

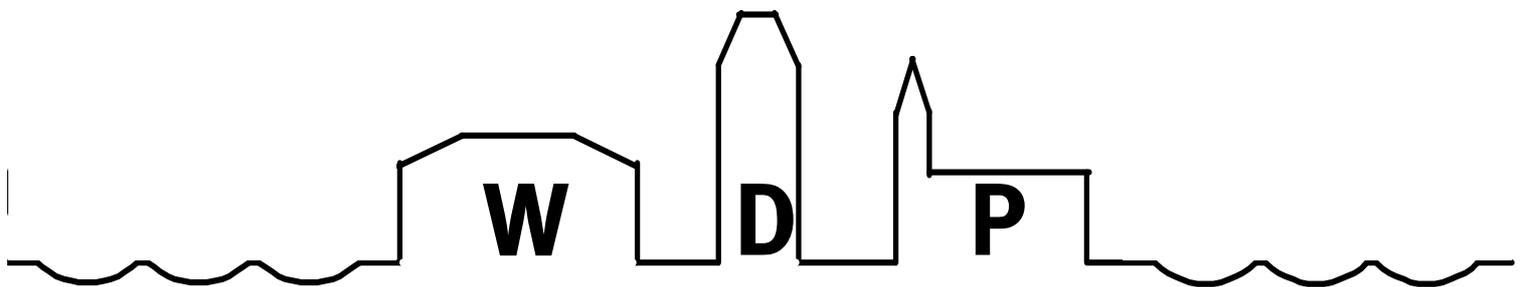


Fakultät für Wirtschaftswissenschaften
Wismar Business School

Jan Bublitz, Uwe Lämmel

„Semantisches Wiki und Topic-Map- Visualisierung“

Heft 03/2015



Wismarer Diskussionspapiere / Wismar Discussion Papers

Die Fakultät für Wirtschaftswissenschaften der Hochschule Wismar, University of Applied Sciences – Technology, Business and Design bietet die Präsenzstudiengänge Betriebswirtschaft, Wirtschaftsinformatik und Wirtschaftsrecht sowie die Fernstudiengänge Betriebswirtschaft, Business Consulting, Business Systems, Facility Management, Quality Management, Sales and Marketing und Wirtschaftsinformatik an. Gegenstand der Ausbildung sind die verschiedenen Aspekte des Wirtschaftens in der Unternehmung, der modernen Verwaltungstätigkeit, der Verbindung von angewandter Informatik und Wirtschaftswissenschaften sowie des Rechts im Bereich der Wirtschaft. Nähere Informationen zu Studienangebot, Forschung und Ansprechpartnern finden Sie auf unserer Homepage im World Wide Web (WWW): <http://www.wi.hs-wismar.de/>.

Die Wismarer Diskussionspapiere/Wismar Discussion Papers sind urheberrechtlich geschützt. Eine Vervielfältigung ganz oder in Teilen, ihre Speicherung sowie jede Form der Weiterverbreitung bedürfen der vorherigen Genehmigung durch den Herausgeber.

Herausgeber: Prof. Dr. Hans-Eggert Reimers
Fakultät für Wirtschaftswissenschaften
Hochschule Wismar
University of Applied Sciences – Technology, Business
and Design
Philipp-Müller-Straße
Postfach 12 10
D – 23966 Wismar
Telefon: ++49/(0)3841/753 7601
Fax: ++49/(0)3841/753 7131
E-Mail: hans-eggert.reimers@hs-wismar.de

Vertrieb: HWS-Hochschule Wismar Service GmbH
Phillipp-Müller-Straße
Postfach 12 10
23952 Wismar
Telefon:++49/(0)3841/753-574
Fax: ++49/(0) 3841/753-575
E-Mail: info@hws-wismar.de
Homepage: <http://cms.hws-wismar.de/service/wismarer-diskussions-brpapiere.html>

ISSN 1612-0884

ISBN 978-3-942100-25-0

JEL- Klassifikation C80, Z00

Alle Rechte vorbehalten.

© Hochschule Wismar, Fakultät für Wirtschaftswissenschaften, 2015.

Printed in Germany

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	4
2. Wiki-Systeme und Topic Maps im Wissensmanagement	5
3. Resource Description Framework und Topic Maps	5
3.1 Gegenüberstellung	6
3.1.1 Standards	6
3.1.2 Aussagentypen	8
3.1.3 Reifikation und Gültigkeitsbeschränkung von Aussagen	9
3.1.4 Gleichheit und Zusammenführung	10
3.1.5 Hierarchie	11
3.1.6 Übersicht	11
3.2 Überführung	13
4. Ein Prototyp für die Visualisierung von Wiki-Seiten	16
4.1 Software einrichten	16
4.2 Gegenstandsbereich Hochschule Wismar	17
4.2.1 Informationen sammeln	18
4.2.2 Hierarchie	18
4.2.3 Instanzen	20
4.2.4 Attribute und Assoziationen	20
4.3 Inhalte anlegen	23
4.4 Datenübernahme	23
4.4.1 Export aus dem Wiki-System	23
4.4.2 Import in das Wissensnetz	24
4.4.2.1 Vorgehensweise	24
4.4.2.2 Datentypen und Spezialattribute	26
4.4.2.3 Bezeichnungen und Rollen anpassen	28
4.4.2.4 Referenzen auf nicht vorhandene Seiten	30
4.4.3 Visualisierung	30
4.5 Schlussfolgerung	33
5. Schlussbetrachtung	35
5.1 Bewertung der Lösung	35
5.2 Alternative Visualisierungsmöglichkeiten	36
5.3 Zusammenfassung und Ausblick	39
Literaturverzeichnis	41
Anlage A: Benutzeranleitung des Protoyps	43
Anlage B: RDF2TM-Zuordnungstabelle	44
Anlage C: Java Parser zur Umwandlung der URL- Kodierung	46

1. Einleitung

Die vorliegende Arbeit dokumentiert ein weiteres Ergebnis aus den Arbeiten zu semantischen Wiki-Systemen, die in der Arbeitsgruppe Künstliche Intelligenz in der Wirtschaftsinformatik (KIWI) in den letzten Jahren durchgeführt wurden. Im Mittelpunkt stehen die Ergebnisse der Master-Arbeit (Bublitz 2014), die Herr Jan Bublitz im Jahre 2014 angefertigt und erfolgreich verteidigt hat. Dabei konnte er auf eine mehrjährige Tätigkeit bei der Entwicklung des Kompetenz-Portals der Hochschule Wismar, einem semantischen Wiki-System, zurückgreifen.

Sowohl mittels semantischer Wiki-Systeme als auch mit Topic Maps lässt sich Wissen (semi-) formal in einer Netzstruktur abbilden. Dabei werden Begriffe mit ihren Beziehungen zueinander modelliert. Kapitel 2 führt kurz in die Begriffe und Techniken ein. Es liegt nun nahe, die einfach zu handhabenden Wiki-Systeme mit einer Visualisierung zu koppeln, wie diese von Topic-Map-Systemen angeboten wird. Eine Übersicht zu semantischen Wiki-Systemen sowie zu Topic-Map-Software ist in Bublitz (2014) zu finden. Die vorliegende Arbeit fokussiert auf die Kopplung eines semantischen MediaWiki-Systems mit der Software Ontopia, mit der Topic Maps definiert und visualisiert werden können. Der Austausch des Wissens erfolgt mithilfe des Resource Description Frameworks (RDF), welches im Kapitel 0 kurz dargestellt wird. Kapitel 4 befasst sich dann ausführlich mit dem Prototyp einer Kopplung von semantischem Wiki und einer Topic-Map-Visualisierung. Das abschließende Kapitel 5 unterzieht die Lösung einer kritischen Wertung.

2. Wiki-Systeme und Topic Maps im Wissensmanagement

Wissen immer dort, wo es benötigt und immer dann, wenn es benötigt wird, bereitzustellen, ist das Ziel des Wissensmanagements. Suchmaschinen wie Google suggerieren, dass jede Information sofort gefunden werden kann. Jedoch basieren die Suchmaschinen weitgehend auf der so genannten *syntaktischen Suche*: Seiten, die das Suchwort oder den Suchtext enthalten, werden angezeigt. Inhaltlich relevante Seiten, die den Suchbegriff nicht enthalten, werden jedoch nicht aufgeführt.

Eine *semantische Suche* nutzt zusätzlich die Beziehungen aus, die zwischen dem gesuchten Wort und anderen Begriffen bestehen. Dies funktioniert nur dann, wenn diese Beziehungen modelliert wurden und so während der Suche ausgewertet werden können.

Wissensnetze können Wissensportionen und ihren Beziehungen untereinander darstellen und ermöglichen so eine semantische Suche. Als *Topic Map* wird hier ein Wissensnetz bezeichnet, welches zudem über eine Visualisierung des Netzes verfügt, so dass die Metapher der Landkarte (Map) auf die Beziehungen zwischen Begriffen oder Wissensportionen übernommen werden kann.

Abbildung 1: Wiki-Seiten und zugehörige Topic Map



Quelle: Eigene Darstellung unter Nutzung von Sematic Mediawiki und Ontopia

In einem semantischen Wiki lassen sich Seiten, mit denen zum Beispiel Begriffe beschrieben werden, mit Hilfe von Annotationen mit anderen Seiten in Beziehung setzen. In Lämmel (2011) wird eine Einführung in derartige

Systeme gegeben sowie der Aufbau einer Anwendung des Kompetenz-Portals beschrieben. Wiki-Systeme sind zudem einfach zu bedienen und erleichtern damit das Mitmachen.

Da beide Techniken, sowohl semantische Wikis als auch Topic Maps, dieselben Strukturen, Begriffe und Beziehungen speichern, stellt sich die Frage, ob zu einem Wiki-System eine Visualisierung als Topic Map erzeugt werden kann, siehe **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden..**

3. Resource Description Framework und Topic Maps

Topic-Map-Software speichert die Information mittels des standardisierten Formats *XML Topic Maps* in den XTM-Dateien. Neben diesem Topic-Maps-Format hat sich mit dem *Resource Description Framework* (RDF) eine weitere Technologie zur Wissensrepräsentation etabliert. Beide Formate weisen Ähnlichkeiten auf. Semantische Wiki-Systeme nutzen für die Abbildung der semantischen Daten häufig die *Web Ontology Language* (OWL), die eine Schemasprache aus der RDF-Familie ist.

Die formale Darstellungsweise von Topic Maps wird hier mit der RDF verglichen, da hierüber der Informationsaustausch zwischen dem Semantic Mediawiki und dem Ontopia-System erfolgt.

3.1 Gegenüberstellung

Obwohl beide Technologien etwa zur gleichen Zeit entstanden sind, ist Topic Maps die etwas ältere von beiden. Sie wurde entwickelt, um Informationsquellen zu indizieren und auf diese Weise die darin enthaltenen Informationen besser finden zu können. Das Ziel von RDF ist hingegen, strukturierte Metadaten für Informationsquellen zu erzeugen und dadurch eine Basis für maschinelle Schlussfolgerungen zur Verfügung zu stellen. Damit wurde ein technischer Standard geschaffen, um die Idee des semantischen Webs umzusetzen (vgl. Garshol 2003a).

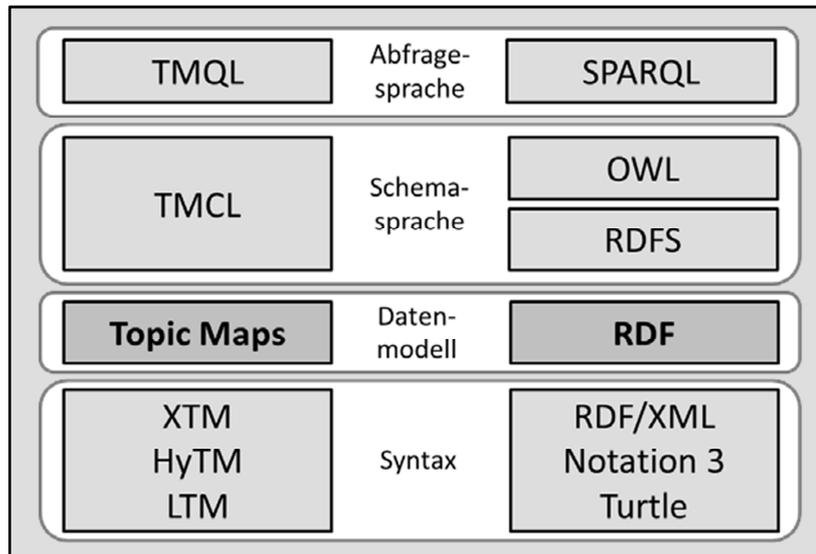
Sowohl Topic Maps als auch RDF dienen der Beschreibung von Dingen durch Symbole, welche sie repräsentieren. Unterschiedlich sind jedoch die Bezeichnungen von Dingen und deren Repräsentationen. Bei Topic Maps erfolgt die Beschreibung von Subjekten mit Hilfe von Topics. RDF benutzt hingegen Knoten, um Ressourcen zu beschreiben. Subjekte und Ressourcen sind daher unterschiedliche Bezeichnungen für Dinge. Die Symbole für die Repräsentation werden als Topics beziehungsweise Knoten bezeichnet.

3.1.1 Standards

Die parallele Entwicklung beider Technologien führte zu einer Reihe von Standards, auf die an dieser Stelle eingegangen wird. In Garshol (2003a)

erfolgt eine Aufteilung nach dem Verwendungszweck. In der *Abbildung 2* ist eine solche Einteilung dargestellt.

Abbildung 2 : Standardfamilien Topic Maps und RDF



Quelle: Garshol (2003a) modifiziert durch Verfasser

Für beide Repräsentationssprachen stehen Syntaxdefinitionen zur Verfügung. Dabei handelt es sich um Datenformate zur Gewährleistung der Austauschbarkeit der erzeugten Inhalte. Neben den standardisierten Syntaxen gibt es zudem solche, die keinem Standard unterliegen, sich aber dennoch etabliert haben.

Bei Topic Maps und RDF handelt es sich um abstrakte Datenmodelle. Das Topic-Maps-Datenmodell beschreibt die Information mithilfe von Topics, Assoziationen und Occurrences (TAO) sowie Namen und Rollen. Es ist damit komplexer als das RDF-Modell, welches es auf der Definition von Knoten und Statements basiert. Letztere dienen dazu, den Knoten Attribute und Relationen zuzuweisen. Das Datenmodell ist die Grundlage beider Technologien. Alle anderen Kategorien von Standards dienen dazu, dieses Datenmodell verwendbar zu machen.

Ein wesentlicher Bestandteil, um die Verwendung der Datenmodelle zu ermöglichen, sind die Schemasprachen. In der Welt von Topic Maps ist dies die *Topic Maps Constraint Language* (TMCL). Für RDF gibt es eine ganze Reihe von Schemasprachen. Aktuelle W3C-Standards sind das RDF-Schema (RDFS) und die ausdrucksmächtigere *Web Ontologie Language* (OWL). Die Schemasprachen enthalten ein Begriffsvokabular zur Beschreibung der Datenstruktur und Regeln für deren Verwendung. Das Vokabular der Schemasprachen besteht aus drei verschiedenen Gruppen von Elementen (vgl. Garshol 2008, S. 139):

- Constraints
- Dokumentation
- Regeln zur Schlussfolgerung

Die Constraints beschreiben die Struktur, in der die Daten vorliegen müssen. Diese Information ist Grundvoraussetzung für die automatisierte Verarbeitung und daher immer vorhanden. Die Dokumentationselemente enthalten Informationen für den menschlichen Betrachter. Dies können zum Beispiel Versionsinformationen sein. TMCL sieht solche Dokumentationselemente nicht vor. Schlussfolgerungsregeln ermöglichen es, aus den vorhandenen Daten Informationen abzuleiten, die dort nicht explizit angegeben sind. Solche Ableitungsregeln sind in TMCL nicht vorgesehen, sodass TMCL als Constraint-Sprache bezeichnet werden kann.

