

Einführung in die Logik - 12

## Plural- und Massenterme

mereologische Strukturen in der  
Modelltheorie

Michael Herweg, Einführung in die Logik. Universität Heidelberg.

### Pluralphänomene

*Fahrräder bitte nicht entlang der Hauswand und an den  
gegenüberstehenden Bäumen abstellen*

[auf einem Schild in der Heidelberger Altstadt]

Michael Herweg, Einführung in die Logik. Universität Heidelberg.

## Struktur des Themenkomplexes Plural- und Massen-/Stoffterme

- Phänomene
- mathematische Grundlagen: Verbandstheorie
- mereologische Modelle für Plural- und Stoffterme
- Interaktion von Nominal- und Temporalsemantik: Aspektkonstitution

Michael Herweg, Einführung in die Logik. Universität Heidelberg.

## Plural: Mehrdeutigkeiten

[Lit.: U. Schwertel (2005)]

- *Drei Männer heben einen Schreibtisch hoch.*
- *3 Studierende haben einen Artikel in Computational Linguistics publiziert.*

❖ Lesarten:

- kollektiv: ...zusammen ...
- distributiv: ... jeder ...

- *9 Institute besitzen 83 Computer.*
- *In der Vorlesung sitzen 24 Studierende aus 9 Ländern.*
- *4 Studierende teilen sich 3 Pizzen.*

❖ Lesart:

- kumulativ: Relation zwischen n X und m Y

Michael Herweg, Einführung in die Logik. Universität Heidelberg.

### Plural: Typen von Prädikaten

- distributive Prädikate
  - *Zwei Studenten dösten vor sich hin.*
  - *Die Blumen verblühten.*
  
- kollektive Prädikate
  - *Die Studierenden versammelten sich vor dem Sprechzimmer.*
  - *Hans und Maria kennen sich / haben sich getrennt.*
  
- mögliche Distribution kollektiver Prädikate auf Gruppen
  - *Gestern sind drei Berufungskommissionen zusammengekommen.*
  - *Die Computerlinguisten und die Informatiker reden wieder miteinander.*

Michael Herweg, Einführung in die Logik. Universität Heidelberg.

### Positionen mehrdeutiger Plurale

- *Die Bücher sind schwer / kosten 50 Euro.*
- *Hans erzählte den Kindern eine Gute-Nacht-Geschichte.*
- *Hans war mit den Kindern im Kino.*
- *das Gewicht / der Preis dieser beiden Bücher*
- *die Kinder von Hans und Maria*
- *die schweren / teuren Bücher*

Michael Herweg, Einführung in die Logik. Universität Heidelberg.

### Plurale: weitere Verwendungen

- gemischt distributiv-kollektive Verwendungen
  - *Die Autoren des besten Konferenzbeitrags schreiben nächstes Jahr ein Buch.*
  - *Die beiden Verkäufer, die letztes Jahr den lukrativsten Abschluss gemacht haben, bekommen einen Bonus.*
- generische Verwendungen
  - *Die Römer haben die ersten Aquädukte gebaut. Sie waren offenbar ausgezeichnete Architekten.*
  - *Die Brasilianer sind die besten Fußballer der Welt. Sie sind nur leider oft zu ballverliebt.*

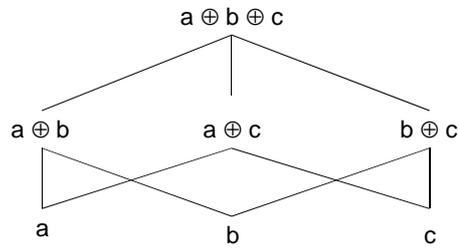
Michael Herweg, Einführung in die Logik. Universität Heidelberg.

### Der semantische Wert von Plural-Termen

- **Wer kommt heute Abend zum Essen?**
  - *Meine Schwester ...*
  - *Meine Eltern ...*
  - *Julia und Martin ...*
  - *Die Fachschaft CoLi ...*
  - *Alle meine Freunde ...*
  - *Einige Mitmusiker ...*

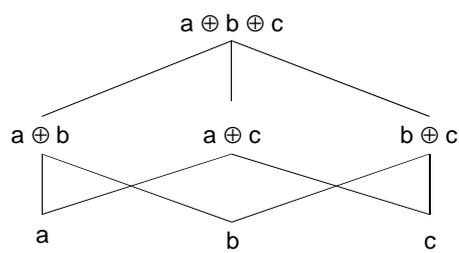
Michael Herweg, Einführung in die Logik. Universität Heidelberg.

