

Masterarbeit

Ontologie-unterstützte Zusammenarbeit in
kleinen Gruppen

Ontology based support of small groups

zur Erlangung des akademischen Grades

Master of Science

an der Fachhochschule Köln

ausgearbeitet von

Matthias Huppertz (matthias@huppertz-web.de)

vorgelegt am:

29.07.2010

Erstprüfer:

Prof. Dr. Kristian Fischer

Zweitprüfer:

Prof. Dr. Gerhard Pläßmann

Zusammenfassung

Der Einsatz von Ontologien wird bereits in vielen Anwendungsbereichen als Werkzeug für die Strukturierung und die Verbesserung der Zugänglichkeit von Informationen unterschiedlichster Art genutzt. Sie ermöglichen die explizite Formulierung der Bedeutung von Konzepten und Strukturen beliebiger Domänen.

Auch im Rahmen der Zusammenarbeit in und zwischen Gruppen ist der Austausch und die Verarbeitung von Informationen für den Verlauf und den Erfolg der Kooperation von erheblicher Bedeutung. Daher liegt es nahe, auch kollaborative Aktivitäten durch den Einsatz von Ontologien zu unterstützen.

Aktuelle Arbeiten in diesem Themenbereich fokussieren jedoch meist auf ausgewählte Aspekte der Zusammenarbeit wie etwa der Kommunikation zwischen den Gruppenmitgliedern oder die Unterstützung durch eine konkrete Softwarekomponente. In dieser Arbeit wird dagegen von einer ganzheitlichen Betrachtung von Kooperationsituationen ausgegangen. Dabei werden die an einer Kooperation beteiligten Personen und die eingesetzten technischen Komponenten als ein gesamtes soziotechnisches System betrachtet, dessen Elemente nicht losgelöst voneinander betrachtet werden können.

Das Ziel dieser Arbeit besteht einerseits darin, zu untersuchen, wie sich der Einsatz von Ontologien auf die Unterstützung der Zusammenarbeit auswirkt und andererseits, welche Möglichkeiten sich hieraus für die Gestaltung von Kooperationsystemen ableiten lassen. Einige dieser Möglichkeiten werden im praktischen Teil prototypisch implementiert, um die technische und wirtschaftliche Umsetzbarkeit zu evaluieren.

Abstract

The usage of ontologies is already common in many fields of application to structure different kinds of informations and to make them accessible; they further more make it possible to make the meaning of concepts and structures of any domains explicit.

In connection with cooperation in and between groups the exchange and processing of informations about the progress and success of cooperation is of considerable meaning. Because of that it seems reasonable to suppose that collaborative activities should be supported by using ontologies.

Current works in this field often focus only on single aspects of cooperation; for example the communication between members of the group or supporting them by using particular software components. This thesis is emanated from the aspect of an integral way of viewing cooperative situations. Especially the cooperation of the involved persons and the technical components should be looked at a sociotechnical system on the whole and not the elements seperated.

The aim of this thesis - on the one side - is to determine the impact of using ontologies on supported cooperative work and - on the other side - which possibilities can be derived from that for the design of cooperative systems. Some of these possibilities will be implemented in a prototyp to evaluate the technical and economic feasibility.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	6
1.1	Grundidee und Forschungsfrage.....	6
1.2	Motivation.....	7
1.3	Ziele der Arbeit.....	8
1.4	Abgrenzung.....	8
1.5	Aufbau der Arbeit.....	8
2	Grundlagen.....	10
2.1	Zusammenarbeit.....	10
2.1.1	Formen der Interaktion in Gruppen.....	10
2.1.2	Begriffsdefinitionen.....	11
2.2	Semantische Modellierung.....	12
2.2.1	Begriffsdefinitionen.....	12
2.3	Strukturen bei der Zusammenarbeit.....	14
2.3.1	Gruppenprozess (Modell).....	14
2.3.2	Gemeinsamer Kontext (Modell).....	15
2.3.3	Soziotechnische Systeme.....	15
2.3.4	Typische Probleme bei der Zusammenarbeit.....	16
2.4	Ähnliche Arbeiten.....	17
3	Konzeption Ontologie-unterstützter Zusammenarbeit.....	19
3.1	Anforderungen an Ontologie-basierte Kooperationssysteme.....	19
3.1.1	Ganzheitliche Betrachtung des soziotechnischen Systems.....	20
3.1.2	Nahtlose Integration wahrnehmbarer Systemaspekte.....	20
3.1.3	Rollen, Gruppenstrukturen und Interaktionsmuster.....	21
3.1.4	Awareness-Unterstützung.....	21
3.1.5	Kosten-Nutzen Verhältnis.....	22
3.2	Semantische Beschreibung der Zusammenarbeit.....	22
3.2.1	Modellierung von Informationsbedürfnissen.....	22
3.2.2	Modellierung soziotechnischer Systeme.....	24
3.2.3	Beschreibung von Aufgaben und Artefakten.....	26
3.2.4	Identifikation von Artefakten, Namensräume und Gültigkeitsbereiche.....	28
3.2.5	Auswahl und Erstellung von Ontologien.....	29
3.3	Semantische Metadaten in Kooperationssystemen.....	32
3.3.1	Nachrichtensysteme.....	32
3.3.2	Gemeinsame Informationsräume.....	34
3.3.3	Konferenzsysteme.....	35
3.3.4	Intelligente Agenten.....	37
3.4	Erhebung von semantischen Metadaten in Kooperationssystemen.....	37
3.4.1	Manuelle Erstellung semantischer Metadaten durch die Benutzer... ..	38
3.4.2	Automatische Erzeugung von semantischen Metadaten durch Softwarekomponente.....	38
3.4.3	Generierung von Metadaten durch Schlussfolgerung.....	41
3.5	Nutzung semantischer Metadaten in Kooperationssystemen.....	43
3.5.1	Klassische Metadaten.....	43
3.5.2	Nutzung äquivalenter Klassen.....	43
3.6	Unterstützung der Nachrichtenkommunikation.....	44
3.6.1	Einteilung klassischer Nachrichtensysteme.....	45
3.6.2	Ziele bei der Ontologie-Unterstützung der Nachrichtenkommunikation.....	46
3.6.3	Einbindung und Erhebung bzw. Generierung semantischer Metadaten in Nachrichtensystemen.....	46

3.6.4 Nutzung semantischer Metadaten in Nachrichtensystemen.....	49
3.7 Strukturierung von gemeinsamen Informationsräumen.....	50
3.7.1 Ziele von Ontologie-unterstützten gemeinsamen Informationsräumen	50
3.7.2 Einbindung und Erhebung semantischer Metadaten in gemeinsamen Informationsräumen.....	51
3.7.3 Nutzung semantischer Metadaten.....	52
3.8 Datenschutz.....	52
4 Prototypische Umsetzung.....	53
4.1 Ziele.....	53
4.1.1 Ausgewählte Aspekte.....	53
4.1.2 Auswahl der Basissysteme.....	54
4.2 Werkzeuge und Plattform.....	54
4.3 Grundlegende Systemarchitektur.....	55
4.3.1 Implementierte Komponenten.....	55
4.4 Systemfunktionen.....	56
4.4.1 Automatische Metadatengenerierung beim Veröffentlichen eines Post.	56
4.4.2 Manuelle Annotation von Begriffen und Aussagen.....	57
4.4.3 Manuelle Notation von Metadaten.....	57
4.4.4 Anzeigen aller für den Benutzer relevanter Artefakte.....	57
4.5 Eingesetzte Ontologien.....	58
4.6 Kritische Betrachtung.....	59
5 Zusammenfassung und Ausblicke.....	60
5.1 Zusammenfassung.....	60
5.2 Ergebnisse der Arbeit.....	61
5.3 Ausblicke.....	62
Danksagung.....	64
Literaturverzeichnis.....	65
Erklärung	67

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Übersicht soziotechnischer Systemkomponenten.....	16
Abbildung 2: Wechselwirkungen zwischen den Systemkomponenten.....	20
Abbildung 3: Aspekte der Awareness-Unterstützung.....	22
Abbildung 4: Modellierung von Informationsbedürfnissen.....	24
Abbildung 5: Semantische Beschreibung einer Gruppe.....	26
Abbildung 6: Spezifizierung einer domainspezifischen Eigenschaft.....	27
Abbildung 7: Ausgewählte Aspekte der Modellierung von Konferenzen.....	36
Abbildung 8: Gruppenzugehörigkeit durch Relation.....	41
Abbildung 9: Semantische Rollenmodellierung.....	42
Abbildung 10: Beispiel für die Definition einer Äquivalenzklasse.....	44
Abbildung 11: Manuelle Annotation von Begriffen oder Aussagen im Wiki-Stil..	47
Abbildung 12: Manuelle Spezifizierung von Metadaten zu einer Nachricht in einer Nachricht.....	49
Abbildung 13: Grundarchitektur.....	55
Abbildung 14: Spezifizierung einer Rolle als äquivalente Klasse.....	58

1 Einleitung

In diesem Kapitel werden zunächst die Grundidee der Arbeit und die zugrundeliegende Forschungsfrage sowie die Ziele formuliert. Daraufhin findet noch eine Erläuterung der Motive für die Bearbeitung des gewählten Themas und eine Abgrenzung zu anderen Ansätzen im behandelten Themenbereich statt. Schließlich wird der Aufbau der eigentlichen Arbeit umrissen.

1.1 Grundidee und Forschungsfrage

Der Einsatz semantischer Modellierung hat in den letzten Jahren vermehrt an Bedeutung gewonnen. Dies beruht zum Einen auf den Möglichkeiten, die sich hierdurch ergeben (z. B. die Verknüpfung von Informationen oder Schlussfolgerungen), sowie auf der Verfügbarkeit von leistungsfähigen Werkzeugen für die Erstellung, Wartung und Nutzung semantischer Metadaten. Dabei ist das Gros der Anwendungen in den Bereichen Wissensmanagement und Semantic Web zu finden. Dies hängt unter anderem mit den immer noch hohen Einstiegshürden und dem erforderlichen Knowhow zusammen. So ist für die semantische Modellierung einer Wissens- oder Anwendungsdomäne zunächst eine weitreichende Analyse der jeweiligen Artefakte und ihrer Beziehungen erforderlich. Dies bedarf zum einen Zeit und zum anderen das Wissen und die Erfahrungen von Domainexperten.

Das Sammeln, Verwalten und Bereitstellen von Wissen hat sich in den letzten Jahrzehnten zu einem bedeutenden Erfolgsfaktor für Organisationen entwickelt. Daher ist es nicht überraschend, dass viele Organisationen umfangreiche Mittel für ihr Wissensmanagement bereitstellen und somit auch Einstiegshürden überwinden können. Beim Aufbau des Semantic Web (als Erweiterung des heutigen Internets) ist es wahrscheinlich der Pioniergeist und das Knowhow von Persönlichkeiten wie Sir Tim Berners-Lee und anderen, welches die semantische Modellierung unterschiedlichster Domänen vorantreibt.

Die Grundidee dieser Arbeit beruht dabei auf der Annahme, dass die Verfügbarkeit und Nutzung semantischer Metadaten in praktisch jedem Anwendungsbereich Vorteile mit sich bringt, wenn der initiale Aufwand für die Einbindung der Metadaten reduziert werden kann und die meist komplexen und umfangreichen semantischen Strukturen durch eine geeignete Benutzerschnittstelle so abstrahiert werden können, dass kein zusätzliches Wissen erforderlich ist und kein zusätzlicher Arbeitsaufwand anfällt. Prädestiniert sind hier insbesondere Anwendungsbereiche, in denen Informationsverarbeitung eine zentrale Rolle spielt.

Einer dieser Anwendungsbereiche ist die Zusammenarbeit in und zwischen Gruppen. Bei der gemeinsamen Aufgabenbewältigung ist die Generierung, Bereitstellung und der Austausch von Informationen essentiell, um die Gruppenziele möglichst effizient und fehlerfrei zu erreichen. Daher ist es nicht verwunderlich, dass eine Vielzahl an Konzepten und Softwarekomponenten für den Aufbau individueller CSCW-Lösungen verfügbar sind, diskutiert und ständig weiterentwickelt werden. Abhängig vom Einsatzszenario können Gruppen etwa bei ihrer Kommunikation (gruppenintern und gruppenübergreifend) oder bei der Verwaltung gemeinsamer Informationsräume unterstützt werden.

Der Einsatz semantischer Strukturen bei der Erstellung von CSCW-Lösungen ist jedoch sowohl auf konzeptioneller Ebene (etwa bei der Erfassung und Modellierung von Strukturen der jeweiligen Anwendungsdomäne) als auch auf der technischen Ebene (etwa bei der Speicherung von Metadaten) bis heute nicht in nennenswertem Umfang gebräuchlich. Somit steht die Beantwortung der Forschungsfrage, welchen Einfluss der Einsatz semantischer Modellierung auf die Unterstützung von Zusammenarbeit hat, noch aus. Wahrscheinlich ist, dass die Nutzung semantischer Metadaten auch in diesem Bereich Vorteile mit sich bringt - beispielsweise durch die explizite Erfassung der Bedeutung von Begriffen aus einer Domäne. Allerdings müssen auch hier zunächst Einstiegshürden (z. B. der Aufbau einer Domainontologie) überwunden und Konzepte für die ontologie-unterstützte Zusammenarbeit von Gruppen entwickelt werden.

1.2 Motivation

Die gemeinsame und arbeitsteilige Erledigung von Aufgaben ist ein grundlegender Baustein der Leistungsfähigkeit des Menschen bei der Bewältigung von Herausforderungen jeglicher Art. Während es sich hierbei bis zum Beginn des letzten Jahrhunderts primär um die Erbringung physischer Leistungen handelte, ist Zusammenarbeit in der heutigen Zeit weitreichend durch die gemeinsame Generierung und Verarbeitung von Informationen gekennzeichnet. Dies gilt insbesondere für international tätige Organisationen, deren Mitarbeiter über die ganze Welt verteilt tätig sind. Aber auch auf nationaler Ebene oder organisationsintern ist die gemeinsame und arbeitsteilige Verarbeitung von Informationen gängige Praxis.

Die Planung und Steuerung der arbeitsteiligen Aufgabenerledigung stellt hierbei einen relevanten Faktor für die Effizienz und den Erfolg der Zusammenarbeit dar. Um sie durchführen zu können sind wiederum meist umfangreiche Informationen über die zu erledigenden Aufgaben, die Strukturen der Arbeitsgruppen, Eigenschaften der verfügbaren technischen Systeme, etc. erforderlich. Diese Informationen müssen erfasst, gesammelt und interpretiert werden um anschließend wieder in die Planung und Steuerung der Zusammenarbeit einfließen zu können.

Darüber hinaus sind Kooperationssituationen in vielen Aspekten oft einzigartig, sodass der Einsatz generischer Vorgehensweisen in der Regel nicht für eine sinnvolle Plan- und Steuerbarkeit ausreicht. Stattdessen sind fast immer individuelle Anpassungen an Konzepten zur Unterstützung konkreter Kooperationssituationen erforderlich um anschließend eine adäquate Systemunterstützung zu entwerfen und implementieren.

Für die Modellierung beliebiger, umfangreicher und komplexer Strukturen, wie sie in Kooperationssituationen auftreten, können Vorgehensweisen und Techniken aus dem Bereich *Semantic Web* adaptiert werden. So können beispielsweise semantische Modelle von Gruppenstrukturen und technischen Systemen in Form von RDF-Graphen erstellt werden und anschließend zueinander in Beziehung gesetzt werden. Durch die explizite und semantische Erfassung der Artefakte und Strukturen einer Domäne in solchen Modellen können anschließende Änderungen an sozialen oder technischen Komponenten jederzeit berücksichtigt werden, ohne dass die Gefahr besteht, dass die Modelle ungültig werden oder nicht wiederverwendet werden können. Darüber hinaus lässt diese Form der Modellierung Schlussfolgerungen auf Basis der erfassten Daten zu. So kann auch der Zugriff auf implizit erfasstes Wissen ermöglicht werden.

Alle bis hier genannten Aspekte aus den Bereichen Zusammenarbeit und semantische Modellierung, zusammen mit einem persönlichen Interesse in diesen Themenbereichen, bildeten die Grundlage für die Themenwahl dieser Masterarbeit.

1.3 Ziele der Arbeit

Das übergeordnete Ziel dieser Masterarbeit besteht darin, die Forschungsfrage, welchen Einfluss der Einsatz von Ontologien auf die Unterstützung von Zusammenarbeit hat, möglichst weitreichend zu beantworten. Hierbei soll sowohl betrachtet werden, wie sich die klassischen Anforderungen bei der Gestaltung von Kooperationssystemen durch die Einbindung von Ontologien ändern. Aber auch welche Möglichkeiten sich hierdurch für die Gestaltung von konkreten CSCW Lösungen und die Entwicklung von Groupwarekomponenten ergeben.

Darüber hinaus soll im Rahmen dieser Arbeit eine prototypische Umsetzung einiger ausgewählter Aspekte Ontologie-unterstützter Kooperationssysteme realisiert werden. Diese soll zur Evaluierung der technischen und wirtschaftlichen Umsetzbarkeit dienen und nicht als Referenzimplementierung oder Grundlage für die Einbindung in bestehende Kooperationssysteme verstanden werden.

1.4 Abgrenzung

Diese Arbeit befasst sich mit den Möglichkeiten, die sich durch den Einsatz semantischer Modellierung für die Unterstützung der Zusammenarbeit von kleinen Gruppen ergeben. Es sollen also zunächst weder individuelle Kooperations-situationen noch konkrete Unterstützungslösungen betrachtet oder erarbeitet werden. Dies geschieht ausschließlich im Rahmen der prototypischen Umsetzung.

Darüber hinaus wird immer von der Unterstützung kleiner Gruppen ausgegangen. Hierbei handelt es sich um Gruppen, deren Mitglieder arbeitsteilig Aufgaben erledigen, um ein gemeinsames (evtl. gruppenübergreifendes) Gruppenziel zu erreichen. Dies soll als Abgrenzung zu sozialen Netzwerken oder sonstigen *Online Communities* verstanden werden, deren Ziele meist nicht in der Erledigung von Aufgaben bestehen. Allerdings werden eben diese Gruppen nicht selten durch den Einsatz semantischer Technologien unterstützt und es ist wahrscheinlich, dass diese Ansätze auch für die Unterstützung kleiner Gruppen adaptiert werden können.

1.5 Aufbau der Arbeit

Nach den einführenden Worten in diesem Kapitel sollen im folgenden Kapitel 2 zunächst einige Grundlagen aus den Themenbereichen Zusammenarbeit und semantische Modellierung zusammengetragen und erörtert werden, die für die Themenbearbeitung in den anschließenden Kapiteln relevant sind.

In Kapitel 3 werden die Möglichkeiten, die sich durch den Einsatz semantischer Modellierung für die Unterstützung von Zusammenarbeit ergeben, dann systematisch erarbeitet und die Konsequenzen für die gängigen Konzepte aus dem Bereich CSCW diskutiert. Hierbei wird zunächst der Frage nachgegangen, wie semantische Metadaten eingebunden werden können, wie sie erhoben bzw. generiert werden können und schließlich wie sie für die Unterstützung genutzt werden können. Anschließend findet noch eine Vertiefung der Thematik für ausgesuchte Aspekte aus dem Bereich Zusammenarbeit statt: Die Unterstützung der Kommunikation und die Strukturierung gemeinsamer Informationsräume.

Im darauffolgenden Kapitel 4 wird dann eine prototypische Implementierung einiger Aspekte von Ontologie-unterstützten Kooperationssystemen vorgestellt, wobei insbesondere auf die Vertiefungsthemen aus Kapitel 3 eingegangen wird.

Den Abschluss bildet das Kapitel 5 mit einer Zusammenfassung und der Darstellung der erreichten Ziele sowie die Diskussion möglicher zukünftiger Entwicklungen und Anschlussarbeiten in diesem Bereich.

2 Grundlagen

Nach den einführenden Worten aus Kapitel 1 sollen in diesem Kapitel einige Grundlagen aus den Themenbereichen Zusammenarbeit und semantische Modellierung, die für das Verständnis der folgenden Ausführungen relevant sind, zusammengetragen und erörtert werden. Als letzter Punkt in diesem Kapitel findet noch eine Betrachtung verwandter Ansätze statt.

Eine ausführliche Lektüre des Grundlagenkapitels zu diesem Zeitpunkt ist, je nach Kenntnisstand des Lesers, nicht zwingend erforderlich. Es soll vielmehr als Nachschlagemöglichkeit verstanden werden. Bei der Nutzung entsprechender Begriffe in den anschließenden Kapiteln wird jeweils auf die Definition oder Beschreibung verwiesen, sodass sich der Leser nach Bedarf informieren kann.

2.1 Zusammenarbeit

In diesem Kapitel sollen einige grundlegende Begriffe und Konzepte aus den Bereichen rechnergestützte Zusammenarbeit oder Gruppenarbeit zusammengetragen werden, deren Verständnis für die Ausführungen in den anschließenden Kapiteln relevant sind.

2.1.1 Formen der Interaktion in Gruppen

Im Folgenden werden kurz verschiedene Formen der Interaktion von Gruppenmitgliedern beschrieben, wie sie in der CSCW Fachliteratur gebräuchlich sind (vgl. [Gro07]). Abhängig von der Interaktionsform unterscheiden sich auch die technischen Unterstützungsmöglichkeiten und hiermit die Auswirkung, die der Einsatz von Ontologien auf diese Interaktionen haben wird.

Koexistenz

Unter Koexistenz wird die gleichzeitige Präsenz und gegenseitige Information von Gruppenmitgliedern verstanden. Sie stellt somit die Grundlage für jegliche kooperative Arbeit.

Kommunikation

Durch die Kommunikation werden Informationen verbreitet. Hierdurch können etwa Zustände und Veränderungen mitgeteilt werden oder Informationen von einem zum nächsten Arbeitsschritt weitergegeben werden.

Koordination

Sobald Gruppenmitglieder in wechselseitigen Abhängigkeiten stehen wird die Koordination der einzelnen Elemente (Ziele, Aktivitäten, Akteure) erforderlich. Bei der Koordination definieren die Gruppenmitglieder Ziele, verständigen sich über untergeordnete Teilziele und die Aktivitäten, die für die Erreichung der Teilziele erforderlich sind. Hierzu zählt auch die chronologische Sortierung und Synchronisierung der einzelnen Aktivitäten.

Konsensfindung

Konsensfindung ist die Entscheidungsfindung in einer Gruppe. Sie kann explizit stattfinden (z. B. als Ergebnis einer Diskussion) oder implizit (z. B. durch Handlungen einzelner Gruppenmitglieder, die von den anderen Mitgliedern ohne Einwände akzeptiert werden).

Kollaboration

Die Kollaboration stellt eine zielorientierte Zusammenarbeit dar. Die zu erledigenden Aufgaben werden dabei in Teilaufgaben zerlegt und auf die beteiligten Personen bzw. Gruppen verteilt.

Kooperation

Die Kooperation stellt eine Zusammenarbeit im engsten Sinne dar. Es gilt eine gemeinsame Aufgabe zu erledigen und dafür Informationen auszutauschen und gemeinsam Dokumente zu bearbeiten und zu halten. Eine Teilung der Aufgabe, wie bei der Kollaboration, ist hier zunächst nicht vorgesehen.

Synchrone und asynchrone Kooperation

Abhängig vom Kooperationssystem und der zu erledigenden Aufgabe können unterschiedliche Kooperationsmodi genutzt werden. Bei der synchronen Kooperation findet die Aufgabenbearbeitung durch die Gruppenmitglieder zum gleichen Zeitpunkt statt (z. B. die gemeinsame Bearbeitung eines Dokuments). Dabei ist eine räumliche Trennung der Kooperationspartner möglich (z. B. durch Tele- oder Videokonferenz). Das Kooperationssystem muss hierfür synchrone Kommunikationsmöglichkeiten und Methoden für die Bereitstellung eines gemeinsamen Kontextes anbieten. Bei asynchroner Kooperation arbeiten Gruppenmitglieder zeitlich versetzt oder unabhängig an der Erledigung der Aufgaben. Das Kooperationssystem muss in diesem Fall Mechanismen für die Zusammenführung von Arbeitsergebnissen und asynchrone Kommunikation zwischen den Kooperationspartnern bereitstellen.

2.1.2 Begriffsdefinitionen

Im folgenden Abschnitt werden einige Begriffe aus dem Bereich Zusammenarbeit und ihr Verständnis im Rahmen dieser Masterarbeit zusammengetragen. Dabei handelt es sich zum Teil um aus der Fachliteratur sinngemäß übernommene Beschreibungen und zum Teil um eigene Interpretationen.

Awareness

Awareness im Zusammenhang mit kollaborativen Systemen wird im Folgenden als das Gewahrsein der Benutzer über den Status der anderen Kooperationspartner verstanden. Der Status setzt sich dabei aus den Gruppenstrukturen und Aktivitäten, aber auch aus sozialen Aspekten wie Fähigkeiten oder Verfügbarkeit anderer Partner zusammen. Darüber hinaus werden aber auch noch Aspekte der Arbeitsbereiche mit einbezogen. Hierbei geht es insbesondere um die Interaktionen der anderen Kooperationspartner mit den Arbeitsbereichen und den in ihnen enthaltenen Artefakten (vgl. [Gro07]).

Benutzer

Als Benutzer werden im Folgenden Personen bezeichnet, die im Rahmen von Kooperationssystemen unmittelbar mit Funktionen der technischen Systeme in Berührung kommen.

CSCW-Lösungen oder -Anwendungen

Als CSCW-Lösung oder CSCW-Anwendung wird im Folgenden eine konkrete Umsetzung einer Computerunterstützung für eine Gruppe verstanden, bei deren Gestaltung sowohl die technischen als auch sozialen Systeme berücksichtigt wurden.

