# Linguistische Grundlagen
# 6. Semantik

Gereon Müller

Institut für Linguistik
Universität Leipzig

www.uni-leipzig.de/∼muellerg

# Grundlegendes

Frage: Was bedeutet ein Satz wie (1), und wie ergibt sich die Bedeutung des Satzes aus den Bedeutungen seiner Teile?

(1) *Kein Mensch in Leipzig kennt Robert Förster*

(2) Kompositionalitätsprinzip:
Die Bedeutung eines komplexen sprachlichen Ausdrucks ergibt sich allein aus der systematischen Kombination der Bedeutungen seiner Teile.

(3) Grundprinzipien der Bedeutung von Deklarativsätzen:

a. Die Bedeutung eines Deklarativsatzes ist wahr (1) oder falsch (0): Wenn A und B Sätze sind, und A ist wahr (1) und B ist falsch (0), dann haben A und B nicht dieselbe Bedeutung.
b. Ein Sprecher kennt die Bedeutung eines Deklarativsatzes genau dann, wenn (gdw.) er die notwendigen und hinreichenden Bedingungen für die Wahrheit oder Falschheit eines Satzes kennt.

Annahme:
Jede syntaktische Konstituente bekommt durch eine Interpretationsfunktion eine Bedeutung (Denotation) zugewiesen.

Terminologie:

- Interpretationsfunktion $[\![\quad]\!]$
- Denotation: $\alpha$ denotiert $[\![\alpha]\!]$

# Bedeutungen

(4) Bedeutungen (erste Annäherung):

a. $[\![$*Robert Förster*$]\!]$ = der echte Robert Förster, in Fleisch und Blut
b. $[\![$*lächelt*$]\!]$ = { x: x lächelt }
c. $[\![$*Robert Förster lächelt*$]\!]$ = 1 oder 0, und zwar:
   (i) 1, wenn Robert Förster $\in$ { x: x lächelt }
   (ii) 0, wenn Robert Förster $\notin$ { x: x lächelt }

Also:

- Namen denotieren Individuen in der wirklichen Welt.
- Intransitive Verben denotieren Mengen von Individuen.
- Sätze denotieren Wahrheitswerte.

Zwei Elemente der Interpretationsfunktion $[\![\ \ ]\!]$:

1. Lexikon: Bedeutung von Wörtern (bzw. Morphemen, bzw. terminalen Knoten)
2. Kompositionsregeln: Ermittlung der Bedeutung der nicht-terminalen Knoten aus der Bedeutung ihrer Töchter.

# Mengen und charakteristische Funktionen

(5) Mengen und charakteristische Funktionen:
Angenommen, eine Menge A ist gegeben. Die charakteristische Funktion $\psi_A$ dieser Menge A soll uns für jedes Element x von A sagen, ob dieses Element in A liegt oder nicht. Es gilt:
$\psi_A(x) =$

a. 1, wenn $x \in A$.
b. 0, sonst.

(6) a. Notation als Menge:
$[\![$*lächelt*$]\!]$ = { x: x lächelt }
b. Notation als charakteristische Funktion:
$[\![$*lächelt*$]\!]$ = die Funktion $\psi$, die jedem x den Wert 1 zuordnet, wenn x lächelt; und ansonsten 0.

(7) Beispiel:

a. $[\![$*Robert Förster lächelt*$]\!]$ = 1 gdw. wenn Robert Förster $\in$ { x: x lächelt }
b. $[\![$*Robert Förster lächelt*$]\!]$ = 1 gdw. gilt: Die Funktion $\psi$, die jedem x den Wert 1 zuordnet gdw. x lächelt, ordnet Robert Förster den Wert 1 zu.

Bemerkung:

1 Die Mengennotation ist meistens intuitiv leichter zugänglich.
2 Die Funktionsnotation ist allgemeiner; nur so kann z.B. auch die VP eines transitiven Verbs eine Bedeutung bekommen. ($\rightsquigarrow$ Schönfinkelisierung).

# Kompositionelle Interpretation: Typen und Funktionen

Syntaktische Kategorien haben Denotationsbereiche; sie gehören zu unterschiedlichen semantischen Typen.

(8) Bodensatz:

a. Menge der Individuen: E; semantischer Typ von NP: $<$e$>$
b. Menge der Wahrheitswerte: {0,1}; semantischer Typ von CP $<$t$>$ (‘truth value’)

(9) Rekursive Definition semantischer Typen:

a. $<$e$>$ und $<$t$>$ sind Typen.
b. Wenn $\tau_1$ und $\tau_2$ Typen sind, dann ist auch $< \tau_1, \tau_2 >$ ein Typ.

