  $A \cap B = \emptyset$

# Jaccard coefficient

- A commonly used measure of overlap of two sets
- Let  $A$  and  $B$  be two sets
- Jaccard coefficient:

$$\text{JACCARD}(A, B) = \frac{|A \cap B|}{|A \cup B|}$$

( $A \neq \emptyset$  or  $B \neq \emptyset$ )

- $\text{JACCARD}(A, A) = 1$
- $\text{JACCARD}(A, B) = 0$  if  $A \cap B = \emptyset$
- $A$  and  $B$  don't have to be the same size.

# Jaccard coefficient

- A commonly used measure of overlap of two sets
- Let  $A$  and  $B$  be two sets
- Jaccard coefficient:

$$\text{JACCARD}(A, B) = \frac{|A \cap B|}{|A \cup B|}$$

( $A \neq \emptyset$  or  $B \neq \emptyset$ )

- $\text{JACCARD}(A, A) = 1$
- $\text{JACCARD}(A, B) = 0$  if  $A \cap B = \emptyset$
- $A$  and  $B$  don't have to be the same size.
- Always assigns a number between 0 and 1.

# Jaccard coefficient: Example

# Jaccard coefficient: Example

- What is the query-document match score that the Jaccard coefficient computes for:

- What is the query-document match score that the Jaccard coefficient computes for:
  - Query: *ides of March*

- What is the query-document match score that the Jaccard coefficient computes for:
  - Query: *ides of March*
  - Document: *Caesar died in March*

# Nachteile von Jaccard?

- 1 Intro
- 2 Lexikalische Semantik
- 3 Textähnlichkeit
- 4 Logik**
- 5 Zeit & Aspekt
- 6 Kompositionalität
- 7 Referenz

# Warum Logik?

- 1 Theorie / Formalisierung der Semantik:  
Bedeutung = Wahrheitsbedingungen

# Warum Logik?

- ① Theorie / Formalisierung der Semantik:  
Bedeutung = Wahrheitsbedingungen
- ② Inferenz / Logisches Schließen:

- ① Theorie / Formalisierung der Semantik:  
Bedeutung = Wahrheitsbedingungen
- ② Inferenz / Logisches Schließen:
  - Aus bestehendem Wissen/Beobachtungen neues Wissen ableiten.

- 1 Theorie / Formalisierung der Semantik:  
Bedeutung = Wahrheitsbedingungen
- 2 Inferenz / Logisches Schließen:
  - Aus bestehendem Wissen/Beobachtungen neues Wissen ableiten.
  - Beispiel question answering:  
*Liegt Hamburg in Europa?*  
Vielleicht sagt das keine Quelle (Text, Datenbank) direkt.  
Aber es folgt aus *Hamburg liegt in Deutschland* und *Deutschland liegt in Europa*



- **Bedeutung = Wahrheitsbedingungen**  
Bedeutung eines Satzes wird mit seinen Wahrheitsbedingungen identifiziert, d.h. mit Bedingungen, die die Welt erfüllen muss.

- **Bedeutung = Wahrheitsbedingungen**  
Bedeutung eines Satzes wird mit seinen Wahrheitsbedingungen identifiziert, d.h. mit Bedingungen, die die Welt erfüllen muss.
- Sätze sind synonym, wenn sie dieselben Wahrheitsbedingungen haben.

- **Bedeutung = Wahrheitsbedingungen**  
Bedeutung eines Satzes wird mit seinen Wahrheitsbedingungen identifiziert, d.h. mit Bedingungen, die die Welt erfüllen muss.
- Sätze sind synonym, wenn sie dieselben Wahrheitsbedingungen haben.
- **Einen Satz verstehen, heißt, angeben können, ob er in einer gegebenen Situation wahr oder falsch ist.**

- **Bedeutung = Wahrheitsbedingungen**  
Bedeutung eines Satzes wird mit seinen Wahrheitsbedingungen identifiziert, d.h. mit Bedingungen, die die Welt erfüllen muss.
- Sätze sind synonym, wenn sie dieselben Wahrheitsbedingungen haben.
- **Einen Satz verstehen, heißt, angeben können, ob er in einer gegebenen Situation wahr oder falsch ist.**
- **Ursprung:**

- **Bedeutung = Wahrheitsbedingungen**  
Bedeutung eines Satzes wird mit seinen Wahrheitsbedingungen identifiziert, d.h. mit Bedingungen, die die Welt erfüllen muss.
- Sätze sind synonym, wenn sie dieselben Wahrheitsbedingungen haben.
- **Einen Satz verstehen, heißt, angeben können, ob er in einer gegebenen Situation wahr oder falsch ist.**
- **Ursprung:**
  - Gottlob Frege

- **Bedeutung = Wahrheitsbedingungen**  
Bedeutung eines Satzes wird mit seinen Wahrheitsbedingungen identifiziert, d.h. mit Bedingungen, die die Welt erfüllen muss.
- Sätze sind synonym, wenn sie dieselben Wahrheitsbedingungen haben.
- **Einen Satz verstehen, heißt, angeben können, ob er in einer gegebenen Situation wahr oder falsch ist.**
- **Ursprung:**
  - Gottlob Frege
  - Ludwig Wittgenstein

- **Bedeutung = Wahrheitsbedingungen**  
Bedeutung eines Satzes wird mit seinen Wahrheitsbedingungen identifiziert, d.h. mit Bedingungen, die die Welt erfüllen muss.
- Sätze sind synonym, wenn sie dieselben Wahrheitsbedingungen haben.
- **Einen Satz verstehen, heißt, angeben können, ob er in einer gegebenen Situation wahr oder falsch ist.**
- **Ursprung:**
  - Gottlob Frege
  - Ludwig Wittgenstein
  - Mathematische Logik: Alfred Tarski, Rudolf Carnap

# Aussagenlogik (AL)

Aussagesatz (**Proposition**)  $\rightarrow$  Wahrheitswert

Aussagesatz (**Proposition**)  $\rightarrow$  Wahrheitswert

Beispiele

Aussagesatz (**Proposition**)  $\rightarrow$  Wahrheitswert

## Beispiele

*Schnee ist weiß.* = T (true / wahr)

Aussagesatz (**Proposition**)  $\rightarrow$  Wahrheitswert

## Beispiele

*Schnee ist weiß.* = T (true / wahr)

*Ein Junggeselle ist verheiratet.* = F (false / falsch)



- Satzbuchstaben: Ausdrücke, die ganzen Sätzen entsprechen

# Syntax der Aussagenlogik

- Satzbuchstaben: Ausdrücke, die ganzen Sätzen entsprechen
- Beispiele:  $p$ ,  $q$ ,  $r$

# Syntax der Aussagenlogik

- Satzbuchstaben: Ausdrücke, die ganzen Sätzen entsprechen
- Beispiele:  $p$ ,  $q$ ,  $r$
- 5 Satzoperatoren (Junktoren, logische Zeichen von AL):

# Syntax der Aussagenlogik

- Satzbuchstaben: Ausdrücke, die ganzen Sätzen entsprechen
- Beispiele:  $p$ ,  $q$ ,  $r$
- 5 Satzoperatoren (Junktoren, logische Zeichen von AL):
  - Negation (nicht)  $\neg$

# Syntax der Aussagenlogik

- Satzbuchstaben: Ausdrücke, die ganzen Sätzen entsprechen
- Beispiele:  $p$ ,  $q$ ,  $r$
- 5 Satzoperatoren (Junktoren, logische Zeichen von AL):
  - Negation (nicht)  $\neg$
  - Konjunktion (und)  $\wedge$

