

Hans-Christoph Hobohm (Hrsg.)

Informationswissenschaft zwischen virtueller Infrastruktur und materiellen Lebenswelten

**Information Science between
Virtual Infrastructure and Material Lifeworlds**

Unter Mitarbeit von Judith Pfeffing

Proceedings des 13. Internationalen Symposiums
für Informationswissenschaft (ISI 2013)

Potsdam, 19. bis 22. März 2013

vwh

Verlag Werner Hülsbusch
Fachverlag für Medientechnik und -wirtschaft

Wege zur Integration von Ontologien am Beispiel einer Spezifizierung des Europeana Data Model

*Evelyn Dröge¹, Julia Iwanowa¹, Violeta Trkulja¹,
Steffen Hennicke¹, Stefan Gradmann^{1,2}*

¹ Humboldt-Universität zu Berlin

Unter den Linden 6, D-10099 Berlin

{evelyn.droege|julia.iwanowa|violeta.trkulja|steffen.hennicke|
stefan.gradmann}@ibi.hu-berlin.de

² KU Leuven, Universiteitsbibliotheek

Mgr. Ladeuzeplein 21 – bus 5591, B 3000 Leuven

stefan.gradmann@kuleuven.be

Zusammenfassung

Im folgenden Artikel werden anhand von praxisorientierten Beispielen mögliche Wege bei der Integration externer Vokabulare im eigenen Ontologieaufbau aufgezeigt. Hierbei auftretende Unklarheiten sowie Vor- und Nachteile der einzelnen Modellierungsstrategien werden diskutiert.

Abstract

The following article provides an overview of possible ways to integrate external vocabulary during the ontology construction process. Arising ambiguities as well as advantages and disadvantages of modelling strategies are discussed based on practical examples.

In: H.-C. Hobohm (Hrsg.). Informationswissenschaft zwischen virtueller Infrastruktur und materiellen Lebenswelten. Tagungsband des 13. Internationalen Symposiums für Informationswissenschaft (ISI 2013), Potsdam, 19.–22. März 2013. Glückstadt: Verlag Werner Hülsbusch, 273–284.

1 Einleitung

Das Europeana Data Model (EDM)¹ ist ein neuer Ansatz, heterogene Metadaten in Europeana² – der Europäischen Digitalen Bibliothek – zu integrieren und für das Linked Data Web aufzubereiten. Das Datenmodell ist der Nachfolger des XML-basierten ESE-Standards (Europeana Semantic Elements)³ und baut auf dem graphenbasierten Modell von RDF auf. Das EDM besitzt eine ungleich größere semantische Ausdrucksfähigkeit und Flexibilität als das ESE, da es unter anderem Elemente aus DC⁴, OAI-ORE⁵ und SKOS⁶ übernimmt und zahlreiche andere Modelle – wie beispielsweise CIDOC CRM⁷ oder FRBR⁸ – referenziert. Heterogene Metadaten aus unterschiedlichen Gedächtnisinstitutionen wie Bibliotheken, Museen und Archiven können in das EDM integriert und als Linked Open Data veröffentlicht werden. Hiermit trägt Europeana der Anforderung Rechnung, unterschiedliche Metadatenstandards aus digitalen Objekten von Gedächtnisinstitutionen in Europeana aufzunehmen und sich dadurch in Bereichen des Semantic Web und von Linked Data zu positionieren.

Das EDM fungiert als ein übergreifendes Modell, welches viele verschiedene Metadatenstandards bewusst auf einige wenige generische Konzepte abstrahiert. Ähnlich einer Upper Ontology⁹ etabliert das EDM damit einen interoperablen Schirm über den heterogenen Metadatenstandards. Aufgrund des RDF-Datenmodells können nun einzelne Communities das EDM durch zusätzliche semantische Konstrukte erweitern. Eine solche Spezifizierung wird im Projekt Digitised Manuscripts to Europeana (DM2E)¹⁰ für den Be-

