

# Ist die Welt objektorientiert?

## Von der natürlich-sprachlichen Weltsicht zum OO-Modell

**H. v. Braun**, MSP München; **W. Hesse**, Univ. Marburg;  
**H.B. Kittlaus**, SIZ Bonn; **G. Scheschonk**, C.I.T. Berlin

### Zusammenfassung

Sprachen drücken unterschiedliche Weltsichten aus. In diesem Artikel werden zwei Weltsichten miteinander verglichen, erstens die zur natürlichen Sprache (in einer normierten Form) und zweitens die zur objektorientierten Analyse- und Modellierungssprache gehörige. Es werden wesentliche strukturelle Unterschiede zwischen diesen Weltsichten aufgezeigt. Grundsätzliche Schwierigkeiten bei der Entwicklung objektorientierter Anwendungsmodelle und bei der Fundierung der zugehörigen Terminologie finden damit ihre Erklärung.

### Abstract

Languages express different views on the world. In this article two ontologies are compared: first the one corresponding to natural language (in normalized form), secondly the one corresponding to object oriented analysis and modelling languages. Essential structural differences between these views are outlined. These explain fundamental difficulties occurring in the development of object oriented application models and of a corresponding terminology.

## 1 Einleitung: Auf dem Wege zu einem Begriffsgerüst für die OO-Analyse und -Modellierung

Seitdem der Begriff der Objektorientierung geprägt und die damit angesprochenen Prinzipien für die Software-Entwicklung erstmals im Zusammenhang formuliert wurden, sind mehr als 15 Jahre vergangen. Inzwischen sind die Prinzipien präzisiert, weiterentwickelt und auf die früheren Entwicklungsschritte der Analyse, der Modellierung und des Software-Entwurfs ausgedehnt worden. Eine bunte Vielfalt von Methoden und Werkzeugen ist entstanden, die (alle zusammengenommen) außer dem Schlagwort „objektorientiert“ wenig gemein haben.

Besonders auffällig - und störend für denjenigen, der zwischen verschiedenen Methodenschulen Vergleiche ziehen, Übergänge schaffen oder sich einfach orientieren möchte - sind die unterschiedlichen Begriffsbildungen und -verwendungen: *Objekt*, *Klasse* und *Typ*, *Attribut* und *Merkmal*, *Methode*, *Dienst (service)* und *Operation*, *Subjekt*, *Cluster* und *Komponente* sind nur einige Beispiele von Begriffen, die von unterschiedlichen Autoren unterschiedlich gebraucht werden, unscharf oder gar nicht gegeneinander abgegrenzt sind, synonym oder homonym verwendet werden und oft für vielfältige Interpretationen Raum lassen.

Die Gruppe der Autoren hat sich in früheren Arbeiten um eine Begriffsklärung für verschiedene Teilbereiche der Softwaretechnik bemüht [HKL 84], [BHH 89], [HMF 92], [HBB

94a,b]. Gegenwärtiges Ziel der Gruppe ist es, ein Begriffsgerüst für das Teilgebiet der objektorientierten Analyse und Modellierung von Software-Anwendungssystemen zu entwickeln. Dieses Ziel ist mit besonderen Schwierigkeiten behaftet, weil

- (wie oben bereits angesprochen) auf diesem Gebiet z.Zt. eine besonders große Begriffsvielfalt (um nicht den stärkeren Ausdruck „-verwirrung“ zu gebrauchen!) herrscht,
- die alltagssprachlichen und ontologischen Bezüge hier besonders eng sind (wie Begriffe wie *Objekt*, *Klasse*, *Typ* oder *Merkmal* sofort zeigen)
- bestimmte Begriffe (wie *Instanz* oder *Methode*) bereits so weit verbreitet und eingefahren sind, daß sich ihr Gebrauch trotz guter Gründe dagegen kaum noch regeln, einschränken oder gar unterbinden läßt.

Die meisten existierenden OO-Begriffssysteme sind „ad hoc“ gebildet worden: man hat auf bereits bestehende Begriffe oder Sprechweisen zurückgegriffen, Definitionen übernommen, an die eigenen Bedürfnisse angepaßt und - falls notwendig - neue Begriffe - oft durch Einsatz von Übertragung und Metaphern - hinzugefügt.

Der Versuch einer terminologischen Fundierung wurde bisher kaum unternommen. Erfolgt er auf rein mathematischer Basis [Ser 91], so läßt sich zwar eine hohe Präzision und Konsistenz erreichen, die sprachlichen und ontologische Aspekte kommen dabei jedoch für manchen Leser zu kurz. In unseren eigenen früheren Arbeiten haben wir einen zweistufigen Begriffsbildungsprozeß zugrunde gelegt:

#### Definierte Fachbegriffe

---

#### (undefinierte) erklärte Grundbegriffe

Als Basis wurde ein Satz von Grundbegriffen erklärt und dabei auf implizites Wissen über die Bedeutung von Worten unserer Umgangssprache zurückgegriffen. Auf dieser Basis wurde eine Menge von Fachbegriffen mit Hilfe definitorischer Sätze eingeführt. Beispiele für dieses Vorgehen bilden die Vorarbeiten der Gruppe: [HKL 84], [BHH 89], [HBB 94a,b].

Dieser Ansatz erscheint uns aus den obengenannten Gründen für das gegenwärtige Vorhaben nicht ausreichend. So erfordert z.B. die Erklärung des Objektbegriffs eine gründliche Auseinandersetzung mit dem Gegenstandsbegriff. Bei dem Bemühen, diesen genauer zu bestimmen, sind wir auf die Arbeiten von Lorenzen, Wedekind und Ortner gestoßen und sehen in der genaueren, grammatikalischen Analyse des Gegenstandsbegriffs eine gute Möglichkeit der soliden Verankerung für das zu definierende fachsprachliche Begriffsgerüst. Bei diesem Ansatz nähert man sich dem Problem von der sprachlogischen Seite: Man versucht, bestehende Begriffe und Sprechweisen mit Hilfe einer rationalen Grammatik zu erfassen, mit Methoden der Sprachkritik zu analysieren und daraus konstruktiv neue Begriffssysteme abzuleiten (vgl. [Wed 92], [Ort 95]).

## 2 Von der Prosa-Beschreibung zum OO-Modell

Um einer OO-Fachterminologie näher zu kommen, wollen wir zunächst den Prozeß der Systemanalyse näher untersuchen (vgl. Abb. 1, oberer Teil). Dabei wollen wir im ersten Teil den von Wedekind/Ortner vorgezeichneten Weg verfolgen. Um in einem Pflichtenheft normierte Aussagen (z. B. über die Gegebenheiten eines Anwendungsbereichs) formulieren zu können, wird der Gebrauch einer *Normsprache* (auch *Orthosprache* genannt) empfohlen, die wiederum mit Hilfe einer *rationalen Grammatik* beschrieben ist. Wir nehmen dabei an, daß dem Analytiker zu Beginn eine natürlich-sprachliche Beschreibung (Pflichtenheft in Prosa) des zu modellierenden Anwendungsbereichs vorliegt.