Groupware

Unter Groupware wird ein Stück Standard-Software oder Hardware verstanden, das für die Gestaltung einer CSCW Lösung eingesetzt werden kann. Beispiele sind Gruppeneditoren und Konferenzsysteme auf der Softwareseite, Computer und Kommunikationsgeräte auf der Hardwareseite (vgl. [Gro07]).

Gruppenprozess

Ein Gruppenprozess beschreibt alle Informationen, Aktivitäten und Eigenschaften einer Gruppe, die durch ein Kooperationssystem unterstützt wird (vgl. Bor00). Gegenstand dieser Beschreibung sind u. a. statische Elemente wie die Gruppenziele, die Gruppenorganisation und die Umgebung. Aber auch dynamische Elemente wie Aktivitäten, Sitzungen oder der Gruppenzustand.

Kontext

Als Kontext wird im Folgenden die Menge aller Informationen bezeichnet, die für die Beschreibung der Situation eines Artefakts (Personen, Objekte, etc.) genutzt werden können (vgl. [Dey00]).

Kooperationssysteme

Als Kooperationssystem wird im Folgenden das technische Subsystem einer CSCW-Lösung bezeichnet. Semantische oder Ontologie-basierte Kooperationssysteme nutzen für die Strukturierung der Artefakte im jeweiligen Einsatzbereich neben den klassischen Methoden von Groupwareanwendungen (Navigationsbäume, Volltextsuche, etc.) auch die Möglichkeit der semantischen Modellierung.

Soziotechnisches System

Ein soziotechnisches System besteht aus einem technischen und sozialen Subsystem. Das technische Subsystem umfasst dabei die eingesetzte Soft- und Hardware. Das soziale Subsystem umfasst die Personen sowie ihre sozialen Strukturen. Ein soziotechnisches System im Sinne der allgemeinen Systemtheorie ist eine organisierte Menge von Personen und Technologien, welche auf die Erreichung festgelegter Ziele (zu erledigende Aufgaben) ausgelegt sind.

Wichtige Erkenntnisse aus den Untersuchungen soziotechnischer Systeme sind u. a. die wechselseitigen Abhängigkeiten zwischen den sozialen und technischen Komponenten. So hat eine Änderung am technischen Subsystem immer auch Auswirkungen auf das soziale Subsystem. Auf der anderen Seite ist es aber das technische System, das Änderungen im sozialen Subsystem ermöglicht. Die Teilkomponenten soziotechnischer Systeme können bei der Gestaltung von Kooperationssystemen also nicht getrennt betrachtet werden (vgl. [Gro07]).

2.2 Semantische Modellierung

2.2.1 Begriffsdefinitionen

Einige Begriffe aus dem Bereich semantische Modellierung und ihr Verständnis im Rahmen dieser Masterarbeit:

Annotation

Als Annotation wird in dieser Arbeit das Erzeugen (semantischer) Metadaten zu Artefakten bezeichnet. Hierbei wird nicht berücksichtigt wo und in welcher Form die Daten gespeichert werden (vgl. [Rei06]).

Artefakte und Instanzen

Der Begriff Artefakt wird im Folgenden für alle „Dinge“ einer Domäne genutzt, für die sich semantische Metadaten erheben lassen. Hierbei handelt es sich um digitale oder physische Ressourcen wie Office-Dokumente, Bild- oder Audiodateien sowie Personen oder physikalische Gegenstände. Darüber hinaus werden aber auch rein virtuelle Elemente als Artefakte bezeichnet. Hierbei kann es sich beispielsweise um Aktivitäten oder Prozesse handeln, die während einer Aufgabenerledigung durchgeführt werden bzw. ablaufen.

Als Instanz wird im Folgenden ein Artefakt bezeichnet, das sich im Sinne einer zuvor festgelegten Domainontologie klassifizieren lässt und somit eine Instanz einer Klasse oder eines Konzepts aus der Domainontologie darstellt.

Domainontologie

Eine Domainontologie beschreibt alle Klassen (Konzepte) einer Domäne und die möglichen Beziehungen zwischen den Instanzen dieser Klassen. Sie stellt ein Klassifizierungs- und Beziehungsschema der Artefakte einer Domäne dar.

Instanzontologie

Die Instanzontologie beinhaltet die Metadaten konkreter Artefakte einer Domäne. Die Form der Metadaten wird dabei durch eine Domainontologie festgelegt. Domain- und Instanzontologie gemeinsam stellen im Idealfall eine ganzheitliche Beschreibung einer Domäne und ihrer Artefakte dar.

Namensraum bzw. Namespace

Namensräume (oder englisch Namespaces) werden u. a. genutzt, um Ressourcen in semantischen Metadaten (z. B. RDF/XML) eindeutig zu identifizieren, ohne dass immer die Angabe des gesamten URIs der Ressource erforderlich ist. Hierfür werden die URIs in einen Basis URI und einen relativen Teil zerlegt. Für den Basis URI wird dann ein Alias definiert, sodass in den Metadaten eine Kombination aus Alias und relativem URI Teil für die eindeutige Identifizierung genutzt werden kann (vgl. [Bre07]).

Reasoner

Ein Reasoner ist eine Softwarekomponente, die Schlussfolgerungen auf Basis semantischer Metadaten durchführen kann. Im Rahmen dieser Masterarbeit wird der Einsatz von Reasoner meist für die Aufdeckung von zunächst implizit erfasstem Wissen thematisiert.

Semantische Metadaten bzw. Modellierung (semantische Ebene)

Als semantische Metadaten werden im Folgenden Metadaten bezeichnet, die in Form einer semantischen Auszeichnungssprache wie RDF(S)¹ oder OWL² erfasst wurden. Die hierdurch erfassten Aspekte einer Domäne / eines Artefakts werden als semantisches Modell der Domäne / des Artefakts bezeichnet.

Wird eine Domäne möglichst ganzheitlich modelliert und werden die erstellten Metadaten an einer zentralen Stelle gespeichert, wird im Rahmen dieser Arbeit meist von einer semantischen Ebene gesprochen.

1 <http://www.w3.org/TR/2004/REC-rdf-schema-20040210/>

2 <http://www.w3.org/TR/owl-ref/>

2.3 Strukturen bei der Zusammenarbeit

Durch die Forschungen im Bereich der Computer Supported Cooperative Work (CSCW) stehen diverse Erkenntnisse darüber zur Verfügung, wie die Mitglieder einer Gruppe untereinander in Beziehung stehen und zusammenarbeiten, aber auch, wie Informations- und Kommunikationstechnik eingesetzt werden kann, um diese Zusammenarbeit zu unterstützen. Im folgenden sollen zwei Konzepte, die als Ausgangspunkt für die Gestaltung semantischer Metadaten genutzt werden könnten, aus diesen Forschungen vorgestellt werden.

2.3.1 Gruppenprozess (Modell)

Als Gruppenprozess wird bei der Gestaltung von CSCW-Lösungen die Spezifikation aller Informationen, Aktivitäten und Eigenschaften einer Gruppe bezeichnet, die durch ein Kooperationsystem unterstützt wird, sowie die Umgebung und der Anfangs- bzw. Endzustand der Gruppenarbeit (vgl. [Bor00]).

Ein Gruppenprozess besteht dabei typischerweise aus statischen und dynamischen Teilen. Zum statischen Teil gehören die Ziele einer Gruppe, die Organisation innerhalb der Gruppe, die Kommunikationsprotokolle und die Umgebung in der die Gruppenarbeit stattfindet. Zum dynamischen Teil gehören Aktivitäten, Dokumente, Sitzungen und der Zustand einer Gruppe.

Die soeben erwähnten Komponenten eines Gruppenprozesses sollen im folgenden noch etwas ausführlicher vorgestellt werden:

Gruppenziele

Für die Erreichung der Gruppenziele wurde die Gruppe gegründet und die Zusammenarbeit initiiert. Sämtliche Aktivitäten der einzelnen Gruppenmitglieder sollten auf die Erreichung der Gruppenziele ausgerichtet sein.

Gruppenorganisation

Die Organisation einer Gruppe beschreibt die Gruppenteilnehmer mit ihren Rollen und ihre Stellung innerhalb der Gruppe und innerhalb der Organisation in der die Gruppe eingebettet ist.

Gruppenprotokolle

Durch das Gruppenprotokoll wird festgelegt, wie innerhalb einer Gruppe kommuniziert wird. Die Festlegung kann dabei explizit, also beispielsweise durch die Anordnung eines Vorgesetzten oder Gruppenleiters, oder implizit durch gruppenspezifische Prozesse (z. B. durch die Erfahrung oder den Respekt einzelner Teilnehmer) erfolgen. Darüber hinaus kann es Protokolle für synchrone und asynchrone Kommunikation geben.

Gruppenumgebung

Die Gruppenumgebung beschreibt das Umfeld, in dem die Zusammenarbeit stattfindet. Relevante Aspekte hier sind insbesondere die verfügbare Hard- und Software sowie Räumlichkeiten. Die Gruppenumgebung ähnelt dem technischen Subsystem bei einer soziotechnischen Systembetrachtung.

Gruppendokumente

Gruppendokumente sind alle Artefakte, die im Rahmen der Zusammenarbeit Informationen speichern und für Aktivitäten zur Verfügung stellen. Beispiele sind Sitzungsprotokolle, Anforderungsdokumente, etc.

Gruppenaktivitäten

Als Gruppenaktivitäten werden alle Aktivitäten bezeichnet, die im Rahmen der Zusammenarbeit durchgeführt werden, um die Gruppenziele zu erreichen. Gruppenaktivitäten können dabei temporal und kausal voneinander abhängen.

Die konkrete Gestaltung einer Gruppenaktivität hängt sowohl von der jeweiligen Aufgabe (entsprechen dem Gruppenziel) und den Erfahrungen und Fähigkeiten der Gruppenmitglieder ab. Die Wiederverwendbarkeit von zuvor definierten Aktivitäten ist daher in der Regel nur bei gut strukturierten Routineaufgaben möglich.

Gruppensitzungen

Als Gruppensitzung wird sowohl die Abstimmung zwischen den Gruppenmitgliedern über das weitere Vorgehen als auch die eigentliche gemeinsame oder arbeitsteilige Aufgabenerledigung, also die Ausführung von Gruppenaktivitäten bezeichnet.

Gruppenzustand

Der Gruppenzustand repräsentiert den aktuellen Zustand der Gruppe im Bezug auf die Gruppenziele. Er gibt Aufschluss über den Status von (Teil-) Aufgaben und den Fortschritt der Gruppenaktivitäten.

Durch das Gruppenprozess-Modell wird eine grundlegende Strukturierung einer Kooperationsituation auf einem abstrakten Level erreicht. Diese Struktur soll im anschließenden Kapitel 3 u. a. als Ausgangspunkt für die semantische Modellierung einer Kooperationsituation dienen (vgl. 3.2.3).

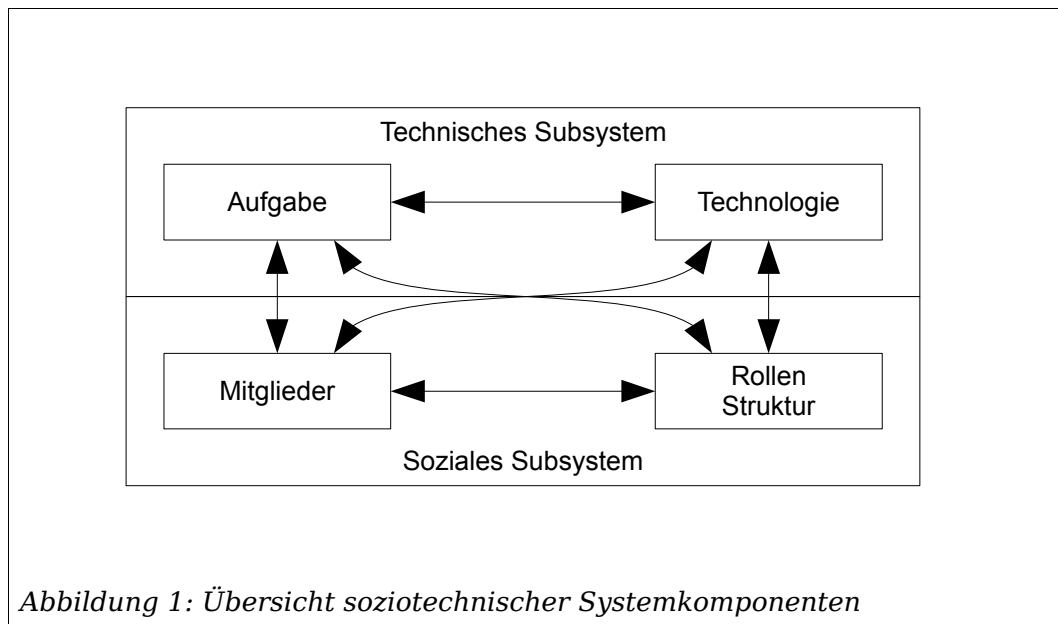
2.3.2 Gemeinsamer Kontext (Modell)

Als gemeinsamer Kontext in CSCW-Systemen wird die Menge aller Objekte des gemeinsamen Arbeitsbereichs und die Aktionen, die auf diesen Objekten ausgeführt werden, bezeichnet. Durch einen gemeinsamen Kontext soll erreicht werden, dass die einzelnen Benutzer Kenntnis von den Aktivitäten der anderen Kooperationspartner erhalten und eine gemeinsame Sicht auf die bearbeiteten Dokumente ermöglicht werden (vgl. [Bor00]).

2.3.3 Soziotechnische Systeme

Bei der computergestützten Zusammenarbeit in und zwischen Gruppen werden technische Systeme zur Kommunikation, zum Datenaustausch und zum Aufbau gemeinsamer Informationsräume etc. genutzt. Das technische System ermöglicht dadurch die Arbeit des sozialen Systems. Das soziale System wiederum bestimmt das technische System, sodass beide Systeme eng mit einander verwoben sind und gemeinsam ein soziotechnisches System bilden.

Wie in der Abbildung 1 dargestellt setzt sich das technische System zum einen aus der eingesetzten Technologie und zum anderen aus den zu erledigenden Aufgaben zusammen. Das soziale Subsystem besteht aus den Gruppenmitgliedern und ihren Rollen bzw. Strukturen. Alle Komponenten stehen dabei in wechselseitigen Beziehungen und sind darauf ausgerichtet die festgelegten Ziele (der Systemoutput) auf Basis der vorliegenden bzw. bereitgestellte Informationen und Artefakte (der Systeminput) zu erreichen (vgl. [Syd85]).



2.3.4 Typische Probleme bei der Zusammenarbeit

Die gemeinsame und arbeitsteilige Aufgabenerledigung ist u. a. durch einen ständigen Wechsel zwischen synchroner und asynchroner Kooperation gekennzeichnet. So finden regelmäßige Abstimmungen zwischen den Kooperationspartnern statt, um das weitere Vorgehen zu planen (meist in synchroner Kooperation). Hierbei werden in der Regel Teilaufgaben festgelegt, die dann im Rahmen von asynchroner Kooperation von den jeweiligen Untergruppen bearbeitet werden können (vgl. [Bor00]).

Koordinierende Tätigkeiten auf der einen Seite und die Erledigung von Teilaufgaben auf der anderen Seite stehen dabei in weitreichender Wechselwirkung zueinander. So ist die Rückmeldung über den aktuellen Zustand und Fortschritt einer zu erledigenden Aufgabe für die weitere Planung der Zusammenarbeit unabdingbar. Bei Planung und Abstimmung wiederum werden Anforderungen und Rahmenbedingungen festgelegt, die für die Aufgabenerledigung relevante Basisinformationen darstellen.

Viele Probleme, die in solchen Kooperationssituationen auftreten können lassen sich auf die unzureichende Modellierung und Erfassung der generierten Informationen zurückführen. Beispiele solcher Probleme sind die folgenden:

- Die Abstimmung zwischen Gruppenmitgliedern ist unvollständig und intransparent.
- Der Status von Teilaufgaben ist nicht ersichtlich für andere Gruppenmitglieder.
- Kommunikation und Entscheidungswege sind nicht nachvollziehbar.

Durch die semantische Modellierung wird die Bedeutung von Artefakten einer Domäne und die Beziehungen zwischen den Artefakten explizit formuliert. Diese Informationen sollten eingesetzt werden, um den oben dargestellten Problemen zu begegnen.

2.4 Ähnliche Arbeiten

Thematisch ähnliche Arbeiten sind insbesondere in den Forschungsbereichen *Semantic Web* und *Semantic Desktop* zu finden. Dabei wurde der Forschungsgegenstand jedoch meist auf einzelne Anwendungsklassen oder Einsatzbereiche eingeschränkt.

Als Beispiel können hier etwa die Arbeiten [Voe06] (Semantic Wikipedia), [Sce09] (Semanta - Semantic Email Made Easy), [Scha09] (The Sile Model) oder [Boj06] genannt werden. Aber auch generischere Ansätze wie das Social *Semantic Desktop* Rahmenwerk *NEPOMUK*³ die sich zwar nicht auf eine Anwendungsklasse beschränken, stattdessen aber ihren Einsatzbereich etwa auf das semantisch unterstützte Wissensmanagement einschränken.

Die beiden zuerst genannten Arbeiten [Voe06] und [Sce09] hatten das Ziel eine bestehende kollaborative Anwendung (MediaWiki⁴ bzw. Thunderbird⁵) so zu erweitern, dass die Inhalte semantisch angereichert werden konnten. So konnten zum einen mächtigere Zugriffsmöglichkeiten auf die Inhalte erreicht werden und zum anderen die Inhalte mit der Umgebung in Verbindung gesetzt werden.

Das NEPOMUK Projekt und die KAON2⁶ Infrastruktur stellen generische Werkzeuge für das Management von Ontologien und den Einsatz von Reasoner bereit. Diese Werkzeuge können wahrscheinlich auch für den Aufbau und die Verwaltung von semantischen Metadaten in Kooperationssystemen eingesetzt werden und sind somit eher als mögliche technische Komponente einer konkreten CSCW-Lösung zu betrachten.

Andere Ansätze unterscheiden sich zwar von ihrer Zielsetzung von dieser Arbeit, allerdings existieren Parallelen in den grundlegenden Forschungsfragen, wodurch eine Adaption der vorgestellten Vorgehensweisen und Techniken für diese Arbeit denkbar wird. Ein Beispiel hierfür ist etwa das von der EU Kommission finanzierte HERMES Projekt⁷. Ziel dieses Projekts ist die automatische Extraktion und Beschreibung des Verhaltens von Personen anhand von Videomaterial. Nutzungsszenarien für diese Technik bei der EU lassen sich insbesondere in den Bereich Überwachung einordnen⁸. Allerdings ist auch eine Nutzung dieser Technik in Kooperationssystemen denkbar, um etwa automatisch Metadaten von laufenden Videokonferenzen zu erzeugen.

Ähnliches gilt für den Softwareprototyp Recognizr des schwedischen Unternehmens TAT⁹. Diese Software ist dem Themenbereich Augmented Reality zuzuordnen. Sie bestimmt Kontaktdaten von Personen in sozialen Netzwerken und blendet diese automatisch in das Bild einer Handycamera ein, wenn die entsprechenden Personen in diesem Videobild erkannt werden. Diese Technik könnte auch bei Videokonferenzen Anwendung finden, um Informationen zu den Kommunikationspartnern direkt in die dargestellten Videobilder zu integrieren.

3 <http://nepomuk.semanticdesktop.org/>

4 <http://www.mediawiki.org>

5 <http://www.thunderbird-mail.de>

6 <http://kaon2.semanticweb.org>

7 <http://www.hermes-project.eu/>

8 z. B. running commentary for smarter surveillance (ICT Results, <http://cordis.europa.eu/ictresults/index.cfm?section=news&tpl=article&BrowsingType=Features&ID=91217>)

9 <http://www.tat.se>

Im Gegensatz zu den Ansätzen der oben vorgestellten Arbeiten ist der Ansatz dieser Masterarbeit offener gehalten. Zielsetzung ist weder die Unterstützung einer speziellen Software durch Ontologien wie bei [Boj06] oder [Sce09] noch der Einsatz in festgelegten Szenarien. Vielmehr soll der Einfluss semantischer Modellierung auf computerunterstützte Zusammenarbeit möglichst weitreichend untersucht werden und Möglichkeiten, die sich hieraus für die Gestaltung von CSCW-Lösungen ergeben, formuliert werden.

3 Konzeption Ontologie-unterstützter Zusammenarbeit

Nachdem in den vorangegangenen Kapitel zunächst eine Einführung zum Thema stattgefunden hat und einige Grundlagen aus den Bereichen CSCW und semantische Modellierung vorgestellt wurden, soll im Folgenden nun mit der Erarbeitung eines Konzept für die Ontologie-basierte Unterstützung von Zusammenarbeit begonnen werden.

Durch die Erkenntnisse aus der Forschung im Bereich CSCW ist bekannt, dass die sozialen Systeme und die technischen Systeme, die sie unterstützten sollen, meist stark miteinander verwoben sind. Änderungen am technischen System haben daher in der Regel einen hohen Einfluss auf das soziale System und Änderungen im sozialen System bedingen nicht selten auch Änderungen am technischen System. Das bedeutet, dass das technische und soziale System, bei der Gestaltung von kooperativen Systemen, gemeinsam betrachtet werden müssen. Es gibt also keine Standardlösung, die für bestimmte Szenarien eingesetzt werden kann. Stattdessen ist die Gestaltung eines kooperativen Systems immer vom jeweiligen Kontext, den beteiligten Personen und verfügbaren Technologien abhängig wobei sich die Anforderungen im Laufe der Zeit mit hoher Wahrscheinlichkeit sogar verändern werden und Anpassungen am technischen System erforderlich werden.

Daher kann auch das im Folgenden vorgestellte Konzept nicht als Leitfaden oder Vorlage für die Erstellung eines semantischen kooperativen Systems betrachtet werden. Es werden vielmehr Möglichkeiten für die Erfassung der Eigenschaften und Ausprägungen der sozialen und technischen Systeme in ein semantisches Modell zusammengetragen und diskutiert. Anschließend wird geprüft, wie diese Informationen bei der Gestaltung kooperativer Systeme eingesetzt werden können und dazu beitragen können die sozialen und technischen Systemkomponenten über die Zeit im Einklang zu halten.

Die in der Einleitung formulierte Forschungsfrage, welchen Einfluss der Einsatz von Ontologien auf die Unterstützung von Zusammenarbeit in kleinen Gruppen hat, soll im Folgenden schrittweise beantwortet werden. Zunächst werden die Auswirkungen auf die Anforderungen an Kooperationssysteme erarbeitet und diskutiert. Im Anschluss folgen Überlegungen zu den Möglichkeiten wie Sachverhalte und Zusammenhänge in Kooperationssituationen semantisch modelliert werden könnten. Durch die Erarbeitung der Anforderungen und Modellierungsmöglichkeiten sollen die Voraussetzungen für die Nutzung semantischer Metadaten in Kooperationssystemen geschaffen werden.

Im weiteren Verlauf des Kapitel 3 findet dann eine genauere Betrachtung verschiedener Kooperationssysteme statt und es werden Voraussetzungen und Erweiterungsmöglichkeiten, die sich durch die Nutzung semantischer Metadaten ergeben, erarbeitet. Dies beinhaltet auch eine Diskussion über Möglichkeiten der Erhebung von Metadaten und eine Bewertung der Vorteile, die sich durch die Nutzung semantischer Metadaten ergeben.

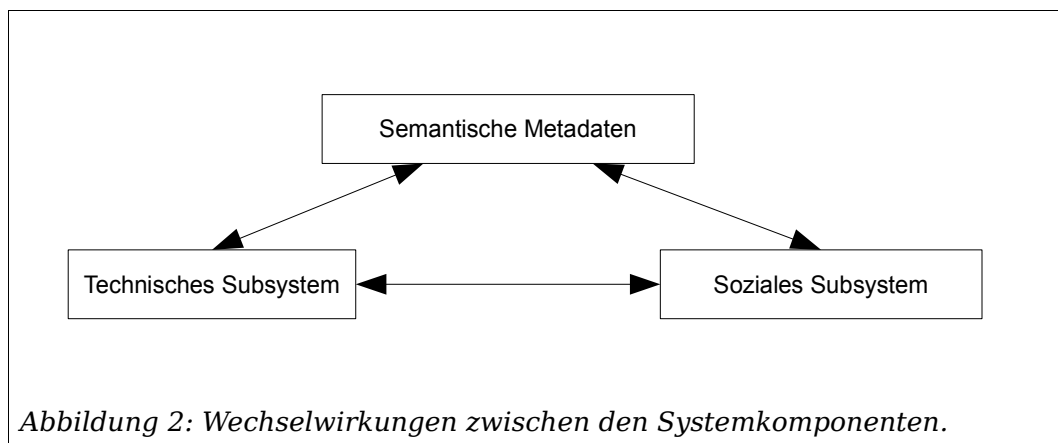
3.1 Anforderungen an Ontologie-basierte Kooperationssysteme

Für die Entwicklung von Kooperationssystemen gelten eine Reihe von Anforderungen, die sich durch umfangreiche Forschungen im Bereich CSCW im Laufe der Zeit herauskristallisiert haben. Sie ergeben sich größtenteils aus grundlegenden Eigenschaften soziotechnischer Systeme und müssen daher auch bei der Entwicklung Ontologie-basierter Kooperationssysteme berücksichtigt werden.

Allerdings verändert die Einbeziehung semantischer Modelle in die Entwicklung kooperativer Systeme zum einen die Möglichkeiten, wie Anforderungen umgesetzt werden können und zum anderen ergeben sich zusätzliche Anforderungen, die im Folgenden genauer betrachtet werden sollen.