1 EDM Documentation: <http://pro.europeana.eu/edm-documentation> <10.11.2012>

2 Europeana Website: <http://www.europeana.eu/portal/> <10.11.2012>

3 ESE Documentation: <http://pro.europeana.eu/technical-requirements> <10.11.2012>

4 DC (Dublin Core) Namensraum: <http://purl.org/dc/elements/1.1/> <10.11.2012>

5 OAI-ORE Namensraum: <http://www.openarchives.org/ore/terms/> <10.11.2012>

6 SKOS Namensraum: <http://www.w3.org/2004/02/skos/core#> <10.11.2012>

7 CIDOC CRM Namensraum: <http://www.cidoc-crm.org/rdfs/cidoc-crm#> <10.11.2012>

8 FRBR Namensraum: <http://purl.org/vocab/frbr/core#> <10.11.2012>

9 Upper Ontologies, wie beispielsweise DOLCE, bilden grundlegende Klassen ab, in die domänenspezifische Ontologien integriert werden können.

10 Webauftritt des DM2E-Projekts: <http://dm2e.eu> <10.11.2012>

reich der historischen Manuskripte vorgenommen. Im Kern bedeutet das, dass zusätzliche Klassen und Relationen als Spezialisierungen zu den vorhandenen Elementen definiert werden. Dadurch werden fehlende Begriffe aus den Ursprungsformaten in das EDM eingebracht. Beispielsweise stellt das EDM nur die generische Klasse *edm:PhysicalThing* zur Typisierung von Objekten zur Verfügung. Eine Anforderung der Datenlieferanten in DM2E ist es jedoch, zwischen verschiedenen Objekttypen, wie etwa Manuskripten, Büchern oder Periodika, unterscheiden zu können. Ähnliches gilt für Relationen: Im EDM befindet sich für die Beschreibung des Umfangs eines Objektes nur die Relation *dc:extent*. Für die Daten von DM2E sind jedoch speziellere Ausdrucksmöglichkeiten, wie etwa die Angabe einer Seitenanzahl, erforderlich.

Die entscheidende Frage lautet nun, auf welche Art und Weise sich das EDM um fehlende Klassen und Relationen erweitern lässt. Grundsätzlich kann dies entweder durch die Integration von Elementen aus bereits existierenden Ontologien oder durch Erstellung neuer Klassen und Relationen, mit oder ohne Referenzierung von Elementen aus anderen Ontologien, geschehen. Dieser Frage soll im Folgenden auf Grundlage der praktischen Arbeit an der Spezifizierung des EDM nachgegangen werden.¹¹ Daran anschließend werden einige konzeptionell-theoretische Überlegungen zur Verwendung von Abstraktions- sowie Äquivalenz- und Identitätsrelationen angestellt.

2 Integration fremder Vokabulare

Ontology Reuse sowie die Referenzierung auf externe Ontologien sind zentrale Bestandteile des Aufbaus von Ontologien im Semantic oder Linked Data Web (stellvertretend für viele: Gómez-Pérez et al. 2004). Zur praktischen Vorgehensweise finden sich jedoch kaum konkrete Angaben in der Literatur. Als Vorteile bei der Wiederverwendung von bereits beschriebenen Ontologien oder deren Bestandteilen gelten zum einen der geringere Aufwand beim Aufbau der eigenen Ontologie, da bereits definierte Konzepte einfach übernommen werden können, und zum anderen die bessere Einbin-

¹¹ Erste Arbeiten an dieser Spezifizierung können unter <http://data.dm2e.eu/dm2e/<10.11.2012>> betrachtet werden.

dung in den durch andere Vokabulare¹² geschaffenen Linked-Data-Kontext. Dadurch wird nicht nur die Auffindbarkeit der Ontologien verbessert, sondern auch die Ontologiequalität und die Qualität der darauf zugreifenden Anwendungen aufgrund der umfangreicheren und kontinuierlich revidierten Wissensbasis erhöht (Simperl 2010: 240). Daher ist es nicht verwunderlich, dass Tim Berners-Lee in seine Linked-Data-Prinzipien auch folgende Regel aufgenommen hat: “4. Include links to other URIs so that they can discover more things” (Berners-Lee 2006). Auch Heath/Bizer (2011: 61) befürworten die Wiederverwendung von Vokabularen im Linked-Data-Bereich. Als Grund hierfür führen sie an, dass Linked-Data-Anwendungen eher mit etablierten Vokabularen als mit neuen Konzeptualisierungen umgehen können. Die Wahrscheinlichkeit, dass die eigene Ontologie nachgenutzt wird, sei bei der Integration etablierter Vokabulare demnach höher.