- Satzbuchstaben: Ausdrücke, die ganzen Sätzen entsprechen
- Beispiele:  $p$ ,  $q$ ,  $r$
- 5 Satzoperatoren (Junktoren, logische Zeichen von AL):
  - Negation (nicht)  $\neg$
  - Konjunktion (und)  $\wedge$
  - Disjunktion (nicht ausschließendes oder)  $\vee$

- Satzbuchstaben: Ausdrücke, die ganzen Sätzen entsprechen
- Beispiele:  $p$ ,  $q$ ,  $r$
- 5 Satzoperatoren (Junktoren, logische Zeichen von AL):
  - Negation (nicht)  $\neg$
  - Konjunktion (und)  $\wedge$
  - Disjunktion (nicht ausschließendes oder)  $\vee$
  - Implikation (wenn, dann)  $\rightarrow$

- Satzbuchstaben: Ausdrücke, die ganzen Sätzen entsprechen
- Beispiele:  $p, q, r$
- 5 Satzoperatoren (Junktoren, logische Zeichen von AL):
  - Negation (nicht)  $\neg$
  - Konjunktion (und)  $\wedge$
  - Disjunktion (nicht ausschließendes oder)  $\vee$
  - Implikation (wenn, dann)  $\rightarrow$
  - Äquivalenz (genau dann, wenn)  $\leftrightarrow$

- Satzbuchstaben: Ausdrücke, die ganzen Sätzen entsprechen
- Beispiele:  $p, q, r$
- 5 Satzoperatoren (Junktoren, logische Zeichen von AL):
  - Negation (nicht)  $\neg$
  - Konjunktion (und)  $\wedge$
  - Disjunktion (nicht ausschließendes oder)  $\vee$
  - Implikation (wenn, dann)  $\rightarrow$
  - Äquivalenz (genau dann, wenn)  $\leftrightarrow$
- Hilfszeichen: ( )

- Satzbuchstaben: Ausdrücke, die ganzen Sätzen entsprechen
- Beispiele:  $p$ ,  $q$ ,  $r$
- 5 Satzoperatoren (Junktoren, logische Zeichen von AL):
  - Negation (nicht)  $\neg$
  - Konjunktion (und)  $\wedge$
  - Disjunktion (nicht ausschließendes oder)  $\vee$
  - Implikation (wenn, dann)  $\rightarrow$
  - Äquivalenz (genau dann, wenn)  $\leftrightarrow$
- Hilfszeichen: ( )
- A ist ein Satz von AL, wenn eine der folgenden Bedingungen erfüllt ist:

- Satzbuchstaben: Ausdrücke, die ganzen Sätzen entsprechen
- Beispiele:  $p, q, r$
- 5 Satzoperatoren (Junktoren, logische Zeichen von AL):
  - Negation (nicht)  $\neg$
  - Konjunktion (und)  $\wedge$
  - Disjunktion (nicht ausschließendes oder)  $\vee$
  - Implikation (wenn, dann)  $\rightarrow$
  - Äquivalenz (genau dann, wenn)  $\leftrightarrow$
- Hilfszeichen: ( )
- A ist ein Satz von AL, wenn eine der folgenden Bedingungen erfüllt ist:
  - (i) A ist ein Satzbuchstabe

- Satzbuchstaben: Ausdrücke, die ganzen Sätzen entsprechen
- Beispiele:  $p, q, r$
- 5 Satzoperatoren (Junktoren, logische Zeichen von AL):
  - Negation (nicht)  $\neg$
  - Konjunktion (und)  $\wedge$
  - Disjunktion (nicht ausschließendes oder)  $\vee$
  - Implikation (wenn, dann)  $\rightarrow$
  - Äquivalenz (genau dann, wenn)  $\leftrightarrow$
- Hilfszeichen: ( )
- A ist ein Satz von AL, wenn eine der folgenden Bedingungen erfüllt ist:
  - (i) A ist ein Satzbuchstabe
  - (ii) B und C sind Sätze von AL und A ist:  
 $\neg B, (B \wedge C), (B \vee C), (B \rightarrow C)$  oder  $(B \leftrightarrow C)$



- Die Semantik einer Aussage ist ihr Wahrheitswert.

- Die Semantik einer Aussage ist ihr Wahrheitswert.
- Die Semantik einer komplexen Aussage wird rekursiv aus der Semantik der Junktoren und der Teilaussagen berechnet.

- Die Semantik einer Aussage ist ihr Wahrheitswert.
- Die Semantik einer komplexen Aussage wird rekursiv aus der Semantik der Junktoren und der Teilaussagen berechnet.
- Semantik der Junktoren: [Wahrheitstabelle](#)

## Konjunktion: "und"

<i>Tim mag Kaffee.</i>	$p$	T	T	F	F
<i>Anna mag Tee.</i>	$q$	T	F	T	F

---

*Tim mag Kaffee und Anna mag Tee.*  $p \wedge q$

T = wahr / true      F = falsch / false

## Konjunktion: "und"

<i>Tim mag Kaffee.</i>	$p$	T	T	F	F
<i>Anna mag Tee.</i>	$q$	T	F	T	F
<hr/>					
<i>Tim mag Kaffee und Anna mag Tee.</i>	$p \wedge q$	T	F	F	F
T = wahr / true		F = falsch / false			

## Negation: "nicht", "kein"

<i>Tim mag Kaffee.</i>	$p$	T	F
<i>Tim mag <b>keinen</b> Kaffee.</i>	$\neg p$		

## Negation: "nicht", "kein"

<i>Tim mag Kaffee.</i>	$p$	T	F
<i>Tim mag <b>keinen</b> Kaffee.</i>	$\neg p$	F	T

bzw.

## Negation: "nicht", "kein"

<i>Tim mag Kaffee.</i>	$p$	T	F
<i>Tim mag <b>keinen</b> Kaffee.</i>	$\neg p$	F	T

bzw.

<i>Tim ist in Italien.</i>	$p$	T	F
<i>Tim ist <b>nicht</b> in Italien.</i>	$\neg p$	F	T

## Disjunktion: "oder"

<i>Tim mag Kaffee.</i>	$p$	T	T	F	F
<i>Tim mag Tee.</i>	$q$	T	F	T	F
<hr/>					
<i>Tim mag Kaffee oder Tim mag Tee.</i>	$p \vee q$				

## Disjunktion: "oder"

<i>Tim mag Kaffee.</i>	$p$	T	T	F	F
<i>Tim mag Tee.</i>	$q$	T	F	T	F
<i>Tim mag Kaffee oder Tim mag Tee.</i>	$p \vee q$	T	T	T	F

## Disjunktion: "oder"

<i>Tim mag Kaffee.</i>	$p$	T	T	F	F
<i>Tim mag Tee.</i>	$q$	T	F	T	F
<i>Tim mag Kaffee oder Tim mag Tee.</i>	$p \vee q$	T	T	T	F

nicht ausschließendes 'oder'

## Disjunktion: "oder"

<i>Tim mag Kaffee.</i>	$p$	T	T	F	F
<i>Tim mag Tee.</i>	$q$	T	F	T	F
<i>Tim mag Kaffee oder Tim mag Tee.</i>	$p \vee q$	T	T	T	F

nicht ausschließendes 'oder' (vs. ausschließendes 'oder')

## Implikation: (kein perfekt passendes deutsches Wort)

*Anna trinkt Kaffee.*

$p$

T

T

F

F

*Tim kocht.*

$q$

T

F

T

F

---

*Wenn Anna Kaffee trinkt, dann kocht Tim.*  $p \rightarrow q$

## Implikation: (kein perfekt passendes deutsches Wort)

*Anna trinkt Kaffee.*

$p$

T

T

F

F

*Tim kocht.*

$q$

T

F

T

F

---

*Wenn Anna Kaffee trinkt, dann kocht Tim.*

$p \rightarrow q$

T

F

## Implikation: (kein perfekt passendes deutsches Wort)

<i>Anna trinkt Kaffee.</i>	$p$	T	T	F	F
<i>Tim kocht.</i>	$q$	T	F	T	F
<i>Wenn Anna Kaffee trinkt, dann kocht Tim.</i>	$p \rightarrow q$	T	F		

Wenn  $p$ , dann muss  $q$  auch eintreten.

