

Zur Erlangung des akademischen Grades eines  
Doktors der Wirtschaftswissenschaften (Dr. rer. pol.)  
von der Fakultät für Wirtschaftswissenschaften  
der Universität Fridericiana zu Karlsruhe  
genehmigte Dissertation.

**Dissertation**

**Ontologiebasierte  
Gestaltung und Umsetzung  
von Wissensmanagementsystemen**

von

Dipl.-Inf. Jens Hartmann

Tag der mündlichen Prüfung 27.02.2007

Referent: Prof. Dr. Rudi Studer  
Korreferent: Prof. Dr. Hagen Lindstädt



Meiner Familie.



# Kurzfassung

In der vorliegenden Dissertation wird eine ontologiebasierte Konzeption zur Gestaltung und Umsetzung von Wissensmanagementsystemen entwickelt und anhand ausgewählter Anwendungsszenarien vorgestellt.

In der industriellen Praxis konnte sich der Einsatz von Wissensmanagementmethoden und den unterstützenden Informationssystemen als entscheidender Wettbewerbsfaktor etablieren. Zur Modellierung und Repräsentation von Wissen sind gerade in den letzten Jahren innovative Ansätze, insbesondere im Zusammenhang mit Forschungen im Bereich von *Ontologien* und dem *Semantic Web*, entwickelt worden. Für die Konzeption und die Umsetzung von Wissensmanagementsystemen auf der Grundlage von Ontologien haben sich jedoch bislang keine befriedigenden Lösungen herausgebildet, die es erlauben den veränderten Rahmenbedingungen im Sinne einer ganzheitlichen Informationssystemmodellierung Rechnung zu tragen.

In diesem Zusammenhang wird ein Bezugsrahmen für eine *ontologiebasierte Gestaltung von Wissensmanagementsystemen* entwickelt und eine Konzeption zur *ontologiebasierten Modellbildung* vorgestellt. Darauf aufbauend wird das *Metamodell ONTOCUBE* beschrieben, welches auf der Metapher zur Analyse und Strukturierung multidimensionaler Datenstrukturen beruht. Das Metamodell eignet sich dabei zur strategischen Gesamtplanung als auch zur Gestaltung einzelner Wissensmanagementanwendungen. Darüber hinaus lässt es sich als Bewertungsmodell für bestehende Wissensmanagementsysteme einsetzen. Die Modellkonzeption beseitigt typische Restriktionen und Probleme bestehender Ansätze und ermöglicht eine formale Gestaltung und Umsetzung von Wissensmanagementsystemen in Organisationen.

Die vorliegende Arbeit untersucht in diesem Zusammenhang Möglichkeiten und Grenzen der elektronischen Wissensgenerierung, -diffusion und -nutzung in Organisationen. Dazu werden unterstützende *Systeme und Werkzeuge* für das Wissensmanagement vorgestellt, die einen praktischen Anwendungsbezug herstellen und den Nutzen einer ontologiebasierten Modellbildung in der Praxis aufzeigen. Das entwickelte Metamodell ONTOCUBE dient dabei als Grundlage und Rahmen zur Entwicklung konkreter Wissensmanagementlösungen. Diesbezüglich werden entwickelte Anwendungen für die Wissensidentifikation und -generierung sowie Wissensportale im Kontext einer optimierten Wissensnutzung vorgestellt. Der Wissensaustausch zwischen den entwickelten Systemen wird durch das entwickelte *Ontologie-Metadaten-Vokabular (OMV)* unterstützt.



# Danksagungen

Diese Dissertation ist das Ergebnis meiner Arbeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Angewandte Informatik und Formale Beschreibungsverfahren (AIFB) an der Universität Karlsruhe (TH). Eine Vielzahl an Personen hat mich in dieser Zeit unterstützt und so zum Erfolg dieser Arbeit beigetragen.

Meinem Doktorvater Herrn Prof. Dr. Rudi Studer gilt mein größter Dank und Respekt. Er gab mir die erforderliche Freiheit und die notwendige Unterstützung für meine Arbeit. Herrn Prof. Dr. Hagen Lindstädt möchte ich für die Übernahme des Zweitgutachtens und für wesentliche Ergänzungen danken, die diese Arbeit durch seine Anmerkungen erhalten hat.

Dr. Andreas Abecker hat mich mit vielen fruchtbaren Diskussionen, Offenheit für neue Ideen und fachkundigen Kommentaren in hervorragender Weise unterstützt. Durch konstruktive und produktive Gespräche mit Dr. York Sure konnte sich meine Arbeit kontinuierlich weiterentwickeln.

Dank gilt ferner dem gesamten *Semantic Karlsruhe Team*, bestehend aus Kollegen vom AIFB, dem Forschungs-Zentrum Informatik (FZI) und der ontoprise GmbH, in dem jeder Einzelne zu einer ganz besonderen und inspirierenden Arbeitsatmosphäre beigetragen hat.

Diese Dissertation beruht auf einem intensiven Austausch im Rahmen nationaler und internationaler Forschungsprojekte mit vielen kompetenten Gesprächspartnern, die in zahlreichen Diskussionen, durch den Ausdruck ihrer Sichtweise, einen wesentlichen Teil zu dieser Arbeit beigetragen haben. Daher gilt mein Dank allen Kollegen aus den Forschungsprojekten OntoWeb, SemIPort, SEKT und Knowledge Web.

Besonderer Dank gilt natürlich meinen Eltern, Cornelia und Rainer, und meinem Bruder, Lars, die mich all die Jahre unterstützt und diese Arbeit erst ermöglicht haben. Nicht zuletzt muß ich mich bei meiner Freundin Astrid Krause für ihre Unterstützung und ihr Verständnis bedanken.

Dezember 2006, Karlsruhe

Jens Hartmann



# Inhaltsverzeichnis

<b>Kurzfassung</b>	<b>v</b>
<b>Danksagungen</b>	<b>vii</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1 Motivation . . . . .	1
1.2 Ziele und Abgrenzung . . . . .	3
1.3 Wesentliche Beiträge . . . . .	5
1.4 Thematische Einordnung . . . . .	10
1.5 Aufbau der Arbeit . . . . .	11
<b>I Grundlagen</b>	<b>13</b>
<b>2 Terminologische Grundlagen</b>	<b>15</b>
2.1 Der Wissensbegriff . . . . .	15
2.2 Der Organisationsbegriff . . . . .	18
2.3 Der Managementbegriff . . . . .	21
2.3.1 Informationsmanagement . . . . .	21
2.3.2 Wissensmanagement . . . . .	24
2.4 Der Modellbegriff . . . . .	26
2.5 Der Ontologiebegriff . . . . .	27
2.6 Der Systembegriff . . . . .	31
<b>3 Wissen</b>	<b>35</b>
3.1 Wissen aus theoretischer Sicht . . . . .	35
3.1.1 Epistemologische Betrachtungen . . . . .	35
3.1.2 Die japanische Geistesgeschichte . . . . .	37
3.2 Wissen in der Informatik . . . . .	38
3.2.1 Typische Kategorisierungen . . . . .	38
3.2.2 Das Semantic Web und die Web Ontology Language . . . . .	40
3.2.3 Weitere Anwendungsgebiete . . . . .	43
3.2.4 Verwandte Modellierungsverfahren . . . . .	43
3.3 Resümee . . . . .	47
<b>4 Wissensmanagement</b>	<b>49</b>

4.1	Modelle für das Wissensmanagement . . . . .	49
4.1.1	Die Wissensschaffung in Organisationen . . . . .	49
4.1.2	Die Wissensbausteine . . . . .	53
4.1.3	Weitere Modelle . . . . .	57
4.2	Wissensbarrieren . . . . .	58
4.3	Technologische Unterstützung . . . . .	58
4.3.1	Datenorientierte Systeme . . . . .	58
4.3.2	Inhaltsorientierte Systeme . . . . .	61
4.3.3	Wissensorientierte Systeme . . . . .	62
4.3.4	Prozessorientierte Systeme . . . . .	63
4.3.5	Gruppenorientierte Systeme . . . . .	63
4.3.6	Weitere Systeme . . . . .	64
4.4	Resümee . . . . .	65
<b>5</b>	<b>Wissensmanagementsysteme</b>	<b>67</b>
5.1	Einleitung . . . . .	67
5.2	Typische Anforderungen . . . . .	69
5.2.1	Formale Anforderungen . . . . .	69
5.2.2	Sachliche Anforderungen . . . . .	71
5.3	Ausgewählte Modelle und Architekturen . . . . .	73
5.3.1	Architektur integrierter Informationssysteme (ARIS) . . . . .	73
5.3.2	Architektur integrierter WMS nach Riempp . . . . .	75
5.3.3	Architektur nach Maier . . . . .	76
5.3.4	Business Knowledge Management (BKM) . . . . .	77
5.3.5	Common-KADS . . . . .	78
5.3.6	Semantisches Objektmodell (SOM) . . . . .	79
5.3.7	Knowledge Modeler Description Language (KMDL) . . . . .	80
5.3.8	Enterprise Knowledge Medium Referenzmodell . . . . .	80
5.3.9	Ovum WM-Architektur . . . . .	81
5.3.10	Geschäftsprozessorientiertes Wissensmanagement (GPO-WM) . . . . .	82
5.3.11	PROMOTE . . . . .	83
5.3.12	Multiperspektivische Unternehmensmodellierung (MEMO) . . . . .	83
5.3.13	Weitere Modelle . . . . .	84
5.4	Resümee . . . . .	85
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung: Konsequenzen für die Gestaltung</b>	<b>87</b>
<b>II</b>	<b>Gestaltung von Wissensmanagementsystemen</b>	<b>89</b>
<b>7</b>	<b>Bezugsrahmen für die Gestaltung</b>	<b>91</b>
7.1	Einleitung . . . . .	91
7.2	Grundlegende Gestaltungsdimensionen . . . . .	93

7.2.1	Wissen . . . . .	94
7.2.2	Management . . . . .	94
7.2.3	Systeme . . . . .	95
7.3	Perspektivische Betrachtungsweisen . . . . .	95
7.3.1	Strategieorientierte Perspektive . . . . .	97
7.3.2	Organisationsorientierte Perspektive . . . . .	97
7.3.3	Trägerorientierte Perspektive . . . . .	97
7.3.4	Technologieorientierte Perspektive . . . . .	98
7.3.5	Ressourcenorientierte Perspektive . . . . .	98
7.4	Bezugsrahmen für die Gestaltung . . . . .	99
7.5	Resümee . . . . .	100
<b>8 Ontologiebasierte Modellkonzeption</b>		<b>101</b>
8.1	Einleitung . . . . .	101
8.2	Objekt- und Modellsystem . . . . .	103
8.3	Modellbildung . . . . .	104
8.4	Modellsprache . . . . .	105
8.5	Metamodell . . . . .	106
8.5.1	Struktur des Metamodells . . . . .	106
8.5.2	Operationen für die Analyse . . . . .	111
8.6	Modellebenen . . . . .	114
8.7	Resümee . . . . .	116
<b>9 Grundlegende Konzeptualisierungen</b>		<b>119</b>
9.1	Einleitung . . . . .	119
9.2	Daten, Information und Wissen . . . . .	121
9.2.1	Objekte . . . . .	121
9.2.2	Träger . . . . .	123
9.2.3	Bestand . . . . .	124
9.2.4	Basis . . . . .	125
9.2.5	Wissensebene . . . . .	126
9.3	Organisation . . . . .	126
9.3.1	Aufgabe und Aktivität . . . . .	128
9.3.2	Arbeits- und Prozessorganisation . . . . .	129
9.3.3	Organisationseinheit . . . . .	130
9.3.4	Organisationsstruktur . . . . .	132
9.3.5	Leistung und Funktion . . . . .	133
9.4	Prozess . . . . .	134
9.5	System . . . . .	137
9.6	Akteur . . . . .	137
9.7	Kommunikation . . . . .	138
9.8	Resümee . . . . .	140

<b>10 Metamodell für Wissensmanagementsysteme</b>	<b>143</b>
10.1 Einleitung . . . . .	143
10.2 Formalisierungen . . . . .	144
10.2.1 Wissensmanagementsysteme . . . . .	145
10.2.2 Ontologiebasierte Wissensmanagementsysteme . . . . .	146
10.3 Die Dimensionen des Metamodells . . . . .	147
10.3.1 Wissen . . . . .	148
10.3.2 Management . . . . .	149
10.3.3 Systeme . . . . .	150
10.3.4 Gesamtüberblick . . . . .	152
10.4 Darstellung der Wissensdiffusion . . . . .	155
10.5 Unterstützung strategischer Managementprozesse . . . . .	157
10.5.1 Wissensmanagement . . . . .	158
10.5.2 Informationssystemmanagement . . . . .	159
10.6 Resümee . . . . .	160
<b>11 Recherche und Verwaltung ontologiebasierter Modelle</b>	<b>163</b>
11.1 Einleitung . . . . .	163
11.2 Kategorisierung von Metadaten . . . . .	164
11.3 Anforderungsanalyse . . . . .	165
11.4 Wichtige Rahmenstrukturen . . . . .	166
11.5 Ontologie-Metadaten-Vokabular (OMV) . . . . .	168
11.5.1 Wichtige Entitäten . . . . .	170
11.5.2 Evolution . . . . .	170
11.5.3 Erweiterungen . . . . .	171
11.5.4 Wichtige Rückschlüsse und Erfahrungen . . . . .	172
11.6 Semantische Metadatenmanagementsysteme . . . . .	173
11.6.1 Dezentralisiertes Metadatenmanagementsystem - Oyster . . . . .	173
11.6.2 Zentralisiertes Metadatenmanagementsystem - ONTHOLOGY . . . . .	174
11.7 Resümee . . . . .	175
<b>12 Zusammenfassung: Konsequenzen für die Umsetzung</b>	<b>177</b>
<b>III Umsetzung und Anwendungen</b>	<b>179</b>
<b>13 Umsetzung der Modellkonzeption</b>	<b>181</b>
13.1 Einleitung . . . . .	181
13.2 Der Mediator ALMO . . . . .	183
13.3 Einsatz des Metamodells auf Systemebene . . . . .	186
13.4 Resümee . . . . .	194
<b>14 Ausgewählte Anwendungsszenarien</b>	<b>195</b>

14.1 Überblick . . . . .	195
14.2 Das BMBF Projekt SemIPort . . . . .	196
14.3 Unterstützung der Wissensidentifikation . . . . .	197
14.3.1 Ontologiebasiertes Web Mining . . . . .	198
14.3.2 Der Crawler METIS . . . . .	203
14.4 Unterstützung der Wissensentwicklung . . . . .	206
14.4.1 Konzeption ontologiebasierte Wissensentwicklung . . . . .	208
14.4.2 Die Wissensentdeckungssoftware HELENOS . . . . .	214
14.5 Unterstützung der Wissensnutzung . . . . .	217
14.5.1 Die Semantische Portal Konzeption - SEAL . . . . .	218
14.5.2 Die Portalinfrastruktur OntoWeb . . . . .	222
14.6 Resümee . . . . .	223
<b>IV Zusammenfassung und weiterführende Aspekte</b>	<b>225</b>
<b>15 Zusammenfassung</b>	<b>227</b>
15.1 Reflektierende Zusammenfassung . . . . .	227
15.1.1 Grundlegende Betrachtungen . . . . .	227
15.1.2 Gestaltung von Wissensmanagementsystemen . . . . .	228
15.1.3 Umsetzung von Wissensmanagementsystemen . . . . .	230
15.2 Theoretischer Beitrag . . . . .	230
15.3 Praktischer Beitrag . . . . .	232
<b>16 Weiterführende Aspekte</b>	<b>235</b>
16.1 Erweiterung der Verfahrensanwendung . . . . .	235
16.2 Weiterführung der softwaretechnischen Unterstützung . . . . .	235
<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>237</b>
<b>Stichwortverzeichnis</b>	<b>248</b>



# Abbildungsverzeichnis

1.1	Bezugsrahmen zur Gestaltung von Wissensmanagementsystemen . . . . .	5
1.2	Grundlegende Konzeptualisierungen . . . . .	7
1.3	Metamodell für Wissensmanagementsysteme . . . . .	8
2.1	Die Wissenspyramide . . . . .	16
2.2	Information als Modell . . . . .	16
2.3	Ebenen des Informationsmanagements . . . . .	22
2.4	Der Informationsbestand im Informationsmanagement . . . . .	23
2.5	Systemlebenszyklus nach Seibt . . . . .	24
2.6	Das semiotische Dreieck . . . . .	28
4.1	Die Wissensspirale . . . . .	51
4.2	Die Spirale der Wissensschaffung . . . . .	52
4.3	Die Wissensbausteine nach Probst . . . . .	54
5.1	Das ARIS-Haus . . . . .	74
5.2	Die Architektur integrierter Wissensmanagementsysteme . . . . .	75
5.3	Architektur nach Maier . . . . .	76
5.4	Die BKM-Architektur . . . . .	78
5.5	Das V-Modell . . . . .	79
5.6	Das EKM-RM . . . . .	81
5.7	Die Ovum-WM-Architektur . . . . .	82
5.8	Die Informationssystem-Architektur als Kreiselmmodell . . . . .	84
7.1	Ausgewählte Bezugsgrößen . . . . .	93
7.2	Die Betrachtungsperspektiven . . . . .	96
7.3	Bezugsrahmen zur Gestaltung von Wissensmanagementsystemen . . . . .	99
8.1	Darstellung von Publikationen aus der SWRC-Ontologie . . . . .	103
8.2	Objekt- und Modellsystem . . . . .	104
8.3	Modell-Subjekt-Objekt . . . . .	104
8.4	Pfad in einem Klassifikationsschema . . . . .	107
8.5	Beispiel einer Zelle im ONTOCUBE . . . . .	109
8.6	Strukturen eines ONTOCUBE . . . . .	111
8.7	Anwendung der Rotationsoperation . . . . .	112
8.8	Dimensionschema mit Klassifikationsstufen . . . . .	113

8.9	Die Slice- und Dice-Operation . . . . .	113
8.10	ONTOCUBE auf Meta-Ebene . . . . .	114
8.11	ONTOCUBE auf Anwendungs-Ebene . . . . .	115
8.12	ONTOCUBE auf Ausprägungs-Ebene . . . . .	115
8.13	Ontologiebasiertes Modellsystem im Überblick . . . . .	116
9.1	Die Konzeptualisierungen im Überblick . . . . .	119
9.2	Organisation . . . . .	127
9.3	Vereinfachte Darstellung eines Akteurs . . . . .	138
10.1	Allgemeiner ONTOCUBE für WMS . . . . .	144
10.2	Elementare Eigenschaften eines Wissensmanagementsystems . . . . .	146
10.3	Exemplarische Betrachtungsperspektive . . . . .	148
10.4	Sicht auf die Wissensebenen . . . . .	148
10.5	Wissensorientierte Sichtenbildung . . . . .	149
10.6	Sicht auf die WM-Prozesse . . . . .	150
10.7	Prozessorientierte Sichtenbildung . . . . .	151
10.8	Sicht auf die Systeme . . . . .	151
10.9	Systemorientierte Sichtenbildung . . . . .	153
10.10	Das Metamodell ONTOCUBE für WMS . . . . .	153
10.11	Eine Zelle im ONTOCUBE . . . . .	154
10.12	Transfer von Wissen und Information über Kanäle . . . . .	156
10.13	Wissensdiffusion im ONTOCUBE . . . . .	156
10.14	Wissensschaffung im Metamodell . . . . .	157
10.15	Der WM-Meta-Prozess . . . . .	158
10.16	Der IS-Meta-Prozess . . . . .	159
10.17	Metamodell für WMS . . . . .	160
11.1	Die OntoWare.org Plattform . . . . .	167
11.2	OMV Core Überblick . . . . .	169
11.3	Trennung zwischen Konzeption und Ausprägung . . . . .	171
11.4	Ontologie-Repository ONTHOLOGY . . . . .	175
13.1	Einsatz des Metamodells auf Systemebene . . . . .	182
13.2	ALMO Übersicht . . . . .	184
13.3	Ablauf im ALMO Editor . . . . .	185
13.4	Darstellung von Abhängigkeiten . . . . .	186
13.5	Darstellung von Dokumenten in einem ONTOCUBE . . . . .	187
13.6	Darstellung von Abhängigkeiten . . . . .	193
14.1	Konzeption ontologiebasierte Wissensidentifikation . . . . .	199
14.2	Crawler- und Domänen-Ontologie in METIS . . . . .	201
14.3	Architektur METIS . . . . .	203
14.4	METIS – Spezifikation der Suchanfrage . . . . .	204

14.5 METIS – Ergebnisliste potentieller Wissensressourcen . . . . .	205
14.6 ONTOCUBE als Bewertungsmodell . . . . .	207
14.7 ONTOCUBE zur Wissensentwicklung . . . . .	208
14.8 Architektur HELENOS . . . . .	215
14.9 HELENOS - Konfiguration der Datenmenge . . . . .	216
14.10 ONTOCUBE als Bewertungsmodell . . . . .	217
14.11 Wissensnutzung im ONTOCUBE . . . . .	219
14.12 Architektur SEAL . . . . .	220
14.13 ONTOCUBE als Bewertungsmodell . . . . .	221



# Tabellenverzeichnis

1.1	Vier-Ebenen-Architektur nach Allweyer . . . . .	4
3.1	OWL und DL Syntax . . . . .	42
3.2	Vergleich Modellierungsverfahren . . . . .	47
15.1	Umsetzung von WM-Systemen . . . . .	230



# 1 Einleitung



Die vorliegende Arbeit verbindet die Themen der **formalen Wissensrepräsentation** und die **Gestaltung sowie die Umsetzung von Wissensmanagementsystemen** vor dem Hintergrund einer optimierten Wissensbereitstellung in Organisationen durch eine **ontologiebasierte Modellkonzeption** im Sinne der Informationssystemmodellierung.

In Abschnitt 1.1 wird zunächst die **Motivation** und darauf folgend in Abschnitt 1.2 die **Ziele** der Arbeit definiert sowie die wesentlichen **Beiträge dieser Arbeit** in Abschnitt 1.3 zusammengefasst. Eine **Einordnung der Thematik** erfolgt in Abschnitt 1.4 und der Abschnitt 1.5 illustriert den **Aufbau der Arbeit**.

## 1.1 Motivation

Vor dem Hintergrund einer fortschreitenden wirtschaftlichen Globalisierung sowie dem Wandel zur Wissensgesellschaft gewinnen innovative Methoden des Wissensmanagements zunehmend an Bedeutung. Insbesondere der Einsatz hoch flexibler und dynamischer Informationssysteme wird dabei als entscheidendes Instrument verstanden und die Ausschöpfung der damit verbundenen Potenziale, sowie die Beherrschung der resultierenden Komplexität stellen einen wichtigen Erfolgsfaktor für ein effizientes Wissensmanagement dar (Studer et al., 2000).

*The basic economic resource - the means of production - is no longer capital, nor natural resources, nor labor. It is and will be knowledge.*

*(Drucker, 1993)*

Das Management der Ressource Wissen, in diesem Kontext auch als *intellektuelles Kapital* (Probst et al., 2006) bezeichnet, besitzt einen hohen Stellenwert für Organisationen. Die starke Vermehrung von digital expliziertem Wissen, insbesondere in den letzten Dekaden, erschwert zunehmend einen effizienten Einsatz bestehender Methoden und Technologien zur Wissensverarbeitung. Es setzt des Weiteren eine zunehmende Spezialisierung von Wissensträgern ein, welche oftmals in sogenannten *virtuellen Teams* geografisch verteilt in unterschiedlich strukturierten Projekten tätig sind. Folglich lässt sich neben dem starken Anstieg der verfügbaren Menge externalisierten Wissens eine zunehmende Notwendigkeit

zur Verarbeitung hochgradig spezifischer Wissensinhalte erkennen. Die eingesetzten Informationssysteme zur Unterstützung des Wissensmanagements müssen diesen veränderten Rahmenbedingungen Rechnung tragen.

Die Voraussetzung und die Grundlage für eine erfolgreiche Verarbeitung und Nutzung der Ressource Wissen ist eine *gemeinsame Sprache*, in der Wissen repräsentiert und vermittelt werden kann.

*People can't share knowledge if they don't speak a common language.*

*(Davenport & Prusak, 1998)*

Der Wissenstransfer und -austausch ist nicht mehr auf Menschen beschränkt, sondern vollzieht sich durch den Einsatz semantischer Methoden und Technologien, wie beispielsweise *Ontologien*, auch zwischen Menschen und Maschinen (Studer et al., 1998).

Ontologien werden in der Informatik im Sinne einer gemeinsamen Sprache nach (Davenport & Prusak, 1998) für die Repräsentation, Nutzung und für den Austausch von explizierbarem Wissen eingesetzt (Staab & Studer, 2004). Im Allgemeinen stellt eine Ontologie ein geteiltes und zugleich bewusst abstrahierendes Verständnis von Subjekten über einen gewählten Realitätsausschnitt dar, welches in Form eines Modellsystems durch eine wohldefinierte Syntax und *formal-semantischer*<sup>1</sup> Sprache repräsentiert wird.

Die visionäre Evolution des World Wide Web (Berners-Lee et al., 1994) zum *Semantic Web* (Berners-Lee & Fischetti, 1999) ist seit Jahren Gegenstand nationaler und internationaler Forschungen, in denen gezeigt werden konnte (Erdmann, 2001; Sure et al., 2002), dass Ontologien eine geeignete Methode für die Wissensrepräsentation und den Wissensaustausch darstellen. In (Sure, 2003) wurde erstmals eine Methodologie für ein effizientes, effektives prozessorientiertes und ontologiebasiertes Wissensmanagement eingeführt und angewendet.

Dem Einsatz von Informationssystemen zur Unterstützung organisationaler Wissensmanagementaktivitäten kommt eine herausragende Rolle zu. Der Einsatz ist dabei oft vielschichtig. Es lassen sich jedoch zwei herausragende Eigenschaften erkennen. Zum einen ermöglichen Informationssysteme die Verarbeitung und den Austausch von großen Datenmengen und zum anderen unterstützen sie die Kommunikation von Wissensträgern, wie beispielsweise durch elektronische Nachrichtensysteme. Derartige Systeme werden in ihrer Gesamtheit als Wissensmanagementsysteme betrachtet, da sie wesentliche Aufgabenstellungen des Wissensmanagements unterstützen, wie die Sicherung der organisationalen Wissensbasis oder die Unterstützung des Wissenstransfers.

Folglich obliegt der Planung, Entwicklung und Implementierung von Wissensmanagementsystemen eine hohe Bedeutung im Rahmen eines erfolgreichen Wissensmanagements.

---

<sup>1</sup> Im Kontext der ontologiebasierten Wissensrepräsentation auf Grundlage einer *formalen Sprache* besitzt die *Semantik* eine herausragende Stellung gegenüber konventionellen Repräsentationsverfahren. Die heterogene Verwendung des Begriffs *Semantik* in der Literatur erschwert jedoch eine eindeutige und abgrenzende Diskussion. In dieser Arbeit wird daher der Begriff *formal-semantisch* verwendet und bezeichnet die formale Repräsentation von Semantik durch Ontologien.

Die stetig zunehmende Anzahl innovativer Entwicklungen im Forschungsbereich der ontologiebasierten Wissensverarbeitung und -repräsentation, sowie deren zahlreichen Anwendungsfelder, wie beispielsweise das Semantic Web, offenbaren den Anwendungsnutzen von Ontologien als geeignete Methode für die Externalisierung und für den Austausch von Wissen unter Menschen sowie zwischen Menschen und Maschinen.

Aus Anwendungssicht lässt sich durch eine Betrachtung aktueller Forschungen und Entwicklungen jedoch eine Abbildungslücke erkennen. Demnach fehlt die Konzeption eines ontologiebasierten Modellsystems, welches die Wissensmanagementprozesse einer Organisation ganzheitlich abbildet und eine optimierte Unterstützung der eingesetzten Informations- und Kommunikationssysteme erlaubt.

In diesem Sinne identifiziert und erläutert die vorliegende Arbeit Potenziale semantischer Methoden und Technologien zur Gestaltung von Wissensmanagementsystemen und diskutiert relevante Aspekte der Umsetzung anhand ausgewählter Anwendungsszenarien.

Im folgenden Abschnitt werden die Zielsetzungen dieser Arbeit vorgestellt, die im weiteren Verlauf ausführlich behandelt werden.

## 1.2 Ziele und Abgrenzung

Die vorliegende Arbeit geht der methodisch- und praxisorientierten Fragestellung nach, welche Potenziale sich durch den Einsatz semantischer Methoden und Technologien für Wissensmanagementsysteme in Organisationen ergeben.

Die Leitfrage dieser Arbeit lautet daher:

*Wie können Ontologien die Gestaltung und die Umsetzung von Wissensmanagementsystemen in Organisationen unterstützen?*

Daraus lassen sich folgende differenzierende Fragestellungen ableiten:

1. *Welche betriebswirtschaftlich und organisatorisch relevanten Aspekte müssen im Rahmen einer Gestaltung von Wissensmanagementsystemen betrachtet werden?*
2. *Wie können relevante Aspekte und Sachverhalte von Wissensmanagementsystemen durch Ontologien repräsentiert werden?*
3. *Welche ontologiebasierten Modelle lassen sich für Wissensmanagementsysteme aufstellen?*
4. *Wie sind Wissensmanagementsysteme auf der Grundlage von ontologiebasierten Modellen umzusetzen?*

Im Allgemeinen lassen sich die angeführten Fragestellungen dem Bereich der Unterstützung des Wissensmanagements durch Informations- und Kommunikationstechnologien

zuordnen. Die Vier-Ebenen-Architektur von Allweyer (Allweyer, 1998) erlaubt diesbezüglich eine Kategorisierung von Technologien in vier Ebenen, wie in Tabelle 1.1<sup>2</sup> dargestellt.

<b>Ebene</b>	<b>Beschreibung</b>	<b>Technologie</b>
<b>Gestaltung</b>	- Modellierung der Wissensverarbeitung - Knowledge Process Redesign - Knowledge Engineering	- Methoden und Werkzeuge zur Modellierung und Dokumentation der Wissensverarbeitung - Modellanalyse
<b>Management</b>	- Durchführung von Wissensprozessen - Controlling	- Werkzeuge zum Controlling der Wissensverarbeitung
<b>Steuerung</b>	- Verteilung und Austausch von Wissen - Suche und Zugriff auf Wissen	- Groupware - Intranet und Internet - Information Retrieval Systeme
<b>Anwendung</b>	- Entwicklung von Wissensinhalten - Dokumentation von Wissen - Anwendung von Wissen	- Office-Anwendungen - Computer Aided Design (CAD) - Datenbanken - Wissensbasierte Systeme

Tabelle 1.1: Vier-Ebenen-Architektur nach Allweyer

Die Fragestellungen dieser Arbeit sind demnach vornehmlich der Ebene der Gestaltung zuzuordnen. Des Weiteren werden folgende Fokussierungen vorgenommen:

- Die Arbeit stellt keine über den derzeitigen Stand der Technik hinausgehenden Anforderungen an die Informationstechnik, weshalb auf eine Darstellung vollständig verzichtet wird.
- Die entwickelte Konzeption (siehe hierzu Teil II) stellt im Sinne klassischer Informationssystemarchitekturen ein Gestaltungsmodell mit Leitlinien und Empfehlungen dar. Darüber hinaus eignet es sich als Bewertungsmodell für bestehende Wissensmanagementsysteme. Weiterführende Einsatzmöglichkeiten werden im Rahmen dieser Arbeit nicht behandelt.
- Die exemplarische Umsetzung (siehe hierzu Teil III) der Modellkonzeption betrachtet ausgewählte Wissensmanagementanwendungen, wie die Wissensidentifikation und -generierung sowie die Wissensnutzung durch Wissensportale in Organisationen.

Im folgenden Abschnitt werden die wesentlichen Beiträge der Arbeit skizziert.

---

<sup>2</sup>Die Tabelle ist (Lehner, 2006, S. 257) entnommen und wurde hinsichtlich der Zielsetzung dieser Arbeit angepasst.

## 1.3 Wesentliche Beiträge

Im Rahmen dieser Arbeit werden Methoden und Technologien zur ontologiebasierten Gestaltung und Umsetzung von Wissensmanagementsystemen entwickelt. Die wesentlichen Beiträge dieser Arbeit werden im Folgenden kurz dargestellt.

### Bezugsrahmen zur Gestaltung

Die modellbasierte Gestaltung von Wissensmanagementsystemen bedarf einer bewussten Abstraktion und einer Auswahl relevanter Aspekte und Sachverhalte der Diskurswelt sowie der umgebenden Umwelt, welche das zu modellierende Objektsystem darstellen. Zur Identifikation und Konkretisierung relevanter Eigenschaften wird ein Bezugsrahmen in Kapitel 7 aufgestellt, der so die Modellbildung mit strategisch motivierten Fragestellungen einer systemtechnischen Unterstützung des Wissensmanagements verbindet.

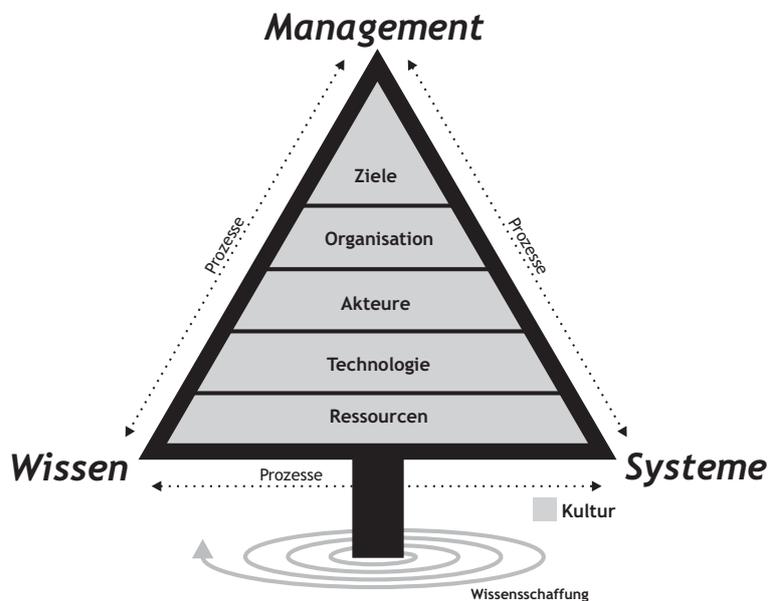


Abbildung 1.1: Bezugsrahmen zur Gestaltung von Wissensmanagementsystemen

Dazu werden die drei Gestaltungsdimensionen (i) Wissen, (ii) Management und (iii) Systeme betrachtet, wie in Abbildung 1.1 dargestellt.

Der durch die Dimensionen ausgewählte Realitätsausschnitt wird einer struktur-, verhaltens- und ablaforientierten Betrachtung unterzogen. Die struktur- und verhaltenorientierte Betrachtung beinhaltet die Bildung der Perspektiven *Ziele*, *Organisation*, *Akteure*, *Technologie* und *Ressourcen* bezüglich der Gestaltung von Wissensmanagementsystemen. Diese Perspektiven werden als Ebenen im Bezugsrahmen dargestellt, wie die

Abbildung 1.1 verdeutlicht. Die Berücksichtigung ablauforientierter Aspekte erfolgt durch eine prozessorientierte Betrachtung. Alle Betrachtungen sind dabei in die umgebende organisatorische Kultur eingebettet.

Zusammenfassend dargestellt identifiziert der aufgestellte Bezugsrahmen relevante Sachverhalte eines Objektsystems, welche durch eine ontologiebasierte Modellkonzeption formal-semantisch abgebildet werden.

### Ontologiebasierte Modellkonzeption

Zur modellbasierten Abbildung betriebswirtschaftlich-organisatorischer Sachverhalte wird ein ganzheitliches Modellierungsverfahren mit einer entsprechenden Ausdrucksstärke benötigt. In diesem Zusammenhang werden Ontologien als geeignete Methode für die Modellierung und die Repräsentation von Wissen im Rahmen einer Informationssystemmodellierung eingesetzt. Die entwickelte *Modellkonzeption* wird in Kapitel 8 ausführlich dargelegt. Im Detail werden folgende Elemente der ontologiebasierten Modellkonzeption diskutiert.

- *Modellbildung*
- *Objekt- und Modellsystem*
- *Modellkonstrukteur und -nutzer*
- *Modellebenen*
- *Modellsprache*
- *Metamodell ONTOCUBE*

Die *Modellbildung* wird von einem *Modellkonstrukteur* vorgenommen und liefert ein *formal-semantisches Modellsystem*, welches in die vier *Modellebenen* *Meta*<sup>2</sup>-, *Meta*-, *Anwendungs*- und *Ausprägungsebene* unterteilt wird. Die Modellebenen stellen jeweils Abstraktionsstufen in einem Modellsystem dar. Die *Web Ontology Language (OWL)* konnte sich in den letzten Jahren als geeignete Wissensrepräsentationssprache für das Semantic Web etablieren und wird im Rahmen dieser Arbeit als *Modellsprache* eingesetzt.

Das entwickelte *Metamodell ONTOCUBE* unterstützt einen *Modellnutzer* bei der Analyse relevanter Aspekte aus einem Modellsystem, welche in Form eines Würfels dargestellt werden. Die Darstellung liegt der Metapher der multidimensionalen Datenstrukturierung aus dem Bereich der OLAP-Systeme zugrunde. Diesbezüglich wird ein ONTOCUBE durch drei *Dimensionen* gebildet und strukturiert, wobei eine Dimension aus einer bewusst ausgewählten Menge von Entitäten aus einer (Dimensions-) Ontologie verstanden wird. Jene Dimensionen werden an den Kanten eines ONTOCUBEs abgetragen und dargestellt. Die jeweilige Kantenlänge ergibt sich aus der Anzahl der verwendeten Entitäten einer Dimension, den sogenannten *Dimensionselementen*. Die Auswahl der Dimensionen und die Anordnung der Elemente bestimmen folglich die Granularität sowie die inhaltliche Ausprägung eines Metamodells. Für weiterführende Analysezwecke werden wichtige

Operatoren auf das Metamodell, wie beispielsweise eine Spezialisierung oder Generalisierung, eingeführt.

Im Gegensatz zu einigen herkömmlichen Modellen oder Architekturen von Wissensmanagementsystemen ermöglicht die entwickelte Konzeption eine flexible und bedarfsgerechte Modellierung und unterstützt zudem eine klare intuitive Darstellung relevanter Sachverhalte. Im weiteren Verlauf der Arbeit wird ausführlich gezeigt, wie sich relevante Aspekte bezüglich der Gestaltung und der Umsetzung von Wissensmanagementsystemen effektiv in einem ONTOCUBE darstellen und analysieren lassen, wodurch sich das Metamodell als *Gestaltungs- und Bewertungsmodell* von Wissensmanagementsystemen in Organisationen einsetzen lässt.

## Grundlegende Konzeptualisierungen

Der Bezugsrahmen identifiziert und beschreibt wichtige betriebswirtschaftlich-organisatorische Aspekte der Gestaltung und der Umsetzung von Wissensmanagementsystemen. Die ontologiebasierte Modellkonzeption liefert ein Verfahren zur formal-semantischen Abbildung des Bezugsrahmens, welche durch das Metamodell ONTOCUBE effizient dargestellt werden kann. In Kapitel 9 wird daraufhin eine Abbildung ausgewählter Aspekte des Bezugsrahmens in einem ontologiebasierten Modellsystem exemplarisch durchgeführt, welche als Grundlage für die Entwicklung von Metamodellen in dieser Arbeit herangezogen wird.

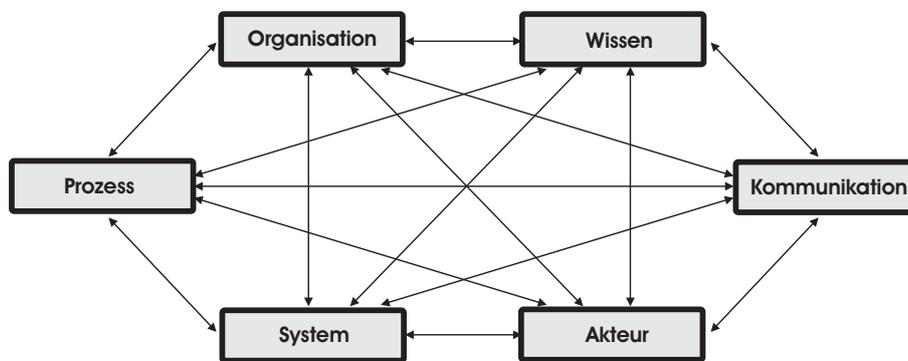


Abbildung 1.2: Grundlegende Konzeptualisierungen

Dazu wurden die Begriffe Wissen, Organisation, Prozess, System, Akteur und Kommunikation sowie weiterführende Aspekte konzeptualisiert, wie in Abbildung 1.2 illustriert. Die grundlegenden Konzeptualisierungen repräsentieren wichtige Aspekte des Bezugsrahmens, welche für die Entwicklung einer ontologiebasiereten Konzeptualisierung von Wissensmanagementsystemen verwendet werden.

## Metamodell für Wissensmanagementsysteme

Die fortführende Konzeptualisierung von Wissensmanagementsystemen in Kapitel 10 dient zur Herleitung eines *Metamodells für Wissensmanagementsysteme*. Das entwickelte Metamodell dient als zentrales Instrument zur Gestaltung und Bewertung von Wissensmanagementsystemen innerhalb dieser Arbeit. Durch Verwendung der aufgestellten Gestaltungsdimensionen des Bezugsrahmens ergibt sich, wie in Abbildung 1.3 dargestellt, eine dreidimensionale Darstellung von Wissensmanagementsystemen in einem ONTOCUBE.

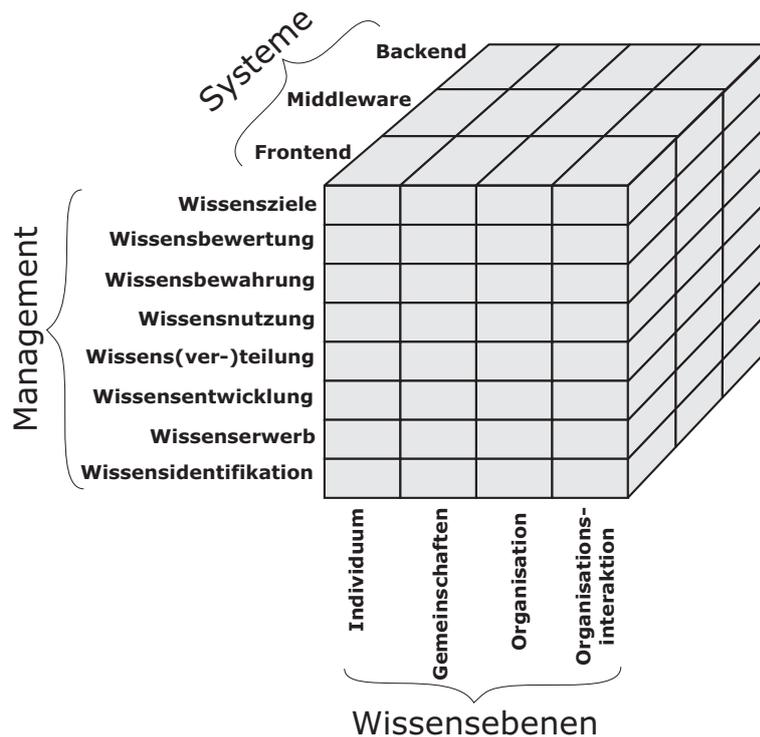


Abbildung 1.3: Metamodell für Wissensmanagementsysteme

Das Metamodell für Wissensmanagementsysteme verwendet die drei Gestaltungsdimensionen des Bezugsrahmens, wobei die Ausgestaltung der Dimension *Wissen* und *Management* auf einer Synthese bestehender Ansätze beruht. So wird für die Wissensdimension der Ansatz von Nonaka und Takeuchi (Nonaka & Takeuchi, 1995) eingesetzt, woraus sich eine Differenzierung nach den Wissensebenen *Individuum*, *Gemeinschaft*, *Organisation* und *Organisationsinteraktion* ergibt.

Die Managementdimension des Bezugsrahmens fasst Wissensmanagementaktivitäten als Prozesse auf, welche weiterführend nach Managementprozess, Geschäftsprozess, Wissensprozess und Wissensmanagementprozess differenziert betrachtet werden. Des Weiteren erfolgt eine Kategorisierung der Dimension nach dem Ansatz von Probst (Probst et al.,

2006) durch die sogenannten Wissensbausteine.

Darüber hinaus wird eine Unterteilung von Informationssystemen nach *Frontend*, *Middleware* und *Backend* Systemen zur Konkretisierung der Systemdimension vorgenommen.

Zusammenfassend betrachtet erlaubt das aufgestellte Metamodell für Wissensmanagementsysteme die Darstellung und die Analyse komplexer Sachverhalte der drei Dimensionen *Wissen*, *Management* und *Systeme* in einer Organisation zur Unterstützung der Gestaltung und Umsetzung von Wissensmanagementsystemen durch den Einsatz *ontologiebasierter Modelle*.

## Recherche und Verwaltung ontologiebasierter Modelle

Der Einsatz von Ontologien zur Modellierung und Wissensrepräsentation führt zu der Notwendigkeit einer effektiven Recherche und Verwaltung ontologiebasierter Modelle in Organisationen. Dazu werden in Kapitel 11 innovative Methoden für die Recherche und die Verwaltung von Ontologien entwickelt.

In diesem Sinne wird das *Ontologie-Metadaten-Vokabular (OMV)* vorgestellt, welches für die Annotation von Ontologien sowohl innerhalb von Organisationen als auch im World Wide Web eingesetzt werden kann. Das entwickelte Vokabular unterstützt wichtige Schlüsselfunktionen des Semantic Web, wie beispielsweise die Suche und die Nutzung bestehender Wissensressourcen (Ontologien) und stellt somit ein wichtiges Instrument zur Unterstützung und Festigung der Wissenstransparenz durch die Repräsentation von *Metawissen* dar.

Darüber hinaus wird die Entwicklung des Metadatenrepositoriums ONTHOLOGY angeführt, welches eine zentralisierte Verwaltung von Metawissen in Organisationen unterstützt. ONTHOLOGY stellt in diesem Zusammenhang das erste ontologiebasierte Metadatenrepositorium dar, welches durch das dezentralisierte System Oyster komplementär ergänzt wird.

## Systeme und Werkzeuge

Geleitet von den methodischen Konzeptionen wurden im Rahmen praktischer Anwendungen Werkzeuge zur Unterstützung von Wissensmanagementaktivitäten entwickelt und umgesetzt. Dabei fokussiert die Arbeit Ansätze zur (i) Identifikation, (ii) Generierung und Entdeckung sowie zur (iii) Bereitstellung von Wissen durch Wissensportale. Die praktischen Anwendungen konnten in mehreren nationalen und internationalen Forschungsprojekten erfolgreich eingesetzt werden.

- Die Methoden zur *ontologiebasierten Wissensidentifikation und -generierung* wurden im Rahmen des BMBF geförderten Projektes SemIPort<sup>3</sup> entwickelt.

---

<sup>3</sup>Vergleiche hierzu <http://km.aifb.uni-karlsruhe.de/projects/semiport/>

- Die Verfahren zum *ontologiebasierten Metadatenmanagements* und unterstützende Systeme konnten im EU Network-of-Excellence Knowledge Web<sup>4</sup> in enger Kooperation mit Partnern aus der Industrie und der Forschung entwickelt und umgesetzt werden.
- Das Konzept der *ontologiebasierten Wissensbereitstellung durch Wissensportale* wurde in den Projekten OntoWeb<sup>5</sup>, SemIPort und SEKT<sup>6</sup> entwickelt und erfolgreich eingesetzt.

Zusammenfassend betrachtet konnte eine ganzheitliche, ontologiebasierte Modellkonzeption zur Gestaltung und Umsetzung für Wissensmanagementsysteme unter Verwendung des konzipierten Bezugsrahmen aufgezeigt und dessen praktische Umsetzung exemplarisch gezeigt werden.

Im folgenden Abschnitt wird die thematische Einordnung der Arbeit diskutiert.

### 1.4 Thematische Einordnung

Die zahlreichen Referenzdisziplinen des Wissensmanagements, wie exemplarisch in (Mayer, 2004, S.19ff) und (Lehner, 2006, Kap.3) aufgeführt, erfordern eine klare Abgrenzung und Einordnung der Thematik dieser Arbeit. Die folgende Auflistung<sup>7</sup> nennt einige für diese Arbeit relevante Bezüge.

*Organisationswissenschaft:* Die Organisationswissenschaft liefert Definitionen und Konzepte, die Zusammenhänge von *Wissen* und *Organisationen* beschreibt (Bea & Göbel, 2006). Exemplarisch sind diesem Bereich Begriffe wie *organisationales Lernen*, *organisatorisches Gedächtnis* sowie *organisatorische Intelligenz* zuzuordnen.

*Psychologie:* Im Gegensatz zur Wirtschaftswissenschaft, welche überwiegend den expliziten Wissenscharakter behandelt, befasst sich insbesondere die Kognitionspsychologie mit implizitem Wissen (Polanyi, 1966). Sie beschreibt das *Lernen*, die *Intelligenz* und das *Gedächtnis* von Wissensträgern (Reinmann-Rothmeier & Mandl, 2000; Mandl, 1987).

*Soziologie:* Die Qualität und Quantität des Wissensaustausches unter Wissensträgern wird maßgeblich durch die *organisationale Kultur* bestimmt. Die Ansätze sind überwiegend in organisationswissenschaftlichen Arbeiten basierend auf sozialwissenschaftlichen Theorien entwickelt worden (Endruweit, 2004).

---

<sup>4</sup>Vergleiche hierzu <http://knowledgeweb.semanticweb.org/>

<sup>5</sup>Vergleiche hierzu <http://www.OntoWeb.org/>

<sup>6</sup>Vergleiche hierzu <http://www.SEKT-Project.org/>

<sup>7</sup>Die Auflistung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Beispielsweise werden die Personalwissenschaft, die Philosophie, die Pädagogik, die Politik- und die Rechtswissenschaft trotz konkreter Bezüge nicht explizit aufgeführt.

*Managementwissenschaften:* Insbesondere das Geschäftsprozessmanagement ist im Bereich der Managementwissenschaften neben dem strategischen Management von besonderer Bedeutung für das Wissensmanagement. So haben sich beispielsweise prozessorientierte Wissensmanagementansätze entwickelt, welche sich überwiegend auf eine optimierte und maximierte Automatisierung der Wertschöpfung organisationaler Aktivitäten konzentrieren (Bea & Haas, 2005).

*Informatik:* In der Informatik sind vor allem Ansätze aus dem Bereich der *künstlichen Intelligenz* nennenswert. Die Nachbildung und die Simulation menschlicher Intelligenz durch künstliche Systeme, wie beispielsweise durch Expertensysteme oder durch maschinelle Lernverfahren (z.B. neuronale Netze), wurde in den letzten Jahrzehnten entwickelt. Insbesondere die Entwicklungen im Bereich der Wissensrepräsentation mittels Ontologien und die Anwendung im Semantic Web (Staab & Studer, 2004) stellen eine wichtige Grundlage dieser Arbeit dar. Des Weiteren kommt der Konzeption und der Entwicklung von Anwendungssystemen eine besondere Bedeutung zu, da diese in der Regel als Systeme für das Wissensmanagement verwendet werden.

*Wirtschaftswissenschaften:* Die Betrachtung von Wissen als *Produktionsfaktor*, welcher die klassischen Faktoren Boden, Arbeit und Kapital überwiegt, ist ein elementarer Bestandteil des Informationszeitalters<sup>8</sup> und bezeichnet grundlegende Aspekte, Konzepte und Modelle für das Wissensmanagement.

Im Rahmen dieser Arbeit wird eine ontologiebasierte Modellkonzeption für Wissensmanagementsysteme beschrieben. Die Arbeit ist mit ausgeprägtem betriebswirtschaftlich-organisatorischen Hintergrund überwiegend in das Fachgebiet der *Wirtschaftsinformatik* einzuordnen.

## 1.5 Aufbau der Arbeit

Die Arbeit gliedert sich in drei wesentliche Teile. Der erste Teil behandelt relevante *Grundlagen* und bildet die Basis der Arbeit. Die *ontologiebasierte Modellkonzeption* zur Planung, Steuerung und Kontrolle von Wissensmanagementsystemen wird im zweiten Teil vorgestellt und diskutiert. Der dritte Teil befasst sich mit einer exemplarischen *Umsetzung*. Die Arbeit schließt mit einer Zusammenfassung und einem Ausblick.

*Teil I: Grundlagen* – Im ersten Teil der Arbeit werden relevante Grundlagen der Arbeit erläutert. Diesbezüglich werden zunächst terminologische Grundlagen in Kapitel 2 behandelt, worauf unterschiedliche Auffassungen zum Begriff Wissen in Kapitel 3 angeführt werden. Auf dieser Basis erfolgt eine Analyse wichtiger Modelle für das Wissensmanagement in Kapitel 4. Das Kapitel 5 beschreibt verbreitete Modelle

---

<sup>8</sup>Die Transformation von Unternehmen des Industriezeitalters zu Unternehmen des Informationszeitalters wird im Allgemeinen von Österle (Österle, 2003) als *Business Engineering* bezeichnet.

und Architekturen von Wissensmanagementsystemen. Das Kapitel 6 fasst relevante Aspekte zusammen und skizziert wichtige Konsequenzen für die Gestaltung.

*Teil II: Gestaltung* – Geleitet von den theoretischen Grundlagen und Untersuchungen, wird ein *Bezugsrahmen* in Abschnitt 7 aufgestellt, welcher zur Entwicklung einer ganzheitlich ontologiebasierten Modellkonzeption in Kapitel 8 eingesetzt wird. Daraufhin erfolgt in Kapitel 9 eine formale Konzeptualisierung der zu modellierenden Diskurswelt sowie relevanter Umweltaspekte. Die Konzeptualisierungen werden anschließend zur Formalisierung relevanter Aspekte von Wissensmanagementsystemen verwendet, woraus sich, unter Verwendung der eingeführten Modellkonzeption, das Metamodell für Wissensmanagementsysteme in Kapitel 10 ableitet. Die Recherche und Verwaltung von ontologiebasierten Modellen wird daraufhin in Kapitel 11 beschrieben. Das Kapitel 12 fasst relevante Aspekte zusammen.

*Teil III: Umsetzung* – Die entwickelte Konzeption wird in Teil III exemplarisch zur Umsetzung von drei Wissensmanagementanwendungen eingesetzt. Dazu wird in Kapitel 13 zunächst die Verbindung der Modellkonzeption mit der Systemebene einzelner Wissensmanagementanwendungen diskutiert. In Kapitel 14 wird die exemplarische Umsetzung von drei Wissensmanagementanwendungen beschrieben. Diesbezüglich wird ein ontologiebasiertes Verfahren zur Identifikation von Wissensressourcen vorgestellt und eine Anwendung zur Entdeckung unbekannter Muster und Strukturen im Sinne eines Wissensentdeckungsprozesses beschrieben. Des Weiteren erfolgt eine Darstellung der Wissensbereitstellung durch Wissensportale.

Das Kapitel 15 schließt die Arbeit mit einer Zusammenfassung und einem Ausblick.

# Teil I

## Grundlagen

*“Legein ta progenomena, gignôskein ta pareonta, prolegein ta esomena.  
Das Gewesene beschreiben, das Gegenwärtige erkennen, das Künftige vorhersagen.”*  
— Hippokrates, epidemiarum I 11



## 2 Terminologische Grundlagen

In diesem Kapitel werden relevante terminologische Grundlagen für diese Arbeit behandelt.



Der **Wissensbegriff** wird in Abschnitt 2.1 diskutiert. Anschließend beschreibt Abschnitt 2.2 den **Organisationsbegriff**, worauf in Abschnitt 2.3 das **strategische Management** angesprochen und relevante Aspekte des **Informationsmanagements** in Abschnitt 2.3.1 sowie des **Wissensmanagements** in Abschnitt 2.3.2 behandelt werden. Der **Modellbegriff** wird in Abschnitt 2.4 behandelt, und der Abschnitt 2.5 beschreibt **Ontologien** im Kontext der künstlichen Intelligenz. Der **Systembegriff** wird in Abschnitt 2.6 erläutert.

### 2.1 Der Wissensbegriff

Der Begriff *Wissen* wird in zahlreichen Diskussionen, bedingt durch verschiedene Hintergründe der jeweiligen Diskussionsteilnehmer und oftmals durch eine Vielzahl heterogener Anwendungsfelder, unterschiedlich interpretiert und angewendet.

Eine Klärung des Wissensbegriffs erfordert zunächst eine differenzierte Betrachtung der Termini *Zeichen*, *Daten*, *Information* und *Wissen*. Die grundlegenden Zusammenhänge werden in Abbildung 2.1 durch die Wissenspyramide nach (Aamodt & Nygård, 1995) dargestellt. Die Wissenspyramide basiert dabei auf Betrachtungen der Semiotik, die Theorie der Zeichen, welche die drei Dimensionen *Syntax*, *Semantik* und *Pragmatik* beschreibt.

Im Allgemeinen werden *Zeichen* durch eine definierte Zusammenstellung (Syntax) zu *Daten* (Krcmar, 2000). Darüber hinaus existieren Ansätze, die Daten mit Hilfe von Information erklären, wie beispielsweise die Deutsche Industrienorm 44300<sup>1</sup>. Dies führt jedoch zu einer problematischen Definition von Information, welche eine klare Abgrenzung von Daten und Information erschwert. In dieser Arbeit werden *Daten* als *faktische Informationen* verstanden, welche eine rein *syntaktische Dimension* besitzen. Sie können als Grundlage für Schlussfolgerungen, Diskussionen oder für weiterführende mathematische Berechnungen dienen.

---

<sup>1</sup>„Daten sind Zeichen oder kontinuierliche Funktionen, die aufgrund von bekannten oder unterstellten Abmachungen oder vorrangig zum Zwecke der Verarbeitung Information darstellen“ (DIN 44300).



Abbildung 2.1: Die Wissenspyramide

Daten werden durch die Interpretation eines Subjektes zu *Information* und besitzen sowohl eine *syntaktische* als auch eine *semantische Dimension*. Information ist ein immaterielles Gut, welches die Kenntnis eines Sachverhaltes bezeichnet. In (Steinmüller, 1993) wird der Modellcharakter von Information betont und als *Modell-wovon-wozu-für-wen*, wie in Abbildung 2.2 skizziert, beschrieben. In diesem Sinne ist Information als ein Modell eines Originals zu verstehen, welches durch ein Subjekt zweckgerichtet über semiotische Relationen abgebildet wird. Die Abbildung wird dabei als Interpretation der Objektrealität durch das Subjekt beschrieben.

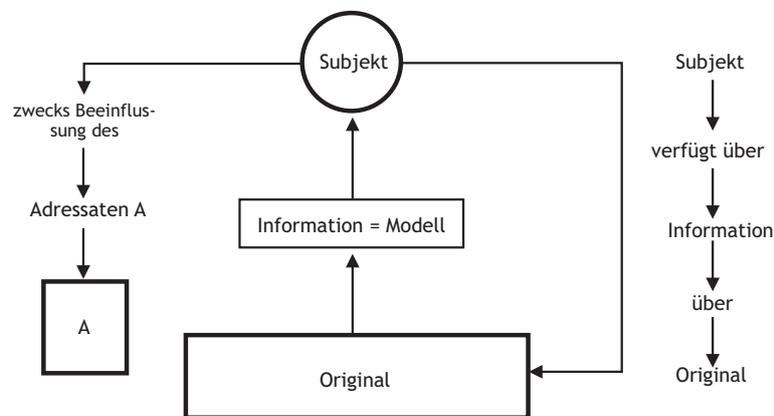


Abbildung 2.2: Information als Modell

Information entsteht demnach aus der Interpretation der syntaktischen und semantischen Dimension, wobei Information das Subjekt noch nicht zu Handlungen befähigt. Erst die Dimension der Pragmatik bildet subjektgebundenes Wissen, das als eine Kenntnis von

Mustern sowie Zusammenhängen verstanden wird und zur Vorbereitung oder Durchführung von Handlungen oder Entscheidungen dient<sup>2</sup>.

Folglich wird die Assoziation von Informationen hin zu zweckgerichteten Zielsetzungen als Wissen verstanden, welches die Ableitung von begründeten Aktionen oder Handlungen erlaubt. Des Weiteren besitzt Wissen eine *kontext-* und *beziehungsspezifische Bedeutung*. Informationen können unter der Verwendung von (vorhandenem) Wissen zur Vermehrung von Wissen beitragen.

In der Literatur existiert eine Vielzahl<sup>3</sup> an Definitionen für den Begriff Wissen. Innerhalb dieser Arbeit wird folgender Auffassung gefolgt.

*Knowledge is a fluid mix of framed experience, values, contextual information, and expert insight that provides a framework for evaluating and incorporating new experiences and information. It originates and is applied in the minds of knowers. In organizations, it often becomes embedded not only in documents or repositories but also in organizational routines, processes, practices, and norms.*

*(Davenport & Prusak, 1998)*

Die Definition lässt die Vielfalt und die Komplexität von Wissen erkennen und verdeutlicht demnach sowohl den extensionalen als auch den intensionalen Wissenscharakter.

Im Rahmen eines organisationsweiten Wissensmanagements kommt dem *Wissen über Wissen* eine besondere Rolle zu, welches als *Metawissen*<sup>4</sup> bezeichnet wird. (Lehner, 2006) weist auf die Wichtigkeit des Metawissens hin, da es zur Orientierung und zur Auffindung organisationaler Wissensressourcen benötigt wird. In anderen Ansätzen wird Metawissen durch eine sogenannte *Wissenstransparenz* beschrieben (Probst et al., 2006).

In einer weiterführenden Betrachtung lässt sich Wissen nach dem *Explikationsgrad* und der *personellen Bindung* unterscheiden.

Der Explikationsgrad unterscheidet dabei zwischen *implizitem* und *explizitem Wissen* (Polanyi, 1966), wobei Letzteres den *sichtbaren* und leicht kommunizierbaren Wissensanteil darstellt. Der verborgene Teil, das implizite Wissen, ist unbewusst verinnerlicht und lässt sich nur bedingt in explizites Wissen umwandeln. Dieses personenbezogene Wissen kann häufig nur durch Handlungen oder Erfahrungen erworben werden. Im Gegensatz dazu lässt sich der explizierbare Wissensanteil vergleichsweise einfach transformieren und formalisieren. Dieses explizite Wissen kann so beispielsweise in Form von strukturierten Dokumenten ausgetauscht werden.

---

<sup>2</sup>In der Wissenspyramide als *Aktion* zusammenfasst dargestellt.

<sup>3</sup>Für eine umfassende Aufführung unterschiedlicher Ansätze sei auf (Maier, 2004, Kap. 4.2) verwiesen.

<sup>4</sup>Analog dazu werden die Begriffe *Metadaten* (Daten über Daten) und *Metainformation* (Information über Information) verwendet. Metadaten, die in einem Kontext vom Empfänger interpretiert werden können, stellen *Metainformation* dar. Metainformationen, welche zweckgerichtete Handlungen ermöglichen werden als Metawissen verstanden.

Darüber hinaus lässt sich Wissen nach der *personellen Bindung* klassifizieren, wobei zwischen *privatem* und *kollektivem Wissen* unterschieden wird. Das private Wissen besteht aus rein individuellen Elementen menschlicher Kognition. Im Gegensatz dazu wird das kollektive Wissen einer Gruppe oder Organisation betrachtet, das aus Wissensschaffungsprozessen innerhalb einer Gruppe aus privatem Wissen transformiert wurde.

Die bindungsorientierte Darstellung von Wissen führt zu der Betrachtung der *organisationalen Wissensbasis*, welche aus der Summe aller individuellen und kollektiven Wissensbestände einer Organisation gebildet wird.

*Die organisationale Wissensbasis setzt sich aus individuellen und kollektiven Wissensbeständen zusammen, auf die eine Organisation zur Lösung ihrer Aufgaben zurückgreifen kann. Sie umfasst darüber hinaus die Daten und Informationsbestände, auf welchen individuelles und organisationales Wissen aufbaut.*

(Probst et al., 2006)

Die Betrachtung von Wissen im organisatorischen Umfeld bedarf einer Klärung des Organisationsbegriffes, welcher im folgenden Abschnitt vorgestellt wird.

## 2.2 Der Organisationsbegriff

In diesem Abschnitt werden relevante Betrachtungen und Sachverhalte des *Organisationsbegriffs* beleuchtet. Im Allgemeinen kann zwischen *prozessorientiertem*, *instrumentalem* und *institutionalem Organisationsbegriff* unterschieden werden (Bea & Göbel, 2006).

Die prozessorientierte Betrachtung sieht eine Organisation als einen bewusst gesteuerten Prozess zur Schaffung von Ordnung. Diese Ordnung entsteht durch zielorientierte Strukturierungen und wird zum einen *rational* und zum anderem *zentral* angeordnet. Der instrumentelle Organisationsbegriff betrachtet eine Organisation als Ergebnis des Organisierens. Demnach stellt die Organisation ein (Führungs-) Instrument zur Erreichung der Unternehmensziele dar. Eine Unternehmung<sup>5</sup> hat folglich eine Organisation, welche ein Regelwerk definiert und beschreibt. Nach dem institutionalen Organisationsbegriff wird ein Unternehmen<sup>6</sup> in seiner Gesamtheit als Organisation verstanden, welches folglich eine Institution bildet.

Im Allgemeinen besteht eine Organisation aus einem Regelwerk und Mitgliedern. Durch eine Abgrenzungsdefinition ist es möglich, zwischen Mitgliedern und Nicht-Mitgliedern sowie zwischen Organisation und Umwelt zu unterscheiden.

(Bea & Göbel, 2006) schlagen eine Synthese der zuvor beschriebenen Auffassungen vor.

---

<sup>5</sup>Eine Unternehmung wird als Zusammenschluss mehrerer Beteiligter verstanden, die gemeinsam ein übergeordnetes Ziel verfolgen. Innerhalb dieser Arbeit wird dieser sehr allgemeinen Auffassung gefolgt, da der Theorienpluralismus keine detailliertere und zugleich einheitlich akzeptierte Definition einer Unternehmung erlaubt.

<sup>6</sup>Die Begriffe *Unternehmung* und *Unternehmen* werden in dieser Arbeit synonym verwendet.

*Organisation ist ein von der Unternehmung geschaffenes System von Regeln, um gemeinsame Ziele zu verfolgen, in welcher Ordnung aber auch von selbst entstehen kann.*

*(Bea & Göbel, 2006, Kap.1)*

In diesem Sinne *ist* eine Unternehmung eine Organisation und *hat* zugleich eine Organisation in Form eines dauerhaften Regelwerkes, welche *durch* Organisation entstanden ist. Im Rahmen dieser Arbeit wird der vorgestellten Synthese des Organisationsbegriffs gefolgt.

Auf eine umfassende Darstellung unterschiedlicher Ansätze der Organisationstheorie wird an dieser Stelle verzichtet und auf die entsprechende Literatur, wie beispielsweise (Bea & Göbel, 2006; Frese, 1998; Kieser & Walgenbach, 2003) verwiesen. Es erfolgt lediglich eine zusammenfassende Auflistung wichtiger Ansätze nach (Bea & Göbel, 2006).

- *Bürokratieansatz* – Der Bürokratieansatz versteht eine Organisation als legitime Herrschaft, der die Metapher einer Maschine zugrunde liegt.
- *Tayloristischer Ansatz* - Ähnlich zum Bürokratieansatz wird eine Organisation als eine Art Maschine aufgefasst, die als Aufgabenerfüllungssystem beschrieben wird. Das Kernziel des Ansatzes besteht in einer maximierten, ressourcensparenden Aufgabenerfüllung. Ein Mensch lässt sich nach Taylor nur über monetäre Anreize motivieren.
- *Human-Relations-Ansatz* – Die Organisation wird als Organismus betrachtet, der ein soziales und humanes System darstellt. Das Ziel ist es, neben einer wirtschaftlichen Effizienz, die Zufriedenheit der Mitarbeiter zu verbessern.
- *Strukturtechnischer Ansatz* – Der Ansatz betrachtet die Organisation als rationales System zur Aufgabenerfüllung im Sinne eines Bauplans.
- *Situativer Ansatz* - Der situative Ansatz versteht eine Organisation als komplexes, offenes, soziales und zielorientiertes System und kann als Synthese der Metapher einer Maschine und einem Organismus angesehen werden.
- *Entscheidungstheoretischer Ansatz* – Im Allgemeinen wird eine Organisation als Zusammenschluss von Individuen betrachtet, die eigene Interessen verfolgen. Das Kernziel besteht somit in der Entscheidungsfindung unter den Organisationsmitgliedern.
- *Evolutionstheoretischer Ansatz* – In diesem Ansatz wird eine Organisation als Organismus mit speziellen Fähigkeiten verstanden, welcher sich durch Variation und Selektion in einem Evolutionsprozess befindet.
- *Selbsorganisationsansatz* – Die Betrachtung der Organisation als Pflanze, welche durch Selbstorganisation und zum Teil durch Fremdorganisation entwickelt.

Die dargestellten Ansätze unterscheiden sich unter anderem in dem grundlegenden Organisationsverständnis, der Auffassung von Ordnung und deren Erreichung, dem Menschenbild sowie einer zugrunde liegenden Metapher<sup>7</sup>. Die Arbeit verfolgt das Ziel einer allgemein-

---

<sup>7</sup>Beispielsweise die *Organisation als Maschine* nach Taylor.

gültigen, grundlegenden Konzeptualisierung, weshalb auf eine spezifische Modellierung nach einem konkreten organisationstheoretischen Ansatz verzichtet wird<sup>8</sup>.

Im Rahmen der Konzeptualisierung einer Organisation ist die Struktur von grundlegender Bedeutung. Sie wird oft als Instrument zur Erreichung organisationaler Ziele verstanden. Neben der klassischen *hierarchischen Organisationsstruktur* sind *multidimensionale Strukturen*, welche oftmals auch als Matrixorganisation bezeichnet werden, weit verbreitet. Darüber hinaus existieren noch weitere Ansätze, die jedoch seltener anzutreffen sind. Im Folgenden werden in Anlehnung an (Maier, 2004) weitere relevante Strukturen skizziert.

- *Unendlich flache Organisation* (engl. infinitely flat organization) – Der Ansatz beschreibt Organisationen, in denen eine beliebig große Anzahl gleicher organisationaler Einheiten um ein Organisationszentrum herum angeordnet sind. Dieser Typ wird meist für standardisierte Dienstleistungen, die dezentral abgewickelt werden können, eingesetzt. Exemplarisch sei auf Franchiseunternehmen oder Transportunternehmen hingewiesen.
- *Invertierte Organisation* (engl. inverted organization) – Das Management stellt lediglich eine logistische und administrative Funktion dar. Das Wissen befindet sich nicht beim Management, sondern bei den einzelnen Organisationseinheiten und -mitgliedern. Beispielsweise ist diese Struktur häufig bei Krankenhäusern vorzufinden.
- *Hypertextorganisation* – In Anlehnung an das Konzept des *Hypertextdokumentes* stellt eine Hypertextorganisation eine sich selbst organisierende und verlinkende Struktur dar, welche ohne Hierarchien auskommt. Diese Organisationsstruktur ist häufig bei japanischen Unternehmen zu finden (Nonaka & Takeuchi, 1995).
- *Sternexplosion* (engl. Starburst) – Die Grundidee besteht in der ständigen Ausgründung von (kleineren) Organisationen mit identischer Organisationsstruktur. Die ausgegründeten Organisationen agieren autonom und eigenverantwortlich. Das Zentrum fungiert dabei als *Wissenszentrum*.
- *Spinnennetz* (engl. Spider's Web Organization) – Als Spinnennetz wird eine Organisationsstruktur ohne direktes Zentrum bezeichnet, in der die Einheiten optimal miteinander vernetzt sind. Das Netz passt sich (temporär) veränderten Situationen an und stellt theoretisch immer eine optimale Struktur dar.

Die unterschiedlichen Ansätze und Betrachtungsweisen von Organisation erschweren eine umfassende Betrachtung. Daher wurden nur einige für diese Arbeit relevante Aspekte aufgeführt. Die Planung, Steuerung und Kontrolle von Organisationen erfolgt durch das *Management*, welches im folgenden Abschnitt in Bezug auf diese Arbeit betrachtet wird.

---

<sup>8</sup>Die grundlegende Konzeptualisierung dieser Arbeit (vgl. dazu Teil II) kann folglich als Grundlage zur Modellierung weiterführender Aspekte verwendet werden.

## 2.3 Der Managementbegriff

In diesem Abschnitt werden relevante Aspekte des Managementbegriffs in den Disziplinen *strategisches Management* und *Wissensmanagement* angeführt, wobei im Kontext des Wissensmanagements noch das *Informationsmanagement* zur weiteren Differenzierung betrachtet wird.

Management wird im Allgemeinen als die Gesamtheit aller Tätigkeiten zur Führung einer Organisation verstanden. Die *Managementlehre* hat sich als eigenständige Forschungsdisziplin etabliert und beschreibt die notwendigen Grundlagen des Forschungsfeldes. Jedoch fassen die oftmals sehr weit reichenden Definitionsansätze nicht die konkreten Zielsetzungen dieser Arbeit in ausreichender Weise, weshalb auf eine vertiefende allgemeine Darstellung an dieser Stelle verzichtet wird. Einen direkten Bezug zu der Thematik dieser Arbeit liefert das *strategische Management* sowie der sogenannte *Fit-Ansatz*<sup>9</sup> von Ansoff (Ansoff, 1965).

Das strategische Management nach (Bea & Haas, 2005) besteht aus mehreren Teilsystemen, die gleichberechtigt und eigenständig strategische Funktionen wahrnehmen. Eine gebräuchliche Definition lautet wie folgt.

*Das Strategische Management befasst sich mit der zielorientierten Gestaltung unter strategischen, d.h. langfristigen, globalen, umweltbezogenen und entwicklungsorientierten Aspekten. Es umfasst die Gestaltung und gegenseitige Abstimmung von Planung, Kontrolle, Information, Organisation, Unternehmenskultur und Strategischen Leistungspotenzialen.*

*(Bea & Haas, 2005, S. 20)*

Diese Betrachtung des strategischen Managements in Form von Teilsystemen adressiert wichtige Aspekte dieser Arbeit. Weiterführende Betrachtungen, wie beispielsweise zwischen Information und Organisation, werden im Folgenden behandelt.

In diesem Zusammenhang werden Informations- und Wissensmanagement näher beleuchtet. Dabei lassen sich im Allgemeinen in der Literatur kontroverse Auffassungen über die Einordnung der Disziplinen finden. Demnach bedarf es einer genaueren Betrachtung relevanter Begrifflichkeiten und Auffassungen aus beiden Gebieten.

### 2.3.1 Informationsmanagement

Die Wirtschaftsinformatik betrachtet die Verarbeitung und die Bereitstellung von Information im Rahmen der Informations- und Kommunikationssysteme, welches im Allgemeinen

---

<sup>9</sup>Der Ansatz von Ansoff stellt eine weit verbreitete Grundlage zur Betrachtung strategischer Managementaktivitäten dar. Eine Organisation besteht dabei aus der Summe mehrerer Interventionsfelder und Einflussfaktoren. Diese Zusammenhänge werden in unterschiedlichen Modellen dargestellt. Ein bekannter Ansatz ist beispielsweise das *7-S-Modell* (Waterman et al., 1980) von McKinsey.

als *Informationsmanagement (IM)* bezeichnet wird. Die Aufgaben des Informationsmanagements werden nach (Krcmar, 2000) in drei Ebenen unterteilt, wie in Abbildung 2.3 dargestellt.

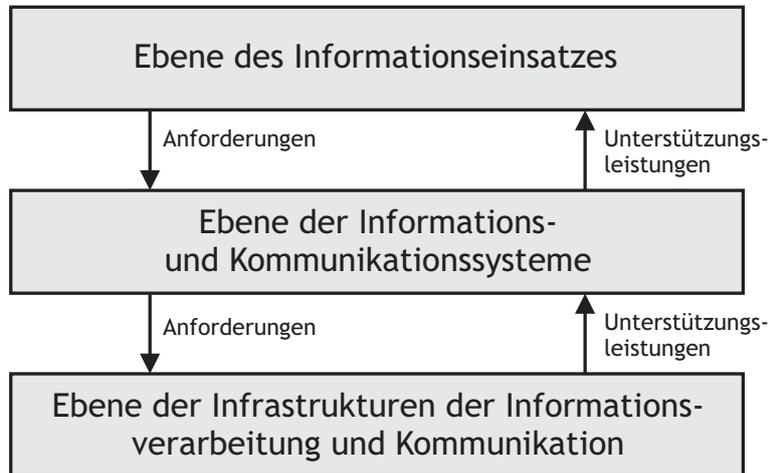


Abbildung 2.3: Ebenen des Informationsmanagements

Die oberste Ebene, die *Ebene des Informationseinsatzes*, befasst sich vor allem mit der Informationsbedarfsanalyse und einer entsprechenden Informationsbereitstellung. Daraus abgeleitet wird die *Ebene der Informations- und Kommunikationssysteme* beschrieben, die die Anforderungen umsetzt und so als Unterstützung des Informationseinsatzes dient. Die *Ebene der Informations- und Kommunikationsinfrastruktur* dient folglich der Umsetzung und Unterstützung der Ebene der Informations- und Kommunikationssysteme.

In den folgenden Unterabschnitten werden die einzelnen Ebenen kurz aufgeführt.

### 2.3.1.1 Management des Informationseinsatzes

Die Hauptaufgabe des Managements des Informationseinsatzes besteht in der Bestimmung des Informationsbedarfs, wobei zwischen unterschiedlichen Bedürfnissen differenziert wird.

- **Objektiver Informationsbedarf:** Der objektive Informationsbedarf beschreibt die Art und die Menge an Information, die ein Individuum oder eine Gruppe zur Erfüllung ihrer Aufgaben benötigt.
- **Subjektiver Informationsbedarf:** Der subjektive Informationsbedarf bezeichnet die Art und Menge an Information, die ein Individuum oder eine Gruppe zur Erfüllung subjektiv benötigt.

- **Nachgefragter Informationsbedarf:** Der nachgefragte Informationsbedarf bezeichnet die Art und Menge an Information aus der Menge des subjektiven Informationsbedarfs, die ein Individuum oder eine Gruppe zur Erfüllung der Aufgaben nachfragt.

Dem Informationsbedarf steht ein *Informationsangebot* gegenüber, welches die Menge an organisational verfügbaren Informationen beschreibt. Aus der Schnittmenge ergibt sich folglich der *Informationsbestand*. Die Zusammenhänge der aufgeführten Begrifflichkeiten werden in Abbildung 2.4 verdeutlicht.

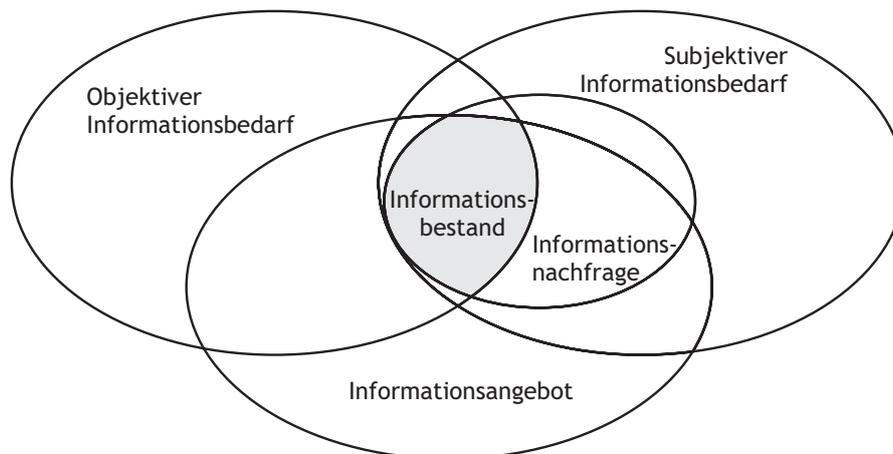


Abbildung 2.4: Der Informationsbestand im Informationsmanagement

### 2.3.1.2 Management der Informations- und Kommunikationssysteme

Die Ebene der Informations- und Kommunikationssysteme<sup>10</sup> umfasst alle Aufgaben zur Planung, Steuerung und Kontrolle der im Unternehmen verwendeten oder zukünftig einzusetzenden Software.

Im Allgemeinen durchläuft ein Informationssystem unterschiedliche Phasen in dem sogenannten *Systemlebenszyklus* nach (Seibt, 1990), wie in Abbildung 2.5 abgebildet.

Demnach befindet sich ein Informationssystem in einem ständigen Kreislauf der Veränderung, welcher durch die Systemstilllegung beendet wird.

<sup>10</sup>Innerhalb dieser Arbeit wird der Begriff *Informationssystem* stellvertretend für Informations- und Kommunikationssystem verwendet. Es sei angemerkt, dass der Begriff Informationssystem nicht Kommunikationssysteme miteinbezieht. Auf eine Differenzierung wird jedoch aufgrund der Lesbarkeit verzichtet, sofern dies inhaltlich nicht zu Verwechslungen führt.

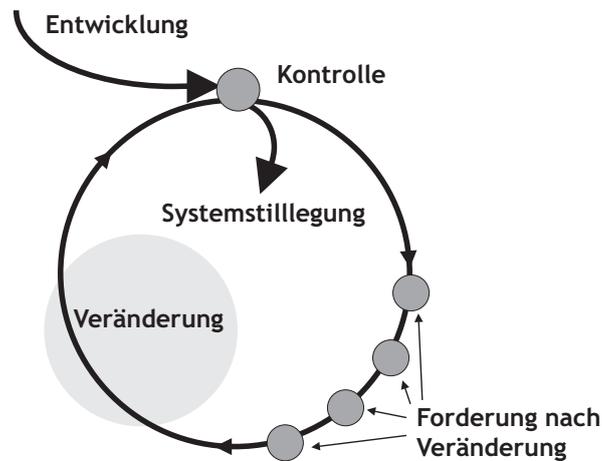


Abbildung 2.5: Systemlebenszyklus nach Seibt

### 2.3.1.3 Management der Informations- und Kommunikationsinfrastruktur

Die Ebene der Informations- und Kommunikationsinfrastruktur umfasst alle Aufgaben zur Planung, Steuerung und Kontrolle der im Unternehmen eingesetzten technologischen Infrastruktur zur Umsetzung und Unterstützung der Informationssysteme.

Innerhalb dieser Arbeit werden keine über den aktuellen Stand der Technik hinausgehenden Anforderungen an die Informationstechnikinfrastruktur gestellt. Daher wird auf eine vertiefende Betrachtung vollständig verzichtet und exemplarisch auf (Borghoff & Pareschi, 1997; Krcmar, 2000) verwiesen.

### 2.3.2 Wissensmanagement

In der Wirtschaftsinformatik wird das *Wissensmanagement* der Ebene des Informationseinsatzes zugeordnet. Diese Einordnung ist aufgrund der allgemeinen Zielsetzung des Informationseinsatzes zwar nachvollziehbar, sie wird jedoch dem ganzheitlichen Charakter des Wissensmanagements und der Vielzahl der beteiligten Referenzdisziplinen nicht gerecht. So konzentriert sich das Informationsmanagement vor allem auf eine optimierte Informationsbereitstellung und auf die Ausgestaltung und Unterstützung der Informationssysteme, wobei das Wissensmanagement einem ganzheitlichen und weiter gefasstem Verständnis folgt. Das Informationsmanagement kann historisch betrachtet als Vorläufer des Wissensmanagements angesehen werden<sup>11</sup>, welches sich wiederum als Weiterentwicklung des Datenmanagements darstellt (Maier, 2004; Lehner, 2006). Dieser Betrachtungsweise folgend werden in diesem Abschnitt relevante Begrifflichkeiten des Wissensmanagements erläutert.

<sup>11</sup>Für eine weiterführende historische Darstellung sei auf (Maier, 2004) verwiesen.