Die Vorteile der Integration fremder Vokabulare scheinen also größer als der damit verbundene Aufwand. Wie wird der Ontology Reuse nun aber in der Praxis umgesetzt? Simperl (2010: 246) unterscheidet zunächst zwischen drei Schritten im Wiederverwendungsprozess: (1) die Ontologiesuche, (2) die integrationsorientierte Evaluation, welche nach Pinto/Martins (2000: 80) in erster Linie Defizite in der Wissensmodellierung und Dokumentation analysiert sowie zu verwendende Elemente aus der Ontologie auswählt, und (3) die Integration der Ontologie. Das praktische Vorgehen bei der Integration von externen Ontologieelementen ist jedoch nicht weiter beschrieben. Im Folgenden soll dieses Vorgehen anhand eines Beispiels verdeutlicht werden.

3 Integrationsmethoden und mögliche Probleme

Zu berücksichtigen bei der Integration von Klassen und Relationen in das eigene ontologische Modell sind vor allem der Definitionstext der Klasse oder Relation, die hierarchische Einordnung von Klassen und Relationen, da hierüber Eigenschaften vererbt werden, sowie die Angaben zu Domain und Range von Relationen.

In DM2E wird zwischen vier praktischen und zugleich idealtypischen Integrationsmöglichkeiten unterschieden. Für den Fall, dass keine Ontologie-

¹² Die Bezeichnung „Vokabular“ wird hier synonym zu KOS verwendet.

elemente angepasst werden sollen, kann folgende Methode zum Einsatz kommen:

- (1) Die direkte Übernahme von externen Klassen oder Relationen in die eigene Ontologie durch Übernahme der URI aus dem externen Namensraum. Um semantische Inkonsistenzen zu vermeiden, sollten bei dieser Variante keine zusätzlichen oder abweichenden Definitionen, Merkmale oder Oberklassen/-relationen ergänzt und nur vollständig passende Klassen und Relationen nachgenutzt werden.

Sollen Eigenschaften existierender Klassen oder Relationen angepasst werden, bieten sich grundsätzlich drei Möglichkeiten an:

- (2) Das Kopieren von externen Klassen oder Relationen in die eigene Ontologie mit Anpassung an den eigenen Namensraum ohne Verweis auf das ursprüngliche Element. Das Duplikat erhält eine neue URI und wird damit zu einer neuen Klasse oder Relation.
- (3) Die Übernahme von externen Klassen oder Relationen in die eigene Ontologie durch Übernahme der URI aus dem externen Namensraum mit Erstellung von spezialisierten Unterklassen mit *rdfs:subClassOf* oder von spezialisierten Subrelationen mit *rdfs:subPropertyOf*.
- (4) Das Kopieren von externen Klassen oder Relationen in die eigene Ontologie mit Anpassung an den eigenen Namensraum und mit Verweis auf das ursprüngliche Element. Das Duplikat erhält eine neue URI, ist aber über eine Relation, bei Klassen beispielsweise *owl:equivalentClass* und bei Relationen *owl:equivalentProperty*, mit dem Ursprungselement oder den Ursprungselementen verbunden.

Jede der genannten vier Möglichkeiten bringt Vor- und Nachteile mit sich:

(ad 1) Die erste Methode kann verwendet werden, wenn die Definition beziehungsweise Semantik des zu übernehmenden Elements identisch mit der eigenen beabsichtigten Definition ist. Dadurch, dass externe Ontologieelemente nicht verändert werden, lässt sich semantische Inkonsistenz vermeiden. In DM2E werden zusätzlich zur eingangs erwähnten Relation *dc:extent* nach der hier beschriebenen Methode die Relationen *bibo:numPages*, *bibo:numVolumes*, *bibo:pages* und *bibo:volumes* aus der BIBO-Ontologie¹³ integriert. Die Relationsdefinitionen unterscheiden sich in der DM2E-Spezifizierung nicht von den jeweiligen BIBO-Definitionen.