## Implikation: (kein perfekt passendes deutsches Wort)

<i>Anna trinkt Kaffee.</i>	$p$	T	T	F	F
<i>Tim kocht.</i>	$q$	T	F	T	F
<i>Wenn Anna Kaffee trinkt, dann kocht Tim.</i>	$p \rightarrow q$	T	F	T	

Wenn  $p$ , dann muss  $q$  auch eintreten.

## Implikation: (kein perfekt passendes deutsches Wort)

<i>Anna trinkt Kaffee.</i>	$p$	T	T	F	F
<i>Tim kocht.</i>	$q$	T	F	T	F
<i>Wenn Anna Kaffee trinkt, dann kocht Tim.</i>	$p \rightarrow q$	T	F	T	

Wenn  $p$ , dann muss  $q$  auch eintreten.

Aber  $q$  kann auch ohne  $p$  eintreten

## Implikation: (kein perfekt passendes deutsches Wort)

<i>Anna trinkt Kaffee.</i>	$p$	T	T	F	F
<i>Tim kocht.</i>	$q$	T	F	T	F
<i>Wenn Anna Kaffee trinkt, dann kocht Tim.</i>	$p \rightarrow q$	T	F	T	

Wenn  $p$ , dann muss  $q$  auch eintreten.

Aber  $q$  kann auch ohne  $p$  eintreten  $\rightarrow$  d.h. kein Rückschluss möglich.

## Implikation: (kein perfekt passendes deutsches Wort)

<i>Anna trinkt Kaffee.</i>	$p$	T	T	F	F
<i>Tim kocht.</i>	$q$	T	F	T	F
<i>Wenn Anna Kaffee trinkt, dann kocht Tim.</i>	$p \rightarrow q$	T	F	T	T

Wenn  $p$ , dann muss  $q$  auch eintreten.

Aber  $q$  kann auch ohne  $p$  eintreten  $\rightarrow$  d.h. kein Rückschluss möglich.

## Äquivalenz: "genau dann wenn"

<i>Tim trinkt Kaffee.</i>	$p$	T	T	F	F
<i>Anna kocht Tee.</i>	$q$	T	F	T	F
<hr/>					
<i>Anna kocht Tee <b>genau dann,</b> <b>wenn</b> Tim Kaffee trinkt.</i>	$p \leftrightarrow q$				

## Äquivalenz: "genau dann wenn"

<i>Tim trinkt Kaffee.</i>	$p$	T	T	F	F
<i>Anna kocht Tee.</i>	$q$	T	F	T	F
<hr/>					
<i>Anna kocht Tee <b>genau dann,</b> <b>wenn</b> Tim Kaffee trinkt.</i>	$p \leftrightarrow q$	T	F	F	T

## Kontravalenz / Exclusive Or: “entweder ... oder”

*Tim rennt.*

$p$

T

T

F

F

*Anna kocht.*

$q$

T

F

T

F

---

*Entweder rennt Tim oder Anna kocht.*  $\neg(p \leftrightarrow q)$

## Kontravalenz / Exclusive Or: “entweder ... oder”

<i>Tim rennt.</i>	$p$	T	T	F	F
<i>Anna kocht.</i>	$q$	T	F	T	F
<i>Entweder rennt Tim oder Anna kocht.</i>	$\neg(p \leftrightarrow q)$	F	T	T	F

# Prädikatenlogik (erster Stufe) – First-Order Logic (1)

- (Aussagenlogik:

- (Aussagenlogik:  
Aussagen werden als nicht analysierbare Einheiten behandelt.)

- (Aussagenlogik:  
Aussagen werden als nicht analysierbare Einheiten behandelt.)
- Prädikatenlogik (PL):

- (Aussagenlogik:  
Aussagen werden als nicht analysierbare Einheiten behandelt.)
- Prädikatenlogik (PL):  
Darstellung auch der internen Struktur von Aussagen.

# Prädikatenlogik (erster Stufe) – First-Order Logic (2)

## Individuenkonstanten

## Individuenkonstanten

Hans, Maria, das Buch, 'Dracula' usw.

## Individuenkonstanten

Hans, Maria, das Buch, 'Dracula' usw.

## Prädikate und Argumente

## Individuenkonstanten

Hans, Maria, das Buch, 'Dracula' usw.

## Prädikate und Argumente

*Hans ist ein Kind.*

## Individuenkonstanten

Hans, Maria, das Buch, 'Dracula' usw.

## Prädikate und Argumente

*Hans ist ein Kind.*      kind(Hans)

## Individuenkonstanten

Hans, Maria, das Buch, 'Dracula' usw.

## Prädikate und Argumente

*Hans ist ein Kind.*     `kind(Hans)`

Einstelliges Prädikat  $\approx$  Eigenschaft

## Individuenkonstanten

Hans, Maria, das Buch, 'Dracula' usw.

## Prädikate und Argumente

*Hans ist ein Kind.*     `kind(Hans)`

Einstelliges Prädikat  $\approx$  Eigenschaft

*Hans mag Maria.*     `mögen(Hans, Maria)`

## Individuenkonstanten

Hans, Maria, das Buch, 'Dracula' usw.

## Prädikate und Argumente

*Hans ist ein Kind.*       $\text{kind}(\text{Hans})$

Einstelliges Prädikat  $\approx$  Eigenschaft

*Hans mag Maria.*       $\text{mögen}(\text{Hans}, \text{Maria})$

Zweistelliges Prädikat  $\approx$  Relation

## Individuenkonstanten

Hans, Maria, das Buch, 'Dracula' usw.

## Prädikate und Argumente

*Hans ist ein Kind.*      $\text{kind}(\text{Hans})$

Einstelliges Prädikat  $\approx$  Eigenschaft

*Hans mag Maria.*      $\text{mögen}(\text{Hans}, \text{Maria})$

Zweistelliges Prädikat  $\approx$  Relation

## Individuenvariablen

## Individuenkonstanten

Hans, Maria, das Buch, 'Dracula' usw.

## Prädikate und Argumente

*Hans ist ein Kind.*      $\text{kind}(\text{Hans})$

Einstelliges Prädikat  $\approx$  Eigenschaft

*Hans mag Maria.*      $\text{mögen}(\text{Hans}, \text{Maria})$

Zweistelliges Prädikat  $\approx$  Relation

## Individuenvariablen

$\text{mögen}(x, y)$

## Individuenkonstanten

Hans, Maria, das Buch, 'Dracula' usw.

