

R. Montagues Semantikmodellierung in »English as a Formal Language«

Sascha Brawer, 20. Juni 1995

brawer@coli.uni-sb.de

Einleitung

Die nachfolgende Arbeit geht auf Richard Montagues Aufsatz »English as a Formal Language« [Montague 1970] ein, der für die Entwicklung zu kompositionellen, formal fundierten Semantiktheorien von maßgeblicher Bedeutung war, insbesondere als Vorstufe zu Montagues späterer Arbeit »On the Proper Treatment of Quantification in Ordinary English« [Montague 1973].¹ Von besonderem Interesse ist das hier vorgestellte Modell wegen seines Verzichts auf einen Logikformalismus als Repräsentationssprache, stattdessen werden englische Ausdrücke direkt modelltheoretisch interpretiert.

Nachdem kurz die Behandlung von Lexikon und Syntax vorgestellt werden, geht die Arbeit ausführlicher auf den Mechanismus der Variablenbindung und Quantifikation ein, bevor der Modell- und der Wahrheitsbegriff besprochen werden. An verschiedenen Stellen werden die Gemeinsamkeiten und Unterschiede zur PTQ-Modellierung erläutert.

Bei dieser Arbeit handelt es sich um die Ausarbeitung eines am 18. Januar 1995 gehaltenen Vortrags im Hauptseminar »Montague-Grammatik«, welches im Wintersemester 1994/95 an der Universität des Saarlandes stattfand und von Werner Saurer geleitet wurde.

Lexikon

Montague verwendet im EFL-Modell neun sogenannte Basiskategorien $B_0 \dots B_8$, in welche er die Wörter des behandelten Englischfragments einteilt. Zusätzlich erhält die Menge der Individuenvariablen $v_0 \dots v_n$ (in EFL die einzige Art von Variablen) dieselbe lexikalische Kategorie wie Individuen-Bezeichner zugewiesen.

¹ Wie allgemein üblich wird [Montague 1970] nachfolgend abkürzend als »EFL« bezeichnet, [Montague 1973] als »PTQ«.

Elemente der Objektsprache des Englischfragments werden in eckigen halben Klammern — z. B. rapidly — geschrieben, um sie von der Metasprache zu unterscheiden.

Kat. Elemente	Beispiele
B_0 Eigennamen · Variablen	John · Mary · v_0 · v_{314}
B_1 lexikalisierte Sätze	it rains
B_2 Intransitive Verben	walks
B_3 Transitive Verben	loves · cuts · is
B_4 Substantiva	woman · man
B_5 Satz-Modifier	not · necessarily v_0 believes that
B_6 Adverbien (intrans. Verben)	rapidly
B_7 Adverbien (trans. Verben)	rapidly
B_8 Referentielle Adjektive	red · between v_0 and v_1

Tabelle 1: Die neun lexikalischen Basiskategorien $B_0 \dots B_8$

Eher ungewöhnlich für eine kompositionelle Theorie ist, daß zusammengesetzte Ausdrücke wie it rains als Ganzes im Lexikon stehen und daher nicht weiter in ihre Bestandteile zerlegbar sind. Dadurch kann Montague auf das Behandeln komplizierter syntaktische Konstruktionen (insbesondere Kontrollphänomene) verzichten, für die ganze linguistische Theorien entwickelt wurden. Es sei jedoch am Rande darauf hingewiesen, daß sich diese Konstruktionen in den letzten Jahren auch als semantisch interessant erwiesen haben, vgl. zum semantischen Unterschied zwischen Raising- und Equi-Konstruktionen [Pollard/Sag 1994], S. 285ff.

Quantoren sind keine Lexikoneinträge, sondern werden mittels gesonderter Grammatikregeln behandelt. Adjektive können im EFL-Modell ausschließlich vom referentiellen Typ sein, solche mit restriktiver oder privativer Semantik² sind nicht modellierbar.

