Diskursrepräsentation
und Dynamische Interpretation
Hauptseminar, Di 10-12, MOS 403, Krifka

Die Diskursrepräsentationstheorie von Hans Kamp hat es sich zum Ziel gesetzt, anaphorische Beziehungen innerhalb von Sätzen und auch Texten in einem präzisen semantischen Rahmen zu erfassen. Wir werden uns zunächst diese Theorie systematisch anhand von Kamp & Reyle (1993) erarbeiten. Wir werden ferner die Anwendung dieser Theorie auf Präsuppositionen diskutieren, wie sie van der Sandt vorgeschlagen hat, der Präsuppositionen als eine Art von Anaphora analysiert hat. Die Theorie von Kamp nimmt explizit Repräsentationen als Bedeutungen an. Wir werden uns im letzten Teil Theorien der direkten Interpretation von anaphorischen Beziehungen zuwenden (Irene Heim, Groenendijk & Stokhof, Dekker, Asher & Lascarides) und dabei eine Reihe von Anwendungsbeispielen, wie Pluralreferenz und Präsuppositionen, wieder aufgreifen.

Voraussetzung: Kenntnisse in der Syntax und Semantik im Umfang des Grundstudiums.

Die Bewertung der Leistung erfolgt durch regelmässige Hausaufgaben und durch einen Vortrag mit Handout am Ende des Seminars zu einem einschlägigen Thema.

Literaturhinweis: Hans Kamp & Uwe Reyle, “From Discours to Logic”, Kluwer 1993.

Koordinaten:

Büro: Schützenstr. 21, Zimmer 415, Telefon: 20196-670
Sekretariat: Barbara Leubner, Telefon 20196-639, Zimmer 424
e-mail: krifka@rz.hu-berlin.de (bitte als Betreff [*Subject*]: “DR-Seminar”)
Sprechstunde: Mittwoch 13 – 15 Uhr und n. Vereinb (bitte im Sekretariat anmelden)
Website des Kurses siehe unter: http://amor.rz.hu-berlin.de/~h2816i3x/lehrstuhl

1. Statische Semantik

1.1 Aufgabe und Ziel der Semantik

Semantik: Die Lehre der **Bedeutung** sprachlicher Ausdrücke (Morpheme, Wörter, Phrasen, Sätze, Texte).

Grundsätzliche Annahme: **Kompositionalität**, d.h. die Bedeutung von komplexen Ausdrücken ergibt sich aus der Bedeutung ihrer Teile und der Art und Weise, wie sie zusammengesetzt sind. (Auch **Frege-Prinzip** genannt.)

Im folgenden wird die Bedeutung eines Ausdrucks α durch $[\![\alpha]\!]$ angegeben.

(1) a. Ausdruck: *Der Bauer schlug einen Esel.*
b. Syntaktische Struktur:
$[_S\ [_{NP}\ [_{DET}\ \textit{der}]\ [_N\ \textit{Bauer}]]\ [_{VP}\ [_V\ \textit{schlug}]\ [_{NP}\ [_{DET}\ \textit{einen}]\ [_N\ \textit{Esel}]]]]$
c. Bedeutung:
$[\![[_S\ [_{NP}\ [_{DET}\ \textit{der}]\ [_N\ \textit{Bauer}]]\ [_{VP}\ [_V\ \textit{schlug}]\ [_{NP}\ [_{DET}\ \textit{einen}]\ [_N\ \textit{Esel}]]]]]\!]$
lässt sich berechnen aus
$[\![[_{NP}\ [_{DET}\ \textit{der}]\ [_N\ \textit{Bauer}]]]\!]$ und $[\![[_{VP}\ [_V\ \textit{schlug}]\ [_{NP}\ [_{DET}\ \textit{einen}]\ [_N\ \textit{Esel}]]]]\!]$
lässt sich berechnen aus — lässt sich berechnen aus
$[\![[_{DET}\ \textit{der}]]\!]$ und $[\![[_N\ \textit{Bauer}]]\!]$ — $[\![[_V\ \textit{schlug}]]\!]$ und $[\![[[_{DET}\ \textit{einen}]\ [_N\ \textit{Esel}]]]\!]$
lässt sich berechnen aus
$[\![[_{DET}\textit{einen}]]\!]$ und $[\![[_N\textit{Esel}]]\!]$

Grund für Annahme von Kompositionalität: Menschliche Sprachen erlauben die Bildung einer unendlichen Menge von Ausdrücken, denen Bedeutungen zugewiesen werden; sie werden aber in endlicher Zeit gelernt.