## Prädikate und Argumente

*Hans ist ein Kind.*      $\text{kind}(\text{Hans})$

Einstelliges Prädikat  $\approx$  Eigenschaft

*Hans mag Maria.*      $\text{mögen}(\text{Hans}, \text{Maria})$

Zweistelliges Prädikat  $\approx$  Relation

## Individuenvariablen

$\text{mögen}(x, y)$

Ein Wert (Hans, Maria, ... ) wird  $x$  und  $y$  zugewiesen, dann kann der Wahrheitswert berechnet werden.

# Prädikatenlogik (erster Stufe) – First-Order Logic (3)

Existenzquantor  $\exists$

## Existenzquantor $\exists$

$\exists x (\text{kind}(x) \wedge \text{mögen}(x, \text{Maria}))$

## Existenzquantor $\exists$

$\exists x (\text{kind}(x) \wedge \text{mögen}(x, \text{Maria}))$

Es gibt ein  $x$ , für das gilt:  $x$  ist ein Kind und  $x$  mag Maria.

## Existenzquantor $\exists$

$\exists x (\text{kind}(x) \wedge \text{mögen}(x, \text{Maria}))$

Es gibt ein  $x$ , für das gilt:  $x$  ist ein Kind und  $x$  mag Maria.

Ein (irgendein nicht näher bestimmtes) Kind mag Maria.

## Existenzquantor $\exists$

$\exists x (\text{kind}(x) \wedge \text{mögen}(x, \text{Maria}))$

Es gibt ein  $x$ , für das gilt:  $x$  ist ein Kind und  $x$  mag Maria.

Ein (irgendein nicht näher bestimmtes) Kind mag Maria.

## Allquantor $\forall$

## Existenzquantor $\exists$

$\exists x (\text{kind}(x) \wedge \text{mögen}(x, \text{Maria}))$

Es gibt ein  $x$ , für das gilt:  $x$  ist ein Kind und  $x$  mag Maria.

Ein (irgendein nicht näher bestimmtes) Kind mag Maria.

## Allquantor $\forall$

$\forall x \text{ mögen}(x, \text{Maria})$

## Existenzquantor $\exists$

$\exists x (\text{kind}(x) \wedge \text{mögen}(x, \text{Maria}))$

Es gibt ein  $x$ , für das gilt:  $x$  ist ein Kind und  $x$  mag Maria.

Ein (irgendein nicht näher bestimmtes) Kind mag Maria.

## Allquantor $\forall$

$\forall x \text{mögen}(x, \text{Maria})$

Für jedes  $x$  gilt:  $x$  mag Maria.

## Existenzquantor $\exists$

$\exists x (\text{kind}(x) \wedge \text{mögen}(x, \text{Maria}))$

Es gibt ein  $x$ , für das gilt:  $x$  ist ein Kind und  $x$  mag Maria.

Ein (irgendein nicht näher bestimmtes) Kind mag Maria.

## Allquantor $\forall$

$\forall x \text{mögen}(x, \text{Maria})$

Für jedes  $x$  gilt:  $x$  mag Maria.

Alle mögen Maria.

## Existenzquantor $\exists$

$\exists x (\text{kind}(x) \wedge \text{mögen}(x, \text{Maria}))$

Es gibt ein  $x$ , für das gilt:  $x$  ist ein Kind und  $x$  mag Maria.

Ein (irgendein nicht näher bestimmtes) Kind mag Maria.

## Allquantor $\forall$

$\forall x \text{mögen}(x, \text{Maria})$

Für jedes  $x$  gilt:  $x$  mag Maria.

Alle mögen Maria.

$\forall x (\text{kind}(x) \rightarrow \text{mögen}(x, \text{Maria}))$

## Existenzquantor $\exists$

$\exists x (\text{kind}(x) \wedge \text{mögen}(x, \text{Maria}))$

Es gibt ein  $x$ , für das gilt:  $x$  ist ein Kind und  $x$  mag Maria.

Ein (irgendein nicht näher bestimmtes) Kind mag Maria.

## Allquantor $\forall$

$\forall x \text{mögen}(x, \text{Maria})$

Für jedes  $x$  gilt:  $x$  mag Maria.

Alle mögen Maria.

$\forall x (\text{kind}(x) \rightarrow \text{mögen}(x, \text{Maria}))$

Für jedes  $x$ , das ein Kind ist, gilt:  $x$  mag Maria.

## Existenzquantor $\exists$

$\exists x (\text{kind}(x) \wedge \text{mögen}(x, \text{Maria}))$

Es gibt ein  $x$ , für das gilt:  $x$  ist ein Kind und  $x$  mag Maria.

Ein (irgendein nicht näher bestimmtes) Kind mag Maria.

## Allquantor $\forall$

$\forall x \text{ mögen}(x, \text{Maria})$

Für jedes  $x$  gilt:  $x$  mag Maria.

Alle mögen Maria.

$\forall x (\text{kind}(x) \rightarrow \text{mögen}(x, \text{Maria}))$

Für jedes  $x$ , das ein Kind ist, gilt:  $x$  mag Maria.

Alle Kinder mögen Maria.

# Syntax der Prädikatenlogik (vereinfacht)

- Term: Variable oder Individuenkonstante

# Syntax der Prädikatenlogik (vereinfacht)

- Term: Variable oder Individuenkonstante
- atomare Formel:  $P(t_1, \dots, t_n)$   
( $t_i$  sind Terme,  $P$  ist ein Prädikatsymbol)

# Syntax der Prädikatenlogik (vereinfacht)

- Term: Variable oder Individuenkonstante
- atomare Formel:  $P(t_1, \dots, t_n)$   
( $t_i$  sind Terme,  $P$  ist ein Prädikatsymbol)
- oft wird als atomare Formel auch zugelassen:  
( $t_i = t_j$ )

# Syntax der Prädikatenlogik (vereinfacht)

- Term: Variable oder Individuenkonstante
- atomare Formel:  $P(t_1, \dots, t_n)$   
( $t_i$  sind Terme,  $P$  ist ein Prädikatsymbol)
- oft wird als atomare Formel auch zugelassen:  
( $t_i = t_j$ )
- $A$  ist eine Formel von PL, wenn eine der folgenden Bedingungen erfüllt ist:

# Syntax der Prädikatenlogik (vereinfacht)

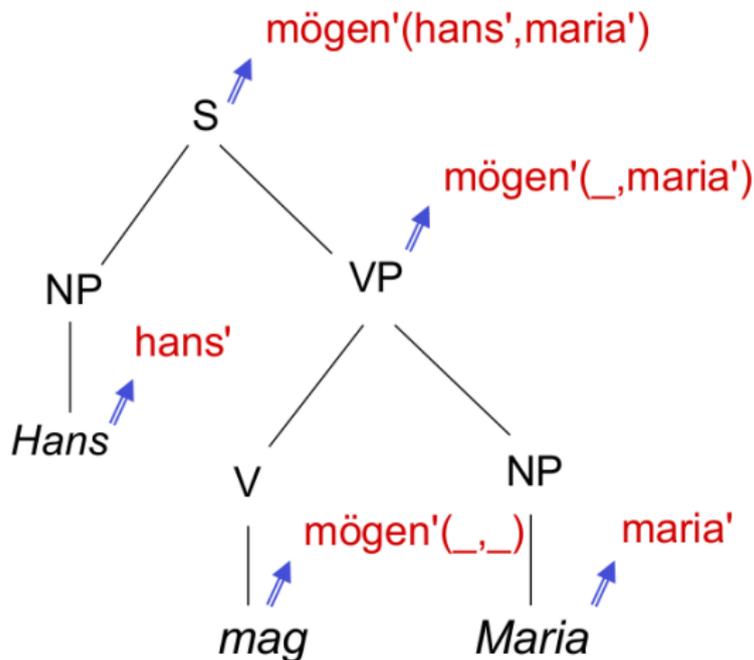
- Term: Variable oder Individuenkonstante
- atomare Formel:  $P(t_1, \dots, t_n)$   
( $t_i$  sind Terme,  $P$  ist ein Prädikatsymbol)
- oft wird als atomare Formel auch zugelassen:  
( $t_i = t_j$ )
- $A$  ist eine Formel von PL, wenn eine der folgenden Bedingungen erfüllt ist:
- (i)  $A$  ist eine atomare Formel