² Ein Beispiel für ein restriktives Adjektiv ist »groß«: Es ist nicht (wie beim referentiellen Adjektiv »rot«) möglich, die durch bezeichnete Eigenschaft unabhängig von der Menge anzugeben, auf die sich das Adjektiv bezieht. Ein roter Elefant und eine rote Maus besitzen dieselbe Farbe, aber ein großer Elefant dürfte wesentlich größer als eine große Maus sein. Das Adjektiv »groß« schränkt die Menge der Elefanten auf die Menge der großen Elefanten ein (Restriktion), während »rot« die Menge der Elefanten mit der Menge der roten Individuen schneidet.

Private Adjektive wie »vermeintlich« weisen eine Menge zu, die zur ursprünglichen disjunkt ist: Es gibt keine Individuen, die gleichzeitig »Elefanten« und »vermeintliche Elefanten« sind.

Grammatikregeln

Jeder lexikalischen Basiskategorie B_i ist eine entsprechende komplexe Kategorie C_i zugeordnet, welche die syntaktisch korrekten Konstruktionen des jeweiligen Typs enthält.

Montague benutzt eine eher umständliche induktive Definition der Syntax, die jedoch gewisse Gemeinsamkeiten mit den verbreiteten Phrasenstrukturregeln besitzt: Es werden jeweils verschiedene Bedingungen angegeben, die erfüllt sein müssen, damit mehrere Konstituenten (~ rechte Regel-Seite in Phrasenstrukturgrammatiken) zusammen ein Element einer komplexen Kategorie C_i (~ linke Regel-Seite) konstituieren können. Da die später von Montague im PTQ-Modell benutzte kategoriale Syntax für kompositionell-semantische Zwecke weitaus besser geeignet ist und für rein syntaktische Zwecke leistungsfähigere Formalismen zur Verfügung stehen wird hier auf eine ausführlichere Besprechung der EFL-Syntax verzichtet. Die nachfolgende Tabelle illustriert jedoch die von den jeweiligen Regeln behandelte Konstruktion.

Regel	Behandelte Konstruktion [eigene Notation]	
<i>S1</i>	<i>S</i>	<i>Lexical-S · VP IV · ...</i>
<i>S2</i>	<i>S</i>	<i>NP VP</i>
<i>S3</i>	<i>VP</i>	<i>TV NP · S IV</i>
<i>S4</i>	<i>S</i>	<i>S-modifier S</i>
<i>S5</i>	<i>IV</i>	<i>IV IV-adv</i>
<i>S6</i>	<i>TV</i>	<i>TV TV-adv</i>
<i>S7</i>	<i>N</i>	<i>Adj N</i> für 1-Wort-Adjektive (<i>red</i>)
	<i>N</i>	<i>N Adj</i> für Mehrwort-»Adjektive« (<i>in v₀</i>)
<i>S8 + S12</i>	<i>PN</i>	<i>Var</i>
	<i>Var</i>	<i>Var</i>
<i>S9 + S13</i>	<i>every</i>	<i>(every tall woman sees that woman)</i>
<i>S10 + S14</i>	<i>a/an</i>	<i>(a tall woman sees that woman)</i>
<i>S11 + S15</i>	<i>the</i>	<i>(the tall woman sees that woman)</i>
<i>S16</i>	Relativsätze	
<i>S17</i>	Prädikative Adjektive	

Tabelle 2: Von den Grammatikregeln behandelte Konstruktionen

Syntaktische und semantische Ambiguitäten ergeben sich — wie in allen Theorien, die keine explizite Formalisierung unterspezifizierten Wissens erlauben — durch die unterschiedliche Reihenfolge der Regelanwendungen.

Semantische Kategorien

Zu jeder der neun lexikalischen bzw. syntaktischen Kategorien B_i bzw. C_i existiert eine semantische Kategorie U_i , wobei A den Individuenbereich des Modells und I die Menge der möglichen Welten darstellt. Abkürzend wird U_i geschrieben, da A und I meistens implizit klar sind. Diese semantischen Kategorien U_i entsprechen den Denotaten der Elemente von B_i bzw. C_i .