Der Weg führt also von einer

Menge von Prosaaussagen, formuliert in natürlicher Sprache (die durch eine empirische Grammatik definiert ist),

mittels Textanalyse, Normierung, Reduktion, Formalisierung zu einer

Menge von normierten Aussagen, formuliert in einer reglementierten *Normsprache*.

Daran schließt sich ein Schritt der Modellierung (Transformation) an, der zu einem OO-Anwendungsmodell

führt. Dieses läßt sich in einer OO-Modellierungssprache formulieren, die wiederum mit Hilfe einer „OO-Grammatik“ definiert ist. Als *OO-Grammatik* bezeichnen wir dabei ein System von Regeln, die den Aufbau und Gebrauch einer solchen Sprache - die auch graphischer Natur sein kann - festlegen. Beispiele von OO-Modellierungs- bzw. Entwurfssprachen sind Eiffel oder die von Coad/Yourdon, Booch, Rumbaugh vorgeschlagenen graphischen Sprachen.

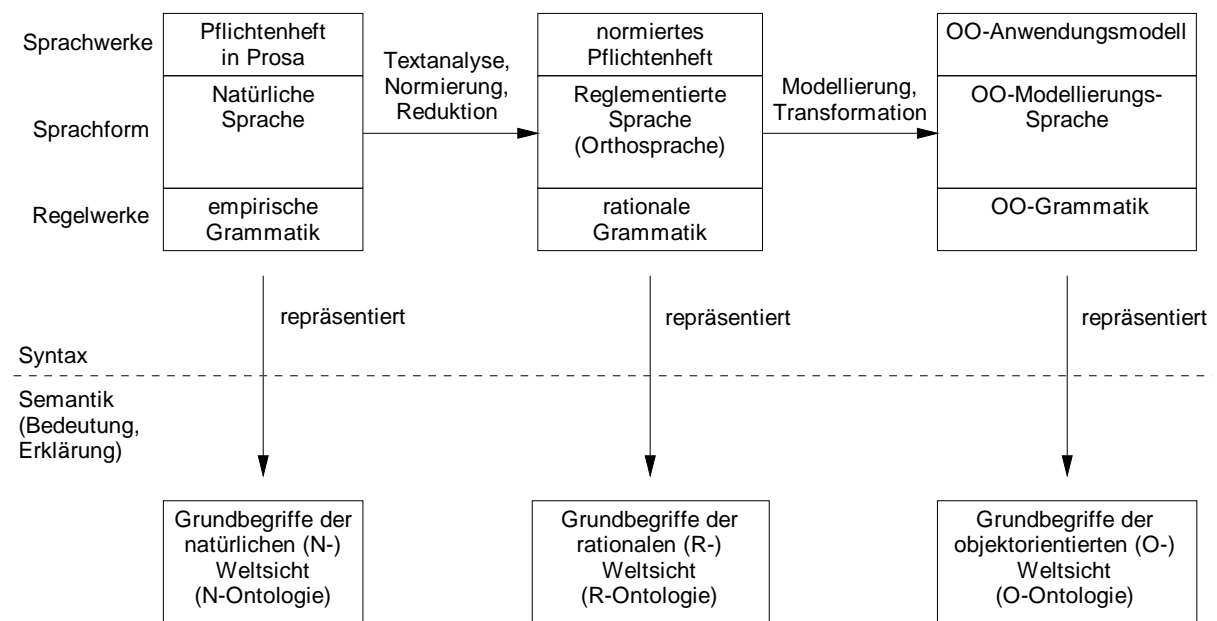


Abb. 1: Der Weg von der Prosa-Beschreibung zum OO-Modell

Es ist sofort anschaulich klar, daß sich die genannten Übergänge nicht allein auf syntaktischer Ebene, d.h. durch einfache grammatikalische Transformationsregeln beschreiben und nachvollziehen lassen. Dazu ist vielmehr eine semantische Betrachtung notwendig. Das heißt, wir müssen die Bedeutung der jeweiligen sprachlichen Aussagen erfassen und feststellen, ob diese einander entsprechen oder sich zumindest in plausibler Weise aufeinander abbilden lassen.

Der Veranschaulichung der semantischen Zusammenhänge dient der untere Teil von Abb. 1. Jede Sprache ist Ausdruck einer Ontologie, d.h. einer speziellen Weltsicht, die sich in einer bestimmten Gegenstandseinteilung (d.h. genauer: einer Klassifizierung und Verknüpfung der Gegenstände der Sprache) manifestiert. So können wir Klassen von Worten unserer natürlichen (deutschen) Sprache semantische Kategorien wie Ding, Handlung, Vorgang, Eigenschaft, etc. zuordnen und bekommen damit ein Abbild unserer Weltsicht - hier *N-Weltsicht* genannt - die sich in dieser Beziehung kaum von den Sichten verwandter natürlicher Sprachen wie Englisch, Französisch, Spanisch oder Russisch unterscheidet.

In analoger Weise ist der rationalen Grammatik eine sog. R-Weltsicht zugeordnet, die sich im wesentlichen als eine Teilmenge der N-Weltsicht erweist (vgl. unten). Die hier enthaltenen semantischen Kategorien stellen ein rudimentäres, bereits auf das Notwendigste beschränktes Vokabular dar. Soll eine Modellierungssprache ihrem Anspruch gerecht werden, reale Anwendungen adäquat damit modellieren zu können, so muß sie mindestens für dieses Vokabular äquivalente, d.h. korrespondierende oder als Ziel einer Abbildung geeignete Kategorien zur Verfügung stellen.

Im letzten Teil dieser Arbeit sollen die heutigen OO-Modellierungssprachen in diesem Sinne auf ihre Verträglichkeit mit der gegebenen N- (bzw. R-) Weltsicht untersucht werden. Dazu wird zu ihren wichtigsten syntaktischen Elementen - wie sie etwa in einer sog. OO-Grammatik beschrieben sein könnten - die damit beschreibbare O-Weltsicht konstruiert. Die beiden Weltsichten sind verträglich, wenn sich eine einfache, „homomorphe“ Zuordnung von den Kategorien der R-Weltsicht auf solche der O-Weltsicht angeben läßt.

Es wird sich zeigen, daß eine solche Zuordnung nicht ohne weiteres möglich ist, sondern auf einige Schwierigkeiten stößt. Diese werden wir als Indiz dafür, daß

- (a) objektorientierte Modellierung nicht sozusagen „von selbst“ geht, sondern (ebenso wie die früheren Methoden) vom Analytiker erhebliche kreative Fertigkeiten erfordert,
- (b) ein Begriffssystem für die objektorientierte Entwicklung nicht ohne weiteres durch Übertragung bekannter Grundbegriffe der natürlichen Sprache hergeleitet werden kann, sondern einer tieferen und genaueren Fundierung bedarf.

