Reinhard Muskens, *Meaning and partiality*, Center for the Study of Language and Information, Stanford & The European Association for Logic, Languge and Information, 1995.

Fritz Hamm, Tübingen

Anhand eines fiktiven Mordfalles macht Jon Barwise 1981 in [3] auf ein Problem für die Beschreibung der Bedeutung von Wahrnehmungsausdrücken im Rahmen der klassischen intensionalen Semantik aufmerksam.

Barwise betrachtet in seiner Arbeit bloße Infinitivkomplemente von Perzeptionsverben wie in (1) im Gegensatz zu Konstruktionen mit subordinierender Konjunktion wie in (2).

(1) a. Mary saw Brutus stab Caesar.
    b. Sam heard Mary shoot Bill.

(2) a. Mary saw that Brutus stabbed Caesar.
    b. Sam heard that Mary shot Bill.

Die Sätze in (1) nicht aber die in (2) sind faktiv zu interpretieren; d. h. aus a *saw* ϕ folgt ϕ. Barwise diskutiert in seiner Arbeit weitere Beschränkungen, die im folgenden nach Bedarf informell eingeführt werden. Ferner ist die Substituierbarkeit logisch äquivalenter Sätze salva veritate in der klassischen intensionalen Semantik gewährleistet, d. h. es gilt das für die weitere Argumentation zentrale Prinzip **Sub**.

Sub Falls ϕ und ψ logisch äquivalent sind, so gilt: a *saw* ϕ gdw. a *saw* ψ.

Der folgende Gerichtsfall steht zur Verhandlung an: Brown wird angeklagt seinen Todfeind Fred Smith ermordet zu haben. Während der Verhandlung macht die Frau des Ermordeten drei Aussagen. Erstens: Brown und ich betraten das Zimmer (in dem der Mord stattfand) zur gleichen Zeit durch verschiedene Türen. Zweitens: Fred, der mir zugewandt stand, sah mich eintreten. Drittens: Ich sah Brown eintreten, aber Fred sah Brown nicht eintreten. Brown, der in Selbstverteidigung gehandelt haben will, muß dafür zumindest nachweisen, daß Fred ihn gesehen hat. Er engagiert daher einen Modallogiker, der den Auftrag erhält, die hinderliche Zeugenaussage der Frau von Fred zu widerlegen. Der Logiker erledigt seinen Auftrag auf die denkbar effektivste Art. Er weist nach, daß die drei Aussagen von Mary inkonsistent sind.

Formalisiert sehen die Teile zwei und drei der Zeugenaussage von Mary Smith wie folgt aus:

(3) f *sah* $F(m)$

(4) m *sah* $B(b)$

(5) $\neg$ (f *sah* $B(b)$)

Dabei handelt es sich bei f , m und b um Individuenkonstanten für Fred Smith, Mary Smith und

Brown. *F(x)* und *B(x)* stehen für die Eigenschaft durch die Tür im Gesichtsfeld von Fred Smith einzutreten bzw. durch jene außerhalb seines Gesichtsfeldes. Der Experte argumentiert nun folgendermaßen: Wegen Faktivität folgt aus (4) *B(b)*. Wiederum mit Faktivität erhält man aus (5) $\neg$ *(f sah* $\neg$ *B(b))*. [1] Ferner ist *F(m)* logisch äquivalent mit $(F(m) \wedge B(b)) \vee (F(m) \wedge \neg B(b))$. Also folgt mit **Sub** und (3) *f sah* $(F(m) \wedge B(b)) \vee (F(m) \wedge \neg B(b))$. Zwei weitere Prinzipien[2], die die Logik bloßer Infinitivkomplemente von Perzeptionsverben steuern, ergeben nun: *f sah* $(F(m) \wedge B(b))$ oder *f sah* $(F(m) \wedge \neg B(b))$. Aus letzterem folgt: *f sah* $\neg B(b)$. Oben wurde gezeigt, daß dies falsch ist. Also gilt das erste Disjunkt und daher: *f sah* $B(b)$.

Barwise benutzte Beispiele dieser Art zur Motivation der Entwicklung einer radikalen Alternative zum Paradigma der Montaguegrammatik, der von ihm und John Perry entwickelten Situationssemantik. Das Hauptaugenmerk galt dabei in den ersten Jahren der Entwicklung einer allgemeinen *partiellen* Semantik, die es erlauben sollte, Probleme der geschilderten Art systematisch zu lösen. Eine Partialisierung der Montaguegrammatik hielten Barwise und Perry, wenngleich nicht für unmöglich, so doch zumindest für sehr schwierig wie folgendes Zitat aus Barwise und Perry [5] zeigt.

> It is true that some writers have augmented the theory of possible worlds to add partial possible worlds. However, no one, as far as I know, [...] has worked out the higher–order Montague–like analog of this theory. I thought about it once. The idea would be to have a part–of relation between partial worlds and look at those higher–type functions that were hereditarily consistent with respect to this part–of relation. However, I found that it became terribly complex once you went beyond the first couple of levels in the type hierarchy, much more complicated than the analogous problem in the theory of partial functions of higher type recursion theory.