In der folgenden Tabelle wird die Definition der jeweiligen U_i zusammen mit einem Beispiel für einen entsprechenden Lexikoneintrag aus B_i wiedergegeben. Zusätzlich ist angemerkt, welchen Typ der Lexikoneintrag in der PTQ-Modellierung hätte.

i	Beispiel für B_i	U_i	Typ des Bsp. in PTQ
0	Mary	A	e
1	it rains	$I \quad \{0, 1\}$	t
2	walks	$U_0 \quad U_1$	e, t
3	cuts	$(U_0 \times U_0) \quad U_1$	e, e, t
4	woman	$U_0 \quad U_1$	e, t
5	not	$U_1 \quad U_1$	t, t
6	rapidly	$U_2 \quad U_2$	e, t, e, t
7	rapidly	$U_3 \quad U_3$	e, e, t, e, e, t
8	red	$U_4 \quad U_4$	e, t, e, t

Tabelle 3: Semantische Kategorien; Vergleich mit PTQ

An dieser Stelle sei auf einige Besonderheiten und Abweichungen gegenüber PTQ hingewiesen. Besonders auffällig ist die mit der phrasenstruktur-artigen Syntax zusammenhängende festgelegte Zahl der semantischen Kategorien, während der zur Kategorialgrammatik von PTQ passende λ -Kalkül eine potentiell beliebig große Zahl von Typen erlaubt.

Ein weiterer großer Unterschied zwischen EFL und PTQ ist die Rolle der Menge der möglichen Welten: In PTQ wird durch die Interpretationsfunktion *jeder* nichtlogischen Konstanten vom Typ τ ein Wert aus $D_{s\tau} = (W \times T) \rightarrow D_\tau$ zugewiesen. Dagegen werden in EFL mögliche Welten ausschließlich bei U_1 berücksichtigt: Das Denotat eines Satzes ist eine Proposition, also ein Element aus $I = \{0, 1\}$. Auf die Frage, welche Konsequenzen diese Einschränkung für die Modellierung intensionaler Ausdrücke hat, wird ausführlich im Schlußabschnitt dieser Arbeit eingegangen.

Ein letzter Unterschied zu PTQ, allerdings von eher marginaler Bedeutung, ist die Stelligkeit der Funktionen. PTQ kennt ausschließlich Funktionen mit *einem* Parameter, dagegen besitzt $U_3 = (U_0 \times U_0) \rightarrow U_1$ die Arität 2.

Denotationsfunktionen

Die eigentliche Besonderheit der EFL-Modellierung gegenüber PTQ ist der Verzicht auf die Übersetzung des Englischen in eine zwischengeschaltete Repräsentationssprache: Das Englische wird direkt modelltheoretisch interpretiert. Das heißt allerdings auch, daß jene Aufgaben, welche in PTQ die Intensionale Prädikatenlogik erfüllt, durch andere formale Mechanismen bereitgestellt werden müssen; insbesondere muß es möglich sein, Variablen zu binden.

Zu diesem Zweck werden Folgen von Individuen verwendet, also Funktionen mit Definitionsbereich \mathbb{N} und Wertebereich A . Zur Veranschaulichung solcher Folgen werden nachfolgend Grafiken verwendet, deren »abgerissener« unterer Rand die Unendlichkeit des Definitionsbereich symbolisieren soll.

0	mary
1	mary
2	john
~ ~ ~ ~ ~	

Abb. 4: Veranschaulichung einer Folge $f: \mathbb{N} \rightarrow \{\text{mary, john}\}$

Ein Ausdruck der Objektsprache wird nicht interpretiert, indem ihm sein Denotat zugewiesen wird, stattdessen ordnet eine Denotationsfunktion G dem Ausdruck eine Funktion von Individuenfolgen in Denotate zu:

$$G_i: B_i \rightarrow ((\mathbb{N} \rightarrow A) \rightarrow U_i)$$

Diese Denotationsfunktionen müssen allerdings einigen Bedingungen genügen, um die Aufgaben der prädikatenlogischen Belegungsfunktion korrekt wahrzunehmen; so muß das Ergebnis der Denotationsfunktion durch die Variablenindizes des zu interpretierenden Ausdrucks eindeutig bestimmt sein. Ein Beispiel ist die zum Ausdruck `between v_0 and v_1` B_6 gehörige Denotationsfunktion $G_6(\text{between } v_0 \text{ and } v_1)$: Da der Parameter die Variablen v_0 und v_1 enthält, muß die resultierende Funktion für alle Folgen, die an den Stellen 0 und 1 gleich sind, dasselbe Ergebnis liefern.