13 Spezifikation der Bibliographic Ontology (BIBO): <http://bibotools.googlecode.com/svn/bibo-ontology/trunk/doc/index.html> <10.11.2012>

Aufgrund der Ambiguität von Sprache kann es schon allein bei nur einem existierenden Definitionstext zu unterschiedlichen Interpretationen kommen. Existieren von einer Definition inhaltlich bedeutungsgleiche Varianten oder aber mehrere sich unterscheidende Umschreibungen des Geltungsbereichs einer Klasse, hat dies eine noch stärkere semantisch unsaubere Verwendung zur Folge (vgl. auch Halpin/Hayes 2010). Zur Verdeutlichung dieser Problematik wurde eine beispielhafte Suche über den SPARQL-Endpoint der Linked Open Vocabularies (LOV)¹⁴ zur Verwendung der Klasse *foaf:Document* durchgeführt. Das Suchergebnis (Tab. 1) zeigt widersprüchliche Angaben zur Semantik der Klasse. Die Beschriftungen der Klasse (*rdfs:label*) lauten sowohl „Document@en“, als auch „Documentation@en“ und zeigen dadurch bereits ein unterschiedliches Verständnis der Klassensemantik. Die unterschiedlichen Einträge im Kommentarfeld verdeutlichen diese Divergenz zusätzlich.

Tab. 1: Auszug von Eigenschaften, die der Klasse *foaf:Document* zugeordnet sind

| foaf:Document | |
|----------------------|--|
| <i>rdfs:label</i> | Document@en |
| <i>rdfs:label</i> | Documentation@en |
| <i>rdfs:comment</i> | An abstract class defining any kinds of publishing work.@en |
| <i>rdfs:comment</i> | Similar to the Agent concept, we have again decided to include a concept from the popular FOAF ontology. The FOAF Vocabulary Specification currently defines (...) @en |

Das gezeigte Beispiel veranschaulicht die Schwierigkeiten, die sich aus der Integration von URIs aus externen Ontologien ergeben. Im Linked-Data-Bereich ergeben sich allerdings Vorteile hinsichtlich einer größeren semantischen Interoperabilität und Homogenität sowie einer größeren Wahrscheinlichkeit, dass die eigenen Daten von Linked-Data-Anwendungen verstanden und wiederverwendet werden.

(ad 2) Eine ebenfalls in der Praxis beobachtete Vorgehensweise ist die zweite Methode. Hier wird ein Element aus einer anderen Ontologie ohne Verweis auf den Ursprung in den eigenen Namensraum überführt. Der einzige Vorteil besteht darin, dass Klassen und Relationen unabhängig von ihrem

14 SPARQL Endpoint der Linked Open Vocabularies (LOV): http://lov.okfn.org/endpoint/lov_aggregator <10.11.2012>

Ursprung modifiziert werden können. Mit Blick auf ein Semantic Web ist diese Praxis jedoch problematisch, da es auf eine möglichst saubere und enge Verlinkung auf Ontologieebene angewiesen ist. Neben einer fehlenden Würdigung der Leistung Dritter erschwert diese Praxis die Nachnutzung von Daten, die mit dieser Ontologie beschrieben wurden.

(ad 3 und 4) In der dritten und vierten Methode wird der Aspekt der semantischen Interoperabilität zwischen Ontologien mit der Möglichkeit, existierende Klassen und Relationen an die eigenen Bedürfnisse anzupassen, kombiniert.

Auf Basis vorhandener Ontologien werden neue Klassen oder Relationen als Kopien, ggf. mit neuen spezialisierenden Subelementen, in den Namensraum der eigenen Ontologie übernommen. Relationen, die hier beispielsweise verwendet werden können, sind *owl:equivalentClass* und *owl:equivalentProperty* beziehungsweise *rdfs:subClassOf* und *rdfs:subPropertyOf*.¹⁵ Ein Beispiel für letztere Integrationsoption findet sich in der EDM-Spezifizierung von DM2E (siehe Tab. 2).