Ausnahmen für Kompositionalität?

1.2 Wahrheitsfunktionale Semantik

Was sind Bedeutungen? Eine Reihe von Antworten sind denkbar:

- Regularitäten des Gebrauchs von Ausdrücken
- Neuronale Muster im Gehirn von Sprechern
- Verhaltenstendenzen, die mit bestimmten Wörtern und Ausdrücken einhergehen.
- Platonische Ideen jenseits der materiellen, beobachtbaren Welt, die aber dennoch das Denken und Verhalten von Menschen beeinflussen.

Es ist schwierig, aufgrund solcher Vorstellungen von Bedeutung eine linguistische Semantik zu entwickeln, die dem Gedanken der Kompositionalität gerecht wird.

Als besonders erfolgreich hat sich jedoch erwiesen, den Begriff der **Bedeutung** mit dem Begriff der **Wahrheit** zusammenzubringen. Es besteht eine offensichtliche Beziehung zwischen Bedeutung und Wahrheit von Aussagesätzen:

- Die **Bedeutung** eines Aussagesatzes α zu kennen heißt (impliziert), angeben zu können, unter welchen Umständen dieser Satz **wahr** oder **falsch** ist.

Beispiel: Die Bedeutung von *Die Ampel ist rot* zu kennen, heißt, angeben zu können, unter welchen Umständen dieser Satz wahr oder falsch ist.

Probleme:

- Was, wenn der Satz in einer Situation unangemessen ist (z.B. es gibt gar keine Ampel, oder es gibt zwei)?

Erweiterung: Die Bedeutung eines Aussagesatzes zu kennen, heißt, angeben zu können, unter welchen Umständen dieser Satz angemessen ist, und falls er angemessen ist, ob er wahr oder falsch ist.

- Was, wenn es verschiedene Interpretationskriterien gibt (z.B. die Ampel ist rot angestrichen, zeigt aber auf grün; die Ampel zeigt auf rot und gelb gleichzeitig; die Ampel zeigt nur ein sehr schwaches rotes Licht)?

Bei der Bewertung der Bedeutung von Aussagesätzen muss man ambige Sätze desambiguieren und vage Sätze präzisieren.

- Das Kriterium reicht nicht aus, um beispielsweise die Bedeutungen von *Die Ampel ist rot* und *die Ampel ist leider rot* zu unterscheiden (beide sind wahr und falsch in genau denselben Situationen).

Das ist richtig, aber die wahrheitsfunktionale Theorie der Bedeutung behauptet ja nicht, alle Aspekte von Bedeutung erfasst zu haben. Und Bedeutungsaspekte wie Sprechereinstellungen (Konnotationen) können selbst wieder wahrheitskonditional beschrieben werden (z.B. *leider* α: Die Wahrheitsbedingungen von α, wobei der Sprecher bedauert, dass α wahr ist.

- Das Kriterium erfasst nur die Bedeutung von Aussagesätzen, nicht von Frage-, Befehls-, Ausrufesätzen, nicht von expliziten Performativen wie *Ich ernenne Sie hiermit zum Präsidenten*, usw.

Das ist richtig, aber solche Sätze stehen entweder mit Aussagesätzen in systematischer Beziehung (z.B. Fragen zu Antworten), oder können durch Aussagesätze beschrieben werden.

- Das Kriterium erfasst die Bedeutung von Aussagesätzen und vielleicht Texten, aber nicht die Bedeutung von Konstitutenten unterhalb der Satzebene.

Das ist richtig, aber von dem Kriterium der Wahrheit für Aussagesätze kann man Kriterien für die Bedeutung von Teilausdrücken von Sätzen entwickeln, wenn man Kompositionalität voraussetzt.

Beispiel: Für unsere Zwecke **identifizieren** wir die Bedeutung eines Aussagesatzes mit den Bedingungen, unter denen er wahr ist.

(2) a. $[\![[_S [_{NP}\ \textit{Lola}]\ [_{VP}\ \textit{rennt}]]]\!]$ = die Menge der Situationen, in denen Lola rennt.

Die Bedeutung des Namens *Lola* ist sicherlich eine bestimmte Person mit diesem Namen.

(2) b. $[\![[_{NP}\ \textit{Lola}]]\!]$ = Lola.