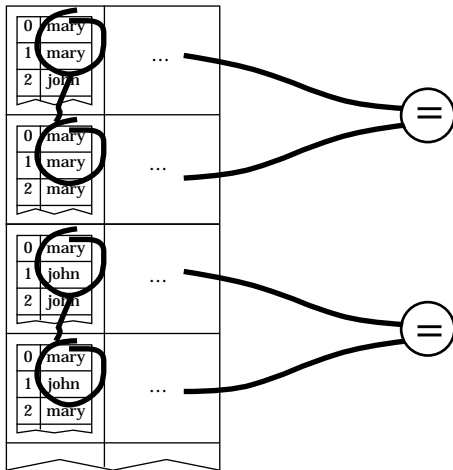


Abb. 5: Denotationsfunktion für einen Ausdruck, der v_0 und v_1 enthält

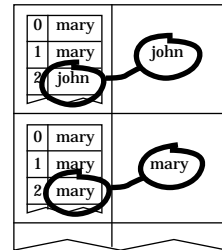


Abb. 6: Denotationsfunktion für die freie Variable v_2

Aus dieser Forderung folgt, daß das Resultat der Denotationsfunktion für einen variablenfreien Ausdruck eine konstante Funktion ist — unabhängig, welche Folge diese Funktion als Argument nehmen wird, liefert sie dasselbe Resultat zurück. Dem entspricht in der Prädikatenlogik, daß die Interpretation eines variablenfreien Ausdrucks in keiner Weise von der Belegungsfunktion abhängt.

Obwohl das Ergebnis einer Denotationsfunktion eine überabzählbar unendliche Menge ist,³ ist der Wert nach Anwenden auf eine Folge (d.h. nach der Variablenbindung) auf diese Weise eindeutig durch die Variablen im Argument der Denotationsfunktion bestimmt.

In einer zusätzlichen Bedingung wird verlangt, daß die Denotationsfunktion für eine freie Variable mit Index n jene Abbildung $f: (\mathbb{N} \rightarrow A) \rightarrow A$ sei, bei der für alle Folgen x ($\mathbb{N} \rightarrow A$) gilt daß $f(x) = x(n)$. Diese Forderung ist in Abbildung 6 (vorangehende Seite) graphisch veranschaulicht.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß die Denotationsfunktionen zwei Aufgaben gleichzeitig wahrnehmen: Sie belegen Variablen und interpretieren anschließend die Ausdrücke.⁴

³ Das Ergebnis der Denotationsfunktion G_i ist eine Funktion $(\mathbb{N} \rightarrow A) \rightarrow U_i$ und besitzt demnach die Mächtigkeit $|U_i|^{(|A|^0)}$.

⁴ Es gibt ähnlich arbeitende Formulierungen der Prädikatenlogik 1. Stufe; siehe zum Beispiel die Funktion $I \circ V$ in [Fuchs 1990], S. 101f.

Bedeutungspostulate

Einige weitere Einschränkungen der Denotationsfunktionen haben zum Ziel, bei bestimmten Wörtern jene Interpretation sicherzustellen, die der Intuition des Menschen entspricht. Beispielsweise wird verlangt, daß das englische Wort *not* als logische Negation interpretiert wird:

$G_5(\text{not})$ ist jene Funktion $f: (\mathbb{N} \rightarrow A) \rightarrow (U_1 \rightarrow U_1)$

bei der für alle $x \in (\mathbb{N} \rightarrow A)$,
 alle $p \in (I \rightarrow \{0,1\})$
 und alle $i \in I$ gilt:

$$f(x)(p)(i) = 1 \text{ gdw. } p(i) = 0$$

Eine graphische Veranschaulichung findet sich als Abbildung 7 auf der nächsten Seite. Sehr ähnliche Definitionen existieren für *is* (vgl. Abb. 8) und *necessarily* sowie für eine Eigenschaft *entity*, die auf alle Individuen zutrifft.

