

FACHHOCHSCHULE POTSDAM
Fachbereich Informationswissenschaften



University of Applied Sciences
Fachhochschule Potsdam

Thema:

Semantische Anreicherung restauratorischer Daten

Eine prototypische Modellierung

Master-Thesis
zur Erlangung des Grades eines Master of Arts
im Studiengang „Informationswissenschaften“
(Profil „Wissenstransfer und Projektkoordination“)

vorgelegt von: Kai Sommer
Matrikelnummer: 9267
E-Mail: kai.sommer@fh-potsdam.de
Abgabe: 30. September 2013

Erstgutachter:
Herr Prof. Dr.-Ing. Ernesto William De Luca
Zweitgutachter:
Herr Sven Hirsch



So weit nicht anders angegeben sind alle Teile dieser Arbeit unter den Creative Commons „Namensnennung - Weitergabe unter gleichen Bedingungen 3.0 Deutschland“ (CC BY-SA 3.0) Lizenzvertrag gestellt. Das Werk bzw. der Inhalt darf vervielfältigt, verbreitet und öffentlich zugänglich gemacht werden. Es dürfen Abwandlungen und Bearbeitungen des Werkes bzw. Inhaltes angefertigt und das Werk darf kommerziell genutzt werden. Dies alles unter den Bedingungen Namensnennung und Weitergabe unter gleichen Bedingungen.

Der genaue (juristische) Wortlaut ist unter <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/de/> zu finden.



In dieser Arbeit werden die vier unter die „SIL Open Font License“ (OFL) gestellten Schriftarten *Gentium Basic*, *Gentium Plus*, *Linux Biolinum* und *Source Code Pro* benutzt.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenzeichen usw. in dieser Arbeit berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten sind und daher ohne Einschränkung benutzt werden dürfen.

„Usually when they are building an application
the only thing that lasts forever is the data,
at least if you're lucky.“

Roy Fielding

„OK, so it's called linked data.
I want you to make it.
I want you to demand it.
And I think it's an idea worth spreading.“

Tim Berners-Lee

Zusammenfassung

Die Dokumentation von Restaurierungsphasen in der Konservierung und Restaurierung stellt einen wesentlichen Bestandteil der Historie restauratorischer Objekte dar. Die in ihr enthaltenen Daten und Informationen bilden die Grundlage für das Wissen um ein restauratorisches Objekt und sind innerhalb der Fachdisziplin unverzichtbar.

Diese Master-These beschäftigt sich mit der Frage, ob und vor allem wie diese Daten der Dokumentationen an der Fachhochschule Potsdam, die digital in einer datenbankgestützten Web-Anwendung verwaltet werden, im Sinne des *Semantic Web* aufbereitet werden können. Motivation für diese Arbeit sind die dadurch erwarteten Mehrwerte in Form einer gesteigerten Informationsqualität, die sich vor allem in Vollständigkeit und Korrektheit bei Such- und Findevorgängen zeigt, sowie in Form von neuen Recherchemöglichkeiten durch Informationsanreicherung und -integration. Weiterhin ist es somit möglich die Daten der Fachhochschule Potsdam als Teil der *Linked Data Cloud* zur Verfügung zu stellen und sie so für andere Anwendungen oder die Anreicherung fremder Daten nutzbar zu machen.

Welche Bedeutung die semantische Anreicherung für die Fachdisziplin hat wird in der Einleitung untersucht. Im informationswissenschaftlichen Teil wird dann auf die Möglichkeiten zur Umsetzung der Ziele eingegangen. Danach folgt im praktischen Teil die Dokumentation der Konzeption und Modellierung. Diese Arbeit abschließend wird ein Ausblick gegeben und ein Fazit gezogen.

Danksagung

Es gebührt einer Reihe von Personen Dank, ohne die das Gelingen dieser Abschlussarbeit in dieser Form nicht möglich gewesen wäre. Persönlich möchte ich meinem Erstgutachter Herrn Prof. Dr.-Ing. Ernesto William De Luca herzlich dafür danken, dass er mir sehr gut mit fachlichem Rat, Geduld und Zeit zur Seite stand. Allen Personen, die speziell in der letzten Phase der Arbeit bspw. für ein wunderbares Klima in der Bibliothek und am Campus gesorgt haben, sei ebenfalls gedankt. Und schließlich bedarf es auch eines freien Rückens im privaten Bereich. – Dank an die, die ihn mir freigehalten hat.

Inhaltsverzeichnis

Verzeichnis der Listings	III
Verzeichnis der Abbildungen	IV
Verzeichnis der Tabellen	V
Verzeichnis der Abkürzungen	VI
1 Einleitung	1
1.1 Die Idee – Restauratorischer Hintergrund	1
1.2 Das Seminar – „SemRes“	3
1.2.1 Umzusetzende Metadaten	5
1.3 Fragestellungen der Master-Thesis	7
2 Informationswissenschaftliche und -technologische Grundlagen	9
2.1 Evolution: WWW → Semantic Web	9
2.2 Semantische Technologien	14
2.3 Vorhandene Konzepte zur Repräsentation restauratorischer Daten . . .	18
2.3.1 „ESE“ und „EDM“	18
2.3.2 „CIDOC CRM“	20
3 Konzeption	24
3.1 Allgemeine Konventionen der Modellierung	26
3.2 Verwendete CRM-Elemente	28
4 Modellierung	30
4.1 Das Artefakt	30

4.2	Material eines Artefakts	31
4.3	Entstehungszeit eines Artefakts	35
4.4	Restaurierungszeiträume eines Artefakts	38
4.5	Dokumentation der Restaurierungsphase	39
4.6	Schwierigkeiten und Herausforderungen	42
4.6.1	Prädikate	44
4.6.2	Konzeption	45
5	Schlussbetrachtungen	47
5.1	Implementierung	47
5.2	<i>The Missing Link</i> – Ausblick	49
5.2.1	XSD-Datentypen	50
5.2.2	GeoNames	52
5.2.3	VIAF	54
5.3	Fazit	55
	Quellenverzeichnis	57
	Eidesstattliche Erklärung	63
	Anhang	i
A	Deckblatt der Dokumentation „Löwe“	i
B	Projektdatenblatt der Dokumentation „Löwe“	iii
C	Vollständiger RDF-Datensatz des Artefakts „Löwe“	v
C.1	Turtle	v
C.2	RDF/XML	viii
D	Kompletter RDF-Graph des Artefakts „Löwe“	xi

Verzeichnis der Listings

2.1	RDF-Beispiel in RDF/XML	15
2.2	RDF-Beispiel in Turtle	15
4.1	RDF – Namensräume	30
4.2	RDF – Artefakt „Löwe“	31
4.3	RDF – Artefakt „Löwe“ – Material 1	33
4.4	RDF – Artefakt „Löwe“ – Material 2	33
4.5	RDF – Artefakt „Löwe“ – Material 3	34
4.6	RDF – Artefakt „Löwe“ – Entstehung 1	35
4.7	RDF – Artefakt „Löwe“ – Entstehung 2	36
4.8	RDF – Artefakt „Löwe“ – Entstehung 3	37
4.9	RDF – Artefakt „Löwe“ – Entstehung 4	37
4.10	RDF – Artefakt „Löwe“ – Restaurierung 1	38
4.11	RDF – Artefakt „Löwe“ – Restaurierung 2	38
4.12	RDF – Artefakt „Löwe“ – Restaurierung 3	39
4.13	RDF – Artefakt „Löwe“ – Restaurierung 4	40
4.14	RDF – Artefakt „Löwe“ – Restaurierung 5	41
4.15	RDF – Artefakt „Löwe“ – Restaurierung 6	42
5.1	RDF – „Löwe“ – Erweiterung mit XSD-Datentypen	51
5.2	RDF – „Löwe“ – Erweiterung für Geonames	52
5.3	RDF – Pseudo-RDF-Datensatz – Erweiterung für VIAF	54
C	Artefakt „Löwe“ – Turtle	v
C	Artefakt „Löwe“ – RDF/XML	viii

Verzeichnis der Abbildungen

2.1	Flat World (BERNERS-LEE [2001])	10
2.2	Links with Relationship (BERNERS-LEE [2001])	11
2.3	„Linked Open Data Cloud (colored)“ (CYGANIAK u. a. [2013])	13
2.4	RDF-Beispiel-Triple (WIKIPEDIA-BENUTZER_IN: MOLILY [2013])	15
2.5	Schemaübersicht (Zwiebelmodell) (HERMAN [2006])	17
2.6	„Semantic Web Stack 2006“ (BRATT [2006])	17
2.7	EDM-Klassen (OLENSKY [2010])	19
2.8	EDM-Eigenschaften (OLENSKY [2010])	19
2.9	CIDOC-CRM-Klassen (aus Hyvönen [2012])	21
4.1	Ausschnitt aus der Materialklassifikation	32
4.2	Graph – Artefakt „Löwe“ – Material 3	35
4.3	Graph – Artefakt „Löwe“ – Entstehung 2	36
4.4	Graph – Artefakt „Löwe“ – Entstehung 4	37
4.5	Graph – Artefakt „Löwe“ – Restaurierung 2	39
4.6	Graph – Artefakt „Löwe“ – Restaurierung 3	40
4.7	Graph – Artefakt „Löwe“ – Restaurierung 4	41
4.8	XKCD – Good Code (MUNROE [2011])	43
4.9	Screenshot – Protégé – Material ohne Inferenz	46
4.10	Screenshot – Protégé – Material mit Inferenz	46
5.1	SemRes-Demo – Screenshot der Visualisierung (27.09.2013)	49

Verzeichnis der Tabellen

1.1	Restaurierte Objekte/Artefakte	6
1.2	Dokumentationen	6
3.1	CRM-Klassen und Pfade	27
3.2	Liste aller zur Modellierung verwendeten CRM-Klassen	28
3.3	Liste aller zur Modellierung verwendeten CRM-Eigenschaften	29

Verzeichnis der Abkürzungen

CIDOC *Comité international pour la documentation*, ein Komitee des Museumsverbandes
ICOM

CRM *Content Relation Model*

CRM-SIG *CIDOC-CRM Special Interest Group*

DC *Dublin Core*

ECRM *Erlangen CRM*

EDM *Europeana Data Model*

ESE *Europeana Semantic Elements*

FB2 „Architektur und Städtebau“

FB5 „Informationswissenschaften“

FHP *Fachhochschule Potsdam*

FRBR *Functional Requirements for Bibliographic Records*

FRBRoo *FRBR object-oriented*

ICOM *International Council of Museums*

IFLA *International Federation of Library Associations and Institutions*

IRI *Internationalized Resource Identifier*

LOD *Linked Open Data*

LODC *Linked [Open] Data Cloud*

OWL *Web Ontology Language*

RDF *Resource Description Framework*

RDF Turtle *Terse RDF Triple Language*

RDFS *RDF-Schema*

URI *Universal Resource Identifier*

URL *Universal Resource Locator*

VIAF *Virtual International Authority File*

W3C *World Wide Web Consortium*

WWW *World Wide Web*

XSD *W3C XML Schema Definition Language*

KAPITEL 1

Einleitung

Zu Beginn dieser Arbeit werden – als Einführung in die Thematik – Hintergrundinformationen bereitgestellt, die dabei helfen sollen, den Kontext besser zu veranschaulichen und somit das Verstehen der rezipierenden Personen zu unterstützen. Dazu wird eine gewisse Chronologie – Idee → Seminar → Thesis – bemüht, die ebenfalls die Entwicklung der Thematik veranschaulicht.

Es wird an dieser Stelle ausdrücklich darauf hingewiesen, dass diese Arbeit und deren Inhalte immer im Zusammenhang mit der [Fachhochschule Potsdam \(FHP\)](#) zu betrachten sind. Dies gilt vor allem für dieses Kapitel, da die meisten beschriebenen Fakten so nur für die Restaurierung an der FHP, speziell in der Fachrichtung Stein, zutreffen und es eher nicht möglich ist, diese für den Bereich der Konservierung und Restaurierung zu verallgemeinern.

Weiterhin ist anzumerken, dass im Folgenden der Begriff „Restaurierung“ für „Konservierung und Restaurierung“ verwendet wird – im Gegensatz zum englischsprachigen Raum, in dem in der Regel „*Conservation*“ benutzt wird.

1.1 Die Idee – Restauratorischer Hintergrund

Während des Studiums an der FHP sind im Studiengang „Restaurierung“ des Fachbereichs „Architektur und Städtebau“ viele praktische Übungen und Prüfungsleistungen zu erbringen. Dabei werden neben den praktischen und technischen Fertigkeiten vor allem wissenschaftlich theoretische und somit auch dokumentarische Kompetenzen vermittelt und erlernt. Dies bedeutet, dass sich die (angehenden) Restaurator_innen unter

anderem mit den Themengebieten Restaurierungs-, Natur- und Kunstwissenschaften, Kunstgeschichte, Materialkunde, Aufbau und Werktechnik sowie der Ikonographie des zu bearbeitenden restauratorischen Objekts – also restauratorische Systematiken bei der Untersuchung und Behandlung geschädigter oder veränderter Kunstwerke und Denkmäler – beschäftigen. Diese finden sich, als essenzieller Teil der Restaurierungsphase, abschließend auch in der zugehörigen Dokumentation wieder. Diese Auseinandersetzung stellt ein wichtiges und unverzichtbares Aufgabenfeld in der Restaurierung dar, da sie der Entscheidungsfindung für konservatorische und restauratorische Maßnahmen dient. Die in der Dokumentation enthaltenen Informationen über durchgeführte Restaurierungsmaßnahmen sind deshalb zum einen ein unermesslicher Wissensschatz dieser Disziplin. Zum anderen wird die eigentliche restauratorische Aufgabe ungemein erschwert, wenn diese Informationen nicht vorhanden sind, da es für die geplante Restaurierung notwendig ist zu wissen, aus welchem Material das Objekt genau besteht, welche Restaurierungsphasen bereits durchlaufen und welche Materialien dabei verwendet wurden – um nur einige Gründe zu nennen.

Um welche Art von Objekten handelt es sich denn aber nun eigentlich bei den erwähnten restauratorischen Objekten? Der Studiengang „Restaurierung“ beschreibt den Schwerpunkt seines Studiums selbst als die „Ausbildung zur Konservierung und Restaurierung auf dem Gebiet der Baudenkmalpflege [und diese] schließt aber auch den musealen Bereich mit ein“¹. Somit umfassen restauratorische Objekte Denkmäler, museale Objekte und allgemeine Kunstwerke. Um im weiteren Verlauf dieser Arbeit eine klare sprachliche Trennung zwischen restauratorischen Objekten und Objekten im informationswissenschaftlichen und technologischen Sinn zu erreichen, wird im weiteren Verlauf für ein restauratorisches Objekt der Begriff „Artefakt“ benutzt werden.

Denkmale, die laut dem Duden als „erhaltenes [Kunst]werk, das für eine frühere Kultur Zeugnis ablegt“² definiert werden, können, im Falle dass an ihrer „Erhaltung ein institutionelles öffentliches Interesse besteht“³, unter Denkmalschutz gestellt werden – egal, ob sich die Artefakte in Privatbesitz oder in Besitz der öffentlichen Hand befinden. Für

¹ Vgl. FACHHOCHSCHULE POTSDAM: „Fachhochschule Potsdam: Organisation: Fachbereiche: FB2 Architektur und Städtebau: Restaurierung“, 2013, URL: <http://www.fh-potsdam.de/restaurierung.html> (besucht am 26. 09. 2013).

² BIBLIOGRAPHISCHES INSTITUT GMBH: „Duden | Denkmal | Rechtschreibung, Bedeutung, Definition, Synonyme, Herkunft“, 2013, URL: <http://www.duden.de/rechtschreibung/Denkmal> (besucht am 20. 09. 2013).

³ WIKIPEDIA: „Denkmal – Wikipedia, Die freie Enzyklopädie“, 2013, URL: <http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Denkmal&oldid=122201733> (besucht am 19. 09. 2013).

diese Artefakte sind dann Denkmalbehörden zuständig. Bedingt durch den deutschen Föderalismus, nach dem die so genannte „Kulturhoheit“ nicht beim Bund, sondern bei den Bundesländern liegt, gibt es in Deutschland sechzehn für den Denkmalschutz zuständige Behörden, die wiederum jeweils individuelle Gesetzgebungen und Richtlinien haben. Alle Dokumentationen von und zu Artefakten im Land Brandenburg müssen beim „Brandenburgischen Landesamt für Denkmalpflege (und Archäologischen Landesmuseum)“ abgeliefert werden. Dort werden sie archiviert und stehen auf Nachfrage interessierten Nutzenden (vor allem also Restaurator_innen) zur Verfügung.

All diese Umstände zeigen, dass es um eine einheitliche Behandlung der Artefakte eher ungünstig bestellt ist und die Eingrenzung des Kontextes dieser Thematik auch auf die FHP unbedingt nötig ist.

Das heißt also, dass es sich bei den Artefakten um schützenswerte und unter behördlicher Aufsicht stehende Kulturgüter und somit um kulturelles Erbe handelt. Da die Artefakte eng mit den Dokumentationen der Restaurierungsphasen verknüpft sind und die Informationen in den Dokumentationen essenziell sind, bedarf es eines durchdachten und nachhaltigen Umganges mit beiden Dingen.

1.2 Das Seminar – „SemRes“

Im Wintersemester 2012/2013 fand in der FHP das interdisziplinäre Seminar „IX 5-3 – Semantische Dokumentation in der Restaurierung“ in den Fachbereichen „Informationswissenschaften“ (FB5) und „Architektur und Städtebau“ (FB2) statt. Unter der Leitung von Herrn Professor Ernesto De Luca aus dem FB5 und Herrn Professor Peter Kozub aus dem FB2, der Leiter der Steinwerkstatt war, nahmen Studierende aus den Bachelor-Studiengängen „Information und Dokumentation B.A.“ (FB5) und „Restaurierung“ (FB2) sowie aus dem Master-Studiengang „Informationswissenschaften M.A.“ (FB5) teil und setzten das Credo von InterFlex „Förderung von Interdisziplinarität und Flexibilität zur Integration von Forschung, Wissens- und Technologietransfer in die grundständige Lehre“⁴ um.

Ausgangspunkt für diese InterFlex-Veranstaltung war die Tatsache, dass für die im Rahmen des restauratorischen Studiums an der FHP anfallenden Dokumentationen in der

⁴ Vgl. FACHHOCHSCHULE POTSDAM: „INTERFLEX – About“, URL: <http://interflex.incom.org/about> (besucht am 23. 09. 2013).

Fachrichtung Stein bisher keine geeigneten digitalen Verwaltungs- und Ablagesysteme existieren. Dieser Umstand führt dazu, dass eine Nachnutzung zum einen erschwert und zum anderen oft nicht vollständig durchführbar ist. Weiterhin stehen so für die Restaurierung unabdingbare Informationen nicht in geeigneter Weise zur Verfügung (vergleiche Kapitel 1.1).

Ausgehend von der Planung der beiden Lehrenden ergaben sich die folgenden Arbeitspakete für das unter dem Arbeitstitel „SemRes“ – ein Silbenkurzwort bestehend aus „Semantik“ und „Restaurierung“ – geplante und veranstaltete Projekt:

1. Verbesserung des Zugangs zu den restauratorischen Dokumentationen;
2. Erstellung eines semantischen Konzepts;
3. Visualisierung der Relationen zwischen den Objekten;
4. Personalisierung (optional).

Ein weiteres Ziel bestand in der Entwicklung einer prototypischen Anwendung, in der die Ergebnisse der Arbeitspakete abgebildet sind. Zum Erreichen dieses Ziels wurde eine Kooperation mit der Firma „River Byte“ eingegangen, die vornehmlich für die direkte technische Umsetzung der studentischen Arbeitsergebnisse verantwortlich war. Diese Kooperation war außerdem notwendig, da zum einen die technische Infrastruktur innerhalb der FHP nicht für ein solches Projekt geeignet ist und da zum anderen somit die Anforderungen an die technischen Fähigkeiten der Studierenden auf dem curricularen Niveau gehalten werden konnten.

Während des Seminars wurden letztlich jedoch nicht alle oben aufgeführten Arbeitspakete bearbeitet. Speziell die beiden Punkte bzgl. des semantischen Konzepts und der Abbildung der Relationen wurden während der Laufzeit des Seminars nicht realisiert. Hauptgrund dafür war, dass aus strategischen Gründen im Seminar entschieden wurde, vor allem einen Fokus auf die Strukturierung der Dokumentation und die Konzeption der Web-Anwendung zu legen, um so einen (durchaus notwendigen und nützlichen) Prototypen, der auf einem relationalen Datenbanksystem basiert, für die weiteren Schritte und Arbeitspakete zu schaffen. Mit diesem Prototypen war die grundlegende Ablage und Verwaltung digitaler restauratorischer Dokumentationen bereits möglich, es fehlten jedoch die semantischen Ansätze und Ideen. Die anderen Arbeitspakete wurden dafür größtenteils sehr akribisch und sorgsam bearbeitet. Dadurch wurde bspw. auch die sogenannte „Standarddokumentation“ des FB2 einer intensiven Prüfung seitens der Ar-

beitsgruppe „Strukturierung“ unterzogen und mehrere Klassifikationen, z.B. auch für Materialien (siehe Kapitel 4.2), wurden geschaffen. Somit stellen die Arbeiten der Studierenden definitiv wichtige Grundlagen des Projekts und dieser Arbeit dar.

Die schon angesprochene Web-Anwendung ist als Subdomain der FHP-Hauptdomain unter der Adresse <http://semres.fh-potsdam.de> erreichbar – auch hier stand der Arbeitstitel Pate.