Alle verwendeten Elemente von Topic Maps sind bereits im Datenmodell enthalten und werden lediglich durch die Verwendung von Typen unterschieden. In RDF können hingegen mithilfe der Schemasprachen neue Elemente mit spezieller Bedeutung ergänzt werden. Das RDF-Datenmodell ist dadurch weniger komplex, kann aber durch Vokabulare erweitert werden.

Abbildung 2 wurde um die Kategorie der Abfragesprachen ergänzt, da inzwischen sowohl für Topic Maps als auch RDF dazu ein Standard vorliegt. Das Anbieten einer einheitlichen Zugriffssprache, unabhängig von der verwendeten Datenhaltung einer Anwendung, vereinfacht den Zugriff für deren Benutzer. Mit gezielt formulierten Abfragen können die Ergebnisse zum Beispiel vorgefiltert und die resultierende Datenmenge eingegrenzt werden. In der Standardfamilie von Topic Maps gibt es die Abfragesprache TMQL. Das Äquivalent auf der Seite von RDF stellt SPARQL dar.

3.1.2 Aussagentypen

In den Möglichkeiten, Aussagen zu den beschriebenen Dingen zu treffen, unterscheiden sich beide Technologien. Während bei RDF die Aussagen nur mit Statements vorgenommen werden, gibt es dazu bei Topic Maps drei verschiedene Wege. Mithilfe der *Statements* werden den RDF-Knoten Eigenschaften zugewiesen. Diese Eigenschaften können einfache Zeichenfolgen sein oder auch auf andere Ressourcen verweisen. Die Subjekte werden bei RDF auf diese Weise mit Objekten verknüpft.

Für Topic Maps existieren Namen, *Occurrences* und *Assoziationen*, um Aussagen über Subjekte zu treffen. Da es für Namen einen eigenen Aussagentyp gibt, ist die Bedeutung von Namen bereits durch das Datenmodell definiert. Dies ist in RDF nicht der Fall, sondern muss durch das verwendete Schema definiert werden.

Occurrences sind Eigenschaften, die als Zeichenkette gespeichert werden oder

auf Informationen außerhalb der Wissenslandkarte verweisen. Occurrences ähneln den RDF-Statements strukturell, da sie direkt am beschriebenen Objektknoten definiert werden.

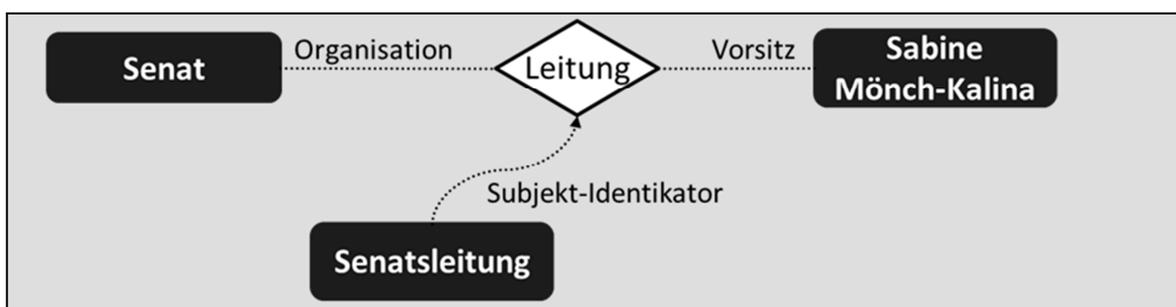
Assoziationen sind in Topic Maps als ein eigener Aussagentyp zur Definition von Beziehungen zwischen Subjekten definiert. Intern ist eine Assoziation im Datenmodell von Topic Maps ebenfalls ein Topic. Der Unterschied ist, dass es sich um eine besondere, im Datenmodell vordefinierte Form eines Topics handelt. In Assoziationen kann eine beliebige Anzahl an beteiligten Topics angegeben werden, die jeweils eine bestimmte Rolle einnehmen. Dies ist in RDF nicht ohne weiteres darstellbar, sondern muss durch Definition eines Hilfsknotens gelöst werden.

Ein weiterer Unterschied ist die Richtung von Relationen. Die Referenzen erfolgen bei Topic Maps an der Assoziation selbst, indem Topics die Rollen einnehmen. Die Beziehung ist daher immer in beide Richtungen definiert. In RDF werden die Referenzen hingegen als Statement am Ausgangsknoten und damit nur in eine Richtung definiert. Will man erreichen, dass eine Beziehung von beiden Seiten aus gesehen werden kann, muss sie in beiden beteiligten Objekten als Statement vorhanden sein. Alternativ kann die Beziehung als ein eigener Knoten dargestellt werden. Dies ist als eher umständlich einzuschätzen, da es die Verwendung eines speziellen Vokabulars erfordert.

3.1.3 Reifikation und Gültigkeitsbeschränkung von Aussagen

Reifikation bezeichnet die Fähigkeit, Aussagen über Aussagen treffen zu können, um diese genauer zu beschreiben (vgl. Garshol 2006). Im Datenmodell von Topic Maps ist eine solche Konkretisierung einfach umzusetzen. Hierzu wird lediglich ein neues Topic angelegt, dessen Subjekt-Identifikator auf die zu konkretisierende Aussage verweist. Diesem Topic können nun weitere Aussagen zur Beschreibung hinzugefügt werden. Die beschriebene Vorgehensweise zur Reifikation in Wissenslandkarten gilt sowohl für Assoziationen als auch Occurrences. Abbildung 3 zeigt eine derartige Modellierung anhand einer Assoziation.

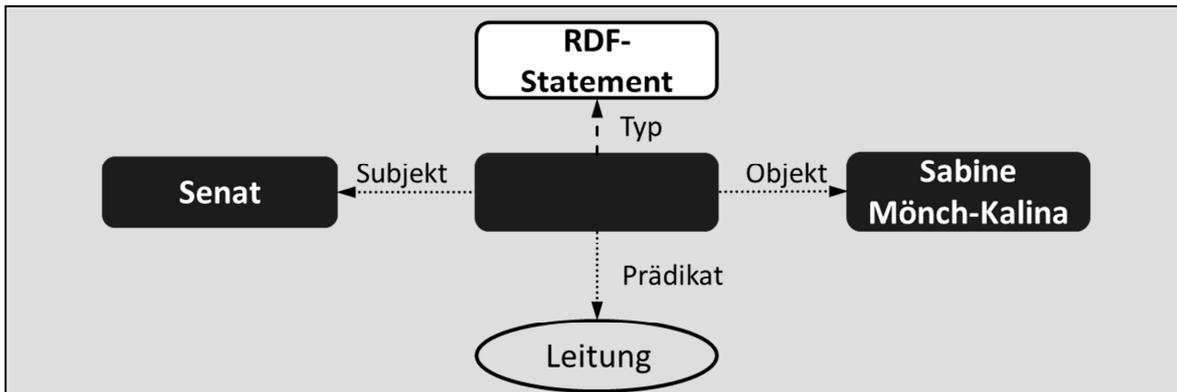
Abbildung 3 : Reifikation von Aussagen in Topic Maps



Quelle: Eigene Darstellung

Die Reifikation von Statements im RDF-Datenmodell ist dagegen nicht so elegant: Es wird ein leerer Knoten eines speziellen Typs erstellt, welcher das zu beschreibende Statement repräsentiert. Um diesen Knoten beschreiben zu können, muss ein spezielles Vokabular verwendet werden. Anschließend sind die beteiligten Knoten als Subjekt und Objekt sowie der Name der Eigenschaft anzugeben. Dem Knoten können nun weitere konkretisierende Aussagen hinzugefügt werden. *Abbildung 4* zeigt das vorherige Beispiel im RDF-Modell.

Abbildung 4 : Reifikation von RDF-Statements



Quelle: Eigene Darstellung

Eine spezielle Form der Konkretisierung von Aussagen stellen Angaben zu ihrer Gültigkeit dar. Mit ihnen lassen sich Aussagen treffen, die nur in bestimmten Fällen dargestellt werden. In der Praxis lässt sich die Beschränkung der Gültigkeit zum Beispiel dazu nutzen, Namen oder Beschreibungen in verschiedenen Sprachen anzugeben. Weitere Anwendungen betreffen die Verwendung von Homonymen oder die Zuordnung zu bestimmten Themengebieten.

Das RDF-Datenmodell sieht keine allgemeine Einschränkung der Gültigkeit vor. Lediglich eine unterschiedliche Sprachbezeichnung von Begriffen lässt sich realisieren, indem Zeichenketten mit einem Language Identifier gekennzeichnet werden. Weitergehende Einschränkungen sind nicht ohne weiteres möglich.

3.1.4 Gleichheit und Zusammenführung

Von Gleichheit spricht man, wenn zwei Symbole die gleichen Dinge beschreiben. Es muss möglich sein, solche Symbole zu erkennen. Erforderlich ist dies zum Beispiel, wenn Daten aus verschiedenen Quellen stammen oder Eintragungen mehrfach getätigt wurden. Beide Technologien erfüllen diese Anforderung.

Zur Bezeichnung der beschriebenen Dinge wird ein Uniform Resource Iden-

tifier (URI)¹ verwendet. Mithilfe eines URI lassen sich Quellen identifizieren, (vgl. Berners-Lee u.a. 2005, S. 4). Die Verwendung eines solchen eindeutigen Bezeichners kann zwei unterschiedliche Bedeutungen besitzen: So kann zum einen die beschriebene Sache selbst damit identifiziert werden, zum anderen kann darüber eine Informationsquelle adressiert sein.

RDF-Knoten können mit einem URI gekennzeichnet werden. Es wird davon ausgegangen, dass Knoten mit dem gleichen Bezeichner dieselbe Quelle repräsentieren. Eine Bedeutungsunterscheidung ist nicht vorgesehen. Auch in Topic Maps lassen sich den Topics URIs zuweisen. Es wird dabei zwischen Subjekt-Adresse und Subjekt-Identifikator und somit der Bedeutung unterschieden.

Daten lassen sich anhand ihrer eindeutigen Kennzeichnungen zusammenfassen, indem Aussagen in mehreren Symbolen über die gleichen Dinge zusammengeführt werden. So werden mehrere Topics oder Ressourcen mit dem gleichen URI aggregiert. Beide Technologien bieten zudem über spezielle Abfragen die Möglichkeit, gleiche Symbole anhand ihrer Aussagen zu erkennen.

3.1.5 Hierarchie

Ein wesentliches Konzept zur semantischen Darstellung von Wissen ist die Unterscheidung von Klassen und Objekten. Im Datenmodell der Wissenslandkarten erfolgt die Unterscheidung anhand des Typs einer Assoziation zwischen mehreren Topics. Hierbei wird zwischen einer Instanz-von- und einer Oberklasse-Unterklasse- Beziehung unterschieden. Beide Typen sind Bestandteil des Datenmodells. Das RDF-Datenmodell sieht selbst nur die Instanz-von-Beziehung für Ressourcen vor. Die Schemasprachen RDFS und OWL definieren dagegen ebenfalls die Oberklasse-Unterklasse-Beziehung.

3.1.6 Übersicht

Topic Maps ist als ausdrucksstärkeres Datenmodell anzusehen. Mit den enthaltenen Elementen kann mehr Wissen dargestellt werden. Das Datenmodell von RDF ist weniger komplex. Die Ausdrucksmächtigkeit kann aber durch die Benutzung spezieller Vokabulare sehr gut erweitert werden. In der Tabelle 1 werden die beiden Technologien mit ihren Merkmalen gegenübergestellt.

Gemeinsamkeiten

- Sowohl Wissenslandkarten als auch RDF beschreiben Dinge mit Symbolen.

¹ Ein Uniform Resource Identifier (URI) ist ein eindeutiger Bezeichner zur Identifizierung von abstrakten oder physischen Dingen.

- Beide Modelle erlauben die Darstellung einer Hierarchie von Klassen und Objekten.
- Beide Technologien haben Standards für das Datenmodell, Austauschformate, Schema- und Abfragesprachen.

Tabelle 1: Vergleich der Eigenschaften von Topic Maps und RDF

	Topic Maps	RDF
Zweck	Indizierung von Wissen	Semantic Web
Standardisierung	ISO	W3C
Datenformat (Syntax)	XTM, HyTM, LTM...	RDF/XML, T3, ...
Schemasprache	TMCL	RDFS, OWL
Abfragesprache	TMQL	SPARQL
Beschriebenes	Subjekte	Ressourcen
Beschreibung	Topics	Knoten
Aussagen	Namen, Occurrences, Assoziationen	Statements
Konkretion	Möglich mittels Topic	Spezielles Vokabular notwendig
Gültigkeitsbeschränkung	Scopes	Language Identifier
Identitätskennzeichnung	Subjekt-Adresse, Subjekt- Identifikator	URI-Label
Hierarchie	Rollen in Assoziationen: Supertype, Subtype, Instance	Eigenschaften: Type, SubClassOf

Quelle: Eigene Darstellung.

Unterschiede

- Topic Maps wurden entwickelt, um Informationsquellen zu indizieren. Das Ziel von RDF ist die Anreicherung von Informationsquellen mit Metadaten.
- Topic Maps verfügen über drei verschiedene Typen von Aussagen, wohingegen RDF lediglich eine kennt.
- Das RDF-Datenmodell entspricht einem gerichteten Graph, weshalb Beziehungen durch Aussagen nur in eine Richtung definiert werden, wohingegen die Assoziationen der Topic Maps in beide Richtungen gelten.
- Topic Maps unterscheiden bei der Verwendung von URIs zwischen

der beschriebenen Sache und einer Beschreibung zu dieser Sache. RDF kennt diesen Unterschied nicht.

- Die Konkretion von Aussagen in Topic Maps ist im Datenmodell vorgesehen. RDF ermöglicht diese nur umständlich über spezielle Vokabulare.
- In Topic Maps lassen sich Gültigkeitsbeschränkungen für Aussagen formulieren. RDF kennt lediglich Sprachdefinitionen für Begriffe.

3.2 Überführung

Die Gegenüberstellung der Technologien stellt die Unterschiede heraus. Diese Unterschiede implizieren, dass die Daten aus dem Wiki-System nicht ohne zusätzlichen Aufwand in das Topic-Map-System überführt werden können.

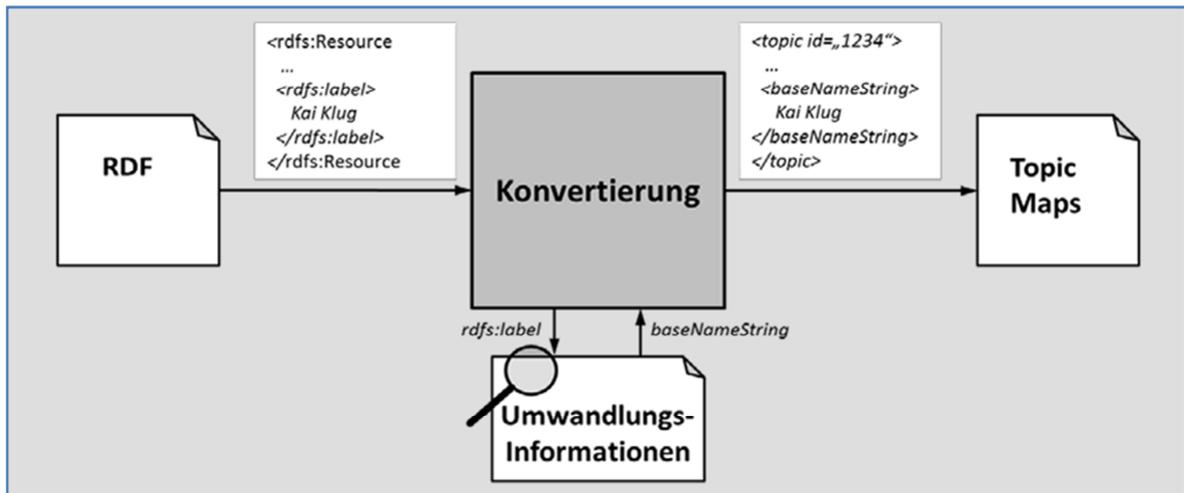
Eine Schwierigkeit besteht darin, die RDF-Statements in Aussagen des Topic-Maps-Modells zu überführen, von denen es drei verschiedene (Namen, Assoziationen und Occurrences) gibt. Die RDF-Statements sind ähnlich wie Assoziationen und Occurrences in Topic Maps typisierbar. Das bedeutet, Aussagen gleichen Typs haben die gleiche Bedeutung. Alle Statements desselben Typs sind aus diesem Grund bei der Umwandlung identisch zu behandeln und müssen darum in dieselbe Aussagevariante von Topic Maps konvertiert werden.

