

Thema:

Simple Knowledge Organisation System

Ausarbeitung

im Rahmen des Seminars „Agenten für das Semantic Web“

im Fachbereich Informatik
am Lehrstuhl für Informatik

vorgelegt von: Ulrich Wolfgang

Abgabetermin: 22.06.2007

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	II
Symbolverzeichnis.....	III
1 Einleitung.....	1
2 Semantic Web.....	2
2.1 Motivation.....	2
2.2 RDF.....	3
2.3 RDF Schema.....	5
3 Simple Knowledge Organisation System.....	8
3.1 Anforderungen.....	8
3.2 Historie.....	8
3.3 Ansatz.....	9
3.4 Klassen.....	10
3.5 Eigenschaften.....	10
3.6 Beispiel.....	12
4 Generierungsvarianten.....	15
4.1 Automatisiert.....	15
4.2 Folksonomiebasiert.....	19
5 Ausblick.....	21
Literaturverzeichnis.....	22

Symbolverzeichnis

API	Application Programming Interface
GEMET	General Multilingual Environmental Thesaurus
FOAF	Friend of a friend
HTML	HyperText Markup Language
OWL	Web Ontology Language
RDF	Resource Description Framework
RDFS	Resource Description Framework Schema
SKOS	Simple Knowledge Organisation System
SWDVG	Semantic Web Deployment Working Group
URI	Uniform Resource Identifier
URL	Uniform Resource Locator
URN	Uniform Resource Name
W3C	World Wide Web Consortium
WWW	World Wide Web
XHTML	Extensible HyperText Markup Language
XML	Extensible Markup Language

1 Einleitung

Das Semantic Web als Erweiterung des World Wide Web ist ein Framework für die Erstellung und Verarbeitung von semantisch reichhaltigen Informationen und Metadaten für Webressourcen. Insbesondere für eine automatisierte Verarbeitung durch Agenten wurden mit dem Resource Description Framework (RDF) und dem RDF Schema (RDFS) durch das World Wide Web Consortium (W3C) entsprechende Sprachen publiziert.

Die Erstellung von einheitlich interpretierbaren Metadaten macht Vokabulare obligatorisch, die die Terminologien der durch die Metadaten beschriebenen Domänen festlegen. So können Informationen wie z. B. Adressangaben in Webseiten mit Metadaten sowohl in englischer als auch in deutscher Sprache beschrieben werden, besitzen aber sprachunabhängig eine identische Typsemantik. Die Sprachen RDF und RDFS stellen nur eine unzureichende Terminologie für die einheitliche Beschreibung solcher Vokabulare bereit. Mit dem Simple Knowledge Organisation System (SKOS) existiert eine Sprache auf Basis von RDF und RDFS, die eine domänenübergreifende semantisch reichhaltige Repräsentation von Vokabularen und darauf aufbauende semantisch unterstützte Suchen ermöglicht.

Die Generierung eines Vokabulars auf Basis von SKOS kann manuell in einem redaktionellem Rahmen, manuell in einer Gemeinschaft von Nutzern des WWW oder automatisiert durch Analysen geschehen. Die zweite und dritte Variante stellen neuartige Ansätze dar und werden in dieser Arbeit beschrieben.

2 Semantic Web

2.1 Motivation

Das World Wide Web (WWW) hat im Laufe seiner Entwicklung verschiedenen Anforderungen gerecht werden müssen. Zunehmend ist eine Entwicklung weg von einer ausschließlich statischen Dokumentationsfunktion hin zu dynamischen Seiten und Webanwendungen zu verzeichnen. Mittlerweile wird das World Wide Web als Plattform für interaktive Dienste wie z. B. Terminverwaltungen, Bestellsysteme, Bewertungsplattformen und Nachrichtenaggregatoren genutzt. Auch erfährt das WWW aktuell eine Veränderung durch die Möglichkeit der Kombination verschiedener APIs zu Mashups, die wiederum neue Dienste darstellen können. Insbesondere textbasierte Suchmaschinen als Orientierungshilfe im WWW und Unterstützung dieser Anforderungen stehen bei der Erfassung von Semantik in Dokumenten im WWW vor fünf Problemfelder:¹