1.2.1 Umzusetzende Metadaten

Wie bereits beschrieben handelt es sich bei den zu bearbeitenden Daten – für die Verwaltung in der Datenbank und die semantische Bereitstellung – um echte Dokumentationen von Restaurierungsmaßnahmen an der FHP. Um diese etwas zu konkretisieren befindet sich zum einen im Anhang A das Deckblatt einer Dokumentation und zum anderen als Anhang B das zugehörige und in der Dokumentation enthaltene sogenannte „Projektdatenblatt“. Dieses Projektdatenblatt enthält alle relevanten und wichtigen Metainformationen zum behandelten Artefakt und der vorliegenden Dokumentation. Die Einführung eines solchen Projektdatenblatts für alle Dokumentationen an der FHP war auch Ziel der Bestrebung zur Erstellung einer Standarddokumentation.

In den folgenden zwei Tabellen findet sich zusammengefasst eine Auswahl aus fünf Projektdatenblättern entnommenen Metadaten, die es grundlegend semantisch zu modellieren galt. In Tabelle 1.1 sind alle Artefakte aufgelistet.

Tabelle 1.1: Restaurierte Objekte/Artefakte

lfd. Nr.	Titel	Künstler_in	Material	Entstehung
1	Löwe	Manufaktur für Stuck und Terrakotta F. Koch	Terrakotta	Ende 19. Jh.
2	Grabmal „Baumstamm“	R. Riese	Elbsandstein - Varietät Cottaer	Ende des 19. Jh. – Anfang 20. Jh.
3	Denkmal des August Friedrich Eisenhart (1774-1846)	L. Bronzel	Büste: Elbsandstein - Varietät Cottaer, Sockel: Schlesischer Sandstein	1900 – 1940
4	Marmorgrabmal Gertrud Janke	Paul Heisler, Franz Tübbecke	Carrara Marmor	ca. 1906 – ca. 1909
5	Marmor-Engel	vermutlich Bernhard Afinger	Marmor (Carrara Ordinario)	Vermutl. 2. Hälfte 19. Jh.

Die im Schema umzusetzenden Metadaten der Dokumentationen sind in Tabelle 1.2 dargestellt. Dabei entspricht eine Dokumentation immer einer Restaurierungsphase.

Tabelle 1.2: Dokumentationen

Artefaktnr.	Titel	Restaurator_in	Rest.zeitraum
1	Konservierung und Restaurierung eines Löwen aus Terrakotta, Jägerallee 28/29 Potsdam	Maria Kielholz, Luise Fusco, Jennifer Scollin	Okt 10 – Jul 12
2	Grabmal „Baumstamm“	Pia Dölitscher, Franziska Müller, Markus Huschenbeth	Nov 06 – Jul 07
3	Dokumentation; Denkmal des August Friedrich Eisenhart in Potsdam	Sophie Hoepner, Robert Kannis, Oliver Kohn, Judith Teichmann	Okt 08 – Jul 09
4	Dokumentation; Konservierung und Restaurierung vom Marmorgrabmal „Gertrud Janke“; Südwestkirchhof Stahnsdorf	Niklas Underwood, Rosa J. Gottwald, Luise Fusco	Okt 11 – Feb 13
5	Restaurierung einer Marmorskulptur des Laasower Schlossparks; 2004/2005	Franziska Müller, Gernot Püschel	Okt 04 – Jul 05

1.3 Fragestellungen der Master-Thesis

Bevor im Folgekapitel detaillierter auf die semantischen Technologien des Internets eingegangen wird, sollen an dieser Stelle die Fragestellungen, die dieser Arbeit zugrunde liegen, beleuchtet werden. Außerdem soll im Folgenden der zugrunde liegende Zweck der semantischen Abbildung restauratorischer Daten erläutert werden.

Wie bereits im vorangegangenen Abschnitt 1.2 dargelegt, war ein Ziel des Seminars die restauratorischen Daten und Informationen semantisch abzubilden. Dieses Ziel neben den anderen zu erreichen war allerdings wie schon erwähnt etwas zu ambitioniert. Da der Autor dieser Master-Thesis jedoch intensiv in das SemRes-Seminar involviert war und sich durch seine 2012 verfasste Bachelor-Arbeit mit dem Titel „POLYKON: Webbasierte Datenbankanwendung – Nutzbarmachung wissenschaftlicher Daten aus dem Bereich Restaurierung“⁵ bereits in die informationswissenschaftlich-restauratorische Thematik eingearbeitet hatte, stellte dies eine sehr positive Ausgangssituation für eine erfolgreiche Bearbeitung des ausstehenden Ziels und den damit einhergehenden Abschluss des SemRes-Projekts dar.

Schon bei der Konzeption und der Planung der Projektidee stand fest, dass durch die Speicherung der restauratorischen Dokumentationen mittels der geplanten Web-Anwendung ein gewisser Mehrwert gegenüber dem vorhanden analogen Ablagesystem geschaffen würde. Bezüglich der höchst relevanten Informationen, die wie eingangs beschrieben essenziell für ein systematisches Vorgehen in der Restaurierung sind, würde jedoch das Speichern in einer Datenbank und das Ausliefern mittels (statischer) HTML-Seiten eher einer Einbahnstraße gleichkommen. Die dem *Semantic Web* zugrundeliegende Idee des Teilens von maschinenlesbaren Daten auf der Bedeutungsebene und der daraus resultierenden Vision, aus unterschiedlichen Informationen – nicht Daten – Wissen zu generieren, wäre somit schon in gewisser Weise zu Beginn verhindert worden. Hinzu kommt auch, dass Semantic Web nicht nur ein Trend oder *Buzzword* ist, sondern sich in dem letzten Jahrzehnt zu einer immer stabileren Version eines verbesserten Webs – des Web 3.0 – entwickelt hat. Sicher ist es noch weit davon entfernt, mehr als nur „42“ auf die Frage „nach dem Leben, dem Universum und dem ganzen Rest“ zu präsentieren. Die Bausteine jedoch, auf denen es basiert, sind wohldurchdacht, mittlerweile jahrelang

⁵ KAI SOMMER: „POLYKON: Webbasierte Datenbankanwendung – Nutzbarmachung wissenschaftlicher Daten aus dem Bereich Restaurierung“, Bachelor-Arbeit, Fachhochschule Potsdam, 20.02.2012, URN: [urn:nbn:de:kobv:525-2806](http://nbn:de:kobv:525-2806).

erprobt und werden ständig weiterentwickelt. Es scheint also nur noch eine Frage der Zeit und der Anzahl der Protagonist_innen – die sich trauen, auf den noch langsam rollenden Zug aufzuspringen – zu sein, bis semantische Technologien auch im Alltag den Durchbruch schaffen werden.

Fragestellungen

Die Möglichkeit des Semantic Web direkt Ressourcen per Hyperlinks – und nicht wie im bis dato zum Großteil etablierten und verwendeten Web ‚nur‘ Hypertexte, die im besten Fall nur über einige wenige textuelle Metadaten verfügen – zu verbinden soll auch im SemRes-Projekt genutzt werden. Dafür ist jedoch die Beantwortung einiger grundlegender Fragen nötig, der sich diese Arbeit – besonders den Fragen nach der Umsetzung – verschrieben hat.

- Welche Mehrwerte stellen semantisch aufbereitete Informationen in der Restaurierung dar?
- Welche technischen Lösungsansätze existieren bereits und können diese gegebenenfalls genutzt werden?
- Welche Voraussetzungen müssen für SemRes gegeben sein?
- Wie können die Erkenntnisse praktisch angewendet werden?

Dies soll nun im Folgenden geschehen.

KAPITEL 2

Informationswissenschaftliche und -technologische Grundlagen

Die Idee des dieser Arbeit zugrundeliegenden Vorhabens besteht in der Untersuchung der Möglichkeiten für die digitale Abbildung von in der realen Welt existierenden Kulturgütern und ist eine klassische Aufgabe der Informationsverarbeitung, wie das folgende Zitat von Heiner Stuckenschmidt bestätigt:

„Die grundlegenden Aufgaben und Probleme der Informationsverarbeitung sind: [...] bestimmte Ausschnitte der realen Welt in eine geeignete Darstellungsform zu überführen, die mit Hilfe des Computers manipuliert werden kann, um mit diesem Veränderungen in der realen Welt abzubilden.“⁶

Dieses Kapitel zeigt welche Ansätze und Konzepte für obiges Vorhaben existieren und wie sie funktionieren. Ebenso wird eine Bewertung dieser durchgeführt und eine Entscheidung für die SemRes-Adaption getroffen.

2.1 Evolution: WWW → Semantic Web

„The Semantic Web is not a separate Web but an extension of the current one, in which information is given well-defined meaning, better enabling computers and people to work in cooperation. The first steps in weaving the Semantic Web into the structure of the existing Web are already under

⁶ HEINER STUCKENSCHMIDT: „Ontologien: Konzepte, Technologien und Anwendungen“, Springer-Verlag, 05/2009 (Informatik im Fokus), ISBN: 9783540793304, S. 5.

way. [...] For the semantic web to function, computers must have access to structured collections of information and sets of inference rules that they can use to conduct automated reasoning.“⁷

Niemand anderes als Tim Berners-Lee selbst, der ‚Erfinder‘ des *World Wide Web* (WWW), schrieb obiges Zitat als eine realistische Einschätzung der Zukunft im Artikel „The Semantic Web“ im Jahr 2001. Jedoch bereits 1994 hatte er eine ganz konkrete Vorstellung von der Zukunft des Web, wie die beiden folgenden Grafiken und die beiden Zitate aus seiner Präsentation auf der ersten „World-Wide Web“-Konferenz in Genf, auf der auch die Gründung des *World Wide Web Consortium* (W3C) bekanntgegeben wurde, zeigen.

„To a computer, then, the web is a flat, boring world devoid of meaning.“⁸



Abbildung 2.1: Flat World (BERNERS-LEE [2001])

„Adding semantics to the web involves two things: allowing documents which have information in machine-readable forms, and allowing links to be created with relationship values. Only when we have this extra level of semantics will we be able to use computer power to help us exploit the information to a greater extent than our own reading.“⁹

⁷ TIM BERNERS-LEE u. a.: „The Semantic Web“, in: Scientific American 284.5 (2001), S. 29–37.

⁸ TIM BERNERS-LEE: „Plenary talk by Tim BL at WWW94: Overview“, 1994, URL: <http://www.w3.org/Talks/WWW94Tim/> (besucht am 09. 08. 2013).

⁹ Ebd.

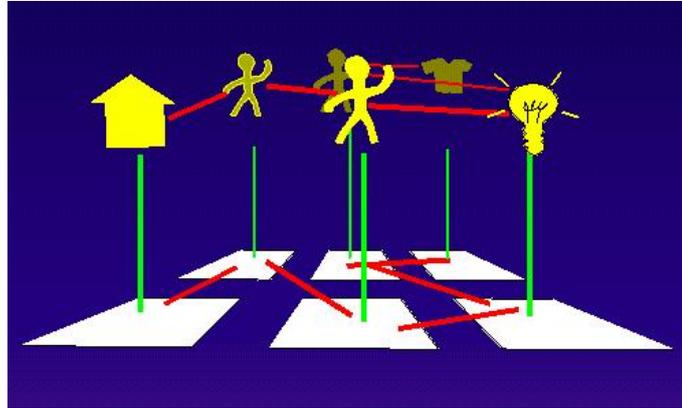


Abbildung 2.2: Links with Relationship (BERNERS-LEE [2001])

„We expect the developments, methodologies, challenges, and techniques we’ve discussed here to not only give rise to a Semantic Web but also contribute to a new Web Science—a science that seeks to develop, deploy, and understand distributed information systems, systems of humans and machines, operating on a global scale.“¹⁰

Dieses letzte Zitat entstammt ebenfalls einem Artikel, den Tim Berners-Lee 2006 zusammen mit Nigel Shadbolt und Wendy Hall veröffentlichte: „The Semantic Web Revisited“.

Auch wenn all diese Zitate über einen Zeitraum von mehr als zehn Jahre verteilt werden können, so lässt sich deren Quintessenz doch auf einen gemeinsamen Nenner bringen: sie beschreiben grundlegend die selbe Idee, das selbe Konzept, die selbe Vision.

Berners-Lee und viele andere Wegbereiter_innen haben die Vision, dass aus „dummen“ Webseiten, die zwar von Menschen und Maschinen lesbar, deren Inhalte jedoch in der Regel nur von Menschen in ihrer gesamtheitlichen Bedeutung erfasst werden können, Daten werden, deren Semantik ebenfalls von Maschinen interpretiert werden können. Ausgangspunkt hierfür war das „Web 1.0“, welches die Grundlagen des Web, wie wir es heute kennen, geschaffen hat; es wurde jedoch hauptsächlich für den Transport von statischen HTML-Seiten benutzt. Deswegen bezeichnet man dieses Web auch als „Docu-

¹⁰ NIGEL SHADBOLT u. a.: „The Semantic Web Revisited“, in: IEEE Intelligent Systems 21.3 (2006), S. 96–101, URL: http://eprints.ecs.soton.ac.uk/12614/01/Semantic_Web_Revisted.pdf (besucht am 23.08.2013).

ment Web“, wie auch die beiden Abbildungen aus dem Jahr 1994 deutlich veranschaulichen. Mit dem Beginn des „Web 2.0“ – welches in diesem Jahr zehn Jahre alt geworden ist – wurden die vorher etablierten Standards für den Datenaustausch und die Datenverarbeitung interaktiver, es wurde quasi zum „Mitmach-Web“. Ein gewisser Nachteil dieser Entwicklung lässt sich jedoch klar ausmachen: durch den rasanten Anstieg der Web-Inhalte und deren eigentlich fast unveränderte technische Repräsentation wuchs die Schwierigkeit des Information-Retrievals und besonders der Erschließung der Web-Dokumente.

Diese Grundproblematik ist allerdings weniger von der Menge der Informationen abhängig, als von der text- und wortbasierten Suche. Denn nur mit dieser ist es heutzutage größtenteils für Suchmaschinen möglich, relevante Ergebnisse zu Suchanfragen zu liefern. Auch Standardisierungen für die Auszeichnung von Web-Dokumenten mit Metadaten, wie es beispielsweise *Dublin Core (DC)* der „Dublin Core Metadata Initiative“ standardisiert hat, sind nur ganz kleine Schritte zur Beseitigung dieses Problems.

Eine Möglichkeit – vielleicht die einzige –, diesem Dilemma zu entgehen, ist die Auszeichnung der konkreten Daten selbst mit Eindeutigkeiten. Das Netz dieser Daten wird auch als *Linked [Open] Data Cloud (LODC)* bezeichnet (eine sehr anschauliche LODC ist in Abbildung 2.3 zu sehen) und ist ein Teil des Semantic Web. Die dafür zur Verfügung stehenden Technologien werden im Folgekapitel kurz vorgestellt.

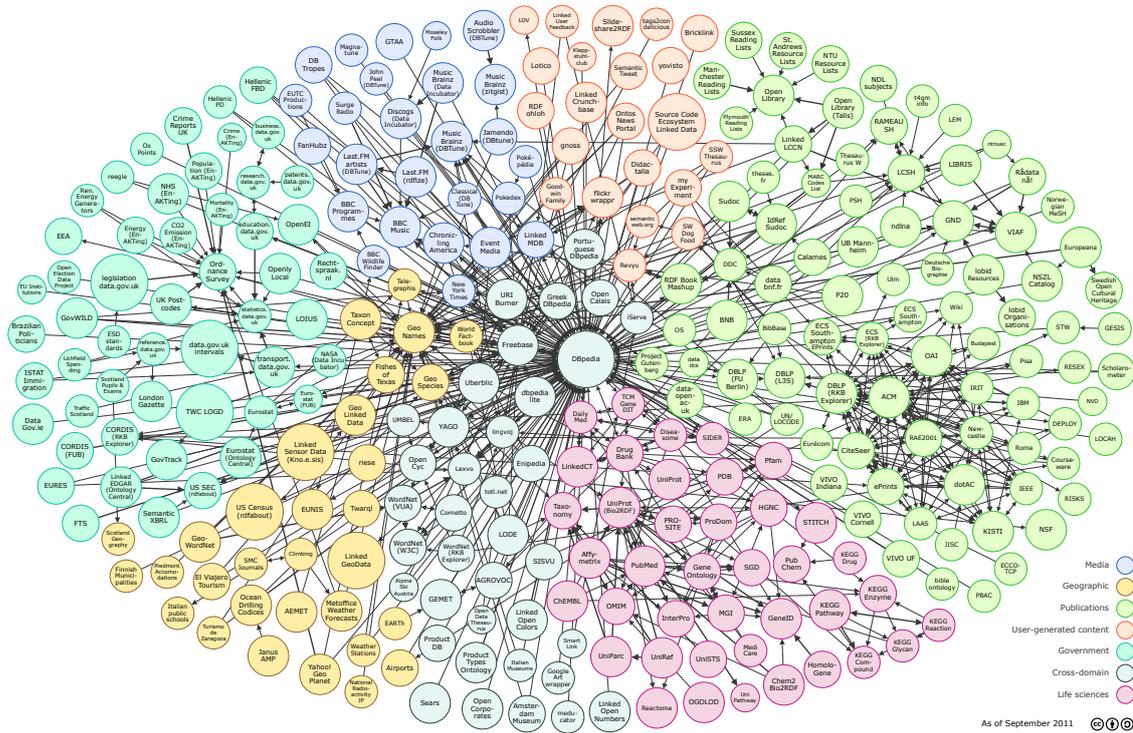


Abbildung 2.3: „Linked Open Data Cloud (colored)“ (CYGANIAK u. a. [2013])

Syntax und Semantik

Auf Grundlage der folgenden Aussage von Pellegrini und Blumauer, die auf die lange Tradition der Bedeutungslehre hindeutet, würde es zu weit führen, den Begriff der Semantik an dieser Stelle ausführlich zu beleuchten:

„Es scheint also, als hätte Tim Berners-Lee [...] die Büchse der Pandora geöffnet, da die Auseinandersetzung mit Semantik im engeren Sinn jedenfalls seit über 100 Jahren geführt wird und die Bedeutungslehre weit über 2000 Jahre alt ist.“¹¹

Da sich das Folgekapitel mit semantischen Technologien beschäftigt, soll jedoch an dieser Stelle kurz auf die Definition der Begriffe „Syntax“ und „Semantik“ von Hitzler u.a. hingewiesen werden: „Allgemein steht [...] Syntax für die normative Struktur von Daten,

¹¹ TASSILO PELLEGRINI u. a. (Hrsg.): „Semantic Web – Wege zur vernetzten Wissensgesellschaft“, Springer-Verlag, 05/2006 (X.media.press), ISBN: 9783540293248, S. 10.

welche erst durch Semantik eine *Bedeutung* erhält.“¹² In diesem Sinne werden sie auch in dieser Arbeit verstanden und verwendet.

2.2 Semantische Technologien

Ein Großteil der für die Umsetzung des Semantic Web benötigten Technologien werden heute im Alltag teilweise unbewusst genutzt. Sie haben jedoch eine lange Entwicklungs- und Erprobungszeit hinter sich.

RDF

Das *Resource Description Framework (RDF)* ist ein vom W3C entwickeltes Datenmodell, mit dessen Hilfe sich die grundlegende Idee der Relation zwischen Daten-Objekten, sogenannten Ressourcen, abbilden lässt. Die Relationen werden dabei als Tripel von (*Subjekt, Prädikat, Objekt*) modelliert.

URI

Eine RDF-Ressource ist in jedem Fall eindeutig mit einem *Universal Resource Identifier (URI)* bezeichnet. Subjekte und Prädikate sind immer Ressourcen, Objekte können Ressourcen oder Literale (also Text) sein. Ein URI kann auch eine *Universal Resource Locator (URL)* sein; dies sollte zutreffen, wenn Daten als *Linked Open Data (LOD)* in der LODC verfügbar sein sollen.

Das einfache Beispiel in Abbildung 2.4 zeigt diese beiden Regeln sehr deutlich anhand des *Subjekts* „http://de.wikipedia.org/wiki/Resource_Description_Framework“ (also eine Resource mit einer URI/URL), welches zwei *Prädikate* (URIs/URLs in roter Schrift) besitzt. Die *Objekte* beider Tripel sind jeweils Literale.

¹² PASCAL HITZLER u. a.: „Semantic Web – Grundlagen“, Springer-Verlag, 2008, ISBN: 9783540339939, DOI: 10.1007/978-3-540-33994-6, S. 13.

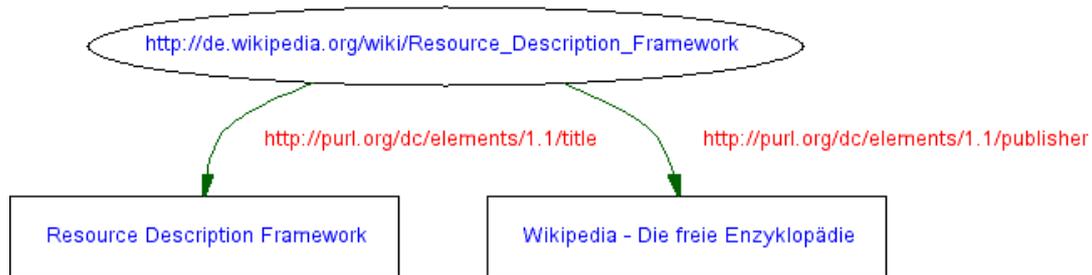


Abbildung 2.4: RDF-Beispiel-Triple (WIKIPEDIA-BENUTZER_IN: MOLILY [2013])

Die syntaktische Auszeichnung von RDF-Daten kann mit unterschiedlicher Syntax erfolgen. Am weitesten verbreitet ist „RDF/XML“. Kürzere Repräsentationsformen sind „Notation 3“ (N3) und *Terse RDF Triple Language* (RDF Turtle), welches auch im weiteren Verlauf dieser Arbeit verwendet wird.

Im Folgenden ist zur besseren Veranschaulichung der unterschiedlichen Repräsentationen das oben grafisch präsentierte RDF-Beispiel in RDF/XML- und Turtle-Syntax zu sehen.