3.1.1 Ganzheitliche Betrachtung des soziotechnischen Systems

Grundsätzlich gilt, dass bei der Gestaltung von Kooperationssystemen nicht ausschließlich die technische Seite betrachtet werden darf, da jede Änderung am technischen System auch immer mit Konsequenzen für das soziale System verbunden ist (vgl. [Bor00]). Die technischen und sozialen Systeme stehen in vielseitiger Wechselwirkung miteinander und bilden gemeinsam ein sogenanntes soziotechnisches System (vgl. [Gro07]). Semantische Modellierung kann genutzt werden, um die Eigenschaften der technischen und sozialen Systeme sowie die Beziehungen und Wechselwirkungen zwischen den Systemen zu erfassen und mit einer expliziten Bedeutung zu versehen. Diese Modelle können dann genutzt werden, um etwa Aussagen darüber zu treffen, welche Systemfunktionen von welchen Benutzern oder Gruppen genutzt werden oder für bestimmte Gruppenprozesse relevant sind.



Allerdings stellen die semantischen Metadaten auch selbst wieder eine Komponente des soziotechnischen Systems dar, wie in Abbildung 2 illustriert und haben somit unmittelbar Einfluss auf das Systemverhalten. Änderungen an den technischen oder sozialen Systemen müssen fortlaufend auf der semantischen Ebene berücksichtigt werden. Andererseits werden neue Systemfunktionen durch die Nutzung semantischer Metadaten ermöglicht, die für die Unterstützung der Kooperation genutzt werden können.

3.1.2 Nahtlose Integration wahrnehmbarer Systemaspekte

Eine weitere grundlegende Anforderung an Kooperationssysteme kann wie folgt formuliert werden: Alle Aspekte des Kooperationssystem, die von den Gruppenmitgliedern wahrgenommen werden können, müssen nahtlos in den Nutzungskontext eingebunden werden (vgl. [Bor00]). Das betrifft sowohl technische Funktionen (z. B. einheitliche Schnittstellen) als auch Gruppenprozesse (z. B. der Wechsel zwischen synchroner und asynchroner Kommunikation). Für den Einsatz von Ontologien, die komplexe semantische Modelle der technischen und sozialen Systeme beinhalten, ergibt sich hieraus die Notwendigkeit einer Abstraktion über die Benutzerschnittstelle.

Die Modelle bzw. die Funktionen, die auf diesen Modellen basieren, müssen so in den Nutzungskontext integriert werden, dass für die Gruppenmitglieder kein Mehraufwand entsteht oder zusätzliches Wissen erforderlich ist.

3.1.3 Rollen, Gruppenstrukturen und Interaktionsmuster

Da sich die Zusammensetzung von Gruppen und die jeweiligen einzunehmenden Rollen von Situation zu Situation unterscheiden können und auch während des Lebenszyklus einer Gruppe meist Änderungen unterliegen, ist es erforderlich, dass ein Kooperationssystem keine Grenzen bzgl. der Abbildung von Gruppen, Strukturen und Rollen aufweist. Für klassische Systeme bedeutet das, dass ihre Datenstrukturen und Sichten (Views) leicht anpassbar und erweiterbar sein müssen. Werden entsprechende Informationen direkt in Form semantischer Modelle erfasst ist ihnen eine beliebige Erweiterbarkeit und Anpassbarkeit inhärent.

Wenn das Verhalten von Gruppen bei der Zusammenarbeit beobachtet wird, sollten die Ergebnisse direkt als semantische Modelle dokumentiert werden, wodurch eine separate Übertragung der beobachteten Verhalten in einen Systementwurf entfallen kann (natürlich kann hierdurch nicht der aufwendige und langwierige Beobachtungsprozess und die Interpretation der beobachteten Ereignisse ersetzt werden). Ein Ontologie-basiertes Kooperationssystem sollte dann in der Lage sein, seine Funktionen und Sichten ausschließlich anhand der erstellen semantischen Modelle zu konfigurieren, sodass weitere manuelle technische Anpassungen möglichst vermieden werden können.

Aus systemtechnischer Sicht ist eine möglichst umfangreiche und detaillierte Erfassung jeglicher Rollen, Strukturen und Interaktionsmuster wünschenswert um die Kooperationsituationen so gut wie möglich zu unterstützen. Eine weitreichende Durchleuchtung der sozialen Interaktion kann jedoch auf Ablehnung stoßen, da hierdurch soziale Tabus gebrochen werden können (vgl. [Bor00]). Daher muss für alle beteiligten Personen jederzeit nachvollziehbar sein, welche Informationen dem System zur Verfügung stehen und wie diese erhoben werden.

3.1.4 Awareness-Unterstützung

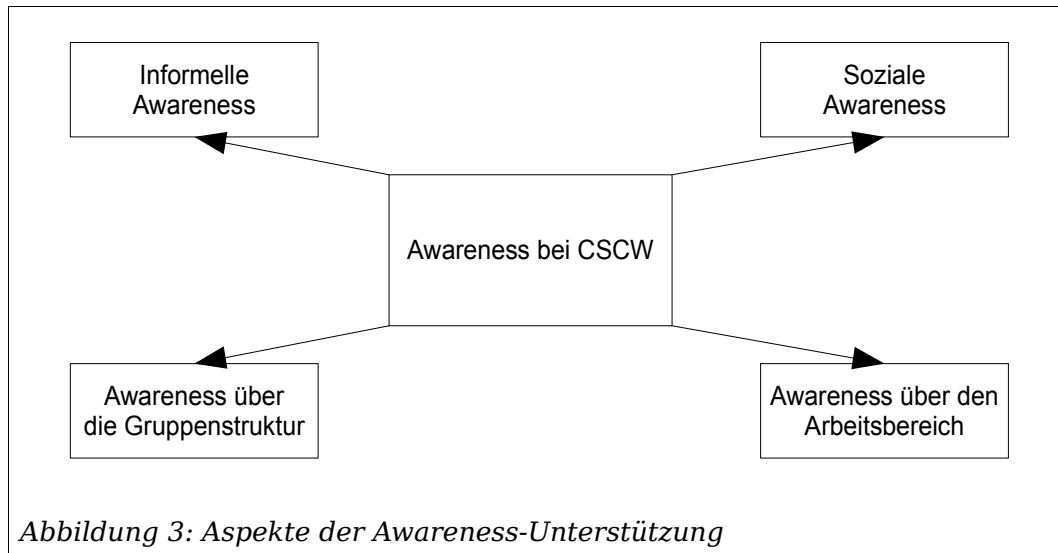
Eine weitere Grundanforderung an Kooperationssysteme ist die Unterstützung der Awareness. Vereinfacht dargestellt bedeutet das für Kooperationssysteme, dass die Benutzer nicht voneinander isoliert, sondern gegenseitig übereinander informiert werden müssen (vgl. [Gro07]).

In Abbildung 3 werden vier Aspekte der Awareness bei CSCW Systemen skizziert, wie sie von [Gut02] vorgeschlagen werden. Durch den Einsatz von Ontologien ändern sich die Möglichkeiten, wie diese Informationen vom Kooperationsystem erfasst, verarbeitet und genutzt werden können.

Die Informelle Awareness beinhaltet Informationen über die Präsenz und Aktionen anderer Gruppenmitglieder sowie deren Erreichbarkeit. Diese Informationen müssen also bei der semantischen Modellierung der sozialen Entitäten manuell erfasst und bereitgestellt werden. Gleiches gilt für die Awareness über die Gruppenstruktur wobei hier bereits einige Informationen durch Schlussfolgerungen abgeleitet werden können (z. B. Rollen oder Verpflichtungen).

Die Awareness über den Arbeitsbereich beinhaltet Informationen über die Interaktionen anderer Gruppenmitglieder mit den Artefakten im gemeinsamen Arbeitsbereich.

Diese Informationen sind ständigen Änderungen während der Nutzung des Kooperationssystem unterworfen und sollten daher vom System selbst aktualisiert werden. Hierfür sollte eine Modellierung von durchzuführenden Aufgaben und Aktivitäten als Instanzen von entsprechenden Aufgaben- bzw. Aktivitätsklassen in der Instanzontologie durchgeführt werden. So können die Eigenschaften der Aufgaben an sich, sowie die Beziehungen zwischen den Aufgaben und zu den an der Kooperation beteiligten Personen und Artefakten erfasst werden.



3.1.5 Kosten-Nutzen Verhältnis

Ein oft auftretender Faktor für das Scheitern von Kooperationssystemen besteht darin, dass die Personen, die das System nutzen (müssen) und die Personen, denen das System nutzt, nicht die gleichen sind. Das kann dazu führen, dass ein Teil der Gruppenmitglieder die Nutzung des Kooperationssystems als zusätzliche Belastung empfindet und sich in seiner eigentlichen Arbeit behindert fühlt.

Da der Einsatz von Ontologien die Komplexität von Kooperationssystemen technisch gesehen weiter steigern kann, ist es unabdingbar, diese Komplexität von den Benutzern „fern“ zu halten. Ähnlich wie bereits zuvor bei den Ausführungen zur nahtlosen Integration gilt auch hier, dass die Komplexität der Systeme durch die Benutzerschnittstelle so abstrahiert und in den jeweiligen Nutzungskontext eingebunden werden muss, dass sie von den Benutzern nicht als hinderlich sondern im besten Fall sogar als unterstützend empfunden wird.

3.2 Semantische Beschreibung der Zusammenarbeit

In diesem Abschnitt sollen verschiedene Aspekte der Zusammenarbeit in und zwischen Gruppen betrachtet werden und die Möglichkeiten für eine semantische Beschreibung dieser Aspekte diskutiert werden. So soll eine Grundlage für den Aufbau von Ontologien, die für die Unterstützung von Zusammenarbeit genutzt werden können, geschaffen werden.

3.2.1 Modellierung von Informationsbedürfnissen

Ein wesentlicher Bestandteil von Zusammenarbeit ist der Austausch von Informationen und das „Stellen“ von Aufgaben.

Die hierfür stattfindende Kommunikation hat immer zum Ziel, Wissen von einer Gruppe / einem Gruppenmitglied (Sender) zu einer anderen Gruppe / einem anderen Gruppenmitglied (Empfänger) zu übertragen, damit der Empfänger das Wissen für die Erledigung einer Teilaufgabe nutzen kann.

Die exakten Informationen, die für die Erledigung der Aufgabe erforderlich sind, sind jedoch meist nur dem Empfänger bekannt, da er in der Regel für die Gestaltung und Ausführung der betroffenen Aktionen verantwortlich ist. Initiiert wird die Kommunikation dagegen meist vom Sender, dem die Informationsbedürfnisse des Empfängers nicht zwingend bekannt sind. Daher ist hier eine unidirektionale Kommunikation meist unzureichend, da sich Rückfragen ergeben, die in einem Dialog (sprachlich oder textlich) geklärt werden müssen. Als gängige Praxis bei bürokratisierten Einrichtungen (Unternehmen, Behörden, etc.) und Routineaufgaben hat sich der Einsatz von Formularen etabliert, welche vom Antragsempfänger erstellt und bei Bedarf vom Antragssteller (Sender) ausgefüllt werden. Bei individuellen Aufgaben oder der Behandlung von Ausnahmen ist dieses Verfahren jedoch zu starr.

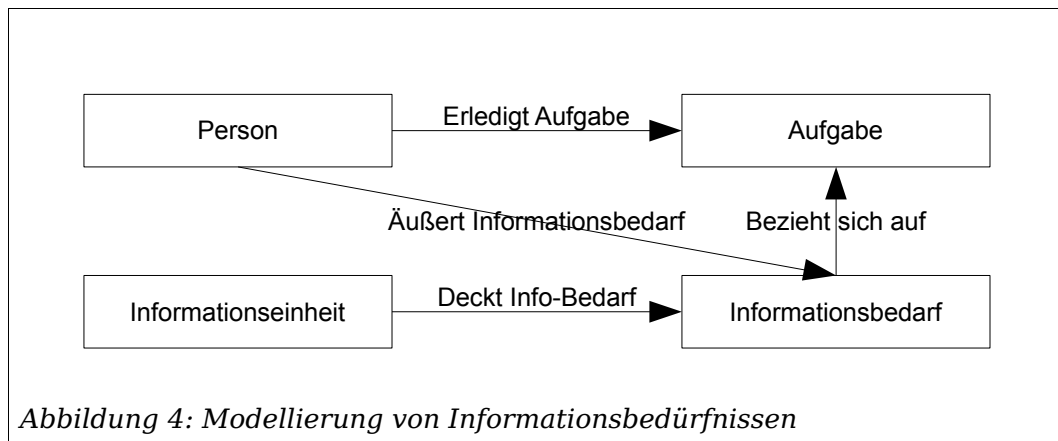
Eine mögliche Definition von Informationsbedarf stammt von Dirk Stelzer und ist im „Lexikon der Wirtschaftsinformatik“ (Springer-Verlag, 2001) zu finden:

„Der Informationsbedarf bezeichnet die Art, Qualität und Menge der Information, welche Aufgabenträger (Personen oder Organisationseinheiten) zur Erfüllung einer bestimmten Aufgabe benötigen. Zum Teil werden die Begriffe "objektiver" und "subjektiver Informationsbedarf" unterschieden. Der objektive Informationsbedarf beschreibt die erforderliche Information aus der Perspektive der zu lösenden Aufgabe. Der subjektive Informationsbedarf (zum Teil als Informationsbedürfnis bezeichnet) gibt an, welche Information den Aufgabenträgern zur Erfüllung der Aufgabe relevant erscheint. In der Praxis kann der Informationsbedarf nicht losgelöst von Personen bestimmt werden. Deswegen hat der objektive Informationsbedarf in erster Linie theoretische Bedeutung. [...]“¹⁰

Wie durch diese Definition deutlich wird, kann der Informationsbedarf nicht ausschließlich aufgabenbezogen betrachtet werden, da die jeweiligen Personen (Aufgabenträger) durch ihre individuellen Eigenschaften (Erfahrungen, Wissen, Fähigkeiten, etc.) unmittelbar Einfluss darauf nehmen, wie der Informationsbedarf geäußert wird. Es bleibt also Interpretationsspielraum, der sogar noch zunehmen kann, wenn es sich bei der zu erledigenden Aufgabe nicht um eine gut strukturierte Routineaufgabe, sondern um eine individuelle oder neuartige bzw. einzigartige Aufgabe handelt.

Dennoch ist die Modellierung von Informationsbedürfnissen in kollaborativen Umgebungen wünschenswert, um sie explizit mit den zu erledigenden Aufgaben in Verbindung zu bringen. Ein möglicher Ansatz hierfür wird stark vereinfacht in Abbildung 4 illustriert. Die Idee besteht darin, dass es ein virtuelles Objekt gibt, das den *Informationsbedarf*, den eine Person im Rahmen einer Aufgabenerledigung äußert, repräsentiert. Alle Artefakte, die von dieser Person zur Formulierung ihres Informationsbedarf erstellt oder genutzt werden, können mit dem virtuellen Objekt *Informationsbedarf* in Verbindung gesetzt werden. Hierbei reicht wahrscheinlich eine einfache „ist-Teil-von“ Beziehung aus, sodass ein Informationsbedarf eine willkürliche Aggregation anderer Artefakte im Kontext einer konkreten Aufgabe darstellt. Der Informationsbedarf kann dann im folgenden von anderen an der Kooperation beteiligten Personen gedeckt werden, indem sie passende Informationseinheiten generieren oder auswählen und dem Informationsbedarf zuordnen.

¹⁰Vgl. Back et al.: Lexikon der Wirtschaftsinformatik (Springer-Verlag, 2001)



Bei individuellen Aufgaben ist die Gestaltung des Informationsbedarfs jeweils eine Tätigkeit, bei der in der Regel neue Artefakte (Informationseinheiten) erstellt und in Beziehung gesetzt werden müssen, um den Informationsbedarf zu beschreiben. Im Fall von Routineaufgaben ist es jedoch denkbar einen zuvor für solche Aufgaben erstellten Standard-Informationsbedarf lediglich auf der semantischen Ebene zu klonen. Hierdurch würde das Erstellen neuer Artefakte für die Beschreibung des Informationsbedarfs bei Routineaufgaben entfallen.

3.2.2 Modellierung soziotechnischer Systeme

Nachdem im Abschnitt zuvor auf die Möglichkeiten einer semantischen Modellierung von Informationsbedürfnissen eingegangen wurde, sollen im Folgenden einzelne Aspekte soziotechnischer Systeme betrachtet und semantisch modelliert werden.

Soziales Subsystem

Bei der Modellierung soziotechnischer Systeme kann von den Beziehungen zwischen den grundlegenden Systemkomponenten ausgegangen werden, die in Abbildung 1 (vgl. Kapitel 2.3.3) illustriert wurden. So sind die an einer Zusammenarbeit beteiligten Personen in Gruppen organisiert, die unterschiedliche Strukturen und Rollen aufweisen können. Bei der Modellierung des sozialen Subsystems müssen also mindestens Konzepte für Personen, Gruppe und Rollen vorgesehen werden. Personen können dabei beliebigen Gruppen zugeordnet sein und innerhalb dieser Gruppen verschiedene Rollen einnehmen (z. B. Gruppenleiter). Auch die Gruppen untereinander können unterschiedliche Strukturen aufweisen. So sind hierarchische Beziehungen und die Zerlegung in Teilgruppen denkbar.

Technisches Subsystem

Bei der semantischen Modellierung des technischen Subsystems müssen Konzepte für die Erfassung der zu erledigenden Aufgaben und der verfügbaren Informationstechnik vorgesehen werden. Hierbei muss zum einen die Zerlegung der Aufgaben in Teilaufgaben und zum anderen die Zuordnung von Aufgaben zu den Ressourcen der eingesetzten Informationstechnik berücksichtigt werden.

Beziehungen zwischen sozialem und technischem Subsystem

Schließlich müssen die wechselseitigen Beziehungen zwischen den beiden Subsystemen modelliert werden. Ausgehend von den Gruppenmitgliedern sind dies Beziehungen zwischen Mitgliedern und den Aufgaben auf der einen und der verfügbaren Technologie auf der anderen Seite.

Hierbei handelt es sich einerseits um die Verteilung der zu erledigenden (Teil-) Aufgaben auf die Mitglieder einer Gruppe. Zudem muss erfasst werden, welche Werkzeuge (Technologie) von den Mitgliedern für die Erledigung der Aufgaben benötigt werden. Hierbei kann es sich sowohl um Werkzeuge handeln, die zur Kommunikation und Abstimmung zwischen den Gruppenmitgliedern dienen, als auch um solche, die für die Erstellung von Arbeitsergebnissen erforderlich sind.

Beziehungen zwischen Rollen bzw. Gruppenstrukturen und den Aufgaben ermöglichen beispielsweise Verwaltungssichten auf die Zusammenarbeit. Denkbar ist hier etwa die Modellierung von Verantwortungen oder gruppenübergreifender Tätigkeiten. Schließlich müssen die sozialen Strukturen durch die eingesetzte Technologie in geeigneter Weise berücksichtigt werden. Dazu gehört etwa die Berücksichtigung von Zugriffsrechten auf gemeinsame Dokumente, die sich durch die Gruppenzugehörigkeit der Mitglieder ergeben.

Flexibilität

Ein soziotechnisches System ist ständigen Änderungen unterworfen. So ändern sich die Strukturen in den sozialen Systemkomponenten (Gruppen werden gebildet und wieder aufgelöst, ihre Zusammensetzung geändert), neue Aufgaben werden festgelegt und Aktualisierungen am technischen System werden durchgeführt.

Das Modell eines soziotechnischen Systems muss in der Lage sein diese ständigen Änderungen zu berücksichtigen. Dies kann durch die semantische Modellierung erreicht werden, da die Bedeutung der Konzepte und Artefakte explizit erfasst wird und somit Umstrukturierungen oder Erweiterungen jederzeit möglich sind.

Möglichkeiten durch die semantische Modellierung

Wenn alle Eigenschaften des soziotechnischen Systems erfasst und semantisch modelliert sind kann das als Grundlage für Aussagen über den Zustand des Systems genutzt werden. Vorausgesetzt alle Eigenschaften und Beziehungen zwischen den Hauptkomponenten Aufgabe, Technologie, Mitglieder und Rolle/Struktur sind erfasst kann etwa ermittelt werden, welche Aspekte des technischen Systems für die Aufgabenerledigung einer Gruppe relevant sind. Dies soll durch das folgende Beispielszenario illustriert werden:

Die Gruppe G1 nutzt für die interne Kommunikation das Nachrichtensystem und den gemeinsamen Kalender. Der Gruppenleiter von G1 nutzt darüber hinaus auch noch das Projektmanagementtool für die gruppenweite Tätigkeitsplanung.

Die Gruppe G1 ist also bei Änderungen an diesen drei Komponenten des technischen Systems grundsätzlich betroffen, was u. U. die Effizienz der Aufgabenerledigung beeinträchtigen kann.

Wenn darüber hinaus noch die Fähigkeiten der einzelnen Gruppenmitglieder erfasst werden, können Aussagen darüber getroffen werden, ob das erforderliche Wissen für die Nutzung bestimmter Funktionen bereits vorhanden ist, oder ob Schulungen oder andere weiterbildende Maßnahmen erforderlich sind. Darüber hinaus kann so auch erfasst werden, ob die Nutzung einer bestimmten Funktion vom Wissen eines einzelnen Gruppenmitglieds abhängig ist und somit ermittelt werden, welche Konsequenzen ein Austritt des Mitglieds aus der Gruppe für die Beziehung zwischen der Gruppe an sich und dem technischen System hätte.

Aussagen auf Basis solcher Daten machen natürlich nur Sinn, wenn die Daten vollständig und aktuell sind. Zumindest die Aktualität der Daten kann durch den Einsatz intelligenter Agenten verbessert werden.

Diese könnten beispielsweise automatisch erfassen, wie oft die verschiedenen Systemfunktionen genutzt werden und von wem. Hierdurch lassen sich etwa mit hoher Zuverlässigkeit besonders relevante Funktionen identifizieren. Funktionen, die praktisch nicht genutzt werden, aber technisch gesehen Vorteile aufweisen, sollten noch einmal bezüglich ihrer Gebrauchstauglichkeit und evtl. erforderlichen Schulungen untersucht werden.

Die Aufgaben in einem soziotechnischen System sind von zentraler Bedeutung, da sie Zweck und Ausrichtung des Systems bestimmen. Sie sollen daher im folgenden Abschnitt noch einmal ausführlicher betrachtet werden.

3.2.3 Beschreibung von Aufgaben und Artefakten

Die Aufgaben und die Durchführung von Aktivitäten bei der Zusammenarbeit können als Prozess aufgefasst werden. Entsprechend dieser Auffassung wird in [Bor00] der Gruppenprozess als Beschreibungsmöglichkeit für die Aufgaben, Aktivitäten und Eigenschaften einer unterstützten Gruppe vorgestellt (vgl. 2.3.1). Dieses Modell ermöglicht eine abstrakte Sichtweise auf die Zusammenarbeit und soll im Folgenden als Ausgangspunkt für die semantische Beschreibung von Aufgaben und Artefakten genutzt werden. Ein Gruppenprozess besteht aus insgesamt 8 Komponenten, die bereits in den Grundlagen vorgestellt wurden. Im Folgenden werden diese 8 Komponenten wieder aufgegriffen und hinsichtlich einer möglichen semantischen Modellierung diskutiert.

Gruppenorganisation

Die einzelnen Aufgabenträger (Personen) sind in Gruppen organisiert und stehen untereinander und mit anderen Gruppen in Beziehungen. Dabei kann es sich sowohl um persönliche (z. B. Freundschaften), als auch um organisatorische Beziehungen handeln (Vorgesetzter, Gruppenleiter, etc.).

```
<rdf:RDF
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:foaf="http://xmlns.com/foaf/0.1/">

  <foaf:Person rdf:about="http://www.example.org/personid/1111">
    <foaf:name>Bill</foaf:name>
  </foaf:Person>

  <foaf:Person rdf:about="http://www.example.org/personid/2222">
    <foaf:name>Tim</foaf:name>
  </foaf:Person>

  <foaf:Group rdf:about="http://www.example.org/groupid/1111">
    <foaf:name>Softwareentwicklung</foaf:name>
    <foaf:member
      rdf:resource="http://www.example.org/personid/1111"/>
    <foaf:member
      rdf:resource="http://www.example.org/personid/2222"/>
  </foaf:Group>

</rdf:RDF>
```

Abbildung 5: Semantische Beschreibung einer Gruppe.

Die semantische Modellierung dieser Akteure sollte auf einem generischen Basiskonzept aufsetzen, das unabhängig vom vorliegenden Einsatzgebiet eine grundlegende Vorstellung von Akteuren (Person) ermöglicht.

Eine Möglichkeit ist die RDFS Klasse *Person*¹¹ aus der FOAF Ontologie¹². In der gleichen Ontologie werden auch weitere Basiskonzepte definiert, die für die Beschreibung von Gruppenstrukturen genutzt werden könnten. So lässt sich eine Gruppe wie in Abbildung 5 dargestellt beschreiben.

Die FOAF Ontologie bietet jedoch keine Klassen und Eigenschaften für detailliertere Beschreibungen von Gruppenstrukturen wie beispielsweise die Gruppenleitung. Durch die semantische Modellierung besteht beim Aufbau einer Domainontologie aber jederzeit die Möglichkeit weitere, domainspezifische Klassen und Eigenschaften zu definieren, die auf bereits vorhandenen Ontologien aufsetzen. Abbildung 6 demonstriert etwa die Spezifizierung einer Eigenschaft für die Erfassung einer Gruppenleitung.

```
<rdf:RDF
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
  xmlns:foaf="http://xmlns.com/foaf/0.1/">

  <rdf:Property rdf:about="http://www.example.org/gruppenleitung">
    <rdfs:domain
      rdf:resource="http://xmlns.com/foaf/0.1/Group"/>
    <rdfs:range
      rdf:resource="http://xmlns.com/foaf/0.1/Person"/>
  </rdf:Property>

</rdf:RDF>
```

Abbildung 6: Spezifizierung einer domainspezifischen Eigenschaft.