1. Durch die Verwendung proprietärer Formate und nicht-Textformate wie Bilder und Videos sind Dokumente nicht durch Maschinen interpretierbar.
2. Homonyme sorgen für Unschärfe in der Bestimmung der Semantik und führen somit zu Suchergebnissen, die sinnfremde Elemente enthalten.
3. Synonyme in Dokumenten sorgen für zu wenig Suchergebnisse, falls sie nicht implizit in die Suchdefinition inkludiert werden.
4. Suchergebnisse stellen keine Ausgangsbasis für weitere Suchvorgänge dar, da aus ihnen kein semantischer Kontext abgeleitet werden kann.
5. Suchbefehle können nicht in natürlicher Sprache abgefasst werden.

Der Problemkomplex mangelnder strukturiert formulierter Semantik betrifft generell Agenten, die Informationen im WWW analysieren und auf ihnen Entscheidungen treffen sollen. Um Inhalte und Dienste im WWW maschinenlesbar zu gestalten, müssen die Informationen semantisch strukturiert erfasst werden. Das Semantic Web ist eine Erweiterung des WWW, in dem Informationen eine vordefinierte Bedeutung zugewiesen

¹ Vgl. Miles, u. a. (2005a).

wird.² Die erweiterte strukturierte Anwendung von Metadaten auf Inhalte stellt dabei eine im WWW bereits erprobte Möglichkeit dar.

2.2 RDF

Das Resource Description Framework (RDF) ist eine Sprache für die Repräsentation von Informationen über Ressourcen im World Wide Web.³ Es kann für die Erfassung von Metadaten wie z. B. Titel, Erstellungsdatum und Autor über eine Webseite oder ein Dokument im Allgemeinen genutzt werden. Indem das für RDF zentrale Konzept der Ressource generalisiert wird und nicht nur für Ressourcen im WWW steht, kann das RDF auch generell für Informationen genutzt werden, die zwar im World Wide Web identifiziert werden können, auf die aber nicht zwingend über das Web zugegriffen werden kann.

RDF ist seit Februar 2004 eine W3C Recommendation, um das Semantic Web als Ergänzung zu der Technologie des World Wide Web zu realisieren, woraus die Anforderung resultiert, dass Ausdrücke in RDF durch Maschinen lesbar sind und ausgewertet werden können. Solange Ausdrücke verschiedener Domänen wie z. B. Kalender und Nachrichtenticker in RDF gehalten sind, können diese unabhängig von der Domäne durch alle RDF-kompatiblen Parser analysiert werden;

Ausdrücke in RDF bestehen aus Tripeln, die aus einem Subjekt, Prädikat und Objekt bestehen. Subjekt, Prädikat und Objekt werden durch Werte belegt, die URI Referenzen (URIfref) und Literale sein können. Subjekte und Objekte können zudem leere Knoten sein. Eine URIfref wird durch die Konkatenation einer URI mit einem optionalen Fragmentidentifizierer gebildet. Z. B. setzt sich die URIfref `http://www.example.org/index.html#section2` aus der URI `http://www.example.org/index.html` und dem Fragmentidentifizierer `section2` zusammen. Da Literale aufgrund mangelnder semantischer Eindeutigkeit schlecht durch Maschinen ausgewertet werden können, sind URIfrefs vorzuziehen. Die Verwendung von URIfrefs für die Prädikate bzw. Eigenschaften sorgt für eine eindeutige Semantik und Formatierung. Außerdem ermöglicht die Nutzung von URIfrefs bei Prädikaten die Uminterpretierung von Prädikaten zu Subjekten und somit die Beschreibung von Prädikaten durch RDF-Ausdrücke.

² Vgl. Berners-Lee, Hendler, Lassila (2001).

³ Manola, Miller (2004).