Die Bedeutung von *rennt* ist dann eine Funktion, die für jede Person die Situationen angibt, in denen sie rennt. Im mathematischen Sinn ist es eine Funktion von Personen (oder allgemein Entitäten) in Situation. Es gibt hierfür verschiedene Schreibweisen (vgl. http://amor.rz.hu-berlin.de/~h2816i3x/SemanticsI-02.pdf).

(2) c. $[\![[_{VP}\ \textit{rennt}]]\!]$
= eine Funktion von Entitäten x in die Menge der Situationen, in denen x rennt
= f: [E → S], wobei f(x) = {s | x rennt in s}
= λx{s | x rennt in s}

Wir erhalten die Bedeutung des Satzes *Lola rennt*, wenn wir die Bedeutung des Verbs auf die Bedeutung des Nomens anwenden:

(2) d. $[\![\textit{Lola rennt}]\!] = [\![\textit{rennt}]\!]([\![\textit{Lola}]\!])$ = {s | Lola rennt in s}

Wenn man an eine bestimmte Situation s denkt, dann kann man die Bedeutung eines Aussagesatzes mit einem **Wahrheitswert** identifizieren (**wahr** (w/1) oder **falsch** (f/0), vielleicht zusätzlich **unbestimmt**). Das vereinfacht unsere Darstellung etwas:

(3) a. $[\![\textit{Lola rennt}]\!]$ (in der Situation s):
w gdw. Lola in s rennt; f gdw. Lola in s nicht rennt.

b. $[\![\textit{Lola}]\!]$, in s: die Person, die in s Lola genannt wird.

c. $[\![\textit{rennt}]\!]$, in s: eine Funktion, die jeder Entität x in s den Wahrheitswert w zuordnet, falls x in s rennt, und den Wahrheitswert f, falls x in s nicht rennt.
= f: [E → {w, f}], wobei f(x)=w gdw. x in s rennt, f(x)=f gdw. x in s nicht rennt,
= λx[x rennt in s]

1.3 Wahrheitsfunktionale Semantik und Logik

Die wahrheitsfunktionale Semantik ist eine junge Wissenschaft (Frege 1892; Montague 1968, Lewis 1970, Cresswell 1973). Sie beruht aber auf einer wesentlich älteren, der **Logik** (Aristoteles).

Aufgabe der Logik: Charakterisierung des **Folgerungsbegriffs**: Unter welchen Umständen gilt: Wenn Sätze (Prämissen) $\alpha_1, \alpha_2, \ldots \alpha_n$ wahr sind, dann ist auch β (die Folgerung) wahr.

Beispiel: Syllogismus; aus (a) und (b) folgt (c).

(4) a. Alle Känguruhs sind Beuteltiere.
b. <u>Einige Känguruhs sind nachtaktiv.</u>
c. Einige Beuteltiere sind nachtaktiv.

(5) a. Alle Känguruhs sind zweisprachig.
b. <u>Einige Känguruhs rauchen.</u>
c. Einige Zweisprachler rauchen.

Es kommt hier nicht darauf an, ob die Prämissen tatsächlich wahr sind.

Es kommt auch nicht auf die spezifischen (nicht-logischen) Wörter an; der Schluß ist allgemein wie folgt charakterisierbar:

(6) a. Alle P sind Q.
b. <u>Einige P sind R.</u>
c. Einige P sind Q.

Dies ist ein Grund, weshalb in der Logik **formale Sprachen** entwickelt wurden.

Ein anderer Grund: Man versuchte, die Vagheit und Ambiguität natürlicher Sprachen aus der Betrachtung zu verbannen.

Trotzdem wurde die Logik für die Analyse der Semantik von natürlicher Sprache wichtig.

1.4 Logiksprachen: Aussagenlogik

Die einfachste Logiksprache beschäftigt sich nur mit ganzen Aussagensätzen und ihren Kombinationen durch Wörter wie *und, oder, wenn-dann* und *genau dann, wenn*.