Durch die in Abbildung 6 definierte Eigenschaft *gruppenleitung* wird eine weitere Beziehung zwischen einer Instanz der Klasse *foaf:Group* und *foaf:Person* definiert, mit der Gruppenleiter festgelegt werden können. Da jeder Gruppenleiter auch gleichzeitig ein Gruppenmitglied ist, könnte die neue Eigenschaft auch als Untereigenschaft der bereits zuvor verwendeten Eigenschaft *foaf:member* realisiert werden.

Gruppendokumente

Gruppendokumente sind alle Dokumente, die im Rahmen einer Zusammenarbeit Informationen für die Aufgabenerledigung bereitstellen oder generierte Informationen aufnehmen. Hierbei kann es sich sowohl um Office-Dokumente¹³ als auch um Webseiten, Blog Post, Foreneinträge, Kommunikationsinhalte u. ä. handeln.

Für die Erfassung von Metadaten solcher Artefakte gibt es bereits eine Reihe von Ontologien, auf die im Abschnitt 3.2.5 noch intensiver eingegangen wird. Typisch ist hier der Einsatz abstrakter Basisklassen (z. B. Informationseinheit), von denen dann spezialisierte Klassen für die jeweiligen Dokumenttypen abgeleitet werden können (E-Mail, PDF-Dokument, etc.).

Dieses Vorgehen ist auch im Rahmen von Kooperationssystemen sinnvoll, da so Zuordnungen von Informationen zu Aufgaben, Aktivitäten und Personen auch in generischer Form erfolgen können und gleichzeitig spezifische Eigenschaften einzelner Dokumenttypen Berücksichtigung finden.

¹¹ <http://xmlns.com/foaf/0.1/Person>

¹² <http://xmlns.com/foaf/spec/>

¹³ Word, Open Office oder PDF-Dokument etc.

Gruppenziele

Bei den Gruppenzielen handelt es sich um ein rein virtuelles und abstraktes Artefakt, welches eine Spezialität von Kooperations szenarien darstellt. Sie dienen als Kapsel für die Aggregation von Aufgaben und die hierfür erforderlichen Informationen, die von einer Gruppe für ihre Aktivitäten benötigt werden und sollten auch als solche modelliert werden.

Gruppenprotokoll

Ähnlich wie auch das Gruppenziel stellt ein Gruppenprotokoll ein virtuelles und abstraktes Artefakt dar, welches alle Artefakte aggregiert, die für das gruppeninterne und gruppenübergreifende Verhalten relevant sind. Bei diesen Artefakten kann es sich beispielsweise um die Festlegung zu nutzender Kommunikationsmittel und -protokolle oder um einzuhaltende Dienstwege handeln.

Gruppenumgebung

Die Gruppenumgebung sollte eine Beschreibung aller relevanter Aspekte des technischen Subsystems berücksichtigen. Diese können dann in Beziehung zu den Gruppen und ihren Aufgaben gesetzt werden, um die Verteilung des Gruppenprozesses auf die IT Infrastruktur zu erfassen.

Gruppenaktivitäten

Gruppenaktivitäten repräsentieren die detaillierteste Ebene bei der Beschreibung der zu erledigenden Aufgaben. Sie unterscheiden sich jedoch in der Regel von Aufgabe zu Aufgabe und sind darüber hinaus auch von den Erfahrungen und Fähigkeiten der für sie zuständigen Gruppenmitglieder abhängig. Daher ist die Definition von hierarchisch strukturierten Aktivitätsklassen lediglich bei gut strukturierten Routineaufgaben möglich. Eine inhaltliche Beschreibung der Aktivitäten ist also nicht sinnvoll, wohl aber eine strukturelle. Die Gruppenaktivitäten stehen oft in kausalen oder temporalen Abhängigkeiten, die bestimmte Voraussetzungen für die Ausführung oder Ausführungssequenzen erfordern.

Gruppensitzungen

Gruppensitzungen sind alle zeitlich festgelegten Ereignisse, bei denen Informationen generiert oder für die Ausführung von Aktivitäten eingesetzt werden. Sie weisen also neben den Beziehungen zu Gruppendokumenten (als Informationsträger) auch solche Eigenschaften auf, die durch typische Kalenderontologien (z. B. iCal) modelliert werden können.

Gruppenzustand

Der Gruppenzustand gibt Aufschluss über den aktuellen Status von Teilaufgaben und Aktivitäten. Hierfür können die erfassten semantischen Informationen über Aktivitäten und Sitzungen ausgewertet werden.

3.2.4 Identifikation von Artefakten, Namensräume und Gültigkeitsbereiche

Wenn für eine Domäne¹⁴ ein spezielles Vokabular aufgebaut werden muss, sind die Festlegung des Namensraum und die Bestimmung der Gültigkeit zwei der relevanten Tätigkeiten.

¹⁴Als Domäne wird hier eine Gruppe, Organisation o. ä. und ihre Umgebung verstanden.

Namensräume

Der Namensraum muss zum einen unverwechselbar sein, damit es beim Austausch des Vokabulars mit anderen Personen oder Einrichtungen nicht zu Kollisionen kommen kann. Darüber hinaus ist es sinnvoll die qualifizierten URIs so zu gestalten, dass eine Beschreibung der jeweiligen Klassen und Eigenschaften direkt über den URI aus dem Internet abgerufen werden kann oder dass das gesamte Vokabular als RDF/XML über den Basis-URI (Namensraum) abgerufen werden kann. Das vereinfacht den Zugriff auf das Vokabular sowohl bei automatisierten Bearbeitungen (z. B. ein Reasoner soll die Konsistenz prüfen, benötigt hierfür aber ausführliche Informationen über die eingesetzte Klasse) als auch bei manueller Nutzung (z. B. mit dem Tabulator-Browser¹⁵).

Der Namensraum kann wahrscheinlich in den meisten Fällen mit einer Internet-Domain beginnen, welche unter der Verwaltung der für das Vokabular verantwortlichen Einrichtung steht. In diesem Fall ist es auch unproblematisch, das Vokabular über die entsprechende Internet-Domain öffentlich verfügbar zu machen. Auch die Bereitstellung von mehreren Vokabularen mit unterschiedlichen Gültigkeitsbereichen ist in diesem Fall kein Problem. Steht keine Internet-Domain zur Verfügung können evtl. URI-Dienste wie `xmlns.com`¹⁶ genutzt werden. Für weiterführende Informationen möchte ich an dieser Stelle auf das Dokument „How to Publish Linked Data on the Web“¹⁷ von Chris Bizer et al. verweisen.

Gültigkeitsbereiche

Der Gültigkeitsbereich von Ontologien ist bei der Nutzung eines Kooperations-systems mit verschiedenen Domainontologien relevant. Dies ist etwa der Fall, wenn eine gruppenübergreifende Kooperation stattfindet und die Gruppen über ein gemeinsames Nachrichtensystem kommunizieren. Nutzen die Gruppen nun verschiedene, auf ihre jeweiligen Tätigkeiten abgestimmte Ontologien für die Annotation von Artefakten, muss das Nachrichtensystem dies bei der Verarbeitung der Nachrichten berücksichtigen. Insbesondere beim Tagging oder ähnlichen Verfahren muss bei der Abbildung des Tags auf ein entsprechendes Konzept in der Ontologie beachtet werden, wer der Absender der Nachricht und damit Urheber des Tags ist, da sich erst hierdurch ergibt, auf welche Ontologie sich das Tag bezieht.

3.2.5 Auswahl und Erstellung von Ontologien

In diesem Abschnitt soll die Frage geklärt werden, wie die Ontologien, die zur Unterstützung der Zusammenarbeit genutzt werden sollen, ausgewählt, erweitert oder erstellt werden können.

Es werden mindestens zwei Arten von Ontologien benötigt:

1. Ontologien für die Beschreibung der Zusammenarbeit an sich. Hierbei geht es um die Erfassung der Strukturen der Gruppe und ihrer Ressourcen. Also die Aufteilung in Untergruppen, die Hierarchien zwischen Untergruppen und einzelnen Gruppenmitgliedern, die zur Verfügung stehenden technischen Ressourcen wie Computer und Kommunikationstechnologie, etc.

¹⁵ <http://www.w3.org/2005/ajar/tab>

¹⁶ <http://xmlns.com/>

¹⁷ Chris Bizer et al.: How to Publish Linked Data on the Web (Freie Universität Berlin, <http://www4.wiwi.fu-berlin.de/bizer/pub/LinkedDataTutorial/>)

2. Ontologien für die Beschreibung der Domäne. Hierbei geht es um die Beschreibung des Tätigkeitsbereichs der Gruppe und die damit verbundenen speziellen Aspekte wie Fachvokabulare, etc.

Die Erstellung von Ontologien durch Domainexperten mit entsprechenden Kenntnissen und Fähigkeiten aus dem Bereich semantische Modellierung ist gängige Praxis. Hierdurch werden in der Regel Ontologien von hoher Qualität hinsichtlich der Vollständigkeit und Validität erstellt. Der Prozess ist allerdings zeit- und kostenaufwendig und hängt unmittelbar von der Verfügbarkeit entsprechender Experten ab.

Die Erstellung durch Anwender der Domäne, welche keine speziellen Fähigkeiten im Bereich der semantischen Modellierung aufweisen, oder sogar die automatische Erstellung wäre also wünschenswert. Ansätze dieser Art gehören jedoch nicht zum Kernthema dieser Masterarbeit und sollen daher hier nicht weiter behandelt werden. Es soll jedoch auf die Arbeit [Lei06] von Johannes Leitner aus seiner Zeit an der UNI Karlsruhe verwiesen werden. Er erwähnt auch ein System namens TextToOnto¹⁸ aus der KAON Infrastruktur.

Internetressourcen und Desktopressourcen

Als Internetressourcen werden im Folgenden Artefakte bezeichnet, auf die typischerweise über das Internet zugegriffen wird. Hierbei handelt es sich also um Webseiten, öffentliche Kalender, Bilder, etc. Als Desktopressourcen werden dagegen Artefakte bezeichnet, die typischerweise im Dateisystem eines Arbeitsplatzcomputers oder in einem Intranet vorhanden sind. Dabei kann es sich um Office-Dokumente, lokale Mediendateien, etc. handeln. Bezüglich Inhalt und Form der Daten gibt es hier jedoch diverse Überschneidungen, wobei Internetressourcen oft nur abgerufen, Desktopressourcen dagegen auch geändert werden können. Darüber hinaus kann oftmals eine Unterscheidung bzgl. der Nutzerkreise durchgeführt werden: Während Internetressourcen meist ohne jegliche Einschränkung der Nutzerkreise zugreifbar sind, ist der Zugriff auf Desktopressourcen meist auf wenige Benutzer oder einzelne Benutzergruppen beschränkt.

Bei der Aufgabenbewältigung in Gruppen sind häufig Ressourcen beider Arten von Interesse. So gibt es reine Internetressourcen wie Softwaredokumentationen oder Informationsdienste sowie reine Desktopressourcen wie Office-Dokumente oder Kalender. Dabei ist auch hier wieder eine Vermischung der beiden Typen möglich. Für beide Typen gibt es eine Vielzahl von öffentlichen Vokabularen, die für die Auszeichnung der Ressourcen mit semantischen Metadaten genutzt werden können. Einige dieser Vokabulare sollen im Folgenden betrachtet und verglichen werden.

Öffentliche Vokabulare

Es gibt bereits eine Vielzahl von Vokabularen, die zur Auszeichnung von Internetressourcen und Desktopressourcen genutzt werden können. Diese stammen teils von öffentlichen Institutionen oder Einrichtungen wie der Dublin Core Metadata Initiative¹⁹ oder sie sind aus Semantic Web oder Semantic Desktop Projekten wie dem NEPOMUK Projekt²⁰ hervorgegangen. Einige dieser Vokabulare sollen im Folgenden aufgeführt werden und hinsichtlich ihrer Nutzbarkeit für die Ziele dieser Masterarbeit, die Zusammenarbeit durch den Einsatz semantischer Modellierung zu unterstützen, bewertet werden.

¹⁸ <http://kaon.semanticweb.org/>

¹⁹ <http://dublincore.org/>

²⁰ <http://nepomuk.semanticdesktop.org>

Ein weit verbreitetes Vokabular für die Annotation beliebiger Artefakte ist die Dublin Core Metadata Terms²¹ Ontologie. Sie liegt in einer stabilen Version vor und die Dublin Core Metadata Initiative garantiert die Aufrechterhaltung dieser Ontologie solange es technisch möglich ist.

Die Verbreitung und Dauerhaftigkeit dieser Ontologie sind zwei wichtige Voraussetzungen für die mögliche Verwendung bei der Unterstützung von Zusammenarbeit, allerdings beschränken sich die verfügbaren Konzepte auf einen recht generischen Level. Sie kann also nur für die Annotation mit generischen Metadaten genutzt werden (z. B. Label, Beschreibungen, etc.).

Im Rahmen des NEPOMUK Projekt wurde ein Satz von Ontologien entwickelt, die universell für die Bereiche Wissensmanagement und die semantische Modellierung für beliebige Domänen genutzt werden könne. Dazu gehört etwa die grundlegende Annotation Ontology (NAO)²², eine Ontologie für die Annotation von Desktop Ressourcen, die File Ontology (NFO)²³, sowie eine die Calendar Ontology (NCAL)²⁴ und die Message Ontology (NMO)²⁵.

Im Prinzip beinhalten diese Ontologien diverse Konzepte, die als Grundlage für den Aufbau eigener Ontologien in speziellen Kooperationsszenarien geeignet sind. Die Ontologien gelten aber nicht als stabil und die Verfügbarkeit über den Abschluss des NEPOMUK Projekts hinaus ist unsicher.

Die FOAF Ontologie²⁶ kann für die Beschreibung von Personen und ihren Kontaktdaten sowie für die Erfassung von Gruppenstrukturen und Informationen über Dokumente genutzt werden. Damit deckt sie einen großen Teil an Artefakten ab, die im Rahmen von Zusammenarbeit relevant sind. Ähnliches gilt für die Semantically-Interlinked Online Communities (SIOC)²⁷ Ontologie, die zusätzlich noch die Erfassung von Informationen über einige Internetressourcen wie Webseiten, Foren oder Blog ermöglicht.

Kritische Betrachtung

Alle bis hierhin betrachteten Ontologien entstammen allgemeinen Semantic Web Ansätzen oder sind auf die Modellierung abgegrenzter Aktivitäten (z. B. Aktivitäten in einer Online Community) ausgerichtet. Eine generische Ontologie für die Modellierung computergestützter Gruppenarbeit wurde bis jetzt noch nicht entworfen und es bleibt abzuwarten, ob dies aufgrund der individuellen Eigenschaften von Kooperationssituationen möglich und sinnvoll ist.

Beim Aufbau entsprechender Ontologien bei der Umsetzung einer CSCW-Lösung sollte jedoch immer soweit wie möglich auf bestehende Ontologien zurück gegriffen werden, die miteinander verknüpft und nach Bedarf erweitert werden können. So könnte eine Person beispielsweise immer als *foaf:Person* modelliert werden und die besonderen Eigenschaften der jeweiligen Domäne entweder durch eine Ableitung der Klasse *foaf:Person* oder durch die Spezifizierung weiterer Eigenschaften, die sich auf Instanzen der Klasse *foaf:Person* beziehen, erfasst werden.

21 <http://purl.org/dc/terms/>

22 <http://www.semanticdesktop.org/ontologies/2007/08/15/nao/>

23 <http://www.semanticdesktop.org/ontologies/2007/03/22/nfo/>

24 <http://www.semanticdesktop.org/ontologies/2007/04/02/ncal/>

25 <http://www.semanticdesktop.org/ontologies/2007/03/22/nmo/>

26 <http://xmlns.com/foaf/spec/>

27 <http://rdfs.org/sioc/spec/>

3.3 Semantische Metadaten in Kooperationssystemen

In diesem Abschnitt wird vorgestellt, wie semantische Metadaten im Rahmen typischer kollaborativer Anwendungen zur Unterstützung von Zusammenarbeit aussehen können und welche Möglichkeiten sich hieraus für die Funktionen der Anwendungen ergeben. Typische Anwendungsklassen im Bereich CSCW sind Nachrichtensysteme, Gruppeneditoren, Konferenzsysteme, gemeinsame Informationsräume und Koordinationssysteme. Darüber hinaus erwähnen Gross et al. in [Gro07] auch noch intelligente Agenten - Anwendungen, welche Rollen einnehmen, die in klassischen Systemen ausschließlich durch ein Gruppenmitglied ausgeführt werden konnten.

Je nach Klasse unterscheiden sich die Anwendungen u. a. bezüglich ihrer Nutzerkreise, der Funktionen, die sie anbieten und den Daten, die sie verarbeiten. Daher sind bei der Einbindung semantischer Metadaten in diese Anwendungen auch unterschiedliche Artefakte und Eigenschaften der jeweiligen Domäne relevant, wobei gleichzeitig eine ganzheitliche Betrachtung des soziotechnischen Systems berücksichtigt werden sollte (vgl. 3.1.1).

Durch die Einbindung semantischer Metadaten ergeben sich für die Funktionen der diversen Kooperationssysteme aber nicht nur Möglichkeiten zur Verbesserung und Erweiterung, sondern es entstehen auch weitere Anforderungen an diese Funktionen. Dies wird bereits bei simplen Funktionen, wie dem Löschen oder Ändern eines Elements in einem gemeinsamen Informationsraum deutlich. So muss das System bei der Änderung an Elementen sicherstellen, dass auch die zugehörigen Metadaten angepasst werden (z. B. das Datum der letzten Änderung). Aber auch die Löschung eines Elements muss auf der Metaebene berücksichtigt werden, entweder indem alle zugehörigen Metadaten gelöscht werden oder in den Metadaten vermerkt wird, dass das zugehörige Element gelöscht wurde.

3.3.1 Nachrichtensysteme

Nachrichtensysteme dienen zur asynchronen Versendung von Nachrichten, wobei der Inhalt in modernen Systemen nahezu nicht beschränkt ist (Text, Bilder, Audio, etc.). Um die Nachrichten besser in die Gruppenprozesse einordnen zu können, werden sie oft strukturiert und mit speziellen Feldern versehen, welche Aufschluss über das Thema, die Empfängergruppen oder betroffene Artefakte geben (vgl. [Gro07]). Darüber hinaus können die Nachrichten mit Regeln (empfängerspezifisch) oder Skripten (senderspezifisch) versehen werden, um bestimmte Aktionen auszulösen.

In den gängigen Nachrichtensystemen handelt es sich hierbei jedoch um Funktionen, die unmittelbar durch das Nachrichtensystem bereitgestellt werden und auf rein syntaktischen Angaben in den Nachrichten basieren. Eine Berücksichtigung des soziotechnischen Systems als Ganzes findet also nicht statt und somit auch keine Anpassung der Systemfunktionen infolge von Änderungen am sozialen oder technischen Subsystem.

Relevante Artefakte

Im Rahmen von Nachrichtensystemen gibt es eine Reihe von Artefakten, die für die Systemfunktionen relevant sind.

Hierbei handelt es sich u. a. um die folgenden:

- Nachrichten
- Sender und Empfänger (Personen) bzw. Sender- und Empfängergruppen
- Gruppen, Gruppenziele und Aufgaben

Bei der Einbindung semantischer Metadaten in Nachrichtensysteme sollten also mindestens diese Artefakte Berücksichtigung finden. Das bedeutet, dass die Systemfunktionen, wenn sie Änderungen am Gruppenzustand bewirken, dies auch auf die semantische Ebene abbilden müssen.

Einsatz semantischer Metadaten

Bei der Verknüpfung von Systemfunktionen und den semantischen Metadaten müssen mindestens die zwei folgenden Aspekte beachtet werden:

1. Wenn eine Systemfunktion Änderungen an den Artefakten einer Domäne bewirkt, muss dies in der Regel auch auf der semantischen Ebene Berücksichtigung finden.
2. Durch die semantische Ebene werden Informationen bereitgestellt, die von den Systemfunktionen genutzt werden sollten.

Beide Aspekte sollen nun noch etwas ausführlicher erläutert werden. Zunächst zu Änderungen der semantischen Metadaten, die infolge der Ausführung von Systemfunktionen erforderlich werden. Für die Anpassung der semantischen Metadaten sind hier folgende Vorgehensweisen denkbar:

- Der Autor einer Nachricht kann beim Verfassen zusätzliche Informationen zu dieser Nachricht angeben, die vom System separat verarbeitet und gespeichert werden. Gleiches kann auch zu späteren Zeitpunkten von den Empfängern getan werden. Die Nachricht an sich bleibt hierbei unverändert.
- Metadaten zu einer Nachricht können vom Autor direkt im Nachrichtenumschlag oder Inhalt abgelegt werden (vgl. 3.6.3). Sie sind also Bestandteil der Nachricht und können auch zu späteren Zeitpunkten verarbeitet werden (z. B. beim Versenden oder beim Anzeigen der Nachricht). Bei einer Verarbeitung zu einem späteren Zeitpunkt geht jedoch der Kontext der Nachrichtenerfassung verloren.
- Das Nachrichtensystem extrahiert Metadaten aus den Nachrichten, wenn diese verarbeitet / versendet werden. Hierfür sind keine Änderungen an den Erfassungsfunktionen erforderlich und es entsteht kein Mehraufwand für die Benutzer (vgl. 3.4.2).

Neben den Änderungen auf der semantischen Ebene, die durch die Nutzung des Systems erforderlich werden, sollten die semantischen Metadaten jedoch vor allem auch von den Systemfunktionen genutzt werden, um die Benutzer bei ihren Aufgaben zu unterstützen. Hierdurch ergeben sich etwa folgende Möglichkeiten:

- Bei semantisch modellierten Rollen und Gruppen können Nachrichten nicht nur an einzelne Personen oder Empfängergruppen, sondern auch an alle Inhaber einer Rolle etc. geschickt werden. Die eigentlichen Empfänger würden vom System dann automatisch bestimmt.

- Das Nachrichtensystem könnte intelligente Agenten einsetzen, die die Metaebene überwachen und Benutzer beim Eintreten bestimmter Ereignisse (z. B. Informationen zu einer Aufgabe wurden bereitgestellt) benachrichtigen.
- Eintreffende Nachrichten könnten anhand ihrer Metadaten automatisch kategorisiert und entsprechend der angenommenen Relevanz für den Empfänger vorsortiert werden.

Weitere Einsatzmöglichkeiten für die Nutzung semantischer Metadaten in Nachrichtensystemen werden später in Kapitel 3.7 diskutiert.

3.3.2 Gemeinsame Informationsräume

Informationsräume bieten Unterstützung bei der Kommunikation und Koordination in Gruppen durch synchrone und asynchrone Kommunikationstechniken (u. a. Nachrichten, Blog Posts, Foren), gemeinsame Terminkalender und der Verwaltung der Speicherung und des Zugriffs auf gemeinsame Dokumente (vgl. [Gro07] S. 107).

Typische Artefakte

Wie zuvor bei den Nachrichtensystemen beschrieben, gibt es auch bei Informationsräumen typische Artefakte, die bei der semantischen Modellierung berücksichtigt werden sollten. Hierbei handelt es sich unter anderem um die folgenden:

- Dokumente jeglicher Art (digitaler und physischer Natur)
- Verfasser / Autoren (Personen)
- Gruppen, Gruppenziele und Aufgaben

Hierbei gibt es weitreichende Überschneidungen mit den typischen Artefakten aus dem Umfeld von Nachrichtensystemen, insbesondere was die Eigenschaften des sozialen Subsystems betrifft. In beiden Fällen stellen die Personen, die zusammenarbeiten und dafür ein Kooperationssystem nutzen, ein zentrales Element dar, wenngleich sich die Rollen hier unterscheiden (z. B. Sender bei Nachrichtensystemen; Autoren bei Informationsräumen). Aber auch die Elemente aus den Gruppenprozessmodellen sind identisch.

Einsatz semantischer Metadaten

Im Gegensatz zum Nachrichtensystem sind die Artefakte, die in einem gemeinsamen Informationsraum abgelegt werden können bzgl. ihrer Art und Ausprägung nicht beschränkt. Es kann sich hierbei beispielsweise um Office Dokumente, Audio- oder Videodateien oder sonstige Binärdateien.

Einerseits muss hier berücksichtigt werden, dass bei der Gestaltung eines Informationsraums unmöglich alle existierenden und zukünftig auftretenden Dokumentarten berücksichtigt werden können. Andererseits findet eine spezielle Informationsraumanwendung in der Regel bei der Gestaltung einer neuen Dokumentklasse (z. B. ein neues Format für Office-Dokumente) keine Berücksichtigung.

Hierdurch wird deutlich, dass das Ablegen von Metadaten innerhalb dieser Dokumente nur dann sinnvoll ist, wenn diese Daten ausschließlich das Dokument selbst betreffen und nicht anderweitig in Beziehung gesetzt werden können. Eine Speicherung der Metadaten auf einer semantischen Ebene umgeht diese Probleme und ist in weiten Teilen unabhängig vom Dokumenttyp.

Wie auch schon bei den Nachrichtensystemen müssen bei der Verknüpfung der Artefakte eines Informationsraums mit semantischen Metadaten mindestens die zwei folgenden Aspekte beachtet werden:

1. Änderungen an den Artefakten bedingen meist auch Änderungen an den semantischen Metadaten.
2. Informationen der semantischen Ebene sollten für die Systemfunktionen genutzt werden.

Bei der Bearbeitung von Dokumenten im Informationsraum können einige Metadaten automatisch vom System generiert werden. Dies gilt insbesondere für Daten, die sich aus dem jeweiligen Kontext ergeben (z. B. Autor und Zeitpunkt der Änderung). Andere Informationen dagegen müssen manuell vom Autor festgelegt werden wobei das System Unterstützung auf Basis der bereits vorliegenden Metadaten anbieten sollte. So kann das System bei der Zuordnung eines Dokuments zu einem Gruppenziel zunächst nur die Ziele zur Auswahl anbieten, die noch nicht erreicht wurden und von Gruppen verfolgt werden, in denen der Autor selbst Mitglied ist.