Ein Beispiel für einen RDF-Tripel ist die Beschreibung einer Person⁴

```
<rdf:RDF xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:contact="http://www.w3.org/2000/10/swap/pim/contact#">
  <contact:Person rdf:about="http://www.w3.org/People/EM/contact#me">
    <contact:fullName>Eric Miller</contact:fullName>
    <contact:mailbox rdf:resource="mailto:em@w3.org"/>
  </contact:Person>
</rdf:RDF>
```

Das Subjekt mit der URIref <http://www.w3.org/People/EM/contact#me> wird durch die Prädikate `fullName` und `mailbox` im Namensraum `contact` durch die Literalobjekte „Eric Miller“ und „mailto:em@w3.org“ beschrieben. Im RDF sind nur einige rudimentäre Prädikate spezifiziert, die das Framework für Erweiterungen durch RDF Schema darstellen. Ein wichtiges Prädikat im RDF-Namensraum `rdf` ist `rdf:type`, das für ein Subjekt den Typ respektive die Klasse festlegt.

Das im RDF genutzte Konstrukt der Uniform Resource Identifier (URI) wurde bereits 1994 von Tim Berners-Lee publiziert.⁵ URIs können untergliedert werden in Uniform Resource Locators (URL) und Uniform Resource Names (URN), wobei URNs im Gegensatz zu URLs eine Möglichkeit der Identifizierung von Ressourcen für ihre Lebensdauer ohne direkte Lokalisierung darstellen. Durch ein Mapping von URNs auf URLs durch eine entsprechende Autorität können durch URN identifizierte Inhalte zugänglich gemacht werden. Da URIs nur aus druckbaren ASCII-Zeichen bestehen dürfen, wurden 2005 aus Unicode-Zeichen bestehende International Resource Identifiers (IRI) eingeführt.⁶ Die Mächtigkeit von RDF ergibt sich daraus, dass URIs beliebige Dinge referenzieren können wie z. B. Dinge in Netzwerken wie dem WWW, Dinge der Alltagswelt und generell abstrakte Konzepte, die nicht physikalisch referenzierbar sind.

URIrefs können durch Qualified Names (QName) abgekürzt werden, indem die URI einer URIref durch ein Präfix ersetzt wird, das auf einen korrespondierenden Namensraum abgebildet wird. Die URI wird dann durch das Präfix und den lokalen Namen gebildet, z. B. kann die URI <http://example.org/somewhere/bar> verkürzt werden, indem dem Namensraum <http://example.org/somewhere/> das Präfix `foo` zugeordnet wird und der QName `foo:bar` gebildet wird. Die lokalen Namen eines Präfix können als Vokabular in diesem

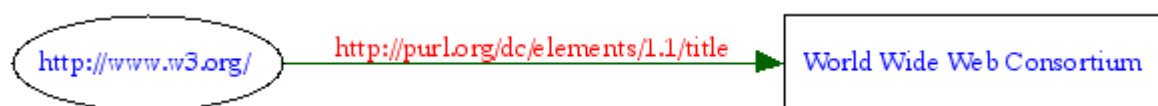
4 Manola, Miller (2004).

5 <http://tools.ietf.org/html/rfc1630> Universal Resource Identifiers in WWW

6 <http://tools.ietf.org/html/rfc3987> International Resource Identifiers

Namensraum aufgefasst werden. Dabei muss die URI des Namensraumes nicht zwingend auf abrufbare Dokumente referenzieren, sondern dient nur der Differenzierung verschiedener Vokabulare, die gemeinsam in statements verwendet werden können. Ein Beispiel für ein Vokabular ist das Dublin Core Vocabulary für die standardisierte Auszeichnung von Webseiten mit Metainformationen. Um für eine Konsolidierung verschiedener Vokabulare für ähnliche Domänen zu sorgen, sollte auf Überschneidungen in den beschriebenen Konzepten durch Vokabulare verzichtet werden

RDF-Modelle werden durch die Kombination von RDF-Tripeln gebildet und sind generell in der verwendeten Syntax freigestellt. Üblicherweise wird aber zur Repräsentation durch Serialisierung eine der drei Syntaxen RDF/XML, N3/Turtle und N-Triple gewählt. Validierte RDF-Modelle⁷ können als gerichtete Graphen dargestellt werden, in denen Subjekt- und Objektknoten durch Prädikatskanten verbunden werden.