Der Lösung dieses schwierigen Problems ist die vorliegende Monographie von Reinhard Muskens gewidmet. Von den neun Kapiteln befassen sich sechs mit der Entwicklung einer systematischen partiellen Semantik innerhalb des von Montague vorgegebenen Ansatzes. Das siebte enthält im wesentlichen eine Rekonstruktion der klassischen Situationssemantik mit Hilfe des entwickelten Formalismus. Im achten wird die Theorie auf propositionale Einstellungen angewendet und das letzte Kapitel beinhaltet eine Analyse von Eigennamen. In einem Appendix findet man die Beweise der im Text erwähnten Theoreme und Lemmata.

Die Rezension ist in drei Teile gegliedert. Im ersten wird versucht, die formalen Grundlagen der partiellen Logik am propositionalen Teil zu erläutern und zu motivieren. Dann werden kurz und informell die Übergänge zur (partiellen) Prädikatenlogik und Typentheorie, sowie die wichtigsten formalen Resultate beschrieben. Der dritte Teil ist den Anwendungen der Theorie auf Probleme der linguistischen Semantik gewidmet, wobei das letzte Kapitel (über Eigennamen) kaum zur Sprache kommen wird, da es etwas außerhalb des Hauptstranges der Argumentation steht.

Als Ausgangspunkt für seine Partialisierung der Montaguegrammatik wählt Muskens eine vierwertige Logik.[3] Da solch ein Ansatz zumindest in der linguistischen Semantik nicht eben Routine ist, wird der propositionale Teil dieser Logik hier kurz vorgestellt und gezeigt, wie mit diesem Hilfsmittel die von Barwise diskutierten Probleme, die die klassischen intensionalen Semantik bei der Analyse von Perzeptionsverbkomplementen hat, gelöst werden.

Es wird angenommen, daß neben den klassischen Wahrheitswerten **T** (für True) und **F** (für False) zwei weitere Werte **N** (für None) und **B** (für both) existieren. Wie läßt sich solch eine Annahme rechtfertigen? In [6] und [7] gibt Belnap eine *epistemische* Interpretation dieser Werte unter Zuhilfenahme einer Computermetapher. **T** läßt sich dabei als Kürzel für die Tatsache auffassen, daß einem Computer

[1] Faktivität liefert: *f sah* $\neg B(b) \rightarrow \neg B(b)$. Mit Kontraposition: $B(b) \rightarrow \neg$ (*f sah* $\neg B(b)$). Daß *B(b)* gilt wurde gerade gezeigt, also erhält man mit Modus ponens: $\neg$ (*f sah* $\neg B(b)$).

[2] Diese Prinzipien besagen, daß *a sah* über Konjunktionen und Disjunktionen distribuiert.
Genauer: *a sah* $\phi \wedge \psi$ gdw. *a sah* ϕ und *a sah* ψ.
a sah $\phi \vee \psi$ gdw. *a sah* ϕ oder *a sah* ψ.

[3] eine andere Version einer partiellen Semantik, die sich auch mit bloßen Infinitivkomplementen von Perzeptionsverben befaßt, findet man van der Does [15]

eingegeben wurde, daß die betreffende Information korrekt ist. Wenn man beispielsweise eine Liste anlegen möchte, aus der hervorgeht, welcher Fußballverein in welchem Jahr deutscher Meister geworden ist, so könnte ein Eintrag so aussehen: <Bayern München, 1996> **T**. Andererseits wäre der Eintrag <Bayern München, 1996> **F** zu lesen als: Die Information, die das Paar <Bayern München, 1996> enthält, ist nicht korrekt. **N** steht für die Tatsache, daß der Computer keine Information enthält und **B** repräsentiert den Fall, daß er zu viel Information hat; jemand hat eingegeben, daß eine Information sowohl korrekt, als auch inkorrekt ist. Aus dieser Motivation ergibt sich eine Ordnung der vier Werte. **N** sollte in dieser Ordnung unter **T** und **F** stehen, da es im Gegensatz zu den klassischen Wahrheitwerten, schlicht das Nicht–Vorhandensein von Information repräsentieren soll. **B** dagegen sollte über **T** und **F** sein, da es für die Präsenz von zwei Informationsteilen, die sich allerdings widersprechen, steht. Diese Situation wird durch das folgende Bild widergegeben:

(6)

$$\begin{tikzcd}[column sep=small] & \mathbf{B} & \\ \mathbf{T} \arrow[ur] & & \mathbf{F} \arrow[ul] \\ & \mathbf{N} \arrow[ul] \arrow[ur] & \end{tikzcd}$$

Belnap rechtfertigt ausführlich, daß nur solche Funktionen zur Interpretation der logischen Junktoren verwendet werden sollen, die diese Ordnung erhalten, die also monoton wachsend sind. Eine Interpretation der Negation etwa, die zwar **T** und **F** vertauscht, aber auch gleichzeitig **N** in der Ordnung an die Stelle von **B** und **B** an die von **N** setzt, ist damit ausgeschlossen. Fordert man nun noch, daß sich die Negation auf den Werten **T** und **F** klassisch verhält, so erhält man für die vierwertige Negation die folgende Wahrheitstafel:

	N	**T**	**F**	**B**
$\neg$	**N**	**F**	**T**	**B**

Analoge Überlegungen[4] führen zu den Tafeln für die Konjunktion und Disjunktion.