Die zahlreichen Diskussionen der beteiligten Wissenschaftsdisziplinen zum Thema Wissensmanagement lassen sich grundlegend in eine *humanorientierte* und in eine *technikorientierte Betrachtungsweise* unterteilen. Die *ganzheitliche Integrationssicht* stellt eine Synthese beider Betrachtungsweisen dar, die eine Kategorisierung von Wissensmanagementprozessen in (i) Personalwirtschaft, (ii) Organisationsaufbau und (iii) Informations- und Kommunikationstechnologie vornimmt, wobei (i) und (ii) der humanorientierten Sichtweise und (iii) der technikorientierten Sichtweise zuzuordnen sind.

Im Allgemeinen kann das *Wissensmanagement* als das *systematische Vorgehen zur Erreichung organisationaler Ziele* durch eine optimierte Bereitstellung und Verarbeitung von Wissen in Organisationen verstanden werden (Maier, 2004).

*Knowledge management is defined as the management function responsible for the regular selection, implementation and evaluation of goal-oriented knowledge strategies that aim at improving an organization's way of handling knowledge internal and external to the organization in order to improve organizational performance. The implementation of knowledge strategies comprises all person-oriented, organizational and technological instruments suitable to dynamically optimize the organization-wide level of competencies, education and ability to learn of the members of the organization as well as to develop collective intelligence.*

(Maier, 2004, Kap. 4.1.4)

Die Arbeit schließt sich der umfassenden Definition an. Des Weiteren kann im Bezug auf die zeitlichen Auswirkungen von Wissensmanagementprozessen zwischen *strategischem* und *operativem Wissensmanagement* unterschieden werden. Das strategische Wissensmanagement umfasst in der Regel außerordentliche und einmalige Aktivitäten, welche sich durch ein hohes Abstraktions- und Komplexitätsniveau auszeichnen. Das Ziel des strategischen Wissensmanagements ist die langfristige Sicherung von Wissensbeständen.

Nach (Albrecht, 1993) zählen unter anderen folgende Aktivitäten zum strategischen Wissensmanagement:

- Verankerung der Wissensorientierung in den Unternehmensgrundsätzen und -leitbildern
- Schaffung einer wissensorientierten Unternehmenskultur
- Entwicklung einer unternehmensweiten Wissensstrategie
- Strategisches Management der technischen Infrastruktur zur Wissensverarbeitung

Das operative Wissensmanagement stellt die Umsetzung des strategischen Wissensmanagements dar und weist einen kurz- bis mittelfristigen Zeitbezug auf, welcher in der Regel mit zwei bis drei Jahren beziffert wird (Albrecht, 1993).

Die Umsetzung von Wissensmanagement basiert im Allgemeinen auf der Konkretisierung einer *Strategie*, woraus sich konkrete *Ziele* ableiten lassen. Die Ziele werden durch *Prozesse* unterstützt, welche durch *Informationssysteme* technologisch unterstützt werden. Wis-

sensmanagementsysteme stellen Informationssysteme dar, die die Aufgaben und Ziele des Wissensmanagements unterstützen.

Die Gestaltung und Umsetzung von Wissensmanagementsystemen basiert auf einem Modellierungsprozess, welcher relevante Ausschnitte der Realität in einem Modellsystem abbildet. In diesem Zusammenhang ist die Betrachtung des *Modellbegriffs* notwendig, welcher im folgenden Abschnitt diskutiert wird.

### 2.4 Der Modellbegriff

In der Modelltheorie sind je nach Modellierungszweck und Diskurswelt unterschiedliche Auffassungen für den *Modellbegriff* vertreten. Daher wird im Folgenden die Verwendung und das Verständnis für diese Arbeit erläutert.

Im Allgemeinen repräsentiert ein *Modell* eine zweckgerichtete Abbildung eines Realitätsausschnittes, welches definierte Ähnlichkeiten zum abgebildeten Objektsystem aufweist. Dieser *Homorphismus* besteht in Bezug auf die Struktur, die Funktion und das Verhalten. Darüber hinaus werden in der Regel weitere Eigenschaften wie *Adäquatheit*, *Ähnlichkeit* und *Isomorphie* als erforderliche Modelleigenschaften definiert.

Der Begriff *Modellierung* beziehungsweise *Modellbildung* beschreibt den Prozess zur Erstellung von Modellen<sup>12</sup>. Der Hauptbestandteil der Modellierung ist eine *Abstraktion* zum Zwecke einer Komplexitätsreduzierung, welche beispielsweise durch die Ausblendung oder durch eine vereinfachende Darstellung der Realität erfolgt. Modelle besitzen häufig eine Art *Vorbildfunktion* und beschreiben so Aspekte, die sich auf andere Sachverhalte übertragen lassen.

Im weiteren Verlauf werden der *abbildungsorientierte* und der *konstruktionsorientierte Modellbegriff* erläutert, da sie den Modellbegriff innerhalb dieser Arbeit prägen.

Die abbildtheoretische Betrachtung geht von einer aktiven Aussendung von Informationen von Objekten der Realität aus, welche beim erkennenden Menschen Abbilder erzeugen. Dieser Prozess wird dabei als eine Abbildung von Merkmalsmengen des Originals auf die Merkmalsmenge des Abbildes verstanden, welches ohne Veränderung der Merkmale erfolgt.

Diese starre Betrachtung des Modellbegriffs in der Abbildtheorie wird in der Kybernetik durch die Einbeziehung eines Subjekts (Modellsubjekt) erweitert und führt zu einer relativistischen Beziehung zwischen Objekt, Modell und Subjekt, wobei dem Subjekt eine Art Beobachterperspektive zugeordnet wird. Im Allgemeinen werden jedoch keine expliziten Abbildungseigenschaften wie beispielsweise Homomorphie oder Isomorphie explizit gefordert.

Die *Allgemeine Modelltheorie* nach Stachowiak (Stachowiak, 1973) verwendet einen pragmatischerorientierten Erkenntnisbegriff und erweitert den kybernetischen Modellbegriff um

---

<sup>12</sup>Im Rahmen dieser Arbeit werden beide Begriffe synonym verwendet.

einen Zeitbezug und eine Zweckorientierung. Stachowiak benennt diesbezüglich drei elementare Merkmale eines Modells: *Das Abbildungsmerkmal*, *das Verkürzungsmerkmal* und *das pragmatische Merkmal*. Das Abbildungsmerkmal besteht hauptsächlich in der Deklaration von Attributen des Originals und des Modells sowie deren Zuordnung. Das Verkürzungsmerkmal beschreibt die Auswahl relevanter Attribute des Originals und das Auslassen nicht-relevanter Attribute. Das pragmatische Merkmal beschreibt den Bezug zwischen Modell und Modellnutzer, für den das Modell eine Abbildung eines Originals für eine bestimmte Verwendung zu einem bestimmten Zeitpunkt darstellt.

Die Modellbildung besteht demnach aus einem Originalsystem und einem Modellsystem, welche jeweils durch Attribute beschrieben werden. Die Abbildung stellt eine Relation aus der Attributmenge des Originalsystems auf eine Attributmenge des Modellsystems durch eine zweckgerichtete Selektion dar. Die Attribute, welche nicht in der Selektion enthalten sind, werden *präterierte Attribute* genannt. Das Modellsystem kann über zusätzliche Attribute, die sogenannten *abundanten Attribute*, verfügen. Demnach wird ein Modell durch eine subjektiv wahrgenommene Realität erstellt. Dieser Erstellungsprozess wird dabei in einzelne Stufen, auch als *semantische Stufen* bezeichnet, unterteilt.

Im Wesentlichen vollbringt die abbildungsorientierte Begriffsauffassung eine subjektiv-gesteuerte und strukturerhaltende Abbildung des Originals. Im Gegensatz zu dieser zweckgebundenen, subjektiven *Rekonstruktion* eines Originalsystems beschreibt der konstruktionsorientierte Modellbegriff nicht die Abbildung eines Originalsystems, sondern vollzieht eine Problemkonstruktion. Derartige Modelle sind demnach das Ergebnis eines Strukturgebungsprozesses und lösen demnach das Problem der Subjektgebundenheit.

Der Konstruktivismus geht nicht von der Existenz einer subjektunabhängigen Realität aus, sondern vielmehr von einer Beschreibung der eigenen subjektiven Wirklichkeit<sup>13</sup>.

Im Rahmen dieser Arbeit wird einer konstruktivistischen Haltung gefolgt.

## 2.5 Der Ontologiebegriff

Ontologien<sup>14</sup> stellen in der Informatik einen Ansatz zur formalen Wissensrepräsentation dar. Dabei beschreibt eine Ontologie das gemeinsame beziehungsweise geteilte Verständnis von einem oder mehreren Beteiligten über einen Realitätsausschnitt, welcher in einer wohldefinierten Syntax und formalen Semantik repräsentiert wird. Ontologien werden in der Regel zur Unterstützung des Wissensaustausches unter Menschen und zwischen Menschen und Maschinen eingesetzt. Diese Kommunikation kann durch das *semiotische Dreieck* (Ogden & Richards, 1923) näher beschrieben werden.

---

<sup>13</sup>Die stark vereinfachte Grundannahme ist hierbei, dass das Erlebte nicht mit der Realität verglichen beziehungsweise überprüft werden kann, da hierzu ein Vergleich mit Erlebtem und nicht Erlebtem (Wirklichkeit) nötig wäre. Demnach können keinerlei Aussagen über die Realität getroffen werden, sondern nur Aussagen über die subjektive Wirklichkeit.

<sup>14</sup>Der Begriff *Ontologie* setzt sich aus dem griechischen *ontos* (das Sein) und *logos* (das Wort) zusammen.

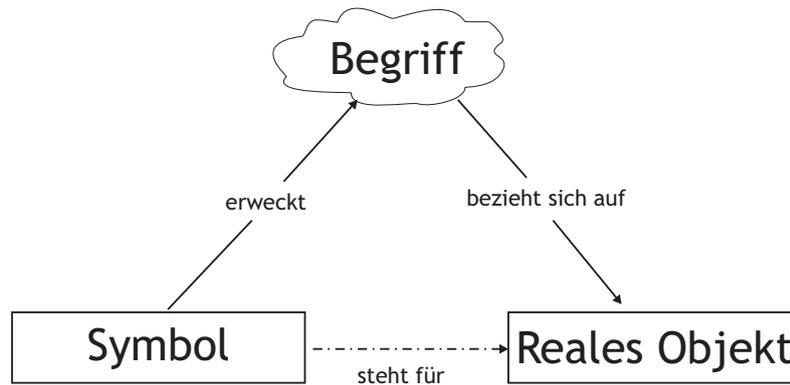


Abbildung 2.6: Das semiotische Dreieck

Das semiotische Dreieck, wie in Abbildung 2.6 dargestellt, verdeutlicht die Interaktion zwischen Symbolen, Begriffen und realen Objekten der Welt. Die Verwendung von Symbolen zur Informationsübertragung bezieht sich auf Begrifflichkeiten, die reale Objekte der Welt referenzieren. Diese Korrespondenz entsteht zu einem gegebenen Kontext immer beim Empfänger einer Nachricht, wobei aus einer Menge von sogenannten *a priori* Korrespondenzen ausgewählt werden kann. Die Verwendung verschiedener Begriffsabbildungen und ein unterschiedlicher Erfahrungshintergrund kann dabei zu unterschiedlichen Korrespondenzen führen.

Ontologien stellen in diesem Sinne formale Modelle der Realität dar. In der Literatur existieren mehrere Begriffsauffassungen (Guarino, 1997; van Heijst et al., 1997). Die bekannteste Betrachtungsweise lautet:

*An ontology is an explicit specification of a conceptualization. The term is borrowed from philosophy, where an ontology is a systematic account of existence. For AI systems, what 'exists' is that which can be represented.*

*(Gruber, 1993b)*

Neben der bereits erwähnten formalen Repräsentation (explizite Spezifikation) einer Konzeptualisierung betont Gruber den philosophischen Ursprung, weist aber zugleich auf eine pragmatischorientierte Betrachtung hin. Ein weiterer wichtiger Aspekt von Ontologien ist die Betrachtung der beteiligten Subjekte. So beschreibt (Uschold & Grüninger, 1996) eine Ontologie als ein geteiltes und gemeinsames Verständnis *mehrerer* Subjekte und hebt so den Gemeinschaftsaspekt der Modelle hervor.

*Ontology is the term used to refer to the shared understanding of some domain of interest...*

*(Uschold & Grüninger, 1996)*

In den letzten Jahren haben sich die aufgeführten Ansätze in der Literatur gefestigt und folgende weit verbreitete Auffassung hervorgebracht.

*An ontology is a formal explicit specification of a shared conceptualization.*

*(Gruber, 1993a)*

Die Begriffsauffassung beschreibt eine Ontologie als eine *Konzeptualisierung*, welche ein abstraktes Wirklichkeitsmodell der beteiligten Personen als *gemeinsames* Verständnis darstellt und einen bewusst gewählten Realitätsausschnitt abbildet. Durch die Deklaration von Konzepten und Beziehungen, wird eine *explizite Spezifikation* von Wissen vollzogen. Die *formale* Repräsentation auf Grundlage einer Logik erlaubt folglich eine maschinelle Verarbeitung.

Grundsätzlich lassen sich Ontologien als ein Verfahren zur Wissensmodellierung gegenüber konventionellen Daten- oder Informationsmodellierungsansätzen beschreiben.

Eine Ontologie besteht in der Regel aus einer Menge von *Klassen* (oder auch Konzepten), die mit Termen bezeichnet sind und ausgewählte Sachverhalte eines Realitätsausschnittes beschreiben. Die Klassen sind in einer Taxonomie angeordnet, wodurch eine sogenannte Klassenhierarchie gebildet wird. Eine Klasse kann durch *Eigenschaften* und *Relationen* zu anderen Klassen weiter spezifiziert werden. Konkrete Ausprägungen einer Klasse werden als *Instanz* bezeichnet. Darüber hinaus ermöglichen Axiome globale und lokale Spezifikationen der Ontologie.

Im Kontext einer formalen Wissensmodellierung und -repräsentation wird jedoch eine weiterführende formale Definition des Ontologiebegriffs benötigt, welche im Folgenden beschrieben wird. Die Definitionen beziehen sich dabei auf die Arbeiten der Wissensmanagementgruppe am Institut AIFB der Universität Karlsruhe. Die folgenden Definitionen basieren auf (Stumme et al., 2003).

**Definition 2.1 (Schema)** *Ein (Ontologie-)Schema ist eine Struktur*

$$S := (C, \leq_C, R, \sigma, \leq_R)$$

*bestehend aus*

- *zwei disjunkten Mengen  $C$  und  $R$ , die Konzepte beziehungsweise Relationen genannt werden,*
- *einer partiellen Ordnung  $\leq_C$  über  $C$ , die sogenannte Konzepthierarchie oder auch Taxonomie,*
- *einer Funktion  $\sigma: R \rightarrow C \times C$ , die sogenannte Signatur, wobei  $\sigma(r) = \langle \text{dom}(r), \text{ran}(r) \rangle$  mit  $r \in R$ ,  $\text{domain } \text{dom}(r)$ , und  $\text{range } \text{ran}(r)$ ,*
- *einer partiellen Ordnung  $\leq_R$  über  $R$ , die sogenannte Relationenhierarchie, wobei  $r_1 \leq_R r_2$  gdw  $\text{dom}(r_1) \leq_C \text{dom}(r_2)$  und  $\text{ran}(r_1) \leq_C \text{ran}(r_2)$ .*

Zur Vereinfachung werden Datentypen wie *Integer* oder *String* als spezielle Konzeptart behandelt,  $D \subset C$ . Weiterhin gilt, wenn  $c_1 <_C c_2$ , für  $c_1, c_2 \in C$ , dann ist  $c_1$  ein *Unter-Konzept* (*sub-concept-of*) von  $c_2$  und  $c_2$  ist ein *Ober-Konzept* (*super-concept-of*)  $c_1$ . Wenn  $c_1 <_C c_2$  und es gibt kein  $c_3 \in C$  mit  $c_1 <_C c_3 <_C c_2$ , dann ist  $c_1$  ein *direktes Unter-Konzept* von  $c_2$ , und  $c_2$  ist ein *direktes Ober-Konzept* von  $c_1$ . Dies wird dargestellt durch  $c_1 \prec c_2$ . *Ober-* und *Unter-Relationen* werden analog definiert.

Die Beziehungen zwischen den Konzepten und/oder den Relationen sowie mögliche Restriktionen der Ontologie können durch die Aussagenlogik ersten Grades oder durch die Hornlogik repräsentiert werden.

**Definition 2.2 (Axiome)** Sei  $L$  eine Logiksprache. Ein  $L$ -Axiomensystem für ein Schema ist ein Paar

$$A := (AI, \alpha)$$

wobei

- $AI$  eine Menge ist, dessen Elemente Axiom-Identifizierer genannt werden und
- $\alpha: AI \rightarrow L$  eine Abbildfunktion darstellt.

Die Elemente von  $A := \alpha(AI)$  werden Axiome genannt.  $S$  ist Teil der Sprache  $L$ .

Die (Ontologie-)Schemata formalisieren intensionale Aspekte einer Wissensdomäne. Wobei extensionale Aspekte durch die *Wissensbasis* repräsentiert werden, welche Aussagen über *Instanzen* der Konzepte und Relationen beinhaltet.

**Definition 2.3 (Wissensbasis)** Eine Wissensbasis ist eine Struktur

$$KB := (C, R, I, \iota_C, \iota_R)$$

bestehend aus

- zwei disjunkten Mengen  $C$  und  $R$  wie zuvor definiert,
- einer Menge  $I$  dessen Elemente als Instanzen bezeichnet werden,
- einer Funktion  $\iota_C: C \rightarrow \mathfrak{P}(I)$ , die sogenannte *Konzept-Instanzierung* und
- einer Funktion  $\iota_R: R \rightarrow \mathfrak{P}(I^2)$  mit  $\iota_R(r) \subseteq \iota_C(\text{dom}(r)) \times \iota_C(\text{ran}(r))$ , für alle  $r \in R$ . Die Funktion  $\iota_R$  wird *Relationen-Instanzierung* genannt.

Darüber hinaus werden Datentypen analog zu einem Schema als eigenständige Konzepte aufgefasst. Die Namen von Konzepten und Relationen werden *Bezeichner* genannt.

**Definition 2.4 (Lexikon)** Ein Lexikon einer Ontologie ist eine Struktur

$$Lex := (G_C, G_R, G_I, Ref_C, Ref_R, Ref_I)$$

bestehend aus

- drei Mengen  $G_C$ ,  $G_R$  und  $G_I$  dessen Elemente Bezeichner für Konzepte, Relationen und Instanzen genannt werden, beziehungsweise
- einer Relation  $Ref_C \subseteq G_C \times C$ , die sogenannte lexikalische Referenz für Konzepte  $Ref_R$  und analog dazu  $Ref_I$ .

Demnach besteht eine Ontologie aus einem *Schema*, einer Menge an *Axiomen*, einer *Wissensbasis* und einem *Lexikon* und kann wie folgt definiert werden.

**Definition 2.5 (Ontologie)** Eine Ontologie  $O$  ist durch folgendes Tupel definiert:

$$O := (S, A, KB, Lex)$$

bestehend aus

- dem Schema  $S$ ,
- dem  $L$ -Axiomensystem  $A$ ,
- der Wissensbasis  $KB$  und
- dem Lexikon  $Lex$ .

Des Weiteren wird häufig der Begriff *Entität* aus einer Menge von Entitäten  $E$  verwendet. Eine Entität  $e \in E$  wird innerhalb einer Ontologie  $O$  entweder als Konzept, als Relation oder als Instanz verstanden, so dass gilt  $e|_O \in C \cup R \cup I$ .

Die methodischen Entwicklungen dieser Arbeit beruhen auf den zuvor eingeführten Definitionen. Dabei bilden Ontologien die Grundlage der Modellbildung zur Gestaltung von Wissensmanagementsystemen. Im folgenden Abschnitt wird der *Systembegriff* eingeführt und eine gebräuchliche Definition von Wissensmanagementsystemen diskutiert.

## 2.6 Der Systembegriff

Der Begriff *Informationssystem* basiert auf dem Verständnis des *Systemkonzeptes* aus der Systemtheorie, wobei ein System aus Systemkomponenten bestehen kann, die Teilsysteme genannt werden. Das *Verhalten* eines Systems beschreibt alle erreichbaren Systemzustände und -übergänge zu einem bestimmten Zeitpunkt. Die *Struktur* eines Systems wird zu einem bestimmten Zeitpunkt durch alle Systemrelationen gebildet. Der *Systembegriff* beschreibt grundsätzlich eine *subjekt- und zweckgebundene Abstraktion* eines Realitätsausschnittes. Der Systembegriff stellt somit eine Spezialisierung des Modellbegriffs dar, indem ausschließlich Informationssysteme als Objektsystem betrachtet werden.

Im Allgemeinen stellt ein Informationssystem ein *softwaretechnisches System* dar, welches die Verarbeitung und Bereitstellung von Informationen unterstützt (Lehner, 2006). Demnach sind Informationssysteme spezielle Anwendungssysteme zur computergestützten Informationsverarbeitung (Österle, 2003). Die Wirtschaftsinformatik befasst sich mit

der Konzeption, Entwicklung, Einführung, Wartung und Nutzung von Informationssystemen (beziehungsweise Anwendungssystemen) (Mertens et al., 2000).

Im Allgemeinen findet durch den Prozess der *Kommunikation* eine Übermittlung von Daten zwischen einem Sender und einem Empfänger statt. Der Begriff *Informations- und Kommunikationssystem* beschreibt dabei die Einheit zwischen Kommunikationspartnern und der *Informations- und Kommunikationstechnik*. Im Rahmen dieser Arbeit werden Informations- und Kommunikationssysteme zusammenfassend als *Informationssysteme* bezeichnet.

Die Beschreibung von Zweck, Form und Vorgehensmodell zur Erstellung von Informationssystemen wird durch eine *Informationssystemarchitektur* konkretisiert. Nach Scheer (Scheer, 1990) beschreibt eine Informationssystemarchitektur, im Sinne einer *Baukunst*, die Komponenten eines Informationssystems (Bausteine) nach ihrer Art, die funktionalen Eigenschaften und ihr Zusammenwirken. Als *integrierte Informationssysteme* werden Systeme verstanden, die eine Zusammenführung von Informationsobjekten, Prozessen, Funktionen, Leistungen und Organisation vollbringen (Scheer, 2001; Scheer, 1990). Im Rahmen dieser Arbeit werden die Begriffe *Informationssystemarchitektur* und *integrierte Informationssysteme*, der Definition von Scheer (Scheer, 1990) folgend, verwendet.

Die Gruppe der Anwendungssysteme wird in die Administrations-, die Dispositions-, die Führungs- und die Querschnittssysteme unterteilt. Dabei werden Informationssysteme zur Unterstützung von Wissensmanagementaufgaben, sogenannte *Wissensmanagementsysteme*, zu den Querschnittssystemen gezählt. Im Allgemeinen werden Wissensmanagementsysteme zur Unterstützung von Rollenträgern bei der Ausführung von Wissensmanagementprozessen eingesetzt. Eine detaillierte Definition wird von (Maier, 2004) gegeben:

*A knowledge management system (KMS) is an ICT system in the sense of an application system or an ICT platform that combines and integrates functions for the contextualized handling of both, explicit and tacit knowledge, throughout the organization or that part of the organization that is targeted by a KM initiative. An identification, capturing, acquisition, selection, valuation, organization, linking, structuring, formalization, visualization, distribution, retention, maintenance, refinement, evolution, accessing, search and last but not least the application of knowledge the aim of which is to support the dynamics of organizational learning and organizational effectiveness.*

(Maier, 2004, Kap. 4.3.2 )

Die Definition von Maier beschreibt ein Wissensmanagementsystem als ein Informationssystem, welches Funktionen zur Verarbeitung der Ressource Wissen bereitstellt. Diesbezüglich wird die Verarbeitung von explizitem als auch implizitem Wissen in einer Organisation betont. Die umfangreiche Auflistung zu unterstützender Wissensprozesse verdeutlicht dabei den komplexen Charakter eines Wissensmanagementsystems.

Es existieren in der Literatur weitere unterschiedliche Begrifflichkeiten für Wissensmanagementsysteme. (Maier, 2004) benennt dazu folgende verwandte Begriffe:

1. Informations- und Kommunikationssysteme für das Wissensmanagement
2. Wissensbasierte Informationssysteme
3. Wissensmanagement-Software
4. Wissensmanagement-Umgebung
5. Wissensmanagement-Unterstützungs-System
6. Wissensmanagement-Werkzeuge
7. Wissensorientierte Software
8. Knowledge Warehouse
9. Organizational-Memory-System
10. Organizational-Memory-Information-System

Die einzelnen Begrifflichkeiten sind oftmals durch unterschiedliche Anwendungsfelder und Zielsetzungen motiviert. Innerhalb dieser Arbeit wird durchgehend der Begriff *Wissensmanagementsystem* verwendet.



## 3 Wissen



Die vorliegende Arbeit befasst sich mit der Entwicklung einer ontologiebasierten Modellkonzeption zur Gestaltung und Umsetzung von Wissensmanagementsystemen. Der Ansatz führt zu grundlegenden Fragestellungen, wie Wissen strukturiert, geschaffen, transformiert und ausgetauscht werden kann.

In Abschnitt 3.1 werden relevante **epistemologische Betrachtungen** der westlichen Philosophie sowie Grundzüge der japanischen Geistesgeschichte erläutert. Auf den theoretischen Betrachtungen aufbauend, behandelt Abschnitt 3.2 **Wissen in der Informatik** als Methode zur Wissensrepräsentation. Das Kapitel schließt in Abschnitt 3.3 mit einem **Resümee**.

### 3.1 Wissen aus theoretischer Sicht

Zur Einordnung und Abgrenzung des Begriffs *Wissensmanagement* wird zunächst auf die unterschiedlichen Sichtweisen auf das Erkenntnisobjekt Wissen eingegangen. Die philosophische Betrachtung von Wissen, die sogenannte *Erkenntnistheorie* oder auch als *Epistemologie* bezeichnet, bildet dabei die theoretische Grundlage.

Diesbezüglich können zwei gegenläufige Betrachtungsweisen identifiziert werden. In der westlichen Philosophie liegt der *Dualismus* zwischen Subjekt und Objekt begründet, welcher eine klare Trennung zwischen Erkennendem und Erkanntem vollzieht. Dem gegenüber steht die japanische Geistesgeschichte, die zwar über keine derart vergleichsweise umfangreiche philosophische Auseinandersetzung verfügt, in der sich jedoch bemerkenswerte Ansätze und Sichtweisen entwickelt haben. Die verschiedenen Betrachtungsweisen führen so auch zu unterschiedlichen Managementkonzepten und sind für eine detaillierte Betrachtung des Themas Wissensmanagement von grundlegender Bedeutung. In diesem Abschnitt werden in Anlehnung an (Nonaka & Takeuchi, 1995), relevante westliche epistemologische Ansätze erläutert und Grundzüge der Geistesgeschichte Japans vorgestellt.

#### 3.1.1 Epistemologische Betrachtungen

Platon entwickelte *die Theorie der Idee*, welche die materielle Welt als Abbild einer vollkommenen Welt der Ideen beschreibt. Diese rationalistische Auffassung vertritt demnach

die These, dass Wissen nur durch die Vernunft und den Verstand deduktiv erlangt werden kann.

Die widersprüchliche Betrachtung von Platons Schüler, Aristoteles, sieht demgegenüber eine empirische Sichtweise vor, die die Existenz eines Objektes in Zusammenhang mit ihrer Form sieht, welche unabdingbar durch Sinneswahrnehmungen entsteht. Der Begriff *Ontologie* wurde von Aristoteles (Aristotle, 1908) eingeführt und beschreibt die philosophische Disziplin, die sich mit der Natur und der Organisation des Seins befasst.

Diese unterschiedlichen Betrachtungsweisen führten zu zwei Hauptrichtungen der Epistemologie: Dem *kontinentalen Rationalismus* und dem *britischen Empirismus*.

Die Grundthese Platons wird von den beiden gegensätzlichen Ansätzen Rationalismus und Empirismus getragen, wobei der Ursprung des Wissens von beiden Ansätzen stark unterschiedlich beantwortet wird. Der Rationalismus sieht die Existenz von apriorischem Wissen vor, welches nicht durch Sinneswahrnehmungen beschrieben wird. Logisches Denken auf Basis von Axiomen erlaubt dann die Erklärung einer absoluten Wahrheit. Das Wissen wird deduktiv aufgebaut. Im Gegensatz dazu sieht der Empirismus eine Art Sinneserfahrung als einzige Quelle von Wissen an. Daraus folgt, dass jeder wahrgenommenen Erscheinung (so auch Trugbilder) eine Existenz zugeschrieben wird. Demnach erklärt der Rationalismus, dass man Wissen nur durch logisches Denken *deduktiv* erschließen kann. Dagegen geht der Empirismus davon aus, dass Wissen *induktiv* durch Sinneswahrnehmungen erlangt wird. Ein Versuch der Synthese beider Richtungen wird den Philosophen Kant, Hegel und Marx zugeordnet.

René Descartes beschreibt vier Regeln des rationalen Denkens und entwickelte die Methode des Zweifels, die es erlaubte, alle Anschauungen in Frage zu stellen. Nach seiner Grundannahme erfolgt die Erlangung von Wissen ausschließlich durch den Geist und nicht durch die Sinne. Im Gegensatz dazu betrachtet John Locke den menschlichen Geist als eine Art weißes Blatt Papier (*tabula rasa*), frei von angeborenen Ideen oder Begriffen. Seine Grundannahme besagt, dass nur Erfahrungen zur Wissenserlangung führen, wobei zwischen Sinneswahrnehmungen und Reflexionen unterschieden wird.

Der Versuch der Synthese von Immanuel Kant im 18. Jahrhundert sieht eine Zusammenführung beider Strömungen vor. Kant bestätigt die Erfahrung als Grundlage für das Wissen, widerspricht jedoch der These, dass dies die einzige Wissensquelle ist. So entsteht nach Kant Wissen nur durch die Kombination von logischem Denken und Sinneswahrnehmungen. Er argumentiert, dass der menschliche Verstand Sinneseindrücke in ein Zeit- und Raumgefüge einordnet und mit Begriffen assoziiert. Die Theorie von Kant wird auch als *transzendentaler Idealismus* bezeichnet, da er davon ausging, dass der Mensch nur die Wahrnehmung eines Objektes (das Phänomen) erfährt und nicht das Objekt als solches.

Die *Dialektik* ist nach Georg W.F. Hegel ein Versuch der Synthese zwischen These und Antithese. Die Erkenntnis ist demnach eine Sinneswahrnehmung, die nur das Objekt wahrnimmt, welches durch skeptische Kritik der Sinne zum Subjekt wird. Dieser Versuch, den Dualismus zwischen Subjekt und Objekt durch einen *absoluten Idealismus* zu überwinden, wurde später von Karl Marx mit den Theorien der Sozialwissenschaften kombiniert. Marx

widersprach jedoch Hegel und beschrieb die Wahrnehmung als Wechselwirkung zwischen erkennendem Subjekt und erkannten Objekt.

Der *kartesianischen Dualismus* beschreibt im 20. Jahrhundert das Wesen des Menschen aus seinem rationalem Denken heraus. Als Begründer der *Phänomenologie* beschrieb Edmund Husserl die Wechselwirkungen zwischen einem reinen Bewusstsein und seinen Objekten. Er argumentierte, dass erst die Schaffung von einem reinen Bewusstsein durch die sogenannte phänomenologische Reduktion (Loslösung von faktischen Kenntnissen und logischen Annahmen) möglich ist.

Martin Heidegger, ein Schüler Husserls, widersprach dem kartesianischen Dualismus. Im Gegensatz zum losgelösten denkendem Ich, vertrat er die Auffassung, dass nur eine enge Beziehung zwischen Wissen und Handeln möglich sei. Eine verstärkte Betonung dieser Auffassung spiegelt sich im *Existentialismus* wider, wonach Erkenntnis über die Welt ausschließlich durch zurückgezogenes Handeln möglich ist. Zahlreiche Philosophen des 20. Jahrhunderts untersuchten die Anwendung von Sprache zur Beschreibung von Phänomenen. So beschreibt beispielsweise Ludwig Wittgenstein die Sprache als Abbild der Realität.

Das Beobachten und das Auswerten von Wahrnehmungen wird von einem Individuum verinnerlicht und bildet nach (Polanyi, 1966) das sogenannte *implizite Wissen* (*tacit knowledge*). Dieses meist nur schwer artikulierbare Wissen wird unbewusst abgerufen und angewendet. In diesem Zusammenhang ermöglichen Ontologien eine formale Repräsentation externalisierter Wirklichkeitsabbildungen und unterstützen so den Wissensaustausch zwischen Wissensträgern.

#### 3.1.2 Die japanische Geistesgeschichte

Es existiert keine vergleichbare Philosophie in der Geschichte Japans. Jedoch begründet ein tief verwurzelter Wissensansatz im Buddhismus und Konfuzianismus verschiedene japanische Managementansätze (Nonaka & Takeuchi, 1995).

Die Hauptmerkmale japanischer Geistesgeschichte sind (i) *Einheit von Mensch und Natur*, (ii) *Einheit von Körper und Geist* und (iii) *Einheit von Ich und anderen*. Die *Einheit von Mensch und Natur* wird als *emotionaler Naturalismus* bezeichnet, da sich die Wahrnehmung auf Dinge aus der Natur stützt, welche subtil aber sichtbar und konkret sind. Eine Trennung und Objektivierung vom Ich und der Natur findet in der japanischen Epistemologie nicht statt. Die visuelle Sprache der Japaner und die besondere Betrachtung der Zeit als kontinuierlichen Fluss einer immer wieder neuen Gegenwart ermöglichen es bei der Suche nach Wissen von eigenen Erfahrungen auszugehen. Des Weiteren wird die *Einheit aus Körper und Geist* als Wissensquelle angesehen und beschreibt so persönliche Erfahrungen als elementare Quelle und ignoriert intellektuelle Leistungen. Daraus lässt sich ein organisches und kollektives Verständnis vom *Ich und anderen* ableiten.

Im Gegensatz zur westlichen Epistemologie lässt sich somit ein Verständnis der Realität durch eine starke Fokussierung auf den Körper und der Natur sowie den darin enthaltenen

Interaktionen beschreiben.

## 3.2 Wissen in der Informatik

Der Wissensrepräsentation durch Ontologien kommt in dieser Arbeit eine herausragende Stellung zu. In diesem Abschnitt werden zunächst denkbare Kategorisierungen von Ontologien erläutert, wichtige Anwendungsfelder wie das Semantic Web aufgeführt und verwandte Modellierungsansätze besprochen.

### 3.2.1 Typische Kategorisierungen

Ontologien stellen ein ausdrucksstarkes Instrument zur Modellierung eines gewählten Realitätsausschnittes dar. Jedoch lässt sich, bedingt durch unterschiedliche Zielsetzungen der Modellbildung und verschiedenen Verwendungsarten, eine unterschiedliche Ausgestaltung von Ontologien zu beobachten. In diesem Abschnitt werden typische Kategorisierungen von Ontologien erläutert und diskutiert<sup>1</sup>. Dazu werden relevante Kriterien zur Differenzierung herangezogen. Die Kategorisierungen basieren zum einen auf klassischen Kriterien der Systemmodellierung (Scheer, 1990) und zum anderen auf (Oberle, 2005), welche hinsichtlich dieser Arbeit angepasst und erweitert werden.

Ein wichtiges Kriterium zur Klassifikation stellt der *Formalisierungsgrad* einer Ontologie dar, welcher den Grad der Axiomatisierung beschreibt. Darüber hinaus lassen sich Ontologien nach dem gewählten *Abstraktionsgrad* und nach ihrem *Modellzweck* unterscheiden.

Im Folgenden wird auf die einzelnen Kriterien kurz eingegangen.

#### 3.2.1.1 Formalisierungsgrad

Ontologien können in Bezug auf ihre Ausdrucksstärke in *stark* und *gering axiomatisierte Ontologien* unterteilt werden, wobei die Ausdrucksstärke den Grad der Axiomatisierung beschreibt<sup>2</sup>.

Oftmals werden stark axiomatisierte Ontologien bewusst eingesetzt, um potentielle terminologische oder konzeptuelle Ambiguitäten zu vermeiden. Durch einen hohen Axiomatisierungsgrad können Merkmale des Objektsystems genauer beschrieben werden.

Im Gegensatz zu stark axiomatisierten Ontologien repräsentieren *gering axiomatisierte* Ontologien oft nur einfache taxonomische Konzeptkompositionen, die von allen Subjekten geteilt werden. Eine klare Abgrenzungsfunktion zwischen stark und gering axiomatisierten Ontologien besteht in diesem Zusammenhang bisher nicht.

---

<sup>1</sup>In der Literatur sind weitere unterschiedliche Kategorisierungen zu finden. Beispielsweise sei auf (Guarino, 1997) verwiesen.

<sup>2</sup>In der englischsprachigen Literatur werden häufig die Begriffe *heavy-weight* und *light-weight ontology* verwendet.

### 3.2.1.2 Abstraktionsgrad

Der gewählte Realitätsausschnitt sowie die Merkmalsauswahl im Objektsystem beeinflussen grundlegend das Modellsystem. Dabei kann das resultierende Modellsystem in folgende Typen unterteilt werden:

- **Top-Level-Ontologien** beschreiben generische Sachverhalte wie beispielsweise Raum, Zeit oder Ereignisse. Sie verfügen nicht über spezielles Domänenwissen und lassen sich in der Regel auf die meisten Wissensgebiete übertragen. Top-Level-Ontologien werden häufig zur Integration verschiedener Ontologien verwendet. Exemplarisch sei an dieser Stelle auf DOLCE (Gangemi et al., 2002) und SUMO (Niles & Pease, 2001) verwiesen.
- **Grundlagenontologien**<sup>3</sup> - Im Gegensatz zu Top-Level-Ontologien verfolgen Grundlagenontologien nicht den Anspruch einer generischen Modellierung, sondern beschränken sich auf die Darstellung einiger ausgewählter Domänen. Demnach sind Grundlagenontologien als eine Menge von Domänenontologien anzusehen und können als Bindeglied zwischen Top-Level-Ontologien und Domänenontologien verwendet werden<sup>4</sup>. Die entwickelten Konzeptualisierungen dieser Arbeit (vgl. hierzu Kapitel 9) werden in diesem Sinne als Grundlagenontologie verstanden.
- **Domänenontologien** beschreiben spezifisches Wissen eines klar abzugrenzenden Wissensgebietes. Die modellierten Sachverhalte sind nur bedingt auf andere Domänen übertragbar. Exemplarisch sei hierzu auf die *Semantic Web Research Community (SWRC)* Ontologie (Sure et al., 2005) verwiesen, welche relevante Sachverhalte über das Forschungsgebiet Semantic Web beinhaltet.

Im Rahmen dieser Arbeit wird Bezug auf Grundlagen- und teilweise auf Domänenontologien genommen.

### 3.2.1.3 Modellzweck

Ontologien werden zweckgerichtet und zielgerichtet von mehreren Subjekten erstellt. Die unterschiedlichen Modellzwecke können zur Klassifikation von Ontologien verwendet werden.

- **Referenzontologien** dienen den beteiligten Subjekten als gemeinsame Sprache und geteiltes Verständnis eines Realitätsausschnittes. Die Referenzontologie unterstützt jedoch keine darüber hinaus gehenden, konkreten Aufgaben der Subjekte.
- **Anwendungsontologien** beschreiben analog zu Referenzontologien das Verständnis mehrerer Subjekte über einen Realitätsausschnitt, wobei Anwendungsontologi-

<sup>3</sup>In (Oberle, 2005) werden Grundlagenontologien als *core ontologies* bezeichnet.

<sup>4</sup>In der Praxis sind zum aktuellen Stand der Entwicklungen nur wenige Grundlagenontologien vorhanden, daher wird oft auf eine explizite Kategorisierung nach Grundlagenontologien verzichtet.

en zur direkten Unterstützung und Erfüllung von Aufgaben dienen. Eine Anwendungsontologie kann dabei die Spezialisierung einer Referenzontologie darstellen.

In diesem Zusammenhang kann die SWRC Ontologie nach ihrem Modellzweck als Referenzontologie angesehen werden. Die *AIFB Portalontologie*<sup>5</sup>, eine Spezialisierung der SWRC Ontologie, unterstützt die Nutzer des Webportals bei der Suche und dem Austausch von Informationen und stellt folglich eine Anwendungsontologie dar.

Im Rahmen dieser Arbeit wird sowohl auf Referenz- als auch auf Anwendungsontologien Bezug genommen.

### 3.2.2 Das Semantic Web und die Web Ontology Language

Die rapide zunehmenden Informationsmengen im World Wide Web stellen sich oft als eine Informationsflut für die Anwender dar. Dieser starke Anstieg führt unter anderem zu einem Identifikations- und Selektionsproblem verfügbarer Informationen. Fehlende semantische Annotationen behindern diesbezüglich eine effiziente maschinelle Verarbeitung der Inhalte (Uren et al., 2006). Folglich ist ein großer Teil der verfügbaren Informationen nur von Menschen auswertbar und interpretierbar. Dieser Umstand erschwert den Austausch von externalisiertem Wissen, da eine maschinelle Auswertung im Sinne einer inhaltlichen Bewertung zum aktuellen Stand der Forschung nur bedingt möglich ist.

Die Vision des *Semantic Web* von (Berners-Lee & Fischetti, 1999) als nächste Evolutionsstufe des World Wide Web soll unter anderem dazu beitragen, derartige Probleme zu beseitigen.

*The Semantic Web is an extension of the current web in which information is given well-defined meaning, better enabling computers and people to work in cooperation.*

*(Berners-Lee & Fischetti, 1999)*

Die Grundlage des Semantic Web bilden Ontologien, welche Wissen in einer einheitlichen und standardisierten Form repräsentieren und so einen ungehinderten Wissensaustausch unterstützen. Der Wissensaustausch vollzieht sich dabei zwischen Menschen sowie zwischen Menschen und Maschinen.

In diesem Zusammenhang wurden in den letzten Jahren verschiedene Ansätze zur Wissensrepräsentation entwickelt. Das RDF-Schema (RDF-S) (Brickley & Guha, 2004) ist eine Sprache, die auf dem *Resource Description Framework (RDF)* basiert, und die Deklaration von Konzepten in einer Taxonomie und Relationen ermöglicht. Die ausdrucksstärkere *Web Ontology Language (OWL)* (Smith et al., 2004) ist eine Sprache auf Basis von Beschreibungslogiken (Baader et al., 2003). Neben RDF-S und OWL sind framebasierte Ansätze eine weitere bekannte Form der Wissensrepräsentation (Kifer et al., 1995).

---

<sup>5</sup>Die AIFB Portalontologie bildet die Grundlage des semantischen Webportals der Wissensmanagementgruppe am Institut AIFB der Universität Karlsruhe dar. Für eine weiterführende Darstellung sei auf <http://swrc.ontoware.org/> verwiesen.

OWL wurde vom W3C<sup>6</sup> als Standard zur Wissensrepräsentation im Semantic Web verabschiedet. Historisch betrachtet basiert die Entwicklung von OWL auf DAML+OIL<sup>7</sup>, einer Synthese aus dem europäischen Standard *Ontology Inference Layer (OIL)* und dem amerikanischen Gegenstück *DARPA Markup Language (DAML)*.

Die Sprache OWL wird nach ihrer Ausdrucksmächtigkeit in drei Dialekte unterteilt. Die geringste Ausdrucksstärke weist dabei *OWL Lite* auf. Viele Konstrukte der Beschreibungslogik können in *OWL DL* verwendet werden, wobei *OWL Full* die ausdrucksstärksten Konstrukte bereitstellt.

- OWL-Full bietet die größte Ausdrucksstärke der OWL Dialekte. OWL Full ist Unentscheidbar und demnach nicht für Anwendungen brauchbar, die vollständige Beweise benötigen.
- OWL-DL entspricht der entscheidbaren Beschreibungslogik  $SHOIN(\mathbf{D})$  mit NEXPTIME Komplexität.
- OWL-Lite entspricht der weniger ausdrucksstarken Logik  $SHIF(\mathbf{D})$  mit EXPTIME Komplexität.

Der Dialekt OWL-DL verfügt über die größtmögliche Ausdruckskraft und ist zudem noch entscheidbar. Dieser Umstand macht OWL-DL für praktische Anwendungen besonders interessant. Innerhalb dieser Arbeit wird daher OWL-DL zur Wissensrepräsentation verwendet. Im Allgemeinen stehen folgende Sprachkonstrukte in der Logik  $SHOIN$  zur Verfügung:

- Subsumption von Konzepten und Relationen
- Boolesche Verknüpfungen von Konzeptmengen: Vereinigung, Schnitt, Komplement
- Domain und Range Spezifikationen von Relationen
- Gleichheits- und Ungleichheitsdeklarationen
- Symmetrie, Transitivität, Reflexivität von Relationen
- Relationsbeschränkungen
- Inverse Relationen
- Aufzählungen von Individuen
- Lexikalische Annotationen

Die aufgeführten Konstrukte sind entweder direkt in der Sprache definiert oder können mittels Axiomen deklariert werden. Die Tabelle 3.2.2, welche aus (Studer et al., 2007) übernommen und für diese Arbeit angepasst wurde, zeigt zusammenfassend OWL sowie entsprechende Sprachkonstrukte in Beschreibungslogik (Description Logic (DL)).

OWL-DL entspricht der Beschreibungslogik  $SHOIN(\mathbf{D})$ , welche eine Erweiterung von  $SHOIN$  hinsichtlich der Verwendung von Datentypen wie *String* oder *Integer* darstellt.

---

<sup>6</sup>Vgl. hierzu <http://www.w3.org/>

<sup>7</sup>Vgl. hierzu <http://www.w3.org/TR/daml+oil-reference/>

OWL Syntax	DL Syntax
<i>Axioms</i>	
Class( <i>A</i> partial $C_1 \dots C_n$ ) Class( <i>A</i> complete $C_1 \dots C_n$ ) EnumeratedClass( <i>A</i> $a_1 \dots a_n$ ) SubClassOf( <i>C</i> <i>D</i> ) EquivalentClasses( $C_1 \dots C_n$ ) DisjointClasses( $C_1 \dots C_n$ )	$A \sqsubseteq C_1 \sqcap \dots \sqcap C_n$ $A \equiv C_1 \sqcap \dots \sqcap C_n$ $A \equiv \{a_1\} \sqcup \dots \sqcup \{a_n\}$ $C \sqsubseteq D$ $C_1 \equiv \dots \equiv C_n$ $C_i \sqsubseteq \neg C_j, (1 \leq i < j \leq n)$
ObjectProperty( <i>r</i> super( $r_1$ )...super( $r_n$ ) domain( $C_1$ ) ... domain( $C_n$ ) range( $C_1$ ) ... range( $C_n$ ) [inverseOf( <i>s</i> )] [Symmetric] [Functional] [InverseFunctional] [Transitive]) SubPropertyOf( <i>r</i> <i>s</i> ) EquivalentProperties( $r_1 \dots r_n$ )	$r \sqsubseteq r_1 \sqcap \dots \sqcap r_n$ $\exists r \top \sqsubseteq C_1 \sqcap \dots \sqcap C_n$ $\top \sqsubseteq \forall r C_1 \sqcap \dots \sqcap \forall r C_n$ $r \equiv s^-$ $r \equiv r^-$ $\top \sqsubseteq \leq 1 r$ $\top \sqsubseteq \leq 1 r^-$ <b>Trans</b> ( <i>r</i> ) $r \sqsubseteq s$ $r_1 \equiv \dots \equiv r_n$
Individual( <i>a</i> type( $C_1$ ) ... type( $C_n$ ) value( $r_1$ $a_1$ ) ... value( $r_n$ $a_n$ )) SameIndividual( $a_1 \dots a_n$ ) DifferentIndividuals( $a_1 \dots a_n$ )	$C_1 \sqcap \dots \sqcap C_n(a)$ $r_1(a, a_1), \dots, r_n(a, a_n)$ $a_1 = \dots = a_n$ $a_i \neq a_j, (1 \leq i < j \leq n)$
<i>Descriptions</i>	
Class( <i>A</i> ) Class( <i>owl:Thing</i> ) Class( <i>owl:Nothing</i> )	<i>A</i> $\top$ $\perp$
intersectionOf( $C_1 C_2 \dots$ ) unionOf( $C_1 C_2 \dots$ ) complementOf( <i>C</i> ) oneOf( $a_1 a_2 \dots$ )	$C_1 \sqcap C_2$ $C_1 \sqcup C_2$ $\neg C$ $\{a_1\} \sqcup \{a_2\}$
restriction( <i>r</i> someValuesFrom( <i>C</i> )) restriction( <i>r</i> allValuesFrom( <i>C</i> )) restriction( <i>r</i> hasValue( <i>a</i> )) restriction( <i>r</i> minCardinality( <i>n</i> )) restriction( <i>r</i> maxCardinality( <i>n</i> ))	$\exists r C$ $\forall r C$ $\exists r \{a\}$ $\geq n r$ $\leq n r$

Tabelle 3.1: OWL und DL Syntax

Für eine weiterführende Darstellung sei auf (Baader et al., 2003; Studer et al., 2007) verwiesen.

### 3.2.3 Weitere Anwendungsgebiete

In der Literatur sind weitere zahlreiche Anwendungsfelder von Ontologien zu finden (Erdmann, 2001). Im folgenden werden exemplarisch einige Gebiete aufgeführt.

- Wissensmanagement (Staab & Studer, 2004; Sure, 2003; Abecker, 2004)
- Wissensbasierte Systeme (van Heijst et al., 1997)
- Sprachverarbeitung (Buitelaar et al., 2005; Cimiano, 2006)
- Information Retrieval (Stojanovic, 2005)
- Wissensportale (Maedche et al., 2001b; Hartmann & Sure, 2004)
- Wissensentdeckung (Berendt et al., 2002; Hotho, 2004)
- Digitale Bibliotheken (Sure & Studer, 2005; Davies et al., 2006)

Die Prozessmodellierung stellt neben der reinen Wissensrepräsentation einen wichtigen Aspekt zur Modellbildung von Wissensmanagementsystemen dar. Dies liegt in der Tatsache begründet, dass das Wissensmanagement häufig in Form von Prozessen beschrieben wird (Remus, 2002). Im folgenden Abschnitt werden diesbezüglich verbreitete Modellierungsverfahren vorgestellt und verglichen.

### 3.2.4 Verwandte Modellierungsverfahren

Ontologien stellen einen umfassenden, ausdrucksstarken sowie flexiblen Ansatz zur Wissensmodellierung dar. In der Literatur finden sich weitere relevante Modellierungsansätze, die im Folgenden kurz skizziert und verglichen werden.

Es lassen sich *Modellierungsmethoden* in *struktur-, verhaltens- und ablauforientierte Verfahren* unterteilen (Mertens et al., 2000).

Strukturorientierte Modellkonzepte, wie beispielsweise das *Entity-Relationship Modell*, beschreiben die Datensicht eines Systems. Eine funktionale Beschreibung von Systemen wird durch verhaltensorientierte Verfahren wie beispielsweise die *Strukturierte Analyse*<sup>8</sup> (DeMarco, 1979) unterstützt. Eine kombinierte Modellierung von (Daten-) Strukturen und Funktionen wird unter anderem durch die objektorientierte Modellierung unterstützt, wie beispielsweise die *Unified Modeling Language*. Darüber hinaus ermöglichen prozessorientierte Modellierungsansätze, wie beispielsweise Petrinetze (Petri, 1962), die

---

<sup>8</sup>Die Strukturierte Analyse stellte ursprünglich ein rein statisches Verfahren dar, welches um dynamische Analyseaspekte erweitert wurde.

Beschreibung der Ablaufsicht von Objektsystemen. Die prozessorientierten Modellverfahren werden in der Regel zur Modellierung von *Workflowsystemen* eingesetzt (Ellis & Nutt, 1993; Pankratius & Stucky, 2005; von Hagen & Stucky, 2004).

In diesem Sinne stellt eine ganzheitliche Modellierung von Daten, Funktionen und Prozessen eine Kombination von struktur-, verhaltens- und ablauforientierten Modellbildungen dar. Im Folgenden werden exemplarisch das *Entity-Relationship Modell (ERM)* und die *Unified Modeling Language (UML)* beschrieben.

#### 3.2.4.1 Datenmodellierung

Im Rahmen der Modellierung relationaler Datenbanksysteme ist das *Entity-Relationship Modell (ERM)* (Chen, 1976), sowie dessen Erweiterung, das *Extended-Entity-Relationship (EER)* Modell weit verbreitet<sup>9</sup>. Im Allgemeinen stellt das Verfahren einen Ansatz zur strukturellen Datenmodellierung dar. Dazu verfügt das *ER-Modell* über die Typen *Entity* und *Relationship*, denen weitere Attribute zugewiesen werden können. Darüber hinaus lassen sich durch Kardinalitäten Integritätsbedingungen festlegen. Im Allgemeinen stellen diese Modellierungsansätze eine rein statische Modellierungsmethode von Datensichten dar.

#### 3.2.4.2 Objektorientierte Modellierung

Die *Unified Modeling Language (UML)*<sup>10</sup> der Object Management Group (OMG)<sup>11</sup> ist eine diagrammbasierte Modellierungsmethode zur Beschreibung und Entwicklung objektorientierter Software. Die UML bietet mehrere Arten zur Modellierung von Softwaresystemen an. Grundsätzlich kann zwischen *Strukturdiagrammen* und *Verhaltensdiagrammen* unterschieden werden. Zu den Strukturdiagrammen, welche statische und zeitunabhängige Aspekte modellieren, werden folgende Diagrammtypen gezählt.

- *Klassendiagramm* - Ein Klassendiagramm beschreibt statische Sachverhalte, deren Eigenschaften sowie die Beziehungen zueinander.
- *Objektdiagramm* - Ein Objektdiagramm stellt konkrete Ausprägungen von Objekten, deren Eigenschaften und Beziehungen zu einem festgelegten Zeitpunkt dar.
- *Paketdiagramm* - Paketdiagramme dienen in der Regel zur Gruppierung von Objekten zu Paketen und erlauben zudem die Deklaration von Namespaces für die Objekte.

---

<sup>9</sup>Aus historischer Sicht kann ergänzend das Relationenmodell aufgeführt werden, welches Daten unabhängig von ihrer physischen Implementierung in einer logischen Repräsentation beschreibt (Codd, 1970). Innerhalb dieser Arbeit wird jedoch auf eine vertiefende Darstellung verzichtet und auf die entsprechenden Quellen verwiesen (Lockemann & Schmidt, 1987; Teorey, 1998).

<sup>10</sup>Innerhalb dieser Arbeit wird auf UML 2.0 Bezug genommen.

<sup>11</sup>Siehe hierzu <http://omg.org/>

- *Komponentendiagramm* - Die Komponentendiagramme ermöglichen eine abhängigkeitsorientierte Modellierung von Systemkomponenten.
- *Verteilungsdiagramm* - Die physische Verteilung von Systemen kann mittels Verteilungsdiagrammen beschrieben werden.
- *Kompositionsstrukturdiagramm* - Kompositionsstrukturdiagramme werden zur Strukturmodellierung von Komponenten sowie von deren Interaktionspunkten verwendet.

Im Gegensatz zu den zuvor skizzierten Strukturdiagrammen ermöglichen *Verhaltensdiagramme* die Modellierung dynamischer Aspekte. Hierzu werden folgende Diagrammtypen gezählt<sup>12</sup>.

- *Aktivitätsdiagramm* - Das Verhalten eines Systems in Form von Daten- oder Kontrollflüssen wird mittels Aktivitätsdiagrammen modelliert.
- *Anwendungsfalldiagramm* - Ein Anwendungsfalldiagramm beschreibt die Funktionen eines Systems aus Anwendersicht anhand eines Anwendungsfalles.
- *Zustandsdiagramm* - Ein Zustandsdiagramm beschreibt alle erreichbaren Zustände eines Systems.
- *Kommunikationsdiagramm* - Die Kommunikation von Objekten wird mit Kommunikationsdiagrammen beschrieben, wobei der Schwerpunkt auf der Modellierung von Kommunikationsbeziehungen liegt.
- *Timingdiagramm* - Ein Timingdiagramm stellt eine zeitbezogene Betrachtung von Zustandswechseln der modellierten Objekte dar.
- *Sequenzdiagramm* - Ein Sequenzdiagramm beschreibt die Interaktion beziehungsweise den Nachrichtenaustausch zwischen Objekten.
- *Interaktionsübersichtsdiagramm* - Ein Interaktionsübersichtsdiagramm stellt Sequenz-, Kommunikations- oder Timingdiagramme in einem Aktivitätsdiagramm dar.

Die zahlreichen Diagrammtypen erlauben die Modellierung relevanter Aspekte der objektorientierten Softwareentwicklung. Die verbreitete Notation und deren leichte Verständlichkeit unterstützen hierbei den Informationsaustausch der beteiligten Entwickler<sup>13</sup>.

### 3.2.4.3 Vergleich ausgewählter Verfahren

In einer reflektierenden Zusammenfassung lässt sich feststellen, dass ausgehend von der Ausdrucksstärke der jeweiligen Repräsentationssprache, Wissen zwischen den aufgeführten Modellen unter Umständen mit Wissensverlusten transformieren lässt. Jedoch unterscheiden sich die Ansätze in ihrer Verwendung und demnach auch in dem resultierenden

<sup>12</sup>Wobei die letzten vier Typen als Interaktionsdiagramme bezeichnet werden.

<sup>13</sup>Im Rahmen dieser Arbeit werden im Teil II einige ausgewählte Sachverhalte jeweils als UML-Diagramm visualisiert.

Modell. Im Folgenden werden die Ansätze ER-Modell, die UML<sup>14</sup> und die Beschreibungslogik (Description Logic - DL)<sup>15</sup> nach folgenden Kriterien verglichen.

- *Art der Modellierung*: Beschreibt die zugrunde liegende Metapher der Modellbildung.
- *Implizite Attribute & Relationen*: Darstellung nicht explizit modellierter Eigenschaften, die nur implizit modelliert wurden.
- *Taxonomie*: Beschreibt die Möglichkeit zur Modellierung von *is-a* Beziehungen in Form einer Hierarchie.
- *Partonomie*: Beschreibt die Möglichkeit zur Modellierung von *part-of* Beziehungen (beispielsweise Komposition oder Aggregation).
- *Dynamisches Verhalten*: Erlaubt ablauforientierte Betrachtungen durch die Modellsprache.
- *Relationen höheren Grades*: Ermöglicht die Definition von Relationen über Relationen.
- *Relationen mit Eigenschaften*: Beschreibt die Möglichkeit zur Deklaration von Eigenschaften einer Relation.
- *Inferenz*: Beschreibt die direkte Möglichkeit zur Inferenz der Modellsprache.
- *Einsatz*: Führt verbreitete Anwendungsgebiete der Sprache auf.
- *Umsetzung*: Beschreibt die Notwendigkeit zur Anwendung weiterer Methoden, wie beispielsweise eine Transformation, zur Nutzung des Modellsystems.

Daraus ergibt sich folgende Differenzierung, wie in Tabelle 3.2 dargestellt wird.

Die in der Tabelle 3.2 aufgeführten Eigenschaften verdeutlichen die unterschiedlichen Anwendungsschwerpunkte der einzelnen Verfahren. Das Entity-Relationship Modell wie auch die Unified Modeling Language stellen effiziente Modellierungsverfahren mit herausragenden Eigenschaften im Bereich der Datenbanksystem- beziehungsweise objektorientierten Softwaremodellierung dar. Im Vergleich zu Ontologien fällt jedoch der stark ausgerichtete Modellzweck der Verfahren sowie der resultierenden Modelle auf. Diesbezüglich unterstützen die Verfahren oftmals nur bestimmte Gesichtspunkte eines Modellierungsprozesses, wie beispielsweise die Entwurfs- oder Analysephase. Eine Verwendung der Modelle in anderen Phasen oder gar zur Unterstützung eines laufenden Systems ist in der Regel nur bedingt möglich. Eine optimierte Wissensbereitstellung und Unterstützung des Wissenstransfers, welche als grundlegende Zielsetzungen eines ganzheitlichen Wissensmanagements anzusehen sind, werden jedoch durch isolierte Modelle und Systeme behindert. Demnach wird die Anwendung im Kontext einer Modellierung von Wissensmanagementsystemen durch die aufgezeigten klassischen Verfahren als nur eingeschränkt realisierbar angesehen.

---

<sup>14</sup>In Bezug auf die Version 2.0.

<sup>15</sup>Hierbei wird auf die Web Ontology Language (OWL) (Smith et al., 2004) Bezug genommen.

Kriterium	UML	ER	DL
Art der Modellierung	Diagramm	Diagramm	Logik
Implizite Attribute & Relationen	+	-	+
Taxonomie	+	+	+
Partonomie	+	-	-
Dynamisches Verhalten	+	-	(+)
Relationen höheren Grades	-	+	-
Relationen mit Eigenschaften	+	+	+
Inferenz	-	-	+
Einsatz	Softwareentwicklung	Datenmodellierung	Universell
Umsetzung	Transformation in OO	Relationales Modell	Keine Transformation

Tabelle 3.2: Vergleich Modellierungsverfahren

### 3.3 Resümee

Die Zusammenhänge epistemologischer und ökonomischer Sichtweisen in Bezug auf eine technologiebasierte Repräsentation von Informationen und Wissen lassen grundlegende Rückschlüsse für die vorliegende Arbeit zu. Die aufgeführten epistemologischen Betrachtungen und die skizzierte japanische Geistesgeschichte zeigen die Vielzahl unterschiedlicher und teilweise gegensätzlicher Betrachtungsweisen von Wissen. Im Wesentlichen wird hierbei die Frage nach dem Ursprung und dem Entstehen von Wissen diskutiert. Die unterschiedlichen Betrachtungsweisen der westlichen Epistemologie und der japanischen Geistesgeschichte verdeutlichen die gegensätzliche Entwicklung aktueller Managementansätze, die im weiteren Verlauf dieser Arbeit betrachtet werden.

Für diese Arbeit ist dabei von Bedeutung, in welchem Umfang Wissen auf der Grundlage von Informationssystemen ausgetauscht und repräsentiert werden kann. Dazu ist die verbreitete Unterscheidung von implizitem und explizitem Wissen bedeutsam. So lässt sich, wenn auch nur im begrenztem Umfang, Wissen externalisieren. Weiterführend bedarf es folglich einer Betrachtung der Repräsentationsfähigkeit von explizierbarem Wissen, welche das Forschungsgebiet der Informatik, insbesondere der Wissensrepräsentation, adressiert.

Ontologien unterstützen eine ganzheitliche Betrachtung von Realitätsausschnitten auf Basis einer hochgradig axiomatisierbaren Modellsprache. Neben der hohen Ausdruckskraft und der Inferenzmöglichkeit ist aber vor allem der ganzheitliche Modellierungsaspekt hervorzuheben. Demnach unterstützen Ontologien die Abbildung eines Realitätsausschnittes (beziehungsweise einer Wissensdomäne) nach definierten Abbildungseigenschaften, wobei der Schwerpunkt der Modellbildung auf die Erstellung eines gemeinsam akzeptierten Modellsystems abzielt und weniger auf technologische Aspekte festgelegt ist.

Innerhalb dieser Arbeit werden aufgrund der dargestellten Verfahrenseigenschaften Onto-

logien zur Modellbildung von Wissensmanagementsystemen eingesetzt. Zur ganzheitlichen Betrachtung werden im Folgenden relevante Ansätze des Wissensmanagements eingeführt.

# 4 Wissensmanagement



In diesem Kapitel werden relevante Grundzüge des Managements der Ressource Wissen erläutert.

In Abschnitt 4.1 erfolgt eine Analyse verbreiteter **Modelle** für das Wissensmanagement. Anschließend wird in Abschnitt 4.2 eine Betrachtung von **Wissensbarrieren** angesprochen. In Abschnitt 4.3 werden typische **software-technische Unterstützungen** für das Wissensmanagement behandelt. Das Kapitel schließt in Abschnitt 4.4 mit einem **Resümee**.

## 4.1 Modelle für das Wissensmanagement

In diesem Abschnitt werden relevante *Modelle für das Wissensmanagement* vorgestellt, welche in die Konzeption des ontologiebasierten Metamodells einfließen. Diesbezüglich werden die *Spirale der Wissensschaffung* nach Nonaka und Takeuchi (Nonaka & Takeuchi, 1995) sowie die *Wissensbausteine* nach Probst (Probst et al., 2006) vorgestellt.

### 4.1.1 Die Wissensschaffung in Organisationen

Im Kontext der Wissensschaffung in Organisationen wird nach (Nonaka & Takeuchi, 1995) zwischen einer ontologischen und epistemologischen Dimension unterschieden. Die ontologische Dimension beruht auf der Beobachtung, dass Wissen stets von Individuen geschaffen wird und der Prozess der Wissensschaffung dabei als Interaktion zwischen den Wissensträgern angesehen wird, welcher der Verankerung und der Verstärkung der organisationalen Wissensbasis dient. Die ontologische Dimension beschreibt die Ebenen *Individuum*, *Gruppe* und *Unternehmen* sowie deren Beziehungen untereinander<sup>1</sup>. Die epistemologische Dimension unterscheidet zwischen *implizitem* und *explizitem Wissen*.

Das *Modell der Wissensspirale*, welches die Umwandlung von Wissen beschreibt, ist ein viel diskutierter und verbreiteter Wissensmanagementansatz. Die Grundidee der Wissensschaffung liegt in der Transformation von implizitem zu explizitem Wissen. Nach dem Modell wiederholt sich dieser Prozess zyklisch in Form einer Spirale.

<sup>1</sup>Der verwendete Begriff *Ontologie* wird von Nonaka und Takeuchi in ihrem Ansatz nicht näher erklärt. Daher wird im Folgenden nur von einer ontologischen Dimension gesprochen, welche jedoch nicht mit der formalen Begriffsauffassung dieser Arbeit gleichzusetzen ist.

### 4.1.1.1 Vier Formen der Wissensumwandlung

Nonaka und Takeuchi benennen dazu vier Formen der Wissensumwandlung: *Sozialisati-on*, *Externalisierung*, *Kombination* und *Internalisierung*. Wissen wird immer von einem einzelnen Individuum geschaffen. Organisationales Wissensmanagement wird von Nonaka und Takeuchi als Prozess der Unterstützung einzelner Personen in einer Organisation angesehen, der die Verankerung von Wissen in der Organisation fördert beziehungsweise ermöglicht.

Im Folgenden werden die vier Formen näher beschrieben.

**Sozialisati-on (implizit zu implizit)** Der Austausch von Erfahrungen ermöglicht die Schaffung gemeinsamer mentaler Modelle und die Kenntnis über technische Fertigkeiten. Dieser Wissenserwerb von implizitem Wissen kann ohne Sprache durch Beobachtung, Nachahmung oder praktische Anwendung erfolgen. Ein Individuum transformiert personengebundenes implizites Wissen und schafft allgemein verfügbares Wissen für die beteiligten Menschen. Das Wissen bleibt durch die *Sozialisati-on* jedoch implizit.

**Externalisierung (implizit zu explizit)** Der Prozess der *Externalisierung* wandelt implizites in explizites Wissen beispielsweise durch Artikulation um, welches dann verbreitet werden kann. Wissen wird hierbei in der Form von Metaphern, Analogien, Modellen oder Hypothesen übertragen. Hierbei kann es jedoch, bedingt durch die Komplexität oder der Ausdrucksfähigkeit des Wissensträgers, zu Wissensverlusten kommen. Die Externalisierung setzt eine gemeinsame Sprache voraus, in die sich das implizite Wissen transformieren lässt.

**Kombination (explizit zu explizit)** Als *Kombination* wird der Prozess der Verknüpfung von (explizitem) Wissen innerhalb einer Wissensdomäne verstanden. Ein Wissensaustausch basiert oftmals auf den Austausch von Dokumenten oder durch Kommunikation mit den jeweiligen Wissensträgern. Die Typisierung beziehungsweise Normierung vereint externalisiertes Wissen zu *systemischem Wissen*.

**Internalisierung (explizit zu implizit)** Neu geschaffenes Wissen wird nach dem Modell der Wissensspirale von Individuen durch Erfahrungen und durch den Umgang mit neuem Wissen verinnerlicht. Dieser Prozess der *Internalisierung* transformiert somit explizites Wissen in implizites Wissen für ein Individuum.

Diese vier Arten der Wissensschaffung werden zyklisch in Form einer Wissensspirale durchlaufen, welche im folgenden Abschnitt beschrieben wird.

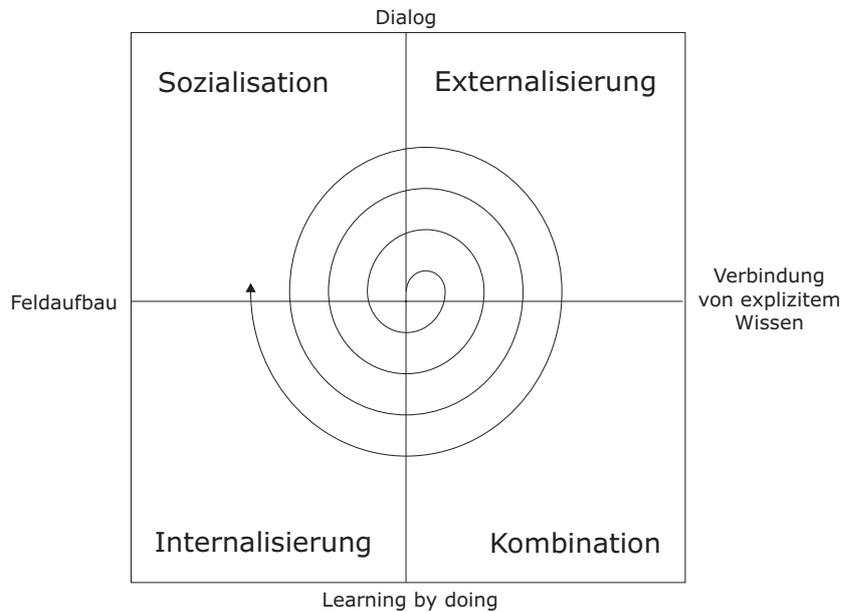


Abbildung 4.1: Die Wissensspirale

#### 4.1.1.2 Die Wissensspirale

Nonaka und Takeuchi beschreiben die zyklische Interaktion zwischen Externalisierung und Internalisierung in Form einer Wissensspirale, die ausgehend von einem einzelnen Individuum immer mehr Interaktionspunkte (Individuen oder ganze Gruppen) einschließt, wobei die Geschwindigkeit der Ausbreitung stetig zunimmt. Dieses Ausweiten der Wissensspirale erstreckt sich folglich über die gesamte ontologische Dimension.

Die Wissensspirale, wie in Abbildung 4.1 abgebildet, beschreibt ein Interaktionsfeld, welches die Weitergabe von Wissen durch Sozialisation, Externalisierung, Kombination und Internalisierung beschreibt. Der jeweils neu geschaffene Wissensinhalt unterscheidet sich in jedem Interaktionsschritt. So führt beispielsweise die Sozialisation zu *sympathetischem Wissen* wie mentalen Modellen oder technischen Fertigkeiten. Durch den Prozess der Externalisierung ergibt sich *konzeptuelles Wissen*, welches zum Beispiel in Form von Metaphern existiert. Durch die Kombination entsteht *systemisches Wissen* und durch Internalisierung entsteht *operatives Wissen*.

Diese reine epistemologische Betrachtungsweise wird durch die ontologische Dimension erweitert. Der Vorgang der Wissensumformung durch die zuvor beschriebenen Prozesse hat eine stetige Verstärkung der organisationalen Wissensbasis zur Folge und schließt im Verlauf immer weitere Ebenen der Organisation ein.

Dieser Aspekt der Wissensschaffung wird in Abbildung 4.2 illustriert, wobei der Prozess mehrere Voraussetzungen bedingt.

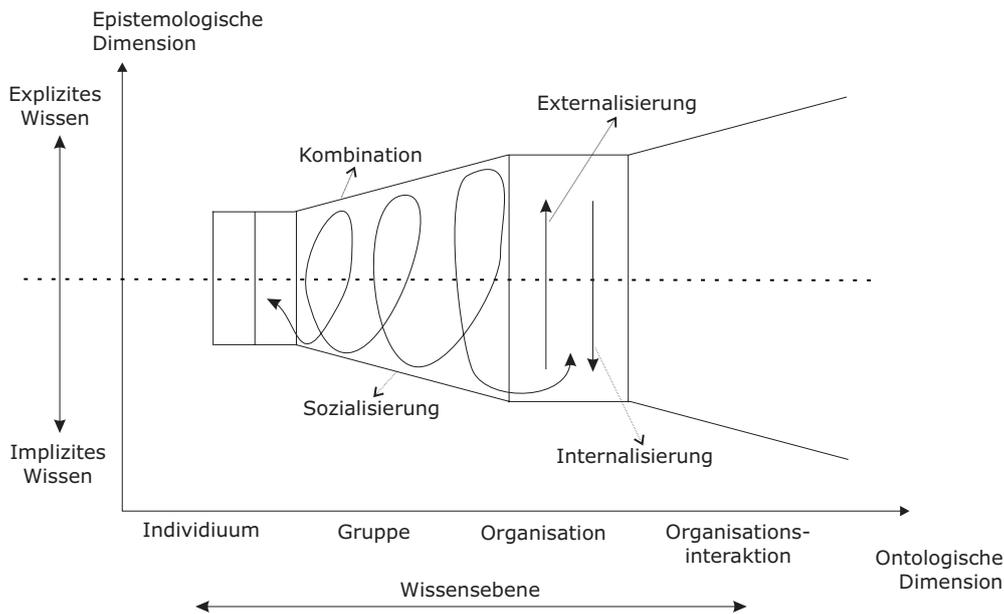


Abbildung 4.2: Die Spirale der Wissensschaffung

#### 4.1.1.3 Voraussetzungen für die Wissensschaffung

Die Voraussetzungen für die Wissensschaffung im Sinne der Wissensspirale sind nach Nonaka und Takeuchi *Intention, Autonomie, Fluktuation, Redundanz* und *notwendige Vielfalt*.

Als *Intention* wird die feste Absicht einer Organisation bezeichnet, festgelegte Ziele in Form von Unternehmenszielen zu erreichen. Des Weiteren ist eine möglichst große Autonomie der einzelnen Mitarbeiter erforderlich, um eigenverantwortlich Handeln zu können, wodurch Chancen der Wissensschaffung entstehen können und die Motivation gesteigert werden kann.

Des Weiteren werden *Fluktuation* und *kreatives Chaos* als dritte Voraussetzung beschrieben. Eine Fluktuation führt zu Zusammenbrüchen und schafft kreatives Chaos, aus dem neues Wissen durch das Überdenken von Grundanschauungen und durch den Dialog im sozialen Umfeld entstehen kann. Dieses Phänomen wird auch als *Schaffung von Ordnung aus dem Chaos* bezeichnet.

Die vierte Voraussetzung zur Wissensschaffung ist die *Redundanz*. Der Austausch redundanter Informationen stellt für Nonaka und Takeuchi keine Ineffizienz dar, sondern beschleunigt vielmehr den Prozess der Wissensschaffung, da es so zu einem verstärkten Austausch von implizitem Wissen kommt und die Wiederholung eine Festigung von vorhandenem Wissen unterstützt.

Die Existenz einer *ausreichenden Vielfalt* wird als Notwendigkeit angesehen und stellt die

fünfte Voraussetzung dar. Im Allgemeinen wird dies durch die Möglichkeit einer schnellen und flexiblen Kombination von Information erreicht, welche auf einem gleichberechtigten Zugang aller Angehörigen zu allen erforderlichen Informationen in der Organisation fundiert.

#### 4.1.1.4 Modell der Wissensschaffung

Nach Nonaka und Takeuchi existieren vier Formen der Wissensumwandlung, die in der Wissensspirale zyklisch durchlaufen werden, wenn die zuvor aufgeführten Voraussetzungen erfüllt werden. Die Wissensschaffung in einer Organisation wird schließlich durch ein Modell erklärt, welches aus fünf einzelnen Phasen besteht:

1. Wissen austauschen
2. Konzepte schaffen
3. Konzepte erklären
4. Archetyp bilden
5. Wissen übertragen

Die Wissensschaffung beginnt mit (1) dem Austausch von implizitem Wissen (Sozialisierung), welches anschließend durch (2) die Schaffung von Konzepten in explizites Wissen umgewandelt wird (Externalisierung). Durch (3) Erklärungsprozesse kommt es zu einer Filterung von Wissen und akzeptiertes Wissen wird (4) in Form von Prototypen (Archetypen) evaluiert. Neu geschaffenes Wissen wird in der letzten Phase (5) auf andere Individuen oder organisationale Ebenen übertragen.

Der Ansatz nach Nonaka und Takeuchi stellt zusammenfassend betrachtet ein umfangreiches Modell zur Wissensschaffung in Organisationen dar. Dabei nimmt insbesondere die ganzheitliche Betrachtung des impliziten und expliziten Wissens eine herausragende Stellung ein.

#### 4.1.2 Die Wissensbausteine

Im Gegensatz zu der epistemologischen Betrachtungsweise von Nonaka und Takeuchi, beschreibt der Ansatz von Probst (Probst et al., 2006), der westlichen Epistemologie folgend, eine prozessorientierte Sicht des Wissensmanagements. Dazu werden die sogenannten *Wissensbausteine* eingeführt, welche wichtige Kernprozesse des Wissensmanagements repräsentieren. Die Bausteine bedingen und beeinflussen sich gegenseitig, wie in Abbildung 4.3 dargestellt.

Die *Wissensziele* repräsentieren die definierten Ziele des Wissensmanagements, welche zur Ausgestaltung folgender Wissensbausteine verwendet werden.

- *Wissensziele* - Maßnahmen zur Entwicklung der organisationalen Wissensbasis

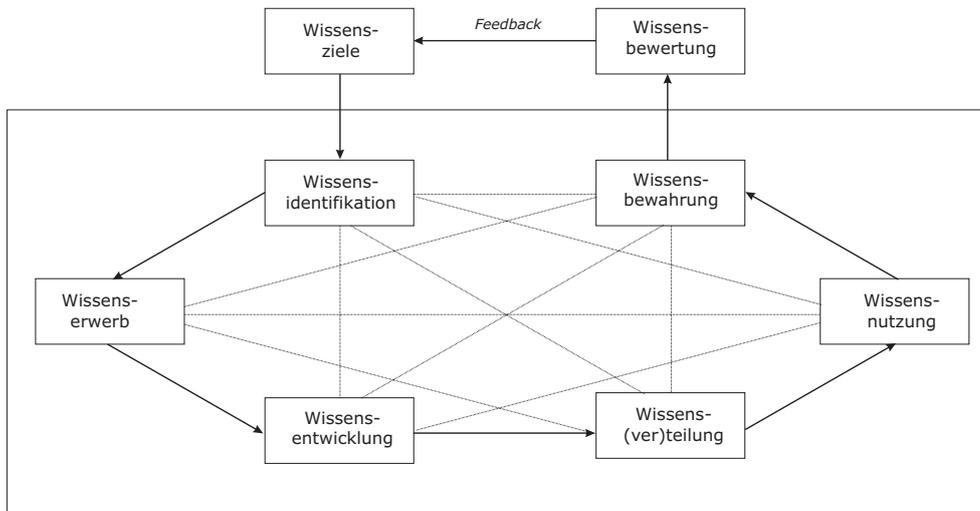


Abbildung 4.3: Die Wissensbausteine nach Probst

- *Wissensidentifikation* - Maßnahmen zur Analyse des Wissensumfeldes.
- *Wissenserwerb* - Maßnahmen zur Erschließung von Wissensquellen.
- *Wissensentwicklung* - Aktivitäten zur Weiterentwicklung und Leistungssteigerung.
- *Wissens(ver-)teilung* - Verfahren zur kollektiven Nutzung von Wissen.
- *Wissensnutzung* - Methoden zum produktiven Einsatz von Wissen.
- *Wissensbewahrung* - Maßnahmen zur Aufrechterhaltung des organisationalen Wissens.
- *Wissensbewertung* - Kontrollmaßnahmen zur Bewertung von Wissensmanagementprozessen.

Die jeweiligen Bausteine stellen keine isolierten Betrachtungen dar, sondern stehen in einer engen Verbindung und Abhängigkeit zueinander. Im Folgenden wird auf die einzelnen Wissensbausteine genauer eingegangen.

### 4.1.2.1 Wissensziele

Die Planung der Entwicklung der organisationalen Wissensbasis wird in Form von *Wissenszielen* beschrieben. Dadurch werden Bereiche oder Gebiete beschrieben, in denen die Organisation zukünftig Wissen aufbauen soll. Die Wissensziele werden in *normative*, *strategische* und *operative Ziele* unterteilt. Die strategischen Ziele beschreiben dabei Anstrengungen zur langfristigen Sicherung und Evolution der Wissensbasis hinsichtlich

der strategischen Unternehmensziele, welche durch die operativen Ziele umgesetzt werden. Die normativen Ziele beschäftigen sich mit der Schaffung eines organisationalen Bewusstseins des Wissens.

#### 4.1.2.2 Wissensidentifikation

Die Fähigkeit zur Identifikation von relevantem Wissen ist für einzelne Individuen und folglich für eine gesamte Organisation von entscheidender Bedeutung. Dabei beeinflussen Maßnahmen zur Wissensidentifikation positiv wie auch negativ die sogenannte *Wissenstransparenz*, welche als Kompetenz zur Aneignung und als Wissen über Wissensquellen im *organisationalen Wissensumfeld* verstanden wird. So beschreibt beispielsweise die personelle und strukturelle Transparenz einer Organisation die Fähigkeiten einer Organisation und zeigt Wissensbestände einzelner Wissensträger auf. Das Ziel der Wissensidentifikation ist demnach die Schaffung beziehungsweise die Verbesserung der Wissenstransparenz, die einen optimierten Zugriff auf das Wissensumfeld ermöglicht.

Im Allgemeinen wird zwischen der *internen Wissenstransparenz* (beispielsweise Wissen über interne Prozesse) und der *externen Wissenstransparenz* (beispielsweise Wissen über externe Berater) differenziert.

#### 4.1.2.3 Wissenserwerb

Im Gegensatz zu einem Individuum, welches sich oft langfristig in vielen kleinen Schritten Wissen aneignet, können Organisationen Wissen auf dem sogenannten *Wissensmarkt* erwerben und verfügen so unmittelbar über neues Wissen. Dadurch können beispielsweise erfolgskritische Funktionen oder zentrale Wissensträger einer Organisation abgesichert werden.

Im Allgemeinen werden Aktivitäten auf dem Wissensmarkt wie folgt unterteilt:

- Erwerb von Wissen externer Wissensträger
- Erwerb von Wissen anderer Firmen
- Erwerb von Stakeholderwissen
- Erwerb von Wissensprodukten

Auf den Wissensmärkten herrscht in der Regel eine geringe Markttransparenz der jeweiligen Marktteilnehmer. Darüber hinaus werden nach (Probst et al., 2006) besonders interessante Produkte nicht am Wissensmarkt angeboten, sondern werden *direkt vermittelt*.

#### 4.1.2.4 Wissensentwicklung

Die Wissensentwicklung wird als Produktion intern nicht vorhandener Fähigkeiten und Kompetenzen verstanden und führt so zu einem Aufbau von Wissen. Eine vollkommene

Eigenentwicklung innerhalb einer Organisation wird nur in den seltensten Fällen praktiziert. In den meisten Fällen wird Wissen durch Kooperationen mit externen Partnern entwickelt. Neben dieser gezielten und bewussten Entwicklung entsteht Wissen im operativen Organisationsgeschehen als Nebenprodukt. In diesem Zusammenhang wird zwischen *Produkt-, Prozess- und Sozialinnovation* unterschieden.

Die Fähigkeiten einer Organisation zur Wissensentwicklung sind im Vergleich von herausragender Bedeutung für ein erfolgreiches Wissensmanagement.