# Syntax der Prädikatenlogik (vereinfacht)

- Term: Variable oder Individuenkonstante
- atomare Formel:  $P(t_1, \dots, t_n)$   
( $t_i$  sind Terme,  $P$  ist ein Prädikatsymbol)
- oft wird als atomare Formel auch zugelassen:  
( $t_i = t_j$ )
- A ist eine Formel von PL, wenn eine der folgenden Bedingungen erfüllt ist:
- (i) A ist eine atomare Formel
- (ii) B und C sind Formeln von PL und A ist:  
 $\neg B$ ,  $(B \wedge C)$ ,  $(B \vee C)$ ,  $(B \rightarrow C)$  ( $B \leftrightarrow C$ ),  
 $\forall xA$ ,  $\exists xA$

Entlang der  
Konstituentenstruktur  
werden komplexe  
semantische Ausdrücke  
"kompositionell" aus  
einfacheren Ausdrücken  
zusammengesetzt.

Zu jedem  
Lexikoneintrag und  
jeder syntaktischen  
Regel wird eine  
semantische  
Komponente  
hinzugefügt.



*Jede Teilnehmerin präsentiert ein Papier.*

*Jede Teilnehmerin präsentiert ein Papier.*

Jede *Teilnehmerin* *präsentiert* ein *Papier*

$\forall t (\text{teilnehmerin}'(t) \rightarrow \exists p (\text{papier}'(p) \wedge \text{präsentieren}'(t,p)))$

- 1 Intro
- 2 Lexikalische Semantik
- 3 Textähnlichkeit
- 4 Logik
- 5 Zeit & Aspekt**
- 6 Kompositionalität
- 7 Referenz

# Zum Aspekt

**Verbklassen bei Vendler:** innere temporale Struktur von Verben  
(Zeno Vendler: Verbs and times. In: The Philosophical Review, Vol. 66,  
No. 2 (Apr., 1957), S. 143-160.)

**Verbklassen bei Vendler:** innere temporale Struktur von Verben  
(Zeno Vendler: Verbs and times. In: The Philosophical Review, Vol. 66,  
No. 2 (Apr., 1957), S. 143-160.)

- **State:** Zustand

**Verbklassen bei Vendler:** innere temporale Struktur von Verben  
(Zeno Vendler: Verbs and times. In: The Philosophical Review, Vol. 66,  
No. 2 (Apr., 1957), S. 143-160.)

- **State:** Zustand  
*Ich wohnte in München.*

**Verbklassen bei Vendler:** innere temporale Struktur von Verben  
(Zeno Vendler: Verbs and times. In: The Philosophical Review, Vol. 66, No. 2 (Apr., 1957), S. 143-160.)

- **State:** Zustand  
*Ich wohnte in München.*
- **Activity:** Aktivität ohne bestimmten Endpunkt

**Verbklassen bei Vendler:** innere temporale Struktur von Verben  
(Zeno Vendler: Verbs and times. In: The Philosophical Review, Vol. 66, No. 2 (Apr., 1957), S. 143-160.)

- **State:** Zustand  
*Ich wohnte in München.*
- **Activity:** Aktivität ohne bestimmten Endpunkt  
*Sie fuhr Fahrrad.*

**Verbklassen bei Vendler:** innere temporale Struktur von Verben  
(Zeno Vendler: Verbs and times. In: The Philosophical Review, Vol. 66, No. 2 (Apr., 1957), S. 143-160.)

- **State:** Zustand  
*Ich wohnte in München.*
- **Activity:** Aktivität ohne bestimmten Endpunkt  
*Sie fuhr Fahrrad.*
- **Accomplishment:** Aktivität mit bestimmtem Endpunkt

**Verbklassen bei Vendler:** innere temporale Struktur von Verben  
(Zeno Vendler: Verbs and times. In: The Philosophical Review, Vol. 66, No. 2 (Apr., 1957), S. 143-160.)

- **State:** Zustand  
*Ich wohnte in München.*
- **Activity:** Aktivität ohne bestimmten Endpunkt  
*Sie fuhr Fahrrad.*
- **Accomplishment:** Aktivität mit bestimmtem Endpunkt  
*Er flog nach New York.*

**Verbklassen bei Vendler:** innere temporale Struktur von Verben  
(Zeno Vendler: Verbs and times. In: The Philosophical Review, Vol. 66, No. 2 (Apr., 1957), S. 143-160.)

- **State:** Zustand  
*Ich wohnte in München.*
- **Activity:** Aktivität ohne bestimmten Endpunkt  
*Sie fuhr Fahrrad.*
- **Accomplishment:** Aktivität mit bestimmtem Endpunkt  
*Er flog nach New York.*
- **Achievement:** Ereignis geschieht "in einem Moment".

**Verbklassen bei Vendler:** innere temporale Struktur von Verben  
(Zeno Vendler: Verbs and times. In: The Philosophical Review, Vol. 66, No. 2 (Apr., 1957), S. 143-160.)

- **State:** Zustand  
*Ich wohnte in München.*
- **Activity:** Aktivität ohne bestimmten Endpunkt  
*Sie fuhr Fahrrad.*
- **Accomplishment:** Aktivität mit bestimmtem Endpunkt  
*Er flog nach New York.*
- **Achievement:** Ereignis geschieht "in einem Moment".  
*Er erreichte New York.*

# Interpretation von Tempus: Präsens

# Interpretation von Tempus: Präsens

(nach H. Reichenbach: Elements of symbolic logic. New York 1947)

(nach H. Reichenbach: Elements of symbolic logic. New York 1947)

- Sprechzeit S (speech time)

(nach H. Reichenbach: Elements of symbolic logic. New York 1947)

- **Sprechzeit** S (speech time)
- **Referenzzeit** R (reference time)

(nach H. Reichenbach: Elements of symbolic logic. New York 1947)

- **Sprechzeit** S (speech time)
- **Referenzzeit** R (reference time)
- **Ereigniszeit** E (event time)

# Interpretation von Tempus: Präsens

(nach H. Reichenbach: Elements of symbolic logic. New York 1947)

- **Sprechzeit** S (speech time)
- **Referenzzeit** R (reference time)
- **Ereigniszeit** E (event time)

## Präsens

*Anna kocht (gerade) einen Tee.*

E  
R  
S

$E = R = S$

# Interpretation von Tempus: Präteritum

- Sprechzeit S (speech time)
- Referenzzeit R (reference time)
- Ereigniszeit E (event time)

## Präteritum

*Anna kochte einen Tee.*

E  
R

S

$E = R < S$

# Interpretation von Tempus: Plusquamperfekt

- Sprechzeit S (speech time)
- Referenzzeit R (reference time)
- Ereigniszeit E (event time)

## Plusquamperfekt

*Anna hatte einen Tee gekocht.*



- 1 Intro
- 2 Lexikalische Semantik
- 3 Textähnlichkeit
- 4 Logik
- 5 Zeit & Aspekt
- 6 Kompositionalität**
- 7 Referenz



## Kompositionalitätsprinzip (Gottlob Frege, 1848-1925)

Die Bedeutung eines komplexen Ausdrucks ist eine Funktion der Bedeutungen seiner Teile und der Art ihrer Kombination.