Weitere Unterstützungsmöglichkeiten ergeben sich etwa durch die Einbeziehung eines gemeinsamen Kalenders. Die Eintragung von Terminen sollte hier unmittelbar zu der Generierung semantischer Informationen führen, die diesen Termin u. a. mit den beteiligten Personen und den betroffenen Gruppenzielen bzw. Aufgaben in Verbindung bringt. Die Zuordnung weiterer Dokumente zu diesem Termin (z. B. Sitzungsprotokolle) könnte dann vom System durch die Auswahl direkt aus dem Kalender ermöglicht werden.

3.3.3 Konferenzsysteme

Konferenzsysteme dienen in der Regel der synchronen Kommunikation zwischen mehreren Teilnehmern. Sie lassen sich grob in solche Systeme einteilen, die räumlich getrennte Teilnehmer unterstützen und solche bei denen sich die Teilnehmer an einem gemeinsamen Ort befinden.

Bei fehlender räumlicher Trennung beschränken sich die Aufgaben des Konferenzsystems auf das Bereitstellen von Informationen, die Erfassung von Verlaufsprotokollen etc. Sind die Teilnehmer dagegen räumlich getrennt kommen weitere Aufgaben hinzu. Hierzu zählt unter anderem das Bereitstellen von Kommunikationswegen (z. B. Telekonferenz oder Videokonferenzen) und die Bereitstellung und Aufrechterhaltung gemeinsamer Kontextinformationen, die für die Unterstützung der Awareness der Teilnehmer erforderlich sind.

Typische Artefakte

Typische Artefakte, die in Konferenzsituationen von Bedeutung sind und bei einer semantischen Modellierung berücksichtigt werden sollten, sind u. a. folgende:

- Konferenzteilnehmer (Personen)
- Gemeinsame Dokumente
- Ergebnisse

Im Falle von Tele- oder Videokonferenzen muss diese Aufzählung noch um technische Artefakte (z. B. Kommunikationsgeräte) und Kontextinformationen (z. B. Lokationen) erweitert werden. So kann etwa erfasst werden, ob alle zu einer Tele- oder Videokonferenz eingeladenen Teilnehmer über die technischen Voraussetzungen für den gewählten Konferenztyp verfügen.

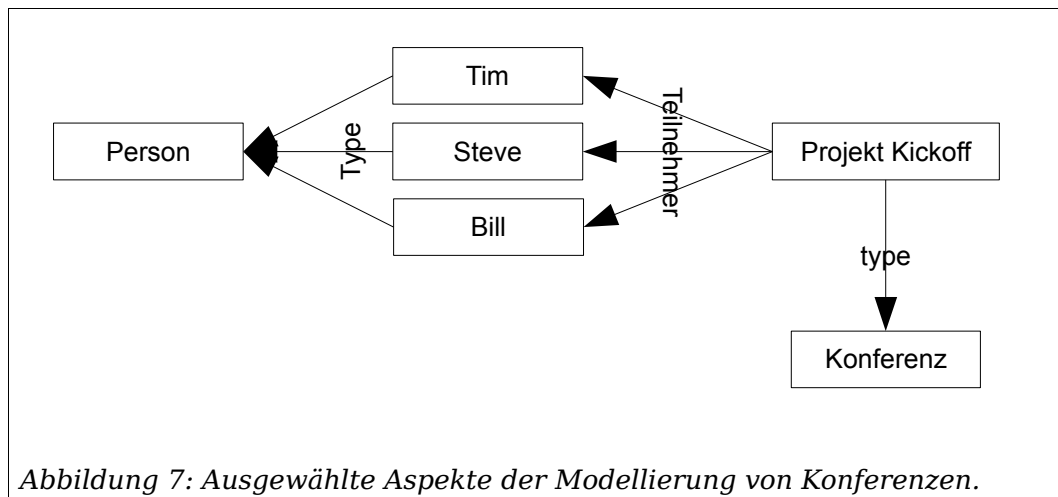
Darüber hinaus können in allen rechnerunterstützten Konferenzvarianten Softwarekomponenten als intelligente Agenten eingebunden werden (vgl. 3.3.4). Auch diese sollten dann in ähnlicher Weise wie auch menschliche Teilnehmer bei der semantischen Modellierung berücksichtigt werden.

Einsatz semantischer Metadaten

Bei klassischen Konferenzen in denen die Teilnehmer nicht räumlich voneinander getrennt sind können die semantischen Metadaten vorwiegend für die Strukturierung der gemeinsamen Dokumente eingesetzt werden. Das ähnelt dem Einsatz von semantischen Metadaten in gemeinsame Informationsräume (vgl. 3.3.2). Aber auch generierte Informationen oder gefällte Entscheidungen, die typischerweise in Protokollen festgehalten werden, sollten direkt auf semantischer Ebene mit Informationseinheiten, Personen, etc. in Verbindung gesetzt werden, um die Nachvollziehbarkeit der Konferenzergebnisse zu unterstützen.

Im Falle von Tele- und Videokonferenzen entfallen die klassischen Begrüßungsprotokolle, bei denen sich die Teilnehmer normalerweise bekannt machen und beispielsweise ihre Visitenkarten austauschen. Diese Aktivitäten sind jedoch für die Unterstützung der Awareness, auch über die Konferenz hinaus, vorteilhaft. Bei räumlich getrennten Konferenzen kann die Awareness darüber hinaus durch die räumliche Trennung der Teilnehmer sogar noch nachteilig beeinflusst werden, wenn etwa die Übermittlung nonverbaler Kommunikation wie Mimik und Gestik nicht möglich ist.

Durch den Einsatz semantischer Modelle von Konferenzen kann für die Teilnehmer die Verfügbarkeit von Information über die jeweils anderen Konferenzteilnehmer unterstützt werden, ohne dass eine manuelle Erstellung von Teilnehmerlisten mit Hintergrundinformationen erforderlich wird. Dies wird möglich, wenn die Konferenz (als Artefakt in der Domäne) auf semantischer Ebene direkt mit den Teilnehmern in Beziehung gesetzt wird (vgl. Abbildung 7).



Informationen über Teilnehmer könnten dann manuell erfragt, oder automatisch durch das Konferenzsystem in die Konferenz eingebunden werden. Bei Telekonferenzen wäre etwa das Anzeigen persönlicher Angaben zum jeweiligen Redner im privaten oder gemeinsamen Arbeitsbereich denkbar.

Bei Videokonferenzen könnten sogar Verfahren aus dem Bereich *Augmented Reality*²⁸ eingesetzt werden und so Informationen über die Teilnehmer am entfernten Ort direkt in das Video integriert werden.

3.3.4 Intelligente Agenten

Im Gegensatz zu den anderen Anwendungsklassen im Bereich der Groupware steht bei intelligenten Agenten die Fähigkeit eigenständig zu Handeln im Vordergrund. Das bedeutet, dass sie aufgrund der vorliegenden Informationen (z. B. in einem gemeinsamen Informationsraum) oder der stattfindenden Kommunikation zu bestimmten Zeitpunkten oder beim Eintreten bestimmter Ereignisse Aktionen ausführen, die etwa zu Änderungen im Informationsraum oder der Kommunikation führen. Darüber hinaus ist auch denkbar, dass ein intelligenter Agent eigene Informationseinheiten erzeugt (z. B. automatische Statusberichte o. ä.) oder Nachrichten verschickt (z. B. wenn Abstimmungsbedarf zwischen Gruppen oder Gruppenmitgliedern erkannt wird).

Solange der Kontext, in dem die Kooperationssituation stattfindet, nur implizit oder ausschließlich syntaktisch modelliert ist, beschränkt dies auch die Fähigkeiten intelligenter Agenten, da beispielsweise die Trigger, die eine bestimmte Aktion auslösen, ebenfalls rein syntaktisch beschrieben werden können. Sobald ein semantisch modellierter Kontext vorliegt, der sowohl Informationen über die technischen als auch sozialen Systeme beinhaltet, kann hier mit wesentlich komplexeren und dynamischeren Regeln und Schlussfolgerungen gearbeitet werden.

3.4 Erhebung von semantischen Metadaten in Kooperationsystemen

Nachdem im vorangegangenen Abschnitt der Frage nachgegangen wurde, wie semantische Metadaten in Kooperationsysteme eingebunden werden können soll im Folgenden diskutiert werden, welche Möglichkeiten für die Erhebung und Generierung semantischer Metadaten denkbar sind.

Grundsätzlich gibt es drei Quellen für semantische Metadaten:

1. Manuelle Erstellung durch die Benutzer.
2. (Semi-) automatische Extraktion aus Texten, Audio, etc. durch entsprechende Softwarekomponenten bzw. intelligente Agenten.
3. Automatische Generierung durch Inferenz auf bereits vorhandenen semantischen Metadaten.

Analog zu den Anforderungen aus dem Bereich Semantic Web gilt auch hier, dass die Erhebung von semantischen Metadaten ablaufen sollte, ohne den Benutzer in seiner eigentlichen Arbeit zu behindern. Das ist eine notwendige Anforderung an semantische Systeme, damit sie von den Benutzern akzeptiert werden und sich langfristig durchsetzen können. Das Idealziel besteht schließlich auch darin, die semantischen Metadaten zu nutzen, um den Benutzer bei seiner eigentlichen Arbeit zu unterstützen und diese zu vereinfachen. Hierbei handelt es sich nicht zuletzt auch um eine Grundanforderung an Kooperationsysteme (vgl. Kapitel 3.1).

²⁸ Ein Prototyp der Informationen zu sozialen Netzwerken, die von einer Person genutzt werden, direkt in das von einer Handykamera übertragene Bild einfügen kann wurde im Februar 2010 von der Firma TAT unter dem Titel Recognizr vorgestellt (<http://heise.de/-938137>).

3.4.1 Manuelle Erstellung semantischer Metadaten durch die Benutzer

Die erste der drei Quellen für semantische Metadaten sind die Benutzer eines Kooperationssystem. Sie sollten generell die Möglichkeit haben sämtliche Metadaten über die Artefakte, mit denen sie arbeiten einsehen und bearbeiten zu können. So wird für sie nachvollziehbar, auf welche Informationen das System sein Verhalten stützt und falsche Metadaten, die zu einem Fehlverhalten des Systems führen, können direkt korrigiert werden.

Diese Art der Erhebung von Metadaten steht jedoch meist den Anforderungen nach einer nahtlosen Integration und einem ausgewogenen Kosten-Nutzen Verhältnis entgegen (vgl. 3.1), da sie zum einen für den Nutzer mit Mehraufwand verbunden ist und zum anderen zu Unterbrechungen bei der eigentlichen Arbeit führen kann. Daher ist eine weitreichende Unterstützung des Systems bei der Erfassung der Metadaten erforderlich.

Soweit möglich sollte das System sämtliche Eigenschaften eines Artefakts, die über den jeweiligen Nutzungskontext oder andere Quellen erkannt werden können, selbstständig erkennen und vorschlagen. So sollten beispielsweise vorhandene Metadaten zu einer E-Mail direkt vom jeweiligen E-Mail Client bereitgestellt werden (z. B. Absender, Datum, Betreff) sodass der Nutzer lediglich die Informationen angeben muss, die nicht direkt aus einer E-Mail extrahiert werden können (z. B. welche Aufgabe betrifft diese E-Mail). Darüber hinaus sollte das System für alle Informationen, die nicht automatisch aus dem jeweiligen Nutzungskontext erschlossen werden können, geeignete Defaults vorschlagen und sich generell robust bei Fehleingaben verhalten.

Bei der manuellen Erfassung von Metadaten sind grundsätzlich zwei Modi denkbar:

1. Die Metadaten werden über individuelle Formulare (oder andere Erfassungsmöglichkeiten) eingegeben. Dabei richtet sich der Formularaufbau nach den Eigenschaften, die die Klasse des jeweiligen Artefakts definiert.
2. Die Metadaten werden nicht typspezifisch sondern über einen allgemeinen Tagging-Mechanismus erfasst.

Mit dem Umfang und der Komplexität der jeweiligen Klassen steigt im ersten Fall auch die Komplexität und der Umfang der erfassbaren Metadaten. Hier besteht die Herausforderung bei der Systemgestaltung darin, die Komplexität durch die Benutzerschnittstelle zu verbergen und gleichzeitig dem Nutzer die Erfassung aller möglichen Metadaten zu ermöglichen.

Im zweiten Fall ist die Erfassung der Metadaten zwar deutlich einfacher - der Nutzer wählt lediglich Tags aus, die das jeweilige Artefakt am besten beschreiben - und die Benutzerschnittstelle einheitlich, dafür ist keine Erfassung von komplexen Beziehung zwischen Artefakten möglich.

Das größte Problem der manuellen Erzeugung von semantischen Metadaten besteht aber in der Interpretationsfreiheit der einzelnen Gruppenmitglieder. Die Gestaltung der Metadaten oder die Auswahl entsprechender Tags basiert letztlich auf ihren individuellen Erfahrungen und Wissen. Dies wird Metadaten von unterschiedlicher Qualität hervorbringen.

3.4.2 Automatische Erzeugung von semantischen Metadaten durch Softwarekomponente

Wie auch bei der manuellen Erzeugung von semantischen Metadaten gibt es bei der automatischen Erzeugung mehrere Verfahren.

Einige dieser Verfahren basieren auf der Analyse von Artefakten (Dokumente, Nachrichten, etc.), andere auf der Analyse von Interaktions- und Kommunikationsverhalten (wer kommuniziert mit wem, wie oft wird kommuniziert, etc.).

All diesen Verfahren ist gemein, dass sie Metadaten erzeugen können, ohne dass die Gruppenmitglieder mit diesem Prozess belastet werden. Meist werden die Verfahren von den Gruppenmitgliedern nicht einmal wahrgenommen. Allerdings besteht dennoch ein gewisses Interpretationsproblem, wenn auch diesmal an anderer Stelle. Während es bei manuellen Verfahren die Gruppenmitglieder selbst sind, die durch ihre Interpretationsfreiheit ungenaue oder gar falsche Daten erzeugen können, hängen automatische Verfahren von den Erfahrungen und dem Wissen der Entwickler der Verfahren und den Domainexperten, die für den Aufbau der Domainontologien zuständig sind, ab. Auch hier kann es zu Fehlinterpretationen und dadurch zu ungenauen oder falschen Einordnungen kommen, wodurch Metadaten von reduzierter Qualität erzeugt werden können.

Schlüsselwortextraktion

Ein verhältnismäßig einfaches Verfahren besteht in der automatischen Extraktion von Schlüsselworten aus Texten. Hiermit kann etwa eine automatische Annotation von Textnachrichten, Office-Dokumenten, Blog Post oder Wiki Seiten, etc. erreicht werden. Um dieses Verfahren anzuwenden müssen zuvor lediglich Regeln definiert werden, die Beschreiben nach welchen Schlüsselworten gesucht werden soll und wie beim Auftreten eines Schlüsselworts reagiert werden soll. Dabei kann auch die Reihenfolge, in der Schlüsselworte in einem Text auftreten, und der Abstand zwischen Schlüsselworten in einem Text als Kriterium in eine Regel mit einfließen. Der Nachteil des Verfahren liegt in der fehlenden Berücksichtigung der Semantik der Worte in einem Text, wodurch es wieder zu Fehlinterpretationen und damit falschen Metadaten kommen kann. Darüber hinaus werden bei diesem Verfahren ausschließlich die Inhalte von Artefakten analysiert und es findet keine Berücksichtigung von Schlagworten oder Tags statt, die bereits vom Benutzer vergeben wurden und Aufschluss über die Bedeutung eines Artefakts geben können.

Interpretation von Tags

So kann alternativ zur Schlüsselwortextraktion auch eine Interpretation zugeordneter Tag durchgeführt werden. Hierbei wird nicht der eigentliche Text nach Schlüsselworten durchsucht, sondern spezielle Metadaten - die Tags. Ein weiterer Vorteil dieses Verfahren liegt in der fehlenden Beschränkung auf Textartefakte, wie bei der Schlüsselwortextraktion. Da Tags in einem zusätzlichen Metadatenbereich gespeichert werden, können Artefakte beliebigen Typs mit Tags annotiert werden. Ein wesentlicher Nachteil des Tagging-Verfahrens besteht jedoch darin, dass vor der Auswertung durch eine Softwarekomponente zunächst eine manuelle Annotation der Artefakte durch einen Benutzer erfolgen muss. Das bedeutet zum einen, dass es sich genaugenommen hierbei nicht um ein vollautomatisches Verfahren handelt. Zum anderen entsteht bei der Auswahl der Tags durch die Benutzer wieder Interpretationsfreiheit, die zu einer ungenauen oder auch falschen Nutzung von Tags führen kann.

Die Identifikation von Beziehungen zwischen Artefakten auf Basis zugeordneter Tags kann beispielsweise durch die Anwendung von Regeln erfolgen. Diese Regeln definieren, aus welchen Tag-Kombinationen sich bestimmte Beziehungen zwischen Artefakten ableiten lassen.

Kombination von Schlüsselwortextraktion und Tag-Interpretation

Da sich die Extraktion von Schlüsselworten und die Interpretation von Tags nicht ausschließen, ist ebenso eine Kombination beider Verfahren denkbar. So können zum einen Informationen über Texte automatisch durch eine Schlüsselwortextraktion durch das System bestimmt werden. Zum anderen können die Nutzer durch die Vergabe zusätzlicher Tags Einfluss auf die Verfahren nehmen.

Textanalyse auf Basis von Speech Acts.

Die fehlende Berücksichtigung der Semantik bei der Schlüsselwortextraktion findet jedoch bei Analyseverfahren Einzug, die nicht auf einer reinen Erkennung einzelner Schlüsselwörter, sondern auf der Zerlegung der Texte in sogenannte Speech Acts²⁹ basieren. In diesem Fall werden die Texte gezielt nach Aussagen unterschiedlicher Art (Fragen, Aufforderungen, Anweisungen, etc.) durchsucht.

Audio und Video

Die bis hierhin vorgestellten Verfahren für die Bestimmung von Metadaten aus Texten oder anhand von vergebenen Tags lassen sich vom Prinzip her auch auf Audio und Video-Artefakte (Telefonkonferenzen o. ä.) anwenden. Bzgl. gesprochener Inhalte ist lediglich eine Umwandlung in eine textuelle Repräsentation durch ein Speech-to-Text Verfahren erforderlich. Daraufhin können die gleichen Verfahren zur Schlüsselwortextraktion angewendet werden. Die Zuweisung von Tags ist ohnehin nicht auf spezielle Artefakttypen beschränkt und daher in gleicher Weise benutzbar wie bei Text-Dokumenten.

Neben den auf Text-Inhalten basierenden Verfahren können bei Audio und Video-Artefakten aber auch andere inhaltliche Aspekte genutzt werden. So ist eine automatische Einteilung eines Videos anhand von Schnitten oder dem Wechsel der Kameraeinstellung denkbar. Aber auch das Erkennen von Räumlichkeiten und Gegenständen ist möglich und kann für die Generierung von Metadaten zu einem Video genutzt werden.

Kommunikationsverhalten

Neben den statischen Artefakten einer Domäne wie Dokumente kann auch die stattfindende Kommunikation als Quelle für semantische Metadaten dienen. Hierbei geht es insbesondere darum, die sozialen Verbindungen zwischen den Nutzern anhand ihres Kommunikationsverhalten zu identifizieren. So können etwa Modelle des sozialen Subsystems erzeugt und fortlaufend aktualisiert werden. Auf Basis dieser Informationen wäre es etwa denkbar Nachrichten bzw. ihre Inhalte anhand sozialer Verbindungen entsprechend ihrer wahrscheinlichen Wichtigkeit vorzusortieren.

Diese Art der Datenerhebung ist jedoch auch mit einigen Problemen verbunden. So lassen sich Beziehungen zwischen Personen nicht direkt beobachten. Stattdessen können ausschließlich Kommunikationsereignisse beobachtet werden, die im jeweiligen Kontext interpretiert werden müssen (vgl. [Cho10]). Die Schwierigkeit dieser Interpretation wird bereits deutlich beim Versuch eine Beziehung zwischen zwei Personen zu definieren. So kann sich das Kommunikationsverhalten schon alleine durch persönliche Vorlieben oder die Gruppenkultur unterscheiden. Es kann also unmöglich festgelegt werden, dass zwei Personen befreundet sind, wenn sie ein paar E-Mails ausgetauscht oder Telefonate geführt haben. Die Analyse des Kommunikationsverhaltens als Quelle für Metadaten ist daher unter den aktuellen Voraussetzungen nur bedingt nutzbar.

²⁹John R. Searle: Speech acts: an essay in the philosophy of language (Cambridge University Press, 1969)

3.4.3 Generierung von Metadaten durch Schlussfolgerung

Nachdem in den beiden vorangegangenen Abschnitten ein rein manuelles Vorgehen und ein voll automatisches Vorgehen für die Erstellung semantischer Metadaten vorgestellt wurde, wird im Folgenden noch auf die Generierung semantischer Metadaten auf Basis bereits vorliegender Daten eingegangen. Hierbei handelt es sich nicht um ein Verfahren im klassischen Sinne der Datenerhebung. So kann dieses Verfahren insbesondere keine Metadaten für Artefakte erzeugen, über die noch keinerlei Informationen vorliegen. Ziel dieses Verfahrens ist es vielmehr, die semantischen Beziehungen und Eigenschaften der bereits erfassten Metadaten durch Schlussfolgerungen zu erweitern.

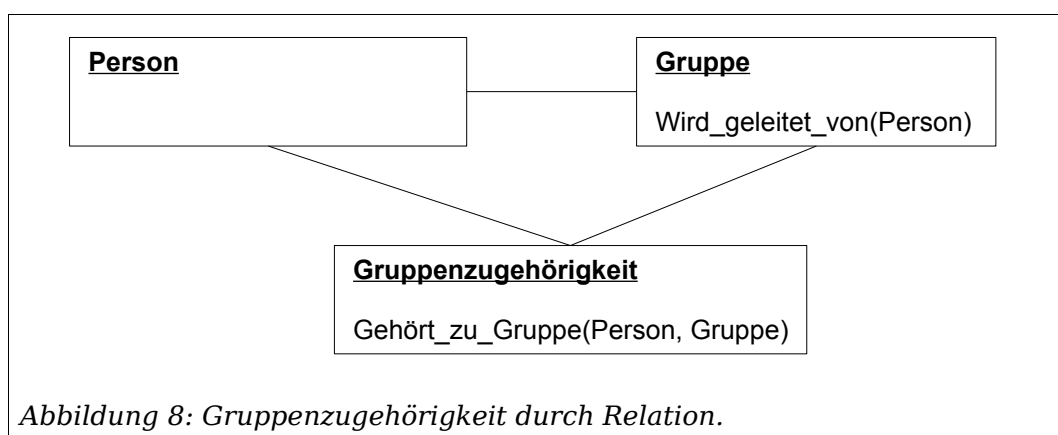
Mögliche Anwendung

Interessant ist der Einsatz der Schlussfolgerung insbesondere in solchen Domänen, deren Artefakte in eine hierarchisch vielfältige Klassenstruktur eingeordnet werden können. Neue Artefakte könnten dann anhand einiger erfasster Parameter automatisch durch einen Reasoner klassifiziert und somit als Alternative oder Ersatz für andere Artefakte erkannt werden.

Relevant für diese Masterarbeit ist jedoch der Bereich der soziotechnischen Systeme. Hier ist es im sozialen Subsystem etwa typisch, dass es eine Vielzahl von hierarchisch strukturierten Rollen gibt. Dabei sind sowohl die Einnahme der jeweiligen Rollen durch konkrete Personen als auch die Rollen selbst ständigen Änderungen unterworfen: Gruppenzugehörigkeiten ändern sich, die Gruppenleitung kann wechseln, neue Verantwortungen (etwa durch politische oder strategische Zwänge) bedingen die Schaffung neuer Rollen, etc.

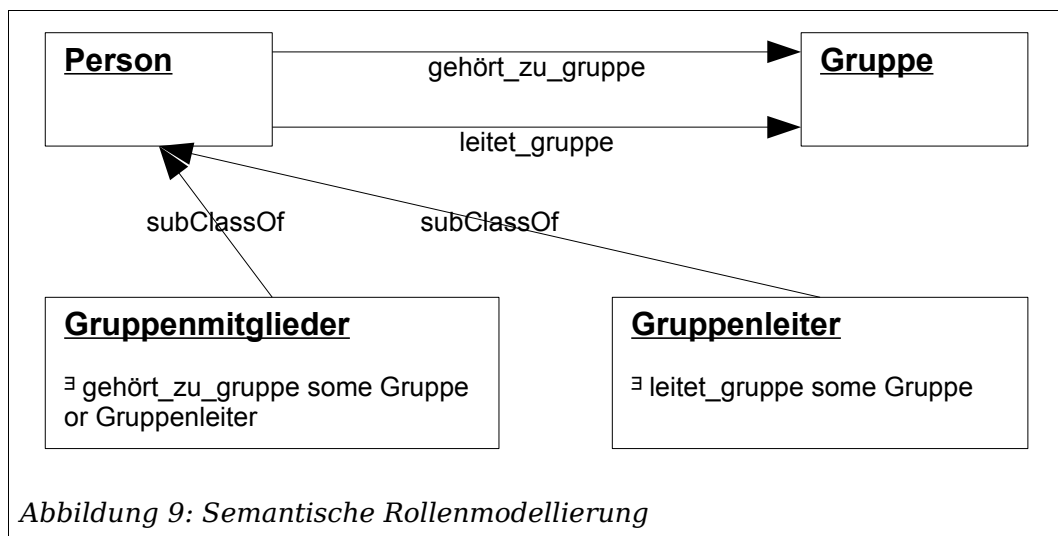
Rollenmodellierung in klassischen Kooperationssystemen

In klassischen Kooperationssystemen gibt es im Wesentlichen zwei Möglichkeiten diese Rollenstrukturen zu berücksichtigen: Entweder werden die Rolleninhaber als eigene Entität modelliert oder sie existieren nur indirekt durch eine Relation zwischen anderen Entitäten, wie durch die Relation *Gehört_zu_Gruppe* in Abbildung 8 illustriert, die auch als Rolle *Gruppenmitglied* interpretiert werden kann.