Knoten mit URIs werden dabei als Ellipsen und Knoten mit Literalen als Rechtecke dargestellt. Auf RDF-Modellen können mittels der SPARQL Protocol and RDF Query Language Abfragen durchgeführt werden. Eine Implementierung zu diesem Zweck ist Jena.⁸

Bei der Repräsentation von Ausdrücken in RDF/XML können URIs von Literalen anhand der Syntax unterschieden werden. URIs werden als Attribute von XML-Elementen mit dem Attributnamen `rdf:resource` eingeleitet.

```
<dc:creator rdf:resource="http://www.example.org/staffid/85740"/>
```

Literale werden dagegen als Wert eines XML-Elements zwischen den öffnenden und das schließende XML-Tag eines XML-Elementes geschrieben. Eine URL, die als Literal aufgefasst werden und nicht interpretiert werden soll, muss also auch zwischen die XML-Tags geschrieben werden.

```
<dc:creator>http://www.example.org/staffid/85740</dc:creator>
```

⁷ <http://www.w3.org/RDF/Validator/> RDF Validation Service des W3C mit Visualisierer

⁸ <http://jena.sourceforge.net/> Jena – A Semantic Web Framework for Java

2.3 RDF Schema

Mit RDF können zwar einfache Ausdrücke über Ressourcen angelegt werden, es können aber keine Vokabulare spezifiziert werden. Diese werden benötigt, um Eigenschaften und Klassen bzw. Typen von Ressourcen spezifizieren zu können. Ohne Vokabulare können in RDF nur rudimentäre Aussagen ohne einen semantischen Hintergrund gemacht werden, da kein Vokabular einer Anwendungsdomäne einbezogen werden kann. RDF-Schema bietet ein Typsystem, mit dem die Elemente von Vokabularen für RDF beschrieben werden können.⁹ Ein Beispiel für ein weit verbreitetes RDF Schema ist RDF Site Summary, das ein Standard für RSS-Feed genannte elektronische Nachrichtenformate darstellt.

RDF Schema bietet ein Typsystem für RDF, mit dem Klassen und Eigenschaften an sich und in ihren Kombinationsmöglichkeiten beschrieben werden können. Alternativ ausgedrückt stellt RDF Schema eine Metasprache bzw. eine Meta-Metamodell dar, um in der Sprache RDF ausgedrückte Inhalte zu klassifizieren. RDFS stellt eine Sprache zur Beschreibung des Typsystems von RDF dar, ist also eine Sprache über eine Sprache und somit eine Meta-Sprache. Generell können mit RDF Schema Instanzbeziehungen und Hierarchien formuliert werden.

Vokabulare in RDF Schema werden als RDF Modell ausgedrückt und benutzen den Namensraum <http://www.w3.org/2001/017rdf-schema#> mit dem Präfix `rdfs:`, sodass Dokumente auf Basis von RDF Schema mit Software ohne eine RDFS-Unterstützung zumindest als RDF-kompatibel interpretieren werden können. In RDF Schema wird zwischen der Beschreibung von Klassen und von Eigenschaften differenziert.

Typen bzw. Arten von in RDF zu beschreibenden Dingen werden Klassen genannt und werden durch `rdfs:Class` spezifiziert. Klassen werden mit Subjekten eines RDF-Modells durch das `rdf:type` Prädikat verbunden. Der `rdf:type` von `rdfs:Class` ist rekursiv als `rdfs:Class` spezifiziert, was üblich für Meta-Sprachen ist¹⁰, um das Meta-Metamodell nicht in einer anderen Sprache als RDF formulieren zu müssen. Spezialisierungsbeziehungen werden durch die Eigenschaft `rdfs:subClassOf` beschrieben und sind eine transitive Eigenschaft, d. h. eine Subsubklasse eines Subjektes A ist zugleich Subklasse von A. Klassen können dabei mehrere Oberklassen spezialisieren. Ein Beispiel für ein Vokabular

⁹ Manola, Miller (2004).