Tab. 2: Integration und Anpassung bestehender Ontologieelemente in EDM und der DM2E-Spezifizierung des EDM

| DC | EDM | DM2E |
|--|---|---|
| dc:contributor | dc:contributor | dm2e:contributor <i>rdfs:subPropertyOf</i> dc:contributor |
| Range: Not restricted. | Range: Person, organisation or service. | Range: Person as an URI of type edm:Agent. |
| Definition: "An entity that is responsible for making contributions to the resource." | Definition: "An agent that is responsible for making contributions to the resource." | Definition: "A person that is responsible for making contributions to the resource." |

Die Wiederverwendung des weit verbreiteten Elements *dc:contributor* findet sich sowohl in der EDM-Ontologie als auch in der DM2E-Spezifizierung. Während die Definition der Restriktionen zu Domain und Range bei DC und EDM identisch sind, werden sie für die Anforderungen der projektspezifischen Anwendung in DM2E eingeschränkt. Daher wird in diesem Fall eine eigene Subrelation *dm2e:contributor* im DM2E-Namensraum ge-

¹⁵ OWL stellt einige weitere Konstrukte zur Verfügung, wie etwa *owl:unionOf*, auf die hier nicht weiter eingegangen wird.

bildet und über *rdfs:subPropertyOf* in die Relationshierarchie eingegliedert. Somit kann die neue Relation Eigenschaften des übergeordneten Elements eingeschränkt übernehmen. Auf diese Weise können die eigenen Anwendungen spezifischere Daten verarbeiten und Drittanwendungen kann der Zugriff auf weitere Daten über bekanntere Relationen ermöglicht bzw. erleichtert werden.

Die Klassenäquivalenzrelation ist ein pragmatisches Werkzeug, um Interoperabilität auf Klassenebene zu schaffen. Die EDM-Ontologie verweist beispielsweise per *owl:equivalentClass* auf Elemente aus Ontologien zu FRBR, ABC¹⁶, CIDOC CRM und DOLCE-Lite¹⁷ und verbindet somit die Klasse *edm:Place* mit *frbr:Place*, *abc:Place*, *crm:E53.Place* und *dolce-lite:space-region*. *edm:Place* wird in der Ontologie zugleich auch als Subklasse von *edm:NonInformationResource* definiert und ermöglicht Anwendungen, die dazu in der Lage sind, implizite Inferenzen aus der Wissensbasis zu abstrahieren. So wird die Information, dass alle äquivalenten Klassen auch Subklassen von *edm:NonInformationResource* sein müssen, weitergegeben. Dies ist kein semantischer Widerspruch, da äquivalente Klassen unterschiedliche Definitionen erfüllen dürfen, wie weiter unten ausgeführt wird.

Am Beispiel von Identitäts- und Äquivalenzbeziehungen wird im Folgenden auf einen weiteren, theoretisch-konzeptionellen Aspekt eingegangen, der bei der Integration und Referenzierung von Klassen und Relationen aus externen Ontologien zu beachten ist.

4 Identität und Äquivalenz

Bei der Integration von externen Klassen und Relationen spielt nicht nur eine Rolle, ob eine integrierte Klasse oder Relation ihrem Sinn nach richtig verstanden und semantisch konsistent übernommen wird. Auch erweist sich die Interpretation der Äquivalenz- und Identitätsbeziehungen als schwierig. Während die Verwendungsmöglichkeit von Abstraktionsbeziehungen zwischen Klassen und Relationen (*rdfs:subClassOf* und *rdfs:subPropertyOf*)

16 ABC Namensraum: <http://metadata.net/harmony/abc#> <19.02.2013>

17 DOLCE-Lite Namensraum: <http://www.loa-cnr.it/ontologies/DOLCE-Lite.owl#> <19.02.2013>

vergleichsweise eindeutig ist, ist die Modellierung von semantisch korrekten Äquivalenz- bzw. Identitätsbeziehungen weitaus problematischer, nicht zuletzt da es sich hier um symmetrische Relationen handelt.

Aus pragmatischer Sicht trifft sicherlich folgende Aussage zu: “Mappings are expected to be partial, imperfect and context-dependent” (van Harmelen 2006: 3). Am Beispiel der Definition von *owl:sameAs* sowie der OWL-Äquivalenzrelationen zeigt sich jedoch eine konzeptionelle Unschärfe, die nicht ohne Auswirkung auf ihre praktische Anwendung bleiben kann. Beispielsweise heißt es in der OWL-Referenz zur Nutzung von *owl:equivalentClass*: “The use of *owl:equivalentClass* does not imply class equality. Class equality means that the classes have the same intensional meaning (denote the same concept)” (Dean et al. 2004).