$\wedge$	**N**	**T**	**F**	**B**
N	**N**	**N**	**N**	**F**
F	**F**	**F**	**F**	**F**
T	**N**	**T**	**F**	**B**
B	**F**	**B**	**F**	**B**

$\vee$	**N**	**T**	**F**	**B**
N	**N**	**T**	**N**	**T**
F	**N**	**T**	**F**	**B**
T	**T**	**T**	**T**	**T**
B	**T**	**T**	**B**	**B**

Mit diesen Hilfsmitteln kann die Argumentation des Modallogikers bereits zu Fall gebracht werden. Die entscheidende Äquivalenz

[4] plus die Forderung, daß die folgenden Zusammenhänge gelten:
$\phi \wedge \psi = \phi$ gdw. $\phi \vee \psi = \psi$
$\phi \wedge \psi = \psi$ gdw. $\phi \vee \psi = \phi$

(7) $F(m)$ gdw. $(F(m) \wedge B(b)) \vee (F(m) \wedge \neg B(b))$

gilt in der vierwertigen Logik nicht mehr. Falls etwa $F(m)$ gleich **T** und $B(b)$ gleich **N** ist, erhält die rechte Seite in (7) den Wert **N** und nicht **T**. Die Formeln sind also in der vierwertigen Logik nicht äquivalent. Damit bricht die Argumentation des Modallogikers in dem von Barwise beschriebenen Beispiel zusammen. Natürlich existieren auch in der vierwertigen Logik Äquivalenzen. Beispielsweise gilt die Äquivalenz in (8).

(8) $(\phi \wedge \psi) \vee \tau)$ gdw. $(\phi \vee \tau) \wedge (\psi \vee \tau)$

Die skizzierte vierwertige Logik kann auch unter einem algebraischen Gesichtspunkt gesehen werden. Die Verbandsstruktur[5] sieht hier etwas anders aus. **T** ist hier das größte Element der Ordnung, **F** das kleinste und **N** sowie **B** liegen in der Mitte. Das folgende Diagramm, das die neue Ordnung veranschaulicht, erhält man aus dem ursprünglich angegebenen durch Drehung um neunzig Grad gegen den Urzeigersinn.

(9)

$$\begin{tikzcd}
 & \mathbf{T} & \\
\mathbf{N} \arrow[ur] & & \mathbf{B} \arrow[ul] \\
 & \mathbf{F} \arrow[ul] \arrow[ur] &
\end{tikzcd}$$

Die Struktur der vier Wahrheitswerte mit den Operationen Konjunktion, Disjunktion, Negation und der durch (9) festgelegten Ordnung erfüllt die folgenden algebraischen Gesetzmäßigkeiten.

(10)
a. Die Axiome für distributive Verbände[6].
b. $0 \vee a = a$ und $1 \wedge a = a$.
c. $\neg\neg a = a$.
d. $\neg(a \wedge b) = \neg a \vee \neg b$ und $\neg(a \vee b) = \neg a \wedge \neg b$.
e. $\neg 0 = 1$ und $\neg 1 = 0$.

Diese Gesetzte sind von den Boolschen Algebren her vertraut. Muskens nennt algebraische Strukturen, die die Anforderungen in (10) erfüllen, *Kleene Algebren.* Man beachte jedoch, daß keinesfalls alle Boolschen Gleichungen im Verband der vier Wahrheitswerte gelten. Beispielsweise gilt weder $a \vee \neg a = 1$ noch $a \wedge \neg a = 0$. Würde man diese Gesetze zur Liste in (10) hinzufügen, erhielte man jedoch eine Axiomatisierung Boolscher Algebren. Dies zeigt, daß die von Muskens verwendete vierwertige Logik nur eine minimale Erweiterung der klassischen Logik ist.

Im Gegensatz zur klassischen Aussagenlogik sind allerdings die drei eingeführten Junktoren nicht vollständig. Blamey [8] folgend zeigt Muskens, daß ein System von vier Junktoren ausreicht, um jede n-stellige Funktion von $\{\mathbf{T}, \mathbf{F}, \mathbf{N}, \mathbf{B}\}^n$ in $\{\mathbf{T}, \mathbf{F}, \mathbf{N}, \mathbf{B}\}$ durch eine Formel zu bezeichnen.

Hiermit endet die Darstellung der Grundlagen der vierwertigen Aussagenlogik. Der Inhalt der folgenden Abschnitte von Muskens Monographie wird weitaus informeller präsentiert.

[5] Auch auf der in (6) angegebenen Ordnung kann die beschriebene algebraische Struktur eingeführt werden. Die dafür benötigten Operationen sind allerdings etwas schwieriger zu motivieren.