Listing 2.1: RDF-Beispiel in RDF/XML

```

1 <?xml version="1.0"?>
2 <rdf:RDF xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
   xmlns:ns="http://purl.org/dc/elements/1.1/">
3 <rdf:Description
   rdf:about="http://de.wikipedia.org/wiki/Resource_Description_Framework">
4   <ns:title>Resource Description Framework</ns:title>
5   <ns:publisher>Wikipedia -Die freie Enzyklopädie</ns:publisher>
6 </rdf:Description>
7 </rdf:RDF>

```

Listing 2.2: RDF-Beispiel in Turtle

```

1 @dc: <http://purl.org/dc/elements/1.1/>
2 <http://de.wikipedia.org/wiki/Resource_Description_Framework>
3   dc:title
4     "Resource Description Framework" ;
5   dc:publisher
6     "Wikipedia - Die freie Enzyklopädie" .

```

Dass somit ein parallel und mit dem Web existierendes Datennetz geschaffen werden kann, zeigt das folgende Zitat von Dean Allemang u. a.:

„The main idea of the Semantic Web is to support a distributed Web at the level of data rather than at the level of presentation. Instead of having one webpage point to another, one data item can point to another, using global references called Uniform Resource Identifiers (URIs). [...] The data model that the Semantic Web infrastructure uses to represent this distributed web of data is called the Resource Description Framework (RDF) [...].“¹³

RDFS und OWL

Die gezeigte Auszeichnung und Repräsentation der Daten mittels RDF reicht aber noch nicht aus, um das Semantic Web zu einem Netz von semantisch verbundenen Datensätzen zu machen. Dafür fehlt das dahinterstehende Konzept.

Dieses Konzept, das zur Modellierung von Wissensbeständen notwendig ist, wird Ontologie genannt. Mit ihm lassen sich komplexe Relationen innerhalb und zwischen Konzepten abbilden. Eine eindeutigere Definition stammt von Tom Gruber aus dem Jahr 2009:

„In the context of computer and information sciences, an ontology defines a set of representational primitives with which to model a domain of knowledge or discourse. The representational primitives are typically classes (or sets), attributes (or properties), and relationships (or relations among class members). The definitions of the representational primitives include information about their meaning and constraints on their logically consistent application.“¹⁴

Auch für die Beschreibung von Ontologien gibt es geeignete (W3C-)Standards: **RDF-Schema (RDFS)** und **Web Ontology Language (OWL)**. Dabei ist OWL noch einmal in die drei Sprachebenen OWL-Lite, OWL-DL und OWL-Full unterteilt. Der Unterschied zwischen diesen Vokabularen ist ihre Mächtigkeit. Je mächtiger das Vokabular ist, desto mehr Ausdrucksmöglichkeiten stehen für die Modellierung zur Verfügung.

Abbildung 2.5 verdeutlicht die nach oben hin ansteigende Mächtigkeit der Vokabulare. Dabei ist anzumerken, dass jede Schicht alle Ausdrucksmöglichkeiten der unteren Schichten inkludiert.

¹³ DEAN ALLEMANG u. a.: „Semantic Web for the Working Ontologist – Effective Modeling in RDFS and OWL“, Morgan Kaufmann, 06/2008, ISBN: 9780123735560, S. 7.

¹⁴ TOM GRUBER: „Ontology“, in: LING LIU u. a. (Hrsg.), Springer-Verlag, 2009 (Encyclopedia of Database Systems), URL: <http://tomgruber.org/writing/ontology-definition-2007.htm>.

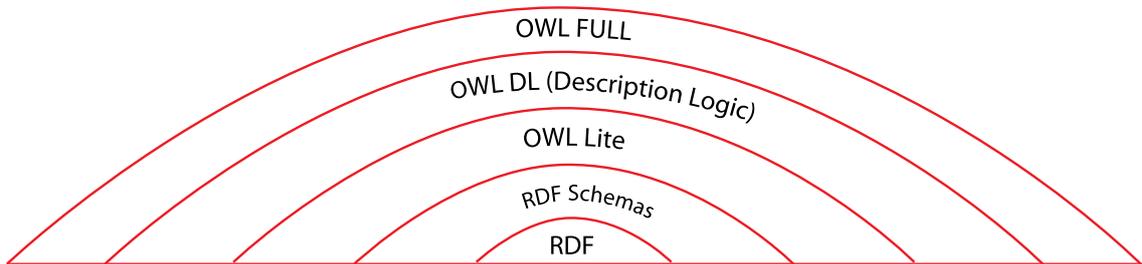


Abbildung 2.5: Schemaübersicht (Zwiebelmodell) (HERMAN [2006])

Semantic Web

Dieses Kapitel abschließend soll noch die folgende Abbildung des „Semantic Web Stack“ veranschaulichen, wie das Semantic Web aufgebaut ist. Die wichtigsten Teile davon wurden zuvor bereits beschrieben.

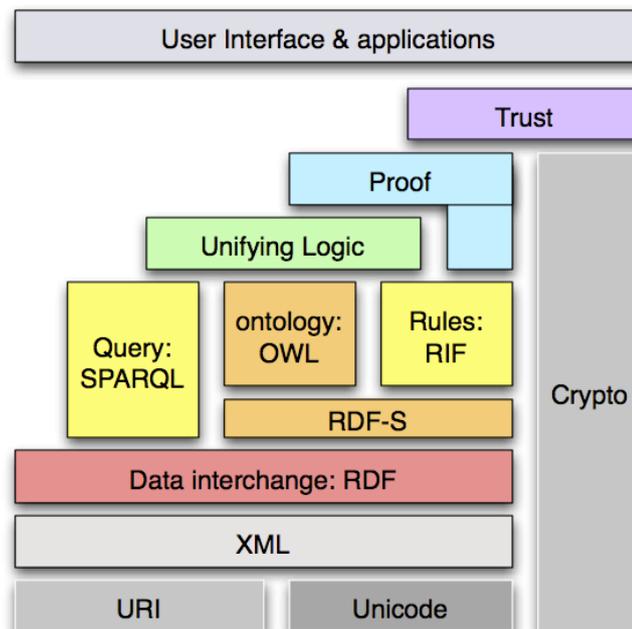


Abbildung 2.6: „Semantic Web Stack 2006“ (BRATT [2006])

2.3 Vorhandene Konzepte zur Repräsentation restauratorischer Daten

Nachdem nun ein paar Grundlagen geschaffen wurden, werden in diesem Unterkapitel Konzepte vorgestellt, die sich als geeignet zur Erfüllung der Aufgabenstellung dieser Arbeit erwiesen haben.

Vorab kann schon darauf hingewiesen werden, dass es leider kein Schema gibt, welches speziell für die Restaurierung konzipiert wurde. Wie in der Einleitung bereits beschrieben, gibt es jedoch glücklicherweise Ähnlichkeiten mit Einrichtungen, die sich ebenfalls um das kulturelle Erbe bemühen. Dies sind zum einen Museen, beispielsweise bezüglich der Verwaltung von Artefakten, und zum anderen Bibliotheken oder Archive, wenn es um die Verwaltung der Dokumentationen geht. Somit gab es also einige Anhaltspunkte, die bei der Suche nach einem geeigneten Konzept hilfreich waren.

2.3.1 „ESE“ und „EDM“

Die Europäische Union hat im Rahmen des „Europeana.eu“-Projekts¹⁵ – eine virtuelle Bibliothek – das auf RDF basierende *Europeana Data Model (EDM)*. Dieses entstand aus dem *Europeana Semantic Elements (ESE)* (2008) und wurde 2011 offiziell als Ablösung von ESE, allerdings mit voller ESE-Kompatibilität, eingeführt. Aufgrund dessen wird im Folgenden nur noch auf EDM eingegangen.

Ziel der Europeana ist es, eine Plattform zu sein, in der aggregierte digitale Objekte zur Verfügung gestellt werden. Diese befinden sich jedoch nicht auf den Servern des Europeana-Projekts, sondern bei den jeweiligen Einrichtungen¹⁶. Nur die Metainformationen und Thumbnails werden vom Projekt bereitgestellt. Zur Zeit sind so schon über 2,4 Millionen Texte, Video, Bilder und Audiodateien¹⁷ über das Portal und in der LODC als RDF und XML frei zugänglich.

EDM basiert auf RDF und war, wegen seiner großen Verbreitung und recht guten Präsenz,

¹⁵ Vgl. <http://europeana.eu>

¹⁶ Liste der teilnehmenden Einrichtungen: <http://europeana.eu/portal/europeana-providers.html>

¹⁷ EERO HYVÖNEN: „Publishing and Using Cultural Heritage Linked Data on the Semantic Web“, Morgan & Claypool, 10/2012 (Synthesis Lectures on the Semantic Web – Theory and Technology; Lecture #3), ISBN: 9781608459988, DOI: [10.2200/S00452ED1V01Y201210WBE003](https://doi.org/10.2200/S00452ED1V01Y201210WBE003), (besucht am 15. 07. 2013), S. 43.

zu Beginn dieser Arbeit das favoritierte Schema. Schon alleine die Vorstellung, dass die FHP ein Provider der Europeana werden könnte und somit auch SemRes-Objekte dort findbar wären, waren eine große Motivation.

Leider stellte sich diese Vorstellung vorerst als nicht verwirklichtbar heraus, denn bei EDM handelt es sich eher um ein Mapping-Schema für die in den teilnehmenden Institutionen verwendeten Metadatenschemata. Somit ist das EDM-eigene Vokabular sehr überschaubar und stellt nur einige wenige Klassen und Eigenschaften zur Verfügung (siehe Abbildungen 2.7 und 2.8). Mit diesen waren nach einigen Versuchen die SemRes-Daten nicht abbildbar.

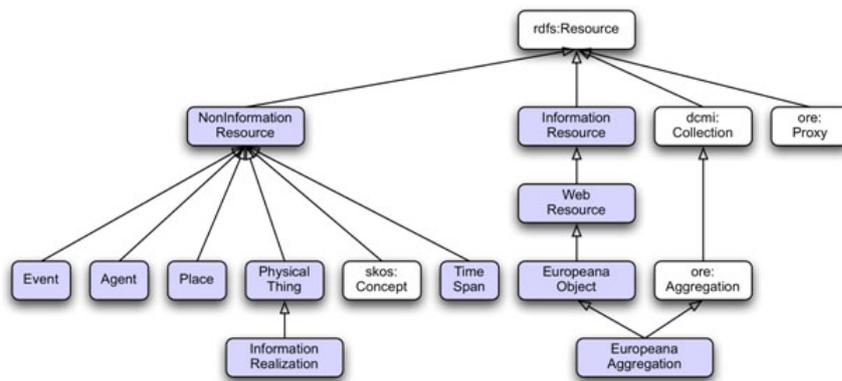


Abbildung 2.7: EDM-Klassen (OLENSKY [2010])

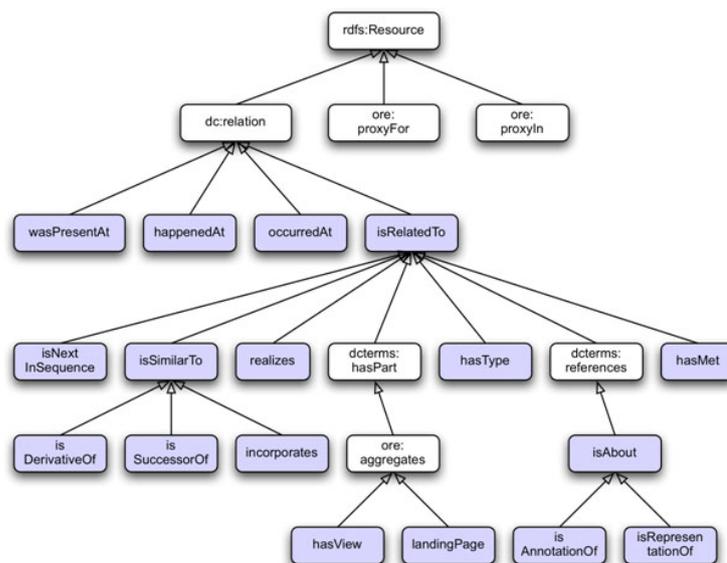


Abbildung 2.8: EDM-Eigenschaften (OLENSKY [2010])

2.3.2 „CIDOC CRM“

„The idea here [CIDOC] is that different metadata models used for memory organizations for different kinds of collection objects could be transformed into a form conforming to a more foundational semantic ontology model. The model serves as an intellectual guide for format creation, a language for analysis, and a data transportation format.“¹⁸

„CIDOC CRM ’provides definitions and a formal structure for describing the implicit and explicit concepts and relationships used in cultural heritage documentation’¹⁹. This includes not only representation of objects but also their potentially complex provenance information.“²⁰

Das *Comité international pour la documentation*, ein Komitee des Museumsverbandes ICOM (CIDOC), hat ein *Content Relation Model (CRM)* entwickelt, welches auch 2006 als ISO Standard 21127 verabschiedet und speziell als Ontologie für den Bereich des kulturellen Erbes geschaffen wurde. Bereits 1994 wurde mit der Entwicklung eines „Entity-Relationship-Model“ begonnen, welche jedoch 1996 zugunsten eines objektorientierten Modells umgestellt wurde. Im Jahr 1999 wurde dann das erste CRM veröffentlicht und bis heute immer weiter standardisiert. 2006 wurde eine erste offiziell vom *International Council of Museums (ICOM)* entwickelte Erweiterung des CRM für den bibliothekarischen Bereich vorgestellt: *FRBR object-oriented (FRBRoo)*. Dieses objektorientierte Modell wurde in Anlehnung an das CIDOC CRM auf Basis des von der *International Federation of Library Associations and Institutions (IFLA)* entwickelten *Functional Requirements for Bibliographic Records (FRBR)* konzipiert.

Diese langjährigen Bestrebungen und Entwicklungen, sowie die Intention zur Entwicklung des Schemas sprachen grundlegend dafür, sich intensiver mit dem CRM für den SemRes-Einsatz auseinanderzusetzen. Schaut man sich außerdem die in Abbildung 2.9 gezeigten Hauptklassen des Schemas an, sieht man, dass die Konzeptualisierung sehr nah an den Bedarf im SemRes-Projekt herankommt.

¹⁸ HYVÖNEN: *Publishing and Using Cultural Heritage Linked Data on the Semantic Web* (wie Anm. 17), S. 44.

¹⁹ <http://cidoc.ics.forth.gr/>

²⁰ HYVÖNEN: *Publishing and Using Cultural Heritage Linked Data on the Semantic Web* (wie Anm. 17), S. 44.

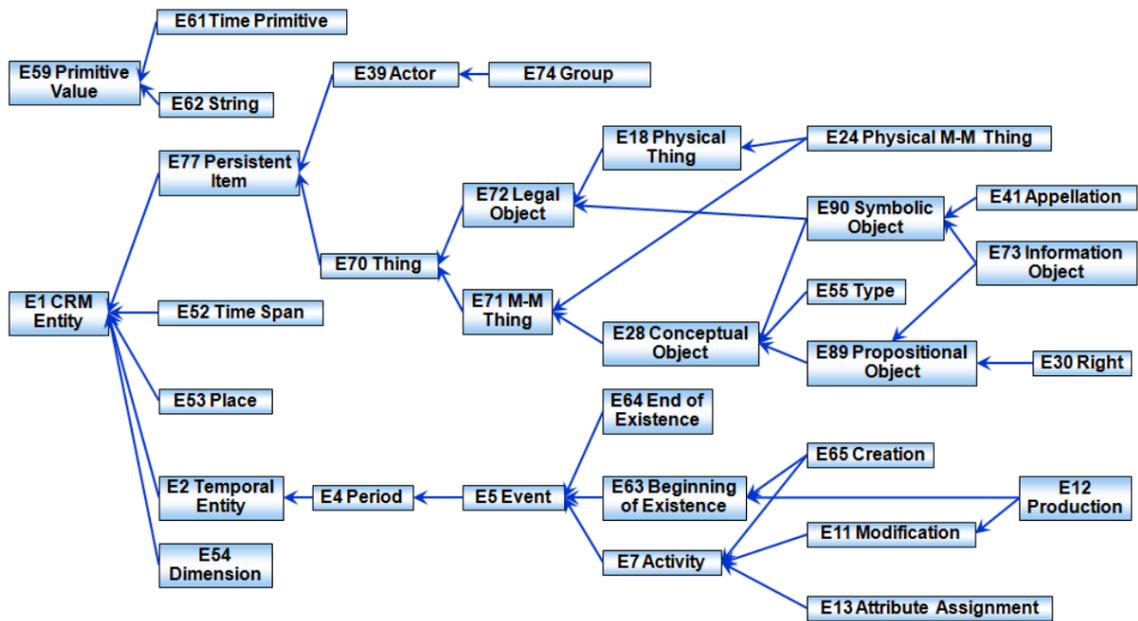


Abbildung 2.9: CIDOC-CRM-Klassen (aus Hyvönen [2012])

Ein weiterer, sicher nicht zu unterschätzender Punkt für die Überlegung der Adaption ist die Frage nach der aktuellen (Weiter-)Entwicklung eines Schemas. Die Antwort darauf kann für das CRM positiv beantwortet werden. Durch die aktive Entwicklung von Erweiterungen, der Etablierung in großen Projekten (siehe unten), die Anhängigkeit an das ICOM/CIDOC und regelmäßige Veranstaltungen²¹ durch die Arbeitsgruppe *CIDOC-CRM Special Interest Group (CRM-SIG)* kann durchaus davon ausgegangen werden, dass die Entscheidung für das CRM auch nachhaltig ist.

Abbildung 2.9 verdeutlicht gut eine interessante konzeptionelle Überlegung: die CRM-Ereignisse (E5_Event). Das heißt, dass Metadaten, bspw. das Datum der Herstellung eines Artefakts, nicht direkt mit dem modellierten Artefakt in Relation gesetzt werden

<Artefakt> wurde_hergestellt_am <Datum>

sondern die Beziehung wird über ein Ereignis, nämlich das der Herstellung des Artefakts, modelliert. Das heißt, dass die Relation letztlich als

<Artefakt> wurde_hergestellt_durch <Herstellungs-Ereignis> und

<Herstellungs-Ereignis> fand_statt_am <Datum>

abbildet wird. Auf weitere Einzelheiten der Klassen und Eigenschaften wird an dieser Stelle nicht weiter eingegangen, da sich eine recht ausführliche Dokumentation der für

²¹ Vgl. http://www.cidoc-crm.org/special_interest_meetings.html

SemRes relevanten Elemente im Kapitel „Modellierung“ ab Seite 30 befindet.

Allerdings werden noch kurz drei ausgewählte Institutionen und Projekte, die das CRM benutzen, vorgestellt. Eine Liste aller anwendenden Einrichtungen ist unter http://www.cidoc-crm.org/uses_applications.html zu finden.

- Das „CLAROS“-Projekt²² bietet unter <http://data.clarosnet.org> einen LOD-Service mit den im CRM beschriebenen Daten in unterschiedlichsten Formaten an. Ein Beispiel für die verschiedenen Aufbereitungen und die Modellierung mit dem CRM ist das Foto „Wilhelm Dörpfeld im Kuppelgrab C“, welches aus dem Bestand von „Arachne“²³ stammt: die HTML-Ansicht bei Arachne ist unter <http://arachne.uni-koeln.de/item/objekt/168330> und die aufbereitete RDF-Ansicht bei CLAROS unter <http://data.clarosnet.org/doc:arachne/entity/1161145> einsehbar.
- Ein sehr großes Projekt, in dem gerade ein Museum an die LODC angebunden wird, ist das „British Museum“ (BM). Hier sind am Beispiel des „The Rosetta Stone“ die aufbereiteten RDF-Daten unter <http://collection.britishmuseum.org/description/object/YCA62958.html> und die HTML-Ansicht unter http://www.britishmuseum.org/research/collection_online/collection_object_details.aspx?objectId=117631&partId=1 zu sehen. Bei der Umsetzung wird das BM vom „ResearchSpace“-Projekt²⁴ (RS) der Andrew W. Mellon Foundation²⁵ unterstützt.
- Ein ebenfalls recht aktuelles Projekt ist „ConservationSpace“²⁶ (CS). Wie der Name vermuten lässt, handelt es sich dabei um ein Projekt mit Bezug zur Restaurierung. Auch CS ist, genau wie RS, ein Programm der Andrew W. Mellon Foundation.

„Erlangen CRM“

Es existiert, zusätzlich zur offiziellen RDF-Version, die in OWL-DL 1.0 implementierte Version des CRM: [Erlangen CRM \(ECRM\)](#). Diese wird von Bernhard Schiemann, Martin Oischinger und Günther Görz am Institut für Informatik der Friedrich-Alexander-Universität in Erlangen-Nürnberg entwickelt²⁷. Hintergrund für diese Implementierung

²² <http://www.clarosnet.org/>

²³ <http://arachne.uni-koeln.de/>

²⁴ <http://www.researchspace.org/>

²⁵ <http://www.mellon.org/>

²⁶ <http://conservationspace.org/>

²⁷ Vgl. <http://erlangen-crm.org/>

waren vor allem die der offiziellen RDF-Version fehlenden Inferenzen.²⁸

Es existieren zwei Namensräume, die zur Benutzung des ECRM verwendet werden können. Ein versionierter Namensraum, der für die aktuelle Implementierung des CRM v5.0.4 <http://erlangen-crm.org/120111/> lautet und ein nicht versionierter Namensraum mit der URL <http://erlangen-crm.org/current/>. Auf der Webseite²⁹ der aktuellsten ECRM-Version sind Hinweise für die empfohlene Verwendung zu finden.

Nach einigen Experimenten und kleineren Fehlstarts beim Adaptieren bestehender Schemata und dem Versuch, ein eigenes Schema für SemRes zu entwickeln, wurde schließlich der praktische Teil dieser Arbeit, die Aufbereitung der restauratorischen Daten der SemRes-Anwendung zur Verarbeitung im Semantic Web, mittels des ECRM erfolgreich durchgeführt, wie das folgende Kapitel zeigt.

Es gilt jedoch zu beachten, dass im weiteren Verlauf keine Unterscheidung zwischen dem CRM und dem ECRM mehr gemacht wird. Wenn vom CRM die Rede ist, ist damit immer die OWL-DL-Implementierung, also das ECRM, gemeint.