Kann die Bedeutung eines Statements bei einer automatischen Umwandlung automatisch ermittelt werden? Assoziationen lassen sich erkennen, in dem man alle Statements daraufhin überprüft, ob ihr Wert auf einen anderen RDF-Knoten verweist. Der Unterschied zwischen Name und Occurrence kann aber nicht ohne weiteres aufgelöst werden. Es ist also notwendig, die Bedeutungsinformationen bei der Umwandlung explizit manuell anzugeben.

Da die Aussagen als Typen vorliegen, können einmal definierte Bedeutungen eines Typs für alle Aussagen verwendet werden. Als Beispiel können alle RDF-Statements vom Typ Label als Basisname in einer Topic Map umgewandelt werden. Die fehlende Bedeutungsinformation eines Statements ist zu hinterlegen, um diese dann für eine Umwandlung abrufen zu können. Ein Konvertierungsprozess, der auf hinterlegte Daten zurückgreift, ist in *Abbildung 55* zu sehen.

Für eine automatisierte Umwandlung müssen die Umwandlungsinformationen (*Abbildung 5*) formal vorliegen. Garshol (2003b) schlägt zu diesem Zweck ein Vokabular vor, in dem Begriffe für eine Beschreibung der Bedeutung von RDF-Statements festgelegt werden. Das Format zur Beschreibung der Umwandlungsinformationen wird dabei als Zuordnungsschema zwischen RDF und Topic Maps (kurz: RTM) bezeichnet. Mit dem RTM-Vokabular beschriebene Umwandlungsinformationen können von einigen Topic Maps Engines wie zum Beispiel der Ontopia-Engine verwendet werden.

Abbildung 5 : Konvertierungsprozess von RDF zu Topic Maps



Quelle: Eigene Darstellung.

Ein weiteres Problem bei der Umwandlung von Aussagen ergibt sich aus der Tatsache, dass Beziehungen innerhalb von RDF gerichtet sind, in Wissenslandkarten dagegen nicht. In den meisten Fällen ist dies unproblematisch, weil gerichtete Beziehungen einfach umgewandelt werden können. Wird eine Beziehung in beide Richtungen definiert, werden zwei Assoziationen in der Topic Map erzeugt, welche dieselbe Bedeutung haben. Zur Lösung dieses Problems gibt es zwei Möglichkeiten. Einerseits kann zusätzlich gespeichert werden, welche RDF-Statements für entgegengesetzte Beziehungen stehen. Diese Information wird dann bei der Konvertierung ebenfalls herangezogen. Dies bringt den Nachteil mit sich, dass während der Umwandlung geprüft werden muss, ob die Relationen aus beiden Richtungen definiert sind. Andererseits kann die Information direkt im Statement mit angegeben werden, sofern das verwendete RDF-Vokabular diese Möglichkeit vorsieht. Das Semantic MediaWiki nutzt OWL als Beschreibungssprache, die diese Möglichkeit unterstützt. Es genügt somit die Bedeutung der Eigenschaft zu hinterlegen, mit der Beziehungen als entgegengesetzt definiert werden können. Diese Beziehungen können bei der Umwandlung dann ignoriert werden.

Aufgrund der Tatsache, dass Relationen im Topic-Maps-Datenmodell nicht gerichtet sind, sondern eigene Objekte darstellen, ist die Verwendung richtungsanzeigender Namen nicht zu empfehlen. Bezeichnungen wie „geleitet von“ lassen sich nicht in beide Richtungen einer Assoziation lesen. Bei der Darstellung verwirrt dies den Benutzer, weil die Bedeutung der menschlichen Sprache nicht mit der Bedeutung der Assoziation im Wissensmodell übereinstimmt. Im RDF-Modell sind Beziehungen gerichtet und werden häufig entsprechend benannt. Die Bezeichnung ist für die formale Darstellung nicht von Bedeutung. Hier ist im Anschluss ein weiterer Schritt notwendig, bei dem

Bezeichnungen für Assoziationen entweder manuell oder automatisch anhand bekannter Muster angepasst werden.

Assoziationsrollen gibt es im Datenmodell von RDF nicht. Deshalb können bei der Umwandlung in Wissenslandkarten hierzu spezielle Rollentypen angelegt werden. Weil Beziehungen innerhalb von RDF-Modellen gerichtet vorliegen, kann allgemein zwischen den Rollen Subjekt und Objekt des Aussage-Tripels unterschieden werden. Sind die Rollen einer Beziehung bekannt und will man diese bei der Konvertierung zuweisen, müssen diese Informationen bereitgestellt werden.

Ähnlich wie bei Aussagen wird innerhalb von Topic Maps bei der Verwendung von URIs zwischen zwei Typen unterschieden. Der Lösungsansatz für die Umwandlung ist dabei derselbe wie zuvor. Die benötigten Informationen sind im RDF-Modell nicht vorhanden und müssen aus diesem Grund bei der Konvertierung zur Verfügung gestellt werden.

Die aufgeführten Schwierigkeiten bei der Überführung von Daten, sind auf fehlende Bedeutungsinformationen im RDF-Modell zurückzuführen. Dies ist problematisch, weil zur Erzeugung einer gültigen Wissenslandkarte bestimmte Strukturinformationen vorliegen müssen. Aufgrund dessen ist es für bestimmte Daten aus dem RDF-Modell notwendig, die fehlenden Informationen zu ergänzen.

Sprachspezifische Aussagen des RDF-Modells sind entsprechend gekennzeichnet und müssen bei der Umwandlung zur Eingrenzung einem *Scope* zugeordnet werden. Es handelt sich bei Scopes um Referenzen auf Topics, welche demzufolge für die benötigten Sprachen angelegt werden müssen. Bei der Umwandlung sind für diesen Zweck die notwendigen Zuordnungsinformationen bereitzustellen.

Die zuvor beschriebenen Punkte gelten lediglich für die Umwandlung von RDF in Topic Maps. Die Rückumwandlung ist nicht vorgesehen, da die Daten des Wikis lediglich zu visualisieren sind. Sofern die Anforderungen um die Möglichkeit erweitert werden, mithilfe der Visualisierung Daten manipulieren zu können, kommen weitere Hürden hinzu. Eine solche Möglichkeit ist für den Prototyp nicht vorgesehen.

4. Ein Prototyp für die Visualisierung von Wiki-Seiten

Dieses Kapitel beschreibt einen Prototyp, der aus einem Semantic MediaWiki eine Ontopia-Visualisierung generiert.

4.1 Software einrichten

Als Grundlage dient das Softwarepaket XAMPP. Darin sind ein Web- und ein Datenbankserver enthalten. Die Installation und Konfiguration erfordert daher wenig Aufwand. Eine Webanwendung zur Verwaltung des Datenbankservers ist ebenso vorhanden wie die Unterstützung von PHP-Anwendungen.

Darauf aufbauend wird das MediaWiki-System sowie die Erweiterungen für das Semantische Wiki (Semantic Bundle) installiert und eingerichtet.

Die Komponenten von Ontopia sind Java-Webanwendungen und benötigen daher einen Anwendungsserver, auf denen sie ausgeführt werden. Das XAMPP-Paket enthält mit dem Apache Tomcat einen solchen Server. Dieser kommt für das Beispiel jedoch nicht zum Einsatz, da Ontopia eine andere Version des Web-Servers erfordert. Die passende Version ist im Paket von Ontopia enthalten und kann verwendet werden. Das vorhandene Kontrollprogramm von XAMPP kann zum Starten und Beenden der einzelnen Komponenten benutzt werden. Um den Anwendungsserver von Ontopia mit dem Kontrollprogramm steuern zu können, sind in einigen Skripten des XAMPP-Paketes die Pfadangaben anzupassen.

Der Tomcat-Server enthält zur Darstellung der Weboberflächen einen eigenen Web-Server. Dieser wird jedoch nicht benötigt. Stattdessen kann der bereits vorhandene Server des XAMPP-Paketes zum Einsatz kommen. Der Anwendungsserver wird daher mit diesem verbunden. Hierzu werden die dafür notwendigen Konfigurationsdateien angepasst. Daraus ergibt sich zudem der Vorteil, dass für den Zugriff auf Ontopia kein spezieller Port verwendet werden muss. Stattdessen können bestimmte Anfragen vom Web-Server direkt an den Anwendungsserver weitergeleitet werden. Die nachfolgenden Auszüge aus der Konfiguration verdeutlichen das Prinzip.

Auszug der Anwendungsserver-Konfiguration:

```
<Connector port="8009" protocol="AJP/1.3" redirectPort="8443"  
/>
```

Auszug der Webserver-Konfiguration

```
ProxyPass /ontopia ajp://127.0.0.1:8009/ontopia smax=0 ttl=60
retry=5
ProxyPass /omnigator ajp://127.0.0.1:8009/omnigator ...
ProxyPass /ontopoly ajp://127.0.0.1:8009/ontopoly ...
ProxyPass /accessctl ajp://127.0.0.1:8009/accessctl ...
ProxyPass /i18n ajp://127.0.0.1:8009/i18n ...
ProxyPass /manage ajp://127.0.0.1:8009/manage ...
ProxyPass /tmrap ajp://127.0.0.1:8009/tmrap ...
ProxyPass /xmltools ajp://127.0.0.1:8009/xmltools ...
```

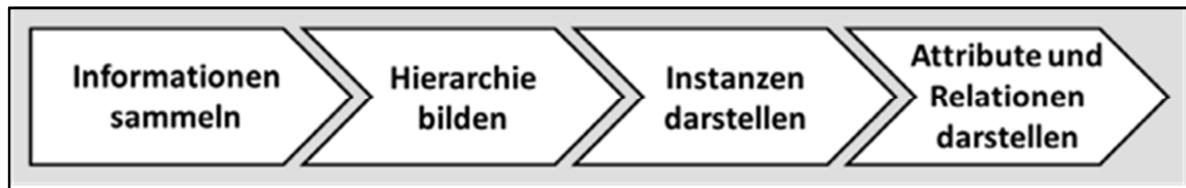
Die beschriebene Vorgehensweise wurde auf einem Computer mit dem Betriebssystem Windows 8 durchgeführt. Alle verwendeten Komponenten sind für Linux ebenfalls verfügbar. Windows wurde eingesetzt, um die erarbeitete Lösung mit geringem Aufwand nachvollziehen zu können. Das verwendete XAMPP ist lediglich für den prototypischen Einsatz gedacht. Für einen produktiven Einsatz ist eine Umstellung auf speziell angepasste Serversysteme erforderlich, die in der Regel deutlich restriktiver eingerichtet sind.

4.2 Gegenstandsbereich Hochschule Wismar

Als Beispiel für das Zusammenspiel von Semantischem Mediwiki und Ontopia wird die Organisationsstruktur der Hochschule Wismar zugrunde gelegt. Für diese werden im Wiki-System Informationen bereitgestellt. Für den Einsatz in einem produktiven Umfeld ist das Datenmodell nicht vorgesehen. Hierfür fehlen Aussagen über spezifische Anforderungen des jeweiligen Anwendungsfalles. Der Bestimmungszweck einer Anwendung hat Einfluss auf deren Eigenschaften. Davon ist außerdem die Struktur des Wissens abhängig. Für den produktiven Einsatz mit einem konkreteren Anwendungsfall ändert sich die Relevanz bestimmter Informationen. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit einer Anpassung der Struktur und der Inhalte für den jeweiligen Einsatzzweck. Aus diesen Gründen wird die Struktur nicht vollständig abgebildet. Es handelt sich um ein einfaches Beispiel, um die vorgeschlagenen Schritte gut nachvollziehen zu können.

Zur Beschreibung des Gegenstandsbereiches sind mehrere Schritte notwendig, die nachfolgend erläutert werden. Den Ablauf der Modellierung zeigt die
Abbildung 6,

Abbildung 6 : Vorgehensweise bei der Modellierung



Quelle: Eigene Darstellung.

4.2.1 Informationen sammeln

Die Daten zur Struktur werden aus hochschulöffentlich verfügbaren Informationen zusammengestellt. Dazu zählen ein Organigramm sowie ein Strukturplan der Hochschule Wismar. Beide Dokumente wurden im September des Jahres 2013 veröffentlicht und stammen aus dem Intranet der Hochschule. Detaillierte Informationen zu den Eigenschaften von Objekten finden sich zum Teil auf der Internetpräsenz der Hochschule. Eigenschaften und Beziehungen von Studiengängen lassen sich so anhand von Studien- und Prüfungsordnungen nachvollziehen. Daneben wird auf die Erfahrungen aus dem Projekt „Topic Maps für Hochschulstrukturen“ (ToMaHS) zurückgegriffen (vgl. Lämmel, Cleve, Greve 2005).

Die zur Verfügung stehenden Informationen werden auf ihre Vollständigkeit geprüft. Sie bieten einen ersten Ansatz, die darin enthaltenen Begriffe gedanklich einzuordnen und zu gruppieren. Dabei fällt auf, dass die aufgeführten Objekte größtenteils Instanzen darstellen und die Typen aus den Informationen noch erschlossen werden müssen. Beziehungen werden nur teilweise dargestellt und benannt, weshalb deren Bedeutung nicht eindeutig ist.

Die fehlenden Informationen zur Bedeutung der vorhandenen Informationen, die nicht ausreichende Strukturierung sowie notwendige Zusatzinformationen werden ergänzt. Auf diese Weise entsteht ein Modell, das in das semantische Wiki-System eingepflegt werden kann.

4.2.2 Hierarchie

Nachdem Informationen zur Beschreibung des Gegenstandsbereiches zusammengetragen wurden, ist eine Hierarchie zu entwickeln. Dazu werden die Elemente nach gemeinsamen Eigenschaften geordnet. Das Wiki wird diese Hierarchie für die Benutzer später in Form von Kategorien darstellen.

In einem semantischen Wiki-System sind weitere Beziehungsarten darstellbar. So kann eine Unterteilung mithilfe von Eigenschaften vorgenommen werden. Diese Eigenschaften definieren Beziehungen zwischen Objekten. Eine Eingrenzung ist auf diese Weise mithilfe semantischer Abfragen möglich. Aus

diesem Grund werden Kategorien sparsam eingesetzt, wodurch sich die hierarchische Tiefe reduziert.