Die indirekte Modellierung von Rollen bei klassischen Kooperationssystemen erfordert zwar keinen zusätzlichen Verwaltungsaufwand vom System, allerdings stehen die Rolleninhaber auch nicht als eigene Entitäten für Beziehungen zu anderen Artefakten zur Verfügung. Bei einer Modellierung als eigene Entitätsklasse ist die Modellierung weiterer Beziehungen zwar möglich, dafür müssen die Entitäten dieser Klasse vom System zusätzlich verwaltet werden und es muss sichergestellt werden, dass die existierenden Entitäten aktuell sind.

Rollenmodellierung in semantischen Kooperationsystemen



Der Einsatz semantischer Modellierung und die automatische Klassifizierung durch Schlussfolgerung vereint die Vorteile beider klassischer Varianten. Hierbei werden zunächst nur die Entitätsklassen *Person* und *Gruppe* definiert sowie die möglichen Beziehungen zwischen Artefakten, die in diese Klassen eingeordnet werden können (vgl. Abbildung 9).

Im Anschluss können nun weitere Unterklassen für Personen definiert werden, die spezielle Rollen einnehmen. Ob eine Person einer solchen Klasse zugeordnet werden kann wird durch hinreichende Bedingungen festgelegt, die von Instanzen der Klasse *Person* erfüllt werden müssen. Die Klassifizierung kann nun automatisch auf Basis der vorliegenden Daten durch Reasoner geleistet werden, sodass keine Anpassung oder Erweiterung des Kooperationsystems erforderlich wird.

Technische Aspekte

Die Aktualität der Menge aller Instanzen einer solchen Klasse (also alle Artefakte, die die hinreichenden Bedingungen erfüllen) hängt natürlich vom Einsatzzeitpunkt des Reasoners ab. Dabei muss auch berücksichtigt werden, ob und wie die Ergebnisse aus einer Schlussfolgerung gespeichert oder in einem Cache vorgehalten werden sollen. Um den Rechenaufwand für das Kooperationsystem zu reduzieren, wäre die Speicherung natürlich wünschenswert. Die Aktualität kann dann aber nur sichergestellt werden, wenn Zeitpunkte definiert werden können, zu denen eine Überprüfung und ggf. neue Klassifizierung stattfinden muss.

Im oben konstruierten Beispiel ließe sich ein solcher Zeitpunkt definieren: Die Instanzen der Klasse *Gruppenleiter* und *Gruppenmitglied* müssen immer dann überprüft werden, wenn Änderungen an Instanzen der Klasse *Person* oder ihren Beziehungen durchgeführt werden. In diesem Fall könnte dem Reasoner auch eine gezielte Auswahl an semantischen Informationen zur Verfügung gestellt werden, was den Umfang des Reasoningverfahrens weiter reduzieren würde.

3.5 Nutzung semantischer Metadaten in Kooperationssystemen

Nachdem in den vorangegangenen Kapiteln nun zum einen diskutiert wurde, wie semantische Metadaten in Kooperationssysteme eingebunden werden können und wie sie erhoben bzw. generiert werden können, wird im Folgenden untersucht, wie sie von Kooperationssystemen eingesetzt werden können, um unterschiedliche Aspekte der Zusammenarbeit zu unterstützen.

3.5.1 Klassische Metadaten

Im simpelsten Fall können semantische Metadaten wie klassische Metadaten³⁰ genutzt werden, um zusätzliche Informationen über Artefakte einer Domäne bereitzustellen, ohne dass die Möglichkeiten der semantischen Verknüpfung von Artefakten aktiv ausgenutzt werden. Man denke hierbei etwa an den Autor eines Dokuments, dessen Name im klassischen Fall als reiner Text in einem speziellen Metadatenbereich des Dokuments gespeichert wird. Die Ausgestaltung dieser Metadatenbereiche hängt dabei vom Typ der Artefakte ab und sieht in der Regel feste Speicherplätze für verschiedene Angaben vor³¹.

Speichert man solche Informationen nun in einer Ontologie statt direkt in den Artefakten ergeben sich drei Vorteile:

1. Da die Speicherung unabhängig vom Artefakt erfolgt, müssen die Metadaten nicht bei der strukturellen Gestaltung des Artefakts berücksichtigt werden. Das ist insbesondere dann relevant, wenn ein Artefakt von seiner Natur her nicht in der Lage ist Metadaten aufzunehmen.
2. Die Metadaten können jederzeit durch die Änderung der entsprechenden Klassendefinition erweitert oder angepasst werden und es besteht die Möglichkeit Metadaten zu erfassen, die für das entsprechende Artefakt nicht explizit vorgesehen sind.
3. Durch die zentrale Speicherung der Metadaten in einer Ontologie stehen diese für Abfragen zur Verfügung, unabhängig davon, ob das Artefakt selbst zum Zeitpunkt der Abfrage verfügbar ist oder nicht. Im Gegensatz zu klassischen Indexierungsverfahren entfällt hier jedoch die redundante Datenhaltung.

Beim Zugriff auf digitale Artefakte kann vom System dann jederzeit eine Abfrage der Metadaten durchgeführt werden und die Ergebnisse in die Darstellung integriert werden³². Für den Zugriff auf die Metadaten physikalischer Artefakte oder von Artefakten, deren Repräsentation nicht geändert werden kann, können generische Systemfunktionen oder Tools für die Metadatendarstellung genutzt werden.

3.5.2 Nutzung äquivalenter Klassen

Durch die Definition äquivalenter Klassen, wie in Abbildung 10 illustriert, besteht die Möglichkeit beliebige Klassen zu definieren, ohne dass Änderungen an der grundlegenden Domainontologie erforderlich sind.

³⁰Als klassische Metadaten werden hier rein syntaktische Angaben zu Artefakten verstanden.

³¹Als Beispiel kann der Meta-Bereich im Header einer HTML-Datei genannt werden.

³²Auch hier kann der Meta-Bereich im Header einer HTML-Datei als Beispiel dienen: Der für die Auslieferung der Datei zuständige Server führt eine entsprechende Abfrage der Metadaten durch und erzeugt den Meta-Bereich im Header anhand der Ergebnisse.

Das ist insbesondere dann von Vorteil, wenn Beziehungen zwischen Artefakten und Klassen einer Domäne modelliert werden sollen und die Klassen bzw. die Mengen ihrer Instanzen „natürlichen“ Schwankungen unterliegen. Solche Schwankungen sind typisch für soziotechnische Systeme, da sich die Gruppenstrukturen, das Kommunikationsverhalten oder Aspekte des technischen Subsystems ständig im Lauf der Zeit ändern.

```
<owl:Class rdf:ID="Gruppenleiter">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="foaf:Person"/>
  <owl:equivalentClass>
    <owl:Restriction>
      <owl:onProperty>
        <owl:ObjectProperty rdf:ID="leitet_gruppe"/>
      </owl:onProperty>
      <owl:someValuesFrom rdf:resource="#Gruppe"/>
    </owl:Restriction>
  </owl:equivalentClass>
</owl:Class>
```

Abbildung 10: Beispiel für die Definition einer Äquivalenzklasse

Der Abbildung 10 kann ein Beispiel für eine Äquivalenzklasse entnommen werden. Hier wird eine Klasse *Gruppenleiter* definiert, die, bis auf die Festlegung der Superklasse *foaf:Person*³³, keine eigenen Eigenschaften aufweist. Die Menge der Instanzen der Klasse *Gruppenleiter* wird ausschließlich über eine Äquivalenzbeziehung festgelegt, die besagt, dass eine Instanz der Klasse *Gruppenleiter* eine Person ist, die mindestens eine Gruppe leitet.

Auf Basis dieser Informationen ist es nun möglich Artefakte mit Gruppenleitern in Beziehung zu setzen, ohne dass eine vorhergehende Auswahl der Gruppenleiter erforderlich wäre. Darüber hinaus passt sich die Menge der Gruppenleiter automatisch an Veränderungen im sozialen System an, sodass bei Änderungen im sozialen System keine Änderung an der zuvor erwähnten Beziehung erforderlich wird.

Ein möglicher Anwendungsfall wäre etwa die Benachrichtigung aller Gruppenleiter durch eine übergeordnete Instanz einer Organisation. Diese könnte vom Kooperationssystem als Nachricht an alle Instanzen der Klasse *Gruppenleiter* verarbeitet werden, wodurch sichergestellt wäre, dass immer die richtigen Personen benachrichtigt würden. Oder analog betrachtet eine automatische Benachrichtigung aller Gruppenmitglieder durch das System bei Änderungen am Gruppenziel.

3.6 Unterstützung der Nachrichtenkommunikation

In den vorangegangenen Abschnitten des Kapitel 3 wurde versucht, die Möglichkeiten der semantischen Modellierung für die Zusammenarbeit möglichst ganzheitlich zu erfassen und zu diskutieren. Durch den Umfang des Themenbereichs Zusammenarbeit mussten die Ausführungen jedoch auf eine relativ oberflächliche Ebene beschränkt werden. Daher soll in den folgenden beiden Unterkapiteln eine detaillierte Betrachtung von zwei Teilaspekten stattfinden, um stellvertretend für den gesamten Themenbereich, eine entsprechende Vertiefung zu erreichen. Zunächst wird diskutiert, wie Ontologien genutzt werden können um die synchrone und asynchrone Nachrichtenkommunikation zu unterstützen.

³³ <http://xmlns.com/foaf/0.1/Person>

Im anschließenden Unterkapitel 3.7 erfolgt dann noch eine genauere Betrachtung der Möglichkeiten, die sich für die Strukturierung der Daten in gemeinsamen Informationsräumen ergeben.

3.6.1 Einteilung klassischer Nachrichtensysteme

Klassische Nachrichtensysteme lassen sich in zwei Klassen einteilen: Solche mit stark formalisierten Nachrichten und solche mit formlosen Nachrichten. Bei der ersten Variante erfolgt die Erfassung der Nachrichten meist über Formulare, die speziell für bestimmte Nachrichtentypen entworfen wurden (z. B. die elektronische Erfassung der Einkommensteuererklärung über die Elster-Formulare). Bei der zweiten Variante handelt es sich meist um formlose Nachrichten, die vom Absender verfasst werden (z. B. E-Mails). In modernen Nachrichtensystemen sind beide Varianten nicht auf die Erfassung von Texten beschränkt. Auch die Erfassung multimedialer Inhalte (Bilder, Audio, Video, Office-Dokument, etc.) ist meist möglich.

Die beiden Systemvarianten haben unterschiedliche Vor- und Nachteile, die in Tabelle 1 gegenübergestellt werden. Wie dieser Tabelle entnommen werden kann, liegen die Vorteile formaler Nachrichtensysteme insbesondere darin, dass die Eingaben speziellen Prüfungen unterzogen werden können und der Informationsbedarf der Nachrichtenempfänger bei der Gestaltung der Nachrichtenform berücksichtigt werden kann. Die Vorteile formloser Nachrichten dagegen bestehen in der Universalität und Spontanität, die durch solche Systeme ermöglicht werden. So kann auch individuelle und spontane Nachrichtenkommunikation stattfinden, die u. a. bei der Behandlung von Ausnahmen oder bei der Diskussion offener Themen³⁴ erforderlich ist.

	Formale Nachrichtensysteme	Formlose Nachrichtensysteme
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> • Spezielle Prüfungen der Benutzereingaben sind möglich • Informationsbedarf kann berücksichtigt werden • Vollständigkeit der Information kann „erzwungen“ werden 	<ul style="list-style-type: none"> • Die Kommunikation kann ohne Vorbedingungen vom Sender initiiert werden. • Keine Einschränkung auf festgelegte Nachrichtentypen. • Ermöglicht spontane Kommunikation
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> • Der Absender muss die Bedeutung der Eingabemöglichkeiten kennen³⁵ • Die Auswahl der geforderten Eingabeform muss vom Absender geleistet werden³⁶ • Nicht geeignet für spontane Kommunikation 	<ul style="list-style-type: none"> • Keine Garantier für die Vollständigkeit der benötigten Informationen. • Die Extraktion der eigentlichen Informationseinheiten muss individuell vom Empfänger geleistet werden.

Tabelle 1: Vor- und Nachteile formaler und formloser Nachrichtensysteme

³⁴ Beispielsweise asynchrone Foren-Diskussionen über Vorschläge zu einem neuen Produktdesign.

³⁵ In vielen Fällen reicht die Bezeichnung einer Eingabemöglichkeiten durch ein Text- oder Bildlabel nicht aus und es sind noch weitere Hinweise zu den geforderten Informationen nötig (z. B. textliche Hinweise oder Unterstützung bei der Eingabe).

³⁶ Der Absender einer Nachricht bei formalen Nachrichtensystemen muss z. B. wissen, welches Formular für den beabsichtigten Nachrichteninhalt benötigt wird. Ggf. muss hierfür weitere Kommunikation zwischen Sender und Empfänger stattfinden.

3.6.2 Ziele bei der Ontologie-Unterstützung der Nachrichtenkommunikation

Das Ziel für den Einsatz von Ontologien für die Unterstützung der Nachrichtenkommunikation soll wie folgt formuliert werden: Die Vorteile formaler und formloser Nachrichtenvarianten sollen vereint werden, wobei gleichzeitig die in Kapitel 3.1 vorgestellten Anforderungen an Ontologie-basierte Kooperationsysteme berücksichtigt werden müssen.

Da die Erstellung von Domainontologien ein aufwendiger Prozess ist, der Fähigkeiten und Erfahrung entsprechender Domainexperten bedarf und da die Vereinfachung dieser Prozesse nicht zum Kernthema dieser Masterarbeit gehört (vgl. 3.2.5), wird das Vorhandensein entsprechender Domainontologien als Voraussetzung für die ontologie-unterstützte Nachrichtenkommunikation festgelegt. Darüber hinaus müssen bei der Gestaltung von ontologie-unterstützten Nachrichtensystemen einige Anforderungen berücksichtigt werden, die bereits in Kapitel 3.1 allgemeiner diskutiert wurden.

So muss die Integration von semantischen Metadaten in Nachrichten für die Benutzer nahtlos stattfinden und insbesondere dann, wenn durch die Integration dennoch Mehraufwand für die Benutzer entsteht, der Mehrwert unmittelbar deutlich werden und für die Benutzer von Vorteil sein (vgl. 3.1.2 und 3.1.5). Dies kann erreicht werden, indem das Nachrichtensystem selbst als intelligenter Agent aktiv wird und auf Basis vorhandener Metadaten Unterstützung beim Verfassen von Nachrichten anbietet. Zusätzlich sollten automatische Verfahren zur Textanalyse angewendet werden, um weitere semantische Metadaten auf Basis der Nachrichteninhalte zu generieren (vgl. 3.4.2).

3.6.3 Einbindung und Erhebung bzw. Generierung semantischer Metadaten in Nachrichtensystemen

Die Inhalte von Nachrichten sollten annotiert werden, um sie explizit mit Artefakten der Domäne in Verbindung zu bringen. Diese Annotation kann automatisch oder manuell geschehen, beim Verfassen der Nachricht, beim Versenden der Nachricht (bei der Verarbeitung der Nachricht) oder erst beim Anzeigen der Nachricht.

Annotation von Inhalten

Manuelle Annotation muss beim Verfassen einer Nachricht direkt durch den Autor stattfinden. Er kann einzelne Begriffe oder Aussagen auswählen und über eine spezielle Auszeichnung³⁷ direkt im Text oder durch zusätzliche Funktionen des Systems mit Artefakten der Ontologien in Beziehung setzen. Denkbar ist hier etwa die Auszeichnung von Begriffen im Wiki-Stil. Dieses Verfahren ist gebräuchlich, um u. a. Wiki-Seiten miteinander zu verknüpfen oder Begriffe und Aussagen in einem Wiki mit anderen Ressourcen im Internet in Verbindung zu bringen und hat im Laufe der letzten Jahre einen hohen Level an Akzeptanz erreicht.

³⁷Ein Beispiel für die Auszeichnung von Text durch den Autor ist das hervorheben von Text in HTML-Seiten durch die Einschließung in ein HTML `` Element.

Beispiel 1: Verknüpfung mit voll qualifiziertem URI:

```
[[http://www.example.org/personid/1234|Matthias Huppertz]]
[[http://www.example.org/protokollid/1234|Kick-off Meeting für
SW-Projekt]]
```

Beispiel 2: Verknüpfung mit Namespace Alias
(xmlns:bo="http://www.example.org"):

```
[[bo:person/1234|Matthias Huppertz]]
[[bo:protokoll/1234|Kick-off Meeting für SW-Projekt]]
```

Beispiel 3: Relativer URI (bei Default Namespace):

```
[[person/1234|Matthias Huppertz]]
[[protokoll/1234|Kick-off Meeting für SW-Projekt]]
```

Abbildung 11: Manuelle Annotation von Begriffen oder Aussagen im Wiki-Stil

Im einfachsten Fall kann der URI des Artefakts, zu dem der Bezug hergestellt werden soll, angegeben werden, wie im Beispiel 1 der Abbildung 11 illustriert. Hierbei können auch Namespaces genutzt werden, sodass die Länge der anzugebenden URIs reduziert werden kann (Beispiel 2). In diesem Fall muss aber sichergestellt sein, dass dem System der angegebene Namespace Alias bekannt ist. Im Beispiel 3 wird lediglich der lokale Teil eines URIs für die Auszeichnung genutzt. Hierfür ist die Definition eines Default Namespaces erforderlich, damit das System die Angaben entsprechend erweitern kann. Die letzte Variante ist zwar die kompakteste Version, hier ist jedoch zu beachten, dass der Default Namespace u. U. vom jeweiligen Autor einer Nachricht abhängig ist (vgl. 3.2.4). Das System muss also hier den Kontext einer Nachricht beachten. Die Variante aus Beispiel 1 erfordert zwar verhältnismäßig viel zusätzlichen Text, ist aber auch die Universellste. Mit ihr ist sogar eine Verknüpfung zu externen Ontologien möglich, ohne dass diese Ontologien während der Erstellung der Domaintontologien Berücksichtigung fanden.

Alternativ ist auch die Unterstützung durch einen Databrowser denkbar. Hierbei wählt der Verfasser einer Nachricht einen Begriff oder eine Aussage in der Nachricht aus (z. B. durch markieren mit der Maus) und startet einen Databrowser (über das Kontextmenü oder eine Schaltfläche in einer Symbolleiste o. ä.). Der Databrowser ermöglicht dem Autor sich durch die Ontologien zu „klicken“ und das entsprechende Konzept / Artefakt auszuwählen.

Automatische Annotation von Inhalten

Neben den manuellen Verfahren zur Annotation von Begriffen und Aussagen könnte dies auch automatisch durch das Nachrichtensystem geleistet werden. Hierfür könnten etwa Verfahren zur automatischen Schlüsselwortextraktion eingesetzt werden, wie sie in Kapitel 3.4.2 bereits vorgestellt wurden. Dabei gibt es grundsätzlich die Möglichkeit die Verfahren beim Versenden der Nachrichten oder beim Anzeigen der Nachrichten anzuwenden.

Die erste Variante hat den Vorteil, dass der Prozess nur einmalig vom Kooperationsystem durchgeführt werden muss und beim anschließenden Zugriff auf die Nachricht kein weiterer Rechenaufwand entsteht. Allerdings ändert dieses Verfahren die Inhalte der Nachrichten. Darüber hinaus können Änderungen, die zu einem späteren Zeitpunkt an den Ontologien der Domäne durchgeführt wurden, in diesem Fall keine Berücksichtigung mehr finden.

Dieses Problem kann wiederum mit Verfahren umgangen werden, bei denen die Annotation der Begriffe und Aussagen erst zum Zeitpunkt der Darstellung einer Nachricht angewendet wird. Die so erzeugten Annotationen sind stets aktuell, hängen jedoch von der jeweiligen Anwendung, die zur Darstellung der Nachricht genutzt wird³⁸, ab.

Annotation von Nachrichten

Neben der Annotation von Inhalten ist auch die Annotation der Nachricht selbst denkbar. Es sollen also Metadaten über die Nachricht an sich erfasst werden. Hierfür muss die Nachricht zunächst klassifiziert werden (z. B. als Nachricht im Sinne einer Nachrichtenklasse aus der Klassenontologie der Domäne). Daraufhin können gezielt weitere Metadaten abgefragt werden, die laut Klassenontologie, für Artefakte der Nachrichtenklasse vorgesehen sind. Hierbei kann es sich um Informationen allgemeiner Natur handeln (z. B. der Autor einer Nachricht, Versanddatum) aber auch um domainspezifische Eigenschaften (z. B. die Nachricht stellt eine Informationseinheit zur Deckung eines Informationsbedarfs dar oder sie beinhaltet eine Aufgabenbeschreibung oder ein Protokoll einer Sitzung etc.). Eine Nachricht kann dabei auch selbst ein spezielleres Artefakt einer Domäne darstellen (z. B. das Protokoll einer Sitzung) oder weitere Artefakte einer Domäne enthalten (z. B. der Nachricht ist das Protokoll einer Sitzung angefügt).

Einige generische Metadaten zu Nachrichten sollten direkt vom Nachrichtensystem erzeugt werden, wenn die Nachricht verschickt wird, ohne dass Änderungen an der Nachricht selbst erforderlich sind. Beispiele hierfür sind der Autor der Nachricht oder das Sendedatum, aber auch die Klassifizierung der Nachricht als Artefakt einer Nachrichtenklasse sollte vom Nachrichtensystem automatisch durchgeführt werden.

Zusätzliche Metadaten zu einer Nachricht sollten vom Autor, wie auch schon bei der Annotation von Begriffen und Aussagen, direkt in der Nachricht spezifiziert werden können. Auch hier ist wieder eine Notation direkt im Nachrichtentext im Wiki-Stil denkbar. Diesmal ist jedoch eine unspezifische Beziehung zu einem Artefakt der Domäne nicht ausreichend. Stattdessen ist die Angabe einer konkreten Beziehungsart zu einem Artefakt erforderlich. In Abbildung 12 werden Beispiele einer möglichen Notation vorgestellt, die auf den Arbeiten von Völkel et al. an einer semantischen Erweiterung des MediaWiki³⁹ basieren (vgl. [Voe06]).

So wird mit der Anweisung *Beispiel 1* in Abbildung 12 festgelegt, dass die aktuelle Nachricht zur Aufgabe <http://www.example.org/aufgabeid/1234> gehört, also in irgendeiner Form eine für diese Aufgabe relevante Information darstellt. In den Beispielen 2 und 3 der gleichen Abbildung wird die gleiche Anweisung auch noch einmal in verkürzter (Namespace Alias) und relativer Form (Default Namespace) dargestellt.

Durch die Informationen aus der Domainontologie wird u. a. festgelegt, welche Eigenschaften bzw. Beziehungen ein Artefakt der Nachrichtenklasse aufweisen kann. Die in Abbildung 12 genutzte Eigenschaft *gehört_zu_aufgabe* ist ein Beispiel einer solchen Beziehung zwischen zwei Artefakten. Das Nachrichtensystem sollte auf Basis dieser Informationen Unterstützung bei der manuellen Annotation durch seine Benutzer anbieten.

³⁸z. B. der jeweilige E-Mail Client (ob auf einem Desktop Computer oder einem mobilen Endgerät).

³⁹<http://www.mediawiki.org>

Bei dieser Unterstützung könnte es sich als einfaches Beispiel um die Generierung von Nachrichtentemplates handeln, die schon mit entsprechenden Anweisungen vorgefüllt sind. Aber auch der Einsatz von Databrowsern, wie auch bei der Annotation von Inhalten, ist denkbar. Über eine solche Funktion könnte das System seinen Benutzern alle gültigen Eigenschaften und mögliche Werte zur Auswahl anbieten.

Beispiel 1: Verknüpfung mit voll qualifiziertem URI:

```
[[http://www.example.org/gehört_zu_aufgabe::http://www.example.org/aufgabeid/1234]]
```

Beispiel 2: Verknüpfung mit Namespace Alias (xmlns:bo="http://www.example.org"):

```
[[bo:gehört_zu_aufgabe::bo:aufgabeid/1234]]
```

Beispiel 3: Relativer URI (bei Default Namespace):

```
[[gehört_zu_aufgabe::aufgabeid/1234]]
```

Abbildung 12: Manuelle Spezifizierung von Metadaten zu einer Nachricht in einer Nachricht.

Sämtliche Metadaten zu einer Nachricht, ob manuell erfasst oder vom System generiert, müssen vom System beim Versenden / Verarbeiten der Nachricht in der Instanzontologie abgelegt werden, damit sie unabhängig von der Nachricht verfügbar sind und für Schlussfolgerungen genutzt werden können.

Darstellung von annotierten Nachrichten

Die Darstellung von Nachrichten kann durch die verfügbaren Metadaten beeinflusst werden. Dabei sollten sowohl Metadaten Berücksichtigung finden, die direkt in der Nachricht notiert wurden, als auch solche, die nur in der Instanzontologie gespeichert sind, da sie automatisch generiert oder über andere Wege erfasst wurden. Bei annotierten Begriffen kann der Begriff bei der Darstellung etwa mit einem speziellen Icon versehen werden, das auf das Vorhandensein von Beziehungen zu Artefakten hinweist und Interaktionen zulässt (vgl. [Dek08]). Als Interaktionen sind etwa das Anklicken des Icons oder das Überfahren des Icons mit der Maus denkbar. Beim Anklicken können die Metadaten des Artefakts etwa in einem Dialog (oder einem Browserfenster) angezeigt werden. Beim Überfahren mit der Maus ist ein Tooltip denkbar.