[6] Eine *partiell geordnete Menge* ist eine Menge mit einer zweistelligen Relation R, die reflexiv ($R(x,x)$), transitiv ($R(x,y) \wedge R(y,z) \rightarrow R(x,z)$) und antisymmetrisch ($R(x,y) \wedge R(y,x) \rightarrow x = y$) ist. Eine partiell geordnete Menge ist ein *Verband* falls für beliebige Elemente a, b der Menge die kleinste obere Schranke ($\vee$) und die größte untere Schranke ($\wedge$) existieren. Ein Verband ist *distributiv*, falls außerdem gilt: $x \wedge (y \vee z) = (x \wedge y) \vee (x \wedge z)$.

Zuerst wird die Aussagenlogik zur Prädikatenlogik erweitert. Angenommen, ein einstelliges Prädikat P ist gegeben. Wie wird P bezüglich einer Grundmenge D gedeutet? Man wählt dazu zwei Interpretationsfunktionen I^+ und I^-, die dem Prädikat P bezüglich D, seine *Denotation* und *Antidenotation* zuordnen. *P(a)* erhält dann bezüglich einer Struktur M den Wert **T**, falls das Objekt, das a bezeichnet, in $I^+(P) \setminus I^-(P)$ liegt, den Wert **F**, falls es ein Element von $I^-(P) \setminus I^+(P)$ ist, den Wert **N**, falls es sich in $D \setminus (I^-(P) \cup I^+(P))$ befindet und schließlich den Wert **B**, falls es in $I^-(P) \cap I^+(P)$ ist. Dieses Verfahren läßt sich für n–stellige Prädikate verallgemeinern. Für die aussagenlogischen Junktoren ergibt sich nichts Neues und der Allquantor wird als Schnitt[7] gedeutet.

Muskens zeigt, daß die skizzierte partielle Prädikatenlogik keineswegs ein besonders abwegiges System ist. Dazu wird jeder Formel ϕ der partiellen Logik eine Übersetzung $\phi^\dagger$ zugeordnet. Diese Übersetzung ist, wie das *Embedding Theorem (Theorem 6)* zeigt, deduktionserhaltend; d.h. falls eine Satzmenge Δ aus einer Satzmenge Γ in der partiellen Prädikatenlogik folgt, dann folgt $\Delta^\dagger$ aus $\Gamma^\dagger$ plus einer zusätzlichen Formel gemäß dem Folgerungsbegriff der klassischen Prädikatenlogik. Dieses Ergebnis ist signifikant, denn es zeigt, daß zentrale Theoreme der klassischen Logik, wie der Vollständigkeitssatz, der Satz von Löwenheim–Skolem und der Kompaktheitssatz auch für die partielle Prädikatenlogik gelten. In diesem Sinne ist das von Muskens verwendete System gründlich motiviert.

Im nächsten Schritt wird die Typentheorie partialisiert. Bevor Muskens Reformulierung kurz beschrieben werden kann, muß etwas zum Inhalt der ersten vier Kapitel, die bisher nicht zur Sprache kamen, gesagt werden.

Nach Kapitel 1 (Introduction), das einen informellen Überblick über den Inhalt des Bandes enthält, werden in Kapitel 2 zwei Typenlogiken eingeführt. Die erste ist Gallins [10] TY_2, die im Gegensatz zu Montagues IL einen Typ s, dessen Denotationsbereich die Menge der möglichen Welten ist, enthält[8]. Die zweite Logik TT_2 ist die relationale Version von TY_2. Beispielsweise ist die Intension von *love* in TY_2 darstellbar als eine Funktion von Indices in Extensionen von zweistelligen Verben, also Funktionen, deren Definitionsbereich die Menge der Objekte D ist und deren Wertebereich eine Menge von Funktionen mit Definitionsbereich D und Wertebereich $\{0,1\}$ ist. In TT_2 wird die Intension von *love* dagegen als dreistellige Relation repräsentiert und *love xyi* ist zu lesen als: y liebt x in der Welt i. Daraus wird ersichtlich, daß die relationalen Typen von TT_2 anders zu definieren sind als die funktionalen Typen von TY_2 und daß Applikation und λ–Abstraktion[9] dem relationalen Format angepaßt werden müssen.

Doch warum ist eine relationale Formulierung einer funktionalen vorzuziehen? Muskens gibt dafür zwei Gründe. Eine zweistellige Relation R zwischen zwei dreistelligen Relationen S und T (Typ: $e(e(et))$) erhält in TY_2 den Typ: $(e(e(et)))((e(e(et)))t)$. Muskens schreibt dazu (S. 12):

> This is all very well, untill we realize that we have coded binary relations between ternary relations as functions from functions from individuals to functions from individuals to functions from individuals to truth values to functions from functions from individuals to functions from individuals to functions from individuals to truth values to truth values. In other words, we have replaced objects that we have some intuitive grasp on by monsters that we can only reason about in an abstract way.

Dies ist ein rein intuitives Argument. Für den partiellen Fall gibt es jedoch auch einen Grund rein technischer Art. Schönfinkels Korrespondenz zwischen einstelligen Funktionen und Funktionen mit mehreren Argumenten bricht bei partiellen Funktionen zusammen, wie das folgende Argument von Tichy [13] zeigt, das Muskens zitiert:

---

[7] Genauer: $[\![\forall x\phi]\!] = \bigcap_{d\in D} [\![\phi]\!]^{M,g[d/x]}$.