### 4.1.2.5 Wissens(ver-)teilung

Das Ziel von Maßnahmen zur Wissensverteilung ist es, isoliert vorhandene Informationen oder Erfahrungen für die gesamte Organisation nutzbar zu machen. Dies setzt die Existenz von Wissen voraus, welches aus unterschiedlichen Quellen, wie beispielsweise Wissensentwicklung oder Wissenserwerb, stammen kann. Die optimale Verteilung von Wissen auf einzelne Mitarbeiter und die Bereitstellung innerhalb einer Organisation reflektiert dabei die zentrale Aufgabe des Wissensmanagements.

Nach Probst wird zwischen (1) der Multiplikation von Wissen durch rasche Verteilung auf eine Vielzahl von Mitarbeitern, (2) der Sicherung und Teilung von Erfahrungen und (3) dem simultanen Wissensaustausch unterschieden.

### 4.1.2.6 Wissensnutzung

Neben einer erfolgreichen Wissensidentifikation, -entwicklung oder -erwerb ist die Anwendung und Nutzung von neuem Wissen ein weiterer Kernprozess und wird von Probst als *Implementierungsphase* des Wissensmanagementprozesses bezeichnet.

Die Ausgestaltung des organisationalen Umfeldes erfordert diesbezüglich, eine Anwendbarkeit von (neuem) Wissen in der Praxis. Dies wiederum kann dann einen Anreiz für die Wissensaneignung auf individueller oder Gruppenebene darstellen.

### 4.1.2.7 Wissensbewahrung

Der Wissensbewahrungsprozess soll Wissensverluste verhindern beziehungsweise minimieren und wird in die Phasen der Selektion, der Speicherung und der Aktualisierung von Wissen unterteilt.

Kollektives Wissen kann beispielsweise durch bewusste Protokollierung, gemeinsame Auseinandersetzung und kollektive Sprachentwicklung verankert werden.

Im Allgemeinen wirkt das *organisationale Vergessen* der Wissensbewahrung entgegen. Dazu zählen beispielsweise die Entlassung oder die Pensionierung von Mitarbeitern oder die unbeabsichtigte Löschung von digitalen Wissensbeständen.

#### 4.1.2.8 Wissensbewertung

Zur Beurteilung und Bewertung der organisationalen Wissensbasis dienen definierte Kontrollmaßnahmen. Dazu müssen Wissensbestände aus ihren zeitlichen, situativen und individuellen Kontexten herausgelöst und objektiv betrachtet werden. Dieser Forderung ist jedoch in der Regel nicht vollständig nachzukommen. Zur Annäherung wird die sogenannte Wissensbilanz (Probst et al., 2006) einer Organisation erstellt. Die jeweiligen Methoden zur Bewertung werden als Wissensmessungen bezeichnet, die auf der Analyse von Wissensindikatoren basieren. Die Auswahl geeigneter Indikatoren stellt dabei die elementare Aufgabenstellung der Wissensbewertung dar.

Die Ergebnisse einer Wissensbewertung dienen folglich zur Überprüfung der Wissensziele, wodurch ein zyklischer Prozess des Wissensmanagements gegeben ist.

#### 4.1.3 Weitere Modelle

In der Literatur sind weitere Modelle und Konzepte für das Wissensmanagement zu finden. Die folgende Auflistung entstammt (Lehner, 2006, S. 38) und wurde in Bezug auf diese Arbeit angepasst und erweitert. Für eine vertiefte Darstellung sei auf die jeweilige Literatur verwiesen.

- Schichtenmodell des Wissens (Pautzke, 1989)
- Organizational Learning (Huber, 1991)
- Gestaltungsrahmen für das strategische Wissensmanagement (Albrecht, 1993)
- The Art and Practice of the Learning Organization (Senge, 1990)
- Aktivitätenmodell (von Krogh & Venzin, 1995)
- Organizational Memory Information System (Stein & Zwass, 1995; Abecker, 2004)
- Lebenszyklusmodell des Wissensmanagements (Rehäuser & Krcmar, 1996)
- Vier Akte zum Wissensmanagement (Schüppel, 1996)
- Systematisches Wissensmanagement (Willke, 1998)
- OIP-Modell (Maier, 1998)
- Wissensmarktkonzept (North, 2005)
- Ontologiebasiertes Wissensmanagement (Sure, 2003)

Die Auflistung zeigt den jungen Charakter des Forschungsgebiets und das Bedürfnis ganzheitlicher Modelle für das Wissensmanagement sowie unterstützender Systeme.

## 4.2 Wissensbarrieren

Bei der Anwendung und Durchführung von Wissensmanagement kann es zu Problemen oder Hindernissen kommen. Zwar existieren noch keine einheitlich anerkannten Definitionen, aber es lassen sich zwei wichtige Problemkategorien klassifizieren: Das *Wissensmanagementproblem* und das *Wissensproblem*.

*Ein Wissensmanagementproblem liegt vor, wenn der Zielbezug des Wissensmanagements fehlt, wenn die Interventionen des Wissensmanagements nicht oder nicht ausreichend greifen, oder wenn die Integration der einzelnen Interventionsmaßnahmen fehlt.*

(Lehner, 2006)

Darüber hinaus wird ein Wissensproblem wie folgt beschrieben.

*Ein Wissensproblem liegt vor, wenn eine Person oder eine Gruppe nicht in der Lage ist, mit dem zur Verfügung stehenden Wissen die übertragenden Aufgaben zu bewältigen oder dabei auftretende Probleme zu lösen, und das erforderliche Wissen mit eigenen Mitteln weder generiert noch beschafft werden kann.*

(Lehner, 2006)

Die Arbeit folgt dabei den Begriffsvorschlägen von Lehner, wobei der Begriff *Wissensbarriere* als Aggregation von Wissensmanagement- und Wissensproblemen verstanden wird.

## 4.3 Technologische Unterstützung

Zur Realisierung von Wissensmanagementsystemen werden in der Regel unterschiedliche Technologien miteinander kombiniert. In diesem Abschnitt werden daher relevante Kategorien in Anlehnung an (Lehner, 2006, Kap. 4.2) und (Maier, 2004, Kap. 7) vorgestellt und erläutert. Die jeweiligen Systeme können als Basistechnologie für Wissensmanagementsysteme verstanden werden<sup>2</sup>.

### 4.3.1 Datenorientierte Systeme

Für den Umgang und der Verarbeitung mit großen Datenmengen werden unter anderem Data-Mining-Systeme, Data Warehouse Architekturen sowie OLAP-Systeme eingesetzt.

---

<sup>2</sup>Die aufgeführten Systeme stellen nur eine Auswahl relevanter Technologien dar und erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

**Data-Mining-Systeme** Das manuelle Erkennen gemeinsamer Eigenschaften stellt bei einer großen Datemenge einen entsprechend hohen Arbeitsaufwand des Anwenders dar. Bei steigender Komplexität dieser Daten steigt die Schwierigkeit *nützliche Informationen* zum jeweiligen *Kontext* zu extrahieren (Michalski & Kaufman, 1997). Der Bereich des *Data Mining* und *Knowledge Discovery in Databases (KDD)* umfasst den Prozess der Erforschung und Entwicklung von Methoden zur Informations- und Wissensextraktion aus Datensätzen. Systeme zur Unterstützung von Data Mining werden folglich als *Data-Mining-Systeme* bezeichnet. KDD wird nach (Fayyad et al., 1996) wie folgt definiert.

**Knowledge Discovery in Databases** *is the non-trivial process of identifying valid, novel, potentially useful, and ultimately understandable structure in data.*

(Fayyad et al., 1996)

Streng genommen kann zwischen Data Mining, der Erkennung von Regularitäten in Daten, und Knowledge Discovery, der Extraktion von Wissen aus diesen Regularitäten, unterschieden werden. Dabei kann *Data Mining* als ein Schritt in KDD angesehen werden. Eine verbreitete Definition lautet daher wie folgt.

**Data Mining** *is a step in the KDD process consisting of applying computational techniques that, under acceptable computational efficiency limitations, produce a particular enumeration of patterns (or models) over the data.*

(Fayyad et al., 1996)

Die ersten Data Mining Ansätze stammen nach (Michalski & Kaufman, 1997) aus dem Bereich der *Datenanalyse*, welche jedoch nur in der Lage waren statistisch auftretende Gemeinsamkeiten innerhalb eines Datensatzes zu erkennen.

Fehlendes Hintergrundwissen verhinderte so (Michalski & Kaufman, 1997), die *automatische Generierung* qualitativer Musterbeschreibungen der Daten. Für eine derartige Erkennung und Beschreibung wurden daraufhin Methoden des *maschinellen Lernens* eingesetzt, um Wissen in den Mustern zu beschreiben und zu extrahieren. Zudem lassen sich mit Methoden aus dem Bereich der Datenanalyse nur bekannte Datensätze beschreiben.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass Data-Mining-Systeme eine herausragende Rolle im Rahmen des Wissensmanagements besitzen, da sie wichtige Kernprozesse, wie beispielsweise die Wissensidentifikation, unterstützen.

**Data-Warehouse-Systeme** *Data Warehouses* sind eine verbreitete Konzeption für Entscheidungs- und Führungsinformationssysteme. Eine bekannte Definition lautet:

*A data ware house is a subject oriented, integrated, non-volatile, and time variant collection of data in support of management decisions.*

(Inmon, 1996)

Die Konzeption eines Data Warehouses verfolgt in ihrer allgemeinen Zielsetzung eine Informationsversorgung aller Entscheidungsträger einer Organisation durch eine gezielte Aggregation von Daten (Inmon & Inmon, 2002). Dazu werden relevante Daten aus den operativen Informationssystemen einer Organisation in eine separierte Datensammlung transformiert. Diese Datensammlung besteht dann aus aufbereiteten und konzentrierten Daten, die langfristig (in der Regel dauerhaft) gespeichert werden. Im Allgemeinen kann ein Data Warehouse als ein organisationsweites Konzept verstanden werden, welches aus den vier Ebenen (i) Operationale Ebene, (ii) Data Warehouse Ebene, (iii) Data Mart Ebene und (iv) personalisierten Ebene besteht.

Diese Architektur leitet sich aus der Sichtweise eines Data Warehouses auf Daten ab. So integriert die *Data Warehouse Ebene* Daten aus der *operationalen Ebene*, welche zur weiteren Informationsanalyse benötigt werden. Diese Daten werden unter Berücksichtigung von abteilungsspezifischen Anforderungen in der *Data Mart Ebene* repräsentiert. Individuelle Anforderungen und Sichtweisen einzelner Benutzer werden in der *personalisierten Ebene* dargestellt.

Die Architektur eines Data Warehouses besteht aus mehreren einzelnen Komponenten, die miteinander in Beziehung stehen. Der Datenfluss zwischen den einzelnen Ebenen wird über *Transformationskomponenten* gewährleistet. Dies beinhaltet die Selektion, Extraktion, Aufbereitung und Aggregation der jeweiligen Daten. Die transformierten Daten werden anschließend in die entsprechende Ebene importiert. Dieser Vorgang wird in der Regel als *Extraction-Transformation-Loading-Prozess* (ETL-Prozess) bezeichnet. Des Weiteren verfügt ein Data Warehouse über ein *Archivierungssystem*, das Datensicherungs- und Archivierungsaufgaben erfüllt und ein *Metadatensystem* zur Verwaltung relevanter Metadaten.

Die Konzeption eines klassischen Data Warehouses verfolgt das Ziel einer organisationsweiten Informationsbereitstellung für alle Entscheidungsträger. Der Unterstützung von Entscheidungsträgern durch die adäquate Datenbereitstellung im Sinne eines Management Support Systems wird durch eine mehrdimensionale Strukturierung der Daten entsprochen. Grundlegend ist hierbei die konsequente Trennung zwischen den Datenbeständen des Data Warehouses und operativen Informationssystemen. Ein Data Warehouse verfügt somit über *aufbereitete* und *konzentrierte* Daten aus den operativen Systemen, welche für spätere Analysen langfristig gespeichert bleiben. Der Grund der Trennung liegt in der typischerweise prozessorientierten Datenhaltungsform operativer Informationssysteme. Entscheidungsunterstützende Systeme basieren jedoch auf einer übergreifenden und inhaltlich gruppierten Datenhaltung, die einen organisationsweiten Charakter besitzt.

Zusammenfassend lässt sich die Zielsetzung eines Data Warehouses als die Schaffung einer konsistenten Datensammlung verstehen, die eine funktionsübergreifende und inhaltlich gruppierte Sichtweise erlaubt und redundant zu den operativen Informationssystemen besteht.

**OLAP-Systeme** Im Rahmen einer Konzeption eines Data Warehouses werden oftmals *Online Analytical Processing (OLAP) Systeme* zur weiterführenden Analyse der Datenbestände eingesetzt. Im Gegensatz zu relationalen Datenbanksystemen ermöglichen OLAP Systeme eine mehrdimensionale Datenanalyse. Die Darstellung von Daten in einer n-dimensionalen Struktur basiert auf drei wichtigen Operationen in einem OLAP System: *Rotation, Roll-Up/Drill-Down* und *Slice/Dice*. Diese Verfahren finden in der Regel in Data Warehouses Anwendung.

OLAP-Systeme werden in der Regel nach den sogenannten FASMI Regeln entworfen:

- **Fast:** Beschreibt die Notwendigkeit einer möglichst geringen Antwortzeit des Systems. In der Praxis wird hier ein Wert von unter 30 Sekunden angestrebt.
- **Analysis:** Beschreibt die Möglichkeit eigene Analysen durchzuführen.
- **Shared:** Ein OLAP System wird in der Regel von mehreren Anwendern parallel verwendet. Diesbezüglich müssen Zugriffe auf die Daten entsprechend geregelt werden.
- **Multidimensional:** Die Kernfunktion von OLAP Systemen ist die multidimensionale Analyse von Daten. Diesbezüglich erfolgt meistens eine Darstellung von unterschiedlichen Dimensionen in Form eines Datenwürfels.
- **Information:** Durch eine entsprechende Kombination von Daten sollen nützliche Informationen dargestellt und gewonnen werden können.

Wie bereits angeführt erfolgt die Darstellung von Daten anhand von Datenwürfeln. Auf diesen Datenwürfeln können Operationen wie *Rotation, Roll-up, Drill-down* und *Slice* durchgeführt werden.

- **Rotation:** Durch die Rotation kann der Datenwürfel um jeweils eine Achse gedreht werden.
- **Roll-up, Drill-down:** Durch Roll-up und Drill-down Operationen wird die Aggregationsdichte einer Dimension bestimmt.
- **Slice, Dice:** Die Betrachtung einzelner Ebenen des Würfels wird durch die Operation *Slice* ermöglicht. Die *Dice* Operation erzeugt einen neuen (Teil-) Würfel.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass OLAP Systeme eine sehr effiziente Art der Datenanalyse ermöglichen.

### 4.3.2 Inhaltsorientierte Systeme

Inhaltsorientierte Systeme verwalten Inhalte, welche in digitaler Form repräsentiert werden. Dazu zählen beispielsweise (semi-strukturierte) Dokumente oder Audio- und Videodateien. Es lässt sich hierbei zwischen Dokumentenmanagement-, Contentmanagement- und Lernmanagementsystemen unterscheiden.

**Dokumentenmanagementsysteme** Dokumente<sup>3</sup>, die explizierbares Wissen beinhalten, besitzen einen hohen Stellenwert für den Prozess der Wissensdiffusion und -nutzung. Die technologische Unterstützung bei der Erstellung, dem Austausch und dem Zugriff kommt demnach ebenfalls eine hohe Bedeutung zu. Hierzu zählen insbesondere das Scannen, Anzeigen, Drucken und Verwalten sowie die *Dokumentenverwaltung* und die *Archivierung* von Dokumenten.

**Contentmanagement- und Portalsysteme** Contentmanagement-systeme (CMS) verwalten den Inhalt, die Strukturierung und das Layout zur Bereitstellung von Inhalten in der Regel auf Basis von Intranet und Internettechnologien. Dies beinhaltet unter anderem Funktionen aus dem Bereich des Dokumentenmanagements zur Verwaltung von strukturierten Dokumenten, welche durch definierte Arbeitsabläufe (Workflowmanagement) transformiert und repräsentiert werden. Eine bekannte Anwendung sind webbasierte Portalsysteme sowie Wikisysteme.

**Lernmanagementsysteme** Lernmanagementsysteme werden zur Definition von Lernzielen eingesetzt und unterstützen die Anwender in der Identifikation von Lernbedürfnissen, der Bereitstellung von Lernmaterialien sowie der Abbildung von Lernprozessen. In diesem Kontext werden oft digitale Bibliotheken eingesetzt, welche über eine Vielzahl von Lerneinheiten verfügen und durch ein Autorensystem gepflegt und editiert werden können.

### 4.3.3 Wissensorientierte Systeme

Systeme der künstlichen Intelligenz bilden ein breites Spektrum an Informationssystemen. Darunter fallen unter anderem *Experten-* und *Agentensysteme*. Die aufgeführten Systeme werden oftmals auch als *Führungsinformationssysteme* eingesetzt.

**Expertensysteme** Die Modellierung von Expertenwissen durch Informationssysteme stellt das Kernziel eines Expertensystems dar. Es verfügt in der Regel über eine Wissensbasis, welche durch Fakten und Regeln gebildet wird. Expertensysteme werden häufig auch als *wissensbasierte Systeme* bezeichnet.

Das breite Anwendungsfeld von Expertensystemen kann in die Kategorien *Diagnose-, Beratungs-, Vorhersage-, Planungs-* und *Ausbildungssysteme* unterteilt werden. Für eine weiterführende Beschreibung sei auf (Lehner, 2006) und (Maier, 2004) verwiesen.

**Agentensysteme** Neben den Expertensystemen bilden *Agentensysteme* historisch gesehen einen großen Bereich der künstlichen Intelligenz. Ein wichtiges Merkmal dieser Systeme ist, dass Agentensysteme autonom agierende Informationssysteme darstellen. Die

---

<sup>3</sup>Der Begriff Dokument bezieht sich hierbei stets auf Dokumente in digitaler Form.

bisherigen Entwicklungen konnten jedoch nur bedingt die Ziele autonom agierender Systeme verwirklichen.

#### 4.3.4 Prozessorientierte Systeme

Die technische Unterstützung von Arbeitsabläufen durch *Workflowsysteme* ist teilweise Bestandteil eines übergeordneten Systems, wie beispielsweise ein Groupwaresystem. In der Regel werden jedoch eigenständige Systeme entwickelt und eingesetzt. Weiterhin kommt der Betrachtung von Workflowsystemen eine hohe Bedeutung zu, da sie eine ablauforientierte Betrachtung und Ausführung von Wissensmanagement unterstützen.

Im Allgemeinen ist die Verwaltung, Durchführung und Überwachung von Arbeitsabläufen Gegenstand der *Workflowmanagementsysteme*. Der Hauptbestandteil sind sogenannte *Workflowengines*, die die formalen Ablaufbeschreibungen steuern und überwachen.

#### 4.3.5 Gruppenorientierte Systeme

Im Allgemeinen stellen *Groupwaresysteme* Unterstützungssysteme für Gruppen und Teams dar, wobei zwischen *Kommunikations-*, *Kollaborations-* und *Koordinationsystemen* differenziert werden kann.

**Kommunikationssysteme** Die Kategorie der Kommunikationssysteme beinhaltet beispielsweise e-Mailsysteme, Audio und Video Kommunikationstechniken oder elektronische Mitteilungssysteme (Chatsysteme). Die Kommunikationssysteme unterstützen dabei den Informationsaustausch.

**Kollaborationssysteme** Kollaborationssysteme unterstützen die oftmals geografisch verteilten Nutzer in ihrer Zusammenarbeit. Hierzu zählen unter anderem gruppenbasierte Bearbeitungs- und Annotationssysteme wie beispielsweise elektronische Diskussionsgruppen oder auch Wikisysteme.

**Koordinationssysteme** Koordinationssysteme (oder auch Planungssysteme) unterstützen die gruppenbezogene Zeit- und Aktivitätenplanung beispielsweise durch Gruppenkalender oder durch Projektmanagementsysteme.

Zusammenfassend betrachtet stellen Groupwaresysteme eine wichtige Basistechnologie für das Wissensmanagement dar. Die grundlegende Zielsetzung der Unterstützung der Kommunikation und der Zusammenarbeit ist als elementarer Bestandteil einer effektiven Wissensmanagementstrategie zu verstehen.

### 4.3.6 Weitere Systeme

Eine klare Trennung der Systemkategorien ist aufgrund der teilweise überlappenden Technologien und bereitgestellten Funktion nicht immer vorzunehmen oder nicht eindeutig zu klassifizieren. In diesem Abschnitt werden Systemkategorien beschrieben, die oftmals in oben genannten Technologien enthalten sind.

**Internet und Intranet Technologien** Der weltweite Zusammenschluss von Computern im *World Wide Web* (Internet) hat sich explosionsartig in den letzten Jahren entwickelt. Grundlage der Kommunikation untereinander stellt das Kommunikationsprotokoll TCP/IP (Transmission-Control-Protocol / Internet-Protocol) dar. Die bekanntesten Anwendungen sind *Electronic-Mail (e-Mail)* und das *Hypertextsystem*, welches das *Hyper-Text-Transmission-Protocol (HTTP)* verwendet.

Bemerkenswert ist im Kontext dieser Arbeit das Hypertext-System, da es einen Austausch und eine Verlinkung von Informationen erlaubt. Im Allgemeinen können multimediale Inhalte wie Texte, Bilder, Audio und Video Inhalte mittels des Hypertextsystems repräsentiert werden. Zur Repräsentation von Daten im Hypertext-System wird die sogenannte *Hyper-Text-Markup-Language (HTML)* eingesetzt. Die flexible und einfache Form der Verlinkung durch sogenannte Hyperlinks sowie die Benutzerfreundlichkeit der Systeme führte in den letzten Jahren zu einem enormen Anstieg der Informationsdichte. Als nachteilig stellten sich jedoch diese semi-strukturierten Daten bei Informationssuche und -zugriff heraus, da durch fehlenden semantischen Markup eine effektive und effiziente Informationssuche erheblich erschwert wird.

Der Begriff *Intranet* bezeichnet in der Regel alle organisationalen Informations- und Kommunikationssysteme, die auf Internettechnologien basieren.

**Suchmaschinen** Suchmaschinen werden sehr häufig in den unterschiedlichsten System eingesetzt, um Informationen in großen und oftmals heterogenen Informationsbeständen zu identifizieren. Diese Systeme werden auch als sogenannte *Information Retrieval Systeme* bezeichnet.

Im Allgemeinen wird zwischen *Pull-* und *Pushsystemen* unterschieden, wobei Letzteres einen Anwender aktiv informiert sobald Informationen zu einer zuvor definierten Anfrage gefunden wurden. Pullsysteme hingegen durchsuchen Informationsbestände beziehungsweise Indizes dieser Bestände, um Informationen zu einer Anfrage zu finden.

Die Methoden der Informationssuche besitzen einen hohen Stellenwert für das Wissensmanagement, da diese Methoden für die Wissensidentifikation weiter entwickelt werden können.

**Visualisierungssysteme** Die Visualisierung von Informationen und Wissen ist eine wichtige Methode zur Wissensbereitstellung. Dabei haben folgende Methoden eine starke

Verbreitung gefunden.

*Bäume* stellen Hierarchien von Knoten mit Kanten dar, welche in der Regel eine Spezialisierungs- beziehungsweise Generalisierungscharakter besitzen. Die Knoten stellen die zu repräsentierenden Informationsobjekte dar. Der gesamte Baum zeigt somit die einzelnen Objekte in einen hierarchischen Zusammenhang. Eine drei-dimensionale Darstellung von Verzeichnisstrukturen werden sogenannte *Cone Trees* genannt, welche nach konfigurierbaren Parametern als Kegel dargestellt werden.

*Netze* beschreiben Informationsobjekte ähnlich zu Bäumen mit Knoten und Kanten, wobei die entstehende Struktur kein Baum sein muss, sondern frei gebildet werden kann. Es entsteht somit eine Graphstruktur. Diese Darstellung ist weitaus flexibler. Zur besseren Verständlichkeit muss jedoch die Bedeutung einer Kante zwischen den Knoten eindeutig beschrieben werden.

*Karten* Eine drei-dimensionale Darstellung von Informationen in Karten verdeutlicht beispielsweise Zusammenhänge durch Höhenunterschiede, welche so Gebirge und Täler auf der Karte bilden.

*Hyperbolische Bäume* Die Visualisierung eines Baumes in Form einer Kugel auf Grundlage der hyperbolischen Geometrie ermöglicht eine effiziente Navigation durch die dargestellten Informationen.

Im Allgemeinen dienen Visualisierungssysteme der Wissensbereitstellung für Anwender. Für die Visualisierung von Ontologien werden häufig die einfachen graphbasierten Darstellungen sowie hyperbolische Bäume eingesetzt. Exemplarisch sei an dieser Stelle auf das Modellierungswerkzeug KAON<sup>4</sup> verwiesen.

## 4.4 Resümee

Das Wissensmanagement dient der Unterstützung und der Sicherung der organisationalen Wissensbasis und verfolgt dazu Aktivitäten, die eine optimierte Wissensbereitstellung ermöglichen, um so den Prozess der Wissensschaffung zu unterstützen. Der Ansatz der Wissensschaffung nach Nonaka und Takeuchi beschreibt sehr umfassend die Prozesse der Schaffung und der Transformation von Wissen. Demgegenüber identifiziert Probst relevante Bausteine des Wissensmanagements, die zum einen eine gezielte Betrachtung einzelner Aspekte ermöglichen und zum anderen den übergreifenden Bezug zu beeinflussenden Wissensmanagementaktivitäten (anderer Bausteine) offen legt. In dieser Arbeit wird eine Synthese beider Ansätze zur Gestaltung von Wissensmanagementsystemen verwendet.

In der Regel werden zur softwaretechnischen Unterstützung des Wissensmanagements konventionelle Informationssysteme eingesetzt. Für den Entwurf und die Implementierung der Systeme werden häufig Architekturen verwendet.

---

<sup>4</sup>Siehe hierzu <http://kaon.semanticweb.org>

Im folgenden Kapitel erfolgt eine Betrachtung bestehender Modelle und Architekturen für Wissensmanagementsysteme.

# 5 Wissensmanagementsysteme



In diesem Kapitel werden relevante Konzeptionen zur Modellierung von Informationssystemen hinsichtlich der Gestaltung von Wissensmanagementsystemen vorgestellt und diskutiert.

An die Thematik führt die **Einleitung** in Abschnitt 5.1 heran, woraufhin der Abschnitt 5.2 wichtige **Anforderungen** an Wissensmanagementsysteme beleuchtet. Anschließend diskutiert der Abschnitt 5.3 den Einsatz bestehender **Modelle** für die Gestaltung von Wissensmanagementsystemen. Das Kapitel schließt im Abschnitt 5.4 mit einem **Resümee**.

## 5.1 Einleitung

Die Unterstützung einzelner Wissensmanagementaktivitäten durch softwaretechnische Werkzeuge und Instrumente wurde bereits in Abschnitt 4.3 angeführt. Zur ganzheitlichen und organisationsweiten Unterstützung des Wissensmanagements bedarf es einer weiterführenden Betrachtung. Diesbezüglich werden zunächst grundlegende Aspekte von Informationssystemen beleuchtet.

Das Forschungsgebiet der Wirtschaftsinformatik befasst sich unter anderem mit der Konzeption, Entwicklung, Einführung, Wartung und Nutzung von Anwendungssystemen (Mertens et al., 2000), die nach ihrer Verwendungsart in Administrations- und Dispositionssysteme, Führungssysteme und Querschnittssysteme unterteilt werden. Ein *Informationssystem* stellt im Allgemeinen ein Anwendungssystem dar, welches zur computergestützten Informationsverarbeitung eingesetzt wird (Österle, 2003). Informationssysteme können als *sozio-technische Mensch-Maschine-Systeme* aufgefasst werden, dessen Einsatz in der Regel auf eine optimierte Bereitstellung kontextrelevanter Informationen nach ausgewählten (meist wirtschaftlichen) Kriterien abzielt. Des Weiteren lassen sich Informationssysteme in *vertikale* und *horizontale* Systeme unterteilen. *Vertikale Informationssysteme* werden dabei in Ebenen dargestellt und nach Aufgaben klassifiziert, wohingegen *horizontale Informationssysteme* bezüglich der bereitgestellten Funktionen differenziert werden.

In diesem Zusammenhang werden Wissensmanagementsysteme den Querschnittssystemen zugeordnet, welche Entscheidungsträger bei der Planung, der Durchführung und der Kontrolle von Prozessen zum Management der Ressource Wissen unterstützen. Nach Mai-

er (Maier, 2004, S. 83 ff) lassen sich folgende entscheidene Charakteristika von Wissensmanagementsystemen benennen:

- *Kontextualisierte Kombination und Integration von Funktionen*
- *Organisationsweiter Fokus*
- *Integration von intelligenten Funktionen*
- *Bezug zu Wissensmanagementinitiativen*
- *Dynamik des organisationalen Lernens*

Remus (Remus, 2002) erweitert die Auflistung und bezieht die *Berücksichtigung von Prozessen* als weiteres Kriterium ein. Zusammenfassend dargestellt erlauben die genannten Charakteristika eine Darstellung wichtiger Eigenschaften von Wissensmanagementsystemen. Die Planung und Entwicklung einer ontologiebasierten Modellkonzeption mit softwaretechnischer Umsetzung bedarf es jedoch einer weiterführenden Betrachtung.

Die Planung und Entwicklung von Informationssystemen erfolgt im Allgemeinen nach *Informationssystemarchitekturen* (Scheer, 1990), die als *Gestaltungsmodell* beziehungsweise als *Zielbild* für ein methodisches Vorgehen verstanden werden. Eine Informationssystemarchitektur stellt dabei ein *Modellsystem* im Sinne des Modellbegriffs dar.

Der *generische Architekturrahmen* nach (Sinz, 1996) ermöglicht eine Systematisierung von Informationssystemarchitekturen hinsichtlich der Informationen, der Prozesse, der Funktionen sowie der Verwendung. Der generische Architekturrahmen besteht dabei aus den folgenden Bestandteilen.

- Modellsystem
- Metamodell
- Modellebenen
- Sichten
- Beziehungen zwischen Modellebenen

Ein *Modellsystem* beschreibt ein reales Informationssystem hinsichtlich ausgewählter Modellzwecke und -ziele, wobei eine konkrete Abgrenzung nach unterschiedlichen Kriterien erfolgen kann. Zur Bildung von Abstraktionsstufen werden meist *Modellebenen* eingeführt. Ein *Metamodell* beschreibt und definiert für die Modellebenen verfügbare Objekte, Begrifflichkeiten sowie deren *Beziehungen* untereinander. Eine *Sicht* repräsentiert eine bestimmte teilhafte Beschreibung einer Modellebene. Österle (Österle, 2003) bezieht noch weitere Faktoren in die Betrachtung ein und unterscheidet in dem sogenannten *Metamodell des Business Engineering* zwischen den drei Ebenen *Geschäftsstrategie*, *Prozess* und *Informationssystem*.

Darüber hinaus werden in der Regel entscheidende Anforderungen an die eigentlichen Modelle gestellt, welche im Folgenden näher skizziert werden. Im Allgemeinen erfordert einer Modellierung die Einhaltung der *Grundsätze der ordnungsgemäßen Modellierung* (Becker et al., 1995):

- *Grundsatz der Richtigkeit:* Das Modell muss den abzubildenden Sachverhalt korrekt wiedergeben.
- *Grundsatz der Relevanz:* Alle relevanten Sachverhalte müssen wiedergegeben werden.
- *Grundsatz der Wirtschaftlichkeit:* Der Aufwand der Modellierung muss in einem akzeptablen Kosten-Nutzen Verhältnis stehen.
- *Grundsatz der Klarheit:* Das Modell muss von den Empfängern verstanden werden.
- *Grundsatz der Vergleichbarkeit:* Alle Modelle, die mit einer Methode erstellt wurden, müssen vergleichbar sein.
- *Grundsatz des systematischen Aufbaus:* Die Sichten eines Modells müssen wohldefiniert sein und über einheitliche Schnittstellen verfügen.

Die vielfältigen *Modellierungszwecke*, wie zum Beispiel die Datenmodellierung, die Informationssystemmodellierung oder auch das Wissensmanagement, führten zu der Entwicklung unterschiedlicher *Modellierungsmethoden*. Dabei lassen sich jedoch allgemeingültige Merkmale existierender Systeme und Modellkonzeptionen identifizieren. Der folgende Abschnitt betrachtet dazu allgemeingültige Anforderungen an Wissensmanagementsysteme.

## 5.2 Typische Anforderungen

In diesem Abschnitt werden typische Anforderungen aufgeführt, um Aussagen über zu erfüllende Eigenschaften von Wissensmanagementsystemen treffen zu können, wobei zwischen *formalen* und *sachlichen Anforderungen* unterschieden wird. Die Kriterien werden in Anlehnung an (Balzert, 1998; Dittmar, 2004) aufgeführt und sind in Bezug auf diese Arbeit angepasst und bei Bedarf entsprechend erweitert.

### 5.2.1 Formale Anforderungen

*Formale Anforderungen* sind allgemeingültige, wünschenswerte Kriterien, die anwendungsunabhängig sind. Diese Anforderungen gelten für nahezu alle Informations- und Kommunikationssysteme. Daher erfolgt an dieser Stelle nur die Nennung einiger relevanter Sachverhalte.

Als formale Anforderungen werden *Integrationsfähigkeit*, *Skalierbarkeit*, *Robustheit*, *Performanz*, *Benutzerfreundlichkeit*, *Datensicherheit*, *Datenschutz* und *Wirtschaftlichkeit* aufgeführt.

**Integrationsfähigkeit** Die *Integrationsfähigkeit* von Informationssystemen zur Unterstützung des Wissensmanagements stellt ein bedeutendes Anforderungskriterium dar, die

für ein effektives und effizientes Wissensmanagement Informationssysteme mit einem hohen Grad an *Anpassungsfähigkeit und Flexibilität* für eine optimierte Wissensbereitstellung benötigen. Diesbezüglich kann zwischen *technischer* und *organisatorischer Integrationsfähigkeit* unterschieden werden.

Die *technische Integrationsfähigkeit* beschreibt die Fähigkeit zur Integration aller organisatorischen Informations- und Kommunikationstechnologien zur Unterstützung des Wissensmanagements. Dazu wird weiter zwischen Daten-, Funktions-, Prozess-, und Softwareintegration unterschieden.

Die *organisatorische Integrationsfähigkeit* beschreibt die Fähigkeit zur Integration in die organisatorischen Abläufe einer Organisation.

Eine erfolgreiche Gestaltung und Umsetzung von Wissensmanagementsystemen erfordert demnach sowohl technisch als auch organisatorisch konzipierte Schnittstellen und Anpassungsmöglichkeiten, die eine Einbindung und eine Anpassung an bestehende und an zukünftige technische und organisatorische Strukturen ermöglicht.

**Skalierbarkeit** Die *Ausbaufähigkeit und Anpassungsfähigkeit* von Wissensmanagementsystemen wird als ein kritisches Anforderungskriterium betrachtet. Dies ist durch eine sich stetig verändernde Marktsituationen und durch Änderungen in der Organisationsstruktur sowie -größe begründet. Demnach ist eine flexible und effiziente Skalierbarkeit der Systeme unverzichtbar. Dies bezieht sich zum einen auf die Anzahl möglicher Anwender und zum anderen beschreibt die Skalierbarkeit die Erweiterbarkeit beziehungsweise die Einbindungsfähigkeit zukünftiger Technologien.

**Robustheit** Der Einsatz betriebskritischer Informationssysteme erfordert eine optimierte *Ausfallsicherheit* der einzelnen Systeme sowie deren Kombination. Beispielsweise können Methoden zur Lastverteilung die Ausfallsicherheit stärken und so die Robustheit der Systeme erhöhen.

**Performanz** Die technische Betrachtung von Informationssystemen in Bezug auf die *Leistungsfähigkeit* lässt die Forderung einer möglichst hohen Performanz erkennen. Die Leistungsfähigkeit beschreibt dabei die Fähigkeit zur Lösung von Aufgaben durch einen möglichst minimalen Ressourceneinsatz wie beispielsweise *Prozessorzeit, Speicherplatz* oder *Netzwerkauslastung*.

Im Allgemeinen kann dazu zwischen *zeitlicher Leistungsfähigkeit* und *Verbrauchsverhalten* unterschieden werden.

Als zeitliche Leistungsfähigkeit wird in der Regel die Antwortzeit und die (Wieder-) Verfügbarkeit der Systeme verstanden. Das Verbrauchsverhalten bezeichnet dabei die Menge der benötigten Ressourcen.

Ein Wissensmanagementsystem muss demzufolge so gestaltet sein, dass alle Aufgaben für alle Organisationsmitglieder in akzeptabler Zeit erfüllt werden können und dementsprechend ausreichend Ressourcen zur Verfügung stehen.

**Benutzerfreundlichkeit** Die Anforderung einer möglichst hohen Benutzerfreundlichkeit von Informationssystemen bedarf einer möglichst hohen Verständlichkeit, Intuitivität und einer ergonomisch gestalteten Mensch-Maschine Schnittstelle.

Unterschiedliche Funktionen und Arbeitsmethoden einzelner Organisationsmitglieder erfordern eine flexible Anpassung und Gestaltung der Benutzerschnittstellen, welche durch eine Personalisierung (Benutzerprofile) unterstützt werden kann.

Für eine vertiefte sowie umfangreiche Darstellung der Entwicklung von Informationssystemen hinsichtlich der Benutzerfreundlichkeit sei beispielhaft auf (Preim, 1999) verwiesen.

**Datensicherheit** Der Umgang mit Informationssystemen bedarf Maßnahmen zur Sicherstellung von Informationen gegen Verfälschung, Vernichtung, Diebstahl und unberechtigtem Zugriff.

Demzufolge muss ein Wissensmanagementsystem eine sichere Speicherung der Wissensbestände gewährleisten.

**Datenschutz** Der Umgang mit personenbezogenen Daten erfordert die Einhaltung (gesetzlich festgelegter) Rahmenbedingungen zum Schutz vor einer unberechtigten und missbräuchlichen Verwendung personenbezogener Daten.

**Wirtschaftlichkeit** Im Allgemeinen ist die Umsetzung eines organisationsweiten Wissensmanagementsystems als ein langfristiges und ressourcenintensives Projekt einzustufen. Eine Abschätzung und Kontrolle der Kosten im Verhältnis zu dem erwarteten Nutzen ist daher von besonderer Bedeutung. Jedoch ist der genaue Kosten- und Nutzenfaktor nur schwer zu quantifizieren.

Diesbezüglich existieren mehrere Ansätze (Maier, 2004). Für eine detaillierte Darstellung sei auf die entsprechende Literatur verwiesen.

### 5.2.2 Sachliche Anforderungen

Die sachlichen Anforderungen sind im Gegensatz zu den allgemeingültigen formalen Anforderungen zweckgebunden und auf die Anforderungen eines Wissensmanagementsystems ausgerichtet.

Die sachlichen Anforderungen verdeutlichen das Ziel relevantes organisatorisches Wissen mittels Informationssystemen unter der Berücksichtigung der formalen Anforderungen effektiv zu nutzen, zu verteilen und weiter zu entwickeln.

**Kontextabhängige Informationsbereitstellung** Im Kontext der Wissensbereitstellung ist die gleichzeitige Bereitstellung von Begleitinformationen ein wichtiger Aspekt. Die kontextabhängigen Informationen unterstützen in der Regel eine effektive Nutzung und ermöglichen die einfache Verknüpfung weiterer Informationen.

**Unterstützung mehrdimensionaler Betrachtungen** Eine Darstellung unterschiedlicher Wissens Ebenen und -arten dient zur Komplexitätsreduzierung und ermöglicht so eine fokussierte Betrachtung relevanter Aspekte. Die Art der mehrdimensionalen Betrachtung von Fakten ist kennzeichnend für betriebswirtschaftliche Analysen und kann als wichtige Anforderung an Wissensmanagementsysteme verstanden werden.

**Unterstützung der Wissensdiffusion** Wissensmanagementsysteme müssen das elementare Ziel der Wissensdiffusion unterstützen. Die Wissensdiffusion repräsentiert dabei den Prozess der Wissenstransformation zwischen den jeweiligen Wissensträgern. Dies können im Fall eines Wissensmanagementsystems Menschen sowie Maschinen sein. Zur Beschreibung der Wissensdiffusion werden die theoretischen Grundlagen der Wissensspirale von Nonaka & Takeuchi (Nonaka & Takeuchi, 1995) verwendet. Demnach lassen sich die Anforderungen weiter nach *Internalisierung*, *Externalisierung* und *Sozialisierung* differenzieren.

**Wissensziele** Wissensmanagementsysteme müssen durch ihren Einsatz die Visionen sowie die strategischen Ziele einer Organisation reflektieren und unterstützen können.

**Unterstützung der Wissensidentifikation** Methoden zur Identifikation von Wissensressourcen müssen regelmäßig für alle Organisationsmitglieder durchführbar sein. Des Weiteren muss ein Wissensmanagementsystem die erlangten Ergebnisse je nach Kontext organisationsweit zur Verfügung stellen können.

**Unterstützung der Wissensnutzung** Der Prozess der Wissensnutzung wird im Allgemeinen in die Phase der *Selektion* und der *Verwendung* unterteilt. Aus technologischer Sicht besteht die Unterstützung der Wissensnutzung darin, einen optimierten Zugriff auf Wissensressourcen bereitzustellen.

**Unterstützung der Wissensbewahrung** Die Wissensbewahrung umfasst unter anderem Methoden zum Entgegenwirken des organisationalen Vergessens (Probst et al., 2006) und Maßnahmen zur Sicherung bestehender Wissensbestände.

**Unterstützung der Wissensbewertung** Die Analyse der Wissensbestände dient in erster Linie der Kontrolle von Wissensmanagementaktivitäten und ermöglicht die Erfassung von Entwicklungen der Wissensbestände.

Zusammengefasst betrachtet lässt sich feststellen, dass Wissensmanagementsysteme neben den typischen Anforderungen herkömmlicher Informationssysteme, die Kernaktivitäten des Wissensmanagements, wie beispielsweise nach (Probst et al., 2006) aufgeführt, auf softwaretechnischer Ebene unterstützen und so eine herausragende Bedeutung für ein erfolgreiches Wissensmanagement in Organisationen einnehmen. Im folgenden Abschnitt werden weiterführend relevante Modelle und Architekturen diskutiert.

## 5.3 Ausgewählte Modelle und Architekturen

Im weiteren Verlauf werden relevante Modelle und Architekturen für diese Arbeit vorgestellt und näher beschrieben. Die Auswahl fokussiert sich zum einen auf relevante und etablierte Modellkonzeptionen für Informationssysteme und beschreibt zum anderen bestehende Modelle für Wissensmanagementsysteme. Für eine detaillierte Darstellung sei jeweils auf die entsprechende Literatur verwiesen.

### 5.3.1 Architektur integrierter Informationssysteme (ARIS)

Die *Architektur integrierter Informationssysteme (ARIS)* stellt ein Rahmenkonzept für die Modellierung von Geschäftsprozessen und zur Gestaltung von Informationssystemen dar (Scheer, 1998; Scheer, 1993; Scheer, 2001). Die Abbildung 5.1 zeigt das sogenannte ARIS-Haus.

Der ARIS Ansatz ermöglicht den Einsatz verschiedener Modellierungsmethoden. Hierzu beschreibt ARIS mehrere Meta-Objekte, welche in folgenden fünf Sichten kategorisiert werden.

- Datensicht
- Funktionssicht
- Organisationssicht
- Steuerungssicht
- Leistungssicht

Die *Datensicht* betrachtet Datenobjekte, welche auf Datenträgern gespeichert werden. Darüber hinaus werden Nachrichten beschrieben, die bestimmte Funktionen auslösen können. Eine genaue Darstellung von Funktionen erfolgt auf der *Funktionssicht*. In ARIS werden Funktionen als Transformation einer Eingangsleistung in eine Ausgangsleistung verstanden. Diese Transformation erfolgt dabei zielgerichtet. Die Steuerung von Funktionen

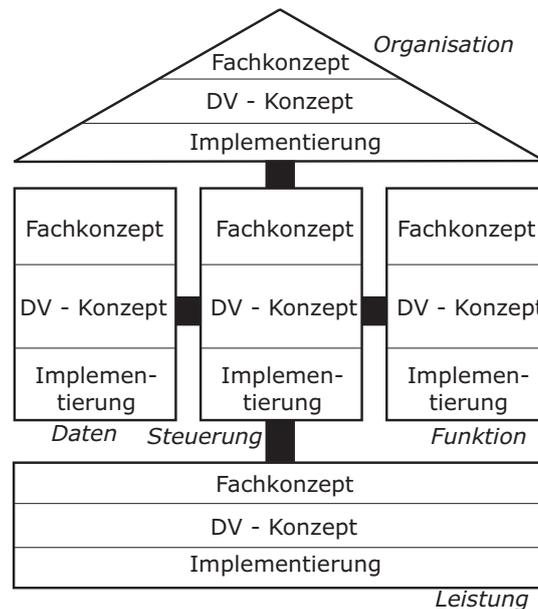


Abbildung 5.1: Das ARIS-Haus

durch Ereignisse hinsichtlich einer Leistungserstellung wird in der zentralen *Steuerungssicht* behandelt. Die prozessorientierte Sichtweise in ARIS definiert dabei das Ergebnis eines allgemeinen Prozesses als Leistung, welche in der *Leistungssicht* dargestellt werden.

Neben der Sichtenbildung in ARIS wird eine fachbezogene Unterscheidung relevanter Aspekte vorgenommen. Dabei wird zwischen den Beschreibungsebenen *Fachkonzept*, *Datenverarbeitungskonzept* und *Implementierung* unterschieden.

ARIS-KM (Allweyer, 1998) erweitert ARIS um die Objekttypen *knowledge category* und *documented knowledge* sowie um die Perspektiven *knowledge structure diagram*, *knowledge map* und *communication diagram*. Allweyer beschreibt dabei ein phasenorientiertes Vorgehensmodell auf der Basis von ARIS.

ARIS stellt einen verbreiteten Ansatz für die Gestaltung von Informationssystemen dar und ermöglicht durch den umfassenden Modellcharakter eine detaillierte Beschreibung informationstechnischer Aspekte. Die Betrachtung von Funktionen und Leistungen sowie deren prozessorientierte Steuerung wird für die ontologiebasierte Modellkonzeption dieser Arbeit ansatzweise übernommen und hinsichtlich einer Unterstützung des Wissensmanagements angepasst.

### 5.3.2 Architektur integrierter WMS nach Riemp

Die *Architektur integrierter Wissensmanagementsysteme*, wie in Abbildung 5.2 dargestellt, stellt einen integrierten Ansatz zur Modellierung von Wissensmanagementsystemen dar (Riemp, 2004).

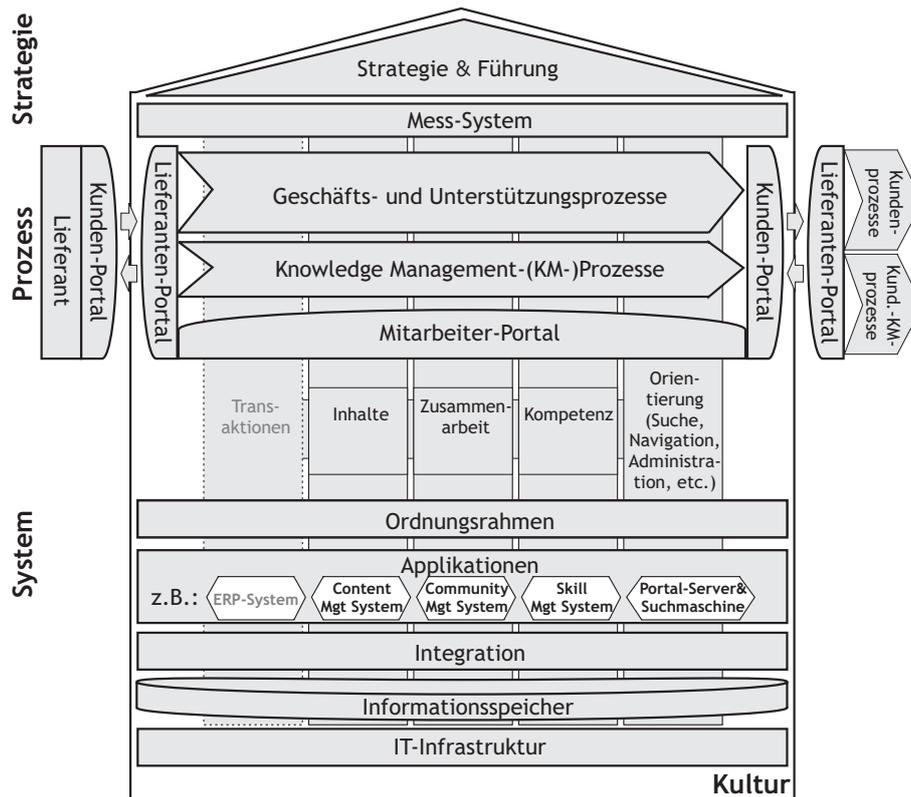


Abbildung 5.2: Die Architektur integrierter Wissensmanagementsysteme

Das Modell bildet die drei Ebenen des Business Engineerings nach (Österle, 2003) ab. Darüber hinaus führt das Modell die *organisationale Kultur* als vierte Ebene beziehungsweise als sogenanntes Handlungsfeld ein. Des Weiteren werden in horizontaler Sicht sogenannte Säulen beschrieben, die als dritte Dimension zur Gestaltung und Integration eingeführt wird.

Das Modell von Riemp ist in erster Linie als praktisch-gewachsenes Modell zu verstehen. Eine methodische Unterstützung von Wissensmanagementaktivitäten ist demnach vornehmlich nach praktischen Anforderungen ausgerichtet.

### 5.3.3 Architektur nach Maier

In den Arbeiten (Lehner et al., 1998a; Remus, 2002; Lehner et al., 1998b) wird eine umfassende empirische Untersuchung und Analyse bestehender Architekturen vollzogen. Die Autoren schlagen als Ergebnis zusammengefasst in (Maier, 2004) ein aus den zuvor untersuchten Ansätzen aggregiertes Modell vor, welches in Abbildung 5.3 veranschaulicht wird.

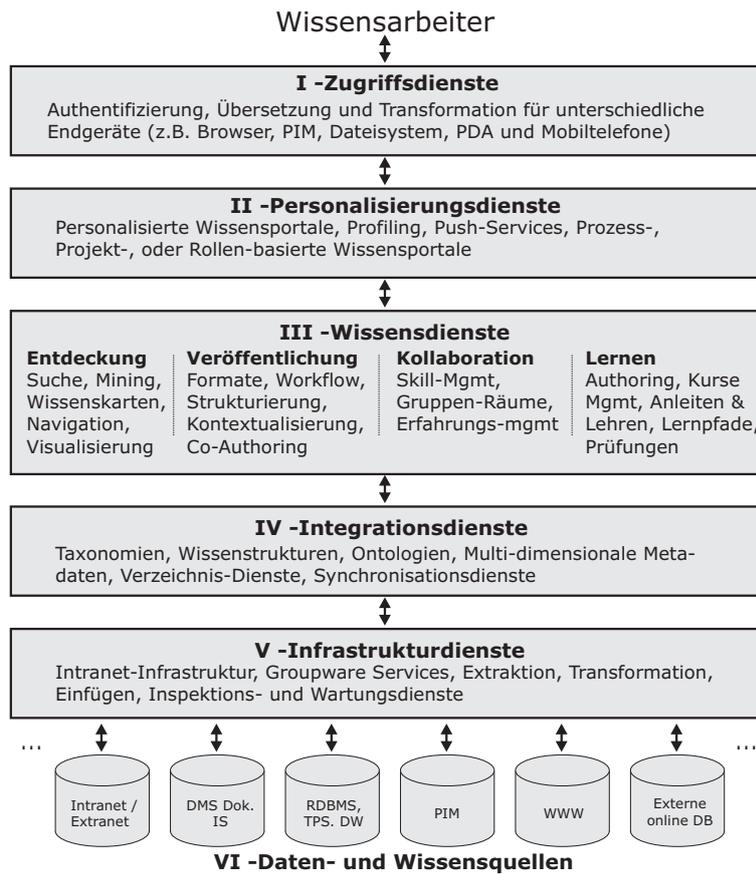


Abbildung 5.3: Architektur nach Maier

Die Architektur besteht dabei aus fünf Ebenen:

1. Zugriffsdienste
2. Personalisierungsdienste
3. Wissensdienste
4. Integrationsdienste
5. Infrastrukturdienste

Die Infrastrukturdienste (5) verbinden Daten- und Wissensquellen mit Wissensdiensten (3) beispielsweise durch die Verwendung einheitlicher Taxonomien auf der Integrationsebene (4). Die Wissensdienste werden weiter in die vier Kategorien *Entdeckung*, *Veröffentlichung*, *Kollaboration* und *Lernen* unterteilt. Personalisierte Zugriffe auf Wissens Elemente werden durch die Personalisierungsdienste (2) gesteuert. Aspekte der Sicherheit, wie beispielsweise die Authentifizierung, werden durch die Zugriffsdienste (1) sichergestellt.

Die Autoren führen eine umfangreiche Auflistung von Funktionen auf, welche gleichfalls für die Evaluierung von Wissensmanagementsystemen herangezogen werden können. Die Architektur wird im Rahmen einer Fallstudie evaluiert.

Das kommerzielle System Livelink, welches von *Open Text*<sup>1</sup> entwickelt und vertrieben wird, besteht aus sechs dienstorientierten Ebenen und differenziert zwischen Zugriffsdiensten, Personalisierungsdiensten, Wissensdiensten, Integrationsdiensten, Infrastrukturdiensten und den Datenquellen. Die Architektur von Livelink ist dabei mit dem Ansatz von Maier vergleichbar.

Das Modell stellt eine aggregierte Darstellung verbreiteter Ansätze dar, welche umfassend beschrieben und erläutert werden. Eine technologische Integration der Modelle auf Systemebene ist dabei jedoch nicht vorgesehen.

#### 5.3.4 Business Knowledge Management (BKM)

Das *Business Knowledge Management (BKM)* Modell (Bach, 2000) stellt ein Modellkonzept für ein prozessorientiertes Wissensmanagement dar. Darüber hinaus wurde eine Architektur für Wissensportale entwickelt. Der Ansatz fokussiert die optimierte Bereitstellung von Wissen für die Organisationsmitglieder in Bezug auf die jeweiligen Aufgaben und Ziele.

Im Fokus der Betrachtung steht somit die Unterstützung von Wissensarbeitern. Dabei besteht das Modell aus den drei Ebenen (i) Geschäftsprozesse zur Beschreibung allgemeiner Geschäftsprozesse, (ii) Wissensbasis, die Dokumente, Systeme und spezielle WM-Prozesse beschreibt, und (iii) Wissensstrukturen, welche strukturelle Eigenschaften des Wissens, wie beispielsweise Themen oder Kategorien, repräsentiert. Die Aufgabe des Wissensmanagements besteht nach (Bach, 2000) in der *Wertschöpfung* durch den Produktionsfaktor Wissen. Eine Organisation wird in diesem Ansatz als *Wissensorganisation* bezeichnet. Bemerkenswert ist die Tatsache, dass die Architektur den *integrierten Arbeitsplatz* sehr stark fokussiert, was den Ansatz zu anderen Modellen klar abgrenzt.

Der Ansatz beschreibt ein eigenes Vorgehensmodell, welches aus sieben Phasen besteht. Die Portenzialanalyse, die Strategieplanung, die Wissensentwicklung, die Prozessanalyse, die Wissensorganisation, die Systemplanung und die Organisationsentwicklung.

Der Ansatz stellt zusammenfassend betrachtet, eine umfangreiche Methode zur Beschreibung von prozessorientierten Wissensmanagementaktivitäten dar. Aus technikorientierter

---

<sup>1</sup>Siehe hierzu <http://www.opentext.de/>

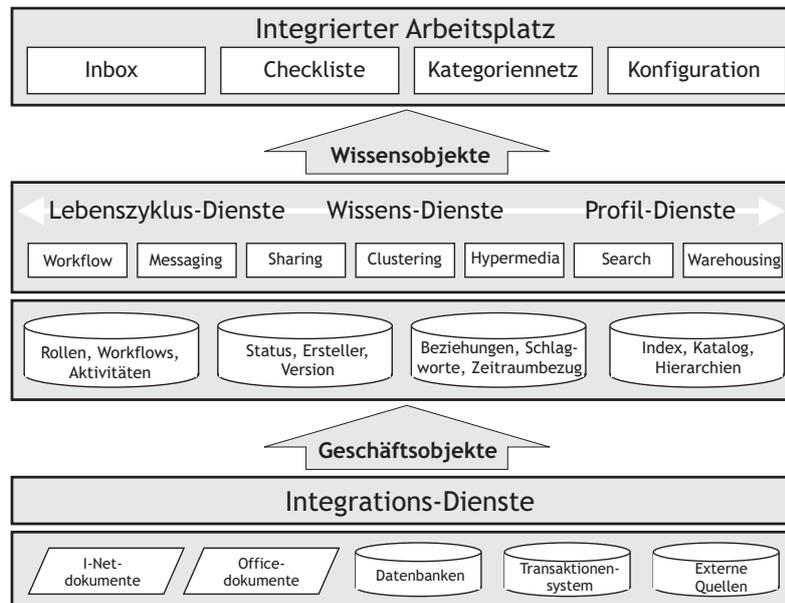


Abbildung 5.4: Die BKM-Architektur

Betrachtung fällt die stark fokussierte Rolle von Wissensportalen auf. Eine Nutzung technologischer Unterstützungspotenziale durch zukünftige Technologien scheint in diesem Zusammenhang aufgrund des festgelegten Modells schwierig.

### 5.3.5 Common-KADS

Die CommonKADS Methodologie (Schreiber et al., 1994), ursprünglich ein Ansatz zur Beschreibung wissensbasierter Systeme (Wielinga & Schreiber, 1990), stellt eine umfassende Sammlung von Methoden und Werkzeugen zur Unterstützung der Wissensnutzung, -diffusion und -repräsentation mittels Informationssystemen bereit.

CommonKADS beschreibt dabei ein detailliertes Vorgehensmodell und unterstützt durch Checklisten und Fragestellungen den Modellkonstrukteur.

Der Karlsruher Ansatz *Model-based and Incremental Knowledge Engineering (MIKE)* (Angele et al., 1998) ergänzt CommonKADS durch die Einführung einer formalen Repräsentationssprache KARL (Fensel, 1995) und beschreibt die Erstellung eines Prototyps durch ein modellbasiertes Framework.

Im Allgemeinen lässt sich MIKE als ein Ansatz zur modellbasierten Erstellung wissensbasierter Systeme kategorisieren. Dabei stellt die entwickelte *Knowledge Acquisition and Representation Language (KARL)* die Grundlage der Modellierung dar. Eine ganzheitliche

Betrachtung und Einordnung des Wissensmanagements wird dabei jedoch nicht umfassend betrachtet.

### 5.3.6 Semantisches Objektmodell (SOM)

Das *semantische Objektmodell* von Ferstl und Sinz (Ferstl & Sinz, 1990) dient der Unternehmensmodellierung und Beschreibung von Anwendungssystemen. Der SOM-Ansatz besteht aus einem Modell der *Unternehmensarchitektur*, dem *Vorgehensmodell (V-Modell)* (Ferstl & Sinz, 1991) sowie einer *Software-Architektur*. Die Abbildung 5.5 skizziert das V-Modell.

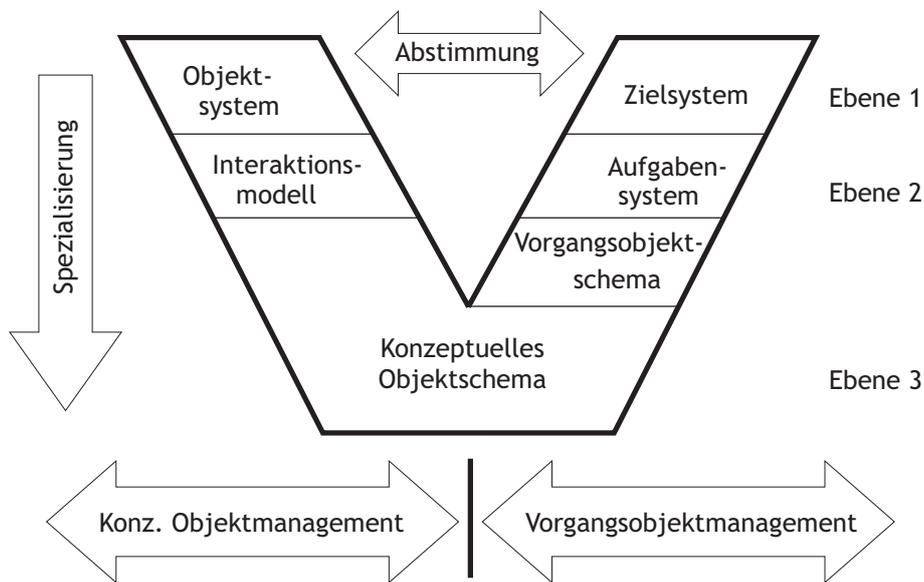


Abbildung 5.5: Das V-Modell

Die Unternehmensarchitektur beschreibt dabei die drei Ebenen *Unternehmensplan*, *Geschäftsprozessmodelle* und *Anwendungssystemspezifikationen*. Darüber hinaus werden die Beziehungen der jeweiligen Ebenen vorgestellt.

Das Vorgehensmodell (V-Modell) beschreibt im Allgemeinen Modellsichten, deren Beziehungen untereinander sowie methodische Abhängigkeiten. Demnach wird der Unternehmensplan in der Modellsicht *Objektsystem* und *Zielsystem* beschrieben. Die Beschreibung von Geschäftsprozessen wird durch ein *Interaktionsschema* sowie ein *Vorgangs- und Ereignis Schemata* vollzogen. Das *konzeptuelle Objektschema* und *Vorgangsschema* beschreiben die Anwendungssysteme.

Zentraler Bestandteil des SOM-Ansatzes stellen Geschäftsprozesse zur Modellierung der Unternehmenspläne dar (Ferstl & Sinz, 1995).

Im Gegensatz zu den zuvor aufgeführten Ansätzen stellt der SOM-Ansatz eine umfangreiche Modellierungskonzeption betriebswirtschaftlich-organisatorischer sowie softwaretechnischer Aspekte dar, wodurch eine ganzheitliche und umfassende Modellierung unterstützt wird. Ein softwaretechnischer Einsatz der jeweiligen Modelle auf Systemebene wird jedoch nicht beschrieben, wodurch eine Abbildungslücke zwischen Modell und (realem) System bestehen bleibt.

### 5.3.7 Knowledge Modeler Description Language (KMDL)

Die *Knowledge Modeler Description Language (KMDL)* (Gronau et al., 2003) basiert auf der Kommunikationsstrukturanalyse (KSA) von Hoyer (Hoyer, 1988). KSA betrachtet die wesentlichen Aspekte wie Aufgabe, Position, Information und Informationsfluss in einer Organisation. KMDL erweitert diese Menge um eine Unterscheidung zwischen expliziten und implizitem Wissen und integriert die Wissensschaffung in Organisationen nach Nonaka und Takeuchi (Nonaka & Takeuchi, 1995).

Diesbezüglich wird eine Erweiterung von KSA um folgende Objekte vorgenommen. (i) Wissensobjekte zur Repräsentation von implizitem Wissen (analog dazu repräsentieren Informationsobjekte explizites Wissen), (ii) Personen, welche Wissen austauschen, und (iii) die Definition von Positionen beziehungsweise eine Art Rollenverständnis.

Die Methode besteht weiter aus den fünf Prozessschritten *Prozessidentifikation, Analyse auf Basis von Interviews und Checklisten, Modellierung, Feedback von Interviewpartnern* und der *Analyse von Stärken und Schwächen*. Die Methode wird durch das Werkzeug *K-Modeler* unterstützt.

Der KMDL Ansatz ermöglicht die Repräsentation relevanter Aspekte des Wissenstransfers in Organisationen, wobei eine ganzheitliche Integration in die Gestaltung und Umsetzung operativer Wissensmanagementsysteme nicht besteht.

### 5.3.8 Enterprise Knowledge Medium Referenzmodell

Das *Enterprise Knowledge Medium Referenzmodell (EKM-WM)* (Eppler et al., 1999) stellt einen Ordnungsrahmen für Wissensmanagementsysteme dar, wobei Gemeinschaften im Vordergrund der Betrachtung stehen. Daher begründet sich der Name des Ansatzes, welcher die enge Verbindung von Wissensmanagement und Medium als Wissensmedium beschreibt. Das Modell besteht aus vier vertikalen Phasen einer Wertschöpfungskette sowie vier horizontalen Sichten.

Das Modell, wie in Abbildung 5.6 dargestellt, unterstützt dabei die Phasen zur *Identifikation, Evaluation, Allokation* und *Applikation* von Wissen. Die vier horizontalen Sichten durchlaufen somit jede zuvor genannte Phase. Die oberste Sicht ist die *Communitysicht*, die die gruppenspezifische Betrachtungen darstellt. Die *Implementierungssicht* beschreibt die Unterstützung der Prozesse und die *Dienstesicht* beschreibt die Komponenten eines Wissensmanagementsystems.



Abbildung 5.6: Das EKM-RM

Der Ansatz betont die Betrachtung von Wissen über Prozesse einer Organisation, welches durch Prozessmodelle dargestellt wird. Die Auswahl geeigneter Prozesse für das Wissensmanagement basiert dabei auf einer Matrix, welche nach den Dimensionen der (Prozess-) Komplexität und der (Wissens-) Intensität gebildet wird.

Der Ansatz fällt durch seine starke Gewichtung von Gemeinschaften auf. Das Modell ermöglicht eine Einordnung und Evaluierung von bestehenden Wissensmanagementsystemen, wodurch es auch als Bewertungsmodell zu verwenden ist. Es wird jedoch kein Vorgehensmodell beschrieben.

### 5.3.9 Ovum WM-Architektur

Woods und Sheina beschreiben in (Woods & Sheina, 1998) einen technikorientierte Architektur für Wissensmanagementsysteme und schlagen eine Methode zur Einführung vor. Das Ziel des Ovum Reports ist die Untersuchung von sich ergebenden Veränderungen durch den Einsatz von Wissensmanagement in Organisationen. Die vorgeschlagene Architektur soll dabei als Gestaltungsmodell und Bewertungsmodell eingesetzt werden können. Die Abbildung 5.7 zeigt die Ovum WM-Architektur.

Die einfach gehaltene Architektur soll insbesondere die Wissenstransformation von implizitem zu explizitem Wissen unterstützen. Dazu werden vier Kernprozesse Wissenserfassung, Wissensklassifikation, Wissensteilung und das Verstehen von Wissen benannt. Die Architektur wird in sechs Ebenen unterteilt:

1. Wissensquellen

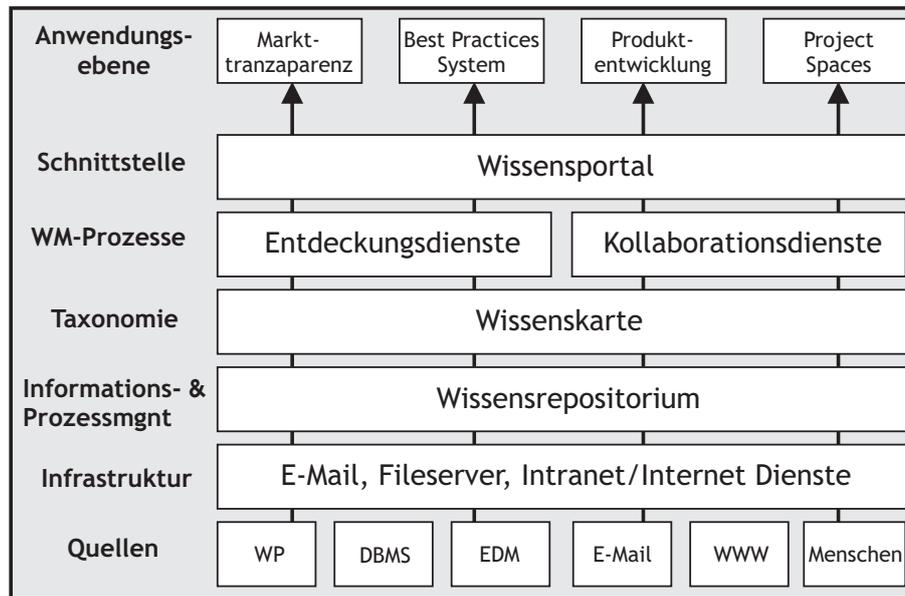


Abbildung 5.7: Die Ovum-WM-Architektur

2. Infrastruktur
3. Informations- und Prozessmanagement
4. Taxonomie
5. WM-Prozesse
6. Schnittstellen
7. Anwendungsebene

Eine vergleichbare Architektur zu OVUM-WM wird in (Applehans et al., 1998) beschrieben, wobei keine Integrationsebene für Metawissen (geteilte Taxonomie und Repositorium) vorgesehen ist.

Zusammenfassend betrachtet lässt sich feststellen, dass die Ovum WM-Architektur eine reine Modellierung von Wissensmanagementsystemen verfolgt. Eine technologische Unterstützung der Modelle wird in diesem Zusammenhang nicht beschrieben.

### 5.3.10 Geschäftsprozessorientiertes Wissensmanagement (GPO-WM)

Eine Weiterentwicklung der *integrierten Unternehmensmodellierungs-Methode* ist die sogenannte *Methode des Geschäftsprozessorientierten Wissensmanagements (GPO-WM)*

von Heisig (Heisig, 2002). Hauptbestandteil des Ansatzes ist ein Prozessmodell, ein Instrument zur Bewertung der Stärken und Schwächen des Wissensmanagements und Kriterien zur Analyse zum Umgang mit Wissen.

Die wesentlichen Erweiterungen des Modells werden im Folgenden kurz zusammengefasst. So unterscheidet das Modell zwischen expliziten und impliziten Wissensressourcen und führt die Modellierung einer Wissensmanagementaufgabe zur Erstellung, Verteilung und Nutzung von Wissen ein. Darüber hinaus, werden *Best Practices* als Gestaltungselement von Wissensmanagementinitiativen beschrieben.

Der Ansatz stellt vornehmlich einen Modellierungsansatz dar, welcher sich effektiv zur Abbildung komplexer Wissensmanagementaktivitäten eignet. Jedoch fehlt eine ausreichende technologische Integration der unterstützenden Systeme in GPO-WM.

#### 5.3.11 PROMOTE

*PROMOTE* basiert auf dem *Business Process Management System (BPMS)* und besteht aus einem Prozessmodell, einer Methode zum Entwurf prozessorientierter Wissensmanagementwerkzeuge sowie einem auf ADONIS aufbauendem Werkzeug, das die Modellierungsphase unterstützt (Karagiannis & Woitsch, 2002; Woitsch & Karagiannis, 2002).

Die wesentlichen Erweiterungen von *PROMOTE* sind (i) Verfeinerungen des Prozessmodells, (ii) Einführung weiterer Modelltypen und (iii) die *PROMOTE Engine*, die zur Ausführung der Prozessmodelle dient.

Zu den Verfeinerungen des Prozessmodells zählen insbesondere die *Identifikation von Wissensflüssen* sowie die Deklaration von *Wissensintensiven Aufgaben* von Personen in einem Organisational Memory System. Darüber hinaus werden *Wissensarten* und spezielle *Wissensprozesse* für eine detailliertere Modellierung eingeführt.

Im Allgemeinen erlaubt *PROMOTE* eine umfangreiche Modellierung von wissensintensiven Aufgaben in einer Organisation und beschreibt Metadaten zur Annotation von Wissensobjekten.

#### 5.3.12 Multiperspektivische Unternehmensmodellierung (MEMO)

Das Multi-Perspective-Enterprise-Modeling-Framework (Frank, 1995; Frank, 1994) ist ein generisches Framework zur Modellierung von Organisationen. Es verwendet dazu drei Perspektiven: (i) Strategie, (ii) Organisation und (iii) Informationssysteme. Zu jeder Perspektive werden jeweils fünf Aspekte betrachtet: Struktur, Prozess, Ressource, Ziele und Umwelt. Die Modellierung wird dabei durch eine eigenständige Modellsprache ergänzt.

*Knowledge-MEMO* basiert auf *MEMO* und erweitert die beschriebenen Modelleigenschaften hinsichtlich einer weiterführenden Modellierung des Wissensmanagements.

*MEMO* modelliert im wesentlichen organisatorische Aspekte, welche in *Knowledge-MEMO* auf die Betrachtung von Wissensmanagementaktivitäten erweitert wird. Eine

konzeptionelle sowie technische Integration von unterstützenden Wissensmanagementsystemen erfolgt in diesem Zusammenhang jedoch nicht.

### 5.3.13 Weitere Modelle

Informationssysteme werden zur Realisierung und Unterstützung von Wissensmanagementsystemen eingesetzt. Demnach kommt der Modellierung von Informationssystemen ebenfalls eine hohe Bedeutung zu. Im Folgenden werden einige relevante Modelle kurz aufgeführt.

#### 5.3.13.1 Informationssystem-Architektur (ISA)

Die *Informationssystem-Architektur (ISA)* wird in (Krcmar, 2000) in Form eines Kreiselmodells dargestellt, welches aus dem Gleichgewicht gerät, sobald die Komponenten des Modells fehlen oder fehlerhaft arbeiten. Das Modell ist in Abbildung 5.8 illustriert.

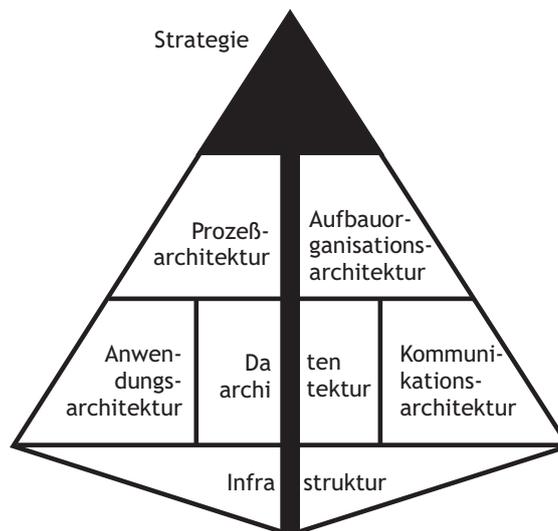


Abbildung 5.8: Die Informationssystem-Architektur als Kreiselmodell

Das Modell hebt dabei folgende Aspekte einer Informationssystemarchitektur hervor. Die zugrunde liegende *Strategie* bestimmt dabei die Ausgestaltung der *Prozessarchitektur* und der *Aufbauorganisationsarchitektur*. Des Weiteren erfolgt eine Darstellung der *Anwendungsarchitektur*, der *Datenarchitektur* und *Kommunikationsarchitektur* auf der mittleren Ebene des ISA-Kreisels. Auf der untersten Ebene wird die benötigte *Infrastruktur* berücksichtigt.

Das von J.A. Zachman entwickelte Framework (Zachman, 1987) basiert auf der *Information Systems Architecture (ISA)* von IBM. Das einfach gehaltene Framework besteht aus

zwei Dimensionen mit sechs Perspektiven und sechs Beschreibungsfeldern. Jede Perspektive definiert eine Zielgruppe und analog dazu beschreibt jedes Beschreibungsfeld konkrete Aspekte eines Informationssystems.

### 5.3.13.2 IFIP-Information System Methodology (ISM)

Die *Information System Methodology* wurde von der International Federation for Information Processing (IFIP) entwickelt (Olle, 1994) und besteht aus einer Methodologie, die auf einer umfassenden Analyse bestehender Entwicklungsmethoden für Informationssysteme beruht. Es werden unter anderen die Ansätze *Interactive Design Approach (IDA)*, *Information Engineering Methodology (IEM)*, *Inscribed High Level Petri Nets (IML)*, *Jackson System Development (JSD)*, *Nijssen's Information Analysis Method (NIAM)*, *Problem Statement Language/Problem Statement Analyser (PSL/PSA)* und *Structured Analysis and Design Technique* aufgeführt.

### 5.3.13.3 Computer Integrated Manufacturing Open System Architecture (CIM-OSA)

Die *Computer Integrated Manufacturing Open System Architecture (CIM-OSA)* wurde in dem EU-finanzierten ESPRIT-Programm entwickelt, wobei das Modell einen Würfel darstellt, der an den drei Achsen die sogenannte *Stepwise Derivation*, *Stepwise Instantiation* und *Stepwise Generation* beschreibt (Kosanke & Vlietstra, 1989; Vernadat, 1993).

## 5.4 Resümee

Die Einsatz von Modellen und Architekturen im Rahmen der Gestaltung von Wissensmanagementsystemen wird häufig als Zielbild der zu realisierenden Systeme verstanden. Dazu werden meist konventionelle Vorgehensweisen und Ansätze aus dem Bereich der Gestaltung von Informationssystemen eingesetzt, weshalb relevante Ansätze aus dem Bereich der Informationssystemmodellierung aufgeführt wurden.

Die Betrachtung bestehender Modellkonzeptionen und Architekturen machte entscheidende Restriktion aktueller Ansätze deutlich. Die aufgeführten Modellierungsansätze beschreiben in der Regel schwerpunktmäßig eine betriebswirtschaftlich-organisatorische Modellierung, wie beispielsweise MEMO, GPO-WM, KMDL oder PROMOTE, oder fokussieren technikorientierte Betrachtungen, wie beispielsweise KARL. Für ein ganzheitliches Wissensmanagement im Kontext der Gestaltung und der Umsetzung von Wissensmanagementsystemen ist jedoch sowohl eine betriebswirtschaftlich-organisatorische als auch eine technologische Betrachtung gleichermaßen erforderlich. Dieser Forderung kommt der SOM-Ansatz nahe, wobei eine direkte Verwendung der Modelle auf Systemebene nicht beschrieben wird, wodurch eine Abbildungslücke zwischen Modell- und Objektsystem bestehen bleibt.

Weiterhin lässt sich für eine Vielzahl der genannten Ansätze feststellen, dass es sich in der Regel um ein starres Modellsystem handelt, welches für eine praktische Anwendung in seiner initialen Ausprägung übernommen werden muss. Eine generelle Anwendungsmöglichkeit auf unterschiedliche Organisationsformen und -größen wird jedoch angezweifelt. Darüber hinaus erschwert eine starke Fokussierung auf betriebswirtschaftlich-organisatorische oder technologische Aspekte eine ganzheitliche Betrachtung von Wissensmanagementsystemen.

Des Weiteren besteht in der Regel keine Interaktionsmöglichkeit mit einem Modell und den real eingesetzten Systemen. Dieser Umstand behindert neben einer effizienten Umsetzung und Einführung solcher Modelle eine ganzheitliches erfolgreiches Wissensmanagement in Organisationen und führt zu Abbildungslücken. Zudem verfügen die besprochenen Modelle meist nur über eine geringe Formalisierung der Modellsysteme, welches eine Umsetzung und insbesondere eine softwaretechnische Integration während der Entwicklung sowie während des Betriebes erschwert.

Aus den aufgeführten Beobachtungen ergeben sich wichtige Konklusionen in Bezug auf diese Arbeit, welche zusammenfassend im folgenden Kapitel erläutert werden.

## 6 Zusammenfassung: Konsequenzen für die Gestaltung

Im Vordergrund der bisherigen Betrachtungen standen *Wissen, Methoden für das Wissensmanagement* und *Modelle* für die softwaretechnische Unterstützung von Wissensmanagementaktivitäten. Die Voraussetzung und die Grundlage zur erfolgreichen Verarbeitung und Nutzung der Ressource Wissen ist eine *gemeinsame Sprache*, in der Wissen repräsentiert und vermittelt werden kann.

*People can't share knowledge if they don't speak a common language.*

*(Davenport & Prusak, 1998)*

Der Wissenstransfer und -austausch ist nicht mehr auf Menschen beschränkt, sondern vollzieht sich durch den Einsatz semantischer Methoden und Technologien, wie beispielsweise *Ontologien*, auch zwischen Menschen und Maschinen. Jedoch können die semantischen Methoden und Technologien in der Regeln nicht oder nur teilweise durch klassische Gestaltungsverfahren abgebildet und durch bestehende Informations- und Kommunikationstechnologien einer Organisation unterstützt werden.

Bestehende Modellierungsansätze für Ontologien, wie beispielsweise (Sure, 2003; Gómez-Pérez et al., 2003; Uschold, 1996), unterstützen eine allgemeine Modellbildung. Des Weiteren beschreiben bestehende Modellierungsansätze zur Gestaltung von Wissensmanagementsystemen in der Regel ein festes und starres Modellsystem, welches durch den jeweiligen Modellkonstrukteur festgelegt wurde. In den meisten Fällen sind Modellkonstrukteur und späterer Modellnutzer nicht identisch. Dies bedeutet, dass ein bestehendes Modellsystem als Abbild eines Objektsystems übernommen werden muss. Dieser Umstand widerspricht jedoch, mit Ausnahme der einfachen Abbildtheorie, den verbreiteten konstruktivistischen Modellauffassungen. In diesem Zusammenhang ist nicht davon auszugehen, dass für ein initial erstelltes Modellsystem eine identische Abbildfunktion für jedes Subjekt besteht.

Neben den beschriebenen modelltheoretischen Einschränkungen bestehender Ansätze, können derartige Modellsysteme oft organisatorische und/oder technologische Veränderungen nicht entsprechend berücksichtigen. Beispielsweise lassen sich technische Entwicklungen in der Regel nicht in ein bestehendes Modellsystem integrieren oder übernehmen. Darüber hinaus entspricht ein vorgefertigtes Modellsystem oftmals nicht einer optimalen Lösung für jede Organisationskonfiguration. Die Einschränkungen bezüglich der Integrationsfähigkeit und der Skalierbarkeit sind jedoch als grundlegende Formalanforderungen einer effektiven Modellkonzeption zu verstehen. Derartige Modellsysteme

lassen sich darüber hinaus oftmals nur mit entsprechend hohem Ressourceneinsatz wiederverwenden.

Aus den aufgeführten Einschränkungen und Problemen bestehender Modellierungsansätze lässt sich die Notwendigkeit einer flexiblen Modellkonzeption erkennen, welche möglichen Veränderungen in Bezug auf die wahrnehmenden Subjekte sowie Veränderungen im Objekt- und Modellsystem Rechnung trägt und die Evolution eines bestehenden Modellsystems ermöglicht.

Ein ontologiebasiertes Modellsystem kann beispielsweise durch entsprechende Verfahren wie die Evolution (Stojanovic et al., 2002) oder durch Mapping (Ehrig & Sure, 2004) weiterentwickelt und angepasst werden. Die Notwendigkeit der Modifikation kann hierbei durch Veränderungen des Objektsystems, Änderungen in der Zusammensetzung oder Wahrnehmung der Subjekte sowie in Veränderungen im Modellsystem hervorgerufen werden<sup>1</sup>.

Ein weiterer Vorteil einer ontologiebasierten Modellkonzeption besteht darin, dass eine Abtrennung von Modellsystem und Objektsystem vermieden werden kann, da ein direkter Einsatz von Ontologien auf Anwendungssystemebene möglich ist und so einen Bezug zum Modellsystem ermöglicht. Dieser Sachverhalt wird in Teil III vorgestellt und näher erläutert.

Zusammenfassend ergibt sich somit die Forderung nach einer ontologiebasierten Modellierungskonzeption, welche über eine hohe Ausdruckskraft des Modellsystems sowie über Eigenschaften zur direkten softwaretechnischen Unterstützung verfügt. Die Entwicklung einer ontologiebasierten Modellkonzeption bedarf einer genaueren Betrachtung beeinflussender Sachverhalte. In diesem Sinne wird ein Bezugsrahmen benötigt, der eine ganzheitliche und offene Modellbildung für Wissensmanagementsysteme unterstützt.

Im folgenden Teil der Arbeit wird der Einsatz von Ontologien zur modellbasierten Gestaltung von Wissensmanagementsystemen beschrieben.