Tabelle 2: Beispiel für Hierarchie und Instanzen des Gegenstandsbereiches

Objektyp	Beispielinstanz
Modul	Theoretische Informatik
Organisationseinheit	Hochschule Wismar
Gremium Hochschulgremium Studentisches Gremium	Senat Studierendenparlament
Hochschulgesellschaft	WINGS
Zentrale Einrichtung Bildungseinrichtung Einrichtung des Rektorats Einrichtung für besondere Aufgaben Forschungseinrichtung Verwaltungseinrichtung Wissenschaftliche Einrichtung	Sprachenzentrum International Office Rechenzentrum Graduate School Justitiariat Kompetenzzentrum Bau M-V
Fakultät	Fakultät für Ingenieurwissenschaften
Bereich	Bereich Seefahrt
Person Angestellter Mitarbeiter Hochschullehrer Studierender	Martin Grüber Norbert Grünwald Jan Bublitz
Rolle	Datenschutzbeauftragter
Studiengang Bachelor-Studiengang Master-Studiengang Diplomstudiengang Fernstudiengang Präsenzstudiengang	Wirtschaftsinformatik, Bachelor Wirtschaftsinformatik, Master Wirtschaftsinformatik, Diplom, Fern Wirtschaftsinformatik, Diplom, Fern Wirtschaftsinformatik, Bachelor

Quelle: Eigene Darstellung.

Die Hierarchie ließe sich noch flacher gestalten, indem zentrale Einrichtungen nicht in weitere Unterkategorien aufgeteilt werden. Von einer flacheren Darstellung wird jedoch bewusst Abstand genommen, um die Auswirkungen mehrerer Hierarchiestufen auf das Endergebnis überprüfen zu können.

Die *Tabelle 2* zeigt einen Vorschlag zur hierarchischen Strukturierung des Gegenstandsbereiches Hochschule Wismar und seiner Elemente. Untergeordnete Objekttypen eines Typs sind darin in eingerückter Form dargestellt.

4.2.3 Instanzen

Durch den Aufbau der Hierarchie sind die Objekttypen festgelegt, und es werden nun den Typen entsprechende Instanzen zugewiesen. Für das Beispiel werden für jeden Typ mindestens zwei Instanzen erzeugt. Für viele Typen existieren in den vorliegenden Quellen ausreichend Beispiele, falls nicht, werden eigene Beispielinstanzen hinzugefügt.

Während die Objekttypen im Wiki durch Kategorien dargestellt werden, entsprechen die Instanzen den Seiten eines Wikis. Zu einigen Typen sind in der *Tabelle 2* Instanz-Beispiele aufgeführt. Für Typen, denen weitere Typen untergeordnet sind, wie zum Beispiel *Angestellter* existieren in der Regel keine Instanzen. Instanzen untergeordneter Typen sind immer auch Instanzen entsprechender übergeordneter Typen. In einigen Systemen wird vom Entwickler verlangt, Objekttypen, die Instanzen haben können, explizit zu definieren.

Ein Vorteil semantischer Netze ist, dass Objekte gleichzeitig Instanz mehrerer Typen darstellen können. Im Beispiel betrifft dies zum Beispiel den Studiengang Wirtschaftsinformatik Bachelor. Dieser ist sowohl vom Typ Fernstudiengang als auch vom Typ Bachelor-Studiengang. Für einen konkreten Anwendungsfall ist diese Einteilung eventuell nicht sinnvoll. Für das Beispiel wurde sie bewusst gewählt, um einen derartigen Spezialfall ebenfalls abzubilden.

4.2.4 Attribute und Assoziationen

Die entwickelte Typhierarchie bildet das Rückgrat oder Skelett eines Wissensnetzes. Durch die Zuordnung der Instanzen zu den Typen ist eine erste Ausgestaltung erfolgt. Die Instanzen selbst sind für eine Anwendung detaillierter zu beschreiben und in einem Wiki durch Seiten darzustellen. Zusätzlich zum Text kann eine Seite in einem semantischen Wiki durch Attribute, auch Annotationen genannt, erweitert werden. Dabei handelt es sich jeweils um ein Paar aus Eigenschaft und dazugehörigem Wert, wobei die Eigenschaft einen definierten Datentyp besitzt.

Beziehungen zwischen Objekten werden nun ebenfalls mittels Attribute definiert, deren Datentyp *Seite* ist. Der Datentyp *Seite* „wird für das Speichern von Seitennamen genutzt und stellt diese als Link dar“ (Semantic MediaWiki

2013) Auf diese Weise lassen sich beliebig viele gerichtete Beziehungen auf einer Seite definieren.

Ein Prinzip bei der Modellierung von Wissen ist die Reduzierung der Menge verschiedener Relationstypen auf ein notwendiges Maß. Tritt ein Relationstyp nur einmal auf, so kann dies ein Hinweis darauf sein, dass diese Art der Relation nicht benötigt wird. Häufig werden mehrere Beziehungstypen definiert, die sich in ihrer Bedeutung ähneln. Im betrachteten Beispiel lassen sich die Beziehungsarten Kanzler, Dekan, Rektor, Vorsitzender und Präsidentin definieren. Alle diese Begriffe beschreiben Beziehungen, bei denen Personen eine bestimmte Rolle für eine Organisationseinheit einnehmen. Die Bedeutungen der Rollen ähneln sich stark und können aufgrund dessen auf die Bezeichnung *Leitung* reduziert werden. Die unterschiedlichen Bezeichnungen können in der Darstellung trotzdem beibehalten werden.

Eigenschaften können im Semantic MediaWiki ebenfalls hierarchisch gegliedert sein. Auf der Spezialseite eines Attributes kann unter Verwendung des speziellen Attributes „*Unterattribut von*“ die übergeordnete Eigenschaft definiert werden. Bei späteren Abfragen mit dem Oberbegriff als Attribut, werden die untergeordneten Attribute mit berücksichtigt.

Tabelle 3 führt die Eigenschaften auf, die im Beispiel verwendet werden. Im Semantic Mediawiki stehen neben dem Datentyp *Seite* noch weitere Datentypen zur Verfügung. Das Beispiel ist so gewählt, dass für jeden Datentyp mindestens ein Attribut definiert ist.

Welcher Typ jeweils verwendet wird, ist in der Tabelle dargestellt. Die Attribute Körpertemperatur, Gewicht und Quellcode sind für die Modellierung des Gegenstandsbereiches nicht relevant. Dennoch sind diese mit aufgeführt, da die korrekte Umwandlung dieser Datentypen ebenfalls getestet wurde. Der Verbund Abschlussnote ist eine Kombination aus einem Studiengang und einer Zahl für die darin erzielte Abschlussnote.

Tabelle 3: Beispiele für Attribute des Gegenstandsbereiches

Attribut	Datentyp
Abschlussnote	Verbund
Akademischer Titel	Zeichenkette
Beschreibung	Text
Besetzung	Seite
E-Mail	E-Mail
Fernstudent	<i>Wahrheitswert</i>
Geburtsdatum	<i>Datum</i>
Hierarchie	<i>Seite</i>
Körpergewicht	<i>Maß</i>
Körpertemperatur	<i>Temperatur</i>
Modul	<i>Seite</i>
Mitglied Leitung Stellvertreter Leitung der Verwaltung	<i>Seite</i>
Name Vorname Nachname	<i>Zeichenkette</i>
Semesteranzahl	<i>Zahl</i>
Studiengang	<i>Seite</i>
Telefon	<i>Telefonnummer</i>
Quellcode	<i>Quellcode</i>
URI-Annotation	<i>URI-Annotation</i>
URL	<i>URL</i>

Quelle: Eigene Darstellung.

4.3 Inhalte anlegen

Auf Grundlage der vorherigen Überlegungen zur Hierarchie, den Instanzen sowie den Attributen werden die Seiten im Wiki erstellt. Für die ermittelten Typen werden die notwendigen Kategorien definiert und für die Beispielinstanzen werden ebenfalls Wiki-Seiten angelegt, die den Kategorien zugeordnet werden. Die beschriebenen Attribute werden auf den Seiten als Auszeichnungen (Annotationen) definiert.

Der Datentypen wird einem Attribut im Semantic Mediawiki mittels der vordefinierten Relation „has type“ zugewiesen:

```
[[has type::Page|Seite]].
```

Dies geschieht auf der Wiki-Seite des Attributs. Dies gilt auch für alle anderen Eigenschaften wie der Angabe, dass es sich um ein Unterattribut handelt. Sofern kein Datentyp angegeben ist, wird der Typ *Seite* als Standard gesetzt. Für ein Attribut, das keine Beziehung darstellen soll, muss deshalb auf der Seite des Attributes dessen Datentyp explizit festgelegt werden.

Im Semantic MediaWiki können bisher keine Regeln definiert werden, aus denen sich neues Wissen aus bereits vorhandenen Informationen ableiten lässt. So kann nicht festgelegt werden, dass die Mitglieder des Gremiums *Senat* automatisch auch dem Gremium *Erweiterter Senat* angehören.

Die Anzeige von impliziten Informationen im Wiki ist mithilfe eingebetteter Abfragen möglich. Das Ergebnis einer Abfrage kann jedoch nicht einem Attribut als Wert zugewiesen werden. Für die Umwandlung bedeutet dies, dass diese Eigenschaften nicht mit berücksichtigt werden. Eine mögliche Lösung besteht im redundanten Anlegen der Daten.

Die Inhalte im Wiki sind jederzeit frei editierbar. Dies gilt ebenso für die Definition der semantischen Attribute. Da sich im Semantic Mediawiki die Struktur aus den erstellten Inhalten ergibt, können die Strukturdaten jederzeit durch den Benutzer verändert werden. So können zum Beispiel ständig weitere Kategorien oder neue Arten von Attributen definiert werden.

4.4 Datenübernahme

Nachdem der Gegenstandsbereich erfasst und in das Wiki-System aufgenommen wurde, sind die Voraussetzungen für die Übernahme der Daten in eine Wissenslandkarte gegeben. Die Übernahme erfolgt in zwei Schritten: Zunächst wird die vollständige Wissensstruktur aus dem MediaWiki exportiert. Anschließend erfolgt der Import in das System Ontopia.

4.4.1 Export aus dem Wiki-System

Das MediaWiki bietet für den Export der semantischen Daten zwei unterschiedliche Schnittstellen an. Zum einen besteht die Möglichkeit, einzelne

Dokumente über die Weboberfläche des Wikis zu exportieren. Hierfür ist die Eingabe der Seitennamen, die extrahiert werden sollen, erforderlich. Dies ist für den Export des gesamten Inhalts nicht geeignet. Zum anderen existiert ein PHP-Skript, mit dem sich die komplette Datenstruktur exportieren lässt. Die extrahierten Daten liegen dann im RDF-Format vor und werden in einer Datei gespeichert.

Befehl zum Starten des Exportvorgangs:

```
php [Semantic MediaWiki]/maintenance/SMW_dumpRDF.php
    -o export.rdf
```

Der Exportvorgang kann automatisiert angestoßen werden: Dazu wird ein weiteres Skript erstellt, welches das Export-Skript mit den notwendigen Parametern startet. Das Betriebssystem kann das erstellte Skript dann in regelmäßigen Zeitabständen selbstständig ausführen. Dieses Vorgehen hat den Vorteil, dass die exportierten Daten regelmäßig aktualisiert werden und stets den aktuellen Stand im Wiki widerspiegeln.

4.4.2 Import in das Wissensnetz

4.4.2.1 Vorgehensweise

Schwieriger als das Extrahieren der Daten aus dem Wiki stellt sich der Import der Daten in die Topic Maps Engine dar, weil hierbei die Umwandlung in das gewünschte Format stattfinden muss. Die Basis für eine korrekte Umwandlung ist die Definition der richtigen Zuordnung von RDF-Statements zu den passenden Aussagetypen in Topic Maps. Die notwendige Vorgehensweise ist in Abschnitt 0 beschrieben. Die Ontopia Engine ist in der Lage, die extrahierten Daten umzuwandeln, sofern die Zuordnungsparameter für die Eigenschaften bereitgestellt werden. Die Darstellungsanwendung Omnigator enthält eine Web-Oberfläche, auf der die Zuordnung vorgenommen werden kann. Eine manuelle Erstellung der Zuordnungsdatei kann in der Regel vermieden werden. Einmal definierte Zuordnungen werden gespeichert und für alle RDF-Dateien verwendet. Sie sind wiederverwendbar, solange sich die Struktur des Wikis nicht verändert. Fügt ein Benutzer durch die Bearbeitung einer Seite ein neues Attribut hinzu, wird dieses bei der Umwandlung solange ignoriert, bis eine Zuordnung festgelegt wird.

Es ist bekannt, dass bestimmte Typen von Attributen im Wiki als Beziehung, andere dagegen als Namen oder beschreibende Eigenschaft eines Objektes dargestellt werden. Daraus lässt sich jedoch keine automatische Zuordnung ableiten. In der Regel stellen Attribute vom Datentyp *Seite* eine Beziehung dar. Bei Zeichenketten ist eine einheitliche Zuordnung nicht mehr möglich, da

zum Beispiel zwischen Namen und Occurrences unterschieden werden kann. Daher muss die Zuordnung für jeden Attribut-Typ separat definiert werden.

Tabelle 4: Zuordnungsoptionen für die Umwandlung von Eigenschaften

Zuordnungswert	Bedeutung
Ignore	Die Aussage wird ignoriert und nicht umgewandelt.
Basename	Die Aussage wird in der Topic Map als Basisname dargestellt.
Scoped basename	Die Aussage wird in der Wissenslandkarte als Basisname eines speziellen Gültigkeitsbereiches dargestellt.
Occurrence	Die Aussage wird als Occurrence interpretiert, die Eigenschaften zur Beschreibung eines Topics als Zeichenkette speichert.
Association	Die Aussage entspricht einer Assoziation zwischen zwei Objekten
Instance-of	Die Aussage wird als Typenzuweisung interpretiert.
Source Locator	Die Aussage ist ein Verweis auf eine als Bitstrom (z. B. Datei) verfügbare Quelle.
Subject Locator	Die Aussage wird als Subjekt-Adresse interpretiert und verweist auf das beschriebene Subjekt.
Subject Identifier	Die Aussage wird als Subjekt-Identifikator interpretiert und verweist auf eine Quelle, die das beschriebene Objekt für den Menschen genauer erläutert.

Quelle: Eigene Darstellung.

In der *Tabelle 4* sind die möglichen Zuordnungen eines RDF-Statements zu den Aussagetypen in Wissenslandkarten und deren Bedeutung aufgeführt. Das erstellte Beispiel wird im Wiki intern als Ontologie in der Sprache OWL-DL abgebildet. Das Semantic MediaWiki definiert zudem ein eigenes Begriffsvokabular, das die verwendeten Strukturelemente und Datentypen definiert. Neben den selbst definierten Attributen enthalten die extrahierten Daten deshalb weitere Aussagen, die zum Beispiel spezielle Attribute des Wikis repräsentieren. Insgesamt müssen Begriffe aus fünf Vokabularen zugeordnet werden. Die selbst definierten Attribute wurden nach folgendem Regeln zugeordnet:

- Ein Attribut mit dem Datentyp *Seite* wird zu einer *Assoziation*.

- Vollständige Namen werden als *Basisname* interpretiert.
- Bei Attributen der Datentypen *URL* oder *URI* ist die Bedeutung des Attributes zu berücksichtigen:
 - Sie werden in der Regel als Occurrence interpretiert.
 - Als *Subject Locator* werden sie interpretiert, wenn sie auf die beschriebene Sache verweisen.
 - Die Interpretation als *Subject Identifier* erfolgt, wenn sie auf eine Repräsentation der beschriebenen Sache verweisen.
- Alle anderen Attribute werden zur Occurrence umgewandelt. Dazu zählen Vor- und Nachnamen ebenfalls.

Die Bedeutung der übrigen RDF-Statements lässt sich zum Teil aus den verwendeten Vokabularen ableiten und kann durch Ausprobieren ermittelt werden. Einige davon sind zwingend notwendig, um die Struktur abzubilden. Andere repräsentieren lediglich Zusatzinformationen und können wahlweise ignoriert oder als *Occurrence* interpretiert werden. In der Anlage B ist eine Übersicht der im Beispiel verwendeten Zuordnungen für alle auftretenden Aussagen zu finden.