²⁸ GÜNTHER GÖRZ u. a.: „AN IMPLEMENTATION OF THE CIDOC CONCEPTUAL REFERENCE MODEL (4.2.4) IN OWL-DL“, 2008, URL: http://erlangen-crm.org/docs/crm_owl_cidoc2008.pdf (besucht am 27.09.2013).

²⁹ <http://erlangen-crm.org/current-version>

KAPITEL 3

Konzeption

Die Herausforderung dieser Arbeit bestand darin, im Vorfeld der Modellierung eine Reihe an Dingen zu bedenken und festzulegen, um letztlich die Funktionalität der Implementierung zu gewährleisten.

Dieser und der folgende Teil „**Modellierung**“ der Arbeit zeigen die konzeptionellen Überlegungen und die praktische Umsetzung der RDF-Modellierung am konkreten Beispiel des Artefakts „Löwe“ (siehe Tabelle 1.1) und der zugehörigen Dokumentation „Konservierung und Restaurierung eines Löwen aus Terrakotta, Jägerallee 28/29 Potsdam“ (siehe Tabelle 1.2). Die Beschreibung einiger Schwierigkeiten und Herausforderungen schließt dieses Kapitel ab.

Hinweis zu den Quelltextformatierungen:

Für die Listings im RDF-Format wird **RDF Turtle** verwendet. Diese „Teilmenge des von Tim Berners-Lee und Dan Connolly’s [sic!] entworfenen Notation 3 [...] (N3)“³⁰ weist, im Gegensatz zu RDF/XML, weniger Quelltext-*Overhead* auf, was – für den Autor – zu einer einfacheren Lesbarkeit, speziell in den Listings in dieser Arbeit, führt. Außerdem werden folgende Farben zur besseren Übersichtlichkeit eingesetzt:

- Subjekte, Objekte und Präfixe → blau
- CRM-Klassen → grün
- CRM-Prädikate → rot
- Literale und Werte → schwarz

³⁰ WIKIPEDIA: „Turtle (Syntax) – Wikipedia, Die freie Enzyklopädie“, 2013, URL: [https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Turtle_\(Syntax\)&oldid=119196472](https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Turtle_(Syntax)&oldid=119196472) (besucht am 02.09.2013).

- URIs → hellbraun
- Kommentare → grau

Auslassungen, um den Quelltext für eine bessere Übersichtlichkeit der Listings etwas zu kürzen, sind mit # [...] gekennzeichnet.

Hinweis zu den Abbildungen:

Die im Folgenden zur besseren Veranschaulichung der Sachverhalte generierten Graphen wurden mit [RAP \(RDF API for PHP\)](#), welches unter die [GNU LESSER GENERAL PUBLIC LICENSE \(LGPL\)](#) gestellt ist, produziert. Außerdem wurde die [Protégé-Plattform](#), die unter der [Mozilla Public License Version 1.1](#) lizenziert ist, benutzt, um teilweise die Inferenzen darzustellen.

Hinweis zur verwendeten Literatur:

Um nachfolgend nicht an allen CRM-Klassen und CRM-Eigenschaften einen Verweis auf die Quelle zu deren Dokumentation unterbringen zu müssen, finden sich an dieser Stelle die grundlegenden Quellenangaben zur Dokumentation des CIDOC-CRM und des verwendeten Erlangen CRM.

- „Definition of the CIDOC Conceptual Reference Model“³¹ (als HTML für die aktuelle und offizielle Version 5.0.4)
- „Definition of the CIDOC Conceptual Reference Model“³² (als PDF für die aktuelle und offizielle Version 5.0.4)
- OWLDoc-Dokumentation des ECRM 120111 (welches CIDOC-CRM 5.0.4 entspricht)³³
- „CIDOC CRM 5.0.1 Graphical Representation“³⁴ (wenn auch nicht ganz aktuell, dafür übersichtlich)

³¹ ICOM/CIDOC CRM SPECIAL INTEREST GROUP: „Definition of the CIDOC Conceptual Reference Model – Produced by the ICOM/CIDOC Documentation Standards Group, Continued by the CIDOC CRM Special Interest Group“, hrsg. v. NICK CROFTS u. a., 11/2011, URL: <http://www.cidoc-crm.org/html/5.0.4/cidoc-crm.html> (besucht am 27. 09. 2013).

³² Ders.: „Definition of the CIDOC Conceptual Reference Model“, hrsg. v. NICK CROFTS u. a., 11/2011, URL: http://www.cidoc-crm.org/docs/cidoc_crm_version_5.0.4.pdf (besucht am 02. 09. 2013).

³³ „OWLDoc“, 2013, URL: <http://erlangen-crm.org/docs/ecrm/120111/index.html> (besucht am 17. 08. 2013).

³⁴ VLADIMIR ALEXIEV: „CIDOC CRM 5.0.1 Graphical Representation“, 09/2011, URL: <http://personal.sirma.bg/vladimir/crm-graphical/> (besucht am 27. 09. 2013).

- „Definition des CIDOC Conceptual Reference Model“³⁵ (wenn auch nicht ganz aktuell, dafür auf Deutsch)

3.1 Allgemeine Konventionen der Modellierung

Da der Autor selbst im Umgang mit CIDOC-CRM und der Modellierung eigener Daten Neuland betrat, suchte er nach *Best Practice*-Ansätzen, um sich einerseits für das eigene Projekt inspirieren zu lassen und um von den Riesen, auf deren Schultern wir stehen,³⁶ eventuell etwas lernen zu können. – Leider wurde er nur sehr spärlich fündig und so geriet er in eine recht pippilangstrumpfhafte „Ich mache mir die Welt, wie sie mir gefällt“-Haltung. Diese war bestimmt vom Handeln nach bestem Wissen und Gewissen und führte zu den folgenden Konventionen für die RDF-Modellierung der SemRes-Daten.

1. Die RDF-Daten sollten so einfach wie möglich gehalten sein.
2. Innerhalb der verschiedenen RDF-Daten sollten die CRM-Elemente so konsistent wie möglich verwendet werden.
3. Da das CIDOC-CRM mit den Kommentaren zu den Elementen eine gewisse Hilfestellung für die Anwendung des Schemas gibt, sollten diese weitgehend berücksichtigt/beherzigt werden.
4. Eine Selbstverständlichkeit stellte die korrekte Verwendung der jeweiligen CRM-Klassen und CRM-Eigenschaften innerhalb ihrer definierten *Ranges* und *Domains* dar.
5. Trotz der Einfachheit sollte bei der Modellierung auf das CRM-Konzept der Ereignisse Wert gelegt werden.
6. Es sollte auf *Empty Nodes* verzichtet werden.
7. Alle RDF-Objekte sollten auch anhand einer Bezeichnung identifizierbar sein.

³⁵ CIDOC CRM SPECIAL INTEREST GROUP (SIG): „Bibliografische Daten, Normdaten und Metadaten im Semantic Web – Version 5.0.1, autorisiert durch die CIDOC CRM Special Interest Group (SIG)“, in: ICOM Deutschland, 2010 (Beiträge zur Museologie Band 1), ISBN: 9783000309076, URL: http://www.icom-deutschland.de/client/media/380/cidoccrm_end.pdf.

³⁶ Vgl. WIKIPEDIA: „Zwerge auf den Schultern von Riesen – Wikipedia, Die freie Enzyklopädie“, 2013, URL: http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Zwerge_auf_den_Schultern_von_Riesen&oldid=120171892 (besucht am 27. 09. 2013).

- `rdfs:label` sollte bei allen Nodes zur Abbildung der Bezeichner dienen.
 - Nodes, die in erster Linie nur eine funktionale Rolle spielen, da sie zur Instanzierung benutzt werden – also mittels der CRM-Prädikate `P??_is_identified_by` mit ihren Klassenentsprechungen `EXX_Appellation` verbunden sind –, sollten im Bezeichner einen Zusatz ihrer CRM-Klasse aufweisen.
8. Es sollte auf die Verwendung der zusätzlichen, also inversen, Prädikate verzichtet werden, wenn bei der Modellierung bereits eine Richtung des Graphen definiert wurde.

URLs und URIs

Zu den bereits bestehenden Konventionen kommt noch eine weitere konzeptionelle Festlegung, die die zu verwendenden URIs betrifft. Da sich, wie bereits in der Einleitung auf Seite 5 erwähnt, unter der geplanten Domain <http://semres.fh-potsdam.de> das Web-Frontend der SemRes-Anwendung befindet und die URIs Web-Ressourcen sein sollen, wurde für das URI-Schema die Erweiterung der URL um den Pfad „database“ gewählt – <http://semres.fh-potsdam.de/database/>.

Dieser Pfad wird weiterhin um die Bezeichnung der zweiten Ebene des CRM-Schemas erweitert, um eine einfache Unterscheidung der Ressourcen anhand ihrer URI treffen zu können. Die folgende Tabelle 3.1 listet alle diese Klassen auf und weist ihnen den entsprechenden Pfad zu.

Tabelle 3.1: CRM-Klassen und Pfade

CRM-Klasse	Pfad
E2 Temporal Entity	http://semres.fh-potsdam.de/database/temporal/
E77 Persistent Item	http://semres.fh-potsdam.de/database/persistent/
E52 Time-Span	http://semres.fh-potsdam.de/database/time/
E53 Place	http://semres.fh-potsdam.de/database/place/
E54 Dimension	http://semres.fh-potsdam.de/database/dimension/

An das Ende der so entstandenen URI wird schließlich eine ID angehängt, die die jeweilige Resource eindeutig identifiziert. Somit besitzt also beispielsweise

die erste SemRes-Resource, die mit der Klasse `E53_Place` definiert ist, die URI <http://semres.fh-potsdam.de/database/place/1>.

Da es sich bei der gesamten Modellierung um ein eher theoretisches und manuell erstelltes Beispiel handelt, ist im Folgenden der konzeptionelle Charakter zu beachten. Das heißt, dass die verwendeten URIs und IDs im Sinne des Semantic Web nur auf eine grundlegende funktionale Korrektheit, aber nicht auf das erfolgreiche Zusammenspiel mit der zugrundeliegenden Datenbank beziehungsweise einem nicht existierenden Triplestore geprüft werden konnten.

3.2 Verwendete CRM-Elemente

Um im Folgekapitel nicht den Überblick zu verlieren werden an dieser Stelle alle zur Modellierung benötigten CRM-Elemente mit einem Link auf ihre zugehörige Definition in der bereits erwähnten offiziellen CIDOC-CRM-Dokumentation unter [0]³⁷ aufgelistet.

Tabelle 3.2 listet alle verwendeten CRM-Klassen, sortiert nach ihrem Namen (inklusive der Nummer), auf.

Tabelle 3.2: Liste aller zur Modellierung verwendeten CRM-Klassen

CRM-Klasse	HTML-Dokumentation
E11_Modification	http://www.cidoc-crm.org/cidoc-crm/E11_Modification
E12_Production	http://www.cidoc-crm.org/cidoc-crm/E12_Production
E31_Document	http://www.cidoc-crm.org/cidoc-crm/E31_Document
E39_Actor	http://www.cidoc-crm.org/cidoc-crm/E39_Actor
E57_Material	http://www.cidoc-crm.org/cidoc-crm/E57_Material
E61_Time_Primitive	http://www.cidoc-crm.org/cidoc-crm/E61_Time_Primitive
E74_Group	http://www.cidoc-crm.org/cidoc-crm/E74_Group
E82_Actor_Appellation	http://www.cidoc-crm.org/cidoc-crm/E82_Actor_Appellation
E84_Information_Carrier	http://www.cidoc-crm.org/cidoc-crm/E84_Information_Carrier

In Tabelle 3.3 werden analog zu der vorangegangenen Tabelle alle verwendeten CRM-Eigenschaften aufgelistet.

³⁷ [0] <http://www.cidoc-crm.org/html/5.0.4/cidoc-crm.html>

Tabelle 3.3: Liste aller zur Modellierung verwendeten CRM-Eigenschaften

CRM-Eigenschaft	Pfad
P3_has_note	http://www.cidoc-crm.org/cidoc-crm/P3_has_note
P14_carried_out_by	http://www.cidoc-crm.org/cidoc-crm/P14_carried_out_by
P31i_was_modified_by	http://www.cidoc-crm.org/cidoc-crm/P31i_was_modified_by
P45_consists_of	http://www.cidoc-crm.org/cidoc-crm/P45_consists_of
P70i_is_documented_in	http://www.cidoc-crm.org/cidoc-crm/P70i_is_documented_in
P72_has_language	http://www.cidoc-crm.org/cidoc-crm/P72_has_language
P82_at_some_time_within	http://www.cidoc-crm.org/cidoc-crm/P82_at_some_time_within
P108i_was_produced_by	http://www.cidoc-crm.org/cidoc-crm/P108i_was_produced_by
P127i_has_narrower_term	http://www.cidoc-crm.org/cidoc-crm/P127i_has_narrower_term
P131_is_identified_by	http://www.cidoc-crm.org/cidoc-crm/P131_is_identified_by

KAPITEL 4

Modellierung

Bevor in den folgenden Unterkapiteln die konkreten Artefakt- und Dokumentationsmetadaten des „Löwen“ modelliert werden, sollen an dieser Stelle nur die benutzten Namensräume gezeigt werden.

Listing 4.1 zeigt, dass zusätzlich zur Benutzung des Vokabulars des Erlangen-CRM, welches mit dem Kürzel `crm:` den empfohlenen³⁸ versionierten Namensraum einbindet, nur noch die grundlegenden Vokabulare RDF und RDFS verwendet werden.

Listing 4.1: RDF – Namensräume

```
1 @prefix rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#> .
2 @prefix rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#> .
3 @prefix crm: <http://erlangen-crm.org/120111/> .
```

4.1 Das Artefakt

In dem Listing 4.2 ist das erste SemRes-Artefakt/-Objekt mit der Definition (`rdf:type`) als CRM-Objekt `E84_Information_Carrier` und dem Bezeichner (`rdfs:label`) „Löwe“ als Literal. Dabei wird zum einen „a“ als gängige Turtle-Abkürzung³⁹ der *Internationalized Resource Identifier (IRI)* für „`http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#type`“ und zum

³⁸ Vgl. UNIVERSITY OF ERLANGEN-NUREMBERG, DEPARTMENT OF COMPUTER SCIENCE, CHAIR OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE: „Erlangen CRM / OWL – An OWL DL 1.0 implementation of the CIDOC Conceptual Reference Model (CIDOC CRM)“, 2013, URL: <http://erlangen-crm.org/current-version> (besucht am 27.09.2013), „Note:“

³⁹ Vgl. DAVID BECKETT u. a.: „Turtle – Terse RDF Triple Language“, Techn. Ber. CR-turtle-20130219, W3C, 02/2013, URL: <http://www.w3.org/TR/2013/CR-turtle-20130219/>, Kapitel 2.4.

anderen der Sprach-Tag „@de“ der Turtle-Syntax⁴⁰ zur Auszeichnung als deutschsprachiges Literal benutzt.

Listing 4.2: RDF – Artefakt „Löwe“

```

1 <http://semres.fh-potsdam.de/database/persistent/1>
2   a
3     crm:E84_Information_Carrier ;
4     rdfs:label
5       "Löwe"@de .

```

4.2 Material eines Artefakts

Während des schon in Kapitel 1.2 erwähnten Seminars wurde von der sogenannten Strukturierungsgruppe auch eine Klassifikation für die in der Restaurierung verwendeten Materialien, aus denen Artefakte bestehen können, erstellt. Diese umfasst insgesamt 539 Einträge über Materialien, die in die vier Gruppen Naturstein, Kunststein, Gips und Fassung eingeordnet sind.

Jetzt könnte man ja – wenn man Kenntnisse über die Bemühungen der Klassifikation in den Informationswissenschaften oder Einblicke in die Petrografie (Felsenkunde) hat – meinen, dass diese aufwändige Klassifizierungsarbeit nicht der Mühe wert war. Schließlich gibt es diese Materialien schon seit Anbeginn der Erdentstehung und seitdem sollte sich doch schon einmal jemand die Arbeit gemacht haben, diese zu klassifizieren. – Nun, dem ist auch so. Allerdings liegt der Teufel wieder einmal im Detail, wie das folgende Zitat⁴¹ von Dietmar Reinsch aus dem Vorwort seines Werkes „Natursteinkunde – Eine Einführung für Bauingenieure, Architekten, Denkmalpfleger und Steinmetze“ zeigt.

„Miteinander reden und sich dabei verstehen, kann man offensichtlich in deutlich verschiedenen Sprachen [...].

Es gibt auch den anderen Fall: Man spricht in der gleichen Sprache miteinander und versteht sich überhaupt nicht – was sehr verschiedene Ursachen haben kann; u.a. auch verschiedene inhaltliche Bedeutungen von Wörtern. [...] Geowissenschaftlich ausgebildete Gesteinskundler, die Petrographen und Petrologen, und die technisch ausgebildeten Baustofftechniker sprechen äußerlich mit einer sehr ähnlichen Sprache – doch die allgemeine

⁴⁰ Vgl. BECKETT u. a.: *Turtle* (wie Anm. 39), Kapitel 2.5.1.

⁴¹ DIETMAR REINSCH: „Natursteinkunde – Eine Einführung für Bauingenieure, Architekten, Denkmalpfleger und Steinmetze“, Ferdinand Enke Verlag, 1991, ISBN: 3432994613, S. V.

Denkweise in den Berufen und die Inhalte der Fachwörter differieren z.T. sehr handgreiflich. [...] Dies führt in der Praxis [...] im Zusammenhang mit immer komplexerer moderner Technik häufiger als eigentlich notwendig zu teuren Mißverständnissen [...].”

Dass diese Umstände auch (so oder ähnlich) auf die Denkmalpflege – also auch die Restaurator_innen – zutrifft, zeigt schon der Titel des Werkes. Deshalb ist es also auch aus diesem Grund notwendig standardisiertes Vokabular für den vergleichsweise überschaubaren Bereich der Steinrestaurierung an der FHP zu schaffen. Die Hintergründe zu den verwendeten Quellen und Referenzen seitens der Strukturierungsgruppe, die zur Erstellung der Materialklassifikation benutzt wurden, sind leider nicht bekannt.

Der für das Artefakt „Löwe“ relevante Ausschnitt aus der von den Studierenden der Restaurierung erstellten Klassifikation der Materialien ist in Abbildung 4.1 zu sehen.

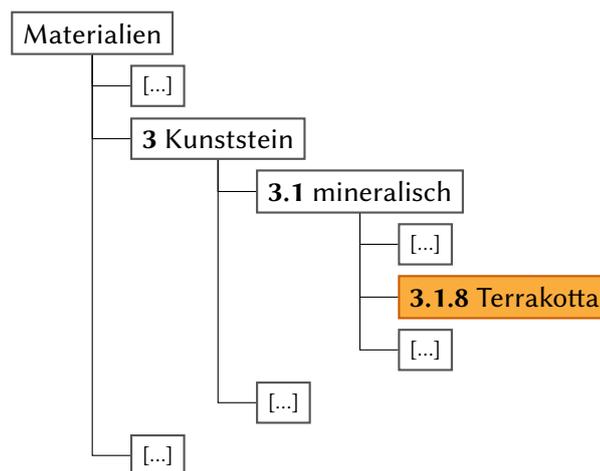


Abbildung 4.1: Ausschnitt aus der Materialklassifikation

Um nun dem Objekt das klassifizierte Material „Terrakotta“, aus dem das Artefakt besteht, zuzuordnen, wird dieses um die CRM-Eigenschaft `P45_consists_of`, dessen Objekt ein weiterer Node ist, erweitert.

Listing 4.3: RDF – Artefakt „Löwe“ – Material 1

```

1 <http://semres.fh-potsdam.de/database/persistent/1>
2   a
3     crm:E84_Information_Carrier ;
4     rdfs:label
5       "Löwe"@de ;
6     crm:P45_consists_of
7       <http://semres.fh-potsdam.de/database/persistent/2> .

```

Die Definition des klassifizierten Materials „Terrakotta“ selbst wird durch die CRM-Klasse `E57_Material` bewerkstelligt. Der Name des Materials wird mit `rdf:label` als deutschsprachiges Literal angegeben. Weiterhin wird, um eine bessere Identifikation zu gewährleisten, das Material um das Prädikat `P3_has_note` mit dem Text der Klassifikationsnummer und dem Namen erweitert.

Listing 4.4: RDF – Artefakt „Löwe“ – Material 2

```

1 <http://semres.fh-potsdam.de/database/persistent/2>
2   a
3     crm:E57_Material ;
4     rdfs:label
5       "Terrakotta"@de ;
6     crm:P3_has_note
7       "3.1.8 Terrakotta"@de .

```

Wie in Abbildung 4.1 ersichtlich, müssen – der Vollständigkeit halber – ebenso die beiden Oberbegriffe „Kunststein“ und „mineralisch“ definiert werden. Außerdem kann so ebenfalls gezeigt werden, wie der hierarchische Aufbau der Klassifikation umgesetzt werden kann.

Für die Abbildung von Hyperonymen stellt das CRM das Prädikat `P127_has_broader_term` bereit. Das inverse Prädikat `P127i_has_narrower_term` ist für die Definition von Hyponymen vorgesehen. Laut dem Kommentar von `P127_has_broader_term` in der CRM-Dokumentation („It allows Types to be organised into hierarchies. This is the sense of ”broader term generic (BTG)” as defined in ISO 2788“⁴²), empfiehlt das CRM den Aufbau einer Hierarchie von unten nach oben und bezieht sich dafür auf den ISO-Standard 2788 aus dem Jahre 1986, der den Titel „Documentation – Guidelines for the establishment and development of monolingual thesauri“⁴³ trägt und in einer überarbeiteten Version

⁴² ICOM/CIDOC CRM SPECIAL INTEREST GROUP: [Definition of the CIDOC Conceptual Reference Model](#) (wie Anm. 32), S. 105.