---

<sup>1</sup>Beispielsweise können im Rahmen einer Organisationsfusion Methoden des Mappings oder der Evolution für eine Zusammenführung bestehender Modelle verwendet werden.

## Teil II

# Gestaltung von Wissensmanagementsystemen

*“A ship in port is safe, but that is not what ships are for.  
Sail out to sea and do new things.”*  
— Grace Murray Hopper



# 7 Bezugsrahmen für die Gestaltung



In diesem Teil der Arbeit wird die Konzeption zum Einsatz von Ontologien zur Gestaltung und Umsetzung von Wissensmanagementsystemen vorgestellt und näher erläutert. Dazu wird in diesem Kapitel ein Bezugsrahmen entwickelt, welcher relevante Gestaltungsdimensionen und geeignete Betrachtungsperspektiven zur Gestaltung ganzheitlich reflektiert.

In der **Einleitung** in Abschnitt 7.1 wird die Rolle des Bezugsrahmens erläutert, woraufhin in Abschnitt 7.2 eine Betrachtung **relevanter Dimensionen** zur Bildung des Bezugsrahmens erfolgt. Daraufhin werden wichtige **Perspektiven** in Abschnitt 7.3 identifiziert. Die **Herleitung des Bezugsrahmens** wird daraufhin in Abschnitt 7.4 vorgenommen und erläutert. Das Kapitel schließt in Abschnitt 7.5 mit einem **Resümee**.

## 7.1 Einleitung

In der Wissensgesellschaft überwiegt nach (Drucker, 1993) die Ressource Wissen, die klassischen Produktionsfaktoren Kapital, Boden und Arbeit. Wissen wird demnach als entscheidender Produktionsfaktor zur Wertschöpfung oder als Wettbewerbsfaktor für Organisationen angesehen. Diese veränderte Betrachtungsweise der Produktionsfaktoren erfordert zur effizienten und effektiven Nutzung von Wissen ganzheitliche technologische und organisatorische Methoden zum *Management der Ressource Wissen*. Innerhalb dieser Arbeit wird der Ausdruck *Management der Ressource Wissen* verwendet, wobei ein Einfluss durch Managementaktivitäten auf implizite Wissensbestände in der Regel nur indirekt gegeben ist. In dieser Arbeit wird in diesem Sinne eine Konzeption für eine ganzheitlichen Unterstützung des Wissensmanagements durch Informationssysteme auf der Basis einer ontologiebasierten Wissensrepräsentation entwickelt.

Die gegenwärtigen Herausforderungen des Wissensmanagements werden von Willke treffend als *Dilemma des Wissensmanagements* beschrieben.

*Einerseits steigt der Bedarf an Wissen, Wissenbasierung, intelligenter Information, sowie an Infrastrukturen und Technologien des Transfers von Wissen; andererseits machen es die Merkmale organisierter Komplexität (Differenzierung, Spezialisierung, verteilte Dislozierung, lokale Autonomie) nahezu unmöglich, das vorhandene und erforderliche Wissen so zu aktivieren und zu*

*koordinieren, dass es gemäß der Mission des Gesamtsystems an den Stellen verfügbar wird, wo die jeweils notwendigen Entscheidungen fallen.*

*(Willke, 1998, S. 228)*

Die ontologiebasierte Wissensrepräsentation scheint in diesem Zusammenhang wesentliche Restriktionen zu überwinden und stellt folglich eine geeignete Methode zur Wissensrepräsentation im Rahmen dieser Arbeit dar. Die vielfältigen Anwendungsfelder von Ontologien, wie in Abschnitt 3.2 skizziert, zeigen die umfangreichen Möglichkeiten zur Abbildung verschiedenster Aspekte. Insbesondere sei hierbei auf die ontologiebasierte Unterstützung des Wissensmanagements in (Sure, 2003) verwiesen.

*Ontologien sind [...] mächtige Werkzeuge im Lebenszyklus von WMS.*

*(Remus, 2002, S. 191)*

Darüber hinaus lassen sich bestehende Werkzeuge und Technologien zur Verarbeitung von Ontologien im Rahmen dieser Arbeit einsetzen. So können in der Entwurfsphase bestehende Werkzeuge, wie beispielsweise OntoEdit (Sure et al., 2002) für die Entwicklung von Modellen mit mehreren Modellkonstrukteuren eingesetzt werden. Darüber hinaus unterstützen Ontologien die Integration (Gangemi et al., 1999; Abecker & Decker, 1999; Pinto & Martins, 2001) bestehender Informationsbestände sowie das Mapping (Ehrig & Sure, 2004) vorhandener Wissensbestände. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Weiterentwicklung beziehungsweise Evolution (Stojanovic et al., 2002) von Wissen auf der Basis von Ontologien. Diese exemplarisch aufgeführten Eigenschaften verdeutlichen bereits relevante Unterschiede gegenüber konventionellen Modellierungsansätzen. Im Gegensatz zu vielen bestehenden Ansätzen ermöglichen Ontologien eine hohe Axiomatisierung des Modellsystems, wodurch der Abstraktionsgrad der Abbildung detailliert gesteuert werden kann. Die Beispiele verdeutlichen das Unterstützungspotenzial von Ontologien im Rahmen des Wissensmanagements sowie der technologischen Unterstützung durch Informationssysteme.

In den letzten Jahren wurden unterschiedliche Wissensmanagementansätze entwickelt. Hierzu wurden die verbreiteten Modelle von Nonaka und Takeuchi sowie von Probst näher vorgestellt und diskutiert. Durch die unterschiedlichen Akzentuierungen des Wissensmanagements ergibt sich in der Synthese beider Ansätze eine umfassende Betrachtungsweise. Aus diesem Grunde werden relevante Grundzüge beider Modelle im Kontext der Entwicklung eines Gestaltungsmodells aufgenommen<sup>1</sup>.

Bevor auf eine ontologiebasierte Modellkonzeption näher eingegangen werden kann, müssen relevante Sachverhalte in Form eines Bezugsrahmens identifiziert werden, welche in den folgenden Abschnitten näher betrachtet werden.

---

<sup>1</sup>Im Allgemeinen stellt das entwickelte Gestaltungsmodell ein methodenunabhängigen Ansatz dar. Demnach lassen sich in der Regel auch andere Wissensmanagementansätze darstellen.

## 7.2 Grundlegende Gestaltungsdimensionen

Die modellbasierte Gestaltung von Wissensmanagementsystemen bedarf einer Klärung des zu modellierenden Realitätsausschnittes. Eine klare Abgrenzung wird jedoch durch die Vielzahl beeinflussender Faktoren und zusammenhängender Interventionsfelder erschwert. Daher werden zunächst grundlegende Bezugsgrößen identifiziert, welche anschließend durch perspektivische Betrachtungen ergänzt werden. Aus der Synthese der Bezugsgrößen und der Perspektiven wird schließlich ein konzeptioneller Bezugsrahmen hergeleitet. Dieser Bezugsrahmen beschreibt den zu modellierenden Realitätsausschnitt, welcher als Grundlage der ontologiebasierten Modellbildung im weiteren Verlauf der Arbeit eingesetzt wird.

Die Auswahl relevanter Bezugsgrößen basiert auf einer Betrachtung betriebswirtschaftlich-organisatorischer Aspekte der Kapitel 3,4 und 5 im Hinblick auf eine softwaretechnische Unterstützung von Wissensmanagementaktivitäten. Der im Allgemeinen zweckgerichtete Einsatz von Wissensmanagementsystemen legt eine Betrachtung der Bezugsgrößen *Wissen*, *Management* und *Systeme* nahe, welche zugleich die beteiligten Disziplinen *Wissensmanagement*, *Informationssystemmanagement* sowie *Wissensbasierte Systeme* klassifizieren, wie in Abbildung 7.1 illustriert.

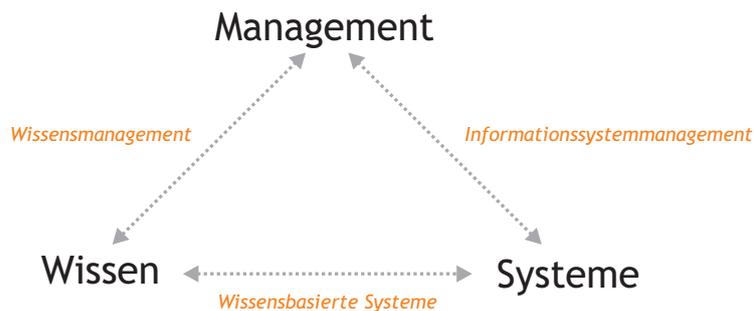


Abbildung 7.1: Ausgewählte Bezugsgrößen

Die grundlegenden Bezugsgrößen werden als Gestaltungsdimensionen von Wissensmanagementsystemen verstanden. Die drei Dimensionen bedingen und beeinflussen sich gegenseitig und bilden folglich die konzeptionelle Grundlage weiterführender Betrachtungen.

In den vorangegangenen Untersuchungen dieser Arbeit wurden relevante Ansätze aufgezeigt, die den jeweiligen Dimensionen zugeordnet werden können und sich so für den Prozess Gestaltung heranziehen lassen. In diesem Sinne liefert der Ansatz von Nonaka und Takeuchi (Nonaka & Takeuchi, 1995) eine weitreichende epistemologisch orientierte Betrachtung der Wissensschaffung und Beeinflussung der organisationalen Wissensbasis, welche sich so der Dimension Wissen zuordnen lässt. Der Managementdimension lässt sich im Rahmen einer prozessorientierten Betrachtung von Wissensmanagementaktivitäten der Ansatz von Probst (Probst et al., 2006) zuordnen. Für eine differenzierte Betrachtung

tung der Systemdimension wird eine allgemeingültige Betrachtung ohne konkreten Bezug zu einem bestehenden Ansatz vorgenommen. Im Folgenden wird auf die einzelnen Dimensionen näher eingegangen.

### 7.2.1 Wissen

Die Betrachtung der Wissensdimension erfolgt durch eine trägerorientierte Klassifikation der Ressource *Wissen*, die nach den Wissensebenen einer Organisation in Anlehnung an (Nonaka & Takeuchi, 1995) klassifiziert wird. Daraus folgt eine Unterscheidung der Wissensebenen *Individuum*, *Gemeinschaft*, *Organisation* und *Organisations-Interaktion*, wie in Abschnitt 4.1.1 beschrieben.

Die Wissensebenen stehen dabei in einer engen Beziehung zueinander und dienen zur Beschreibung des Wissenstransfers, welcher durch die Wissensspirale von Nonaka und Takeuchi beschrieben wird. Die Prozesse zur Transformation von Wissen werden folglich durch die (i) Sozialisation, (ii) Externalisierung, (iii) Kombination und (iv) Internalisierung beschrieben.

Die Ressource Wissen stellt eine wichtige Gestaltungsdimension von Wissensmanagementsystemen dar. Neben den aufgeführten Wissensebenen ist weiterführend eine Betrachtung und Modellierung einzelner Wissensressourcen erforderlich, die durch ein Wissensmanagementsystem verarbeitet werden. Dabei handelt es sich um expliziertes Wissen, das im Rahmen des Transformationsprozesses repräsentiert wird. Vor dem Hintergrund einer Unterstützung wichtiger Aktivitäten des Wissensmanagements, wie beispielsweise die Unterstützung des Wissensaustausches und -transfers, bedarf es einer formal-semantischen Konzeptualisierung, die einen hohen Explikationsgrad ermöglicht und dennoch einen effektiven und effizienten Austausch sicherstellt. In diesem Kontext wird fortführend in Kapitel 9 die Modellierung der Ressource Wissen diskutiert.

### 7.2.2 Management

Die Einflussnahme durch das *Management* auf die Ressource Wissen und die Systeme durch Planung, Steuerung und Kontrolle in Form des Wissensmanagements wird in dieser Arbeit einer prozessorientierten Betrachtung unterzogen. Die Dimension beschreibt dabei, welche Prozesse zur Unterstützung bestimmter Wissensmanagementprozesse eingesetzt werden. Die Arbeit schließt sich dabei der Auffassung von (Remus, 2002) an, wonach folgende Prozessarten unterschieden werden.

- *Geschäftsprozess*: Als Geschäftsprozesse werden Prozesse verstanden, welche direkt die organisationalen Zielsetzungen unterstützen. In der Regel erfolgt diesbezüglich eine Wertschöpfung durch den jeweiligen Prozess.
- *Wissensprozess*: Alle Aktivitäten, welche in unmittelbarem Zusammenhang mit der Ressource Wissen stehen, werden als Wissensprozesse aufgefasst. Beispielsweise das Suchen oder die Nutzung einzelner Wissensobjekte.

- *Wissensmanagementprozess*: Die Aktivitäten zur Beeinflussung der organisationalen Wissensbasis hingegen, welche zur Unterstützung organisationaler Zielsetzungen dienen, werden als Wissensmanagementprozesse verstanden.

Die aufgeführten Prozessarten werden im Verlauf der Arbeit noch weiter ausgeführt und konzeptualisiert.

Für die Dimension Management des Bezugsrahmens werden *Wissensmanagementprozesse* betrachtet. In Anlehnung an Probst (Probst et al., 2006) werden hierzu die Wissensbausteine *Identifikation, Erwerb, Entwicklung, Verteilung, Nutzung, Bewahrung, Bewertung* und *Ziele* zur Kategorisierung von Wissensmanagementprozessen verwendet, wie in Abschnitt 4.1.2 beschrieben.

### 7.2.3 Systeme

Die Unterstützung von Wissensmanagementaktivitäten wird durch die Dimension Management beschrieben und das Einwirken auf die organisationale Wissensbasis wird in der Dimension Wissen beleuchtet. Die Dimension der Systeme ergänzt diese Betrachtungen durch eine informationstechnische Darstellung relevanter Sachverhalte.

Im Rahmen einer technologischen Unterstützung des Wissensmanagements werden in der Dimension der Systeme die eingesetzten Informations- und Kommunikationssysteme einer Organisation betrachtet, wobei die Fragestellung nach der Art der einzusetzenden Systeme im Vordergrund steht.

Die vielseitigen Einsatz- und Unterstützungsmöglichkeiten von Informationssystemen erschweren eine einheitliche Kategorisierung. Im Rahmen dieser Arbeit erfolgt daher eine allgemeingültige Klassifikation, welche zwischen den drei Systemarten *Frontend, Middleware* und *Backend* unterscheidet.

Die Klassifikation bietet die Möglichkeit Informationssysteme hinsichtlich ihres Einsatzes beziehungsweise ihrer Verwendung nach zu unterscheiden. Die Kategorisierung ist dabei bewusst allgemein gehalten, da konkrete Unterstützungen und Interventionspunkte durch die Dimension Wissen sowie Management beschrieben werden. Die Systemdimension dient in diesem Sinne vornehmlich der Kategorisierung systemtechnischer Aspekte.

## 7.3 Perspektivische Betrachtungsweisen

Die Verwendung der drei Dimensionen als Bezugsgrößen erlaubt noch keine detaillierte Darstellung relevanter Eigenschaften für eine ganzheitliche Modellierung von Wissensmanagementsystemen. Im Rahmen der Modellierung komplexer Sachverhalte hat sich zur Komplexitätsreduzierung die Bildung von Perspektiven bewährt. Exemplarisch sei auf die *multiperspektivischen Unternehmensmodellierung* (Frank, 1995), das *semantische Objektmodell* (Ferstl & Sinz, 1990) und die *Architektur integrierter Informationssysteme* (Scheer,

1998) hingewiesen. Diese Ansätze setzen Perspektiven<sup>2</sup> zur Reduzierung der Komplexität ein. Für eine detailliertere Darstellung der Ansätze sei auf Abschnitt 5.3 verwiesen.

Die gewählten Perspektiven stellen dabei eine Akzentuierung dar, die sich als bewusste Abstraktion von irrelevanten Sachverhalten darstellt. Die einzelnen Perspektiven unterscheiden sich hinsichtlich des Aggregationsgrads in Kombination mit dem Modellzweck. Innerhalb dieser Arbeit werden folgende Perspektiven gebildet.

- *Strategieorientierte Perspektive*
- *Organisationsorientierte Perspektive*
- *Trägerorientierte Perspektive*
- *Technologieorientierte Perspektive*
- *Ressourcenorientierte Perspektive*

Die Perspektiven repräsentieren struktur- und verhaltensorientierte Aspekte, welche durch eine ablauforientierte Betrachtung in Form von Prozessen ergänzt wird, wie exemplarisch in Abbildung 7.2 aufgezeigt<sup>3</sup>.

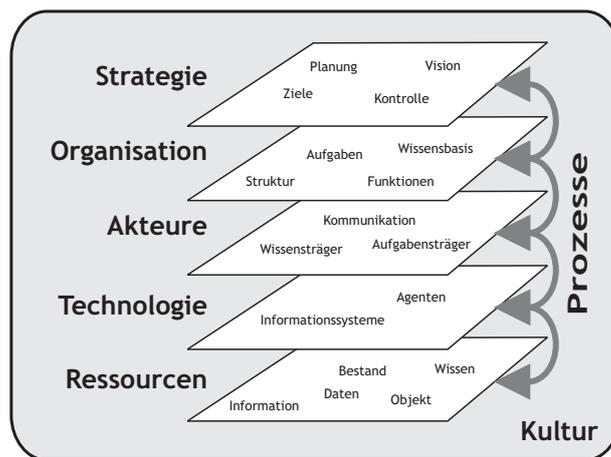


Abbildung 7.2: Die Betrachtungsperspektiven

Demnach werden ablauforientierte Aspekte als Prozesse dargestellt, welche zweckgerichtet Objekte einer Organisation transformieren und eine definierte Aufgabenstellung sowie Zielsetzung unterstützen. Darüber hinaus bestehen verschiedene Beziehungen zwischen Objekten der einzelnen Perspektiven, die jedoch zum Zwecke der Übersichtlichkeit an

<sup>2</sup>Sie werden in den jeweiligen Ansätzen auch als Ebenen oder Sichten bezeichnet.

<sup>3</sup>Die einzelnen Betrachtungsperspektiven besitzen teilweise inhaltliche Überlappungen mit anderen Perspektiven. Dieser Umstand ist durch die enge Verzahnung begründet.

dieser Stelle nicht explizit aufgeführt werden. Die einzelnen Perspektiven stehen in gegenseitiger Wechselwirkung zueinander, wobei die oberste Perspektive, die Strategieperspektive, über die stärkste Beeinflussungskraft auf die anderen Perspektiven verfügt. Die organisationale Kultur wird in ihrer Gesamtheit als umgebendes Medium aufgefasst.

In den folgenden Unterabschnitten werden die Perspektiven weiter behandelt und erläutert.

### 7.3.1 Strategieorientierte Perspektive

Die strategieorientierte Perspektive betrachtet unter anderem die Deklaration von Wissenszielen und Wissensstrategien im Kontext der Wertschöpfung einer Organisation. Dazu zählen im Hinblick auf die Gestaltung von Wissensmanagementsystemen insbesondere Maßnahmen zur Planung, Steuerung und Kontrolle von Wissensmanagementaktivitäten. Ein weiteres Ziel besteht in der Integration und der Ausrichtung nach übergeordneten Visionen, Strategien und Zielen einer Organisation.

Im Allgemeinen reflektiert und beschreibt die strategische Perspektive wesentliche Aspekte der Organisationstätigkeit. Innerhalb dieser Arbeit wird bedingt durch den Modellzweck eine Beschränkung auf den strategischen Einsatz der Informationssysteme vorgenommen. In diesem Zusammenhang kann eine Wechselwirkung zwischen den eingesetzten Informationssystemen zur Unterstützung der Wissensziele und der dadurch entstehenden strategischen Möglichkeiten beobachtet werden. Daraus folgt die Notwendigkeit zur stetigen Überprüfung der Umsetzungsmöglichkeit und die Analyse sich ergebender Potenziale.

### 7.3.2 Organisationsorientierte Perspektive

Die organisationsorientierte Perspektive beschreibt die Ausgestaltung organisatorischer Strukturen und Verhaltensformen. Die Perspektive entspricht im Allgemeinen der Aufbauorganisation. Diesbezüglich erfolgt unter anderem eine Darstellung von Stellen, eine Zuordnung zu Organisationseinheiten oder zu bestimmten Rollen, wie zum Beispiel Funktionsträger.

### 7.3.3 Trägerorientierte Perspektive

Zur Unterstützung von Wissensmanagementaktivitäten übernehmen *Akteure* in verschiedenen Zusammenhängen unterschiedliche Rollen ein und üben verschiedene Aufgaben aus. Dieser Umstand erfordert eine gesonderte perspektivische Betrachtung wichtiger Rollen wie beispielsweise *Wissensträger*. Hierbei wird zwischen menschlichen und maschinellen Akteuren<sup>4</sup> unterschieden.

---

<sup>4</sup>In dieser Arbeit wird der Begriff *Agent* vermieden, da dieser im Bereich künstlichen Intelligenz vorgelegt ist und so zu Missverständnissen führen kann.

In diesem Kontext ist angesichts innovativer softwaretechnologischer Fortschritte der Umstand hervorzuheben, dass sowohl menschliche als auch maschinelle Akteure in enger Interaktion miteinander agieren und somit Wissen austauschen können.

### 7.3.4 Technologieorientierte Perspektive

Im Rahmen einer Gestaltung von Wissensmanagementsystemen kommt der Betrachtung technologischer Aspekte offensichtlich eine herausragende Bedeutung zu. Dabei fasst die technologieorientierte Perspektive die eingesetzte Software und Hardware zur Unterstützung beziehungsweise Realisierung von Wissensmanagementsystemen zusammen. Diese Perspektive ist im Allgemeinen mit den Grundzügen des Informationsmanagements vergleichbar. Daher können konventionelle Betrachtungs- und Vorgehensweisen an dieser Stelle übernommen werden, wobei der Schwerpunkt auf der Betrachtung der Ebene des Einsatzes der Informationssysteme liegt. Der Einsatz der entsprechenden Infrastruktur wird im Rahmen dieser Arbeit nicht näher untersucht, da keine über den aktuellen Stand der Technik hinausgehenden Anforderungen festzustellen sind. Die Informationsbedarfsanalyse der Ebene des Informationseinsatzes wird durch das Wissensmanagement umfassend beleuchtet.

Demzufolge entspricht die technologieorientierte Perspektive vornehmlich der Ebene des Einsatzes von Informationssystemen, wie bereits in Abschnitt 2.3.1 beschrieben.

### 7.3.5 Ressourcenorientierte Perspektive

Die besondere Bedeutung der Ressource Wissen im Kontext eines organisationsweiten Wissensmanagements erfordert eine gesonderte perspektivische Betrachtung. Die Perspektive betrachtet dabei die explizierbaren und folglich verarbeitbaren Aspekte von Information und Wissen durch Wissensmanagementsysteme.

Die Konzeptualisierung und somit die Möglichkeit zur Repräsentation von Information beziehungsweise Wissen ist so von zentraler Bedeutung, welche in der Konzeptualisierung näher behandelt werden muss. Wie bereits in Abschnitt 2.1 diskutiert wurde, dienen unter anderem Daten zur Bildung von Information beziehungsweise Wissen. Zur einheitlichen Betrachtung wird eine Betrachtung organisationaler Objekte eingeführt, die die Repräsentation von Daten, Information oder Wissen unterstützen. Im Kontext dieser Arbeit werden weiterführend die Spezialisierungen Daten-, Informations- und Wissensobjekte verwendet. Sie beschreiben dabei die explizierbaren Eigenschaften von Information und Wissen.

Im folgenden Abschnitt wird der Bezugsrahmen durch die Synthese der aufgestellten Bezugsgrößen und den ausgewählten Betrachtungsperspektiven abgeleitet.

## 7.4 Bezugsrahmen für die Gestaltung

Die *Bezugsgrößen* sowie die ausgewählten *Perspektiven* werden im Folgenden zu einem *Bezugsrahmen* zusammengeführt, wodurch relevante Realitätsausschnitte für die Gestaltung von Wissensmanagementsystemen reflektiert werden.

Die Perspektiven können dabei als Ebenen dargestellt werden, welche in den aufgespannten Rahmen der Bezugsgrößen eingebunden werden. Diese Synthese wird in Abbildung 7.3 veranschaulicht.

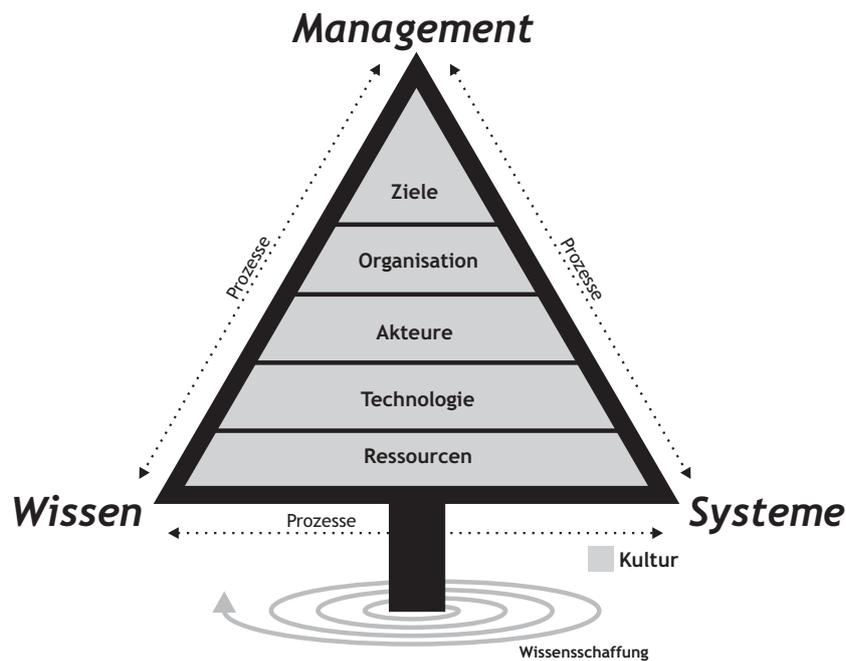


Abbildung 7.3: Bezugsrahmen zur Gestaltung von Wissensmanagementsystemen

Darüber hinaus bedarf es zum Zwecke einer ganzheitlichen und umfassenden Betrachtung, der Einbeziehung der Bildung und Sicherung der organisationalen Wissensbasis, welche durch die Wissensschaffung und -diffusion unterstützt wird. Folglich besitzt die *Wissensschaffung* eine herausragende Stellung im Rahmen dieser Untersuchung. So wird die Wissensschaffung durch den Bezugsrahmen berücksichtigt, wie in Abbildung 7.3 dargestellt.

Die organisationalen Abläufe werden in Form von Prozessen beschrieben. Die Wissensdiffusion wird in Anlehnung an die Wissensschaffung nach Nonaka und Takeuchi (Nonaka & Takeuchi, 1995) aufgefasst und dargestellt. Die Kultur wird als umgebender Rahmen aufgefasst.

Der aufgestellte Bezugsrahmen identifiziert relevante Aspekte zur Gestaltung von Managementsystemen. Darüber hinaus lässt er sich auch für die Bewertung bestehender Lösun-

gen einsetzen.

## 7.5 Resümee

Die zahlreichen beteiligten und beeinflussenden Referenzdisziplinen des Wissensmanagements lassen die Notwendigkeit nach einer bewussten Auswahl relevanter Aspekte erkennen. Dazu wurde ein Bezugsrahmen aufgestellt, welcher als konzeptioneller Rahmen zur Gestaltung von Wissensmanagementsystemen eingesetzt werden kann.

Die Bezugsgrößen *Wissen*, *Management* und *Systeme* wurden hierzu als Gestaltungsdimension von Wissensmanagementsystemen angeführt.

Die Bezugsgrößen erlauben zwar eine grobe Auswahl relevanter Sachverhalte, welche jedoch für eine detaillierte Betrachtung weiter verfeinert werden müssen. Dazu werden die Perspektiven *Strategie*, *Organisation*, *Akteure*, *Systeme* und *Ressourcen* eingeführt.

Im Rahmen der perspektivischen Betrachtung wurde beispielsweise die organisationale Kultur nicht explizit als Perspektive aufgeführt. Im Rahmen eines erfolgreichen Wissensmanagements kommt der Kultur jedoch eine hohe Bedeutung zu. Die Art und der Umfang des Einsatzes von Informationssystemen beispielsweise zur Kommunikation mit Wissensträgern wird durch die Kultur maßgeblich mitbestimmt. Im Rahmen der Gestaltung von Wissensmanagementsystemen spielt die Kultur demnach eine übergeordnete Rolle, weshalb auf eine explizite perspektivische Betrachtung verzichtet wurde.

Zur Unterstützung der Gestaltung von Wissensmanagementsystemen konnte auf Basis der Perspektiven ein konzeptioneller Bezugsrahmen aufgestellt werden, der neben den Perspektiven die Wissensschaffung als übergreifenden Prozess versteht.

Die Bezugsgrößen, sowie die ausgewählten Perspektiven dienen zur Vermittlung relevanter Aspekte im Rahmen der Gestaltung von Wissensmanagementsystemen und können angesichts der Komplexität keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben, sondern vielmehr die Notwendigkeit zur Anpassung und Weiterentwicklung aufzeigen.

Der Bezugsrahmen beschreibt somit den zu modellierenden Realitätsausschnitt zur Gestaltung von Wissensmanagementsystemen. Zur Abbildung werden in dieser Arbeit Ontologien eingesetzt, welche jedoch eine weiterführende Konkretisierung einer Modellkonzeption im Sinne einer Informationssystemmodellierung erfordern. Dazu wird im folgenden Kapitel eine ontologiebasierte Modellkonzeption beschrieben.

# 8 Ontologiebasierte Modellkonzeption



In diesem Kapitel wird die Entwicklung einer Modellkonzeption zur ontologiebasierten Repräsentation des Bezugsrahmens beschrieben. Die Konzeption stellt die Synthese einer ganzheitlichen struktur-, verhaltens- und ablauforientierten Informationssystemgestaltung auf Basis einer Ontologiemodellierung dar.

In Abschnitt 8.1 erfolgen zunächst relevante Vorüberlegungen in einer **Einleitung** diskutiert. Der Prozess der **Modellbildung** wird in Abschnitt 8.3 skizziert, worauf im Anschluss in Abschnitt 8.2 das **Objekt- und Modellsystem** erläutert wird. Die **Modellsprache** wird in Abschnitt 8.4 angeführt. Das entwickelte **Metamodell** wird in Abschnitt 8.5 vorgestellt. Die **Modellebenen** werden in Abschnitt 8.6 erläutert. Das Kapitel schließt daraufhin in Abschnitt 8.7 mit einem **Resümee**.

## 8.1 Einleitung

Der aufgestellte Bezugsrahmen in Kapitel 7 beschreibt den zu modellierenden Realitätsausschnitt zur Gestaltung von Wissensmanagementsystemen. In diesem Kapitel wird weiterführend die Entwicklung einer ontologiebasierten Modellkonzeption zur formal-semantischen Repräsentation des Bezugsrahmens vorgestellt.

Im Folgenden erfolgt eine Synthese der Ontologiemodellierung mit Grundzügen der Informationssystemgestaltung. Dazu werden Grundzüge konventioneller Informationssystemmodellierungen im Kontext einer ontologiebasierten Modellierung betrachtet. Die entwickelte Konzeption greift dazu bestehende Begrifflichkeiten aus dem Bereich der Systemgestaltung auf und überführt diese in eine ontologiebasierte Modellkonzeption. Die Modellkonzeption unterstützt die Abbildung eines realen Systems, das sogenannte *Objektsystem*, in ein *Modellsystem* auf der Grundlage von Ontologien. Die Erstellung des Modellsystems wird als *Modellbildung* bezeichnet, wozu eine formal-semantische *Modellsprache* verwendet wird. Die Konzeption stellt so ein Verfahren zur formalen Wissensrepräsentation im Rahmen der Gestaltung und Umsetzung von Wissensmanagementsystemen dar.

Die Nutzung und Analyse formaler Wissensrepräsentationen erfordert jedoch grundlegende Kenntnisse der verwendeten Sprache. Darüber hinaus erschwert eine Darstellung von Wissen in formaler Repräsentation oftmals eine leichte Verständlichkeit komplexer Sachverhalte. Daher wird ein Metamodell benötigt, das ausgewählte Sachverhalte hinsichtlich

der Gestaltung und Umsetzung von Wissensmanagementsystemen intuitiv und verständlich darstellt, sowie wichtige Operationen zur Analyse des Modellsystems unterstützt.

In diesem Sinne wird das Metamodell ONTOCUBE vorgestellt, welches zweck- und zielgerichtet ausgewählte Eigenschaften des Modellsystems darstellt und als zentrales Werkzeug zur Analyse ontologiebasierter Modellsysteme eingesetzt werden kann. Das entwickelte Metamodell basiert auf dem Ansatz der multidimensionalen Datenstrukturierung, welche aus dem Bereich des *On-Line Analytical Processing (OLAP)* (Codd, 1993) bekannt ist. Die erfolgreiche Anwendung der Metapher einer Würfeldarstellung, wie beispielsweise in (Agrawal et al., 1997; Thomsen, 1997) vorgestellt, liegt der Entwicklung des Metamodells zugrunde. Das Metamodell, das in der Gesamtheit als *Modell über ein Modell* zu verstehen ist, strukturiert ontologiebasierte Konzeptualisierungen eines Modellsystems in Form einer Würfeldarstellung und stellt weitreichende Analyseoperationen zur Verfügung.

Die ontologiebasierte Modellkonzeption wird innerhalb dieser Arbeit zur Unterstützung der Gestaltung und Umsetzung von Wissensmanagementsystemen eingesetzt, wobei die Konzeption jedoch nicht auf eine bestimmte Domäne oder Anwendung festgelegt ist. Im folgenden Abschnitt wird daher ein einführendes Beispiel aus dem wissenschaftlichen Umfeld vorgestellt.

**Einführendes Beispiel** In dem folgenden Beispiel wird die *Semantic Web Research Community (SWRC)*<sup>1</sup> Ontologie zur Bildung eines ONTOCUBEs auf Basis der ontologiebasierten Modellkonzeption verwendet. Die SWRC-Ontologie modelliert unter anderem Publikationen, die von Personen (Wissenschaftlern) publiziert werden. Diese Wissenschaftler sind wiederum an Forschungsinstituten (Organisationen) angestellt und in (Forschungs-) Projekten tätig.

Im wissenschaftlichen Umfeld kommt der Betrachtung und Beurteilung des Publikationsaufkommens einzelner Forschungseinrichtungen oder Projekte ein hoher Stellenwert zu. Das Ziel der Betrachtung in diesem Beispiel ist es daher, die vorhandenen Publikationen in Abhängigkeit zu dem betreffenden Autor (Wissenschaftler), der finanzierenden Organisation und des Forschungsprojekts für eine weiterführende Analyse darzustellen. Diese Analyse kann beispielsweise zur Unterstützung des Managements der jeweiligen Forschungseinrichtungen eingesetzt werden. Ein Anwender des ONTOCUBEs wäre in diesem Fall ein leitender Angestellter oder ein Institutsleiter.

Zur Darstellung der Publikationen, die nach den jeweiligen Autoren, den Projekten und den finanzierenden Instituten betrachtet werden sollen, wird ein dreidimensionaler Würfel gebildet, dessen Dimensionen aus den Konzepten *Organisation*, *Projekt* und *Person* aus der SWRC-Ontologie gebildet werden. Innerhalb einer Dimension werden in diesem Beispiel die jeweiligen Instanzen abgetragen. Ein möglicher ONTOCUBE ist in Abbildung 8.1 illustriert.

---

<sup>1</sup>Für eine vertiefende Darstellung sei auf (Sure et al., 2005) verwiesen.

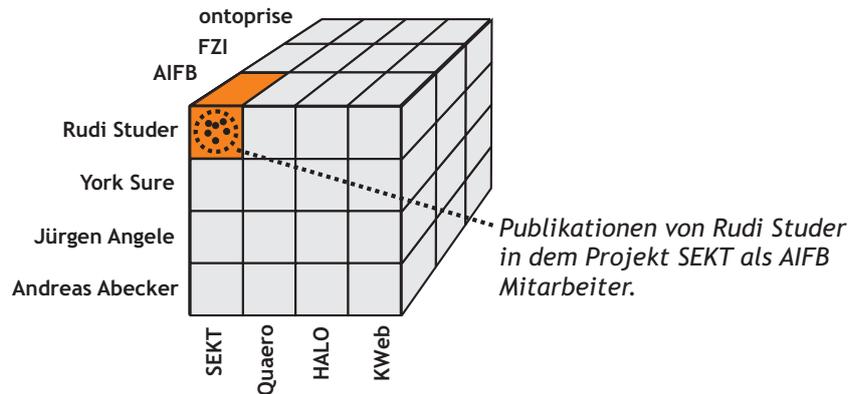


Abbildung 8.1: Darstellung von Publikationen aus der SWRC-Ontologie

Eine Zelle des Würfels in Abbildung 8.1 klassifiziert somit die Publikationen eines Wissenschaftlers im Rahmen seiner Tätigkeit für ein bestimmtes Institut bezüglich eines bestimmten Projektes. Die ganzheitliche Darstellung ermöglicht nun eine Beurteilung der Publikationen. So lassen sich beispielsweise Defizite im Publikationsaufkommen einzelner Institute oder Forschungsprojekte erkennen.

Die dreidimensionale Darstellung liefert eine einfache und intuitive Darstellung komplexer Sachverhalte. Weiterführende Analysen werden durch Operationen wie beispielsweise die Spezialisierung oder die Generalisierung der dargestellten Informationen unterstützt.

In den folgenden Abschnitten werden wichtige Bestandteile der ontologiebasierten Modellkonzeption hinsichtlich der Konzeption des ONTOCUBEs beschrieben.

## 8.2 Objekt- und Modellsystem

Die zugrunde liegende betriebswirtschaftlich-organisatorische Diskurswelt sowie relevante Aspekte der Umwelt repräsentieren das reale System, welches als *Objektsystem* bezeichnet wird (Ferstl & Sinz, 1995). Das *Modellsystem* beschreibt die abgebildete Merkmalsmenge des Objektsystems, wie in Abbildung 8.2 dargestellt.

Die Abbildung des Objektsystems wird als Modellsystem bezeichnet, wobei der Bezug zwischen dem Objektsystem und dem Modellsystem durch ein *Modell* definiert wird. Ein Modell  $M$  wird dabei als drei-stelliges Tupel beschrieben.

$$M = (OS, MS, f) \quad (8.1)$$

wobei  $OS$  das Objektsystem und  $MS$  das Modellsystem darstellt und  $f$  eine Abbildungsfunktion zwischen  $OS$  und  $MS$  beschreibt. Das Modellsystem besteht aus einer Wissens-

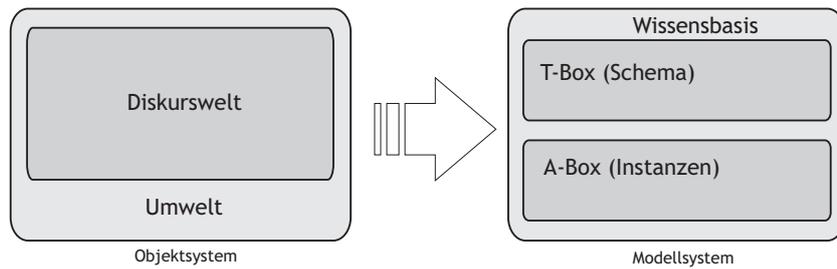


Abbildung 8.2: Objekt- und Modellsystem

basis, wie in Abschnitt 2.5 eingeführt, und wird demnach in eine T-Box zur Repräsentation des Ontologieschemas und einer A-Box zur Instanzrepräsentation unterteilt.

Die Erstellung eines Modellsystems wird als Modellbildung bezeichnet, welche im folgenden Abschnitt vorgestellt wird.

### 8.3 Modellbildung

Die *Modellbildung* erfolgt subjektgesteuert und zweckgerichtet. Es wird dabei von einem oder mehreren Subjekten ausgegangen, die als Modellkonstrukteur bezeichnet werden und bezüglich eines konkreten Modellzweckes eine Abbildung des Objektsystems vornehmen. Dieser Zusammenhang wird in Abbildung 8.3 verdeutlicht.

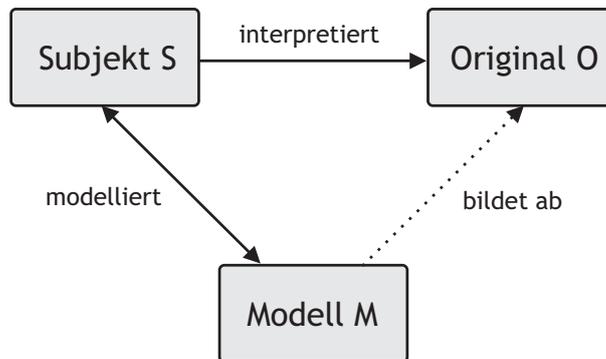


Abbildung 8.3: Modell-Subjekt-Objekt

Die Abbildung von Eigenschaften des Originals  $O$  beziehungsweise des Objektsystems basiert auf der Interpretation von Subjekten  $S$ , die ein Modell  $M$  erstellen. Daher ist der Bezug von einem Modell zu einem Objekt nur indirekt über das jeweilige Subjekt gegeben.

Die Modellbildung wird als Abbildungsfunktion der Merkmalsmenge des Objektsystems  $M^O$  in die Merkmalsmenge des Modellsystems  $M^M$  verstanden, welches aus weiteren Teilsystemen bestehen kann. Die Abbildungsfunktion stellt sich demnach wie folgt dar.

$$f : M^O \rightarrow M^M \quad (8.2)$$

Die Festlegung von homomorphen oder gar isomorphen Eigenschaften des Modellsystems gegenüber dem Objektsystem bleibt den Modellkonstrukteuren vorbehalten. Darüber hinaus kann zwischen den Subjekten *Modellkonstrukteur* und späterem *Modellnutzer* unterschieden werden<sup>2</sup>.

Im Rahmen dieser Arbeit werden folgende Gestaltungskriterien für die Modellbildung von Wissensmanagementsystemen betrachtet<sup>3</sup>.

- **Integrationsfähigkeit:** Die Modelle zur Gestaltung sowie die resultierenden Modellsysteme (als auch die real umgesetzten Systeme) müssen sich in die bestehende organisationale und technologische Infrastruktur einbinden lassen und diese wertschöpfungsorientiert ergänzen können.
- **Ausbaufähigkeit:** Darüber hinaus ist eine Ausbaufähigkeit beziehungsweise Anpassungsfähigkeit zu fordern, um sich (stetig) ändernden organisatorischen und technologischen Rahmenbedingungen anzupassen.
- **Wiederverwendbarkeit:** Zum einen müssen Modelle den darzustellenden Realitätsausschnitt so genau wie möglich darstellen und zum anderen so allgemeingültig wie nötig konzeptualisiert sein, so dass sie sich für mehrere Modellzwecke oder -abbildungen wiederverwenden lassen.

Die Modellbildung bezeichnet die Abbildung von Eigenschaften aus einem Objektsystem in ein Modellsystem, wozu eine *Modellsprache* verwendet wird, die im folgenden Abschnitt beschrieben wird.

## 8.4 Modellsprache

Zur Repräsentation des Modellsystems wird als *Modellsprache* die Web Ontology Language (OWL) (Smith et al., 2004) beziehungsweise der Dialekt OWL-DL verwendet. OWL wurde vom W3C als Repräsentationssprache im April 2004 für die nächste Generation des World Wide Web, das Semantic Web, als Standard verabschiedet. OWL-DL entspricht der Beschreibungslogik  $\mathcal{SHOIN}(\mathbf{D})$ , wie bereits in Abschnitt 3.2 eingeführt wurde.

Ein wichtiger Vorteil von OWL ist neben einer hohen Ausdruckskraft der Sprache, die Kompatibilität mit bekannten Standards im World Wide Web. Beispielsweise können Namespace-Deklarationen sowie *Uniform-Resource-Locator (URL)* in OWL-Dokumenten

<sup>2</sup>In der Regel erzeugt ein Modellnutzer durch den Prozess der Interpretation ein eigenes *internes* Modell.

<sup>3</sup>Die Auswahl ist bewusst knapp gehalten und zeigt nur die wichtigsten Kriterien für diese Arbeit auf.

verwendet und verarbeitet werden. Dadurch wird der Einsatz im Internet begünstigt und die Verwendung bestehender Mechanismen erleichtern die Verarbeitung von OWL.

## 8.5 Metamodell

Die Nutzung und Analyse komplexer Wissensrepräsentationen bedarf einer verständlichen Darstellung der jeweiligen Modellsysteme. Dazu wird in diesem Abschnitt das Metamodell ONTOCUBE eingeführt, welches auf der Metapher einer Würfeldarstellung (Agrawal et al., 1997) beruht. Die Anwendung von Metaphern für Metamodelle oder Modelle im Allgemeinen ist eine verbreitete Methode zur verständlichen Strukturierung komplexer Sachverhalte. An dieser Stelle sei exemplarisch auf die Metapher einer Maschine zur modellbasierten Beschreibung von Organisationen nach Taylor (Taylor, 1911) hingewiesen.

Die multidimensionale Strukturierung eines ontologiebasierten Modellsystems erfolgt im Metamodell durch eine Würfeldarstellung. Die Kombination zweier Dimensionen erzeugt ein Rechteck, welches als Tabelle dargestellt werden kann. Bei einer Kombination von drei Dimensionen entsteht ein Kubus beziehungsweise ein Würfel<sup>4</sup>. In den jeweiligen Würfelzellen werden Entitäten des zugrunde liegenden Modellsystems klassifiziert, welche als Anfrage an die Wissensbasis betrachtet werden können. Der entstehende Würfel wird als ONTOCUBE bezeichnet.

Das Metamodell stellt sich dabei als bewusste Komplexitätsreduktion dar, welches durch eine Fokussierung auf ausgewählte Dimensionen eine effiziente Darstellung und Analyse ermöglicht.

### 8.5.1 Struktur des Metamodells

In diesem Abschnitt werden relevante Strukturen des Metamodells dargestellt. Dabei wird auf die eingeführten Definitionen in Kapitel 2 Bezug genommen, weshalb auf eine Definition der Begriffe *Schema*, *Wissensbasis*, *Ontologie*, *Konzept*, *Relation* und *Entität* an dieser Stelle verzichtet wird.

#### 8.5.1.1 Dimension

Das Metamodell ONTOCUBE wird durch *Dimensionen*<sup>5</sup> gebildet und strukturiert, wobei eine Dimension als eine ausgewählte Menge an Entitäten einer (Dimensions-) Ontologie verstanden wird. Diese Dimensionen werden an den Kanten eines Würfels abgetragen und visualisiert. Die Kantenlänge ergibt sich aus der Anzahl der verwendeten Elemente einer

---

<sup>4</sup>Es sei angemerkt, dass streng genommen kein Würfel vorliegt, da die Dimensionen nicht notwendigerweise über die gleiche Kantenlänge verfügen und so keine kongruenten Quadrate entstehen.

<sup>5</sup>Innerhalb dieser Arbeit werden ausschließlich Metamodelle mit drei Dimensionen betrachtet.

Dimension, den sogenannten *Dimensionselementen*. Die Dimensionen bestimmen somit die strukturelle und inhaltliche Ausprägung eines Metamodells.

**Definition 8.1 (Dimension)** Eine Dimension  $D$  ist eine Struktur

$$D := (N, S, K, E, \leq_E)$$

über ein Modellsystem  $MS$  bestehend aus

- einem (Dimensions-) Namen  $N$ ,
- einem Schema  $S$  mit  $S \in MS$ , das sogenannte Klassifikationsschema,
- einem Pfad  $P$  in  $S$ , die sogenannten Klassifikationsstufen,
- einer Menge von Entitäten  $E$  mit  $E \in MS$ , die als (Dimensions-) Elemente bezeichnet werden, und
- einer partiellen Ordnung  $\leq_E$  über  $E$ .

Eine Dimension hat einen Namen  $N$  und besteht aus einem (Ontologie-) Schema  $S$ , das als *Klassifikationsschema* bezeichnet wird, wobei die Entitäten des Schemas im Modellsystem  $MS$  enthalten sind. Zur Unterstützung wichtiger Operationen wie beispielsweise einer Spezialisierung oder Generalisierung des Metamodells werden Klassifikationsstufen als Pfad  $P$  in der Konzepthierarchie von  $S$  eingeführt. Ein Pfad ist dabei eine geordnete Menge von Klassifikationsstufen und stellt folglich eine Auswahl von Entitäten aus der Konzepthierarchie in  $S$  dar, wobei ein nachfolgendes Element  $P_{i+1}$  in einem Pfad  $P$  entweder ein direktes Ober- oder ein direktes Unterkonzept von  $P_i$  sein muss. Dies bedeutet beispielsweise für die Spezialisierung einer Klassifikationsstufe  $P_i$  die Verwendung eines Unterkonzeptes von  $P_i$  als Klassifikationsstufe  $P_{i+1}$  in einem Schema  $S$  über  $MS$ . Dieser Zusammenhang wird exemplarisch in Abbildung 8.4 verdeutlicht, welche die drei Klassifikationsstufen  $A, B, E$  als Pfad in einem Klassifikationsschema zeigt.

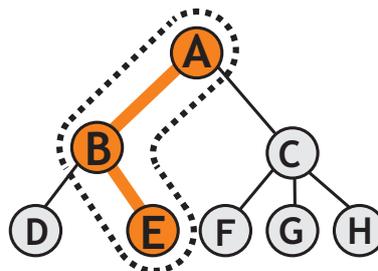


Abbildung 8.4: Pfad in einem Klassifikationsschema

Im Allgemeinen wird die Menge der Dimensionselemente bezüglich einer Stufe  $P_i$  aus den Unterkonzepten oder aus der Menge der Instanzen von  $P_i$  in  $MS$  gebildet<sup>6</sup>. Die Di-

<sup>6</sup>Zur Vermeidung von Fehlinterpretationen im Metamodell wird von einer gleichzeitigen Verwendung von Instanzen und Konzepten als Dimensionselement einer Dimension abgesehen.

mensionselemente einer Klassifikationsstufe bestehen aus einer Menge von Entitäten  $E$ , die entweder aus den (Unter-) Konzepten der Stufe  $P_i$  oder aus der Instanzmenge von  $P_i$  in  $S$  beziehungsweise in  $M$  gebildet werden. Die Dimensionselemente in Abbildung 8.4 für  $A$  bilden demnach die Konzepte  $B$  und  $C$  und für die Dimensionsstufe  $E$  werden die Instanzen von  $E$  verwendet. Die Verwendung von Dimensionsstufen setzt eine hierarchische Konzeptualisierung in  $M$  voraus. In Fällen, in denen keine Hierarchie vorhanden ist, wird von einer *flachen Dimension* (ohne Klassifikationsschema) gesprochen. Die Dimensionselemente entsprechen dann einer nicht näher bestimmten Menge von Entitäten aus dem Modellsystem.

Die Auswahl der Entitäten für die jeweiligen Dimensionen bestimmt folglich die Klassifikation der darzustellenden Informationen im Metamodell und beschreibt so den Verdichtungs- beziehungsweise Abstraktionsgrad des Metamodells. Im Allgemeinen wird dieser Sachverhalt als Granularität des Metamodells bezeichnet.

### 8.5.1.2 Zelle

Die Dimensionen bilden einen Würfel, welcher sich aus einer Menge von Zellen zusammensetzt. Eine Zelle wird dabei durch die Schnittpunkte der Dimensionen beziehungsweise der Dimensionselemente gebildet, die den Würfel aufspannen. Die Granularität der dargestellten Informationen einer Zelle wird durch das Klassifikationsschema und den verwendeten Dimensionselementen bestimmt.

**Definition 8.2 (Zelle)** *Eine Zelle  $Z$  ist eine Struktur*

$$Z := (O, T)$$

*bestehend aus*

- einer Koordinate  $O$  im Würfel  $W$  und
- einer Menge von Entitäten  $T$  mit  $T \in MS$ .

Die Koordinate  $O$  einer Zelle wird durch die Dimensionen gebildet, die den Würfel aufspannen. In einem Würfel mit den Dimensionen  $A, B$  und  $C$  wird eine Zelle  $Z$  durch  $O = Z(A.x, B.y, C.z)$  eindeutig referenziert, wobei  $x, y, z \in E$  Elemente der jeweiligen Dimensionen sind.

Der angeführte ONTOCUBE aus dem einführenden Beispiel in diesem Kapitel verwendet die SWRC-Ontologie als Modellsystem und stellt Publikationen bezüglich der Dimensionen *Person*, *Projekt*, *Organisation* dar. Die Zelle  $Z(Person.RudiStuder, Organisation.AIFB, Projekt.SEKT)$ , wie in Abbildung 8.5 dargestellt, enthält somit die Publikationen von Rudi Studer, die er in dem Projekt SEKT als AIFB-Mitarbeiter publiziert hat.

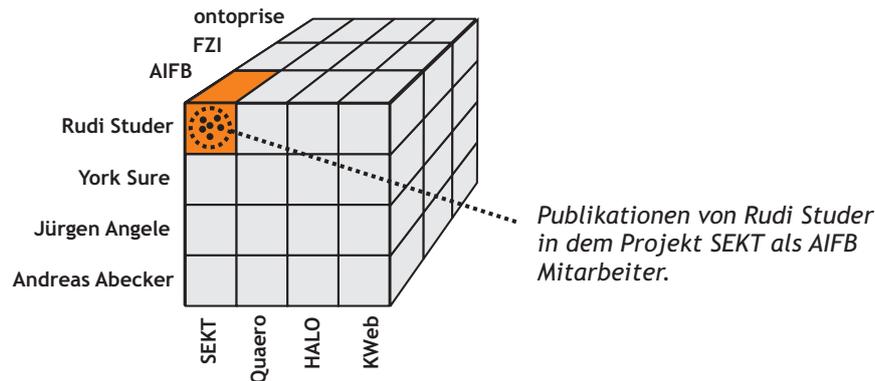


Abbildung 8.5: Beispiel einer Zelle im ONTOCUBE

Die Menge der Entitäten  $T$  einer Würfelzelle  $Z$  stellt eine Klassifikation von Entitäten aus  $M$  dar. Zur Bildung der Entitätenmenge für eine Zelle werden alle Entitäten aus  $M$  verwendet, die einen direkten Bezug hinsichtlich des Schemas in  $M$  zu den jeweiligen Dimensionselementen und der zu analysierenden Entität besitzen. Die zu analysierende Entität aus  $M$  wäre in dem laufenden Beispiel das Konzept `Publikation`. Eine Entität wird somit einer Zelle zugeordnet, wenn hierarchische Konzept-, Instanz- oder Relationsbeziehungen zwischen den Dimensionselementen und der zu analysierenden Entität bestehen. Dazu werden für den Inhalt einer Zelle in einem  $n$ -dimensionalen Würfel  $n$  Abfragen an das Modellsystem gestellt, wobei die Schnittmenge der Menge der Entitäten der  $n$ -Abfragen den jeweiligen Zelleninhalt darstellt.

Die Zellen klassifizieren Entitäten des Modellsystems und ermöglichen so eine fokussierte Betrachtung relevanter Aspekte und Sachverhalte. Das Schema  $S$  aus  $MS$  wird dabei zur Navigation innerhalb einer Zelle verwendet, wenn beispielsweise Instanzen zu mehr als einem Konzept klassifiziert wurden. Darüber hinaus kann das Schema zur Navigation auch zwischen Zellen eingesetzt werden, um so eine Analyse von Beziehungen zwischen Entitäten verschiedener Würfelzellen durchzuführen. Beispielsweise lassen sich durch die Betrachtung der Co-Autoren einer Publikation in dem laufenden Beispiel semantisch verwandte Zellen identifizieren.

In Fällen, in denen die gewählten Dimensionen keine Beziehungen im Modellsystem besitzen, werden Zellen ohne Inhalt gebildet, welche als *leere Zellen* oder auch NULL-Zellen bezeichnet werden. Dies ist beispielsweise der Fall, wenn zu einer Person keine Publikationen vorhanden sind oder die Person nicht an einem bestimmten Projekt mitgearbeitet hat und so auch keine Publikationen existieren.

### 8.5.1.3 Würfel

Ein Würfel, der sogenannte ONTOCUBE, wird durch Dimensionen aufgespannt und besteht aus einer Menge von Zellen. Eine Kantenlänge entspricht dabei der Menge der Dimensionselemente der jeweiligen Dimension.

**Definition 8.3 (Würfel)** *Ein Würfel ist eine Struktur*

$$W := (D, G, Z, S, H)$$

über ein Modellsystem  $MS$  bestehend aus

- aus einer Menge von Dimensionen  $D$ ,
- einer Granularität  $G$ ,
- einer Menge von Zellen  $Z$ ,
- einem Schema  $S$  mit  $S \in M$  und
- einer Menge von Entitäten  $H$  mit  $H \in Z$ .

Im Allgemeinen klassifiziert der ONTOCUBE Würfel eine Menge von Entitäten  $H$  aus dem ontologiebasierten Modellsystem  $MS$ . Die Klassifikation wird dabei durch die Dimensionen  $D$  und dem Schema  $S$  des Modellsystems bestimmt. Durch die Schnittpunkte der Dimensionselemente ergeben sich die Zellen  $Z$  des Würfels. Die Anzahl der Würfelzellen entspricht dem Ergebnis der Multiplikation der Anzahl der Dimensionselemente aus jeder Dimension. Die Granularität  $G$  bezeichnet den Abstraktionsgrad des Würfels bezüglich des Modellsystems  $MS$  und wird durch die Wahl der Dimensionselemente bestimmt.

Relationen zwischen Konzepten und Instanzen im Würfel werden durch das Schema  $S$  aus  $M$  definiert. Dadurch bestehen in der Regel zahlreiche Beziehungen von Entitäten einer Zelle zu Entitäten anderer Zellen im Würfel. Die Darstellung dieser Relationen kann die Analyse des Modellsystems hilfreich unterstützen. Eine zusammenfassende Darstellung wichtiger Strukturen eines ONTOCUBEs zeigt die Abbildung 8.6.

Zur eindeutigen Referenzierung von (Teil-) Würfeln wird folgende Notation verwendet. In einem Würfel mit den Dimensionen  $A, B$  und  $C$  wird eine Zelle, wie bereits angeführt, durch  $Z(A.x, B.y, C.z)$  bestimmt, wobei  $x, y, z$  Dimensionselemente aus  $A, B$  beziehungsweise  $C$  sind. Analog dazu erfolgt die Referenzierung von (Teil-) Würfeln, die jedoch um eine mengenorientierte Darstellung erweitert wird. Dies bedeutet, dass ein Würfel mit

$$W(A.\{A_i, \dots, A_j\}, B.\{B_k, \dots, B_l\}, C.\{C_m, \dots, C_n\})$$

referenziert wird. Die laufenden Indizes bezeichnen die jeweiligen Dimensionselemente. Die Zellen eines (Teil-) Würfels müssen dabei immer mit einer anderen Zelle des Würfels verbunden sein, so dass keine isolierten oder abgetrennten Zellen entstehen können. Zur

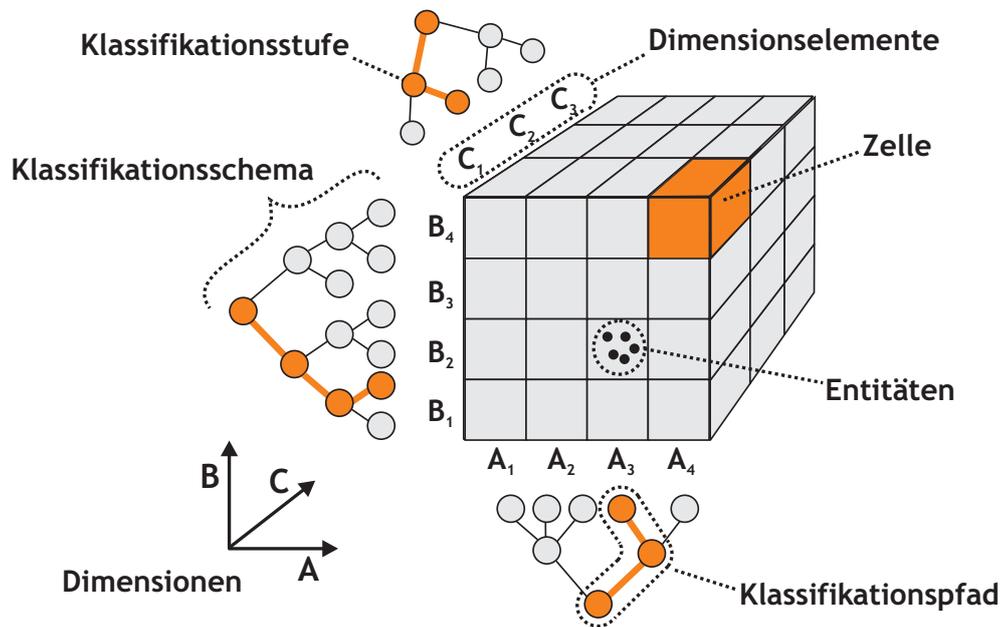


Abbildung 8.6: Strukturen eines ONTOCUBE

weiteren vereinfachten Referenzierung aller Dimensionselemente, beispielsweise im Rahmen einer Slice-Operation, kann der Platzhalter *ALL* verwendet werden. So bezeichnet beispielsweise die Notation *A.ALL* alle Zellen der Dimension *A* im Würfel.

Im Allgemeinen dient ein ONTOCUBE der Darstellung und Analyse komplexer Modellsysteme auf Grundlage einer formal-semantischen Wissensrepräsentation. Für weiterführende Analyse Zwecke werden im folgenden Abschnitt Operatoren auf dem Metamodell eingeführt.

## 8.5.2 Operationen für die Analyse

Die Analyse von ontologiebasierten Modellsystemen wird durch Operationen auf dem Metamodell unterstützt. In Anlehnung an verbreitete Operationen auf Datenwürfel aus dem OLAP Umfeld (Codd, 1993) werden in diesem Abschnitt Operationen für das ontologiebasierte Metamodell ONTOCUBE vorgestellt.

### 8.5.2.1 Rotation

Die Operation *Rotation*, welche auch als *Pivotierung* bezeichnet wird, stellt eine Veränderung der Dimensionsanordnung an den Achsen des ONTOCUBES dar, wobei der eigentli-

che Inhalt des Würfels erhalten bleibt. Exemplarisch wird die Anwendung der Rotationsoperation auf das begleitende Beispiel des Kapitels in Abbildung 8.7 dargestellt.

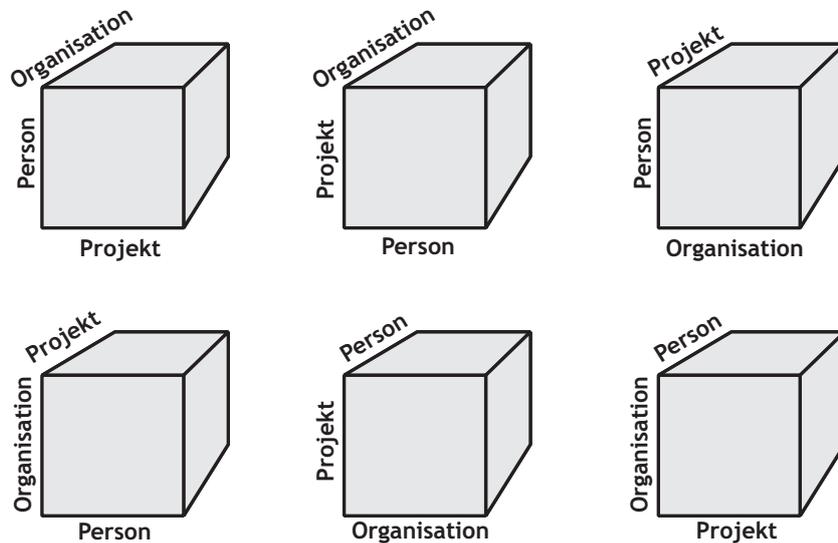


Abbildung 8.7: Anwendung der Rotationsoperation

Die Drehung eines ONTOCUBES um eine Achse ermöglicht die Betrachtung von Inhalten aus verschiedenen Perspektiven, wodurch unterschiedliche Analysefragen betrachtet werden können.

### 8.5.2.2 Spezialisierung & Generalisierung

Die Beeinflussung der Granularität eines ONTOCUBES stellt eine wichtige Kernfunktionalität zur Analyse ontologiebasierter Modellsysteme dar. Dazu werden die Operationen *Spezialisierung* und *Generalisierung* zur Steuerung der Granularität eingeführt.

Die Steuerung der Granularität wird durch eine entsprechende Veränderung der Klassifikationsstufen in den Dimensionen des ONTOCUBES erreicht. Die Spezialisierung stellt eine Auswahl von Unter-Konzepten oder Instanzen in dem Klassifikationsschema dar, wobei die Generalisierung die Verwendung eines oder mehrerer Ober-Konzepte oder Instanzen in dem Klassifikationsschema entspricht, wie exemplarisch in Abbildung 8.8 skizziert.

Die Abbildung 8.8 zeigt eine Spezialisierung von *A* zu *B* und eine Generalisierung von *E* zu *B* in der Klassifikationshierarchie.

Im Gegensatz zu den vergleichbaren Operatoren *Roll-Up* und *Roll-Down* aus dem OLAP Bereich, die in der Regel eine reine Aggregation von Daten darstellen, erfolgt im ONTOCUBE eine Spezialisierung beziehungsweise Generalisierung von Wissensstruk-

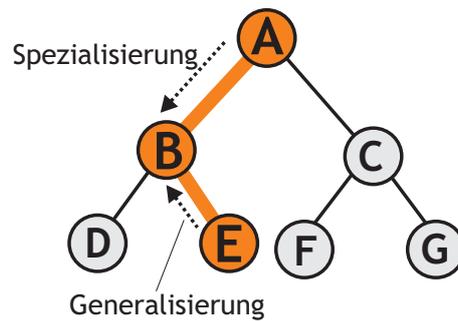


Abbildung 8.8: Dimensionenschema mit Klassifikationsstufen

turen auf semantischer Ebene, welche durch das zugrunde liegende Ontologieschema des Modellsystems definiert wird.

### 8.5.2.3 Slice & Dice

Durch die Slice-Operation können einzelne Scheiben im Metamodell herausgeschnitten werden. Eine Scheibe besteht dann nur noch aus zwei Dimensionen. Im Gegensatz dazu bleiben bei der Dice-Operation die Dimensionen des Metamodells erhalten und es wird ein Teilwürfel mit den gleichen Dimensionen erzeugt. Die Abbildung 8.9 zeigt exemplarisch die Anwendung der Slice und Dice-Operation.

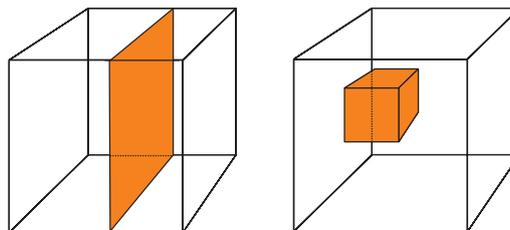


Abbildung 8.9: Die Slice- und Dice-Operation

Die Operationen *Slice* und *Dice* stellen wichtige Analysemethoden im Umgang mit dem Metamodell ONTOCUBE dar. Beide Operationen unterstützen eine Fokussierung ausgewählter Zellen in einem neuen Würfel<sup>7</sup>.

<sup>7</sup>Nach den eingeführten Definitionen wird eine Scheibe, die eine Tabelle darstellt, als Würfel mit zwei Dimensionen verstanden.

## 8.6 Modellebenen

Ein ontologiebasiertes Modellsystem wird in mehrere *Modellebenen* unterteilt, die jeweils eine Abstraktions- beziehungsweise eine Modellierungsstufe darstellen. In Anlehnung an die vier Modellierungsebenen der *Meta-Object-Facility (MOF)* der *Object Management Group (OMG)*<sup>8</sup> wird zwischen den folgenden Modellebenen differenziert.

- *MetaMeta-Ebene*
- *Meta-Ebene*
- *Anwendungs-Ebene*
- *Ausprägungs-Ebene*

Die Modellebenen repräsentieren eine Spezialisierung von der allgemeinen *Meta<sup>2</sup> – Ebene* zur konkreten Ausprägung auf der *Ausprägungs-Ebene*. Im Folgenden werden die einzelnen Modellebenen näher erläutert.

Die *Meta<sup>2</sup>-Ebene* besteht aus den verfügbaren Sprachkonstrukten der jeweiligen Modellsprache. Innerhalb dieser Arbeit wird dazu die Web Ontology Language OWL (Smith et al., 2004) eingesetzt.

Die *Meta-Ebene* beschreibt allgemeingültige Sachverhalte. Die Konzeption des Metamodells wird der *Meta-Ebene* zugeordnet. Die Ebene besteht dabei aus den eingeführten Strukturen des Metamodells ohne konkreten Anwendungsbezug, wie exemplarisch in Abbildung 8.10 gezeigt.

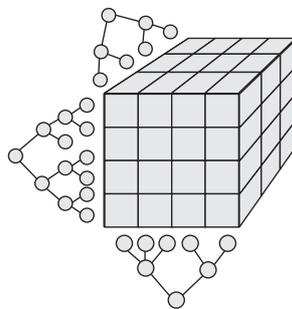


Abbildung 8.10: ONTOCUBE auf Meta-Ebene

Die *Anwendungs-Ebene* verwendet die allgemeine Konzeption des Metamodells und erweitert diese um anwendungsspezifische Sachverhalte. Die Ebene entspricht einer *Ontologie-Schema-Modellierung* der Anwendungsdomäne. Exemplarisch führt die Bildung der Dimensionen und Definition der Klassifikationsstufen zu einem anwendungsspezifischen Metamodell, wie exemplarisch die Abbildung 8.11 anhand des begleitenden

---

<sup>8</sup>Vergleiche hierzu <http://omg.org/>

Beispiels illustriert. Die Modellierung und Konfiguration eines ONTOCUBE<sub>s</sub> auf der Anwendungsebene wird vom eigentlichen Anwender, beispielsweise einem leitenden Angestellten vorgenommen.

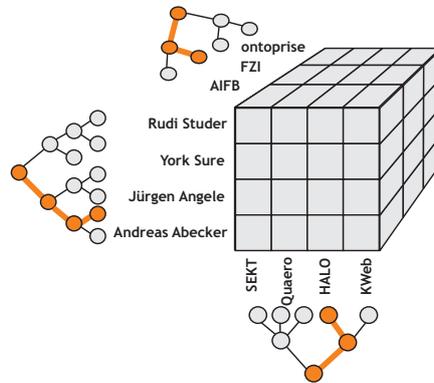


Abbildung 8.11: ONTOCUBE auf Anwendungs-Ebene

Die *Ausprägungs-Ebene* stellt die Modellierung von Instanzen dar und entspricht demnach einer *Ontologie-Instanz-Modellierung* einer Anwendungsdomäne. Die Instanzierung eines Metamodells ist folglich der *Ausprägungs-Ebene* zuzuordnen. Die Ausprägung eines Metamodells zu einer bestimmten Konfiguration von Klassifikationsstufen führt zu einer Klassifikation von Entitäten aus der zugrunde liegenden Wissensbasis. Die Abbildung 8.12 illustriert beispielhaft eine konkrete Ausprägung eines Metamodells aus dem laufenden Beispiel.

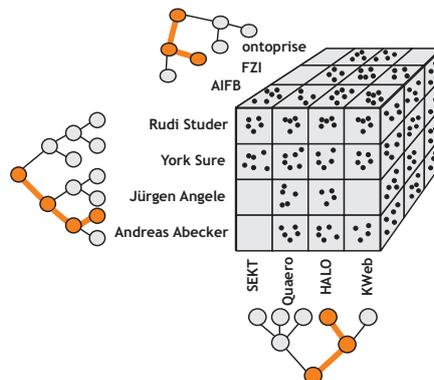


Abbildung 8.12: ONTOCUBE auf Ausprägungs-Ebene

Die eingeführten Modellebenen erlauben eine klare Trennung von Modellierungsstufen und verdeutlichen den flexiblen Einsatz des ONTOCUBE<sub>s</sub>.

## 8.7 Resümee

Die Gestaltung von Wissensmanagementsystemen bedurfte einer Klärung des zu modellierenden Realitätsausschnittes. Dazu wurden die grundlegenden Bezugsgrößen *Wissen*, *Management* und *Systeme* aufgestellt, welche durch eine perspektivische Betrachtung ergänzt wurde. Aus der Synthese der Bezugsgrößen und der Perspektiven wurde der Bezugsrahmen zur Gestaltung hergeleitet. Zur Formalisierung des Bezugsrahmens erfolgte daraufhin die Konkretisierung einer ontologiebasierten Modellkonzeption im Sinne einer Informationssystemmodellierung. Die Modellbildung basiert dabei auf einem formalen Modellsystem, welches aus den vier Ebenen *Meta<sup>2</sup>*-, *Meta*-, *Anwendungs*- und *Ausprägungsebene* gebildet wird. Das ontologiebasierte Modellsystem wird zusammenfassend in Abbildung 8.13 skizziert.

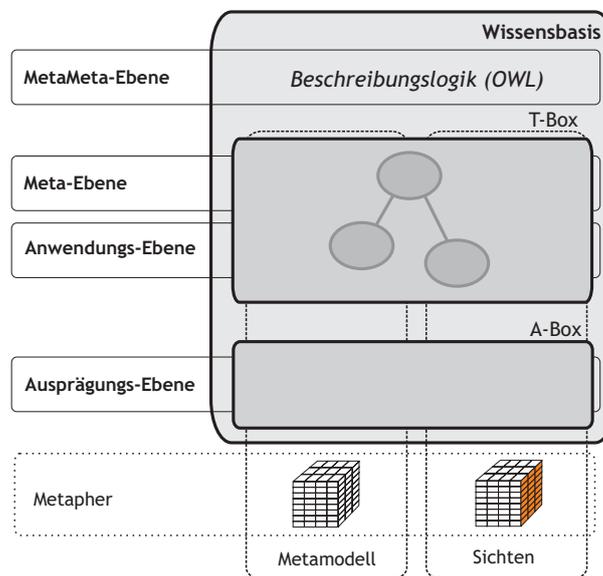


Abbildung 8.13: Ontologiebasiertes Modellsystem im Überblick

Die Modellebenen ermöglichen eine Modellierung nach den jeweiligen Abstraktionsstufen. Die *Web Ontology Language (OWL)* wird als Modellsprache eingesetzt. Durch ihre zunehmende Verbreitung insbesondere im Kontext des *Semantic Web* ist zum einen von einer verstärkten Anwendung sowie einer weiter zunehmenden softwaretechnischen Unterstützung auszugehen. Das entwickelte Metamodell zur ganzheitlichen Beschreibung von Wissensmanagementsystem verwendet die Metapher zur multidimensionalen Datenstrukturierung aus dem Bereich der OLAP-Systeme. Ein konkretes Metamodell wird dabei auf Grundlage der jeweiligen Modellsysteme erzeugt und unterstützt eine effiziente Darstellung und Analyse von Sachverhalten. Des Weiteren stellt die Konzeption durch den flexiblen Mechanismus der Sichtenbildung ein effektives Instrument zur Betrachtung

wichtiger Ausschnitte des Modellsystems dar.

Die entwickelte Konzeption zur ontologiebasierten Repräsentation von Modellsystemen stellt ein flexibles und gleichzeitig ausdrucksstarkes Verfahren zur ganzheitlich integrierten Betrachtung realer Systeme dar. Der aufgestellte Bezugsrahmen unterstützt dabei die Identifikation relevanter Aspekte und Sachverhalte und die eingeführte Modellkonzeption ermöglicht eine formal-semantische Repräsentation des Bezugsrahmens durch ein ontologiebasiertes Modellsystem, welches eine hoch axiomatisierbare Wissensbasis auf Grundlage der Beschreibungslogik darstellt. Die entwickelte Konzeption bietet somit die Möglichkeit zur detaillierten Abbildung von Wissensmanagementsystemen sowie relevanten Sachverhalten der Umwelt auf Basis einer formalen Wissensrepräsentation.

Im folgenden Kapitel werden *grundlegende Konzeptualisierungen* des Objektsystems vorgenommen, welche zur Formalisierung von Wissensmanagementsystemen in dieser Arbeit eingesetzt werden und die Konkretisierung eines Metamodells für Wissensmanagementsysteme ermöglichen.



# 9 Grundlegende Konzeptualisierungen

In diesem Kapitel werden auf Basis des aufgestellten Bezugsrahmens grundlegende Konzeptualisierungen des Objektsystems vorgenommen, welche die Grundlage des zu entwickelnden ontologiebasierten Modellsystems bilden.



Das Kapitel beginnt mit einer **Einleitung** in Abschnitt ???. Daraufhin wird die Konzeptualisierung einer **Organisation** in Abschnitt 9.3 vorgestellt. In Abschnitt 9.2 erfolgt eine Konzeptualisierung bezüglich der Darstellung von **Daten, Information und Wissen**. Daraufhin werden in Abschnitt 9.4 **prozessorientierte Konzeptualisierungen** beschrieben. Die Konzeptualisierung von **Systemen** wird in Abschnitt 9.5 vorgestellt. Die Modellierung von menschlichen als auch maschinellen Akteuren wird zusammenfassend als **Agent** in Abschnitt 9.6 diskutiert. Die **Kommunikation** wird in Abschnitt 9.7 erläutert. Das Kapitel schließt in Abschnitt 9.8 mit einem **Resümee**.

## 9.1 Einleitung

Der Bezugsrahmen zur Gestaltung von Wissensmanagementsystemen identifiziert relevante Sachverhalte, welche in diesem Kapitel Konzeptualisiert werden.

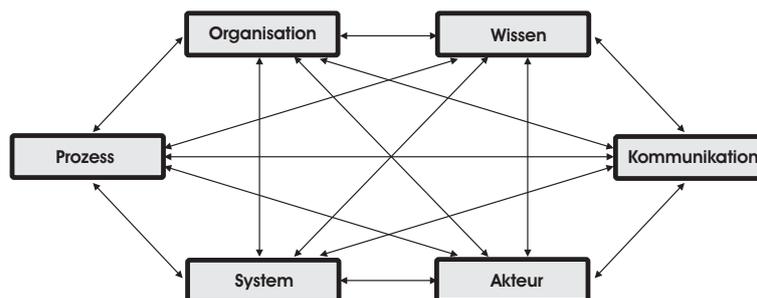


Abbildung 9.1: Die Konzeptualisierungen im Überblick

Die Konzeptualisierung beruht dabei auf der selektiven Abbildung relevanter Aspekte und Eigenschaften des Bezugsrahmens und wird, wie in Abbildung 9.1 illustriert, in sechs Mo-

dellkomponenten unterteilt. Die Konzeptualisierung stellt eine beispielhafte Abbildung relevanter Sachverhalte dar, welche im Kontext eines veränderten Modellzwecks entsprechend modifiziert werden können<sup>1</sup>.

*Wissen:* Wichtige Eigenschaften der Ressource Wissen führen zu einer differenzierten Betrachtung von Daten, Information und Wissen. Darüber hinaus werden Konzepte zur Beschreibung von Informations- und Wissensbeständen beschrieben und die organisationale Wissensbasis konzeptualisiert.

*Organisation:* In diesem Modell werden betriebswirtschaftlich-organisatorische Aspekte diskutiert, welche für das Wissensmanagement und die unterstützenden Systeme von Bedeutung sind. So wird zunächst die Organisation formal beschrieben und relevante Sachverhalte wie beispielsweise Aufbau- und Ablauforganisation dargestellt.

*Prozess:* Eine ablaforientierte Betrachtung von Organisationen wird durch Prozesse modelliert. Die enge Beziehung zum Geschäftsprozessmanagement ermöglicht die Einbindung bestehender Ansätze und eine Verwendung von etablierten Verfahren aus der Praxis.

*System:* Die Unterstützung von Wissensmanagementaufgaben durch Informationssysteme erfordert eine entsprechende Konzeptualisierung von Systemen. Diesbezüglich wird der Systembegriff diskutiert und relevante Eigenschaften in die Konzeptualisierung übernommen.

*Akteur:* Ein wichtiger Aspekt ist die Einbindung menschlicher sowie maschineller Akteure in das Wissensmanagement. In diesem Sinne werden unterschiedliche Rollen diskutiert, die ein Akteur zur Erfüllung seiner Aufgaben, wie beispielsweise Aufgabenträger, Wissensträger, Funktionsträger etc., einnehmen kann.

*Kommunikation:* Der Wissensaustausch als Kernziel des Wissensmanagements basiert in der Regel auf der Kommunikation zwischen Wissensträgern. Zur Planung, Steuerung und Kontrolle ist eine genau Betrachtung und Formalisierung notwendig.

Die Konzeptualisierungen bilden relevante Eigenschaften des Objektsystems in einem ontologiebasierten Modellsystem ab. Im Gegensatz zu einigen bestehenden Modellkonzeptionen von Wissensmanagementsystemen besteht die einfache und flexible Möglichkeit zu Modifikationen und Anpassungen des Modellsystems.

Die skizzierten Aspekte zeigen wesentliche Sachverhalte von Wissensmanagementsystemen in Organisationen auf, wobei die Auflistung nicht vollständig ist. Die Auswahl beschränkt sich dabei auf Sachverhalte, die sich in der Literatur etabliert haben. So kann davon ausgegangen werden, dass sie von einer Vielzahl an Betrachtern geteilt wird. Die ontologiebasierte Modellbildung stellt ein flexibles Verfahren dar, welches die Möglichkeit zur weiteren Anpassung und Differenzierung bereitstellt.

---

<sup>1</sup>Es wird diesbezüglich ausdrücklich von der Notwendigkeit einer Modellanpassung ausgegangen.

Die Möglichkeit zur Erweiterung beziehungsweise Anpassung der Konzeptualisierung wird nicht als wünschenswertes Kriterium des vorliegenden Ansatzes betrachtet, sondern vielmehr als unabdingbare Eigenschaft einer adäquaten Gestaltung von Wissensmanagementsystemen. Dies liegt bereits in der modelltheoretischen Betrachtung begründet, welche immer ein Subjekt zur Modellbildung einbezieht. Die Verwendung eines Modells von anderen Subjekten führt zwangsläufig zu einem neuen beziehungsweise angepassten Modell. Durch die ontologiebasierte Modellierung können diese neuen (internen) Modelle wieder expliziert werden.

In den folgenden Abschnitten werden nun die Konzeptualisierungen nach den einzelnen Modellkomponenten unterteilt vorgestellt<sup>2</sup>.

## 9.2 Daten, Information und Wissen

In diesem Abschnitt wird die Konzeptualisierung der Ressource Wissen zum Zwecke der Repräsentation und Verarbeitung durch Wissensmanagementsysteme vorgestellt. Dazu werden im Folgenden relevante Zusammenhänge zwischen Daten, Information und Wissen<sup>3</sup> diskutiert. Die aufgeführten Konzeptualisierungen stellen dabei eine abstrahierende Sicht auf die Kognitionenobjekte Information und Wissen dar.

### 9.2.1 Objekte

Die Repräsentation von Informationen und Wissen für eine Verarbeitung durch Wissensmanagementsysteme basiert auf einer Konzeptualisierung von OBJEKTEN, die als eine abstrakte Sichtweise auf organisationale Konstrukte verstanden werden. Ein Objekt im Allgemeinen ist ein materielles oder immaterielles Gut, welches nicht notwendigerweise über einen direkt handelbaren Wert verfügt. In unterschiedlichen Kontexten werden Objekte als Daten-, Informations- oder Wissensobjekte bezeichnet.

Daten werden in dieser Arbeit durch DATENOBJEKTE konzeptualisiert, die aus einer Menge von Zeichen bestehen und nach einer definierten Syntax kodiert werden.

Im Folgenden wird das Lottospiel exemplarisch zur Verdeutlichung der Unterschiede zwischen Daten, Information und Wissen angeführt. Demnach stellt 4, 5, 18, 23, 36, 44 eine Menge von Zeichen dar. Durch die Deklaration einer Syntax (hier vereinfacht das Zahlensystem 0-9 und das ',' als Trennsymbol) ergeben sich Daten.