### **3 Textanalyse und Reduktion: Der Übergang zu einer normierten Anwendungsbeschreibung**

Den Ausgangspunkt bilden fachliche Aussagen in natürlicher Sprache, in der der Anwender dem Analytiker seine Probleme schildert. Die natürliche Sprache mit ihrer Bedeutungsvielfalt

und ihrem geringen Formalisierungsgrad ist als Spezifikations-sprache eher ungeeignet, wie die Kommunikationsprobleme zwischen Anwender und Analytiker zeigen. Ausgehend von natürlich-sprachlichen Aussagen kann man aber durch Normierung zu Aussagen kommen, die eine fachspezifische Welt-sicht angemessener repräsentieren und die Kommunikation verbessern. Normieren bedeutet hierbei z.B. das Beseitigen von Redundanzen und Widersprüchen oder den Gebrauch rekonstruierter fachspezifischer Termini.

Die Textanalyse hat das Ziel, den gegebenen Text mit formalen Hilfsmitteln so zu erfassen und aufzugliedern, daß eine Interpretation mit Hilfe von Regeln möglich ist. Zur syntaktischen Analyse eignet sich der Formalismus der rationalen Grammatik. Mit Hilfe der Grammatik wird der Text in seine Bestandteile zerlegt. Nicht jeder Text ist jedoch von vornherein dazu geeignet. Normalerweise sind Texte komplex, unpräzise, wenig strukturiert, terminologisch unsauber, mehrdeutig etc. Die Textanalyse beginnt also in der Regel damit, den Text soweit umzuformen, daß er den syntaktischen Anforderungen einer rationalen Grammatik genügt.

Das Ergebnis dieser Übung sollten einfache Aussagesätze in der Art des folgenden Beispiels sein:

- "Maier ist ein kreditwürdiger Privatkunde der Bank ABC." (1)  
 „Privatkunden sind Kunden". (2)

Der erste Satz ist eine konkrete Aussage über ein bestimmtes Exemplar der Art Privatkunde, der zweite dagegen eine allgemeine Aussage über alle Privatkunden (Art-Gattungs-Abstraktion). Singuläre Aussagen der ersten Art werden in der traditionellen Datenmodellierung benutzt, um generelle Aussagen, z.B. für die Bildung von Datenbank-Schemata abzuleiten. Da wir jedoch auf eine objektorientierte Modellierung abzielen, die singuläre Aussagen zuläßt, gehen wir auf diesen Punkt nicht näher ein, sondern behalten das Beispiel einer singulären Aussage bewußt bei.

### 3.1 Bestimmung der syntaktischen Kategorien

Auf die Feinheiten der rationalen Grammatik wollen wir hier nicht eingehen. Was ihre Verwendung angeht, können Einzelheiten dazu der Quelle [Lor 87] entnommen werden. Beispiele für ihre Nutz-barmachung auf dem Gebiet der Informatik geben die Arbeiten [Wed 92], [Ort 95], [Ort94a] und [Ort 94b].

Gemäß der rationalen Grammatik werden für die Beispielsätze (1) und (2) die folgenden grammatischen Kategorien identifiziert:

- |                                    |   |
|------------------------------------|---|
| „Maier“, „ABC“                     | : Nominatoren   |
| „ist“, „sind“                      | : Partikel, Subsumtion ( $\varepsilon$ ), Inklusion ( $\subset$ ) |
| „Privatkunde“ (1), „Bank“, „Kunde“ | : Ding-Prädikatoren   |
| „kreditwürdig“                     | : Apprädikator  |
| „Privatkunde der“ (1)              | : zweistelliger Ding-Prädikator (Kunde-von)                       |
| „Privatkunde“ (2)                  | : Ding-Prädikator in nominativer Position                         |

Wir wollen nun die Verwendungsregeln, die für diese Kategorien gelten, nutzen und die natürlich-sprachlichen Aussagen in Elementaraussagen im Sinne der rationalen Grammatik umformen.

### 3.2 Umformung der natürlich-sprachlichen Aussagen in normierte Elementaraussagen

Dem normsprachlichen Aussageschema „Nominator/Partikel/Prädikator“ folgend werden die natürlich-sprachlichen Aussagen in eine formalisierte Syntax gebracht. Dabei werden Nominatoren (Namen bzw. Kennzeichnungen) und Prädikatoren (Eigen- und Apprädikatoren) in Klammern geschrieben, um zu signalisieren, daß Flexionsformen hier nicht interessieren (siehe das Beispiel unten).

Prädikatoren werden über Partikel den Nominatoren zugeordnet. Die wichtigsten Partikel sind die Kopulae haben ( $\sigma$ ), sein ( $\varepsilon$  bei Subsumtion bzw.  $\subset$  bei Inklusion) und tun ( $\pi$ ) sowie die Junktoren der Prädikatenlogik, mit deren Hilfe Elementaraussagen zu komplexen Aussagen zusammengesetzt werden können.

Nominatoren dienen der Bezugnahme: ein Gegenstand wird in die Rede eingeführt. Diesem kann dann mit Hilfe von Prädikatoren etwas zu- oder abgesprochen werden. Die Kopula zeigt an, ob der verwendete Prädikator ein Ding- oder Geschehnisprädikator ist. Geschehnisprädikatoren [z.B. (Lieferrn)] können direkte [z.B. (Produkt)] und indirekte Objekte [z.B. (an-Lager)] in der Form von Dingprädikatoren haben.

Unser natürlich-sprachliches Beispiel - die Sätze (1) und (2) - wird wie folgt umgeformt:

(Maier)	$\varepsilon$	(kreditwürdig) (Privatkunde) $\wedge$	(1a)
(ABC)	$\varepsilon$	(Bank) $\wedge$	(1b)
(Maier),(ABC)	$\varepsilon$	(Kunde-von) $\wedge$	(1c)
(Privatkunde)	$\subset$	(Kunde)	(2)

Die Aussage (1a) weist zwei Prädikatoren auf: Es wurde erkannt, daß das Exemplar Maier als Privatkunde einzuordnen ist, wofür der *Eigenprädikator* (Kunde) steht, dem anschließend mit Hilfe des *Apprädikators* (kreditwürdig) Kreditwürdigkeit zugesprochen werden kann, wenn Maier tatsächlich kreditwürdig ist.

Auffällig an der Aussage (1c) ist, daß zwei Nominatoren auf der linken Seite der Partikel aufgeführt sind. Damit wird deutlich gemacht, daß (Kunde) ein zweistelliger Eigenprädikator ist: Maier ist Kunde von ABC. Eigenprädikatoren sind grundsätzlich n-stellig und ihre Stelligkeit ist durch Kontextbetrachtungen bei der Analyse, Bildung von Beispielen (Sprachspiele) etc. zu ermitteln. Dabei wird die Reihenfolge der Nominatoren durch eine Interpretationsrichtung als Konvention festgelegt, z.B. von links nach rechts.

Die rationale Grammatik ermöglicht eine zwar reduzierte, aber dennoch hinreichend differenzierte formalisierte Beschreibung der Wirklichkeit und ihrer Gegenstandseinteilung. Auf diese, d.h. auf die Weltsicht dieser reduzierten Sprache, kommt es uns vor allem an.