**Modellstrukturen für Plural: Verbände**  
[G. Link 1998]



Michael Herweg, Einführung in die Logik. Universität Heidelberg.

**Modellstrukturen für Plural: Verbände**



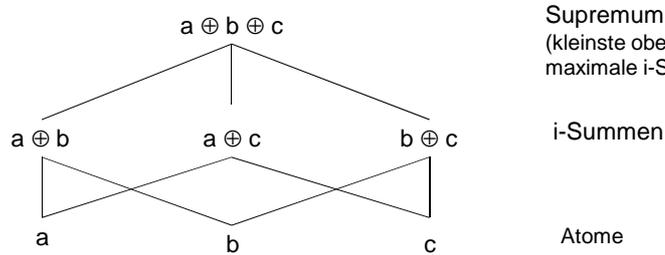
Supremum  
(kleinste obere Schranke,  
maximale i-Summe)

i-Summen

Atome

Michael Herweg, Einführung in die Logik. Universität Heidelberg.

### Modellstrukturen für Plural: Verbände



Supremum  
(kleinste obere Schranke,  
maximale i-Summe)

i-Summen

Atome

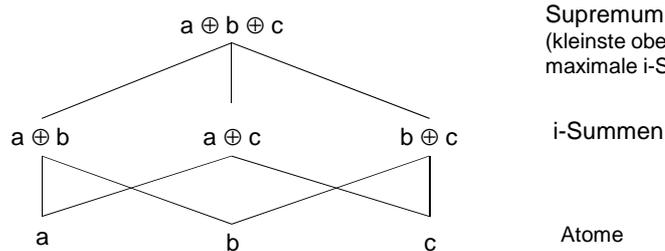
Teil-von-Relation:  $a \sqsubseteq a \oplus b, a \oplus b \sqsubseteq a \oplus b \oplus c, \dots$

➤ (schwache) partielle Ordnung:

- reflexiv:  $\forall x (x \sqsubseteq x)$
- transitiv:  $\forall xyz (x \sqsubseteq y \wedge y \sqsubseteq z \rightarrow x \sqsubseteq z)$
- antisymmetrisch:  $\forall xy (x \sqsubseteq y \wedge y \sqsubseteq x \rightarrow x = y)$

Michael Herweg, Einführung in die Logik. Universität Heidelberg.

### Modellstrukturen für Plural: Verbände



Supremum  
(kleinste obere Schranke,  
maximale i-Summe)

i-Summen

Atome

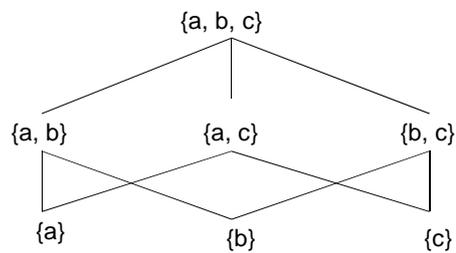
Die Struktur mit Teil-von-Relation  $\sqsubseteq$  und Summenoperation  $\oplus$  bildet einen Summenhalbverband (*join-semi-lattice* ohne *meet-Operation*)

➤ Summenoperation:

- idempotent:  $x \oplus x = x$
- kommutativ:  $x \oplus y = y \oplus x$
- assoziativ:  $x \oplus (y \oplus z) = (x \oplus y) \oplus z$

Michael Herweg, Einführung in die Logik. Universität Heidelberg.

### Verbandsstrukturen: mengentheoretisches Beispiel



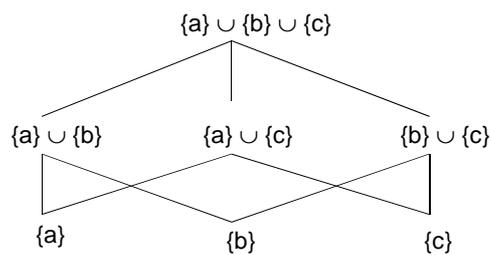
Supremum  
(kleinste obere Schranke,  
maximale Menge)

mehrelementige Mengen

einelementige Mengen

Michael Herweg, Einführung in die Logik. Universität Heidelberg.

