

# Biomedizinische Ontologie

## Wissen strukturieren für den Informatik-Einsatz

herausgegeben von

Ludger Jansen und Barry Smith

mit Beiträgen von

Thomas Bittner, Berit Brogaard, Boris Hennig, Ludger Jansen,  
Ingvar Johansson, Bert Klagges, Ulf Schwarz und Barry Smith

## Kapitel 5

### Kategorien: Die *top level* Ontologie

LUDGER JANSEN

Die Aufgabe der Ontologie ist es, so hat Kapitel 2 gezeigt, die Realität zu repräsentieren bzw. die Wissenschaften bei der Repräsentation der Realität zu unterstützen. Ein wichtiges Mittel dafür haben wir im letzten Kapitel kennengelernt: die Technik der Klassifikation. Doch was sind in einer Klassifikation die obersten Arten? Wie soll ihr *top level* aussehen? Diese Frage soll nun erörtert werden. Dazu sollen einige Vorschläge für solche *top level* Ontologien angesehen werden und mithilfe der im letzten Kapitel erarbeiteten Kriterien diskutiert werden (Kap. 5.1). Aus Sicht der philosophischen Tradition der Ontologie ist die Frage nach der *top level ontology* gleichbedeutend mit der Frage nach den grundlegenden Kategorien. Zunächst muss dafür die Frage geklärt werden, was Kategorien überhaupt sind. Der Ausgangspunkt wird dafür die Kategorienlehre des Aristoteles sein, der diesen Begriff maßgeblich geprägt hat (Kap. 5.2). Das Ziel dieses Kapitels ist jedoch nicht so sehr eine getreue Interpretation der Schriften des Aristoteles, sondern die Entwicklung eines kohärenten Kategorienschemas. Ausgehend von Aristoteles' Liste der Kategorien (Kap. 5.3) werden drei Dichotomien vorgeschlagen, die als Kandidaten für die erzeugenden Prinzipien einer *top level* Ontologie dienen können: Abhängige versus unabhängige Entitäten (Kap. 5.4), Kontinuanten versus Okkurrenten (Kap. 5.5) sowie Universalien versus Einzeldinge (Kap. 5.6). Abschließend werden einige Kategorien komplexer Entitäten diskutiert (Kap. 5.7): Sachverhalte, Mengen und natürliche Klassen.

#### 5.1 SUMO, CYC & Co.

Wie sollte eine Ontologie „ganz oben“ aussehen? Was sind die allgemeinsten Klassen aller Klassifikationen? Dafür sind von Autoren aus der Informatik und der Wissensrepräsentation verschiedene Vorschläge unterbreitet worden. Einige der bekanntesten sind:

- die *OpenCyc Upper Ontology*, die *open source* Version der von dem texanischen Unternehmen *Cycorp* entwickelten Cyc-Technologie, die die größte Implementierung von Allgemeinwissen zur Ermöglichung von Commonsense-Schlussfolgerungen sein soll;<sup>64</sup>
- SUMO, die *Suggested Upper Merged Ontology*, die aus einem *open source* Projekt entstanden ist, das frei verfügbare, nicht-kommerzielle Ontologien zu einem gemeinsamen System zusammengefügt hat – zusammen mit ihren verschiedenen Bereichsontologien soll SUMO die derzeit größte öffentlich zugängliche Ontologie sein;<sup>65</sup>
- der „Sowa-Diamant“ (vgl. Abbildung 5.1), der in graphischer Form die von John F. Sowa vorgeschlagene *top level* Ontologie darstellt, die mit zwei Dichotomien und einer Trichotomie zwölf Kategorien erzeugt;<sup>66</sup>
- BFO, die *Basic Formal Ontology*, die vom *Institute for Formal Ontology and Medical Information Science* (IFOMIS) entwickelt worden ist.<sup>67</sup>

Im Folgenden soll zunächst *OpenCyc* an den im letzten Kapitel entwickelten Qualitätskriterien für Klassifikationen gemessen werden. Der im weiteren Verlauf in Auseinandersetzung mit Aristoteles entwickelte Vorschlag entspricht den Grundzügen der BFO, die auf den drei Dichotomien zwischen unabhängigen und abhängigen Entitäten, Kontinuanten und Okkurrenten und Universalien und Einzeldingen aufbaut. Im Laufe der Entwicklung dieses Vorschlags wird zudem deutlich werden, an welcher Stelle der Sowa-Diamant problematisch ist und nachgeschliffen werden müsste (Kap. 5.8).

Anders als der völlig symmetrische Sowa-Diamant, in dem jede kombinatorische Möglichkeit auch genutzt wird, ist der *top level* der *OpenCyc Upper Ontology* ein kompliziertes Konglomerat. Die graphische Darstellung dieses Klassifikationssystems gibt davon einen Eindruck (Abbildung 5.2).

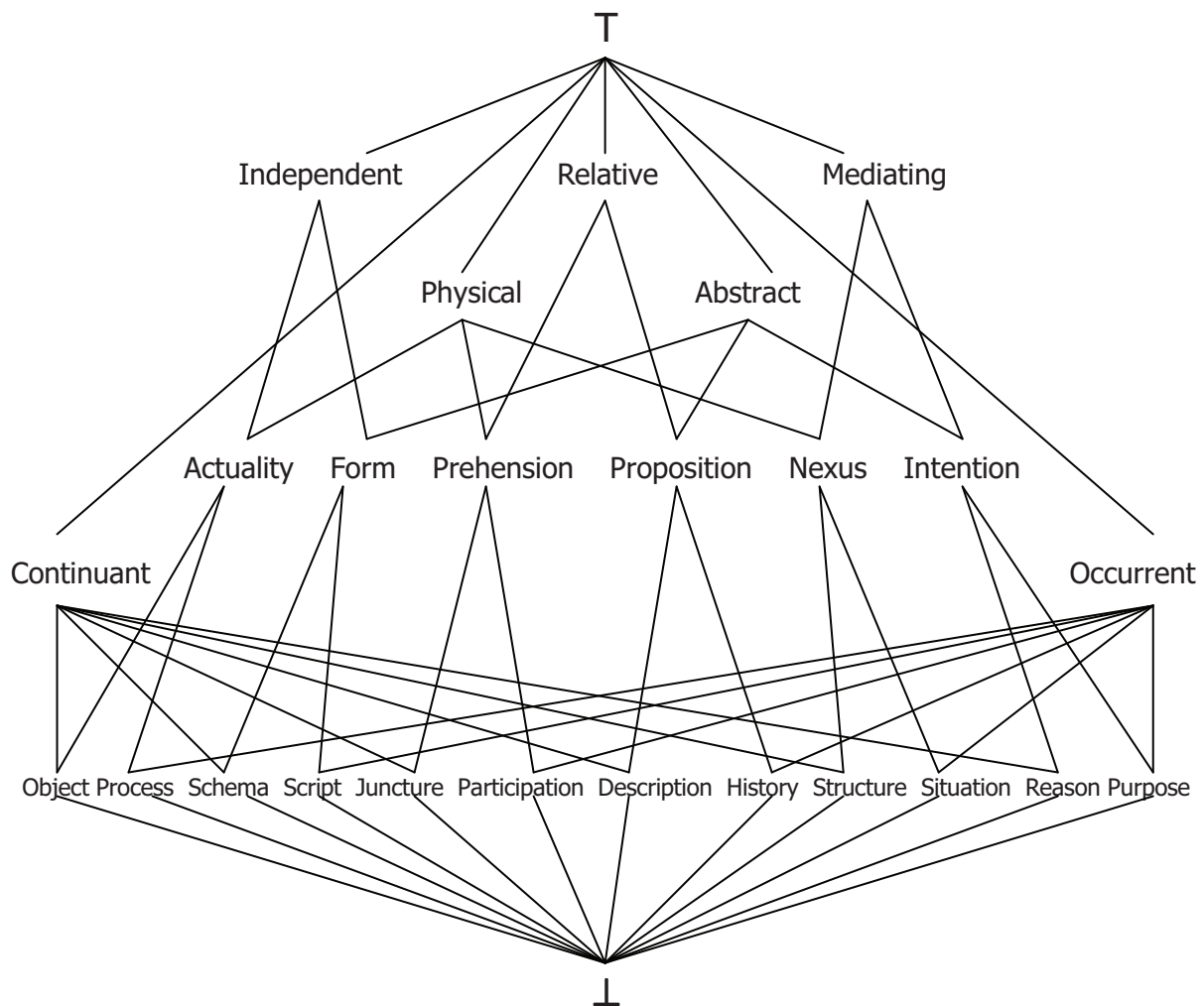
---

<sup>64</sup> Vgl. <http://www.cyc.com/cyc/opencyc/overview>: „OpenCyc is the open source version of the Cyc technology, the world’s largest and most complete general knowledge base and commonsense reasoning engine.“ (zuletzt eingesehen am 8.8.2006)

<sup>65</sup> <http://www.ontologyportal.org/> (zuletzt eingesehen am 8.8.2006): „The Suggested Upper Merged Ontology (SUMO) and its domain ontologies form the largest formal public ontology in existence today.“ – Zu SUMO vgl. auch Niles und Pease, 2001.

<sup>66</sup> Vgl. Sowa 2000 und ders., „Top-Level Categories“, <http://users.bestweb.net/~sowa/ontology/toplevel.htm> (8.8.2006).

<sup>67</sup> Vgl. <http://ontology.buffalo.edu/bfo> (9.8.2006).

Abb. 5.1: Der Sowa-Diamant<sup>68</sup>

Vor dem Hintergrund der im letzten Kapitel entwickelten Kriterien für Klassifikationen lässt den Betrachter nun gleich die oberste Dichotomie in diesem Diagramm stutzen: Warum sollte die Klasse *Ding* in die Unterklassen *Individuum* und *TeilweiseUnberührbar* aufgeteilt werden? Den Anspruch, dass diese beiden Klassen disjunkt sind, erhebt *OpenCyc* erst gar nicht: *OpenCyc* erlaubt ganz offensichtlich die sich im Diagramm in Karos niederschlagenden multiplen Vererbungsstrukturen. Und gleich auf der nächsten Ebene gibt es die beiden Klassen gemeinsame Unterklasse *TeilweiseUnberührbaresIndividuum*. Aber wieso sollten diese beiden Klassen die Klasse *Ding* ausschöpfen? Das Nicht-Individuelle, die Universalien, kommen im Diagramm als solche nicht

<sup>68</sup> Quelle: J. F. Sowa, „Top-level Categories“, <http://users.bestweb.net/~sowa/ontology/toplevel.htm> (8.8.2006).