⁴³ INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO): „Documentation – Guidelines for the es-

mit der Nummer „ISO 25964-1:2011“ verfügbar ist. In Absprache mit dem Erstgutachter wurde hier für die Modellierung der Hierarchie von oben nach unten und somit die Verwendung des Präfixes `P127i_has_narrower_term` entschieden, wie Listing 4.5 zeigt.

Listing 4.5: RDF – Artefakt „Löwe“ – Material 3

```

1 <http://semres.fh-potsdam.de/database/persistent/2>
2   a
3     crm:E57_Material ;
4     rdfs:label
5       "Terrakotta"@de ;
6     crm:P3_has_note
7       "3.1.8 Terrakotta"@de .
8
9 <http://semres.fh-potsdam.de/database/persistent/3>
10  a
11    crm:E57_Material ;
12    rdfs:label
13      "Kunststein: mineralisch"@de ;
14    crm:P3_has_note
15      "3.1 mineralisch"@de ;
16    crm:P127i_has_narrower_term
17      <http://semres.fh-potsdam.de/database/persistent/2> .
18
19 <http://semres.fh-potsdam.de/database/persistent/4>
20  a
21    crm:E57_Material ;
22    rdfs:label
23      "Kunststein"@de ;
24    crm:P3_has_note
25      "3 Kunststein"@de ;
26    crm:P127i_has_narrower_term
27      <http://semres.fh-potsdam.de/database/persistent/3> .

```

In Abbildung 4.2 ist die modellierte Hierarchie gut zu erkennen.

establishment and development of monolingual thesauri“, Techn. Ber. ISO 2788:1986, 2013, URL: http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_ics/catalogue_detail_ics.htm?csnumber=7776 (besucht am 25.09.2013).

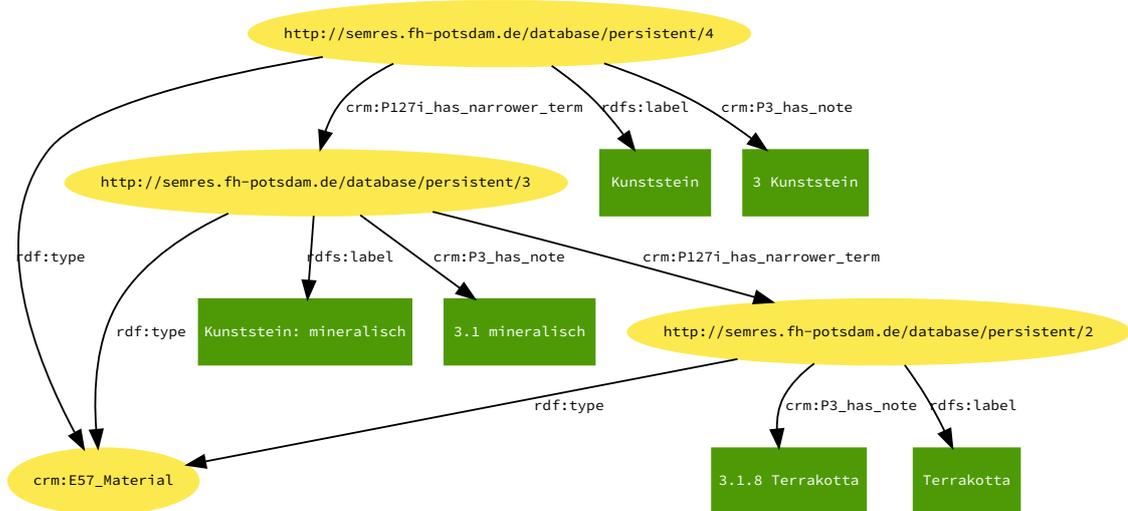


Abbildung 4.2: Graph – Artefakt „Löwe“ – Material 3

4.3 Entstehungszeit eines Artefakts

Die Entstehungszeit des Artefakt wird mittels der CRM-Eigenschaft `P108i_was_produced_by` und eines weiteren Nodes (ein CRM-Ereignis) abgebildet.

Listing 4.6: RDF – Artefakt „Löwe“ – Entstehung 1

```

1 <http://semres.fh-potsdam.de/database/persistent/1>
2   a
3     crm:E84_Information_Carrier ;
4     rdfs:label
5       "Löwe"@de ;
6     crm:P45_consists_of
7       <http://semres.fh-potsdam.de/database/persistent/2> ;
8     crm:P108i_was_produced_by
9       <http://semres.fh-potsdam.de/database/temporal/1> .

```

`http://semres.fh-potsdam.de/database/temporal/1` ist ein CRM-Ereignis der Klasse `E12_Production` und wird nun dazu benutzt, die Entstehung (inkl. der Entstehungszeit) abzubilden. Die CRM-Eigenschaft `P82_at_some_time_within` dient zur Darstellung der Entstehungszeit und der Node ist anhand der CRM-Klasse `E61_Time_Primitive` definiert.

Listing 4.7: RDF – Artefakt „Löwe“ – Entstehung 2

```

1 <http://semres.fh-potsdam.de/database/temporal/1>
2   a
3     crm:E12_Production ;
4     rdfs:label
5       "Entstehung Löwe"@de ;
6     crm:P82_at_some_time_within
7       <http://semres.fh-potsdam.de/database/temporal/2> .
8
9 <http://semres.fh-potsdam.de/database/temporal/2>
10  a
11    crm:E61_Time_Primitive ;
12    rdfs:label
13      "Ende 19. Jahrhundert"@de ;
14    rdf:value
15      "Ende 19. Jahrhundert"@de .

```

Die Relation zwischen dem CRM-Ereignis der Herstellung und der konkreten Entstehungszeit zeigt der Graph in Abbildung 4.3.

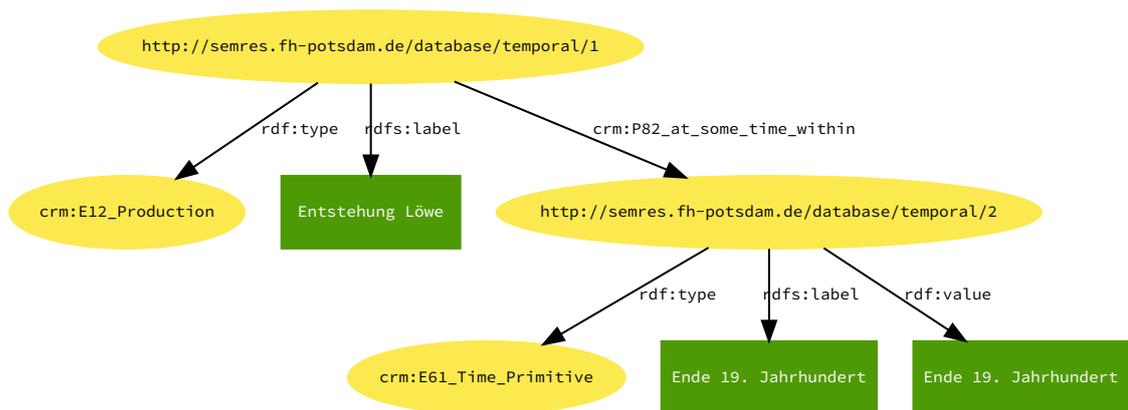


Abbildung 4.3: Graph – Artefakt „Löwe“ – Entstehung 2

Des Weiteren wird in dem CRM-Ereignis mittels der CRM-Eigenschaft `P14_carried_out_by` die Person – oder wie im Beispiel des Artefakts „Löwe“ die Körperschaft – definiert, die das Artefakt (bei der Entstehung) erschaffen hat.

Listing 4.8: RDF – Artefakt „Löwe“ – Entstehung 3

```

1 <http://semres.fh-potsdam.de/database/temporal/1>
2   a
3     crm:E12_Production ;
4     rdfs:label
5       "Entstehung Löwe"@de ;
6     crm:P82_at_some_time_within
7       <http://semres.fh-potsdam.de/database/temporal/2> ;
8     crm:P14_carried_out_by
9       <http://semres.fh-potsdam.de/database/persistent/5> .

```

Zur Abbildung der bereits erwähnten Körperschaft „Manufaktur für Stuck und Terrakotta F. Koch“ wird die CRM-Klasse `E74_Group` benutzt. Weiterhin wird für die Instanzierung des konkreten Namens `E82_Actor_Appellation` verwendet, welche durch das CRM-Prädikat `P131_is_identified_by` geschieht.

Listing 4.9: RDF – Artefakt „Löwe“ – Entstehung 4

```

1 <http://semres.fh-potsdam.de/database/persistent/5>
2   a
3     crm:E74_Group ;
4     rdfs:label
5       "Group: Manufaktur für Stuck und Terrakotta F. Koch"@de ;
6     crm:P131_is_identified_by
7       <http://semres.fh-potsdam.de/database/persistent/6> .
8
9 <http://semres.fh-potsdam.de/database/persistent/6>
10  a
11    crm:E82_Actor_Appellation ;
12    rdfs:label
13      "Manufaktur für Stuck und Terrakotta F. Koch"@de .

```

Der Graph in Abbildung 4.4 veranschaulicht die Relationen aus Listing 4.9 noch einmal.

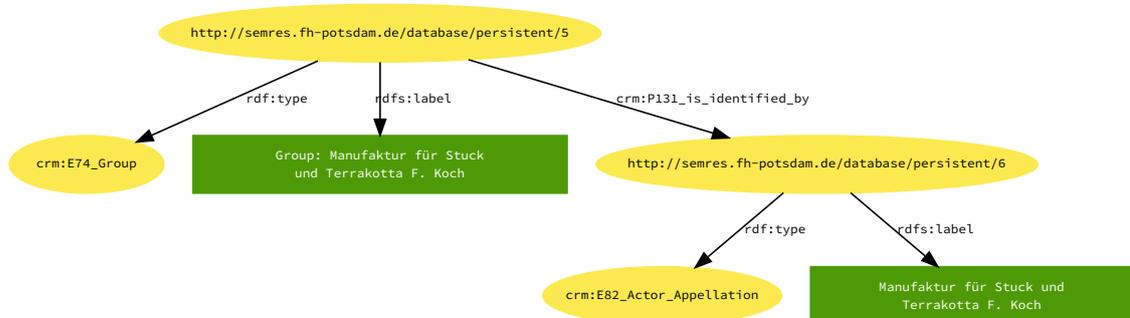


Abbildung 4.4: Graph – Artefakt „Löwe“ – Entstehung 4

4.4 Restaurierungszeiträume eines Artefakts

Wie eingangs beschrieben wird eine Restaurierungsphase mit Hilfe einer Dokumentation beschrieben und belegt; ohne diese Dokumentation gibt es keine Restaurierungsphasen.

Diese Phase ist erneut ein CRM-Ereignis und wird mittels der CRM-Eigenschaft `P31i_was_modified_by` und einen weiteren Node abgebildet.

Listing 4.10: RDF – Artefakt „Löwe“ – Restaurierung 1

```

1 <http://semres.fh-potsdam.de/database/persistent/1>
2   a
3     crm:E84_Information_Carrier ;
4     rdfs:label
5       "Löwe"@de ;
6     crm:P45_consists_of
7       <http://semres.fh-potsdam.de/database/persistent/2> ;
8     crm:P108i_was_produced_by
9       <http://semres.fh-potsdam.de/database/temporal/1> ;
10    crm:P31i_was_modified_by
11      <http://semres.fh-potsdam.de/database/temporal/3> .

```

Das CRM-Event mit der URI `http://semres.fh-potsdam.de/database/temporal/3` ist nicht wie bei dem Entstehungsereignis die CRM-Klasse `E12_Production`, sondern eine Modifikation (`E11_Modification`). Auch in dieser wird die Zeit anhand des Prädikats `P82_at_some_time_within` abgebildet.

Listing 4.11: RDF – Artefakt „Löwe“ – Restaurierung 2

```

1 <http://semres.fh-potsdam.de/database/temporal/3>
2   a
3     crm:E11_Modification ;
4     rdfs:label
5       "Bearbeitung Löwe (10.2010/07.2012)"@de ;
6     crm:P82_at_some_time_within
7       <http://semres.fh-potsdam.de/database/temporal/4> .
8
9 <http://semres.fh-potsdam.de/database/temporal/4>
10  a
11    crm:E61_Time_Primitive ;
12    rdfs:label
13      "10.2010/07.2012" ;
14    rdf:value
15      "10.2010/07.2012" .

```

Analog zum CRM-Ereignis der Herstellung zeigt der Graph in der folgenden Abbildung 4.7 die Relation zwischen dem CRM-Ereignis der Restaurierung und der konkreten Zeit der Restaurierung.

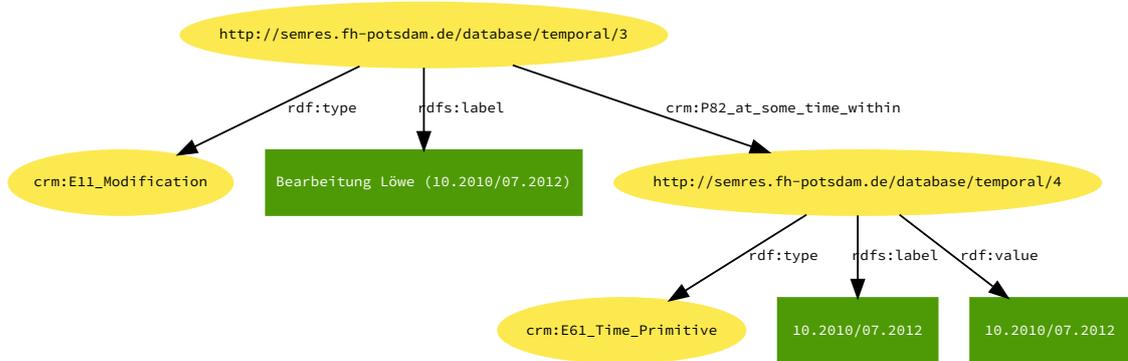


Abbildung 4.5: Graph – Artefakt „Löwe“ – Restaurierung 2

4.5 Dokumentation der Restaurierungsphase

Die restauratorische Dokumentation kann unter Verwendung des CRM-Prädikats `P70i_is_documented_in` und eines Nodes des CRM-Typs `E31_Document` modelliert werden. Dieser Node besitzt dann erstens das Prädikat `P72_has_language` zur Festlegung, dass es sich um ein deutschsprachiges Schriftstück oder Dokument handelt, und zweitens das Prädikat `P3_has_note`, um den langen deutschsprachigen Titel der Dokumentation zuzuweisen.

Listing 4.12: RDF – Artefakt „Löwe“ – Restaurierung 3

```

1 <http://semres.fh-potsdam.de/database/temporal/3>
2   a
3     crm:E11_Modification ;
4   # [...]
5   crm:P70i_is_documented_in
6     <http://semres.fh-potsdam.de/database/persistent/7> .
7
8 <http://semres.fh-potsdam.de/database/persistent/7>
9   a
10    crm:E31_Document ;
11   rdfs:label
12     "Dokumentation: Bearbeitung Löwe"@de ;
13   crm:P72_has_language

```

```

14 "de_DE" ;
15 crm:P3_has_note
16 "Konservierung und Restaurierung eines Löwen aus Terrakotta, Jägerallee 28/29
Potsdam"@de .

```

Abbildung 4.6 zeigt die Relation zwischen dem CRM-Ereignis und der Dokumentation grafisch.

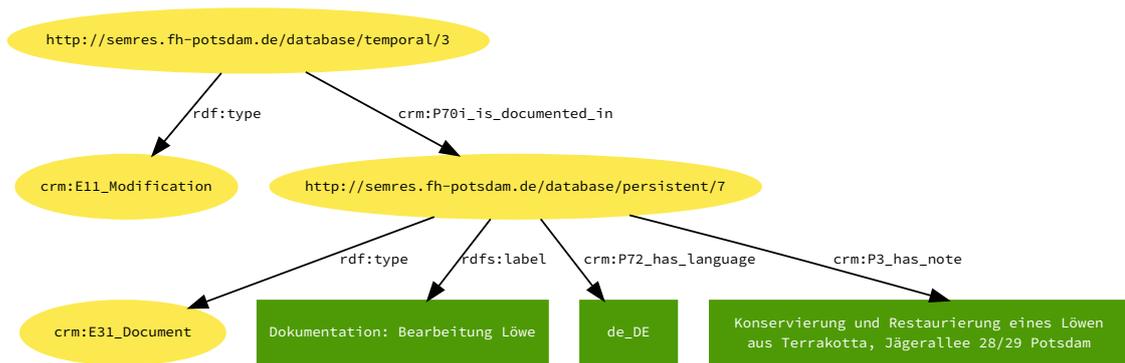


Abbildung 4.6: Graph – Artefakt „Löwe“ – Restaurierung 3

Zusätzlich zu den bereits modellierten Metadaten der Dokumentation müssen die Personen, die die Restaurierung durchgeführt haben und die in der restauratorischen Dokumentation angegeben sind, abgebildet werden (dies kann auch eine einzelne Person sein). Diese Relation kann durch das CRM-Prädikat `P14_carried_out_by` und einen neuen Node der CRM-Klasse `E39_Actor` im Ereignis der Restaurierungsphase modelliert werden.

Listing 4.13: RDF – Artefakt „Löwe“ – Restaurierung 4

```

1 <http://semres.fh-potsdam.de/database/temporal/3>
2   a
3     crm:E11_Modification ;
4     # [...]
5     crm:P14_carried_out_by
6       <http://semres.fh-potsdam.de/database/persistent/8> .
7
8 <http://semres.fh-potsdam.de/database/persistent/8>
9   a
10    crm:E39_Actor ;
11    rdfs:label
12      "Actor: Maria Kielholz" ;
13    crm:P131_is_identified_by
14      <http://semres.fh-potsdam.de/database/persistent/9> .
15

```

```

16 <http://semres.fh-potsdam.de/database/persistent/9>
17   a
18     crm:E82_Actor_Appellation ;
19     rdfs:label
20       "Maria Kielholz" .

```

Wie Listing 4.13 und dessen grafische Veranschaulichung in Abbildung 4.7 zeigen, wird der neue Node <http://semres.fh-potsdam.de/database/persistent/8> wiederum über das Prädikat `is_identified_by` mit einem neuen Node der CRM-Klasse `E82_Actor_Appellation` verbunden. Dieses Vorgehen sollte bereits aus der Modellierung (siehe Listing 4.9 und Abbildung 4.4) bekannt sein.

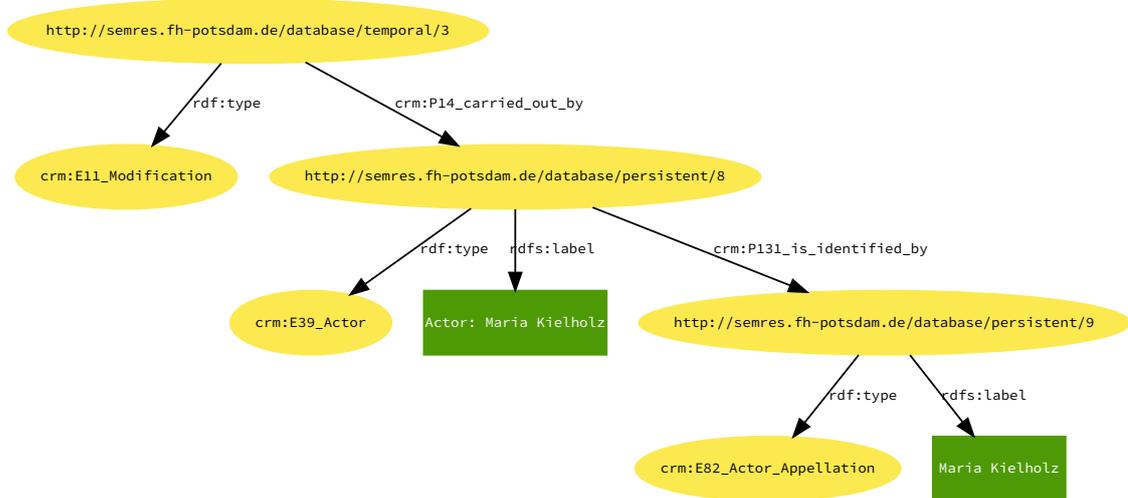


Abbildung 4.7: Graph – Artefakt „Löwe“ – Restaurierung 4

Der Vollständigkeit halber sollen in den Listings 4.14 und 4.15 auch noch die beiden anderen beteiligten Restauratorinnen, die an der Restaurierungsphase laut Tabelle 1.2 beteiligt waren, modelliert werden.

Listing 4.14: RDF – Artefakt „Löwe“ – Restaurierung 5

```

1 <http://semres.fh-potsdam.de/database/temporal/3>
2   a
3     crm:E11_Modification ;
4     # [...]
5     crm:P14_carried_out_by
6       <http://semres.fh-potsdam.de/database/persistent/8>,
7       <http://semres.fh-potsdam.de/database/persistent/10>,
8       <http://semres.fh-potsdam.de/database/persistent/12> .

```

Listing 4.15: RDF – Artefakt „Löwe“ – Restaurierung 6

```

1 <http://semres.fh-potsdam.de/database/persistent/10>
2   a
3     crm:E39_Actor ;
4     rdfs:label
5       "Actor: Luise Fusco" ;
6     crm:P131_is_identified_by
7       <http://semres.fh-potsdam.de/database/persistent/11> .
8
9 <http://semres.fh-potsdam.de/database/persistent/11>
10  a
11    crm:E82_Actor_Appellation ;
12    rdfs:label
13      "Luise Fusco" .
14
15 <http://semres.fh-potsdam.de/database/persistent/12>
16  a
17    crm:E39_Actor ;
18    rdfs:label
19      "Actor: Jennifer Scollin" ;
20    crm:P131_is_identified_by
21      <http://semres.fh-potsdam.de/database/persistent/13> .
22
23 <http://semres.fh-potsdam.de/database/persistent/13>
24  a
25    crm:E82_Actor_Appellation ;
26    rdfs:label
27      "Jennifer Scollin" .

