

Universität Hamburg – Fachbereich Informatik – Arbeitsbereich SWT

Studienarbeit

**Ontologieansätze in Internet-basierten  
IT-Systemen am Beispiel der  
elektronischen Verwaltung**

vorgelegt von Stefan Ukena  
Betreuerin: Prof. Dr. Christiane Floyd

20. Oktober 2003

Diese Studienarbeit wurde dem Fachbereich Informatik der Universität Hamburg zur teilweisen Erfüllung der Anforderungen zur Erlangung des Titels Diplom-Informatiker eingereicht.

## **Erklärung**

Ich versichere hiermit, diese Arbeit selbständig und unter ausschließlicher Zuhilfenahme der in der Arbeit aufgeführten Hilfsmittel erstellt zu haben.

Hamburg,

**Stefan Ukena**  
Röhrigstraße 1  
22763 Hamburg

## **Betreuerin**

**Prof. Dr. Christiane Floyd**  
Fachbereich Informatik  
Arbeitsbereich SWT  
Universität Hamburg  
Vogt-Kölln-Straße 30  
22527 Hamburg

# Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>3</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>4</b>
1.1 Gegenstand der Arbeit . . . . .	5
1.2 Kontext und Entstehung der Arbeit . . . . .	5
1.3 Vorgehen . . . . .	6
1.4 Aufbau der Arbeit . . . . .	6
<b>2 Projekterfahrung</b>	<b>7</b>
2.1 Das Projekt . . . . .	7
2.2 Gegenstand der Untersuchung . . . . .	8
2.3 Zusammenfassung . . . . .	12
<b>3 Der Ontologiebegriff in der Philosophie und in der Informatik</b>	<b>14</b>
3.1 Der Ontologiebegriff in der Philosophie . . . . .	14
3.2 Der Ontologiebegriff in der Informatik . . . . .	16
3.2.1 Definitionen . . . . .	17
<b>4 Ontologien in wissensbezogenen Prozessen</b>	<b>24</b>
4.1 Komplementarität von Produkt- und Prozesssicht . . . . .	24
4.2 Perspektiven in Ontologien . . . . .	24
4.2.1 Perspektiven in der Verwaltung . . . . .	26
4.3 Wissensprozesse und Wissensmetaprozesse . . . . .	28
<b>5 Ontologieansätze</b>	<b>35</b>
5.1 Begriffs-Element . . . . .	36
5.2 Einfache Beziehungs-Elemente . . . . .	39
5.3 Definierbare Beziehungs-Elemente . . . . .	42
5.4 Klassen von Elementen . . . . .	42
5.5 Weitere Möglichkeiten . . . . .	43
<b>6 Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>46</b>
<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>48</b>

# 1 Einleitung

Ontologien gelten als Schlüssel zum „neuen“ Internet – dem *Semantic Web*.<sup>1</sup> Was liegt also näher, als eine Einleitung zu diesem Thema mit einer Suche im Internet zu beginnen. Zum den Stichwörtern *Haus* und *Häuser*<sup>2</sup> und einigen verwandten Begriffen lieferte Google.de im Mai 2003 die folgenden Ergebnisse:

Suchwort	Anzahl der gefundenen Treffer
Haus	5.590.000
Häuser	486.000

Ist das Ergebnis überraschend? Sicherlich nicht, wenn man weiß, dass Google ausschließlich nach dem eingegebenen Stichwort in der vorgegebenen Schreibweise sucht. Die Suche basiert also auf einem reinen Textvergleich. Wäre Google in der Lage zu erkennen, dass *Häuser* der Plural von *Haus* ist, dann könnte die Suche nach diesen Begriffen dieselbe Trefferanzahl liefern. So wie es steht, können zu den Treffern aber auch Seiten gehören, die gar nichts mit Häusern zu tun haben. Denn eine Seite, die den Text „Diese Seite hat nichts mit einem Haus zu tun“ enthält, wird von Google natürlich als Treffer bei der Suche nach *Haus* angezeigt.

Eine ontologiebasierte Suchmaschine könnte noch mehr. Sie könnte dem Benutzer bei der Suche nach Dokumenten zu einem allgemeinen Begriff wie *Haus* z. B. anbieten, auch Dokumente für die spezielleren Begriffe *Einfamilienhaus* und *Mietshaus* anzuzeigen. Genau hierzu werden Ontologien benötigt. Die Suchmaschine würde der Ontologie entnehmen können, dass es vom Begriff *Haus* weitere Spezialisierungen gibt und könnte dann diese Spezialisierung auf Wunsch in die Suche aufnehmen.<sup>3</sup> Ontologien sind jedoch nicht auf den Einsatz in Suchmaschinen beschränkt. Sie können auch für die Strukturierung von Webseiten oder – wie im Falle der in dieser Arbeit untersuchten Ontologien – als Quelle für Metadaten in einem Archivsystem und zur Strukturierung von Fachwissen dienen.<sup>4</sup> Die in den jeweiligen Anwendungsbereichen verwendeten Ontologiebegriffe haben dabei aber Gemeinsamkeiten, auf die ich in meiner Arbeit eingehen werde.

---

<sup>1</sup>Vgl. z. B. die offizielle Webseite des W3-Konsortiums zum *Semantic Web* unter <http://www.w3.org/2001/sw/>

<sup>2</sup>In meinen Beispielen wird es häufiger um Häuser gehen, darum beginne ich auch mit einer Suche zu diesem Stichwort.

<sup>3</sup>Genau dies leisten Suchmaschinen, die auf einen Thesaurus zurückgreifen. Mit komplexeren Ontologien in Kombination mit automatisierten Ableitungen sind noch wesentlich komplexere Suchanfragen möglich.

<sup>4</sup>Für weitere Einsatzmöglichkeiten siehe z. B. Guarino (1998).

## 1.1 Gegenstand der Arbeit

Der Titel dieser Arbeit lautet *Ontologieansätze in Internet-basierten IT-Systemen am Beispiel der elektronischen Verwaltung*. Der Begriff „Ontologie“ wird in Kapitel 3 genauer betrachtet. Zunächst genügt es, sich eine Ontologie als eine Art begriffliches Weltmodell vorzustellen, also ein Modell aus Begriffen, das ein Abbild der Welt darstellen soll. Was ist dann ein *Ontologieansatz*? „Ansatz“ soll hierbei zweierlei ausdrücken:

Ontologien =  
begriffliches  
Weltmodell

- einerseits, dass es sich dabei nicht um Ontologien handelt, sondern lediglich um *Formalismen*, die zur Darstellung einer Ontologie dienen können. In diesem Sinne kann man Ansatz verstehen, wie bei der Lösung eines mathematischen Problems: es stehen einem meist verschiedene *Lösungsansätze* zur Verfügung.
- andererseits soll angedeutet werden, dass es sich bei den vorgestellten Formalismen nicht um vollständig formalisierte Beschreibungssprachen handelt, sondern um *semi-formale Ansätze*. In diesem Sinne sind die vorgestellten Ontologieansätze alle mehr oder weniger – eben nur ansatzweise – formal.

Zwei  
Bedeutungen  
von „Ansatz“

Internet-basierte IT-Systeme sind solche IT-Systeme, die auf Technologien aufbauen, deren Verbreitung durch das Internet gefördert wird. Bei der hier vorliegenden Betrachtung spielt dabei als konkrete Technologie nur XML eine Rolle, da es für die Datenhaltung und den -austausch stark an Bedeutung gewonnen hat.

Diese Arbeit gibt eine Einführung in das Thema Ontologien. Es werden außerdem drei Ansätze vorgestellt, die entweder bereits im Einsatz in Internet-basierten IT-Systemen von Behörden sind (wie DiBIS und der Funktions-Thesaurus Keyword AAA) oder mit Blick auf das Internet entwickelt wurden (wie XML-Topic-Maps).

## 1.2 Kontext und Entstehung der Arbeit

Die Arbeit ist im Anschluss an die Mitarbeit in einem Projekt der Landesverwaltung Schleswig-Holstein und dem Arbeitsbereich Softwaretechnik der Universität Hamburg in Zusammenarbeit mit dem Hamburger Informatik Technologie-Center e.V. (HITeC)<sup>5</sup> entstanden. Dr. Ralf Klischewski vom Arbeitsbereich Softwaretechnik war von der Projektleitung gebeten worden, ein Gutachten über die Möglichkeiten von Ontologien und Metamodellen zu verfassen. Klischewski und Ukena (2002) Mein Beitrag zu dem Gutachten war eine Einführung in das Thema Ontologien.

Ziel des Projekts der Landesregierung war es, technische Möglichkeiten für eine Konsolidierung ihrer informationstechnischen Infrastruktur aufzuzeigen. Die auf den verschiedenen Ebenen in den Behörden bereits vorhandenen Systeme sollen nach und nach zu einem umfangreichen Informationsnetz mit einem nach außen einheitlichen Erscheinungsbild zusammengefügt werden.

---

<sup>5</sup><http://www.hitec-hh.de>

### 1.3 Vorgehen

Vom Projektausschuss wurden mir DiBIS und der Funktions-Thesaurus Keyword AAA als Untersuchungsgegenstände vorgegeben<sup>6</sup>. Im Laufe unserer Recherche stießen wir auf das Konzept der Topic Maps. Das Konzept schien dem Projektausschuss interessant und so wurde es ebenfalls aufgenommen.

Bei der Untersuchung vom Keyword AAA und den Topic Maps war ich auf die Auswertung von Literatur beschränkt. Informationen zum Keyword AAA stammen dabei ausschließlich aus dem Internet, vor allem der Webseite des australischen Nationalarchivs<sup>7</sup>.

Bei DiBIS lag der Fall anders. Im Arbeitsbereich Softwaretechnik bestehen seit mehreren Jahren gute Kontakte zu Herrn Kruse, dem Gründer und Leiter von DiBIS. So war es mir möglich, mit Herrn Kruse ein Interview zu führen. Für dieses Interview habe ich einen Leitfaden mit Fragen erarbeitet, anhand derer ich mit Herrn Kruse ein ca. zweistündiges Gespräch geführt habe.<sup>8</sup> Da es im Internet und in der Literatur so gut wie keine Informationen über DiBIS gibt, stellt dieses Interview meine Hauptquelle zu dem Thema dar.

### 1.4 Aufbau der Arbeit

Die Arbeit ist in vier Kapitel gegliedert. Im ersten Kapitel erläutere ich das Projekt, in dessen Kontext die Arbeit entstanden ist. Hier wird auch ein erster Überblick über DiBIS, den Keyword AAA und Topic Maps gegeben. In den darauf folgenden Kapiteln gibt es immer wieder Abschnitte, die einen Bezug zu diesem Projekt herstellen. Im ersten Teil des zweiten Kapitels kläre ich kurz den Ontologiebegriff in der Philosophie, um dann im zweiten Teil dieses Kapitels seine Verwendungsweise in der Informatik zu betrachten. An dieser Stelle werde ich auch verschiedene Definitionen des Ontologiebegriffs anführen und in Anlehnung an Guarino (1998) weitere Verwendungsweisen des Begriffs unterscheiden. Hier wird auch zum ersten Mal der Begriff des Ontologieansatzes auftauchen. Nach der Begriffsklärung werden im dritten Kapitel die Ontologien als Gegenstände betrachtet: zunächst aus der Produktsicht, anschließend aus der Prozesssicht. Im letzten Kapitel geht es dann um Ontologieansätze und welche Elemente sie enthalten können.

---

<sup>6</sup>Ursprünglich war vom Ausschuss ein weiterer vorgesehen: der Schweizer *Guiche Virtuel*. Er war jedoch zum Zeitpunkt der Untersuchung noch nicht im Einsatz.

<sup>7</sup><http://www.naa.gov.au>

<sup>8</sup>Zum Vorgehen bei einem leitfadengestützten Experteninterview siehe Flick (2000, S. 94).

## 2 Projekterfahrung

In diesem Kapitel werde ich das Projekt vorstellen, das den Anstoß für diese Arbeit gegeben hat. Die Untersuchungsgegenstände meines Teils der Projektarbeit sind Thema des zweiten Abschnitts. Auf sie werde ich in allen folgenden Kapiteln immer wieder Bezug nehmen, um die jeweiligen Themen der Kapitel zu veranschaulichen.

### 2.1 Das Projekt

Diese Arbeit ist aus einer Projektarbeit bei der Landesregierung Schleswig-Holstein entstanden. Das Projekt fand statt im Zeitraum von Oktober 2001 bis Mai 2003 und hatte die Strategiefindung für die Konsolidierung der landesweiten IT-Infrastruktur der Verwaltungen zum Ziel. Die Landesregierung hatte sich an Dr. Ralf Klischewski gewendet, einen Mitarbeiter des Arbeitsbereichs Softwaretechnik am Informatik-Fachbereich der Universität Hamburg.

Zu diesem Zeitpunkt war ich gerade auf der Suche nach einem konkreten Thema für meine Studienarbeit. Erst kurz zuvor hatte ich mich auf Anregung meiner Betreuerin Prof. Dr. Christiane Floyd für den Themenbereich Ontologien entschieden. So nahm ich die Gelegenheit gerne wahr, zum Forschungsbericht<sup>1</sup> von Ralf Klischewski einen Beitrag leisten zu dürfen. Der Titel des Berichts lautet „Einsatz von Ontologien und Metamodellen“ und zu meinen Aufgaben gehörte neben der Aufarbeitung des Ontologiebegriffs auch die Untersuchung von zwei Fallstudien, bei denen Metamodelle bereits erfolgreich bei Behörden im Einsatz sind. Eine ursprünglich geplante dritte Fallstudie war zu diesem Zeitpunkt noch in einem Stadium, in dem eine Bewertung nicht sinnvoll war. Im Laufe des Projekts entstand jedoch von seiten der Landesregierung Interesse an der Technologie der XML Topic Maps, so dass wir diese in den Forschungsbericht ebenfalls aufgenommen haben.

---

<sup>1</sup>Klischewski und Ukena (2002)

## 2.2 Gegenstand der Untersuchung

Neben dem Ontologiebegriff bilden drei Themen die Schwerpunkte dieser Arbeit: *DiBIS*<sup>2</sup>, ein Online-Informationssystem, *Keyword AAA*<sup>3</sup>, ein Funktions-Thesaurus<sup>4</sup> und *XML Topic Maps (XTM)*, eine Technologie zur Darstellung von Begriffsmodellen. Ich werde die drei an dieser Stelle kurz vorstellen, da ich sie im Rest des Textes immer wieder zur Veranschaulichung heranziehen werde.

### DiBIS

DiBIS ist das Online-Informationssystem der Hamburger Behörden. Es stellt Informationen über zuständige Behörden, ihre Öffnungszeiten, Adressen usw. zur Verfügung. Hierzu wird ein Anliegen-basierter Ansatz verwendet. Dies hat den Vorteil, dass die Suchenden nicht schon vorher wissen müssen, welche Behörde für ihr jeweiliges Anliegen zuständig ist. Stattdessen geben sie ihr Anliegen als Suchbegriff ein. Für einige Anliegen ist zusätzlich die Angabe der eigenen Wohnstraße notwendig. Ist dem System das Anliegen und gegebenenfalls die Wohnstraße bekannt, dann erhält man eine Auskunft. Neben den erwähnten Informationen über die zuständige Behörde finden sich hier in der Regel weitere Hinweise zu eventuell benötigten Unterlagen, den zu erwartenden Kosten und weiterführende Links. Wird für das Anliegen ein Antragsformular benötigt, dann kann dies als PDF heruntergeladen werden. Den Fahrplan für die öffentlichen Verkehrsmittel und einen Stadtplan kann man sich ebenfalls direkt anzeigen lassen. Weitere Dienstleistungen befinden sich noch in der Planung. Hierzu gehört z. B. eine Warteschlangenanzeige für die Anzahl der wartenden Personen in einem Amt und eine Anzeige für die Anzahl freier Parkplätze in nahe gelegenen Parkhäusern.

DiBIS besteht aus mehreren Teilen, die alle auf dem Kern – der Datenbank von DiBIS – aufsetzen. Dieser Kern umfasst (vgl. Abbildung 2.1)

- die Daten der Ämter (Adressen, Öffnungszeiten, etc.)
- eine Liste aller Straßen mit Einteilung in Zuständigkeitsbereiche
- die „DiBIS-Ontologie“: eine Liste von behördlichen Schlagwörtern und umgangssprachlichen Synonymen.

Weitere Dienste, die den DiBIS-Kern verwenden, sind:

- Ein Call-Center, bei dem ein Mitarbeiter die gewünschte Auskunft telefonisch erteilt. Die Call-Center-Mitarbeiter greifen hierzu auf das öffentlich zugängliche Web-Interface von DiBIS zurück.

<sup>2</sup> <http://dibis.hamburg.de> – Die Abkürzung DiBIS steht für „Direktes Bürger-Informationssystem“

<sup>3</sup> Die Abkürzung AAA wird ausgesprochen „triple A“ (engl., „dreifach A“) und steht vermutlich für Australian Archives Authority.

<sup>4</sup> Was ein Thesaurus genau ist und was die Besonderheiten eines Funktions-Thesaurus ausmachen ist u. a. Gegenstand dieser Arbeit und wird in späteren Abschnitten genauer erklärt werden.



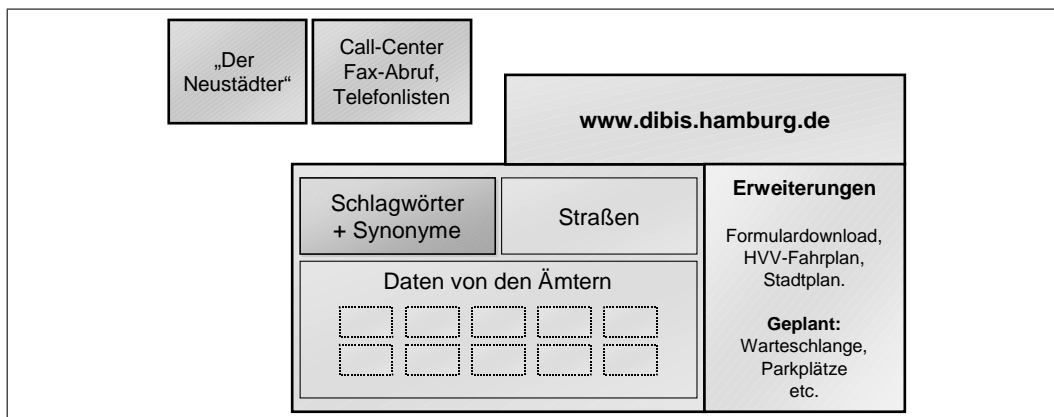


Abbildung 2.1: Die Komponenten des DiBIS-Systems. (Klischewski und Ukena, 2002, S. 11)

- Ein Fax-Abruf, der alle in DiBIS vorhandenen Formulare zum Abruf bereitstellt.
- Die Telefonlisten der Ämter basieren ebenfalls auf den Daten von DiBIS. In einigen Fällen wird aus den Telefonlisten außerdem eine Datei zur Programmierung der Telefonanlagen erzeugt. Beide werden in der Regel monatlich auf den aktuellen Stand gebracht.
- Das Service-Buch „Der Neustädter“ für neu nach Hamburg gezogene Personen. Neben allgemeinen Tipps und Informationen zu den Stadtteilen enthält es die jeweils aktuellen Behördendaten aus der DiBIS-Datenbank. Das Buch erscheint jährlich.