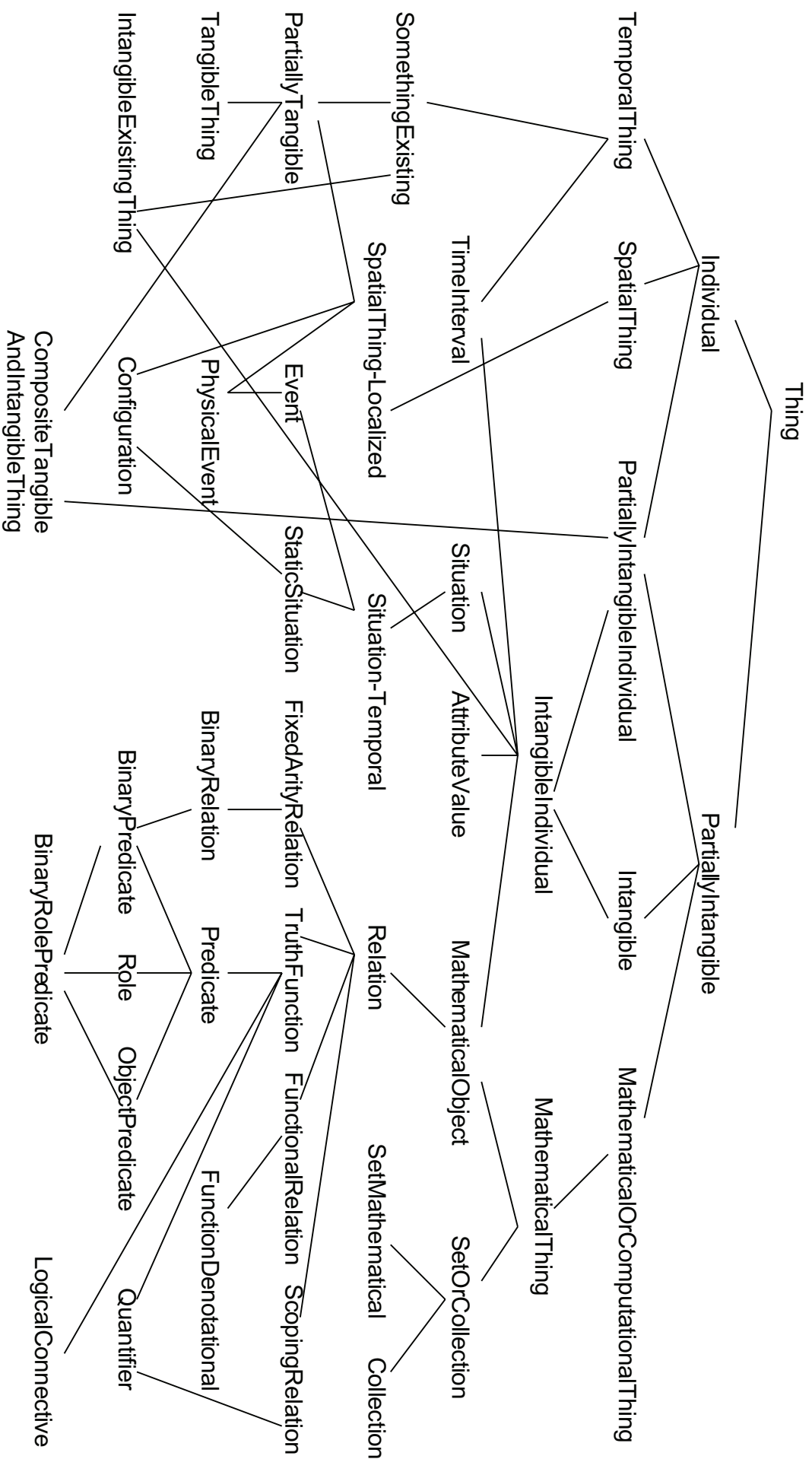


Abb. 5.2: Die *OpenCyc Upper Ontology*

Quelle: <http://www.cyc.com/cycdoc/upperont-diagram.html> (8.3.2008).

vor; die Gegenstücke zum Unberührbaren, *TeilweiseBerührbar* und *BerührbaresDing* finden sich erst drei bis vier Ebenen weiter.

Es wird im Diagramm nicht hinreichend zwischen den klassifizierenden Differenzen (wie *TeilweiseBerührbar*) und den dadurch erzeugten Klassen (wie *BerührbaresDing*) unterschieden. Liest man die verbindenden Linien, wie dies bei einem Klassifikationssystem möglich sein sollte, im Sinne der *is\_a*-Relation, dann kommt in diesem Fall grammatischer Unsinn heraus: *BerührbaresDing is\_a TeilweiseBerührbar*. Hier ist das subsumierende *is\_a* nicht angebracht; angemessen wäre vielmehr eine prädikative Struktur: *BerührbaresDing ist TeilweiseBerührbar*. Abgesehen davon verwundert es, dass ausgerechnet der Berührbarkeit eine so prominente Stellung eingeräumt wird und nicht solchen Eigenschaften wie raumzeitliche Lokalisierung oder Materialität, die viel grundlegender zu sein scheinen als diese und nicht den Bezug auf ein Drittes – den Berührer – erfordern. Außerdem ist „berührbar“, wie viele Dispositionsprädikate, ein äußerst mehrdeutiger Ausdruck; zum Beispiel werden auch die Angehörigen der niedrigsten indischen Kaste und schüchterne Frauen „unberührbar“ genannt. Jedoch sind diese Bedeutungsfacetten mit Sicherheit nicht gemeint. Ebenso sind Gott, ein Elektron, die Milchstraße, das Gravitationsfeld der Erde, die Bundesrepublik Deutschland, der Ausdruck „babig“, eine Schallwelle, Bedeutungen, Nachbarschaft, Freiheit, ein Fußballspiel, eine Stunde, der Schnee von gestern, die e-Funktion, ein Computerprogramm, meine Vorstellung vom Mond und ein in Epoxidharz eingegossener Stein allesamt unberührbar, aber doch aus ganz unterschiedlichen Gründen – und diese Gründe scheinen mir auf die eigentlich relevanten ontologischen Aspekte abzuheben.

Auch im Detail erscheinen die in *OpenCyc* vorgesehenen Subsumptionsbeziehungen problematisch zu sein. *ZeitIntervall* ist sicherlich ein *ZeitlichesDing*, aber ist es ein *Individuum*? Jedenfalls nicht im Wortsinne der Unteilbarkeit (oder genauer: der Unteilbarkeit in zwei Dinge derselben Art wie das Ausgangsding), denn jedes Zeitintervall hat Teile, die selbst Zeitintervalle sind. Andererseits scheint eine *ZeitlicheSituation* doch auch ein *ZeitlichesDing* zu sein. Die Klasse *Relation* wird unter *MathematischesObjekt* subsumiert. Mein Verliebtsein, Nachbarsein und Angestelltsein sind sämtlich Relationen, aber doch alles andere als mathematische Objekte. Ebenso ist meine Briefmarkensammlung eine *Sammlung* (*Collection*), aber sie ist ebenfalls kein *MathematischesObjekt* und durch und durch berührbar, also keineswegs ein *TeilweiseUnberührbaresDing*.



Die im Diagramm vorkommenden Oder-Ausdrücke *MathematischesOderInformationstechnischesDing* und *MengeOderKollektion* sind keine ontologisch-soliden Klassifikationsprinzipien, da einiges dafür spricht, die Oder-Verbindung zweier Universalien nicht selbst als Universalie anzusehen.<sup>69</sup> Seltener ist auch die Klasse *EtwasExistierendes* – enthalten denn die übrigen Klassen Dinge, die nicht existieren? Hier wird die Begriffseigenschaft Existenz<sup>70</sup> mit einem Begriffsmerkmal verwechselt. Die sehr differenzierte Unterteilung der Relationen schließlich beruht vorwiegend auf logischen Überlegungen – diese sind aber von der Ontologie der Relationen ganz unabhängig.<sup>71</sup>

Dies alles sind Gründe genug, sich für die obersten Ebenen von Klassifikationssystemen eine einheitlichere und konsistentere Form zu wünschen. Eine solche soll im Folgenden entwickelt werden in Auseinandersetzung mit einem der ältesten Entwürfe für eine solche *top level* Ontologie: der Kategorienliste des Aristoteles.

## 5.2 Was sind Kategorien?

Soviel wir wissen, war Aristoteles der erste, der das griechische Wort *kategoria* als philosophischen Fachbegriff verwendet hat. Ursprünglich ist das Substantiv *kategoria* und das dazugehörige Verb *katégorein* in der Rechtssprache beheimatet. Dort bedeutet *kategoria* „Anklage“ und *katégorein* „anklagen“. Wohl weil eine Anklage etwas von jemandem behauptet, kann das Verb auch „kundtun, behaupten“ bedeuten. In der Bedeutung von „etwas über etwas aussagen“ verwendet Aristoteles in der Logik die aktivische Verbphrase *katégorein ti tinos*, häufiger aber noch das passivische *katégoreisthai ti tinos* oder *katégoreisthai ti kata tinos* in der Bedeutung „wird von etwas ausgesagt“. Entsprechend verwendet Aristoteles das Substantiv *kategoria* als Terminus technicus für die Prädikation oder für das Prädikat. Außerdem verwendet Aristoteles den Plural des Substantivs in der sortalen Bedeutung „Arten des Prädikats/der Prädikation“ – und erst in dieser Verwendungsweise kann das griechische Wort *kategoria* mit Hilfe des deutschen Wortes „Kategorie“ übersetzt werden.<sup>72</sup>

---

<sup>69</sup> Vgl. Armstrong 1978, II 19–23.

<sup>70</sup> Vgl. Frege 1884, § 53 und ders. 1892.

<sup>71</sup> Vgl. Jansen 2006.

<sup>72</sup> Belege für all diese Verwendungsweisen in Jansen 2005a und ders. 2006, 84–85.