```

Der komplett modellierte Datensatz befindet sich aus Platzgründen im Anhang. – Unter C.1 mit Turtle-Syntax und unter C.2 in RDF/XML-Syntax.

Weiterhin ist im Anhang D der vollständige Graph zu finden.

4.6 Schwierigkeiten und Herausforderungen

„Viele Wege führen nach Rom ...“ – Diese Redewendung steht immer ganz am Anfang eines sehr verschlungenen Weges bei der geplanten systematischen – und manchmal auch *unsystematischen* – Umsetzung großer Ziele; anders war es auch bei dem vorliegenden Projekt nicht. Dennoch war es nicht ganz so aussichtslos, wie der XKCD-Comic es beschreibt – auch wenn Analogien durchaus zu erkennen sind.

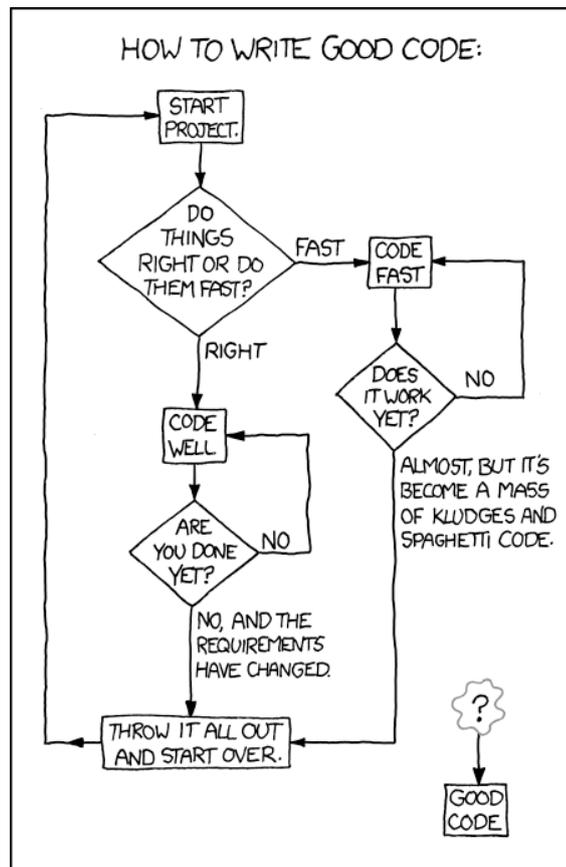


Abbildung 4.8: XKCD – Good Code (MUNROE [2011])

Eigentlich schien die Aufgabe des Umsetzens der vereinbarten Metadaten der Artefakte und Dokumentationen in RDF relativ leicht und unkompliziert zu sein. Auch wenn viele grundlegende Dinge bezüglich der theoretischen Grundlagen, die sich auch in Kapitel 2 wiederfinden, aufgearbeitet und auch neu gelernt werden konnten, so machte sich die fehlende Erfahrung mit der Entwicklung eines eigenen Schemas, oder der Adaption bestehender Konzepte auf eine ähnliche Domäne doch bemerkbar. Zwar halfen in dieser Situation die in Kapitel 3.1 selbst definierten und vereinbarten Konventionen etwas weiter. Allerdings bleibt selbst nach der weitgehend erfolgreichen Modellierung immer noch relativ offen, ob diese in der realen Implementierung letztlich sinnvoll sind und wenn ja, in welchem Ausmaß.

Für die beiden ausgewählten Themenbereiche der Verwendung der Prädikate und der konzeptuellen Modellierung sollen im Folgenden kurz ein paar Beispiele für die Schwierigkeiten und Herausforderungen gegeben werden.

4.6.1 Prädikate

Eine Schwierigkeit, die auch bei den Überlegungen zur Konzeption auftrat, war die Frage nach den allgemein zu verwendenden Vokabularen. Bereits in der Einleitung zu diesem Kapitel wurde gezeigt, dass bei der durchgeführten Modellierung nur die Vokabulare CRM, RDF und RDFS benutzt wurden. Diese Entscheidung wurde getroffen, um die RDF-Daten (wie in der Konvention 1. auf Seite 26 festgelegt) so einfach wie möglich auszuzeichnen. Es hätte auch die Möglichkeit bestanden weitere Vokabulare zu benutzen, wie beispielsweise das weit verbreitete DC.

Speziell bei der durchaus berechtigten Überlegung zur Benutzung von DC traten jedoch die ersten Mehrdeutigkeiten auf. Würde die ein Artefakt erschaffende Person oder Körperschaft mittels `dc:creator` oder eher mit `dc:maker` ausgezeichnet?

Da eine eindeutige und schlüssige Beantwortung dieser Beispielfrage nicht gefunden werden konnte, wurde sich gegen die Benutzung von DC entschieden.

Eine nächste ‚Baustelle‘ tat sich bei der so einfach klingenden Konvention 7. bezüglich der Bezeichner (siehe Seite 26) auf. Zur Auswahl standen dem ersten Anschein nach `rdfs:label`, `rdfs:value`, `crm:P1_is_identified_by` (für generische Bezeichner), `crm:P3_has_note`, `crm:P48_has_preferred_identifier`, `crm:P78_is_identified_by` (*Time-Span*), `crm:P87_is_identified_by` (*Place Appellation*), `crm:P102_has_title`, `crm:P131_is_identified_by` (*Actor Appellation*) und `crm:P149_is_identified_by` (*Conceptual Object*). Bei der zusätzlich angedachten Verwendung von DC hätten dann beispielsweise auch noch `dc:title` und `dc:description` in die Entscheidung mit einbezogen werden müssen.

Leider wurde die Verwirrung durch die verschiedenen Möglichkeiten und Konzepte nicht gänzlich behoben. Geklärt wurde jedoch die Verwendung der im CRM konzipierten Prädikate `P???_is_identified_by`, die jeweils im Range einer Klasse `EXX_Appellation` sind. Auch wurde durch eine etwas ausführlichere Erklärung⁴⁴ seitens Martin Dörr vom „*Institute of Computer Science*“ der „*Foundation for Research and Technology - Hellas*“ auf der CRM-SIG-Mailingliste im September 2013 die konzeptionelle Verwendung einiger aufgezählter Prädikate klarer. Schlussendlich fiel die Entscheidung jedoch auf die einfache und einheitliche Verwendung von `rdfs:label` und den CRM-Prädikaten `P???_is_identified_by`.

⁴⁴ Vgl. <http://lists.ics.forth.gr/pipermail/crm-sig/2013-September/002001.html>

4.6.2 Konzeption

Wie bereits im vorstehenden Unterkapitel angedeutet, trafen die Überlegungen zur Verwendung unterschiedlicher Vokabulare auch bei der Konzeption der SemRes-RDF-Daten zu.

Eine weitere Herausforderung, die letztlich in die Festlegung 8. auf Seite 27 mündete, bestand im Verstehen des Zusammenspiels zwischen der Funktionsweise des CRM-Schemas und der Verwendung inverser Prädikate. Dies soll an einem kleinen Beispiel veranschaulicht werden.

Wie bei der Modellierung der Materialien im vorangegangenen Kapitel 4.2 schon beschrieben, wird die hierarchische Abbildung der Materialienklassifikation durch das CRM-Prädikat `P127i_has_narrower_term` bei der Auszeichnung von Hyponymen erreicht. Nun könnte logisch daraus folgen, dass das inverse Prädikat `P127_has_broader_term` zusätzlich in allen Hyperonymen verwendet wird. Denn somit wäre klar und deutlich in allen Materialien ausgedrückt, welche Ober- und Unterbegriffe sie besitzen.

Allerdings schafft dies zum einen einen gewissen Overhead, da bei einer Materialkategorie (wie beispielsweise Naturstein) sehr viele Materialien direkt untergeordnet sind. Dass diese Daten jedoch maschinell erstellt und verarbeitet würden, entkräftigt dieses Argument in gewisser Weise. Zum anderen ist die Verwendung von `P127i_has_narrower_term` eher geeignet, da jedes Material nur eine übergeordnete Materialkategorie besitzt.

Eine sehr viel interessante Begründung für die Konvention 8. sind jedoch die in das CRM-Schema ‚eingebauten‘ Inferenzregeln bei der Deklaration der Prädikate. Dadurch ist es mit Hilfe eines sogenannten *Semantic Reasoner* möglich, diese Regeln zu nutzen.

Abbildung 4.9 zeigt den Ausschnitt eines Screenshots von Protégé. Es wurden nur der RDF-Datensatz des Artefakts „Löwe“ geladen und das Material „Kunststein: mineralisch“ ausgewählt. Als einzige Objekt-Eigenschaft ist unten rechts `P127i_has_narrower_term` zu sehen.

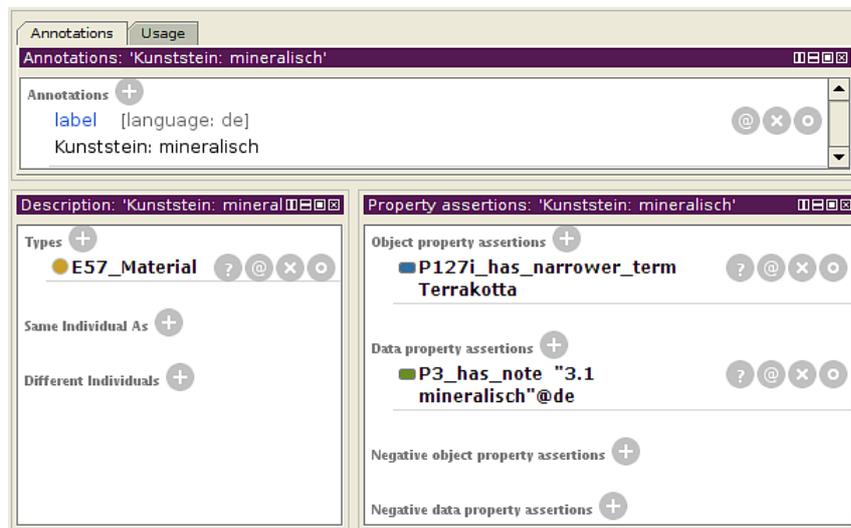


Abbildung 4.9: Screenshot – Protégé – Material ohne Inferenz

Nach dem Starten des Reasoner wird, wie Abbildung 4.10 zeigt, das Material automatisch mit dem RDF-Objekt „Kunststein“ über das inverse Präfix `P127_has_broader_term` verbunden.

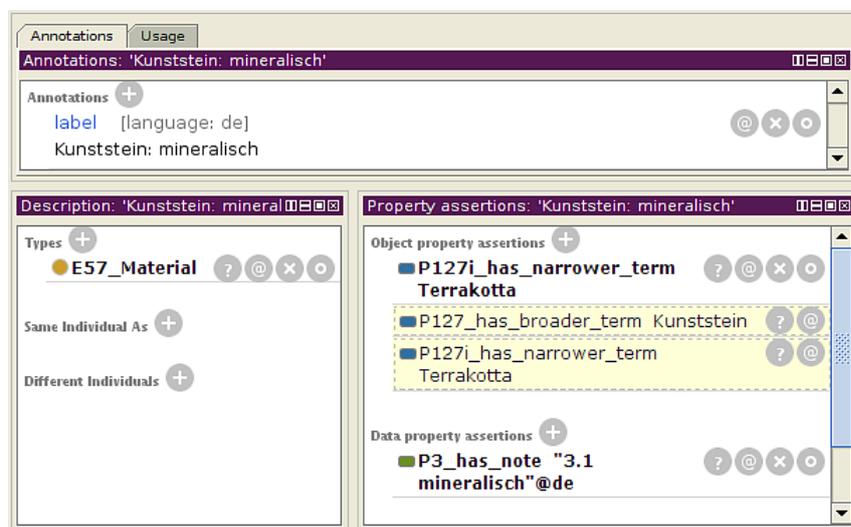


Abbildung 4.10: Screenshot – Protégé – Material mit Inferenz

Somit ist gezeigt worden, dass die zwar sehr einfach klingende Konvention 8. einen recht komplexen Hintergrund besitzt, letztlich aber auf einer sinnvollen und nachvollziehbaren Entscheidung basiert.

KAPITEL 5

Schlussbetrachtungen

Zu Beginn dieses abschließenden Teils wird kurz auf die aktuelle Implementierung der im vorangegangenen Kapitel dokumentierten RDF-Daten innerhalb des SemRes-Projekts eingegangen. Weiterhin wird ein Ausblick auf mögliche Anreicherungen der SemRes-RDF-Daten durch andere LODC-Daten gegeben und es wird ein Fazit bezüglich der Thematik und der Erfüllung der Zielsetzung dieser Arbeit gezogen.

5.1 Implementierung

Der im Kapitel „[Modellierung](#)“ produzierte RDF-Datensatz für das Artefakt „Löwe“ und die dazugehörige Dokumentation „Konservierung und Restaurierung eines Löwen aus Terrakotta, Jägerallee 28/29 Potsdam“ sind online verfügbar. Alle URIs liefern den entsprechenden RDF-Datensatz aus und sind somit schon jetzt ein Teil der LODC.

Da die unter <http://semres.fh-potsdam.de> verfügbare Web-Anwendung, die alle Daten der Tabellen 1.1 und 1.2 bereits in einer relationalen Datenbank vorhält, aktuell jedoch keinen *Triplestore* bereitstellt, wurden die einzelnen RDF-Datensätze manuell für die Auslieferung erstellt. Nun, nachdem durch diese Arbeit eine Basis für die Bereitstellung der SemRes-Daten als RDF-Daten geschaffen wurde, kann die Firma „River Byte“ den nächsten Schritt zur Teilnahme des SemRes-Projekts an der Vision des Semantic Web angehen.

Je nach Implementierung des Triplestore besteht die Möglichkeit beim Aufruf einer SemRes-URI mittels *Content Negotiation* entweder eine HTML-Seite anzuzeigen, oder die

RDF-Daten auszuliefern, so wie es in der Praxis bereits umgesetzt wird und in dem Dokument „Best Practice Recipes for Publishing RDF Vocabularies“ der W3C-Arbeitsgruppe „Semantic Web Deployment Working Group“ beschrieben ist:

„When an HTTP client attempts to dereference a URI, it can specify which type (or types) of content it would prefer to receive in response. It does this by including an 'Accept:' field in the header of the request message, the value of which gives MIME types corresponding to preferred content types.“⁴⁵

Als Vorbild dafür könnte beispielsweise das „CLAROS“-Projekt, dessen Triplestore unter <http://data.clarosnet.org> erreichbar ist, dienen. Dort wird die URI <http://id.clarosnet.org/BSR/0010035>, die gleichzeitig eine Web-Resource ist, beim Öffnen in einem Web-Browser auf die URL <http://data.clarosnet.org/doc/BSR/0010035> weitergeleitet und erhält dort eine HTML-Ansicht der RDF-Daten, die aus einer SPARQL-Abfrage des Triplstores generiert wird. Im Gegensatz dazu ist es Programmen, die RDF direkt verarbeiten können, möglich die URI abzurufen und als Antwort RDF-Daten zu erhalten.

Weiterhin existiert auf der SemRes-Webseite bereits ein Demo, welches die Verknüpfung der Datenbank-Objekte visualisiert. In Abbildung 5.1 ist ein Screenshot dieses Demos zu sehen. In dieser ist recht gut zu sehen, wie die Artefakte (grün) mit den Dokumentationen (gelb) über das Prädikat „ist dokumentiert in“ in Relation stehen. Und da die Dokumentation über das Präfix „wurde ausgeführt von“ mit einer Person verbunden ist, stehen ebenso eine Person und ein Artefakt miteinander in Verbindung (wie ja auch der Graph zeigt).

⁴⁵ WORLD WIDE WEB CONSORTIUM: „Best Practice Recipes for Publishing RDF Vocabularies“, Techn. Ber. NOTE-swbp-vocab-pub-20080828, W3C, 08/2008, URL: <http://www.w3.org/TR/2008/NOTE-swbp-vocab-pub-20080828/>.

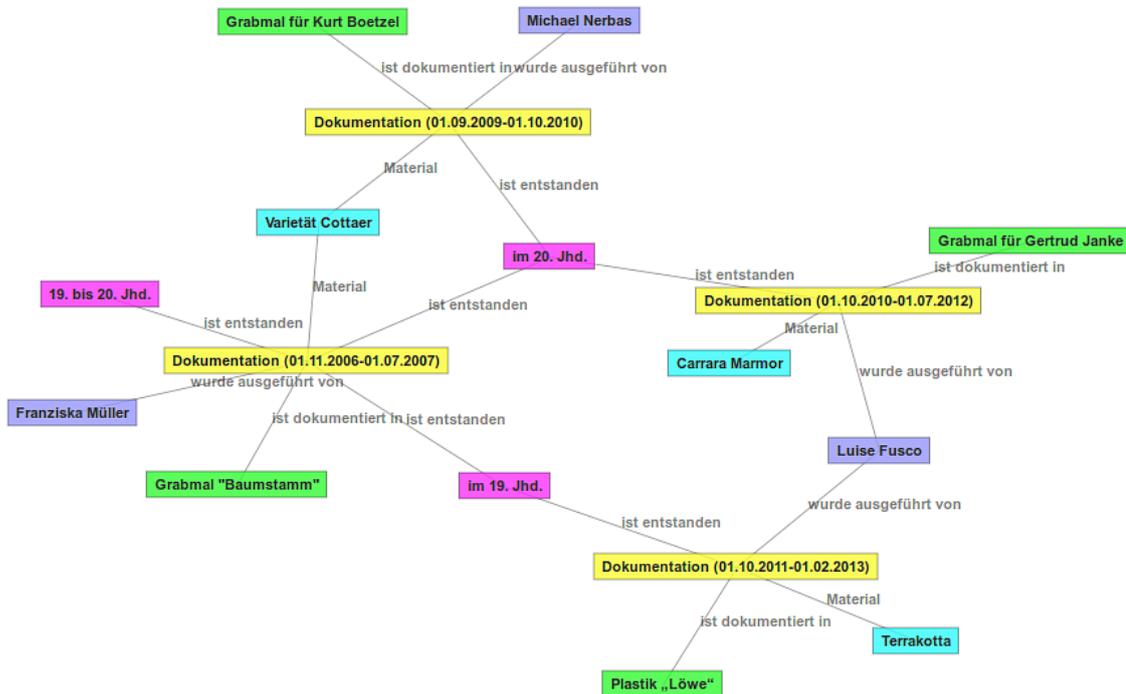


Abbildung 5.1: SemRes-Demo – Screenshot der Visualisierung (27.09.2013)

5.2 The Missing Link – Ausblick

Ein ebenso wichtiger Teil der LODC, neben der semantischen Aufbereitung und dem Zurverfügungstellen der eigenen Daten in der LODC, ist die Integration von anderen oder fremden Daten der LODC. Der folgende Abschnitt soll an mehreren Beispielen aufzeigen, welche Optimierungen bei der Modellierung der SemRes-Daten zur Erfüllung des zweiten Teils nötig sind.

Eine erste Maßnahme besteht in der Verwendung konkreter Datentypen für entsprechende Daten, statt der einfachen Verwendung von Literalen – also beispielsweise der Definition eines Datums als Datum und nicht nur als Text.

Dazu bietet es sich an, auf vordefinierte und bereits anderweitig benutzte Standards zurückzugreifen. Dies ist zum Beispiel mit den in der [W3C XML Schema Definition Language \(XSD\)](#) vom [W3C](#) Datentypen möglich.

Eine zweite Möglichkeit besteht in der Erweiterung der SemRes-Daten durch die Möglichkeit des Ausdrückens oder des Verwendens direkter Äquivalenzen zwischen RDF-

Objekten in SemRes und anderen Datenbeständen innerhalb der LODC. Dies ist beispielsweise mittels des in OWL definierten Prädikats `owl:sameAs` durchführbar. Dadurch ist es dann möglich „Individuals, welche in unterschiedlichen Dokumenten definiert wurden, gleichzusetzen, als Teil der Vereinigung zweier Ontologien“.⁴⁶

Zusätzlich zu den drei im Folgenden näher erläuterten Beispielen für die Integration der XSD-Datentypen, der geografischen Datenbank „GeoNames“ und der virtuellen Personennormdatei *Virtual International Authority File (VIAF)*, würde es sich beispielsweise auch anbieten, die SemRes-Daten mit den Polymeren aus der POLYKON-Datenbank⁴⁷ zu verbinden. Dieses Projekt stellt seine Daten jedoch noch nicht als Linked Data zur Verfügung. Eine Verknüpfung mit diesen Inhalten würde jedoch die Qualität der SemRes-Daten erheblich verbessern. Allerdings wäre es auch dadurch möglich, nicht nur die Metadaten der Artefakte und Dokumentationen semantisch abzubilden, sondern auch Teile der Dokumentationsinhalte. Dies ist ganz sicher eine spannende Herausforderung.

5.2.1 XSD-Datentypen

Das folgende Beispiel, zeigt anhand des Restaurierungszeitraums des Artefakts die exemplarische Integration von Datentypen nach der W3C-Empfehlung XSD. Das Ziel dieser Empfehlung lautet wie folgt:

„The XML specification defines limited facilities for applying datatypes to document content [...]. However, document authors [...] often require a higher degree of type checking to ensure robustness in document understanding and data interchange.“⁴⁸

Zur Integration ist es zuerst notwendig, die XSD-Spezifikation mittels des neuen Namensraums `xsd:` zu integrieren, wie das Listing 5.1 in Zeile 4 zeigt. Zur Repräsentation der Datumsangaben, siehe die Zeilen 20 und 22 des Listings, wurde der Datentyp `xsd:gYearMonth` gewählt – es stehen seitens der XSD-Definition noch `dateTime`, `date`, `gYearMonth`, `gYear`, `gMonthDay`, `gDay` und `gMonth` als einfache Datentypen zur Repräsentati-

⁴⁶ WORLD WIDE WEB CONSORTIUM: „OWL Web Ontology Language Guide (Version 1.1) – Deutsche Übersetzung“, Techn. Ber. REC-owl-guide-20040210-DE, W3C, 04/2006, URL: <http://www.semaweb.org/dokumente/w3/TR/2004/REC-owl-guide-20040210-DE.html>.