Die syntaktischen Regeln beschreiben den Aufbau von **wohlgeformten Ausdrücken** (WA):

(7) a. Einfache Aussagen: $p_1, p_2, p_3, \ldots$ (kurz p, q, r).
b. Zusammengesetzte Aussagen:
Wenn Φ ein WA ist, dann ist ¬Φ ein WA (Negation, *non* Φ)
Wenn Φ, Ψ WAs sind, dann sind die folgenden Ausdrücke ebenfalls WAs:
[Φ Ψ], (Konjunktion, Φ *und* Ψ)
[Φ Ψ], (Disjunktion, Φ *oder* Ψ)
[Φ → Ψ], (Konditional, *wenn* Φ *dann* Ψ)
[Φ ↔ Ψ]. (Bikonditional, Φ *genau dann wenn* Ψ)

Die semantischen Regeln beschreiben, wie der Wahrheitswert eines komplexen Ausdrucks auf die Wahrheitswerte der Teilausdrücke zurückgeführt werden kann. Wir nehmen an, dass die Wahrheitswerte der einfachen Ausdrücke gegeben sind. Wir verwenden 1 und 0 für “wahr” und “falsch”. Die Wahrheitswerte können am einfachsten in Form von Wahrheitswert-Tabellen gegeben werden.

Φ	Ψ	¬Φ	[Φ Ψ]	[Φ Ψ]	[Φ → Ψ]	[Φ ↔ Ψ]
1	1	0	1	1	1	1
0	1	1	0	1	1	0
1	0		0	1	0	0
0	0		0	0	1	1

Siehe http://amor.rz.hu-berlin.de/~h2816i3x/SemanticsI-04.pdf für die Motivation dieser Wahrheitswert-Verteilungen.

Wahrheitswerte von komplexen Ausdrücken können damit kompositional errechnet werden:

(8) [[p   q] → [r   p]]
   0   1   1   0   [angenommene Wahrheitswerte der einfachen Ausdrücke
   ¾¾   ¾¾¾
   1   0
   ¾¾¾¾
        0   [abgeleiteter Wahrheitswert des komplexen Ausdrucks]

1.5 Logiksprachen: Prädikatenlogik

Die Prädikatenlogik entwickelt Mittel, um auch auf Ausdrücke unterhalb der Satzebene zu sprechen.

Die Prädikatenlogik unterscheidet zwischen zwei Arten elementarer Ausdrücke: **Terme** (sie stehen für Entitäten, wie Namen) und **Prädikate** (sie stehen für Eigenschaften von Entitäten, oder für Relationen zwischen Entitäten). Beispiele:

(9) a. Namen: a, b, c (z.B. Anton, Berta, Carl)
b. Prädikate: M (“ist ein Mann”), F (“ist eine Frau”), R (“ist reich”), L (“liebt”)
c. Sätze: M(a) (“Anton ist ein Mann”), M(b), R(b), L(a,b) (“Anton liebt Berta”)
d. Komplexe Sätze: [M(a)   R(b)   L(a,b)]

Wir unterscheiden einstellige Prädikate (M), zweistellige Prädikate (L), allgemein n-stellige Prädikate. Die Stelligkeit gibt an, mit wie vielen Termen ein Prädikat kombiniert werden muss, um einen Satz zu ergeben. 0-stellige Prädikate können nicht mit Termen kombiniert werden (Beispiel: *es regnet*).

Syntaktische Regeln:

(10) a. Grundausdrücke:
i. Terme t_1, t_2, t_3, … (kurz a, b, c)
ii. Für jede Zahl n, n-stellige Prädikate P^n_1, P^n_2, P^n_3, …
b. Komplexe Ausdrücke:
i. Wenn π ein n-stelliges Prädikat und $τ_1$, $τ_2$, … $τ_n$ Terme sind, dann ist $π(τ_1, τ_2, … τ_n)$ ein Satz.
ii. Wenn $τ_1$, $τ_2$ Terme sind, dann ist $[τ_1 = τ_2]$ ein Satz.
c. Sätze können nach den Regeln der Aussagenlogik kombiniert werden.

Die semantische Interpretation wird durch ein **Modell** für die semantische Interpretation der Grundausdrücke bestimmt. Ein Modell M ist ein Paar U, F , wobei U die Menge der Elemente angibt, über die gesprochen wird (das **Diskursuniversum**), und F eine Funktion, welche die Bedeutung der elementaren Ausdrücke festlegt. Terme werden durch Individuen interpretiert, einstellige Prädikate durch Mengen, zweistellige Prädikate durch Mengen von Paaren usw. Nullstellige Prädikate (Sätze) werden als Wahrheitswerte interpretiert.