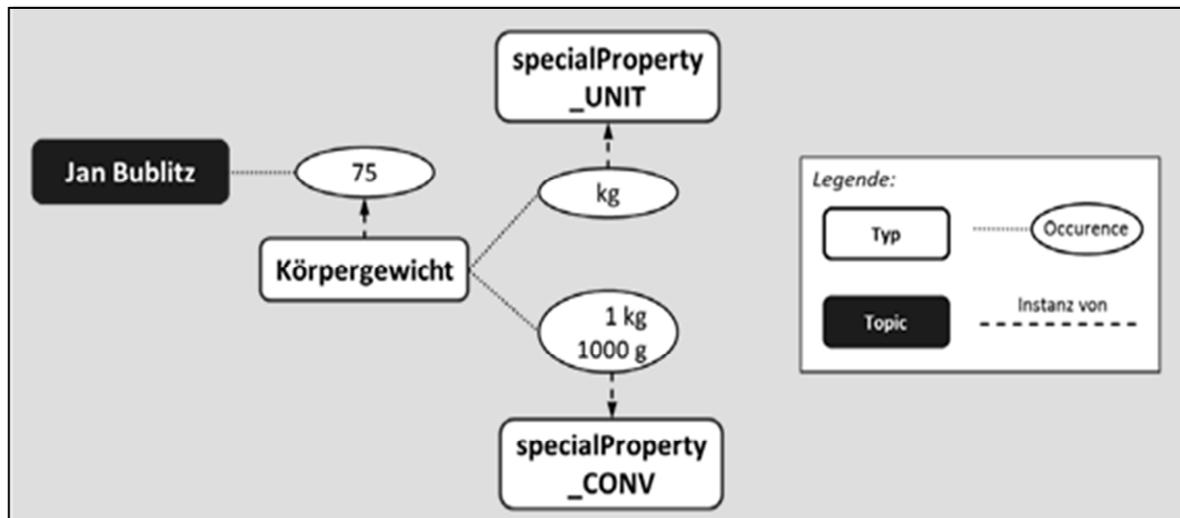
4.4.2.2 Datentypen und Spezialattribute

Bei der Modellierung wurde darauf geachtet, dass alle von Mediawiki unterstützten Datentypen im Beispiel eingesetzt werden. Das Ergebnis der Umwandlung wird zunächst schrittweise mit dem Darstellungswerkzeug Omnigator überprüft. Dabei zeigt sich, dass die Umwandlung einiger Datentypen aus dem RDF- in das Topic-Maps-Modell nicht problemlos funktioniert.

Ohne Einschränkungen werden Attribute der Datentypen *Seite*, *Zeichenkette*, *Text*, *Zahl*, *Quellcode* oder *Maß* übertragen. Attribute des Datentyps *Maß* definieren Einheiten und Umrechnungsgrößen. Der zugewiesene Wert eines Attributes setzt sich aus einer Zahl und einer Einheit zusammen. Diese Parameter werden im Wiki auf der Spezialseite mithilfe von Spezialattributen definiert. Wie die Repräsentation innerhalb von Wissenslandkarten erfolgt, zeigt

Abbildung 7.

Abbildung 7 : Repräsentation des Datentyps Maß in Topic Maps



Quelle: Eigene Darstellung.

Einige Datentypen werden zwar umgewandelt, aber deren Darstellung erfolgt nicht zufriedenstellend. So werden *Wahrheitswerte* grundsätzlich in englischer Sprache und Aussagen des Typs *Datum* nicht im korrekten Format angezeigt. Werte des Datentyps *Temperatur* liegen immer in der Einheit Kelvin vor. Der Typ *E-Mail-Adresse* wird als Link zum Wiki repräsentiert und der Typ *Telefonnummer* wird als URI dargestellt.

Um diese Probleme zu beheben, kann ein Parser programmiert werden, welcher die Werte aus der RDF-Datei einliest und ändert. Alternativ kann eine Anwendung entwickelt werden, welche die Daten direkt in der Wissenslandkarte anpasst. Der Zugriff erfolgt dann über die Ontopia Engine.

Für den Datentyp *Verbund*, der ebenfalls nicht vollständig automatisch konvertiert werden kann, ist eine solche Lösung nicht möglich. Verbund-Attribute enthalten eine Liste von unterschiedlichen Datentypen. Im Beispiel gibt es den Verbund *Abschlussnote*, der eine Kombination aus den Datentypen *Seite* und *Zahl* darstellt. So lässt sich im Wiki darstellen, welche Note eine Person für ein bestimmtes Modul oder ihr Studium erzielen konnte. Das Attribut lässt sich zwar umwandeln und darstellen, doch enthält die RDF-Datei keine korrekten Wertzuweisungen. Es wird auf ein Objekt verwiesen, das in der Datei nicht definiert ist. Die exportierten Daten sind diesbezüglich fehlerhaft. Eine Lösung für dieses Problem konnte bisher nicht gefunden werden.

Tabelle 5: Spezialattribute und ihre Bedeutung

Attribut	Bedeutung
specialProperty_ASK	Verweist auf eine Abfrage. Kann bei Umwandlung ignoriert werden.
specialProperty_cod	Definition des Datentyps Quellcode.
specialProperty_CONV	Definition der Umrechnungswerte eines Attributs vom Typ <i>Maß</i> .
specialProperty_ema	Definition des Datentyps <i>E-Mail</i> .
specialProperty_ERRP	Kennzeichnet fehlerhafte Werte. Kann ignoriert werden.
specialProperty_LIST	Definition von Wertelisten.
specialProperty_SF_DF	Wird verwendet, um Kategorien Formulare zuzuweisen. Wird bei der Umwandlung nicht benötigt.
specialProperty_SF_DF_BACKUP	Für Formularzuweisungen gedacht, kann ignoriert werden.
specialProperty_UNIT	Definition der Einheit eines Attributs vom Typ <i>Maß</i> .
specialProperty_uri	Definition von URIs.

Quelle: Eigene Darstellung.

Die Verwendung spezieller Datentypen im Wiki führt zur internen Benutzung von Spezialattributen, die im RDF-Modell abgebildet werden. Die interne Bezeichnung der Spezialattribute und ihre Bedeutung enthält

Tabelle 5. Einige der Attribute müssen als Occurrence interpretiert werden, andere werden nicht umgewandelt.

4.4.2.3 Bezeichnungen und Rollen anpassen

Die Auswahl passender Aussagetypen von Topic Maps kann über die Weboberfläche von Ontopia vorgenommen werden. Auf Grundlage der Auswahl wird automatisch eine Datei erzeugt, welche die Zuordnung mit dem RTM-Vokabular formal beschreibt. Die damit durchgeführte Konvertierung hat den Nachteil, dass die dargestellten Begriffe von Aussagen immer der Bezeichnung im RDF-Modell

entsprechen. In

Abbildung 7 trifft dies zum Beispiel auf die Spezialattribute zu. Diese Bezeichnung ist für den Betrachter wenig aussagekräftig.

Ontopia bietet über die Oberfläche keine Möglichkeit an, Bezeichnungen von Typen zu ändern. Das RTM-Vokabular sieht allerdings die Möglichkeit vor, RDF-Aussagen bestimmten Typen zuzuordnen. Die erzeugte Datei kann um die notwendigen Informationen ergänzt werden. Der nachfolgende Auszug der Datei zeigt, wie dies funktioniert. Durch das Hinzufügen des Statements `rtm:type` wird definiert, dass RDF-Statements vom Typ `specialProperty_CONV` zu Occurrences des Typs *Umrechnung* konvertiert werden.

Aussagentyp anpassen

```
<rdf:Description rdf:about="*swivt/1.0#specialProperty_CONV">
  <rtm:type rdf:resource="Umrechnung"/>
  <rtm:maps-to rdf:resource="*rdf2tm/#occurrence">
  </rtm:maps-to>
</rdf:Description>
```

Die gleiche Vorgehensweise kann für die Bezeichnung von Assoziationen eingesetzt werden. Das von Mediawiki verwendete RDFS-Vokabular definiert zur Bezeichnung von Oberklasse-Unterklasse Beziehungen den Begriff *subClassOf*. Diese Bezeichnung kann den eigenen Wünschen angepasst werden. Bei Assoziationen kommt die Schwierigkeit hinzu, dass in Topic Maps Assoziationsrollen benannt werden. Diese Informationen fehlen im RDF-Modell. Da dessen Relationen gerichtet sind, werden in der Regel den beteiligten Objekten die Rollen Subjekt und Objekt zugewiesen.

Das RTM-Vokabular ermöglicht es, spezielle Rollentypen zu definieren. Auf diese Weise können deren Bezeichnungen ebenso wie die von Aussagen selbst gewählten Vorgaben angepasst werden. Dazu muss der entsprechende Rollentyp dem Subjekt oder Objekt zugewiesen werden. Im nachfolgenden Beispiel werden RDF-Statements vom Typ *subClassOf* dem Assoziationstyp *superclass-subclass* zugewiesen. Für das Subjekt wird zudem die Rolle *Subclass* definiert. Dem Objekt wird die Rolle *Superclass* zugewiesen. Durch diese Angaben können aus den gerichteten RDF-Relationen ungerichtete Assoziationen mit selbst gewählten Rollentypen erzeugt werden.

Assoziationstyp und –rollen anpassen

```

<rdf:Description rdf:about="*rdfs#subClassOf">
  <rtm:maps-to df:resource="*rdf2tm/#association" />
  <rtm:type rdf:resource="*core.xtm#superclass-subclass"/>
  <rtm:subject-role rdf:resource="*core.xtm#subclass"/>
  <rtm:object-role rdf:resource="*core.xtm#superclass"/>
</rdf:Description>

```

4.4.2.4 Referenzen auf nicht vorhandene Seiten

Die Codierung der aus dem Wiki extrahierten Daten erfolgt in UTF-8. Diese wird von der Ontopia Engine korrekt interpretiert. Die beschriebenen Seiten werden im exportierten RDF-Modell identifiziert, indem die Adresse angegeben wird, unter der sie verfügbar sind. Diese Adressen liegen in einer URL-Kodierung vor, bei der Sonderzeichen durch bestimmte Zeichenfolgen dargestellt werden. Unter bestimmten Umständen führt das zu einer nicht korrekten Darstellung der Sonderzeichen. Bei nicht vorhandenen Seiten existiert im RDF-Modell keine Beschreibung. Die Engine erzeugt den Namen dann aus der Adresse einer Seite. Es wird darum empfohlen, für verwendete Attribute die entsprechenden Spezialseiten im Wiki anzulegen. Auf diese Weise wird beim Exportieren der Name der Seite explizit angegeben. Das Gleiche gilt für Attribute, die auf nicht vorhandene Seiten verweisen.

4.4.3 Visualisierung

Mit der Datenübernahme sind die Voraussetzungen für die Visualisierung mit *Ontopia* gegeben. Die Darstellungsanwendung *Omnigator* enthält eine Erweiterung für die Visualisierung. Um diese zu starten, muss die gewünschte Topic Map geöffnet und ein Topic ausgewählt werden. Im Menü kann dann der Eintrag *Vizigate* verwendet werden. Die Visualisierung erfolgt daraufhin mithilfe eines Webbrowsers und dem ausgewählten Topic als Startknoten.

Das beschriebene Vorgehen enthält einige Hürden: Als Voraussetzung zur Ausführung der Erweiterung muss auf dem zur Darstellung verwendeten Rechner eine Java-Laufzeitumgebung installiert sein. Aus Sicherheitsgründen wird die Ausführung von Programmen aus dem Webbrowser heraus in der Standardkonfiguration von Java verhindert. Damit die Ausführung gelingt, muss eine Ausnahmeregel für die Adresse des Anwendungsservers in den Einstellungen der Laufzeitumgebung definiert werden.

Zudem kann ein Versionskonflikt zwischen Webserver und Java-Version auftreten. Die Anzeige der generierten Topic Map scheitert dann mit einer Fehlermeldung. Mit Beispiel-Dateien von *Ontopia* gelingt das Starten hingegen ohne Probleme. Als Ursache wird ein fehlerhaftes Zeichen oder ein falsch konfigurierter Anwendungsserver vermutet. Das Protokoll des Anwendungsservers zeigt, dass beim Start eine Fehlermeldung erzeugt wird. Die weitere

Recherche ergibt, dass der bereitgestellte Server für eine ältere Java-Version konfiguriert wurde. In der Datei zur Konfiguration müssen aus diesem Grund die folgenden Parameter ergänzt werden.

Auszug aus der Konfiguration des Anwendungsservers Apache Tomcat

```
javax.xml.parsers.DocumentBuilderFactory=
    com.sun.org.apache.xerces.internal.jaxp.DocumentBuilderFactoryImpl
javax.xml.transform.TransformerFactory=
    com.sun.org.apache.xalan.interaal.xsltc.trax.TransformerFactoryImpl
javax.xml.parsers.SAXParserFactory=
    com.sun.org.apache.xerces.internal.jaxp.SAXParserFactoryImpl
javax.xml.datatype.DatatypeFactory=
    com.sun.org.apache.xerces.internal.jaxp.datatype.DatatypeFactoryImpl
```

Durch die Anpassung startet der Tomcat-Server ohne Fehlermeldung. Das Starten der Visualisierung aus der Weboberfläche ist anschließend ebenfalls möglich. Beim Navigieren durch die Topic-Map friert die Anwendung mitunter ein. Ein erneutes Starten mit dem gleichen Topic als Startinstanz scheitert wieder mit einer Fehlermeldung. Der Versuch, die Anwendung mit einer älteren Java-Version auszuführen, führt zu keiner Änderung des Fehlerverhaltens.

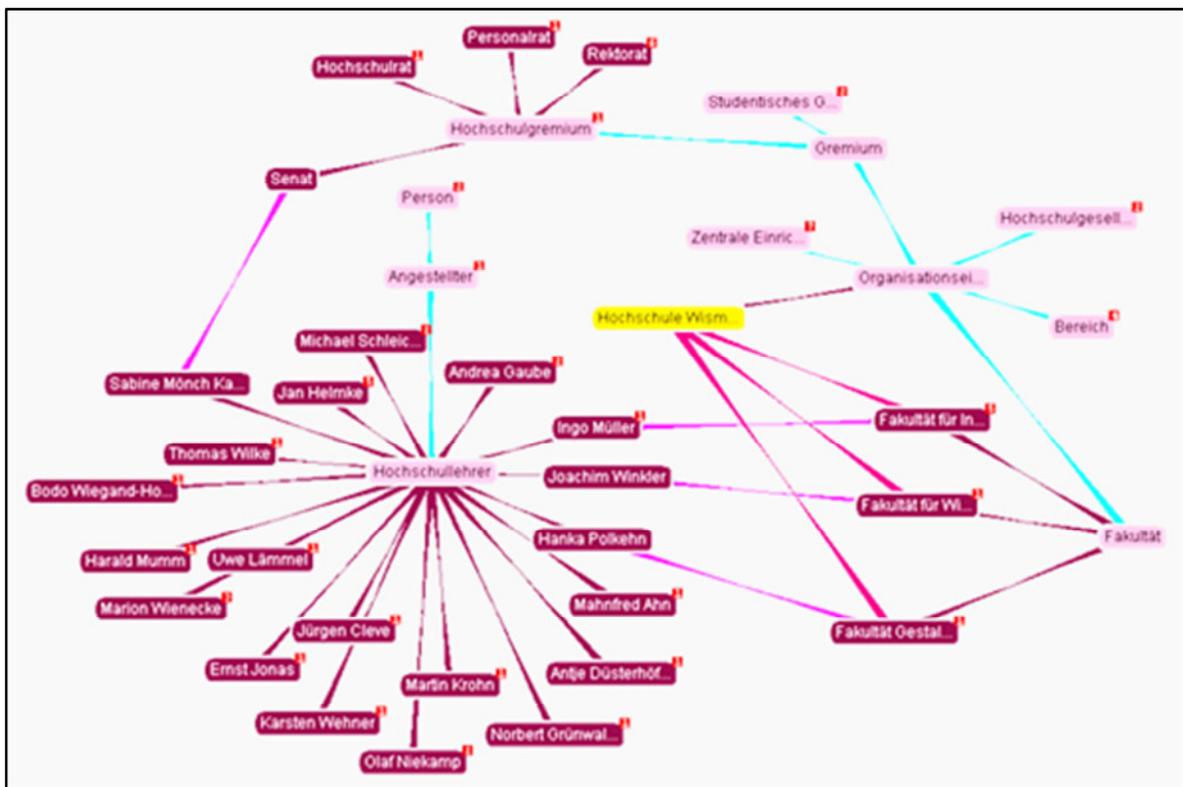
Die Ursache kann durch ein manuelles Anpassen der entsprechenden Datei identifiziert werden. Verantwortlich für das Problem ist erneut die URL-Kodierung von Sonderzeichen in der vom Wiki erzeugten RDF-Datei. Für die Identifizierung von Wiki-Seiten werden darin die Adressen verwendet, über die sie erreichbar sind. Diese werden bei der Umwandlung übernommen und als Subjekt-Identifikator gespeichert. Beim Einlesen der Wissenslandkarte führen diese Angaben dann zu dem beschriebenen Fehler. Aus diesem Grund wird ein selbst entwickelter Parser (siehe Anhang C) eingesetzt, der die Sonderzeichen anpasst.