[8] In Zimmermann [16] wird gezeigt, daß die beiden Systeme modulo einiger syntaktischer Randerscheinungen äquivalent sind.

[9] Beschränkt man sich auf Individuenvariable, so sieht die Klausel für die Interpretation der λ–Abstraktion wie folgt aus: $[\![\lambda x A]\!]^{M,g} = \{< d, d_1, \ldots, d_n >|\ d \in D\ und < d_1, \ldots, d_n > \in [\![A]\!]^{M,g[d/x]}\}$.
Die λ–Abstraktion macht also aus einer n–stelligen Relation eine n+1–stellige Relation. Die Applikation dann aus einer n+1–stelligen Relation eine n–stellige.

Sei a ein Objekt vom Typ e. Man betrachte nun zwei Funktionen F_1 und F_2 beide vom Typ $e(ee)$, die wie folgt, definiert sind: $F_1 = F_2 = id(x)$ [id = Identitätsfunktion], falls $x \neq a$. An der Stelle a sei F_1 undefiniert und $F_2(a)$ sei die total undefinierte Funktion. Es ist klar, daß $F_1 \neq F_2$. Welche zweistelligen partiellen Funktionen werden durch F_1 und F_2 kodiert? F_2 kodiert die Funktion F mit der Eigenschaft, daß $F(a, y)$ undefiniert ist und für $x \neq a$ gilt: $F(x, y) = y$. F_1 sollte jedoch genau dieselbe zweistellige Funktion kodieren, denn $F_1(a)$ ist undefiniert und $F_1(x)$ für $x \neq a$ ist $id(x) = F_2(x)$.

Der Rest von Kapitel 2 und das ganze Kapitel 3 enthalten einen Vergleich von TY_2, TT_2 und Montagues IL. In Kapitel 4 wird die Syntax von Montagues "Proper Treatment of Quantification" (PTQ) reformuliert und eine etwas vereinfachte Semantik angegeben.

Dies sind die Vorarbeiten für die systematische Partialisierung der Typentheorie, die in Kapitel 6 unternommen wird. Man erinnere sich, daß ein Prädikat der partiellen Prädikatenlogik gedeutet wurde als ein Paar bestehend aus Denotation und Antidenotation. Auf der Menge solcher Paare werden nun algebraische Operationen eingeführt. Beispielsweise vertauscht die partielle Komplementbildung einer Relation R einfach die erste und zweite Komponente von R; also: falls $R =< R_+, R_- >$, dann $\neg R =< R_-, R_+ >$. Ähnlich werden partieller Schnitt, Vereinigung und Teilmengenbeziehung eingeführt. Es wird ferner gezeigt, daß eine Menge von partiellen Relationen auf vorgegebenen Bereichen, die unter den eingeführten Operationen abgeschlossen und die entsprechenden 1– und 0–Elemente enthält, die in einem präzisem Sinne typische Kleene–Algebra ist. Jede andere Kleene–Algebra ist isomorph zu einer Kleene–Algebra auf den partiellen Mengen[10]. Muskens nennt sie daher *natural Kleene–Algebras*.

Mit Hilfe der partiellen Mengen und ihrer Struktur werden dann durch partielle Potenzmengenbildung wie üblich die *Frames* aufgebaut. Damit sind alle Voraussetzungen geschaffen, um den getypten λ–Kalkül im relationalen Format partiell zu deuten (Def. 45, S. 62).

Der Rest des Kapitels enthält eine Reihe von logischen Einsichten über die Folgerungsbeziehung dieses Systems. Es wird ein Sequenzenkalkül entworfen und sowohl für die vierwertige als auch dreiwertige bzw. zweiwertige Variante der Typentheorie generalisierte Vollständigkeit bewiesen. Damit ist das Ziel erreicht, die klassische Typentheorie systematisch zu partialisieren.

Zu Beginn von Kapitel 7 wird der Begriff der *Situation* mit den entwickelten formalen Hilfsmitteln rekonstruiert. Die Idee für den totalen Fall besteht darin, die Extensionen einer Welt oder Index i zu einer Struktur zusammenzufassen, die gewissermaßen diese Welt repräsentiert. Mit jedem Index i wird auf diese Weise eine Interpretationsfunktion I_i assoziiert, die den Prädikaten ihre Extensionen in i zuordnet. Das ursprüngliche intensionale Modell erhält man dann als (durch die Menge der Welten) indizierte Vereinigung der extensionalen Strukturen. Führt man diese Konstruktion im partiellen Fall durch, so entspricht jedem Index ein partielles Modell. Daher repräsentiert der Index eine *partielle Welt* oder eine *Situation*. Die Menge der Situationen ist durch die Übertragung der Ordnungsrelation auf den partiellen Modellen selbst geordnet[11]. Intuitiv besagt die Beziehung $i \leq j$, daß die Situation j mehr Information als i enthält. Bezüglich dieser Relation des Informationszuwachses wird nun die *Persistenz* der Sätze in (11) untersucht.

(11) a. Every man loves Mary.
 b. Some woman talks.
 c. The woman does not talk.