(10) Denotationsbereiche:

a. E (die Menge der Individuen) ist der Denotationsbereich vom Typ $<$e$>$, kurz $D_e$.
b. {0,1} ist der Denotationsbereich vom Typ $<$t$>$, kurz $D_t$.
c. Für beliebige komplexe Typen $< \tau_1, \tau_2 >$ gilt: Der Denotationsbereich $D_{<\tau_1,\tau_2>}$ ist ${D_{\tau_2}}^{D_{\tau 1}}$, d.h., die Menge aller Funktionen von $D_{\tau_1}$ nach $D_{\tau_2}$.

# Interpretationsregeln

(11) Terminale Knoten (TK):
Wenn $\alpha$ ein terminaler Knoten ist, dann ist $[\![\alpha]\!]$ im Lexikon spezifiziert.

(12) Beispiel:
$[\![$*Robert Förster*$]\!]$ = Robert Förster

(13) Nicht-verzweigende Knoten (NK):
Wenn $\alpha$ ein nicht-verzweigender Knoten ist, und $\beta$ ist sein Tochterknoten, dann gilt: $[\![\alpha]\!] = [\![\beta]\!]$.

(14) Beispiele:

a. $[\![\ [_{\text{NP}}\ [_{\text{N}}$ *Robert Förster* $]]\ ]\!] = [\![\ [_{\text{N}}$ *Robert Förster* $]\ ]\!] = [\![$*Robert Förster*$]\!]$ = R.F.
b. $[\![\ [_{\text{VP}}\ [_{\text{V}}$ *lächelt* $]]\ ]\!] = [\![\ [_{\text{V}}$ *lächelt* $]\ ]\!] = [\![$*lächelt*$]\!]$ = die Funktion $\psi \in D_{<e,t>}$, die jedem x $\in D_e$ den Wert 1 $\in D_t$ zuweist gdw. x lächelt.

(15) Funktionale Applikation (FA):
Wenn $\alpha$ ein verzweigender Knoten ist, und $\{\beta, \gamma\}$ ist die Menge von $\alpha$s Töchtern, und $[\![\beta]\!]$ ist eine Funktion, deren Argumentbereich $[\![\gamma]\!]$ enthält, dann gilt: $[\![\alpha]\!] = [\![\beta]\!]([\![\gamma]\!])$.

(16) Beispiel (die Kategorie I bedeutet erstmal nichts und wird ignoriert):
$[\![\ [_{\text{IP}}$ NP VP (I) $]\ ]\!] = [\![\text{VP}]\!]([\![\text{NP}]\!])$

(Grund: $[\![\text{VP}]\!] \in D_{<e,t>}$, $[\![\text{NP}]\!] \in D_e$.)

# Abkürzungskonventionen

Bemerkung:
Mit Hilfe der sog. $\lambda$-Notation können Funktionen ökonomischer notiert werden.

(17) a. $[\![$*lächelt*$]\!]$ = die Funktion $\psi$: $D_e \rightarrow D_t$, so dass für alle x in $D_e$ gilt: $\psi(x) = 1$ gdw. x lächelt.

b. $[\![$*lächelt*$]\!]$ = $\lambda x \in D_e$ . x lächelt

c. $[\![$*lächelt*$]\!]$ = $\lambda x \in D_e$ . x lächelt

d. $[\![$*lächelt*$]\!]$ = $\lambda x$ . x lächelt (Kleinbuchstaben wie x, y, z sind in $D_e$)

(18) $\lambda$-Ausdrücke:
$[\lambda\alpha : \phi \,.\, \gamma\,]$

a. $\alpha$ = Argumentvariable
b. $\phi$ = Argumentbereichsbedindung
c. $\gamma$ = Wertebereichsbeschreibung

(19) $\lambda$-Konvention (Heim & Kratzer (1998)):
Lies "$[\lambda\alpha : \phi \,.\, \gamma]$" als entweder (i) oder (ii), je nachdem, was Sinn ergibt.

(i) "die Funktion, die jedes $\alpha$, für das $\phi$ gilt, auf $\gamma$ abbildet"
(ii) "die Funktion, die jedes $\alpha$, für das $\phi$ gilt, auf 1 abbildet, wenn $\gamma$ gilt, und auf 0 ansonsten"

# Zwei Sätze mit intransitivem Verb

(20) *dass Robert Förster lächelt*

Annahme: Semantisch leere Komplementierer wie *dass* denotieren entweder eine Identitätsfunktion, wie in (21); oder sie denotieren einfach gar nichts. Hier nehmen wir aus Einfachheitsgründen wie bei I Letzteres an. Knoten, die ein semantisch leeres und ein andere Element dominieren, verhalten sich exakt wie von NK beschrieben: Die Interpretation des Mutterknotens ist gleich der des Tochterknotens. Am einfachsten folgt dies, wenn wir annehmen, dass semantisch leere Elemente zusammen mit ihren Ästen vor der Interpretation getilgt werden (TL).

