

HS/OS Satzsemantik

SoSe 2015

Eberhard Karls Universität Tübingen

Sarah Zobel, sarah.zobel@ds.uni-tuebingen.de

Extensionale Semantik I

Inhaltsverzeichnis

1 Konzeptueller Hintergrund	2
1.1 Bedeutungstheorien	2
1.2 Bedeutungsebenen	2
2 Wörter, Deklarativsätze und semantische Typen	3
2.1 Wortbedeutung	3
2.2 Satzbedeutung und Wahrheitsbedingungen	4
2.3 Extensionen – formal	5
2.3.1 Eigennamen und Sätze	5
2.3.2 Nomen und intransitive Verben	6
2.3.3 Transitive Verben	6
2.4 Semantische Typen	7
3 Kompositionalität	8
3.1 Die Idee der Kompositionalität	8
3.2 Konzeptuell: Komposition als Sättigung	8
3.3 Formal: Komposition als Funktionalapplikation	9
3.4 Semantische Typen und Komponierbarkeit	11
4 Nominale Modifikation: Adjektive	12
4.1 Allgemeines zu Adjektiven	12
4.2 Attributive Verwendung von Adjektiven	13
4.3 Ein alternativer Vorschlag	15
4.4 Die Kontextabhängigkeit von Adjektiven	16

(Basiert auf: Heim und Kratzer (1998), Zimmermann und Sternefeld (2013), und zum Teil auf Meibauer et al. (2007).)

1 Konzeptueller Hintergrund

In der Satzsemantik wird – ausgehend von den Beobachtungen zu den **semantischen Fähigkeiten kompetenter Sprecher** – erforscht, was die **Bedeutung eines Deklarativsatzes** ist, und wie diese “zustande kommt”. Die **beiden zentralen Fragen**, die verfolgt werden, sind:

- Welche Annahmen kann/soll/darf man bezüglich der Bedeutung von Sätzen¹ machen, d.h. was ist die Bedeutung von Sätzen?
- In welcher Beziehung steht die Bedeutung eines Satzes zu der Bedeutung der Wörter, die in dem Satz vorkommen? Was hat Einfluss auf die Bedeutung eines Satzes?

In den folgenden Abschnitten werden die Annahmen und Überlegungen der formalen Satzsemantik vorgestellt, die auf die Arbeiten von Gottlob Frege und Richard Montague zurückgeht.

1.1 Bedeutungstheorien

Um eine konkrete, semantische Theorie zu entwerfen, braucht man zunächst eine Annahme darüber, was überhaupt die Bedeutung eines sprachlichen Ausdruckes ist. Im Allgemeinen werden **drei Konzeptionen von Bedeutung** unterschieden, die zu unterschiedlichen Zeitpunkten und von unterschiedlichen Subdisziplinen der Linguistik vertreten wurden bzw. werden:

- **Realistische Konzeption:** Die Bedeutung sprachlicher Zeichen liegt in ihrer Beziehung zu Dingen in der Welt.
- **Kognitivistische Konzeption:** Die Bedeutung eines sprachlichen Zeichens liegt in seiner Zuordnung zu mentalen Repräsentationen.
- **Gebrauchstheoretische Konzeption:** Die Bedeutung sprachlicher Ausdrücke liegt in ihrem Gebrauch.

Frage: Welche Konzeption scheint am praktikabelsten zu sein, wenn das Ziel ist, ein formales, objektives Modell der semantischen Kompetenz von Sprechern zu bauen?

In der formalen Satzsemantik wird im Allgemeinen eine **abgeschwächte Version der realistischen Konzeption** vertreten.

1.2 Bedeutungsebenen

Bevor ein konkreter Vorschlag zur Bedeutung von Sätzen vorgestellt werden kann, muss noch auf eine unabhängige Schwierigkeit eingegangen werden: die Möglichkeit einen Satz im Gesprächskontext zu verwenden, um etwas anderes zu kommunizieren, als der Satz “eigentlich bedeutet”.

Kontext: A und B sitzen beim Abendessen.

(1) A zu B: *Kannst du mir das Salz geben?*

¹Ab jetzt: mit “Satz” meine ich ab nun immer “Deklarativsatz”.

Fragen: Was heißt “eigentlich bedeuten”? Ist das, was in solchen Fällen stattdessen kommuniziert wird, dann die/eine Bedeutung des Satzes?

Die traditionelle Reaktion auf diese Schwierigkeit ist, **drei Bedeutungsebenen** zu unterscheiden:

- **Satzbedeutung:** Die **wörtliche Bedeutung** eines Satzes.
- **Äußerungsbedeutung:** Die (noch sprecherunabhängige) Bedeutung, die ein geäußertes Satz bei der Interpretation in einem gegebenen **Äußerungskontext** erhält.
- **Kommunikativer Sinn:** Die (sprecherabhängige) Bedeutung eines geäußerten Satzes, wenn dieser als **kommunikative Handlung des Sprechers** in einer Kommunikationssituation verstanden wird.

Die Bedeutungsebene, die in diesem Seminar im Fokus stehen soll, ist (zunächst) nur die Satzbedeutung.

2 Wörter, Deklarativsätze und semantische Typen

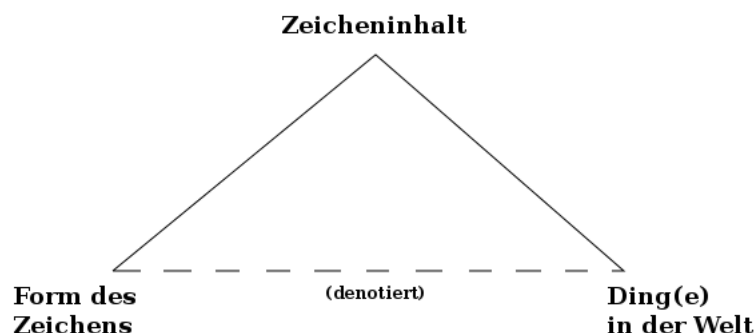
2.1 Wortbedeutung

Aus der Annahme einer realistischen Bedeutungstheorie folgt, dass man für sprachliche “Inhaltsausdrücke” annimmt, dass Bedeutung von natürlichsprachlichen Ausdrücken über ihre **Extension** modelliert werden soll/muss.