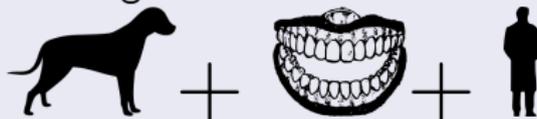
## Kompositionalitätsprinzip (Gottlob Frege, 1848-1925)

Die Bedeutung eines komplexen Ausdrucks ist eine Funktion der Bedeutungen seiner Teile und der Art ihrer Kombination.

## Beispiel

*Der Hund biss den Mann.*

Bedeutung setzt sich zusammen aus:



## Kompositionalitätsprinzip (Gottlob Frege, 1848-1925)

Die Bedeutung eines komplexen Ausdrucks ist eine Funktion der Bedeutungen seiner Teile und der Art ihrer Kombination.

## Beispiel

*Der Hund biss den Mann.*

Bedeutung setzt sich zusammen aus:



## Semantikkonstruktion ...

wird benötigt, um die genaue Art der Zusammensetzung zu bestimmen.

# Vollverb vs. Stützverbkonstruktion

## Vollverb

Semantik klar, Bedeutung ist eine Hauptbedeutung aus dem Wörterbuch, **kompositionell**

## Vollverb

Semantik klar, Bedeutung ist eine Hauptbedeutung aus dem Wörterbuch, **kompositionell**

Beispiel:

*Susi nimmt einen Keks.*

## Vollverb

Semantik klar, Bedeutung ist eine Hauptbedeutung aus dem Wörterbuch, **kompositionell**

Beispiel:

*Susi nimmt einen Keks.* → Susi + nehmen + Keks

## Vollverb

Semantik klar, Bedeutung ist eine Hauptbedeutung aus dem Wörterbuch, **kompositionell**

Beispiel:

*Susi nimmt einen Keks.* → Susi + nehmen + Keks

Stützverbkonstruktion (mit Stützverb, “Funktionsverb”, *engl.* light verb, support verb und prädikativem Wort)

Bedeutung des Verbs: keine bzw. “schwach”, Nomen (Argument) muss miteinbezogen werden.

## Vollverb

Semantik klar, Bedeutung ist eine Hauptbedeutung aus dem Wörterbuch, **kompositionell**

Beispiel:

*Susi nimmt einen Keks.* → Susi + nehmen + Keks

Stützverbkonstruktion (mit Stützverb, “Funktionsverb”, *engl.* light verb, support verb und prädikativem Wort)

Bedeutung des Verbs: keine bzw. “schwach”, Nomen (Argument) muss miteinbezogen werden.

Beispiel:

*Susi nimmt ein Bad.*

## Vollverb

Semantik klar, Bedeutung ist eine Hauptbedeutung aus dem Wörterbuch, **kompositionell**

Beispiel:

*Susi nimmt einen Keks.* → Susi + nehmen + Keks

## Stützverbkonstruktion (mit Stützverb, "Funktionsverb", *engl.* light verb, support verb und prädikativem Wort)

Bedeutung des Verbs: keine bzw. "schwach", Nomen (Argument) muss miteinbezogen werden.

Beispiel:

*Susi nimmt ein Bad.* ≠ Susi + nehmen + Bad

## Idiom

Wortverbindung, deren Gesamtbedeutung sich nicht aus den Bedeutungen der einzelnen Wörter ableiten lässt (als morphologisches Idiom auch bei Komposita)

## Idiom

Wortverbindung, deren Gesamtbedeutung sich nicht aus den Bedeutungen der einzelnen Wörter ableiten lässt (als morphologisches Idiom auch bei Komposita)

Beispiele:

*rotes Tuch,*

## Idiom

Wortverbindung, deren Gesamtbedeutung sich nicht aus den Bedeutungen der einzelnen Wörter ableiten lässt (als morphologisches Idiom auch bei Komposita)

Beispiele:

*rotes Tuch, die Rechnung ohne den Wirt machen,*

## Idiom

Wortverbindung, deren Gesamtbedeutung sich nicht aus den Bedeutungen der einzelnen Wörter ableiten lässt (als morphologisches Idiom auch bei Komposita)

Beispiele:

*rotes Tuch, die Rechnung ohne den Wirt machen, Hochzeit*  
[morphologisches Idiom]

## Idiom

Wortverbindung, deren Gesamtbedeutung sich nicht aus den Bedeutungen der einzelnen Wörter ableiten lässt (als morphologisches Idiom auch bei Komposita)

Beispiele:

*rotes Tuch, die Rechnung ohne den Wirt machen, Hochzeit*  
[morphologisches Idiom]

Idiome sind nicht kompositionell.

## Diverse Beispiele

Idiom? Stützverbkonstruktion? Vollverb?

## Diverse Beispiele

Idiom? Stützverbkonstruktion? Vollverb?

- 1 *mit dem Bus fahren*

## Diverse Beispiele

Idiom? Stützverbkonstruktion? Vollverb?

- ① *mit dem Bus fahren*
- ② *aus der Haut fahren*

## Diverse Beispiele

Idiom? Stützverbkonstruktion? Vollverb?

- ① *mit dem Bus fahren*
- ② *aus der Haut fahren*
- ③ *in Kontakt treten*

## Diverse Beispiele

Idiom? Stützverbkonstruktion? Vollverb?

- ① *mit dem Bus fahren*
- ② *aus der Haut fahren*
- ③ *in Kontakt treten*
- ④ *etw. zur Sprache bringen*

## Diverse Beispiele

Idiom? Stützverbkonstruktion? Vollverb?

- ① *mit dem Bus fahren*
- ② *aus der Haut fahren*
- ③ *in Kontakt treten*
- ④ *etw. zur Sprache bringen*
- ⑤ *eine Sprache lernen*

## Diverse Beispiele

Idiom? Stützverbkonstruktion? Vollverb?