(21) $[\![\textit{dass}]\!] = \lambda\ y \in D_t\ .\ y$

(22)
a. $[\![\ [_{CP}\ [_{C}\ (\textit{dass})\ ]\ [_{IP}\ [_{NP}\ [_{N}\ \textit{R.F.}]]\ [_{VP}\ [_{V}\ \textit{lächelt}]]\ (I)]]]\ ]\!] =$ (TL, 3x)
b. $[\![\ [_{CP}\ [_{IP}\ [_{NP}\ [_{N}\ \textit{R.F.}]]\ [_{VP}\ [_{V}\ \textit{lächelt}\ ]]]]\ ]\!] =$ (NK)
c. $[\![\ [_{IP}\ [_{NP}\ [_{N}\ \textit{R.F.}]]\ [_{VP}\ [_{V}\ \textit{lächelt}]]]\ ]\!] =$ (FA)
d. $[\![\ [_{VP}\ [_{V}\ \textit{lächelt}\ ]]\ ]\!]\ ([\![\ [_{NP}\ [_{N}\ \textit{R.F.}]]\ ]\!]\ ) =$ (NK, NK, TK)
e. $[\![\ [_{VP}\ [_{V}\ \textit{lächelt}]]\ ]\!]$ (Robert Förster) $=$ (NK, NK, TK)
f. $\lambda x \in D_e$ . x lächelt (Robert Förster) $=$ 1 gdw. Robert Förster lächelt

# Transitive Verben

Der Denotationsbereich transitiver Verben ist $D_{<e,<e,t>>}$: Funktionen von Individuen in Funktionen von Indivuden in Wahrheitswerte.

(23) $[\![\text{kennt}]\!] = \lambda x \in D_e \;.\; \lambda y \in D_e \;.\;$ y kennt x

(24) *dass Täve Robert Förster kennt*

a. $[\![\ [_{\text{IP}}\ [_{\text{NP}}\ [_{\text{N}}\ \textit{Täve}\ ]]\ [_{\text{VP}}\ [_{\text{NP}}\ [_{\text{N}}\ \textit{R.F.}\ ]]\ [_{\text{V}}\ \textit{kennt}\ ]]]\ ]\!] =$ (FA)

b. $[\![\ [_{\text{VP}}\ [_{\text{NP}}\ [_{\text{N}}\ \textit{R.F.}\ ]]\ [_{\text{V}}\ \textit{kennt}\ ]]\ ]\!]\ ([\![\ [_{\text{NP}}\ [_{\text{N}}\ \textit{Täve}\ ]]\ ]\!]) =$ (FA)

c. $[\![\ [_{\text{V}}\ \textit{kennt}\ ]\ ]\!]\ ([\![\ [_{\text{NP}}\ [_{\text{N}}\ \textit{R.F.}\ ]]\ ]\!])\ ([\![\ [_{\text{NP}}\ [_{\text{N}}\ \textit{Täve}\ ]]\ ]\!]) =$ (NK, NK, TK)

d. $[\![\ [_{\text{V}}\ \textit{kennt}\ ]\ ]\!]$ (Robert Förster) $([\![\ [_{\text{NP}}\ [_{\text{N}}\ \textit{Täve}\ ]]\ ]\!]) =$ (NK, NK, TK)

e. $[\![\ [_{\text{V}}\ \textit{kennt}\ ]\ ]\!]$ (Robert Förster) (Täve Schur) $=$ (NK, TK)

f. $\lambda x \in D_e \;.\; \lambda y \in D_e \;.\;$ y kennt x (Robert Förster) (Täve Schur) $=$ (FA)

g. $\lambda y \in D_e \;.\;$ y kennt Robert Förster (Täve Schur) $=$ 1 gdw. gilt: Täve Schur kennt Robert Förster

Bemerkung:
Hier erweist sich die Funktionsnotation der Mengennotation als überlegen. In der Mengennotation hätte die Bedeutung von *kennt* eine Menge von geordneten Paaren $<$y,x$>$ sein müssen, so dass gilt: y kennt x. Dann hätte aber die VP keine Bedeutung zugewiesen bekommen können (diese Bedeutung ist hier rot markiert).