Aristoteles' Auffassung von den Kategorien hat sich vermutlich in drei Stufen entwickelt. Zunächst dürfte sich die Kategorieneinteilung, wie in *Topik* I 9, nur auf Prädikatterme bezogen haben. In dieser ersten Stufe dienten die Kategorien als Hilfsmittel zum Finden von Argumenten und zum Vermeiden oder Aufdecken von Fehlschlüssen. Sie hatten ihren Sitz folglich in der Argumentationstheorie. Die zweite Stufe ist in der Kategorienschrift dokumentiert. Dort umfasst die Kategorieneinteilung nicht nur Prädikatterme, sondern auch Subjekterme, denn nun fallen auch Terme für erste Substanzen wie Cicero oder Brunhilde unter die erste Kategorie, die nur als Subjekte von Prädikationen in Frage kommen, nie aber als Prädikate (*Kategorien* 5, 3a 36–37).<sup>73</sup> Damit findet schon eine erste Verschiebung weg von der Argumentationstheorie in Richtung Ontologie statt. Der zweite Schritt in Richtung Ontologie folgt mit der dritten Stufe in der *Metaphysik*, in der sich Aristoteles' berühmte Bemerkung findet, dass vom Sein und vom Seienden in so vielen Bedeutungen gesprochen werde, wie es Kategorien gebe. So wurde die Kategorienunterscheidung vollends zum Bestandteil eines der wichtigsten ontologischen Lehrstücke des Aristoteles.<sup>74</sup>

Die Kategorienlehre des Aristoteles war schon in der Antike umstritten und ist in der Geschichte der Philosophie sehr verschieden interpretiert worden. Dies liegt u.a. daran, dass sie schon bei Aristoteles selbst viele verschiedene Facetten hat, die nicht zuletzt dadurch entstanden sind, dass dieser sie selber weiterentwickelte oder zumindest unterschiedliche Schwerpunkte in ihrer Darstellung setzte. Man kann vier idealtypische Interpretationsmöglichkeiten unterscheiden (die oft kombiniert auftreten), nach denen die Kategorien klassifizieren: (1) Subjekte und Prädikate bzw. deren Bedeutungen, (2) Seiendes, (3) mentale oder extramentale Begriffe oder (4) Bedeutungen der Kopula „ist“.<sup>75</sup> Für das vorliegende Vorhaben ist das zentral, was wohl die hauptsächliche Auffassung des späten Aristoteles war: dass die Kategorien die obersten Gattungen des Seienden sind.<sup>76</sup>

---

<sup>73</sup> Zur unterschiedlichen Funktion der Listen in *Topik* und *Kategorien* vgl. Ebert 1985.

<sup>74</sup> Vgl. Kahn 1978.

<sup>75</sup> Vgl. Bonitz 1853 und Oehler 1986.

<sup>76</sup> Vgl. Aristoteles, *Metaphysik* III 3, 998b22–27.



### 5.3 Die zehn Kategorien des Aristoteles

In *Topik* I 9 erwähnt Aristoteles explizit, dass es zehn verschiedene Kategorien gibt, die er anschließend aufzählt. Eine Zehnerliste von Kategorien findet sich in auch in der Kategorienschrift.<sup>77</sup> Diese zehn Kategorien sind in Abbildung 5.3 zu finden. Aristoteles benennt viele seiner Kategorien mit den Fragewörtern, mit denen man nach den Entitäten der jeweiligen Kategorie fragen würde. Aus den lateinischen Entsprechungen dieser Fragewörter leiten sich viele der heutigen Fachbegriffe für diese Kategorien ab.

Abb. 5.3: Verschiedene Bezeichnungen für die Kategorien des Aristoteles

Aristoteles' Name	Deutsche Übersetzung	Lateinische Ausdrücke	Moderne Ausdrücke
<i>ti esti, ousia</i>	Was ist es?, Wesen	quod est, quiditas, essentia	Wesen
<i>poson</i>	Wie viel?	quantum, quantitas	Quantum, Quantität
<i>poion</i>	Wie beschaffen?	quale, qualitas	Quale, Qualität
<i>pros ti</i>	In Bezug auf was?	relativum	Relativum, Relation
<i>pou</i>	Wo?	ubi	Ort
<i>pote</i>	Wann?	quando	Zeit
<i>keisthein</i>	Liegen	situ	Lage
<i>echein</i>	Haben	habitus	
<i>poiein</i>	Tun	agere	
<i>paschein</i>	Erleiden	pati	

Kant hat Aristoteles vorgeworfen, dieser sei ganz „rhapsodistisch“ zu seiner Liste der Kategorien gekommen: „Da er aber kein Principium hatte, so raffte er sie auf, wie sie ihm aufstießen“ – auf diese unsystematische Weise, so Kants Vorwurf, konnte Aristoteles sich der Vollständigkeit seiner Kategorien

---

<sup>77</sup> Vgl. *Kategorien* 4, 1b 25–27. An vielen anderen Stellen nennt Aristoteles nur einige dieser Kategorien (eine Übersicht über alle 62 Kategorienaufzählungen findet sich bei Oehler 1986, 352–355). Manche Interpreten sehen darin Korrekturen der Zehnerliste. Viele der kürzeren Listen sind aber explizit summarisch oder exemplarisch und erheben daher keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

nie gewiss sein.<sup>78</sup> Spätere Aristoteliker, wie etwa Thomas von Aquin<sup>79</sup> oder Franz Brentano<sup>80</sup>, haben es unternommen, einen systematischen Zusammenhang zu rekonstruieren, aus dem sich genau die Aristotelischen Kategorien ergeben, und zwar genau in der Reihenfolge, in der sie in der Kategorienschrift genannt und diskutiert werden.<sup>81</sup> Aristoteles selbst, so lässt sich vermuten, hat die Kategorien tatsächlich wohl eher, wie Kant meint, ohne „Principium“ gefunden, nämlich aufgrund seiner Erfahrungen in dialektischen Übungen und philosophischen Diskussionen.

Eines ist hinsichtlich der Kategorienliste des Aristoteles aber auf jeden Fall anzumerken. Die Liste scheint nämlich keineswegs aus gleichartigen oder gleichberechtigten Elementen zu bestehen. Damit ist nicht der Textbefund gemeint, dass innerhalb der Kategorienschrift die „kleinen“ Kategorien des Ortes und der Zeit, der Lage und des Habens nur in einem kurzen überleitenden Abschnitt summarisch behandelt werden. Die Kategorien des Aristoteles sind vielmehr in zwei wesentlich wichtigeren Hinsichten disparat: Sie umfassen sowohl abhängige als auch unabhängige Entitäten (Kap. 5.3) und sowohl Kontinuanten als auch Okkurrenten (Kap. 5.4). Dies sind bereits zwei der ontologische Dichotomien, die als erzeugende Prinzipien der *top level* Ontologie in Frage kommen. Eine dritte Dichotomie, die quer zu diesen steht, wird im Anschluss an diese zu diskutieren sein: die Unterscheidung zwischen Universalien und Einzeldingen (Kap. 5.5).

## 5.4 Abhängige und unabhängige Entitäten

In der Kategorienschrift unterscheidet Aristoteles zwischen, wie er es nennt, der „ersten“ und der „zweiten Substanz“ (*proté* und *deutera ousia*), d.h. zwischen substantiellen Einzeldingen einerseits und Gattungen von Substanzen andererseits. Von diesen beiden wird der individuellen Substanz von Aristoteles ein ganz besonderer ontologischer Status zugewiesen: „Alles andere“ wird entweder über Einzelsubstanzen als Zugrundeliegendes ausgesagt oder ist in

---

<sup>78</sup> Kant, *Kritik der reinen Vernunft*, B 106–107.

<sup>79</sup> Vgl. Thomas von Aquin, *In Physicorum Aristotelis expositio* III, lectio 5, Nr. 322 [15] und *In Metaphysicorum Aristotelis expositio* V, lectio 9, Nr. 891–892.

<sup>80</sup> Brentano 1862, 175. Vgl. dazu Simons 1992.

<sup>81</sup> Vgl. Jansen 2007 für einen neuen Vorschlag zur Hierarchisierung der aristotelischen Kategorien mit Hilfe der in diesem Kapitel diskutierten Dichotomien.

ihnen als Zugrundeliegendem (*Kategorien* 5, 2a 34–35; 2b 3–5; 2b 15–17). Auch in späteren Texten weist Aristoteles der ersten Kategorie eine Sonderstellung gegenüber den übrigen Kategorien zu,<sup>82</sup> die auch „Eigenschaften der *ousia*“ genannt werden.<sup>83</sup> Schon Aristoteles ist sich also im Klaren darüber, dass seine zehn Kategorien nicht einfach nebeneinander stehen. Die individuellen Substanzen werden vielmehr von den Entitäten aller anderen Kategorien vorausgesetzt. In der Tat ist es gerade diese Tatsache, die für Aristoteles überhaupt erst die Einheit der Ontologie ermöglicht (*Metaphysik* IV 2).

Üblicherweise werden die „abhängigen“ Kategorien Akzidenzien genannt und so der Substanz gegenüber gestellt. Ein traditionelles Kriterium für die Gegenüberstellung von Substanzen und Akzidenzien findet sich im zweiten Kapitel der Kategorienschrift: Qualitäten und Quantitäten sind „in“ einer Substanz, während Substanzen nicht „in“ einer Substanz sind, sondern mit einer solchen identisch sind. Doch wie dieses „in einem anderen sein“ genau zu verstehen ist, ist nicht ganz klar. Denn ein Herz ist „in“ einem Körper, und ein Bandwurm ist „in“ seinem Wirt. Dies ist nicht die Art des In-etwas-Seins, die Aristoteles gemeint haben kann. Explizit schließt Aristoteles das In-etwas-Sein in dem Sinne aus, in dem das Teil im Ganzen ist, so wie das Herz im Körper. Doch ein Parasit wie der Bandwurm ist nicht Teil seines Wirtes. Das Kriterium der ontologischen Abhängigkeit hilft, dieses Problem zu lösen. Der Bandwurm könnte seinen Wirt verlassen und könnte in einen anderen Wirt übertragen werden. Ein Grinsen, eine bestimmte Größe oder eine bestimmte Farbe können ihren Träger nicht verlassen und weiterexistieren. Es ist eben nicht möglich, dass die Cheshirekatze verschwindet, ihr Grinsen aber zurückbleibt.<sup>84</sup> Die Länge eines Baumes kann nicht fortexistieren, wenn der Baum zerstört wird. Die Farbe eines Organs kann nicht in einem Raum zurückbleiben, wenn man das Organ aus dem Raum entfernt. Das Grinsen, die Länge oder die Farbe sind für ihre Existenz auf einen Träger angewiesen, eine Substanz, die dieses Grinsen, diese Länge oder diese Farbe unter ihren Eigenschaften hat. Sie können nicht von dieser Substanz auf eine andere Substanz

---

<sup>82</sup> Vgl. z.B. Aristoteles, *Metaphysik* XII 4, 1070b 1: *ousia – talla ta katêgoroumena*.