## 4 Rationale Grammatik und die dadurch ausgedrückte R-Weltsicht

Fungiert die Sprache als Mittel einer formalisierten Beschreibung der Welt, dann findet die Syntax der rationalen Grammatik ihr semantisches Pendant in der Gegenstands-einteilung einer rationalen Weltsicht, die wir im folgenden R-Weltsicht nennen wollen. Letztere stellt die ontologische Voraussetzung der rationalen Grammatik dar.

Die Korrespondenz zwischen rationaler Sprache einerseits und R-Weltsicht andererseits wollen wir im folgenden anhand der Abbildungen 2 und 3 diskutieren.

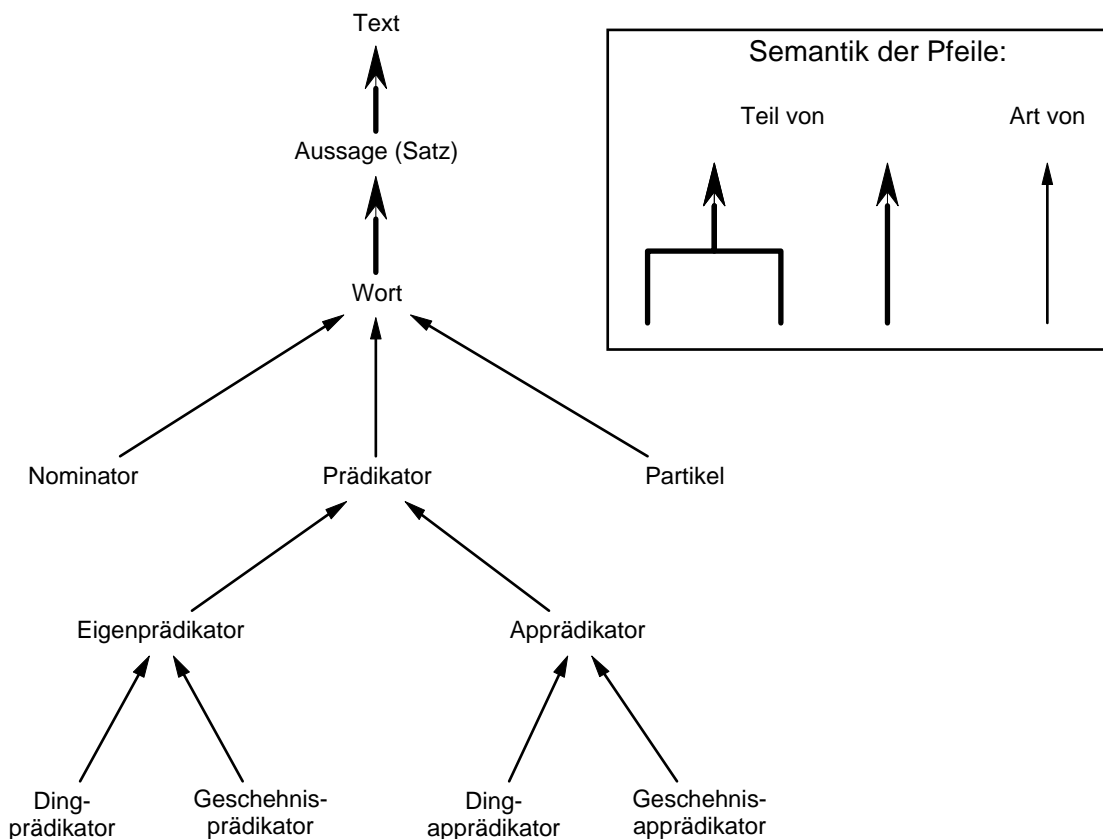


Abb. 2: Rationale Grammatik

Ein *Weltausschnitt*, z.B. der Untersuchungsbereich eines Pflichtenhefts, wird sprachlich durch einen *Text* repräsentiert, der sich in *Aussagen* gliedert. Jede *Aussage* vergegenwärtigt einen *Sachverhalt*. *Aussage* und *Sachverhalt* sind - in ihrer elementaren Form - die kleinsten komplexen Einheiten innerhalb der Komplexe *Text* und *Weltausschnitt*, die noch Orientierung bieten. Die Komponenten dieser Konzepte, *Wort* einerseits und *Gegenstand* andererseits, sind lediglich Material zur Bildung der komplexen Konzepte und können als solche zwar verstanden werden, geben aber keine Orientierung.

Ein *Gegenstand* ist alles, worüber gesprochen werden kann. Insofern sind nicht nur Dinge und Geschehnisse, sondern auch Beziehungen und Eigenschaften Gegenstände.

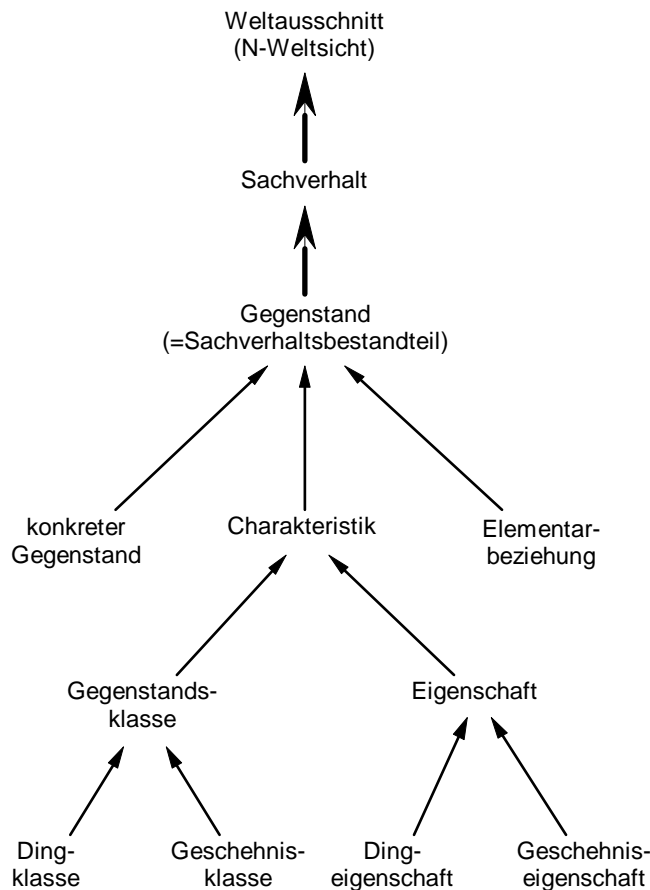


Abb. 3: R-Ontologie

Über *Nominatoren* wird auf Exemplare im Gegenstandsbereich Bezug genommen, z.B. auf Herrn Maier und die Bank ABC in unserem Beispiel oben. Diese können nun *Dinge* oder *Geschehnisse* sein. Unter den Geschehnissen kann man *Handlungen*, *Vorgänge* und *Verhalten* unterscheiden. Als Gattungsbegriff für solche Gegenstände führen wir den *konkreten Gegenstand* ein. Als konkret wird dabei alles das verstanden, was in Raum und Zeit vorkommt bzw. abläuft, also neben anfaßbaren Dingen auch Vorstellungen, Geschehnisse etc.