(11) U = {Anton, Berta, Carl}
F(a) = Anton, F(b) = Berta, F(c) = Carl,
F(M) = {Anton, Carl}, F(B) = {Berta}, F(R) = {Berta, Carl},
F(L) = { Anton, Berta ,   Berta, Carl }

Wir schreiben $[\![α]\!]^M$ für die Bedeutung von α im Modell M. Komplexe Ausdrücke werden wie folgt interpretiert:

(12) a. Wenn α ein einfacher Ausdruck ist, dann ist $[\![α]\!]^M = F(α)$.
b. Wenn π ein einstelliges Prädikat und τ ein Term ist, dann ist $[\![π(τ)]\!]^M = 1$ gdw. $[\![τ]\!]^M \quad [\![π]\!]^M$
c. Wenn π ein n-stelliges Prädikat und $τ_1$, … $τ_n$ Terme sind (n ≥ 2), dann ist $[\![π(τ_1, … τ_n)]\!]^M = 1$ gdw. $[\![τ_1]\!]^M$, … $[\![τ_n]\!]^M \quad [\![π]\!]^M$
d. Wenn $τ_1$, $τ_2$ zwei Terme sind, dann ist $[\![τ_1 = τ_2]\!]^M = 1$ gdw. $[\![τ_1]\!]^M = [\![τ_2]\!]^M$
e. Für Sätze gelten die Regeln der Aussagenlogik.

Beispiel:

(13) $[\![[M(a) \quad L(a,b)]\!]^M = 1$ gdw.
$[\![M(a)]\!]^M = 1$ und $[\![L(a,b)]\!]^M = 1$
gdw. $[\![a]\!]^M \quad [\![M]\!]^M$ gdw. $[\![a]\!]^M,[\![b]\!]^M \quad [\![L]\!]^M$
gdw. Anton   {Anton, Carl} gdw. Anton,Berta   { Anton, Berta , Berta, Carl }

1.6 Variablen und Quantoren

Ein wesentliches Ausdrucksmittel der Prädikatenlogik sind **Variablen**. Sie erlauben es, über Dinge zu sprechen, für die keine Namen zur Verfügung stehen.

(14) a. Ein Mann ist reich.
b. Jeder Mann ist reich.
c. Eine Frau liebt jeden Mann.
d. Jeder Mann liebt eine Frau, die ihn liebt.

Wir kennen Variablen aus der Mathematik. Die Beispiele würden in der Prädikatenlogik wie folgt behandelt:

(15) a. Für ein x gilt: x ist ein Mann und x ist reich.
b. Für jedes x gilt: Wenn x ein Mann ist, dann ist x reich.
c. Es gibt ein x, sodass gilt: x ist eine Frau, und für jedes y, wenn y ein Mann ist, dann liebt x y.
d. Für jedes x gilt: Wenn x ein Mann ist, dann gibt es eine Frau y, sodass x y liebt, und y x liebt.

Insbesondere das letzte Beispiel zeigt, dass Variablen uns erlauben, über dasselbe Ding (das nicht notwendig namentlich bekannt sein muss) mehrere Aussagen zu machen.

Variablen werden durch **Quantoren** gebunden. Die Prädikatenlogik kennt zwei Quantoren: Den **Allquantor**   und den **Existenzquantor** . Unsere Beispiele können wie folgt ausgedrückt werden:

(16) a. x[M(x) R(x)]
b. x[M(x) → R(x)]
c. x[F(x) y[M(y) → L(x, y)]]
d. x[M(x) → y[F(y) L(x, y) L(y, x)]]]

Die syntaktischen Regeln für Variablen und Quantoren sind sehr einfach:

(17) a. Zu den Termen gehören auch die Variablen x_1, x_2, x_3, ... (kurz x, y, z genannt).
b. Wenn Φ ein Satz und x eine Variable ist, dann sind xΦ und xΦ Sätze.

Wir nennen Φ in xΦ oder xΦ den **Skopus** (semantischen Bereich) des Quantor-Variablen-Symbols x bzw. x.

Wenn die Variable x in Φ vorkommt, dann heißt dieses Vorkommnis von x durch x bzw. x **gebunden**, falls es keine Quantor-Variablen-Vorkommen x/ x in Φ gibt, in deren Skopus das Vorkommnis von x ist. Ein Variablenvorkommnis, das durch kein Quantor-Variablen-Vorkommnis gebunden ist, heißt **frei**.

(18) x[M(x) → y[F(y) x[M(x) → L(x, y)]]] F(x)

1.7 Interpretationsregeln der Prädikatenlogik

Die übliche Interpretation der Prädikatenlogik mit Variablen und Quantoren macht von dem Instrument der **Variablenbelegung** Gebrauch. Das ist eine Funktion, die jede Variable auf eine Entität im Universum abbildet.