Das aus der Web-Anwendung gestartete Java-Applet (Abbildung 8) kann auch als Desktop-Anwendung verwendet werden. Eine ausführbare Datei im Ordner von Ontopia startet das Programm. Im Gegensatz zur Web-Anwendung, können die erzeugten Dateien hiermit problemlos geöffnet werden. Beim Start der Anwendung muss zunächst ein Start-Topic ausgewählt werden. Die Modellierung beschreibt die Hochschule Wismar, weshalb diese als Ausgangspunkt gut geeignet ist.

Die von der Anwendung erzeugte Darstellung der Wissenslandkarte ist zufriedenstellend. Wie die Visualisierung aussieht, kann in **Fehler! Ungültiger**

Eigenverweis auf Textmarke. nachvollzogen werden. Die Knoten sind die Topics und Topic-Typen. Die Kanten repräsentieren die Assoziationen zwischen ihnen. Unterschiedliche Typen von Assoziationen werden durch verschiedene Farben dargestellt. In der Abbildung wird die Typhierarchie blau angezeigt. Die Darstellung kann eigenen Wünschen angepasst werden. Den verschiedenen Typen von Topics und Assoziationen lassen sich selbst gewählte Farben und Symbole zuordnen. Bestimmte Typen können wahlweise ausgeblendet werden. Die Eigenschaften eines Topics können über ein Kontextmenü aufgerufen werden. Eine Navigation durch die Wissenslandkarte ist möglich. Bestimmte Knoten und Beziehungen des Netzes können beliebig ausgeblendet oder verschoben werden, um die Darstellung übersichtlicher zu gestalten.

Abbildung 8 : Visualisierung eines Teils der generierten Wissenslandkarte



Quelle: Eigene Darstellung im Ontopia-Vizigator.

In der Visualisierung werden in der Regel alle Instanzen mit dem Topic *Subject* und alle Typen mit dem Topic *Class* verknüpft. Die Anzeige dieser Beziehungen ist überflüssig und macht die Darstellung unübersichtlich. Für jedes Topic wird dadurch eine zusätzliche Beziehung angezeigt. Die Darstellung ist jedoch logisch korrekt, da sie der Ontologie im extrahierten RDF-Modell entspricht. Die beiden Topics und die dazu gehörenden Beziehungen lassen sich ausblenden. Dazu muss die Anwendung so eingestellt werden, dass

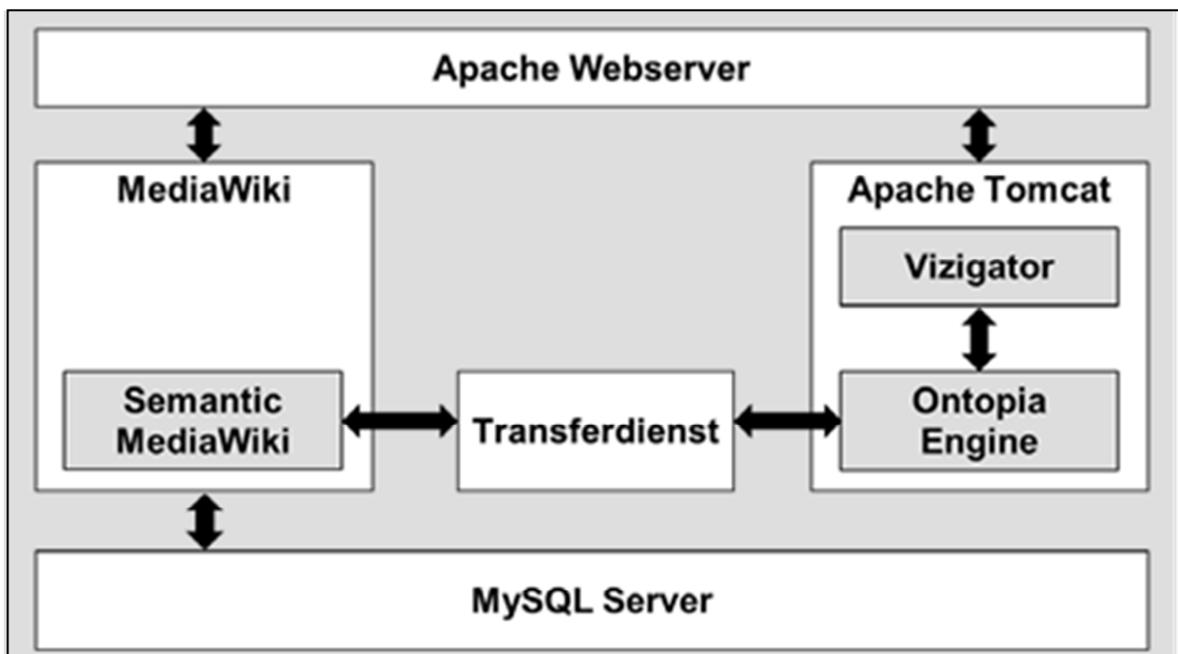
sie Topics ohne Typ nicht mit anzeigt.

4.5 Schlussfolgerung

Mit der Visualisierung ist der Aufbau der Beispiellösung abgeschlossen. Es wurde eine Vorgehensweise entwickelt, wie Wissen in ein semantisches Wiki-System eingepflegt und mittels Ontopia visualisiert werden kann. Das Semantic MediaWiki wurde in diesem Fall als Ontologie-Editor verwendet. Das Wissensmodell ergibt sich im Regelfall automatisch aus Daten, die im Wiki bereits enthalten sind. Die Möglichkeit zur Erstellung der Ontologie ist darum nicht der wesentliche Vorteil der Lösung. Es wurde jedoch gezeigt, dass sich die im Wiki-System enthaltenen Wissensstrukturen mit der entwickelten Lösung automatisiert in Topic Maps umwandeln und anschließend visualisieren lassen.

Der Aufbau des entwickelten Systems ist in *Abbildung 9* dargestellt. Da die Ontopia Engine die Umwandlung bereits unterstützt, weicht die Struktur geringfügig vom ursprünglichen Architektur-Entwurf ab. Es wird nun lediglich eine Transferkomponente benötigt. Diese sorgt dafür, dass die Daten exportiert und der Engine zur Verfügung gestellt werden.

Abbildung 9 : Software-Komponenten der entwickelten Beispiellösung



Quelle: Eigene Darstellung

Die vorgeschlagene Lösung weist derzeit noch einige Schwächen auf. Um diese abzustellen, sind weitere Arbeitsschritte erforderlich. So widerspricht die notwendige Installation einer Java-Laufzeitumgebung für die Darstellung im

Browser dem Wiki-Prinzip der Flexibilität. Zur Verbesserung ließe sich eine andere Anwendung für die Visualisierung einsetzen. Da die Daten in ein standardisiertes Format umgewandelt werden, sollten diese von den meisten Topic-Maps-Anwendungen gelesen werden können.

Eine weite Verbesserungsmöglichkeit betrifft die automatische Aktualisierung der Daten in der Wissenslandkarte. Der Export aus dem Wiki kann bereits automatisch ausgeführt werden. Für die Umwandlung mit Ontopia muss die RDF-Datei jedoch manuell geladen und als XTM-Datei exportiert werden. Die Automatisierung dieser Schritte würde es ermöglichen, Änderungen im Wiki regelmäßig zu übernehmen und den Inhalt der Topic Map aktuell zu halten. Ein Lösungsansatz ist die Entwicklung einer eigenen Anwendung. Diese könnte über die Programmierschnittstelle auf die Ontopia Engine zugreifen und den Umwandlungsvorgang anstoßen. Das bereits vorhandene Skript, welches den Export der Daten im Wiki startet, kann zu diesem Zweck erweitert werden.

Die Übersichtlichkeit kann verbessert werden, indem Topics ohne Typ immer ausgeblendet werden. In der Visualisierung von Ontopia können Optionen zum Filtern ausgewählt werden. Zur Lösung muss daher nach einer Möglichkeit gesucht werden, diese Filter schon beim Starten der Anwendung zu aktivieren.

5. Schlussbetrachtung

Abschließend wird das erzielte Ergebnis in Bezug auf seine Praxistauglichkeit bewertet. Zudem wird auf mögliche Alternativen zur Darstellung hingewiesen.

5.1 Bewertung der Lösung

Die Lösung erfüllt die wesentlichen Kriterien für einen Anschluss einer Topic-Map-Visualisierung an ein in einem semantischen Wiki definiertes Wissensnetz. Eine vollautomatische Erzeugung einer Topic Map aus den Inhalten des Wikis gelingt jedoch nicht. Hierzu muss entweder eine eigene Anwendung geschrieben werden, oder es müssen die verwendeten Web-Anwendungen von Ontopia angepasst werden. Es ist daher erforderlich, die Konvertierung regelmäßig selbstständig oder durch eine bereitgestellte Schnittstelle von außen anzustoßen. Darüber hinaus muss die Topic-Maps-Datei nach der Umwandlung von der Web-Anwendung neu geladen werden.

Ein anderer Wunsch betrifft Anzeige des jeweiligen Links eines Wiki-Artikels in der Visualisierung. Diese Anforderung wird nur zum Teil erfüllt. Die Links werden zwar angezeigt, sind aber bei enthaltenen Sonderzeichen fehlerhaft. Ursächlich hierfür sind die beschriebenen Probleme mit der URL-Kodierung. Sofern die Visualisierung im Browser erfolgt und keine Sonderzeichen enthalten sind, können die Wiki-Seiten direkt aus der Darstellung heraus geöffnet werden.

Die Integration der Darstellung in das Wiki stellt eine größere Herausforderung dar und ist darum in der Beispiellösung nicht enthalten. Bei den verwendeten Anwendungen wurden unterschiedliche Programmiersprachen für die Entwicklung verwendet. Die Integration der Visualisierungskomponente ist daher nicht ohne weiteres möglich.

Ein Schwachpunkt der Lösung ist ihre Zuverlässigkeit. Der Reifegrad entspricht dem eines Prototyps. Die Umwandlung funktioniert wie erwartet, dagegen läuft die Visualisierung im Browser instabil. Mehrfaches Starten kann dazu führen, dass die Anwendung einfriert und erst durch einen Neustart wiederhergestellt werden kann.

Der modulare Aufbau des Systems gestattet die Austauschbarkeit einzelner Komponenten. Die Schwächen der Visualisierung können durch den Einsatz anderer Darstellungswerkzeuge beseitigt werden. Aufgrund der vorhandenen Dokumentation für die eingesetzten Anwendungen ist zudem eine gute Anpassbarkeit gewährleistet.

Bei der Auswahl der Visualisierung wurde darauf geachtet, dass sich die Benutzung durch die Einhaltung der Wiki-Prinzipien flexibel und offen gestaltet. Es stellte sich jedoch heraus, dass die Webanwendung zur Darstellung für die Visualisierung ein Java-Applet verwendet. Hieraus ergibt sich für den Benutzer der technologische Zwang, eine Java-Laufzeitumgebung instal-

lieren zu müssen. Dem Prinzip der Flexibilität kann dadurch nicht vollständig entsprochen werden.

5.2 Alternative Visualisierungsmöglichkeiten

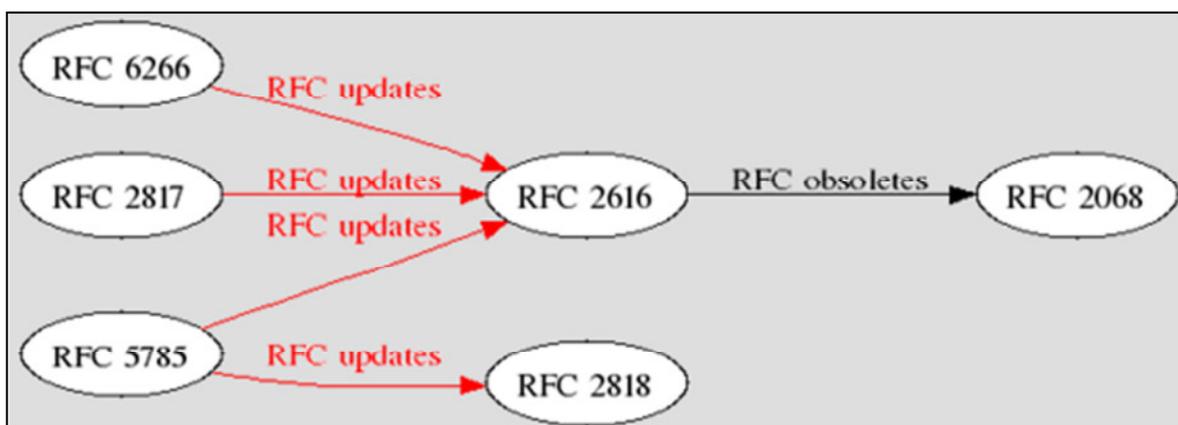
Es wurde auf die Schwierigkeiten bezüglich Zuverlässigkeit und Benutzbarkeit der Komponente für die Visualisierung hingewiesen. Gleichzeitig gibt es einen Mangel an geeigneten Alternativen. In diesem Abschnitt werden Anwendungen vorgestellt, welche während der Bearbeitung dieser Arbeit betrachtet wurden, aber die geforderten Kriterien nicht erfüllen. Sie sind jedoch trotzdem interessant, weil sie andere Ansätze verfolgen oder einen größeren Funktionsumfang bieten. Aus diesem Grund werden sie an dieser Stelle kurz beschrieben.

5.2.1 Erweiterung für das Semantic MediaWiki

Ein anderer möglicher Ansatz für eine Visualisierung lässt sich mit Erweiterungen für das Semantic MediaWiki verfolgen. Diese können verwendet werden, um Abfrageergebnisse auf unterschiedliche Weise darzustellen. So lassen sich zum Beispiel Beziehungen zwischen Seiten abfragen und als Graph anzeigen. Die Erweiterung *Semantic Result Formats* bietet neben weiteren Ergebnisformaten auch eines zur Erzeugung gerichteter Graphen an. Für die Verwendung der Erweiterung ist eine Umwandlung in das Topic-Maps-Format nicht notwendig.