- (2) Die **Extension** eines natürlichsprachlichen Ausdruckes sind die Dinge in der Welt bzw. die real bestehenden Relationen, die durch den Ausdruck bezeichnet werden (\approx “Bedeutung” in Gottlob Freges Arbeiten).

Die Phrase “in der Welt” steht hier zunächst für das **Hier & Jetzt**, d.h. die reale Welt des Sprechers und Hörers zum Zeitpunkt, zu dem der Sprecher spricht.

Semiotisches Dreieck:



Zusätzliche(?) Ebenen:

- **Informationsgehalt:** der **beschreibende Inhalt des Zeichens**, der nicht an konkrete Gegebenheiten in der Welt gebunden ist (\approx “Sinn” in Gottlob Freges Arbeiten)
- **Intension:** Approximation an den Informationsgehalt; eine **Zuordnung von Extensionen zu ihren jeweiligen Welten**

Frage: Was bedeutet diese Sichtweise für die Ausdrücke *Peter*, *Katze* und *sehen*? Was ist ihre Extension?

Einschub: Extension vs. Referenz

Oft wird Extension nicht von **Referenz** unterschieden. Hierbei handelt es sich jedoch im Grunde um zwei unterschiedliche Ideen. **Referenz** ist eine intentionale (also gewollte, intendierte) Handlung des Sprechers – ein Sprecher kann eine bestimmte natürlichsprachliche Ausdrücke dazu verwenden, um auf spezifische Individuen in der Welt zu verweisen.²

- **Eigennamen:** *Peter, Maria, Paul, ...*
- **Personalpronomen:** *ich, du, er, sie, es, ...*
- **Definite Kennzeichnungen:** *der Baum, die Katze, die Bücher, ...*
- **Indefinite Ausdrücke:** *ein Baum, verschiedene Bücher, jemand, ...*

Ein möglicher Grund, warum Extension und Referenz oft nicht sauber getrennt werden, ist, dass für referentielle Ausdrücke die Extension des Ausdrucks und sein Referent im Normalfall identisch sind.

Frage: Wann könnte es passieren, dass die Extension und die Referenz z.B. bei definiten Kennzeichnungen nicht identisch sind?

2.2 Satzbedeutung und Wahrheitsbedingungen

Es ist zunächst nicht offensichtlich, wie sich die realistische Sichtweise auf die Bedeutung von Sätzen verallgemeinern lässt.

Frage: Was sind die Dinge in der Welt, die Sätze denotieren?

Um der Antwort zu dieser Frage näher zu kommen, orientiert man sich an der semantischen Kompetenz von Sprechern. Die Fähigkeit, die als Ausgangspunkt gewählt wird, ist die Fähigkeit für jeden Satz zu erfassen, was in der Welt der Fall sein muss, damit er die Gegebenheiten korrekt beschreibt. D.h. kompetente Sprecher können die **Wahrheitsbedingungen** von Sätzen erfassen.

Wahrheitsbedingung: Die Wahrheitsbedingung eines Satzes gibt an, was in der Welt der Fall sein muss, damit der Satz als wahr beurteilt wird.

Es wird angenommen, dass das Kennen der Wahrheitsbedingung eines Satzes damit äquivalent ist, die Bedeutung des Satzes zu verstehen. Diese Annahme erlaubt, eine formale Basis für die Satzsemantik zu schaffen.

Formale Form von Wahrheitsbedingungen:
Peter mag Maria ist wahr gdw. das Individuum mit dem Namen Peter das Individuum mit dem Namen Maria mag

Wahrheitsbedingungen scheinen auf den ersten Blick trivial zu sein, also keine tiefe Einsicht in die Bedeutung von Sätzen zu vermitteln. Dass das nur scheinbar

²Alle Ausdrücke, die referentiell verwendet werden können, können auch nicht-referentiell gebraucht werden!

so ist, sieht man, wenn sich die Sprache, in der die Bedingung angegeben wird (**Metasprache**), und die Sprache, die untersucht wird (**Objektsprache**), unterscheiden. Sind Objektsprache und Metasprache unterschiedlich, erkennt man den **Informationsgehalt der Wahrheitsbedingungen** besser.

- (3) *Peter wa Maria ga daisuki desu* ist wahr gdw. das Individuum mit dem Namen Peter das Individuum mit dem Namen Maria mag

Ausgehend von den Wahrheitsbedingungen ergibt sich für die Ebene der **Extension von Sätzen** die folgende Annahme:

- (4) Die **Extension eines Satzes** ist **das Wahre (1)** bzw. **das Falsche (0)**, je nachdem ob der Satz die Gegebenheiten in der Welt korrekt beschreibt, oder nicht. Das Wahre (1) und das Falsche (0) nennt man **Wahrheitswerte**.

Das heißt aber auch, dass Sätze nicht an sich wahr oder falsch sind, sondern immer nur bzgl. der Gegebenheiten in der Welt:

- (5) *Peter freut sich* ist wahr in einer Welt w gdw. sich das Individuum in w mit dem Namen Peter in w freut.
Welt 1: ☺ \rightsquigarrow *Peter freut sich* ist wahr in Welt 1
Welt 2: ☹ \rightsquigarrow *Peter freut sich* ist falsch in Welt 2

2.3 Extensionen – formal

Das Ziel dieses Abschnittes ist die Ergebnisse aus den Abschnitten 2.1 und 2.2 in ein mathematisch/formales Modell zu übersetzen.

Notation für Extensionen: $[[X]]^w = Y$

Zu lesen als: Die Extension von X in der Welt w ist Y .

Der sprachliche Ausdruck X innerhalb der Bedeutungsklammern ist Teil der Objektsprache, also der zu untersuchenden Menge von sprachlichen Ausdrücken. Die Extension von X , also Y , ist Teil der Metasprache. In dem hier vorgestellten System ist die Metasprache eine Mischung aus mathematischer Notation und Deutsch.

2.3.1 Eigennamen und Sätze

Eigennamen bezeichnen das jeweilige Individuum in der Welt, das den Namen trägt.

- (6) a. $[[Maria]]^w =$ das Individuum in w mit dem Namen Maria (kurz: Maria)
 b. $[[Peter]]^w =$ das Individuum in w mit dem Namen Peter (kurz: Peter)

Sätze bezeichnen entweder das Wahre (1), wenn sie die Welt korrekt beschreiben, oder das Falsche (0), wenn sie das nicht tun.