---

<sup>2</sup>Im Folgenden beschreibt die Notation KONZEPTNAME ein Konzept der vorgenommenen Konzeptualisierungen, welche durch die begleitenden Texte sowie Definitionen in diesem Kapitel näher erläutert werden. Die aufgezeigten Formalisierungen verdeutlichen dabei den wichtigsten Sachverhalte durch eine Notation in Beschreibungslogik. Die jeweiligen Formalisierungen erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Sie dienen lediglich der Konkretisierung wichtiger Sachverhalte. Für eine vollständige Darstellung sei auf die Modellierung selbst verwiesen, welche unter <http://keo.ontoware.org/> zu finden ist.

<sup>3</sup>Für eine detaillierte Betrachtung unterschiedlicher Klassifikationen von Wissen sei auf (Maier, 2004, S. 59f) verwiesen.

### Formalisierung 1 (Datenobjekt)

DATENOBJEKT  $\equiv$  ZEICHEN  $\sqcap$   $\exists$ kodiert\_in.SYNTAX

Die Interpretation von Daten durch ein Subjekt bildet Information, welche eine syntaktische und semantische Dimension besitzt, wie bereits in Abschnitt 2.1 erläutert wurde.

Die Repräsentation von Information erfolgt durch die Konzeptualisierung von INFORMATIONSOBJEKTEN. Dabei werden INFORMATIONSOBJEKTE als eine Menge von Datenobjekten betrachtet, die durch ein definiertes Regelwerk miteinander in Beziehung stehen. Die Summe der Datenobjekte und deren explizierbaren Beziehungen, die von einen oder mehreren Subjekten zur Bildung von Information dienen, werden als INFORMATIONSOBJEKT bezeichnet. Die Anzahl der (benötigten) Datenobjekte ist durch die Subjektgebundenheit vom Modellkonstrukteur abhängig.

Das Regelwerk zur Deklaration der Beziehungen von Datenobjekten zur Bildung von Information wird durch eine Ontologie repräsentiert. Daraus ergibt sich folgende Formalisierung.

### Formalisierung 2 (Informationsobjekt)

INFORMATIONSOBJEKT  $\equiv$  DATENOBJEKT  $\sqcap$   $\exists$ kodiert\_in.ONTOLOGIE

Exemplarisch stellen die Mengen 4, 5, 18, 23, 36, 44 und Lottozahlen zunächst Daten dar. Durch die Deklaration einer *is-a* Beziehung in Form einer Ontologie entsteht demzufolge ein Informationsobjekt.

Die Modellierung von Informationsobjekten durch Ontologien in dieser Konzeptualisierung führt zu einer Modellierung von *Metawissen*. Die Zusammenhänge und weiterführende Betrachtungen von Metawissen werden in Kapitel 11 vertiefend dargestellt.

Innerhalb dieser Arbeit wird explizierbares Wissen durch WISSENSOBJEKTE repräsentiert. Ein Wissensobjekt besteht aus einer Menge von Informationsobjekten, welche einen Kognitionsprozess zur Wissensbildung unterstützen. Des Weiteren ermöglichen Wissensobjekte die zweckgerichtete Ausführung von Aktivitäten<sup>4</sup>. In der Regel wird zur Ableitung von Handlungsmöglichkeiten bestehendes Hintergrundwissen eingesetzt.

### Formalisierung 3 (Wissensobjekt)

WISSENSOBJEKT  $\equiv$  INFORMATIONSOBJEKT  $\sqcap$   $\exists$ ermöglicht.AKTIVITÄT

Wissensobjekte verfügen über eine syntaktische, semantische und pragmatische Dimension und unterstützen die Kognition von Wissen sowie den Wissensaustausch zwischen Wissensträgern.

Auf den zuvor genannten Beispiel aufbauend, ergibt sich durch zusätzliches Wissen eines Subjektes, beispielsweise die Möglichkeit zur zielgerichteten Teilnahme (Aktivität) an einem Lottospiel.

---

<sup>4</sup>Analog zu der Begriffsauffassung von Wissen in dieser Arbeit.

### 9.2.2 Träger

Die Subjektgebundenheit von Information und Wissen bedarf einer trägerorientierten Konzeptualisierung von Informations- und Wissensträgern. Innerhalb dieser Arbeit werden Akteure als Informationsträger bezeichnet, wenn der jeweilige Akteur über Verarbeitungs- und Repräsentationsmechanismen von Daten- beziehungsweise Informationsobjekten verfügt.

**Definition 9.1 (Informationsträger)** *Ein Informationsträger ist ein Akteur, der (i) einen eigenen Informationsbestand besitzt und (ii) über Methoden zur Verarbeitung und Repräsentation von Daten- und Informationsobjekten verfügt.*

Eine formal-semantische Beschreibung der Beschreibung eines Informationsträger wird wie folgt dargestellt.

#### Formalisierung 4 (Informationsträger)

INFORMATIONSTRÄGER  $\equiv$  AKTEUR  $\sqcap$   $\exists$ verfügt\_über.INFORMATIONSBESTAND

In Abschnitt 2.1 wurde der Wissensbegriff näher beleuchtet. Darauf aufbauend wird im Rahmen dieser Arbeit ein Wissensträger wie folgt beschrieben.

**Definition 9.2 (Wissensträger)** *Ein Wissensträger ist ein Akteur, der (i) über einen Wissensbestand verfügt und (ii) über Möglichkeiten zur zweckgerichteten Ableitung von Aktionen auf Grundlage des Wissensbestandes besitzt sowie über Methoden zur Verarbeitung und Repräsentation von Wissensobjekten verfügt.*

Die formal-semantische Konzeptualisierung lautet wie folgt.

#### Formalisierung 5 (Wissensträger)

WISSENSTRÄGER  $\equiv$  AKTEUR  $\sqcap$   $\exists$ verfügt\_über.WISSENSBESTAND  $\sqcap$   $\exists$ ermöglicht.AKTION

Als Datenträger werden alle Medien bezeichnet, die Daten speichern und wiedergeben können<sup>5</sup>.

Die Konzeptualisierungen von INFORMATIONSTRÄGER und WISSENSTRÄGER stellen wichtige Modellierungen für Wissensmanagementsysteme dar. Zum einen unterstützt ein derartiges System die Wissensträger und zum anderen unterstützt es den Wissensaustausch zwischen Wissensträgern. Dabei kommt es in der Regel zu Einwirkungen auf den jeweiligen Wissensbestand, welcher im folgenden Abschnitt näher betrachtet wird.

<sup>5</sup>Auf die naheliegende Definition wurde an dieser Stelle verzichtet.

### 9.2.3 Bestand

Ein WISSENSTRÄGER verfügt über einen WISSENSBESTAND, welcher aus *implizitem* und *explizitem Wissen* besteht. Die Konzeptualisierung beschränkt sich jedoch bedingt durch die Deklaration der Wissensobjekte, auf eine Betrachtung explizierbaren Wissens, welches durch geeignete Repräsentationsverfahren und durch Wissensmanagementsysteme verarbeitet werden kann.

**Definition 9.3 (Datenbestand)** *Die Summe aller Datenobjekte eines Datenträgers bilden einen Datenbestand.*

#### Formalisierung 6 (Datenbestand)

DATENBESTAND  $\equiv$  *besteht\_aus*.DATENOBJEKT

Die Interpretation von Daten eines Subjektes führt zur Bildung von Information, wie bereits in Abschnitt 2.1 ausgeführt wurde. Dabei kommt es somit zu einer Bildung von INFORMATIONSOBJEKTEN. Die Summe aller INFORMATIONSOBJEKTE eines INFORMATIONSTRÄGERS werden als INFORMATIONSBESTAND bezeichnet, welcher wie folgt beschrieben wird.

**Definition 9.4 (Informationsbestand)** *Die Summe aller Informationsobjekte eines Informationsträgers bilden einen Informationsbestand, welcher durch Datenobjekte kodiert und transferiert werden kann.*

#### Formalisierung 7 (Informationsbestand)

INFORMATIONSBESTAND  $\equiv$  *besteht\_aus*.INFORMATIONSOBJEKT

Analog zu der Bildung eines INFORMATIONSBESTANDES kann durch die Kognition von INFORMATIONSOBJEKTEN WISSENSOBJEKTE gebildet werden. Die Summe aller WISSENSOBJEKTE eines WISSENSTRÄGERS wird folglich als WISSENSBESTAND bezeichnet, welcher wie folgt beschrieben wird.

**Definition 9.5 (Wissensbestand)** *Die Summe aller Wissensobjekte eines Wissensträgers bilden einen Wissensbestand, welcher teilweise durch Informationsobjekte kodiert und transferiert werden kann.*

#### Formalisierung 8 (Wissensbestand)

WISSENSBESTAND  $\equiv$  *besteht\_aus*.WISSENSOBJEKT

Unter Verwendung der eingeführten Konzeptualisierung von DATEN-, INFORMATIONEN- und WISSENSBESTAND können Einwirkungen und Wechselwirkungen auf der Ebene des explizierbaren Wissens explizit und formal-semantisch in einem Wissensmanagementsystem abgebildet, gesteuert und überprüft werden. Auf organisatorischer Ebene bedarf es einer Konzeptualisierung der organisationalen Daten-, Informations- und Wissensbasis, welche im folgenden Abschnitt eingeführt werden.

#### 9.2.4 Basis

Die intraorganisationale Aggregation von (Daten-, Informations- und) Wissensbeständen führt zu der Konzeptualisierung der (Daten-, Informations- und) Wissensbasis einer Organisation, welche im Folgenden vorgestellt wird.

Die Datenbestände einer Organisation in ihrer Gesamtheit wird als DATENBASIS bezeichnet.

**Definition 9.6 (Datenbasis)** *Die Summe aller Datenbestände der Datenträger einer Organisation bildet die organisationale Datenbasis.*

##### Formalisierung 9 (Datenbasis)

DATENBASIS  $\equiv$  *besteht aus*.DATENBESTAND

Analog zu der Definition einer Datenbasis erfolgt die Konkretisierung einer Informationsbasis.

**Definition 9.7 (Informationsbasis)** *Die Summe aller Informationsbestände der Informationsträger einer Organisation bildet die organisationale Informationsbasis.*

##### Formalisierung 10 (Informationsbasis)

INFORMATIONSBASIS  $\equiv$  *besteht aus*.INFORMATIONSBESTAND

Die vorangegangenen Definitionen einer Daten- und Informationsbasis dienen als konzeptionelle Grundlage zur Definition der organisationalen Wissensbasis.

**Definition 9.8 (Wissensbasis)** *Die Summe aller Wissensbestände der Wissensträger einer Organisation bildet die organisationale Wissensbasis.*

##### Formalisierung 11 (Wissensbasis)

WISSENSBASIS  $\equiv$  *besteht aus*.WISSENSBESTAND

Die Betrachtung der organisationalen Wissensbasis ist dabei von herausragender Bedeutung. Im folgenden Abschnitt werden dazu weiterführende Differenzierungen vorgenommen.

### 9.2.5 Wissensebene

Die Wissensschaffung erstreckt sich in Anlehnung an (Nonaka & Takeuchi, 1995) über die vier Wissensebenen *Individuum*, *Gruppe*, *Organisation* und *Organisations-Interaktion*. Die einzelnen Ebenen beschreiben dabei eine Aggregation der jeweiligen Wissensbestände.

**Definition 9.9 (Wissensebene)** *Eine Wissensebene stellt eine trägerorientierte Querschnittsbetrachtung von Wissensbeständen dar. Es wird zwischen den Ebenen Individuum, Gemeinschaft, Organisation und Organisations-Interaktion differenziert.*

Im Folgenden werden nun die einzelnen Wissensebenen näher erläutert:

- **INDIVIDUUM:** Das individuell gebundene Wissen stellt den größten Teil der organisationalen Wissensbasis dar.
- **GEMEINSCHAFT:** Die Zusammenarbeit und der Zusammenschluss von Wissensträgern zu Gemeinschaften dient der Erreichung kollektiver und/oder organisationaler Ziele. Im Allgemeinen lässt sich zwischen *formalisierten* und *semi-formalisierten Strukturen* unterscheiden. Die entsprechenden Konzeptualisierungen wurden in Abschnitt 9.3 eingeführt.
- **ORGANISATION:** Die Wissensebene der Organisation entspricht den Wissensumfang der organisationalen Wissensbasis.
- **ORGANISATIONS-INTERAKTION:** Die Ebene der interorganisationalen Betrachtung umfasst alle Wissensbestände, die die Interaktion mit anderen Organisationen betrifft.

Es erfolgt an dieser Stelle keine Definition einer Daten- und Informationsebene, da diese im Rahmen der Konzeptualisierung nicht benötigt werden.

## 9.3 Organisation

In diesem Abschnitt werden *betriebswirtschaftlich-organisatorische* Aspekte in Bezug auf das Wissensmanagement und die unterstützenden Systeme eingeführt und modelliert.

Innerhalb dieser Arbeit folgt die Begriffsauffassung der Organisation der Synthese in Anlehnung an (Bea & Göbel, 2006), wie in Abschnitt 2.2 angeführt. Eine Organisation wird demnach wie folgt definiert.

**Definition 9.10 (Organisation)** *Eine Unternehmung ist (im Sinne einer institutionellen Betrachtung) eine Organisation und hat (im Sinne einer instrumentellen Betrachtung) zugleich eine Organisation in Form eines dauerhaften Regelwerkes, welche durch (im Sinne einer prozessorientierten Betrachtung) Organisation entstanden ist.*

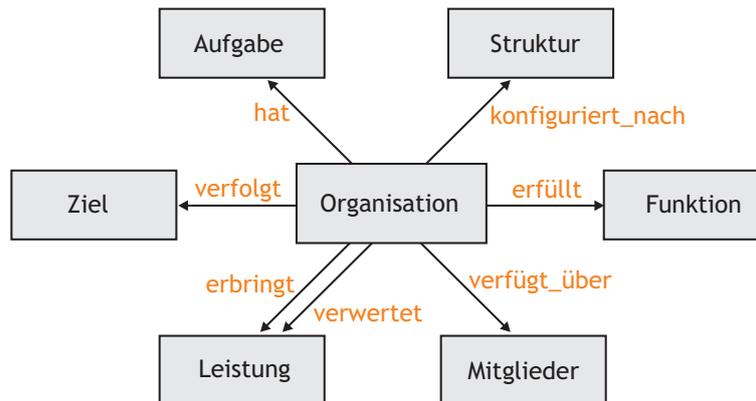


Abbildung 9.2: Organisation

Die Synthese des *instrumentalem*, *funktionalem* und *institutionalem* Verständnis erlaubt eine allgemeingültige Konzeptualisierung existierender Begriffsauffassungen und ermöglicht durch die Offenheit der ontologiebasierten Modellbildung die Möglichkeit zur Spezifikation einer konkreten Organisationstheorie.

Nach Gutenberg (Gutenberg, 1983) besteht die Aufgabe einer Unternehmung in der Erbringung und Verwertung von Sach- und Dienstleistungen durch die geeignete Kombination von Produktionsfaktoren. Das dazu notwendige Regelwerk wird aggregiert als ORGANISATION verstanden (Frese, 1998), welche sich aus ORGANISATIONSEINHEITEN zusammensetzt.

Eine Organisation<sup>6</sup> stellt einen Zusammenschluss von Beteiligten dar, die *dauerhafte ZIELE* gemeinsam verfolgen. Diese Zielgerichtetheit ist wesentlicher Bestandteil einer Organisation und dient der Verwirklichung einer VISION (Zweckgebundenheit). Die AKTIVITÄTEN der Organisation beziehungsweise der einzelnen MITGLIEDER sind zur Erreichung der ZIELE ausgerichtet, wobei diese von kritischen ERFOLGSFAKTOREN abhängen. Die Ziele werden von den Organisationsmitgliedern formal in einem zuvor definierten Prozess definiert<sup>7</sup>. Hierzu zählen beispielsweise Beschlüsse in Sitzungen durch Entscheidungsträger. Die Definition eines Organisationsmitgliedes kann zu unterschiedlichen Abgrenzungen und Formen einer Organisation führen.

ORGANISATIONSEINHEITEN erfüllen hinsichtlich der Erreichung organisationaler Ziele festgelegte AUFGABEN. Eine ablauforientierte Betrachtung wird durch die Modellierung organisationaler PROZESSE ermöglicht, welche ebenfalls AUFGABEN erfüllen. Eine Aufgabe stellt eine organisationale Problemstellung dar, die durch Anfangs- und Endzustände sowie die zu verarbeitenden OBJEKTE beschrieben wird. Eine Aufgabe ist jeweils einem

<sup>6</sup>Innerhalb der Formalisierung wurde auf eine Betrachtung externer Einflüsse wie beispielsweise Rechtsnormen vollständig verzichtet. Sie ist im Bedarfsfall hinzuzufügen.

<sup>7</sup>Wobei einzelne Mitglieder auch informelle Ziele verfolgen können.

oder mehreren AUFGABENTRÄGERN zuzuordnen. Prozesse unterstützen ZIELE und können als zielgerichtete Leistungserstellung verstanden werden, die als Ergebnis ebenfalls eine LEISTUNG liefern können. Daraus ergibt sich folgende Formalisierung.

### Formalisierung 12 (Organisation)

$$\text{ORGANISATION} \equiv \exists \text{besteht\_aus.ORGANISATIONSEINHEIT} \sqcap \exists \text{erbringt.LEISTUNG} \sqcap \exists \text{verwertet.LEISTUNG} \sqcap \exists \text{erfüllt.FUNKTION} \sqcap \exists \text{hat.AUFGABE} \sqcap \exists \text{verfolgt.ZIELE} \sqcap \exists \text{verfügt\_über.MITGLIEDER} \sqcap \exists \text{konfiguriert\_nach.STRUKTUR}$$

Im Folgenden werden die eingeführten Konzeptualisierungen weiter behandelt.

### 9.3.1 Aufgabe und Aktivität

Der allgemeinen Organisationstheorie folgend, wird eine Differenzierung bezüglich des Aufbaus und des Ablaufs einer Organisation<sup>8</sup> vorgenommen. Demnach beschreibt die Aufbauorganisation statische Eigenschaften, wobei der Schwerpunkt der Modellierung, in der Verteilung von Aufgaben auf Aufgabenträger besteht. Die konkrete Erfüllung von Aufgaben durch einzelne Aufgabenträger wird durch Prozesse einer Ablauforganisation beschrieben. Dies führt zu der Konzeptualisierung einer AUFGABE, welche aus mehreren TEILAUFGABEN bestehen kann. In Anlehnung an (Kosiol, 1966) verfügt eine Aufgabe über folgende Merkmale.

- *Verrichtung* - Beschreibt die notwendigen Tätigkeiten (Aktivitäten) zur Lösung einer Aufgabe.
- *Objekt* - Beschreibt die Menge organisationaler Objekte, auf die sich eine Aufgabe auswirkt.
- *Hilfsmittel* - Beschreibt die benötigten Objekte zur Lösung einer Aufgabe.
- *Zeit* - Beschreibt zu welchem Zeitpunkt<sup>9</sup> eine Aufgabe beginnt oder endet.
- *Raum* - Beschreibt räumliche Bezüge einer Aufgabe.

Die Verrichtung von Aufgaben führt zu der Konzeptualisierung von AKTIVITÄTEN, die in *primäre* und *sekundäre Aktivitäten* unterteilt werden. Als primäre Aktivitäten werden alle Aktivitäten bezeichnet, die direkt zur Erfüllung einer Aufgabe beitragen. Aktivitäten, welche primäre Aktivitäten unterstützen, werden folglich als SEKUNDÄRAKTIVITÄTEN bezeichnet.

---

<sup>8</sup>Die Unterscheidung zwischen statischen und dynamischen Aspekten dient lediglich der Strukturierung im Rahmen der Konzeptualisierung. Eine unabhängige Betrachtung ist jedoch nicht sinnvoll, da sich beide Aspekte gegenseitig bedingen (vgl. hierzu auch (Bea & Göbel, 2006, Kap. 8)).

<sup>9</sup>Es sei angemerkt, dass eine Modellierung temporaler Aspekte in der Beschreibungslogik OWL bisher nur bedingt möglich ist. Daher werden temporale Aussagen lediglich in Form von nicht interpretierbaren Darstellungen repräsentiert.

Im Kontext einer Prozessorganisation wird eine Aktivität als ein Prozess in Ausführung aufgefasst<sup>10</sup>.

#### Formalisierung 13 (Aktivität)

AKTIVITÄT  $\equiv \exists$ führt\_ aus.PROZESS  $\sqcap \exists$ unterstützt.AUFGABE

PRIMÄRAKTIVITÄT  $\sqsubseteq$  AKTIVITÄT

SEKUNDÄRAKTIVITÄT  $\sqsubseteq$  AKTIVITÄT

Die Erfüllung von Aufgaben wird nach (Bea & Göbel, 2006) in drei Phasen unterteilt.

1. **Aufgabenanalyse:** Aufteilung einer Aufgabe in mehrere Teilaufgaben
2. **Aufgabensynthese:** Klassifikation zusammenhängender Aufgaben
3. **Aufgabenverteilung:** Zuordnung von Aufgaben zu Aufgabenträgern

Die Aufteilung von Aufgaben in Teilaufgaben lässt sich durch eine Konzepthierarchie darstellen. Die Zusammenfassung von Aufgaben kann ebenfalls durch eine Hierarchie ausgedrückt werden. Die Zuordnung von Aufgaben wird als Relation zwischen Aufgaben und Aufgabenträgern<sup>11</sup> modelliert. Daraus ergibt sich folgende Formalisierung.

#### Formalisierung 14 (Aufgabe)

AUFGABE  $\equiv \exists$ führt\_zu.AKTIVITÄT  $\sqcap \exists$ wirkt\_auf.OBJEKT  $\sqcap \exists$ benötigt.OBJEKT  $\sqcap \exists$ hat.AUFGABENTRÄGER

TEILAUFGABE  $\sqsubseteq$  AUFGABE

Darüber hinaus können Raum- und Zeitbezüge einer Aufgabe modelliert werden. Ein AUFGABENKOMPLEX ist eine Menge von (mindestens zwei) Aufgaben.

#### Formalisierung 15 (Aufgabenkomplex)

AUFGABENKOMPLEX  $\equiv (>= 2)$ besteht\_aus.AUFGABE

### 9.3.2 Arbeits- und Prozessorganisation

Die Betrachtung von Aufgaben und deren Erfüllung führt zu der Konzeptualisierung einer ABLAUFORGANISATION und wird in eine *Arbeitsorganisation* und *Prozessorganisation* unterteilt.

<sup>10</sup>Im Kontext einer Arbeitsorganisation kann eine Aktivität als ein Arbeitsschritt in Ausführung verstanden werden.

<sup>11</sup>Die Konzeption eines Aufgabenträgers wird als Rolle aufgefasst und als Konzept modelliert.

Eine ARBEITSORGANISATION gliedert sich dabei in die *Arbeitsanalyse* und die *Arbeits-synthese*. Zunächst werden in der Arbeitsanalyse die Aufgaben aus der Aufbauorganisation verrichtungsorientiert in einzelne Arbeitsschritte aufgespalten. Ähnlich zu der Aufgabensynthese stellt die Arbeitssynthese eine Zuordnung zu Arbeitsträgern oftmals im Zusammenhang mit einer zeitlichen und räumlichen Bezugnahme.

Die aufgeführte Betrachtung ist im Hinblick auf produzierende Organisationen (Fertigungsorganisation) relevant. Im Rahmen dieser Arbeit steht jedoch die Betrachtung einer **Prozessorganisation** im Vordergrund.

Folglich werden Aufgaben durch Prozesse ausgeführt, die auf einer Stellenbildung und Ablaufanalyse basieren. Eine prozessorientierte Betrachtung stellt eine flexible Möglichkeit zur Strukturierung komplexer Abläufe in einer Organisation dar. Innerhalb dieser Arbeit wird eine Prozessorganisation wie folgt betrachtet.

**Definition 9.11 (Prozessorganisation)** *Eine Prozessorganisation ist eine ablaforientierte Betrachtung, welche durch zeitliche und räumliche Strukturierungen (Geschäfts-) Prozesse modelliert, um Aufgaben der Aufbauorganisation zu erfüllen.*

Die Modellierung von Prozessen wird in Abschnitt 9.4 vorgestellt.

### 9.3.3 Organisationseinheit

Aufgaben werden durch eine Aufgabenanalyse und -synthese zu AUFGABENKOMPLEXEN zusammengefasst, welche von ORGANISATIONSEINHEITEN wahrgenommen werden (Bea & Göbel, 2006). Im Rahmen der Aufgabenverteilung können einer Organisationseinheit<sup>12</sup> KOMPETENZEN übertragen werden. Demnach gilt folgende Formalisierung.

#### Formalisierung 16 (Organisationseinheit)

$ORGANISATIONSEINHEIT \equiv \exists \text{erfüllt.AUFGABENKOMPLEX} \cap \exists \text{verfügt\_über.KOMPETENZ}$

Eine quantitative Betrachtung der Mitgliederanzahl einer Organisationseinheit führt zu der Unterscheidung von STELLE und STELLENMEHRHEITEN, welche im Folgenden näher beschrieben werden.

#### 9.3.3.1 Stelle

Eine Stelle verfügt über (oftmals zugewiesene) Kompetenzen zur Wahrnehmung eines Aufgabenkomplexes und wird durch eine Stellenbeschreibung weiter ausgeführt. Die Kon-

---

<sup>12</sup>In der Literatur werden Organisationseinheiten oftmals als (versachlichte) personenbezogene Aufgabenkomplexe betrachtet (Kosiol, 1966). Diese Auffassung wird auf Personen und Maschinen erweitert und als *Aufgabenträger* bezeichnet.

zeptualisierung folgt der allgemeinen Stellenklassifikation im Sinne von Leitungsbefugnissen innerhalb einer Leitungshierarchie. Daraus ergeben sich die Unterkonzepte LEITUNGS(HAUPT)STELLE<sup>13</sup>, AUSFÜHRUNGSSTELLE, STAB und DIENSTLEISTUNGSSTELLE.

Eine Leitungsstelle besitzt fachliche LEITUNGSBEFUGNISSE und verfügt zudem über disziplinarische Befugnisse, beispielsweise zur Disziplinierung oder Belohnung untergeordneter Stellen. Die Leitungsstellen weisen Ausführungsstellen an. Die Aufgaben einer Ausführungsstelle tragen direkt zur organisationalen Leistung bei. Im Gegensatz dazu nimmt eine Stabsstelle Aufgaben wahr, die nicht direkt mit der organisationalen Leistungserbringung in Bezug stehen, sondern in der Regel Leitungsstellen unterstützen. Stabsstellen besitzen jedoch keine Leitungsbefugnis. Dienstleistungsstellen unterstützen mehrere Leitungsstellen, im Gegensatz zu Stabsstellen, die immer nur eine Leitungsstelle unterstützen. Daraus ergibt sich folgende Formalisierung.

#### Formalisierung 17 (Stelle)

STELLE  $\equiv \exists \text{verfügt\_über.KOMPETENZ} \sqcap \exists \text{nimmt\_wahr.AUFGABENKOMPLEX} \sqcap \exists \text{definiert\_durch.STELLENBESCHREIBUNG}$   
 LEITUNGSSTELLE  $\equiv \text{STELLE} \sqcap \exists \text{verfügt\_über.KONTROLLKOMPETENZ} \exists \text{verfügt\_über.BEFUGNIS}$   
 AUSFÜHRUNGSSTELLE  $\equiv \text{STELLE} \sqcap \exists \text{angewiesen\_von.LEITUNGSSTELLE} \sqcap \exists \text{unterstützt.PRIMÄRAUFGABE(ORGANISATION)}$   
 STABSSTELLE  $\equiv \text{STELLE} \sqcap \exists \text{angewiesen\_von.LEITUNGSSTELLE} \sqcap \exists (= 1) \text{unterstützt.LEITUNGSSTELLE}$   
 DIENSTLEISTUNGSSTELLE  $\equiv \text{STELLE} \sqcap \exists \text{angewiesen\_von.LEITUNGSSTELLE} \sqcap \exists (>= 2) \text{unterstützt.LEITUNGSSTELLE}$

Eine Stelle wird im Allgemeinen von einem Akteur wahrgenommen.

#### 9.3.3.2 Stellenmehrheit

Eine STELLENMEHRHEIT ist eine Organisationseinheit, die sich aus mehreren Stellen zusammensetzt. In Anlehnung an (Bea & Göbel, 2006) wird im Folgenden ABTEILUNG, AUSSCHUSS und GRUPPE modelliert.

Eine ABTEILUNG beschreibt den Zusammenschluss mehrerer Stellen unter der Leitung einer Leitungsstelle, wobei eine Abteilung aus Unterabteilungen bestehen kann<sup>14</sup>.

<sup>13</sup>Der Begriff *Instanz* beziehungsweise Leitungsinstanz wird oftmals synonym verwendet. Zur Vermeidung von Missverständnissen mit dem Begriff Instanz einer Ontologie wird ausschließlich der Begriff Leitungsstelle verwendet.

<sup>14</sup>Auf die Abteilungsbildung wird an dieser Stelle nicht näher eingegangen.

Im Gegensatz zu Abteilungen, werden AUSSCHÜSSE in der Regel nach Bedarf etabliert und setzen sich aus Mitgliedern der gesamten Organisation zusammen, wobei zwischen vertikalen und horizontalen Ausschüssen unterschieden werden kann<sup>15</sup>.

Insbesondere im Kontext des Wissensaustausches besitzen GRUPPEN eine hohe Bedeutung. Eine Gruppe setzt sich dabei aus Personen (Akteuren) zusammen, die eigenverantwortlich eine Aufgabe wahrnehmen. Im Allgemeinen erfolgt die Koordination durch Selbstbestimmung (Bea & Göbel, 2006). Gruppen können in *formelle* und *informelle Gruppen* unterteilt werden. Daraus ergibt sich folgende Modellierung.

### Formalisierung 18 (Stellenmehrheit)

STELLENMEHRHEIT  $\equiv$  ORGANISATIONSEINHEIT  $\sqcap \exists (>= 2)$  besteht\_aus.STELLE  
ABTEILUNG  $\equiv$  STELLENMEHRHEIT  $\sqcap \exists$  geleitet\_von.LEITUNGSSTELLE  $\sqcap$   
 $\exists$  erfüllt.AUFGABE  
UNTERABTEILUNG  $\sqsubseteq$  ABTEILUNG  
GRUPPE  $\equiv$  STELLENMEHRHEIT  $\sqcap \exists$  erfüllt.AUFGABE

### 9.3.4 Organisationsstruktur

Bei der Vielzahl existierender Organisationsstrukturen lassen sich die grundlegenden Gestaltungsdimensionen erkennen, welche als Ordnungsrahmen verwendet werden können. Diese Gestaltungsdimensionen werden zusammengefasst als Organisationsmodell bezeichnet (Bea & Göbel, 2006) und beschreiben eine Organisation hinsichtlich der *Spezialisierung*, *Delegation* und *Koordination*. Darüber hinaus beschreibt die *Dimensionalität* eine weitere wichtige Gestaltungsdimension, welche die Anzahl der Spezialisierungsprinzipien auf einer Hierarchieebene beschreibt.

Zur Erreichung organisationaler Ziele werden STRUKTUREN, wie bereits in Abschnitt 2.2 beschrieben, gebildet, die als Instrument betrachtet werden können. Hierbei wird zwischen *formaler* und *informaler Struktur* unterschieden.

In Anlehnung an (Kieser & Walgenbach, 2003) werden aufbauend auf dem *Bürokratiemodell* Max Webers (Weber et al., 2001), folgende Dimensionen formaler Organisationsstrukturen berücksichtigt.

1. Spezialisierung
2. Koordination
3. Leitungssystem (Konfiguration)
4. Entscheidungsdelegation
5. Konkretisierung

---

<sup>15</sup>Auf die konkrete Modellierung von Ausschüssen wurde an dieser Stelle verzichtet, da die Bedeutung innerhalb dieser Arbeit als eher gering einzustufen ist.

Im Allgemeinen stellt sich die ganzheitliche Betrachtung der *Organisationsaufgabe* als Konkretisierung der *Ziele* dar, welches ein komplexes und umfassendes Konstrukt bildet, das von einem einzelnen Mitglied nicht mehr bewältigt werden kann. Daher wird in der Regel eine Aufgabenteilung vorgenommen, die einzelne Aufgaben auf mehrere Organisationsmitglieder verteilt. Dieser Vorgang wird als **Spezialisierung** (1) bezeichnet. Durch die Spezialisierung wird eine **Koordination** (2) der Mitglieder (in diesem Fall Aufgabenträger) notwendig. Die Koordination in einer Organisation wird unter anderem durch Weisungsbefugnisse<sup>16</sup> definiert, welche somit zu einer *Konfiguration* des **Leitungssystems** (3) führt. Innerhalb des Leitungssystems können einzelne Mitglieder (in diesem Fall Entscheidungsträger) Entscheidungen oder Befugnisse delegieren (4).

Die Konkretisierung beziehungsweise die konkrete Spezifikation der aufgeführten Aspekte wird von (Kieser & Walgenbach, 2003) als fünfte Dimension beschrieben, welche als *Formalisierung* bezeichnet wird. Im Rahmen dieser Arbeit werden die angeführten Vorgänge als Prozesse zur Organisationsstrukturierung modelliert.

### 9.3.5 Leistung und Funktion

Die Erbringung oder Erstellung von LEISTUNG umfasst aus betriebswirtschaftlicher Sichtweise alle Vorgänge, die einen *handelbaren Wert* schaffen und fasst so die Dienstleistung und die Produktion zusammen<sup>17</sup>.

Im Rahmen dieser Arbeit wird die organisationale Leistungserstellung wie folgt betrachtet und erweitert. So werden der Konzeptualisierung LEISTUNG alle Leistungen zugeordnet; unabhängig davon, ob sie einen direkt handelbaren Wert besitzen oder nicht. Demnach können Leistungserstellungen interorganisationaler und intraorganisationaler Art (ohne handelbaren Wert) erfasst werden. Insbesondere für die intraorganisationale Betrachtung ist eine wertunabhängige Betrachtung sinnvoll, da beispielsweise einzelne Stellen oder Systemkomponenten Leistung erbringen, die nicht direkt handelbar sind, jedoch andere Organisationseinheiten unterstützen.

#### Formalisierung 19 (Leistung)

LEISTUNGSZIEL  $\sqsubseteq$  SACHZIEL

LEISTUNG  $\equiv \exists$ besitzt.LEISTUNGSZIEL  $\sqcap \exists$ verantwortlich.LEISTUNGSTRÄGER  $\sqcap \exists$ wirkt\_auf.OBJEKT  $\sqcap \exists$ verwendet.OBJEKT

Im Sinne einer instrumentalen Betrachtung zur Erreichung organisationaler ZIELE werden das *Leistungsziel* beziehungsweise *Sachziel* einer Organisation<sup>18</sup> betrachtet. Die Leis-

<sup>16</sup>Die Weisungsbefugnisse werden durch Befugnisse und Kompetenzen näher spezifiziert.

<sup>17</sup>Im Kontext einer Leistungserstellung wird häufig auch der Begriff *Wertschöpfung* angewendet, wobei die Wertschöpfung einen direkten Bezug zu den entstehenden Kosten und den geschaffenen Werten vorsieht. Im Kontext dieser Arbeit ist eine allgemeinere Betrachtung im Sinne der Leistungserstellung sinnvoll, welche aber im Bedarfsfall entsprechend erweitert werden kann.

<sup>18</sup>Innerhalb der Konzeptualisierung wird auf die sogenannte *utilitarische Organisation* (oder auch erwerbswirtschaftliche Organisation) Bezug genommen.

tungserbringung aus betriebswirtschaftlicher Sicht führt zu der Konzeptualisierung von LEISTUNG, welche in die SACHLEISTUNG und die DIENSTLEISTUNG unterteilt wird. Die ganzheitliche Betrachtung von betriebswirtschaftlich-organisatorischen Aspekten bedarf neben einer strukturellen Modellierung auch einer verhaltensorientierten Beschreibung. Demnach beschreibt die Konzeptualisierung FUNKTION eine Transformation von Leistungen in einer Organisation, die von FUNKTIONSTRÄGERN erbracht wird.

### Formalisierung 20 (Funktion)

$FUNKTION \equiv \exists \text{verantwortlich.FUNKTIONSTRÄGER} \sqcap \exists \text{transformiert.LEISTUNG}$

Neben der Betrachtung organisatorischer Aspekte ist eine Betrachtung der Ressource Wissen zur Modellierung von Wissensmanagementsystemen erforderlich. Diesbezüglich werden im folgenden Abschnitt Daten, Information und Wissen näher beschrieben.

## 9.4 Prozess

In diesem Abschnitt wird die ablaforientierte Modellierung einer Organisation im Sinne einer Prozessorganisation beschrieben.

Das Begriffsverständnis *Geschäftsprozess* beschränkt sich oftmals in der Literatur auf einen *ereignisgesteuerten Ablauf betrieblicher Vorgangsketten* (Scheer, 2001). Innerhalb dieser Arbeit ist jedoch eine weiterführende Betrachtung notwendig.

Im Allgemeinen kann ein Prozess als inhaltlich abgeschlossene, zeitliche und logische Abfolge von Funktionen beschrieben werden, die auf organisationale Objekte angewendet werden. Darüber hinaus können Prozesse in logische Einheiten zerlegt werden, wodurch Prozesshierarchien entstehen (Vossen & Becker, 1996).

Eine viel diskutierte Art von Prozessen sind Geschäftsprozesse. So *erstellt* ein Geschäftsprozess eine oder mehrere LEISTUNGEN, wobei unter Berücksichtigung der FORMALZIELE eine Unterstützung der organisationalen SACHZIELE erfolgt. Ein GESCHÄFTSPROZESS wird durch einen *ereignisgesteuerten* Ablauf von Vorgängen ausgeführt. Innerhalb dieser Arbeit wird ein Prozess wie folgt betrachtet.

**Definition 9.12 (Prozess)** *Ein Prozess ist eine ereignisgesteuerte Folge von Aktivitäten, welche unter der Verwendung möglicher Eingabeobjekte eine Leistungserstellung in Form von Ausgabeobjekten erzeugt. Ein Prozess erfüllt demnach eine Funktion und unterstützt die organisationalen Ziele durch eine Aufgabenwahrnehmung. Die Ausführung von Prozessen bedingt einer Erfüllung von (Vor-) Bedingungen und führt zu einer Menge von (Nach-) Bedingungen.*

Die Konzeptualisierung folgt dem Ansatz von Porter<sup>19</sup>, welcher sogenannte Wertketten beschreibt, die aus einer geordneten Menge von Prozessen bestehen. Die Prozesse werden

---

<sup>19</sup>Wie bereits angeführt lässt sich die Konzeptualisierung auf andere Ansätze erweitern beziehungsweise anpassen.

oftmals durch eingetretene EREIGNIS initiiert und können weitere Ereignisse auslösen. PROZESSE beschreiben eine Abfolge von AKTIVITÄTEN zur Erbringung von LEISTUNG und stellen die Durchführung von AUFGABEN dar. Es wird hierbei zwischen Primäraktivität und Sekundäraktivität unterschieden. Letztere beschreiben alle Aktivitäten, die Primäraktivitäten unterstützen.

Für jede AUFGABE wird zwischen einem VERFAHREN (Lösungsverfahren) und einem AUFGABENOBJEKT unterschieden. Die Durchführung des Lösungsverfahrens dient der Erreichung der AUFGABENZIELE, welche nach SACH- und FORMALZIEL unterteilt werden. Die Ziele beschreiben einen Zielzustand der Aufgabenobjekte. Die Durchführung wird durch EREIGNISSE ausgelöst. Eine Aufgabe kann Eingangs- und Ausgangsleistungen besitzen.

Somit ergibt sich folgende Formalisierung.

#### Formalisierung 21 (Prozess)

$$\text{PROZESS} \equiv \exists \text{besteht\_aus. AKTIVITÄT} \sqcap \exists \text{erbringt. LEISTUNG} \sqcap \\ \exists \text{verwertet. LEISTUNG} \sqcap \exists \text{erfüllt. FUNKTION} \sqcap \exists \text{hat. AUFGABE} \sqcap \exists \text{unterstützt. ZIELE} \sqcap \\ \exists \text{bedingt. EREIGNIS}$$

In der Literatur sind unterschiedliche Auffassungen über konkrete Abgrenzungen und Arten von Prozessen zu finden. Ein detaillierter Ansatz zur systematischen Klassifikation wird in diesem Zusammenhang von (Remus, 2002) beschrieben, welcher im Rahmen dieser Arbeit gefolgt wird.

Nach ressourcenorientierter Betrachtung wird zwischen Kern- und Serviceprozessen unterschieden. Eine marktorientierte Differenzierung unterscheidet zwischen Leistungs-, Unterstützungs- und Führungsprozessen. Remus führt als weiteres Abgrenzungskriterium die Wissensintensität ein, welche zu der Betrachtung von wissensintensiven Prozessen führt.

Aus den folgenden Kriterien ergeben sich in Anlehnung an (Remus, 2002) unterschiedliche Konzeptualisierungen von Prozessen:

**Geschäftstätigkeit** - Zur Differenzierung von Prozessen und Geschäftsprozessen wird der betriebswirtschaftliche Bezug von Geschäftsprozessen zu organisationalen Objekten verwendet.

- *Geschäftsprozesse*: Als Geschäftsprozesse werden Prozesse bezeichnet, die einen direkten betriebswirtschaftlichen Bezug aufweisen (in der Regel mit einer Wertschöpfung).
- *Managementprozesse*: Als Managementprozesse werden alle Prozesse bezeichnet, die steuernd oder gestaltend Einfluss auf andere Prozesse nehmen.

**Kernwertschöpfung** - Als weiteres Kriterium zur Prozesskategorisierung dient die Relevanz von Geschäftsprozessen zur Erfüllung organisationaler Ziele.

- *Kernprozess*: Prozesse, die einen direkten Bezug zu den Kernkompetenzen einer Organisation aufweisen, werden als Kernprozess bezeichnet.
- *Serviceprozess*: Serviceprozesse sind alle Prozesse, die keinen direkten Bezug zu den Kernkompetenzen aufweisen.

**Wissensintensität** - Geschäftsprozesse können des Weiteren nach der Wissensintensität unterschieden werden.

- *Wissensintensiver Prozess*: Geschäftsprozesse, die zur Erfüllung von Wissensmanagementaufgaben eingesetzt werden und einen direkten Bezug zu Wissensobjekten aufweisen, werden als wissensintensive Prozesse verstanden.
- *Nicht wissensintensiver Prozess*: Alle sonstigen Prozesse werden als nicht wissensintensive Prozesse bezeichnet.

Die aufgeführten Kriterien erlauben eine klare Differenzierung von Prozessen in Organisationen. Remus (Remus, 2002) benennt folgende wichtige Arten wissensintensiver Prozesse, die sich aus den zuvor aufgeführten Prozessarten ableiten lassen.

- *Wissensintensiver Geschäftsprozess*: Geschäftsprozesse, die eine hohe Wissensintensität besitzen.
- *Wissensmanagementprozess*: Ein Wissensmanagementprozess ist ein Managementprozess der Einfluss auf Wissensprozesse nimmt. (Beispiel: Organisationaler Wissenserwerb)
- *Wissensprozess*: Wissensprozesse stellen eine prozessorientierte Betrachtung von Wissensmanagementaktivitäten dar. (Beispielhaft Wissen suchen, bewerten, etc.)

WISSENSMANAGEMENTPROZESSE sind eine Unterklasse von PROZESSEN. Sie können als Geschäftsprozesse verstanden werden, die sich aus der betriebswirtschaftlich-organisatorischen Modellierung ableiten<sup>20</sup>.

Die an dieser Stelle vorgestellte Konzeptualisierung lässt sich mit bestehenden Ansätzen vergleichen. Insbesondere sei auf den Anwendungsbereich der ontologiebasierten Web Services, wie beispielsweise (Agarwal et al., 2004; Lausen & Polleres, 2005) hingewiesen, in dessen Kontext ähnliche Modellierungen vorgenommen werden, wobei diese auf einer technischen operativen Ebene einzuordnen sind. Des Weiteren sei ebenfalls auf verschiedene Ansätze zum Geschäftsprozessmanagement auf Basis von Ontologien verwiesen (Hepp et al., 2005; Bussler et al., 2002; Leymann et al., 2002).

---

<sup>20</sup>In diesem Zusammenhang wird auf die weit verbreitete Methode *PROMET* der Hochschule St. Gallen (?) verwiesen, welche die Formalisierung von abgeleiteten Geschäftsprozessen erlaubt. Die *PROMET* Methode beschreibt, ausgehend von der Geschäftsstrategie, auf Basis eines SWOT-Netzwerkes (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats), Sektorenetzwerk und Geschäftsfeldmatrix die kritischen Faktoren einer Organisation, den daraus identifizierten Geschäftsfeldern werden folglich Geschäftsprozesse zugeordnet.

## 9.5 System

In diesem Abschnitt wird die Konzeptualisierung des Systembegriffs hinsichtlich der Modellierung von Informationssystemen beschrieben.

Die TECHNOLOGIE setzt sich aus der KOMMUNIKATIONSTECHNOLOGIE und den INFORMATIONSSYSTEMEN zusammen, wobei ein Informationssystem aus einem oder mehreren SYSTEMKOMPONENTEN bestehen kann. Im Allgemeinen stellen Informationssysteme eine Untermenge der (betrieblichen) ANWENDUNGSSYSTEME dar und dienen der Verarbeitung von INFORMATIONSOBJEKTE, welche eine Untermenge organisationaler OBJEKTE darstellen.

Darüber hinaus lassen sich Informationssysteme nach ihrer Anwendung in FRONTEND, MIDDLEWARE und BACKEND Systeme differenzieren.

### Formalisierung 22 (System)

$$\text{SYSTEM} \equiv \exists \text{besteht\_aus. SYSTEMKOMPONENTEN} \sqcap \exists \text{erbringt. LEISTUNG} \sqcap \exists \text{verwertet. LEISTUNG} \sqcap \exists \text{erfüllt. FUNKTION} \sqcap \exists \text{hat. AUFGABE} \sqcap \exists \text{unterstützt. ZIELE} \sqcap \exists \text{verarbeitet. INFORMATIONSOBJEKTE} \sqcap \exists \text{verfügt\_über. INFORMATIONSBESTAND}$$

Daraus leitet sich die Formalisierung eines Informationssystems wie folgt ab.

### Formalisierung 23 (Informationssystem)

$$\text{INFORMATIONSSYSTEM} \equiv \text{SYSTEM} \sqcap \exists \text{verarbeitet. INFORMATIONSOBJEKTE} \sqcap \exists \text{verfügt\_über. INFORMATIONSBESTAND}$$

Der Transfer von Wissen und Information zwischen Systemen erfolgt über Nachrichtenkanäle, die Daten vom Sender zum Empfänger transportieren. Ein Informationssystem kann über Wissensobjekte und entsprechende Transformationsfunktionen verfügen. In diesem Fall stellt das Informationssystem einen Wissensträger (Akteur) dar, welcher im Folgenden näher beschrieben wird.

## 9.6 Akteur

In diesem Abschnitt werden grundlegende Konzeptualisierungen bezüglich einer Modellierung von Akteuren<sup>21</sup> im Kontext von Wissensmanagementsystemen beschrieben.

Der Konzeptualisierung AKTEUR werden sowohl menschliche Akteure als auch maschinelle (Informations-) Systeme zugeordnet. Im Allgemeinen kann ein Akteur seine Umwelt beziehungsweise Umgebung durch *Sensoren* wahrnehmen und durch *Aktoren / Effektoren* AKTIVITÄTEN auslösen und durchführen. Diese Handlungen werden durch ZIELE und AUFGABEN maßgeblich beeinflusst, wie in Abbildung 9.3 in Anlehnung an (Russell & Norvig, 1995) vereinfacht dargestellt.

<sup>21</sup>Innerhalb dieser Arbeit wird ein Akteur als menschlicher oder als maschineller Akteur verstanden.

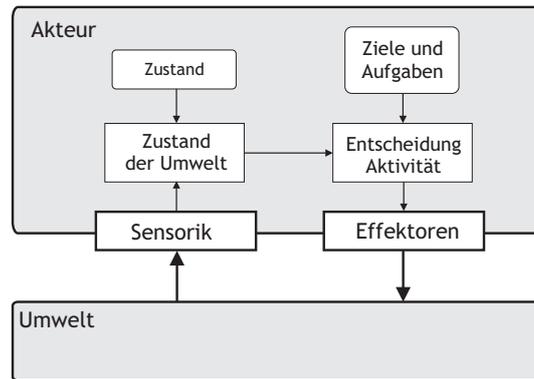


Abbildung 9.3: Vereinfachte Darstellung eines Akteurs

Die Betrachtung software-technischer Akteure basiert im Allgemeinen auf der Auffassung einfacher Agenten nach (Russell & Norvig, 1995) aus dem Bereich der Künstlichen Intelligenz. In dieser Arbeit wird ein Akteur wie folgt formalisiert.

#### Formalisierung 24 (Akteur)

$AKTEUR \equiv \exists \text{verfügt\_über.} SENSOR \sqcap \exists \text{besitzt.} EFFEKTOR \sqcap \exists \text{verwertet.} LEISTUNG \sqcap \exists \text{erfüllt.} FUNKTION \sqcap \exists \text{hat.} AUFGABE \sqcap \exists \text{unterstützt.} ZIELE$

Ein Akteur kann beispielsweise folgende Rollen einnehmen.

- Wissensträger
- Funktionsträger
- Aufgabenträger
- Leistungsträger

Ein **WISSENSTRÄGER** ist somit ein **AKTEUR**, welcher über einen eigenen **WISSENSBESTAND** verfügt. Dieser Wissensbestand wird durch **WISSENSOBJEKTE** gebildet.

Weitere Formen eines Akteurs sind **LEISTUNGSTRÄGER** oder **FUNKTIONSTRÄGER**. Ein Leistungsträger erbringt eine definierte betriebswirtschaftliche **LEISTUNG**, wobei ein **FUNKTIONSTRÄGER** eine definierte **FUNKTION** einnimmt und **LEISTUNGEN** transformiert.

## 9.7 Kommunikation

Die Ausführung (wissensintensiver) Prozesse und Aufgaben an denen mehrere Wissensträger beteiligt sind, basiert in der Regel auf einer Kommunikation, welche sich weiter als Verhandlung, Diskussion oder Argumentation differenzieren lässt.

Die Kommunikation im Sinne eines Informations- beziehungsweise Wissenstransfers zwischen AKTEUREN oder SYSTEMEN wird in diesem Abschnitt vorgestellt<sup>22</sup>.

Zunächst muss zunächst zwischen *natürlicher* und *formaler Sprache* zur Kommunikation differenziert werden. Die folgende Konzeptualisierung bezieht sich dabei auf eine formale Sprache. Eine formale Sprache wird aus Termen gebildet, wobei jeder Term aus Symbolen besteht. Darüber hinaus bestimmt eine *Grammatik* den *Satzaufbau* beziehungsweise die *Satzstruktur*.

Im Allgemeinen dient die Kommunikation der Unterstützung einzelner Akteure<sup>23</sup> und der eingesetzten Systeme zur Erreichung beziehungsweise Durchführung ihrer Aufgaben.

In der Regel sendet ein Sender eine Nachricht zu einem Empfänger, welche in mehrere Terme unter Verwendung einer Grammatik kodiert wird. Die Begrifflichkeiten werden wie folgt definiert.

Ein SENDER ist ein menschlicher AKTEUR oder ein SYSTEM, welcher Nachrichten an seine Umwelt übermittelt.

#### Formalisierung 25 (Sender)

$\text{SENDER} \equiv (\text{AKTEUR} \sqcup \text{SYSTEM}) \sqcap \exists \text{übermittelt.NACHRICHT}$

Analog dazu ist ein EMPFÄNGER ein AKTEUR oder ein SYSTEM, der Nachrichten seiner Umwelt empfängt.

#### Formalisierung 26 (Empfänger)

$\text{SENDER} \equiv (\text{AKTEUR} \sqcup \text{SYSTEM}) \sqcap \exists \text{empfängt.NACHRICHT}$

Eine NACHRICHT besteht aus kodierten Daten (der eigentlichen Nachricht) und Metadaten, die unter anderem den Empfänger, den Sender und Zusatzinformationen beinhalten. Eine Nachricht referenziert OBJEKTE, wie beispielsweise WISSENSOBJEKTE. Die Kodierung der Nachricht erfolgt durch eine ONTOLOGIE. Folglich ermöglichen und unterstützen ONTOLOGIEN die KOMMUNIKATION unter AKTEUREN sowie zwischen AKTEUREN und SYSTEMEN. Die Nachrichten werden dabei über NACHRICHTENKANÄLE zwischen SENDER und EMPFÄNGER transportiert.

#### Formalisierung 27 (Nachricht)

$\text{NACHRICHT} \equiv \exists \text{referenziert.OBJEKT} \sqcap \exists \text{kodiert\_durch.ONTOLOGIE} \sqcap \exists \text{transportiert\_über.NACHRICHTENKANAL}$

<sup>22</sup>Für eine grundlegende Agententheorie im Bereich der künstlichen Intelligenz sei auf eine vertiefende Darstellung, wie beispielsweise (Russell & Norvig, 1995), verwiesen.

<sup>23</sup>Es handelt sich um menschliche Akteure oder softwaretechnische Systeme, wobei grundsätzlich von einer formalen Sprache zur Kommunikation ausgegangen wird. Dies bedeutet, dass eine Transformation von natürlicher Sprache in eine formale Sprache erfolgen muss. Die konkrete technische Einbindung einer derartigen Transformationskomponente wird jedoch nicht weiter betrachtet.

Die eingeführten Begrifflichkeiten erlauben eine Formalisierung der Kommunikation in dieser Arbeit.

### Formalisierung 28 (Kommunikation)

$$\text{KOMMUNIKATION} \equiv \exists \textit{initiiert\_von}.\text{SENDER} \sqcap \exists \textit{gerichtet\_an}.\text{EMPFÄNGER} \sqcap \exists \textit{enthält}.\text{NACHRICHT}$$

Eine KOMMUNIKATION wird von einem SENDER initiiert und an einen oder mehrere EMPFÄNGER über Nachrichtenkanäle als NACHRICHT übermittelt. Dabei lassen sich grundlegenden Typen von NACHRICHTEN identifizieren, die als Unterkonzepte zu verstehen sind.

- Mitteilung
- Frage
- Antwort
- Anforderung
- Zusage
- Bestätigung

Informationen als kodierte Daten werden durch ihre Übermittlung von einem Sender zu einem Empfänger zu einer NACHRICHT. Dieser Vorgang wird als KOMMUNIKATION bezeichnet. Die Interpretation und Verarbeitung von Information basiert dabei auf dem semiotischen Dreieck, wobei eine Ontologie die Interpretation gewährleistet.

## 9.8 Resümee

Der Bezugsrahmen zeigt notwendige Aspekte und relevante Sachverhalte zur Gestaltung von Wissensmanagementsystemen auf, welche durch die entwickelte ontologiebasierte Modellkonzeption in eine formal-semantische Repräsentation dargestellt werden kann. In diesem Kapitel wurde die Konzeptualisierung des Bezugsrahmens vorgenommen, welche den Ausgangspunkt zur Herleitung des Metamodells für Wissensmanagementsysteme darstellt. Dazu wurden die Begriffe *Wissen*, *Organisation*, *Prozess*, *System*, *Akteur* und *Kommunikation* sowie weiterführende Aspekte konzeptualisiert.

Die einheitliche Verwendung von Begrifflichkeiten und deren Relationen untereinander im Sinne einer Modellierung des Objektsystems ist notwendig für die Bildung eines Metamodells für Wissensmanagementsysteme. Ein wichtiger Aspekt der Konzeptualisierung ist die Beschreibung von Wissen, wozu eine differenzierte Betrachtung von *Wissen*, *Information* und *Daten* vorgenommen wurde.

Die ablauforientierte Betrachtung führte zu der Modellierung von *Prozessen*, welche durch Leistungserbringung organisationale *Aufgaben* erfüllen und *Ziele* unterstützen.

Die Verarbeitung von Wissen und Information erfolgt auf der Basis von Informationssystemen. In der Konzeptualisierung wurde daher der Systembegriff konzeptualisiert und relevante Eigenschaften von Informationssystemen beschrieben.

Die Modellierung der Kommunikation dient zur Abbildung und Darstellung des Wissenstransfers im Metamodell ONTOCUBE. Dazu wurde die Kommunikation zwischen Sender und Empfänger beschrieben, die Nachrichten unter der Verwendung von Ontologien austauschen.

Die Konzeptualisierung stellt eine allgemeingültige Modellierung des Objektsystems dar, welches durch den Bezugsrahmen abgegrenzt wird. Die Anpassung des Modellsystems hinsichtlich spezifischer Modellzwecke beziehungsweise für andere Modellnutzer wird durch den Einsatz der ontologiebasierten Modellierung unterstützt. Demnach stellt die aufgeführte Konzeptualisierung eine offene Modellierung dar, welche auf einen bestimmten Modellzweck und Anwendung hin ausgerichtet und angepasst werden kann.

Im folgenden Kapitel kann nunmehr ein Metamodell für Wissensmanagementsysteme entwickelt werden.



# 10 Metamodell für Wissensmanagementsysteme

In diesem Kapitel wird das entwickelte Metamodell für Wissensmanagementsysteme vorgestellt und näher erläutert.



In der **Einleitung** in Abschnitt 10.1 wird die Konzeption des Metamodells kurz skizziert. Daraufhin erfolgt in Abschnitt 10.2 die **Formalisierung von Wissensmanagementsystemen**, welche in Abschnitt 10.3 in die **Entwicklung des Metamodells** einfließt. In Abschnitt 10.4 wird die Darstellung der **Wissensdiffusion** erläutert und Abschnitt 10.5 skizziert die **Unterstützung wichtiger Managementprozesse**. Das Kapitel schließt in Abschnitt 10.6 mit einem **Resümee**.

## 10.1 Einleitung

Die Gestaltung und Umsetzung von Wissensmanagementsystemen bedarf einer umfangreichen Betrachtung und Analyse betriebswirtschaftlich-organisatorischer Aspekte in Organisationen. Der Einsatz von Metamodellen kommt in diesem Zusammenhang eine herausragende Bedeutung zu. Zum einen unterstützt der Einsatz von Modellen eine fokussierte Betrachtung bewusst ausgewählter Sachverhalte. Dieser Umstand führt zu einer gewollten Komplexitätsreduktion und stellt zugleich sicher, dass alle (im Metamodell) definierten Aspekte im Rahmen einer Gestaltung oder Umsetzung betrachtet werden. Zum anderen stellt die Bewertung vorhandener Systeme zur Erfüllung einzelner Aufgaben eine wichtige Kontrollfunktion des Wissensmanagements dar. Der erfolgreiche Einsatz von Metamodellen basiert folglich auf einer ganzheitlichen Betrachtung relevanter Aspekte sowie auf deren effektiven Repräsentation in einem Modellsystem. Dazu wurden in der Arbeit Lösungen vorgestellt, welche in diesem Kapitel in ein *Metamodell für Wissensmanagementsysteme* überführt werden.

Das Metamodell für Wissensmanagementsysteme ist ein ONTOCUBE, welcher den Bezugsrahmen und die Konzeptualisierungen dieser Arbeit darstellt. Demnach werden die Gestaltungsdimensionen *Wissen*, *Systeme* und *Management* des Bezugsrahmens aus Kapitel 7 im Rahmen einer ontologiebasierten Modellkonzeption, wie in Kapitel 8 vorgestellt, als Dimensionen des Metamodells für Wissensmanagementsysteme eingesetzt. Die eingeführten Konzeptualisierungen in Kapitel 9 dienen dabei als Modellsystem für das Modell.

Der entstehende ONTOCUBE für Wissensmanagementsysteme ist in Abbildung 10.1 illustriert.

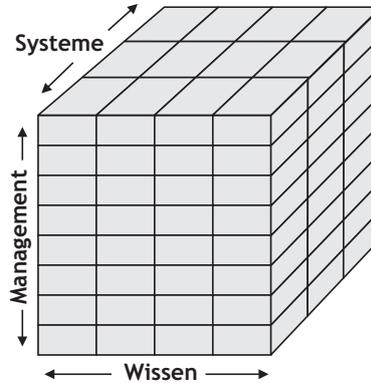


Abbildung 10.1: Allgemeiner ONTOCUBE für WMS

Die Entwicklung eines Metamodells für Wissensmanagementsysteme bedarf jedoch zunächst einer formalen Beschreibung von Wissensmanagementsystemen, welche im folgenden Abschnitt eingeführt wird.

## 10.2 Formalisierungen

Wissensmanagementsysteme sind spezielle Informationssysteme, die von Wissensträgern zur Durchführung von Wissensmanagementaktivitäten und zur Erreichung sowie Unterstützung organisationaler Ziele eingesetzt werden. Im Allgemeinen sind Wissensmanagementsysteme vornehmlich in betriebswirtschaftliche, organisatorische und humanorientierte Interaktionen eingebunden. In diesem Sinne lassen sich wichtige Interventionsfelder von Wissensmanagementsystemen identifizieren, welche für die Formalisierung eingesetzt werden können.

Die umgebende *Organisation* stellt einen maßgeblich wichtigen Einflussfaktor für Wissensmanagementsysteme dar. Zum einen bestimmt die Organisation im Sinne einer instrumentellen Betrachtung die Ausgestaltung und den Einsatz und zum anderen trägt ein Wissensmanagementsystem als Ganzes im Sinne einer funktionalen Betrachtung zur Ausgestaltung der Organisation bei.

Die organisationale *Strategie* bestimmt die Ziele, welche ableitend die Ziele des Wissensmanagements definieren und weiterführend die Aufgaben und Funktionen von Wissensmanagementsystemen konkretisieren.

Demnach unterstützen Wissensmanagementsysteme definierte Ziele des Wissensmanagements in einer Organisation. Das Management im Allgemeinen und insbesondere das Wissensmanagement werden in dieser Arbeit in Form von *Prozessen* betrachtet. Des Weiteren

befinden sich die Zielsetzung sowie die Ausgestaltung der Wissensmanagementprozesse, bedingt durch eine kontinuierliche Kontrolle des Wissensmanagements, in einem ständigen Zyklus der Veränderung.

Wissensmanagementsysteme sind nach technologieorientierter Betrachtung Informationssysteme, die zur Unterstützung und der Durchführung von Wissensmanagementprozessen eingesetzt werden (Maier, 2004). Demnach kommt der Ausgestaltung der *Systeme* in einer Organisation eine herausragende Bedeutung zu.

Die *Wissensträger* in einer Organisation verfügen über Wissensbestände, welche zu einem gewissen Grad durch die Verwendung von Wissensmanagementsystemen externalisiert und ausgetauscht werden können.

Die *Kultur* einer Organisation bestimmt überwiegend die Interaktion der menschlichen Wissensträger, sowie den Einsatz unterstützender Systeme. Demnach muss auch die organisationale Kultur als entscheidendes Interventionsfeld angesehen werden.

Die aufgeführten Interventionsfelder<sup>1</sup> bilden die Grundlage der folgenden Formalisierungen. Dabei zeigen die Interventionsfelder wichtige Abhängigkeiten und Wechselwirkungen auf. Der Zielsetzung dieser Arbeit folgend beschreibt die entwickelte Formalisierung struktur-, verhaltens- und ablauforientierte Aspekte von Wissensmanagementsystemen.

### 10.2.1 Wissensmanagementsysteme

Im Allgemeinen lassen sich Wissensmanagementsysteme als Informationssysteme in einem *sozio-kulturellen Umfeld* beschreiben, die zur Unterstützung des Wissensmanagements eingesetzt werden. Das sozio-kulturelle Umfeld einer Organisation wird dabei vereinfacht als die soziale Struktur der beteiligten Organisationsmitglieder und der umgebenden organisationalen Kultur als übergeordneter Rahmen verstanden. Danach können Wissensmanagementsysteme als sozio-kulturelle Informationssysteme beschrieben werden, welche Methoden zur Wissensverarbeitung<sup>2</sup> bereitstellen und hinsichtlich festgelegter Ziele ausgelegt sind, um die Erreichung von Strategien einer Organisation zu unterstützen. Die Ziele und Aufgaben von Wissensmanagementsystemen werden zusammengefasst durch das Wissensmanagement geplant, durchgeführt, gesteuert und kontrolliert. Nach betriebswirtschaftlich-organisatorischer Sichtweise erfüllen Wissensmanagementsysteme Funktionen und erbringen Leistungen zur Einwirkung auf die organisationale Wissensbasis. Die Leistungserbringung und Funktionserfüllung sowie deren Steuerung wird in Abbildung 10.2 in Anlehnung an (Scheer, 2001) illustriert.

Die Darstellung *ablauforientierter* Aspekte des Wissensmanagements wird durch Prozesse ermöglicht, wie in Abbildung 10.2 durch die Steuerungskomponente dargestellt. Wie bereits in Abschnitt 9.4 angeführt, wird dabei zwischen Wissensprozessen und Wissensmanagementprozessen unterschieden.

---

<sup>1</sup>Die Auswahl erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit und verdeutlicht lediglich den Fokus der Betrachtungen innerhalb dieser Arbeit.

<sup>2</sup>Auf eine explizite Unterscheidung zwischen Daten, Information und Wissen wird an dieser Stelle verzichtet.

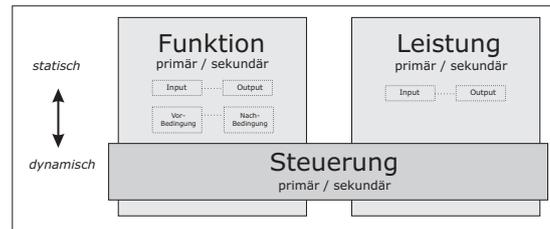


Abbildung 10.2: Elementare Eigenschaften eines Wissensmanagementsystems

Die aufgeführten Eigenschaften beschreiben im Sinne der Systemmodellierung *struktur-, verhaltens- und ablauforientierte* Aspekte und stellen so eine ganzheitliche, integrierte Betrachtung dar, die wie folgt definiert wird<sup>3</sup>.

**Definition 10.1 (Wissensmanagementsystem)** *Wissensmanagementsysteme sind sozio-kulturelle Informationssysteme, welche nach Strategien und Zielen einer Organisation ausgerichtet sind, um Prozesse des Wissensmanagements zu unterstützen und diesbezüglich Funktionen zur Verarbeitung von explizierbarem Wissen erfüllen sowie durch die Erbringung von Leistungen auf Wissensobjekte der organisationalen Wissensbasis einwirken.*

Die *Formalisierung von Wissensmanagementsystemen* wird im Folgenden auf der Basis zuvor bestimmter Interventionsfelder und unter Verwendung der Konzeptualisierungen aus Kapitel 9 vorgenommen.

**Formalisierung 29 (Wissensmanagementsystem)**

WISSENSMANAGEMENTSYSTEM  $\equiv$  INFORMATIONSSYSTEM  $\sqcap$   $\exists$  *unterstützt*.PROZESS  $\sqcap$   $\exists$  *wirkt\_auf*.WISSENSBASIS  $\sqcap$   $\exists$  *erbringt*.LEISTUNG  $\sqcap$   $\exists$  *erfüllt*.FUNKTION  $\sqcap$   $\exists$  *beeinflusst*.KULTUR  $\sqcap$   $\exists$  *unterstützt*.STRATEGIE

Die verwendeten Klassen basieren dabei auf den vorgenommenen Konzeptualisierungen aus Kapitel 9.

**10.2.2 Ontologiebasierte Wissensmanagementsysteme**

Ein Wissensmanagementsystem, welches zur Laufzeit Ontologien zur Unterstützung von Wissensmanagementaktivitäten einsetzt, kann im Allgemeinen als *ontologiebasiertes Wissensmanagementsystem* bezeichnet werden. Die Kombination einer ontologiebasierten

<sup>3</sup>Die eingeführte Definition stellt eine prozessorientierte Sichtweise des Wissensmanagements dar. Eine allgemeinere Betrachtung nach Aufgaben oder Aktivitäten des Wissensmanagements ist ebenfalls möglich. Jedoch bietet die Betrachtung der Wissensmanagementaufgaben aus prozessorientierter Sicht bereits einen konkreten systemischen Bezug.

Modellbildung und der operative Einsatz von Ontologien auf Systemebene stellt somit eine idealtypische Anwendung dar.

An dieser Stelle wird eine Definition ontologiebasierter Wissensmanagementsysteme vorgestellt, welche die Begriffsauffassung des Wissensmanagementsystems (Def. 10.1) entsprechend erweitert.

**Definition 10.2 (Ontologiebasierte Wissensmanagementsysteme)** *Ontologiebasierte Wissensmanagementsysteme sind Wissensmanagementsysteme, die zur Erfüllung ihrer Aufgaben und insbesondere zum Austausch und Transfer von Wissen Ontologien einsetzen. Der Wissensaustausch ist dabei nicht auf Menschen beschränkt, sondern vollzieht sich auch zwischen Menschen und Maschinen oder auch zwischen Maschinen.*

Diese Definition von Wissensmanagementsystemen verbindet eine human- und technikorientierte zu einer ganzheitlichen und integrierten Sichtweise und erweitert das Verständnis des Wissensträgers, der Vision des Semantic Webs folgend auf Menschen und Maschinen. Die Grundlage des Wissensaustausches stellen Ontologien dar. Demzufolge wird von *ontologiebasierten Wissensmanagementsystemen* gesprochen.

Für die Gestaltung und Umsetzung von ontologiebasierten Wissensmanagementsystemen ist die Betrachtung der zuvor aufgeführten Dimensionen notwendig. Im folgenden Abschnitt wird daher ein Metamodell vorgestellt, welches die Dimensionen abbildet und eine detaillierte Berücksichtigung relevanter Aspekte des Wissensmanagements sowie der unterstützenden Systeme erlaubt.

### 10.3 Die Dimensionen des Metamodells

In diesem Abschnitt werden die verwendeten Dimensionen des Metamodells näher erläutert. Durch die Verwendung der drei Dimensionen *Wissen*, *Systeme* und *Management* folgt, dass die Zellen des Metamodells Informationen bezüglich unterstützender Systeme im Kontext eines Wissensmanagementprozesses sowie in Bezug auf eine Wissensebene darstellen. Nach den betriebswirtschaftlich-organisatorischen Konzeptualisierungen in Kapitel 9 lassen sich vorwiegend Leistungen und Funktionen von Systemen sowie deren Steuerung durch das (Wissens-) Management als wichtige Kriterien zur Analyse von Wissensmanagementsystemen identifizieren. Demnach repräsentieren die Zellen des Metamodells die Leistungen und die Funktionen von Informationssystemen, die Wissensmanagementprozesse hinsichtlich der Einwirkung auf eine oder mehrere Wissensebene unterstützen. Dieser Sachverhalt ist in Abbildung 10.3 illustriert.

Die Darstellung und Ausprägung der Würfelzellen hängt zum einen von der Konzeptualisierung des Objektsystems ab und zum anderen vom jeweiligen Modellnutzer, der die Auswahl und Spezifikation der Dimensionen vornimmt und folglich die Auswahl der darzustellenden Informationen bestimmt.

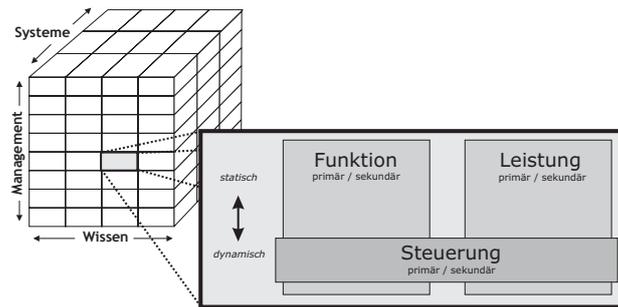


Abbildung 10.3: Exemplarische Betrachtungsperspektive

In den folgenden Abschnitten erfolgt nun eine vertiefende Darstellung der ausgewählten Dimensionen des Metamodells.

### 10.3.1 Wissen

Die Einwirkungen auf die organisationale Wissensbasis sowie die Unterstützung der Wissensdiffusion zur Erreichung organisationaler Ziele kann als Kernziel des Wissensmanagements angesehen werden. Daher kommt der Betrachtung der Wissensbasis eine hohe Bedeutung zu. In diesem Zusammenhang wird eine trägerorientierte Betrachtung vorgenommen, welche nach Wissensebenen differenziert. Die *Wissensebenen* einer Organisation bilden so die Dimensionselemente der Wissensdimension und ermöglichen eine aggregierbare Betrachtung der Ressource Wissen, wie in Abbildung 10.4 skizziert.

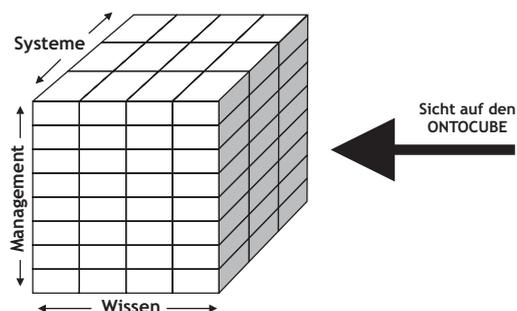


Abbildung 10.4: Sicht auf die Wissensebenen

Die Dimension *Wissen* stellt aus epistemologischer Sichtweise eine Betrachtung des organisational verfügbaren Wissens dar. Diesbezüglich wird eine Klassifikation nach Wissensebenen vorgenommen, welche auf der ontologischen Dimension von (Nonaka & Takeuchi, 1995) aufbaut.

- Individuum
- Gemeinschaft
- Organisation
- Organisationsinteraktion

Die Aggregation von Entitäten und Eigenschaften sowie deren Relationen zu *Sichten* ist eine verbreitete Methode zur Strukturierung und Abstraktion von Modellen. Die Wahl der Kriterien bestimmt dabei die resultierenden Sichten. Die Aggregation der Wissensdimension ermöglicht beispielsweise eine umfassende *wissensorientierte Sicht* auf die Wissensmanagementsysteme einer Organisation, wie in Abbildung 10.4 angedeutet.

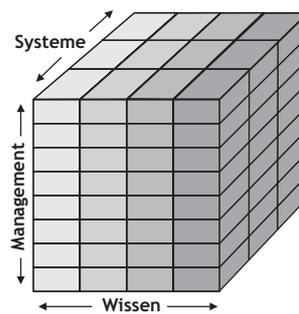


Abbildung 10.5: Wissensorientierte Sichtenbildung

Im Allgemeinen repräsentiert die *Wissensdimension* eine *trägerorientierte Betrachtung* der organisationalen Wissensbasis, welche nach Wissensebenen unterteilt ist. Dadurch ermöglicht die Dimension eine Differenzierung des Explikationsgrades von Wissen entlang der Dimensionsachse. Die Betrachtung einzelner Schichten im Würfel, wie in Abbildung 10.5 angedeutet<sup>4</sup>, ermöglicht demnach die Darstellung ausgewählter Wissensebenen.

### 10.3.2 Management

Die Strategien einer Organisation beeinflussen die konkrete Ausgestaltung sowie die langfristige Entwicklung von Wissensmanagementsystemen. Die Aktivitäten zur Planung, Steuerung und Kontrolle von Wissensmanagement werden in der Dimension *Management* dargestellt. Innerhalb dieser Arbeit erfolgt, wie bereits erwähnt, eine prozessorientierte Betrachtung des Wissensmanagements. Daher wird im Folgenden von Prozessen im Kontext der Managementdimension gesprochen. Die unterstützenden Prozesse werden aus den jeweiligen Zielsetzungen des Wissensmanagements abgeleitet und stehen in einer direkten Beziehung (Wechselbeziehung) mit den unterstützenden Wissensmanagementsystemen. Die Sicht auf die Wissensmanagementprozesse wird in Abbildung 10.6 illustriert.

<sup>4</sup>Die einzelnen Schichten werden durch unterschiedlich starke Schattierungen in der jeweiligen Abbildung angedeutet.

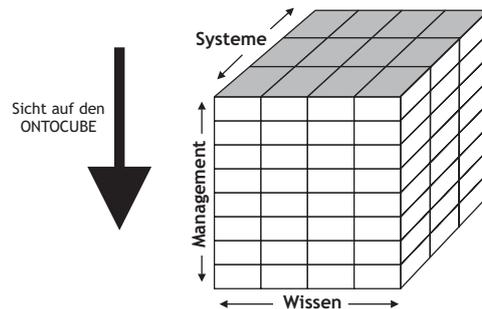


Abbildung 10.6: Sicht auf die WM-Prozesse

Die Dimension *Management* beinhaltet alle bewusst durchgeführten Aktivitäten zur Planung, Steuerung und Kontrolle des Wissensmanagements. Die Arbeit betrachtet folgende Wissensmanagementaktivitäten, welche auf dem Ansatz von (Probst et al., 2006) beruhen.

- Wissensziele
- Wissensbewertung
- Wissensbewahrung
- Wissensnutzung
- Wissens(ver)teilung
- Wissensentwicklung
- Wissenserwerb
- Wissensidentifikation

Die aufgeführten Kategorien von Wissensmanagementprozessen entsprechen dabei den Wissensbausteinen, welche in Abschnitt 4.1 näher beschrieben wurden. Die Betrachtung erlaubt, wie in Abbildung 10.7 dargestellt, eine prozessorientierte Sichtenbildung des Wissensmanagements.

Eine prozessorientierte Betrachtung der Managementdimension, wie in Abbildung 10.7 illustriert, ermöglicht folglich die Darstellung von Sachverhalten bezüglich der eingesetzten Systeme sowie deren Beziehungen zu den Wissenssebenen für einen konkreten Managementprozess. Beispielsweise lassen sich für den Prozess der Wissensidentifikation Eigenschaften der eingesetzten Systeme sowie deren Beziehungen zu den Wissenssebenen darstellen und beurteilen.

### 10.3.3 Systeme

Die Informations- und Kommunikationstechnologie, im Folgenden Allgemein als Systeme bezeichnet, die zur Realisierung von Wissensmanagementsystemen eingesetzt werden,

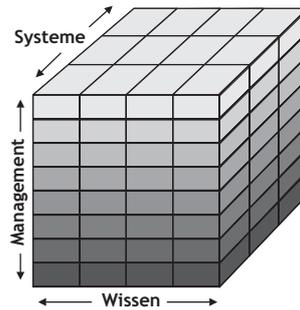


Abbildung 10.7: Prozessorientierte Sichtenbildung

stellen eine weitere Gestaltungsdimension des Metamodells dar. Die Dimension *Systeme* beschreibt somit die eingesetzte Informations- und Kommunikationstechnologie einer Organisation zur Unterstützung des Wissensmanagements.

Eine *systemorientierte Sicht*, wie in Abbildung 10.8 dargestellt, ergibt sich aus der Aggregation der jeweiligen Elemente der Systemdimension.

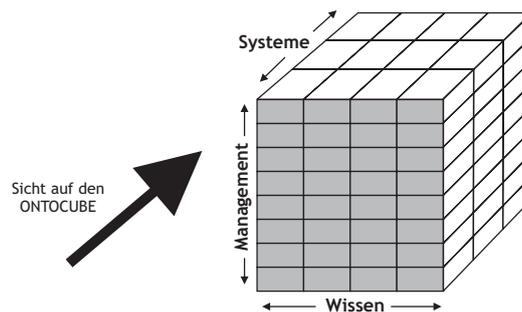


Abbildung 10.8: Sicht auf die Systeme

Eine systemorientierte Betrachtung ermöglicht die Darstellung relevanter Funktionen von Systemen zur Unterstützung des Wissensmanagements. Die Wahl der Dimensionselemente erlaubt dabei eine Klassifikation von Funktionen hinsichtlich der Unterstützung einzelner Wissensmanagementaktivitäten. Die konkrete softwaretechnische Umsetzung wird dabei als ein *Ablauf* von Funktionen in einem ONTOCUBE auf der Systemebene verstanden. Auf die konkrete Anordnung von Funktionen in einem Ablauf wird im Rahmen der Umsetzung in Teil III näher eingegangen.

In der Literatur ist zur weiteren Konkretisierung des Dimensionschemas keine einheitliche Klassifikation von Informationssystemen hinsichtlich der Unterstützung von Wissensmanagementaktivitäten vorhanden. In (Lehner, 2006; Maier, 2004) werden Kategorisierungen vorgeschlagen, die jedoch zum Teil keine genaue Zuordnung einzelner Systemar-

ten ermöglichen. Eine Synthese der Kategorisierungen wurde bereits in Abschnitt 4.3 beschrieben, welche als allgemeine Klassifikationshierarchie der Systemdimension im ONTOCUBE eingesetzt werden kann.

Eine allgemeingültige Kategorisierung von Informationssystemen ist an dieser Stelle jedoch nur bedingt möglich. Im Allgemeinen muss daher von der Notwendigkeit zur Ausgestaltung einer (subjektgebundenen) Klassifikationshierarchie für die eingesetzten Systeme in einer Organisation ausgegangen werden. Dies bedeutet, dass im Rahmen der Gestaltung von Wissensmanagementsystemen eine Kategorisierung unterstützender Informationssysteme erstellt werden muss. Diese Kategorisierung kann daraufhin als Dimensionschema für die Systemdimension im Metamodell für Wissensmanagementsysteme eingesetzt werden.

Innerhalb dieser Arbeit wird demnach eine allgemeingültige Kategorisierung der von Informationssystemen nach *Frontend*-, *Middleware*- und *Backendsystemen* vorgenommen<sup>5</sup>. Die Kategorie der *Frontendsysteme* bezeichnet alle Systeme, welche zur direkten Interaktion mit einem Benutzer ausgelegt sind und so über eine Benutzerschnittstelle verfügen. In der Regel handelt es sich hierbei um grafische Oberflächensysteme. Die Kategorie der *Backendsysteme* bezeichnet alle Systeme, die für einen Anwender nicht direkt sichtbar sind und in der Regel grundlegende Aufgaben der Informationsverarbeitung übernehmen, wie beispielsweise Datenbanksysteme. Die Verknüpfung und Interaktion von Backend- und Frontendsystemen wird häufig durch *Middlewaresysteme* ermöglicht. Die *Middleware* enthält meist die sogenannte *Geschäftslogik* und besitzt so eine herausragende Stellung in der Systemlandschaft<sup>6</sup> einer Organisation. Ein bekanntes System dieser Kategorie ist beispielsweise der freie Applikationsserver JBoss<sup>7</sup>.

Eine Sichtenbildung der Systemdimension ist exemplarisch in Abbildung 10.9 dargestellt.

Wie bereits erwähnt dient die einfache Kategorisierung von Informationssystemen nach *Frontend*-, *Middleware*- und *Backendsystemen* innerhalb dieser Arbeit lediglich der Veranschaulichung des entwickelten Metamodells. Im Rahmen einer praktischen Umsetzung ist die Erstellung eines detaillierten Dimensionschemas für eine bestimmte Organisationskonfiguration erforderlich.

### 10.3.4 Gesamtüberblick

In diesem Abschnitt wird das Metamodell in der Gesamtheit dargestellt. Das Metamodell für Wissensmanagementsysteme ermöglicht die ganzheitliche Betrachtung ausgewählter

---

<sup>5</sup>Im Rahmen dieser Arbeit werden die englischen Begriffe verwendet, da sie zum einen geläufige Begriffe in der deutschsprachigen Informatik darstellen und zum anderen keine treffende Übersetzung bezüglich dieser Arbeit besteht.

<sup>6</sup>Ein Ansatz zum ontologiebasierten Management von Middleware wird ausführlich in (Oberle, 2005) beschrieben.

<sup>7</sup>Für weitere Informationen sei auf <http://www.jboss.org/> verwiesen.

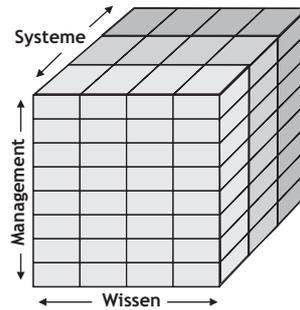


Abbildung 10.9: Systemorientierte Sichtenbildung

Sachverhalte, die in einem ontologiebasierten Modellsystem repräsentiert sind. Das entwickelte Metamodell für Wissensmanagementsysteme wird in der Abbildung 10.10 zusammenfassend dargestellt.