Die Erweiterung kann jedoch nicht den vollständigen Inhalt des Wikis in einem Netz abbilden und eignet sich außerdem nicht zur Navigation durch die Struktur. Sie stellt somit keinen Ersatz für die Visualisierung der Beispiellösung dar. Stattdessen bietet sie eine zusätzliche Möglichkeit, relevante Informationen im Kontext einer Wiki-Seite nachvollziehbar darzustellen.

Abbildung 10 : Aus einer semantischen Abfrage erzeugter Graph im Semantic MediaWiki



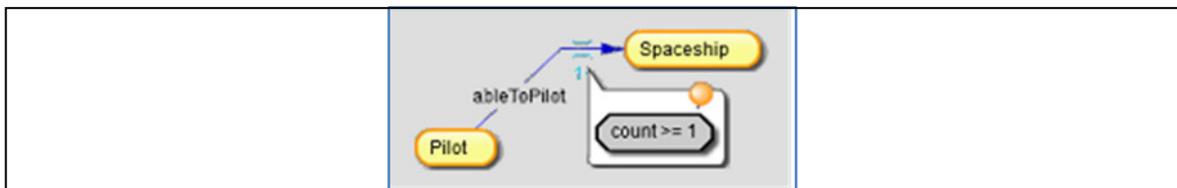
Quelle: http://www.techpresentations.org/RFC_2616 (letzter Zugriff 28.03.2015).

Eine exemplarische Darstellung zur Beschreibung von *Request for Comments*² (RFC) ist in *Abbildung 10* dargestellt. Die Beziehungen zeigen, inwiefern eine RFC eine andere aktualisiert oder unnötig macht.

5.2.2 Knoodl OntVis

Knoodl ist ein verteiltes Informationsmanagementsystem für die Verwaltung verteilter Daten zu Analyse Zwecken (Fu und Rao 2011). Bei *Knoodl* handelt es sich um eine Cloud-Anwendung der Kategorie „*Software as a Service*“. Für die Entwicklung eines Prototyps wurde *Knoodl* nicht berücksichtigt, da es als Cloud-Anwendung nicht übertragbar ist. *Knoodl* enthält mit *OntVis* jedoch eine vollwertige Visualisierungskomponente, mit der die enthaltenen Ontologien dargestellt werden können, ohne dass der Anwender dazu weitere Software installieren muss. Die Visualisierung entspricht daher dem Prinzip der Flexibilität. Ein weiterer Vorteil ist die nicht notwendige Umwandlung in Topic Maps. Die Darstellung erfolgt direkt aus dem zur Datenhaltung verwendeten RDF-Modell. In *Abbildung 11* ist zu sehen, wie die Darstellung einer Beziehung durch *OntVis* erfolgt. Als Besonderheit werden Beziehungseigenschaften, wie hier die Kardinalität, mit abgebildet. Das Beispiel zeigt, dass ein Pilot ein oder mehrere Raumschiffe steuern kann.

Abbildung 11 : Knoodl OntVis Visualisierungsbeispiel



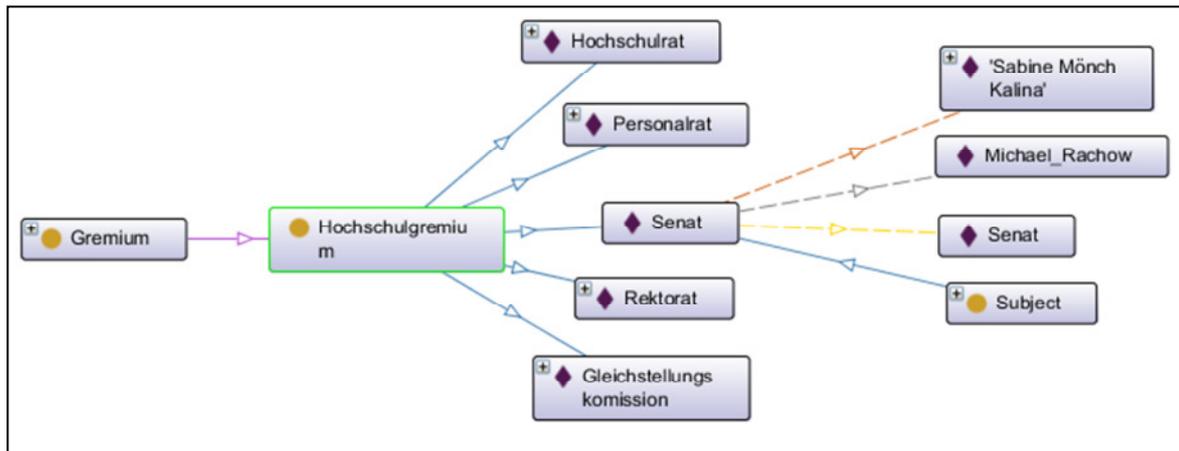
Quelle: Revelytix 2012

5.2.3 Protégé OWL

Protégé ist ein vom Institut für medizinische Informatik der Universität Stanford entwickelter Ontologie-Editor. Ontologien lassen sich damit auch graphisch darstellen. Ein Beispiel dafür ist in der *Abbildung 12* zu sehen.

² Requests for Comments bezeichnet eine Aufforderung zum Kommentieren eines Vorschlags. Sie bezeichnet oft eine Reihe von technischen und organisatorischen Dokumenten zum Internet

Abbildung 12 : Protégé OWL Visualisierungsbeispiel



Quelle: Eigene Darstellung unter Nutzung von Protégé

Protégé verwendet zur formalen Beschreibung die Sprache OWL-DL und kann so die vom Wiki extrahierten Daten ohne Umwandlung verwenden. Da es sich bei Protégé um eine Desktop-Anwendung handelt, entspricht diese nicht dem geforderten Prinzip der Flexibilität. Sie wird jedoch aktiv weiter entwickelt und hat laut der eigenen Homepage derzeit über 242,595 Benutzer. Als Dokumentation für Anwender und Entwickler wird ein eigenes Wiki bereitgestellt.

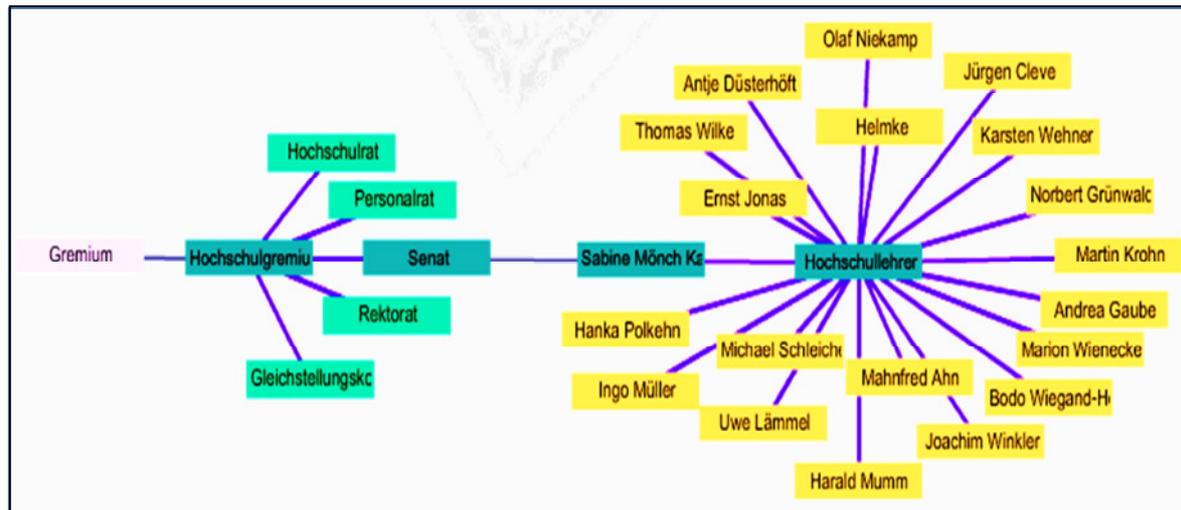
5.2.4 Wandora

Wandora kommt zwar für die Beispiellösung nicht in Frage, weil es sich nur als Desktopanwendung starten lässt, funktional bietet Wandora jedoch einige Vorteile gegenüber der Beispiellösung.

Für den Zugriff auf die Topic Map wird ein interner Server gestartet, der unter anderem Dienste zur Visualisierung bereitstellt. So kann darauf mit einem Browser zugegriffen werden. Der Zugriff ist auf diese Weise von anderen Computern im Netzwerk aus möglich. Der Vorteil dabei ist, dass auf diesen Rechnern keine Installation einer speziellen Software erforderlich ist.

Um Wandora als Visualisierungskomponente einzusetzen, muss die Anwendung auf einem Betriebssystem mit graphischer Oberfläche betrieben werden, was zu unnötigem Bedarf an Rechenaufwand führt. Alternativ kann die Anwendung dahingehend weiterentwickelt werden, dass sie keine graphische Oberfläche benötigt und die Steuerung über eine Webanwendung erfolgt. Weil es sich um ein Open-Source-Produkt handelt, ist dieses Vorgehen theoretisch möglich.

Abbildung 13 : Wandora Visualisierungsbeispiel



Quelle: Eigene Darstellung unter Nutzung von Wandora

5.3 Zusammenfassung und Ausblick

Der Einsatz von Metadaten in einem semantischen Wiki führt zu Mehraufwand bei der Verwaltung von Inhalten der Wiki-Seiten. Unabhängig davon, wie einfach derartige Auszeichnungen getätigt werden können, ignorieren Benutzer diese semantischen Funktionen und die damit verbundenen Vorteile, sofern sie keinen unmittelbaren Nutzen erkennen können (vgl. Blumauer, Pellegrini 2009, Seite 402). Einen solchen Nutzen stellt die Visualisierung der Inhaltsstruktur eines Wikis dar, da sich der Benutzer mit ihrer Hilfe besser orientieren kann.

Die Arbeit zeigt, dass die Kopplung eines semantischen Wikis mit einer Topic-Maps-Visualisierung möglich ist. Dazu wird ein modulares System vorgeschlagen und für die Komponenten dieser Architektur entsprechende Softwarelösungen ausgewählt und eingesetzt.

Da es sich bei RDF und Topic Maps um zwei Datenmodelle mit unterschiedlichen Konzepten handelt, ist eine Umwandlung der Daten notwendig, damit die eingesetzten Komponenten diese austauschen können. Dieser Vorgang ist aufwändig, weil im RDF-Datenmodell einige Bedeutungsinformationen fehlen, die zur Umwandlung benötigt werden.

Um das System für einen produktiven Einsatz vorzubereiten, sind zunächst die genannten Schwächen zu beseitigen. Es muss eine Lösung gefunden werden, die die Probleme der URL-Kodierung behebt. Des Weiteren muss die Darstellung der Visualisierung im Browser robuster und flexibler gestaltet werden. Mögliche Ansätze zur Beseitigung dieser Schwächen wurden benannt.

Sofern die Probleme gelöst sind, lassen sich weitere funktionale Fähigkeiten ergänzen. Hier ist zuerst eine *vollständig automatisierte* Umwandlung anzuführen. Darüber hinaus ist die Integration der Darstellung in das Wiki vorstell-

bar. Möglich ist dies zum Beispiel durch die Verlinkung der Wissenslandkarte auf einer Seite des Wikis. Durch einen derartigen Link wird dann das Topic als Startpunkt aufgerufen, welches die Seite repräsentiert. Hierzu muss dem Wiki allerdings die Topic-Id mitgeteilt werden.

Schwieriger gestaltet sich die Integration der Visualisierung in das Wiki selbst. Eine mögliche Lösung stellt die Integration des vorhandenen Java-Applets von Ontopia in eine Wiki-Seite dar. Alternativ kann eine eigene Visualisierung entwickelt werden. In beiden Fällen ist die Entwicklung einer Erweiterung für das MediaWiki nötig.

Für die Erstellung des Beispiels wurde auf ein vorhandenes Organigramm der Hochschule Wismar zurückgegriffen. Nachdem die Strukturen nun einmal formal beschrieben wurden, sind diese theoretisch dazu verwendbar, Darstellungsformen, wie ein Organigramm, zu erzeugen. Eine mögliche Erweiterung der Lösung ist daher die Erzeugung von graphischen Modellen anhand definierter Vorlagen aus der vorhandenen Datenbasis. So ließe sich als Vision die Vernetzung mit bestehenden Systemen formulieren, deren Daten integriert und zur Erstellung neuer Informationsquellen genutzt werden. Aus den Daten eines Verzeichnisdienstes könnte zum Beispiel stets ein aktuelles interaktives Organigramm erzeugt werden. Bis zur Realisierung einer solchen Vision sind jedoch noch einige Schritte erforderlich.

Grundsätzlich stellt sich die Frage, ob zur Visualisierung der Wissensstruktur der Umweg über die Konvertierung von RDF in Topic Maps gegangen werden muss. Es hat sich gezeigt, dass für beide Datenmodelle Visualisierungslösungen existieren. Die Umwandlung führt zu einem komplexeren Gesamtsystem und damit einem Anstieg möglicher Fehlerquellen. Dieses Vorgehen lohnt sich nur, wenn dadurch deutliche Vorteile zu erwarten sind. Aus diesem Grund wird eine ausführliche Evaluierung vorhandener Lösungen zur Visualisierung empfohlen.

6. Literaturverzeichnis

- Berners-Lee u.a.:** RFC 3986 URI Generic Syntax, veröffentlicht: 01.2005, <http://www.ietf.org/rfc/rfc3986.txt> (letzter Zugriff: 28.03.2014)
- Berners-Lee, Tim; Hendler, J.; Lassila, O:** The Semantic Web, in: Scientific, American 284 Heft 5/2001, S. 33-34
- Berners-Lee, Tim; Fielding, R.; Masinter, L.:** RFC3986 Syntax, Uniform Resource Identifier (URI): Generic, veröffentlicht: 01.2005, <http://tools.ietf.org/html/rfc3986> (letzter Zugriff: 25.02.2014)
- Blumauer, Andreas; Pellegrini, Tassilo (Hg.):** Social Semantic Web. Web 2.0 - was nun? Berlin [etc.]: Springer (X.media.press), 2009.
- Bock, Benjamin:** Topic Maps Engines, Topic Maps Community, <http://www.topicmaps.org/engines> (letzter Zugriff: 02.02.2014)
- Brewster, Christopher; Wilks, Y.:** Ontologies, Taxonomies, Thesauri: Learning from Texts, Department of Computer Science, University of Sheffield, Sheffield, UK, 2004
- Cerny, Robert:** Topincs A RESTful Web Service Interface for Topic Maps, [http://www.cerny-online.com/documents/Topincs A RESTful Web Service Interface for Topic Maps \(Paper\).pdf](http://www.cerny-online.com/documents/Topincs%20A%20RESTful%20Web%20Service%20Interface%20for%20Topic%20Maps%20(Paper).pdf) (letzter Zugriff: 21.02.2014)
- Dittmann, Lars Uwe:** Ontologiebasierte Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse, Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag, 2007
- FU, Guoxing; Rao, Weinian:** An introduction of Knoodl, 2011, <http://tinman.cs.gsu.edu/~raj/8711/sp11/presentations/knoodlReport.pdf>, letzter Zugriff 28.03.2015.
- Garshol, Lars Marius:** The Linear Topic Map Notation, 17.06.2006, <http://www.ontopia.net/download/ltn.html>, (letzter Zugriff: 14.03.2014)
- Garshol, Lars Marius:** Living with topic maps and RDF, 10.03.2003 a, <http://www.ontopia.net/topicmaps/materials/tmrdf.html>, (letzter Zugriff: 24.01.2014)
- Garshol, Lars Marius:** RTM: An RDF-to-TM mapping, 10.03.2003 b, psi.ontopia.net/rdf2tm/ (letzter Zugriff: 24.01.2014)
- Garshol, Lars Marius:** An RDF schema for topic maps, 07.10.2002, <http://psi.ontopia.net/rdf/> (letzter Zugriff: 24.01.2014)
- Garshol, Lars Marius:** The RTM RDF to topic maps mapping, 28.12.2003, <http://www.ontopia.net/topicmaps/materials/rdf2tm.html>, (letzter Zugriff: 24.01.2014)
- Garshol, Lars Marius:** TMCL and OWL, <http://tmra.de/2008/talks/pdf/161-178.pdf>. (Letzter Zugriff: 22.02.2014)
- Josten, Dieter:** Zusammenspiel Taxonomie, Ontologie und Tagging, 05.08.2008, <http://www.wissensgarten.com/wordpress/?p=80> (letzter Zugriff: 29.12.2013)
- Krosse, Sven:** MaJorToM Wiki, <http://code.google.com/p/majortom/wiki/Intro?tm=6> (letzter Zugriff: 14.01.2014)
- Lämmel, Uwe:** Semantische WiKi-Systeme im Wissensmanagement von Organisationen: Das Kompetenz-Portal der Hochschule kompetenz.hs- wismar.de, in: Wismarer Diskussionspapiere Heft 18/2011