# Frage

Hier sind zwei Denotationen von *kennt* in (25). Was ist der Unterschied?

(25) a. $[\![\textit{kennt}]\!] = \lambda \text{x}\ \lambda \text{y}\ .\ \text{y kennt x}$
b. $[\![\textit{kennt}]\!] = \lambda \text{y}\ \lambda \text{x}\ .\ \text{y kennt x}$

# Weitere Denotationen

(26) *Kein Mensch in Leipzig kennt Robert Förster*

Was mag *kein Mensch in Leipzig* bedeuten? Es bedeutet jedenfalls nicht nichts (z.B. die leere Menge), denn sonst würden (27-ab) dasselbe bedeuten.

(27) a. *Kein Mensch in Dresden kennt Robert Förster*
b. *Kein Student in Leipzig kennt Robert Förster*
c. *Kein Hund kennt Robert Förster*

(28) a. $[\![\textit{Mensch}]\!] = \lambda x \in D_e$ . x ist ein Mensch
b. $[\![\textit{in}]\!] = \lambda x \in D_e$ . $\lambda y \in D_e$ . y ist in x

Also: Beide Elemente können als Prädikate gebraucht werden, wie *lächelt* und *kennt*, respektive.

(29) a. *(dass) Robert Förster (ein) Mensch (ist)*
b. *(dass) Täve in Leipzig (ist)*

Was bedeutet erstmal *Mensch in Leipzig*? Wir brauchen noch eine neue Interpretationsregeln für Modifikationsstrukturen.

(30) Prädikatmodifikation (PM):
Wenn $\alpha$ ein verzweigender Knoten ist, und $\{\beta, \gamma\}$ ist die Menge von $\alpha$s Töchtern, und $[\![\beta]\!]$ und $[\![\gamma]\!]$ sind beide in $D_{<e,t>}$, dann gilt:
$[\![\alpha]\!] = \lambda$ x $\in D_e$ . $[\![\beta]\!](x) = [\![\gamma]\!](x) = 1$

# Quantoren

Annahme:
*kein* ist semantisch ein Quantor (syntaktische Kategorie: D). Quantoren denotieren (in Mengenredeweise) Relationen zwischen zwei Mengen von Individuen (also Prädikaten). Wieder braucht man Schönfinkelisierung, weil der Quantor sich zuerst mit N′ verbindet (N′ denotiert das erste Prädikat), und dann mit der VP (VP denotiert das zweite Prädikat).

(31) $[\![$*kein*$]\!]$ = $\lambda$P $\in$ $D_{<e,t>}$ . $\lambda$ Q $\in$ $D_{<e,t>}$ . es gibt kein x $\in$ $D_e$, so dass gilt: P(x) = 1 und Q(x) = 1.

(32) a. $[\![$*Mensch in Leipzig*$]\!]$ = $\lambda$x $\in$ $D_e$ . x ist ein Mensch und x ist in Leipzig
b. $[\![$*kein Mensch in Leipzig*$]\!]$ = $\lambda$ Q $\in$ $D_{<e,t>}$ . es gibt kein x $\in$ $D_e$, so dass gilt: x ist ein Mensch in Leipzig und Q(x) = 1.

Also vereinfacht (und in Mengenredeweise): $[\![$*kein Mensch in Leipzig*$]\!]$ = die Menge der Eigenschaften, die kein Mensch in Leipzig hat. Eine solche Eigenschaft mag z.B. die sein, Robert Förster zu kennen.

(33) $[\![$*Robert Förster kennt*$]\!]$ = $\lambda$y $\in$ $D_e$ . y kennt Robert Förster

(34) $[\![$*kein Mensch in Leipzig Robert Förster kennt*$]\!]$ = $\lambda$ Q $\in$ $D_{<e,t>}$ . es gibt kein x $\in$ $D_e$, so dass gilt: x ist ein Mensch in Leipzig und Q(x) = 1 ($\lambda$y $\in$ $D_e$ . y kennt Robert Förster) = 1 gdw. gilt:
Es gibt kein x, so dass gilt: x ist ein Mensch in Leipzig und x kennt Robert Förster.

# Bewegung

Was fehlt noch zur Interpretation von (35)?

(35) *Kein Mensch in Leipzig*$_2$ *kennt*$_1$ $t_2$ *Robert Förster* $t_1$

Beobachtung: *kein Mensch* ist topikalisiert worden; *kennt* ist durch Finitumvoranstellung nach vorn bewegt worden. Im einfachsten Fall gilt: Solche Bewegungen sind semantisch irrelevant. Die Interpretation von bewegten Elementen erfolgt (oft, also z.B. hier) in der Position der Spur.