- (7) a. [Kontext: Peter schläft in w]
 $[[Peter\ schläft]]^w = 1$
 b. [Kontext: Maria lacht in w nicht]
 $[[Maria\ lacht]]^w = 0$

2.3.2 Nomen und intransitive Verben

Nomen, wie *Katze*, *Hund*, *Tisch* etc. bezeichnen nach den Überlegungen zum Semiotischen Dreieck die Menge der Dinge in der Welt, die korrekt durch das Nomen beschrieben werden.

- (8) a. $\llbracket \text{Katze} \rrbracket^w =$ die Menge der Katzen in w
b. $\llbracket \text{Katze} \rrbracket^w = \{x : x \text{ ist eine Katze in } w\}$

Mengenschreibweise: $\{x : x \text{ ist eine Katze in } w\}$

Zu lesen als: Die Menge der Individuen x für die gilt, dass x in der Welt w eine Katze ist.

Die Mengenschreibweise ist zu der folgenden Funktionsschreibweise ("Lambda-Notation") äquivalent:³

- (9) $\llbracket \text{Katze} \rrbracket^w = \lambda x. x \text{ ist eine Katze in } w$

Funktionsschreibweise: $\lambda x. x \text{ ist eine Katze in } w$

Zu lesen als: Die Funktion, die für ein Individuum x "wahr" ausgibt, gdw. x in der Welt w eine Katze ist (ansonsten wird "falsch" ausgegeben).

Intransitive Verben bezeichnen die Menge der Individuen in der Welt, die die vom Verb gegebene Handlung ausführen.

- (10) a. $\llbracket \text{schlafen} \rrbracket^w = \{x : x \text{ schläft in } w\} = \lambda x. x \text{ schläft in } w$
b. $\llbracket \text{lachen} \rrbracket^w = \{x : x \text{ lacht in } w\} = \lambda x. x \text{ lacht in } w$

2.3.3 Transitive Verben

Die Extension von **transitiven Verben** ist ein bisschen komplexer, als die von Nomen und intransitiven Verben, da Sachverhalte, die durch transitive Verben beschrieben werden, zwei Individuen betreffen. D.h. transitive Verben bezeichnen keine Mengen an Individuen, sondern **Mengen an Paaren von Individuen**.

- (11) $\llbracket \text{waschen} \rrbracket^w = \{\langle x, y \rangle : x \text{ wäscht } y \text{ in } w\}$

Das übersetzt sich in die Funktionsschreibweise als:

- (12) $\llbracket \text{waschen} \rrbracket^w = \lambda y. \lambda x. x \text{ wäscht } y \text{ in } w$

Frage: Warum wählt man bei den vorangestellten λ -Ausdrücken nicht die umgekehrte Reihenfolge? D.h. warum ist die Funktionsdarstellung von *waschen* nicht(!):

- (13) $\llbracket \text{waschen} \rrbracket^w = \lambda x. \lambda y. x \text{ wäscht } y \text{ in } w$

³Dieser Äquivalenz unterliegt eine mathematische Einsicht zu Mengen und Funktionen, die den Inhalt einer Menge charakterisieren. Für Details siehe Heim & Kratzer (1998), Abschnitt 2.2; wird auf ILIAS hochgeladen.

2.4 Semantische Typen

Um ausdrücken zu können, dass die Extension eines Ausdrucks eine bestimmte **logische Struktur** hat (d.h. Individuum, Menge von Individuen, Menge von Paaren etc.), ohne die Extension explizit angeben zu müssen, werden **semantische Typen** eingeführt.

- (14) a. **Basistypen:** e (Individuen), t (Wahrheitswerte)
b. **Funktionstypen:** sind α, β beliebige semantische Typen, dann ist auch $\langle \alpha, \beta \rangle$ ein semantischer Typ

Bei den Funktionstypen stehen die beiden Typen in den Klammern für den Funktionsinput (= Argument) und den Funktionsoutput. D.h. wenn ein natürlichsprachlicher Ausdruck vom Typ $\langle e, t \rangle$ ist, ist seine Extension eine Funktion, die als Input etwas von Typ e möchte, und, nachdem etwas von Typ e geliefert wurde, etwas von Typ t ausgibt.

Der **semantische Typ eines Ausdrucks** lässt sich von der Extension dieses Ausdrucks **ablesen**. Betrachtet man z.B. die Extension von *Maria* (unterstrichener Teil in (15)) ist das Erste, was man erkennt, dass es kein funktionaler Ausdruck ist. D.h. *Maria* kann keinen Funktionstyp haben. Als Alternative bleiben nur die Basistypen. Da *Maria* eine Person bezeichnet und keinen Wahrheitswert, muss *Maria* von Typ e sein.

$$(15) \quad \llbracket \text{Maria} \rrbracket^w = \underline{\text{Maria}}$$

Betrachtet man andererseits die Extension von *lachen* in (16) erhält man ein anderes Ergebnis: hier handelt es sich um einen funktionalen Ausdruck.

$$(16) \quad \llbracket \text{lachen} \rrbracket^w = \underline{\lambda x. x \text{ lacht in } w}$$

An den λ -Ausdrücken kann man den Funktionsinput ablesen; *lachen* nimmt ein Argument – ein Individuum – von Typ e . Der Funktionsoutput ist das Ergebnis der Abfrage “Lacht das Argument in w ?” – *ja/wahr* oder *nein/falsch* – ein Wahrheitswert und daher von Typ t . Da Funktionstypen lediglich den Inputtyp und den Outputtyp zusammenfassen, ergibt sich für *lachen* der Typ $\langle e, t \rangle$.

Bei funktionalen Ausdrücken können die Typen des Funktionsinputs auch an den Variablen der λ -Ausdrücke angegeben werden:

$$(17) \quad \llbracket \text{lachen} \rrbracket^w = \lambda x_e. x \text{ lacht in } w$$

Frage: Welche semantischen Typen haben Sätze und transitive Verben?