Ähnlich wie beim Problem der Variablenbindung muß der EFL-Ansatz, der ja ohne eine zwischengeschaltete Logik arbeitet, Mechanismen der Intensionalen Logik simulieren: Die Semantik des Negations- und des Notwendigkeitsoperators müssen explizit angegeben werden.

0	mary	i_0	0	i_0	1
1	mary	i_1	0	i_1	1
2	mary	i_0	0	i_0	1
		i_1	1	i_1	0
		i_0	1	i_0	0
		i_1	0	i_1	1
		i_0	0	i_0	1
		i_1	0	i_1	1

0	mary	i_0	0	i_0	1
1	mary	i_1	0	i_1	1
2	john	i_0	1	i_0	0
		i_1	0	i_1	1
		i_0	0	i_0	1
		i_1	0	i_1	1

Abb. 7: Denotationsfunktion $G_5(\text{not})$

mary, mary	i_0	1
	i_1	1
mary, john	i_0	0
	i_1	0
john, mary	i_0	0
	i_1	0
john, john	i_0	1
	i_1	1

mary, mary	i_0	1
	i_1	1
mary, john	i_0	0
	i_1	0
john, mary	i_0	0
	i_1	0
john, john	i_0	1
	i_1	1

Abb. 8: Denotationsfunktion $G_3(\text{is})$

Eine interessante Frage ist, inwieweit sich derartige — eigentlich linguistisch motivierte — Bedeutungspostulate von einer Formalisierung des Weltwissens abgrenzen lassen. Hat das Wissen, daß *not* die Negation bedeutet, einen grundsätzlich anderen Status als das Wissen, daß alle Katzen Säugetiere sind oder daß Einhörner nicht existieren?

Das in [Bußmann 1990] beim Eintrag »Bedeutungspostulat« genannte Kriterium, daß die Bedeutungspostulate in allen⁵ möglichen Welten erfüllt sein müssen, hilft kaum weiter, denn genauso, wie man sich eine mögliche Welt vorstellen kann, in der Katzen violette Gänseblümchen sind, kann man sich eine Welt vorstellen, in der das Wort *not* eben *nicht* die Negation bedeutet — womit das Postulat für die Bedeutung von *not* nicht gerechtfertigt wäre. Analog läßt sich dafür argumentieren, daß bestimmte Eigenschaften von Katzen immer gelten würden und daher als entsprechendes Postulat festzuschreiben wären. Das Problem liegt wohl darin, daß sich semantisch-linguistisches und Weltwissen einfach nicht scharf voneinander abgrenzen lassen.

Semantische Operationen

Eine kompositionelle Theorie der Semantik zeichnet sich dadurch aus, daß die Bedeutung eines komplexen Ausdrucks aus den Bedeutungen seiner Teile abgeleitet werden kann. In EFL dienen sog. »semantische Operationen« dazu, mehrere Teilausdrücke zu einem Ganzen zu verbinden; entsprechend wird für jede der Grammatikregeln $S1 \dots S17$ eine zugehörige semantische Operation $F_1 \dots F_{17}$ definiert. Exemplarisch werden nachfolgend Kompositionsregeln anhand der Funktionaler Applikation und der Quantifikation dargestellt; die beiden Beispiele sind weder die einzigen Vertreter der jeweiligen Kategorie von semantischen Operationen noch handelt es sich hierbei um die einzigen zwei Arten der Komposition, die in EFL zur Verfügung stehen.

Die Regel $S2$ kombiniert eine Nominal- mit einer Verbalphrase syntaktisch; entsprechend definiert F_2 die Semantik der Kombination.

$$F_2(d, a) \text{ ist jene Funktion } p \text{ mit Domäne } \mathbb{N} \times A \\ \text{ bei der für alle } x \in (\mathbb{N} \times A) \text{ gilt:} \\ p(x) = d(x) (a(x))$$

Um den Wert von $F_2(d, a)$ für eine bestimmte Folge x zu bestimmen, wird erst a auf die Folge x angewandt und das Ergebnis anschließend als Eingabe für $d(x)$ benutzt. Abbildung 9 veranschaulicht den Vorgang graphisch:

⁵Im Lexikoneintrag steht, daß die Bedeutungspostulate in *mindestens einer* möglichen Welt erfüllt sein müßten, was sowohl der Idee der Bedeutungspostulate als auch Montagues Formalisierung widerspricht. Es scheint ein Fehler unterlaufen zu sein.