Ein Individuum kann Instanz mehrerer unterschiedlicher Klassen sein. Wenn nun zwei Klassen, die durchaus unterschiedlich beschrieben sein können, genau die gleichen Instanzen beinhalten, dann sind sie der Definition nach äquivalent. Anders ausgedrückt: Ist ein Individuum Instanz einer Klasse A, die äquivalent zu einer Klasse B ist, dann muss das Individuum auch Instanz der Klasse B sein können und umgekehrt. Klassenidentität kann hingegen mit *owl:sameAs* ausgedrückt werden (ebd.). Die Relation beschreibt jedoch der Definition nach Beziehungen zwischen Instanzen und kann daher nur in OWL Full bei Klassen verwendet werden. Die Verwendung dieser Relation ist nicht unproblematisch, da sich die Frage stellt, wie ähnlich identisch ist. Hier rächt sich die im philosophisch-ontologischen Sinne pragmatische Naivität der ‚Ontologien‘ des Semantic Web. Halpin/Hayes (2010), die diese Tatsache noch am ehesten systematisch untersucht haben, gehen dabei von der richtigen Beobachtung aus, dass Relationen wie *owl:sameAs* mit sehr unterschiedlicher Semantik verwendet werden. Sie unterscheiden dabei vier semantische Varianten: Identität von Dingen ohne hundertprozentige Deckung der jeweiligen Eigenschaftsmengen (1), Identität von Dingen in unterschiedlichen Kontexten (2), Vermengung von Repräsentation und Identität (3) und hochgradige Ähnlichkeit („Very Similar To“) (4). Halpin/Hayes streifen in diesem Zusammenhang auch den Kern des in der Linked-Data-Community ungelösten Problems der Bezeichnungs- und Interpretationsmodi wenn sie fragen “what kind of ‘names’ URIs really are” (ebd.). Sie erkennen dessen Tragweite letztlich jedoch nicht, wenn sie unmittelbar anschließend im Kontext der Repräsentationsbeziehung behaupten, diese sei “sometimes called the relationship between a ‘sign’ and a ‘signifier” (ebd.). Dies ist in semiologischer Sicht eine recht fragwürdige Aussage und blendet die hinter

der ganzen Konfusion um *owl:sameAs* liegende ungeklärte Beziehung zwischen Dingen und Konzepten eben doch wieder aus.

In dem Maße nun, wie diesem Diskurs die semiologische und auch hermeneutische Fundierung weitgehend fehlt und er stattdessen ausschließlich in den formallogischen Grenzen der analytischen Philosophie operiert, bleibt natürlich auch der dort versuchte Umgang mit der Kategorie ‚Ähnlichkeit‘ im Ansatz stecken. Eine wirklich adäquate Auffächerung der komplexen Semantik von Identität und Bedeutung im Zusammenhang mit ontologischer Pluralität bedarf einer Fundierung weit jenseits des in der Linked-Data-Community grassierenden Fundamentalpragmatismus. Auch in diesem Artikel wird noch keine Lösung hierfür geliefert; er kann jedoch als Grundlage für die Diskussion über den Umgang mit Ähnlichkeit und Identität bei der Nachnutzung von Ontologien dienen.

5 Fazit

Die Wiederverwendung von Ontologien und Ontologieteilen, die bereits eine breite Anwendung und einen hohen Bekanntheitsgrad erreicht haben, ist im Linked-Data-Kontext besonders lohnenswert. Einen allgemein gültigen richtigen Umgang mit ontologischer Pluralität gibt es jedoch nicht. Die Entscheidung für eine Modellierungsstrategie bei der Wiederverwendung hängt nicht nur von technisch-pragmatischen Gesichtspunkten oder logisch-konsistenten Lösungswegen, sondern auch vom anvisierten Anwendungsszenario sowie politischen und fachspezifischen Aspekten ab.