Hat man über Nominatoren Gegenstände in die Rede eingeführt, kann diesen nun mittels Prädikatoren etwas zu- oder abgesprochen werden, z. B. daß Herr Meier ein kreditwürdiger Kunde ist. Dieses Zusprechen erfolgt zum einen in einordnender Weise einmal über Eigenprädikatoren (z.B. Kunde), zum anderen in beschreibender Weise über Apprädikatoren (z. B. kreditwürdig). Den Prädikatoren entspricht in der Gegenstandseinteilung die *Gegenstandsklasse* als Repräsentant des einordnenden Merkmals sowie die *Eigenschaft* als beschreibendes Merkmal. Für die Gegenstandsklassen unterscheiden wir *Ding-* und *Geschehnisklassen*, für die Eigenschaften *Ding-* und *Geschehniseigenschaften*. Die einordnenden und beschreibenden Merkmale fassen wir unter dem Gattungsbegriff *Charakteristik* zusammen.

Nominalistischen Einwänden, die *Gegenstandsklasse* sei eine Abstraktion und daher dem Sprach- und nicht dem Gegenstandsbereich zuzuordnen, kann wie folgt erkenntnistheoretisch entgegnet werden. Sätze des Erkennens in Normalform bilden eine dreistellige Relation



E (a,b,c), nämlich *a* erkennt *b* als *c* (1) (vgl. dazu [Ste 89], S. 614 ff.). Der Satz „*a* erkennt *b*“ ist entweder falsch oder die elliptische Verkürzung von (1). D.h., keinem Gegenstand können beschreibende Eigenschaften zugesprochen werden, der nicht zuvor in einordnender Weise, nämlich *als* etwas, erkannt wurde. Neben den beschreibenden Merkmalen muß es also ein einordnendes Merkmal als ontologische Voraussetzung für das Sprachmittel „Eigenprädikator“ geben.

Für unsere Beispielsätze (1) und (2) aus Kapitel 3 können nun folgende Korrespondenzen zwischen den Kategorien der rationalen Grammatik einerseits und denen der R-Weltsicht andererseits festgestellt werden (vgl. Tabelle 1):

Rationale Grammatik	Beispiel	Gegenstandseinteilung der R-Weltsicht	
		Art	Gattung
Text	Pflichtenheft	Weltausschnitt	
Aussage (-Satz)	Satz (1) und (2) in Kap. 3	Sachverhalt	
Wort	Maier, Bank, ist,		Gegenstand
Nominator	Maier, ABC	konkreter Gegenstand	Gegenstand
Eigenprädikator, Ding-Prädikator	Bank, Privatkunde	Dingklasse	Charakteristik (Gegenstandsklasse)
Eigenschafts-Prädikator	kreditwürdig	Ding-Eigenschaft	Charakteristik (Eigenschaft)

Tab. 1: Korrespondenz zwischen Sprachmitteln der rationalen Grammatik und Konzepten der R-Weltsicht

Nützlich für unsere weitere Betrachtung ist vor allem die Unterscheidung zwischen „charakterisiertem“ und „charakterisierendem“ Gegenstand, die das unterscheidende, einordnende Merkmal in Form der „Gegenstandsklasse“ einführt. Wie wir gesehen haben, ist dies auch aus erkenntnistheoretischer Sicht ein legitimes ontologisches Konzept. Für die Beurteilung der objektorientierten Weltsicht (siehe Kapitel 6) bildet die solchermaßen strukturierte R-Weltsicht eine gute Voraussetzung.

## 5 OO-Modellierungssprachen und die „objektorientierte Weltsicht“

Analog zu dem in Kapitel 4 dargestellten Interpretationsschritt können wir für OO-Modellierungssprachen eine objektorientierte Weltsicht unterstellen. OO-Modellierungssprachen dienen dazu, Anwendungsmodelle im Kontext dieser Weltsicht zu formulieren. Formal lassen sich solche Modellierungssprachen durch OO-Grammatiken wie z.B. die von Coad/Yourdon, Rumbaugh oder Booch einführen.

In Abb. 4 sind die typischen Sprachelemente einer OO-Grammatik dargestellt. Ein OO-System gliedert sich in Subsysteme (zuweilen auch Subject, Cluster oder Category genannt), die wiederum aus OO-Sprachelementen bestehen, genauer aus Basis- und Struktur-Sprachelementen. Ein Basis-Sprachelement ist eine Klassen-Definition, bestehend aus dem Klassen-Bezeichner und der Merkmals-Definition, d.h. Attribut- und Operationsdefinitionen. Ein Struktur-Sprachelement hingegen definiert die Verbindung zwischen Basis-Sprachelementen, kann also die Definition einer Inklusions-, einer Aggregations-, einer Assoziations- oder einer Kommunikationsbeziehung sein.