Metadaten über die Nachricht selbst können in einem separaten Informationsbereich über oder neben dem Nachrichteninhalte oder dem Nachrichtenkopf angezeigt werden. Dabei sollten aber nicht ausschließlich die Metadaten, die zusammen mit der Nachricht verschickt wurden, genutzt werden, sondern alle Metadaten, die in der Instanzontologie vorhanden sind. Das bedeutet, dass das Nachrichtensystem die Instanzontologie abfragen muss und alle Informationen, die zu der aktuell angezeigten Nachricht verfügbar sind, darstellen muss.

3.6.4 Nutzung semantischer Metadaten in Nachrichtensystemen

Durch die Verknüpfung von Begriffen und Aussagen in Nachrichten mit Metadaten kann die Bedeutung dieser Nachrichtenelemente deutlicher werden. So können Rückfragen und Klärungsbedarf minimiert und die Gefahr von Missverständnissen reduziert werden.

Denkbar ist beispielsweise, dass Aussagen über Personen oder Termine direkt mit den Beschreibungen dieser Personen oder Termine in den Ontologien verknüpft werden. So ist für ein Gruppenmitglied, welches die Nachricht zu einem späteren Zeitpunkt konsumiert (das Mitglied ist evtl. erst später in die Gruppe gekommen oder es findet eine Überprüfung von zuvor getroffenen Vereinbarungen statt) direkt nachvollziehbar, von welcher Person oder welchem Termin in den Aussagen gesprochen wird. Durch die Verknüpfung mit den Metadaten stehen für den Konsumenten dann auch direkt die Kontaktdaten der Person zur Verfügung oder das Protokoll des Termins.

Eine andere Nutzungsmöglichkeit semantischer Metadaten in Nachrichtensystemen wird durch Beziehungen zwischen den Nachrichten und anderen Artefakten der Domäne deutlich, wenn diese, wie in Abbildung 12, explizit erfasst werden. Hierdurch können die Informationen in den Nachrichten auch von Personen genutzt werden, die nicht unmittelbar an der Kommunikation beteiligt waren. So sind an den Abstimmungen zum weiteren Vorgehen bei einer Aufgabe nicht immer alle an der Aufgabenerledigung beteiligten Personen beteiligt. Dies ist einerseits sinnvoll, damit die eigentliche Aufgabenerledigung durch solche organisatorischen Tätigkeiten möglichst wenig beeinträchtigt wird. Andererseits sind die nicht an der Abstimmung beteiligten Personen von den Ergebnissen und Informationen ebenso abhängig und müssen entsprechend informiert werden. Dies geschieht in klassischen Kooperationsituationen durch explizite Aktionen (Weiterleitung einer E-Mail oder eines Dokuments, Bereitstellung von Gesprächsprotokollen, etc.). Werden für die Informationen bzw. die entsprechenden Dokumente jedoch direkt entsprechende semantische Metadaten erzeugt, kann der zusätzliche Deligierungsprozess ersatzlos entfallen.

3.7 Strukturierung von gemeinsamen Informationsräumen

Nachdem im vorangegangenen Abschnitt ausführlich auf die Anforderungen und Möglichkeiten eingegangen wurde, die sich durch die Ontologie-basierte Unterstützung von Nachrichtensystemen ergeben, soll das Gleiche im Folgenden auch noch für Informationsräume durchgeführt werden.

Informationsräume dienen zum einem dem Transfer von Informationen und Wissen zwischen den Gruppenmitgliedern, indem Dokumente gemeinsam genutzt werden können. Dieser Informationsaustausch ist für den Verlauf und Erfolg der Zusammenarbeit von erheblicher Bedeutung. Zum anderen dienen Informationsräume aber auch als Mittel, um die Ergebnisse und den aktuellen Status der Gruppenarbeit festzuhalten. Darüber hinaus stellen sie für die jeweilige Organisation eine Wissensdatenbank dar, in der alle historischen Aktivitäten und Ergebnisse gespeichert werden. So wird ein *Organisational Memory* aufgebaut, das bei der Erledigung zukünftiger Aufgaben genutzt werden kann (vgl. [Bor00]).

3.7.1 Ziele von Ontologie-unterstützten gemeinsamen Informationsräumen

Durch die Nutzung semantischer Metadaten in gemeinsamen Informationsräumen sollen Strukturierungsmöglichkeiten für die Informationen erreicht werden, die über die Möglichkeiten klassischer Strukturierungen, wie Navigationsbäume oder Volltextsuche, hinaus gehen. Hierdurch soll zum einen der Zugriff der Personen auf die für ihre jeweiligen Aufgaben relevanten Informationen verbessert werden. Zum anderen soll der gesamte Informationsbestand für zukünftige Aktivitäten zugänglicher gemacht werden.

Dies kann u. a. durch die folgenden Erweiterungen an gemeinsamen Informationsräumen erreicht werden:

- Die Bedeutung der Artefakte in einem Informationsraum muss explizit formuliert werden, indem semantische Metadaten zu den Artefakten erzeugt und zugänglich gemacht werden.
- Die so erzeugten Metadaten müssen auf der semantischen Ebene mit weiteren Artefakten des soziotechnischen Systems, insbesondere den Personen, Aufgaben, Gruppenzielen, etc. in Verbindung gebracht werden.

Für die Nutzer von Informationsräumen entsteht hierdurch die Möglichkeit, neben den klassischen Navigationswegen, auch auf die Informationen zuzugreifen, indem sie den Verknüpfungen auf der semantischen Ebene folgen. Darüber hinaus können die semantischen Metadaten von Intelligenten Agenten verarbeitet werden um beispielsweise implizit erfasstes Wissen durch die Anwendung der Schlussfolgerung ebenfalls explizit zugänglich zu machen.

Abgesehen von den Möglichkeiten, die sich durch die Ontologie-Unterstützung ergeben, müssen jedoch auch bei der Gestaltung gemeinsamer Informationsräume auch wieder die in Kapitel 3.1 formulierten Anforderungen berücksichtigt werden. Das erfordert u. a. erneut die nahtlose Integration von Systemfunktionen (vgl. 3.1.2) aber auch die Vermeidung von zusätzlichem Aufwand für die Nutzer (vgl. 3.1.5).

3.7.2 Einbindung und Erhebung semantischer Metadaten in gemeinsamen Informationsräumen

Wie auch bei der Einbindung und Erhebung semantischer Metadaten in Nachrichtensystemen sind auch in gemeinsamen Informationsräumen automatische und manuelle Verfahren denkbar.

Einige Informationen können generell von Informationsräumen automatisch erzeugt werden. Hierzu zählen u. a. der Zeitpunkt, zu dem ein Artefakt in den Informationsraum abgelegt wurde und von wem das getan wurde. Für den Zugriff auf die Inhalte der Artefakte ist jedoch Wissen über die interne Struktur und das Format erforderlich. Gebräuchliche Formate wie Office Dokumente oder PDFs sollten vom Kooperationssystem verarbeitet werden können, sodass die automatische Erzeugung weiterer Metadaten anhand einer inhaltlichen Analyse möglich ist. Für zunächst noch unbekannte Formate sollte das Kooperationssystem eine Erweiterungsmöglichkeit anbieten, sodass auch eine inhaltliche Analyse von domänenspezifischen Artefakten erreicht werden kann.

Neben den automatischen Verfahren zur Erhebung von Metadaten ist aber auch die manuelle Annotation relevant. Hierdurch können zum einen Metadaten für Artefakte erzeugt werden, die sich aus einer inhaltlichen Analyse nicht zwingend ergeben (z. B. für welche Aufgabe ein Memo relevant ist). Zum anderen kann dieses Verfahren für Artefakte benutzt werden, deren Typ nur einmalig oder nur sehr selten genutzt wird und somit eine technische Erweiterung des Kooperationssystem nicht gerechtfertigt ist.

Der Nutzer muss bei der manuellen Generierung von Metadaten vom System unterstützt werden. Je nach Gestalt des Informationsraums kann dies beispielsweise durch Dialoge oder Formulare erreicht werden. Hierbei müssen einerseits Eingabemöglichkeiten für generische Informationen (z. B. eine textuelle Beschreibung oder Bezeichnung), sowie andererseits auch spezielle Eingabemöglichkeiten die von der Art des jeweiligen Artefakts abhängig sind berücksichtigt werden.

Hierfür muss der Nutzer zunächst die Möglichkeit haben, das Artefakt zu klassifizieren. Anschließend kann das Kooperationssystem anhand der gewählten Klasse spezifische Eigenschaften und Beziehungen zu anderen Klassen bestimmen und geeignete Eingabemöglichkeiten auf der Benutzerschnittstelle erzeugen.

3.7.3 Nutzung semantischer Metadaten

Durch die Erhebung semantischer Metadaten zu Artefakten eines gemeinsamen Informationsraums kann dieser „geöffnet“ werden. Elemente in dem Informationsraum können über die semantische Ebene mit anderen Elementen außerhalb in Beziehung gesetzt werden und umgekehrt. Hierdurch kann eine bessere Integration der Elemente in die ablaufenden Gruppenprozesse erreicht werden.

Darüber hinaus ist eine dynamische Gruppierung und Sortierung der Artefakte in einem Informationsraum entsprechend ihrer Aufgabenzugehörigkeit oder Relevanz für bestimmte Gruppen oder Rollen denkbar.

3.8 Datenschutz

Da es semantische Metadaten für die unterschiedlichsten Personen, Gruppen, Organisationen und Artefakte geben wird, ist die Berücksichtigung des Datenschutzes in diesem Zusammenhang unabdingbar. So ist es beispielsweise wichtig, dass eine Organisation, die Informationen über diverse Geschäftspartner erhoben hat, um die Geschäftsbeziehungen zu vollziehen, diese Informationen vor dem Zugriff von Dritten schützt. Bei klassischen Daten (Bestellungen, Adressen, etc.) ist dieser Schutz gängige Praxis. Allerdings muss er auch auf semantische Informationen ausgedehnt werden. Dies wird etwa deutlich, wenn man an eine umfangreiche und komplexe Geschäftsbeziehung zwischen einer Organisation und einem Geschäftspartner denkt, die im Kooperationssystem semantisch reichhaltig modelliert ist und die Möglichkeiten, die sich für einen Konkurrenten ergeben, wenn ihm diese semantischen Daten zur Verfügung stünden.

Aber auch innerhalb einer Organisation gibt es die Notwendigkeit den Zugriff auf bestimmte Daten auf einzelne Personen oder Personengruppen einzuschränken. Hierbei kann es sich etwa um Personaldaten oder um technisch anspruchsvolle Projekte handeln, die lohnende Ziele für Wirtschaftsspionage darstellen. Je umfangreicher Ontologien für die Unterstützung von Kooperationssystem eingesetzt werden desto mehr werden auch Metadaten über sensible Geschäftsbereiche generiert und gespeichert werden. Hierdurch wird deutlich, dass ein einfacher Triplestore für Speicherung semantischer Metadaten schnell unzureichend ist und stattdessen aufwendigere Speicher- und Abrufmechanismen erforderlich werden.

Schließlich gibt es aber auch noch rechtliche Rahmenbedingungen, die insbesondere bei der Modellierung sozialer Entitäten soziotechnischer Systeme, also den Personen und Gruppen, relevant sind. Hier ist zum einen generell der Schutz personenbezogener Daten zu nennen. Zum anderen kann eine umfangreiche Erfassung von Informationen über ein soziotechnisches System, insbesondere bei der Erfassung von Aktivitäten, für die Verhaltens- oder Leistungskontrolle des Personals geeignet sein. Zumindest im deutschen Raum hat der Betriebsrat bei der Umsetzung derartiger technischer Einrichtungen ein Mitbestimmungsrecht⁴⁰.

40 Vgl. BetrVG: Paragraph 87, Absatz 1, Nr. 6

4 Prototypische Umsetzung

Nachdem in den vorangegangenen Kapiteln die Grundlagen für die Ontologiebasierte Unterstützung von Zusammenarbeit vorgestellt und mögliche Umsetzungen auf konzeptioneller Ebene für verschiedene Anwendungsklassen aus dem Groupware-Bereich vorgeschlagen und diskutiert wurden, wird im Folgenden eine prototypische Umsetzung⁴¹ einiger Aspekte zu Demonstrationszwecken vorgestellt.

Abgesehen von den Softwarekomponenten, die für eine Demonstration erforderlich sind, ist natürlich auch ein entsprechender kollaborativer Kontext, in dem eine gemeinsame Aufgabenbewältigung stattfindet, erforderlich. Da es sich lediglich um eine Demonstration handelt, kann es sich hierbei um einen realen oder fiktiven Kontext handeln. Wichtig ist nur, dass es eine Vorlage für den Aufbau einer konkreten Domainontologie gibt.

4.1 Ziele

Nachdem im Rahmen der Konzeption einige Ontologiebasierte Möglichkeiten zur Unterstützung von kleinen Gruppen erarbeitet wurden, sollten ausgewählte Aspekte in einer prototypischen Implementierung umgesetzt werden. Das Ergebnis der prototypischen Umsetzung sollte sowohl als Hilfsmittel für die Evaluierung der Konzeption, als auch zur Abschätzung der technischen und wirtschaftlichen Machbarkeit dienen.

4.1.1 Ausgewählte Aspekte

Die zu implementierenden Funktionen wurden unter folgenden Gesichtspunkten ausgesucht:

- Für die Nutzung der Funktion sollten bereits wenige semantische Metadaten genügen. Dies ist zum einen durch die für die prototypische Entwicklung verfügbare Zeit begründet. Zum anderen sollte hierdurch berücksichtigt werden, dass einem erstmalig eingesetztem Ontologiebasiertes Kooperationssystem zunächst nur wenige Metadaten zur Verfügung stehen werden, da diese erst durch die Nutzung des Systems generiert werden müssen.
- Es sollte mindestens ein automatisches und ein manuelles Verfahren für die Erhebung semantischer Metadaten demonstriert werden (vgl. 3.4). Dies soll damit begründet werden, dass bei einer Umsetzung eines Ontologiebasierten Kooperationssystem mit hoher Wahrscheinlichkeit eine Kombination aus automatischen und manuellen Verfahren für die Erzeugung von Metadaten eingesetzt werden wird. Automatische Verfahren sollten alle eindeutig erschließbaren und unstreitigen Metadaten erzeugen, um die Benutzer des Systems nicht unnötig zu belasten. Verschiedene Metadaten können jedoch nur von den Benutzern selbst generiert werden, da eine automatische Generierung durch das System nicht möglich oder nicht gewünscht ist.

⁴¹ Alle im Rahmen der prototypischen Umsetzung implementierten Softwarekomponenten und deren technische Dokumentation sind unter der Adresse <http://www.hupertz-web.de/Master/> verfügbar.

- Mindestens eine Systemfunktion des Prototyps sollte auf der Basis von geschlussfolgerten Metadaten arbeiten. Die Möglichkeit der Schlussfolgerung ist eine der Stärken der semantischen Modellierung und ihr Potential für die Unterstützung von Zusammenarbeit sollte durch den Prototyp demonstriert werden.

4.1.2 Auswahl der Basissysteme

Um einen möglichst zentralen Funktionsumfang von Groupwareanwendungen zu berücksichtigen wurde als Ausgangspunkt die Blog-Software WordPress gewählt, da Blog-Software im Allgemeinen sowohl typische Funktionen von gemeinsamen Informationsräumen, als auch von Nachrichtensystemen anbietet. Darüber hinaus ist in der Architektur von WordPress explizit vorgesehen, dass die Software leicht mit weiteren Komponenten erweitert werden kann, um das ursprüngliche Verhalten zu ändern oder zu erweitern. Weitere Eigenschaften der WordPress Anwendung, wenn auch nicht gleichermaßen relevant, sind zum einen die webbasierte und verteilte Einsatzmöglichkeit, die dem kollaborativen Grundgedanken entspricht, sowie die Quelloffenheit.

Grundlegende Funktionen für die Erstellung und Verwaltung semantischer Metadaten werden durch das Common Semantic Modul (CSM), einer Web-basierten Software, die im Rahmen des gleichnamigen Master-Projekts an der Fachhochschule Köln entwickelt wurde, bereitgestellt. Für die Belange dieser Masterarbeit waren jedoch noch Erweiterungen an dieser Software erforderlich, da der ursprüngliche Funktionsumfang lediglich Funktionen für das Lesen, Bearbeiten und Präsentieren von semantischen Metadaten anbot und keine Möglichkeiten der Schlussfolgerung möglich waren.

4.2 Werkzeuge und Plattform

Für die Entwicklung des Prototypen wurden verschiedene Softwarewerkzeuge und Plattformen eingesetzt, die im Folgenden kurz vorgestellt werden sollen.

Protege Ontology Editor⁴²

Der Protege Ontology Editor ist ein umfangreiches Werkzeug für die Erstellung von RDF und OWL Ontologien. Er wurde für die Erstellung der Beispiel Domaintologie *HU Gruppenprozess Basis Schema⁴³* genutzt.

Eclipse Galileo (3.5)

Eclipse ist eine integrierte Entwicklungsumgebung für die Java Entwicklung. Darüber hinaus werden noch diverse andere Programmiersprachen für die Entwicklung von Webanwendungen (z. B. PHP) unterstützt.

Im Rahmen der prototypischen Umsetzung wurde sie für die Entwicklung der erforderlichen Erweiterungen für das CSM und für die Implementierung der WordPress Plugins genutzt.

WordPress⁴⁴

Die Blogsoftware WordPress wurde als Basis für die prototypische Entwicklung genutzt, indem ihre Funktionalitäten durch die Implementierung mehrere Plugins erweitert wurde.

42 <http://protege.stanford.edu/>

43 <http://kb.huppertz-web.de/HuGpmBaseSchema.rdf>

44 <http://wordpress-deutschland.org/> bzw. <http://wordpress.org/>

TinyMCE⁴⁵

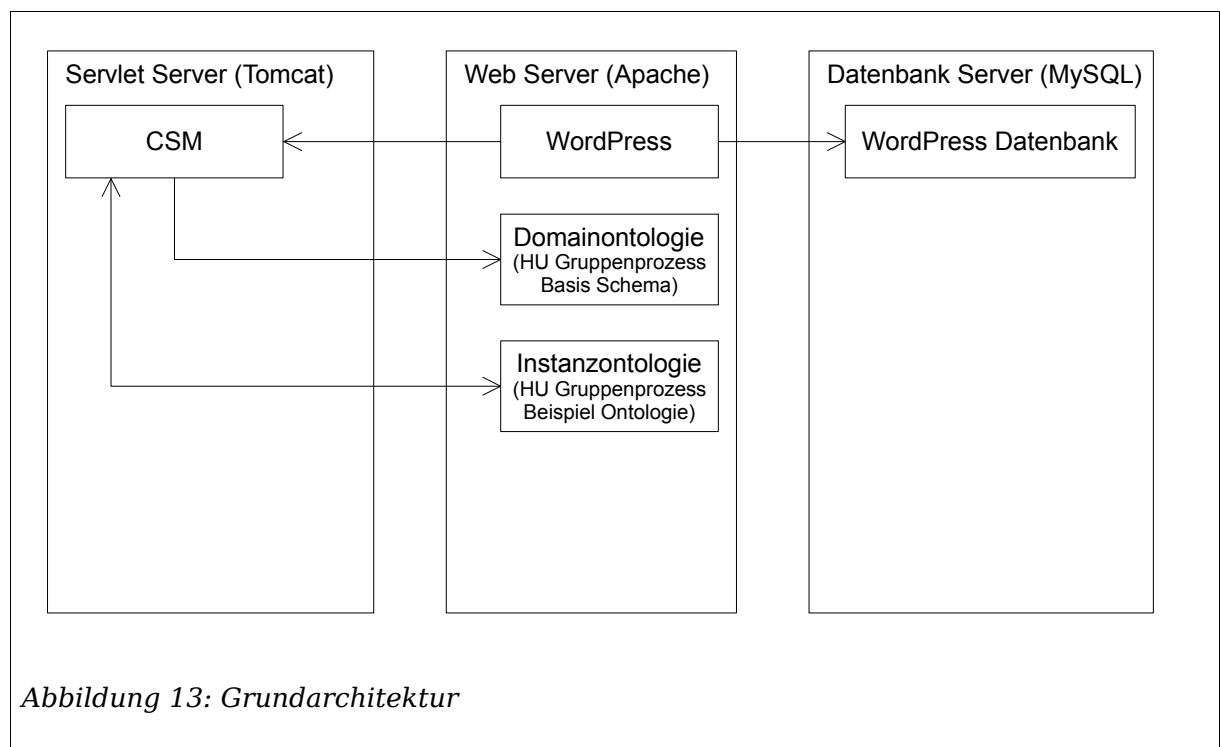
Der Java-Script basierte HTML Editor TinyMCE wird zusammen mit WordPress ausgeliefert. Sein Funktionsumfang wurde ebenfalls durch die Implementierung von zwei Plugins erweitert um die Benutzer bei der Annotation von Inhalten zu unterstützen.

Common Semantic Module (CSM)⁴⁶

Das Common Semantic Modul ist eine Web-basierte Software für die Erfassung und Bereitstellung von semantischen Metadaten. Für die Belange dieser Masterarbeit wurde sie so erweitert, dass ein Reasoner für Schlussfolgerungen eingesetzt werden kann.

4.3 Grundlegende Systemarchitektur

Der Abbildung 13 kann eine Übersicht der wichtigsten Softwarekomponenten und ihre Verbindungen entnommen werden.



4.3.1 Implementierte Komponenten

Insgesamt wurden im Rahmen der prototypischen Umsetzung drei Plugins für die Blogsoftware WordPress sowie ein Plugin für den von WordPress genutzten WYSIWYG Editor TinyMCE implementiert. Darüber hinaus wurden Änderungen an der Webanwendung CSM, die für die Verwaltung der Metadaten zuständig ist, durchgeführt. Alle Implementierungen sollen nun im Folgenden noch ausführlicher vorgestellt werden.

⁴⁵ <http://tinymce.moxiecode.com/>

⁴⁶ <http://www.huppertz-web.de/CSM/>

WordPress Plugin HuCreateSemanticMetadata

Dieses Plugin wird bei jeder Veröffentlichung eines Post aktiviert. Neben der Erzeugung bzw. Aktualisierung der generischen Metadaten Verfasser, Datum und Titel findet hier auch die Extraktion von weiteren Metadaten zu dem jeweiligen Post statt, die der Benutzer in den Post eingefügt hat. Alle extrahierten Metadaten werden zur Speicherung an das CSM übermittelt.

WordPress Plugin HuSemanticAnnotation

Dieses Plugin wird beim Anzeigen von Post in der Übersicht oder der Detailansicht aktiviert. Es hat im Wesentlichen zwei Aufgaben:

1. Annotieren von Begriffen oder Aussagen, die als Konzepte oder sonstige Artefakte markiert wurden.
2. Entfernen von sonstigen in einem Post notierten Metadaten zu dem Post vor der Anzeige (diese wurden bereits beim Speichern des Post an das CMS übertragen)

WordPress Plugin HuShowPersonalData

Dieses Plugin wird beim Aufruf einer speziellen WordPress Seite aktiviert. Es bestimmt zunächst den angemeldeten Benutzer und die ihm zugeordnete Person aus der Instanzontologie. Weiterhin werden alle Gruppenmitgliedschaften und Rollen des Benutzer bestimmt und mit diesen Informationen alle Artefakte, die für die Person relevant sein könnten, da sie mit ihr selbst oder mit einer Gruppe oder Rolle in Beziehung stehen.

TinyMCE Plugin AnnotateArtefact

Mit dem Tiny-Plugin AnnotateArtefact können einzelne Begriffe oder Aussagen in einem Post bei der Bearbeitung markiert und als Artefakte der Instanzontologie gekennzeichnet werden. Das Plugin listet hierfür alle vorhandenen Instanzen auf und ermöglicht die Auswahl mit der Maus. Der im Editor markierte Text wird daraufhin durch die in Kapitel 3.6.3 vorgestellte Notation gekennzeichnet.

CSM Erweiterungen

Die Webanwendung CSM nutzt in der hier eingesetzten Version RDF/XML-Dateien für die Domain- und Instanzontologie. Sie wurde so erweitert, dass nach dem Einlesen der Ontologien der OWL-Reasoner aus dem Jena-Projekt⁴⁷ eingesetzt wird, um implizit erfasste Informationen zugänglich zu machen (z. B. die Rollen von Personen).

4.4 Systemfunktionen

In den folgenden Abschnitten werden die implementierten Systemfunktionen und ihre Verarbeitung semantischer Metadaten vorgestellt.

4.4.1 Automatische Metadatengenerierung beim Veröffentlichen eines Post.

Wenn ein neuer Post von einem Benutzer veröffentlicht wird, werden automatisch folgende Metadaten zu diesem Post erzeugt und in der Instanzontologie abgelegt:

- Verfasser
- Datum der Veröffentlichung
- Titel

⁴⁷ <http://jena.sourceforge.net/>

Das Datum der Veröffentlichung und der Titel des Post stehen dem System dabei direkt zur Verfügung. Der Verfasser allerdings muss über die bereits vorliegenden Metadaten bestimmt werden, da dem System zunächst nur der Benutzername des Nutzers bekannt ist.

Als Identifizierung für den Post (seine URI) wird der von WordPress für den Abruf generierte URL genutzt. Bei allen anschließenden Änderungen des Post findet eine Aktualisierung der oben genannten Metadaten statt.

4.4.2 Manuelle Annotation von Begriffen und Aussagen

Der Autor eines Post kann einzelne Begriffe oder Aussagen eines Post explizit als ein Konzept der genutzten Ontologien kennzeichnen. Hierfür wurde die in Kapitel 3.6.3 vorgestellte Notation im Wiki-Stil gewählt.

Für die Eingabe der Daten stehen dem Autor zwei Möglichkeiten zur Verfügung:

1. Manuelles Eintippen der erforderlichen Daten.
2. Markieren der Begriffe oder Aussagen mit der Maus und Auswählen des entsprechenden Konzept über eine Plugin-Erweiterung des von WordPress genutzten WYSIWYG Editors TinyMCE.