DiBIS gibt es seit mittlerweile acht Jahren. Offizieller Betriebsbeginn war Mai 1994 mit einem System für BTX<sup>5</sup>. Zu diesem Zeitpunkt umfassten die Daten nur einen Hamburger Bezirk, Hamburg Nord, und der Schlagwortkatalog enthielt ca. 300 Begriffe einschließlich der Synonyme. Im Jahr 2002 umfasste DiBIS alle Hamburger Bezirke und mehr als 2500 Begriffe einschließlich der Synonyme.

### Keyword AAA

Der Funktions-Thesaurus *Keyword AAA* hat seine Ursprünge am Ende der 1970er Jahre. Zu jener Zeit entwickelten die Behörden von New South Wales seinen Vorgänger, den *Thesaurus of General Administrative Terms* (kurz *GADM*). Der *GADM* Thesaurus wurde in regelmäßigen Abständen gepflegt. Diese Änderungen führten nicht immer zu Verbesserungen des Thesaurus. In der Mitte der 1990er Jahre wurde der *GADM* von rund 140 Behörden in Australien verwendet. Sie benötigten jedoch einen Großteil der vorhandenen Begriffe nur

<sup>5</sup>Bildschirmtext (BTX) war ein Datennetz der Deutschen Post, das Endkunden über eine Telefonleitung u. a. den Zugang zu elektronischen Datenbanken ermöglichte.

selten oder gar nicht. In der Revision von 1994/1995 wurden daher einige einschneidende Veränderungen vorgenommen. Durch diese Änderungen wurde aus dem themenbasierten Thesaurus GADM der Funktions-Thesaurus Keyword AAA. (Robinson und Knight, 1997) Auf die Unterschiede zwischen einem Funktions-Thesaurus und einem themenbasierten Thesaurus werde ich in den folgenden Kapiteln zurückkommen.

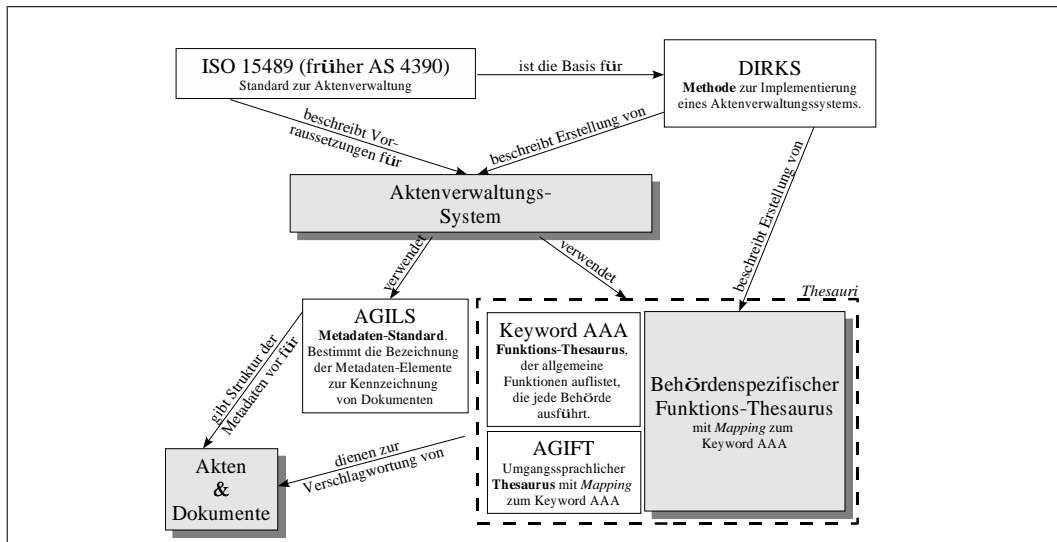


Abbildung 2.2: Zusammenhang zwischen einigen der auf dem Standard ISO 15489 basierenden Komponenten in der australischen Verwaltung.

Die Entwicklung des Funktions-Thesaurus Keyword AAA ist seinerseits eng verbunden mit der Entstehung des australischen Standards zur Aktenverwaltung AS 4390<sup>6</sup> Dieser Standard enthält unter anderem Richtlinien für die Erstellung von Funktions-Thesauri.<sup>7</sup>

Nach diesen Richtlinien wurde der Keyword AAA entworfen. Er ist ein allgemeiner Funktions-Thesaurus, der diejenigen Funktionen beschreibt, die jede Behörde erfüllen muss. Er soll als Grundlage für die Erstellung von eigenen, behörden-spezifischen Funktions-Thesauri dienen. Innerhalb einer Behörde werden dann der Keyword AAA und der behörden-spezifische Funktions-Thesaurus zu einer Einheit zusammengefasst. Dieses Vorgehen hat einen Vorteil: Einerseits können Behörden einen Funktions-Thesaurus verwenden, der ihren eigenen Anforderungen genügt und die für sie relevanten Begriffe enthält. Andererseits haben alle so erstellten Funktions-Thesauri einen gemeinsamen Kern – den Keyword AAA. Auf diese Weise soll der Keyword AAA als Bindeglied zwischen den verschiedenen Funktions-Thesauri der einzelnen Behörden dienen. Damit wäre es z. B. möglich, eine behördenübergreifende Suchfunktion anzubieten, die auf dem Vokabular des Keyword AAA

ISO 15489 /  
AS 4390

Keyword AAA  
als Bindeglied

<sup>6</sup>Dieser australische Standard wurde im März 2002 offiziell zurückgezogen und durch den ISO Standard 15489 ersetzt. Beide Standards sind nahezu identisch. Für einen Vergleich von ISO 15489 und AS 4390 siehe Australisches Nationalarchiv (2002).

<sup>7</sup>Diese Richtlinien sind auch als eigenständiges Dokument verfügbar (Australisches Nationalarchiv, b)

basiert.

Wie ein solcher behördenspezifischer Funktions-Thesaurus erstellt werden soll, wird im *DIRKS-Handbuch*<sup>8</sup> beschrieben. DIRKS ist eine Methode zur Einführung von Aktenverwaltungs-Systemen. Sie basiert ebenfalls auf dem australischen Aktenverwaltungsstandard und beschreibt neben der Erstellung eines Funktions-Thesaurus auch noch weitere Aspekte von Aktenverwaltungssystemen.<sup>9</sup>

DIRKS

Weitere Komponenten, die im Zusammenhang mit dem Aktenverwaltungsstandard und dem Keyword AAA stehen sind (siehe Abbildung 2.2)

- *Australian Governments' Interactive Functions Thesaurus (AGIFT)*, ein Thesaurus mit umgangssprachlichen englischen Begriffen zum Einsatz in Behörden-Websites. Hiermit soll die Suche anhand umgangssprachlicher Begriffe unterstützt werden. (Australisches Nationalarchiv, a)
- *Australian Government Locator Service Metadata Standard (AGLS)*, eine offizielle Erweiterung des Dublin Core Metadaten Standards<sup>10</sup>. Er legt fest, mit welchen Metadaten-Elementen eine Akte gekennzeichnet werden muss. Z. B. dem Erstellungsdatum und dem Thema („subject“) der Akte. Der Inhalt des Metadaten-Elements Thema sollte dabei aus einem kontrollierten Vokabular stammen – dem Keyword AAA oder einem anderen Thesaurus.
- Außerdem verschiedene Richtlinien und Empfehlungen, wie mit Akten und Web-basierten Behördeninformationen in Bezug auf die Verwahrung, den Zugang usw. zu verfahren ist.

## XML Topic Maps (XTM)

Anders als bei DiBIS und beim Keyword AAA handelt es sich bei XML Topic Maps nicht um eine bestehende Ontologie<sup>11</sup>, sondern um eine *Technologie zur Darstellung von Ontologien*.<sup>12</sup> Genauer: Um ein in XML formuliertes Austauschformat für Topic Maps.

Der Ausgangspunkt für die Entwicklung von XML Topic Maps war der ISO-Standard für Topic Maps (International Organization for Standardization, 2001). Im ISO-Standard wird das Konzept der Topic Maps auf der Basis von SGML<sup>13</sup> formuliert. Da XML für

---

<sup>8</sup>DIRKS steht für *Design and Implementation of Record-Keeping-Systems*.

<sup>9</sup>Hierzu gehören z. B. Regelungen zu Verfügungsvollmachten über oder die Aufbewahrung von Akten.

<sup>10</sup>Die Beschreibung des Dublin Core Metadaten Standards findet sich unter (Dublin Core Metadata Initiative, 2002), für eine Einführung in die Verwendung siehe (Hillman, 2002).

<sup>11</sup>Dem berechtigten Einwand, dass es sich bei DiBIS und dem Keyword AAA nicht um Ontologien handelt, begegne ich im nächsten Kapitel.

<sup>12</sup>Ursprünglich waren Topic Maps für die Darstellung von Indexen, Glossaren und anderen Verzeichnissen gedacht. Es hat sich jedoch gezeigt, dass sie ähnlich wie *RDF* für die Darstellung von Ontologien geeignet sind. (Biezunski, 2002) Für einen Vergleich von *RDF* mit *XTM* siehe z. B. Freese (2002).

<sup>13</sup>Standard Generalized Markup Language, (International Organization for Standardization, 1986b)

eine Anwendung von Topic Maps im Internet besser geeignet ist, wurde auf Basis des ISO-Standards eine Empfehlung des W3-Konsortiums entwickelt. Diese „XML Topic Maps“ genannte Empfehlung beschreibt ein auf XML basierendes Austauschformat für Topic Maps.<sup>14</sup> XML Topic Maps und ISO Topic Maps sind also nicht identisch und es gibt einige Unterschiede, die eine einfache Interoperabilität zwischen den beiden Standards erschweren.<sup>15</sup>

Grundsätzlich handelt es sich bei beiden jedoch um dasselbe Konzept – um Topic Maps. Für eine Vereinheitlichung der Darstellungsformen soll daher das *Reference Model for Topic Maps (RM4TM)*<sup>16</sup> sorgen. Dieses soll das Konzept der Topic Maps unabhängig von einer bestimmten Sprachsyntax festlegen. Hierzu wurde eine auf Graphen basierende Darstellung gewählt, die als „topic map graphs“ bezeichnet wird. (Newcomb u. a., 2003)

Das Referenzmodell für Topic Maps ist nur ein Teil einer umfangreichen Serie von Topic-Map-bezogenen Standards. Weitere geplante Standards sind:

- Das *Standard Application Model*. Es ist eine Anwendung des Referenzmodells und dient als Grundlage für die folgenden beiden geplanten Standards.
- Die *Topic Map Query Language (TMQL)*, eine Abfragesprache für Topic Maps, vergleichbar mit SQL für relationale Datenbanken.
- Die *Topic Map Constraint Language (TMCL)* legt fest, wie Einschränkungen (engl. *constraints*) in einer Topic Map definiert werden können.

Das Standard Application Model soll nach seiner Verabschiedung zur Neuformulierung der beiden bestehenden Topic-Maps-Standards – ISO und XML Topic Maps – verwendet werden. Damit ist das Standard Application Model die gemeinsame Grundlage für TMQL, TMCL, ISO und XML Topic Maps. Weitere Informationen rund um die Aktivitäten der ISO-Arbeitsgruppe finden sich unter <http://www.isotopicmaps.org>.

Im Mai 2003 sind nur zwei der Standards verabschiedet: ISO Topic Maps und die W3C-Empfehlung zu XML Topic Maps. Alle anderen geplanten Standards befinden sich alle noch mehr oder weniger in der Entstehung. Aus diesem Grund werde ich mich in dieser Arbeit vor allem auf XML Topic Maps beziehen. Wenn von *Topic Maps* ohne ein vorangestelltes „ISO“ oder „XML“ die Rede ist, dann ist damit immer das Konzept der Topic Maps gemeint und nicht eines der beiden konkreten Austauschformate.

## 2.3 Zusammenfassung

Dieses Kapitel liefert einen Überblick über die drei Untersuchungsgegenstände, die sich aus meiner Mitarbeit im Projekt der Landesregierung Schleswig-Holstein ergeben haben:

<sup>14</sup>Ein Teil der XML-Topic-Map-Spezifikation – die XTM-Document-Type-Definition – wurde im Dezember 2001 in den ISO-Standard aufgenommen.

<sup>15</sup>Ein Vergleich zwischen ISO Topic Maps und XML Topic Maps findet sich z. B. in Widhalm und Mück (2001).

<sup>16</sup>Das Reference Model wird häufig auch als *Topic Map Model* bezeichnet.

DiBIS, Keyword AAA und XML Topic Maps. Alle drei werde ich in dieser Arbeit als Ontologien betrachten. Eine Einführung in die Bedeutung dieses Begriffs sowohl in der Philosophie als auch in der Informatik ist das Thema des nächsten Kapitels.

# 3 Der Ontologiebegriff in der Philosophie und in der Informatik

In diesem Abschnitt stelle ich den Begriff „Ontologie“ vor. Da der Begriff ursprünglich aus der Philosophie stammt, kläre ich zunächst seine ursprüngliche Bedeutung: die „Lehre vom Sein als solchem“. Seine zweite Bedeutung in der Philosophie als Bezeichnung für ein Artefakt werde ich hier ebenfalls einführen. Zur Abgrenzung gegenüber der informatischen Bedeutung von „Ontologie“ wurde in der Informatik ein eigener Begriff eingeführt: „Konzeptualisierung“. Ich werde mich hier der von Zúñiga (2001) geäußerten Kritik anschließen und Konzeptualisierung als eigenständigen Begriff einführen. Der größte Teil dieses Kapitels widmet sich anschließend dem Ontologiebegriff in der Informatik.

Zwei Bedeutungen in der Philosophie

## 3.1 Der Ontologiebegriff in der Philosophie

Die Bezeichnung „Ontologie“ stammt aus dem Griechischen und setzt sich zusammen aus den griechischen Wörtern für Seiendes (*ον*, „on“) und Lehre (*λόγος*, „logos“). Übersetzt wird sie mit „Lehre vom Seienden als solchem“ oder einfach „Seinslehre“. (Precht und Burkard, 1996, S. 370) Die Seinslehre ist eine Teildisziplin der Philosophie. Ihre Grundfrage lautet: „Was existiert?“ (Ferber, 1998, S. 122) Dabei geht es nicht darum, ob dieser oder jener Gegenstand existiert, z. B. der Schreibtisch, an dem ich diesen Text schreibe. Es geht vielmehr um die grundsätzlichen Bedingungen des Seins. Eine Frage nach den „grundsätzlichen Bedingungen des Seins“, also eine ontologische Fragestellung ist z. B.: Existieren abstrakte Gegenstände?<sup>1</sup>

1. Bedeutung

Ontologie ist in der Philosophie also der Name für die philosophische Disziplin, die sich mit grundsätzlichen Fragen zur Existenz von Dingen in der Welt beschäftigt. Diese Fragen bezeichnet man auch als *ontologische Fragen*.

Es gibt in der Philosophie noch eine weitere Verwendungsweise des Begriffs „Ontologie“. In dieser Verwendungsweise bezeichnet „Ontologie“ ein Artefakt: So wie es in der Diskussion um die Existenz von abstrakten Gegenständen unterschiedliche Positionen zu ihrem ontologischen Status gibt, so ist dies auch in anderen ontologischen Fragen der Fall. Man sagt, die Verfechter der einen Position vertreten eine bestimmte Ontologie, die Verfechter der anderen Position vertreten eine andere Ontologie. In dieser Verwendungsweise

2. Bedeutung

---

<sup>1</sup>Zu den abstrakten Gegenständen gehören z. B. die Zahlen. Zum Problem der abstrakten Gegenstände und dem sog. Universalienstreit siehe z. B. Precht und Burkard (1996, Stichwort „Universalienstreit“, „Konzeptualismus“, „Nominalismus“ und „Realismus“).

ist der Begriff „Ontologie“ zählbar; es macht also Sinn, von einer Vielzahl von Ontologien zu sprechen. Ontologie in diesem Sinne meint die Position, die eine Person in Bezug auf grundsätzliche ontologische Fragen vertritt oder vertreten würde. So spricht man z. B. von Platons Ontologie und meint damit Platons Theorien zu ontologischen Themen.

Eine solche Ontologie ist eine Art umfassende Theorie von der Beschaffenheit der Welt. Offensichtlich kann es mehrere konkurrierende solcher Ontologien geben. Da die verschiedenen Ontologien von verschiedenen Personen entworfen wurden, liegt es nahe den Begriff „Ontologie“ mit Perspektivität in Verbindung zu bringen. Dies weist Zúñiga (2001) jedoch zurück. Sie betont, dass es für die philosophische Ontologie gerade nicht um die individuellen Ansichten einer Person gehe:

„The point is that the investigation is not concerned with how people know things in a particular sphere, nor about how they experience these things, or what language they use to refer to them. This is the concern of epistemology<sup>2</sup>, not of ontology. Epistemology, broadly construed, is concerned with knowledge and semantics. Rather, the chief concern of philosophical ontology is to discover what exists in any domain of objects, in order to advance a definition for each category of objects based on the relations existing among the objects.“ (Zúñiga, 2001, S. 195)

Einerseits ist also von mehreren Ontologien und von verschiedenen Positionen innerhalb der philosophischen Ontologie die Rede. Andererseits soll die philosophische Ontologie gerade unabhängig sein von der Sprache, den Erfahrungen und dem Wissen von Personen. Wie passt das zusammen? Ganz einfach: Das *Ziel* der philosophischen Ontologie ist es, eine einzige solche Beschreibung der Welt zu konstruieren. Tatsächlich arbeiten aber verschiedenen Personen auf dieses Ziel zu und haben unterschiedliche Lösungen entwickelt. Aus diesem Grund gibt es mehrere konkurrierende ontologische Positionen innerhalb der Philosophie.