Es stellt sich heraus, daß alle Beispiel persistent sind. Dies scheint intuitiv wenig plausibel zu sein. Denn der erste Satz in (11) könnte beispielsweise in einer Situation i wahr sein, aber in einer erweiterten Situation, die mehr Männer enthält, falsch werden. Der Erhalt von Wahrheit bzw. Falschheit, den Persistenz fordert, wäre dann nicht gewährleistet. Ähnliche Überlegungen lassen Zweifel an der

[10] Dieses Resultat entspricht dem berühmten Stone–Repräsentationstheorem für Boolsche Algebren, das besagt, daß jede Boolsche Algebra zu einem Mengenkörper isomorph ist.

[11] Diese Ordnungsrelation läßt sich auch in der Sprache der partiellen Typentheorie definieren.

Persistenz der beiden anderen Beispiele aufkommen. Muskens Lösung dieses Dilemmas beruht auf einer wichtigen Unterscheidung. Die Relation $i \leq j$ besagt, daß j mehr oder spezifischere Information über Denotation bzw. Antidenotation von Prädikaten enthält als i. Sie besagt *nicht*, daß der Grundbereich von j größer ist als der von i. Um diese Beziehung zwischen Situationen auszudrücken, definiert Muskens eine zweite Relation $\subseteq$, in der partielle Welten i und j stehen, falls gilt, daß die in i existierenden Individuen in j enthalten sind. Die beiden Relationen repräsentieren also verschiedene Arten von Informationszuwachs. Bezüglich der ersten ($\leq$) sind die Sätze in (11) persistent, bezüglich der zweiten ($\subseteq$) jedoch nicht.

Es gibt allerdings auch Beispiele, die die Vermutung nahe legen, daß nicht alle Ausdrücke bezüglich $\leq$ persistent sind. Muskens diskutiert Argumentationen von Frank Veltman [14], die zeigen, daß Sätze, die intensionale Ausdrücke wie *may* enthalten, bezüglich $\leq$ nicht notwendigerweise persistent sind. Anschließend wird gezeigt, daß Veltmans Analyse von *may* in der partiellen Typentheorie nachgespielt werden kann.

Eine weitere Unterscheidung, die für linguistische Anwendungen eine wichtige Rolle spielt, ist die zwischen *starker* und *schwacher* Folgerung. Wie bereits gezeigt, ist in der vierwertigen Logik ϕ nicht mehr logisch äquivalent mit $\phi \wedge (\psi \vee \neg\psi)$. Dies ist nützlich für die Analyse von propositionalen Einstellungen, denn der Schluß von (12) auf (13) wird dadurch blockiert.

(12) Mary believes that John walks.

(13) Mary believes that John walks and Bill talks or Bill does not talk.

Mit dieser Logik sind unter empirischem Gesichtspunkt jedoch auch zwei Probleme verbunden. Zum einen ist damit auch der Schluß von (14) auf (15) nicht mehr gültig.

(14) John walks.

(15) John walks and Bill talks or Bill does not talk.

Dies ist empirisch äußerst fragwürdig. Der zweite Punkt betrifft das alte Problem der *logischen Allwissenheit*. Wie ist es möglich, die Aussagen $2 + 3 = 5$ und $3489 + 2275 = 5764$ innerhalb von intensionalen Kontexten wie in (16) und (17) zu differenzieren, sie aber außerhalb solcher Kontexte als ununterscheidbar zu behandeln?

(16) Mary believes that $2 + 3 = 5$.

(17) Mary believes that $3489 + 2275 = 5764$.

Muskens führt hierzu zuerst den Begriff der starken Folgerung ein. Dieses Konzept ist *global*. Ein Satz ψ ist eine starke Konsequenz eines Satzes ϕ, falls in *jedem* intendierten Modell[12] und in *jeder* Situation i, in der ϕ gilt, auch ψ gilt. Mit diesem Begriff[13] wird die Substituierbarkeit von (14) durch (15) in allen Kontexten blockiert. Schwache Folgerung ist dagegen ein *lokales* Konzept. Es wird mit Hilfe von sechs Bedeutungspostulaten formuliert und erlaubt die Substituierung von (14) durch (15) außerhalb von intensionalen Kontexten, blockiert sie aber innerhalb von intensionalen Kontexten. Am Beispiel des ersten Axioms ist diese Strategie leicht zu erläutern.

[12] Ein *intendiertes Modell* ist ein Modell der partiellen Typentheorie, das eine Reihe von zusätzlichen Axiomen erfüllt.
[13] Muskens definiert eine wesentlich allgemeinere Version dieses Begriffes.

(18) $\lambda i \Omega$

Ω ist hier eine Formel der partiellen Typentheorie, die besagt, daß ein Index eine maximale Situation oder Welt ist. Bedeutungspostulat (18) schränkt die Folgerungsrelation lokal auf jene Sitautionen ein, die Welten sind. Bezüglich dieser Folgerungsrelation sind (14) und (15) äquivalent. Der lokale Charakter des Begriffes *schwache Folgerung* verhindert jedoch die Äquivalenz dieser Sätze in intensionalen Kontexten.