<sup>83</sup> Aristoteles, *Metaphysik* IV 2, 1003b 6: *ousiai – pathê ousias*; vgl. auch *Metaphysik* XIV 2, 1089b 23: *ousiai – pathê – pros ti*.

<sup>84</sup> Vgl. Lewis Carroll, *Alice's Adventures in Wonderland*, Kap. 6: „I've often seen a cat without a grin, thought Alice; but a grin without a cat! It's the most curious thing I ever saw in my life!“ (Carroll 1965, 67)

übergehen: Wenn Alice statt der Cheshirekatze zu grinsen anfängt, dann ist es ein *neues* Grinsen.

Fassen wir diese Überlegung zusammen: Substanzen benötigen die Entitäten der anderen Kategorien nicht, um existieren zu können, während die Entitäten der übrigen Kategorien für ihre Existenz Dinge aus der ersten Kategorie benötigen. Substanzen werden daher „ontologisch unabhängig“ genannt, Akzidenzien hingegen werden als „ontologisch abhängige Entitäten“ bezeichnet. Präziser ausgedrückt: Substanzen sind ontologisch unabhängig von Akzidenzien; Akzidenzien sind ontologisch abhängig von Substanzen. Der Begriff der ontologischen Abhängigkeit kann formal durch ein modales Kriterium bestimmt werden:

Def. 5.1 Eine Entität  $x$  ist genau dann ontologisch abhängig von einer Entität  $y$ , wenn  $x$  nicht existieren kann, ohne dass  $y$  existiert.

Für Substanzen und ihre Akzidenzien gilt dann: Wenn  $s$  eine Substanz und  $a$  eines ihrer Akzidenzien ist, dann kann  $a$  nicht existieren, ohne dass  $s$  existiert. Weil  $a$  also in  $s$  inhäriert, ist  $a$  ontologisch abhängig von  $s$ . Umgekehrt inhäriert aber keineswegs alles, was von einer Entität ontologisch abhängig ist, in dieser Entität. Beispielsweise gehen viele Theisten davon aus, dass Gott ein notwendigerweise existierendes Wesen ist, von dem andere Wesen ihr Sein erhalten (zum Beispiel durch einen Schöpfungsakt). Nur Spinozisten hingegen würden alle Entitäten zu Akzidenzien Gottes erklären. Außerdem sind Relationen von jedem einzigen ihrer Relata ontologisch abhängig, aber sie inhärieren in keinem von ihnen für sich allein genommen, sondern – wenn überhaupt – in der Gesamtheit ihrer Relata.

Es ist möglich, dass zwei Entitäten wechselseitig voneinander ontologisch abhängig sind. Einen Patienten kann es nur geben, wenn es einen behandelnden Arzt gibt, und einen behandelnden Arzt nur, wenn es auch einen Patienten gibt. Nun ist das Behandelnder-Arzt-Sein nicht davon abhängig, dass es einen ganz bestimmten individuellen Patienten gibt. Dazu reicht irgendein beliebiger Patient aus. Umgekehrt hört die Existenz der Patienten nicht dadurch auf, dass es einen bestimmten individuellen Arzt nicht mehr gibt. Nur wenn es überhaupt keine Ärzte mehr gibt, gibt es keine Patienten mehr. Behandelnde Ärzte und Patienten sind also *generisch* voneinander abhängig. Dies können wir wie folgt definieren:

Def. 5.2  $F$ -Sein ist genau dann generisch abhängig von  $G$ -Sein, wenn nichts ein  $F$  sein kann, ohne dass etwas  $G$  ist.

Generische ontologische Abhängigkeit ist nach dieser Definition eine Beziehung zwischen Universalien. Ontologische Abhängigkeit wurde bereits so definiert, dass sie eine Beziehung zwischen beliebigen Entitäten ist. Demnach kann ontologische Abhängigkeit auch zwischen Universalien bestehen. Entsprechendes Einsetzen in Def. 6.1 ergibt die folgende Bestimmung für die ontologische Abhängigkeit zwischen Universalien:

Def. 5.3 Eine Universalie  $F$  ist genau dann ontologisch abhängig von einer Universalie  $G$ , wenn die Universalie  $F$  nicht existieren kann, ohne dass die Universalie  $G$  existiert.

Das beste Kriterium dafür, dass die Existenz der Universalie  $F$  die Existenz der Universalie  $G$  voraussetzt, ist die Frage, ob etwas  $F$  sein kann, wenn nichts  $G$  ist. Letzteres ist aber gerade das Definiens der generischen Abhängigkeit. Es besteht daher kein Unterschied zwischen der generischen Abhängigkeit des  $F$ -Seins vom  $G$ -Sein und der ontologischen Abhängigkeit der Universalie  $F$  von der Universalie  $G$ .

Die Gruppe der Akzidenzien kann weiter in relationale und nicht-relationale Entitäten eingeteilt werden. Relationale Entitäten sind solche, die für ihre Existenz von einer Mehrzahl von Trägern ontologisch abhängig sind, nicht-relationale solche, die von einem einzigen Träger ontologisch abhängig sind.<sup>85</sup>

## 5.5 Kontinuanten und Okkurrenten

In noch einer weiteren Hinsicht ist die Kategorienliste des Aristoteles uneinheitlich: Zwei der aristotelischen Kategorien unterscheiden sich in einer wichtigen Hinsicht von den übrigen, nämlich Tun und Erleiden. Während nämlich ein einziger Zeitpunkt als Bezugspunkt ausreicht, damit gesagt werden kann, dass eine Substanz wie eine Amöbe oder eine Quantität wie eine Länge von 20 Metern oder die Qualität Rot existieren können, kann von einem Tun oder einem Erleiden immer nur in Bezug auf ein ganzes Zeitintervall die Rede sein. Wann auch immer man es mit einem Bakterium zu tun hat, hat man es zu jedem Zeitpunkt des Lebens dieses Bakteriums mit dem ganzen Bakterium zu tun. Der Prozess der Teilung eines Bakteriums hingegen oder ein Hei-

---

<sup>85</sup> Vgl. Jansen 2006, 86 Anm. 14; Smith und Ceusters 2007.



lungsprozess finden in der Zeit statt und „entfalten“ sich erst in der Zeit. Diese Entitäten haben zeitliche Teile: Der Teilungsprozess hat einen Beginn und ein Ende; er besteht aus verschiedenen Phasen, die zeitlich aufeinander folgen. Die Amöbe hingegen hat räumliche Teile, die zeitlich zugleich existieren: einen Kern, eine Membran und das Zytoplasma.

Man hat es also mit zwei Arten von Entitäten zu tun, die freilich in enger Beziehung zueinander stehen: Zu einem Organismus gehört ein Leben und zu einem Zustand wie einer Krankheit gehört ein Verlauf, eine Geschichte (die in dann in Patientenakten dokumentiert wird). Gemeinsam ist all diesen Entitäten, dass sich ihre Existenz über mehrere Zeitpunkte hinweg erstreckt. Aber die erste Art von Entitäten ist zu jedem Zeitpunkt ihrer Existenz „ganz“ vorhanden: Jede dieser Ganzheiten stellt dieselbe Entität zu verschiedenen Zeitpunkten dar. Jede dieser Ganzheiten ist demnach mit den anderen „diachron identisch“. Da es sich um Entitäten handelt, die durch die Zeit fortexistieren können (*continue to exist*), werden diese Entitäten „Kontinuanten“ genannt. Die zweite Art von Entitäten hingegen ist zu keinem Zeitpunkt ihrer Existenz „ganz“ da. Diese Entitäten entfalten sich erst in der Zeit, denn sie haben zeitlich aufeinanderfolgende Teile, die nicht miteinander identisch sind, sondern voneinander verschiedene Teile einer solchen zeitlichen Entität sind. Es sind Dinge, die in der Zeit geschehen. Es sind Geschehnisse. Sie werden auch „Okkurrenten“ genannt.

Die Bezeichnungen „Kontinuanten“ und „Okkurrenten“ gehen auf den Cambridge-Logiker William Johnson (1858–1931) zurück. Johnson unterscheidet in seiner Darstellung der Logik *continuants* und *occurents*. Er definiert *continuant* als „that which continues to exist while its states or relations may be changing“.<sup>86</sup> In jüngerer Zeit hat David Lewis (1941–2001) auf dieselbe Weise zwischen *endurers* und *perdururs* unterschieden:

„Etwas dauert mit (*perdures*) genau dann, wenn es dadurch persistiert, dass es verschiedene zeitliche Teile oder Stadien zu verschiedenen Zeiten hat, obwohl keines seiner Teile als Ganzes zu mehr als einer Zeit gegenwärtig ist. Es währt (*endures*) hingegen genau dann, wenn es dadurch persistiert, dass es als Ganzes zu mehr als einer Zeit gegenwärtig ist.“<sup>87</sup>

---

<sup>86</sup> Johnson 1921, 199.

<sup>87</sup> Lewis 1986, 202. Die Übersetzung von „persist“ als „mitdauern“ und „endure“ als „währen“ übernehme ich von Tegtmeier 2002.



Von manchen Ontologen werden diese beiden Existenzmodi als eine Unterscheidung von alternativen Theorien für das diachrone Verhalten derselben Entitäten angesehen. David Lewis hat beispielsweise die These vertreten, dass alle konkreten Entitäten angemessen als vierdimensionale *perdurants* (also als Okkurrenten) angesehen werden.<sup>88</sup> Hier soll hingegen dafür plädiert werden, dass Cicero und das Leben des Cicero zwei ganz verschiedene Existenzweisen aufweisen. Während das Leben eindeutig ein Okkurrent ist, ist Cicero eindeutig ein dreidimensionaler Kontinuant. Es gibt also zwei verschiedene Arten von Entitäten, die nach verschiedenen Theorien für ihr diachrones Verhalten verlangen.<sup>89</sup> Wir benötigen beide, Kontinuanten und Okkurrenten, um unsere Realität angemessen zu repräsentieren.