3 Kompositionalität

3.1 Die Idee der Kompositionalität

Für die Beziehung, in der die Satzbedeutung zur Bedeutung der Wörter, die im Satz vorkommen, steht, wird angenommen, dass die **Satzbedeutung direkt aus der Bedeutung der Wörter aufgebaut** wird. Diese zentrale Einsicht geht auf Gottlob Frege zurück:

Kompositionalitätsprinzip

Die Bedeutung eines zusammengesetzten Ausdrucks lässt sich aus der Bedeutung seiner Teile und der Art der syntaktischen Verknüpfung ermitteln.

Eine Motivation für diese Annahme ist die **Kreativität kompetenter Sprecher**. Kompetente Sprecher können für sie völlig neue Sätze interpretieren und beliebig komplexe und lange Sätze mit "neuen" Bedeutungen bilden (modulo *Performanz*). Daraus folgert man, dass kompetente Sprecher die Möglichkeit haben, eine endliche Menge von Wortbedeutungen regelgeleitet zu immer neuen Satzbedeutungen zu kombinieren.

Zusammen mit der realistischen Konzeption von Bedeutung folgt aus dem Kompositionalitätsprinzip auch, dass die Wahrheit oder Falschheit eines Satzes nur von den Dingen/Mengen von Dingen in der Welt abhängig ist, die von den Wörtern im Satz denotiert werden. Die Wahrheit des Satzes "*Paul schläft*" hängt also nur davon ab, ob das Individuum mit dem Namen Paul als schlafend bezeichnet werden kann und ist unabhängig von allen anderen Individuen und deren Handlungen.

Der Bezug auf die **syntaktische Struktur** eines komplexen Ausdrucks spielt im Kompositionalitätsprinzip auch eine zentrale Rolle. Unterschiede in der syntaktischen Struktur (neben der morphologischen Markierung der Wörter, die damit zusammenhängt) haben Unterschiede in der Bedeutung des komplexen Ausdrucks zur Folge. Der Satz in (18) ist ein Beispiel für eine **strukturelle Ambiguität**:

(18) *Maria hat einen Brief von einem Freund aus Italien bekommen.* (ambig)

Frage: Welche beiden Lesarten hat (18) und welche syntaktischen Strukturen unterliegen ihnen?

Eine semantische Theorie muss also zu einem bestimmten Grad eine Theorie für die **Syntax der Objektsprache** voraussetzen.

Achtung: Der Einfachheit halber werden in diesem Kurs sehr(!) abgekürzte, aber weiterhin binäre syntaktische Strukturen angenommen, die nur die kompositionsrelevanten, hierarchischen Verhältnisse einer vollständigen syntaktischen Analyse widerspiegeln. Das formale Modell lässt sich aber genau so gut auf vollständige X-Bar-Analysen anwenden.

3.2 Konzeptuell: Komposition als Sättigung

Als zugrundeliegende Idee zur Komposition von Bedeutungen verwenden wir Freges Intuition, dass semantische Komposition **Sättigung von ungesättigter Be-**

deutung ist. D.h. in einem wohlgeformten Satz, in dem die Valenzanforderungen des Verbs erfüllt sind, wird die **ungesättigte Verbbedeutung** vollständig **durch die Bedeutung seiner Argumente gesättigt**.

Es gibt also zwei Klassen von sprachlichen Ausdrücken: (i) Ausdrücke, deren Bedeutung gesättigt ist, und (ii) Ausdrücke, deren Bedeutung ungesättigt ist.

Frage: Welche natürlichsprachlichen Ausdrücke haben eine gesättigte und welche eine ungesättigte Bedeutung?

Wenn ein intransitives Verb mit seinem Subjekt zu einem wohlgeformten Satz verbunden wird, wird die ungesättigte Bedeutung des Verbs durch die Bedeutung des Subjekts gesättigt. In gleicher Weise fordert ein transitives Verb zwei und ein ditransitives Verb drei Argumente, die die jeweilige Verbbedeutung sättigen.⁴

Bezüglich der semantischen Typen kann man für natürlichsprachliche Ausdrücke mit ungesättigten Bedeutungen generell sagen, dass diese Funktionstypen haben.

3.3 Formal: Komposition als Funktionalapplikation

Frage: Wie lässt sich die Wahrheitsbedingung bzw. der Wahrheitswert eines Satzes, wie (19) kompositional aus den schon bekannten Extensionen ermitteln?

(19) *Peter schläft.*

Da wir die Extensionen der Teilausdrücke, die in (19) vorkommen, in den vorigen Abschnitten im Prinzip schon ermittelt haben, muss gemäß des Kompositionalitätsprinzips “nur” noch ein Weg gefunden werden, wie die Wahrheitsbedingung/der Wahrheitswert des Satzes aus diesen Extensionen hergeleitet werden kann.

Das **konkrete Ziel** ist es, für einen Satz zunächst eine “formalisierte” Variante seiner Wahrheitsbedingung herzuleiten.

Formalisiertes Wahrheitsbedingungsschema:

$$\llbracket X \rrbracket^w = 1 \text{ gdw. } Y$$

Der objektsprachliche Satz X innerhalb der Bedeutungsklammern denotiert das Wahre (“ist wahr”), genau dann, wenn die in der Metasprache ausgedrückten Gegebenheiten Y in der Welt w vorzufinden sind.

Das Kompositionalitätsprinzip besagt, dass sich die Bedeutung eines Satzes aus der Bedeutung seiner Teile in Abhängigkeit ihrer syntaktischen Struktur ergibt. D.h. die Extension des Satzes *Peter schläft* muss aus den Extensionen von *Peter* und *schläft* komponiert werden können (o symbolisiert zunächst diese Idee):

$$(20) \quad \left[\begin{array}{c} \text{S} \\ \swarrow \quad \searrow \\ \text{Peter} \quad \text{schläft} \end{array} \right]^w = \llbracket \text{Peter} \rrbracket^w \circ \llbracket \text{schläft} \rrbracket^w$$

⁴Mit der Methode des schrittweisen Auffüllens der Argumentstellen eines Verbs kann man auch eine theoretische Motivation geben, warum die Extension von Sätzen Wahrheitswerte sind. Sind alle Argumentstellen eines Verbs gefüllt, so ist die Verbbedeutung vollständig gesättigt und das Verb hat Valenz null. Ein 0-wertiges Verb bezeichnet eine Menge von Nulltupeln und theoretisch gibt es zwei Mengen von Nulltupeln, \emptyset und $\{\langle \rangle\}$. Interpretieren wir \emptyset als falsch/0 und $\{\langle \rangle\}$ als wahr/1, haben wir eine theoretische Herleitung der Extension von Sätzen (= gesättigte Bedeutungen) gegeben.