In Kapitel 8 wird die entwickelte Begrifflichkeit zur semantischen Analyse von propositionalen Einstellungen und Perzeptionsverben verwendet. Ziel ist es, die Ergebnisse der Situationssemantik in [3] und [4] in der partiellen Typentheorie möglichst einfach und kompakt wiederzugeben.

Der Abschnitt beginnt mit der Beobachtung, daß einige Folgerungen zwar intuitiv korrekt sind, jedoch durch die im vorhergehenden Kapitel entwickelte Analyse nicht als gültig behandelt werden. Hier ist ein Beispiel:

(19) Mary believes that John walks and Bill talks.

(20) Mary believes that Bill talks.

(21) Mary believes that John walks.

Aus (19) sollte sowohl (20) als auch (21) folgen. Dies leistet die bisher skizzierte Theorie jedoch nicht. Muskens löst das Problem durch die Übernahme von Hintikkas *believe*–Analyse. Hierzu wird eine dreistellige Relationskonstante B in die formale Sprache eingeführt. Informell ist $Bxji$ zu lesen als: In der Situation i ist Situation j mit den Glaubensinhalten von Person x kompatibel. Die Relation, die B denotiert, muß weder total noch kohärent sein. Aus der spezifischen Übersetzung von *believe that* in der partiellen Typentheorie folgt, das *believe* unter starker Folgerung abgeschlossen ist. Damit wird der Schluß von (19) auf (20) und (21) gültig. Dies gilt auch für die anderen von Muskens erwähnten Beispiele.

Ferner werden in diesem Abschnitt auch Übersetzungen für die propositionalen Einstellungsverben *assert that*, *know that* und *doubt that* angegeben. Die Hauptaufgabe ist hier, die Unterschiede in der Bedeutung dieser Verben korrekt wiederzugegeben. Beispielsweise ist *know that* im Gegensatz zu *believe that* faktiv. Muskens verwendet hierzu eine Reihe von Axiomen, die das unterschiedliche Inferenzverhalten der eingeführten propositionalen Einstellungen erzwingen.

Der zweite Abschnitt von Kapitel 8 ist dem Perzeptionsverb *see* gewidmet. Wie für *believe* wird auch für *see* ein dreistelliges Relationssymbol in die Sprache eingeführt, das intuitiv wie folgt zu deuten ist: Person x sieht Szene j in der Situation i. Zwei Bedeutungspostulate regeln das Inferenzverhalten dieser Relation. Das erste besagt beispielsweise, daß eine Person zu einem bestimmten Zeitpunkt höchstens eine Szene sehen kann. Dieses Postulat sichert die Gültigkeit des Schlusses von (22) und (23) auf (24).

(22) Mary sees John walk.

(23) Mary sees Bill talk.

(24) Mary sees John walk and Bill talk.

Probleme bereiten jedoch quantifizierte Nominalphrasen im Skopus von *see*. Die Theorie sagt voraus, daß ein Satz wie

(25) Mary sees a man walk.

ambig ist, da sie ihm sowohl eine *de dicto* als auch eine *de re* Lesart zuordnet. Intuitiv korrekt ist jedoch nur die de re Lesart. Muskens bemerkt, daß dieses Problem nicht einfach durch die Forderung, daß das Perzeptionsverb keinen weiten Skopus gegenüber dem Determinator haben darf, zu beheben ist. Denn der Satz (26) hat eine Lesart, in der *see* Skopus über *a* hat.

(26) Mary sees Bill seek a pen.

Muskens löst dieses Problem, in dem er die Interpretation von Quantoren in Szenen ausschließt. Dies ist die Strategie, die von Asher und Bonevac in [1] und [2] vorgeschlagen wurde.

Im letzten Kapitel über *Eigennamen* wird der Versuch unternommen die Vorteile, der von Kripke verteidigten Millschen Theorie von Eigennamen und die der Russellschen Deskriptionstheorie, im Rahmen der partiellen Typentheorie zu kombinieren.

Fazit: Das Problem der systematischen Partialisierung der Montaguegrammatik, das von Barwise und Perry für extrem schwierig gehalten wurde, ist durch Reinhard Muskens Monographie bravourös gelöst. Sicherlich beruhen die semantischen Analysen der propositionalen Einstellungsverben, der Perzeptionsverben und der Eigennamen mit Hilfe der entwickelten formalen Begrifflichkeit nicht auf adäquaten philosophischen oder psychologischen Untersuchungen[14] der entsprechenden Konzepte. Das System ist wohl auch nicht dazu konzipiert, einen Beitrag zu dieser Fragestellung zu leisten. Beabsichtigt ist vielmehr die äußerst komplizierten Probleme, die diese empirischen Bereiche der formalen Semantik bieten, technisch in den Griff zu bekommen. Dies ist erstaunlich gut gelungen.