Basierend auf den praktischen Erfahrungen aus dem Projekt DM2E wurden vier Optionen unterschieden, die zur Integration von Klassen und Relationen verwendet werden können. Methode drei und vier eignen sich davon besonders, da hierbei sowohl semantisch korrekte Verbindungen erstellt werden können als auch der ontologieübergreifende Zusammenhang bestehen bleibt. In DM2E werden daher hauptsächlich diese beiden verwendet. Nur in dem selteneren Fall, dass Klassen oder Relationen direkt aus anderen Ontologien übernommen werden können, ohne deren Beschreibung anpassen zu müssen, kommt die erste Methode zum Einsatz. Wenn Klassen oder Relationen verändert werden müssen, sollte hiervon wegen möglicher Konflikte in Äquivalenz- oder Identitätsbeziehungen abgesehen werden. In diesem Fall

kann entweder die existierende URI übernommen und ein neues, spezialisierendes Subelement kreiert (dritte Methode) oder ein neues Element im eigenen Namensraum erstellt werden, welches äquivalente Elemente in anderen Ontologien referenziert (vierte Methode). Als besonders problematisch erweist sich hingegen die zweite Methode. Werden Elemente anderer Ontologien nachgenutzt, so sollten diese aufgrund der Vereinfachung für andere Nutzer und Linked-Data-Anwendungen über formale Relationen auf ihren Ursprung zurückzuführen sein.

Eine fünfte, und in diesem Rahmen nicht erörterte Möglichkeit Ontologieelemente semantisch konsistent zu integrieren, könnten Named Graphs¹⁸ darstellen. Named Graphs bieten die Basis für einen innovativen Selektionsmechanismus, der es ermöglicht, Ontologien sowohl zu spezialisieren und nachzunutzen, als auch weitere Aussagen über bestehende Vokabulare zu treffen und Definitionen zu unterscheiden.

Danksagung

Die Autoren sind Mitarbeiter im Forschungsprojekt DM2E, welches von der Europäischen Kommission im Rahmen des „ICT Policy Support Programmes“ gefördert wird. Dank gilt daher allen Kolleginnen und Kollegen, insbesondere Konstantin Baierer, Kai Eckert und Christian Bizer für ihre hilfreichen Kommentare oder Korrekturen, sowie der Europäischen Kommission für die Förderung des Projekts.

Literaturverzeichnis

Berners-Lee, T. (2006). Linked Data – Design Issues. <http://www.w3.org/DesignIssues/LinkedData> <10.11.2012>.

Carroll, J. (2008). Named Graphs. W3C Website. <http://www.w3.org/2004/03/trix/> <10.11.2012>.

Dean, M.; Schreiber, G.; Bechhofer, S.; van Harmelen, F.; Hendler, J.; Horrocks, I.; McGuinness, D. L.; Patel-Schneider, P. F.; Stein, L. A. (2004). OWL Web Onto-

¹⁸ “Named Graphs is the idea that having multiple RDF graphs in a single document/repository and naming them with URIs provides useful additional functionality built on top of the RDF recommendations.” (Carroll, 2008)

logy Language Reference. W3C Recommendation. <http://www.w3.org/TR/2004/REC-owl-ref-20040210/> <10.11.2012>.

- Gómez-Pérez, A.; Fernandez-Lopez, M.; Corcho, O. (2004). *Ontological Engineering*. London: Springer.
- Halpin, H.; Hayes, P. J. (2010). When owl:sameAs isn't the Same: An Analysis of Identity Links on the Semantic Web. In: *Proceedings of the WWW2010 Workshop on Linked Data on the Web, LDOW 2010, Raleigh, USA, April 27, 2010*.
- Heath, T.; Bizer, C. (2011). *Linked Data: Evolving the Web into a Global Data Space. Synthesis Lectures on the Semantic Web: Theory and Technology*. San Rafael: Morgan & Claypool.
- Pinto, H. S.; Martins, J. P. (2000). Reusing Ontologies. In: *AAAI 2000 Spring Symposium on Bringing Knowledge to Business Processes*. AAAI Press, 77–84.
- Simperl, E. (2010). Guidelines for Reusing Ontologies on the Semantic Web. In: *International Journal of Semantic Computing* 4 (2), 239–283.
- van Harmelen, F. (2006). Semantic Web Research anno 2006: Main Streams, Popular Fallacies, Current Status and Future Challenges. In: *Proceedings of the 10th International Workshop on Cooperative Information Agents*. Amsterdam: Springer, 1–7.