## Konzeptualisierung

Da sowohl in der Informatik als auch in der Philosophie von Ontologien die Rede ist, verwenden Informatiker für die philosophische Bedeutung des Begriffs „Ontologie“ einen neuen Namen. Dieser neue Name lautet „*Konzeptualisierung*“ und soll das bezeichnen, was Philosophen eine Ontologie nennen. (Guarino, 1998)

Zúñiga (2001) stellt in ihrem Aufsatz jedoch fest, dass hier ein Missverständnis vorliegt. Denn das, was Informatiker jetzt eine Konzeptualisierung nennen, sei keineswegs identisch mit dem, was Philosophen als Ontologie bezeichnen. Für Informatiker gehört nämlich zu einer Konzeptualisierung immer auch so etwas wie die Perspektive oder Sichtweise einer Person, dem „Träger“ der Konzeptualisierung. Damit ist eine Konzeptualisierung natürlich

Konzeptualisierung = philosophische Ontologie?

---

<sup>2</sup>Deutsch: Erkenntnistheorie, Epistemologie

nicht mehr sprachunabhängig. Eine Ontologie in der Philosophie soll aber ja gerade unabhängig davon sein, wie jemand etwas weiß und wie die Person darüber spricht. (Zúñiga, 2001)

Trotzdem hält Zúñiga den Begriff der Konzeptualisierung, wie er heute in der Informatik verwendet wird, für nützlich und sinnvoll. Sie schlägt daher vor ihn beizubehalten. Jedoch nicht mehr als Namen für philosophische Ontologien sondern als eigenständigen Begriff. Die von ihr vorgeschlagene Definition lautet:

„A conceptualization is the universe of discourse at work in every possible state of affairs for the particular domain (or domain space) of objects that is targeted by the IS<sup>3</sup> ontology.“ (Zúñiga, 2001, S. 195)

Definition:  
Konzeptualisierung nach Zúñiga (2001)

Etwas einfacher hat es Thomas Gruber formuliert:

„A conceptualization is an abstract, simplified view of the world that we wish to represent for some purpose.“ (Gruber, 1993, S. 1)

In dieser Bedeutung werde ich den Begriff der Konzeptualisierung hier ebenfalls verwenden. Eine Konzeptualisierung ist also nicht sprecher- und erfahrungsunabhängig, wie es eine philosophische Ontologie sein soll, sondern sie ist gerade *abhängig* von den Erfahrungen, der Sprache und dem Wissen der beteiligten Personen.

### 3.2 Der Ontologiebegriff in der Informatik

In diesem Abschnitt werde ich zunächst erläutern, was man in der Informatik unter Ontologien versteht und wozu sie dienen. In Anlehnung an Guarino und Welty (2001) und unter Einarbeitung der Kritik von Zúñiga (2001) werde ich den Ontologiebegriff in die Begriffe Konzeptualisierung, Ontologie und konzeptuelles Modell auffächern und Ontologien gegenüber den zu ihrer Repräsentation verwendeten Formalismen abgrenzen. Diese Repräsentationsformen werde ich als Ontologieansätze bezeichnen.

Um einen Begriff zu verstehen, ist es hilfreich, sowohl Begriffsdefinitionen als auch seine tatsächliche Verwendungsweise zu betrachten. Im Falle des Ontologiebegriffs stellt sich dabei heraus, dass die gängigen Definitionen nicht der tatsächlichen Verwendungsweise des Begriffs entsprechen. Die bekannten Definitionen des Ontologiebegriffs haben meist einen stark formalen Charakter. Sie stammen häufig aus dem Bereich der Künstlichen Intelligenz und beziehen sich auf formale Sprachen und logische Theorien. Dadurch geben sie einen sehr speziellen Ontologiebegriff vor. Die Verwendungsweise des Ontologiebegriffs weicht von diesen Definitionen mehr oder weniger stark ab. Ich werde einige dieser formalen Definitionen betrachten und sie als Grundlage für einen eigenen, informellen Definitionsversuch benutzen.

---

<sup>3</sup>IS steht für „information system“.



### 3.2.1 Definitionen

Eine der bekanntesten Definitionen des Ontologiebegriffs stammt von Thomas Gruber<sup>4</sup>:

Der Klassiker

„An **ontology** is an explicit specification of a conceptualization.<sup>5</sup> [...] Formally, an ontology is the statement of a logical theory.“ (Gruber, 1993, S. 1f, Hervorhebung im Original)

Definition:  
Ontologie  
nach Gruber  
(1993)

Für Gruber ist eine Ontologie also die *Spezifikation* einer Konzeptualisierung, die in einer bestimmten Form vorliegen muss – nämlich als logische Theorie.

Eine Spezifikation nennt der Informatik Duden eine „präzise Darstellung und Beschreibung der Eigenschaften, der Verhaltensweisen, des Zusammenwirkens und des Aufbaus von (bestehenden oder zu entwickelnden) Modellen [...] wobei meist von Details abstrahiert wird und konkrete Implementierungen keine Rolle spielen.“ (Lektorat des B.I.-Wissenschaftsverlags, 1993, S. 679) Ich werde den Begriff weniger streng auffassen und verstehe unter einer Spezifikation die *Beschreibung eines Modells, die in expliziter Form vorliegt*. „Explizite Form“ meint hier Symbole, Schrift oder Sprache.

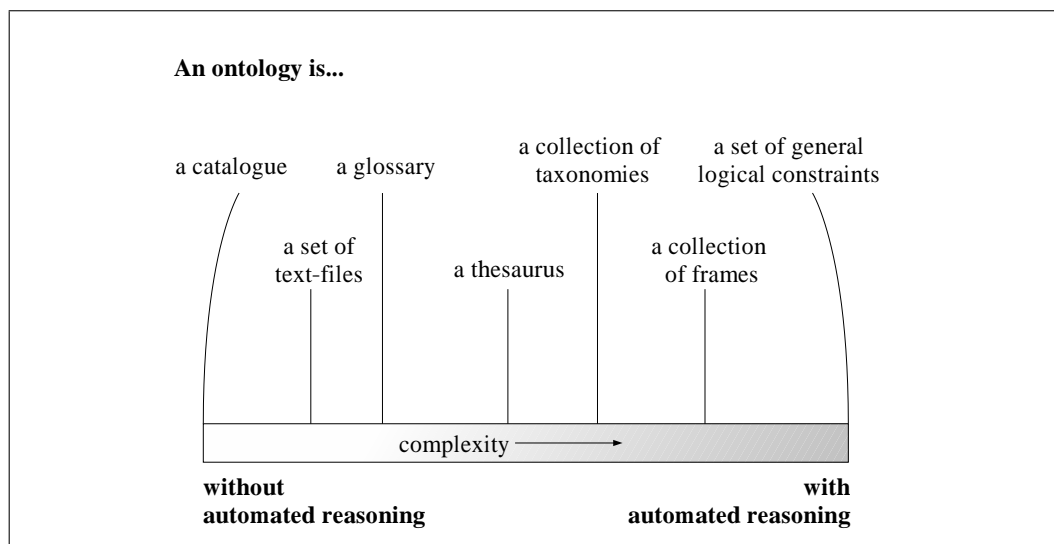


Abbildung 3.1: Der Begriff „Ontologie“ wird in der Informatik für viele unterschiedliche Artefakte verwendet. Quelle: Smith und Welty (2001a)

Was wird von Informatikern nun aber tatsächlich als Ontologie bezeichnet? Welty u. a. (1999) haben festgestellt, dass die Verwendungsweise des Ontologiebegriffs mehr oder weniger stark von den gängigen Definitionen abweichen. Sie haben gefunden, dass Begriffs-

<sup>4</sup>Smith und Welty (2001b) gehen davon aus, dass der Begriff bereits früher in der Informatik verwendet wurde. Gruber habe jedoch den ersten Versuch einer Definition unternommen.

<sup>5</sup>Auf den Begriff der Konzeptualisierung wurde bereits im vorangegangenen Abschnitt eingegangen, siehe dort.

modelle, die eine der folgenden Formen hatten, bereits als Ontologie bezeichnet wurden<sup>6</sup> (Abbildung 3.1):

- *ein Katalog mit Identifikationsnummern* (z. B. ein Versandhauskatalog, in dem jeder Artikel eine eigene Nummer hat)
- *eine Menge von Text-Dateien*
- *ein Glossar*
- *ein Thesaurus*
- *eine Sammlung von Taxonomien*
- *eine Sammlung von Frames<sup>7</sup>*
- *eine Menge von logischen Beschränkungen (constraints)*

Bei den letzten beiden handelt es sich um logische Theorien. Bei den anderen handelt es sich um mehr oder weniger strukturierte Begriffssammlungen. Nach Grubers Definition kommen sie daher *nicht* als Kandidaten für eine Ontologie in Frage, da es sich dabei eben *nicht* um logische Theorien handelt. Lässt man diesen Punkt jedoch fallen und schließt sich dem verbreiteten Gebrauch des Ontologiebegriffs an, dann ist ein Versandhauskatalog eben auch eine Ontologie: eine Ontologie der Dinge, die das Versandhaus verkauft. (Smith und Welty, 2001b, S. vi)

Wenn man sich nun also entschließt, einen Versandhauskatalog eine Ontologie zu nennen, dann stellt sich die Frage: Was ist die Spezifikation eines Versandhauskatalogs? Meine Antwort darauf lautet, dass ein Versandhauskatalog wahrscheinlich keine Spezifikation besitzt.<sup>8</sup> Dass er dennoch als Ontologie bezeichnet wird, scheint mir an einem anderen Aspekt zu liegen. In das Kategoriensystem des Versandhauskatalogs werden die zu verkaufenden Artikel *eingeorordnet*. Eine Funktion des Versandhauskatalogs ist es also, Dinge – nämlich die Artikel – einordnen zu können. Dies halte ich ebenfalls für eine wichtige Funktion von Ontologien: Eine Ontologie soll dabei helfen, etwas einer bestimmten Kategorie zuzuordnen.

Dinge  
einordnen

Ein Versandhauskatalog lässt sich also als Ontologie auffassen, auch wenn er vermutlich keine Spezifikation besitzt. Er hat jedoch eine bestimmte *Funktion*, nämlich Dinge Kategorien zuordnen zu können. Dies ist möglicherweise der Grund dafür, in einem solchen Fall dennoch von einer Ontologie zu sprechen.

<sup>6</sup>Wieso sich diese eher undifferenzierte Verwendungsweise herausgebildet hat, erklären Smith und Welty (2001b) dadurch, dass der Begriff „Ontologie“ eine gewisse Exotik besitzt und dass mehrere einander überlappende Teilbereiche der Informatik zur gleichen Zeit den Begriff aufnahmen. (Smith und Welty, 2001b, S. v, vi)

<sup>7</sup>Frames (dt.: Rahmen) bezeichnen in der Logik den Bezugsrahmen für die Interpretation einer logischen Theorie.

<sup>8</sup>Möglicherweise haben Versandhäuser eigene Richtlinien oder Beschreibungen erstellt für die Einordnung von Artikeln in die verschiedenen Kategorien. Dies könnte man natürlich als Spezifikation auffassen.

## Beispiel

In diesem Sinne ist das Kategoriensystem der *Gelben Seiten* ebenfalls eine Ontologie.<sup>9</sup> Hierbei geht es jedoch nicht um das Einordnen von Artikeln sondern um Firmen. Die Gelben Seiten sind das offizielle Branchenverzeichnis der Deutschen Telekom: „*Jeder Telefonkunde des Geltungsbereichs aus Industrie, Handel, Gewerbe, Handwerk und freien Berufen wird mit einem Pflichteintrag unter der Grundbranche kostenfrei [...] aufgenommen, die für die im Standardeintrag in den offiziellen Unterlagen der Deutschen Telekom AG angegebenen Branchen-, Geschäfts- oder Berufsbezeichnung zutreffend ist.*“<sup>10</sup> Für einige der sog. *Grundbranchen* (z. B. „Ärzte“) gibt es untergeordnete *Rubriken* (z. B. „Kinderheilkunde“). In diesem Beispiel gehört die Rubrik „Kinderheilkunde“ zum *Dachbegriff* „Ärzte“. Unter einigen Grundbranchen sind Querverweise zu anderen Kategorien zu finden (z. B. wird bei „Haus- und Grundstücksverwaltungen“ auf die Kategorie „Gebäudemanagement“ verwiesen). Neben den vom Verlag bzw. der Telekom vorgegebenen Kategorien (Grundbranchen und Rubriken) besteht die Möglichkeit, eine eigene Kategorie einfügen zu lassen, in der dann der eigene Firmeneintrag aufgenommen wird. Diese auf Kundenwunsch eingefügten Kategorien sind durch ein \*-Symbol hinter dem Kategoriennamen gekennzeichnet (z. B. „Umzüge\*“).<sup>11</sup> Die Grundbranchen, Rubriken und Kategorien nach Kundenwünschen bilden zusammen mit den Querverweisen ein Netzwerk aus Begriffen, in das die einzelnen Firmenadressen und -anzeigen eingeordnet werden.

Ein weiterer Aspekt von Ontologien hat ebenfalls mit ihrer Pragmatik zu tun. Hierüber kam es zu einer längeren Diskussion während eines Referats in einem Seminar. Der Anlass für diese Diskussion war die Grafik in Abbildung 3.2, die eine einfache Ontologie für ein Haus zeigen sollte. Das Bild des Hauses sollte die Ontologie illustrieren. Es zeigt die in der Ontologie dargestellten Begriffe: Haus, Wand, Dach, Tür usw. Offensichtlich handelte es sich bei dem Begriffsmodell (rechts) um eine Repräsentation der zweidimensionalen Zeichnung des Hauses zu seiner Linken. Die Frage war nun: Ist das Begriffsmodell damit schon ein Kandidat für eine Ontologie eines Hauses? Die Argumente in der Diskussion liefen immer wieder auf die Frage hinaus, ob man mit diesem Begriffsmodell eines Hauses „etwas anfangen kann“, d. h. ob es einen Zweck erfüllt oder überhaupt erfüllen kann. So eingeschränkt wie das Begriffsmodell vom Haus war, erfüllte es natürlich nur einen Zweck: Es diente mir als Beispiel in meinem Referat. Ein Haus besteht nun mal in der Regel nicht aus einem Dach, einer Wand und einer Tür. So wie die Dinge standen, handelte es sich also nicht um eine Ontologie. Woran liegt das? Eine mögliche Antwort ist, dass das Begriffsmodell zu einfach ist, dass es also bei einer Ontologie einer höheren Komplexität bedarf. In der Diskussion stellte sich aber heraus, dass nicht die mangelnde Komplexität der Grund für die

Zielgerichtet-  
heit

<sup>9</sup>Wie bei einem Versandhauskatalog haben auch die Gelben Seiten keine Konzeptualisierung und keine Spezifikation.

<sup>10</sup>Gelbe Seiten für Hamburg 2003/2004, S. 1004

<sup>11</sup>Es gibt noch eine weitere Ebene der Einteilung, nämlich die Interessen- und Tätigkeitsschwerpunkte. Dies sind ebenfalls kostenpflichtige Einträge, die „auf Wunsch für Kämmererberufe eingerichtet“ wurden. (Gelbe Seiten für Hamburg 2003/2004, S. 1004) Ebenso gibt es ein eigenständiges Kapitel „Hotel- und Gastronomie-Guide“, in dem sich alle Betriebe dieser Kategorien befinden. Für meinen Text beziehe ich mich auf den Hauptteil der Gelben Seiten.

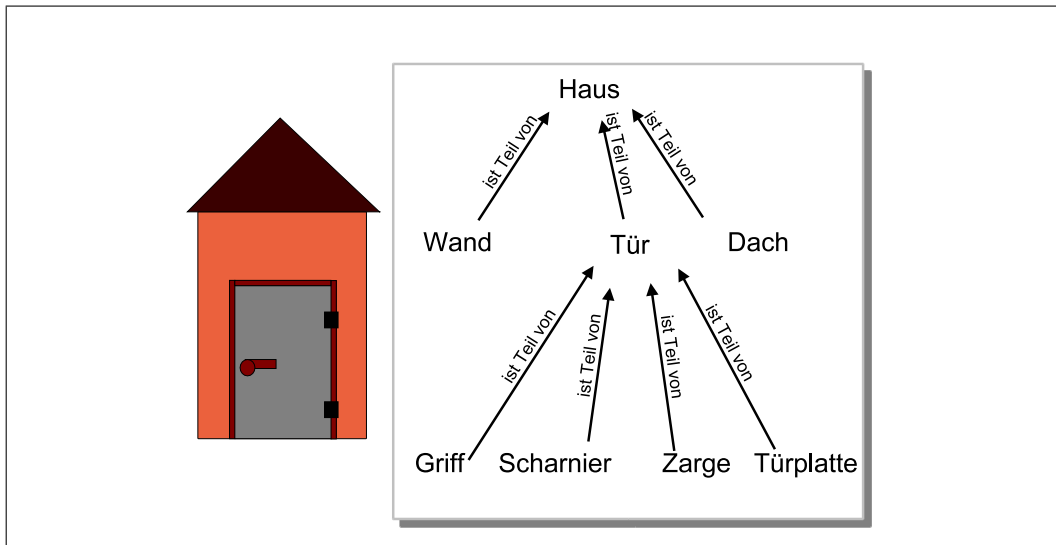


Abbildung 3.2: Wenn zu einem Haus mehr gehört als Dach, Wand und Tür, kann dieses Begriffsmodell dann bereits eine Ontologie eines Hauses sein?

Kritik war. Es ging einzig und allein darum, dass das Begriffsmodell vom Haus eben *keinen Zweck erfüllt*.<sup>12</sup> Zúñiga (2001) formuliert es in ihrer Definition so:

„The IS ontology is designed for at least one specific and practical application.“ (Zúñiga, 2001, S. 195), Hervorhebung S. U.

Eine Ontologie in der Informatik muss also immer einen konkreten Zweck – eine praktische Anwendung – haben. Die *Gelben Seiten* sollen z. B. bei der Suche nach einer bestimmten Ware oder Dienstleistung helfen. Für diesen Zweck wurde und wird das Kategoriensystem der Gelben Seiten entwickelt. Die richtige Wahl der jeweiligen Bezeichnung für eine Kategorie ist dabei entscheidend für den Erfolg, den eine Suche in den Gelben Seiten hat. Wie werden die Kategorien der Gelben Seiten wohl ausgewählt? Einige werden von der Telekom und dem Verlag vorgegeben, weil sie z. B. übliche Bezeichnungen für Branchen sind. Weitere Kategorien können auf Wunsch von Firmen aufgenommen werden. Die Rubrik „Umzüge\*“ ist möglicherweise dadurch entstanden, dass einem dieser Unternehmen in einem Kundengespräch aufgefallen ist, wie wenig hilfreich die branchenübliche Bezeichnung „Möbeltransporte“ ist. Bei einem Umzug wird man auf der Suche nach einem Umzugsunternehmen wahrscheinlich zunächst unter „U“ wie „Umzug“ nachschlagen. Wer unter „Umzüge“ zu finden ist, hat einen Vorteil gegenüber Konkurrenzfirmen, die lediglich einen Eintrag unter „Möbeltransporte“ haben. Die richtige Wahl der Kategorien und Bezeichnungen spielt hier eine entscheidende Rolle.