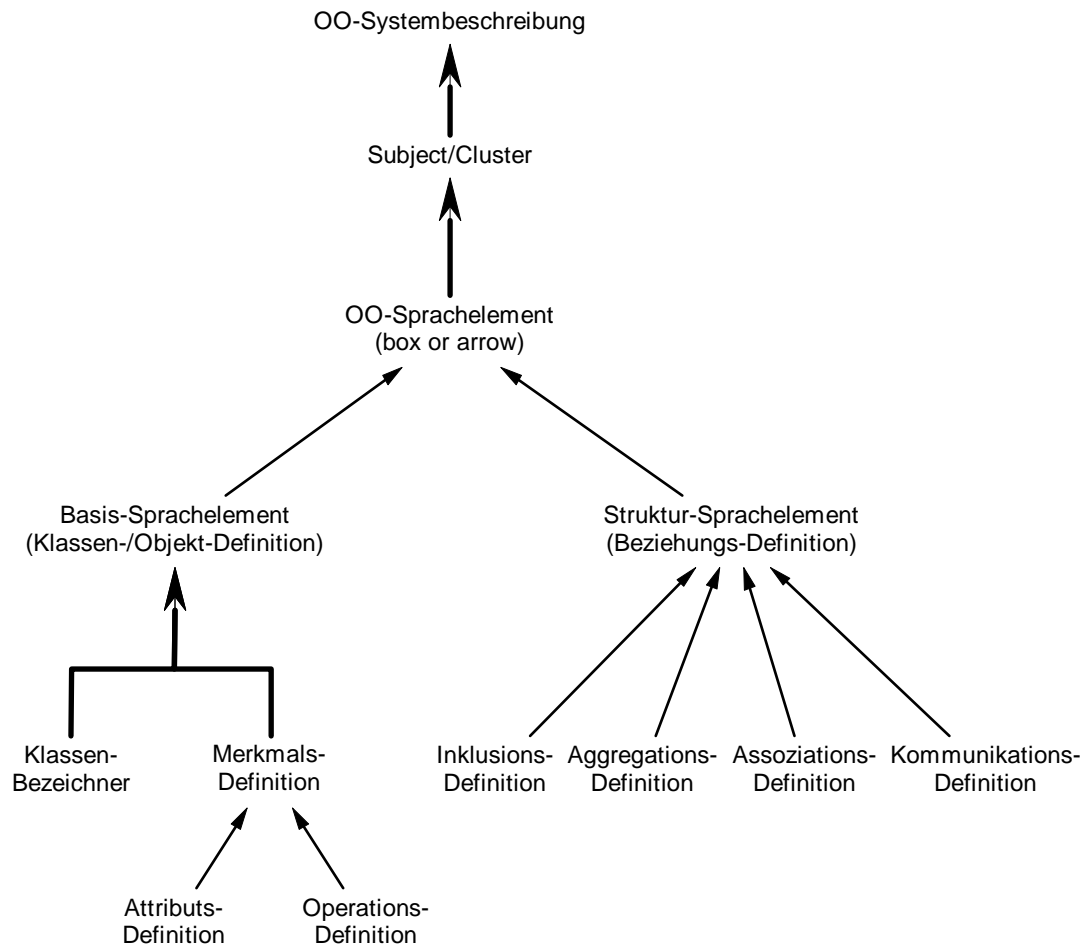


Abb. 4: OO-Grammatik

In Abb. 5 sind die Grundbegriffe der objektorientierten Ontologie dargestellt, basierend auf der durch die OO-Grammatik vorgegebenen Struktur. Eine OO-Systembeschreibung wird interpretiert als objektorientierte Sicht auf einen Weltausschnitt, der in Teilausschnitte und OO\_Elemente zerlegbar ist. Dabei werden die Basis-Sprachelemente als (Objekt-) Exemplare und Klassen interpretiert, die Struktur-Sprachelemente als Beziehungs-Klassen. Klassenbezeichner stehen für einordnende Merkmale, die die Klassenzugehörigkeit regeln. Merkmale können als Attribute und Operationen definiert werden und stehen für strukturelle bzw. operative Merkmale von Objekten und Klassen. Da die Inklusionsbeziehung als eine Art-Gattungsabstraktion rein sprachlicher Natur ist, hat sie keine ontologische Entsprechung. Den

weiteren Definitionen von Beziehungen lassen sich die entsprechenden Arten von Beziehungen zuordnen.

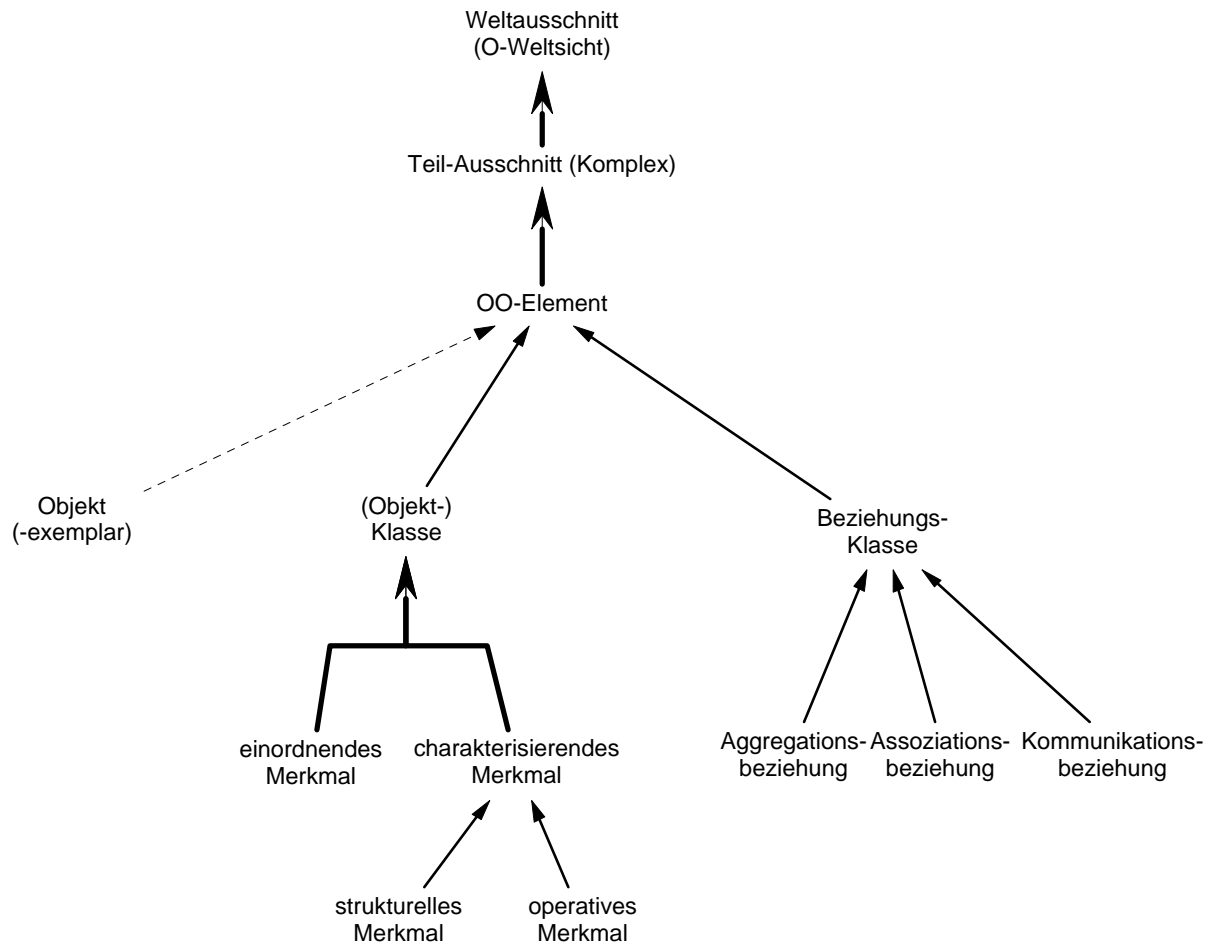


Abb. 5: O-Ontologie

## 6 Ein Vergleich der Weltsichten

Wir wollen nun den zweiten Schritt des Übergangs von einer Prosabeschreibung eines Weltausschnitts zum Objektmodell näher betrachten. Einen (bereits analysierten) Gegenstandsbereich objektorientiert zu modellieren bedeutet, die gefundenen normierten Aussagen in Elemente einer OO-Modellierungssprache zu transformieren.

Wir wollen hier keine Regeln für eine solche Transformation anführen - das würde den Rahmen der vorliegenden Arbeit weit sprengen. Als notwendige Voraussetzung für ein solches Unterfangen muß zunächst geklärt werden, ob diese Transformation überhaupt praktikabel und durch ein einfaches Regelwerk beschreibbar ist. Um die prinzipiellen Möglichkeiten und Schwierigkeiten dieses Übergangs zu beurteilen, wollen wir die beiden Gegenstandseinteilungen (von uns R-Ontologie und O-Ontologie genannt, vgl. Abb. 3 und Abb. 5) miteinander vergleichen:

Beide dienen dem Zweck, einen Weltausschnitt WA zu beschreiben, allerdings unter unterschiedlichen Perspektiven: Wir wollen die durch einen Satz normierter Aussagen repräsentierte Sicht auf WA als *R-Sicht* und die durch ein OO-Anwendungsmodell repräsentierte Sicht auf WA als *O-Sicht* bezeichnen. Inwieweit entsprechen diese Sichten einander und worin unterscheiden sie sich? Beide sind Konglomerate oder Zusammenfassungen von kleineren Einheiten - in der R-Sicht handelt es sich um Sachverhalte, in der O-Sicht um Teil-Ausschnitte, wie wir sie z.B. in den *subjects* von Coad/Yourdon oder den *clusters* von B. Meyer vorfinden.