- Lämmel**, Uwe; **Cleve**, J.; **Greve**, R.: Ein Wissensnetz für die Hochschule, in: Wismarer Diskussionspapiere Heft 19/2005 , 2005.
- Ontopia A/S** o. V.: Tolog Language tutorial, veröffentlicht: 24.08.2007 <http://www.ontopia.net/omnigator/docs/query/tutorial.html> (letzter Zugriff: 31.01.2014)
- Ontopia A/S** o. V.: The Ontopia Topic Maps Engine A Developer's Guide, Version: 5.3.0, veröffentlicht: 01.08.2013, <http://www.ontopia.net/doc/current/engine/devguide.html> (letzter Zugriff: 29.03.2014)
- Ontopia A/S** o. V.: The Ontopia FAQ, <http://www.ontopia.net/topicmaps/faq.html>, (letzter Zugriff: 18.12.2013)
- Pepper**, Steve: The TAO of Topic Maps, veröffentlicht im: April 2002, <http://www.ontopia.net/topicmaps/materials/tao.html> (letzter Zugriff: 22.03.2014)
- Pepper** Steve: Ten Theses on Topic Maps and RDF, veröffentlicht: 08.2002, <http://www.ontopia.net/topicmaps/materials/rdf.html> (letzter Zugriff: 25.01.2014)
- Pepper**, S.; **Presutti**, V.; **Garshol** L.; **Vitali** F.: Guidelines for RDF/Topic Maps Interoperability, veröffentlicht: 12.07.2006, <http://www.w3.org/2001/sw/BestPractices/RDFTM/guidelines-20060630.html> (letzter Zugriff: 05.04.2014)
- Reichenberger**, Klaus: Kompendium semantische Netze : Konzepte, Technologie, Modellierung, Berlin; Heidelberg: Springer, 2010.
- Revelytix**: Welcome to Knoodl, <http://web.archive.org/web/20140419075406/http://www.knoodl.com/ui/home.html>, 2012, (letzter Zugriff 19.04.2014)
- Schmaltz**, Robert: Semantic Web Technologien für das Wissensmanagement, Schumann, M. (Hrsg.), Göttingen: Inst. F. Wirtschaftsinformatik, Georg-August-Univ., 2004.
- Schaffert**, S.; Bry, F.; Baumeister, J.; Kiesel, M.: „Semantic Wiki“, in: Informatik Spektrum, Bd. 30, Nr. 6, S. 434-439, Dezember 2007
- Semantic MediaWiki**: Help:Attribute und Datentypen, 2013, http://semantic-mediawiki.org/wiki/Help:Attribute_und_Datentypen (letzter Zugriff: 26.03.2015)
- Semanticweb.org** o. V.: Semantic wiki projects, 10 April 2013, http://semanticweb.org/wiki/Semantic_wiki_projects (letzter Zugriff: 02.01.2014)
- Topicmapslab.de** o. V.: Topc Maps Engine, http://www.topicmapslab.de/glossary/topic_maps_engine (letzter Zugriff: 02.02.2014)
- Garshol**, Lars Marius; **Moore**, G.: Topic Map – Data Model, 03.06.2008, International Organization for Standardization, Genf, <http://www.isotopicmaps.org/sam/sam-model/#d0e830> (letzter Zugriff: 23.03.2014)
- Wandora** o. V.: Wandora Documentation, <http://wandora.org/wiki/Documentation> (letzter Zugriff: 04.02.2014)
- Widhalm**, Richard; **Mück**, T: Topic Maps: Semantische Suche im Internet, Berlin; Heidelberg; New York: Springer-Verlag, 2002
- xSiteable** o. V.: xSiteable Documentation, <http://xsiteable.org/documentation> (letzter Zugriff: 04.02.2014)

Anlage A: Benutzeranleitung des Protoyps

Systemvoraussetzung:

- 1 GB Arbeitsspeicher
- 1,5 GB freier Speicherplatz auf der Festplatte
- Windows XP oder höher
- Installierte und konfigurierte Java-Laufzeitumgebung
- Microsoft Visual C++ 2008 Redistributable Erweiterung
(<http://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=5582>.)

Installation

1. Entpacken Sie das Archiv `xampp.zip` auf das Laufwerk `C:\`. Wählen sie direkt dieses Laufwerk aus, nur so stimmen die die Pfadangaben.
2. Führen Sie die Datei `C:\xampp\xampp-control.exe` aus. Das Kontrollprogramm öffnet sich und die Server werden gestartet. Mit dem Kontrollprogramm können die Server auch manuell gestartet werden.
3. Öffnen Sie in der Windows-Systemsteuerung die Einstellungen für die Java- Installation. Im Reiter Sicherheit fügen Sie die Adresse `http://localhost` zur Liste der Ausnahmen hinzu.

Zugriff auf die Anwendungen

MediaWiki: <http://localhost/mediawiki>

Ontopia: <http://localhost/ontopia>

Visualisierung öffnen

1. Starten Sie den Omnigator <http://localhost/omnigator>
2. Öffnen sie die Topic-Map-Datei `export.xtm`
3. Wählen sie ein Topic aus, zum Beispiel Hochschule Wismar.
4. Klicken Sie auf Vizigate und bestätigen Sie die Sicherheitsmeldung.

Exportieren der Wiki-Daten

1. Starten Sie den Export der Daten aus dem Wiki-System mittels der Datei:
`C:\xampp\export.bat`
2. Öffnen Sie die Oberfläche von Ontopia: <http://localhost/ontopia>
3. Öffnen Sie die Administrations-Konsole und klicken darin auf den Button Refresh Sources.
4. Laden Sie anschließend die Datei `export.rdf` .
5. Öffnen Sie die RDF-Datei im Omnigator und exportieren Sie diese als XTM- Datei in das Verzeichnis `C:\xampp\ontopia-5.3.0\topicmaps`

Anlage B: RDF2TM-Zuordnungstabelle**Vokabular: Intern**

Attribut	Zugewiesener Aussagentyp
Attribut:Abschlussnote	Occurence
Attribut:Akademischer_Titel	Occurence
Attribut:Beschreibung	Occurence
Attribut:Besetzung	Seite
Attribut:E-Mail	Occurence
Attribut:Fernstudent	Occurence
Attribut:Geburtsdatum	Occurence
Attribut:Hierarchie	Association
Attribut:Körpergewicht	Occurence
Attribut:Körpertemperatur	Occurence
Attribut:Mitglied	Association
Attribut:Modul	Association
Attribut:Leitung	Association
Attribut:Leitung_der_Verwaltung	Association
Attribut:Matrikelnummer	Occurence
Attribut:Mitglied	Association
Attribut:Nachname	Occurence
Attribut:Name	Basename
Attribut:Organisationseinheit	Association
Attribut:Semesteranzahl	Occurence
Attribut:Stellvertreter	Association
Attribut:Studiengang	Association
Attribut:Telefon	Occurence
Attribut:Quellcode	Occurence
Attribut:URI	Occurence
Attribut:URL	Occurenc
Attribut:Vorname	Occurence

Attribut:Zahlenverbund	Occurence
Attribut:Zuletzt_geändert	Ignore

Vokabular: <http://semantic-mediawiki.org/swivt/1.0#>

Attribut	Zugewiesener Typ
creationDate	Ignore
page	Subject Identifier
specialProperty_cod	Occurence
specialProperty_CONV	Occurence
specialProperty_ema	Occurence
specialProperty_LIST	Ignore
specialProperty_uri	Occurence
specialProperty_SF_DF	Ignore
specialProperty_SF_DF_BACKUP	Ignore
type	Ignore
wikiNamespace	Ignore
wikiPageModificationDate	Ignore
wikiPageSortKey	Ignore

Vokabular: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>

type	Instance-of
------	-------------

Vokabular: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>

comment	Occurence
isDefinedBy	Ignore
label	basename
seeAlso	Occurence
subClassOf	Association
subPropertyOf	Association

Vokabular: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>

Imports	Ignore
---------	--------

Anlage C: Java-Parser zur Umwandlung der URL-Kodierung

```

package smwparser;

import java.io.*;
import lombok.Cleanup;

public class SMWparseRDF {

    public static void main(String[] args) throws IOException {
        String buf = null;
        @Cleanup InputStream in = new FileInputStream(args[0]);
        @Cleanup OutputStream out
            = new FileOutputStream(args[1]);
        @Cleanup BufferedReader input
            = new BufferedReader(
                new InputStreamReader(in, "UTF-8"), 1000);
        @Cleanup Writer writer = new BufferedWriter(
            new OutputStreamWriter(out, "UTF8"));

        while (input.ready()) {
            buf = input.readLine();
            buf = buf.replaceAll(
                "Spezial:URI-Aufl&#37;C3&#37;B6ser/", "");
            buf = buf.replaceAll("Spezial:URI-Aufl%C3%B6ser/", "");
            buf = buf.replaceAll("-3A", ":");
            buf = buf.replaceAll("%3A", ":");
            buf = buf.replaceAll("-2D", "-");
            buf = buf.replaceAll("%2D", "-");
            buf = buf.replaceAll("-C3-A4", "ae");
            buf = buf.replaceAll("%C3%A4", "ä");
            buf = buf.replaceAll("-C3-B6", "oe");
            buf = buf.replaceAll("%C3%B6", "ö");
            buf = buf.replaceAll("-C3-BC", "ue");
            buf = buf.replaceAll("%C3%BC", "ü");
            buf = buf.replaceAll("-C3-84", "ÄAE");
            buf = buf.replaceAll("%C3%84", "Ä");
            buf = buf.replaceAll("-C3-96", "OE");
            buf = buf.replaceAll("%C3%96", "Ö");
            buf = buf.replaceAll("-C3-9C", "UE");
            buf = buf.replaceAll("%C3%9C", "Ü");
            buf = buf.replaceAll("-C3-9F", "ss");
            buf = buf.replaceAll("%C3%9F", "ß");

            writer.append(buf + "\n");
        } //while
    } //main
} //class

```

WDP - Wismarer Diskussionspapiere / Wismar Discussion Papers

- Heft 09/2011: Martin Merrbach: Globale Ungleichgewichte – Sind sie für die Finanzmarktkrise (mit-) verantwortlich?
- Heft 10/2011: Rünno Lumiste/Gunnar Prause: Baltic States Logistics and the East-West Transport Corridor
- Heft 11/2011: Joachim Winkler: Ehrenamtliche Arbeit und Zivilgesellschaft
- Heft 12/2011: Christian Reinick/ Jana Zabel/ Meike Specht/ Judith Schissler: Trendanalyse im Bereich Windenergie am Beispiel Chinas
- Heft 13/2011: Thomas Kusch/ Gunnar Prause/ Kristina Hunke: The East-West Transport Corridor and the Shuttle Train “VIKING”
- Heft 14/2011: Jost W. Kramer: Miscellen zur Hochschulpolitik
- Heft 15/2011: Kristina Hunke: Oversize Transport Strategy for the Region Mecklenburg-Vorpommern
- Heft 16/2011: Monique Siemon: Diversity Management als strategische Innovation des Controllings
- Heft 17/2011: Karsten Gaedt: Bewältigung von Unternehmenskrisen durch Private Equity
- Heft 18/2011: Semantische Wiki-Systeme im Wissensmanagement von Organisationen: Das Kompetenz-Portal der Hochschule Wismar
kompetenz.hs-wismar.de
- Heft 01/2012: Robin Rudolf Sudermann/ Arian Middleton/ Thomas Frilling: Werteorientierung als relevanter Erfolgsfaktor für Unternehmen im Zeitalter des Societing
- Heft 02/2012: Romy Schmidt: Die Wahrnehmung der Winter-Destination Tirol der Zielgruppe „junge Leute“ in Mecklenburg-Vorpommern
- Heft 03/2012: Roland Zieseniß/ Dominik Müller: Performancevergleiche zwischen Genossenschaften und anderen Rechtsformen anhand von Erfolgs-, Liquiditäts- und Wachstumskennzahlen
- Heft 04/2012: Sebastian Kähler/ Sönke Reise: Potenzialabschätzung der Regionalflughäfen Mecklenburg-Vorpommerns
- Heft 05/2012: Barbara Bojack: Zum möglichen Zusammenhang von Psychotrauma und Operationsindikation bei Prostatahyperplasie
- Heft 06/2012: Hans-Eggert Reimers: Early warning indicator model of financial developments using an ordered logit

- Heft 07/2012: Günther Ringle: Werte der Genossenschaftsunternehmen – “Kultureller Kern” und neue Wertevorstellungen
- Heft 08/2012: Harald Mumm: Optimale Lösungen von Tourenoptimierungsproblemen mit geteilter Belieferung, Zeitfenstern, Servicezeiten und vier LKW-Typen
- Heft 01/2013: Dieter Gerdesmeier/ Hans-Eggert Reimers/ Barbara Roffia: Testing for the existence of a bubble in the stock market
- Heft 02/2013: Angje Bernier/ Katharina Kahrs/ Anne-Sophie Woll: Landesbaupresi für ALLE? 1. Fortsetzung – Analyse der Barrierefreiheit von Objekten des Landesbaupreises Mecklenburg-Vorpommern 2010/2012
- Heft 03/2013: Günther Ringle: Auf der Suche nach der „richtigen“ Mitgliederförderung
- Heft 04/2013: Frederik Schirdewahn: Analyse der Effizienz einzelner Maßnahmen zur Reduzierung des CO₂-Ausstoßes in der Transportlogistik
- Heft 05/2013: Hans-Eggert Reimers: Remarks on the euro crisis
- Heft 01/2014: Antje Bernier (Hrsg.): Na, altes Haus? – Stadt und Umland im Wandel. Planungs- und Entwicklungsinstrumente mit demografischer Chance, Konferenz der Hochschule Wismar am 14. Okt. 2013 in Schwerin
- Heft 02/2014: Stefan Voll/ Daniel Alt: „Das große Ziel immer im Auge behalten“ Sportimmanente Indikatoren des Trainerstils von Jürgen Klopp – Transfermöglichkeiten für Führungskräfte in Genossenschaftsbanken
- Heft 03/2014: Günther Ringle: Genossenschaftliche Solidarität auf dem Prüfstand
- Heft 04/2014: Barbara Bojack: Alkoholmissbrauch, Alkoholabhängigkeit
- Heft 01/2015: Dieter Gerdesmeier/ Hans-Eggert Reimers/ Barbara Roffia: Consumer and asset prices: some recent evidence
- Heft 02/2015: Katrin Schmallowsky: Unternehmensbewertung mit Monte-Carlo-Simulationen