<sup>12</sup>Außer als Beispiel zu dienen. Dies schien allen Beteiligten jedoch kein geeigneter Zweck zu sein, aufgrund dessen man von einem Begriffsmodell sagt, dass es eine Ontologie sei.

Was nun bei einer Ontologie die „richtige Wahl der Kategorien“ ist, hängt vom Einsatzzweck und vor allem den Benutzern ab. Die Entwickler der Ontologie sollten dies berücksichtigen und in einen Diskurs mit den zukünftigen Nutzern treten. Eine Definition des Ontologiebegriffs, die diesen *Einigungsprozess* explizit als Voraussetzung für eine Ontologie nennt, findet sich in Oppermann u. a. (2001):

Prozessorientierung

„Eine Ontologie stellt somit ein formalisiertes Modell der Welt oder eines Teils der Welt dar, über deren Begriffe und Zusammenhänge eine *Gruppe von Experten/Nutzern Einigkeit erreicht hat*.“ (Oppermann u. a., 2001, S. 34, Hervorhebung S. U.)

Definition: Ontologie nach Oppermann u. a. (2001)

Die Definitionen von Zúñiga und Gruber setzen beide voraus, dass eine Ontologie in einer bestimmten Art und Weise spezifiziert sein muss, d. h. in einer bestimmten Repräsentationsform dargestellt sein muss. Im einen Fall als axiomatische Theorie in einer formalen Sprache, im anderen Fall als logische Theorie. Durch eine solche Voraussetzung werden diejenigen Begriffsmodelle von vorne herein ausgeschlossen, die in einer Repräsentationsform vorliegen, in der keine axiomatischen Theorien dargestellt werden können. Für bestimmte Bereiche der Informatik mag eine solche Einschränkung sinnvoll und notwendig sein. Sie entspricht jedoch nicht dem Sprachgebrauch, den Welty u. a. (1999) beobachtet haben. Eine Definition, die diesem Sprachgebrauch entspricht, kann auf die Nennung einer bestimmten Repräsentationsform für eine Ontologie verzichten. Eine solche Definition wird nicht verlangen, dass die Spezifikation oder die Ontologie selber in einer bestimmten Repräsentationsform vorliegt. Daher werde ich zwischen einer Ontologie und einer Repräsentationsform für Ontologien unterscheiden. Solche Repräsentationsformen werde ich *Ontologieansätze* nennen<sup>13</sup>:

## Ein Ontologieansatz

- ist die Repräsentationsform einer Ontologie oder einer Spezifikation.

Unter einer *Repräsentationsform* verstehe ich dabei die Form, in der eine Ontologie oder ihre Spezifikation formuliert ist. Dies kann sowohl ein Prosatext als auch eine formale Sprache sein. Den Begriff „Ontologie“ definiere ich in Anlehnung an die zuvor zitierten Definitionen, ohne mich jedoch deren formalen Ansprüchen anzuschließen. Dadurch ist es mir möglich, den Ontologiebegriff weiter zu fassen, als es bei jenen Definitionen der Fall ist. Meinem Text liegt die folgende Definition zugrunde. Sie basiert auf den drei oben genannten Definitionen von Gruber (1993), Oppermann u. a. (2001) und Zúñiga (2001):

<sup>13</sup>In der Literatur findet sich in ähnlichen Zusammenhängen auch die Bezeichnung „Ontologiesprache“. Sie erscheint mir für meine Zwecke jedoch nicht angebracht: Einen Thesaurus und sogar einen Prosatext fasse ich als Ontologieansatz auf, der Begriff „Ontologiesprache“ scheint mir für diese Repräsentationsformen zu hoch gegriffen. Unter einer Ontologiesprache versteht man in der Regel eine *formale Sprache* zur Darstellung von Ontologien.

## Eine Ontologie

- ist eine Spezifikation einer Konzeptualisierung – d. h. die explizite Beschreibung einer abstrakten, vereinfachten Sicht der Welt –,
- die in einem Einigungsprozess zwischen den beteiligten Personen entsteht,
- die für mindestens eine praktische Anwendung in einem Informationssystem bestimmt ist und
- die eine Einordnung von Dingen ermöglicht.<sup>14</sup>

Eine Spezifikation muss dabei nicht den formalen Ansprüchen aus der Definition des Informatik Dudens genügen. Denn für menschliche Nutzer der Ontologie sind Anmerkungen in Form eines Prosatextes in der Regel verständlicher als eine Formulierung in einer formalen Sprache. Daher kann die Spezifikation auch in Form von Benutzungshinweisen erfolgen, die sicherstellen sollen, dass die Begriffe der Ontologie von den Nutzern einheitlich verstanden und verwendet werden.

## Ontologie und konzeptuelles Modell

Bisher habe ich schon zwischen den Begriffen Konzeptualisierung, Ontologie und Ontologieansatz unterschieden. Ich möchte noch eine weitere Unterscheidung von Guarino und Welty (2001) einführen. (Vgl. Abbildung 3.3) Eine Konzeptualisierung wurde als die Gesamtheit der Vorstellungen bezeichnet, die der Diskussion über einen Gegenstandsbereich zu Grunde liegen. In einer Ontologie werden diese Vorstellungen mithilfe eines Ontologieansatzes als Begriffsmodell expliziert. Dies wurde auch Spezifikation einer Konzeptualisierung genannt. Guarino und Welty (2001) unterscheiden zusätzlich zwischen einer Ontologie – der Spezifikation – und ihrer Implementierung in einem IT-System. Für letzteres schlagen sie den Begriff „konzeptuelles Modell“ vor. Ein konzeptuelles Modell ist die konkrete Implementierung einer bestimmten Ontologie in einem IT-System. Warum ist dieser neue Begriff hilfreich und worin besteht der Unterschied zwischen einer Ontologie und dem auf ihr basierenden konzeptuellen Modell?

Konzeptuelles  
Modell

Anders als ein konzeptuelles Modell ist eine Ontologie nicht abhängig von den technischen Details einer konkreten Implementierung und einer konkreten Anwendung. Während eine Ontologie möglichst genau die zugrunde liegende Konzeptualisierung darstellen soll, muss dies bei einem konzeptuellen Modell nicht der Fall sein. Hier spielt die Praxistauglichkeit eine größere Rolle. So könnte es beispielsweise in einem konkreten Anwendungsfall aus Geschwindigkeitsgründen sinnvoll sein, eine vorhandene Ontologie für ihre Implementierung zu vereinfachen. Das zu entwickelnde konzeptuelle Modell ist dann ein vereinfachtes Modell der Ontologie.

---

<sup>14</sup>Durch diese vage Formulierung möchte ich vermeiden, dass weitere Voraussetzungen in die Definition einfließen.

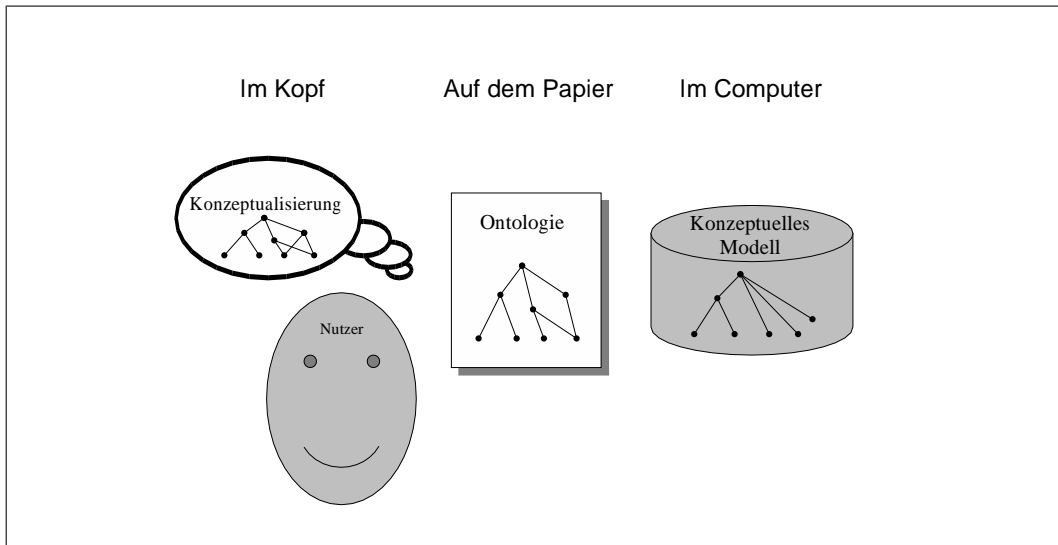


Abbildung 3.3: Konzeptualisierung, Ontologie und konzeptuelles Modell. In Anlehnung an Guarino und Welty (2001, S. 52)

Dabei kann sich die Bezeichnung „vereinfachtes Modell“ sowohl auf den Inhalt als auch den Ontologieansatz beziehen:

- *Vereinfachter Inhalt* bedeutet, dass das konzeptuelle Modell einen geringeren Umfang hat, also eine geringere Anzahl von Begriffen und Beziehungen enthält.
- *Vereinfachter Ontologieansatz* bedeutet, dass ein einfacherer Formalismus gewählt wurde, als dies bei dem Ontologieansatz für die Ontologie der Fall war.

Repräsentations-  
form vs.  
Inhalt

## 4 Ontologien in wissensbezogenen Prozessen

Im vorigen Kapitel ging es um die Definition und Eingrenzung des Ontologiebegriffs in der Informatik. Im Mittelpunkt stand die Frage, was eine Ontologie ausmacht, oder anders ausgedrückt: was eine Ontologie von einer Nicht-Ontologie unterscheidet. In diesem Kapitel wird es um Kriterien gehen, anhand derer man Ontologien voneinander unterscheiden und miteinander vergleichen kann. Dies ist die *Produktsicht* auf Ontologien. Im darauf folgenden Abschnitt über die *Prozesssicht* geht es um die Prozesse, die im Zusammenhang mit Ontologien stehen.

### 4.1 Komplementarität von Produkt- und Prozesssicht

Die Unterscheidung von Produkt- und Prozesssicht geht zurück auf Floyd (1987). Produkt- und Prozesssicht sind komplementäre Sichtweisen und ergänzen sich zu einer ganzheitlichen Sicht. Jeder Gegenstandsbereich lässt sich auf diese Weise betrachten. Aus dem produktorientierten Blickwinkel konzentriert man sich auf die Betrachtung der Dinge: welches sind die relevanten Gegenstände, welche Eigenschaften haben sie usw. Aus einem prozessorientierten Blickwinkel betrachtet man den Gegenstandsbereich im Hinblick auf die Prozesse: welches sind die auf die Gegenstände wirkenden Prozesse, welches sind die Akteure, d. h. wer bewirkt die Prozesse, usw.

Ich werde mich bei der Betrachtung von Ontologien aus beiden Blickwinkeln auf bestimmte Aspekte konzentrieren. Bei der Produktsicht betrachte ich, wie sich Ontologien anhand der von ihnen verkörperten Perspektiven unterscheiden lassen. Bei der Prozesssicht betrachte ich diejenigen Prozesse, die Ontologien *verändern*, und diejenigen Prozesse, die Ontologien *einsetzen*. Diese werde ich nach Staab (2002) Wissensprozesse und jene Wissensmetaprozesse nennen.

### 4.2 Perspektiven in Ontologien

Eine Ontologie verkörpert immer eine bestimmte Perspektive, d. h. eine bestimmte Sicht auf die Welt. Ontologien mit verschiedenen Perspektiven unterscheiden sich dabei z. B.

- durch die Verwendung unterschiedlicher Begriffe,
- durch unterschiedliche Verknüpfungen zwischen Begriffen und

Perspektiven  
als Unterscheidungs-  
merkmal



- in der Anzahl der verwendeten Begriffe.<sup>1</sup>

Diese Merkmale charakterisieren Ontologien aufgrund der Begriffe: der Wahl, ihrer Verknüpfung und ihrer Anzahl.

### Beispiel

Die Fachsprache von Behördenmitarbeitern und die Alltagssprache ihrer Kunden ist ein Beispiel für die Verwendung von unterschiedlichen Begriffen für ein und denselben Gegenstand: Eine *Wohnberechtigungsbesccheinigung* wird in Hamburg umgangssprachlich auch *§5-Schein* genannt.

Ein Beispiel für die unterschiedliche Verknüpfung zwischen Begriffen ist z. B. der Begriff „Auto“ aus Sicht eines Kfz-Meisters und aus Sicht eines Architekten. Für den Kfz-Meister ist ein Auto ein komplexes Gerät aus vielen einzelnen Teilen, die auf bestimmte Art miteinander zusammenspielen. Zu ihnen gehören wahrscheinlich auch Angaben zur Höhe, Breite, Länge und dem Wendekreis des Fahrzeugs. Für den Architekten eines Parkhauses hingegen sind möglicherweise ausschließlich diese Angaben von Interesse.

Die ist gleichzeitig ein Beispiel dafür, wie sich Perspektiven in Umfang und Detaillierungsgrad unterscheiden: Für den genannten Architekten besteht ein Auto aus nur vier Angaben – Höhe, Breite, Länge und Wendekreis –, während der Kfz-Meister mit dem Begriff „Auto“ ein komplexes Geflecht von zusammenhängenden Teilen verbindet.

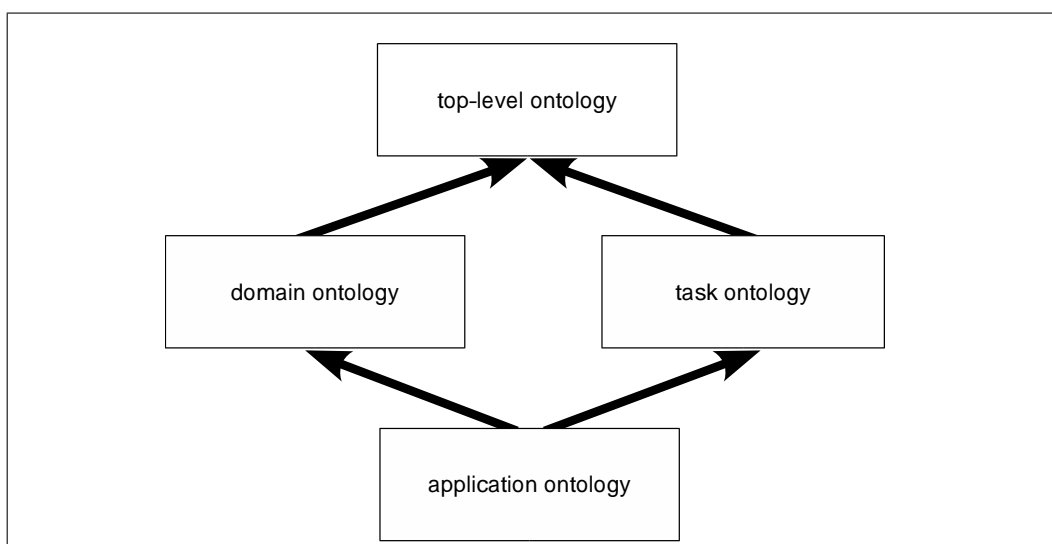


Abbildung 4.1: Vier verschiedene Arten von Ontologien. Die Pfeile können interpretiert werden als Generalisierungsbeziehung. (Guarino, 1998, S. 9)

Auf der semantischen Ebene sind ebenfalls Unterscheidungen möglich. Guarino (1998) teilt Ontologien nach ihrem Inhalt in vier Kategorien ein (vgl. Abbildung 4.1):

<sup>1</sup>Diese Unterscheidungsmerkmale ließen sich noch erweitern und verfeinern. Guarino (1998) unterscheidet z. B. zwischen *grob-* und *feinkörnigen* Ontologien.

- „*Top-level ontologies* describe very general concepts like space, time, matter, object, event, action, etc., which are independent of a particular problem or domain [...]
- *Domain ontologies* and *task ontologies* describe, respectively, the vocabulary related to a generic domain (like medicine, or automobiles) or a generic task or activity (like diagnosing or selling), by specializing the terms introduced in the top-level ontology.
- *Application ontologies* describe concepts depending both on a particular domain and task, which are often specializations of *both* the related ontologies.“ Guarino (1998, S. 9f)

#### 4.2.1 Perspektiven in der Verwaltung

Drei mögliche Perspektiven von Ontologien in der Verwaltung finden sich in Lee und Mizoguchi (1998). Sie unterscheiden in ihrem Artikel Ontologien nach ihrer Perspektive im Kontext einer Webseite für die öffentliche Verwaltung.

- Benutzeraktivitäten-Ontologien (*User Activity Ontology*):

„[The] User activity ontology is related to information seeking activities carried out by the end-users. [...] User’s activities normally can be described by performing action tasks and information objects related to the information needs. For example, a user is looking for information in a music library. S/he may perform activities such as entering a collection, searching the index to a shelf and listening to a song.“ (Lee und Mizoguchi, 1998, S. 4)

- Domänenaktivitäten-Ontologien (*Domain Activity Ontology*):

„[The] Domain activity ontology is designed to organise and structure business functions and activities taking place in a domain. Unlike the traditional library classification, where books are classified according to subjects, the domain activity ontology provides a hierarchical structure to classify records according to the business functions and activities documented by the records for classifying and indexing purposes.“ (Lee und Mizoguchi, 1998, S. 3)

- Organisationsontologien (*Organisational Ontology*):

„The organisational ontology provides semantic information of government structure.“ (Lee und Mizoguchi, 1998, S. 2)

Jede dieser drei Arten von Ontologien stellt eine andere Perspektive auf denselben Gegenstandsbereich dar:

*Erstens* eine prozessorientierte Perspektive aus Sicht der Bürgerinnen. Für sie ist die interne Struktur der Verwaltung uninteressant. Sie wollen wissen, was sie tun müssen, um ihr Anliegen zu erledigen. *Zweitens* eine prozessorientierte Perspektive aus Sicht der Behördenmitarbeiter. Für sie stehen die Arbeitsprozesse mit den zugehörigen Fachausdrücken im Vordergrund des Interesses. *Drittens* eine statische Perspektive aus Sicht der Behördenmitarbeiter. Diese Perspektive beschreibt keine Vorgänge sondern Verantwortlichkeiten und Beziehungen zwischen verschiedenen Behörden, den inneren Aufbau dieser Behörden und ihre Hierarchien.