Frage: Was passiert bei der Komposition von $\llbracket Peter \rrbracket^w$ und $\llbracket schläft \rrbracket^w$?

Da die Extensionen von *Peter* und *schlafen* bereits ermittelt wurden, gilt:

$$(21) \quad \llbracket Peter \rrbracket^w \circ \llbracket schläft \rrbracket^w = Peter \circ [\lambda x_e. x \text{ schläft in } w]$$

Da es sich bei der Extension von *schlafen* um eine Funktion handelt, die ein Individuum, wie z.B. Peter, als Argument nimmt und 1 (wahr) ausgibt, wenn das Individuum schläft, und 0 (falsch) ausgibt, wenn es nicht schläft, muss man im obigen Fall nur die Extension von *schlafen* auf die Extension von *Peter* "anwenden", um an den gewünschten Wahrheitswert für den Satz zu kommen:

$$(22) \quad \llbracket [{}_S Peter \text{ schläft}] \rrbracket^w = [\lambda x_e. x \text{ schläft in } w](Peter)$$

Funktionsanwendung in λ -Notation (λ -Konversion):

$$[\lambda x. f[x]](y) = f[y]$$

Bei der Funktionsanwendung wird das Argument (hier: y) in der Funktionsbeschreibung nach dem Punkt (hier: $f[x]$) an alle Stellen gesetzt, wo die Variable steht, die im λ -Ausdruck angegeben ist (hier: x). Wenn eine Funktion mehrere λ -Ausdrücke hat, wird bei der Funktionsanwendung immer nur der erste, links stehende λ -Ausdruck "abgearbeitet".

Für *Peter schläft* führt die Funktionsanwendung zum folgenden Ergebnis:

$$(23) \quad \llbracket [{}_S Peter \text{ schläft}] \rrbracket^w = [\lambda x_e. x \text{ schläft in } w](Peter) = Peter \text{ schläft in } w$$

Das Resultat in (23) ist leider in dieser Form weder eine Wahrheitsbedingung, noch ein Wahrheitswert. Da aber das Resultat keine noch zu abarbeitenden λ -Ausdrücke mehr enthält und auch das gesamte verbale Material des Satzes "aufgebraucht" ist, muss die Komposition abgeschlossen sein. Für diesen Fall hat man eine Konvention eingeführt, die hier zur Anwendung kommt:

(24) **Konvention:**

Wird durch eine Funktionsanwendung der letzte λ -Ausdruck abgearbeitet und gibt es kein verbales Material im Satz/in der Satzstruktur mehr, das mit dem Resultat der Funktionsanwendung komponiert werden soll, wird das Resultat der Funktionsanwendung als *metasprachlicher Teil der formalen Wahrheitsbedingung* des Satzes interpretiert.

Für (23) bedeutet das, dass die Funktionsanwendung zum folgenden Ergebnis führt (der unterstrichene Teil bildet die Wahrheitsbedingung für *Peter schläft*):

$$(25) \quad \llbracket [{}_S Peter \text{ schläft}] \rrbracket^w = [\lambda x_e. x \text{ schläft in } w](Peter) = \underline{1 \text{ gdw. Peter schläft in } w}$$

Kennt man nun die Gegebenheiten in w lässt sich durch Abgleich mit der Wahrheitsbedingung der Wahrheitswert des Satzes in w bestimmen. Schläft Peter tatsächlich in w , dann ist der Satz in w wahr. Schläft Peter nicht in w , dann ist er falsch.

Der **Kern der Komposition** ist also in einem funktionsbasierten formalen System die **Funktionsanwendung**.

Die **Interpretationsregel**, die auf Basis der syntaktischen Struktur **für jede binäre Verzweigung** und der Extensionen der beiden an dieser Verzweigung hängenden Ausdrücke überprüft, welcher Ausdruck die Funktion, und welcher das Argument einer Funktionsanwendung sein soll, wird **Funktionalapplikation** (“functional application”, FA) genannt.

(FA) Ist α ein verzweigender Knoten mit der Menge der Töchter $\{\beta, \gamma\}$ und ist $\llbracket \beta \rrbracket^w$ eine Funktion vom Typ $\langle \sigma, \tau \rangle$ und $\llbracket \gamma \rrbracket^w$ vom Typ σ , dann gilt:
 $\llbracket \alpha \rrbracket^w = \llbracket \beta \rrbracket^w(\llbracket \gamma \rrbracket^w)$ vom Typ τ .

Die Gleichung in (20) ist in diesem Sinn eine Anwendung von Funktionalapplikation.

Zusammenfassung der Herleitung:

(noch nicht ganz vollständig)

$$\begin{aligned} \left[\begin{array}{c} S \\ \swarrow \quad \searrow \\ Peter \quad schläft \end{array} \right]^w &\stackrel{(FA)}{=} \llbracket schläft \rrbracket^w(\llbracket Peter \rrbracket^w) \\ &= [\lambda x_e. x \text{ schläft in } w](Peter) \\ &= 1 \text{ gdw. Peter schläft in } w \end{aligned}$$

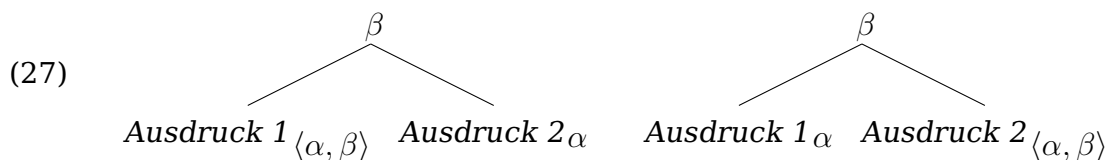
3.4 Semantische Typen und Komponierbarkeit

Frage: Kann schon im Vorherein überprüft werden, ob die lexikalischen Elemente in (19) so komponiert werden können, dass dem Satz(knoten) die erwünschte Art von Denotation zugewiesen wird?