⁴⁷ Vgl. <http://polykon.fh-potsdam.de>

⁴⁸ WORLD WIDE WEB CONSORTIUM: „W3C XML Schema Definition Language (XSD) – 1.1 Part 2: Datatypes“, Techn. Ber. REC-xmlschema11-2-20120405, W3C, 04/2012, URL: <http://www.w3.org/TR/xmlschema11-2/>.

on von Datumsangaben zur Verfügung. Mit diesem lassen sich Jahreszahlen und Monate nach dem gregorianischen Kalender⁴⁹ ausdrücken. Der IRI für einen Datentyp wird dabei in Turtle mittels ^^ (in Unicode U+005E U+005E) angegeben.⁵⁰

Listing 5.1: RDF – „Löwe“ – Erweiterung mit XSD-Datentypen

```

1 @prefix rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#> .
2 @prefix rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#> .
3 @prefix crm: <http://erlangen-crm.org/120111/> .
4 @prefix xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#> .
5
6 <http://semres.fh-potsdam.de/database/persistent/99>
7   a
8     crm:E84_Information_Carrier ;
9   # [...]
10  crm:P31i_was_modified_by
11    <http://semres.fh-potsdam.de/database/temporal/3> .
12
13 <http://semres.fh-potsdam.de/database/temporal/3>
14   a
15     crm:E11_Modification ;
16   rdfs:label
17     "Bearbeitung Löwe (10.2010/07.2012)"@de ;
18   # [...]
19   crm:P82a_begin_of_the_begin
20     "2010-10"^^xsd:gYearMonth ;
21   crm:P82b_end_of_the_end
22     "2012-07"^^xsd:gYearMonth .

```

Zu beachten ist, dass die Prädikate `P82a_begin_of_the_begin` und `P82a_begin_of_the_begin` leider noch nicht Teil von CIDOC CRM sind. Somit ist eigentlich auch die Verwendung des `crm:`-Namensraums für diese Eigenschaften nicht zulässig bzw. führt zu einer nicht ausreichend implementierten Auflösung, durch die fehlenden Prädikate unter der URI des CRM. Ihre Einführung wurde von Vladimir Alexiev, der bei der Firma Ontotext für das (schon in Kapitel 2.3.2 vorgestellte) „ResearchSpace“-Projekt (RS) arbeitet, im November 2012 auf der Mailingliste der CRM-SIG mit dem Betreff „ADDITION: property ”active in period““ vorgeschlagen⁵¹. Beide Prädikate werden zur Zeit schon für RS verwendet. Weitere Hintergründe seines Vorschlags können auch in dem Dokument „How to implement CRM Time in RDF“⁵², welches die Schwierigkeiten von Datumsdefinitionen mit dem CRM näher erläutert und mögliche Lösungsansätze aufzeigt, nachgelesen

⁴⁹ Vgl. WORLD WIDE WEB CONSORTIUM: [W3C XML Schema Definition Language \(XSD\)](#) (wie Anm. 48).

⁵⁰ Vgl. BECKETT u. a.: [Turtle](#) (wie Anm. 39), Kapitel 2.5.1.

⁵¹ Vgl. <http://lists.ics.forth.gr/pipermail/crm-sig/2012-November/001906.html>

⁵² Vgl. http://www.cidoc-crm.org/docs/How_to%20implement%20CRM_Time_in%20RDF.pdf

werden.

Weitere ausgewählte XSD-Datentypen, die neben der Spezifizierung als Datumsangabe zur konkreteren Auszeichnung der SemRes-Daten verwendet werden können, sind:

- `integer` für Maßangaben;
- `int` für ganzzahlige Angaben;
- `time` für Zeitangaben.

5.2.2 GeoNames

„Die GeoNames-Datenbank enthält über 8 Millionen geographische Namen, die über 6,5 Millionen topografischen Objekten entsprechen und in jeweils eine von neun Klassen und eine von über 650 Codes kategorisiert sind. Neben Ortsnamen in verschiedenen Sprachen sind auch Längen- und Breitengrad, Höhe über Meer, Einwohnerzahl, administrative Unterteilung und Postleitzahlen in der Datenbank enthalten.“⁵³

Weiterhin sind die Daten als GeoNames-RDF-Objekte in der LODC verfügbar und somit bietet sich die Integration in die SemRes-Daten eindeutig an.

Die Definition des schon in der Einleitung zu diesem Unterkapitel beschriebenen Namensraums `owl:`, zeigt das Listing 5.2 in Zeile 3.

Zur Veranschaulichung der Äquivalenzauszeichnung mittels des Prädikats `owl:sameAs` wurde der RDF-Datensatz des Artefakts „Löwe“ um die Angabe erweitert, an welchem Ort die Bearbeitung `E11_Modification` stattfand.

Hierfür wird das CRM-Prädikat `P7_took_place_at` benutzt, welches auf den neuen Node `<http://semres.fh-potsdam.de/database/place/1>` verweist. Dieser ist mit der CRM-Klasse `E53_Place` definiert und wird mittels `owl:sameAs` als äquivalent zur GeoNames-Web-Resource `http://www.geonames.org/2852458` ausgezeichnet.

Listing 5.2: RDF – „Löwe“ – Erweiterung für Geonames

```
1 @prefix rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#> .
2 @prefix rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#> .
```

⁵³ WIKIPEDIA: „GeoNames – Wikipedia, Die freie Enzyklopädie“, 2013, URL: <http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=GeoNames&oldid=117800054> (besucht am 27.09.2013).

```

3 @prefix owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#> .
4 @prefix crm: <http://erlangen-crm.org/120111/> .
5
6 <http://semres.fh-potsdam.de/database/temporal/3>
7   a
8     crm:E11_Modification ;
9     # [...]
10    crm:P7_took_place_at
11      <http://semres.fh-potsdam.de/database/place/1> .
12
13 <http://semres.fh-potsdam.de/database/place/1>
14   a
15     crm:E53_Place ;
16     rdfs:label
17       "Place: Potsdam" ;
18     crm:P87_is_identified_by
19       <http://semres.fh-potsdam.de/database/persistent/100> .
20
21 <http://semres.fh-potsdam.de/database/persistent/100>
22   a
23     crm:E48_Place_Name ;
24     rdfs:label
25       "Potsdam"@de ;
26     owl:sameAs
27       <http://www.geonames.org/2852458> .

```

Für die weiteren, im Folgenden aufgelisteten, ausgewählten Geo-Metadaten (Ortsangaben) von SemRes-Artefakten und SemRes-Dokumentationen ist die Benutzung der GeoNames-Daten vorstellbar und qualitätssteigernd:

- Produktion/Herstellung des Artefakts;
- Entstehung der Dokumentation;
- Standort des Artefakts;
- Aufbewahrungsort der Dokumentation.

5.2.3 VIAF

„Das Virtual International Authority File (VIAF) ist eine virtuelle internationale Normdatei für Personendaten. Es ist ein Gemeinschaftsprojekt mehrerer Nationalbibliotheken und Bibliotheksverbände, das durch das Online Computer Library Center (OCLC) betrieben wird. Das Projekt wurde gemeinsam von der Deutschen Nationalbibliothek und der Library of Congress initiiert.“⁵⁴

Des Weiteren befinden sich in der VIAF Körperschaftsdaten und auch geografische Namensnormdaten. Ebenso, wie bei GeoNames, handelt es sich bei den VIAF-Daten um sehr weit verbreitete und qualitativ hochwertige (LOD-)Daten, was sie für ihren Einsatz im SemRes-Projekt auszeichnet.

Die Anreicherung der SemRes-Daten wird analog zur Implementierung von GeoNames durchgeführt. Zu beachten ist dabei allerdings, dass für das Beispiel nicht der bisher verwendete RDF-Datensatz des Artefakts „Löwe“ nutzbar ist. Da dieser keine Personen aus der VIAF-Personennormdatei enthält, wurde ein Pseudo-Artefakt, welches durch den Künstler „Michelangelo Buonarroti“ erschaffen wurde, benutzt.

Es wird dabei wie beim Artefakt „Löwe“ verfahren; ein CRM-Ereignis für die Herstellung des Artefakts (`E12_Production`) wird verwendet. In diesem wird mittels des Prädikats `P14_carried_out_by` ein Node der CRM-Klasse `E39_Actor` angesprochen, welcher die Künstlerin oder den Künstler identifiziert. Innerhalb dieser Nodedefinition wird dann mit dem Prädikat `owl:sameAs` die Äquivalenz zu einer VIAF-RDF-Resource (am Beispiel der Person „Michelangelo Buonarroti“: <http://viaf.org/viaf/24585191>; siehe Zeile 19 im Listing 5.3) ausgedrückt.

Listing 5.3: RDF – Pseudo-RDF-Datensatz – Erweiterung für VIAF

```

1 @prefix rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#> .
2 @prefix rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#> .
3 @prefix owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#> .
4 @prefix crm: <http://erlangen-crm.org/120111/> .
5
6 <http://semres.fh-potsdam.de/database/temporal/100>
7   a
```

⁵⁴ WIKIPEDIA: „Virtual International Authority File – Wikipedia, Die freie Enzyklopädie“, 2013, URL: http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Virtual_International_Authority_File&oldid=121143410 (besucht am 27. 09. 2013).

```

8   crm:E12_Production ;
9   # [...]
10  crm:P14_carried_out_by
11    <http://semres.fh-potsdam.de/database/persistent/101> .
12
13  <http://semres.fh-potsdam.de/database/persistent/101>
14    a
15      crm:E39_Actor ;
16      rdfs:label
17        "Actor: Michelangelo Buonarroti" ;
18      owl:sameAs
19        <http://viaf.org/viaf/24585191> ;
20      crm:P131_is_identified_by
21        <http://semres.fh-potsdam.de/database/persistent/102> .
22
23  <http://semres.fh-potsdam.de/database/persistent/102>
24    a
25      crm:E82_Actor_Appellation ;
26      rdfs:label
27        "Michelangelo Buonarroti"@de .

```

Im Folgenden sind ausgewählte Personen- und Körperschaftsangaben zu SemRes-Artefakten und SemRes-Dokumentationen aufgelistet, für die die Benutzung der VIAF-Datensätze vorstellbar und qualitätssteigernd sind:

- Auftraggeber_in (auch Institution) der Dokumentation (Restaurierung);
- Auftraggeber_in (auch Institution) des Artefakts (Herstellung);
- Eigentümer_in/Rechtsträger_in (auch Institution) des Artefakts;
- für das Artefakt zuständige Denkmalpfleger_in(en)/Denkmalbehörde(n);
- an der Restaurierung/Dokumentation beteiligte Fachkräfte.

5.3 Fazit

Die Umsetzung im Modellierungsteil dieser Arbeit hat gezeigt, dass das CIDOC-CRM respektive das Erlangen CRM gut geeignet sind, die im theoretischen Teil definierten Anforderungen zu erfüllen und zu den ebenda festgelegten Zielen zu gelangen.

Damit wurde erreicht, dass die semantische Aufbereitung restauratorischer Daten auf recht innovative Weise geschehen kann und es dadurch, ganz im Sinne der Idee und

Funktionsweise des Semantic Web, möglich ist, die SemRes-Daten als Linked Open Data der LOD-Cloud zur Verfügung zu stellen.

Für die SemRes-Daten selbst wurde bewerkstelligt, dass nun semantische Relationen zwischen Dokumentationen und den restaurierten Artefakten existieren. Dies ist so mit dem relationalen Datenbankmodell nur mit hohem Aufwand realisierbar. Ebenso verhält es sich mit den Beziehungen zwischen den Objekten.

Auf den Daten, die nun zur Verfügung gestellt werden können, sind auch neue Recherchen mit qualitativen Trefferlisten möglich, die von klassischen, Text vergleichenden, Suchmaschinen nur sehr schwer zu erstellen sind. Beispielsweise besteht nun die Option Suchanfragen zu stellen nach:

1. allen Artefakten, die im 13. Jahrhundert entstanden sind;
2. allen Artefakten aus 1., die im 19. Jahrhundert restauriert wurden;
3. allen Artefakten aus 2., die von dem Künstler ABC erschaffen wurden;
4. allen Dokumentationen zu den Restaurierungsphasen der Artefakte aus 1.

...

Zusammenfassend kann also festgestellt werden, dass die semantische Anreicherung der restauratorischen Daten prototypisch erfolgreich war und der Mehrwert für die Restaurierung klar erkennbar ist. Der Ausblick hat schlussendlich auch noch gezeigt, dass in den vorgeschlagenen Erweiterungen einige Potenziale im weiteren Ausbau des SemRes-Projekts stecken.

Es bleibt somit abschließend – und dabei auf die beiden recht inspirierenden Eingangszitate Bezug nehmend – nur noch eins zu sagen:

„But sharing isn't immoral – it's a moral imperative.“

Aaron Swartz

Quellenverzeichnis

ALEXIEV, VLADIMIR: „CIDOC CRM 5.0.1 Graphical Representation“, 09/2011, URL: <http://personal.sirma.bg/vladimir/crm-graphical/> (besucht am 27.09.2013) (siehe S. 25).

ALLEMANG, DEAN und JAMES A. HENDLER: „Semantic Web for the Working Ontologist – Effective Modeling in RDFS and OWL“, Morgan Kaufmann, 06/2008, ISBN: 9780123735560 (siehe S. 16).

BECKETT, DAVID, TIM BERNERS-LEE, ERIC PRUD’HOMMEAUX und GAVIN CAROTHERS: „Turtle – Terse RDF Triple Language“, Techn. Ber. CR-turtle-20130219, W3C, 02/2013, URL: <http://www.w3.org/TR/2013/CR-turtle-20130219/> (siehe S. 30, 31, 51).

Hrsg.: Eric Prud’hommeaux und Gavin Carothers.

BERNERS-LEE, TIM: „Datei: semantic.jpg“, 06/2001, URL: <http://www.w3.org/Talks/WWW94Tim/semantic.jpg> (besucht am 09.08.2013) (siehe S. 11).

Plenary talk by Tim BL at WWWF94; Lizenz: CC BY 2.5.

BERNERS-LEE, TIM: „Datei: weblevel“, 06/2001, URL: <http://www.w3.org/Talks/WWW94Tim/weblevel> (besucht am 09.08.2013) (siehe S. 10).

Plenary talk by Tim BL at WWWF94; Lizenz: CC BY 2.5.

BERNERS-LEE, TIM: „Plenary talk by Tim BL at WWWF94: Overview“, 1994, URL: <http://www.w3.org/Talks/WWW94Tim/> (besucht am 09.08.2013) (siehe S. 10).

BERNERS-LEE, TIM, JAMES HENDLER und ORA LASSILA: „The Semantic Web“, in: Scientific American 284.5 (2001), S. 29–37 (siehe S. 10).

BIBLIOGRAPHISCHES INSTITUT GMBH: „Duden | Denkmal | Rechtschreibung, Bedeutung, Definition, Synonyme, Herkunft“, 2013, URL: <http://www.duden.de/rechtschreibung/Denkmal> (besucht am 20.09.2013) (siehe S. 2).

BRATT, STEVE: „Datei: SemWebStack-tbl-2006a.png“, 10/2006, URL: <http://www.w3.org/2006/Talks/1023-sb-W3CTechSemWeb/SemWebStack-tbl-2006a.png> (besucht am 08.09.2013) (siehe S. 17).

Lizenz: © 2006 W3C.

CIDOC CRM SPECIAL INTEREST GROUP (SIG): „Bibliografische Daten, Normdaten und Metadaten im Semantic Web – Version 5.0.1, autorisiert durch die CIDOC CRM Special Interest Group (SIG)“, in: ICOM Deutschland, 2010 (Beiträge zur Museologie Band 1), ISBN: 9783000309076, URL: http://www.icom-deutschland.de/client/media/380/cidoccrm_end.pdf (siehe S. 26).

Herausgegeben und übersetzt von Karl-Heinz Lampe and Siegfried Krause and Martin Doerr.

CYGANIAK, RICHARD und ANJA JENTZSCH: „Datei: lod-cloud_colored.svg“, 02/2013, URL: http://lod-cloud.net/versions/2011-09-19/lod-cloud_colored.svg (besucht am 11.06.2013) (siehe S. 13).

Lizenz: CC BY-SA 3.0.

FACHHOCHSCHULE POTSDAM: „Fachhochschule Potsdam: Organisation: Fachbereiche: FB2 Architektur und Städtebau: Restaurierung“, 2013, URL: <http://www.fh-potsdam.de/restaurierung.html> (besucht am 26.09.2013) (siehe S. 2).

FACHHOCHSCHULE POTSDAM: „INTERFLEX – About“, URL: <http://interflex.incom.org/about> (besucht am 23.09.2013) (siehe S. 3).

GÖRZ, GÜNTHER, BERNHARD SCHIEMANN und MARTIN OISCHINGER: „AN IMPLEMENTATION OF THE CIDOC CONCEPTUAL REFERENCE MODEL (4.2.4) IN OWL-DL“, 2008, URL: http://erlangen-crm.org/docs/crm_owl_cidoc2008.pdf (besucht am 27.09.2013) (siehe S. 23).

Conference paper for CIDOC 2008.

GRUBER, TOM: „Ontology“, in: LING LIU und M. TAMER ÖZSU (Hrsg.), Springer-Verlag, 2009 (Encyclopedia of Database Systems), URL: <http://tomgruber.org/writing/ontology-definition-2007.htm> (siehe S. 16).

HERMAN, IVAN: „Datei: onionFull.svg“, 05/2006, URL: <http://www.w3.org/Consortium/Offices/Presentations/SemanticWeb/figures/onionFull.svg> (besucht am 11.07.2013) (siehe S. 17).

Lizenz: CC BY-ND 3.0.

HITZLER, PASCAL, MARKUS KRÖTZSCH, SEBASTIAN RUDOLPH und YORK SURE: „Semantic Web – Grundlagen“, Springer-Verlag, 2008, ISBN: 9783540339939, DOI: [10.1007/978-3-540-33994-6](https://doi.org/10.1007/978-3-540-33994-6) (siehe S. 14).

HYVÖNEN, EERO: „Publishing and Using Cultural Heritage Linked Data on the Semantic Web“, Morgan & Claypool, 10/2012 (Synthesis Lectures on the Semantic Web – Theory and Technology; Lecture #3), ISBN: 9781608459988, DOI: [10.2200/S00452ED1V01Y201210WBE003](https://doi.org/10.2200/S00452ED1V01Y201210WBE003), (besucht am 15.07.2013) (siehe S. 18, 20).

ICOM/CIDOC CRM SPECIAL INTEREST GROUP: „Definition of the CIDOC Conceptual Reference Model – Produced by the ICOM/CIDOC Documentation Standards Group, Continued by the CIDOC CRM Special Interest Group“, hrsg. v. NICK CROFTS, MARTIN DOERR, TONY GILL, STEPHEN STEAD und MATTHEW STIFF, 11/2011, URL: <http://www.cidoc-crm.org/html/5.0.4/cidoc-crm.html> (besucht am 27.09.2013) (siehe S. 25).

Version 5.0.4.

ICOM/CIDOC CRM SPECIAL INTEREST GROUP: „Definition of the CIDOC Conceptual Reference Model“, hrsg. v. NICK CROFTS, MARTIN DOERR, TONY GILL, STEPHEN STEAD und MATTHEW STIFF, 11/2011, URL: http://www.cidoc-crm.org/docs/cidoc_crm_version_5.0.4.pdf (besucht am 02.09.2013) (siehe S. 25, 33).

v5.0.4.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO): „Documentation – Guidelines for the establishment and development of monolingual thesauri“, Techn. Ber. ISO 2788:1986, 2013, URL: http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_ics/catalogue_detail_ics.htm?csnumber=7776 (besucht am 25.09.2013) (siehe S. 33).

Webseite des ISO-Standards 2788:1986.

MUNROE, RANDALL: „Datei: good_code.png“, 01/2011, URL: http://imgs.xkcd.com/comics/good_code.png (besucht am 29.09.2013) (siehe S. 43).

Lizenz: CC BY-NC 2.5.

OLENSKY, MARLIES: „Datei: fig3.jpg“, 09/2010, URL: <http://www.ieee-tcdl.org/Bulletin/v6n2/Olensky/img/fig3.jpg> (besucht am 10.09.2013) (siehe S. 19).

Lizenz: CC BY 3.0 US.

OLENSKY, MARLIES: „Datei: fig4.jpg“, 09/2010, URL: <http://www.ieee-tcdl.org/Bulletin/v6n2/Olensky/img/fig4.jpg> (besucht am 10.09.2013) (siehe S. 19).

Lizenz: CC BY 3.0 US.

„OWLDoc“, 2013, URL: <http://erlangen-crm.org/docs/ecrm/120111/index.html> (besucht am 17.08.2013) (siehe S. 25).

OWLDoc-Dokumentation des ECRM 120111.

PELEGRINI, TASSILO und ANDREAS BLUMAUER (Hrsg.): „Semantic Web – Wege zur vernetzten Wissensgesellschaft“, Springer-Verlag, 05/2006 (X.media.press), ISBN: 9783540293248 (siehe S. 13).

REINSCH, DIETMAR: „Natursteinkunde – Eine Einführung für Bauingenieure, Architekten, Denkmalpfleger und Steinmetze“, Ferdinand Enke Verlag, 1991, ISBN: 3432994613 (siehe S. 31).

SHADBOLT, NIGEL, WENDY HALL und TIM BERNERS-LEE: „The Semantic Web Revisited“, in: IEEE Intelligent Systems 21.3 (2006), S. 96–101, URL: http://eprints.ecs.soton.ac.uk/12614/01/Semantic_Web_Revisted.pdf (besucht am 23.08.2013) (siehe S. 11).

SOMMER, KAI: „POLYKON: Webbasierte Datenbankanwendung – Nutzbarmachung wissenschaftlicher Daten aus dem Bereich Restaurierung“, Bachelor-Arbeit, Fachhochschule Potsdam, 20.02.2012, URN: <urn:nbn:de:kobv:525-2806> (siehe S. 7).