Wenn g eine Variablenbelegung, x eine Variable und a ein Objekt ist, dann ist g[x/a] die **Variante** von g, die wie g aussieht, außer dass die Variable x auf a abgebildet wird.

(19) a. Beispiel Variablenbelegung:
g = [x_1 → Anton, x_2 → Berta, x_3 → Anton, x_4 → Carl, …]
b. Beispiele Variante von Variablenbelegungen:
g[x_2/Carl] = [x_1 → Anton, x_2 → Carl, x_3 → Anton, x_4 → Carl, …]
g[x_3/Anton] = g
g[x_2/Carl][x_3/Berta] = [x_1 → Anton, x_2 → Carl, x_3 → Berta, x_4 → Carl, …]

Die Grundausdrücke sind entweder **Konstanten** (Prädikate, konstante Terme) oder **Variablen**. Für die Interpretation der Konstanten ist die Funktion F des Modells M = U, F zuständig (siehe oben). Für die Interpretation der Variablen ist die Variablenbelegung zuständig.

Die Interpretation eines prädikatenlogischen Ausdrucks geschieht also relativ zu einem Modell M und einer Variablenbelegung g: $\llbracket\alpha\rrbracket^{M,g}$. Die Regeln in (12) werden wie folgt modifiziert:

(20) a. Wenn α eine Konstante (Term oder Prädikat) ist, dann ist $\llbracket\alpha\rrbracket^{M,g} = F(\alpha)$.
a′. Wenn α eine Variable ist, dann ist $\llbracket\alpha\rrbracket^{M,g} = g(\alpha)$.
b. $\llbracket\pi(\tau)\rrbracket^{M,g} = 1$ gdw. $\llbracket\tau\rrbracket^{M,g}$ $\llbracket\pi\rrbracket^{M,g}$
c. $\llbracket\pi(\tau_1, \dots \tau_n)\rrbracket^{M,g} = 1$ gdw. $\llbracket\tau_1\rrbracket^{M,g}$, … $\llbracket\tau_n\rrbracket^{M,g}$ $\llbracket\pi\rrbracket^{M,g}$
d. $\llbracket\tau_1 = \tau_2\rrbracket^{M,g} = 1$ gdw. $\llbracket\tau_1\rrbracket^{M,g} = \llbracket\tau_2\rrbracket^{M,g}$
e. $\llbracket\neg\Phi\rrbracket^{M,g} = 1$ gdw. $\llbracket\Phi\rrbracket^{M,g} = 0$,
$\llbracket[\Phi \quad \Psi]\rrbracket^{M,g} = 1$ gdw. $\llbracket\Phi\rrbracket^{M,g} = 1$ und $\llbracket\Psi\rrbracket^{M,g} = 1$, usw.
f. $\llbracket$ xΦ$\rrbracket^{M,g} = 1$ gdw. es gibt ein a U sodaß gilt: $\llbracket\Phi\rrbracket^{M,g[x/a]} = 1$
$\llbracket$ xΦ$\rrbracket^{M,g} = 1$ gdw. für alle a U gilt: $\llbracket\Phi\rrbracket^{M,g[x/a]} = 1$

1.8 Einige Beispiele für Interpretationen

Modell und Variablenbelegung:

(21) a. M = U, F ,
b. D = {Mary, Sue, John}
c. F(m) = Mary, F(s) = Sue, F(j) = John,
F(G) = {Mary, Sue}, F(B) = {John}, F(S) = {Mary}
F(L) = { Mary, John , Sue, Mary , John, John , Mary, Sue }

(22) g = { x, John , y, Sue , z, Mary , x_3, Sue …}.

Beispiele, ohne Quantoren:

(23) $\llbracket G(m)\rrbracket^{M,g} = 1$ if $\llbracket m\rrbracket^{M,g}$ $\llbracket G\rrbracket^{M,g}$,
if F(m) F(G), which is the case, hence $\llbracket G(m)\rrbracket^{M,g} = 1$.

(24) $\llbracket[G(m) \quad L(m,j)]\rrbracket^{M,g} = 1$ if $\llbracket G(m)\rrbracket^{M,g} = 1$ and $\llbracket L(m,j)\rrbracket^{M,g} = 1$
if $\llbracket m\rrbracket^{M,g}$ $\llbracket G\rrbracket^{M,g}$ and $\llbracket m\rrbracket^{M,g}$, $\llbracket j\rrbracket^{M,g}$ $\llbracket L\rrbracket^{M,g}$
if F(m) F(G) and F(m), F(j)   F(L)
This is the case, hence: 1.