Ein Blick auf die darunterliegenden Ebenen zeigt deutlich, daß wir es hier bereits mit einander nicht entsprechenden Gruppierungen zu tun haben. Während ein Sachverhalt verschiedene Gegenstände miteinander verbindet und die Beziehungen zwischen diesen Gegenständen in den Mittelpunkt stellt, faßt ein Teilausschnitt mehrere (in der Regel logisch zusammengehörige) OO-Elemente zusammen.

*Gegenstände* der R-Sicht mit *OO-Elementen* gleichzusetzen oder als analog einzustufen, würde dem Gegenstandsbegriff der R-Sicht nicht gerecht: Mit *Gegenstand* gemeint sind (durch Nominatoren bezeichnete) *konkrete Gegenstände*, die (durch Prädikatoren ausgedrückten) *Charakteristiken* sowie die (den Kopulae entsprechenden) *Elementarbeziehungen*. Auf der O-Seite haben wir dagegen als Bestandteile eines Teilausschnitts, der als *subject* oder *cluster* modelliert wird, neben den Objekt-Exemplaren (*object instances*) die Objekt- und Beziehungsklassen (*classes*). Die Objektklassen finden ihre Entsprechung auf der R-Seite eher in den Gegenstands- bzw. Geschehnisklassen - also weit tiefer in der Generalisierungshierarchie. Allerdings unterscheiden sie sich von diesen dadurch, daß sie alle für ihre Ausprägungen relevanten Sachverhalte miteinschließen. Umgekehrt finden wir in der Zuordnung von Merkmalen zu Klassen (auf der O-Seite) noch am ehesten eine Entsprechung zu den Sachverhalten der R-Sicht.

*Charakteristiken* (auf der R-Seite) sind (zur Charakterisierung dienende) *Gegenstandsklassen* (genauer: *Ding-* oder *Geschehnis-Klassen*) oder *Eigenschaften*. Den Gegenstandsklassen entsprechen auf der O-Seite die Objektklassen (mit der oben erwähnten Erweiterung), den Eigenschaften die durch Attribute ausgedrückten strukturellen Merkmale. Geschehnisse der R-Sicht können aber auch einfach auf (durch Operationen ausgedrückte) operative Merkmale abgebildet werden.

Für einen Vergleich der Merkmale in der O-Sicht mit den Eigenschaften in der R-Sicht müssen wir noch eine Einteilung der Objektklassen in dingbezogene Bestandsklassen und geschehnisbezogene Vorgangsklassen vornehmen: Den Eigenschaften der R-Sicht entsprechen auf der O-Seite strukturelle Merkmale, und zwar genauer den Dingeigenschaften die von Bestandsklassen und den Geschehniseigenschaften die von Vorgangsklassen.

Dagegen stehen den operativen Merkmalen auf der R-Seite die Geschehnisklassen gegenüber. Die Gruppierung von Merkmalen zu einer zusammenhängenden Klassenbeschreibung findet in den Gegenstandsklassen der R-Seite ebenfalls keine vollständige Entsprechung - man müßte dafür zu einer Gegenstandsklasse alle diejenigen Sachverhalte hinzunehmen, die sich

auf Gegenstände dieser Klasse beziehen. Ähnliches gilt für die verschiedenen Arten von Beziehungsklassen auf der O-Seite: Wollten wir auf der R-Seite eine Entsprechung finden, so müßten wir dort verschiedene Arten von Sachverhalten unterscheiden.

Die folgende Tabelle stellt die korrespondierenden Begriffe im Zusammenhang dar:

<b>Begriff der R-Weltsicht</b>	<b>Beispiel</b>	<b>Begriff der O-Weltsicht</b>
Welt-Ausschnitt	Kreditgeschäft	Weltausschnitt, use case
Sachverhalt	Meier ist Kunde bei der ABC-Bank	Objekt-/Klassen-Beziehung
Gegenstand	Meier, Kunde, ist-ein	-
charakterisierender Gegenstand=Charakteristik	Privatkunde, kreditwürdig	-
konkreter Gegenstand *	Meier, ABC-Bank	Objekt-Exemplar (instance)
Gegenstandsklasse	Privatkunde, Bank, Konto-eröffnen	Objekt-Klasse (als einordnendes Merkmal)
Ding-Klasse	Privatkunde, Bank	(Bestands-) Objektklasse
Geschehnis-Klasse	Konto-eröffnen	(Vorgangs-) Objektklasse oder Operation
Eigenschaft	kreditwürdig	strukturelles Merkmal
Ding-Eigenschaft	kreditwürdig	strukturelles Merkmal (einer Bestandsklasse)
Geschehnis-Eigenschaft	Konto-eröffnen (vereinfachtes Verfahren)	strukturelles Merkmal (einer Vorgangsklasse)

\* : einschließlich der ihm zugeordneten Sachverhalte

Tab. 2: Gegenüberstellung von Begriffen der R- und O-Weltsicht

Zusammenfassend läßt sich folgendes feststellen:

- Wir finden zwar in beiden Weltsichten einander zuordenbare Grundelemente (Gegenstandsklasse - Objektklasse, Geschehnisklasse - Objektklasse bzw. Operation, Eigenschaft - strukturelles Merkmal) vor, doch werden diese auf recht unterschiedliche Weise gruppiert und zusammengefaßt: Auf der R-Seite durch sprachliche Verknüpfungen wie z.B. Kopulae zu Sachverhalten, auf der O-Seite durch Gruppierung von Merkmalen zu Klassen.
- Wesentliche Begriffe wie der des Sachverhalts auf der R-Seite und des OO-Elements auf der O-Seite haben auf der jeweils anderen Seite keine direkte Entsprechung. Die ihnen am ehesten noch zuordenbaren Elemente stehen auf der Gegenseite wesentlich tiefer in der Begriffs-Hierarchie. Daraus läßt sich der Schluß ziehen: Die (hinter der R-Sicht stehende) natürliche Sprache ist *Sachverhalts-orientiert*, die OO-Sprachen dagegen sind (wie der Name schon sagt) *Objekt-orientiert*.
- R-Weltsicht und O-Weltsicht sind also keineswegs homomorph, vielmehr weisen sie wesentliche strukturelle Unterschiede auf, was sich beim Modellierungsprozeß darin

niederschlägt, daß wesentliche Umgruppierungen und Neu-Zuordnungen getroffen werden müssen. Die Weltsicht der natürlichen Sprache ist also *nicht a priori objekt-orientiert*, beim Übergang zu einem OO- Modell muß wesentliche Transformationsarbeit geleistet werden.