## Projektbezug

DiBIS verbindet zwei Perspektiven miteinander: die Perspektive der Verwaltungsmitarbeiter und die Perspektive der „Verwaltungslaien“<sup>2</sup> (Ukena, 2002). Die Perspektive der Verwaltungslaien stand dabei vom Beginn an im Vordergrund, wie Herr Kruse betont. Denn die Grundidee von DiBIS ist es, Bürgerinnen und Bürgern einen leichten Zugang zu Behördeninformationen zu verschaffen. Für DiBIS bedeutet dies, dass man für eine erfolgreiche Suche nicht die Fachsprache der Verwaltung beherrschen muss. Stattdessen verwendet man einen Begriff der Alltagssprache. Trotzdem wird zusätzlich eine Verwaltungsperspektive benötigt, damit die Behördenmitarbeiter die Informationen pflegen können. (Ukena, 2002)

DiBIS

Das National Archiv von Australien hat bei der Erstellung des Keyword AAA eine andere Strategie verfolgt. Der Keyword AAA zielte als Nachfolger eines bestehenden Verwaltungsthesaurus auf den Einsatz innerhalb der Behörde. Die Zielgruppe des Thesaurus sind daher Verwaltungsmitarbeiter und *nicht* Bürgerinnen und Bürger. Gleichzeitig ist der Keyword AAA eingebettet in die umfassendere *e-permanence*-Strategie der australischen Verwaltung. E-Permanence sieht explizit eine weitere Perspektive vor, die wie bei DiBIS auf einem Zugang auf Basis von umgangssprachlichen Begriffen beruht. Diese Perspektive zielt auf Verwaltungslaien und soll ebenfalls die Informationsbeschaffung ohne behörden-spezifische Kenntnisse ermöglichen. Diese zweite Perspektive wird durch einen eigenständigen Thesaurus, den „Australian Government’s Interactive Thesaurus“ (AGIFT), abgebildet. (Australisches Nationalarchiv, a)

Keyword AAA

Der ISO-Standard für Topic Maps betont, dass Topic Maps gleichzeitig verschiedene Sichten auf dieselben Informationen ermöglichen: „Topic maps enable multiple, concurrent views of sets of information objects.“ (International Organization for Standardization, 2001, Anhang A, S. 1). Da XML Topic Maps sich am ISO-Standard orientieren, gilt für sie dasselbe. Topic Maps<sup>3</sup> erlauben dabei beide Vorgehensweisen: sowohl die Erstellung einer Topic Map mit mehreren Perspektiven als auch die Verteilung der Perspektiven auf mehrere Topic Maps.

XTM

---

<sup>2</sup>Hiermit waren ursprünglich nur Bürgerinnen und Bürger gemeint. Mittlerweile wird jedoch weiter differenziert zwischen den Anliegen von Privatpersonen und den Anliegen von Unternehmerinnen und Unternehmern.

<sup>3</sup>ISO und XML Topic Maps

### 4.3 Wissensprozesse und Wissensmetaprozesse

In diesem Abschnitt geht es um die prozessorientierte Sicht auf Ontologien. Ich beziehe mich dabei auf die Unterscheidung von Wissensprozessen und Wissensmetaprozessen, wie sie bei Staab (2002) zu finden ist. Eine kritische Anmerkung möchte ich jedoch noch zur Wahl der beiden Begriffe machen<sup>4</sup>: Die Bezeichnung „Wissensmetaprozess“ stellt diese Prozesse konzeptuell *über* die Wissensprozesse. Dies ist deshalb kritikwürdig, weil es sich bei den Wissensprozessen um die „eigentlichen“ Wissensprozesse handelt, d. h. um diejenigen Prozesse, die mit dem Erzeugung und Verwendung von Wissen zu tun haben. Warum sollen die Wissensmetaprozesse, d. h. die ontologieverändernden Prozesse, diesen Prozessen übergeordnet sein? Eine mögliche Erklärung könnte sein, dass der Begriff „Wissensmetaprozesse“ gar nicht diese Beziehung zwischen den beiden Arten von Prozessen ausdrücken soll. Möglicherweise beruht die Wahl darauf, dass Ontologien häufig als Quelle für *Metadaten* dienen. Wenn also Wissensprozesse Metadaten einsetzen – in Form von Ontologien –, dann könnte man die Erzeugung von Ontologien – als Quelle von Metadaten – „Wissensmetaprozesse“ nennen.

Staab (2002) unterscheidet zwischen *Wissensprozessen* und *Wissensmetaprozessen*. Erstere sind diejenigen Prozesse, die sich auf die Erzeugung und Verarbeitung von ontologiebasierten Metadaten beziehen. Letztere umfassen alle Prozesse, die sich auf das Verändern und Bearbeiten der Ontologie selbst beziehen.

#### Wissensprozesse

„Der *Wissensprozess* [...] beschreibt den Betrieb des ontologiebasierten Wissensmanagementsystems, d. h. insbesondere die Schritte zur Erzeugung und Bearbeitung von ontologiebasierten Metadaten.“ (Staab, 2002, S. 202, Hervorhebung im Original)

Wissensprozesse haben also mit dem Einsatz von Ontologien zu tun. Sie verändern eine Ontologie nicht, sondern stützen sich auf die Verwendung von Ontologien. Zu den Wissensprozessen zähle ich daher die Prozesse, die sich auf den Einsatz von Ontologien beziehen und keine Veränderungen an der Ontologie vornehmen. Verschiedene solcher Einsatzmöglichkeiten sind dabei denkbar. Eine Ontologie kann z. B. eingesetzt werden

Einsatzmöglichkeiten von Ontologien

1. als Quelle für die Metadaten zur Kennzeichnung von Dokumenten,
2. für die Strukturierung einer Datenbank,
3. für die Strukturierung der Benutzeroberfläche einer Webseite.

Dies sind nur ein paar der möglichen Einsatzgebiete von Ontologien.<sup>5</sup> Guarino (1998) unterscheidet beim Einsatz von Ontologien zwischen zwei zeitlichen und drei strukturellen Verwendungsmöglichkeiten:

<sup>4</sup>Die Anregung für diese Kritik verdanke ich meiner Betreuerin Christiane Floyd.

<sup>5</sup>Für weitere Möglichkeiten siehe z. B. Guarino (1998).

---

<b>Zeitlich:</b>	Zur Entwurfzeit Zur Laufzeit
<b>Strukturell:</b>	In der der Datenbank Für die Benutzeroberfläche Für die Anwendungskomponente

---

Nach dieser Einteilung würden die genannten Beispiele in verschiedene Kategorien fallen:  
 1) Die Verwendung als Quelle für Metadaten für Dokumente findet zeitlich zur *Laufzeit* statt und strukturell in der *Datenbankkomponente* oder der *Anwendungskomponente*. Beispiel  
 2) betrifft strukturell ebenfalls die *Datenbankkomponente* und ist zeitlich nicht festgelegt. Beispiel  
 3) gehört zeitlich zur *Laufzeit* und strukturell betrifft es die *Benutzeroberfläche*.

### Projektbezug

Der Keyword AAA ist in der Verwaltung sowohl für die Kennzeichnung und Einordnung von Akten<sup>6</sup> als auch ihr Wiederauffinden zu einem späteren Zeitpunkt gedacht. Zum Zeitpunkt der Klassifizierung wird er als Quelle für Metadaten eingesetzt. Diese können später für eine verbesserte Suche nach den entsprechenden Akten verwendet werden. Eine verbesserte Suche setzt allerdings voraus, dass das IT-System für den Suchvorgang den Keyword AAA benutzt. Auf diese Weise ist es möglich, nicht nur nach einem bestimmten Schlagwort zu suchen, wie dies bei einem einfachen Zeichenkettenvergleich der Fall wäre. Stattdessen kann das IT-System die Verbindungen zwischen den verschiedenen Schlagwörtern innerhalb des Keyword AAA dazu verwenden, eine *intensionale* Suche durchzuführen. Durch eine solche intensionale Suche können auch Akten gefunden werden, die mit anderen Schlagworten belegt wurden als dem Suchbegriff, die aber dennoch thematisch einen Bezug zu diesem Suchbegriff haben. (Hoy, 1998)

Keyword AAA

Der Schlagwortkatalog von DiBIS dient zwar nicht der Klassifizierung von Akten, jedoch wird er für die Suche nach Informationen eingesetzt. Alle Informationen, die in DiBIS gespeichert sind, wurden einem oder mehreren Schlagwörtern aus dem DiBIS-Schlagwortkatalog zugeordnet. Diese Zuordnung wird von Mitarbeitern in Behörden vor Ort durchgeführt – den Redakteuren. Sie sind dafür zuständig, die Informationen auf dem neuesten Stand zu halten. (Ukena, 2002)

DiBIS

### Wissensmetaprozesse

„Der *Wissensmetaprozess* umfasst alle Aspekte, die die erstmalige Erstellung der Ontologie [...] sowie ihre kontinuierliche Erweiterung und/oder Anpassung betreffen [...].“ (Staab, 2002, S. 202, Hervorhebung im Original)

---

<sup>6</sup>Dieser Vorgang wird in der Verwaltung auch als *Klassifizierung von Akten* bezeichnet.

Im Unterschied zu den Wissensprozessen verändern *Wissensmetaprozesse* eine Ontologie auf die eine oder andere Weise. Zu den **Wissensmetaprozessen** zähle ich daher

- den Entwicklungsprozess einer Ontologie,
- den Integrationsprozess bei der Zusammenführung verschiedener Ontologien,
- den Evolutionsprozess bei der Weiterentwicklung von Ontologien.

Der Prozess der Ontologieentwicklung ist der eigentliche Entstehungsprozess einer Ontologie. Ausgehend von einer Konzeptualisierung wird die Ontologie für einen bestimmten Gegenstandsbereich und einen bestimmten Anwendungszweck entwickelt. Wie Oppermann u. a. (2001) in ihrer bereits vorgestellten Definition betonen, müssen sich die beteiligten Personen dabei auf ein gemeinsames Begriffsmodell einigen. Für die Unterstützung des Entwicklungsprozesses wurden verschiedene Vorgehensweisen vorgeschlagen, die sich häufig an Softwareentwicklungsmethoden anlehnen.<sup>7</sup>

Der Entwicklungsprozess

Einen eigenen Ansatz verfolgen Guarino und Welty. Da Ontologien häufig auf Taxonomien basieren, haben sie eine auf der Analyse von Metaeigenschaften basierende Methode zur Überprüfung solcher Taxonomien auf Inkonsistenzen vorgestellt. (Guarino und Welty, 2001) Dieser Ansatz ist mittlerweile unter dem Namen *OntoClean* in verschiedenen Anwendungen zur Modellierung von Ontologien im Einsatz (vgl. Guarino und Welty, 2002).

OntoClean

Wenn ein Informationssystem gleich mehrere Ontologien verwenden soll, dann müssen diese Ontologien in der Regel miteinander verbunden werden. Hier kann man zwei verschiedene Ansätze unterscheiden. Entweder werden die verschiedenen Ontologien zu einer einzigen Ontologie verschmolzen. Dieses Vorgehen nenne ich *Integration*. Dieser Ansatz ist z. B. hilfreich, wenn es für den Gegenstandsbereich mehrere existierende Ontologien gibt, die jede für sich nur einen Teil des Gegenstandsbereichs abdeckt.<sup>8</sup> Den zweiten Ansatz bezeichne ich als *Interaktion*. Hierbei bleiben die Ontologien als getrennte Einheiten bestehen. Verbunden werden sie, indem Beziehungen zwischen einzelnen Elementen der verschiedenen Ontologien hergestellt werden. Häufig verwendet man hierzu auch eine zusätzliche übergeordnete Ontologie.<sup>9</sup>

Integration und Interaktion mehrerer Ontologien

Die Anforderungen an eine Ontologie können sich im Verlauf der Zeit ändern. Ebenso

Evolution von Ontologien

<sup>7</sup>So schlägt Staab (2002) z. B. eine Vorgehensweise vor, die auf einer Methodik namens CommonKADS zur Einführung von Wissensmanagementsystemen basiert. Fernández López und Gómez-Pérez (2001) orientiert sich bei seiner *Methontology* genannten Methode am IEEE-Standard Nr. 1074-1995, einem Standard für das *Software Lifecycle Management*.

<sup>8</sup>Es gibt bereits eine Reihe von verfügbaren Ontologien für verschiedene Anwendungsbereiche. Z. B. unter <http://www.daml.org/ontologies/> und <http://protege.stanford.edu/ontologies.html>.

<sup>9</sup>Auf dieser Idee einer übergeordneten Ontologie basiert auch die IEEE Standard-Upper-Level-Ontology (SUO). Ziel ist es, eine Top-Level-Ontologie zu entwickeln, die allgemeine Konzepte wie Zeit und Raum abdeckt. Statt diese allgemeinen Konzepte für jede Ontologie neu zu entwerfen, sollen Ontologieentwickler auf die entsprechenden Elemente der SUO verweisen. Die SUO-Entwickler haben die Hoffnung, dass dadurch die Interaktion von unterschiedlichen Ontologien vereinfacht wird. Die Homepage der SUO-Arbeitsgruppe ist zu erreichen unter <http://suo.ieee.org>. Der von der Ontoprise GmbH entwickelte

kann sich der Gegenstandsbereich einer Ontologie wandeln. In einem solchen Fall werden möglicherweise Änderungen an der Ontologie notwendig. Dieser Prozess wird häufig Evolution genannt.<sup>10</sup> Evolution bezeichnet hier die Weiterentwicklung und Veränderung einer bestehenden Ontologie. Maedche u. a. (2003) beschreiben verschiedene Szenarien, die bei der Evolution von Ontologien zu bedenken sind.<sup>11</sup> Im einfachsten Fall handelt es sich um eine einzelne Ontologie, im komplexesten Fall existieren eine Reihe von verteilten Ontologien, die alle unabhängig voneinander verändert werden. Die Autoren schlagen eine Meta-Ontologie-basierte Infrastruktur vor, die die Konsistenz von verteilten Ontologien auch nach einer Änderung sicherstellen soll.<sup>12</sup>

Es gibt eine Reihe von Werkzeugen zur Unterstützung der verschiedenen Wissensmetaprozesse. Im Prozess der Entwicklung werden häufig Ontologie-Editoren eingesetzt, die die Erstellung einer Ontologie unterstützen. In der Literatur wird hier vor allem der frei verfügbare Editor *Protégé 2000*<sup>13</sup> der Universität Stanford genannt, auf dessen Daten außerdem über eine Java-Schnittstelle zugegriffen werden kann. Die Entwicklung eines vollständigen Ontologie-Framework hat sich eine Gruppe am AIFB-Karlsruhe zum Ziel gesetzt. Ihr *KAON-Framework*<sup>14</sup> besteht aus verschiedenen Server-Komponenten und Programmierschnittstellen, die die Entwicklung, die Evolution und den Einsatz von Ontologien unterstützen sollen.<sup>15</sup>

Werkzeug-  
unterstützung

## Projektbezug

Der Entwicklungsprozess vom gesamten DiBIS-System – von der ersten Idee bis zum Start des ersten Systems – dauerte ungefähr ein Jahr. Hierzu gehört auch die Entwicklung des ersten Schlagwortkatalogs. Er umfasste ca. 300 Schlagwörter einschließlich der Synonyme. Die Schlagwörter wurden zunächst von den Mitarbeitern der beteiligten Behörden vorgeschlagen. Später wurden auch die an das System gerichteten Suchanfragen analysiert und hieraus weitere Begriffe ergänzt. Außerdem ergaben sich neue Begriffe, wenn weitere Bezirke in DiBIS aufgenommen wurden.

DiBIS

Die Entscheidung, ob ein Begriff aufgenommen wird und welche Formulierungen dafür verwendet werden sollen, wird nach Aussagen vom DiBIS-Gründer Herrn Kruse in vielen Fällen lange diskutiert. Der Grund liege hier einerseits in den rechtlichen Rahmenbedingungen: Informationen auf den Webseiten von DiBIS hätten immer einen offiziellen Charakter

Wissensmeta-  
prozess

---

OntoBroker basiert ebenfalls auf Interaktion verschiedener Ontologien. Hierbei wird eine sog. Mapping-Ontologie verwendet, die die semantische Verbindung zwischen den zu verbindenden Ontologien und Datenquellen herstellt. (Maier u. a., 2003).

<sup>10</sup>Eine andere häufig anzutreffende Bezeichnung ist „Wartung und Pflege“.

<sup>11</sup>Sie beschränken sich dabei nicht auf die Evolution von Ontologien sondern betrachten auch Aspekte von Wiederverwendbarkeit.