Die erste Variante unterliegt praktisch keinen Beschränkungen. So können auch Begriffe und Aussagen, die nicht Bestandteil der Domäne sind oder in einer anderen Ontologie beschrieben sind, annotiert werden. In der zweiten Variante hat der Nutzer die Möglichkeit aus einer Auflistung aller Konzepte und Artefakte der Domäne das Gewünschte auszuwählen.

Die Annotation von Begriffen oder Aussagen erzeugt keine weiteren Metadaten. Beim Zugriff auf einen Post werden annotierte Begriffe jedoch mit einem kleinen Plus-Symbol gekennzeichnet. Beim Klick auf das Symbol werden dem Benutzer die in den Domain-eigenen Ontologien vorliegenden Informationen über den Begriff angezeigt.

4.4.3 Manuelle Notation von Metadaten

Der Autor eines Post kann an beliebigen Stellen im Postinhalt weitere Metadaten zu dem jeweiligen Post notieren. Auch hierfür wurde die in Kapitel 3.6.3 vorgestellte Notation gewählt. Beim Veröffentlichen des Post werden die Metadaten verarbeitet und in der Instanzontologie gespeichert. Für die Eingabe der Daten steht in der aktuellen Version keine Systemunterstützung zur Verfügung. Die erforderlichen URIs müssen daher zur Zeit manuell eingetippt oder über die Zwischenablage kopiert werden.

4.4.4 Anzeigen aller für den Benutzer relevanter Artefakte

Diese Funktion wird durch den Aufruf einer speziellen WordPress Seite ausgeführt. Die Seite aktiviert das Plugin HuShowPersonalData um alle Artefakte aus den Ontologien zu bestimmen, die für den Benutzer relevant sein könnten. Hierbei werden insbesondere auch solche Artefakte mit einbezogen, die nicht direkt mit dem Benutzer in Beziehung stehen, sondern über von ihm eingenommene Rollen o. ä.

Für jedes Artefakt wird der in den Metadaten gespeicherte Titel, falls vorhanden die Zusammenfassung, und der Typ angezeigt.

In die Darstellung wird jeweils ein Link zu der URI des Artefakts generiert, sodass über einen Databrowser auf sämtliche Metadaten des Artefakts zugegriffen werden kann und letztlich auch auf das Artefakt selbst.

4.5 Eingesetzte Ontologien

Für die prototypische Entwicklung und zu Demonstrationszwecken wurde die fiktive Domainontologie *HU Gruppenprozess Basis Schema*⁴⁸ entworfen. Sie nutzt als Basis insbesondere Klassen aus der FOAF Ontologie⁴⁹. Weitere spezielle Klassen wurden zum Teil als Ableitung von einer FOAF Klasse realisiert falls geeignete Superklassen verfügbar waren (z. B. eine eigene Klasse Person und Gruppe). Hierdurch konnte bereits ein Grundverständnis über die Bedeutung der Klasse sichergestellt werden.

Rollen wurden als Subklasse der Klasse *Person* realisiert und mit hinreichenden Bedingungen für eine Klassenzugehörigkeit versehen, sodass eine automatische Klassifizierung durch den Reasoner möglich wurde. Abbildung 14 demonstriert diese Verfahren an einem Ausschnitt aus der Domainontologie. Hier wird zunächst die Klasse Gruppenmitglied als Subklasse von Person definiert. Im zweiten Schritt werden Bedingungen definiert, die von Artefakten erfüllt werden müssen, um automatisch als Gruppenmitglied klassifiziert werden zu können. Diese Bedingungen können wie folgt formuliert werden: Gruppenmitglieder sind Personen, die mindestens einer Gruppe angehören oder Gruppenleiter sind.

```

<owl:Class rdf:ID="#Gruppenmitglied">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Person"/>
  <owl:equivalentClass>
    <owl:Class>
      <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
        <owl:Restriction>
          <owl:onProperty>
            <owl:ObjectProperty rdf:ID="gehört_zu"/>
          </owl:onProperty>
          <owl:someValuesFrom rdf:resource="#Gruppe"/>
        </owl:Restriction>
        <owl:Class rdf:about="#Gruppenleiter"/>
      </owl:unionOf>
    </owl:Class>
  </owl:equivalentClass>
</owl:Class>

```

Abbildung 14: Spezifizierung einer Rolle als äquivalente Klasse.

Die Bedingungen für die Zugehörigkeit zur Klasse *Gruppenleiter* werden in ähnlicher Weise spezifiziert, nur dass hier die Eigenschaft *leitet_gruppe* anstelle der Eigenschaft *gehört_zu* genutzt wurde.

Des Weiteren wurden u. a. Klasse für die Erfassung von Gruppen, Gruppenzielen und Aktivitäten, sowie für Dokumente, Informationsbedürfnisse, Informationseinheiten, etc. erstellt und über Beziehungen, wie sie zuvor bei der Konzeption erarbeitet wurden, verknüpft.

48 <http://kb.huppertz-web.de/HuGpmBaseSchema.rdf>

49 <http://xmlns.com/foaf/spec/>

4.6 Kritische Betrachtung

Durch die prototypische Entwicklung konnten einige Möglichkeiten, die sich durch den Einsatz von Ontologien für die Unterstützung von Zusammenarbeit ergeben, demonstriert werden. Hierzu zählt zum einen die Möglichkeit Metadaten direkt bei der Bearbeitung von Artefakten manuell zu generieren, ohne dass hierfür separate Systemfunktionen erforderlich sind (vgl. 4.4.2 und 4.4.3). Zum anderen wurde eine Möglichkeit demonstriert, wie Informationen und Inhalte individuell, auf Basis von semantischen Metadaten, für jeden Benutzer des System selektiert und dargestellt werden können (vgl. 4.4.4). Interessant ist hier vor allem, dass als Grundlage für die Selektion und Darstellung ausschließlich Informationen aus den Ontologien genutzt werden und die durch das WordPress Plugin bereitgestellte Funktionalität generisch ist. Daher finden Änderungen an den zugrundeliegenden Ontologien (z. B. Änderungen in der Gruppenzusammensetzung, die Gründung neuer Gruppen, etc.), die infolge von Änderungen an den soziotechnischen Systemen stattgefunden haben, automatisch Berücksichtigung.

Allerdings konnten durch die prototypische Entwicklung auch einige zu erwartende Schwierigkeiten bei der Umsetzung von Ontologie-basierten Kooperationsystemen verdeutlicht werden. So sind etwa die Funktion zum manuellen Annotieren von Begriffen oder Notieren von Metadaten aus der Sichtweise der Gebrauchstauglichkeit unzureichend. Sie verlangen zum einem vom Benutzer ein relativ hohes Maß an Wissen über die Grundlagen semantischer Modellierung und sind darüber hinaus aufwendig zu bedienen.

Dies gilt auch dann noch, wenn weitere Systemunterstützung beim Notieren der Angaben zur Verfügung steht, wie beispielsweise das TinyMCE Plugin bei der Annotation von Begriffen. Hierdurch entfällt zwar der erhöhte Aufwand und die Gefahr von fehlerhaften Eingaben, da die gewünschten Angaben direkt durch die Auswahl mit der Maus erreicht werden können. Allerdings ist die Nutzung einer einfachen Liste aller verfügbarer Artefakte hier auf Dauer unzureichend. Während der Nutzung des System werden fortlaufend Metadaten zu neuen Artefakten erzeugt wodurch die Liste ständig länger und unübersichtlicher wird.

Ähnliches gilt für die Funktion zur Anzeige aller für den Benutzer relevanter Artefakte (vgl. 4.4.4). Auch diese Auflistung wird bei der Darstellung vieler Artefakte unübersichtlich. Darüber hinaus wäre es wünschenswert, wenn ein Zugriff auf die aufgelisteten Artefakte auch direkt aus dieser Liste möglich wäre und nicht, wie in der aktuell vorliegenden Version, der Umweg über einen Databrowser erforderlich ist.

Abschließend sollen noch zwei technische Schwachstellen erwähnt werden, die im Rahmen der prototypischen Umsetzung jedoch geduldet werden konnten. Hierbei handelt es sich einerseits um die fehlende Kontrolle nebenläufiger Prozesse. Diese wird aber spätestens bei der gleichzeitigen Nutzung durch mehrere Benutzer oder dem Einsatz von Agenten erforderlich. Andererseits wird bei jeder Änderung an der Instanz- oder Domainontologie der Einsatz des Reasoners erforderlich. Da die Ergebnisse aus den Schlussfolgerungen nicht dauerhaft gespeichert werden, muss stets die gesamte Ontologie durch den Reasoner überprüft werden. Bei umfangreichen Ontologien, wie sie bei der Modellierung realer Kooperationsituationen zu erwarten sind, wird dies mit hoher Wahrscheinlichkeit zu Laufzeitproblemen führen.

5 Zusammenfassung und Ausblicke

In dieser Masterarbeit wurde der Frage nachgegangen, welchen Einfluss der Einsatz semantischer Modellierung auf die Unterstützung der Zusammenarbeit von kleinen Gruppen hat. Hierbei wurde zum einen diskutiert, wie sich die Anforderungen an Kooperationssysteme durch die Einbeziehung semantischer Modelle ändern. Zum anderen wurde der Teilfrage nachgegangen, welche Möglichkeiten sich durch diese Modelle für Systemfunktionen ergeben.

Im Folgenden sollen nun die Ergebnisse der Arbeit diskutiert werden. Hierfür findet zunächst eine Zusammenfassung der behandelten Themen statt. Im darauf folgenden Abschnitt wird zusammengetragen inwiefern die zuvor definierten Ziele erreicht wurden und welche Schlüsse sich daraus ziehen lassen. Abschließend wird ein Ausblick gegeben, wie sich die Unterstützung von Zusammenarbeit zukünftig entwickeln könnte und an welchen Stellen eine Anknüpfung von thematisch ähnlichen Arbeiten denkbar ist.

5.1 Zusammenfassung

Um die Forschungsfrage nach dem Einfluss semantischer Modellierung auf die Unterstützung von Zusammenarbeit zu klären, erfolgte eine schrittweise Auseinandersetzung mit der Thematik.

So wurden nach der Darstellung einiger Grundlagen aus den Bereichen Zusammenarbeit und semantische Modellierung zunächst Anforderungen, die durch die Forschungen im Bereich CSCW bekannt sind und sich grundsätzlich an Kooperationssysteme stellen, vorgestellt und Änderungen, die sich durch die Nutzung von Ontologien in den Kooperationssystemen für diese Anforderungen ergeben, diskutiert. Hierdurch sollten Grundlagen und Rahmenbedingungen für die konzeptionellen Überlegungen in den anschließenden Kapiteln geschaffen werden.

Als nächster Schritt fand eine Betrachtung der Möglichkeiten statt, wie die relevanten Aspekte einer Zusammenarbeit in und zwischen kleinen Gruppen in Form semantischer Modelle erfasst werden können. Diese Modelle, zusammen mit den zuvor bestimmten Anforderungen, dienten dann als Grundlage für die anschließenden Ausführungen über mögliche Anpassungen kooperativer Systeme auf konzeptioneller Ebene.

Hierfür fand zunächst die Betrachtung einiger Anwendungsklassen aus dem Bereich CSCW statt und es wurde diskutiert, wie die semantischen Informationen aus den Ontologien in diese Anwendungen eingebunden werden können. Hierdurch sollte die Grundlage für die Nutzung semantischer Metadaten (Einlesen, Verarbeiten, Ändern, Speichern, etc.) in CSCW-Anwendungen geschaffen werden.

Im nachfolgenden Schritt wurde dann die Erhebung von Metadaten über konkrete Artefakte thematisiert. Dieser Prozess ist essentiell für den Einsatz von semantischen Metadaten in Kooperationssituationen, da bei der arbeitsteiligen und gemeinsamen Aufgabenerledigung ständig neue Artefakte erschaffen und vorhandene verändert werden. Darüber hinaus sind die Strukturen in und zwischen den Gruppen sowie der umgebene Kontext ständigen Änderungen ausgesetzt, die auch auf der semantischen Ebene berücksichtigt werden müssen.

Nachdem die Voraussetzungen und Anforderungen für die Einbindung von Ontologien in Kooperationssysteme betrachtet wurden, stand als nächstes die Frage nach den Möglichkeiten, die sich hieraus für die Systemfunktionen und damit für die Unterstützung der Zusammenarbeit im Allgemeinen ergeben. Hierbei wurde sowohl betrachtet, wie semantische Metadaten genutzt werden können um Informationsräume zu strukturieren oder Kommunikationen zu unterstützen, aber auch wie die Möglichkeit der Schlussfolgerung eingesetzt werden kann um implizite Informationen nutzbar zu machen.

Der konzeptionelle Teil der Masterarbeit endet mit einer vertiefenden Betrachtung Ontologie-unterstützter Nachrichtenkommunikation und Ontologie-basierter Strukturierungsmöglichkeiten für Informationsräume. Hierbei wurden im Wesentlichen noch einmal die schon zuvor beschriebenen Schritte der Einbindung, Erhebung und Nutzung semantischer Metadaten diskutiert.

Im Anschluss an den konzeptionellen Teil der Masterarbeit fand die Beschreibung und kritische Betrachtung der prototypischen Umsetzung statt. Diese hatte zum Ziel einige der zuvor erarbeiteten Aspekte anhand einfacher prototypischer Implementierungen zu demonstrieren und den Aufwand einer konkreten Implementierung abzuschätzen.

5.2 Ergebnisse der Arbeit

Nachdem im vorangegangenen Kapitel die im Rahmen dieser Masterarbeit durchgeführten Untersuchungen und Entwicklungen zusammengefasst wurden, soll im Folgenden eine Interpretation der Ergebnisse und Bewertung der erreichten Ziele stattfinden.

Das wahrscheinlich größte Potential bei der Nutzung von Ontologien in Kooperationssystemen liegt in der semantischen Modellierung der soziotechnischen Systeme. Diese Systeme sind ständig Änderungen ausgesetzt, da sich Gruppenstrukturen, Kommunikationsverhalten, Rollenstrukturen, etc. des sozialen Subsystems fortlaufend ändern (Gruppen werden neu gegründet, in der Zusammensetzung geändert und wieder aufgelöst, Gruppenmitglieder ändern ihr Kommunikationsverhalte, etc.). Aber auch das technische Subsystem wird durch Anpassungen an das soziale Subsystem, dem Austausch von Hardware oder Software, etc. regelmäßig geändert. Die semantische Modellierung bietet hier neben der ihr inhärenten Flexibilität und Anpassungsfähigkeit auch die Möglichkeit der Schlussfolgerung. Hierdurch wird zum einen die fortlaufende Anpassung der Modelle im laufenden Betrieb möglich, zum anderen können zunächst nur implizit erfasste Fakten explizit zugänglich gemacht werden.

Die generelle Einbeziehung einer semantischen Ebene beim Aufbau von CSCW-Lösungen hat aber auch Einfluss auf die Anforderungen an Groupware und Kooperationssysteme. So kann die erforderliche Berücksichtigung von Rollen, Gruppenstrukturen, etc. ausschließlich auf der semantischen Ebene abgebildet werden und auf Anpassungen auf technischer Ebene weitgehend verzichtet werden. Hierdurch ist die Entwicklung generischer Groupware denkbar, die sich durch die Verarbeitung der semantischen Metadaten automatisch an die Erfordernisse des sozialen Subsystems und die jeweilige Domäne anpasst. So könnte der Austausch technischer Komponenten im soziotechnischen System vereinfacht werden.

Aber auch die Verknüpfung verschiedener Anwendungen (beispielsweise Informationsräume, Kommunikationssysteme, etc.) in einer CSCW-Lösung kann durch den Einsatz einer semantischen Ebene unterstützt werden.

So kann der Informationsaustausch zwischen den Anwendungen auf Basis der verwendeten Ontologien stattfinden. Das führt zu einer stabileren und flexibleren Interpretation der ausgetauschten Daten und ermöglicht generell den gruppeninternen und gruppenübergreifenden Austausch von Informationen, ohne dass eine vorherige Abstimmung über Formate und Datenstrukturen erforderlich wird.

In diesem Zusammenhang ist aber auch die Kombination aus klassischen Groupware-Anwendungen und generischen semantischen Werkzeugen wie dem Tabulator⁵⁰ oder der in [Ric07] beschriebenen Software OntoScope denkbar. Hierdurch kann den Gruppenmitgliedern eine ganzheitliche Sicht auf sämtliche Artefakte ihrer Domäne ermöglicht werden und die Darstellung oder Bearbeitung einzelner Artefakte an geeignete Groupware-Anwendungen delegiert werden.

5.3 Ausblicke

Abschließend soll an dieser Stelle noch ein Ausblick auf mögliche zukünftige Entwicklungen im Bereich Ontologie-unterstützte Zusammenarbeit und auf denkbare Anschlussarbeiten gegeben werden.

Eine regelmäßig wiederkehrende Hürde beim Einsatz semantischer Modelle ist der hohe Aufwand für die initiale Erstellung von Domainontologien, die als Grundlage für die Beschreibung der Artefakte einer Domäne genutzt werden. Anschließende Arbeiten könnten daher die Untersuchung von Möglichkeiten zum Ziel haben, wie dieser Prozess vereinfacht und beschleunigt werden kann. Alternativ ist auch der Aufbau einer generischen Ontologie für die Unterstützung von Zusammenarbeit denkbar, falls es gelingt, diese so zu gestalten, dass sie den individuellen Anforderungen unterschiedlicher Kooperationsituationen genügt.

Des Weiteren ist die Entwicklung von Groupware Anwendungen denkbar, die sich automatisch auf Basis zuvor erstellter Domainontologien an die jeweilige Kooperationsituation anpassen. Technische Anpassungen der Anwendung, wie das Anlegen von Rollen und die mit ihnen einhergehenden Berechtigungen, könnten dann ersatzlos entfallen.

Ein weiterer Punkt, der im Rahmen dieser Masterarbeit nicht betrachtet wurde, ist die Skalierbarkeit Ontologie-unterstützter Kooperationsysteme. So stellt sich die Frage nach dem Laufzeitverhalten eines solchen Systems, insbesondere bei einer ständig anwachsenden Instanzontologie und dem Einsatz von Reasonern. Hier ist insbesondere von Bedeutung, ob rein technische Maßnahmen (z. B. die Verteilung von Datenbanken) ausreichend sind oder ob sich hieraus auch spezielle Anforderungen an den Aufbau von Domainontologien und die Erhebung semantischer Metadaten geben.

Abgesehen von den technischen Aspekten, die durch die Einbindung von Ontologien in Kooperationsysteme berücksichtigt werden müssen, besteht generell eine Herausforderung darin, die meist komplexen und umfangreichen semantischen Modelle so zu präsentieren, dass sie für die Nutzer des Systems nachvollziehbar und einsetzbar sind. Hier könnte über die Entwicklung entsprechender Konzepte zur Gestaltung von Benutzerschnittstellen für den Umgang mit Ontologien nachgedacht werden.

⁵⁰ <http://www.w3.org/2005/ajar/tab>

Als letzter Punkt sollen hier noch Mechanismen für die Zugriffsbeschränkung auf semantische Metadaten genannt werden. Diese werden insbesondere dann benötigt, wenn Metadaten in sensiblen Geschäftsbereichen generiert werden oder personenbezogene Daten darstellen. Die Metadaten sollten dann in gleicher Weise geschützt werden, wie auch die eigentlichen Artefakte. Möglicherweise kann eine generische Erweiterung gängiger Schutzkonzepte auf die semantische Ebene erreicht werden.

Danksagung

Ich möchte mich bei allen Personen ganz besonders bedanken, die mich bei der Anfertigung dieser Masterarbeit unterstützt haben.

Besonders erwähnen möchte ich hier meinen Kollegen Felix Müller und mich für seine Tipps und Hinweise bedanken.

Darüber hinaus möchte ich mich bei meiner Frau Lena bedanken, zum einen für ihre mentale Unterstützung, zum anderen für die Hilfe bei der Fehlersuche in dieser Arbeit.

Für die Betreuung dieser Arbeit bedanke ich mich bei meinen Professoren Prof. Dr. Kristian Fischer sowie Prof. Dr. Gerhard Pläßmann von der Fachhochschule Köln.

Literaturverzeichnis

- [Beu04] Robbert-Jan Beun, Rogier M. van Eijk and Huub Prüst: **Ontological Feedback in Multiagent Systems** (ACM, Proceedings of the Third International Joint Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems - Volume 1, New York, 2004)
- [Bor00] Uwe M. Borghoff, Johann H. Schlichter: **Computer-Supported Cooperative Work** (Springer, 2000, ISBN 3-540-66984-1)
- [Boj06] Uldis Bojars, John G. Breslin, Knud Möller: **Using Semantics to Enhance the Blogging Experience** (Lecture Notes in Computer Science, Springer Verlag, 2006)
- [Bre07] Karin K. Breitman, Marco Antonio Casanova, Walter Truszkowski: **Semantic Web - Concepts, Technologies and Applications** (Springer, 2007, ISBN 978-1-84628-581-3)
- [Cho10] Munmun De Choudhury, Winter A. Mason, Jake M. Hofman, Duncan J. Watts: **Inferring relevant social networks from interpersonal communication** (Proceedings of the 19th international conference on World wide web, 2010)
- [Cor07] Antonio Corradi, Rebecca Montanari, Alessandra Toninelli: **Adaptive Semantic Middleware for Mobile Environments**, Journal of Networks, Vol. 2, University of Bologna, Italien, 2007.
- [Dek08] Uri Dekel and James D. Herbsleb: **Pushing Relevant Artifact Annotations in Collaborative Software Development** (ACM, Proceedings of the ACM 2008 conference on Computer supported cooperative work)
- [Dey00] Anind K. Dey and Gregory D. Abowd: **Towards a Better Understanding of Context and Context-Awareness** (Workshop on The What, Who, Where, When, and How of Context-Awareness, Conference on Human Factors in Computer Systems, 2000)
- [Gro07] Tom Gross, Michael Koch: **Computer-supported Cooperative work** (Oldenbourg Wissenschaftsverlag, 2007, ISBN 3-486-58000-0)
- [Gut02] Carl Gutwin, Saul Greenberg: **A Descriptive Framework of Workspace Awareness for Real-Time Groupware** (Computer Supported Cooperative Work, Volume 11, Springer Verlag Niederlande, 2002)
- [Hor03] Matthew Horridge, Holger Knublauch, Alan Rector, Robert Stevens, Chris Wroe: **A Practical Guide To Building OWL Ontologies Using The Protege-OWL Plugin and CO-ODE Tools Edition 1.0** (The University Of Manchester, Stanford University, August 2004)
- [Hor09] Matthew Horridge, Nick Drummond, Simon Jupp, Georgina Moulton, Robert Stevens: **A Practical Guide To Building OWL Ontologies Using Protege 4 and CO-ODE Tools Edition 1.2** (The University Of Manchester, März 2009)
- [Lei06] Johannes Leitner: **Extraktion von Ontologien aus natürlichsprachlichen Texten** (In René Witte and Jutta Mülle, editors, Text Mining: Wissensgewinnung aus natürlichsprachigen Dokumenten, Interner Bericht 2006-5, chapter 10. 2006. ISSN 1432-7864)

- [Obr03] Leo Obrst: **Ontologies for Semantically Interoperable Systems** (Proceedings of the twelfth international conference on Information and knowledge management, ACM, New Orleans, 2003)
- [Org06] B. Orgun, M. Dras, A. Nayak: **Approaches for Semantic Interoperability between Domain Ontologies** (Proceedings of the second Australasian workshop on Advances in ontologies - Volume 72, ACM, 2006)
- [Pel06] Tassilo Pellegrini und Andreas Blumauer: **Semantic Web - Wege zur vernetzten Wissensgesellschaft** (Springer Berlin Heidelberg 2006, ISBN 978-3-540-29324-8)
- [Rei06] Gerald Reif: **Semantische Annotation** (in Semantic Web - Wege zur vernetzten Wissensgesellschaft (Springer Berlin Heidelberg 2006, ISBN 978-3-540-29324-8)
- [RFC3986] T. Berners-Lee, R. Fielding, L. Masinter: **Uniform Resource Identifier (URI): Generic Syntax** (RFC 3986, Januar 2005)
- [Ric07] Remko Ricanek: OntoScope: **Interaktive Visualisierung einer anatomischen Ontologie** (Masterarbeiten, Universität Göttingen, 2007)
- [Sce09] Simon Scerri, Brian Davis, Siegfried Handschuh, Manfred Hauswirth: **Semanta --- Semantic Email Made Easy** (ESWC 2009, LNCS 5554, S. 36-50, 2009, Springer-Verlag)
- [Scha09] Bernhard Schandl, Bernhard Haslhofer: **The Sile Model -- A Semantic File System Infrastructure for the Desktop** (ESWC 2009, LNCS 5554, S. 51-65, 2009, Springer-Verlag)
- [Syd85] Jörg Sydow: **Der soziotechnische Ansatz der Arbeits- und Organisationsgestaltung. Darstellung, Kritik, Weiterentwicklung** (Campus Verlag, 1985, ISBN 3593334852)
- [Voe06] Max Völkel, Markus Krötzsch, Denny Vrandecic, Heiko Haller, Rudi Studer: **Semantic Wikipedia** (ACM, Proceedings of the 15th international conference on World Wide Web)
- [Vra06] Denny Vrandecic and Markus Krötzsch: **Reusing Ontological Background Knowledge in Semantic Wikis** (SemWiki2006 - From Wiki to Semantics, Montenegro, 2006)

Erklärung

Ich versichere, die von mir vorgelegte Arbeit selbstständig verfasst zu haben. Alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten oder nicht veröffentlichten Arbeiten Anderer entnommen sind, habe ich als entnommen kenntlich gemacht. Sämtliche Quellen und Hilfsmittel, die ich für die Arbeit benutzt habe, sind angegeben. Die Arbeit hat mit gleichem Inhalt bzw. in wesentlichen Teilen noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegen.

Bergisch Gladbach, den 29.07.2010

Matthias Huppertz