So, wie der Unterschied zwischen Kontinuanten und Okkurrenten bisher eingeführt worden ist, stellt das Gegensatzpaar noch keine exhaustive Klassifikation dar. Denn Kontinuanten und Okkurrenten weisen als gemeinsames Merkmal auf, dass beide persistieren, d.h. dass sich ihre Existenz über mehrere Zeitpunkte hinweg erstreckt. Es gibt mindestens zwei Problemfälle, die deswegen von dieser Einteilung noch nicht erfasst werden: instantan existierende Qualitäten und Quantitäten<sup>90</sup> sowie Zeitpunkte selbst. Ein Zeitpunkt existiert trivialerweise nur an einem Zeitpunkt, nämlich an sich selbst. Und in Wachstums- und Veränderungsprozessen kann es vorkommen, dass instantan existierende Quantitäts- und Qualitätsindividuen einander ablösen: Wenn eine Kugel ideal-kontinuierlich wächst, dann hat die Kugel während dieses Wachstumsprozesses zu keinen zwei Zeitpunkten dieselbe Größe. Wenn eine Fläche kontinuierlich ihre Farbe von, sagen wir, Blau nach Rot verändert, dann hat diese Fläche während dieses Veränderungsprozesses zu keinen zwei Zeitpunkten dieselbe Farbe. Da sich die Existenz dieser instantanen Qualitäten und Quantitäten nicht über mehrere Zeitpunkte hinweg erstreckt, würde es Qualitäten und Quantitäten in der Kategorie der Kontinuanten und außerhalb dieser Kategorie geben. Ebenso würden Zeitintervalle zu den Okkurrenten gehören, Zeitpunkte aber nicht. Dies ist freilich nicht besonders elegant. Daher sollen diese Kategorien leicht modifiziert werden, um diese zunächst „heimatlosen“ Entitäten in sie zu integrieren.

---

<sup>88</sup> Einen Überblick über diese Diskussion bietet z.B. Lowe 2002, 49–58.

<sup>89</sup> Vgl. dazu auch Schnieder 2005.

<sup>90</sup> Vgl. Johansson 2005.

Wenn man sich ein Bild der Welt zu einem beliebigen Zeitpunkt vorstellt, dann kann man auf diesem Bild Menschen, Tiere, Artefakte, Farben, Größen und Relationen entdecken. Aber Veränderungen, Prozesse oder Ereignisse, die gerade stattfinden, werden auf diesem Bild nicht zu sehen sein. Um diese zu repräsentieren, wird eine Abfolge solcher Bilder benötigt, also ein Film. Um ein vollständiges Bild unserer Welt voller Veränderungen zu bekommen, werden also zwei Arten von Repräsentationen gebraucht:<sup>91</sup> Zum einen werden „Schnappschüsse“ der Welt zu bestimmten Zeitpunkten benötigt, welche die zu diesem Zeitpunkt existenten Kontinuanten umfassen. Solche „Schnappschüsse“ der Welt wollen wir „SNAP-Ontologie“ nennen. Zu den SNAP-Entitäten gehören nun aber nicht nur die Kontinuanten, sondern auch alle nur instantan existierenden Entitäten derjenigen aristotelischen Kategorien, die sonst zu den Kontinuanten gehören. Für jeden Zeitpunkt könnte man eine entsprechende SNAP-Ontologie aufstellen, die die Welt zu diesem Zeitpunkt repräsentiert. Zu den SNAP-Entitäten gehören: Substanzen, Quantitäten, Qualitäten und Relationen, aber auch Grenzen und Kollektive von Substanzen, Orte wie Nischen und Löcher und räumliche Regionen wie Punkte, Linien, Oberflächen und Volumen. Die Orts-Kategorien sollen in Kapitel 6 diskutiert werden.

Zum anderen werden für die Repräsentation von Veränderungen so etwas wie „Filme“ gebraucht, die ganze Zeitspannen darstellen, und die daher „SPAN-Ontologien“ genannt werden sollen. Zu den SPAN-Entitäten gehören: Geschehnisse wie Prozesse und Ereignisse, zeitliche Regionen wie Zeitintervalle und Zeitpunkte als deren Grenzen sowie raumzeitliche Regionen. In Kapitel 7 wird Boris Hennig auf Geschehnisse, die spezifischen Elemente von SPAN-Ontologien, zurückkommen. Die Zeitpunkte gehören nur zu den SPAN-Entitäten, trotz ihrer Nichtausgedehntheit aber nicht zu den SNAP-Entitäten. Eine einzelne SNAP-Ontologie, die die Welt zu einem Zeitpunkt darstellt, ist mit diesem Zeitpunkt zwar als ihr Datum verknüpft, enthält diesen Zeitpunkt aber nicht als eine ihrer Entitäten.

---

<sup>91</sup> Zum Folgenden vgl. Grenon und Smith 2004.

Abb. 5.4: Das ontologische Viereck<sup>92</sup>

	nicht in einem Subjekt ( <i>substantiell</i> )	in einem Subjekt ( <i>akzidentell, nicht-substantiell</i> )
von einem Subjekt ausgesagt ( <i>universell</i> )	<i>substantielle Universalien</i> Mensch Pferd <b>III.</b>	<i>nicht-substantielle Universalien</i> Weiß-Sein Wissen <b>IV.</b>
nicht von einem Subjekt ausgesagt ( <i>individuell</i> )	<i>individuelle Substanzen</i> dieser Mensch dieses Pferd <b>I.</b>	<i>individuelle Akzidenzien</i> dieses individuelle Weiß dieses individuelle Wissen <b>II.</b>

## 5.6 Universalien und Einzeldinge

Zu den beiden bisher behandelten ontologischen Dichotomien – abhängige versus unabhängige Entitäten, Kontinuanten versus Okkurrenten – kommt noch eine dritte Dichotomie hinzu: die zwischen Universalien und Einzeldingen. Da diese Unterscheidung quer durch alle Aristotelischen Kategorien geht, könnte man sie „transkategorial“ nennen.<sup>93</sup> Auch diese Unterscheidung wird in systematischer Weise schon in Aristoteles’ Kategorienschrift vorgenommen. Dort unterscheidet Aristoteles im zweiten Kapitel solche Entitäten, die von anderen Entitäten ausgesagt werden können, und solche, die nicht von anderen Entitäten prädiert werden können. Prädikation verlangt nun aber einen Aspekt der Allgemeinheit. Einzeldinge wie Cicero oder meine bestimmte Körpergröße können nicht von anderen Entitäten ausgesagt werden. Sätze wie „Tullius ist Cicero“ oder „180 cm ist meine Körpergröße“, die die Ausdrücke „ist Cicero“ oder „ist meine Körpergröße“ als Prädikate ent-

<sup>92</sup> Vgl. Smith 2003a, 18. Zur Geschichte solcher Diagramme vgl. Angelelli 1967, 12. Vgl. auch Wachter 2000, 149. Einer der wichtigsten zeitgenössischen Vertreter einer Ontologie mit diesen vier grundlegenden Kategorien ist E. J. Lowe; vgl. insbesondere Lowe 2006.

<sup>93</sup> Vgl. Lowe 2006, 21: „The terms ‚particular‘ and ‚universal‘ themselves, we may say, do not strictly denote categories, however, because they are transcategorical, applying as they do to entities belonging to different basic categories.“

halten, sind keine Prädikationen im technischen Sinn, sondern Identitätsaussagen. Ein allgemeiner Ausdruck wie „Mensch“ kann sowohl als Subjekt als auch als Prädikat von prädikativen Aussagen vorkommen, wie etwa in „Ein Mensch ist ein Wirbeltier“ oder aber „Cicero ist ein Mensch“.

Zusammen mit der Unterscheidung zwischen inhärierenden und nicht inhärierenden Entitäten bekommt Aristoteles eine vierfache Unterscheidung von Entitäten, die man wie in Abbildung 5.4 schematisch darstellen kann, dem so genannten „ontologischen Viereck“ (*ontological square*).

Viele Ontologen akzeptieren nur eine Auswahl der Felder dieses ontologischen Vierecks. David Armstrong versucht beispielsweise, mit den Feldern I und IV auszukommen: mit Einzeldingen und Eigenschaftsuniversalien.<sup>94</sup> Zu dem gleichen Ergebnis wie Armstrong kommen viele Ontologen, die die Prädikatenlogik erster Stufe als das Werkzeug ihrer Ontologie ansehen. Die Einzeldinge entsprechen dann den Individuenkonstanten („a“, „b“, „c“, ...) und die Eigenschaftsuniversalien den Prädikatbuchstaben („F“, „G“, „R“, ...). Sie sehen Formeln wie „F(a)“ oder „R(a, b)“ als Abbildungen der Wirklichkeit an. Wegen seiner Fixiertheit auf die logisch-syntaktische Struktur „F(a)“ hat Barry Smith hat diesen Ansatz ironisch als „Fantologie“ bezeichnet.<sup>95</sup>

Wer wie Donald Davidson (1917–2003) bereit ist, in seiner Ontologie auch Ereignisse zuzulassen, akzeptiert zusätzlich Okkurrenten, die in enger Beziehung zu Feld II stehen.<sup>96</sup> Bertrand Russell (1872–1970) hingegen wollte in seinen späten Jahren ganz auf die Ebene der Individuen verzichten und sich mit den Feldern III und IV begnügen;<sup>97</sup> dabei war er vermutlich von Leibniz' Lehre vom Individualbegriff beeinflusst.<sup>98</sup> Nominalistische Philosophen hingegen akzeptieren nur Entitäten aus den beiden unteren Feldern I und II. Manche Philosophen versuchen sogar, nur mit einer dieser beiden Kategorien auszukommen. Für „Tropen-Theoretiker“ sind die individuellen Akzidenzien

---

<sup>94</sup> Vgl. Armstrong 1978 und 1997.

<sup>95</sup> Vgl. Smith 2005a.

<sup>96</sup> Vgl. Davidson 1990.

<sup>97</sup> Vgl. z.B. Russell 1940, ch. 6; ders. 1948, Part II, ch. 3 und Part IV ch. 8, ders. 1959 ch.9. Eine ähnliche Position vertritt Hochberg 1965, und ders. 1966, und ders. 1969.

<sup>98</sup> Russell führt 1948 diese Auffassung explizit auf Leibniz zurück. Vgl. dazu Armstrong 1978, I 90: „[...] while the influence of Leibniz to Russell is clear, it is less clear that Leibniz held this theory of the nature of particulars.“

in Feld II die einzigen fundamentalen Entitäten; sie nennen sie *abstract particulars* oder *tropes* (daher die Bezeichnung „Tropen-Theoretiker“).<sup>99</sup>

Aristoteles jedoch akzeptiert alle vier Zellen des ontologischen Vierecks, das er als Ganzes als eine transparente Aufteilung der Wirklichkeit ansieht. Damit entspricht er unserem Alltagsverständnis, demzufolge Elemente aller vier Felder als existent angesehen würden. Im täglichen Leben gehen wir davon aus, dass George W. Bush in Feld I ebenso existiert wie der indische Elefant in Feld III, die Tugend der Gerechtigkeit in Feld IV und das individuelle Weiß meiner Haut, das irgendwann im Sommer aufhört zu existieren, wenn meine Haut statt seiner einen braunen Farbton annimmt. Ontologen, die auf eines oder mehrere dieser Felder verzichten wollen, vertreten eine reduktionistische Position. Sie müssen eine alternative Erklärung dafür liefern, wieso wir in unserem Alltagsverständnis davon ausgehen, dass diese Dinge existieren. Sie tun dies in der Regel dadurch, dass sie die Existenz der Entitäten in diesen Feldern (oder die Rede über sie) auf Entitäten in anderen Feldern (oder die Rede über sie) zurückführen.