Semantische Typen können für diese Aufgabe verwendet werden, da sie die logische Struktur eines Ausdruck kodieren. Alleine auf Basis der Typen zweier lexikalischer Elemente lässt sich schon angeben, ob sie komponiert werden können.

(26) Zwei Ausdrücke können komponiert werden, wenn einer der beiden Ausdrücke, den anderen als Argument nehmen kann. Für die syntaktischen Typen bedeutet das, dass einer der beiden Ausdrücke einen Funktionstyp $\langle \alpha, \beta \rangle$ hat, der mit dem Typ α des zweiten Ausdrucks zusammenpasst.

Strukturell bedeutet das, dass einer der folgenden beiden Fälle auftritt:



Die obige Strategie lässt sich für Sätze in ihrer binären syntaktischen Struktur so verallgemeinern, dass ein **Validierungsalgorithmus** entsteht. Der Algorithmus lautet wie folgt:

1. Ergänze den syntaktischen Baum um die Typen der lexikalischen Elemente.
2. Bestimme für *jeden* verzweigenden Knoten, ob die Ausdrücke in den Tochterknoten als Funktion+Argument gesehen werden können.

- Wenn ja, bestimme aus den Typen der Ausdrücke in den Tochterknoten den Typ des verzweigenden Knotens.
 - Wenn das nicht der Fall ist, können nicht alle Ausdrücke im Satz erfolgreich komponiert werden.
3. Wenn der zweite Schritt erfolgreich verlaufen ist, muss nun überprüft werden, ob dem Satzknoten der Typ t zugewiesen wurde.
- Wenn ja, wurde nachgewiesen, dass nach erfolgreicher Komposition die Ausdrücke einen Satz bezeichnen.
 - Wenn das nicht der Fall ist, ergeben die Ausdrücke im Satz nach Komposition keine Satzdenotation.

Der Algorithmus lässt sich auf alle Strukturen verallgemeinern und bietet die Möglichkeit, fehlende Typen usw. zu inferieren.

Da die semantischen Typen den "Verlauf der Komposition" anzeigen und so bei der Herleitung helfen können, annotiert man vor der Herleitung einer Wahrheitsbedingung die syntaktische Struktur mit den semantischen Typen der Knoten.

Zusammenfassung der Herleitung:

(vollständig)

$$\begin{aligned}
 \left[\left[\begin{array}{c} S_t \\ \swarrow \quad \searrow \\ Peter_e \quad schläft_{\langle e, t \rangle} \end{array} \right] \right]^w &\stackrel{(FA)}{=} \llbracket schläft \rrbracket^w (\llbracket Peter \rrbracket^w) \\
 &= [\lambda x_e. x \text{ schläft in } w](Peter) \\
 &= 1 \text{ gdw. Peter schläft in } w
 \end{aligned}$$

Frage: Welcher Struktur in (27) entspricht der Baum aus der Herleitung?

4 Nominale Modifikation: Adjektive

4.1 Allgemeines zu Adjektiven

Bisher wurden im Kurs nur nominale und verbale Ausdrücke und deren Extensionen betrachtet. Eine weitere Wortklasse ist die der Adjektive. Adjektive treten in **drei verschiedenen Verwendungen** auf: (i) attributiv, (ii) prädikativ und (iii) adverbial.

- (28)
- | | | |
|----|--|--------------|
| a. | <i>Tübingen ist eine schöne Stadt.</i> | (attributiv) |
| b. | <i>Tübingen ist schön.</i> | (prädikativ) |
| c. | <i>Maria tanzt schön.</i> | (adverbial) |

Das Ziel dieses Abschnitts ist es, zunächst die attributive Verwendung von Adjektiven zu analysieren. Später werden wir auch über die prädikative Verwendung nachdenken. Die adverbiale Verwendung kann im Kurs nicht besprochen werden.

Unabhängig von den verschiedenen Verwendungen stellt sich zunächst die Frage nach der Extension von Adjektiven.

Frage: Welche Art von Extension bietet sich für Adjektive in Analogie zu intransitiven Verben an?

In Analogie zu intransitiven Verben kann man Adjektiven den Typ $\langle e, t \rangle$ zuweisen und annehmen, dass sie die Mengen von Individuen bezeichnen, die durch das jeweilige Adjektiv beschrieben werden können.

- (29) a. $\llbracket \text{schön} \rrbracket^w = \lambda x_e. x \text{ ist schön in } w$
 b. $\llbracket \text{rot} \rrbracket^w = \lambda x_e. x \text{ ist rot in } w$

Das ist nicht die einzige mögliche Analyse von Adjektiven. Speziell in der attributiven Verwendung bietet sich noch eine andere Analyse an, die in Abschnitt 4.3 besprochen wird.

4.2 Attributive Verwendung von Adjektiven

In der attributiven Verwendung fungieren Adjektive als restriktive Modifikatoren von nominalen Extensionen:⁵

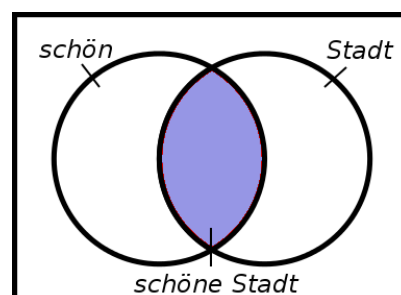
- (30) a. *schöne Stadt*
 b. *roter Apfel*

Bei **restriktiver Modifikation** wird die Extension eines Ausdrucks durch die Extension eines anderen Ausdrucks eingeschränkt bzw. spezifiziert. Im Fall von restriktiver Modifikation wie in (30) lässt sich diese Einschränkung bzw. Spezifikation am Besten über **Schnittmengenbildung** veranschaulichen:

- Die Extension von *Stadt* ist die Menge der Städte in w .
- Die Extension von *schön* ist die Menge der schönen Individuen / Entitäten / Objekte in w .
- Die Extension von *schöne Stadt* sind Städte, die schön sind, d.h. Individuen / Entitäten / Objekte, die sowohl in der Menge der Städte als auch in der Menge der schönen Individuen / Entitäten / Objekte sind.