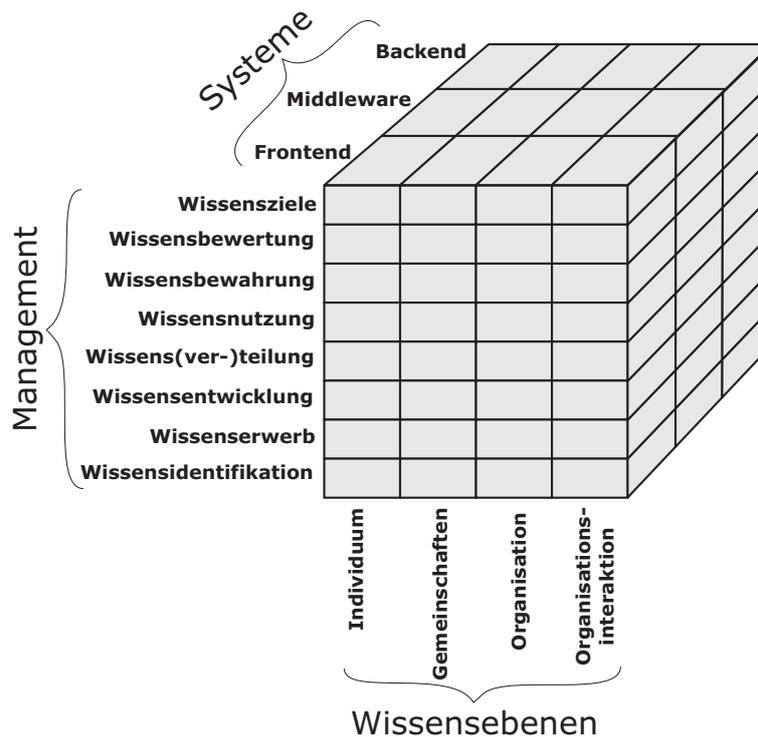


Abbildung 10.10: Das Metamodell ONTOCUBE für WMS

**Beispiel** Im folgenden Beispiel wird eine denkbare Ausprägung einer Zelle des Metamodells diskutiert, wie in Abbildung 10.11 illustriert. Das Ziel der Analyse soll die Betrachtung von Systemen zur Unterstützung der Wissensverteilung von Organisationseinheiten (Gemeinschaften) sein.

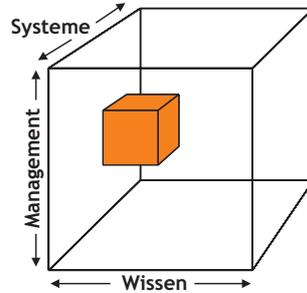


Abbildung 10.11: Eine Zelle im ONTOCUBE

Exemplarisch klassifiziert die Zelle

$Z(\text{Wissen.Gemeinschaft, Management.Wissensverteilung, Systeme.Frontend})$

alle Frontendsysteme, die zur Unterstützung der Wissensverteilung von Gemeinschaften eingesetzt werden. Die Darstellung der Zelle unterstützt so eine gezielte Beurteilung der technischen Unterstützung von Frontendsystemen und der eingesetzten Prozesse zur Wissensverteilung von Gemeinschaften. Weiterführend kann ein Teilwürfel aller Systeme zur Unterstützung der Wissensverteilung für Gemeinschaften erzeugt werden, so dass der Teilwürfel

$Z(\text{Wissen.Gemeinschaft, Management.Wissensverteilung, Systeme.ALL})$

gebildet wird. Diese Darstellung ermöglicht folglich die Betrachtung aller eingesetzten Systeme bezüglich des gewählten Ausschnittes.

Die Betrachtungen unterstützen beispielsweise einen leitenden Angestellten bei der Analyse von softwaretechnischen Aspekten der Wissensverteilung von Gemeinschaften in einer Organisation.

Das Metamodell stellt ein leicht verständliches Werkzeug zur Gestaltung und Umsetzung von Wissensmanagementsystemen dar. Zum einen ermöglicht es im Rahmen der aufgezeigten ontologiebasierten Modellkonzeption eine zweckgerichtete Abbildung eines komplexen Objektsystems und zum anderen eignet es sich als Bewertungsmodell für bestehende Lösungen, wobei in diesem Fall ein vorhandenes reales System abgebildet wird.

## 10.4 Darstellung der Wissensdiffusion

Die Unterstützung der Wissensdiffusion innerhalb einer Organisation ist als grundlegende Zielsetzung des Wissensmanagements zu verstehen. Der Analyse und Bewertung der Wissensdiffusion kommt somit eine hohe Bedeutung zu. In diesem Abschnitt wird die Abbildung der Wissensdiffusion im Metamodell erläutert.

An dieser Stelle sei auf die besondere Bedeutung von Ontologien für den Austausch und Transfer von Wissen hingewiesen. Ontologien bilden das geteilte Verständnis von Subjekten über einen bewusst gewählten Realitätsausschnitt ab und unterstützen den Wissensaustausch durch die Beschreibung eines gemeinsamen Vokabulars. Durch die Repräsentation von Ontologien durch eine formale Logik wird der Wissensaustausch unter Menschen sowie zwischen Menschen und Maschinen unterstützt.

*Software agents are communicating with each other via messages that contain expressions formulated in terms of an ontology (ontology driven communication). In order for a software agent to understand the meaning of these expressions, the agent needs access to the ontology they commit to.*

(Guarino, 1998)

Guarino beschreibt die Kommunikation zwischen Agenten als Austausch von Nachrichten, welche aus Fakten einer Ontologie bestehen. Die Interpretation der einzelnen Nachrichten erfolgt dabei unter Verwendung der Ontologie als Hintergrundwissen.

Die entwickelte *Agent Communication Language (ACL)* der *Foundation for Intelligent Physical Agents (FIPA)* sieht beispielsweise den expliziten Bezug zu einer Ontologie für den Nachrichtenaustausch vor. Für eine weiterführende Beschreibung sei auf (Smolle & Sure, 2002) verwiesen.

Die Diffusion von Wissen wird im Rahmen der Konzeptualisierung durch die Kommunikation von Wissensträgern beschrieben. Die Kommunikation zur Unterstützung des Wissensaustausches zwischen (Akteuren) basiert auf einem Wissenstransfer, welcher durch die Transformation von Wissen in Nachrichten und durch die Übertragung mittels Nachrichtenkanälen beschrieben wird.

Der technologiebasierte Austausch von externalisiertem Wissen beziehungsweise Information basiert in der entwickelten Konzeption auf einem Datentransfer. Es wird von einem Datentransfer ausgegangen, da eine Interpretation seitens der Systeme hin zu Information in der Regel nicht gegeben ist. Es sei jedoch angemerkt, dass zu jedem Zeitpunkt des Transfers eine Interpretation zu Information oder Wissen denkbar ist.

Die Abbildung 10.12<sup>8</sup> zeigt die schematische Darstellung eines Wissensträgers, der über Methoden zur Transformation von Nachrichten verfügt, welche in Daten, Information oder Wissen überführt werden können. Die Darstellung des Wissenstransfers im Metamodell setzt eine entsprechende Konzeptualisierung des Modellsystems voraus. Beispielsweise

<sup>8</sup>Die Abbildung basiert auf (Maier, 2004, S. 68).

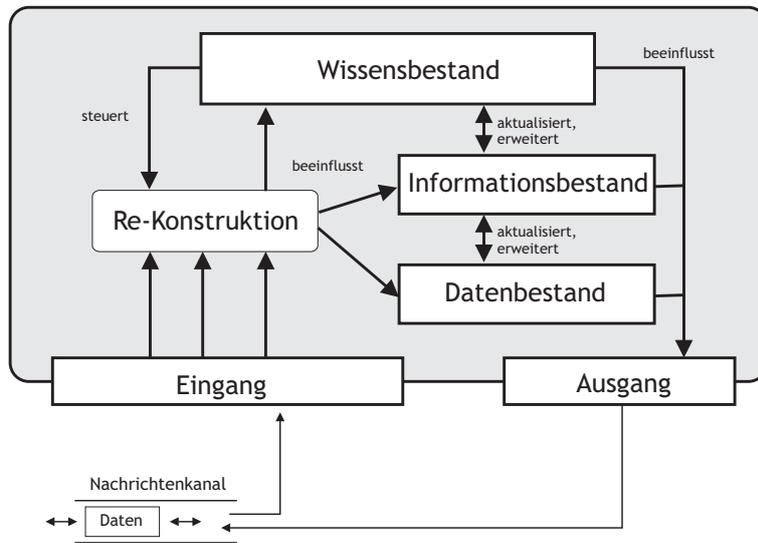


Abbildung 10.12: Transfer von Wissen und Information über Kanäle

ermöglicht die Darstellung von Transferleistungen in einem ONTOCUBE, die Identifikation isolierter Zellen, die so eine Behinderung der Wissensdiffusion markiert. Eine allgemeine Darstellung des Wissenstransfers im ONTOCUBE wird in Abbildung 10.13 abstrahiert dargestellt.

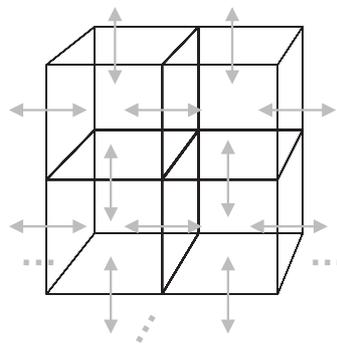


Abbildung 10.13: Wissensdiffusion im ONTOCUBE

Die Abbildung 10.13 zeigt generisch die Möglichkeiten des Wissenstransfers zwischen Zellen im Metamodell. Die Darstellung ermöglicht so leicht eine Identifikation von Situationen, die von der Planung abweichen. Die Überprüfung kann dabei manuell durch Anwendung der beschriebenen Operatoren auf ein ONTOCUBE oder automatisiert durch vordefinierte Abfragen an das Modellsystem erfolgen. Ein Fehlzustand lässt sich bei

letzterer Vorgehensweise beispielsweise durch leere Zellen erkennen.

Zur Erreichung der organisationalen Ziele ist es erforderlich, dass sich die Wissensträger in einem Kommunikations- und Austauschprozess befinden. Der Austausch zwischen den Wissensträgern (Menschen und/oder Maschinen) kann als Wissenstransformation aufgefasst werden, wodurch neues Wissen geschaffen wird (Nonaka & Takeuchi, 1995). Der Prozess der Wissensschaffung wird dabei als Metaprozess verstanden, der sich, wie in (Nonaka & Takeuchi, 1995) beschrieben, zyklisch über die einzelnen Wissens Ebenen erstreckt, wie in Abbildung 10.14 dargestellt.

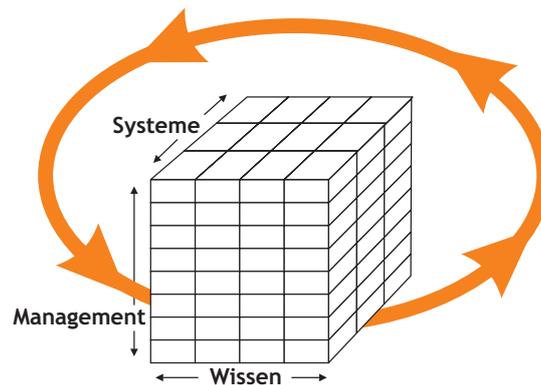


Abbildung 10.14: Wissensschaffung im Metamodell

Die Wissensschaffung wird demnach als zyklischer Prozess verstanden, welcher alle Wissens Ebenen und Wissensmanagementprozesse sowie die eingesetzten Systeme bedingt und beeinflusst. Der jeweilige Wissenstransfer im Metamodell kann somit als Austausch von Nachrichten zwischen den einzelnen Zellen dargestellt werden. Dabei lassen sich durch eine entsprechende Visualisierung der Sachverhalte effektiv Abbildungslücken sowie isolierte Wissensmanagementanwendungen identifizieren. Die Wissensschaffung innerhalb einer Organisation und zwischen Organisationen kann mit dem vorgestellten Metamodell als Wissenstransformation zwischen den Zellen im dreidimensionalen Raum beschrieben werden.

## 10.5 Unterstützung strategischer Managementprozesse

Das entwickelte Metamodell für Wissensmanagementsysteme ermöglicht eine ganzheitliche Darstellung einer technologieorientierten Unterstützung des Wissensmanagements. Für eine ganzheitliche Gestaltung von Wissensmanagementsystemen ist es erforderlich, dass das eingesetzte Metamodell in wichtige strategische Managementprozesse integriert und eingebunden werden kann. Daher werden in diesem Kapitel relevante Unterstützungspotenziale und Einsatzmöglichkeiten des Metamodells hinsichtlich der Unterstützung des

Wissensmanagements und Informationssystemmanagements erläutert.

### 10.5.1 Wissensmanagement

Innerhalb dieser Arbeit werden *wissensintensive Prozesse* im Rahmen des Wissensmanagements betrachtet, wobei zwischen Wissensmanagementprozessen und Wissensprozessen unterschieden wird. Ein Wissensprozess beschreibt eine konkrete Aktivität im Rahmen der Wissensverarbeitung, wie beispielsweise die Suche oder die Verwendung von Wissensobjekten. Demgegenüber stehen Wissensmanagementprozesse, die als Managementprozess Einfluss auf Wissensprozesse nehmen. Eine weiterführende Darstellung wurde in den Abschnitten 7.2 und 9.4 bereits dargelegt.

Die Aggregation der Wissensmanagementprozesse führt zu einer prozessorientierten Betrachtung des Wissensmanagements in einer Organisation. Die Ausgestaltung und Festlegung von einzelnen Wissensmanagementprozessen ist eine zentrale Aufgabe des Wissensmanagements, wobei der Prozess der Ausgestaltung einer ständigen, zyklischen Analyse und Bewertung unterliegt. Dieser Sachverhalt wird in Abbildung 10.15 durch einen orthogonal verlaufenden Meta-Prozess zu der Wissensdimension im ONTOCUBE illustriert.

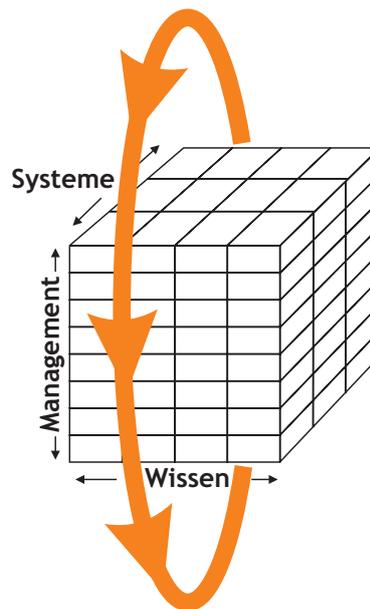


Abbildung 10.15: Der WM-Meta-Prozess

Das entwickelte Metamodell unterstützt dabei die wichtigen Managementaufgaben der Planung, Durchführung und Kontrolle von Wissensmanagementprozessen. Dadurch lassen sich effektiv Wissensbarrieren identifizieren, wie beispielsweise Wissensmanagementpro-

zesse, die sich nicht auf alle Wissensebenen erstrecken oder nicht von allen Systemen in einer Organisation unterstützt werden.

Im Gegensatz zu der vorgestellten Unterscheidung von Wissens- und Wissensmanagementprozess sowie Wissensmanagement-Meta-Prozess, erfolgt eine ähnliche Unterscheidung in (Sure, 2003). In dem Ansatz werden Methoden des ontologiebasierten Wissensmanagements, der sogenannte *On-To-Knowledge Ansatz*, beschrieben, wobei zwischen *Wissens-Meta-Prozess* und *Wissens-Prozess* differenziert wird. Im Allgemeinen beschreibt ein Wissens-Meta-Prozess die Planung, Entwicklung und Umsetzung von ontologiebasierten Wissensmanagementanwendungen und ein Wissens-Prozess beschreibt die Nutzung der entwickelten Anwendung. Die Unterscheidung von Wissens-Meta-Prozess und Wissens-Prozess in (Sure, 2003) ist vergleichbar mit der Unterscheidung von Wissensprozessen und Wissensmanagementprozessen innerhalb dieser Arbeit, wobei durch die zusätzliche Betrachtung des Wissensmanagement-Meta-Prozesses eine direkte Verbindung zu übergeordneten strategischen Managementhandlungen einer Organisation ermöglicht wird.

### 10.5.2 Informationssystemmanagement

Das Informationssystemmanagement besitzt eine herausragende Bedeutung im Kontext der Erreichung und Unterstützung organisationaler Ziele. In diesem Sinne erscheint eine Betrachtung von Wechselbeziehungen mit dem entwickelten Metamodell sinnvoll.

Wichtige Grundzüge des Informationsmanagements wurden bereits in Abschnitt 2.3.1 beschrieben. Im Kontext dieser Arbeit ist vor allem das Management der Informations- und Kommunikationssysteme von besonderer Bedeutung. Dieser Managementprozess wird als orthogonal verlaufender zyklischer Prozess zu der Systemdimension des Metamodells betrachtet, wie die Abbildung 10.16 skizziert.

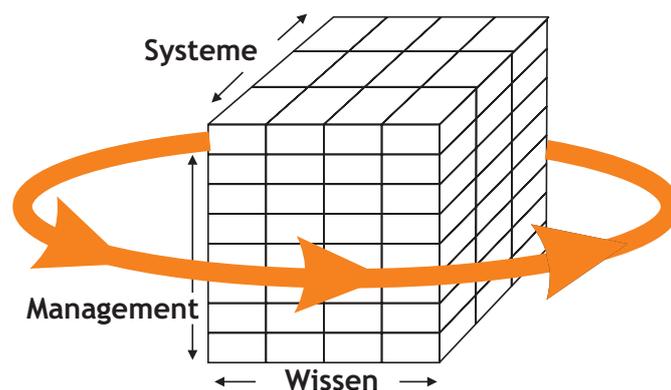


Abbildung 10.16: Der IS-Meta-Prozess

Der Managementprozess der Planung, Durchführung und Kontrolle des Einsatzes von Informations- und Kommunikationssystemen hinsichtlich der Unterstützung des Wissensmanagements kann mit dem aufgezeigten Meta-Prozess im ONTOCUBE beschrieben werden. In Abhängigkeit zu der verwendeten Dimensionsontologie lassen sich verschiedene Analysefragen betrachten. Zum einen lassen sich Lebenszyklen von einzelnen Systemen vollständig abbilden und mögliche Fehlkonfigurationen in der Systemlandschaft beispielsweise durch leere Zellen im ONTOCUBE erkennen.

Im Allgemeinen unterstützt das entwickelte Metamodell die Betrachtung einzelner Prozesse des Wissens- und Informationssystemmanagements und ermöglicht darüber hinaus eine ganzheitliche Darstellung und Beurteilung organisationsweiter Managementkonzepte.

## 10.6 Resümee

In diesem Kapitel wurde das *Metamodell zur Gestaltung und Umsetzung von Wissensmanagementsystemen* eingeführt, welches auf den vorgenommenen Konzeptualisierungen aus Kapitel 9 beruht. Das Metamodell für Wissensmanagementsysteme verwendet die Metapher zur Strukturierung multidimensionaler Datenstrukturen und stellt die drei Dimensionen des Bezugsrahmens *Wissen*, *Management* und *Systeme* in einem dreidimensionalen ONTOCUBE dar, wie in Abbildung 10.17 zusammenfassend dargestellt.

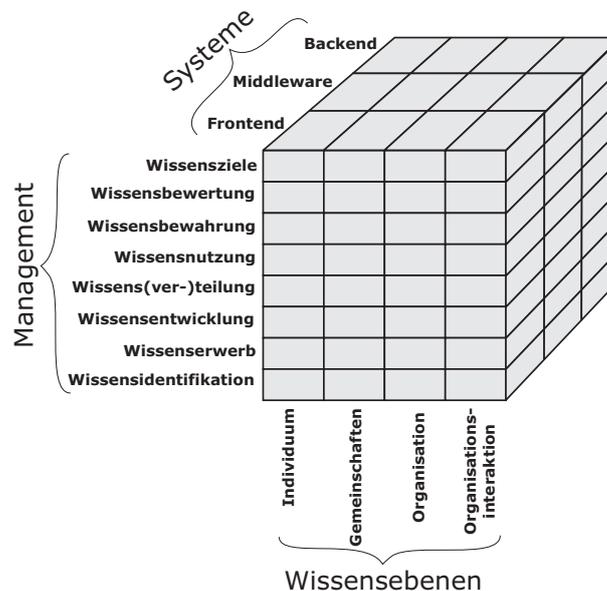


Abbildung 10.17: Metamodell für WMS

Die multidimensionale Darstellung ontologiebasierter Modellsysteme bietet gewichtige Vorteile gegenüber bestehenden Modellen. Das Metamodell ist vergleichsweise leicht dar-

stellbar und bietet zudem eine flexible Methode zur Darstellung vielschichtiger Sichten mit unterschiedlicher Abstraktion. Die Beziehungen zu einzelnen Sichten sind klar definiert und formal-semantisch begründet.

Die zugrunde liegende formal-semantische Modellierung ermöglicht eine Deklaration vielfältiger Abfragen an das Metamodell, welche als Sichten des Modells verstanden werden. Diesbezüglich wurden in diesem Kapitel exemplarisch drei Sichten in Anlehnung an die Dimensionen vorgestellt, wobei ein Modellnutzer weitere Sichten erzeugen kann.

Das formale Kommunikationsmodell modelliert den Wissenstransfer im Metamodell. Dadurch können auf einfache Art und Weise beispielsweise Abbildungslücken des Wissensmanagements erkannt werden.

Die Repräsentation der Dimensionen des Würfels erfolgt jeweils auf Grundlage des zugrunde liegenden ontologiebasierten Modellsystems, den sogenannten *Dimensionsontologien*. Die drei Dimensionen *Wissen*, *Systeme* und *Management* sind als Konzeptualisierungen in dem verwendeten Modellsystem modelliert. Eine weiterführende Modellierung, wie beispielsweise von Unterkonzepten, Relationen und Attributen sowie Instanzen, bilden die jeweiligen Klassifikationspfade und -stufen.

Das Metamodell in der Gesamtheit sowie die einzelnen Würfelzellen werden durch Anfragen an das zugrunde liegende ontologiebasierte Modellsystem ausgefüllt. Dabei basiert die Ausprägung der Zellen auf den Konzeptualisierungen, welche im Rahmen der beschriebenen Modellkonzeption vom späteren Anwender ziel- und zweckgerichtet durchgeführt werden.

Das Metamodell lässt sich als einzelnes Werkzeug zur Gestaltung oder Umsetzung einsetzen. Darüber hinaus eignet es sich für eine feste Integration in bestehende übergeordnete Managementaktivitäten, wie beispielsweise das Wissensmanagement oder das Informationssystemmanagement.

Der Einsatz von Modellen und der Modellierung von Wissensressourcen führt zu der Betrachtung von Metawissen und der Notwendigkeit einer effektiven Verwaltung der jeweiligen Modelle, um die Wissenstransparenz zu unterstützen und beispielsweise die Suche oder die Wiederverwendung bestehender Modelle zu ermöglichen. In diesem Sinne wird im folgenden Kapitel das entwickelte Ontologie-Metadaten-Vokabular (OMV) zur Unterstützung der Verwaltung ontologiebasierter Modelle vorgestellt.



# 11 Recherche und Verwaltung ontologiebasierter Modelle

In diesem Kapitel wird die Modellierung von Metawissen hinsichtlich der Unterstützung der Wissenstransparenz in Organisationen diskutiert. Dazu wird ein Metadatenvokabular für Ontologien vorgestellt, das sogenannte *Ontologie-Metadaten-Vokabular (OMV)*, welches als Grundlage für die Beschreibung von Wissensressourcen eingesetzt wird.



ÜBERSICHT

Im Anschluss an die **Einleitung** in Abschnitt 11.1 erfolgt eine **Kategorisierung** typischer Metadaten in Abschnitt 11.2. Eine **Anforderungsanalyse** für die Modellierung von Metawissen wird in Abschnitt 11.3 vorgestellt. In Abschnitt 11.4 wird sowohl eine technische als auch eine organisatorische **Rahmenstruktur** für Ontologie-Metadaten-Schemata diskutiert. Das entwickelte **Ontologie-Metadaten-Vokabular** wird daraufhin in Abschnitt 11.5 näher erläutert. Daraufhin werden in Abschnitt 11.6 **semantische Metadatensysteme** zur Verwaltung ontologiebasierter Modelle vorgestellt. Das Kapitel schließt in Abschnitt 11.7 mit einem **Resümee**.

Dieses Kapitel basiert auf den Publikationen (Hartmann & Palma, 2006; Hartmann et al., 2005c; Hartmann et al., 2005a; Hartmann et al., 2006).

## 11.1 Einleitung

Ein wesentliches Kernziel der aufgezeigten Gestaltung von Wissensmanagementsystemen ist eine optimierte Unterstützung der Wissensnutzung und -bereitstellung in Organisationen. Die Voraussetzung zur Nutzung von Wissen ist die Existenz von Metawissen, welches als Wissen über Wissen hilft, vorhandene Wissensressourcen zu identifizieren und zu verwenden.

In dieser Arbeit bilden Ontologien die Grundlage zur formal-semantischen Wissensrepräsentation. Ontologien haben eine starke Entwicklung und verbreitete Anwendung in zahlreichen Bereichen innerhalb der letzten Jahre erfahren. Insbesondere im Kontext des Semantic Web stellen sie eine Schlüsseltechnologie dar. Zur Zeit existieren Ontologien ohne

zusätzliche Informationen (Metadaten), wie beispielsweise Informationen über die jeweiligen Autoren, wie es bei semistrukturierten Dokumenten durch den Einsatz von Dublin Core<sup>1</sup> Metadaten üblich ist. Dieser Umstand erschwert die Identifikation, Anwendung und Verteilung von Ontologien und folglich das Auffinden von Wissensressourcen.

Die zugrunde liegende Intention beim Einsatz von Ontologien ist die Unterstützung des Wissenstransfers zwischen Maschinen sowie zwischen Mensch und Maschine. Eine wichtige Anforderung zur Erreichung dieser Zielsetzung ist der Einsatz offener Standards und Technologien für die Repräsentation, die Beschreibung, den Zugang und die Verteilung von ontologiebasierten Wissensressourcen. Exemplarisch sei an dieser Stelle auf die *Web Ontology Language (OWL)* (Smith et al., 2004) verwiesen. Die Verwendung eines derartigen Standards kann die Interoperabilität und den Wissensaustausch innerhalb einer Organisation und zwischen Organisationen erhöhen.

Im Gegensatz zu klassischen semistrukturierten Dokumenten, wie beispielsweise Hypertextdokumenten, werden Ontologien in der Regel ohne weitere Zusatzinformationen bereitgestellt. Dieser Umstand behindert einen effizienten und effektiven Einsatz von Ontologien, da so ein Auffinden existierender Wissensressourcen nur schwer möglich ist. Dies kann zu einer Behinderung des Wissenstransfers und der -nutzung führen.

In diesem Kapitel wird ein Ontologie-Metadaten-Vokabular (OMV) vorgestellt und erläutert, welches zur Annotation ontologiebasierter Wissensressourcen eingesetzt werden kann.

## 11.2 Kategorisierung von Metadaten

Neben der breiten Verwendung des Begriffs *Metadaten* lassen sich in Anlehnung an (National Information Standards Organization (NISO), 2004) folgende Charakteristika von Metadaten benennen, welche hinsichtlich der vorliegenden Arbeit angepasst und erweitert wurden.

- **Strukturelle Metadaten** - beschreiben die statischen Eigenschaften einer Ontologie, wie beispielsweise Anzahl der Konzepte, Relationen oder Instanzen.
- **Operative Metadaten** - stellen in der Regel den größten Anteil an Metadaten in einer Organisation dar. Dazu zählen Daten aus dem laufenden Betrieb, die zur Verwaltung einer Ontologie benötigt werden.
- **Inhaltliche Metadaten** - beschreiben die inhaltlichen Aspekte einer Ontologie, wie beispielsweise die Domäne, Schlüsselworte oder natürlichsprachige Beschreibungen.
- **Administrative Metadaten** - beinhalten Informationen zur Unterstützung allgemeiner administrativer Managementprozesse. Dazu zählen beispielsweise das Erstel-

---

<sup>1</sup>Siehe hierzu <http://www.dublincore.org/>

lungsdatum, rechtliche Bestimmungen oder Informationen über das Dateiformat einer Ontologie.

- **Technische Metadaten** - beschreiben systemnahe Eigenschaften und/oder technische Verarbeitungsinformationen.

Die Entwicklung eines Vokabulars im Sinne einer Metadatenontologie bedarf somit einer Berücksichtigung der zuvor genannten Kategorien. Zur Beschreibung ontologiebasierter Wissensressourcen müssen weitere spezifische Anforderungen untersucht werden. Im folgenden Abschnitt werden somit relevante Anforderungen beleuchtet.

## 11.3 Anforderungsanalyse

Im Folgenden werden wichtige Anforderungen an Schemata für Ontologiemetadaten vorgestellt, die im Rahmen einer Analyse von Anwendungen existierender Ontologien erarbeitet wurden. Neben analytischen Untersuchungen und Studien aktueller Forschungsliteratur, die vorwiegend auf theoretischen Methoden basieren (Pinto & Martins, 2001; Gangemi et al., 1999; Lozano-Tello & Gomez-Perez, 2004), wurden mehrere Falluntersuchungen herangezogen (Uschold et al., 1998; Russ et al., 1999; Paslaru Bontas et al., 2005). Einige Aspekte sind in bereits existierenden Metadatenstandards, wie beispielsweise Dublin Core<sup>2</sup>, aufzufinden.

Als Ergebnis der Analyse wurden folgende Kernanforderungen identifiziert:

*Zugänglichkeit:* Ontologiemetadaten müssen zugänglich und verarbeitbar für Menschen und Maschinen sein. Während der humanorientierte Aspekt durch den Einsatz natürlichsprachiger Konzeptbenamungen sichergestellt werden kann, kann die maschinelle Verarbeitung durch den Einsatz bekannter Repräsentationssprachen wie XML beziehungsweise SGML oder durch Semantic Web Sprachen erreicht werden.

*Anwendbarkeit:* Die Anforderung der Anwendbarkeit eines Schemas wird so verstanden, dass (i) die mehrheitlichen Anforderungen der Anwender erfüllt werden, sowie (ii) die Möglichkeit zur Anpassung und Erweiterbarkeit für spezifische Anwendungsfelder und Domänen gewährt bleibt. Von einer inhaltlichen Betrachtungsweise ausgehend, kann die Anwendbarkeit durch die Definition mehrerer Metadattentypen für verschiedene Wissensressourcen und unterschiedliche Anwendungsfelder erhöht werden.

*Interoperabilität:* Analog zu der Intention der Interoperabilität von Ontologien selbst, bedarf es einer Interoperabilität der jeweiligen Metadaten. Die syntaktische Interoperabilität kann zum einen durch den Einsatz standardisierter Syntax erreicht werden. Für die semantische Interoperabilität bedarf es einer formal-semantischen Repräsentation der Ontologiemetadaten, beispielsweise durch die Repräsentation in Form einer Ontologie.

<sup>2</sup>Siehe hierzu <http://dublincore.org/>

*Unterscheidung zwischen konzeptuellen Modell und konkreter Implementierung:* In Anlehnung an bekannte Ontology-Engineering Methodologien (Gómez-Pérez et al., 2003; Sure, 2003) muss klar zwischen dem konzeptuellen Modell einer Ontologie und ihrer konkreten Ausprägung (Implementierung) unterschieden werden.

Für die Erreichung der Anforderungen werden wichtige Rahmenstrukturen in einer Organisation benötigt, welche im Folgenden exemplarisch behandelt werden.

## 11.4 Wichtige Rahmenstrukturen

Es existieren bisher keine vergleichbaren Ansätze für die Entwicklung von Ontologiemetadaten. Dieser Umstand bedeutet gleichzeitig, dass notwendige organisatorische und technische Infrastrukturen zur Entwicklung nicht vorhanden sind. Jedoch ist für eine langfristig ausgelegte Standardisierung dieser Schemata eine einheitliche (organisatorische und technische) Infrastruktur erforderlich, die die Erzeugung, die Verwaltung und den Transfer von Schemata ermöglicht. In diesem Abschnitt wird dazu **DEMO** (**D**esign **E**nvironment for **M**etadata **O**ntologies)), eine organisatorische Rahmenstruktur für die Entwicklung und die Bereitstellung von Ontologiemetadaten, vorgestellt und näher erläutert.

Die Entwicklung und die Pflege von Ontologiemetadaten ist ein langfristiger, ressourcenintensiver Prozess für die Entwicklungsbeteiligten, welcher eine wohldefinierte operationale Struktur und eine adäquate technische Unterstützung voraussetzt. Die Entwicklung des Ontologie-Metadaten-Vokabulars (OMV) ist das Ergebnis intensiver Zusammenarbeit vieler Semantic Web Experten aus Wissenschaft und Industrie. Die gesammelten Erfahrungen führten zu der Entwicklung von DEMO, welches zur Unterstützung der Wissenstransparenz folgende Ziele verfolgt:

- Definition organisatorischer Rahmenbedingungen hin zu einer ganzheitlichen Infrastruktur, die die Entwicklung und Pflege von Ontologie-Metadaten-Schemata unterstützt,
- Identifikation geeigneter Methodologien und Technologien zur Entwicklung und
- Bereitstellung einer Entwicklungsumgebung für OMV.

DEMO gliedert sich dazu in folgende organisatorische Einheiten.

- Die **Entwicklungseinheit** steuert und beaufsichtigt die Entwicklung von OMV Core.
- Die **Evolutionseinheit** identifiziert und plant Modifikationen und Anpassungen in Anlehnung an die Bedürfnisse der Anwender.
- Die **Erweiterungseinheit** koordiniert die Entwicklung aller Erweiterungen für OMV.

- Die **Anwendungseinheit** prüft und überwacht die reibungslose Anwendung von OMV in Applikationen und gibt Handlungsempfehlungen zur Entwicklung von relevanten Softwareapplikationen.

Aus organisatorischer Sicht werden die DEMO Aktivitäten durch das **Management Board (MB)** gesteuert und überwacht, das aus gewählten Mitgliedern des OMV Konsortiums<sup>3</sup> besteht. Das Ziel ist es, allen beteiligten Entwicklungspartnern eine einfache und effektive Beteiligung zu ermöglichen. Dazu besteht DEMO aus einer Vielzahl von **Arbeitsgruppen (AG)** analog zu den organisatorischen Einheiten (AG Entwicklung, AG Evolution, AG Erweiterung und AG Anwendung), welche jeweils aus einem Arbeitsgruppenausschuss und den jeweiligen Mitgliedern bestehen.

Als technische Infrastruktur wurde die Ontologie- und Software-Entwicklungsplattform ONTOWARE<sup>4</sup> konzipiert und umgesetzt, wie in Abbildung 11.1 gezeigt.

Abbildung 11.1: Die OntoWare.org Plattform

Im Allgemeinen unterstützt ONTOWARE einzelne Teams bei der gemeinsamen Entwicklung von Ontologien sowie von Software für das Semantic Web. Dazu verfügt ONTOWARE über eine Menge wichtiger Werkzeuge, wie beispielsweise die Verwaltung von Programmcode oder die Erstellung von Software-Releases. Die Plattform konnte sich in den letzten Jahren dabei zu einer wichtigen Ressource für Ontologien und semantische Technologien entwickeln<sup>5</sup>.

<sup>3</sup>Das Konsortium besteht aus Industrie- und Forschungspartnern, die an der Entwicklung von OMV beteiligt sind. Für weitere Informationen sei auf <http://omv.ontoware.org/> verwiesen.

<sup>4</sup>Vergleiche hierzu <http://www.ontoware.org/>

<sup>5</sup>ONTOWARE.org weist eine stetig wachsende Benutzerzahl mit durchschnittlich 20.000 Zugriffen pro Mo-

## 11.5 Ontologie-Metadaten-Vokabular (OMV)

In diesem Abschnitt werden wichtige Aspekte des entwickelten Ontologie-Metadaten-Vokabular (OMV) aufgeführt, für eine ausführlichere Beschreibung sei auf (Hartmann & Palma, 2006) verwiesen.

Zur Erhöhung der Übersichtlichkeit und zum Zwecke einer einfachen Erweiterung von OMV, werden alle OMV-Entitäten wie folgt kategorisiert.

- **Erforderlich** - Diese Informationen sind erforderlich. Fehlende Entitäten führen zu unvollständigen Metadaten.
- **Optional** - Diese Fakten sind nicht zwingend erforderlich, erhöhen aber die Wiederverwendbarkeit der jeweiligen Wissensressource.
- **Extensional** - Metadaten-Entitäten, die Bestandteil von OMV Erweiterungen sind und im OMV Core nicht näher beschrieben sind.

Jede OMV-Entität ist nach oben aufgeführten Schema kategorisiert und dokumentiert. Das OMV-Schema wurde in dem europäischen Forschungsprojekt Knowledge Web<sup>6</sup> entwickelt. Daher sind die jeweiligen Bezeichner der Entitäten in englischer Sprache verfasst. Zur eindeutigen Referenzierung hinsichtlich der bestehenden Dokumentation und Veröffentlichungen wurde von einer Übersetzung der englischen Bezeichner in dieser Arbeit abgesehen.

Ausgehend von der Anforderungsanalyse in Abschnitt 11.3, insbesondere der Anwendbarkeitsrestriktionen, liegt ein modularer Aufbau des Ontologie-Metadaten-Schemata nahe. Demzufolge wird zwischen dem eigentlichen Kern (OMV Core) und möglichen Erweiterungen (OMV Extensions) unterschieden. Der Kern beinhaltet Informationen, die für die Mehrheit der Anwender im Kontext der Ontologie-Wiederverwendung benötigt werden. Darüber hinaus können mittels der OMV Erweiterungen zusätzliche Informationen für spezifische Anwendungen oder Domänen bereitgestellt werden. Die Erweiterungen stellen somit eine Spezifikation des OMV-Kerns dar.

Das entwickelte Schema wurde in der Web Ontology Language (OWL) entwickelt<sup>7</sup>. Eine Entwicklung in einer anderen Sprache, wie beispielsweise XML würde eine Einschränkung der Verwendbarkeit der Ontologie-Metadaten darstellen und einen Austausch konzeptueller Modelle verhindern. Die OMV Ontologie ist verallgemeinert in Abbildung 11.2 dargestellt<sup>8</sup>.

---

nat auf. Weiterführende statistische Analysen finden sich auf der Projektseite.

<sup>6</sup>Siehe <http://knowledgeweb.semanticweb.org/> für weitere Informationen.

<sup>7</sup>Die OMV-Ontologie steht unter <http://ontoware.org/projects/omv/> zur Verfügung.

<sup>8</sup>Die Ontologie beziehungsweise die jeweiligen Bezeichner sind in englischer Sprache verfasst.

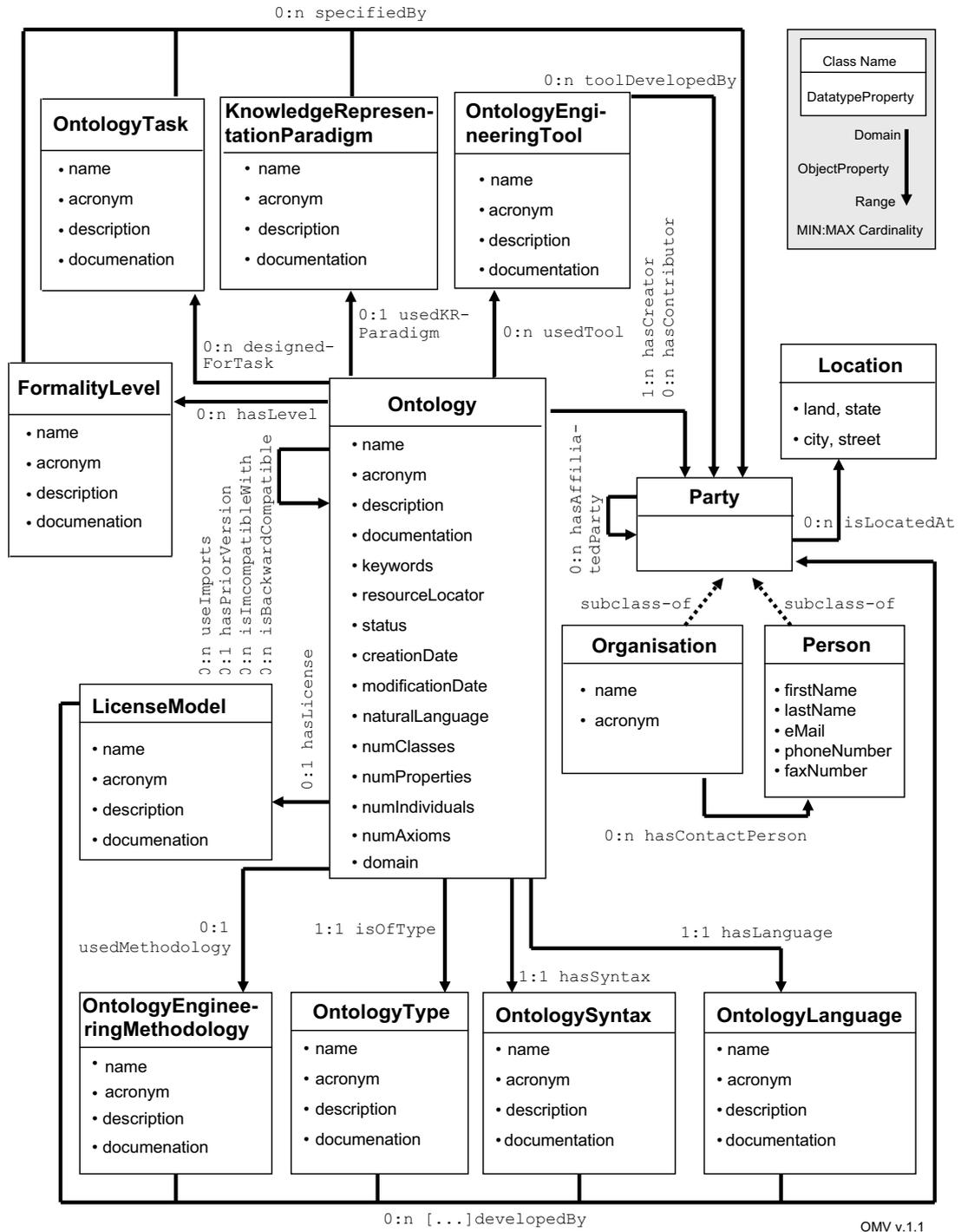


Abbildung 11.2: OMV Core Überblick

### 11.5.1 Wichtige Entitäten

Zusätzlich zu der elementaren Klasse `Ontology` beinhaltet das Metadaten-Schema weitere Klassen, die relevante Informationen über verschiedene Aspekte, wie der Erzeugung, dem Management und der Anwendung von Ontologien beschreiben. In einem klassischen Ontologie-Entwicklungsprozess, entwickeln Personen oder Organisationen Ontologien. Diese beiden Gruppen sind der Klasse `Party` (Einheit) durch eine `sub-class-of` Relation zugeordnet. Eine Einheit kann mehrere Individuen der Klasse `Lokation` referenzieren und eine Ontologie *erstellen* oder zu deren Entwicklung *beitragen*.

Die Klasse `OntologyEngineeringMethodology` beinhaltet Informationen über die verwendete(n) Methodologien während der Ontologieentwicklung und `OntologyEngineeringTool` informiert über eingesetzte Modellierungswerkzeuge. Die beschriebene Ontologie besitzt mehrere relevante Attribute, wie beispielsweise `name`, `description`, `status`, `creationDate` etc. Die wichtigsten intrinsischen Eigenschaften einer Ontologie können mittels der jeweiligen Attribute angegeben werden. Informationen über die Ontologiesprache werden durch die Klassen `OntologySyntax`, `OntologyLanguage` und `KnowledgeRepresentationParadigm` angegeben. Die Anwendung kann in der Klasse `OntologyTask` hinsichtlich einer bestimmten Aufgabenstellung dokumentiert werden und rechtliche Bestimmungen können in `LicenseModel` spezifiziert werden. Eine Klassifizierung der Ontologie kann multidimensional erfolgen. Dazu wurden die häufigsten Ausprägungen `application`, `domain`, `core`, `task` und `upper-level` in OMV definiert, welche jedoch weiterentwickelt werden können.

Darüber hinaus werden Informationen über den Formalisierungsgrad (`FormalityLevel`) sowie über die verwendete Paradigma der Wissensrepräsentation bereitgestellt. Strukturelle Aspekte einer Ontologie, wie beispielsweise die Anzahl der verwendeten Klassen oder Instanzen, können als Attribut der Klasse `Ontology` spezifiziert werden.

Zusammenfassend betrachtet ermöglicht der OMV-Kern die Bereitstellung einer Vielzahl relevanter Information zur Unterstützung der Suche und Verwendung bestehender Ontologien, welches als entscheidendes Kriterium für den Wissensaustausch und die Wissensnutzung anzusehen ist.

### 11.5.2 Evolution

Im Allgemeinen stellt die Evolution (Stojanovic et al., 2002) von Wissensmodellen eine entscheidende Voraussetzung zur effizienten Dokumentation von Wissensressourcen dar. Durch sich verändernde organisatorische Abläufe oder Handlungsweisen werden unter Umständen auch Wissensressourcen entsprechend verarbeitet. Dabei ist die Notwendigkeit zur Adaption der eingesetzten Ontologien zur Annotation und Dokumentation der Wissensressourcen offensichtlich.

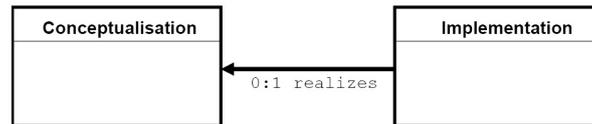


Abbildung 11.3: Trennung zwischen Konzeption und Ausprägung

Die Beteiligung und Einbeziehung mehrerer Experten auf dem Gebiet der Ontologieentwicklung sowie ein enger Kontakt mit Anwendern aus Forschung und Industrie, führte zu zahlreichen Anregungen hinsichtlich der Weiterentwicklung (Evolution) des Ontologie-Metadaten-Vokabulars. Im Folgenden werden exemplarisch ursprüngliche Modellierungen vorgestellt, die im Verlauf der Entwicklung zugunsten der zuvor vorgestellten Version weiter entwickelt wurden.

Beispielsweise wurde in der ersten Entwurfsphase des Ontologie-Metadaten-Vokabulars eine konkrete Trennung des konzeptionellen Modells einer Ontologie und der späteren physikalischen Ausprägung (beispielsweise als OWL-Ontologie) vorgesehen. Das Verhältnis zwischen dem konzeptionellen Modell und einer konkreten Ausprägung wird in Abbildung 11.3 exemplarisch dargestellt.

Eine Konzeptualisierung wird dabei wie folgt beschrieben.

*A Conceptualisation represents the (abstract) core model or idea behind an ontology. It describes the core properties of an ontology, independently from any implementation details.*

*(Hartmann & Palma, 2006)*

Es stellte sich jedoch heraus, dass ein Großteil der Nutzer eine einfachere Sichtweise vorzieht. Daher wurde in einer aktualisierten Fassung von OMV auf eine explizite Trennung verzichtet. Die Klasse `Ontology` entspricht somit vornehmlich der früheren Klasse `Implementation`.

In diesem Zusammenhang wurden sogenannte modulare Erweiterungen eingeführt, die es erlauben die grundlegende OMV-Ontologie hinsichtlich spezieller Anforderungen zu erweitern. Dazu wurden Inklusionsdeklarationen eingeführt, die als eine entsprechende Erweiterung von OMV eingesetzt werden können<sup>9</sup>.

### 11.5.3 Erweiterungen

Im Rahmen der Entwicklung des Ontologie-Metadaten-Vokabulars wurden mehrere Erweiterungen vorgesehen. Diese Erweiterungen werden von den jeweiligen Experten der

<sup>9</sup>Beispielsweise wurde die Trennung zwischen Konzeptualisierung und Ausprägung als Erweiterungsmodul von OMV realisiert.

entsprechenden Aufgabengebiete betreut und entwickelt. Daher wird an dieser Stelle nur eine kurze Zusammenfassung der Erweiterungen gegeben.

- Alignment
- Evaluation
- Evolution
- Entwicklung
- Anwendung

Die Auflistung zeigt die Akzeptanz und erste erfolgreiche Anwendungen des entwickelten Schemas. Langfristig sind hierzu jedoch weitere Arbeiten, wie beispielsweise eine stärkere Unterstützung durch Entwicklungswerkzeuge für Ontologien erforderlich.

#### 11.5.4 Wichtige Rückschlüsse und Erfahrungen

Die bisherigen Anwendungen des Ontologie-Metadaten-Vokabulars lassen mehrere wichtige Rückschlüsse zu. Diese Aspekte lassen sich in Aspekte bezüglich der eigentlichen Modellierung von OMV und in die softwaretechnische Anwendung von OMV zur Unterstützung der Wissenstransparenz unterteilen.

Die Betrachtung der Modellierung von OMV wird dabei in Anlehnung an (Gomez-Perez, 2001) auf folgende Kriterien hin beleuchtet.

- **Konsistenz** - besteht, wenn keine expliziten oder impliziten Widersprüche in der Ontologie enthalten sind.
- **Vollständigkeit** - besteht, wenn die Ontologie explizit wie implizit die jeweilige Domäne ausreichend beschreibt.
- **Conciseness** - Kriterium, welches die redundanzfreie Beschreibung einer Domäne darstellt.
- **Erweiterbarkeit** - beschreibt die Möglichkeit zur Erweiterung einer Ontologie, beispielsweise durch das Hinzufügen neuer Klassen oder Relationen.

Diesen Kriterien wurden noch *Lesbarkeit* und *Verständlichkeit* hinzugefügt. Im Folgenden werden die wichtigsten Erkenntnisse kurz charakterisiert.

- **Konsistenz** - Es wurden keine Inkonsistenzen identifiziert.
- **Vollständigkeit** - Es wurden einige Aspekte aufgeführt, die nicht im ersten Entwurf von OMV enthalten waren. Beispielsweise Informationen über die Repräsentationssprachen einer Ontologie (Syntax, Repräsentationsparadigma, etc.) waren unzureichend modelliert. Demzufolge führten wir die Klassen `RepresentationParadigm` und `OntologyRepresentationLanguage` ein. Des Weiteren wurde die Klasse `OntologyTask` als Root-Klasse zur Klassifikation von Ontologien

eingeführt und diverse Unterklassen wie beispielsweise `SemanticSearch` oder `SemanticAnnotation` definiert.

- **Conciseness** - Im Gegensatz zu den zuvor beschriebenen notwendigen Erweiterungen, ergab die Untersuchung, dass einige Informationen zu spezifisch modelliert waren. So wurden beispielsweise die Klassen `OntologyReview` und `OntologyReviewer` aus OMV Core entfernt und als Erweiterung modelliert.
- **Lesbarkeit** - Die einfache und klare Benennung der einzelnen Entitäten stellte sich als schwierige Aufgabe heraus. Während der Evaluierung wurden zahlreiche Alternativen zur Benennung angeführt und eine verwendete Abkürzungen bemängelt. Nach Absprache mit den Evaluationspartnern wurden diese Aspekte behoben.
- **Verständlichkeit** - Die Evaluation führte zu der Erkenntnis, dass das Schema leicht zu verstehen ist.

Zusammenfassend hat die Betrachtung zu einigen wichtigen Modifikationen beigetragen. Die Betrachtung softwaretechnischer Aspekte werden im folgenden Abschnitt im Rahmen der Entwicklung eines Metadatenrepositoriums behandelt.

## 11.6 Semantische Metadatenmanagementsysteme

In diesem Abschnitt werden zwei komplementäre Systeme für das ontologiebasierte Metadatenmanagement vorgestellt, die auf Basis von OMV konzipiert und umgesetzt wurden. Zum einen wird das dezentralisierte *peer-to-peer (P2P)* System Oyster und zum anderen das zentralisierte Metadaten-Repositorium ONTHOLOGY (Hartmann et al., 2005a) besprochen. Beide Systeme unterstützen einzelne Anwender und/oder -gruppen bei der *Identifizierung, Verwendung* und *Verteilung* von Wissensressourcen auf Basis von semantischen Metadaten.

Im Folgenden werden die jeweiligen Konzeptionen kurz aufgeführt. Für eine weiterführende Darstellung sei auf die jeweilige Literatur verwiesen.

### 11.6.1 Dezentralisiertes Metadatenmanagementsystem - Oyster

Dezentralisierte Metadatenmanagementsysteme, wie die entwickelte Anwendung Oyster, bestehen aus einem Netzwerk mit einer Vielzahl an Knoten, den sogenannten *Peers*. In dieser Umgebung verfügt jeder Knoten über ein lokales Metadaten-Repositorium und verfügt über die Netzwerk-Infrastruktur über einen Zugriff auf die im Netzwerk vorhandenen weiteren Metadatenbestände. Nach (Hartmann et al., 2005a) erfüllt ein dezentralisiertes System folgende Hauptfunktionen.

- *Metadatengenerierung* - Die Erzeugung und Bearbeitung von Metadaten über Wissensressourcen.

- *Auffinden von Ressourcen* - Die Verwendung von Metadaten zur Identifikation von Wissensressourcen.
- *Wissensaustausch und -transfer* - Der Einsatz von Metadaten zur Unterstützung des Wissensaustausches und -transfers.

Im Allgemeinen stellt ein dezentralisiertes Metadatenmanagementsystem eine leicht zu realisierende Lösung zur Unterstützung der Wissenstransparenz in Organisationen dar. Die fehlende Notwendigkeit einer zentralisierten Infrastruktur ermöglicht einen flexiblen und effektiven Betrieb. Dieser Umstand kann beispielsweise für Projektgruppen sinnvoll sein, die an wechselnden geografischen Plätzen Wissen austauschen und nutzen.

Die beispielhafte Umsetzung eines dezentralisierten Systems wird von der Universität Madrid unter dem Namen *Oyster* auf der Entwicklungsplattform ONTOWARE entwickelt und bereitgestellt<sup>10</sup>.

### 11.6.2 Zentralisiertes Metadatenmanagementsystem - ONTHOLOGY

Ein zentralisiertes System bietet analog zu einem dezentralisierten System vergleichbare Eigenschaften und Funktionen zur *Identifikation*, *Austausch* und *Zugriff* auf Metadaten.

Im Gegensatz zu der verteilten Datenhaltung in einem dezentralisierten System, erfolgt die Datenhaltung jedoch zentral in einem großen Repositorium. Derartige Systeme werden in der Regel langfristig betrieben und ermöglichen die Speicherung sehr großer Datenmengen.

Im Allgemeinen dient ein zentralisiertes Metadatensystem zur organisationsweiten Verwaltung des Metawissens und zur Steigerung der Wissenstransparenz einzelner Wissensträger. Dazu werden unterschiedliche Schnittstellen für menschliche Akteure oder maschinelle Systeme bereitgestellt.

Im Rahmen dieser Arbeit wurde das Metadatenrepositorium ONTHOLOGY<sup>11</sup> – An Anthology of Ontologies – konzipiert und umgesetzt. Das System verfügt über ein großes *Repositorium* zur Speicherung und Verwaltung ontologiebasierter Metadaten, wobei das entwickelte Ontologie-Metadaten-Vokabular als Schema eingesetzt wird. Instanzen von Konzepten der OMV-Ontologie beschreiben somit konkrete Wissensressourcen einer Organisation. Das Repositorium wurde nach dem entwickelten Ansatz für *Semantische Portale (SEAL)* (Hartmann & Sure, 2004) umgesetzt, welcher die Verwendung von Ontologien im Rahmen der Gestaltung von Informations- beziehungsweise Wissensportalen zur semantischen Navigation und Informationsbereitstellung darlegt.

ONTHOLOGY ist eines der ersten Repositorien für Ontologien. Es verfügt über eine große Auswahl relevanter Ontologien aus unterschiedlichen Anwendungsbereichen. Die Basisfunktionalitäten von ONTHOLOGY umfassen dabei folgende Aspekte:

---

<sup>10</sup>Siehe <http://oyster.ontoware.org/> für weitere Informationen.

<sup>11</sup>Siehe <http://www.onthology.org/> für weitere Informationen.

**ONTHOLOGY**  
An Anthology of Ontologies

**Search ONTHOLOGY**  
Go  
Advanced Search  
Home

**Browse**  
Communities & Collections  
Names  
Creators  
By Date

**Sign on to:**  
Receive email updates  
My ONTHOLOGY authorized users  
Edit Profile  
Ontology Metadata (OMV)  
Help  
About ONTHOLOGY

ONTHOLOGY - An Anthology of Ontologies >

**ONTHOLOGY**  
Welcome to the ontology (metadata) repository for the Semantic Web!  
Questions or comments? Please, contact Jens Hartmann (hartmann 'at' aifb.uni-karlsruhe.de).

**Search**  
Enter some text in the box below to search ONTHOLOGY.  
Go

**Communities in ONTHOLOGY**  
Choose a community to browse its collections.  
Ontologies

**Rating System**  
ONTHOLOGY provides an [Ontology Review & Rating System!](#)  
Features:  
• Browse rated ontologies  
• Submit own reviews

**OntoWorld**  
ONTHOLOGY.org is connected to the world-wide semantic portal network [OntoWorld](#).

Abbildung 11.4: Ontologie-Repositorym ONTHOLOGY

- *Suche*: Anfragen und Suchen im Repositorym
- *Hinzufügen*: Neue Metadaten erzeugen
- *Export*: Export von Metadaten in Teilen oder als Ganzes

Die Suche und der Export kann von jedem Nutzer ohne Einschränkungen durchgeführt werden. Zur Qualitätssicherung der bereitgestellten Informationen in ONTHOLOGY ist für das Hinzufügen neuer Wissensressourcen eine Anmeldung sowie eine weiterführende Begutachtung durch Gutachter notwendig.

ONTHOLOGY ermöglicht die Anbindung von dezentralisierten Systemen, wie beispielsweise Oyster, was zu der Möglichkeit einer einfachen Integration dynamischer Organisationskonfigurationen führt. Für eine nähere Darstellung des entwickelten Systems ONTHOLOGY sei auf die Projektseite und (Hartmann et al., 2005a; Hartmann et al., 2005c) verwiesen.

## 11.7 Resümee

Die ganzheitliche Entwicklung von Methoden zur Unterstützung der Gestaltung und der Umsetzung von Wissensmanagementsystemen erforderte eine Betrachtung von Metawissen in Organisationen sowie die Unterstützung der Wissenstransparenz von Wissensträgern. In diesem Kapitel wurde dazu eine Konzeption zur Verwaltung und Recherche ontologiebasierter Modelle vorgestellt. Zur Annotation von Wissensressourcen wurde das

entwickelte Ontologie-Metadaten-Vokabular (OMV) vorgestellt und näher erläutert. Das Vokabular ermöglicht die Beschreibung und Referenzierung von Wissensobjekten, die in Form einer Ontologie repräsentiert werden. Die modulare Struktur von OMV unterstützt die einfache Wiederverwendung in unterschiedlichen Kontexten sowie die Entwicklung von Erweiterungen für spezielle Anwendungen.

Zur Verwaltung der entstehenden Modelle wurden die zwei komplementären Systeme Oyster und ONTHOLOGY vorgestellt. Das dezentralisierte System Oyster von der Universität Madrid in Spanien entwickelt und das zentralisierte System ONTHOLOGY wurde im Rahmen dieser Arbeit entwickelt und eingesetzt. Beide Systeme verwenden das vorgestellte Ontologie-Metadaten-Vokabular und ermöglichen so einen Transfer und Austausch der Metadaten zwischen den Systemen.

Die Wissenstransparenz kann durch das entwickelte Ontologie-Metadaten-Vokabular (OMV)<sup>12</sup> unterstützt werden. In dem Kontext dieser Arbeit dient es vornehmlich der Annotation von Wissensressourcen in Organisationen. Darüber hinaus konnte sich das Schema in dem EU Projekt Knowledge Web als Methode zur Annotation von Ontologien im Semantic Web etablieren.

---

<sup>12</sup>Die aktuelle Version 2.0 von OMV kann unter der Adresse <http://omv.ontoware.org/> heruntergeladen werden.

## 12 Zusammenfassung: Konsequenzen für die Umsetzung

In diesem Teil der Arbeit wurden Verfahren und Konzeptionen zur ontologiebasierten Gestaltung von Wissensmanagementsystemen entwickelt und näher erläutert. Dazu wurden im Einzelnen folgende Ansätze vorgestellt und diskutiert.

- *Bezugsrahmen für die Gestaltung* - Die Gestaltung von Wissensmanagementsystemen erfordert eine Identifikation relevanter Sachverhalte, wozu ein konzeptioneller Ordnungsrahmen, der sogenannte Bezugsrahmen, in Kapitel 7 aufgestellt wurde. Der Bezugsrahmen lässt sich für eine Vielzahl von unterschiedlichen Organisationskonfigurationen und verschiedenen Wissensmanagementansätzen sowie heterogenen Informationssystemlandschaften anwenden.
- *Ontologiebasierte Modellkonzeption* - Die formal-semantische Modellierung von Sachverhalten, die durch den Bezugsrahmen identifiziert werden, können unter Verwendung der ontologiebasierten Modellkonzeption, wie in Kapitel 8 eingeführt, in einem ontologiebasierten Modellsystem repräsentiert werden. Zur effektiven Darstellung und Analyse komplexer Modellsysteme wurde das Metamodell ONTOCUBE eingeführt, welches sich im Allgemeinen als effizientes Verfahren zur Analyse und Darstellung großer Ontologiebestände eignet.
- *Grundlegende Konzeptualisierungen* - Der Bezugsrahmen identifiziert eine Vielzahl relevanter Aspekte zur Gestaltung von Wissensmanagementsystemen. Diesbezüglich wurden einige ausgewählte Aspekte in Kapitel 9 näher beleuchtet und exemplarisch konzeptualisiert. Die Konzeptualisierungen eignen sich zur Bildung eines Modellsystems nach der beschriebenen ontologiebasierten Modellkonzeption.
- *Metamodell für Wissensmanagementsysteme* - Die grundlegenden Konzeptualisierungen sowie die Darstellung komplexer Modellsysteme durch das Metamodell ONTOCUBE wurden in ein ganzheitliches Metamodell für Wissensmanagementsysteme in Kapitel 10 überführt, welches als zentrales Werkzeug im Rahmen der Gestaltung und Umsetzung eingesetzt werden kann.
- *Verwaltung und Recherche ontologiebasierter Modelle* - Die vorgestellten Konzeptionen verwenden Ontologien im Rahmen der Gestaltung von Wissensmanagementsystemen sowie zur Annotation einzelner Wissensressourcen in einer Organisation. Dieser Umstand erfordert die Entwicklung von Methoden zur Verwaltung und Recherche ontologiebasierter Modelle. In diesem Sinne wurde das erste Ontologie-Metadaten-Vokabular (OMV) entwickelt und in Kapitel 11 näher vorgestellt, wel-

ches im Rahmen dieser Arbeit zur Repräsentation von Metawissen und zur Unterstützung der Wissenstransparenz eingesetzt wurde. Darüber hinaus wurde das Vokabular als Beschreibungsstandard für Ontologien im Semantic Web eingesetzt.

Die entwickelte Modellkonzeption unterstützt eine ganzheitliche Gestaltung und Analyse von Wissensmanagementsystemen auf der Basis von Ontologien. Das eingeführte Metamodell ONTOCUBE stellt dabei ein zentrales Werkzeug zur Darstellung und Analyse ontologiebasierter Modellsysteme dar. Anhand des entwickelten Metamodells für Wissensmanagementsysteme konnte auf Grundlage etablierter Wissensmanagementansätze, wie beispielsweise die *Wissensbausteine* von Probst (Probst et al., 2006) oder die *Wissensspirale* von Nonaka und Takeuchi (Nonaka & Takeuchi, 1995), eine ganzheitliche Gestaltung unterstützt werden.

Neben den zuvor aufgeführten Aspekten einer ganzheitlichen Gestaltung bedarf es einer weiterführenden Untersuchung hinsichtlich einer praktischen Umsetzung der entwickelten Konzeptionen. Die Unterstützung beziehungsweise der Einsatz von ontologiebasierten Metamodellen auf der Ebene operativer Wissensmanagementsysteme stellt sich folglich als Kernziel für eine erfolgreiche Umsetzung dar.

In diesem Sinne werden im folgenden Teil dieser Arbeit Einsatzmöglichkeiten des ONTOCUBES auf der Systemebene einzelner Wissensmanagementanwendungen betrachtet.

## Teil III

# Umsetzung und Anwendungen

*“Es ist nicht genug, zu wissen, man muß auch anwenden;  
es ist nicht genug, zu wollen, man muß auch tun.”*  
— Johann Wolfgang von Goethe



# 13 Umsetzung der Modellkonzeption



In diesem Teil der Arbeit wird die entwickelte Modellkonzeption zur Umsetzung ausgewählter Anwendungsszenarien eingesetzt. Dieses Kapitel betrachtet dazu den Einsatz des Metamodells ONTOCUBE auf der praktischen Ebene einzelner Wissensmanagementanwendungen.

Die **Einleitung** in Abschnitt 13.1 beschreibt die grundlegende Konzeption der Umsetzung. Die softwaretechnische Unterstützung wird durch den entwickelten **Mediator ALMO** realisiert, welcher in Abschnitt 13.2 vorgestellt wird. Ein exemplarischer **Einsatz des Metamodells ONTOCUBE auf Systemebene** wird in Abschnitt 13.3 skizziert. Das Kapitel schließt in Abschnitt 13.4 mit einem **Resümee**.

## 13.1 Einleitung

Neben den methodischen Beiträgen dieser Arbeit zur Gestaltung bedarf es einer weiterführenden Betrachtung von Einsatzmöglichkeiten ontologiebasierter Modelle auf softwaretechnischer Ebene im Rahmen einer Umsetzung von Wissensmanagementsystemen. Die These folgt der Annahme, dass erst die Kombination und die Integration ontologiebasierter Modelle mit den laufenden, operativen Systemen einer Organisation ausschlaggebend für ein erfolgreiches Wissensmanagement ist. Der Einsatz von Modellen auf operativer Systemebene bezeichnet hierbei die softwaretechnische Nutzung ontologiebasierter Modelle für die Umsetzung, den Betrieb und die Überwachung von Wissensmanagementsystemen oder einzelnen -anwendungen.

Die Konzeptualisierungen in Kapitel 9 illustrieren exemplarische Sachverhalte zur Darstellung von Wissensmanagementsystemen in einem ONTOCUBE. Dabei wurden unter anderem Funktionen und Leistungen von Systemen betrachtet, die wichtige Eigenschaften realer Systeme abbilden. In diesem Kapitel wird weiterführend ein Verfahren vorgestellt, welches modellierte Eigenschaften in einem ONTOCUBE mit realen Systemfunktionen verknüpft. Dies bedeutet, dass ausgewählte softwaretechnische Funktionen einer Anwendung mit modellierten Eigenschaften aus einem ONTOCUBE kombiniert werden, wodurch eine explizite Verknüpfung und Wechselwirkung zwischen einem ontologiebasiertem Metamodell und einem operativen System erzielt wird.

Das Ziel des Einsatzes von Metamodellen auf der Systemebene liegt insbesondere in der Ausnutzung relevanter Wechselwirkungen hinsichtlich einer Optimierung von Wissensmanagementaktivitäten. Zum einen unterstützt eine explizite formal-semantische Verknüpfung von Modelleigenschaften mit realen Systemfunktionen eine ganzheitliche Gestaltung und ermöglicht zum anderen eine integrierte Umsetzung von Wissensmanagementsystemen. Die Modellierung derartiger Verknüpfungen erfolgt auf Grundlage der entwickelten Modellkonzeption und wird folglich in einem ontologiebasierten Modellsystem repräsentiert. Ein wichtiges Resultat stellt dabei die Vermeidung eines Bruchs zwischen Modellsystem und realem System (Objektsystem) im Rahmen der Umsetzung. Darüber hinaus erlaubt die aufgezeigte Verknüpfung eine Darstellung kritischer Zustände in einem ONTOCUBE. Das Verfahren eignet somit auch als *Bewertungsmodell* zur Darstellung und Analyse der eingesetzten Systeme in einer Organisation.

Die softwaretechnische Realisierung erfolgt auf Basis des entwickelten Mediators ALMO, welcher die Modellierung, die Durchführung und die Kontrolle von konkreten Funktionen in einem Wissensmanagementsystem unterstützt. Dadurch lassen sich softwaretechnische Funktionen von Wissensmanagementsystemen in einem ONTOCUBE ganzheitlich darstellen und analysieren. Die Modellierung der Verknüpfungen wird von einem Modellkonstrukteur vorgenommen. Der Zusammenhang zwischen dem Metamodell ONTOCUBE, dem Mediator ALMO und den eingesetzten Systemen wird in Abbildung 13.1 verdeutlicht.

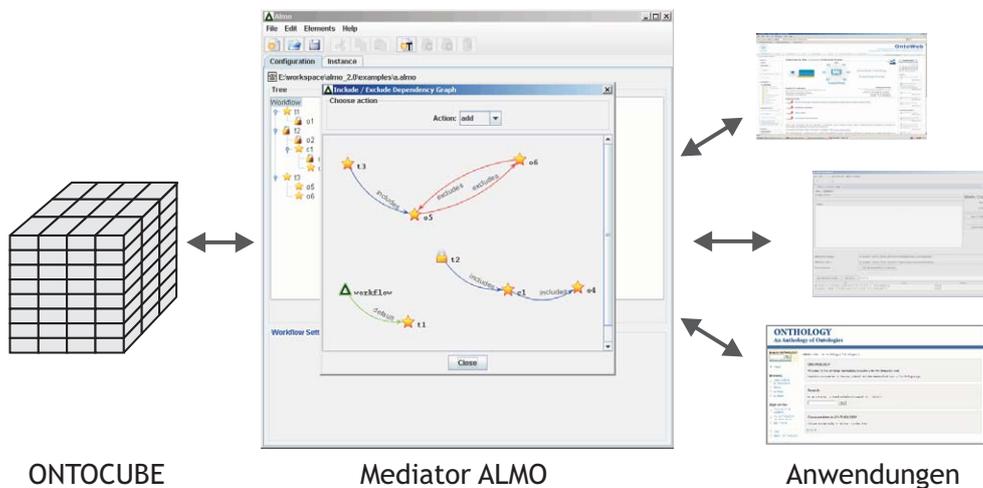


Abbildung 13.1: Einsatz des Metamodells auf Systemebene

Im Rahmen der Gestaltung ermöglicht der Einsatz des Mediators somit die Zuordnung von softwaretechnischen Funktionen in einem Objektsystem zu modellierten Funktionen in einem Modellsystem. Andererseits eignet sich ein ONTOCUBE durch die Darstellung softwaretechnischer Abläufe in Wissensmanagementsystemen beziehungsweise -

anwendungen als Bewertungsmodell und unterstützt somit die Analyse und Kontrolle von Wissensmanagementaktivitäten (auf Systemebene).

Im folgenden Abschnitt wird der Mediator ALMO näher vorgestellt.

## 13.2 Der Mediator ALMO

Der entwickelte Mediator ALMO<sup>1</sup> verwendet modellierte Funktionen in einem ONTOCUBE zur konkreten softwaretechnischen Unterstützung und Durchführung der jeweiligen Wissensmanagementaktivitäten auf der Systemebene<sup>2</sup>. Dabei wird eine Menge von modellierten Funktionen bezüglich einer bestimmten Wissensmanagementaktivität (in einem ONTOCUBE) als ein definierter *Ablauf* einzelner softwaretechnischer Funktionen in einem Wissensmanagementsystem betrachtet.

Im wesentlichen besteht der Mediator ALMO aus folgenden Komponenten:

- Die Kernapplikation ALMO – mit eigenem Datenmodell, Funktionen sowie Steuerungen,
- Die ALMO API (Application Programmer Interface) – Programmierschnittstelle und
- Die ALMO GUI (Graphical User Interface) – Grafische Benutzerschnittstelle.

Die *ALMO Kernapplikation* verfügt über grundlegende Mechanismen zur Steuerung sowie zur Repräsentation softwaretechnischer Funktionen von Wissensmanagementanwendungen<sup>3</sup> und -systemen. Die softwaretechnischen Funktionen werden als Abläufe dargestellt und als Ontologie repräsentiert, wodurch eine einfache Wiederverwendung unterstützt wird. Die Modellierung einer Abfolge von Funktionen wird als Ablaufschema beziehungsweise -konfiguration bezeichnet. Die Ablaufkonfigurationen werden zur Bildung von konkreten Abläufen, einer sogenannte Ablaufinstanz, verwendet. Die *Programmierschnittstelle* dient zur Interaktion mit den verknüpften Wissensmanagementsystemen sowie weiteren Anwendungen, wie beispielsweise einem Ontologieeditor. Die jeweiligen softwaretechnischen Systeme müssen dabei die Programmierschnittstelle von ALMO implementieren. Zur Visualisierung und Modifikation der Abläufe verfügt ALMO über eine *grafische Benutzerschnittstelle*, welche eine grafische Darstellung der Abläufe ermöglicht und grundlegende Funktionen zur Bearbeitung von Abläufen unterstützt.

Der Mediator ALMO ist als Bindeglied zwischen einem Metamodell ONTOCUBE und den Wissensmanagementsystemen einer Organisation zu verstehen. Durch die modulare

---

<sup>1</sup>In Anlehnung an den griechisch-römischen Flussgott Almo.

<sup>2</sup>Im Rahmen dieser Arbeit beschränkt sich die Anwendung auf Applikationen, die in der Programmiersprache JAVA entwickelt wurden.

<sup>3</sup>Der Begriff Wissensmanagementanwendung wird als Teilsystem verstanden, welches konkrete Wissensmanagementaktivitäten unterstützt.

Konzeption, können, durch entsprechende Adaptionen, Metamodelle sowie Ablaufkonfigurationen (in Abhängigkeit der vorhandenen Systeme) ausgetauscht werden. Der grundlegende Zusammenhang ist vereinfacht in Abbildung 13.2 illustriert.

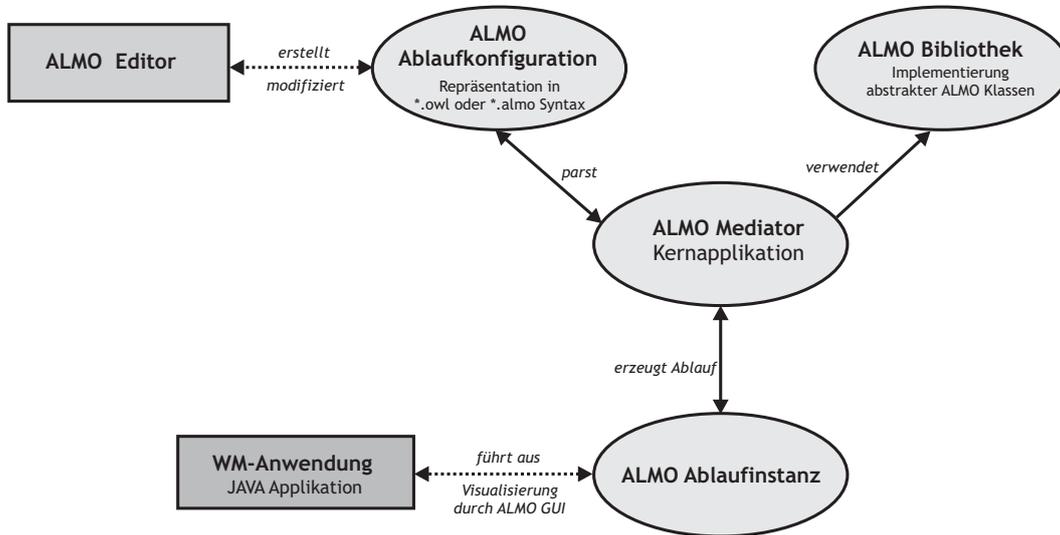


Abbildung 13.2: ALMO Übersicht

Der Mediator ALMO besteht, wie in Abbildung 13.2 skizziert, aus einer *ALMO Bibliothek*, welche notwendige Methoden zur Steuerung und Durchführung von Abläufen bereitstellt und einer grafischen Benutzerschnittstelle zur Ablaufvisualisierung und -bearbeitung. Die Kernapplikation erstellt daraus nach den jeweiligen Einstellungen eine Ablaufinstanz, welche zur konkreten Ausführung verwendet wird. Zur Repräsentation von Abläufen werden Ontologien verwendet. Dabei wird zwischen einem Ablaufschema, der sogenannten *Ablaufkonfiguration*, und einer *Ablaufinstanz* unterschieden. Ein Ablauf besteht im Allgemeinen aus folgenden Elementen<sup>4</sup>.

- *Operation* – Eine Operation stellt eine einzelne Funktion dar, die nicht weiter aufteilbar ist. Beispielsweise kann ein einzelner Wissensprozess als eine Operation in ALMO betrachtet werden.
- *Container* – Ein Container besteht aus einer Menge von Operationen. Für einen Container können bestimmte Ausführungseigenschaften festgelegt werden, die für alle Operationen gelten.
- *Task* – Ein Task referenziert eine konkrete Aufgabenstellung beziehungsweise eine festgelegte Erbringung von (softwaretechnischen) Funktionen. Ein Task setzt sich aus Operationen und/oder Containern zusammen.

<sup>4</sup>Die Bezeichner sind in englischer Sprache verfasst, um Verwechslungen mit den Konzeptualisierungen dieser Arbeit zu vermeiden.

Die aufgeführten Elemente erlauben eine Abbildung komplexer Ablaufkonfigurationen, welche in einem ONTOCUBE modelliert sind. Die Abbildung 13.3 zeigt die Darstellung eines exemplarischen Ablaufs im grafischen Editor von ALMO.

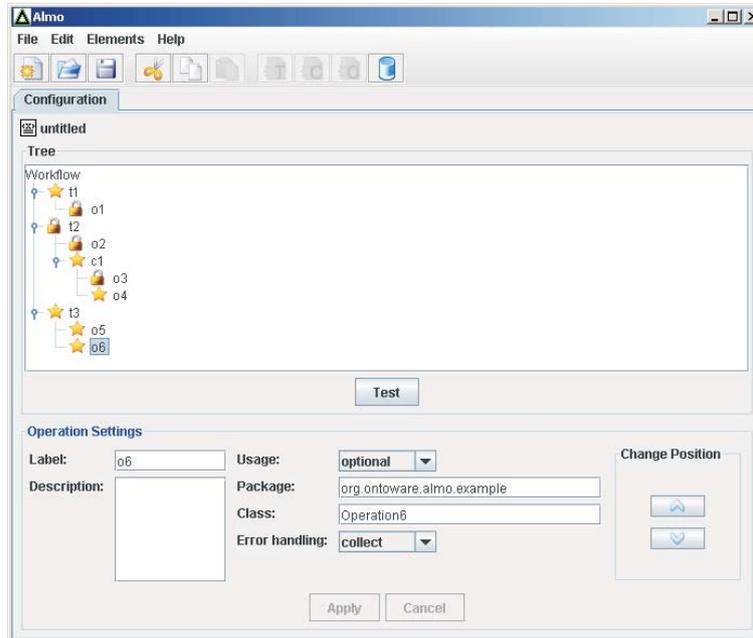


Abbildung 13.3: Ablauf im ALMO Editor

Des Weiteren unterstützt der Editor den Anwender in der Spezifikation von Abhängigkeiten zwischen einzelnen Funktionen, wie beispielhaft in Abbildung 13.4 gezeigt.

Im Allgemeinen erlaubt der Mediator ALMO eine Verkettung modellierter Funktionen aus einem ONTOCUBE zur Bildung von Abläufen, die zur softwaretechnischen Unterstützung bestimmter Wissensmanagementaktivitäten dienen. Die einzelnen Funktionen beziehungsweise Elemente in einem Ablauf können *sequentiell* oder *parallel* von ALMO ausgeführt werden. Darüber hinaus können Abhängigkeiten zwischen Funktionen durch Inklusions- und Exklusionsdeklarationen beschrieben werden. Zur Laufzeit werden auftretende Fehler von ALMO entsprechend den vorgenommenen Einstellungen behandelt. Dazu können beispielsweise Kriterien wie ein vollständiger Abbruch oder alternative Funktionen definiert werden. Durch die Unterscheidung zwischen Ablaufkonfiguration und Ablaufinstanz, kann ein Ablauf für ähnliche Anwendungen wiederverwendet werden.

Für eine weiterführende Darstellung sei an dieser Stelle auf die Projektseite<sup>5</sup> verwiesen. Dort finden sich neben der eigentlichen Software entsprechende Programmdokumentationen, Anleitungen sowie einige Beispiele zur weiteren Vertiefung.

<sup>5</sup>Siehe hierzu <http://almo.ontoware.org/>



Abbildung 13.4: Darstellung von Abhängigkeiten

### 13.3 Einsatz des Metamodells auf Systemebene

In diesem Abschnitt wird exemplarisch der Einsatz eines ONTOCUBEs auf der Systemebene eines Wissensmanagementsystems aufgezeigt. Dazu verknüpft der Mediator ALMO modellierte Eigenschaften mit konkreten Funktionen einer Wissensmanagementanwendung.

Im weiteren Verlauf wird exemplarisch ein Szenario aus dem Bereich des Dokumentenmanagements diskutiert. Das Szenario knüpft an das Beispiel aus Abschnitt 8.5 an, in dem ein ONTOCUBE zur Darstellung von Publikationen aus der SWRC-Ontologie (Sure et al., 2005) eingesetzt wurde. In den angeführtem Beispiel werden Aspekte der SWRC-Ontologie in einem ONTOCUBE dargestellt und Publikationen im Kontext ausgewählter Forschungsprojekte und Forscher betrachtet. In dem Beispielszenario in diesem Abschnitt werden fortführend allgemeingültige Managementfunktionen zur Unterstützung der Bewertung und Veröffentlichung von Dokumenten betrachtet<sup>6</sup>. Das Szenario wird zum Zwecke einer besseren Übersichtlichkeit und Verständlichkeit stark vereinfacht betrachtet.

*In einem Wissensportal zur organisationsweiten Verwaltung von Dokumenten, können Benutzer neue Dokumente erstellen, welche zum Zwecke einer Qualitätssicherung einem Begutachtungsprozess unterzogen werden. Im Allgemeinen wird dazu ein neues Dokument zur Begutachtung an einen zuständigen*

<sup>6</sup>Das Szenario entspricht einem realen Anwendungsfall. Im Rahmen des EU-IST Projektes OntoWeb wurde das Wissensportal OntoWeb.org auf Basis der SWRC-Ontologie aufgebaut und betrieben (Hartmann et al., 2003). Die Managementprozesse in diesem Beispiel entsprechen dabei dem entwickelten Verfahren. Für eine ausführlichere Darstellung sei auf (Hartmann & Sure, 2004) verwiesen.

Redakteur weitergeleitet, wobei mehrere Begutachtungen durch verschiedene Redakteure üblich sind. Im Falle einer Ablehnung erfolgt eine Benachrichtigung an den jeweiligen Benutzer. Andererseits wird das Dokument in das Portal aufgenommen und veröffentlicht. Die Veröffentlichung basiert auf einer Kategorisierung der Dokumente nach wissenschaftlichen Beiträgen, technischen Dokumentationen und Protokollen. Dokumente, die nicht einer der drei Kategorien zugeordnet werden konnten, werden in die Kategorie Sonstiges einsortiert.

Fortführend werden nun relevante Funktionen eines Wissensportals (Hartmann & Sure, 2003) betrachtet, die zum Management von Dokumenten benötigt werden. Die angeführten Vorgehensweisen werden zunächst im Rahmen der Ausgestaltung des Wissensmanagements definiert und für die Gestaltung der Wissensmanagementsysteme in einem ONTOCUBE modelliert und weiter konkretisiert, wie in Abbildung 13.5 abgebildet.