STUCKENSCHMIDT, HEINER: „Ontologien: Konzepte, Technologien und Anwendungen“, Springer-Verlag, 05/2009 (Informatik im Fokus), ISBN: 9783540793304 (siehe S. 9).

SUMMERS, ED: „Fielding notes“, 01/2013, URL: <http://inkdroid.org/journal/2013/01/05/fielding-notes/> (besucht am 14.08.2013).

Zitat auf Seite iii.

SWARTZ, AARON: „Guerilla Open Access Manifesto“, 07/2008, URL: <http://archive.org/details/GuerillaOpenAccessManifesto> (besucht am 27.06.2013).

Zitat auf Seite 56.

TED CONFERENCES, LLC: „Tim Berners-Lee: The next web – Video on TED.com“, URL: http://www.ted.com/talks/tim_bernens_lee_on_the_next_web.html (besucht am 24.09.2013).

Zitat auf Seite iii.

UNIVERSITY OF ERLANGEN-NUREMBERG, DEPARTMENT OF COMPUTER SCIENCE, CHAIR OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE: „Erlangen CRM / OWL – An OWL DL 1.0 implementation of the CIDOC Conceptual Reference Model (CIDOC CRM)“, 2013, URL: <http://erlangen-crm.org/current-version> (besucht am 27. 09. 2013) (siehe S. 30).

WIKIPEDIA: „Denkmal – Wikipedia, Die freie Enzyklopädie“, 2013, URL: <http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Denkmal&oldid=122201733> (besucht am 19. 09. 2013) (siehe S. 2).

Bearbeitungsstand: 3. September 2013, 19:33 UTC.

WIKIPEDIA: „GeoNames – Wikipedia, Die freie Enzyklopädie“, 2013, URL: <http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=GeoNames&oldid=117800054> (besucht am 27. 09. 2013) (siehe S. 52).

Bearbeitungsstand: 21. September 2013, 11:54 UTC.

WIKIPEDIA: „Turtle (Syntax) – Wikipedia, Die freie Enzyklopädie“, 2013, URL: [https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Turtle_\(Syntax\)&oldid=119196472](https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Turtle_(Syntax)&oldid=119196472) (besucht am 02. 09. 2013) (siehe S. 24).

Bearbeitungsstand: 4. Juni 2013, 16:13 UTC.

WIKIPEDIA: „Virtual International Authority File – Wikipedia, Die freie Enzyklopädie“, 2013, URL: http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Virtual_International_Authority_File&oldid=121143410 (besucht am 27. 09. 2013) (siehe S. 54).

Bearbeitungsstand: 2. August 2013, 17:41 UTC.

WIKIPEDIA: „Zwerge auf den Schultern von Riesen – Wikipedia, Die freie Enzyklopädie“, 2013, URL: http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Zwerge_auf_den_Schultern_von_Riesen&oldid=120171892 (besucht am 27. 09. 2013) (siehe S. 26).

Bearbeitungsstand: 3. Juli 2013, 09:55 UTC.

WIKIPEDIA-BENUTZER_IN: MOLILY: „Datei:Servlet 164433.png“, 09/2013, URL: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/de/9/98/Servlet_164433.png (besucht am 09. 08. 2013) (siehe S. 15).

WORLD WIDE WEB CONSORTIUM: „Best Practice Recipes for Publishing RDF Vocabularies“, Techn. Ber. NOTE-swbp-vocab-pub-20080828, W3C, 08/2008, URL: <http://www.w3.org/TR/2008/NOTE-swbp-vocab-pub-20080828/> (siehe S. 48).

Hrsg.: Diego Berrueta und Jon Phipps.

WORLD WIDE WEB CONSORTIUM: „OWL Web Ontology Language Guide (Version 1.1) – Deutsche Übersetzung“, Techn. Ber. REC-owl-guide-20040210-DE, W3C, 04/2006, URL: <http://www.semaweb.org/dokumente/w3/TR/2004/REC-owl-guide-20040210-DE.html> (siehe S. 50).

Hrsg.: Michael K. Smith, Chris Welty und Deborah L. McGuinness; Übersetzung: Anton Köstlbacher, Max Diehn und Andreas Stephan.

WORLD WIDE WEB CONSORTIUM: „W3C XML Schema Definition Language (XSD) – 1.1 Part 2: Datatypes“, Techn. Ber. REC-xmlschema11-2-20120405, W3C, 04/2012, URL: <http://www.w3.org/TR/xmlschema11-2/> (siehe S. 50, 51).

Hrsg.: David Peterson, Shudi (Sandy) Gao, Ashok Malhotra, C. M. Sperberg-McQueen und Henry S. Thompson.

Eidesstattliche Erklärung

Ich, Kai Sommer, versichere hiermit, dass ich diese Master-Thesis mit dem Thema

Semantische Anreicherung restauratorischer Daten – Eine prototypische Modellierung

selbständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe – wobei ich alle Stellen der Arbeit, die anderen Werken oder dem Internet im Wortlaut oder dem Sinn nach entnommen sind, unter Angabe der Quelle als Entlehnung kenntlich gemacht habe.

Alle Abbildungen und Grafiken in dieser Arbeit sind von mir selbst erstellt oder mit einem entsprechenden Quellennachweis versehen worden.

Diese Arbeit ist in gleicher oder ähnlicher Form noch bei keiner anderen Prüfungsbehörde eingereicht worden.

Potsdam, 30. September 2013

KAI SOMMER

Anhang

A Deckblatt der Dokumentation „Löwe“

Die folgende Seite zeigt das vom FB2 zur Verfügung gestellte Deckblatt der Dokumentation „Konservierung und Restaurierung eines Löwen aus Terrakotta, Jägerallee 28/29 Potsdam“.

Konservierung und Restaurierung eines Löwen aus Terrakotta, Jägerallee 28/29 Potsdam



Bearbeiter: Maria Kielholz, Luise Fusco und Jennifer Scollin

Seminar: Projekte in der Steinkonservierung bei Herrn Prof. Gottfried Hauff und Herrn Dr. Peter Kozub

Fachhochschule Potsdam, Studienfach Steinkonservierung, WiSe-SoSe 2010/2011

B Projektdatenblatt der Dokumentation „Löwe“

Die folgende Seite zeigt das vom FB2 zur Verfügung gestellte Projektdatenblatt der Dokumentation „Konservierung und Restaurierung eines Löwen aus Terrakotta, Jägerallee 28/29 Potsdam“.

Projektdatenblatt

Objektdaten

Bezeichnung des Objekts:	Löwe
Künstler:	Manufaktur für Stuck und Terrakotta F. Koch
Datierung:	Ende 19. Jh.
Material:	Terrakotta
Maße:	130,5 x 51 x 67 cm
Standort:	Jägeralle 28/29, Potsdam
Auftraggeber:	Untere Denkmalschutzbehörde und Herr Wagner
Eigentümer:	Herr Wagner und untere Denkmalschutzbehörde

Restaurierungsdaten

Bearbeitungszeitraum:	Oktober 2010- Juli 2012
Auftraggeber:	siehe Eigentümer
Zuständige Denkmalpfleger:	Frau Ambrosius
Bearbeiter:	Maria Kielholz, Luise Fusco, Jennifer Scollin
Projektleitung:	Prof. Gottfried Hauff, Dr. Peter Kozub
Beteiligte Fachleute:	Frau Ambrosius Firma Roland Schulze Baudenkmalpflege GmbH

Dokumentationsdaten

Seitenzahl:	
Exemplaranzahl:	
und Aufbewahrungsorte:	
Dokumentationsverfasser:	
Datum der Abgabe:	

C Vollständiger RDF-Datensatz des Artefakts „Löwe“

Die folgenden beiden Listings enthalten den kompletten RDF-Datensatz für das Artefakt „Löwe“ und der zugehörigen Dokumentation.

C.1 Turtle

Listing C: Artefakt „Löwe“ – Turtle

```
1 @prefix rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#> .
2 @prefix rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#> .
3 @prefix crm: <http://erlangen-crm.org/120111/> .
4
5 <http://semres.fh-potsdam.de/database/persistent/1>
6   a
7     crm:E84_Information_Carrier ;
8     rdfs:label
9       "Löwe"@de ;
10    crm:P45_consists_of
11      <http://semres.fh-potsdam.de/database/persistent/2> ;
12    crm:P108i_was_produced_by
13      <http://semres.fh-potsdam.de/database/temporal/1> ;
14    crm:P31i_was_modified_by
15      <http://semres.fh-potsdam.de/database/temporal/3> .
16
17 <http://semres.fh-potsdam.de/database/persistent/2>
18   a
19     crm:E57_Material ;
20     rdfs:label
21       "Terrakotta"@de ;
22     crm:P3_has_note
23       "3.1.8 Terrakotta"@de .
24
25 <http://semres.fh-potsdam.de/database/persistent/3>
26   a
27     crm:E57_Material ;
28     rdfs:label
29       "Kunststein: mineralisch"@de ;
30     crm:P3_has_note
31       "3.1 mineralisch"@de ;
32     crm:P127i_has_narrower_term
33       <http://semres.fh-potsdam.de/database/persistent/2> .
34
35 <http://semres.fh-potsdam.de/database/persistent/4>
36   a
37     crm:E57_Material ;
```

```

38   rdfs:label
39     "Kunststein"@de ;
40   crm:P3_has_note
41     "3 Kunststein"@de ;
42   crm:P127i_has_narrower_term
43     <http://semres.fh-potsdam.de/database/persistent/3> .
44
45 <http://semres.fh-potsdam.de/database/temporal/1>
46   a
47     crm:E12_Production ;
48     rdfs:label
49       "Entstehung Löwe"@de ;
50     crm:P82_at_some_time_within
51       <http://semres.fh-potsdam.de/database/temporal/2> ;
52     crm:P14_carried_out_by
53       <http://semres.fh-potsdam.de/database/persistent/5> .
54
55 <http://semres.fh-potsdam.de/database/temporal/2>
56   a
57     crm:E61_Time_Primitive ;
58     rdfs:label
59       "Ende 19. Jahrhundert"@de ;
60     rdf:value
61       "Ende 19. Jahrhundert"@de .
62
63 <http://semres.fh-potsdam.de/database/persistent/5>
64   a
65     crm:E74_Group ;
66     rdfs:label
67       "Group: Manufaktur für Stuck und Terrakotta F. Koch"@de ;
68     crm:P131_is_identified_by
69       <http://semres.fh-potsdam.de/database/persistent/6> .
70
71 <http://semres.fh-potsdam.de/database/persistent/6>
72   a
73     crm:E82_Actor_Appellation ;
74     rdfs:label
75       "Manufaktur für Stuck und Terrakotta F. Koch"@de .
76
77 <http://semres.fh-potsdam.de/database/temporal/3>
78   a
79     crm:E11_Modification ;
80     rdfs:label
81       "Bearbeitung Löwe (10.2010/07.2012)"@de ;
82     crm:P82_at_some_time_within
83       <http://semres.fh-potsdam.de/database/temporal/4> ;
84     crm:P70i_is_documented_in
85       <http://semres.fh-potsdam.de/database/persistent/7> ;
86     crm:P14_carried_out_by
87       <http://semres.fh-potsdam.de/database/persistent/8>,
88       <http://semres.fh-potsdam.de/database/persistent/10>,
89       <http://semres.fh-potsdam.de/database/persistent/12> .

```

```

90
91 <http://semres.fh-potsdam.de/database/temporal/4>
92   a
93     crm:E61_Time_Primitive ;
94     rdfs:label
95       "10.2010/07.2012" ;
96     rdf:value
97       "10.2010/07.2012" .
98
99 <http://semres.fh-potsdam.de/database/persistent/7>
100  a
101    crm:E31_Document ;
102    rdfs:label
103      "Dokumentation: Bearbeitung Löwe"@de ;
104    crm:P72_has_language
105      "de_DE" ;
106    crm:P3_has_note
107      "Konservierung und Restaurierung eines Löwen aus Terrakotta, Jägerallee 28/29
108      Potsdam"@de .
109
110 <http://semres.fh-potsdam.de/database/persistent/8>
111  a
112    crm:E39_Actor ;
113    rdfs:label
114      "Actor: Maria Kielholz" ;
115    crm:P131_is_identified_by
116      <http://semres.fh-potsdam.de/database/persistent/9> .
117
118 <http://semres.fh-potsdam.de/database/persistent/9>
119  a
120    crm:E82_Actor_Appellation ;
121    rdfs:label
122      "Maria Kielholz" .
123
124 <http://semres.fh-potsdam.de/database/persistent/10>
125  a
126    crm:E39_Actor ;
127    rdfs:label
128      "Actor: Luise Fusco" ;
129    crm:P131_is_identified_by
130      <http://semres.fh-potsdam.de/database/persistent/11> .
131
132 <http://semres.fh-potsdam.de/database/persistent/11>
133  a
134    crm:E82_Actor_Appellation ;
135    rdfs:label
136      "Luise Fusco" .
137
138 <http://semres.fh-potsdam.de/database/persistent/12>
139  a
140    crm:E39_Actor ;
141    rdfs:label

```

```

141 "Actor: Jennifer Scollin" ;
142   crm:P131_is_identified_by
143     <http://semres.fh-potsdam.de/database/persistent/13> .
144
145 <http://semres.fh-potsdam.de/database/persistent/13>
146   a
147     crm:E82_Actor_Appellation ;
148     rdfs:label
149       "Jennifer Scollin" .

```

C.2 RDF/XML

Listing C: Artefakt „Löwe“ – RDF/XML

```

1 <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
2 <rdf:RDF
3   xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
4   xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
5   xmlns:crm="http://erlangen-crm.org/120111/"
6
7 <rdf:Description rdf:about="http://semres.fh-potsdam.de/database/persistent/1">
8   <rdf:type rdf:resource="http://erlangen-crm.org/120111/E84_Information_Carrier"/>
9   <rdfs:label xml:lang="de">Löwe</rdfs:label>
10  <crm:P45_consists_of
11    rdf:resource="http://semres.fh-potsdam.de/database/persistent/2"/>
12  <crm:P108i_was_produced_by
13    rdf:resource="http://semres.fh-potsdam.de/database/temporal/1"/>
14  <crm:P31i_was_modified_by
15    rdf:resource="http://semres.fh-potsdam.de/database/temporal/3"/>
16 </rdf:Description>
17
18 <rdf:Description rdf:about="http://semres.fh-potsdam.de/database/persistent/2">
19   <rdf:type rdf:resource="http://erlangen-crm.org/120111/E57_Material"/>
20   <rdfs:label xml:lang="de">Terrakotta</rdfs:label>
21   <crm:P3_has_note xml:lang="de">3.1.8 Terrakotta</crm:P3_has_note>
22 </rdf:Description>
23
24 <rdf:Description rdf:about="http://semres.fh-potsdam.de/database/persistent/3">
25   <rdf:type rdf:resource="http://erlangen-crm.org/120111/E57_Material"/>
26   <rdfs:label xml:lang="de">Kunststein: mineralisch</rdfs:label>
27   <crm:P3_has_note xml:lang="de">3.1 mineralisch</crm:P3_has_note>
28   <crm:P127i_has_narrower_term
29     rdf:resource="http://semres.fh-potsdam.de/database/persistent/2"/>
30 </rdf:Description>
31
32 <rdf:Description rdf:about="http://semres.fh-potsdam.de/database/persistent/4">
33   <rdf:type rdf:resource="http://erlangen-crm.org/120111/E57_Material"/>
34   <rdfs:label xml:lang="de">Kunststein</rdfs:label>
35   <crm:P3_has_note xml:lang="de">3 Kunststein</crm:P3_has_note>

```

```

32     <crm:P127i_has_narrower_term
33         rdf:resource="http://semres.fh-potsdam.de/database/persistent/3"/>
34 </rdf:Description>
35 <rdf:Description rdf:about="http://semres.fh-potsdam.de/database/temporal/1">
36     <rdf:type rdf:resource="http://erlangen-crm.org/120111/E12_Production"/>
37     <rdfs:label xml:lang="de">Entstehung Löwe</rdfs:label>
38     <crm:P82_at_some_time_within
39         rdf:resource="http://semres.fh-potsdam.de/database/temporal/2"/>
40     <crm:P14_carried_out_by
41         rdf:resource="http://semres.fh-potsdam.de/database/persistent/5"/>
42 </rdf:Description>
43 <rdf:Description rdf:about="http://semres.fh-potsdam.de/database/temporal/2">
44     <rdf:type rdf:resource="http://erlangen-crm.org/120111/E61_Time_Primitive"/>
45     <rdfs:label xml:lang="de">Ende 19. Jahrhundert</rdfs:label>
46     <rdf:value xml:lang="de">Ende 19. Jahrhundert</rdf:value>
47 </rdf:Description>
48 <rdf:Description rdf:about="http://semres.fh-potsdam.de/database/persistent/5">
49     <rdf:type rdf:resource="http://erlangen-crm.org/120111/E74_Group"/>
50     <rdfs:label xml:lang="de">Group: Manufaktur für Stuck und Terrakotta F.
51     Koch</rdfs:label>
52     <crm:P131_is_identified_by
53         rdf:resource="http://semres.fh-potsdam.de/database/persistent/6"/>
54 </rdf:Description>
55 <rdf:Description rdf:about="http://semres.fh-potsdam.de/database/persistent/6">
56     <rdf:type rdf:resource="http://erlangen-crm.org/120111/E82_Actor_Appellation"/>
57     <rdfs:label xml:lang="de">Manufaktur für Stuck und Terrakotta F.
58     Koch</rdfs:label>
59 </rdf:Description>
60 <rdf:Description rdf:about="http://semres.fh-potsdam.de/database/temporal/3">
61     <rdf:type rdf:resource="http://erlangen-crm.org/120111/E11_Modification"/>
62     <rdfs:label xml:lang="de">Bearbeitung Löwe (10.2010/07.2012)</rdfs:label>
63     <crm:P82_at_some_time_within
64         rdf:resource="http://semres.fh-potsdam.de/database/temporal/4"/>
65     <crm:P70i_is_documented_in
66         rdf:resource="http://semres.fh-potsdam.de/database/persistent/7"/>
67     <crm:P14_carried_out_by
68         rdf:resource="http://semres.fh-potsdam.de/database/persistent/8"/>
69     <crm:P14_carried_out_by
70         rdf:resource="http://semres.fh-potsdam.de/database/persistent/10"/>
71     <crm:P14_carried_out_by
72         rdf:resource="http://semres.fh-potsdam.de/database/persistent/12"/>
73 </rdf:Description>
74 <rdf:Description rdf:about="http://semres.fh-potsdam.de/database/temporal/4">
75     <rdf:type rdf:resource="http://erlangen-crm.org/120111/E61_Time_Primitive"/>
76     <rdfs:label>10.2010/07.2012</rdfs:label>
77     <rdf:value>10.2010/07.2012</rdf:value>

```

```

73 </rdf:Description>
74
75 <rdf:Description rdf:about="http://semres.fh-potsdam.de/database/persistent/7">
76   <rdf:type rdf:resource="http://erlangen-crm.org/120111/E31_Document"/>
77   <rdfs:label xml:lang="de">Dokumentation: Bearbeitung Löwe</rdfs:label>
78   <crm:P72_has_language>de_DE</crm:P72_has_language>
79   <crm:P3_has_note xml:lang="de">Konservierung und Restaurierung eines Löwen aus
      Terrakotta, Jägerallee 28/29 Potsdam</crm:P3_has_note>
80 </rdf:Description>
81
82 <rdf:Description rdf:about="http://semres.fh-potsdam.de/database/persistent/8">
83   <rdf:type rdf:resource="http://erlangen-crm.org/120111/E39_Actor"/>
84   <rdfs:label>Actor: Maria Kielholz</rdfs:label>
85   <crm:P131_is_identified_by
      rdf:resource="http://semres.fh-potsdam.de/database/persistent/9"/>
86 </rdf:Description>
87
88 <rdf:Description rdf:about="http://semres.fh-potsdam.de/database/persistent/9">
89   <rdf:type rdf:resource="http://erlangen-crm.org/120111/E82_Actor_Appellation"/>
90   <rdfs:label>Maria Kielholz</rdfs:label>
91 </rdf:Description>
92
93 <rdf:Description rdf:about="http://semres.fh-potsdam.de/database/persistent/10">
94   <rdf:type rdf:resource="http://erlangen-crm.org/120111/E39_Actor"/>
95   <rdfs:label>Actor: Luise Fusco</rdfs:label>
96   <crm:P131_is_identified_by
      rdf:resource="http://semres.fh-potsdam.de/database/persistent/11"/>
97 </rdf:Description>
98
99 <rdf:Description rdf:about="http://semres.fh-potsdam.de/database/persistent/11">
100   <rdf:type rdf:resource="http://erlangen-crm.org/120111/E82_Actor_Appellation"/>
101   <rdfs:label>Luise Fusco</rdfs:label>
102 </rdf:Description>
103
104 <rdf:Description rdf:about="http://semres.fh-potsdam.de/database/persistent/12">
105   <rdf:type rdf:resource="http://erlangen-crm.org/120111/E39_Actor"/>
106   <rdfs:label>Actor: Jennifer Scollin</rdfs:label>
107   <crm:P131_is_identified_by
      rdf:resource="http://semres.fh-potsdam.de/database/persistent/13"/>
108 </rdf:Description>
109
110 <rdf:Description rdf:about="http://semres.fh-potsdam.de/database/persistent/13">
111   <rdf:type rdf:resource="http://erlangen-crm.org/120111/E82_Actor_Appellation"/>
112   <rdfs:label>Jennifer Scollin</rdfs:label>
113 </rdf:Description>
114
115 </rdf:RDF>

```

D Kompletter RDF-Graph des Artefakts „Löwe“

Die folgende Seite zeigt den vollständigen Graphen für das modellierte Artefakt „Löwe“ und der zugehörigen Dokumentation.