Die Frage stellt sich allerdings, inwiefern die partielle Typentheorie tatsächlich einen konservativeren Ansatz darstellt als die revolutionäre Situationssemantik; konservativer in dem Sinne, daß sie dem Paradigma der Montaguegrammatik näher ist als die Situationssemantik. Es ist zwar richtig, daß etwa die Übersetzung von *a man* in der partiellen Typentheorie – $\lambda Q \lambda i \exists x(Exi \wedge manxi \wedge Qxi)$[15] – eine verblüffende Ähnlichkeit zur Repräsentation in PTQ aufweist. Die Bedeutung dieser Formel ist jedoch radikal verschieden von der Bedeutung ihres Pendants in PTQ. Die Situation ähnelt hier etwas der in der Dynamischen Semantik. Inwiefern ist etwa die Dynamische Prädikatenlogik (DPL) konservativer und kompositioneller als die Diskursrepräsentationstheorie (DRT)? Die Syntax von DPL ist zwar gerade die der klassischen Prädikatenlogik, die Semantik ist dagegen drastisch verändert worden. Betrachtet man die Ebene der Diskursrepräsentationsstrukturen als eine syntaktische Ebene, so ist der Übergang zur Semantik in der DRT wesentlich konservativer als in DPL[16]. Für detaillierte Information sei der interessierte Leser auf den Artikel von van Eijk und Kamp [9] verwiesen. Im Falle von Muskens partieller Typentheorie kann jedoch dafür argumentiert werden, daß es sich tatsächlich um eine evolutionäre Erweiterung der Montaguesemantik handelt. Dies liegt daran, daß der entwickelte Formalismus viele Eigenschaften mit den klassischen Theorien teilt. Deutlich wird dies bereits an der Beziehung des Begriffes der Kleene–Algebra zu dem der Boolschen–Algebra. Als weitere Stichworte seien hier genannt: Das *Embedding Theorem* und seine Folgerungen, das Repräsentationstheorem für Kleene Algebren und der Generalisierte Vollständigkeitssatz. Diese Resultate zeigen, daß es sich bei Muskens Arbeit nicht um die ad hoc Entwicklung eines partiellen Systems handelt, sondern um eine theoretisch gründlich motivierte systematische Partialisierung der klassischen Typentheorie.

Reinhard Muskens Buch enthält eine Fülle von Resultaten, die für Linguisten (insbesondere Semantiker), Logiker und Philosophen von Interesse sind. Als Seminartext eignet es sich für Studenten, die über gründliche Kenntnisse in den Gebieten der Semantik und Logik verfügen.

[14] Für einen neueren Versuch, der dieses Ziel für die Analyse propositionale Einstellungen anstrebt, vergleiche man etwa Kamp [11].

[15] Exi besagt, daß x in der Situation i existiert.

[16] Es wird nicht behauptet, daß es sich hierbei um Hans Kamps Sicht der DRT handelt. Behauptet wird nur, daß diese Interpretation konsistent mit dem formalen Aufbau der DRT ist.

Literatur

[1] Asher, N./Bonevac, D (1985): How Extensinal is Extensional Perception? *Linguistics and Philosophy* **8**, 203 – 228.

[2] Asher, N./Bonevac, D (1987): Determiners and Resource Situations *Linguistics and Philosophy* **10**, 567 – 596.

[3] Barwise, J. (1981): Scenes and Other Situations. *Journal of Philosophy* **77**, 269 – 397.

[4] Barwise, J./Perry, J. (1983): *Situations and Attitudes.* Cambridge, Massachusetts.

[5] Barwise, J./Perry, J. (1985): Shifting Situations and Shaken Attitudes. *Linguistics and Philosophy* **8**, 103 – 161.

[6] Belnap, N. (1975): How a Computer Should Think. In: Ryle, G. (ed.): *Contemporary Aspects of Philosophy*, Oxford, 30 – 56.

[7] Belnap, N. (1977): A Useful four–Valued Logic. In: Dunn, J./Epstein, G. (eds.): *Modern Uses of Multiple–Valued Logic*, Dordrecht, 5 – 37.

[8] Blamey, S. (1986): Partial Logic. In: Gabbay, D./Guenthner, F. (eds.): *Handbook of Philosophical Logic, Vol III*, Dordrecht, 1 – 70.

[9] van Eijk, J./Kamp, H. (1997): Representing Discourse in Context. In: van Benthem, J./ter Meulen, A. (eds.): *Handbook of Logic and Language*, Amsterdam, 179 – 237.

[10] Gallin, D. (1975): *Intensional and Higher–Order Modal Logic*, Amsterdam.

[11] Kamp, H. (1990): Prolegomena to a Structural Theory of Belief and Other Attitudes. In: Anderson, A./ Owens, J. (eds.): *Propositional Attitudes.* Stanford University, 27 – 90.

[12] Muskens, R. (1995): *Meaning and Partiality.* CSLI & FoLLI, Stanford.

[13] Tichy, P. (1982): Foundations of Partial Type Theory. *Reports on Mathematical Logic* **14**, 59 – 72.

[14] Veltman, F. (1985): *Logics for Conditionals.* Dissertation, Universität Amsterdam.

[15] van der Does, J. (1992): A Generalized Quantifier Logic for Naked Infinitives. *Linguistics and Philosophy* **14**, 241 – 294.

[16] Zimmermann, T. (1989): Intensional Logic and Two–Sorted Type Theory. *Journal of Symbolic Logic* **54**, 65 – 77.