### Verbandsstrukturen: mengentheoretisches Beispiel



Supremum  
(kleinste obere Schranke,  
maximale Menge)

mehrelementige Mengen

einelementige Mengen

Die Struktur mit Teilmengenrelation  $\subseteq$  und mengentheoretischer Vereinigung  $\cup$  bildet ebenfalls einen Summenhalbverband (*join-semi-lattice*). Wenn  $\cap$  hinzugenommen wird, ergibt sich ein Verband mit *join* und *meet*.

➤ Vereinigungsoperation:

- idempotent:  $x \cup x = x$
- kommutativ:  $x \cup y = y \cup x$
- assoziativ:  $x \cup (y \cup z) = (x \cup y) \cup z$

Michael Herweg, Einführung in die Logik. Universität Heidelberg.

## Semantische Werte von Singular- und Pluralphrasen [G. Link 1998]

Beispielmodell M mit

- $D = \{hanna, julian, katharina, lena, oliver, sebastian\}$

semantische Werte (Interpretationen im Modell M)

- *Studentin*:  $\|studentin\|^M = \{hanna, katharina, lena\}$
- *Student*:  $\|student\|^M = \{julian, oliver, sebastian\}$
- *Studentinnen*:  $\|*studentin\|^M = \{hanna, katharina, lena, hanna \oplus katharina, hanna \oplus lena, katharina \oplus lena, hanna \oplus katharina \oplus lena\}$
- *Studenten*:  $\|*student\|^M = \{julian, oliver, sebastian, julian \oplus oliver, julian \oplus sebastian, oliver \oplus sebastian, julian \oplus oliver \oplus sebastian\}$
- *zwei Studentinnen*:  $\|zwei *studentin\|^M = \{hanna \oplus katharina, hanna \oplus lena, katharina \oplus lena\}$
- *drei Studentinnen*:  $\|drei *studentin\|^M = \{hanna \oplus katharina \oplus lena\}$

Michael Herweg, Einführung in die Logik. Universität Heidelberg.

## Die Repräsentation der Lesarten von Pluralphrasen [G. Link 1998]

- *Hans trug drei Bücher.*
  - **kollektiv:**  
 $\exists x (*buch(x) \wedge |x| = 3 \wedge PAST(trägt(h, x)),$   
wobei  $|x|$  die Kardinalität der i-Summe  $x$  ist,  
d.h. die Zahl der atomaren Teile von  $x$
  - **distributiv:**  
 $\exists x (*buch(x) \wedge |x| = 3 \wedge \overset{D}{\lambda} y PAST(trägt(h, y)(x))$   
bzw.  
 $\exists x (*buch(x) \wedge |x| = 3 \wedge \forall y (y \sqsubseteq_i x \rightarrow PAST(trägt(h, y)))$

Distributivitätsoperator  $\overset{D}{\lambda}$  auf Prädikaten:

$\overset{D}{\lambda} P =_{df} \lambda x \forall y (y \sqsubseteq_i x \rightarrow P(y)),$   
wobei  $\sqsubseteq_i$  die Relation "ist atomarer Teil von" ist

Michael Herweg, Einführung in die Logik. Universität Heidelberg.

### mereologische Strukturen

- ❖ Mereologie: Logik der Teil-Ganzes-Beziehungen (gr. meros - Teil)
  - Relationen:
    - Teil-von
    - Überlappung
    - Disjunktheit
  - Operationen:
    - Summe (join)
    - Produkt (meet)

Michael Herweg, Einführung in die Logik. Universität Heidelberg.

### mereologische Strukturen

- ❖ Vorteil der mereologischen (verbandstheoretischen) Analyse von Plural:
  - einheitlicher logischer Typ für Singular- und Plural-Phrasen (statt Objekt/Element vs. Menge von Objekten)
    - *Wer hat diesen Artikel geschrieben?*
      - *Michael*
      - *Carola, Klaus und Michael*
      - *Die Dozenten des Instituts für ...*

Michael Herweg, Einführung in die Logik. Universität Heidelberg.