Zwischen den Entitäten in den vier Feldern des ontologischen Vierecks bestehen grundlegende Beziehungen:

- Individuelle Eigenschaften inhärieren in individuellen Substanzen und charakterisieren diese.
- Nicht-substantielle Universalien charakterisieren substantielle Universalien.
- Individuelle Substanzen instantiieren substantielle Universalien.
- Individuelle Eigenschaften instantiieren Eigenschaftsuniversalien.

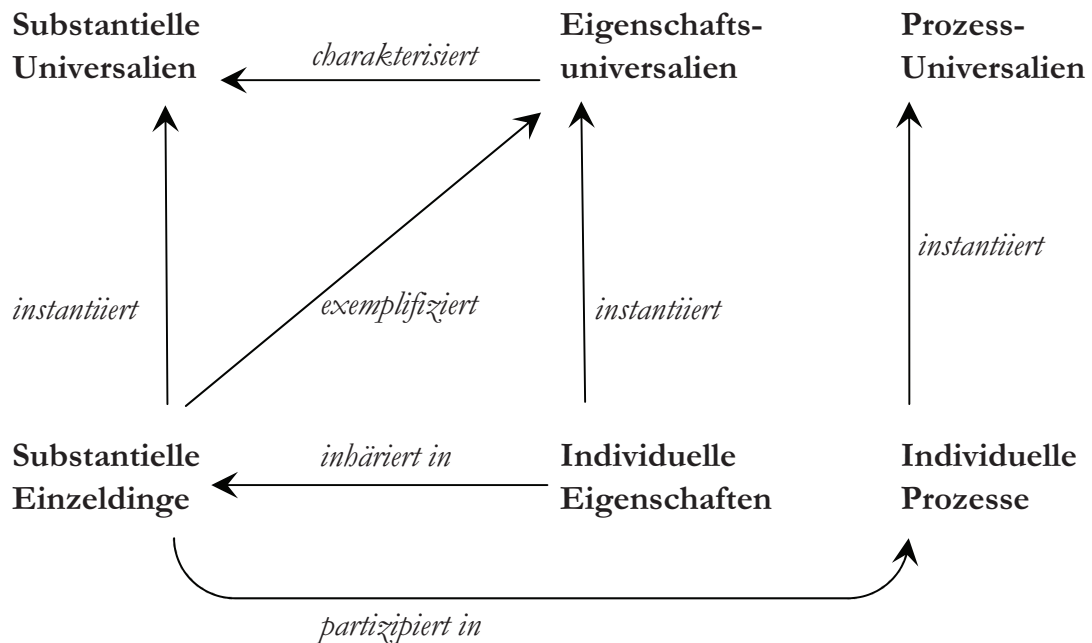
Ein Bild der Welt wäre unvollständig, würden nicht auch die Okkurrenten in den Blick genommen werden. Natürlich gibt es auch zwischen diesen und den Kontinuanten wichtige Beziehungen, denn es sind individuelle Substanzen, die an individuellen Prozessen und Ereignissen teilnehmen. Das ontologische Viereck kann folglich zu einem „ontologischen Sextett“ erweitert werden, wie es Abbildung 5.5 zeigt.<sup>100</sup>

---

<sup>99</sup> Zwei klassische Darstellungen dieser Position sind Williams 1953 und Campell 1990. Vgl. auch Macdonald 1998 und Trettin 2000.

<sup>100</sup> Smith 2005a.

Abb. 5.5: Das ontologische Sextett und die formalontologischen Relationen



Diese Beziehungen der Inhärenz, der Charakterisierung, der Instantiierung und der Partizipation „regeln“ also die Beziehungen zwischen den Entitäten in diesen vier Feldern. Sie sind wichtige formalontologische Relationen: Ganz gleich, welches Gebiet der Wirklichkeit man repräsentieren will, diese Relationen muss man auf jeden Fall berücksichtigen.

## 5.7 Komplexe Entitäten

Über die bisher diskutierten Kategorien hinaus werden in der modernen Ontologie verschiedene Kategorien komplexer Entitäten diskutiert: Sachverhalte, Mengen, mereologische Summen und Klassen.

*Sachverhalte* sind all diejenigen komplexen Entitäten, die man mit einem Dass-Satz beschreiben kann. Dass der Ball rund ist und dass die Katze auf der Matte sitzt, sind zwei Beispiele für Sachverhalte. Beide sind Komplexe aus Entitäten, deren kategoriale Zuordnung wir bereits diskutiert haben. Dass ein Mensch krank ist, ist ein Komplex, der aus einer Substanz, diesem Menschen, und einer bestimmten Qualität, der Krankheit, besteht. Der Sachverhalt, dass ein bestimmtes Molekül sich an einen Rezeptor angelagert hat, besteht aus einer Substanz, dem Molekül, einem Substanzteil, dem Rezeptor, und der zweistelligen Relation des Angelagertseins. Sachverhalte können auch andere Sachverhalte als Komponenten haben. Der Sachverhalt, dass der Arzt festge-



stellt hat, dass der Patient einen grippalen Infekt hat, besteht aus einer intentionalen zweistelligen Relation des Feststellthabens, die besteht zwischen dem Arzt und dem Sachverhalt, dass der Patient einen grippalen Infekt hat. Die These, dass alle Sachverhalte komplexe, also zusammengesetzte Entitäten sind, scheint von Ausdrücken wie „dass es regnet“ in Frage gestellt zu werden, die mit dem unpersönlichen Pronomen „es“ gebildet werden. Zwar können diese sprachlichen Ausdrücke nicht *linguistisch* in ein Prädikat einerseits und einen referierenden Subjektausdruck andererseits zerlegt werden. Das heißt aber nicht, dass die Entitäten, für die sie stehen, nicht *ontologisch* analysiert werden können. Der Sachverhalt, dass es regnet, besteht doch offensichtlich darin, dass Regentropfen eine Ortsveränderung durchlaufen: Er besteht also in einem Kollektiv von Ortsveränderungen, die eine Vielzahl von Wassertropfen durchlaufen.

*Mengen* sind aus der Mathematik wohlvertraut. Mengen sind Gesamtheiten von Elementen. Als Namen für Mengen dienen in der Regel lateinische Großbuchstaben: A, B, C, ... (häufig mit doppeltem Strich an ihrer linken Seite). Man sagt: Mengen „enthalten“ Elemente. Umgekehrt sagt man, dass Elemente Element von bestimmten Mengen sind (oder auch nicht). Diese Relation „ist Element von“ stellt man durch das Zeichen „ $\in$ “ dar; die Relation „ist nicht Element von“ durch das Zeichen „ $\notin$ “. Darüber hinaus untersucht die Mengentheorie eine Reihe von Verknüpfungen und Beziehungen zwischen Mengen, wie das Bilden der Schnittmenge, der Vereinigungsmenge, die Restmenge und die Teilmengenbeziehung.<sup>101</sup>

Mengen kann man extensional durch ihren Umfang, aber auch intensional durch ein den Elementen gemeinsames Merkmal angeben. Extensional kann man eine Menge zum Beispiel als durch Kommata getrennte Auflistung der Elemente in geschweiften Klammern (sog. Mengenklammern) darstellen: Die Menge der Primzahlen kleiner als 10 ist  $\{2, 3, 5, 7\}$ . Aber auch  $\{\text{Aristoteles}, 2, \text{das rechte Ohrstück meines Stethoskops}\}$  ist eine Menge: Mengen können aus beliebigen Elementen zusammengesetzt sein. Ohne eine solche Auflistung können Mengen intentional charakterisiert werden, indem angegeben wird, welche Charakteristika die Elemente haben sollen, um zur Menge dazu zu gehören. Eine solche Mengenbeschreibung wäre etwa „die Menge aller

---

<sup>101</sup> Für einen Überblick vgl. z.B. Bucher 1998, Kap. 1.

Patienten“ oder „die Menge aller Patienten mit einer erhöhten Körpertemperatur“. Manchmal gibt man solche Beschreibungen in der Form

$$\{x \mid x \text{ ist ein Patient und hat eine erhöhte Körpertemperatur}\}$$

an, was dann zu lesen ist als „die Menge all derjenigen  $x$ , für die gilt:  $x$  ist ein Patient und hat eine erhöhte Körpertemperatur“. Weitere Beispiele für solche intensionalen Mengenbeschreibungen sind „ $\{x \mid x \text{ ist rot}\}$ “ und „ $\{x \mid x \text{ ist rund}\}$ “.

Mengen sind genau dann gleich, wenn sie dieselben Elemente enthalten. Die Mengenbeschreibung „ $\{2, 3, 5, 7\}$ “ bezeichnet dieselbe Menge wie die Beschreibung „die Menge der Primzahlen unter 10“, weil jedes Element, das in  $\{2, 3, 5, 7\}$  enthalten ist, auch in der Menge der Primzahlen unter 10 enthalten ist und umgekehrt. Die beiden Mengen sind also identisch – die beiden Mengenbezeichnungen bezeichnen ein und dieselbe Menge. Aus diesem Identitätskriterium für Mengen folgt, dass die Elemente einer Menge nicht ausgetauscht und weder vermehrt noch vermindert werden können: andere Elemente, andere Menge. Aus diesem Kriterium für die Mengengleichheit folgt auch, dass Mengen in einem bestimmten Sinn zeitlos sind. Sie können Elemente enthalten, die zu verschiedenen Zeiten oder auch zu gar keiner Zeit existieren. Mengen sind auch raumlos: Wenn die Elemente einer Menge sich im Raum bewegen, hat das auf die Menge überhaupt keine Auswirkung. Weiterhin folgt, dass die Ordnung der Elemente für eine Menge irrelevant ist. Es gilt also:

$$\{a, b\} = \{b, a\}.$$

Weiterhin folgt aus diesem Kriterium, dass das wiederholte Auflisten des Namens eines Elements für eine Menge ebenfalls irrelevant ist. Es gilt:

$$\{a, a\} = \{a\}.$$

Um zu wissen, ob  $\{x \mid x \text{ ist rot}\}$  und  $\{x \mid x \text{ ist rund}\}$  dieselben Mengen sind, muss man wissen, was für Dinge in der Welt oder im *universe of discourse* vorhanden sind. Würde die Welt nur aus einem roten Kreis, einem gelben Dreieck und einem blauen Quadrat bestehen, dann würden diese beiden Mengenbeschreibungen dieselbe Menge bezeichnen, nämlich die Menge {roter Kreis}. In der wirklichen Welt hingegen gibt es beispielsweise schwarz-weiße Fußbälle, und damit sind die beiden Mengen in der wirklichen Welt nicht identisch. Die Menge, die keine Elemente enthält, nennt man die *leere Menge*.