<sup>12</sup>Diese Infrastruktur ist Teil des KAON-Frameworks, siehe unten

<sup>13</sup><http://protege.stanford.edu>

<sup>14</sup><http://kaon.semanticweb.org>

<sup>15</sup>Eine umfangreiche Liste von Editoren, mit denen Ontologien erstellt werden, können findet sich unter <http://www.xml.com/pub/a/2002/11/06/ontologies.html>.

und unterlägen damit strengeren Richtlinien, als andere Webseiten. Andererseits ginge es aber auch immer wieder um die Zuständigkeiten und damit um die Macht der einzelnen Behörden. Keine Behörde ist von sich aus bereit, einen Teil ihrer Autonomie abzugeben. Da DiBIS in der Hierarchie der Verwaltung nicht über den Behörden steht, sind die DiBIS-Mitarbeiter immer auf die Kooperation der Behörden angewiesen. Aus diesem Grund gibt es ein monatlich tagendes Gremium aus Behörden- und DiBIS-Mitarbeitern, welches über Veränderungen am DiBIS-Schlagwortkatalog zu bestimmten hat. (Ukena, 2002)

Wenn also Schlagwörter hinzugefügt, gelöscht oder geändert werden müssen, dann sind dies Änderungen an der Ontologie. Solche Änderungen können z. B. aufgrund von neuen oder geänderten Gesetzen notwendig werden. Sind die notwendigen Änderungen bereits länger bekannt, dann werden sie auf einem der monatlich stattfindenden Treffen zur Diskussion gestellt. Wenn eine Einigung über die Änderungen erreicht werden kann, dann wird die Änderung bei nächster Gelegenheit am Schlagwortkatalog durchgeführt. Es kann jedoch auch vorkommen, dass es kurzfristigen, dringenden Änderungsbedarf gibt. In einem solchen Fall trifft der DiBIS-Leiter Herr Kruse eine vorläufige Entscheidung, ohne die nächste Sitzung abzuwarten. Über die Änderungen wird dann erst im Nachhinein abgestimmt. (Ukena, 2002)

Andere Veränderungen betreffen nicht den Schlagwortkatalog selber sondern die Behördeninformationen. Wenn sich lediglich diese Informationen ändern (z. B. die Öffnungszeiten einer Behörde), so werden die Änderungen von einem sog. DiBIS-Redakteur durchgeführt. Ein DiBIS-Redakteur ist in der Regel ein Behördenmitarbeiter, der sich für diese Aufgabe freiwillig gemeldet hat. In jeder Behörde ist ein solcher DiBIS-Redakteur für die Pflege der Informationen zuständig. Der Redakteur trägt die geänderten Daten in eine Excel-Tabelle ein. In regelmässigen Abständen – mindestens einmal im Monat – werden diese Änderungen dann von den DiBIS-Mitarbeitern in das System eingepflegt.<sup>16</sup> (Ukena, 2002)

Der Keyword AAA ist aus einem gewöhnlichen themenbasierten Thesaurus entstanden. Statt den bestehenden Thesaurus ein weiteres Mal zu verändern, wurde ein neuer Thesaurus entwickelt, der nicht länger themenbasiert sondern funktionsbasiert ist. Diese Vorgehensweise entspricht einem veränderten Denken in der Verwaltungstheorie. (Robinson, 1997)

Ausgangspunkt für die Entwicklung eines Funktions-Thesaurus – und damit auch des Keyword AAA – ist die Analyse der Funktionen einer Organisation. Ein sog. *Business Classification Scheme (BCS)* gliedert die Prozesse innerhalb einer Organisation in drei Ebenen: Funktionen, Aktivitäten und Transaktionen. (Abbildung 4.2) Für die Entwicklung des Keyword AAA waren vor allem die beiden oberen Ebenen (Funktionen und Aktivitäten) relevant. Auf diesen Ebenen finden sich allgemeine Prozesse, die in der Regel von jeder Behörde ausgeführt werden müssen. Abbildung 4.3 zeigt ein Beispiel für Begriffe im Keyword AAA. Die Begriffe auf den Ebenen im Funktion-Thesaurus werden „Keywords“, „Activity

Wissensprozess

Keyword AAA  
Wissensmeta-  
prozess:  
Entwicklung

<sup>16</sup>Um eine einfachere und schnellere Änderung der Daten zu ermöglichen, wird seit längerem über die Einführung eines Web-basierten Redaktionssystems nachgedacht. Damit würden Änderungen schneller verfügbar sein und der zusätzliche Schritt des Einpflegens durch einen DiBIS-Mitarbeiter könnte möglicherweise entfallen. Die Einführung eines solchen Systems scheitert zur Zeit vor allem an der Finanzierung.



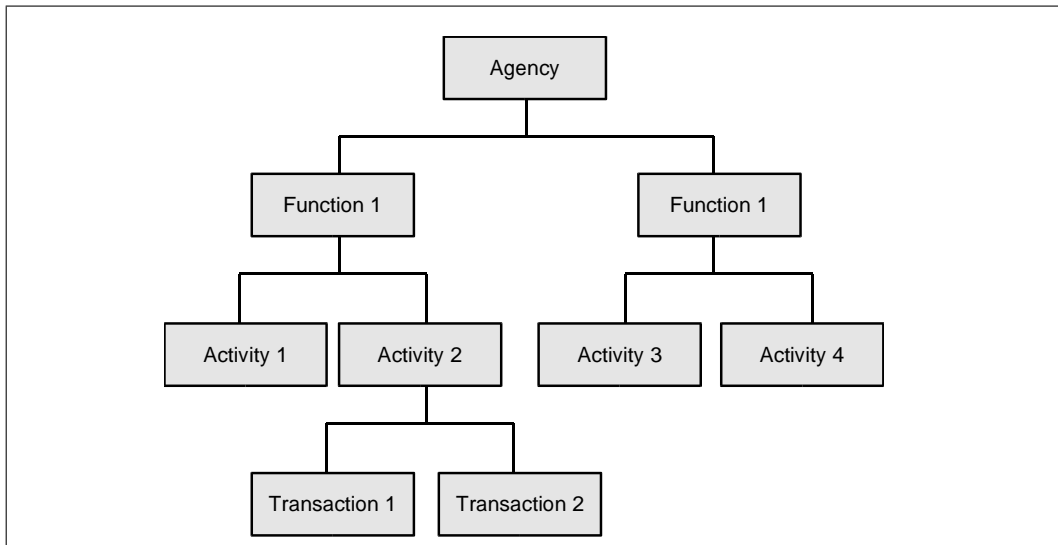


Abbildung 4.2: Schematische Darstellung eines *Business Classification Scheme* für einen Funktions-Thesaurus. (Robinson, 1997)

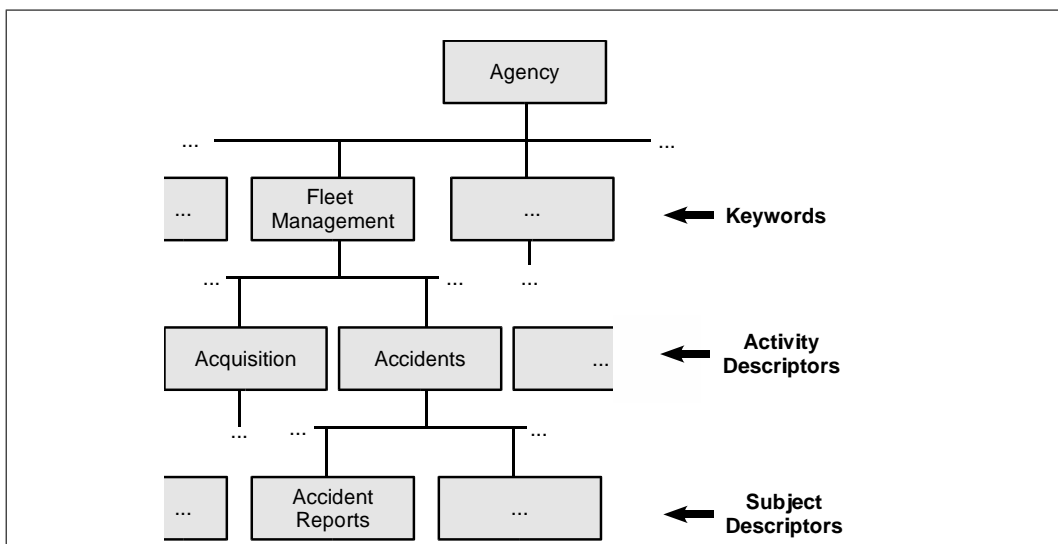


Abbildung 4.3: Nur die unteren drei Ebenen eines *Business Classification Scheme* werden in den Funktions-Thesaurus aufgenommen. (In Anlehnung an Robinson (1997).)

Descriptors“ und „Subject Descriptors“ genannt. Sie entsprechen den unteren drei Ebenen in einem *Business Classification Scheme*. (Robinson, 1997)

Der Umgang der Behörden mit Akten ist gesetzlich geregelt. Hierzu gehört die Entschei-

Wissensprozess:  
Einsatz

dung, zu welchen Vorgängen Akten angelegt werden müssen, welche Akten wie lange aufbewahrt werden müssen und welche Akten vernichtet werden dürfen. *Klassifizierung* ist ein wichtiger Aspekt in diesem Prozess. Der australische Standard für Aktenverwaltung definiert „classification“ wie folgt:

„the process of devising and applying schemes based on the business activities which generate records, whereby they are categorised in systematic and consistent ways to facilitate their capture, retrieval, maintenance and disposal. Classification includes the determination of document or file naming conventions, user permissions and security restrictions on records.“ [Australian Standard AS 4390, Records Management , Part 1 Definitions , Clause 4.8, 1996] (zitiert nach Robinson (1997)).

Der Keyword AAA dient den Verwaltungsorganen zur Klassifizierung ihrer Akten. Jede Akte wird hierzu mit einem *Keyword*, einem *Activity Descriptor* und einem *Subject Descriptor* versehen, die einem Funktions-Thesaurus<sup>17</sup> entnommen werden.

Da der Keyword AAA zu Klassifizierungszwecken eingesetzt wird, ist anzunehmen, dass – im Vergleich zum DiBIS-Schlagwortkatalog – seltener Änderungen an ihm vorgenommen werden. Beim Vorgänger, dem themenbasierten GADM Thesaurus, fanden die Revisionen im Abstand von mehreren Jahren statt. (Robinson und Knight, 1997) Ein Grund für diese langsame Evolution ist sicherlich, dass der Keyword AAA von einer Reihe von Verwaltungen in ganz Australien eingesetzt wird und daher Änderungen sehr sorgfältig auf ihre Wirkung überprüft werden müssen.

Evolution

Eine der Grundideen bei der Erstellung des Keyword AAA war zunächst, einen besseren behördenübergreifenden Überblick über den Umgang mit Akten zu gewinnen. (Robinson, 1997) Mittlerweile tritt ein weiterer Aspekt in den Vordergrund: Im Keyword AAA finden sich Begriffe für allgemeine Prozesse, die von den meisten Verwaltungsorganen in Australien ausgeführt werden. Diesen allgemeinen Vorrat an Begriffen aus dem Keyword AAA können die verschiedenen Behörden durch individuelle Begriffe ergänzen und erweitern. Dadurch soll eine weitestgehende Konsistenz der Metadaten erreicht werden – über Behördengrenzen hinweg. So könnte der Keyword AAA auch als Grundlage einer behördenübergreifenden Suchfunktion dienen. In Kombination mit einem weiteren Thesaurus, dem *Australian Government's Interactive Thesaurus (AGIFT)* finden sich erste Ansätze hierzu bei der Suchfunktion auf der Webseite der australischen Regierung unter <http://www.fed.gov.au>.

Interaktion  
und  
Integration

---

<sup>17</sup>Dies kann entweder der Keyword AAA oder eine behördeneigener Funktions-Thesaurus sein, der auf dem Keyword AAA basiert.

## 5 Ontologieansätze

In diesem Kapitel geht es nicht mehr um die Ontologien selber, sondern um die zu ihrer Darstellung verwendeten Repräsentationsformen – die Ontologieansätze. Dieses Kapitel gibt einen genaueren Einblick in die von mir untersuchten Ontologieansätze: den Schlagwortkatalog, den (Funktions-)Thesaurus und die XML Topic Map. Dazu werde ich einige Bausteine dieser Ontologieansätze vorstellen.

Die verschiedenen Repräsentationsformen können sich stark in dem Grad ihrer Formalisierung unterscheiden – sie reichen von (nicht-formalen) Prosatexten bis hin zu formalen Sprachen mit einer formalen Semantik. Uschold und Grüninger (1996) unterscheiden vier Grade der Formalisierung:<sup>1</sup>

Grad der Formalisierung von Ontologieansätzen

- „*highly informal*“ – Nicht-formale Ontologieansätze, z. B. ein unstrukturierter Prosatext.
- „*semi-informal*“ – Wenig formale Ontologieansätze, die ebenfalls überwiegend aus Prosatext bestehen, jedoch eine starke Strukturierung aufweisen.
- „*semi-formal*“ – Semi-formale Ontologieansätze, meist künstliche Sprachen.
- „*rigorously formal*“ – Streng formale Ontologieansätze, deren Semantik formal definiert ist, die auch die Formulierung von Axiomen zulassen und auf deren Basis formale Beweise geführt werden können.

Als Ontologieansätze bezeichne ich die verschiedenen Repräsentationsformen von Ontologien und konzeptuellen Modellen.<sup>2</sup> Einerseits können dies spezielle Ontologiebeschreibungssprachen (wie DAML+OIL<sup>3</sup> und OWL<sup>4</sup>) und Metadatenbeschreibungssprachen (wie RDF<sup>5</sup> und RDF-Schema<sup>6</sup>) sein. Dies sind formale Ontologieansätze, die vor allem für die Repräsentation komplexer Zusammenhänge im Rechner geeignet sind.<sup>7</sup>

Formale Ansätze

<sup>1</sup>Die englischen Begriffe sind Zitate aus Uschold und Grüninger (1996, S. 6).

<sup>2</sup>Zur Erinnerung: Ein konzeptuelles Modell ist eine in einem Informationssystem implementierte Ontologie, die eventuell implementationsbedingten Einschränkungen unterworfen wurde. Siehe auch die Definitionen in Abschnitt 3.2.1, Seite 17.

<sup>3</sup><http://www.daml.org>

<sup>4</sup><http://www.w3.org/2001/sw/WebOnt/>

<sup>5</sup>Ein Einführung mit Links zur offiziellen Empfehlung des W3-Konsortiums findet sich unter <http://www.w3.org/TR/rdf-primer>.

<sup>6</sup><http://www.w3.org/TR/rdf-schema>

<sup>7</sup>Häufig wird auch einfach zwischen *formalen* und *nicht-formalen* (engl. *informal*) Ontologien unterschieden. Vgl. z. B. Sowa (2000).

Während für die eigentliche Ontologie die Verwendung eines solch komplexen Formalismus sinnvoll sein kann, ist dies für das konzeptuelle Modell häufig nicht praktikabel. (Guarino und Welty, 2001) Hier besteht eine Möglichkeit darin, einen einfacheren Ontologieansatz zu verwenden, der den Laufzeitbedingungen besser entspricht. In diesem Sinne lässt sich argumentieren, dass eine Schlagwortliste ebenfalls bereits ein einfacher Ontologieansatz ist. Auch einen Thesaurus werde ich zu den Ontologieansätzen zählen, da es sich hierbei ebenfalls um eine Repräsentationsform für Begriffsmodelle handelt.<sup>8</sup>

Schlagwortliste  
und  
Thesaurus

Im Sinne einer deutlichen Trennung des Modells – der Ontologie – von dem, was es modelliert – der Konzeptualisierung eines Gegenstandsbereich –, werden die *Elemente einer Ontologie* hier konsequent als *x*-Elemente bezeichnet, wobei das *x* z. B. für „Begriffs“, „Beziehung“ usw. steht; also z. B. Begriffs-Element, Beziehungs-Element usw. Wenn von „Schlagwort“, „Beziehung“ usw. *ohne* angehängtem „-Element“ die Rede ist, dann ist damit gerade nicht die Ontologie, sondern immer die zugrunde liegende Konzeptualisierung gemeint. Da eine Konzeptualisierung ihrerseits ein Modell eines Gegenstandsbereichs ist, lässt sich auch etwas verkürzt sagen, dass ein Begriff in der Ontologie für einen Begriff im Gegenstandsbereich steht. Um zwischen den Begriffen in der Ontologie und den Begriffen der Konzeptualisierung – oder verkürzt: des Gegenstandsbereichs – deutlich zu unterscheiden, verwende ich [eckige Klammern] für Begriffe aus der Ontologie und «umgekehrt französische Anführungszeichen» für Begriffe der Konzeptualisierung. Im folgenden Abschnitt findet sich hierzu ein Beispiel.

Notation

Die unterschiedlichen Ontologieansätze verwenden auch unterschiedliche Bausteine. Einen Überblick gibt die Tabelle in Abbildung 5.1.

## Projektbezug

Die Beschreibung der einzelnen Elemente orientiert sich an DiBIS, dem Funktions-Thesaurus Keyword AAA und Topic Maps. Für Topic Maps gibt es Standards, die alle Sprachelemente festlegen. Für DiBIS und den Funktions-Thesaurus ist dies nicht der Fall. Der Funktions-Thesaurus hat jedoch große Ähnlichkeiten mit einem themenbasierten Thesaurus, wie er im *ISO-Standard für die Erstellung von monolingualen Thesauri*<sup>9</sup> beschrieben wird.<sup>10</sup> Die wesentlichen Unterschiede zwischen den beiden sind weniger formaler sondern vielmehr inhaltlicher Art: Ein Funktions-Thesaurus konzentriert sich auf Begriffe, die mit Geschäftsprozessen zu tun haben; ein themenbasierter Thesaurus besitzt diese Einschränkung nicht.

## 5.1 Begriffs-Element

Da Ontologien *begriffliche* Weltmodelle sind, wird in einer Ontologie die Welt in Form von *Begriffen* dargestellt. Jedes Ding in der Welt, welches für die Konzeptualisierung relevant

<sup>8</sup> Dies steht im Einklang mit der weiter oben bereits erwähnten Verwendungsweise des Ontologiebegriffs, die Welty u. a. (1999) beobachtet haben.

<sup>9</sup>(International Organization for Standardization, 1986a)

<sup>10</sup>Für eine Beschreibung der Unterschiede vgl. Robinson und Knight (1997).

	Schlagwort- katalog	(Funktions-) Thesaurus	(XML) Topic Map
Begriffs-Element	✓	✓	✓
Synonym- beziehung	✓	✓	✓
Generalisierung/ Spezialisierung	-	✓	✓
Definierbare Beziehungen	-	-	✓
Klassen	-	-	✓
Typisierte Beziehungen	-	-	TMCL
Weitere Elemente	-	-	✓

Abbildung 5.1: Übersicht über die Elemente der verschiedenen Ontologieansätze. TMCL steht für *Topic Map Constraint Language*.

ist, wird in der Ontologie durch einen Begriff repräsentiert. Daher muss ein Ontologieansatz mindestens die Möglichkeit bieten Begriffe darzustellen. Eine solche Darstellungsmöglichkeit nenne ich *Begriffselement*. Ein zu repräsentierender Begriff wird dabei in der Regel durch ein oder mehrere Wörter dargestellt.

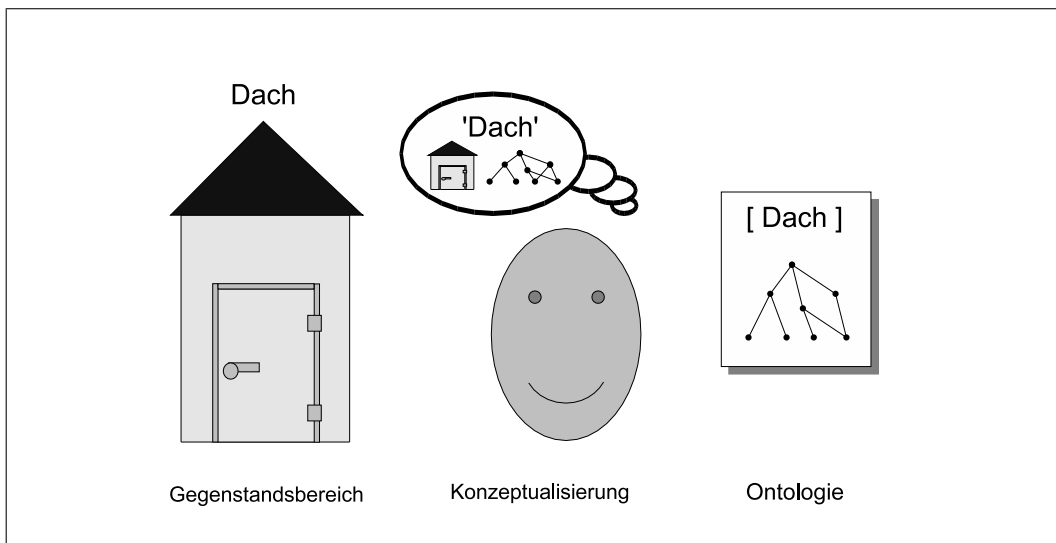


Abbildung 5.2: Unterscheidung von Dach, «Dach» und [Dach].