(25) $\llbracket G(x)\rrbracket^{M,g} = 1$ if $\llbracket x\rrbracket^{M,g}$ $\llbracket G\rrbracket^{M,g}$,
if g(x) $\llbracket G\rrbracket^{M,g}$, which is not the case, hence: 0.

Beispiele, mit Quantoren:

(26) $\llbracket$ xG(x)$\rrbracket^{M,g} = 1$ gdw. es ein a U gibt sodass $\llbracket G(x)\rrbracket^{M,g[x/a]} = 1$.
Drei Fälle: a = Mary, a = John, a = Sue.
Wir wählen: a = Mary,
wir haben $\llbracket G(x)\rrbracket^{M,g[x/Mary]} = 1$ gdw.
$\llbracket g\rrbracket^{M,g[x/Mary]}$ $\llbracket G\rrbracket^{M,g[x/Mary]}$, gdw.
g[x/Mary](x) F(G), gdw.
Mary {Mary, Sue} (wahr, nach unserem Modell),
daher: $\llbracket$ xG(x)$\rrbracket^{M,g} = 1$.

(27) $\llbracket$ x[G(x) → S(x)]$\rrbracket^{M,g} = 1$
gdw. für **jedes** Element a U gilt: $\llbracket[G(x) \to S(x)]\rrbracket^{M,g[x/a]} = 1$.
Drei Fälle: a = Mary, a = John, a = Sue.
Fall a = Mary:
$\llbracket[G(x) \to S(x)]\rrbracket^{M,g[x/Mary]} = 0$, gdw.
$\llbracket G(x)\rrbracket^{M,g[x/Mary]} = 1$ und $\llbracket S(x)\rrbracket^{M,g[x/Mary]} = 0$, gdw.
$\llbracket x\rrbracket^{M,g[x/Mary]}$ $\llbracket G\rrbracket^{M,g[x/Mary]}$ und $\llbracket x\rrbracket^{M,g[x/Mary]}$ $\llbracket S\rrbracket^{M,g[x/Mary]}$, gdw.
g[x/Mary](x) F(G) und g[x/Mary](x) F(S), gdw.
Mary {Mary, Sue} und Mary {Mary}, which is
Wahr und Falsch
Wir wissen damit: $\llbracket[G(x) \to S(x)]\rrbracket^{M,g[x/Mary]} \neq 0$, d.h. = 1.

Fall a = John:
$[\![G(x) \rightarrow S(x)]\!]^{M,g[x/John]} = 0$, gdw. (vgl. Ableitung oben)
John {Mary, Sue} und John {Mary}
Falsch Wahr

wir wissen damit: $[\![G(x) \rightarrow S(x)]\!]^{M,g[x/John]} \neq 0$, d.h. = 1.

Fall a = Sue:
$[\![G(x) \rightarrow S(x)]\!]^{M,g[x/Sue]} = 0$, gdw.
Sue {Mary, Sue} und Sue {Mary}
Wahr Wahr

wir wissen damit $[\![G(x) \rightarrow S(x)]\!]^{M,g[x/Sue]} = 0$.

Wir konnten **nicht** zeigen: $[\![G(x) \rightarrow S(x)]\!]^{M,g[x/a]} = 1$ für alle a U.

Wir wissen damit dass $[\![\ x[G(x) \rightarrow S(x)]]\!]^{M,g} = 0$.

Beispiel, mit mehr als einem Quantor:

(28) $[\![\ x\ yL(x,y)]\!]^{M,g} = 1$ gdw.
für alle a U, $[\![\ yL(x,y)]\!]^{M,g[x/a]} = 1$

Fälle a = Mary, a = Sue, a = John.

Case a = Mary:
$[\![\ yL(x,y)]\!]^{M,g[x/Mary]} = 1$ gdw. es gibt ein a, a A, sodass $[\![L(x,y)]\!]^{M,g[x/Mary][y/a]} = 1$.

Drei Fälle: a = Mary, a = John, a = Sue.

Fall a = John.
$[\![L(x,y)]\!]^{M,g[x/Mary][y/a]} = 1$, as
$[\![x]\!]^{M,g[x/Mary][y/John]}$, $[\![y]\!]^{M,g[x/Mary][y/John]}$ $[\![L]\!]^{M,g[x/Mary][y/John]}$, da
g[x/Mary][y/John](x), g[x/Mary][y/John](y) F(L), da
Mary, John F(L), da
Mary, John { Mary, John , Sue, Mary , John, John , Mary, Sue },
Wahr.