- 1 *mit dem Bus fahren*
- 2 *aus der Haut fahren*
- 3 *in Kontakt treten*
- 4 *etw. zur Sprache bringen*
- 5 *eine Sprache lernen*
- 6 *jdn. auf die Palme bringen*

# Outline

- 1 Intro
- 2 Lexikalische Semantik
- 3 Textähnlichkeit
- 4 Logik
- 5 Zeit & Aspekt
- 6 Kompositionalität
- 7 Referenz**

# Anaphorische Referenz

- aus dem Altgriechischen *ana* = zurück *phero* = tragen

- aus dem Altgriechischen *ana* = zurück *phero* = tragen
- Anaphorische Ausdrücke zeigen auf Referenten, die im sprachlichen Kontext schon eingeführt wurden:

- aus dem Altgriechischen *ana* = zurück *phero* = tragen
- Anaphorische Ausdrücke zeigen auf Referenten, die im sprachlichen Kontext schon eingeführt wurden:  
*Maria ... sie ... die(se) Frau ...*

- aus dem Altgriechischen *ana* = zurück *phero* = tragen
- Anaphorische Ausdrücke zeigen auf Referenten, die im sprachlichen Kontext schon eingeführt wurden:  
*Maria ... sie ... die(se) Frau ...*
- Zwei Arten von anaphorischer Referenz:

- aus dem Altgriechischen *ana* = zurück *phero* = tragen
- Anaphorische Ausdrücke zeigen auf Referenten, die im sprachlichen Kontext schon eingeführt wurden:  
*Maria ... sie ... die(se) Frau ...*
- Zwei Arten von anaphorischer Referenz:
  - Koreferenz (bei identischem Referenten)

- aus dem Altgriechischen *ana* = zurück *phero* = tragen
- Anaphorische Ausdrücke zeigen auf Referenten, die im sprachlichen Kontext schon eingeführt wurden:  
*Maria ... sie ... die(se) Frau ...*
- Zwei Arten von anaphorischer Referenz:
  - Koreferenz (bei identischem Referenten)
  - Bridging (assoziative Beziehung zwischen den Referenten)

# Anaphorische Referenz: Koreferenz (1)

# Anaphorische Referenz: Koreferenz (1)

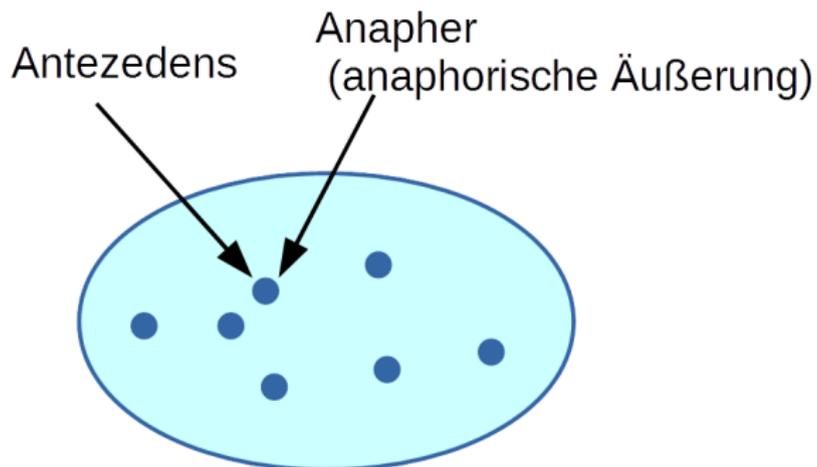
- Koreferenz = identischer Referent

# Anaphorische Referenz: Koreferenz (1)

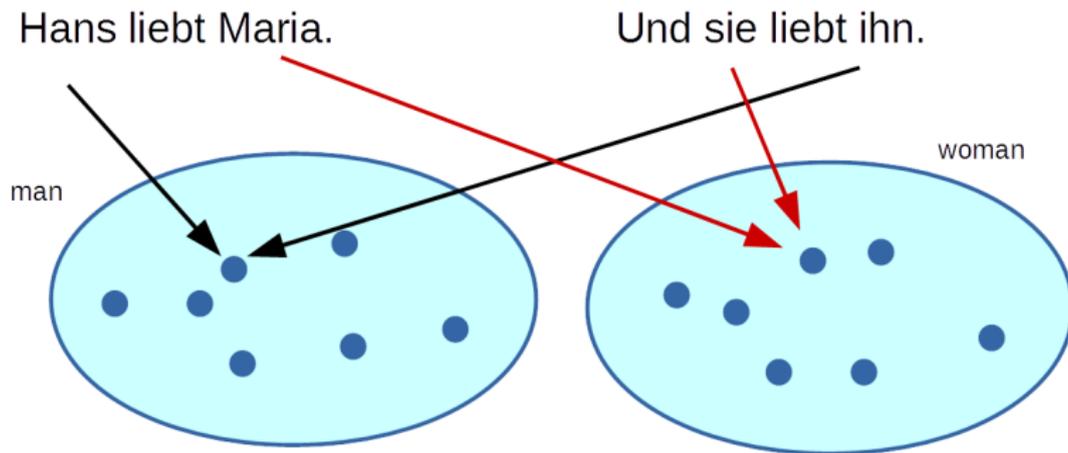
- Koreferenz = identischer Referent
- typischerweise durch Pronomen oder definite Nominalphrasen

# Anaphorische Referenz: Koreferenz (1)

- Koreferenz = identischer Referent
- typischerweise durch Pronomen oder definite Nominalphrasen



# Anaphorische Referenz: Koreferenz (2)



# Anaphorische Referenz: Bridging (1)

# Anaphorische Referenz: Bridging (1)

- Bridging = Assoziative Referenz:

# Anaphorische Referenz: Bridging (1)

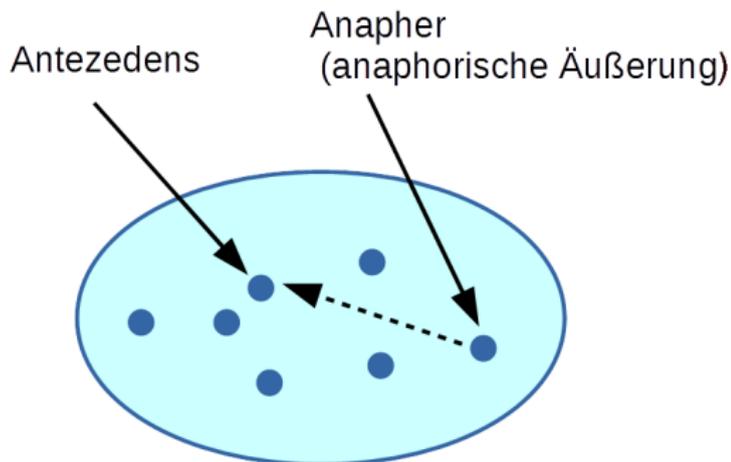
- Bridging = Assoziative Referenz:
- der Referent der Anapher ist inferierbar aus dem Antezedens auf Grund einer assoziativen Beziehung (z.B Teil-Ganzes, Eigenschaften etc.).

# Anaphorische Referenz: Bridging (1)

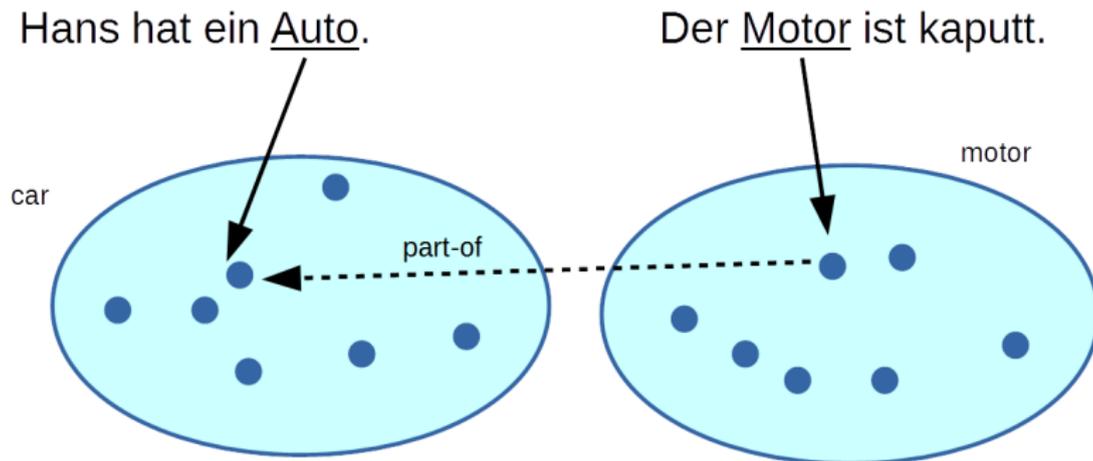
- Bridging = Assoziative Referenz:
- der Referent der Anapher ist inferierbar aus dem Antezedens auf Grund einer assoziativen Beziehung (z.B Teil-Ganzes, Eigenschaften etc.).
- typischerweise durch definite Nominalphrasen