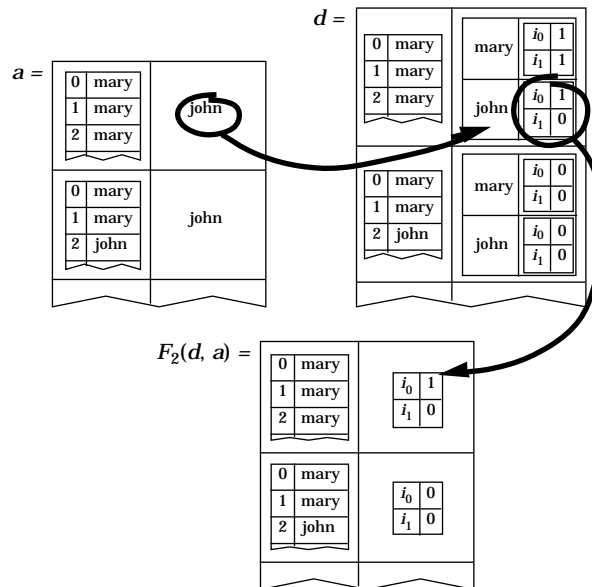


Abb. 9: Bestimmen des Ergebnisses der Funktionalen Applikation für die Folge $\{0, \text{mary}, 1, \text{mary}, 2, \text{mary}, \dots\}$. Um F_2 vollständig zu berechnen, müßte die gleiche Operation für sämtliche Folgen durchgeführt werden.

Anhand des Allquantors soll das Verfahren der Quantifikation erläutert werden; analog zur Allquantifikation sind Existenzquantor und bestimmter Artikel definiert.

$F_9(p, a, z)$ ist jene Funktion q mit Domäne $\mathbb{N} \rightarrow A$

bei der für alle $x \in (\mathbb{N} \rightarrow A)$,

alle $i \in I$ gilt:

$$q(x)(i) = 1 \text{ gdw. } p(x_n^t)(i) = 1$$

immer wenn $t \in A$ mit

$$z(x)(t)(i) = 1.$$

Hierbei ist n der Index der durch a repräsentierten Variablen und x_n^t dieselbe Folge wie x , außer daß das n -te Glied gleich t ist.

Modell- und Wahrheitsbegriff

Modelle sind in EFL als 11-Tupel A, I, G_0, \dots, G_8 definiert, wobei A ein mindestens 2elementiger Individuenbereich, I die nicht-leere Menge der möglichen Welten und die G die bereits besprochenen Denotationsfunktionen sind.

Auf Montagues Definition der Wahrheit einer Formel kann nicht genauer eingegangen werden, da sie auf einer (hier nicht erläuterten) komplexen Baum-Algebra beruht. Grob gesagt muß eine Formel φ folgende Bedingungen erfüllen, um in Bezug auf ein Modell M , einen Syntaxbaum h und eine Welt i als wahr betrachtet zu werden:

- h ist eine syntaktisch korrekte Analyse von φ
- φ ist ein Element der Menge der Sätze C_1
- $i \in I$
- die Denotationsfunktion von h in M ist angewandt auf alle Folgen $x \in (N \cup A)^*$ und die Welt i jeweils gleich 1.

Eine Formel φ ist *logisch wahr* in Bezug auf Modell M und Syntaxbaum h gdw. φ wahr ist in Bezug auf M , h und alle Welten $i \in I$.

Syntaktisch bedingte Ambiguität ist nicht ausdrücklich formalisiert, sondern zeigt sich in unterschiedlichen Analysen in Abhängigkeit von der Reihenfolge der Regelanwendungen.