In der Mengenschreibweise lässt sich das formal mit Hilfe des Schnittbildungssymbols \cap darstellen:

- (31) a. $\llbracket \text{schön} \rrbracket^w = \{x : x \text{ ist schön in } w\}$
 b. $\llbracket \text{Stadt} \rrbracket^w = \{x : x \text{ ist eine Stadt in } w\}$
 c. $\llbracket \text{schön} \rrbracket^w \cap \llbracket \text{Stadt} \rrbracket^w = \llbracket \text{schöne Stadt} \rrbracket^w$



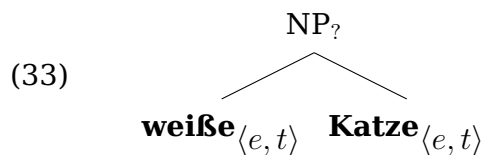
⁵Neben restriktiver Modifikation gibt es auch **nicht-restriktive Modifikation**, bei der nur Zusatzinformation gegeben wird, aber die Extension des Nomens nicht eingeschränkt wird. Ein Beispiel hierfür sind nicht-restriktive Relativsätze.

- (i) *Tübingen, das südlich von Stuttgart liegt, ist eine schöne Stadt.*

Wir werden uns mit dieser Art von Modifikation in dem Kurs nicht beschäftigen.

Wie kann die Idee der Schnittmengenbildung in der funktionsbasierten Notation, die dem formalen Modell zugrunde liegt, modelliert werden? Betrachten wir die syntaktische Struktur des modifizierten Nomens *weiße Katze*. Für beide einzelnen Ausdrücke haben wir bereits die Extensionen ermittelt.

- (32) a. $\llbracket \text{weiß} \rrbracket^w = \lambda x_e. x \text{ ist weiß in } w$
 b. $\llbracket \text{Katze} \rrbracket^w = \lambda x_e. x \text{ ist eine Katze in } w$



Frage: Auf Basis der Überlegung, dass restriktive Modifikation Schnittmengenbildung ist, welchen Typ sollte der NP-Knoten in (33) bekommen?

Da es sich bei $\llbracket \text{weiße Katze} \rrbracket^w$ um die Menge der Individuen / Entitäten / Objekte handelt, die sowohl in der Menge der Katzen als auch in der Menge der weißen Individuen / Entitäten / Objekte sind, hat der komplexe Ausdruck den Typ $\langle e, t \rangle$.

Problem: Die Typen der Tochterknoten des verzweigenden NP-Knotens sind identisch ($\langle e, t \rangle$). Daher können für die (FA)-Regel keine Funktion und kein Argument bestimmt werden, wodurch (FA) auf diesen verzweigenden Knoten nicht anwendbar ist.

Frage: Wie wird *weiß* in diesem Fall mit *Katze* komponiert?

Idee: Die Regel (FA) ist scheinbar nicht die einzige Kombinationsregel, die bei der Komposition zur Verfügung steht. Zusätzlich zu (FA) gibt es eine Regel (PM), die die Schnittmengenbildung für die Funktionschreibweise ausdrückt.⁶

- (PM) Ist α ein verzweigender Knoten mit der Menge der Töchter $\{\beta, \gamma\}$ und sind $\llbracket \beta \rrbracket^w$ und $\llbracket \gamma \rrbracket^w$ vom Typ $\langle e, t \rangle$, dann gilt:
 $\llbracket \alpha \rrbracket^w = [\lambda x_e. [\llbracket \beta \rrbracket^w(x) = 1 \text{ und } \llbracket \gamma \rrbracket^w(x) = 1]]$ vom Typ $\langle e, t \rangle$.

Beispiel: Berechnen des Ausdrucks *weiße Katze*

(34)

$$\begin{array}{c}
 \left[\left[\begin{array}{c} \text{NP}_{\langle e, t \rangle} \\ \swarrow \quad \searrow \\ \text{weiß}_{\langle e, t \rangle} \quad \text{Katze}_{\langle e, t \rangle} \end{array} \right] \right]^w \quad \text{(PM)} \\
 = [\lambda x_e. [\llbracket \text{weiß} \rrbracket^w(x) = 1 \text{ und } \llbracket \text{Katze} \rrbracket^w(x) = 1]] \\
 = [\lambda x_e. [\lambda y_e. y \text{ ist weiß in } w](x) = 1 \text{ und } [\lambda z_e. z \text{ ist eine Katze in } w](x) = 1] \\
 = [\lambda x_e. x \text{ ist weiß in } w \text{ und } [\lambda z_e. z \text{ ist eine Katze in } w](x) = 1] \\
 = [\lambda x_e. x \text{ ist weiß in } w \text{ und } x \text{ ist eine Katze in } w]
 \end{array}$$

Die (PM)-Regel gibt für restriktive Modifikation das richtige Resultat, weicht aber von Freges Intuition ab, dass semantische Komposition Sättigung von ungesättigter Bedeutung ist: keiner der beiden Ausdrücke, die kombiniert werden, nimmt den anderen als Argument.

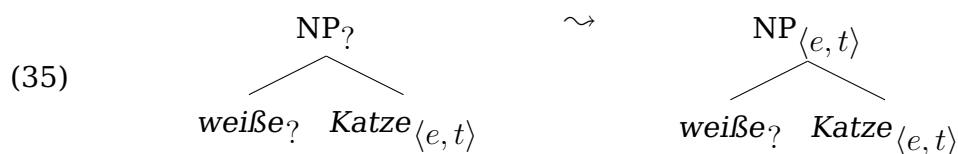
⁶PM steht für *predicate modification* also "Prädikatsmodifikation".

Konzeptuell ist das Hinzufügen der Regel (PM) zu den Kompositionsregeln ein problematischer Schritt, da nun nicht mehr klar ist, welcher Art semantische Komposition überhaupt sein kann. Wenn das Schneiden von zwei Mengen eine legitime Kompositionsregel ist, was sagt uns, dass z.B. Komplementbildung, Differenz oder Vereinigung zweier Mengen **nicht** in semantischer Komposition auftreten können? Daher sollte man, bevor man (PM) in das formale Modell aufnimmt, über alternative Modellierungen von restriktiver Modifikation nachdenken.