## Beispiel

Das Haus in Abbildung 5.2 besteht aus verschiedenen Teilen, z. B. einem Dach, einer Wand und einer Tür. Dies alles sind Gegenstände. Um über diese Gegenstände zu sprechen, benutzen wir Wörter. Die Wörter, mit denen wir Gegenstände bezeichnen und mit denen wir über sie sprechen, sind Teil der Konzeptualisierung des Hauses: «Dach», «Wand», «Fenster» und «Tür». Das Wort «Dach» ist Teil der Konzeptualisierung und steht für ein bestimmtes Ding im Gegenstandsbereich – nämlich für ein Dach. Um in einer Ontologie auf einen Begriff aus der Konzeptualisierung – und damit indirekt auch auf einen Gegenstand – zu verweisen, wird man in der Regel dasselbe Wörter verwenden, das bereits in der Konzeptualisierung verwendet wurde. Das «Dach» in der Konzeptualisierung wird in der Ontologie zu einem Begriffs-Element [Dach].

Andere Namen für das Begriffs-Element sind Schlagwort, Konzept, Thema oder auch Topic.

## „Scope Notes“: Anmerkungen und Erklärungen zur Verwendung

Wenn Ontologien von menschlichen Nutzern verstanden werden sollen, dann muss der Ontologieansatz eine Möglichkeit bieten, Anmerkungen und Notizen für beliebige Elemente einzufügen. Der Thesaurus-Standard sieht hierfür die sog. „Scope Notes“ (Abkürzung: SN) vor. Sie können zu jedem Begriffs-Element eines Thesaurus hinzugefügt werden und sollen Hinweise zur Verwendung und zur Bedeutung des jeweiligen Begriffs enthalten. Die Hinweise werden dabei in der Regel in einem für die jeweiligen Anwender verständlichen Prosatext verfasst.

## Projektbezug

Bei DiBIS und einem Thesaurus werden die Begriffs-Elemente lediglich implizit definiert – indem sie in einer Tabelle aufgeführt werden – und es gibt keine Hinweise zu ihrer Verwendung. Da alle Begriffe jedoch aus der Fachsprache der Verwaltung stammen, haben die für die Datenpflege zuständigen Mitarbeiter hiermit keine Probleme. Ihnen ist diese Sprache vertraut und sie benötigen keine weiter gehenden Hinweise.

DiBIS und  
Thesaurus

DiBIS benutzt für die Darstellung seines Schlagwortkatalogs eine Tabelle. Jeder Begriffe wird in einer eigenen Zeile eingetragen. Der ISO-Standard für Thesauri geht davon aus, dass ein Thesaurus in Form eines Buchs erstellt wird. Ein Beispiel für die Notation eines Thesaurus folgt im nächsten Abschnitt.

In einer Topic Map wird das Begriffs-Element *Topic* genannt. In einer XML Topic Map könnte ein *Topic* für den Begriff „Haus“ z. B. so aussehen:<sup>11</sup> XTM

```
<topic id="haus">
  <baseName>
    <baseNameString>Haus</baseNameString>
  </baseName>
```

<sup>11</sup>Dieses Beispiel setzt voraus, dass die grundlegende Syntax von XML vertraut ist. Es werden nur diejenigen Sprachelemente besprochen, die den XTM-Standard betreffen.

</topic>

Jedes <topic>-Element benötigt ein Attribut <id>, welches innerhalb der Topic Map eindeutig sein muss, aber ansonsten beliebig gewählt werden kann. Dieser Identifikator hat nur eine technische Bedeutung. In diesem Fall wurde `haus` gewählt, aber `abc` oder `1` wäre ebenfalls möglich gewesen. Der eigentliche Name für den Begriff wird als <baseNameString>-Element innerhalb eines <baseName>-Elements angegeben. Ein Begriffs-Element in einer Topic Map ist nicht auf einen Namen beschränkt, sondern es ist möglich, einem Begriffs-Element beliebig viele Namen zuzuordnen.<sup>12</sup>

Anmerkungen zur Verwendung von Begriffen, wie sie der Thesaurus in Form von Scope Notes vorsieht, sind im Standard für Topic Maps nicht vorgesehen.<sup>13</sup>

Im Folgenden wird auf die Darstellung der XML-Syntax von Topic Maps verzichtet, da es hier weniger um die konkrete Syntax der XML-Topic-Map-Spezifikation gehen soll. Stattdessen geht es hier um die dahinter stehenden Konzepte.

## 5.2 Einfache Beziehungs-Elemente

Gegenstände stehen in unterschiedlichen Beziehungen zueinander. Beispielsweise ruht das Dach eines Hauses in der Regel auf den Wänden. Um eine solche Beziehung in einer Ontologie abzubilden, muss der verwendete Ontologiestil über Beziehungs-Elemente verfügen.

### Hierarchische und nicht-hierarchische Beziehungs-Elemente

Man kann verschiedene Arten von Beziehungen unterscheiden. Die Beziehung zwischen den beiden Begriffen „Haus“ und „Mietshaus“ kann man z. B. als hierarchische Beziehung auffassen: Ein ist etwas allgemeineres als ein Mietshaus. Diese Art der Beziehung – bei denen ein Begriff einem anderem übergeordnet ist – wird hier „hierarchische Beziehung“ genannt. Entsprechend werde ich Beziehungen, bei denen die Begriffe als gleichberechtigt nebeneinander stehend aufgefasst werden, „nicht-hierarchische Beziehungen“ nennen.

Beispiel für eine nicht-hierarchische Beziehung ist die Beziehung zwischen den Begriffen „Fenster“ und „Tür“. Hier gibt es eine Beziehung zwischen den beiden Begriffen, denn sie sind beide Teile eines Hauses. Man wird aber nicht sagen wollen, dass das Fenster einer Tür über- oder untergeordnet ist. Wenn man, wie in diesem Fall, keinen der beiden Begriffe gegenüber dem anderen hervorhebt, dann fasst man die Beziehung zwischen den beiden als nicht-hierarchische Beziehung auf.

---

<sup>12</sup>Auf eine Verwendung hierfür wird weiter unten eingegangen.

<sup>13</sup>Eine Möglichkeit bestünde darin, eine eigene Beziehung zu erstellen, die einen Begriff mit einer Notiz verbindet.

## Hierarchische Beziehungen im Keyword AAA und bei DiBIS

Bei DiBIS werden jedem Verwaltungsfachbegriff ein oder mehrere umgangssprachliche Begriffe zugeordnet. Diese umgangssprachlichen Begriffe werden innerhalb von DiBIS als Synonyme der entsprechenden Fachbegriffe aufgefasst. Diese Zuordnung zwischen einem Fachbegriff und einem umgangssprachlichen Synonym lässt sich als Synonymbeziehung auffassen, z. B. [ist Fachbegriff für] und [ist umgangssprachlicher Ausdruck für].<sup>14</sup>

Synonymbeziehung

### Beispiel

Eine *Wohnberechtigungsbescheinigung* wird benötigt, um staatlich geförderten Wohnraum zu beziehen. Eine gebräuchliche umgangssprachliche Formulierung für Wohnberechtigungsbescheinigung lautet *§5-Schein*:

---

[Wohnberechtigungsbescheinigung] —[ist Fachbegriff für]→ [§5-Schein]  
[§5-Schein] —[ist umgangssprachlicher Ausdruck für]→ [Wohnberechtigungsbescheinigung]

---

Der ISO-Standard für themenbasierte Thesauri kennt eine ähnliche Synonymbeziehung unter dem Kürzel „USE“<sup>15</sup> und „UF“<sup>16</sup>. Die Synonymbeziehungen werden benutzt, um zwei Begriffe miteinander zu verbinden, die dieselbe Bedeutung haben sollen. In einem Thesaurus nach dem ISO-Standard wird dabei einer der beiden als der bevorzugte Begriff gekennzeichnet, d. h. als derjenige der statt eines anderen benutzt werden soll. So können z. B. die beiden Begriffe [Haus] und [Wohnstatt] in einer bestimmten Ontologie die gleiche Bedeutung haben. Nun muss einer der beiden Begriffe zum „bevorzugten Begriff“ bestimmt werden. Im Beispiel von Abbildung 5.3 c) ist es der Begriff [Haus].<sup>17</sup>

Die beiden anderen hierarchischen Beziehungen, die der ISO-Standard definiert sind die Generalisierungs- bzw. Spezialisierungsbeziehung. Eine *Generalisierungsbeziehung* kann verwendet werden vor, wenn bei zwei Begriffen der eine Begriff allgemeiner als der andere Begriff ist. „Haus“ ist beispielsweise ein allgemeinerer Begriff als „Mietshaus“. Abbildung 5.3 a) stellt ein solches Beziehungs-Element namens [ist allgemeiner als] dar. Die Beziehung in umgekehrter Richtung ergibt sich in diesem Fall fast von selbst. Denn wenn „Haus“ allgemeiner ist als „Mietshaus“, dann gilt auch umgekehrt, dass „Mietshaus“ spezieller ist als „Haus“. (Abbildung 5.3 b) Der ISO-Standard verwendet für diese beiden Beziehungen

Generalisierung  
und Spezialisierung

---

<sup>14</sup>In DiBIS sind diese Beziehungen weder explizit vorhanden noch tragen sie die hier verwendeten Bezeichnungen. Stattdessen verwendet DiBIS intern eine Tabelle mit Fachbegriffe und zugeordneten Synonymen. Die hier verwendete explizite Darstellung in Form von Beziehungs-Elementen dient einer einheitlichen Darstellung der unterschiedlichen Ontologieansätze.

<sup>15</sup>Englisch für „benutze“

<sup>16</sup>Abkürzung für *Used For*.

<sup>17</sup>Der ISO-Standard sieht keine Möglichkeit vor, eine Synonymbeziehung zu verwenden, ohne gleichzeitig einen der beiden Begriffe als den bevorzugten Begriff auszuzeichnen. Hierzu wäre eine nicht-hierarchische Synonymbeziehung notwendig.



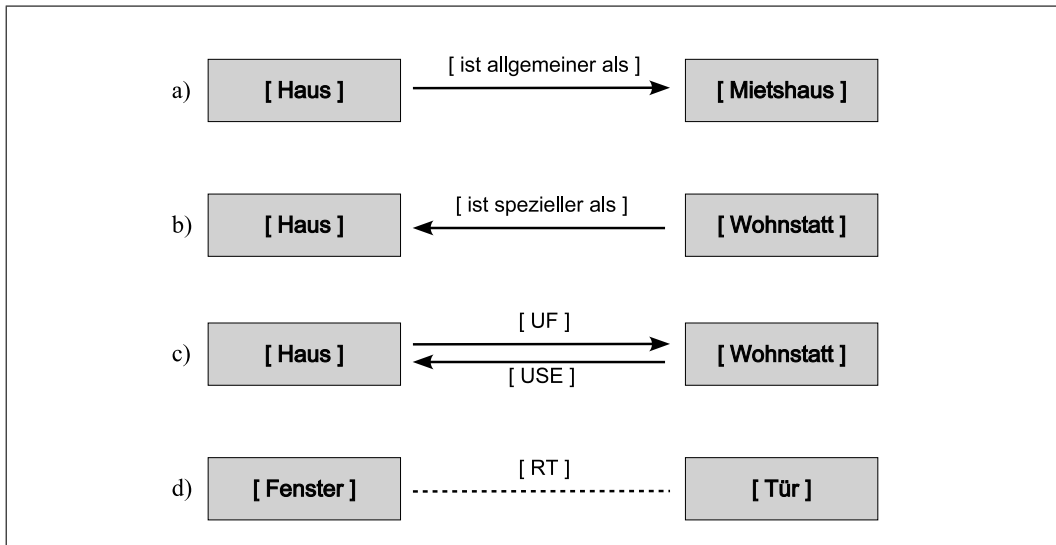


Abbildung 5.3: a), b) und c) sind Beispiele für hierarchische Beziehungen.

bestimmte Kürzel. „NT“<sup>18</sup> steht für die Spezialisierungsbeziehung und „BT“<sup>19</sup> für die Generalisierungsbeziehung.

### Nicht-hierarchische Beziehung im Thesaurus

Die letzte Beziehung des ISO-Standards ist eine nicht-hierarchische Beziehung. In einem Nachschlagewerk wird häufig mit dem Hinweis „siehe auch unter ...“ auf einen anderen Eintrag verwiesen. Diese Art von Verweis sieht auch der ISO-Standard vor.<sup>20</sup> Hierbei wird keiner der beiden beteiligten Begriffe gegenüber dem anderen hervorgehoben, da es sich um eine nicht-hierarchische Beziehung handelt. Die Position der Begriffe in einer Beziehung ist also austauschbar. In der grafischen Darstellung wird auf einen Richtungspfeil verzichtet. (Abbildung 5.3 d)

„Related Term“

### Beziehungen in einer Topic Map

Man kann die Spezialisierungsbeziehung und die Generalisierungsbeziehung als zwei verschiedene Blickwinkel auf ein und dieselbe Beziehung betrachten. In der einen Richtung (vom Allgemeinen zum Speziellen) spricht man von einer Spezialisierung, in der anderen Richtung von einer Generalisierung. In einer Topic Map gibt es bei Beziehungs-Elementen keine Richtung. Daher wird für das Beziehungspaar Spezialisierung/Generalisierung in einer Topic Map nur ein Beziehungselement benötigt. Dieses Beziehungselement drückt

Rolle statt Richtung

<sup>18</sup>Abkürzung für *Narrower Term*.

<sup>19</sup>Abkürzung für *Broader Term*.

<sup>20</sup>Die Abkürzung lautet „RT“ und steht für *Related Term*.

beide Richtungen aus, indem es den beteiligten Begriffs-Elementen jeweils eine *Rolle* in der Beziehung zuweist. Etwas kompliziert formuliert kann die oben erwähnte Beziehung zwischen [Haus] und [Mietshaus] in einer Topic so ausgedrückt werden: *[Haus] und [Mietshaus] stehen in einer [ist spezieller als]-Beziehung, wobei [Haus] die Rolle [Genereller Begriff] und [Mietshaus] die Rolle [Spezieller Begriff] übernimmt.*<sup>21</sup>

### 5.3 Definierbare Beziehungs-Elemente

Der ISO-Standard für Thesauri definiert die fünf vorgestellten Beziehungen (NT, BT, USE, UF und RT). Andere Beziehungen sind in einem Thesaurus nicht vorgesehen. Man kann in einem Thesaurus also nicht beliebige Beziehungen verwenden, sondern ist auf die fünf vorgegebenen beschränkt.<sup>22</sup> Einige Ontologieansätze erlauben jedoch die Definition von eigenen Beziehungs-Elementen. Wie bei den Begriffs-Elementen wählt man einen Namen für eine Beziehung und verwendet dieses neue Beziehungs-Element dann in der Ontologie.

#### Beispiel

Weiter oben wurde bereits mehrfach eine Beziehung verwendet, die „ist Teil von“ genannt wurde. Diese Beziehung soll ausdrücken, dass etwas, für das ein Begriff in der Ontologie steht, Teil von etwas Anderem ist, für das ein anderer Begriff in der Ontologie steht: Tür und Wand sind Teil eines Hauses.

---

[Tür]	—[ist Teil von]→	[Haus]
[Wand]	—[ist Teil von]→	[Haus]

---

### Definierbare Beziehungs-Elemente in einer Topic Map

In den Beispielen wurden bisher ausschließlich Beziehungs-Elemente zur Verbindung von zwei Begriffs-Elementen verwendet. Solche Beziehungen nennt man auch 2-stellige Beziehungen. In einer Topic Map sind auch mehrstellige Beziehungs-Elemente möglich. So können mit einem einzigen Beziehungs-Element beliebig viele Begriffs-Elemente verbunden werden.

### 5.4 Klassen von Elementen

Klassen sind ein nützliches Konzept zur Einteilung von Individuen in verschiedene Mengen. In der Logik ist eine Klasse eine Menge von Individuen, die mindestens eine gemeinsame

---

<sup>21</sup>Der Name der Beziehung [ist spezieller als] hätte auch [ist allgemeiner als] lauten können. Tatsächlich sehen Topic Maps die Möglichkeit vor, einer Beziehung mehrere Namen zu geben, die jeweils in einem anderen Kontext verwendet werden sollen. (Vgl. TopicMap.org, 2001, Abschnitt 3.7.1)

<sup>22</sup>In einem Funktions-Thesaurus gibt es eine weitere Einschränkung. Hier sind nur drei Hierarchieebenen erlaubt: „Keywords“, „Activity Descriptors“ und „Subject Descriptors“. Siehe hierzu auch Abschnitt 4.3.

Eigenschaft besitzen. Prechtl und Burkard (1996, S. 255) Eine Klasse  $K$  ist eine Unterklasse von einer Klasse  $G$ , wenn alle Individuen von  $K$  auch Individuen von  $G$  sind, aber nicht umgekehrt. Auf diese Weise lassen sich Klassen in einer Hierarchie anordnen. Diese Klassenhierarchie basiert auf einer Klasse/Unterklasse-Beziehung, die jeweils zwei Klassen miteinander verbindet. Individuen sind die Mitglieder einer Klasse. In der Informatik werden die Mitglieder einer Klasse auch Instanzen genannt. Diese Konzepte sind ebenfalls auf Ontologien anwendbar.

## Klassen in einer Topic Map

In einer Topic Map können sowohl Begriffs- als auch Beziehungs-Elemente Mitglied einer oder mehrerer Klassen sein. Der XTM-Standard definiert im Zusammenhang mit Klassen und Instanzen die folgenden Konzepte:

- Die Beziehung `class-instance` mit den beiden Rollen `class` und `instance`.
- Die Beziehung `superclass-subclass` mit den beiden Rollen `superclass` und `subclass`.