### mereologische Strukturen

- ❖ Vorteil der mereologischen (verbandstheoretischen) Analyse von Plural:
  - einheitlicher logischer Typ für Singular- und Plural-Phrasen (statt Objekt/Element vs. Menge von Objekten)
    - *Wer hat diesen Artikel geschrieben?*
      - *Michael*
      - *Carola, Klaus und Michael*
      - *Die Dozenten des Instituts für ...*
- ❖ Mereologische Strukturen werden auch verwendet in der Semantik von
  - o Tempus und Aspekt (Zeit- und Ereignisstrukturen)
  - o Massen-/Stofftermen

Michael Herweg, Einführung in die Logik. Universität Heidelberg.

### logische Eigenschaften von Pluralprädikaten

- ❖ Pluralprädikate sind kumulativ:
  - ❖ Wenn  $a \oplus b$  sowie  $c \oplus d$  Kinder sind, dann sind auch  $a \oplus b \oplus c \oplus d$  Kinder
- ❖ Sind Pluralprädikate auch distributiv?
  - ❖ Wenn  $a \oplus b$  Kinder sind, sind dann auch  $a$  sowie  $b$  jeweils Kinder?
    - ❖ Links Prädikate der Form  $*P$  sind distributiv

Michael Herweg, Einführung in die Logik. Universität Heidelberg.

### logische Eigenschaften von Pluralprädikaten

- ❖ Pluralprädikate sind kumulativ:
  - ❖ Wenn  $a \oplus b$  sowie  $c \oplus d$  Kinder sind, dann sind auch  $a \oplus b \oplus c \oplus d$  Kinder
- ❖ Sind Pluralprädikate auch distributiv?
  - ❖ Wenn  $a \oplus b$  Kinder sind, sind dann auch  $a$  sowie  $b$  jeweils Kinder?
    - ❖ Links Prädikate der Form  $*P$  sind distributiv
- Fordern Pluralprädikate, dass die Kardinalität der Summendenotate (= Zahl der atomaren Teile)  $>1$  oder  $>0$  ist?

Michael Herweg, Einführung in die Logik. Universität Heidelberg.

### logische Eigenschaften von Pluralprädikaten

- ❖ Pluralprädikate sind kumulativ:
  - ❖ Wenn  $a \oplus b$  sowie  $c \oplus d$  Kinder sind, dann sind auch  $a \oplus b \oplus c \oplus d$  Kinder
- ❖ Sind Pluralprädikate auch distributiv?
  - ❖ Wenn  $a \oplus b$  Kinder sind, sind dann auch  $a$  sowie  $b$  jeweils Kinder?
    - ❖ Links Prädikate der Form  $*P$  sind distributiv
- Fordern Pluralprädikate, dass die Kardinalität der Summendenotate (= Zahl der atomaren Teile)  $>1$  oder  $>0$  ist?
  - *Haben Sie Kinder?*
    - *ja, eins*
    - *??nein, eins*
  - *Im Rhein-Neckar-Kreis gibt es 0,7/1,0 Kühe pro Quadratmeter.*
    - ❖ Krifka: Plural fordert semantisch nur Kardinalität  $>0$ ; Singular bei *ein P* ist synt. Kongruenzphänomen

Michael Herweg, Einführung in die Logik. Universität Heidelberg.

## Zähl-nomen, Massennomen und Plural (count nouns, mass nouns, plural)

[Eschenbach 1995]

❖ z-N vs. m-N: Pluralbildung

ein Ring - zwei Ringe

ein Gold - \*zwei \_\_\_\_\_

➤ nb: Bedeutungsverschiebung bei *3 Weine*, *3 Hölzer*, *3 Wasser*,  
*3 Sande*

Michael Herweg, Einführung in die Logik. Universität Heidelberg.



Michael Herweg, Einführung in die Logik. Universität Heidelberg.

### Zählnamen, Massennamen und Plural (count nouns, mass nouns, plural)

[Eschenbach 1995]

- ❖ z-N vs. m-N: Pluralbildung

ein Ring - zwei Ringe

ein Gold - \*zwei \_\_\_\_\_

- nb: Bedeutungsverschiebung bei 3 *Weine*, 3 *Hölzer*, 3 *Wasser*, 3 *Sande*

- ❖ z-N vs. m-N: Kombinierbarkeit mit *etwas*, *ein wenig*

\*etwas Ring

\*etwas Ringe

etwas Gold / Wasser

\*ein wenig Ring

\*ein wenig Ringe

ein wenig Gold / Wasser

Michael Herweg, Einführung in die Logik. Universität Heidelberg.