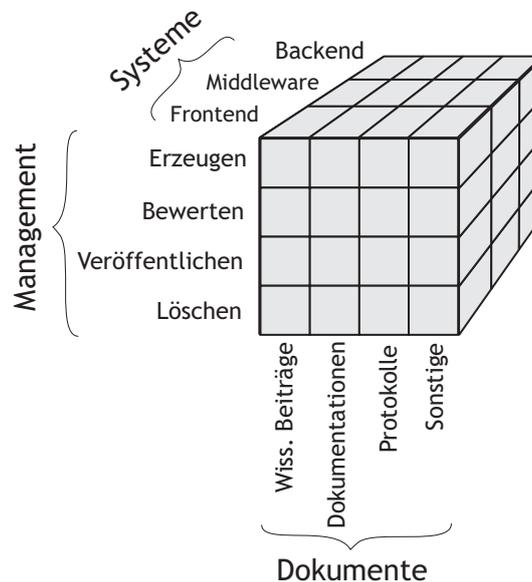


Abbildung 13.5: Darstellung von Dokumenten in einem ONTOCUBE

Im weiteren Verlauf wird nun die praktische Umsetzung beziehungsweise die Verknüpfung des ONTOCUBES mit einem Wissensportal vorgestellt. Das Beispiel beschränkt sich auf den Vorgang der *Veröffentlichung von Publikationen*. Dazu wird die Erzeugung einer Ablaufkonfiguration in ALMO beschrieben, welche auf dem eingesetzten ONTOCUBE und den zur Verfügung stehenden Systemen einer Organisation basiert. In diesem Fall wird die SWRC-Ontologie für den ONTOCUBE sowie ein ontologiebasiertes Wissensportal nach (Hartmann & Sure, 2004) verwendet.

Die prozessorientierte Betrachtung von Aktivitäten wird in ALMO durch Ablaufkonfigurationen repräsentiert. Für die Erzeugung einer Ablaufkonfiguration kann die entwickelte

Programmierschnittstelle sowie die grafische Benutzerschnittstelle von ALMO verwendet werden. Eine Ablaufkonfiguration (*WorkflowConfiguration*) wird wie folgt erzeugt.

```
WorkflowConfiguration w = AlmoFactory.createWorkflow(false, null);
```

Der erste Parameter dient zur Konfiguration von Protokoll- und Dokumentationsfunktionen mittels der freien Software Log4j<sup>7</sup>. Das zweite Argument erlaubt die Zuweisung bereits existierender (JAVA-) Objekte, wie beispielsweise einer Datenbankverbindung. Des Weiteren können nun der *WorkflowConfiguration* *w* weitere Elemente, wie *Operation*, *Task* oder *Container*, hinzugefügt werden. Die Elemente der Ablaufkonfiguration stammen dabei aus dem aufgestellten ONTOCUBE.

```
try {
    Task t1 = new DefaultTask("Dokument_erzeugen");
    w.addTask(t1);

5    Operation o2 = new Operation2("Initialisiere");
    o2.setPackage("org.ontoware.almo.example");
    o2.setClass("Operation2");
    t1.addElement(o2);

10    Task t2 = new Task2("Dokument_veroeffentlichen");
    t2.setPackage("org.ontoware.almo.example");
    t2.setClass("Task2");
    w.addTask(t2);

15    Container c1 = new DefaultContainer("Veroeffentlichung");
    t2.addElement(c1);

    Operation o3 = new Operation3("kopieren_/_verschieben");
    o3.setPackage("org.ontoware.almo.example");
20    o3.setClass("Operation3");
    c1.addElement(o3);

    Operation o4 = new Operation4("editieren");
    o4.setPackage("org.ontoware.almo.example");
25    o4.setClass("Operation4");
    c1.addElement(o4);

} catch (IllegalLabelException e) {
    e.printStackTrace();
30 } catch (IllegalSettingsException e) {
    e.printStackTrace();
}
}
```

In dem ausschnittsweise aufgeführten Programmbeispiel wird zunächst der Task *Dokument erzeugen* (Zeile 2) deklariert, welcher in einem ONTOCUBE modelliert wurde. Diesem Task wird nun die Operation *Initialisiere* zugeordnet (Zeile 5-8), welche eine konkrete Systemfunktion des Wissensportal darstellt. Des Weiteren wird der Task *Dokument veröf-*

---

<sup>7</sup>Vergleiche hierzu <http://logging.apache.org/log4j/>

*fentlichen* erzeugt (Zeile 10), welcher aus dem Container *Veröffentlichung* (Zeile 15) besteht. Der Container beinhaltet die Operationen *kopieren / verschieben* und *editieren* (Zeile 18-26). Die genannten Operationen stellen hierbei spezialisierte Wissensprozesse dar, welche die Ausführung einzelner Wissensmanagementaktivitäten (aus dem ONTOCUBE) unterstützen.

Im Folgenden erfolgt nun eine Implementierung der jeweiligen Elemente, wobei lediglich ein Element eines Typs exemplarisch vorgestellt wird. Die Implementierung eines Tasks erfolgt durch die Ableitung der abstrakten Klasse *org.ontoware.almo.api.Task*.

```

public class Task2 extends Task {
    int max;
    int count;
5
    public Task2(String s) {
        super(s);
        count = 1;
        max = 2;
10
    }

    public Task loopTo() {
        if (count < max) {
15
            count++;
            Workflow w = (Workflow) this.getRoot();
            Task t = (Task) w.getElementByLabel("Dokument_erzeugen");
            this.print("looped_to:_Dokument_erzeugen");
            return t;
20
        }
        return null;
    }

    public void initObject(Object o) {
25
    }
}

```

Dabei müssen folgende Methoden implementiert werden.

- **public abstract Task loopTo()** - Liefert den Task zurück, der nach Fertigstellung ausgeführt werden soll. Wird NULL zurückgeliefert, so wird der nächste Task von ALMO ausgeführt (Zeile 12-21).
- **public abstract void initObject(Object o)** - Ermöglicht die Zuweisung von Objekten (Zeile 23).

Die Implementierung eines *Containers* erfolgt durch die Implementierung der abstrakten Klasse *org.ontoware.almo.api.Container*.

```

public class DefaultContainer extends Container {
    public DefaultContainer(String label) {
        super(label, "org.ontoware.almo.api.defaults", "DefaultContainer");

```

```

5      }

      public void startElement() {
          this.start();
          this.setIndeterminate(true);
10     for (int i=0;i<this.getChildCount();i++) {
                WorkflowElement e = (WorkflowElement) this.getChildAt(i);
                e.startElement();
            }
        }

15     public void stopElement() {
          this.stop();
          for (int i=0;i<this.getChildCount();i++) {
20     WorkflowElement e = (WorkflowElement) this.getChildAt(i);
                e.stopElement();
            }
        }

      public void elementFinished() {
25     boolean finished = true;
          for (int i=0;i<this.getChildCount();i++) {
                WorkflowElement e = (WorkflowElement) this.getChildAt(i);
                if (!e.isFinished()) {
30     finished = false;
                    break;
                }
            }
          if (finished)
35     this.finish();
        }

      public void initPanel() {
        }

40     public void initObject(Object o) {
        }
    }

```

Dabei müssen folgende Methoden implementiert werden.

- **public abstract void startElement()** - Spezifiziert das Aufrufen einzelner Elemente in einem Container (Zeile 7-14).
- **public abstract void stopElement()** - Spezifiziert das Beenden einzelner Elemente in einem Container (Zeile 16-23).
- **public abstract void elementFinished()** - Die Methode wird aufgerufen, wenn ein Element alle Aufgaben erfüllt hat (Zeile 24-35).
- **public abstract void initPanel()** - Ermöglicht die Kommunikation mit einer grafischen Benutzerschnittstelle (Zeile 37).

- **public abstract void initObject(Object o)** - Dient der Zuweisung weiterer Objekte (Zeile 40).

Eine Operation wird durch die Implementierung der abstrakten Klasse `org.ontoware.almo.api.Operation` ermöglicht.

```

public class Operation2 extends Operation {
    public Operation2(String s) {
        super(s);
5    }

    public void startOperation() {
        ...
10    }

    public void run() {
        ...
15    }

    public void stopOperation() {
        ...
20    }

    public void initPanel() {
        ...
25    }

    public void initObject(Object o) {
        ...
    }
}

```

Dabei müssen folgende Methoden implementiert werden.

- **public abstract void startOperation()** - Spezifiziert das Aufrufen einer Operation (Zeile 7).
- **public void run()** - Operationen sind Java Threads, daher muss die entsprechende Methode überschrieben werden (Zeile 10).
- **public abstract void stopOperation()** - Spezifiziert das Beenden einer Operation (Zeile 15).
- **public abstract void initPanel()** - Ermöglicht die Kommunikation mit einer grafischen Benutzerschnittstelle (Zeile 19).
- **public abstract void initObject(Object o)** - Dient der Zuweisung weiterer Objekte (Zeile 23).

Die im laufenden Beispiel erzeugte Ablaufkonfiguration besteht aus einer kleinen Menge von Operationen, Tasks und Container. Im Folgenden werden zusätzliche Operationen

hinzugefügt, wobei die Verwendung weiter spezifiziert wird. Dabei kann eine Operation als *optional* oder *erforderlich* deklariert werden.

```
...
Task t3 = new DefaultTask("Dokument_loeschen");
w.addTask(t3);

5 Operation o5 = new Operation5("archivieren");
  o5.setPackage("org.ontoware.almo.example");
  o5.setClass("Operation5");
  o5.setUsage(Constants.USAGE_OPTIONAL);
  t3.add(o5);
10
  Operation o6 = new Operation6("loeschen");
  o6.setPackage("org.ontoware.almo.example");
  o6.setClass("Operation6");
  o6.setUsage(Constants.USAGE_REQUIRED);
15 t3.add(o6);
  ...
```

Der Task *Dokument löschen* (Zeile 2) besteht aus den Operationen *archivieren* (Zeile 5-9) und *loeschen* (Zeile 11-15). Die Operation zur Archivierung von Dokumenten ist in diesem Beispiel *optional* (Zeile 8), wobei die eigentliche Operation zum Löschen als *erforderlich* deklariert wurde (Zeile 14).

Des Weiteren kann die Verwendung von Elementen in einem Ablauf zu der Notwendigkeit der Inklusion oder Exklusion weiterer benötigter Objekte führen. Diese Inklusions- und Exklusionsdeklarationen können in ALMO, wie exemplarisch im Folgenden gezeigt, spezifiziert werden.

```
t3.add_OnAddIncludeElement(o5);
```

ALMO löst bei Inklusionen entsprechende Abhängigkeiten zwischen weiteren Ablaufelementen auf und bindet diese bei Bedarf automatisch in einen Ablauf ein. Die Auswahl und Spezifikation einer Ablaufkonfiguration führt schließlich zu einer konkreten *Ablaufinstanz*.

```
try {
    w.createInstance();
} catch (SecurityException e) {
    e.printStackTrace();
5 } catch (IllegalArgumentException e) {
    e.printStackTrace();
} catch (IllegalInstanceException e) {
    e.printStackTrace();
} catch (ClassNotFoundException e) {
10 } catch (NoSuchMethodException e) {
    e.printStackTrace();
} catch (InstantiationException e) {
    e.printStackTrace();
15 } catch (IllegalAccessException e) {
    e.printStackTrace();
}
```

```

    } catch ( InvocationTargetException e ) {
        e.printStackTrace ();
    } catch ( IllegalSettingsException e ) {
20     e.printStackTrace ();
    }

```

Abschließend kann die Ablaufinstanz wie folgt ausgeführt werden.

```

try {
    WorkflowInstance i = w.getInstance ();
    i.setVerbose (1);
    i.startWorkflow ();
5 } catch ( NoInstanceAvailableException e ) {
    e.printStackTrace ();
}

```

Die Ausführung kann mit ALMO dargestellt und überwacht werden, wie exemplarisch in Abbildung 13.6 illustriert.

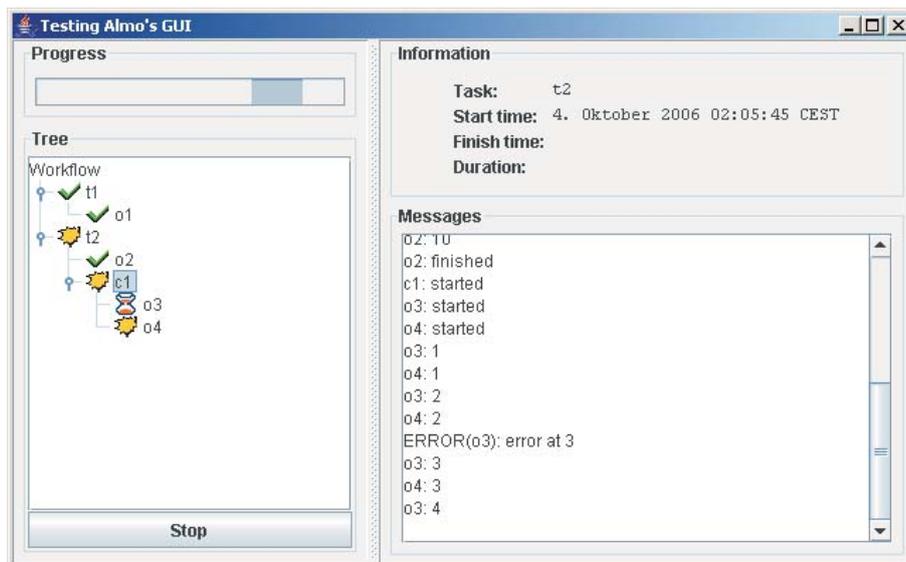


Abbildung 13.6: Darstellung von Abhängigkeiten

Die Ablaufinstanz verbindet nun den aufgeführten ONTOCUBE mit den entsprechenden softwaretechnischen Funktionen des Wissensportals und verknüpft folglich das Modellsystem mit dem Objektsystem. Diese effektive Verbindung ermöglicht eine detaillierte Gestaltung von Wissensmanagementsystemen sowie eine direkte Umsetzung der Modelle. Dabei eignet sich die Synthese der ontologiebasierten Modellkonzeption mit dem Mediator ALMO als Gestaltungs- und als Bewertungsmodell für Wissensmanagementsysteme.

## 13.4 Resümee

Ein wichtiger Beitrag dieser Arbeit ist neben einer flexiblen, ontologiebasierten Modellbildung von Wissensmanagementsystemen eine effektive Unterstützung der Umsetzung sowie der Kontrolle der eingesetzten Systeme, wodurch das Metamodell im Sinne eines Gestaltungs- und Bewertungsmodell betrachtet wird. Zur Verbindung eines ONTOCUBES mit konkreten Wissensmanagementsystemen wird der Mediator ALMO zur Steuerung und Durchführung modellierter Funktionen in einem Wissensmanagementsystem eingesetzt.

In dem aufgeführten Szenario wurden einige Wissensmanagementaktivitäten und Systemfunktionen zur exemplarischen Unterstützung des Dokumentenmanagements in einem ONTOCUBE modelliert, welcher durch den entwickelten Mediator zur Erzeugung ausführbarer Ablaufkonfigurationen eingesetzt wurde. Dazu wurden softwaretechnische Möglichkeiten von ALMO erläutert und die Interaktion mit Schnittstellen von Wissensmanagementsystemen aufgezeigt.

Im weiteren Verlauf wird die Umsetzung der ontologiebasierten Modellkonzeption anhand ausgewählter Anwendungsszenarien demonstriert.

# 14 Ausgewählte Anwendungsszenarien



ÜBERSICHT

In diesem Kapitel wird der praktische Einsatz der entwickelten Konzeption zur Gestaltung und Umsetzung von drei Anwendungen zur Unterstützung des Wissensmanagements in Organisationen beschrieben.

In Abschnitt 14.1 wird ein **Überblick** über Anwendungsszenarien zur Unterstützung ausgewählter Wissensmanagementaktivitäten gegeben. Die **Unterstützung der Wissensidentifikation** wird in Abschnitt 14.3 beschrieben. Die **Unterstützung der Wissensentwicklung** wird in Abschnitt 14.4 vorgestellt und die **Unterstützung der Wissensnutzung** wird in Abschnitt 14.5 dargestellt. Das Kapitel schließt in Abschnitt 14.6 mit einem **Resümee**.

## 14.1 Überblick

Im Rahmen dieser Arbeit wurden die ontologiebasierte Modellkonzeption sowie der Mediator ALMO anhand ausgewählter Anwendungsszenarien für die Gestaltung sowie die Umsetzung von Anwendungen zur Unterstützung grundlegender Wissensmanagementaktivitäten in Organisationen eingesetzt. Die Anwendungsszenarien entsprechen dabei folgenden Kernaufgaben des Wissensmanagements und bilden in vereinfachter Form den zyklischen Prozess der Wissensschaffung nach (Nonaka & Takeuchi, 1995) ab:

- Unterstützung der Wissensidentifikation,
- Unterstützung der Wissensgenerierung und
- Unterstützung der Wissensnutzung.

Zur *Unterstützung der Wissensidentifikation* wird ein ONTOCUBE zur Betrachtung von Wissensprozessen für die Identifikation von Wissensressourcen aufgestellt, welcher anschließend zur Entwicklung eines semantisch fokussierten Suchwerkzeuges, dem sogenannten Crawler METIS, eingesetzt wird. METIS verwendet einen ONTOCUBE als Hintergrundwissen (Domänenwissen) und unterstützt dadurch eine effiziente semantische Suche nach potentiellen Ressourcen in Intranets oder im Internet.

Die Analyse und Extraktion von Wissen aus vorhandenen Beständen, welche beispielsweise im Rahmen der Wissensidentifikation entdeckt wurden, werden im Kontext der *Unterstützung der Wissensgenerierung* verwendet, um implizite Muster oder Regeln zu erkennen, welche als neues Wissen in die organisationale Wissensbasis eingepflegt werden

können. In diesem Anwendungsszenario wird ein ONTOCUBE zur Darstellung relevanter Aktivitäten zur Wissensentdeckung aufgestellt, welcher in die Entwicklung einer Wissensentdeckungssoftware, der sogenannten HELENOS Plattform, einfließt.

Die *Unterstützung der Wissensnutzung* stellt das dritte Anwendungsszenario dieser Arbeit dar. Dabei wird ein ONTOCUBE zur Darstellung notwendiger Wissensprozesse zur Unterstützung der Wissensnutzung aufgestellt und die Entwicklung mehrerer semantischer Portale beschrieben, die in unterschiedlichen nationalen und internationalen Forschungsprojekten erfolgreich eingesetzt wurden.

Die angeführten Anwendungsszenarien zur Wissensidentifikation und -generierung wurden im Rahmen des Forschungsprojektes SemIPort entwickelt, welches im folgenden Abschnitt kurz vorgestellt wird.

## 14.2 Das BMBF Projekt SemIPort

Im Rahmen des BMBF geförderten Projektes SemIPort<sup>1</sup> wurden in der Projektlaufzeit von 2002 bis 2005 Methoden zur Wissensidentifikation, -entdeckung und -nutzung entwickelt sowie umgesetzt. Das Projektkonsortium bestand aus den folgenden vier Partnern: dem Institut für Angewandte Informatik und Formale Beschreibungsverfahren (AIFB) an der Universität Karlsruhe, dem Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI) in Saarbrücken, dem Fraunhofer Institut für Integrierte Publikations- und Informationssysteme (IPSI) in Darmstadt und der Gruppe Datenbanken- und Informationssysteme der Universität Trier.

Das Ziel des Projektes SemIPort bestand in der Entwicklung innovativer Methoden und Werkzeuge zum Aufbau und Betrieb semantischer Informationsportale für wissenschaftliche Gemeinschaften. Als Basis für diese Methoden und Werkzeuge dienen konzeptuelle Beschreibungen der gegebenen Domäne durch eine Domänenontologie. Diese unterstützt die Repräsentation von semantischen Metadaten über existierende Informationen und ermöglicht die Integration von Informationen aus verschiedenen Informationsquellen.

Das Projekt steht in direktem Zusammenhang mit dem Projekt FachInformationssystem Informatik (FIS-I)<sup>2</sup>, in welchem das FIZ Karlsruhe, die Gesellschaft für Informatik, sowie die Universitäten Karlsruhe, München und Trier ein Kompetenz- und Dienstleistungsnetz in Form eines Internetportals entwickeln, aufbauen und betreiben.

In der ersten Phase des Projektes lag der Schwerpunkt auf der Gestaltung und Modellierung relevanter Sachverhalte. In diesem Kontext wurde die ontologiebasierte Konzeption dieser Arbeit entwickelt.

In der zweiten Phase des Projektes wurde ein Verfahren entwickelt, welches potentielle Wissensressourcen auffindet, um das ontologiebasierte Modell weiter zu verfeinern. Dieses Verfeinern kann beispielsweise das Hinzufügen oder Ändern von Konzepten beinhalten

---

<sup>1</sup>Weitere Informationen stehen unter <http://km.aifb.uni-karlsruhe.de/projects/semiport/> zur Verfügung.

<sup>2</sup>Siehe hierzu <http://www.io-port.net/>

oder die Modellierung neuer Instanzen zu bestehenden Konzepten. Der Prozess der ontologiebasierten Suche wurde dabei auf Inhalte des World Wide Web angewendet, wodurch das Verfahren einen *Semantic Web Mining* Ansatz darstellt. Die entwickelte Konzeption verwendet dabei Domänenwissen für eine fokussierte Suche nach Ressourcen. Das Domänenwissen wird durch die ontologiebasierte Modellkonzeption, wie in Teil II beschrieben, erstellt und bereitgestellt.

Das *Semantic Web Structure und Content Mining* beinhaltet die Analyse von Methoden und Verfahren zur Identifikation von Mustern in gegebenen Datensätzen im Kontext von SemIPort.

Im Detail wurden im Bereich Semantic Web Structure und Content Mining Konzepte und Verfahren für eine ontologiebasierte Instanzidentifikation im Internet weiter verfeinert und die praktische Umsetzung bezüglich der entwickelten Konzeption zur Gestaltung von Wissensmanagementsystemen durchgeführt, welche im Folgenden näher dargelegt wird.

### 14.3 Unterstützung der Wissensidentifikation

In diesem Abschnitt wird die Unterstützung der Wissensidentifikation durch das Metamodell ONTOCUBE dargestellt und zur Entwicklung der Anwendung METIS<sup>3</sup> eingesetzt (Hartmann et al., 2002; Ehrig et al., 2004).

Die Identifikation relevanter Wissensressourcen in organisationsweiten Intranets oder im World Wide Web wird zunehmend durch den rapiden Zuwachs an digitalisierten Inhalten erschwert. Bestehende Ansätze, denen aktuelle Suchmaschinen in der Regel folgen, entgegen den anfallenden Datenmengen oft mit immer neuer Rechenleistung. Diese Vorgehensweise wird sich jedoch nicht beliebig fortsetzen lassen. In diesem Sinne wird ein fokussiertes Verfahren zur Identifikation und Extraktion kontextrelevanter Informationen vorgestellt, welches auf der ontologiebasierten Modellkonzeption dieser Arbeit aufbaut und eine konkrete Ausgestaltung des Managementprozesses Wissensidentifikation in einem ONTOCUBE darstellt. Anhand von Beispielen wird die praktische Anwendung eines solchen fokussierten Crawlers im World Wide Web erläutert.

Die Anwendung von Data Mining Methoden zur Erkennung von Regularitäten in Daten auf das World Wide Web wird Web Mining genannt. Im Allgemeinen wird Web Mining in folgende drei Bereiche unterteilt:

- *Web Content Mining*: Die Erkennung von Regularitäten in Texten und Multimedia Objekten (beispielsweise Grafiken) in Web Dokumenten.
- *Web Usage Mining*: Die Erkennung von Regularitäten in der Benutzung von Web Dokumenten.
- *Web Structure Mining*: Die Erkennung von Regularitäten in der Struktur von Web Dokumenten und ihrer Relationen.

---

<sup>3</sup>In Anlehnung an Metis, die griechische Göttin der Klugheit.

Die Anwendung von semantischen Verfahren zur Unterstützung des Web Minings und der Einsatz von konventionellen Web Mining Methoden zur Unterstützung der Wissensverarbeitung wird unter dem Begriff *Semantic Web Mining* (Stumme et al., 2002) zusammengefasst.

Im Kontext der Erkennung neuer und nützlicher Ressourcen beispielsweise für eine organisationale Wissensbasis oder ein semantisches Informationsportal (Hartmann & Sure, 2004), erscheint die kombinierte Verwendung von Content und Structure Mining Methoden sinnvoll. Erst die intelligente Kombination von Methoden zur inhaltlichen Analyse von Ressourcen sowie deren relationalen Betrachtung lässt bedarfsgerechte Schlüsse über die Zugehörigkeit und Relevanz einer Ressource zu. Des Weiteren lässt sich vorhandenes Wissen für eine gezielte Suche verwenden, das heißt auf der Basis von Hintergrundwissen über eine Domäne wird die Wertigkeit von Ressourcen in Bezug auf die Zugehörigkeit und Relevanz abgeschätzt. Dadurch kann die Suche nach potentiell bedeutsamen Ressourcen fokussiert werden.

Im Allgemeinen werden sogenannte *Crawler* als Werkzeug zur Identifikation und Extraktion von Ressourcen aus dem Internet eingesetzt. Bestehende Crawler unterscheiden sich zum Teil in ihrer Konzeption und somit auch in ihrer Architektur stark, welches sich auf die jeweilige Verwendung der gewonnen Ressourcen beziehungsweise der jeweiligen Anwendung zurückführen lässt (Chakrabarti et al., 1999). Es lassen sich dabei zwei grundlegende Arten von Crawlern unterscheiden. Zum einen Crawler, die Dokumente aufgrund ihrer Verlinkung einsammeln, wie beispielsweise der Crawler Webbase (Hirai et al., 2000). Dem gegenüber stehen inhaltsbasierte Crawler, welche die enthaltenen Texte in eine Relevanzbewertung einbeziehen und so die Suche fokussieren (Ehrig & Maedche, 2003).

Ein großer Nachteil bestehender Crawler ist deren proprietäre Ausrichtung auf eine bestimmte Anwendung hin (Mädche et al., 2002). Eine Weiterverwendung beziehungsweise Erweiterung ist daher in der Regel schwierig bis unmöglich. Die in dieser Arbeit entwickelte Konzeption stellt einen Ansatz für eine modulare und flexible Methodik zur intelligenten Erkennung und Extraktion von Wissen dar, die sich auf das Internet sowie auf Dokumente in Intranets beispielsweise in Unternehmen und Einrichtungen der öffentlichen Hand anwenden lässt.

### 14.3.1 Ontologiebasiertes Web Mining

Die ontologiebasierte Modellkonzeption aus Teil II dieser Arbeit wird für die Entwicklung des ontologiebasierten Web Crawlers METIS eingesetzt, welcher auf der entwickelten Methode des ontologiebasierten Web-Minings basiert, die im Folgenden näher vorgestellt wird.

Der Wissensmanagementprozess *Wissensidentifikation* aus dem Metamodell für Wissensmanagementsysteme, wie in Kapitel 10 beschrieben, wird dabei weiterführend betrachtet und entsprechend verfeinert. Dabei werden folgende Kategorisierungen von wichtigen Aktivitäten zur Identifikation vorgenommen.

- *Domänenmodellierung* – Ermöglicht die Beschreibung und Repräsentation einer Wissensdomäne.
- *(Vor-)Verarbeitung* – Dient zur (Vor-) Verarbeitung von Dokumenten, wie beispielsweise eine Fehlerkorrektur oder Transformation der Dokumente.
- *Relevanzbewertung* – Bestimmt die Relevanz eines Dokumentes bezüglich einer definierten Wissensdomäne.
- *Benutzerinteraktion* – Unterstützt die Interaktion mit einem Benutzer zur Steuerung und Konfiguration des Crawlers.
- *Crawling* – Zuständig für das Laden von Dokumenten aus dem World Wide Web.

Diese Kategorisierungen der Wissensidentifikation können nun in einem ONTOCUBE dargestellt werden, wie in Abbildung 14.1 abgebildet.

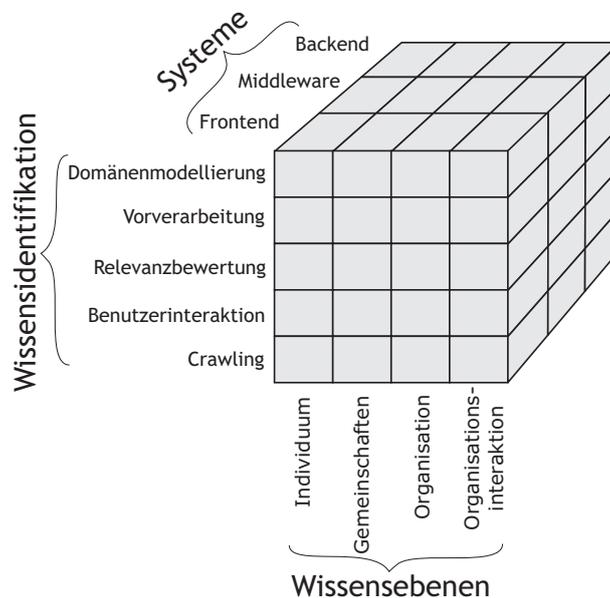


Abbildung 14.1: Konzeption ontologiebasierte Wissensidentifikation

Der aufgezeigte ONTOCUBE stellt dabei eine Spezialisierung des allgemeinen Metamodells für Wissensmanagementsysteme, wie in Kapitel 10 entwickelt, bezüglich der Wissensidentifikation in Organisationen dar. Demnach können unter anderem Funktionen entsprechend den jeweiligen Kategorien der Wissensidentifikation bezüglich den Wissensebenen und den eingesetzten Systemen dargestellt werden.

Bei der entwickelten Anwendung zur Wissensidentifikation besitzt die *Domänenmodellierung* und die *Bewertung von Wissensressourcen* eine herausragende Bedeutung, welche daher im weiteren Verlauf näher erläutert werden. Auf eine Darstellung der *Vorverarbeitung*

ung, *Benutzerinteraktion* und dem eigentlichen *Crawling* wird an dieser Stelle verzichtet und auf (Hartmann et al., 2002; Ehrig et al., 2004) verwiesen.

### 14.3.1.1 Domänenmodellierung

Die Grundlage der entwickelten Konzeption zur ontologiebasierten Wissensidentifikation bildet die Verwendung von Hintergrundwissen in Form des Metamodells ONTOCUBE, welches eine formale und verständliche Repräsentation von Wissen für Menschen und Maschinen unterstützt. Dies erfordert die Repräsentation von Wissen über bereits bekannte Sachverhalte (Hintergrundwissen) und die Modellierung von Wissen über (potentielle) Wissensquellen, aus denen Instanzen identifiziert und extrahiert werden sollen. In diesem Fall beschreibt die sogenannte *Crawling-Ontologie* die Struktur des *Word Wide Web*, wie beispielsweise die Eigenschaften von Dokumenten im Internet, sowie deren Verknüpfungen mittels *Hyperlinks*.

Folglich repräsentiert das eingesetzte Metamodell ONTOCUBE neben den betriebswirtschaftlich-organisatorischen Aspekten relevante Sachverhalte einer Wissensdomäne, also die Konzepte und die Beziehungen, die in der jeweiligen Suche eine Rolle spielen.

Zur Handhabung und Modellierung der jeweiligen Ontologien wird die am AIFB entwickelte *Open-Source-Software KAON* (Bozsak et al., 2002) eingesetzt. Über den *Ontologie-Inklusionsmechanismus* von KAON kann dann die *Crawler-Ontologie* sich die *Domänenontologie* zu Nutze machen, um zu beschreiben, welche Konzepte oder Instanzen in den jeweiligen Webseiten und Links relevant für die Belange des jeweiligen Nutzers sind.

Exemplarisch zeigt die Abbildung 14.2 auf der linken Seite die *Crawler-Ontologie* mit zwei beispielhaften Instanzen, die Webseiten repräsentieren, sowie einem *Hyperlink* zwischen diesen beiden, und auf der rechten Seite einen Ausschnitt der *Domänenontologie*, in der *Forscher*, *Institute*, *Publikationen* und ihre Beziehungen auf Basis der *SWRC-Ontologie* modelliert werden.

Der mittlere Teil zeigt, wie *Web-* und *Domänenontologie* verknüpft werden: über die inhaltliche Bewertung wird bestimmt, welche Entitäten für eine Webseite eine Rolle spielen. Die wichtigsten davon werden mit ihrem Gewicht als „Score“ in die *Ontologie* aufgenommen. Diese Scores stellen dann den Bezug von *Web-Entitäten* wie *Seiten* und *Links* zu *Domänen-Entitäten* wie „*Institut AIFB*“ oder „*Wissenschaftlicher Mitarbeiter Jens Hartmann*“ her.

Die dargestellte *Domänenmodellierung* wird als Grundlage der Bewertung von *Wissensressourcen* eingesetzt, welchen im folgenden Unterabschnitt näher vorgestellt wird.

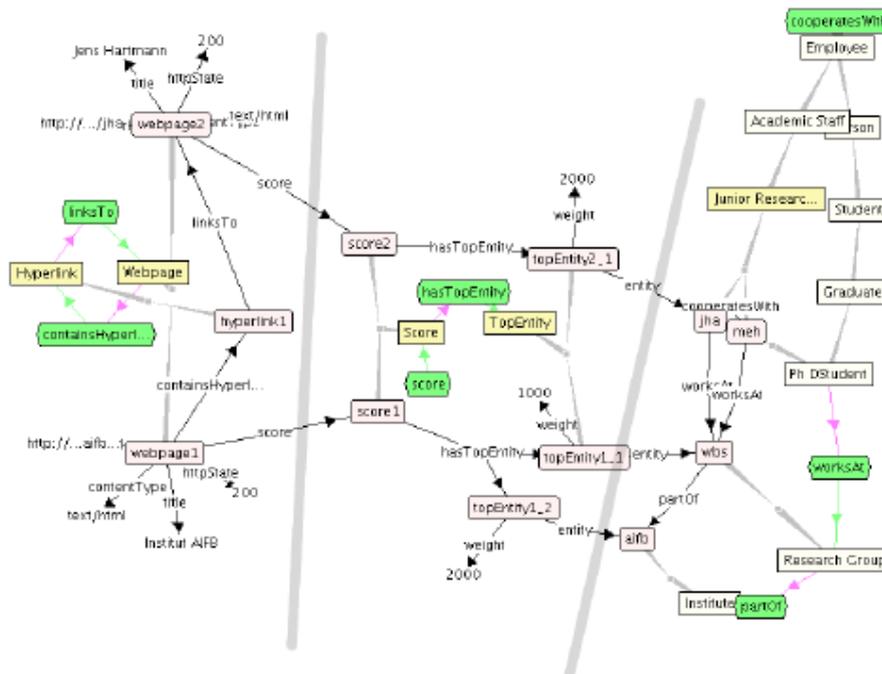


Abbildung 14.2: Crawler- und Domänen-Ontologie in METIS

#### 14.3.1.2 Bewertung von Wissensressourcen

Die große Informationsdichte und -vielfalt, insbesondere im Internet, erfordert eine detaillierte Analyse und Beurteilung der gefundenen Ressourcen. Die Ressourcen weisen in der Regel einen unterschiedlich hohen Informationsgehalt oder allgemein eine unterschiedliche Relevanz zur gegebenen Domäne auf. Im Gegensatz zu Informationsextraktionsmechanismen, die eine Bewertung von Ressourcen erst nach der eigentlichen Extraktion vornehmen, zielt der entwickelte Ansatz auf eine Bewertung von Ressourcen während der eigentlichen Suche ab. Dies ermöglicht eine effektive und effiziente Nutzung vorhandener Kapazitäten. Die fokussierte Suche nach Ressourcen basiert auf der Bestimmung der Relevanz einer Ressource zu einer bestimmten Domäne oder Teildomäne. Generell wird als Suchstrategie die Verfolgung von Relationen zu Ressourcen mit möglichst hoher Relevanz verwendet („fokussiertes Crawlen“).

Die inhaltliche Analyse von Dokumenten basiert zunächst auf klassischen Verfahren aus dem Bereich des Text Minings. Dabei wird der Text nach einer Vorverarbeitung, welche aus der Entfernung von Stoppwörtern und einer Rückbildung auf den Wortstamm besteht, analog zur gegebenen Domänen-Ontologie untersucht. Hierbei wird für die Existenz von Wörtern im Text eine graduell verteilte Bewertung zum gesuchten Konzept (Ziel der Su-

che) in der Domänen-Ontologie vorgenommen. Wörter und Textphrasen, die einen nahen semantischen Bezug zur Domänen-Ontologie aufweisen, werden demzufolge höher gewertet. Die Summe aller Einzelergebnisse ergibt ein Bewertungsmaß, das die inhaltliche Relevanz eines Dokuments beschreibt.

Die Extraktion von Informationen aus Internetressourcen unter Berücksichtigung von Ontologien wurde bereits in (Hartmann et al., 2002) beschrieben. Zu Veranschaulichung verweisen wir auf ein Beispiel: als Suchdomäne wird das Konzept „AIFB“ aus der Ontologie in Abbildung angenommen. In der heruntergeladenen Ressource sind dieser Term sowie der semantisch verwandte Term „Institute“ enthalten. Aggregiert ergibt sich ein Wert von 1,5; 1 für „AIFB“ plus 0,5 für „Institute“.

```
<html> <body> This page is about the Institute AIFB at the
University of Karlsruhe.<br> <a
href="http://www.aifb.de/index.html">AIFB</a><br> <a
href="http://www.interest.com/institutes.html">Interesting
Institutes</a><br> <a
href="http://semanticweb.org/index.html">Semantic Web</a>
</body></html>
```

Die Bewertung der Verlinkung beruht auf der Analyse der eingehenden und ausgehenden Relationen eines Dokumentes. Eingehende Links sind dabei Links von anderen Dokumenten auf das zu untersuchende Dokument. Da dies ein Faktor ist, der nur schwer zu beeinflussen ist, bietet sich dessen Bewertung als Kriterium zur Relevanzbestimmung an. Ausgehende Links sind Links des zu untersuchenden Dokumentes auf andere Dokumente. Hierbei wird versucht von der Art der verlinkten Dokumente auf das Ursprungsdokument zu schließen. Bei der Bewertung eines Links wird dessen Text (sog. Ankertext) und Wörter in der näheren Umgebung verwendet (bspw. der Abschnitt in dem der Link enthalten ist). Die Bewertung basiert dabei wiederum auf der Analyse der im Text enthaltenen Wörter und in der Domänen-Ontologie, wobei hier graduell absteigend vom Linktext zum umliegenden Text bewertet wird. Im Gegensatz zu klassischen Verfahren wie dem HITS- und dem PageRank-Algorithmus kann dieser Ansatz zur Laufzeit, also während der Suche angewendet werden und kann explizit semantisches Wissen zur fokussierten Suche einsetzen.

Im gegebenen Beispiel würde die Ressource <http://www.aifb.de/index.html> eine Bewertung von 1, <http://www.interest.com/institutes.html> von 2 und <http://semanticweb.org/index.html> von 0 erhalten.

Die endgültige Berechnung der Relevanz setzt sich zusammen aus der inhaltlichen Analyse des Dokumenteninhalts und der Bewertung der Verlinkung der Ressource<sup>4</sup>. Das Ergebnis

---

<sup>4</sup>Es sei an dieser Stelle angemerkt, dass der entstehende numerische Wert der Relevanzbewertung zur Erstellung einer geordneten Rankliste verwendet wird und darüber hinaus keine weitere Bedeutung hat. Dies bedeutet das der absolute Wert nicht von Bedeutung ist. Lediglich die Relation zu Werten anderer Dokumente ist entscheidend für die Suche.

ist ein numerischer Wert, welcher zur Erzeugung einer sortierten Menge an Ressourcen bzw. Links verwendet wird. Diese Menge dient zur weiteren Suche, wobei Ressourcen mit höherer Relevanz vorrangig verarbeitet werden. Aus dem angeführten Beispiel ergäbe sich folgende Reihenfolge.

1. <http://www.aifb.de/index>
2. <http://www.interest.com/institutes.html>
3. <http://semanticweb.org/index.html>

Eine weiterführende Darstellung der entwickelten Software METIS wird im folgenden Abschnitt gegeben.

### 14.3.2 Der Crawler METIS

Unter Verwendung des zuvor aufgestellten ONTOCUBE wurde der ontologiebasierte Crawler METIS entwickelt. Dazu wurde der ONTOCUBE im Rahmen der Planung und der Entwicklung als zentrales Werkzeug zur ganzheitlichen Darstellung relevanter Aspekte von METIS eingesetzt. So konnte unter anderem eine Reduzierung des Kommunikations- und Dokumentationsaufwandes zwischen den Entwicklungsbeteiligten aufgrund der klaren und effizienten Wissensrepräsentation im ONTOCUBE erreicht werden. Die resultierende Architektur von METIS wird in Abbildung 14.3 skizziert.

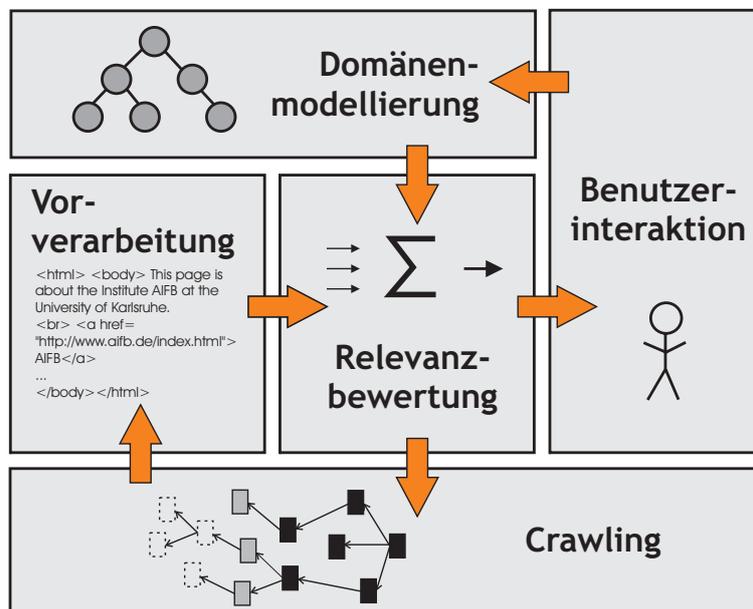


Abbildung 14.3: Architektur METIS

Die Architektur des Crawlers leitet sich aus modellierten Aspekten des zuvor beschriebenen ONTOCUBEs ab. Die dargestellten Module in der Architektur entsprechen dabei den typischen Prozessen der Wissensidentifikation, wie in Abbildung 14.1 dargestellt. Die Anwendung von METIS erfolgt im wesentlichen nach folgenden Schritten.

1. Modellierung der Wissensdomäne und Deklaration der Suchanfrage
2. Initialisierung des Crawlers und Auswahl des Speicherplatzes
3. Vorbereitung der internen Wissensbasis
4. Konfiguration der Parameter
5. Suche nach Wissensressourcen
6. Präsentation der Ergebnisse

Im Folgenden wird exemplarisch die Anwendung von METIS beschrieben. Im ersten Schritt kann ein Benutzer vorhandenes Wissen über eine Domäne in Form einer Ontologie, wie zuvor beschrieben, modellieren. Beispielsweise zeigt die Abbildung 14.4 die Verwendung einer aufgestellten Domänenontologie, in diesem Fall die SWRC-Ontologie, zur Spezifikation der Suchanfrage (Ziel der Suche).

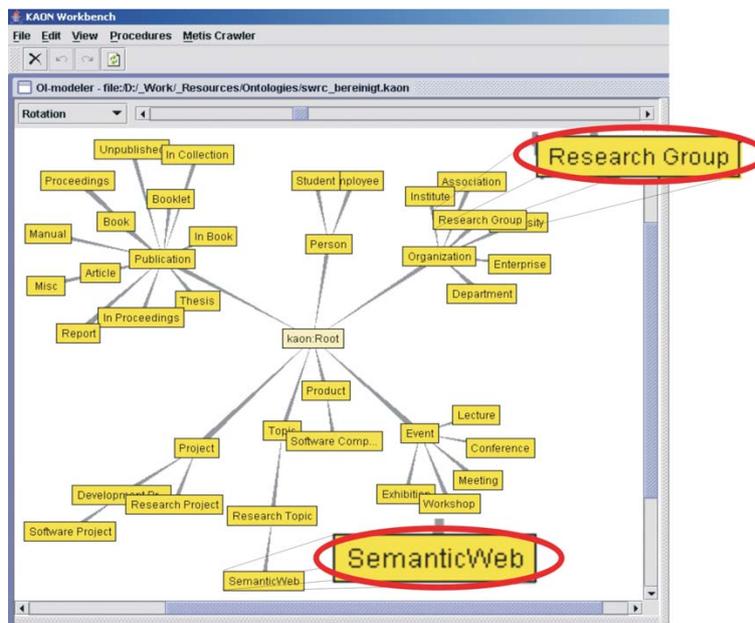


Abbildung 14.4: METIS – Spezifikation der Suchanfrage

Zur Spezifikation der Suchanfrage werden die Konzepte *Forschungsgruppe* (*Research group*) sowie *Semantic Web* ausgewählt. Dies bedeutet, dass METIS potentielle Ressourcen (Webseiten) von Forschungsgruppen zu dem Thema Semantic Web identifizieren soll.

Im nächsten Schritt (2) werden benötigte Objekte initialisiert und der Benutzer wird aufgefordert, einen Speicherplatz für die Zwischenspeicherung der identifizierten Wissensressourcen anzugeben. Anschließend (3) können Einstellungen zur Suche, wie beispielsweise Startadressen, Ausschlusskriterien oder Abbruchbedingungen, angegeben werden. Daraufhin startet (4) der eigentliche Suchvorgang, welcher entweder durch den Benutzer oder durch das Auslösen einer Abbruchbedingung gestoppt wird. Das Ergebnis einer Suche (5) wird von METIS in Form einer sortierten Liste von potentiellen Ressourcen ausgegeben, die nach Relevanz absteigend sortiert ist, wie in Abbildung 14.5 gezeigt.

Page	Ranking	Links	Top Entity 1	Top Entity 2	Top Entity 3	Top Entity 4	T...
WorldWideWeb: Proposal for a HyperText Project	7040634	<click>	University: 28125	Meeting: 18750	In Proceedings: ...	Manager: 4688	-
Pros sort computer translating - The Washington Times:	6637502	<click>	Association: 28125	Topic: 18750	Book: 9375	Associate Prof...	-
Robert H. Smith School of Business - University of Maryland,	4790640	<click>	Association: 28125	Publication: 18750	Student: 9375	Graduate: 4688	-
People who have contributed to the World Wide Web project	3806254	<click>	Association: 28125	Editor: 18750	Manual: 9375	Graduate: 4688	-
Mindswap Homepage	3646878	<click>	Research Group: 1...	University: 28125	Topic: 18750	Conference: 9...	-
Web Site Personalizers	3600000	<click>	Association: 28125	Publication: 18750	In Proceedings: ...	-	-
Homepage of Marina Meila at UW	3126570	<click>	Topic: 37500	University: 28125	Book: 9375	Technical Rep...	-
NARA   US National Archives & Records Administration	2831254	<click>	Organization: 56250	Topic: 18750	Exhibition: 9375	Manager: 4688	-
Neural Networks Research Group	2456250	<click>	Research Group: 1...	Organization: 56250	University: 28125	organization: 1...	-
Mike Williamson's Publications	2367188	<click>	University: 28125	Editor: 18750	In Proceedings: ...	Lecturer: 2344	-
Mike Williamson's Publications	2367188	<click>	University: 28125	Editor: 18750	In Proceedings: ...	Lecturer: 2344	-
Artificial Intelligence Research Group	2296878	<click>	Research Group: 1...	Organization: 56250	University: 28125	email: 18750	-
Welcome to UMIACS	2259376	<click>	University: 28125	email: 18750	Conference: 9375	Undergraduat...	-
Yale and the World Home Page	2165628	<click>	University: 28125	Faculty Member: 1...	Student: 9375	Graduate: 4688	-
TopQuadrant	2165626	<click>	Organization: 56250	organization: 18750	Conference: 9375	Manager: 4688	-
Eric Horvitz's Homepage	2146876	<click>	Research Group: 1...	Topic: 37500	Association: 28...	Conference: 9...	-
Welcome to Harvard University	2100002	<click>	University: 28125	Report: 9375	Graduate: 4688	-	-
The University of Maryland	2100000	<click>	University: 28125	Topic: 18750	Meeting: 9375	-	-
Hamm rebounds for gold - The Washington Times: Nation/Politics -	2062500	<click>	Association: 28125	email: 18750	Meeting: 9375	-	-
The Washington Times: AP	1762500	<click>	Association: 28125	Publication: 18750	Meeting: 9375	-	-
Stanford University	1706250	<click>	University: 28125	Exhibition: 18750	-	-	-
http://peoplesdns.com:80/parse/make.php	1537500	<click>	Organization: 56250	Association: 28125	organization: 18...	-	-
Notifications, Interruption, and Performance	1462500	<click>	AI Event: 18750	In Proceedings: 9...	-	-	-
PIRL : Home Page	1387500	<click>	University: 28125	Publication: 18750	Student: 9375	-	-
Publications - UMIACS	1218750	<click>	University: 28125	email: 18750	Report: 9375	-	-
The Washington Times: Email a Story	1200000	<click>	email: 18750	In Book: 9375	-	-	-
Welcome to MIND	1171876	<click>	University: 28125	Meeting: 9375	Technical Repo...	-	-
Washington Times Weekly Edition	1087500	<click>	Organization: 56250	organization: 18750	Article: 9375	-	-
ONLINE SHOPPING AT SHOPAHOLIC	1012500	<click>	Enterprise: 28125	Financed By: 18750	In Book: 9375	-	-
HP Labs - Advanced Research at HP	1003126	<click>	Publication: 18750	Conference: 9375	Technical Repo...	-	-
Yale University   Welcome to Yale University	815626	<click>	University: 28125	Graduate: 4688	-	-	-
Positions - UMIACS	637500	<click>	University: 28125	Publication: 18750	-	-	-
Semantic Web Interest Group IRC Scratchpad	506250	<click>	cooperate With: 18...	Manual: 9375	-	-	-

Abbildung 14.5: METIS – Ergebnisliste potentieller Wissensressourcen

Für die zuvor beschriebene Suchanfrage nach Webseiten von *Forschungsgruppen* zu dem Thema *Semantic Web*, konnten in diesem Beispiel namhafte Forschungsgruppen wie beispielsweise die Mindswap<sup>5</sup> Webseite oder das Knowledge Systems, AI Laboratory (KSL)<sup>6</sup> Institut an der Stanford Universität gefunden werden. Darüber hinaus wurden auch semantisch nahe Seiten, wie beispielsweise die Webseite der Semantic Web Forschungsgruppe von Hewlett Packard<sup>7</sup> oder der Beratungsunternehmung Top Quadrant<sup>8</sup> identifiziert, die

<sup>5</sup>Siehe hierzu <http://www.mindswap.org/>

<sup>6</sup>Siehe hierzu <http://www.ksl.stanford.edu/>

<sup>7</sup>Siehe hierzu <http://www.hpl.hp.com/semweb/>

<sup>8</sup>Siehe hierzu <http://www.topquadrant.com/>

sich auf den Einsatz semantischer Technologien spezialisiert hat.

Die Verwendung des aufgestellten ONTOCUBE ermöglicht neben der zuvor angeführten Entwicklung von METIS die Darstellung und die Analyse softwaretechnischer Funktionen von operativen Systemen. In diesem Zusammenhang wird der ONTOCUBE folglich als Bewertungsmodell für Wissensmanagementanwendungen eingesetzt, wie im Folgenden exemplarisch dargelegt wird. Die Bewertung und Analyse operativer Systeme stellt eine wichtige Aufgabe des Wissensmanagements dar. Dabei besitzt die frühzeitige Erkennung von Problemen, wie beispielsweise Fehlzustände einzelner Anwendungen, eine hohe Bedeutung. Im Allgemeinen protokollieren und dokumentieren softwaretechnische Anwendungen auftretende Fehler und ermöglichen so ein weiteres Handeln. Die manuelle Analyse zahlreicher und oftmals heterogener Anwendungen stellt sich jedoch als ressourcenintensive Aufgabe dar.

In diesem Sinne kann ein ONTOCUBE zur einheitlichen Darstellung von kritischen Vorgängen einzelner Anwendungen eingesetzt werden. Der Mediator ALMO dient dabei zur Abfrage relevanter Vorgänge oder Meldungen einzelner Wissensmanagementsysteme, welche anschließend in einem ONTOCUBE ganzheitlich dargestellt werden können. Beispielsweise kann die Verarbeitung großer und unbekannter Dokumentenmengen in METIS zu einer Vielzahl möglicher Probleme führen. So behindern neben syntaktischen Fehlern oftmals Inkonsistenzen eine automatisierte Verarbeitung, wodurch das Eingreifen des Benutzers notwendig wird. Zur Vereinfachung der Bewertung und Überwachung einzelner sowohl als auch mehrerer Anwendungen eignet sich ein ONTOCUBE, wie in Abbildung 14.6 illustriert.

In dem gezeigten ONTOCUBE werden Funktionen sowie kritische Zustände von METIS dargestellt, die das Eingreifen des Benutzers erfordern. In diesem Beispiel konnten zuvor identifizierte Dokumente einer Gemeinschaft von METIS aufgrund syntaktischer Fehler in den Dokumenten nicht verarbeitet werden und werden demnach im aufgeführten ONTOCUBE entsprechend hervorgehoben. Im Allgemeinen ermöglicht die Darstellung kritischer Zustände ein effektives Werkzeug zur Bewertung und Überwachung laufender Systeme, wobei die Informationsdichte durch die Beeinflussung der Granularität im ONTOCUBE gesteuert werden kann.

Weiterführende Informationen und die Software METIS stehen auf der Projektseite<sup>9</sup> zur Verfügung.

### 14.4 Unterstützung der Wissensentwicklung

In diesem Abschnitt wird ein entwickeltes Verfahren vorgestellt, welches auf der Grundlage der ontologiebasierten Modellkonzeption neues Wissen generiert und so die Wissensentwicklung in Organisationen effektiv unterstützt (Hartmann et al., 2002; Hartmann, 2003; Stuckenschmidt et al., 2002; Hartmann, 2002). Dazu wird das Me-

---

<sup>9</sup>Siehe hierzu <http://metis.ontoware.org/>

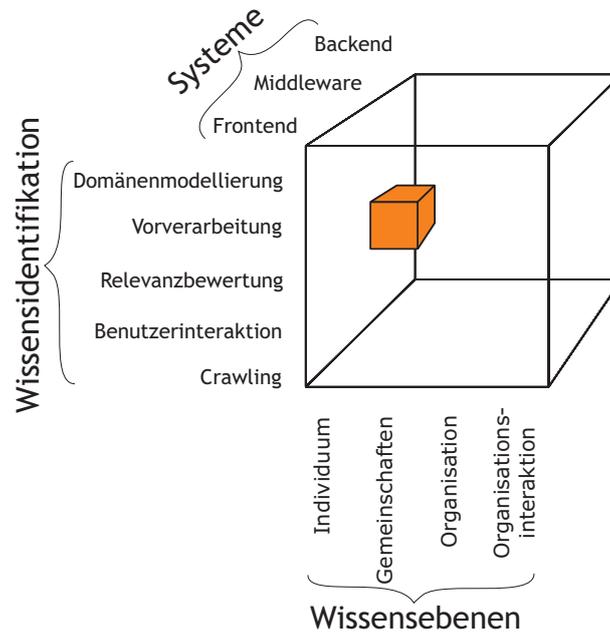


Abbildung 14.6: ONTOCUBE als Bewertungsmodell

Das Modell ONTOCUBE zur Entwicklung der sogenannten Wissensentdeckungssoftware HELENOS<sup>10</sup> eingesetzt.

Heterogene Informationsquellen sowie deren oftmals uneinheitliche Repräsentation bedürfen zur Integration und zur Weiterverarbeitung einen Wissensentdeckungsprozess (Knowledge Discovery). Ein klassischer Wissensentdeckungsprozess verwendet im Allgemeinen einen gegebenen Datenbestand und liefert eine Menge von Regularitäten (sofern vorhanden) als Ergebnis. Aufbauend auf dieser klassischen Arbeitsweise wird ein Verfahren vorgestellt, das zusätzliches Domänenwissen auf der Grundlage einer ontologiebasierten Modellkonzeption verwendet.

Das Ziel des Verfahrens besteht in der Unterstützung der Wissensentwicklung in Organisationen durch den Einsatz bekannter Verfahren aus dem Bereich des maschinellen Lernens. Innerhalb dieser Arbeit beschränkt sich dieser Ansatz auf die Analyse von Webdokumenten zur Weiterentwicklung einer ontologiebasierten Wissensbasis, wie beispielsweise durch eine Erweiterung oder Anpassung bestehender Konzeptbeschreibungen, die auf generierten Musterebeschreibungen des eingesetzten Verfahrens zurückzuführen sind.

<sup>10</sup>In Anlehnung an den griechischen Helden Helenos, der die Kunst der Weissagung beherrschte.

### 14.4.1 Konzeption ontologiebasierte Wissensentwicklung

Das Verfahren wurde in dem BMBF Projekt SemIPort angewendet und kann im Allgemeinen als Wissensentdeckungsprozess (Knowledge Discovery) (Fayyad et al., 1996) verstanden werden. Das Metamodell für Wissensmanagementsysteme, welches in Kapitel 10 vorgestellt wurde, dient als Grundlage der Entwicklung und der Umsetzung. Diesbezüglich erfolgt eine weiterführende Betrachtung des Wissensmanagementprozesses *Wissensentwicklung* als Klassifikationsstufe in einem ONTOCUBE, wie in Abbildung 14.7 exemplarisch dargestellt.

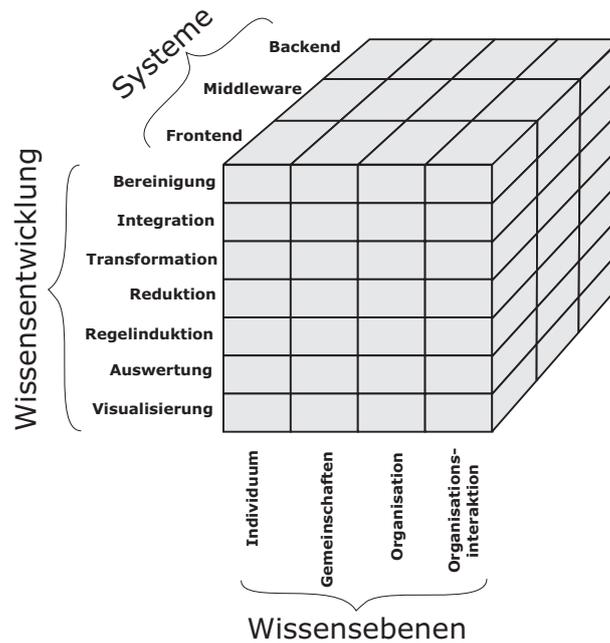


Abbildung 14.7: ONTOCUBE zur Wissensentwicklung

Die Elemente der Dimension *Wissensentwicklung* entsprechen einem Wissensentdeckungsprozess nach (Chang et al., 2001). Dabei werden folgende Schritte näher betrachtet.

1. *Bereinigung* – Entfernung aller defekten, unvollständigen, verrauschten und inkonsistenten Daten aus der Datenmenge.
2. *Integration* – Vereinigung von Daten aus unterschiedlichen Quellen zu einem Datensatz. Dadurch lassen sich unter anderem redundante und inkonsistente Datensätze entdecken und entfernen.
3. *Transformation* – Transformation von Daten in ein einheitliches Format.
4. *Reduktion* – Optionale Komplexitätsreduktion der Daten.
5. *Regelinduktion* – Extraktion von Regularitäten oder Mustern aus Daten (-beständen).

6. *Auswertung* – Auswertung gefundener Muster aus.

7. *Visualisierung* – Visualisierung des extrahierten Wissens (Muster und Regeln).

Das Ergebnis eines Wissensentdeckungsprozesses ist eine Beschreibung der jeweiligen Datenbestände durch (Klassifikations-) Regeln. Die entwickelte Anwendung HELENOS verwendet Ontologien zur Wissensrepräsentation und setzt zur Regelinduktion das bestehende System Progol (Muggleton, 1995) ein, welches die *Mode Directed Inverse Entailment (MDIE)* Methode (Muggleton, 1999) zur Hypothesengenerierung verwendet.

Die entwickelte Anwendung HELENOS liefert demnach eine Menge von relationalen Regeln (Hornklauseln), die eine gegebene Dokumentenmenge klassifiziert. Die Regeln beschreiben allgemeingültige Eigenschaften, die zur Weiterentwicklung einer bestehenden Wissensbasis verwendet werden können. Die Wissensentwicklung wird hierbei als Prozess der Wissensentdeckung in ausgewählten Datenbeständen verstanden. Das Verfahren basiert auf der Verwendung des Metamodells ONTOCUBE, welches zum einen den jeweiligen Datenbestand beschreibt und zum anderen Hintergrundwissen zur Wissensentdeckung bereitstellt. Die modellierten Wissensprozesse für den Wissensmanagementprozess *Wissensentwicklung* werden durch den Mediator ALMO mit Systemfunktionen von HELENOS verknüpft.

Das Verfahren zur Wissensentwicklung wird dabei in die zuvor genannten Schritte unterteilt. Im Rahmen der Vorverarbeitung, welche aus den Schritten *Bereinigung*, *Integration* und *Transformation* besteht, wird eine *formale Repräsentation* semi-strukturierter Dokumente eingesetzt. Die Repräsentation der Dokumente sowie vorhandenes Hintergrundwissen aus dem Metamodell ONTOCUBE werden dabei in logische Programme überführt, die nach einer *Reduktion* der Datenmenge zur eigentlichen *Regelinduktion* verwendet werden. Anschließend erfolgt eine *Auswertung* sowie eine *Visualisierung* der Ergebnisse.

Im Folgenden wird nun auf die Überführung und die Repräsentation semi-strukturierter Dokumente zum Zwecke der Vorarbeitung näher eingegangen. Für eine ausführliche Darstellung sei jedoch auf (Hartmann et al., 2002; Hartmann, 2003; Stuckenschmidt et al., 2002; Hartmann, 2002) verwiesen.

#### 14.4.1.1 Repräsentation semi-strukturierter Dokumente

Die Repräsentation semi-strukturierter Dokumente verwendet logische Prädikate verwendet. Dazu wird in dieser Arbeit wird das Verfahren aus (Hartmann, 2002) entsprechend erweitert und angepasst. Die formale Repräsentation wird dabei exemplarisch für HTML und XML Dokumente beschrieben. Diese Dokumententypen lassen sich als *Document Object Model - DOM* darstellen (W3C - World Wide Web Consortium, 2000). Ein DOM kann als ein kreisfrei gerichteter Graph betrachtet werden. Dabei stellen die Strukturen eines Dokumentes Elemente einer Strukturklasse im Graphen dar, welche als Knoten repräsentiert werden. Dadurch kann die Repräsentation von Dokumenten auf eine formale Repräsentation eines *Document Object Models* abstrahiert werden.

Zur Repräsentation einer *Dokumentenstruktur* werden binäre Prädikate generiert, welche folgende Eigenschaften ausdrücken können.

- *Existenz von Strukturen* – Das Prädikat  $S(O, P)$  in  $D$ <sup>11</sup> ist genau dann wahr, wenn eine Struktur  $O$  in der Form  $\langle P \rangle Y \langle /P \rangle$  in  $D$  vorkommt.
- *Beziehungen von Strukturen* - Das Prädikat  $Q(P_x, P_y)$  in  $D$  ist genau dann wahr, wenn  $P_y$  eine direkte sub-Struktur von  $P_x$  in  $D$  ist.
- *Eigenschaften von Strukturen* - Das Prädikat  $W(O, Y)$  in  $D$  ist genau dann wahr, wenn es für ein Element  $O$  eine Zuweisung der Form  $O = Y$  in  $D$  gibt.

Die Repräsentation semi-strukturierter Dokumente wird in die Repräsentation der eigentlichen *Struktur eines Dokumentes* und bestehender *Relationen* zwischen Dokumenten unterteilt. Für die Repräsentation wird jeweils PROLOG Syntax verwendet.

**Repräsentation von Dokumentstrukturen** Zur Repräsentation von Dokumentstrukturen werden folgende Prädikate verwendet.

- Ein Dokument wird immer durch das Prädikat `document(object)` repräsentiert, wobei `object` eine Variable darstellt.
- Jedes Dokument kann zur weiteren Lokalisierung das Prädikat `url(object, ADDRESS)` zur Repräsentation der jeweiligen URL verwenden.
- Einzelne Strukturen in einem Dokument werden in folgender Form deklariert.

```
structure(object, CLASS)
```

Wobei `CLASS` der Name der Struktur ist und `object` die jeweilige Instanz eindeutig referenziert, z.B. `structure(obj32, 'p')` beschreibt eine Textstruktur in dem Dokument `obj32`.

- Strukturhierarchien in Dokumenten werden durch folgende Relation beschrieben.

```
contains(parent, object)
```

Die Relation beschreibt somit eine Kante in einem Graphen von einem Elternknoten *parent* zur jeweiligen Struktur, die durch *object* referenziert wird.

- Die Betrachtung von Attributen von Strukturen erfolgt in der folgenden Form, wobei ein Attribut ebenfalls ein Strukturelement darstellt. Die Attributbeziehung der beiden Elemente wird durch folgende Relation ausgedrückt.

```
attribute(parent, object)
```

- Die Werte von Attributelementen werden durch das Prädikat `value(object, 'VALUE')` dargestellt, wobei `VALUE` eine Konstante darstellt.
- Textinhalte werden durch das Prädikat `text(object, 'TEXT')` beschrieben.

---

<sup>11</sup> $D$  ist ein Element aus der Menge der gegebenen Dokumente.

Die aufgeführten Prädikate erlauben eine vollständige Repräsentation der Dokumentstruktur von HTML und XML Dokumenten. Die Repräsentation kann jedoch zu einer großen Prädikatenmenge führen. Daher erfolgt im Folgenden eine Fokussierung auf ausgewählte Strukturen.

**Repräsentation relationaler Strukturen** Im Allgemeinen wird eine Relationen zwischen zwei Dokumenten durch folgendes Prädikat ausgedrückt.

$$relation(D_1, D_2)$$

Der Ausdruck beschreibt eine Relation von  $D_1$  zu  $D_2$ , wobei  $D_1$  und  $D_2$  Dokumente sind. Die Darstellung wird dabei aus der allgemeinen Repräsentation, wie zuvor eingeführt, gebildet.

$$relation(D_1, D_2) \leftarrow descendant(D_1, Q) \wedge structure(Q, a) \wedge attribute(Q, W) \wedge structure(W, href) \wedge value(W, Z) \wedge url(D_2, Z)$$

Zur weiteren Differenzierung wird in der Anwendung HELENOS zwischen internen und externen Relationen unterschieden. Als *interne Relationen* werden alle Beziehungen von Dokumenten innerhalb der zu untersuchenden Dokumentenmenge beschrieben. Diese Dokumente werden durch das Prädikat `document(...)` deklariert. Als *externe Relationen* werden Relationen von Dokumenten zu Dokumenten außerhalb der zur Verfügung stehenden Dokumentenmenge bezeichnet. Die externen Dokumente werden durch das Prädikat `externaldoc(...)` deklariert. Neben dem höheren Informationsgehalt und der Möglichkeit zur gezielten Analyse von Dokumentenmengen, ist eine derartige Unterscheidung notwendig, um korrekte relationale Regeln lernen zu können. Denn die entwickelte Anwendung hat nur Zugriff auf die gegebene Dokumentenmenge und kann dementsprechend nur Attribute von Dokumenten innerhalb dieser Menge analysieren. Die Relevanz der jeweiligen Strukturen für eine effiziente Musterbeschreibung konnte in (Hartmann, 2002) nachgewiesen werden.

**Repräsentation ausgewählter Dokumentstrukturen** Eine Transformation aller vorhandenen Strukturen in einem Dokument kann zu einer großen Prädikatenmenge führen, wobei meistens nur ein geringer Teil relevant für die Regelinduktion ist. Daher werden folgende Strukturen zur Regelinduktion verwendet, wobei die Auswahl vom Anwender angepasst werden kann.

**Dokumententitel** Für das Lernen von Regeln, basierend auf *Dokumententiteln* wird das binäre Prädikat

$$doctitle(D, T_i) \tag{14.1}$$

definiert. Wobei für *doctitle* gelten muss

$$\begin{aligned} doctitle(D, T_i) \leftarrow & descendant(D, Q) \wedge structure(Q, 'title') \wedge \\ & contains(Q, W) \wedge text\_value(W, T_i) \end{aligned}$$

Wobei gilt

$$\begin{aligned} descendant(A, B) \leftarrow & contains(A, B) \\ descendant(A, C) \leftarrow & contains(A, B) \wedge descendant(B, C) \end{aligned}$$

**E-Mail Adressen** Die Darstellung von e-Mail Adressen stellt ein weiteres Instrument zur Erkennung genereller Strukturen in Dokumenten dar. Die definierte Syntax und eine relativ geringe Datenmenge in Bezug auf das Potential zur Klassifizierung bieten die Möglichkeit gemeinsame Eigenschaften effizient zu erkennen.

Für eine formale Repräsentation wird ein Prädikat *mail* wie folgt definiert.

$$mail(D, Q, W) \tag{14.2}$$

Besteht die Menge der zu untersuchenden Dokumente aus Dokumenten einer Domain, so kann zwischen *internen* und *externen e-Mail Adressen* unterschieden werden. Interne e-Mail Adressen einer Domain *D* werden alle e-Mail Adressen bezeichnet, die als Zieldomain *D* enthalten. Alle anderen e-Mail Adressen werden externe e-Mail Adressen genannt. Für die differenzierte Betrachtung von e-Mail Adressen wird eine e-Mail Adresse in zwei Teilen dargestellt. Zum einen der Name des e-Mail Postfaches (hier *Q*) und zum anderen durch den Namen der Domain (hier *W*).

Für *mail* gilt daher

$$\begin{aligned} mail(D, Q, W) \leftarrow & descendant(D, S) \wedge structure(S, 'a') \wedge attribute(S, R) \wedge \\ & structure(R, 'href') \wedge value(R, 'mailto : ' + Q + '@' + W) \end{aligned}$$

Es sei angemerkt, dass das an dieser Stelle verwendete Prädikat `value(...)` keine korrekte Schreibweise darstellt, es dient nur der abstrakten Darstellung. Die Software führt auf einem Dokument mehrere Extraktionen und Umformungen durch, so dass *Q* und *W* gewonnen werden können.

**Metadaten** Eine weitere Struktur zur Regelinduktion sind bestehende Metadaten in Dokumenten. Deren Relevanz zur Klassifizierung wurde unter anderem im Rahmen der Arbeit von (Ghani et al., 2001) untersucht. Ein Meta-Tag kann im Allgemeinen als eine Struktur mit einem Elternknoten *K* und zwei Attributen *A*<sub>1</sub>, *A*<sub>2</sub> im Graphenmodell repräsentiert werden. *A*<sub>1</sub> wird als Menge von Elementen der Attributklasse `http-equiv` und `name` angesehen. *A*<sub>2</sub> enthält Elemente der Attributklasse `content` (W3C - World Wide Web Consortium, 1999).

Für die formale Repräsentation von Meta-Tags wird das Prädikat

$$metatag(I, N, C) \quad (14.3)$$

definiert. Für die Konstante  $N \in metatag$  gilt  $attribute(I, Q) \wedge value(Q, N)$ . Für die Konstante  $C$  gilt  $attribute(I, W) \wedge value(W, C)$ . Daraus folgt

$$\begin{aligned} metatag(I, N, C) \leftarrow & descendant(D, I) \wedge structure(I, meta) \wedge \\ & attribute(I, Q) \wedge attribute(I, W) \wedge \\ & structure(Q, x) \wedge value(Q, N) \wedge \\ & structure(W, y) \wedge value(W, C) \end{aligned}$$

wobei  $x \in A_1$  und  $y \in A_2$ .

Weiterhin gilt, dass ein Prädikat *metatag* eine Relation eines Elementes aus  $A_1$  zu je einem Element aus  $A_2$  beschreibt.

#### 14.4.1.2 Regelinduktion mit ILP

Die zuvor definierten Prädikate zur Repräsentation von Dokumentstrukturen, welche im Rahmen der *Vorverarbeitung* des entwickelten Verfahrens erzeugt werden, dienen (nach einer optionaler *Datenreduktion*) zur eigentlichen Regelinduktion. Im Allgemeinen kann das Ziel der Regelinduktion wie folgt beschrieben werden.

**Gegeben:**

- Eine Menge von semi-strukturierten Dokumenten  $D_1$  aus einer Kategorie  $U$  und eine Menge von Dokumenten  $D_2$  aus einer Kategorie  $W$ .  
Wobei gilt  $D_1 \cap D_2 = \square$ ,  $D_1 \neq 0$ ,  $D_2 \neq 0$  und  $U \neq W$ .
- Eine Sprache  $\lambda$  zur Beschreibung von Dokumentstrukturen.

**Gesucht:**

- Ein Klassifikator  $k$  in  $\lambda$  repräsentiert, für den gilt:

$$k(x) = \begin{cases} 0 & : x \notin U \\ 1 & : x \in U \end{cases}$$

Die Regelinduktion verwendet als Repräsentationssprache Hornklauseln (Nienhuys-Cheng & de Wolf, 1997), was folglich zur Verwendung von Algorithmen zum Lernen von Hornklauseln führt. Das Lernen von Hornklauseln wird durch die entwickelte Software HELENOS unterstützt. Dazu wird die *Induktive Logische Programmierung (ILP)* eingesetzt. Im Allgemeinen wird ILP nach (Muggleton, 1999) zur Erzeugung einer generellen Hypothese  $H$  auf Basis einer gegebenen Menge an Beispielen  $E$  und möglicherweise vorhandenem Hintergrundwissen  $B$  eingesetzt. Die Menge der Beispiele wird in positive  $E^+$  und negative Beispiele  $E^-$  unterteilt, so dass gilt  $E = E^+ \cup E^-$ .  $B$ ,  $E^+$ ,  $E^-$  und  $H$

sind jeweils einzelne logische Programme. Das Ziel ist es, eine Hypothese zu generieren, für die gilt  $B \wedge H \models E$ .

Folgende Bedingungen müssen dabei erfüllt werden:

- *Vollständigkeit* – Die generierte Hypothese muss alle positiven Beispiele und das Hintergrundwissen beschreiben, so dass  $H \models E^+$  gilt.
- *Konsistenz* – ist erfüllt, wenn keine negativen Beispiele erklärt werden.
- *Korrektheit* – besteht, wenn *Vollständigkeit* und *Konsistenz* gegeben sind.

Durch die angeführte Repräsentation semi-strukturierter Dokumente entsteht eine festgelegte Menge von Prädikaten. Das Ziel ist es nun, eine Regel zu finden, die die Menge der positiven Beispiele beschreibt, ohne dabei Elemente der negativen Beispiele zu klassifizieren. Diese strikte Deklaration kann durch eine Angabe des Benutzers auf  $y$  Prozent (*noise*) abgeschwächt werden. Dabei bedeutet diese Angabe, dass alle positiven Beispiele und  $y$  Prozent der negativen Beispiele durch eine Regel beschrieben werden dürfen. Der Prozess der Regelinduktion verwendet zusätzliches Hintergrundwissen aus dem Metamodell ONTOCUBE, welches analog zu den beschriebenen Repräsentationen der Dokumente deklariert wird. Die Verwendung von zusätzlichem Hintergrundwissen kann zu einer Steigerung der Klassifikationsstärke der gelernten Regeln und somit zu qualitativ hochwertigeren Regeln führen (Hartmann, 2003).

Im Folgenden wird die entwickelte Anwendung HELENOS zur Wissensentwicklung näher vorgestellt.

### 14.4.2 Die Wissensentdeckungssoftware HELENOS

Die Anwendung HELENOS zur Unterstützung der Wissensentwicklung verwendet die zuvor beschriebene Repräsentation von Dokumenten und setzt zur Regelinduktion das ILP-System Progol ein. Die Abbildung 14.8 zeigt die zugrundeliegende Architektur von HELENOS, welche sich aus den zuvor beschriebenen ONTOCUBE ableitet.

Die softwaretechnischen Aktivitäten im Rahmen der Wissensentwicklung werden durch das aufgezeigte Metamodell ONTOCUBE dargestellt und durch den Mediator ALMO mit der Schnittstelle von HELENOS verbunden. Die dargestellte Architektur wird in folgende drei Ebenen unterteilt.

- Die Module zur Wissensentwicklung
- Die Kernapplikation
- Die Infrastrukturkomponente für den Zugriff auf unterschiedlichen Ressourcen, wie beispielsweise Datenbanken oder Ontologien.

Im Folgenden wird eine exemplarische Anwendung von HELENOS zur Regelinduktion diskutiert. Dabei stellt die bereits erwähnte SWRC-Ontologie das Domänenwissen dar, welches HELENOS als Hintergrundwissen während der Wissensentdeckung dient. In diesem Beispiel wird davon ausgegangen, dass zu dem Konzept *Person* keine weiteren

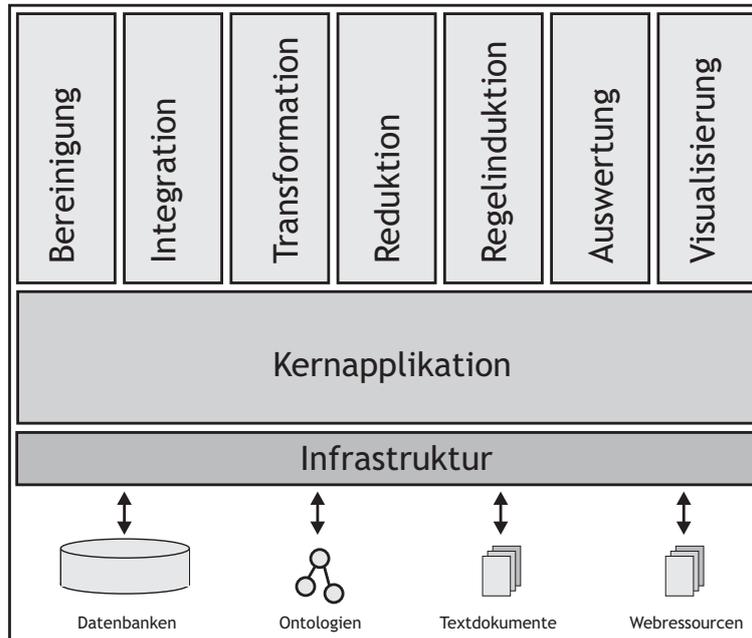


Abbildung 14.8: Architektur HELENOS

Eigenschaften in dem Hintergrundwissen modelliert ist. Der Anwendung HELENOS werden nun manuell ausgewählte Webseiten von persönlichen Homepages und eine Menge sonstiger Webseiten zur Verfügung gestellt. Die persönlichen Homepages stellen folglich die positiven Beispiele dar und die sonstigen Webseiten bilden die negativen Beispiele für die Regelinduktion. Die Auswahl und Konfiguration erfolgt über die grafische Benutzeroberfläche von HELENOS, wie exemplarisch in Abbildung 14.9 gezeigt.

Die Auswahl der Dokumente und weitere Einstellungen erlauben eine genaue Angabe der zu analysierenden Daten. Anschließend kann eine Regelinduktion durch Verwendung des ILP-Systems Progol erfolgen, welches in HELENOS integriert wurde. Beispielsweise liefert HELENOS folgende Regel zur Beschreibung der positiven Beispiele.

```
document(A) :- relation(A,B), is_of_type(B,'Organisation').
```

Die aufgeführte Regel besagt, dass jedes Dokument aus der Menge der positiven Beispiele, eine Relation (in diesem Fall ein Hyperlink) zu einem anderem Dokument hat, die als Webseite einer *Organisation* klassifiziert wurde. Die Zuordnung beziehungsweise das Wissen über die Organisationswebseiten stammt in diesem Fall aus der SWRC-Ontologie sowie entsprechenden Instanzen. Im weiteren Verlauf kann nun das gewonnene Wissen dem vorhandenem Hintergrundwissen hinzugefügt werden. Im Allgemeinen stellt das entwickelte Verfahren ein leistungsfähiges Werkzeug zu Unterstützung der Wissensentwicklung dar.

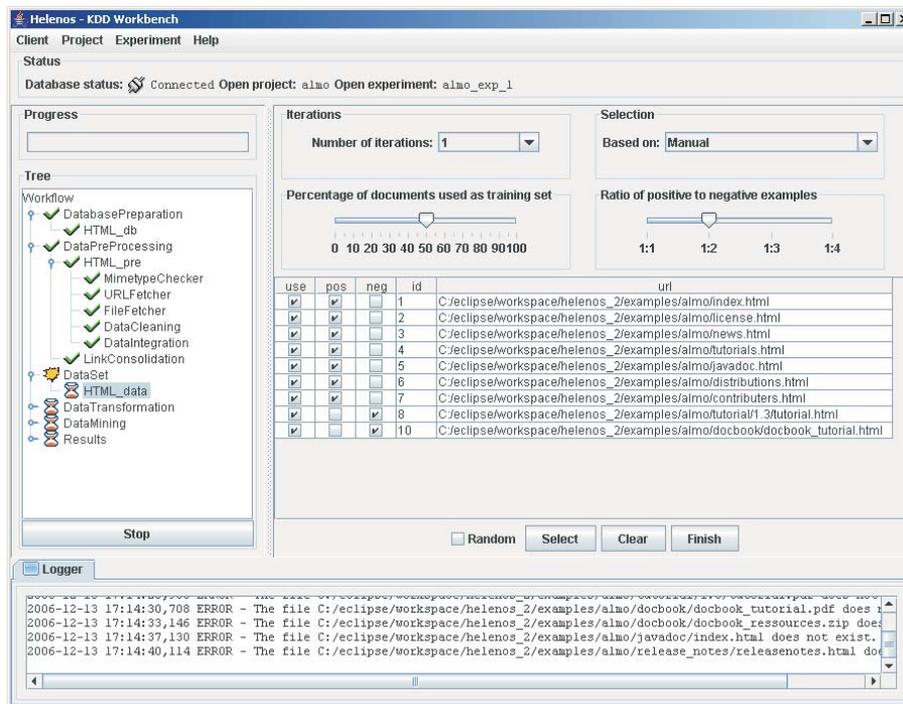


Abbildung 14.9: HELENOS - Konfiguration der Datenmenge

Das jeweils neu generierte Wissen kann dabei entweder zur Weiterentwicklung oder zur regelmäßigen Überprüfung vorhandener Wissensbestände eingesetzt werden.

Der aufgestellte ONTOCUBE zur Wissensentwicklung wird als Gestaltungsmodell für HELENOS und als Bewertungsmodell eingesetzt. Die Darstellung laufender Vorgänge in HELENOS wird durch den Mediator ALMO direkt in HELENOS dargestellt, wie an dem linken Fenster *Workflow* in der Abbildung 14.9 zu erkennen ist.

Darüber hinaus können kritische Zustände, wie bereits für METIS gezeigt wurde, in einem ONTOCUBE dargestellt werden. Die Abbildung 14.10 zeigt exemplarisch einen Fehlerzustand für die *Integration* von Wissen auf der Ebene der Organisationsinteraktion, wodurch eine Wissensentwicklung auf dieser Wissensebene gestört ist. Darüber hinaus ermöglicht der Einsatz des ONTOCUBEs als Bewertungsmodell das Erkennen von Brüchen im Wissensaustausch beziehungsweise die Identifikation isolierter Wissensmanagementanwendungen in einer Organisation, wie bereits in Abschnitt 10.4 angeführt wurde.

Weiterführende Informationen und die Software HELENOS stehen auf der Projektseite<sup>12</sup> zur Verfügung.