Klassen werden in einer Topic Map also nicht durch ein spezielles „Klassen-Element“ ausgedrückt, sondern werden mithilfe der `class-instance`-Beziehung formuliert.<sup>23</sup> Daher kann jedes Begriffs-Element einer Topic Map sowohl die Rolle einer Klasse als auch die Rolle einer Instanz übernehmen. Klassen und Instanzen sind in einer Topic Map also nicht scharf voneinander getrennt, wie dies z. B. in der objektorientierten Programmiersprachen üblich ist.

## 5.5 Weitere Möglichkeiten

Die bisher vorgestellten Elemente finden sich in vielen Ontologieansätzen und gehören zu den grundlegenden Strukturierungsmöglichkeiten von Begriffsmodellen. Das Topic-Map-Konzept kennt noch ein weiteres Element: „Scope“<sup>24</sup>. Darüber hinaus soll noch kurz auf diejenigen Elemente eingegangen werden, die für eine einfache automatische Konsistenzprüfung notwendig wären.

### Scope

In einer Topic Map kann jedes Element mit einem speziellen Scope-Element versehen werden. Ein solches Scope-Element schränkt den Geltungsbereich des Elements ein, dem es zugeordnet wurde. Weiter oben wurde bereits erwähnt, dass ein Begriffs-Element in einer

---

<sup>23</sup>Da die Formulierung einer Beziehung zwischen zwei Element etwas umständlich ist gibt es für die `class-instance`-Beziehung eine syntaktische Kurzschreibweise: Man definiert eine Instanz, indem man `<instanceOf>Name der Klasse</instanceOf>` angibt.

<sup>24</sup>in etwa: Geltungsbereich

Topic Map nicht auf genau einen Namen beschränkt ist, sondern dass man ihm beliebig viele Namen zuordnen kann. Zusammen mit dem Scope-Element eröffnet sich damit die Möglichkeit, mehrere Perspektiven in einer einzigen Topic Map darzustellen. Eine Anwendungsmöglichkeit, die der XTM-Standard erwähnt, ist z. B. eine mehrsprachige Topic Map. Man würde dann den einzelnen Begriffs-Elementen einer mehrsprachigen Topic Map einen Namen zuordnen, für jede Sprache die die Topic Map enthalten soll. Die Sprache eines Namens wird dabei jeweils mit einem Scope-Element angegeben.

## Typisierte Beziehungs-Elemente und Klassen

Klassen wurden bereits weiter oben vorgestellt. Neben der Vererbung von Eigenschaften bieten Klassen bei der Modellierung von Ontologien einen besonderen Vorteil, wenn sie zusammen mit *typisierten* Beziehungs-Elementen verwendet werden. Die Idee dabei ist, dass für ein Beziehungs-Element festgelegt wird, welche Klassen von Begriffs-Elementen mit einem solchen Beziehungs-Element verbunden werden dürfen. Eine geeignete Software kann eine in einem solchen Ontologieansatz vorliegende Ontologie auf Konsistenz anhand der Klassen- und Beziehungsdefinitionen überprüfen.

### Beispiel

Ein Ausschnitt einer Ontologie über die Vermietung von Gebäuden könnte folgende Klassen und Beziehungs-Elemente definieren:

- Es gibt eine Klasse namens [Gebäude].
- Es gibt eine Klasse namens [Person].
- Es gibt ein Beziehungs-Element namens [X mietet Y von Z], wobei X und Z der Klasse [Person], und Y der Klasse [Gebäude] angehören müssen.

Eine Wissensbasis, die auf dieser Ontologie aufbaut, kann z. B. die folgenden Instanzen enthalten:

- Es gibt ein Begriffs-Element namens [Haus Nr. 1].
- Es gibt ein Begriffs-Element namens [Haus Nr. 2].
- Es gibt ein Begriffs-Element namens [Frau Schmidt].
- Es gibt ein Begriffs-Element namens [Frau Müller].
- [Haus Nr. 1] ist Mitglied der Klasse [Gebäude].
- [Haus Nr. 2] ist Mitglied der Klasse [Gebäude].
- [Frau Schmidt] ist Mitglied der Klasse [Person].
- [Frau Müller] ist Mitglied der Klasse [Person].
- [Frau Schmidt], [Haus Nr. 1] und [Frau Müller] stehen in der [X mietet Y von Z]-Beziehung, wobei [Frau Schmidt] die Rolle von X, [Haus Nr. 1] die Rolle von Y und [Frau Müller] die Rolle von Z übernimmt.
- [*Haus Nr. 1*], [*Haus Nr. 2*] und [*Frau Müller*] stehen in der [X mietet Y von Z]-Beziehung, wobei [*Haus Nr. 1*] die Rolle von X, [*Haus Nr. 2*] die Rolle von Y und [*Frau Müller*] die Rolle von Z übernimmt.

Die letzte Instanz ist fehlerhaft, da X kein Element der Klasse [Person] ist ([Haus Nr. 1] ist nämlich ein Element der Klasse [Gebäude]). Ein IT-System könnte anhand der Definitionen in der Ontologie und der Wissensbasis diesen Fehler erkennen oder von vorne herein vermeiden helfen, indem z. B. in der Benutzeroberfläche für X nur eine Auswahlliste mit Elementen der Klasse [Person] angeboten wird.

## 6 Zusammenfassung und Ausblick

In dieser Arbeit habe ich das Thema Ontologien aus einem Blickwinkel betrachtet, der sich aus meiner Mitarbeit im Projekt des Kieler Innenministeriums ergeben hat. Dabei habe ich mich in den ersten Kapiteln darauf konzentriert, den Ontologiebegriff in seiner Verwendung in der Informatik zu klären. Wie sich gezeigt hat, entspricht dabei der Sprachgebrauch nicht den in der Informatik verbreiteten Definitionen. Ich habe diesem Text daher eine eigene schwächere Definition zugrunde gelegt. Außerdem habe ich begrifflich zwischen einer Ontologie und ihrer Repräsentationsform – dem Ontologieansatz – unterschieden. In einem weiteren Kapitel habe ich Ontologien aus einer produkt- und einer prozessorientierten Sicht betrachtet. Abschließend habe ich im letzten Kapitel einige Ontologieansätze genauer vorgestellt. Dabei standen die gemeinsamen Bausteine der unterschiedlich komplexen Ansätze im Mittelpunkt.

Zusammenfassung

In Zukunft werden Ontologien vermutlich noch an Bedeutung gewinnen. Vor allem die *Semantic Web*-Initiative des W3-Konsortiums treibt die Entwicklung dieser „semantischen Technologien“ voran. Damit wird auch der Einsatz von ontologiebasierten Anwendungen zunehmen und mit ihr die Notwendigkeit für Methoden der Ontologieentwicklung.

Ausblick

Wie aber gelangt man vom Wissen der relevanten Praxisgemeinschaften zu einer angemessenen Ontologie und weiter zu einem konzeptuellen Modell für eine konkrete Anwendung? Hierzu bedarf es einer durchgehenden Methode, die sowohl die Erstellung der Ontologie als auch den Prozess der Softwareentwicklung von ontologiebasierten Anwendungen umfasst. Eine solche durchgehende *Ontologieentwicklungsmethode* ist bisher nicht zu erkennen – das gilt zumindest für die von mir gesichtete Literatur. Die in Abschnitt 4.3 angesprochenen Methoden beziehen sich lediglich auf Teile dieses Gesamtprozesses, lassen andere jedoch unterwähnt.

Die folgenden offenen Fragen halte ich für wichtig auf dem Weg zu einer solchen Ontologieentwicklungsmethode:

- Wie kann das Wissen einer Praxisgemeinschaft in eine Ontologie überführt werden?
- Welche Kriterien können zur Evaluierung der Ontologie herangezogen werden?
- Wie beeinflussen sich die Prozesse der Ontologie- und Softwareentwicklung gegenseitig?
- Wie wirken sich Veränderungen der Ontologie aus und wie kann mit ihnen umgegangen werden?

Ähnliche Fragen haben sich bereits im Bereich der Softwareentwicklungsmethoden gestellt. Softwareentwicklungsmethoden sind daher aus meiner Sicht in besonderer Weise als Ausgangspunkt für die Suche nach einer Ontologieentwicklungsmethode geeignet.

# Literaturverzeichnis

- [Australisches Nationalarchiv a] AUSTRALISCHES NATIONALARCHIV: *AGIFT Overview*. Erreichbar unter: [http://www.naa.gov.au/recordkeeping/gov\\_online/agift/summary.html](http://www.naa.gov.au/recordkeeping/gov_online/agift/summary.html). – Zugriff vom 6.1.2002.
- [Australisches Nationalarchiv b] AUSTRALISCHES NATIONALARCHIV: *Developing a functions thesaurus*. Erreichbar unter: [http://www.naa.gov.au/recordkeeping/control/functions\\_thesaur/intro.html](http://www.naa.gov.au/recordkeeping/control/functions_thesaur/intro.html). – Zugriff vom 6.1.2002.
- [Australisches Nationalarchiv 2002] AUSTRALISCHES NATIONALARCHIV: *Archives Advice 58: Australian Standard for Records Management – AS ISO 15489*. Erreichbar unter: <http://www.naa.gov.au/recordkeeping/rkpubs/advices/advice58.html>. 2002. – Zugriff vom 8.5.2003.
- [Biezunski 2002] BIEZUNSKI, Michel: Introduction to the Topic Map Paradigm. In: PARK, Jack (Hrsg.) ; HUNTING, Sam (Hrsg.): *XML Topic Maps: Creating and Using Topic Maps for the Web*. Boston, Massachusetts : Addison-Wesley Professional, 2002
- [Dublin Core Metadata Initiative 2002] DUBLINC CORE METADATA INITIATIVE: *Dublin Core Metadata Element Set, Version 1.1: Reference Description*. Erreichbar unter: <http://dublincore.org/documents/1999/07/02/dces/>. 2002. – Zugriff vom 6.1.2002.
- [Ferber 1998] FERBER, Rafael (Hrsg.): *Philosophische Grundbegriffe – Eine Einführung*. München : Beck'sche Reihe, 1998
- [Fernández López und Gómez-Pérez 2001] FERNÁNDEZ LÓPEZ, M. ; GÓMEZ-PÉREZ: *METHONTOLOGY*. Erreichbar unter: <http://www.ontoweb.org/workshop/ontoweb2/slides/methontosig3.pdf>. 2001. – Zugriff vom 6.4.2003. Vortrag auf dem OntoWeb2-Workshop in Amsterdam, 6.-8. Dezember 2001.
- [Flick 2000] FLICK, Uwe: *Qualitative Forschung – Theorie, Methoden, Anwendung in Psychologie und Sozialwissenschaften*. Reinbek bei Hamburg : Rowohlt Taschenbuch Verlag, 2000
- [Floyd 1987] FLOYD, Christiane: Outline of a Paradigm Change in Software Engineering. In: BJERKES, G. (Hrsg.) ; EHN, P. (Hrsg.) ; KYNG, M. (Hrsg.): *Computers and*



- Democracy – a Scandinavian Challenge*. Aldershot, England : Gower Publishing Company Ltd., 1987
- [Freese 2002] FREESE, Eric: Topic Maps and RDF. In: PARK, Jack (Hrsg.) ; HUNTING, Sam (Hrsg.): *XML Topic Maps: Creating and Using Topic Maps for the Web*. Boston, Massachusetts : Addison-Wesley, 2002
- [Gruber 1993] GRUBER, T. R.: Towards Principles for the Design of Ontologies Used for Knowledge Sharing. In: GUARINO, N. (Hrsg.) ; POLI, R. (Hrsg.): *Formal Ontology in Conceptual Analysis and Knowledge Representation*. Deventer, The Netherlands : Kluwer Academic Publishers, 1993. – Zugriff vom 20.7.2002.
- [Guarino 1998] GUARINO, Nicola: Formal Ontology and Information Systems. In: *Formal Ontology in Information Systems*, 1998, S. 3–15
- [Guarino und Welty 2001] GUARINO, Nicola ; WELTY, Christopher A.: Supporting ontological analysis of taxonomic relationships. In: *Data And Knowledge Engineering* 39 (2001), Nr. 1, S. 51–74. – Zugriff vom 12.11.2002.
- [Guarino und Welty 2002] GUARINO, Nicola ; WELTY, Christopher A.: Evaluating ontological decisions with OntoClean. In: *Communications of the ACM* 45 (2002), Nr. 2, S. 61–65. – Zugriff vom 12.11.2002.
- [Hillman 2002] HILLMAN, Diane: *Using Dublin Core*. Erreichbar unter: <http://dublincore.org/documents/usageguide/>. 2002. – Zugriff vom 6.1.2002.
- [Hoy 1998] HOY, Marian: *Understanding Government Terminology – Natural language searching and Government thesauri*. Erreichbar unter: <http://www.naa.gov.au/recordkeeping/rkpubs/advices/advice33.html>. 1998. – Zugriff vom 10.10.2002.
- [International Organization for Standardization 1986a] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION: *ISO 2788:1986 Documentation – Guidelines for the establishment and development of monolingual thesauri*. 1986
- [International Organization for Standardization 1986b] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION: *ISO 8879:1986 Information Processing – Text and Office Systems – Standard Generalized Markup Language (SGML)*. 1986
- [International Organization for Standardization 2001] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION: *ISO 13250:2000 Information Technology – Topic Maps*. Erreichbar unter: <http://www.y12.doe.gov/sgml/sc34/document/0129.pdf>. 2001. – Zugriff vom 6.1.2002.

- [Klischewski und Ukena 2002] KLISCHEWSKI, Ralf ; UKENA, Stefan: *Einsatz von Ontologien und Metamodellen für das übergreifende Dokumenten- und Informationsmanagement als Grundlage für e-Government*. Forschungsbericht an das Land Schleswig Holstein, vertreten durch das Innenministerium. Juni 2002
- [Lee und Mizoguchi 1998] LEE, Maria ; MIZOGUCHI, Riichiro: *Ontology Models for Supporting Exploratory Information Needs*. In: *Structures and relations in knowledge organization: Proceedings of the 5th International ISKO Conference*, 1998. – Zugriff vom 10.2.2002.
- [Lektorat des B.I.-Wissenschaftsverlags 1993] LEKTORAT DES B.I.-WISSENSCHAFTSVERLAGS (Hrsg.): *Duden Informatik: Ein Sachlexikon für Studium und Praxis*. Mannheim : Dudenverlag, 1993
- [Maedche u. a. 2003] MAEDCHE, A. ; MOTIK, B. ; STOJANOVIC, L. ; STUDER, R. ; VOLZ, R.: *An Infrastructure for Searching, Reusing and Evolving Distributed Ontologies*. In: *Proceedings of the Twelfth International World Wide Web Conference in Budapest*, 2003. – Zugriff vom 21.4.2003.
- [Maier u. a. 2003] MAIER, Andreas ; AGUADO, J. ; BERNARAS, A. ; LARESGOITI, I. ; PEDINACI, C. ; PEÑA, N. ; SMITHERS, T.: *Whitepaper: Integration with Ontologies*. (2003). – Zugriff vom 19.4.2003.
- [Newcomb u. a. 2003] NEWCOMB, Steven R. ; HUNTING, Sam ; ALGERMISSEN, Jan ; DURUSAU, Patrick: *Reference Model for ISO 13250 Topic Maps (RM4TM) – Editor's Draft, Version 2.60 vom 28.5.2003*. Erreichbar unter: <http://www.isotopicmaps.org/tmmm/TMMM-latest.html>. 2003. – Zugriff vom 26.4.2003.
- [Oppermann u. a. 2001] OPPERMANN, Henrik ; SCHNURR, Hans-Peter ; STUDER, Rudi: *Die Bedeutung von Ontologien für das Wissensmanagement*. In: *wissensmanagement* (2001), Nr. 6, S. 33–36
- [Pechtl und Burkard 1996] PRECHTL, Peter (Hrsg.) ; BURKARD, Franz-Peter (Hrsg.): *Metzler Philosophie Lexikon*. Verlag J. B. Metzler, 1996
- [Robinson 1997] ROBINSON, Catherine: *Records control and disposal using functional analysis*. Erreichbar unter: <http://www.records.nsw.gov.au/publicsector/rk/classification/record~1.htm>. 1997. – Zugriff vom 8.5.2003.
- [Robinson und Knight 1997] ROBINSON, Catherine ; KNIGHT, Janet: *Contemporary Recordkeeping: The Records Management Thesaurus – Response*. (1997). – Zugriff vom 6.1.2002.

- [Smith und Welty 2001a] SMITH, Barry ; WELTY, Christopher: Forword. In: SMITH, Barry (Hrsg.) ; WELTY, Christopher (Hrsg.): *Formal Ontology in Information Systems 2001*, ACM Press, 2001
- [Smith und Welty 2001b] SMITH, Bary ; WELTY, Christopher: FOIS Introduction – Ontology: Towards a new Synthesis. In: *Formal Ontology in Information Systems 2001*, 2001, S. iii–ix
- [Sowa 2000] SOWA, John F.: *Knowledge Representation: Logical, Philosophical, and Computational Foundations*. Erreichbar unter: <http://users.bestweb.net/~sowa/ontology/>. 2000. – Zugriff vom 26.4.2003.
- [Staab 2002] STAAB, Steffen: Wissensmanagement mit Ontologien und Metadaten. In: *Informatik Spektrum* 25 (2002), Nr. 3, S. 194–209
- [TopicMap.org 2001] TOPICMAP.ORG: *XML Topic Maps (XTM) 1.0*. Erreichbar unter: <http://www.topicmaps.org.xtm/index.html>. 2001. – Zugriff vom 5.5.2002.
- [Ukena 2002] UKENA, Stefan: *Persönliches Interview mit Friedhelm Kruse, dem Leiter des DiBIS-Projekts, Februar 2002*. Unveröffentlicher Interviewmitschnitt. 2002
- [Uschold und Grüninger 1996] USCHOLD, Mike ; GRÜNINGER, Michael: Ontologies: principles, methods, and applications. In: *Knowledge Engineering Review* 11 (1996), Nr. 2, S. 93–155
- [Welty u. a. 1999] WELTY, C. ; LEHMANN, F. ; GRUNINGER, G. ; USCHOLD, M.: *Ontology: Expert Systems All Over Again?* Erreichbar unter: <http://www.cs.vassar.edu/faculty/welty/aaai-99/>. 1999. – Invited panel at AAAI-99: The National Conference on Artificial Intelligence. Austin, Texas.
- [Widhalm und Mück 2001] WIDHALM, Richard (Hrsg.) ; MÜCK, Thomas (Hrsg.): *Topic Maps. Semantische Suche im Internet*. Springer-Verlag, 2001
- [Zúñiga 2001] ZÚÑIGA, Gloria L.: Ontology: Its Transformation From Philosophy to Information Systems. In: *Formal Ontology in Information Systems 2001*, 2001, S. 187–197