Zusammenfassung

Montagues Ansatz zur Modellierung der Semantik natürlicher Sprachen in »English as a Formal Language« unterscheidet sich in verschiedener Hinsicht von seiner später entstandenen Theorie, die er im Aufsatz »On the Proper Treatment of Quantification« publizierte.

Auf der syntaktischen Seite des Englischfragments benutzt EFL keine kategorialgrammatische Syntax, sondern ein induktiv definiertes System von Regeln, das gewisse Ähnlichkeiten mit einer Phrasenstrukturgrammatik besitzt. Entsprechend wird eine feste Zahl von semantischen Kategorien benutzt, nicht der λ -Kalkül mit einer potentiell beliebig großen Zahl von Typen.

Auf der semantischen Seite unterscheiden sich die beiden Modelle vor allem in der Behandlung der Intensionalität: In PTQ wird jeder nichtlogischen Konstanten, egal welchen Typs, durch die Interpretationsfunktion deren Intension zugewiesen; zusätzlich stehen die Operatoren \forall und \exists zur Verfügung. In EFL sind dagegen ausschließlich Elemente aus U_1 , Sätze also, intensional: Das Denotat eines Satzes ist nicht wie in PTQ ein Wahrheitswert, sondern eine Proposition. Die in PTQ modellierbare Intensionalität von Verben wie »seek« kann in EFL nicht zufriedenstellend behandelt werden.

Trotz dieser Einschränkungen ist der EFL-Ansatz jedoch nicht ausschließlich von »historischem« Interesse: Die eigentliche Besonderheit besteht darin, daß Ausdrücke der Objektsprache direkt interpretierbar sind, ohne zuvor in die Zwischenstufe der Intensionalen Prädikatenlogik übersetzt werden zu müssen. Die von der Logik bereitgestellten Mittel werden durch andere Mechanismen »simuliert«: Modaloperatoren durch Beschränkungen der Denotationsfunktionen für die entsprechenden englischen Wörter, Quantoren und Belegungsfunktion durch einen eigenständigen, mit Folgen arbeitenden Mechanismus.

Literatur

- [Bußmann 1990] Bußmann, Hadumod: Lexikon der Sprachwissenschaft. 2. Auflage. Stuttgart: Kröner, 1990. ISBN 3-520-45202-2.
- [Dowty/Wall/Peters 1981] Dowty, David R./Wall, Robert E./Peters, Stanley: Introduction to Montague Semantics. Studies in Linguistics and Philosophy, Vol. 11. Dordrecht: Reidel, 1981. ISBN90-277-1141-0.
- [Fuchs 1990] Fuchs, Norbert E.: Kurs in Logischer Programmierung. Wien/New York: Springer, 1990. ISBN 3-211-82235-6.
- [Gamut 1991] Gamut, L. T. F.: Logic, Language and Meaning. Vol. 2: Intensional logic and logical grammar. Chicago/London: The University of Chicago Press, 1991. ISBN0-226-28088-8 (Paperback) und 0-226-28086-1 (geb.).
- [Montague 1970] Montague, Richard: English as a Formal Language. In: Visentini et al. [Hrsg.]: Linguaggi nella Società e nella Tecnica. Milano: Edizioni di Comunità, 1970. Nachdruck in: Thomason, R. H. [Hrsg.]: Formal Philosophy: Selected Papers of Richard Montague. New Haven: Yale University Press, 1974. S. 188 – 221.
- [Montague 1973] Montague, Richard: On the Proper Treatment of Quantification in Ordinary English. In: Hintikka, J. et al. [Hrsg.]: Approaches to Natural Language: Proceedings of the 1970 Stanford Workshop on Grammar and Semantics. Dordrecht: D. Reidel, 1973. Nachdruck in: Thomason, R. H. [Hrsg.]: Formal Philosophy: Selected Papers of Richard Montague. New Haven: Yale University Press, 1974. S. 247– 270.
- [Pollard/Sag 1994] Pollard, Carl J./Sag, Ivan A.: Head-driven Phrase Structure Grammar. Chicago/London: The University of Chicago Press, 1994. ISBN 0-226-67446-0 (Paperback) und 0-226-67447-9 (geb.).