Fall a = Sue:
$[\![\ yL(x,y)]\!]^{M,g[x/Sue]} = 1$ gdw. es gibt ein a, a A, sodass $[\![L(x,y)]\!]^{M,g[x/Sue][y/a]}=1$.

Drei Fälle: a = Mary, a = John, a = Sue.

Fall a = Mary. Wir haben: $[\![L(x,y)]\!]^{M,g[x/Sue][y/a]} = 1$.

Fall a = John,

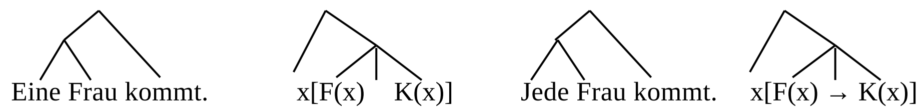
$[\![\ yL(x,y)]\!]^{M,g[x/John]} = 1$ gdw. es gibt ein a, a A, sodass $[\![L(x,y)]\!]^{M,g[x/John][y/a]} = 1$.

Drei Fälle: a = Mary, a = John, a = Sue.
Fall a = John. Wir haben: $[\![L(x,y)]\!]^{M,g[x/John][y/John]} = 1$.
D.h. $[\![\ x\ yL(x,y)]\!]^{M,g} = 1$.

1.9 Probleme mit natürlicher Sprache

Die syntaktische Struktur von Aussagen der natürlichen Sprache und der Prädikatenlogik ist recht unterschiedlich:

(29)



Trotzdem scheint es regelmässige Entsprechungen zu geben, welche die Prädikatenlogik für die Analyse von natürlicher Sprache geeignet erscheinen lassen:

- Indefinite NPn wie *eine Frau* werden durch Existenzquantoren bzw. das Muster x[N(x) …] ausgedrückt,
  während univerale NPn wie *jede Frau* durch Allquantoren bzw. dem Muster x[N(x) → …] ausgedrückt werden.
- Pronominale Referenz kann durch Verwendung von gleichen Variablen ausgedrückt werden:

(30) a. *Eine Frau kennt einen Mann, der sie liebt.*
x[F(x) y[M(y) K(x, y) L(y, x)]]

b. *Jede Frau kennt einen Mann, der sie liebt.*
x[F(x) → y[M(y) K(x, y) L(y, x)]]

Zwar kann die Prädikatenlogik, wie sie hier entwickelt wurde (die Prädikatenlogik **erster Stufe**) viele natürlichsprachliche Quantoren nicht ausdrücken (z.B. *die meisten Frauen*). Dieses Problem konnte jedoch in höherstufigen Prädikatenlogiken gelöst werden (**Generalisierte Quantoren**; Montague 1968, Barwise & Cooper 1982).

Es gibt jedoch einige schwerwiegende Problemen, welche die Auffassung, die Prädikatenlogik sei für die systematische Erfassung von natürlicher Sprache geeignet, in Frage stellten:

- Ein Problem ist, dass indefinite NPn in manchen Kontexten nicht als existentielle Quantoren, sondern als universale Quantoren gedeutet werden müssen:

(31) a. *Ein Bauer, der einen Esel hatte, schlug ihn.*
x[B(x) y[E(y) H(x, y) S(x, y)]]
(oder x y[B(x) E(y) H(x, y) S(x, y)])

b. *Jeder Bauer, der einen Esel hatte, schlug ihn.*
x y[B(x) E(y) H(x, y) → S(x, y)]

- Ein zweites Problem ist, dass die Variablen von indefiniten NPn in späteren Sätzen wieder aufgegriffen werden können. Es ist unklar, wie das technisch zu modellieren ist, und weshalb das bei universalen NPn nicht möglich ist.

(32) a. *Ein Bauer hatte einen Esel. Er schlug ihn.*
x y[B(x) E(y) H(x,y)] S(x,y) (nicht gebunden!)

b. *Jeder Bauer hatte einen Esel. *Er schlug ihn.*
c. *Ein Bauer hatte jeden Esel. *Er schlug ihn.*

Diese Probleme haben zu einer fundamentalen Neuorientierung in der linguistischen Semantik geführt (vgl. vor allem David Lewis: “Adverbs of quantification” (1975); Hans Kamp: “A theory of truth and semantic representation” (1981) und Irene Heim: “The semantics of definite and indefinite noun phrases” (1982).