Aufgrund des Kriteriums für die Mengengleichheit folgt, dass es keine zwei voneinander verschiedenen leeren Mengen gibt.

Mengen sind „raumlos“ und „zeitlos“. Sie zählen daher zu den *abstrakten Entitäten*. Die geschweiften Mengenklammern sind gewissermaßen eine Abstraktionsmaschine: Man nehme den Namen einer konkreten Entität und setze die Mengenklammern um ihn herum. Aus „Cicero“, dem Namen für den Cicero aus Fleisch und Blut, der in Raum und Zeit existiert, wird dann „{Cicero}“ – der Name für eine abstrakte Entität, die raum- und zeitlos existiert, nämlich für jene Menge, die nur aus Cicero als ihrem einzigen Element besteht. Solche Mengen, die nur aus einem einzigen Element gebildet sind, werden das *Singleton* dieses Elements genannt. Auch aus der leeren Menge kann das Singleton gebildet werden, und auch das Singleton des Singleton der leeren Menge ist wieder eine Menge etc. So lassen sich aus Nichts – genauer: aus der leeren Menge – Strukturen erzeugen, die isomorph zur Menge der natürlichen Zahlen sind. Denn jede der drei folgenden Reihen erfüllt die fünf Peano-Axiome, die die natürlichen Zahlen charakterisieren – nur die Interpretation von Nullelement und Nachfolgersein unterscheiden sich:

$$0, 1, 2, 3, \dots$$

$$\emptyset, \{\emptyset\}, \{\{\emptyset\}\}, \{\{\{\emptyset\}\}\}, \dots$$

$$\emptyset, \{\emptyset\}, \{\emptyset, \{\emptyset\}\}, \{\emptyset, \{\emptyset, \{\emptyset, \{\emptyset\}\}\}\}$$

Da das Singleton eines konkreten Dinges eine abstrakte Entität ist, müssen das Singleton und sein einziges Element voneinander verschieden sein. Dieses „Mysterium des Singletons: was unterscheidet  $a$  von  $\{a\}$ ?“<sup>102</sup> und die Tricks, die sich mit der leeren Menge spielen lassen, haben einige Philosophen veranlasst, nach einer Alternative zur Mengenlehre Ausschau zu halten: der Mereologie.

*Mereologische Summen* haben schon im Kap. 3 eine wichtige Rolle gespielt. Es sind Komplexe, die aus beliebigen Teilen gebildet werden können. Ich, mein Pausenbrot und die wärmste Ecke meines Büros können eine solche mereologische Summe bilden. Ebenso wenig wie bei Mengen gibt es keinerlei Einschränkung für die Bildung solcher mereologischen Summen. Und ebenso wie bei Mengen haben viele mereologische Mengen (wie auch das von mir

---

<sup>102</sup> Simons 2005, 145.

angeführte Beispiel) einen sehr gekünstelten Charakter. Die wenigsten mereologischen Summen jedenfalls sind „natürliche Ganzheiten“ (aber Ganzheiten sind die interessantesten mereologischen Summen). Während Mengen von konkreten Elementen abstrakte Entitäten sind, sind mereologische Summen aus konkreten Entitäten wiederum konkrete Entitäten, die in Raum und Zeit existieren, und zwar solange, wie alle ihre Teile existieren. Den Untergang eines ihrer Teile oder den Austausch von Teilen „überlebt“ auch eine mereologische Summe nicht. Tauscht man ein Teil aus, erhält man eine *andere* mereologische Summe. Man spricht von „echten Teilen“, um auszuschließen, dass das mutmaßliche Teil mit dem Ganzen identisch ist. Ein „unechter Teil“ kann (analog zu unechten Teilmengen) auch mit dem Ganzen identisch sein.<sup>103</sup>

Teil-Ganzes-Relationen werden in vielen Ontologien als formalontologische Relationen verwendet. Sie sollen daher in Kapitel 8 intensiv diskutiert werden. In Kapitel 3 wurde mit der Theorie der granularen Partitionen bereits ein Ansatz vorgestellt, der als ein dritter Weg zwischen Mengenlehre und Mereologie versucht, die Konkretheit der mereologischen Summen mit der Gestuftheit der Element-von-Relation zu verbinden.

Die Kategorie der *Klassen* ist ein Versuch, die Willkür der Mengenbildung einzudämmen.<sup>104</sup> Oft werden „Menge“ und „Klasse“ als Synonyme verwendet. Mit dem Ausdruck „Klasse“ soll hier jedoch etwas von den Mengen verschiedenes bezeichnet werden, wobei aber nicht dem in der Mengentheorie manchmal anzutreffenden Sprachgebrauch gefolgt werden soll, der einem strengen Mengenbegriff einen lockeren und weiteren Klassenbegriff gegenüberstellt.<sup>105</sup> Wir folgen vielmehr dem jüngeren Vorschlag, den Ausdruck „Klasse“ zu verwenden für „eine Ansammlung aller und nur der Einzeldinge,

---

<sup>103</sup> Zur Mereologie vgl. Simons 1987 und Ridder 2002.

<sup>104</sup> Die Theorie der Klassen ist eine recht neue Entwicklung, auch wenn es früher bereits Anstöße gegeben hat, intensionale Elemente mit der Mengentheorie zu verbinden, z.B. in dem Aufsatz von Feibleman 1974. Am intensivsten ausgearbeitet hat die Theorie der Klassen, insbesondere hinsichtlich ihrer Anwendungen für die biomedizinische Ontologie, Ingvar Johansson, dem diese Darstellung am meisten verdankt. Vgl. insbesondere Johansson 2006a und Kap. 11 in diesem Buch, das auf diesem Aufsatz basiert.

<sup>105</sup> Ganz ähnlich werden auch in SUMO „set“ und „class“ nicht als Synonyme behandelt. Vgl. Niles und Pease 2001, 6: „Set‘ is the ordinary set-theoretic notion, and it subsumes ‚Class‘, which, in turn, subsumes ‚Relation‘. A ‚Class‘ is understood as a ‚Set‘ with a property or conjunction of properties that constitute the conditions for membership in the ‚Class‘ [...].“

die unter einen gegebenen allgemeinen Ausdruck fallen“,<sup>106</sup> und so wird dieser Ausdruck hier auch verwendet werden.

Entspricht diesem allgemeinen Ausdruck eine Universalie, können wir von einer *natürlichen Klasse* sprechen: Eine natürliche Klasse ist die Gesamtheit der Instanzen einer Universalie.<sup>107</sup> Während Mengen durch Aufzählung gebildet werden können, erfordern natürliche Klassen die Angaben der Universalien, deren Extension sie sein sollen. Solche natürlichen Klassen sind beispielsweise die Klasse der Wirbeltiere, die Klasse der roten Dinge oder die Klasse der positiv geladenen Teilchen. Zwei natürliche Klassen sind identisch, wenn sie dieselbe Universalie repräsentieren. Weil nicht alle allgemeinen Ausdrücke Universalien repräsentieren, sind nicht alle Klassen natürliche Klassen. Diese nicht-natürlichen Klassen heißen „definierte Klassen“ oder „Fiat-Klassen“, weil ihr Zusammenhalt auf einer bloßen Definition bzw. auf menschlichem Fiat beruht.

Nicht jeder Menge entspricht eine Klasse. Zum Beispiel ist {Aristoteles, 2, das rechte Ohrstück meines Stethoskops} eine durch Aufzählung ihrer Elemente gegebene Menge. Es entspricht ihr aber keine natürliche Klasse, weil es nicht die Extension irgendeiner Universalie ist, und generell entspricht ihr keine Klasse, weil es auch sonst keinen nicht-enumerativen allgemeinen Ausdruck gibt, unter den genau diese drei Dinge fallen. Sprachlich gesehen wird für die Definition einer Klasse also mindestens ein allgemeiner Ausdruck benötigt, während eine Menge im Sinne der Mengentheorie durch Aufzählen ihrer Elemente, also allein mit Eigennamen und definiten Beschreibungen bestimmt werden kann.

Anders als in der Mengentheorie ist es in der Klassentheorie nicht notwendig, zu wissen, welche Dinge es in der Welt gibt, um zu sagen, dass die Klasse der roten Dinge und die Klasse der runden Dinge voneinander verschieden sind. Und während es nur eine leere Menge gibt, kann es viele voneinander verschiedene leere Klassen geben: beispielsweise sind die Klasse aller Phlogiston-Mengen, die Klasse der Perpetuum-mobile-Maschinen oder die Klasse der runden Quadrate sämtlich leer. Da sie aber unterschiedliche Universalien repräsentieren würden, sind sie voneinander wohl unterschieden. Außerdem

---

<sup>106</sup> Smith, Kusnierczyk, Schober, Ceusters 2006, 80: „A CLASS is a collection of all and only the particulars to which a given general term applies.“