Um die letzte Aussage zu verdeutlichen, wollen wir nochmals auf das Beispiel aus Kapitel 3 zurückkommen: Um die durch (1a) bis (1c) und (2) ausgedrückten Sachverhalte in ein OO-Modell zu transformieren, müssen wir sie umgruppieren, den Objekt-Exemplaren bzw. -Klassen zuordnen und gemäß dieser Zuordnung gemeinsam darstellen. Das Ergebnis könnte etwa so aussehen:

### Objekt-Exemplare

(Maier)	(Privatkunde)	{Def. Objektexemplar, aus (1a)}
	(kreditwürdig)	{Attribut, aus (1a)}
	(Kunde-von, ABC)	{Beziehung, Assoziation, aus (1c)}
(ABC)	(Bank)	{Def. Objektexemplar, aus (1b)}

### Objekt-Klassen

(Privatkunde)	is-a (Kunde).	{Klassen-Beziehung, Inklusion, aus (2)}
	(Kreditwürdigkeit)	{Attribut, abgeleitet aus (1a)}
(Kunde)		{abgeleitet aus (2)}

## 7 Fazit und Ausblick

Zum Schluß wollen wir nochmals auf die anfangs gestellte Frage zurückkommen: Ist die Welt objektorientiert? Natürlich kann man auf eine solche Frage keine Antwort mit Absolutheitsanspruch geben - keiner von uns weiß, was und wie die Welt (wirklich) ist. Wir können jedoch feststellen (und haben versucht, dies in den vorangegangenen Abschnitten zu belegen), daß die Weltsicht, die sich in den natürlichen Sprachen unseres Kulturkreises widerspiegelt, wesentliche strukturelle Unterschiede zu der Weltsicht aufweist, die hinter den gängigen objektorientierten Modellen und Entwurfsmethoden steht. Wir haben das auf die (verkürzte) Formel *Sachverhalts-Orientierung vs. Objekt-Orientierung* gebracht.

Für den Übergang von einer natürlich-sprachlichen Beschreibung eines Anwendungsbereichs zum OO-Modell bedeutet dies, daß die entsprechende Transformation *keine homomorphe Abbildung* ist und es also kein einfaches Regelwerk geben kann, nach dem man diese Transformation durchführen und eventuell sogar automatisieren kann. Der Modellierer muß vielmehr wesentliche Umstrukturierungen und Neugruppierungen vornehmen, die ein tiefes Verständnis der jeweils ausgedrückten Sachverhalte und Beziehungen voraussetzen. Wir haben die Schwierigkeiten am Übergang von der R- zur O-Weltsicht dargestellt. Da die R-Grammatik eine Teilsprache der natürlichen Sprache beschreibt, wird sich ein direkter Übergang von natürlich-sprachlichen Texten zu OO-Modellen noch schwieriger gestalten. Die Praxis belegt dies.

Für die Bemühungen, ein solides Fundament für eine Terminologie der Objektorientierung zu legen, bedeutet dies, daß eine Rückführung von Begriffen der OO-Fachsprache (wie Objekt, Klasse, Operation, Nachricht, ...) auf natürlich-sprachliche Grundbegriffe (wie Gegenstand, Tätigkeit, Eigenschaft, Beziehung, ...) in einfacher Form nicht möglich ist. Vielmehr muß hier eine detaillierte Analyse der Grundbegriffe, ihrer Semantik und der damit begründeten Welt-sichten vorausgehen. Unsere Erfahrung hat gezeigt, daß eine rationale Grammatik dabei sehr hilfreich eingesetzt werden kann.

## Literaturverzeichnis

- [BHH 89] Barkow, G., Hesse, W., Kittlaus, H.-B., Luft, A.L., Scheschonk, G., v. Stülpnagel, A.: Begriffliche Grundlagen für die frühen Phasen der Software Entwicklung, Information Management 4/89, pp. 54-60 (1989) und: Softwaretechnik-Trends, Bd. 9, Heft 3, Okt. 1989
- [Boo 94] Booch, G.: Object-Oriented Analysis and Design with Applications, Second Edition, Benjamin/Cummings Publ. Comp. 1994
- [C-Y 90] Coad, P., Yourdon, E.: Object-oriented analysis, 2nd ed., Yourdon Press 1990
- [HBB 94a,b] Hesse, W., Barkow, G., v. Braun, H., Kittlaus, H.B., Scheschonk, G.: Terminologie der Softwaretechnik - Ein Begriffssystem für die Analyse und Modellierung von Anwendungssystemen, Teil 1: Begriffssystematik und Grundbegriffe, Informatik-Spektrum 17.1, S. 39-47 (1994); Teil 2: Tätigkeits- und ergebnisbezogene Elemente, Informatik-Spektrum 17.2, S. 96-105 (1994)
- [HKL 84] Hesse, W., Keutgen, H., Luft, A. L., Rombach, H.D.: Ein Begriffssystem für die Softwaretechnik, Informatik-Spektrum 7.4, pp. 200-213 (1984).
- [HMF 92] Hesse, W., Merbeth, G. Frölich, R.: Software-Entwicklung - Vorgehensmodelle, Projektführung und Produktverwaltung, Handbuch der Informatik, Band 5.3, Oldenbourg-Verlag 1992
- [K-L 73] Kamlah, W., Lorenzen P.: Logische Propädeutik, Vorschule des vernünftigen Redens, BI-Wissenschaftsverlag, Mannheim 1973
- [Lor 87] Lorenzen, P.: Lehrbuch der konstruktiven Wissenschaftstheorie, BI-Wissenschaftsverlag, Mannheim 1987
- [Mey 88] Meyer, B.: Object-oriented software construction, Prentice Hall 1988
- [Ort 94a] Ortner, E.: MELCHIOS - Methodenneutrale Konstruktionsprache für Informationssysteme, Bericht 60-94, Informationswissenschaft, Univ. Konstanz 1994

- [Ort 94b] Ortner, E.: KASPER - Ein Projekt zur natürlichsprachlichen Entwicklung von Informationssystemen, Wirtschaftsinformatik 36.6, S. 570-579 (1994)
- [Ort 95] Ortner, E.: Natürlichsprachlicher Entwurf von Informationssystemen, EMISA-Forum 2/1995
- [Rum 91] Rumbaugh, J. et al.: Object Oriented Modeling and Design, Prentice Hall, Englewood Cliffs 1991
- [Ser 91] Sernadas, A., Ehrich, H.-J.: What is an object, after all? In: R. Meersman, W. Kent, S.Khosla (eds.): Object Oriented Databases: Analysis, Design and Construction, North Holland, pp. 36-69, North-Holland, 1991
- [Ste 89] Stegmüller, W.: Hauptströmungen der Gegenwartsphilosophie, Band I, Kröner 1989
- [Ste 93] Stein, W.: Objektorientierte Analysemethoden - ein Vergleich, Informatik-Spektrum 16.6, pp. 317-332 (1993)
- [Wed 92] Wedekind, H.: Objektorientierte Schema-Entwicklung. Ein kategorialer Ansatz für Datenbanken und Programmierung, BI-Reihe Informatik, Bd. 85, BI-Verlag, Mannheim 1992