# Anaphorische Referenz: Bridging (1)

- Bridging = Assoziative Referenz:
- der Referent der Anapher ist inferierbar aus dem Antezedens auf Grund einer assoziativen Beziehung (z.B Teil-Ganzes, Eigenschaften etc.).
- typischerweise durch definite Nominalphrasen



# Anaphorische Referenz: Bridging (2)



## Singleton

A mention referring to a referent is called a singleton if this referent is not mentioned again in the text. (= single reference to this referent)

# Anaphernauflösung = coreference resolution

- Automatische Anaphernauflösung ist eine Herausforderung für die automatische Sprachverarbeitung.

- Automatische Anaphernauflösung ist eine Herausforderung für die automatische Sprachverarbeitung.
- Wichtig für viele Anwendungsgebiete:
  - Information Retrieval
  - Summarization
  - Machine translation
  - Dialogue Systems

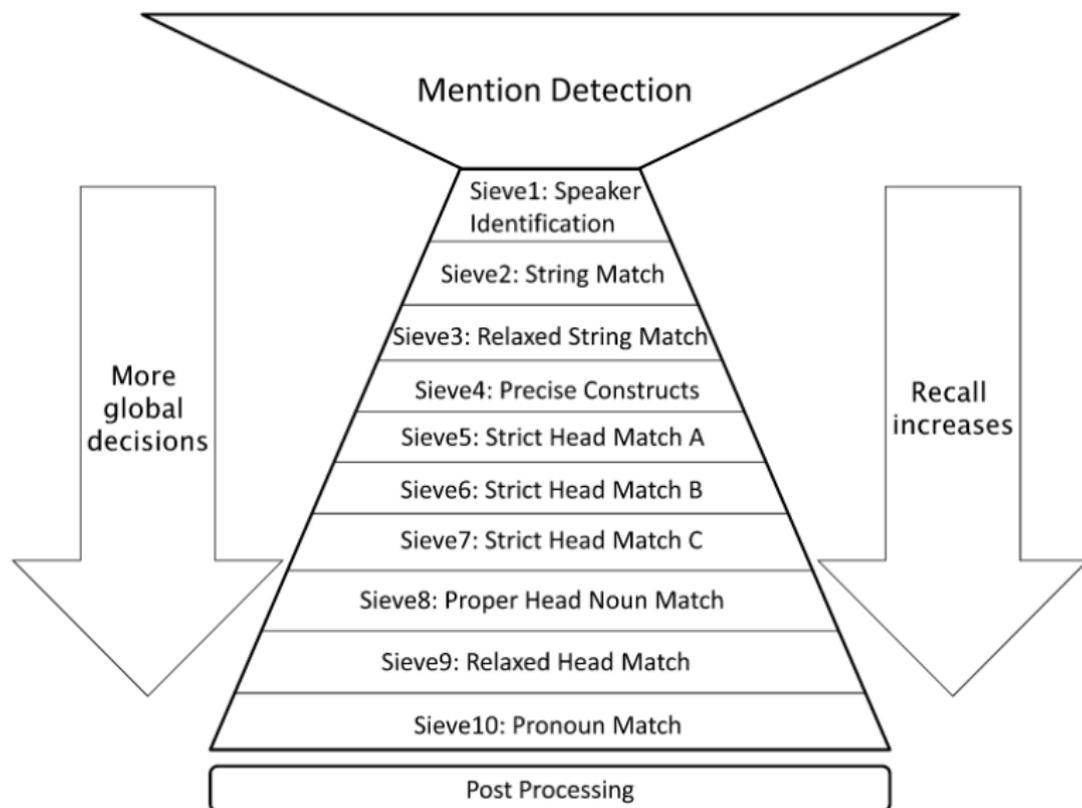
# Methoden zur Koreferenzauflösung

- Korpusannotation: Erstellen von Trainings- und Testdatensätzen (z.B. OntoNotes)

- Korpusannotation: Erstellen von Trainings- und Testdatensätzen (z.B. OntoNotes)
- Statistische Ansätze (z.B. Berkeley's System)

- Korpusannotation: Erstellen von Trainings- und Testdatensätzen (z.B. OntoNotes)
- Statistische Ansätze (z.B. Berkeley's System)
  - Nomen und Pronomen werden mit Hilfe von Merkmalen beschrieben

- Korpusannotation: Erstellen von Trainings- und Testdatensätzen (z.B. OntoNotes)
- Statistische Ansätze (z.B. Berkeley's System)
  - Nomen und Pronomen werden mit Hilfe von Merkmalen beschrieben
  - **Mention-Pair Models**: Algorithmus (maschinelles Lernen) wird trainiert, um zu entscheiden, ob sich zwei Nominalphasen auf dasselbe Objekt beziehen → Kettenbildung als 2. Schritt



Nochmal die Terminologie: Anapher (*sie*), Antezedent (*Alice*)

## Koreferenzketten

*Alice* fing an sich zu langweilen; *sie* saß schon lange bei *ihrer Schwester* am Ufer und hatte nichts zu tun. Das Buch, das *ihre Schwester* las, gefiel *ihr* nicht; denn es waren weder Bilder noch Gespräche darin. “Und was nützen Bücher,” dachte *Alice*, “ohne Bilder und Gespräche?”

Nochmal die Terminologie: Anapher (*sie*), Antezedent (*Alice*)

## Koreferenzketten

*Alice* fing an sich zu langweilen; *sie* saß schon lange bei *ihrer Schwester* am Ufer und hatte nichts zu tun. Das **Buch**, das *ihre Schwester* las, gefiel *ihr* nicht; denn es waren weder Bilder noch Gespräche darin. “Und was nützen **Bücher**,” dachte *Alice*, “ohne Bilder und Gespräche?”

Schwierigkeit: generische Ausdrücke (*Buch* - *Bücher*?)

# Zum Schluss: Besonders klausurrelevant

- Wortbedeutungs-Relationen, WordNet
- Word sense disambiguation, Lesk-Algorithmus
- Jaccard
- Wahrheitsbedingungssemantik
- Syntax der Aussagenlogik
- Negation, Konjunktion, Disjunktion, Implikation, Äquivalenz
- Prädikatenlogik:  
Prädikate, Variablen, Existenzquantor, Allquantor
- Übersetzung:
  - deutscher/englischer Satz in die Aussagenlogik
  - deutscher/englischer Satz in die Prädikatenlogik
- Kompositionalitätsprinzip
- Vollverb, Stützverbkonstruktion, Idiom
- Anaphorische Referenz: Koreferenz, Bridging
- Coreference resolution