4.3 Ein alternativer Vorschlag

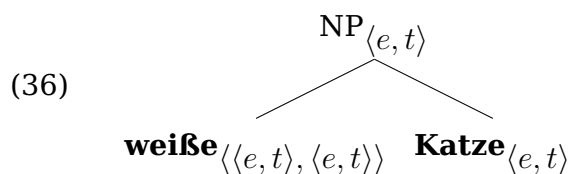
Eine Alternative zur Annahme einer neuen Regel ist die Möglichkeit, dass Adjektive (zumindest in ihrer attributiven Verwendung) einen anderen semantischen Typ haben, als in Abschnitt 4.1 angenommen. Um restriktive Modifikation mit Funktionalapplikation (FA) modellieren zu können, muss man sich zuerst überlegen, welcher semantische Typ attributiven Adjektiven zugewiesen werden muss, damit ein modifizierter nominaler Ausdruck über (FA) kombinierbar ist.

Wie in Abschnitt 4.2 angenommen, bezeichnet eine NP wie *weiße Katze* die Menge der Individuen / Entitäten / Objekte, die weiß sind und eine Katze sind. Die NP *weiße Katze* hat also wie das Nomen *Katze* den Typ $\langle e, t \rangle$. Wenn diese Information in die NP-Struktur eingesetzt wird, erhält man den rechten Baum.



Im rechten Baum fehlt nun nur noch der Typ des Adjektivs. Um die Regel (FA) anwenden zu können, muss dieser Typ so sein, dass es den N-Knoten als Argument nehmen kann und als Output wieder etwas von Typ $\langle e, t \rangle$ liefert.

Frage: Welcher Typ muss das sein, wenn das Nomen und das modifizierte Nomen denselben Typ $\langle e, t \rangle$ haben?



Wenn Adjektive den Typ $\langle \langle e, t \rangle, \langle e, t \rangle \rangle$ haben, kann ihre Extension aber nicht die Menge aller Individuen sein, die durch das Adjektiv beschrieben werden.

Frage: Überlegen Sie sich anhand des Typs $\langle \langle e, t \rangle, \langle e, t \rangle \rangle$ welche logische Struktur die Funktionsdarstellung der Extension haben muss.

Aufgrund des semantischen Typs müssen Adjektive zwei Argumente nehmen – eines von Typ $\langle e, t \rangle$ und eines von Typ e – **und** die intuitiv verstandene Schnittbildung ihrem deskriptiven Gehalt ausdrücken:

$$(37) \quad \llbracket \text{weiß} \rrbracket^w = \lambda f_{\langle e, t \rangle}. [\lambda x_e. x \text{ ist weiß und } f(x) = 1 \text{ in } w]$$

Frage: Wofür im Baum steht in der Formel in (37) das Argument f ?

Auf Basis dieser Änderung in der Bedeutung der Adjektive ergibt sich nun eine andere Herleitung der Extension von *weiße Katze*:

$$\begin{aligned}
 (38) \quad & \left[\left[\begin{array}{c} \text{NP}_{\langle e, t \rangle} \\ \swarrow \quad \searrow \\ \text{wei\ss e}_{\langle \langle e, t \rangle, \langle e, t \rangle \rangle} \quad \text{Katze}_{\langle e, t \rangle} \end{array} \right] \right]^w \quad \underline{\underline{\text{(FA)}}} \\
 &= \llbracket \text{wei\ss e} \rrbracket^w (\llbracket \text{Katze} \rrbracket^w) \\
 &= [\lambda f_{\langle e, t \rangle}. [\lambda x_e. x \text{ ist wei\ss} \text{ und } f(x) = 1 \text{ in } w]]([\lambda z_e. z \text{ ist eine Katze in } w]) \\
 &= [\lambda x_e. x \text{ ist wei\ss} \text{ und } [\lambda z_e. z \text{ ist eine Katze in } w](x) = 1 \text{ in } w] \\
 &= [\lambda x_e. x \text{ ist wei\ss} \text{ und } x \text{ ist eine Katze in } w]
 \end{aligned}$$

Die Herleitungen der gewünschten Extension von modifizierten nominalen Ausdrücken in Abschnitt 4.2 und 4.3 liefern beide auf unterschiedliche Weise dasselbe Ergebnis.

Frage: Wie kann man entscheiden, welche der beiden Analysen vorzuziehen ist?

Bisher wurde nur die attributive Verwendung von Adjektiven besprochen. Eine Möglichkeit, die beiden Analysen und ihre Vorannahmen zur Extension von Adjektiven zu testen, ist sich die anderen Verwendungen näher anzuschauen – im Speziellen die prädikative Verwendung.

Frage: Welche der Annahmen zur Extension von Adjektiven liefert ein “besseres” Ergebnis für die Analyse der prädikativen Verwendung?

Bis diese Frage im Kurs geklärt werden kann, folgen wir Heim & Kratzer (1998) und verwenden die Analyse in Abschnitt 4.2 und die (PM)-Regel für restriktive Modifikation. D.h. wir nehmen an, dass Adjektive den Typ $\langle e, t \rangle$ haben.

4.4 Die Kontextabhängigkeit von Adjektiven

Eine andere Frage, die interessant wird, wenn man über die Bedeutung von Adjektiven und ihre Kombinatorik nachdenkt, ist, ob die Schnittmengenbildung als Idee hinter der Adjektiv-Nomen-Kombination ohne Einschränkungen plausibel ist.

Frage: Was würde die Idee der Schnittmengenbildung für die modifizierten Nomen in (39) als Extension vorhersagen? Ist das plausibel?

(39) *große Maus, kleiner Elefant*

Die meisten Adjektive geben keine absolute Eigenschaft an, die vom Nomen und dem Verwendungskontext unabhängig ist. Eine große Maus ist groß verglichen mit z.B. der Menge der Mäuse. Genauso ist ein kleiner Elefant klein verglichen mit z.B. der Menge der Elefanten. Um dieser Kontextabhängigkeit und Orientierung an einem kontextuell gegebenen Standard Rechnung zu tragen, führt man eine **Kontextvariable** ein, die für genau diesen kontextuell gegebenen Standard steht.

(40) $\llbracket \text{gro\ss} \rrbracket^w = \lambda x_e. x \text{ ist gro\ss} \text{ relativ zu } S \text{ in } w$
wobei S der kontextuell gegebene Standard ist

Frage: Wovon kann dieser kontextuelle Standard abhängen?