### Zählnamen, Massennamen und Plural (count nouns, mass nouns, plural)

- ❖ z-N[sg] vs. z-N[pl] und m-N

\*Sie hat Ring.

Sie hat Ringe.

Sie hat Gold.

\*der viele Ring

die vielen Ringe

das viele Gold

\*eine Menge Ring

eine Menge Ringe

eine Menge Gold

\*aller Ring

alle Ringe

alles Gold

\*mehr Ring

mehr Ringe

mehr Gold

- ❖ identische Konstruktionstypen

der Ring

die Ringe

das Gold

dieser Ring

diese Ringe

dieses Gold

ihr Ring

ihre Ringe

ihr Gold

Michael Herweg, Einführung in die Logik. Universität Heidelberg.

## integrierte Modellstrukturen für Zählnomen und Massennomen

[G. Link 1998, M. Krifka 1989, 2001]

- Die Domäne D enthält sämtliche (konkreten) Referenten (d.h. Extensionen für m-N[sg], z-N[sg], z-N[pl]).
  - Eine Teilmenge A von D enthält die atomaren Objekte aus D.
  - Eine Teilmenge M von A enthält die Extensionen von m-N.
- Auf D sind definiert:
  - eine Teil-von-Relation  $\sqsubseteq$
  - eine Summenoperation  $\oplus$
  - eine Überlappungsrelation  $\circ$ 
    - für alle  $x, y$ :  $x \circ y =_{\text{def}} \exists z (z \sqsubseteq x \wedge z \sqsubseteq y)$ 
      - vgl. Modellstrukturen für Zeiten und Ereignisse
- Eine strukturerhaltende Abbildung (Homomorphismus) h von D nach M bildet atomare und komplexe Objekte auf ihre Materie ab (für M nach M: Identitätsabbildung)

Michael Herweg, Einführung in die Logik. Universität Heidelberg.

## logische Eigenschaften von Zählnomen und Massennomen

[Krifka, div]

- homogen (bzw. kumulativ): *Gold, Tee, Ringe, Äpfel*
- heterogen (a.: gequantelt): *2 Kilo Gold, 2 Liter Tea, drei Äpfel*
- Aus homogenen (bzw. kumulativen) Prädikaten erhält man heterogene (gequantelte) Prädikate durch die Anwendung von **extensiven Maßfunktion**
  - m ist eine extensive Maßfunktion für eine mereologische Modellstruktur gdw.
    - m additiv ist: wenn  $\neg x \circ y$ , dann  $m(x \oplus y) = m(x) + m(y)$
    - m kommensurabel ist: wenn  $m(x) > 0$  und  $y \sqsubseteq x$ , dann  $m(y) > 0$
- extensive Maßfunktionen: *sechzig Liter (Tee), sechs Tassen (Tee), sechs kg (Gold); zwei Stunden lang (laufen)*
- keine ext. Maßfunktion: *sechzig Grad Celsius (\*Tee)*

Michael Herweg, Einführung in die Logik. Universität Heidelberg.

### nominale Referenzweise und verbaler Aspekt

- integrierte Betrachtung von Zähl-nomen, Massennomen, Plural und verbalem Aspekt: Aspektkomposition
- Einfluss der Referenzweise der Verbkomplemente (hom./kum, het./quant.) auf den Aspekt (Zeitkonstitutionstyp) der VP bzw. des Satzes:
  - Prozessprädikate (homogene Situationsprädikate):
    - *Pudding essen* (m-N)
    - *Äpfel essen* (z-N[pl])
  - Ereignisprädikate (heterogene Situationsprädikate):
    - *ein Pfund Pudding essen* (gequant. m-N)
    - *einen Apfel essen* (z-N[sg])
    - *drei Äpfel essen* (gequant. z-N[pl])
- **Aspektsemantik** (i.d.R. in Verbindung mit Temporalsemantik)

Michael Herweg, Einführung in die Logik. Universität Heidelberg.