<sup>12</sup>Siehe hierzu <http://artemis.ontoware.org/>

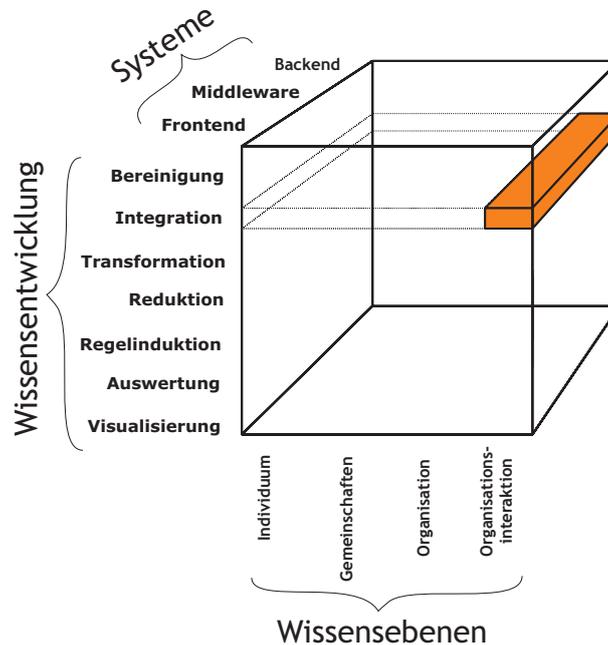


Abbildung 14.10: ONTOCUBE als Bewertungsmodell

## 14.5 Unterstützung der Wissensnutzung

In diesem Abschnitt wird die Konzeption zur Unterstützung der Wissensnutzung durch ontologiebasierte Wissensportale vorgestellt und näher erläutert (Hartmann & Sure, 2004; Hartmann & Sure, 2003; Hartmann et al., 2005b).

Die Methoden und die Aktivitäten zur Unterstützung der Wissensnutzung stellen eine grundlegende Aufgabe des Wissensmanagements dar. Dazu zählen insbesondere Maßnahmen zur Schaffung und Optimierung der Nutzung von Wissensressourcen sowie zur Förderung der Kollaboration von Wissensträgern.

In diesem Sinne wird eine entwickelte Infrastruktur für ontologiebasierte Wissensportale, oder auch als semantische Portale bezeichnet, vorgestellt. Diese semantischen Portale beinhalten Wissen zu einer festgelegten Wissensdomäne. Dabei werden Ontologien zur Repräsentation des Domänenwissens und zur Unterstützung der Nutzung eingesetzt. Beispielsweise werden Ontologien zur inhaltlichen Strukturierung oder zur Navigation in einem Portal eingesetzt, wodurch modellierte semantische Zusammenhänge für die Wissensnutzung ausgenutzt werden können. Zusammenfassend werden Ontologien im Kontext der erarbeiteten Konzeption (Hartmann & Sure, 2004) wie folgt in einem Portal eingesetzt.

- *Wissensrepräsentation* – Die Repräsentation von Wissensressourcen und Domänenwissen.

- *Wissenstransparenz* – Unterstützung der Navigation, Strukturierung und Suche.
- *Kollaboration der Wissensnutzer* – Unterstützung der Zusammenarbeit sowie Wissenstransfer zwischen Wissensträgern.
- *Wissensportal* – Modellierung relevanter Portalfunktionalitäten, wie beispielsweise die Benutzermodellierung.

Diese Aspekte werden jeweils durch spezifizierte Ontologien adressiert, welche in der entwickelten Infrastruktur zu einem semantischen Portal integriert werden. Der modulare Charakter ermöglicht dabei eine einfache und effiziente Möglichkeit zum Austausch portalspezifischer Aspekte oder zum Transfer von Wissensressourcen, beispielsweise zu anderen Wissensportalen.

Im Folgenden wird die Konzeption semantischer Portale vertiefend betrachtet.

### 14.5.1 Die Semantische Portal Konzeption - SEAL

Die Konzeption semantischer Portale unterstützt im Allgemeinen die Wissensnutzung in Organisationen. Demnach bedarf es einer vertiefenden Darstellung der *Wissensnutzung* aus dem Metamodell für Wissensmanagementsysteme, welches in Kapitel 10 eingeführt wurde. Zu diesem Zweck können grundlegende Aspekte der Wissensnutzung in einem Wissensportal durch mehrere konzeptionelle Ebenen wie folgt unterteilt werden.

- *Integration* – Die Integration heterogener (Wissens-) Quellen.
- *Verarbeitung* – Notwendige (Vor-) Verarbeitungen von Ressourcen.
- *Repräsentation* – Indizierung und Speicherung von Ressourcen in der Wissensbasis eines Portals.
- *Organisation* – Aufbereitung und Organisation von Ressourcen nach festgelegten Kriterien, wie beispielsweise die Überwachung der durchgeführten Aktivitäten hinsichtlich der Weiterentwicklung der Wissensbasis.
- *Bereitstellung* – Methoden und Funktionen zur Bereitstellung von Ressourcen für Menschen sowie Maschinen.

Die Konzeption semantischer Portale (SEAL) setzt sich aus den zuvor genannten konzeptionellen Ebenen zusammen. Auf der Ebene der *Integration* werden Funktionen für den Zugriff und die Integration bestehender Wissensquellen zur Verfügung gestellt, welche durch entsprechende *Transformationen* in vordefinierte Darstellung überführt werden. Methoden zur Speicherung von Wissensressourcen werden auf der Ebene der *Repräsentation* bereitgestellt. Verfahren zur gezielten Bereitstellung von Wissensressourcen werden auf der Ebene der *Organisation* betrachtet. Methoden zur Bereitstellung von Wissensressourcen zur Nutzung werden auf der Ebene *Wissenszugang und -bereitstellung* diskutiert.

Durch Analyseverfahren im Kontext der Wissensnutzung werden auf der Ebene *Wissensbewertung* Rückschlüsse auf die eingesetzten Wissensmanagementziele und -strategien ermöglicht. Für eine weiterführende Darstellung sei auf (Hartmann & Sure, 2004) verwiesen.

Die Gestaltung eines semantischen Portals wird durch einen ONTOCUBE unterstützt, wie exemplarisch in Abbildung 14.11 gezeigt. Die aufgeführten Ebenen werden in einem Wissensportal jeweils durch eine Vielzahl von Wissensprozessen realisiert.

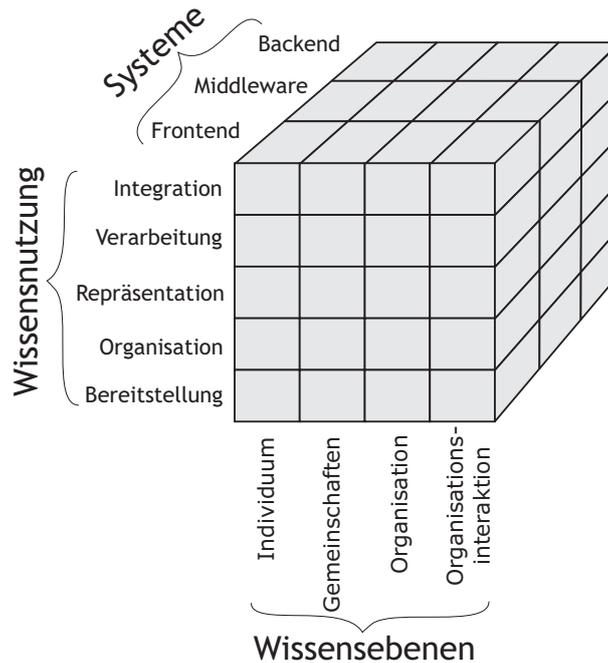


Abbildung 14.11: Wissensnutzung im ONTOCUBE

Die aufgezeigte Wissensnutzung im ONTOCUBE kann als Ablauf von Wissensprozessen in einem Portal umgesetzt werden, wobei ein Ablauf von der Integration bis zur Bereitstellung der Wissensressourcen dargestellt wird.

Der aufgeführte ONTOCUBE konnte unter Einsatz den Mediators ALMO zur Entwicklung einer Portalsoftware eingesetzt werden. Die verwendete Architektur, wie in Abbildung 14.12 illustriert, realisiert die konzeptionellen Ebenen der Wissensnutzung.

Die entwickelte Konzeption ermöglicht die Anwendung semantischer Technologien in realen Anwendungsszenarien auf Grundlage einer skalierbaren und zuverlässigen Portalinfrastruktur. Die Portalsoftware ermöglicht den Aufbau und den Betrieb mehrerer Portale in einem Verbund, wodurch der Wissenstransfer und -austausch zwischen Portalen realisiert werden kann. Der Einsatz der ontologiebasierten Modellkonzeption bietet mehrere Vorteile. Zum einen unterstützt der ONTOCUBE eine effektive Entwicklung mehrerer Portale,

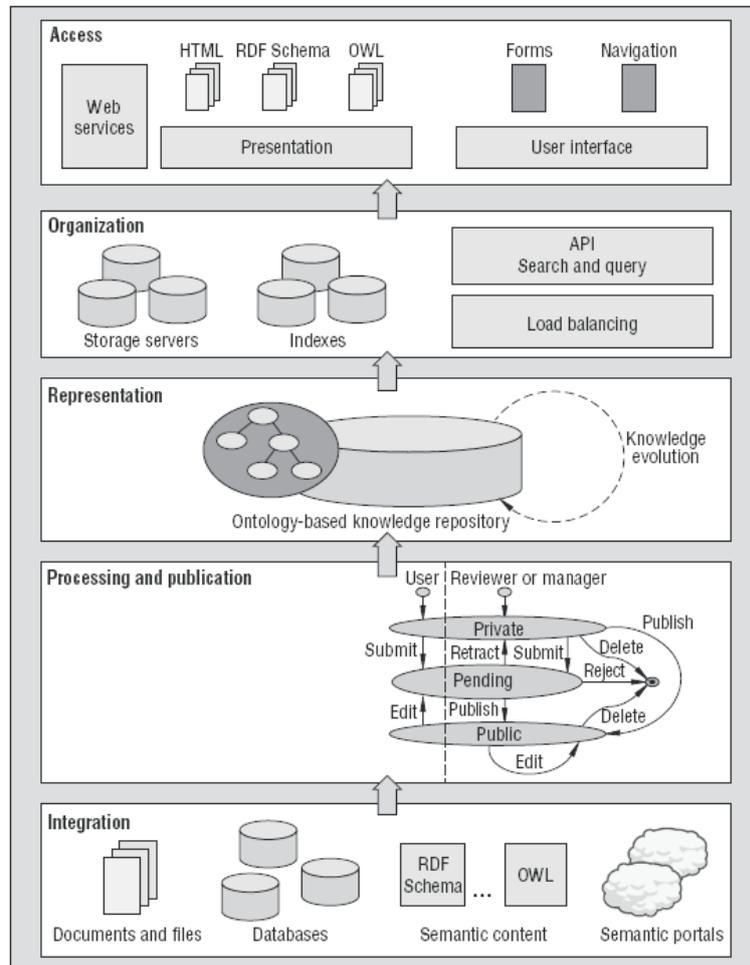


Abbildung 14.12: Architektur SEAL

was zu einer entsprechenden Aufwandreduzierung während der Gestaltung führt, und zum anderen wird die Wissensnutzung für Menschen und Maschinen, der Vision des Semantic Webs folgend, ermöglicht. Die offene und modulare Konzeption erlaubt eine Anwendung in unterschiedlichen Wissensdomänen sowie heterogenen technischen Umgebungen.

Die Portalsoftware basiert auf der freien Software Zope<sup>13</sup> und Plone<sup>14</sup>. Die softwaretechnische Umsetzung wird in (Hartmann et al., 2005b) ausführlich dargestellt.

Die Darstellung kritischer Zustände oder fehlerhaftes Verhalten der entwickelten Anwendung lässt sich, wie bereits für METIS und HELENOS gezeigt, in einem ONTOCUBE

<sup>13</sup>Siehe hierzu <http://www.zope.org/>

<sup>14</sup>Siehe hierzu <http://www.plone.org/>

darstellen. Darüber hinaus ermöglicht eine aggregierte Darstellung mehrerer Anwendungen die ganzheitliche Bewertung von Wissensmanagementaktivitäten in einer Organisation. In dem Anwendungsszenario der Wissensnutzung wird beispielhaft von einer Störung der *Backend-Systeme* ausgegangen. Eine aggregierte Darstellung von Störungen oder kritischen Zuständen, der zuvor beschriebenen Anwendungsszenarien ermöglicht eine ganzheitliche Betrachtung, wie exemplarisch in Abbildung 14.13 illustriert.

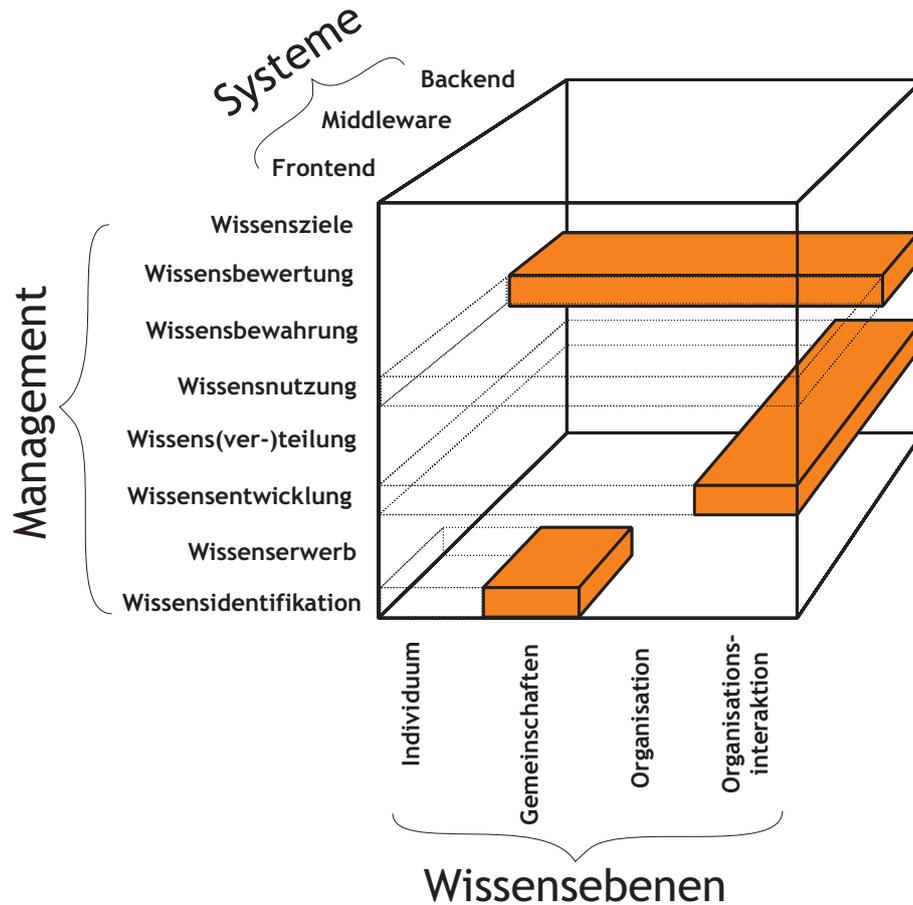


Abbildung 14.13: ONTOCUBE als Bewertungsmodell

Ein organisationsweites Bewertungsmodell für die eingesetzten Systeme kann durch die Verwendung des aufgestellten Metamodells für Wissensmanagementsysteme ganzheitlich dargestellt werden, wobei durch die eingeführten Operatoren auf das Modellsystem unterschiedliche Darstellungen erzeugt werden können. Im Allgemeinen stellt die Aggregation von relevanten Aspekten einzelner Wissensmanagementanwendungen in einem ONTOCUBE ein effizientes Instrument zur Kontrolle und Bewertung von Wissensmanagementaktivitäten dar.

### 14.5.2 Die Portalinfrastruktur OntoWeb

Die aufgestellte Konzeption semantischer Portale konnte in den letzten Jahren erfolgreich in mehreren Forschungsprojekten eingesetzt werden. Im Folgenden werden ausgewählte Realisierungen im Rahmen des OntoWeb Projektes vorgestellt.

OntoWeb wurde von der Europäischen Union in dem *Information Societies Technologies (IST)* Programm (IST-Projekt-Nr. 2000-29243) gefördert. Das Forschungsprojekt bestand aus über 150 Partnern aus dem Bereich der Forschung und Industrie. Das Ziel von OntoWeb war die Förderung der Kollaboration sowie dem Austausch zwischen Forschung und Anwendung. Dabei wurden die Themengebiete Wissensmanagement, Information Retrieval, e-Commerce und Bioinformatik fokussiert.

In diesem Zusammenhang wurden die Entwicklungen dieser Arbeit zum Aufbau einer komplexen Portalinfrastruktur verwendet, die die Wissensnutzung sowie Kollaboration zwischen den jeweiligen Partnern unterstützt. Die Portalinfrastruktur besteht dabei im wesentlichen aus drei semantischen Portalen, die an unterschiedlichen Standorten betrieben wurden.

- *Projektportal OntoWeb.org*
- *OntoWeb-Edu Portal*
- *OntoWeb Ontology Roadmap Portal*

Das *OntoWeb.org* dient als zentrales Wissensportal zum Austausch von Wissen innerhalb und außerhalb des OntoWeb Projektes. Das *OntoWeb-Edu* Portal verfügt über eine große Menge an Lerninhalten zum Thema Semantic Web und Ontologien. Demgegenüber steht das *Ontology Roadmap* Portal mit Informationen zu aktueller Software, Anwendungen sowie Methodiken im Kontext des Semantic Webs. Die technische Realisierung der Portale basiert auf unterschiedlichen Informations- und Kommunikationstechnologien, die von den jeweiligen Partnern nach eigenen Kriterien ausgewählt wurden. Die Integration und Interaktion der jeweiligen Technologieansätze wird durch die ontologiebasierte Modellkonzeption dieser Arbeit abgebildet und in ein einheitliches softwaretechnische Umsetzung überführt.

In diesem Netzwerk von Portalen erstellen unterschiedliche Projektpartner Inhalte in den jeweiligen Portalen. Beispielsweise können in dem zentralen OntoWeb.org Portal Publikationen und weiterführende Links eingestellt und verwaltet werden. Auf Grundlage der entwickelten Konzeption SEAL ist eine einheitliche Verarbeitung und Speicherung der Inhalte sichergestellt.

Neben einem Wissensaustausch und -transfer zwischen den OntoWeb Portalen wird der Austausch geeigneter Wissensressourcen zwischen externen Portalen unterstützt. So werden beispielsweise regelmäßig Publikationen im OntoWeb.org Portal mit Portalen ausgewählter Projektpartner, wie dem Portal<sup>15</sup> des Instituts AIFB an der Universität Karlsruhe, ausgetauscht.

---

<sup>15</sup>Siehe hierzu <http://www.aifb.uni-karlsruhe.de/WBS/>

Zusammenfassend konnten die Beiträge dieser Arbeit in einem anspruchsvollen Umfeld getestet und erfolgreich umgesetzt werden. Die Konzeption SEAL wurde daraufhin für weitere semantische Portale eingesetzt, wie beispielsweise in dem EU-Projekt SEKT<sup>16</sup>, dem BMBF Projekt SemIPort<sup>17</sup> oder auch dem Ontologie-Metadaten-Repository ONTHOLOGY.org.

## 14.6 Resümees

Die exemplarische Umsetzung der ontologiebasierten Modellkonzeption und des Mediators ALMO wurden im Rahmen der Gestaltung und Umsetzung von drei Wissensmanagementanwendungen erfolgreich eingesetzt. Diesbezüglich wurden folgende Kernaktivitäten des Wissensmanagements unterstützt.

### Unterstützung der Wissensidentifikation

Die Identifikation relevanter Wissensressourcen stellt eine wichtige Kernfunktionalität von Wissensmanagementsystemen dar. In diesem Kapitel wurde der Einsatz der ontologiebasierten Modellkonzeption zur Entwicklung des Crawlers METIS aufgezeigt. Die entwickelte Software ist dabei durch den Einsatz des ONTOCUBEs sowie dem Mediator ALMO in das organisationsweite Wissensmanagement eingebunden.

Der vorgestellte Crawler METIS setzt Ontologien zur Modellierung der Umgebungswelt und zur Modellierung der eigentlichen Wissensdomäne ein. Die Domänenontologie beschreibt dabei Konzepte, deren Instanzen identifiziert werden sollen. Die Suche nach diesen Instanzen wird mittels einer semantischen Bewertung durchgeführt. Die Suchstrategie ist eine fokussierte Suche, da sie höherwertige Relevanzbewertungen vorrangig verfolgt. Zur qualitativen Bewertung der Suchergebnisse können herkömmliche Kriterien nicht herangezogen werden, da sie in der Regel nur Aussagen über die Anzahl der Dokumente pro Zeiteinheit erlauben. Die Entwicklung solcher semantischer Bewertungskriterien ist Bestandteil gegenwärtiger Forschungsarbeiten. Durch die freie Verfügbarkeit von METIS wird die Anwendung und Erweiterung durch Interessierte gefördert.

### Unterstützung der Wissensentwicklung

Die Entwicklung von Wissen ist eine weitere entscheidende Aufgabe des Wissensmanagements. Dazu wurde ein ONTOCUBE zur Darstellung von relevanten Aspekten der Wissensentwicklung auf Grundlage des aufgestellten Metamodells für Wissensmanagementsysteme diskutiert. Im Rahmen der Umsetzung wurde die Wissensentwicklungssoftware

---

<sup>16</sup>Siehe hierzu <http://www.sekt-project.org/>

<sup>17</sup>Siehe hierzu <http://km.aifb.uni-karlsruhe.de/projects/semiport/>

HELENOS vorgestellt, welche relationale Regeln zur Beschreibung semi-strukturierter Dokumente generiert. Das erzeugte Wissen lässt sich dabei in vorhandene Wissensbestände einpflegen, wodurch eine effektive Wissensentwicklung in Organisationen unterstützt wird.

### **Unterstützung der Wissensnutzung**

Als drittes Anwendungsszenario wurde die Nutzung von Wissen auf der Basis semantischer Portale (SEAL) vorgestellt. Die mittlerweile zahlreichen Entwicklung ontologiebasierter Wissensportale am Institut AIFB der Universität Karlsruhe, führten zu einer fundierten Expertise und zu einer Menge an Ansätzen und Werkzeugen, die für einen effektiven Einsatz benötigt werden (vgl. dazu (Maedche et al., 2002; Maedche et al., 2001a; Staab et al., 2000b; Staab & Maedche, 2001; Hotho et al., 2001; Maedche et al., 2003; Maedche et al., 2001b; Staab et al., 2000a)). Im Rahmen der Gestaltung konnte das Metamodell ONTOCUBE eingesetzt werden, welche in die erfolgreiche Umsetzung mehrerer semantischer Portale zur Wissensnutzung einfließen konnte. Beispielhaft wurde die Portalinfrastruktur im Projekt OntoWeb angeführt und näher beleuchtet.

## Teil IV

# Zusammenfassung und weiterführende Aspekte

*“Das Wohl eines Buches besteht darin, gelesen zu werden. Bücher sind aus Zeichen gemacht, die von anderen Zeichen reden, die ihrerseits von den wirklichen Dingen reden. Ohne ein Auge, das sie liest, enthalten sie nur sterile Zeichen, die keine Begriffe hervorbringen, und bleiben stumm.”*

— Umberto Eco



# 15 Zusammenfassung



In diesem Kapitel wird die Arbeit zusammenfassend betrachtet. Daraufhin werden ausgewählte theoretische sowie praktische Beiträge herausgestellt.

In Abschnitt 15.1 werden **relevante Aspekte der Arbeit** zusammenfassend beschrieben. Im Abschnitt 15.2 werden **methodische Beiträge** dargestellt und Abschnitt 15.3 beschreibt die **praktischen Beiträge** der Arbeit.

## 15.1 Reflektierende Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit verbindet die Themen der formalen Wissensrepräsentation durch Ontologien mit der Modellierung von Wissensmanagementsystemen in Organisationen. Das Kernziel der Arbeit bestand in der Untersuchung und der Klärung von Potenzialen einer ontologiebasierten Gestaltung und Umsetzung von Wissensmanagementsystemen. Vor dem Hintergrund einer zunehmenden Bedeutung des Einsatzes von Informationssystemen für das Wissensmanagement in Organisationen und innovativen Entwicklungen im Kontext der ontologiebasierten Wissensverarbeitung wurde eine Modellkonzeption zur formal-semantischen Gestaltung von Wissensmanagementsystemen entwickelt und anhand ausgewählter Szenarien angewendet.

### 15.1.1 Grundlegende Betrachtungen

Zur Entwicklung einer ontologiebasierten Modellkonzeption bedurfte es zunächst einer Untersuchung zugrunde liegender Forschungsfelder. Dazu wurden im Teil I wichtige *Grundlagen* behandelt. Die Begriffsklärungen in Kapitel 2 diskutierten unterschiedliche Begriffsauffassungen. Dies beinhaltete die Klärung der Ressource Wissen und die Bezüge zu Daten, Information und Wissen hinsichtlich einer softwaretechnischen Verarbeitung von expliziertem Wissen. Die Betrachtung von Wissen im organisatorischen Umfeld führte zu der Klärung des Organisationsbegriffes. Die Planung, Steuerung und Kontrolle von Organisationen erfolgt im Allgemeinen durch das Management. Hierzu wurden die Begriffe des Informationsmanagements und insbesondere des Wissensmanagement aufgeführt. Die Gestaltung von Wissensmanagementsystemen basiert im Allgemeinen auf einem Modellierungsprozess. In diesem Zusammenhang liefert die Modelltheorie wichtige Begrifflichkeiten für diese Arbeit. Zur Repräsentation der Modelle wurden Ontologien eingesetzt.

Dies bedurfte eine Klärung des Ontologiebegriffes sowie einer formalen Begriffsdefinition. Die Unterstützung durch Informationssysteme von Wissensmanagementaktivitäten führte zu der Betrachtung von Wissensmanagementsystemen.

Die Zielsetzung der Arbeit bedurfte der Klärung der grundlegenden Fragestellung, wie Wissen strukturiert, geschaffen, transformiert und ausgetauscht werden kann. Dazu wurde in Kapitel 3 das Erkenntnisobjekt Wissen aus epistemologischer Betrachtungsweise der westlichen Philosophie betrachtet sowie relevante Grundzüge der japanischen Geistesgeschichte vorgestellt. Die gegensätzlichen Betrachtungsweisen der westlichen und japanischen Philosophie führten so auch zu unterschiedlichen ökonomischen Theorien, welche die Entwicklungen heutiger Managementkonzepte begründen. Die Wissensrepräsentation durch Ontologien ist eine effektive Methode zur ganzheitlichen Abbildung auf Basis einer hochgradig axiomatisierbaren Modellsprache. Im Allgemeinen forciert der Modellierungsprozess dabei die Erstellung eines gemeinsam akzeptierten Modellsystems.

Relevante Ansätze für das Management der Ressource Wissen wurden in Kapitel 4 beleuchtet, welche in die entwickelte Konzeption der ontologiebasierten Gestaltung von Wissensmanagementsystemen eingeflossen sind. Diesbezüglich wurden die Spirale der Wissensschaffung nach Nonaka und Takeuchi (Nonaka & Takeuchi, 1995) sowie die Wissensbausteine nach Probst (Probst et al., 2006) beschrieben. Zur Unterstützung von Wissensmanagementsystemen wurden daraufhin konventionelle Informationssysteme betrachtet. Eine weiterführende Betrachtung unterstützender Systeme für das Wissensmanagement führte zu der Untersuchung von Modellen und Architekturen von Wissensmanagementsystemen in Kapitel 5.

Die Betrachtung machte entscheidende Restriktion bestehender Ansätze deutlich. Zum einen handelt es sich meist um ein starres Modellsystem, welches für die praktische Anwendung in seiner initialen Ausprägung übernommen werden muss. Eine generelle Anwendungsmöglichkeit auf unterschiedliche Organisationsformen und -größen wird jedoch bezweifelt. Darüber hinaus besteht in der Regel keine Interaktionsmöglichkeiten mit einem Modell und den tatsächlich operativen Systemen. Dieser Umstand behindert neben einer effizienten Umsetzung und Einführung solcher Modelle ein ganzheitliches erfolgreiches Wissensmanagement in Organisationen.

### 15.1.2 Gestaltung von Wissensmanagementsystemen

Aus den aufgeführten Einschränkungen bestehender Modellierungsansätze heraus wurde die Notwendigkeit einer flexiblen ausdrucksächtigen Modellkonzeption verdeutlicht, die möglichen Veränderungen in Bezug auf die wahrnehmenden Subjekte sowie Veränderungen im Objektsystem Rechnung trägt.

Im Teil II wurde in diesem Sinne die Konzeption der ontologiebasierten Gestaltung von Wissensmanagementsystemen vorgestellt und näher erläutert. Die Gestaltung von Wissensmanagementsystemen bedurfte einer Klärung des zu modellierenden Realitätsausschnittes. Dazu wurden die grundlegenden Bezugsgrößen *Wissen*, *Management* und *Sys-*

*teme* aufgestellt, welche durch eine perspektivische Betrachtung ergänzt wurden. Aus der Synthese der Bezugsgrößen und der Perspektiven wurde der Bezugsrahmen zur Gestaltung hergeleitet.

Zur Formalisierung des Bezugsrahmens erfolgte daraufhin die Konkretisierung einer ontologiebasierten Modellkonzeption im Sinne einer Informationssystemmodellierung. Die Modellbildung basiert dabei auf dem formalen Modellsystem, welches aus den vier Ebenen *Meta*<sup>2</sup>-, *Meta*-, *Anwendungs*- und *Ausprägungsebene* gebildet wird. Die Modellebenen ermöglichen demnach eine Modellierung nach den jeweiligen Abstraktionsstufen. Die *Web Ontology Language (OWL)* wurde als Modellsprache eingesetzt. Durch ihre zunehmende Verbreitung insbesondere im Kontext des *Semantic Web* ist zum einen von einer wachsenden Anwendung sowie einer weiter zunehmenden softwaretechnischen Unterstützung auszugehen.

Dem entwickelten Metamodell ONTOCUBE zur Darstellung und Analyse ontologiebasierter Modellsysteme liegt die Metapher der multidimensionalen Datenstrukturierung aus dem Bereich der OLAP-Systeme zugrunde. Das Metamodell wird dabei aus dem Modellsystem (Wissensbasis) heraus erstellt und unterstützt so eine effiziente Darstellung relevanter Sachverhalte. Der Einsatz von Ontologien zur Modellierung eröffnet zum einen die Möglichkeit zur Beschreibung spezifischer Merkmale und zum anderen bietet die hoch axiomatisierbare Sprache die Möglichkeit einer detaillierten Abbildung. Des Weiteren stellt die Konzeption durch den flexiblen Mechanismus der Sichtenbildung ein effektives Instrument zur Betrachtung wichtiger Ausschnitte des Modellsystems. Diese Sichten werden dabei durch vordefinierte oder durch Anfragen des Modellnutzers generiert. Zur Steuerung der Granularität eines ONTOCUBE können Operatoren verwendet werden, die den Abstraktionsgrad der Darstellung beeinflussen.

Auf Basis des aufgestellten Bezugsrahmens wurden unter Verwendung der entwickelten Modellkonzeption grundlegende Konzeptualisierungen vorgenommen. Dazu wurden die Konzepte *Wissen*, *Organisation*, *Prozess*, *System*, *Akteur* und *Kommunikation* formal-semantisch beschrieben. Die Konzeptualisierungen und die ontologiebasierte Modellkonzeption wurden in Kapitel 10 zur Konzeption des Metamodells für Wissensmanagementsysteme verwendet, welches als zentrales Werkzeug zur Gestaltung und Umsetzung von einzelnen Wissensmanagementanwendungen sowie von organisationsweiten Wissensmanagementsystemen eingesetzt werden kann. Die flexible und bedarfsgerechte Darstellung von Sachverhalten ermöglicht eine zweckgerichtete Betrachtung von Systemen zur Unterstützung von Wissensmanagementprozessen bezüglich einer bestimmten Wissensebene in einer Organisation. Darüber hinaus kann der Prozess der Wissensschaffung in Organisationen mit Hilfe des Metamodells konzipiert und überwacht werden. Relevante Interaktionspunkte mit dem Wissensmanagement oder dem Informationssystemmanagement wurden aufgezeigt und diskutiert.

Die herausragende Bedeutung von Metawissen in Organisation wurde durch die Betrachtung der Recherche und Verwaltung von Metawissen berücksichtigt. Dazu wurde das entwickelte *Ontologie-Metadaten-Vokabular (OMV)* als Grundlage der Annotation von Wis-

sensressourcen und -quellen diskutiert.

### 15.1.3 Umsetzung von Wissensmanagementsystemen

Im Teil III dieser Arbeit wurde die Anwendung der ontologiebasierten Gestaltung anhand ausgewählter Anwendungsszenarien beschrieben. Die Anwendungsszenarien wurden dabei nach wichtigen Kernfunktionalitäten (Seifried & Eppler, 2000) von Wissensmanagementsystemen ausgerichtet. In diesem Sinne wurde das Metamodell in folgenden Szenarien angewendet und entsprechende Werkzeuge und Systeme entwickelt<sup>1</sup> und näher vorgestellt.

Unterstützung der	Beschreibung
<b>Kollaboration</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Entwicklung von Wissensportalen zum Wissensaustausch und Wissenstransfer</li> <li>- Durchgeführt im EU Projekt OntoWeb und SEKT</li> <li>- Entwickler Ansatz: SEAL</li> </ul>
<b>Wissenstransparenz</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Formal-semantische Modellierung von Metawissen</li> <li>- Durchgeführt im EU Projekt Knowledge Web</li> <li>- Entwickler Ansatz: Ontologie-Metadaten-Vokabular (OMV)</li> </ul>
<b>Wissenskodifizierung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Entwicklung eines Repositoriums für ontologiebasierte Modelle</li> <li>- Durchgeführt im EU Projekt Knowledge Web</li> <li>- Entwickler Ansatz: ONTHOLOGY</li> </ul>
<b>Wissensidentifikation und -generierung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Konzeption einer ontologiebasierten Wissensidentifikation</li> <li>- Verfahrensanwendung zur Wissensentdeckung</li> <li>- Durchgeführt im BMBF Projekt SemIPort</li> <li>- Entwickler Ansatz: METIS und HELENOS</li> </ul>

Tabelle 15.1: Umsetzung von WM-Systemen

Die entwickelten Werkzeuge und Systeme, wie in der Tabelle 15.1 aufgeführt, wurden in den aufgeführten Forschungsprojekten mit Partnern aus der Forschung und Industrie angewendet.

## 15.2 Theoretischer Beitrag

Zusammenfassend lässt sich die vorgestellte Konzeption zur ontologiebasierten Gestaltung von Wissensmanagementsystemen als ganzheitliches und adaptives Verfahren beschreiben. Dabei sind folgende Beiträge der Arbeit hervorzuheben.

<sup>1</sup>Die softwaretechnischen Entwicklungen wurden auf Basis der entwickelten Ontologie- und Software-Entwicklungsplattform OntoWare (<http://www.ontoware.org/>) entwickelt.

**Metamodell ONTOCUBE** - Das Metamodell ONTOCUBE ermöglicht eine innovative und neuartige Darstellung von komplexen ontologiebasierten Wissensbeständen und beseitigt so herkömmliche Probleme der Analyse und Darstellung großer Ontologiebestände. Die Steuerung der Darstellung beziehungsweise der Granularität eines Metamodells wird durch definierte Operatoren ermöglicht.

**Grundlegende Konzeptualisierungen** - Eine ontologiebasierte Modellierung auf Basis des aufgestellten Bezugsrahmens dient als gemeinsame Sprache zur Entwicklung von Modellen für Wissensmanagementsysteme. Eine ähnlich umfangreiche Modellierung auf der Grundlage von Ontologien besteht in diesem Kontext bisher nicht. Die Arbeit liefert mit den grundlegenden Konzeptualisierungen eine umfangreiche Darstellung betriebswirtschaftlich-organisatorischer Aspekte, die als Ausgangsbasis für weitere Anwendungen dienen kann.

**Metamodell für Wissensmanagementsysteme** - Für die Gestaltung und Umsetzung von Wissensmanagementsystemen wurde ein leistungsstarkes Metamodell entwickelt, welches sich durch seine Ausdrucksstärke und Flexibilität auszeichnet. Dabei ist vor allem die Möglichkeit der bedarfsgerechten Anpassung und Ausrichtung des Metamodells auf bestimmte Anforderungen und Organisationskonfigurationen hervorzuheben.

- *Integrationsfähigkeit* - Das Verfahren eignet sich im Rahmen einer völligen Neugestaltung von Wissensmanagementsystemen und lässt sich aufgrund der flexiblen, ontologiebasierten Modellierung auch in bestehende Wissensmanagementaktivitäten sowie in bestehende softwaretechnische Infrastrukturen einbinden.
- *Wiederverwendbarkeit* - Die grundlegenden Konzeptualisierungen lassen sich für unterschiedliche Organisationskonfigurationen verwenden.
- *Anpassbarkeit* - Die ontologiebasierten Modelle ermöglichen eine Anpassung hinsichtlich weiterer, spezifischer Modellzwecke oder -ziele. Im Gegensatz zu starren Modellierungen lassen sich die entwickelten Modelle auf sich verändernde Rahmenbedingungen anpassen und reflektieren somit die jeweilige Organisationskonfiguration.

Das entwickelte Metamodell beseitigt eine Vielzahl bestehender Probleme herkömmlicher Modelle für Wissensmanagementsysteme und eröffnet darüber hinaus den Einsatz als langfristiges adaptives Bewertungsmodell bestehender Wissensmanagementsysteme.

**Ontologie-Metadaten-Vokabular (OMV)** - Die Wissensrepräsentation durch Ontologien führt zu der Notwendigkeit der Recherche und der Verwaltung von Modellen beziehungsweise dem Umgang mit Metawissen. Als ein erster Ansatz in diesem Bereich ist die Entwicklung des Ontologie-Metadaten-Vokabulars (OMV) zu sehen, welcher erfolgreich mit Partnern aus der Forschung und Industrie weiterentwickelt und eingesetzt werden konnte.

Neben den aufgeführten theoretisch orientierten Beiträgen sind darüber hinaus praktische Beiträge hervorzuheben, welche im folgenden Abschnitt dargestellt werden.

### 15.3 Praktischer Beitrag

In dieser Arbeit wurde neben den theoretischen Untersuchung mehrere umfangreiche praktische Anwendungen vorgestellt. Diese Anwendungen demonstrieren die Möglichkeit der direkten Interaktion der erstellten Modelle auf softwaretechnischer Ebene. Im Folgenden sei auf einige relevante Beiträge hingewiesen.

**Verbindung der Gestaltung und Umsetzung** - Die Verbindung von Gestaltungsmodellen mit operativen Systemen ermöglicht eine effektive und effiziente Umsetzung von Wissensmanagementsystemen. Das entwickelte Konzept verbindet dabei modellierte Prozesse mit real laufenden Prozessen der jeweiligen Systeme.

**Ontologiebasierte Wissensmanagementanwendungen** - Darüber hinaus konnten mit der entwickelten Modellkonzeption innovative Wissensmanagementanwendungen realisiert werden. Die Planung, Durchführung, Steuerung und Kontrolle der jeweiligen Anwendungen wurde dabei durch das Metamodell ONTOCUBE unterstützt.

- *Ontologiebasierte Wissensidentifikation* - Die kontextsensitive Identifikation vorhandener Wissensressourcen stellt eine große Herausforderung im Internet sowie in zahlreichen Intranets dar. In dieser Arbeit konnte ein ontologiebasiertes Verfahren zur semantisch gesteuerten Suche in großen und komplexen Datenbeständen erfolgreich konzipiert und umgesetzt werden.
- *Ontologiebasierte Wissensentdeckung* - Das Erkennen und Extrahieren implizit vorhandener Muster oder Regeln, die expliziert in die organisationale Wissensbasis integriert werden können, unterstützt die Wissensentwicklung in Organisationen. In diesem Zusammenhang wurde eine umfangreiche Anwendung auf Basis der Induktiven Logischen Programmierung vorgestellt und mithilfe des ONTOCUBE umgesetzt.
- *Ontologiebasierte Wissensnutzung* - Eine optimierte Wissensbereitstellung stellt sich als ein Kernziel des Wissensmanagements dar. Dazu wurde die Konzeption der *Semantischen Portale* vorgestellt, welche Ontologien unter anderem zur Navigation und Strukturierung der Inhalte einsetzen und so einen effektiven Zugang zu Wissensressourcen ermöglichen. Die Vielzahl der erfolgreich umgesetzten Wissensportale zeigt den Nutzen und demonstriert den Wissenstransfer zwischen einzelnen Wissensportalen.

Die entwickelten Anwendungen verwenden Ontologien zur Repräsentation von Wissen und werden ebenfalls durch semantische Beschreibungen operativ gesteuert. Die Anwendungen sind einzeln zu betreiben, wobei durch die Kombination der Systeme der größtmögliche Nutzen einer ontologiebasierten Gestaltung und Umsetzung offen gelegt wird.



## 16 Weiterführende Aspekte



In diesem Kapitel werden weiterführende Aspekte dieser Arbeit angesprochen.

In Abschnitt 16.1 werden denkbare **Erweiterungen** des Verfahrens angesprochen und in Abschnitt 16.2 werden weiterführende **softwaretechnischen Entwicklungen** diskutiert.

### 16.1 Erweiterung der Verfahrensanwendung

In der vorliegenden Arbeit wurde das Metamodell ONTOCUBE zur Gestaltung von Wissensmanagementsystemen eingesetzt. Das Metamodell ermöglicht die Darstellung und Analyse komplexer ontologiebasierter Modellsysteme. In diesem Zusammenhang scheint eine domänenunabhängige Anwendung des Verfahrens zur Darstellung von Ontologien im Allgemeinen interessant. Die Betrachtung großer Ontologien stellt sich bisher als entscheidendes Hindernis in der Forschung sowie in der praktischen Anwendung dar. Der Einsatz des ONTOCUBES als allgemeingültiges Verfahren zur Darstellung und Analyse von Ontologien kann so als wichtiger weiterführender Aspekt dieser Arbeit angesehen werden.

Im Kontext der Modellierung wurde das Metamodell für Wissensmanagementsysteme eingesetzt. In diesem Zusammenhang ist eine Erweiterung des Metamodells auf allgemeine Wissensmanagementaktivitäten in Organisationen vorstellbar. Dazu bedarf es einer Modifikation der jeweiligen Dimensionen des Metamodells, wodurch sich unterschiedliche Aspekte des Wissensmanagements darstellen ließen.

### 16.2 Weiterführung der softwaretechnischen Unterstützung

Im Bereich der softwaretechnischen Unterstützung der Gestaltung zeigt sich Potenzial für weiterführende Arbeiten. Durch die Verwendung von Ontologien kann auf eine Vielzahl bestehender Werkzeuge zurückgegriffen werden. Jedoch fehlt es bislang an einer geeigneten Software zur semi-automatischen Visualisierung des Metamodells ONTOCUBE. Dabei steht die Entwicklung einer möglichst intuitiven Benutzerschnittstelle im Vordergrund, welche eine leicht zu bedienende dreidimensionale Visualisierung des Modells ermöglicht.

In der Arbeit wurde zur Analyse der ontologiebasierten Modell die Verwendung einer Anfrageschnittstelle der Wissensbasis mit direkter Nutzung der Ergebnisse vorgestellt. Darüber hinaus sind folgende Erweiterungen denkbar.

- *Berichte* - Die (ereignisgesteuerte) Erstellung von Berichten nach vordefinierten Kriterien ermöglicht die Unterstützung der Kontrolle von Wissensmanagementaktivitäten über eine festgelegte Zeitspanne hinweg. Die gefertigten Berichte sind demnach zueinander vergleichbar und erlauben Rückschlüsse auf Veränderungen und Auswirkungen von Wissensmanagementaktivitäten.
- *Analysewerkzeuge* - Weitaus leistungsfähiger als Berichte sind softwaretechnische Analysewerkzeuge mit einer eigenen grafischen Benutzeroberfläche, die Operationen zur Analyse des Metamodells ONTOCUBE unterstützen und eine durch Dokumentations- und Präsentationsfunktionen die Gestaltung und Umsetzung begleiten.
- *Entwicklungsumgebung* - Eine Kombination des entwickelten Ansatzes mit bestehenden Softwareentwicklungsumgebungen auf der einen Seite und Ontologiemodellierungswerkzeugen auf der anderen Seite eröffnet eine leistungsfähige Verknüpfung im Rahmen des Wissensmanagements.

Der Einsatz von Ontologien im Rahmen der Gestaltung und der Umsetzung von Wissensmanagementsystemen wurde in dieser Arbeit sowohl methodisch als auch praktisch betrachtet. Angesichts der Weite und Komplexität des Themas wäre es vermessen, von einer abgeschlossenen Bearbeitung des Themengebietes zu sprechen. Die Beiträge dieser Arbeit verdeutlichen jedoch das Potenzial semantischer Methoden und Technologien für das Wissensmanagement in Organisationen und liefern erste innovative Ansätze für die Gestaltung und die Umsetzung von Wissensmanagementsystemen.

# Literaturverzeichnis

- Aamodt, A. & Nygård, M. (1995). Different roles and mutual dependencies of data, information, and knowledge - an ai perspective on their integration. *Data Knowl. Eng.*, 16(3):191–222.
- Abecker, A. (2004). *Business-Process Oriented Knowledge Management: Concepts, Methods, and Tools*. PhD thesis, Universität Karlsruhe (TH), Universität Karlsruhe (TH), Institut AIFB, D-76128 Karlsruhe.
- Abecker, A. & Decker, S. (1999). Organizational memory: Knowledge acquisition, integration, and retrieval issues. In Puppe, F. (Ed.), *Knowledge-based Systems: Survey and Future Directions, Proceeding of the 5th German Conf. on Knowledge-based Systems, Wuerzburg, March 1999*, volume 1570 of *Lecture Notes in Artificial Intelligence (LNAI)*. Springer-Verlag.
- Agarwal, S., Handschuh, S., & Staab, S. (2004). Annotation, composition and invocation of semantic web services. *Journal on Web Semantics*, 2(1).
- Agrawal, R., Gupta, A., & Sarawagi, S. (1997). Modeling multidimensional databases. In Gray, A. & Larson, P.-Å. (Eds.), *Proc. 13th Int. Conf. Data Engineering, ICDE*, pages 232–243. IEEE Computer Society.
- Albrecht, F. (1993). Strategisches Management der Unternehmensressource Wissen. In *Europäische Hochschulschriften, Bd. 1367*, Frankfurt am Main. Peter Lang Verlag.
- Allweyer, T. (1998). Modellbasiertes Wissensmanagement. *Information Management*, 13(1):37–45.
- Angele, J., Fensel, D., Landes, D., & Studer, R. (1998). Developing knowledge-based systems with MIKE. *Journal of Automated Software Engineering*, 5(4):389–418.
- Ansoff, H. (1965). *Corporate Strategy*. McGraw-Hill, New York.
- Applehans, W., Globe, A., & Laugero, G. (1998). *Managing Knowledge*. Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., Boston, MA, USA.
- Aristotle (1908). Metaphysics. In Ross, W. D. (Ed.), *The Works of Aristotle translated into English, Volume VIII*. Oxford University Press, Oxford.
- Baader, F., McGuinness, D. L., Nardi, D., & Patel-Schneider, P. F. (2003). *The Description Logic Handbook*. Cambridge University Press.
- Bach, V. (2000). *Business Knowledge Management in der Praxis*. Springer.

- Balzert, H. (1998). *Lehrbuch der Software-Technik: Software-Management, Software-Qualitätssicherung, Unternehmensmodellierung*. Spektrum Akademischer Verlag GmbH, Heidelberg.
- Bea, F. X. & Göbel, E. (2006). *Organisation*, volume 3. Lucius & Lucius, Stuttgart.
- Bea, F. X. & Haas, J. (2005). *Strategisches Management*, volume 4. Lucius & Lucius, Stuttgart.
- Becker, J., Rosemann, M., & Schütte, R. (1995). Grundsätze ordnungsmäßiger Modellierung. In *Wirtschaftsinformatik*, volume 37, pages 435–445.
- Berendt, B., Hotho, A., & Stumme, G. (2002). Towards Semantic Web Mining. In Horrocks, I. & Hendler, J. A. (Eds.), *ISWC 2002, First International Semantic Web Conference*, pages 264–278.
- Berners-Lee, T., Cailliau, R., Luotonen, A., Nielsen, H. F., & Secret, A. (1994). The World-Wide Web. *Commun. ACM*, 37(8):76–82.
- Berners-Lee, T. & Fischetti, M. (1999). *Weaving the Web: The Original Design and Ultimate Destiny of the World Wide Web by its Inventor*. HarperCollins, New York, USA.
- Borghoff, U. & Pareschi, R. (1997). Information Technology for Knowledge Management. *J.UCS: Journal of Universal Computer Science*, 3(8):835–852.
- Bozsak, E., Ehrig, M., Handschuh, S., Hotho, A., Maedche, A., Motik, B., Oberle, D., Schmitz, C., Staab, S., Stojanovic, L., Stojanovic, N., Studer, R., G. Stumme, Sure, Y., Tane, J., Volz, R., & Zacharias, V. (2002). KAON — Towards a Large Scale Semantic Web. In Bauknecht, K., Tjoa, A. M., & Quirchmayr, G. (Eds.), *Proceedings of the 3rd International Conference on E-Commerce and Web Technologies (EC-Web 2002)*, pages 304–313.
- Brickley, D. & Guha, R. V. (2004). RDF Vocabulary Description Language 1.0: RDF Schema. W3C Recommendation 10 February.
- Buitelaar, P., Cimiano, P., & Magnini, B. (Eds.) (2005). *Ontology Learning from Text: Methods, Evaluation and Applications*, volume 123 of *Frontiers in Artificial Intelligence*. IOS Press.
- Bussler, C., Maedche, A., & Fensel, D. (2002). A Conceptual Architecture for Semantic Web Enabled Web Services. *ACM Special Interest Group on Management of Data*, 31(4).
- Chakrabarti, S., Dom, B. E., Kumar, S. R., Raghavan, P., Rajagopalan, S., Tomkins, A., Gibson, D., & Kleinberg, J. (1999). Mining the Web's link structure. *Computer*, 32(8):60–67.
- Chang, G., Healey, M. J., McHugh, J. A. M., & Wang, J. T. L. (2001). Mining the World Wide Web.
- Chen, P. P. (1976). The Entity-Relationship Model - Toward a Unified View of Data. *ACM Trans. Database Syst.*, 1(1):9–36.

- Cimiano, P. (2006). *Ontology Learning and Population from Text*. PhD thesis, Universität Karlsruhe (TH), Universität Karlsruhe (TH), Institut AIFB, D-76128 Karlsruhe.
- Codd, E. F. (1970). A Relational Model of Data for Large Shared Data Banks. *Commun. ACM*, 13(6):377–387.
- Codd, E. F. (1993). Providing OLAP (on-line analytical processing) to user-analysts: An IT mandate. Technical report.
- Davenport, T. H. & Prusak, L. (1998). *Working Knowledge – How organisations manage what they know*. Harvard Business School Press, Boston, Massachusetts.
- Davies, J., Studer, R., & Warren, P. (Eds.) (2006). *Semantic Web Technologies - Trends and Research in ontology-based Systems*. John Wiley & Sons.
- DeMarco, T. (1979). *Structured Analysis and System Specification*. Prentice Hall PTR, Upper Saddle River, NJ, USA.
- Dittmar, C. (2004). *Knowledge Warehouse*. PhD thesis, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik, Ruhr-Universität Bochum.
- Drucker, P. A. (1993). *A Post Capitalist Society*. HarperCollins, New York.
- Ehrig, M., Hartmann, J., & Schmitz, C. (2004). Ontologie-basiertes Web-Mining. In Dadam, P. & Reichert, M. (Eds.), *Informatik 2004 - Informatik verbindet, Beiträge der 34. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik e.V., Workshop Semantische Technologien für Informationsportale*, volume 2, pages 187–193, Ulm, Germany. Köllen Druck+Verlag GmbH, Bonn.
- Ehrig, M. & Maedche, A. (2003). Ontology-Focused Crawling of Web Documents. In *Proc. of the Symposium on Applied Computing 2003 (SAC 2003), March 9-12, Melbourne, Florida, USA*, pages 1174–1178. ACM.
- Ehrig, M. & Sure, Y. (2004). Ontology Mapping - An Integrated Approach. In Bussler, C., Davis, J., Fensel, D., & Studer, R. (Eds.), *Proceedings of the First European Semantic Web Symposium*, volume 3053 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 76–91, Heraklion, Greece. Springer Verlag.
- Ellis, C. & Nutt, G. (1993). Modelling and enactment of workflow systems. *Application and Theory of Petri Nets, LNCS 691:Modelling and enactment of workflow systems*.
- Endruweit, G. (2004). *Organisationssoziologie*, volume 2. Lucius & Lucius, Stuttgart.
- Eppler, M. J., Seifried, P. M., & Rpnack, A. (1999). Improving knowledge intensive processes through an enterprise knowledge medium. In *SIGCPR '99: Proceedings of the 1999 ACM SIGCPR conference on Computer personnel research*, pages 222–230, New York, NY, USA. ACM Press.
- Erdmann, M. (2001). *Ontologien zur konzeptuellen Modellierung der Semantik von XML*. Books on Demand. PhD Thesis.
- Fayyad, U., Piatetsky-Shapiro, G., Smyth, P., & Uthurusamy, R. (1996). Advances in knowledge discovery and data mining.

- Fensel, D. (1995). *The Knowledge Acquisition And Representation Language KARL*. Kluwer Academic Publisher, Boston.
- Ferstl, O. K. & Sinz, E. J. (1990). Objektmodellierung betrieblicher Informationssysteme im Semantischen Objektmodell (SOM). *Wirtschaftsinformatik*, 32(6):566–581.
- Ferstl, O. K. & Sinz, E. J. (1991). Ein Vorgehensmodell zur Objektmodellierung betrieblicher Informationssysteme im Semantischen Objektmodell (SOM). *Wirtschaftsinformatik*, 33(6):477–491.
- Ferstl, O. K. & Sinz, E. J. (1995). Der Ansatz des Semantischen Objektmodells (SOM) zur Modellierung von Geschäftsprozessen. *Wirtschaftsinformatik*, 37(3):209–220.
- Frank, U. (1994). *Multiperspektivische Unternehmensmodellierung. Theoretischer Hintergrund und Entwurf einer objektorientierten Entwicklungsumgebung*. Oldenbourg, München.
- Frank, U. (1995). MEMO: Objektorientierte Unternehmensmodellierung zum gemeinsamen Entwurf optimierter Geschäftsprozesse und hochintegrierter Anwendungssysteme. *OBJEKTSpektrum*, (6):43–47.
- Frese, E. (1998). *Grundlagen der Organisation: Konzept - Prinzipien - Strukturen*. Gabler, Wiesbaden, 7 edition.
- Gangemi, A., Guarino, N., Masolo, C., Oltramari, A., & Schneider, L. (2002). Sweetening ontologies with DOLCE. In *EKAW '02: Proceedings of the 13th International Conference on Knowledge Engineering and Knowledge Management. Ontologies and the Semantic Web*, pages 166–181, London, UK. Springer-Verlag.
- Gangemi, A., Pisanelli, D. M., & Steve, G. (1999). An overview of the ONIONS project: Applying ontologies to the integration of medical terminologies. *Data Knowledge Engineering*, 31(2):183–220.
- Ghani, R., Slattery, S., & Yang, Y. (2001). Hypertext categorization using hyperlink patterns and meta data. In *International Conference on Machine Learning (ICML)*.
- Gomez-Perez, A. (2001). Evaluation of ontologies. *Int. Journal of Intelligent Systems*, 16(3).
- Gómez-Pérez, A., Fernández-López, M., & Corcho, O. (2003). *Ontological Engineering. Advanced Information and Knowledge Processing*. Springer.
- Gronau, N., Palmer, U., Schulte, K., & Winkler, T. (2003). Modellierung von wissensintensiven Geschäftsprozessen mit der Beschreibungssprache K-Modeler. In Reimer, U., Abecker, A., Staab, S., & Stumme, G. (Eds.), *Wissensmanagement*, volume 28 of *LNI*, pages 315–322. GI.
- Gruber, T. R. (1993a). Towards Principles for the Design of Ontologies Used for Knowledge Sharing. In *Formal Ontology in Conceptual Analysis and Knowledge Representation*. Kluwer Academic Publishers.
- Gruber, T. R. (1993b). A translation approach to portable ontology specifications. *Knowledge Acquisition*, 5(2):199–220.

- Guarino, N. (1998). *Formal Ontology and Information Systems*. IOS-Press.
- Guarino, N. (1997). Understanding, building and using ontologies. *International Journal of Human and Computer Studies*, 46(2/3):293–310.
- Gutenberg, E. (1983). *Die Produktion; Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre Band 1*. Springer, Berlin, 24 edition.
- Hartmann, J. & Palma, R. (2006). OMV - Ontology Metadata Vocabulary for the Semantic Web. v. 2.0, verfügbar unter <http://omv.ontoware.org/>.
- Hartmann, J. & Sure, Y. (2003). Scalable and Reliable Semantic Portals (SEAL) in Practice. In *Proc. of International Conference on Ontologies, Databases and Applications of SEMantics (ODBASE 2003), 3-7 November 2003, Catania, Sicily (Italy)*, volume 2888, pages 725–738.
- Hartmann, J., Sure, Y., Palma, R., Haase, P., Suarez-Figueroa, M., Studer, R., & Gomez-Perez, A. (2005a). Ontology Metadata Vocabulary and Applications. In Meersman, R. (Ed.), *International Conference on Ontologies, Databases and Applications of Semantics. In Workshop on Web Semantics (SWWS)*.
- Hartmann, J. (2002). Lernen struktureller Regeln zur Klassifikation von Web-Dokumenten. Master's thesis, University of Bremen.
- Hartmann, J. (2003). ILP-basierte Klassifikation von Web-Dokumenten. In *Proceedings of FGML Workshop. Special Interest Group of German Information Society (FGML - Fachgruppe Maschinelles Lernen der GI e.V.)*.
- Hartmann, J., Hotho, A., & Stumme, G. (2002). Semantic Web Mining for Building Information Portals. In *Proc. Arbeitskreistreffen Knowledge Discovery, Oldenburg, Sept. 2002*, pages 34–38.
- Hartmann, J., Paslaru-Bontas, E., Palma, R., & Gomez-Perez, A. (2006). DEMO - A Design Environment for Metadata Ontologies. In Sure, Y. & Domingue, J. (Eds.), *The Semantic Web: Research and Applications*, volume 4011 of *LNCS*, pages 303–316, Budva, Montenegro. Springer.
- Hartmann, J., Stojanovic, N., Studer, R., & Schmidt-Thieme, L. (2005b). Ontology-based Query Refinement for Semantic Portals. In Hemmje, M., Niederée, C., & Risse, T. (Eds.), *From Integrated Publication and Information Systems to Virtual Information and Knowledge Environments*, volume 3379 / 2005 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 41–50. Springer.
- Hartmann, J. & Sure, Y. (2004). An Infrastructure for Scalable, Reliable Semantic Portals. *IEEE Intelligent Systems*, 19(3):58–65.
- Hartmann, J., Sure, Y., Haase, P., Palma, R., & del Carmen Suárez-Figueroa, M. (2005c). OMV – Ontology Metadata Vocabulary. In Welty, C. (Ed.), *ISWC 2005 - In Ontology Patterns for the Semantic Web*.
- Hartmann, J., Sure, Y., Volz, R., & Studer, R. (2003). Extended OntoWeb.org Portal. OntoWeb deliverable 6.4, Institute AIFB, University of Karlsruhe.

- Heisig, P. (2002). GPO-WM: Methode und Werkzeuge zum geschäftsprozessorientierten Wissensmanagement. In Abecker, A. (Ed.), *Geschäftsprozessorientiertes Wissensmanagement*, pages 47–64. Springer.
- Hepp, M., Leymann, F., Domingue, J., Wahler, A., & Fensel, D. (2005). Semantic Business Process Management: A Vision Towards Using Semantic Web Services for Business Process Management. In *IEEE International Conference on e-Business Engineering (ICEBE 2005)*, Tsinghua University, Beijing, China.
- Hirai, J., Raghavan, S., Garcia-Molina, H., & Paepcke, A. (2000). WebBase: a repository of Web pages. *Computer Networks (Amsterdam, Netherlands: 1999)*, 33(1–6):277–293.
- Hotho, A. (2004). *Clustern mit Hintergrundwissen*. PhD thesis, Universität Karlsruhe (TH), Universität Karlsruhe (TH), Institut AIFB, D-76128 Karlsruhe.
- Hotho, A., Maedche, A., Staab, S., & Studer, R. (2001). SEAL-II — The soft spot between richly structured and unstructured knowledge. *Journal of Universal Computer Science*.
- Hoyer, R. (1988). *Organisatorische Voraussetzungen der Büroautomation: Rechnergestützte, prozessorientierte Planung von Büroinformations- und Kommunikationssystemen*. Erich Schmidt Verlag, Berlin.
- Huber, G. P. (1991). Organizational learning: the contributing processes and the literatures. *Organization Science*, 2(1):88–115.
- Inmon, W. H. (1996). The Data Warehouse and Data Mining. *Commun. ACM*, 39(11):49–50.
- Inmon, W. H. & Inmon, W. H. (2002). *Building the Data Warehouse, 3rd Edition*. John Wiley & Sons, Inc., New York, NY, USA.
- Karagiannis, D. & Woitsch, R. (2002). The PROMOTE Prototype: A Meta2Model Based Process Oriented KMS. In *DEXA '02: Proceedings of the 13th International Workshop on Database and Expert Systems Applications*, pages 143–148, Washington, DC, USA. IEEE Computer Society.
- Kieser, A. & Walgenbach, P. (2003). *Organisation*. Schäffer-Poeschel, Stuttgart, 4 edition.
- Kifer, M., Lausen, G., & Wu, J. (1995). Logical foundations of object-oriented and frame-based languages. *Journal of the ACM*, 42(4):741–843.
- Kosanke, K. & Vlietstra, J. (1989). An open system architecture in computer integrated manufacturing: Cim-osa. In *IFIP Congress*, pages 765–770.
- Kosiol, E. (1966). *Die Unternehmung als wirtschaftliches Aktionszentrum*. Rowohlt Taschenbuch Verl.
- Krcmar, H. (2000). *Informationsmanagement*, volume 2. Springer Verlag.
- Lausen, H. & Polleres, A. (2005). Web Service Modeling Ontology (WSMO). verfügbar unter <http://www.w3.org/Submission/WSMO/>.

- Lehner, F., Maier, R., & Klosa, O. (1998a). Organisational memory systems - application of advanced database & network technologies.
- Lehner, F. (2006). *Wissensmanagement*. Carl Hanser Verlag, München/Wien.
- Lehner, F., Maier, R., & Klosa, O. (1998b). Organisational Memory Systems: Application of Advanced Database & Network Technologies in Organisations. In Reimer, U. (Ed.), *PAKM*, volume 13 of *CEUR Workshop Proceedings*. CEUR-WS.org.
- Leymann, F., Roller, D., & Schmidt, M.-T. (2002). Web services and business process management. *IBM Systems Journal*, 41(2).
- Lockemann, P. C. & Schmidt, J. W. (Eds.) (1987). *Datenbankhandbuch*. Springer.
- Lozano-Tello, A. & Gomez-Perez, A. (2004). ONTOMETRIC: A Method to Choose the Appropriate Ontology. *Journal of Database Management*, 15(2).
- Maedche, A., Staab, S., Stojanovic, N., Studer, R., & Sure, Y. (2001a). Inside AIFB - Access to a Semantic Knowledge Portal. In Fensel, D., Hendler, J., Lieberman, H., & Wahlster, W. (Eds.), *Creating the Semantic Web*. MIT Press, Cambridge, MA.
- Maedche, A., Staab, S., Stojanovic, N., Studer, R., & Sure, Y. (2001b). SEAL - A framework for developing SEMantic portALs. In *BNCOD 2001 - 18th British National Conference on Databases, Oxford, UK, 9th - 11th July 2001*. LNCS, Springer Verlag.
- Maedche, A., Staab, S., Stojanovic, N., Studer, R., & Sure, Y. (2003). SEMantic portAL - The SEAL approach. In Fensel, D., Hendler, J., Lieberman, H., & (eds.), W. W. (Eds.), *Spinning the Semantic Web*, pages 317–359. MIT Press, Cambridge, MA.
- Maedche, A., Staab, S., Studer, R., Sure, Y., & Volz, R. (2002). SEAL - Tying up information integration and web site management by ontologies. *IEEE Data Engineering Bulletin*, 25(1):10–17.
- Maier, R. (1998). Modelling Organisational Information Processing. In *EJC*, pages 27–41.
- Maier, R. (2004). *Knowledge management systems*. Springer, 2. ed. edition.
- Mandl, H. (1987). Wissenspsychologische grundlagen intelligenter lernsysteme. In *Proc. des Workshop 'Intelligente Lernsysteme'*, pages 18–29, Tübingen, Germany.
- Mädche, A., Sattler, K.-U., & Stumme, G. (Eds.) (2002). *Information Integration and Mining in Databases and on the Web, Proceedings of the 2nd International Workshop on Databases, Documents, and Information Fusion (DBFusion 2002), Karlsruhe, July 4-5*.
- Mertens, P., Bodendorf, F., König, W., Picot, A., & Schumann, M. (2000). *Grundzüge der Wirtschaftsinformatik*. Springer-Verlag, Berlin.
- Michalski, R. & Kaufman, K. (1997). Data mining and knowledge discovery: A review of issues and a multistrategy approach.
- Muggleton, S. (1995). Inverse entailment and Progol. *New Generation Computing, Special issue on Inductive Logic Programming*, 13(3-4):245–286.

- Muggleton, S. (1999). Inductive Logic Programming. In *The MIT Encyclopedia of the Cognitive Sciences (MITECS)*. MIT Press.
- National Information Standards Organization (NISO) (2004). Understanding metadata. NISO Press.
- Nienhuys-Cheng, S. & de Wolf, R. (1997). Foundations of Inductive Logic Programming.
- Niles, I. & Pease, A. (2001). Towards a standard upper ontology. In *FOIS '01: Proceedings of the international conference on Formal Ontology in Information Systems*, pages 2–9, New York, NY, USA. ACM Press.
- Nonaka, I. & Takeuchi, H. (1995). *The Knowledge-Creating Company*. Oxford University Press, Oxford.
- North, K. (2005). *Wissensorientierte Unternehmensführung*, volume 4. Gabler, Wiesbaden.
- Oberle, D. (2005). *Semantic Management of Middleware*. Semantic Web and Beyond. Springer.
- Ogden, C. K. & Richards, I. A. (1923). *The Meaning of Meaning. A Study of the Influence of Language upon Thought and of the Science of Symbolism*. Harcourt, Brace and Brace, New York.
- Olle, T. W. (1994). Information system methods - history, status and forecast. In *IFIP Congress (3)*, pages 424–433.
- Österle, H. (2003). *Business Engineering*. Springer, 2., vollst. neu bearb. und erw. Aufl. edition.
- Pankratius, V. & Stucky, W. (2005). A Formal Foundation for Workflow Composition, Workflow View Definition, and Workflow Normalization based on Petri Nets. In *Proc. of the Second Asia-Pacific Conference on Conceptual Modelling (APCCM2005)*, pages 79–88, Newcastle, Australia.
- Paslaru Bontas, E., Mochol, M., & Tolksdorf, R. (2005). Case Studies on Ontology Reuse. In *Proceedings of the IKNOW05 International Conference on Knowledge Management*.
- Pautzke, G. (1989). *Die Evolution der organisatorischen Wissensbasis*. München.
- Petri, C. A. (1962). *Kommunikation mit Automaten*. PhD thesis, Schriften des IIM Nr. 2, Bonn.
- Pinto, H. S. & Martins, J. P. (2001). A methodology for ontology integration. In *Proc. of the International Conf. on Knowledge Capture K-CAP01*.
- Polanyi, M. (1966). *The Tacit Dimension*. Routledge & Kegan Paul, London, United Kingdom.
- Preim, B. (1999). *Entwicklung interaktiver Systeme - Grundlagen, Fallbeispiele und innovative Anwendungsfelder*. Springer, Heidelberg [u.a.].

- Probst, G., Raub, S., & Romhardt, K. (2006). *Wissen managen*, volume 5. Gabler Verlag, Wiesbaden.
- Rehäuser, J. & Krcmar, J. (1996). Wissensmanagement im Unternehmen. In Schreyögg, G. & Conrad, G. (Eds.), *Wissensmanagement*, volume 6, pages 1–40, Berlin, New York. de Gruyter.
- Reinmann-Rothmeier, G. & Mandl, H. (2000). *Individuelles Wissensmanagement. Strategien für den persönlichen Umgang mit Information und Wissen am Arbeitsplatz*. Huber.
- Remus, U. (2002). *Prozeorientiertes Wissensmanagement - Konzepte und Modellierung*. PhD thesis, Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät der Universität Regensburg, Regensburg, Deutschland.
- Riempp, G. (2004). *Integrierte Wissensmanagementsysteme*. Springer, Berlin [u.a.].
- Russ, T., Valente, A., MacGregor, R., & Swartout, W. (1999). Practical Experiences in Trading Off Ontology Usability and Reusability. In *Proc. of the Knowledge Acquisition Workshop (KAW99)*.
- Russell, S. & Norvig, P. (1995). *Artificial Intelligence - A Modern Approach*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs.
- Scheer, A.-W. (1990). Modellierung betriebswirtschaftlicher Informationssysteme. *Wirtschaftsinformatik*, 32(5):403–421.
- Scheer, A.-W. (1993). Architecture of Integrated Information Systems (ARIS). In (Yoshikawa & Goossenaerts, 1993), pages 85–99.
- Scheer, A.-W. (1998). *ARIS - vom Geschäftsprozeß zum Anwendungssystem*. Springer, 3 edition.
- Scheer, A.-W. (2001). *ARIS - Modellierungsmethoden, Metamodelle, Anwendungen*. Springer, 4 edition.
- Schüppel, J. (1996). *Wissensmanagement: Organisatorisches Lernen im Spannungsfeld von Wissens- und Lernbarrieren*. Gabler, Wiesbaden.
- Schreiber, G., Wielinga, B., de Hoog, R., Akkermans, H., & de Velde, W. V. (1994). CommonKADS: A Comprehensive Methodology for KBS Development. *IEEE Expert: Intelligent Systems and Their Applications*, 9(6):28–37.
- Seibt, D. (1990). Informationsmanagement und Controlling. *Wirtschaftsinformatik*, 32(2):116–126.
- Seifried, P. & Eppler, M. (2000). *Evaluation führender Knowledge Management Suites*. Netacademy Press, St. Gallen.
- Senge, P. (1990). *The fifth discipline: The art and practice of the learning organization*. Doubleday., New York.
- Sinz, E. (1996). Ein Architekturrahmen für die Modellierung betrieblicher Informationssysteme.

- Smith, M. K., Welty, C., & McGuinness, D. (2004). OWL Web Ontology Language Guide. W3C Rec. 10 February 2004, verfügbar unter <http://www.w3.org/TR/owl-guide/>.
- Smolle, P. & Sure, Y. (2002). FRED: Ontology-based Agents for enabling E-Coaching Support in a large Company. In *Second International Workshop on Ontologies in Agent Systems (OAS 2002)*, held at the 1st International Conference on Autonomous Agents & Multiagent Systems, 15 or 16 July 2002, Bologna, Italy.
- Staab, S., Angele, J., Decker, S., Hotho, A., Maedche, A., Schnurr, H.-P., Studer, R., & Sure, Y. (2000a). AI for the Web - Ontology-based Community Web Portals. In *AAAI 2000/IAAI 2000 - Proceedings of the 17th National Conference on Artificial Intelligence and 12th Innovative Applications of Artificial Intelligence Conference, Austin/TX, USA, July 30-August 3, 2000*. AAAI Press/MIT Press.
- Staab, S., Angele, J., Decker, S., Hotho, A., Maedche, A., Schnurr, H.-P., Studer, R., & Sure, Y. (2000b). Semantic Community Web Portals. In *WWW9 - Proceedings of the 9th International World Wide Web Conference, Amsterdam, The Netherlands, May, 15-19, 2000*. Elsevier.
- Staab, S. & Maedche, A. (2001). Knowledge Portals - Ontologies at Work. *AI Magazine*, 21(2).
- Staab, S. & Studer, R. (Eds.) (2004). *Handbook on Ontologies*. International Handbooks on Information Systems. Springer, Heidelberg.
- Stachowiak, H. (1973). *Allgemeine Modelltheorie*. Springer, Wien.
- Stein, E. W. & Zwass, V. (1995). Actualizing organizational memory with information systems. *Information Systems Research*, (6):85–117.
- Steinmüller, W. (1993). *Informationstechnologie und Gesellschaft*. Wiss. Buchges.
- Stojanovic, L., Maedche, A., Motik, B., & Stojanovic, N. (2002). User-driven ontology evolution management. In *Proceedings of the 13th European Conference on Knowledge Engineering and Knowledge Management EKAW*.
- Stojanovic, N. (2005). *Ontology-based Information Retrieval: Methods and Tools for Cooperative Query Answering*. PhD thesis, Universität Karlsruhe (TH), Universität Karlsruhe (TH), Institut AIFB, D-76128 Karlsruhe.
- Stuckenschmidt, H., Hartmann, J., & van Harmelen, F. (2002). Learning structural classification rules for web-page categorization. In Haller, S. & Simmons, G. (Eds.), *Proceedings of FLAIRS 2002, special track on Semantic Web*, pages 440–444.
- Studer, R., Benjamins, V. R., & Fensel, D. (1998). Knowledge engineering: Principles and methods. *Data Knowledge Engineering*, 25(1-2):161–197.
- Studer, R., Decker, S., Fensel, D., & Staab, S. (2000). Knowledge engineering and agent technologies. In *Knowledge Engineering and Agent Technologies*. IOS Press.
- Studer, R., Grimm, S., & Abecker, A. (2007). *Semantic Web Services – A Paradigm for Intelligent Web-Based Computing*. Springer. To be published.

- Stumme, G., Berendt, B., & Hotho, A. (2002). Usage Mining for and on the Semantic Web, Next Generation Data Mining. In *Proceedings NSF Workshop, Baltimore, Nov.*, pages 77–86.
- Stumme, G., Ehrig, M., Handschuh, S., Hotho, A., Maedche, A., Motik, B., Oberle, D., Schmitz, C., Staab, S., Stojanovic, L., Stojanovic, N., Studer, R., Sure, Y., Volz, R., & Zacharias, V. (2003). The Karlsruhe view on ontologies. Technical report, Institut AIFB, Universität Karlsruhe (TH), Karlsruhe, Germany.
- Sure, Y. (2003). *Methodology, Tools and Case Studies for Ontology based Knowledge Management*. PhD thesis, Institut AIFB, Universität Karlsruhe (TH), Karlsruhe, Deutschland.
- Sure, Y., Bloehdorn, S., Haase, P., Hartmann, J., & Oberle, D. (2005). The SWRC Ontology - Semantic Web for Research Communities. In Bento, C., Cardoso, A., & Dias, G. (Eds.), *Proceedings of the 12th Portuguese Conference on Artificial Intelligence - Progress in Artificial Intelligence (EPIA 2005)*, volume 3803 of *LNCS*, pages 218 – 231, Covilha, Portugal. Springer.
- Sure, Y., Erdmann, M., Angele, J., Staab, S., & Wenke, D. (2002). Ontoedit: Collaborative ontology engineering for the Semantic Web. pages 221–235.
- Sure, Y. & Studer, R. (2005). Semantic Web Technologies for Digital Libraries. *Library Management*, 26(4/5):190–195. Special Issue: Semantic Web.
- Taylor, F. (1911). *Principles of Scientific Management*. Harper & Row, New York, New York, USA.
- Teorey, T. J. (1998). *Database modeling and design (3rd ed.)*. Morgan Kaufmann Publishers Inc., San Francisco, CA, USA.
- Thomsen, E. (1997). *OLAP solutions: Building Multidimensional Information Systems*. John Wiley & Sons, Inc., New York, NY, USA.
- Uren, V., Cimiano, P., Iria, J., Handschuh, S., Vargas-Vera, M., Motta, E., & Ciravegna, F. (2006). Semantic annotation for knowledge management: Requirements and a survey of the state of the art. *Journal of Web Semantics: Science, Services and Agents on the World Wide Web*, (4):14–28.
- Uschold, M. & Grüninger, M. (1996). Ontologies: Principles, Methods and Applications. *Knowledge Sharing and Review*, 11(2):93–155.
- Uschold, M., Healy, M., Williamson, K., Clark, P., & Woods, S. (1998). Ontology Reuse and Application. In *Proc. of the Int. Conf. on Formal Ontology and Information Systems FOIS98*.
- Uschold, M. (1996). Building Ontologies: Towards a Unified Methodology. In *Proceedings of the 16th Annual Conference of the British Computer Society Specialist Group on Expert Systems*.

- van Heijst, G., Schreiber, A. T., & Wielinga, B. J. (1997). Using explicit ontologies in KBS development. *International Journal of Human and Computer Studies*, 46(2/3):183–292.
- Vernadat, F. (1993). Cimos: Enterprise modelling and enterprise integration using a process-based approach. In (Yoshikawa & Goossenaerts, 1993), pages 65–84.
- von Hagen, C. R. & Stucky, W. (2004). *Business-Process- und Workflow-Management: Prozessverbesserung durch Prozess-Management*. B. G. Teubner Verlag, Stuttgart, Leipzig, Wiesbaden, reihe wirtschaftsinformatik edition.
- von Krogh, G. & Venzin, M. (1995). Anhaltende Wettbewerbsvorteile durch Wissensmanagement. *Die Unternehmung*, 49(6):417–436.
- Vossen, G. & Becker, J. (1996). *Geschäftsprozeßmodellierung und Workflow-Management*. Thomson, Bonn et al.
- W3C - World Wide Web Consortium (1999). Html 4.01 specification.
- W3C - World Wide Web Consortium (2000). Document object model (dom) level 2 core specification.
- Waterman, R. J., Peters, T. J., & Phillips, J. R. (1980). Structure is not organization. *Business Horizons*, 23(3):14–26.
- Weber, M., Weber, M., & Winckelmann, J. (2001). *Max Weber, Gesammelte Werke*. Directmedia Publ.
- Wielinga, B. J. & Schreiber, G. (1990). KADS: Model Based KBS Development. In *GWAI '90: Proceedings of the 14th German Workshop on Artificial Intelligence*, pages 322–333, London, UK. Springer-Verlag.
- Willke, H. (1998). *Systemisches Wissensmanagement*. Lucius & Lucius, Stuttgart.
- Woitsch, R. & Karagiannis, D. (2002). Process-oriented knowledge management systems based on km-services: The promote approach. In *PAKM '02: Proceedings of the 4th International Conference on Practical Aspects of Knowledge Management*, pages 398–412, London, UK. Springer-Verlag.
- Woods, E. & Sheina, M. (1998). Knowledge Management Applications, Markets and Technologies. Technical report. Ovum Report.
- Yoshikawa, H. & Goossenaerts, J. (Eds.) (1993). *Information Infrastructure Systems for Manufacturing, Proceedings of the JSPE/IFIP TC5/WG5.3 Workshop on the Design of Information Infrastructure Systems for Manufacturing, DIISM '93, Tokyo, Japan, 8-10 November, 1993*, volume B-14 of *IFIP Transactions*. North-Holland.
- Zachman, J. A. (1987). A framework for information systems architecture. *IBM Syst. J.*, 26(3):276–292.

# Index

- Administrationssystem, 32
- Agentensysteme, 62
- Akteur, 137
- Aktivitätsdiagramm, 45
- ALMO, 183
- Anwendungsfalldiagramm, 45
- Anwendungsontologie, 39
- Anwendungssystem, 32, 67
- Architektur integrierter Informationssysteme, 73
- Architektur integrierter WMS, 75
- Architektur nach Maier, 76
- ARIS, 73
- Aufgabenkomplex, 129
- Axiom, 30
  
- Buddhismus, 37
- Business Knowledge Management Modell, 77
  
- Common-KADS, 78
- Computer Integrated Manufacturing Open System Architecture (CIM-OSA), 85
  
- DARPA Markup Language, 41
- Daten, 15
- Datenmanagement, 24
- Dialektik, 36
- Dispositionssystem, 32
- Dualismus, 35
  
- Empirismus, 36
- Enterprise Knowledge Medium (EKM) Referenzmodell, 80
- Entität, 31
  
- Entity-Relationship Modell, 44
- Epistemologie, 35
- Erkenntnistheorie, 35
- Existentialismus, 37
- Externalisierung, 50
  
- Führungssystem, 32
  
- Geschäftsprozess, 134
- GPO-WM, 82
  
- HELENOS, 214
  
- Idealismus, 36
- Informatik, 11
- Information, 16
- Informationsübertragung, 28
- Informationsangebot, 23
- Informationsbedarf, 22
- Informationsmanagement, 21
- Informationssystem, 31, 67
- Informationssystemarchitektur, 68
- Informationssystem-Architektur (ISA), 84
- Interaktionsübersichtsdiagramm, 45
- Internalisierung, 50
- IS-Architektur, 32
  
- Klassendiagramm, 44
- KMDL, 80
- Knowledge Modeler Description Language, 80
- Knowledge-MEMO, 83
- Kombination, 50
- Kommunikationsdiagramm, 45
- Komponentendiagramm, 45

- Kompositionsstrukturdiagramm, 45
- Konfuzianismus, 37
- Konzeptualisierung, 29
  
- Lexikon, 30
  
- Managementbegriff, 21
- Managementwissenschaften, 11
- MEMO, 83
- Metadaten, 17
- Metainformation, 17
- Metamodell für WMS, 147
- Metawissen, 17, 163
- METIS, 203
- MIKE, 78
- Modellbegriff, 26
- Modellbildung, 104
- Modellebenen, 114
- Modellkonstrukteur, 105
- Modellnutzer, 105
- Modellsprache, 105
- Modellsystem, 103
  
- Objektdiagramm, 44
- Objektsystem, 103
- OLAP, 60
- ONTOCUBE, 106
  - Dimension, 106
  - Würfel, 110
  - Zelle, 108
- Ontologie, 31
- Ontologiebegriff, 27
- Ontologieevolution, 92
- Ontology Inference Layer, 41
- Organisationale Wissensbasis, 18
- Organisationsbegriff, 18
- Organisationsstruktur
  - hierarchisch, 20
  - Hypertextorganisation, 20
  - Invertierte Organisation, 20
  - multidimensional, 20
  - Spinnennetz, 20
  - Sternexplosion, 20
  - Unendlich flache Organisation, 20
- Organisationswissenschaft, 10
- Ovum WM-Architektur, 81
  
- Paketdiagramm, 44
- Phänomenologie, 37
- Pivotierung, 111
- PROMOTE, 83
- Psychologie, 10
  
- Querschnittssystem, 32
  
- Rationalismus, 36
- RDF-Schema, 40
- Referenzontologie, 39
- Relationenmodell, 44
- Resource-Description-Framework, 40
  
- Schema, 29
- SEAL, 218
- Semantic Web, 40
- Semantisches Objektmodell, 79
- Semiotik, 15
- Semiotische Dreieck, 27
- Sequenzdiagramm, 45
- SOM, 79
- Sozialisation, 50
- Soziologie, 10
- Strategisches Management, 21
- Strukturdiagramm, 44
- Strukturierte Analyse, 43
- Systembegriff, 31
- Systemkonzept, 31
  
- Timingdiagramm, 45
  
- UML, 44
- Unified Modeling Language, 44
  
- Verhaltensdiagramm, 44
- Verteilungsdiagramm, 45
  
- Web Ontology Language, 40
- Wirtschaftsinformatik, 67
- Wirtschaftswissenschaften, 11
- Wissen

Explikationsgrad, 17  
explizites, 17  
implizites, 17  
personelle Bindung, 17  
Wissensbarrieren, 58  
Wissensbasis, 30  
Wissensbausteine, 53  
Wissensbegriff, 15  
Wissensmanagement, 24  
Wissensmanagementproblem, 58  
Wissensmanagementsystem, 32  
Wissensproblem, 58  
Wissenspyramide, 16  
Wissensschaffung, 49  
Wissensspirale, 51  
Wissenstransparenz, 17  
  
Zachman Framework, 84  
Zeichen, 15  
Zustandsdiagramm, 45