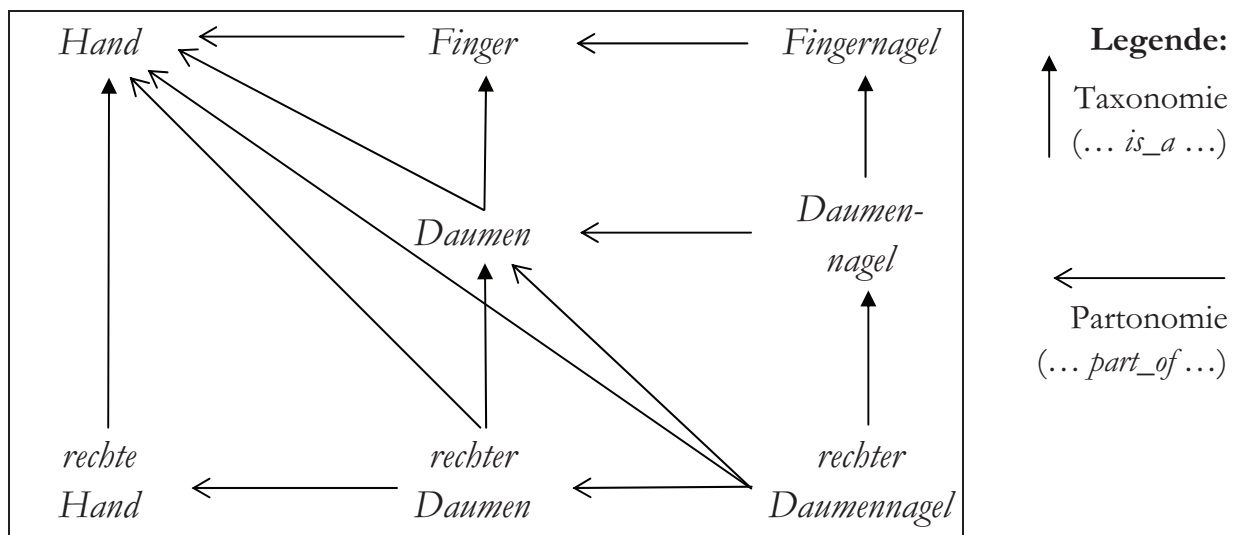
<sup>107</sup> Vgl. auch Smith et al. 2005, 3; Smith 2005b.



können Klassen im Unterschied zu Mengen einen Austausch ihrer Instanzen überleben. Bei Mengen, so wurde gezeigt, ist dies nicht möglich, da sie ihre Identität gerade ihren Elementen verdanken. Natürliche Klassen bekommen ihre Identität hingegen durch eine Universalie, deren Identität aber unabhängig davon ist, welche Einzeldinge sie instantiieren. Klassen können daher zu verschiedenen Zeiten unterschiedliche Instanzen haben.<sup>108</sup>

Das *Klassifizieren*, wie es in Kap. 4 diskutiert worden ist, kann nun verstanden werden als das Einteilen von Entitäten in Klassen, und eine *Klassifikation* entsprechend als das Ergebnis einer solchen Einteilung. Statt von einer Klasse spricht man auch von einem *Taxon* (Plural: *Taxa*; abgeleitet vom griechischen Wort *tattein*, ordnen); entsprechend kann man auch von einer *Taxonomie* reden. Davon zu unterscheiden ist das Einteilen von Entitäten in ihre Teile. Eine solche Einteilung nennt man *Partonomie*. Während eine Klassifikation oder Taxonomie eine Gattung in ihre Arten aufgliedert, gliedert eine Partonomie ein Ganzes in seine Teile. Besonders interessant ist auch die Kombination von Partonomie und Klassifikation, wie sie in Abbildung 5.6 dargestellt ist.

Abb. 5.6: Eine Kombination von Taxonomie und Partonomie<sup>109</sup>



<sup>108</sup> Vgl. Smith 2005b.

<sup>109</sup> Nach Zaiß et al. 2005, 64.



## 5.8 Die ungeschliffenen Kanten des Sowa-Diamanten

Wir sind nun mit dem Instrumentarium ausgestattet, den Sowa-Diamanten genauer unter die Lupe zu nehmen. Dabei wird sich herausstellen, dass er keineswegs so einwandfrei geschliffen ist, wie seine äußerst systematische Anlage glauben macht. Sowa sieht in seiner Ontologie eine Verschmelzung der Prozess-Ontologie von Alfred North Whitehead (1861–1947) und der „triadischen“ Kategorienlehre von Charles Sanders Peirce (1839–1914). Im Lichte der bisherigen Ausführungen in diesem Kapitel muss aber festgestellt werden, dass bei dieser Verschmelzung einiges schief gegangen ist. Die systematische Anlage von Sowas Ontologie besteht in der Kombination dreier Unterscheidungen:

- der Dichotomie *Kontinuant* versus *Okkurrent* (die wir auch verwendet haben),
- der Dichotomie *physikalisch* versus *abstrakt*,
- der Trichotomie *unabhängig/relativ/mediatisierend* (die Sowa auf Peirce zurückführt).

Eine erste Möglichkeit der Kritik bestünde in der Frage, ob die Dichotomie *physikalisch* versus *abstrakt* und die von Peirce inspirierte Trichotomie gute Klassifikationsmerkmale sind. Dieser Frage soll hier nicht nachgegangen werden. Diese beiden Dichotomien und die Trichotomie ergeben aber zusammen genommen zwölf kombinatorische Möglichkeiten. Jede dieser zwölf Kombinationen ergibt für Sowa eine seiner „zentralen“ Kategorien (vgl. Abbildung 5.7), und diese zwölf Kategorien sollen näher in Augenschein genommen werden.

Anders als Sowa meint, sind keineswegs sämtliche Kombinationen seiner Di- und Trichotomien sinnvoll. Beispielsweise kann es gar keine abstrakten Okkurrenten geben:<sup>110</sup> Was geschieht, ist niemals abstrakt. Es gibt natürlich Universalien, die von Okkurrenten und nur von Okkurrenten instantiiert werden, aber diese Universalien sind selbst keine sich zeitlich erstreckenden Entitäten, mithin keine Okkurrenten (vgl. Kap. 7). Um ein weiteres Beispiel zu nennen: Für den hier eingenommenen aristotelischen Standpunkt fällt lediglich die Kategorie *Objekt* unter die unabhängigen Entitäten. Alle Okkur-

---

<sup>110</sup> Vgl. Guarino 2001.

ranten und alle abstrakten Entitäten sind notwendig ontologisch abhängige Entitäten.

Einige von Sowa's Kategorien, wie *Mediation* und *Partizipation*, scheinen eher dem zu entsprechen, was wir als Relationen zwischen den Kategorien ansehen, denn Kategorien eigenen Rechts. *Beschreibung* und *Geschichte* hingegen scheinen beide als sprachliche Entitäten aufgefasst werden zu können, die sich nicht hinsichtlich ihres ontologischen Status, sondern hinsichtlich ihres Gegenstandes unterscheiden. Denn eine Beschreibung wird nicht dadurch zu einem Okkurrenten, dass sie eine Beschreibung eines Okkurrenten ist. Analog ist ein Zweck (*Purpose*) nicht deswegen ein Okkurrent, weil er auf die Verwirklichung eines solchen abhebt (was nicht einmal für alle Zwecke gilt). Und genauso wenig ist das allgemeine Schema, nachdem ein Ereignis – etwa eine Operation – verläuft (das *Skript* dieses Geschehnisses) selbst ein Geschehnis (vgl. dazu auch Kap. 7). Darüber hinaus führt Sowa als ein Beispiel für ein Skript ein Notenblatt und die Abfolge von Bildern auf einer Filmrolle an – aber sowohl das Notenblatt als auch die Bilder auf der Filmrolle existieren in Raum und Zeit und sind somit nach Sowa's eigener Definition physikalische und nicht abstrakte Entitäten.

Abb. 5.7: Die zwölf zentralen Kategorien des Sowa-Diamanten<sup>111</sup>

	<i>Physical</i>		<i>Abstract</i>	
	<i>Continuant</i>	<i>Occurrent</i>	<i>Continuant</i>	<i>Occurrent</i>
<i>Independent</i>	Object	Process	Schema	Script
<i>Relative</i>	Juncture	Participation	Description	History
<i>Mediating</i>	Structure	Situation	Reason	Purpose

Sowa hat seinen Diamanten auf die Weise angelegt, dass er die verschiedenen Optionen seiner Di- und Trichotomien so durch Axiome erzeugt, dass die durch Kombinationen dieser Optionen entstehenden zentralen Kategorien diese Axiome von den sie bildenden Optionen „erben“. Aufgrund der schon diskutierten Probleme ist es nicht verwunderlich, dass dies nicht funk-

---

<sup>111</sup> Quelle: John F. Sowa, Top-level categories,  
<http://users.bestweb.net/~sowa/ontology/toplevel.htm> (eingesehen am 8.8.2006).

tioniert. So charakterisiert Sowa Okkurrenten unter anderem dadurch, dass sie aufeinander folgende zeitliche Phasen und Partizipanten als räumliche Teile haben. Die Kategorie *Zweck*, unter welche für Sowa mediatisierende abstrakte Okkurrenten fallen, soll diese Axiome „erben“. Aber Zwecke haben weder aufeinander folgende zeitlichen Phasen noch Partizipanten als räumliche Teile. Das Konstruktionsprinzip des Diamanten ist also nicht durchzuhalten.

Ein weiteres Problem von Sowas Vorschlag ist, dass bei aller Systematik keineswegs alle Entitäten erfasst sind. Den für ihn primitiven Ausdruck „physikalisch“ charakterisiert Sowa beispielsweise dadurch, dass alles, was physikalisch ist, einen Ort einnimmt und zu einer bestimmten Zeit existiert. Aber Örter und Zeiten kommen in seinem Diamanten gar nicht vor, und das, obwohl sie in den entsprechenden Axiomen als Werte für die dort vorkommenden durch Quantoren gebundenen Variablen vorgesehen sind. Es ist schwer zu erkennen, wie sie in die starre Architektur seines Systems zu integrieren wären. Örter und Zeiten stünden schlicht neben dem Diamanten. Und auch, wenn die Physik die ultimative Natur von Raum und Zeit noch nicht in einer *Grand Unified Theory* erfasst hat, ist es doch für den Ontologen unabdinglich, solch wichtige Kategorien in seinem System zu erfassen.

## 5.9 Ausblick

Die Kritik an *OpenCyc* und dem Sowa-Diamanten zeigt, dass die in der Informatik und im Bereich der Wissensrepräsentation existierenden Vorschläge für die Gestaltung des *top level* von Ontologien vielerlei Defizite aufweisen. Ausgehend von und in Auseinandersetzung mit Aristoteles' Kategorienliste sind hier Vorschläge für eine *top level* Ontologie entwickelt worden, die den Grundsätzen der BFO entsprechen, der *Basic Formal Ontology*: Die drei grundlegenden ontologische Dichotomien abhängig/unabhängig, Kontinuant/Okkurrent und universell/partikular bilden ein Grundgerüst von Kategorien, das durch weitere Unterscheidungen ausgebaut und verfeinert werden kann. Darüber hinaus ist eine Reihe formalontologischer Relationen zu betrachten, die zwischen den Entitäten der verschiedenen Kategorien bestehen. Im weiteren Verlauf des Buches soll das Kategoriengerüst zunächst hinsichtlich räumlicher Kategorien (Kap. 6) und hinsichtlich der Klassifikation von Geschehnissen (Kap. 7) verfeinert werden. Danach können die formalontologischen Relationen erörtert werden.