¹⁰ Z. B. das Entity-Relationship-Model (ERM) wie auch die Meta Object Facility (MOF) werden als Meta-Sprachen genutzt und beschreiben sich selbst rekursiv. Durch Meta-Sprachen wie MOF spezifizierte Sprachen sind mit anderen MOF-Sprachen kompatibel. Gleiches gilt für in RDF Schema formulierte Sprachen bzw. Vokabulare.

für Bücher unter der Verwendung einer Spezialisierungsbeziehung ist

```
ex:Buch rdf:type rdfs:Class .  
ex:Roman rdfs:subClassOf ex:Buch .
```

In RDF Schema werden Eigenschaften durch die RDF-Klasse `rdf:Property` und durch die RDF Schema Eigenschaften `rdfs:domain`, `rdfs:range` und `rdfs:subPropertyOf` spezifiziert. Alle Eigenschaften in RDF sind Instanzen von `rdf:Property`, sodass Eigenschaften eines Vokabulars davon abgeleitet werden können. Mittels `rdfs:range` werden die Eigenschaftsausprägungen typisiert, `rdfs:domain` typisiert die möglichen Subjekte einer Eigenschaft. Durch `rdfs:subPropertyOf` können Eigenschaften zueinander in Spezialisierungsbeziehungen gestellt werden. Analog zu Unterklassen können Eigenschaften mehrere Generalisierungen haben. Ein Beispiel für die Spezifikation von Eigenschaften ist

```
ex:autor rdf:type rdf:Property .  
ex: autor rdfs:range ex:Person .  
ex: autor rdfs:domain ex:Buch .  
ex: autor rdfs:subPropertyOf ex:redaktion .
```

Schemafähigkeiten wie z. B. Kardinalitäten und Transitivität werden durch RDF Schema nicht unterstützt, und müssen durch Ontologiesprachen wie z. B. OWL spezifiziert werden. Auch diese sollten RDF-kompatibel sein, um sich optimal in das Framework zu integrieren.

3 Simple Knowledge Organisation System

3.1 Anforderungen

Der effektive Einsatz von Semantic Web setzt voraus, dass die Ausdrücke in den Metadaten innerhalb ihrer Domäne standardisiert sind, also ein einheitliches Vokabular existiert, das die relevanten Begriffe der Domäne enthält. Ein Beispiel für ein solches Vokabular ist der General Multilingual Environmental Thesaurus (GEMET)¹¹ als ein Thesaurus für die multilinguale Beschreibung der Umwelt. Zur Repräsentation von Thesauri, Klassifikationsschemata, Taxonomien und Schlagwortsystemen wird eine einfache, flexible, erweiterbare und maschinenlesbare Repräsentation benötigt.

Mit RDF können zwar Ausdrücke über Ressourcen im WWW und deren Metadaten gemacht werden, es stellt aber nur eine Funktionalität mit schwacher semantischer Ausdruckskraft zur Verfügung. OWL als eine auf RDF basierende Ontologiesprache erweitert zwar RDF um semantische Fähigkeiten, entspricht mit der Klassenorientierung und stark logischen Ausrichtung aber nicht den genannten Anforderungen. Benötigt wird eine Sprache, die einen Kompromiss darstellt zwischen der erforderlichen Ausdrucksstärke für semantisch unterstützte Suchen und der Einfachheit für die Umsetzbarkeit unter Beachtung von Kosten und benötigtem Wissen. Eine zu komplizierte Sprache würde eine zu hohe Einstiegsbarriere für Webentwickler darstellen und fände somit höchstens flächendeckend in Webauthoringsystemen Unterstützung, die automatisiert die Auszeichnung übernehmen. Akzeptanzprobleme an den Umsetzungen des Semantic Web durch das W3C mittels RDF werden am Beispiel der Mikroformate¹² deutlich, die im Vergleich zum RDF als eine einfachere Realisierung des Semantic Web wahrgenommen werden.

3.2 Historie

Klassifikationen und Thesauri sind klassische Domänen der Bibliothekswissenschaften und wurden in den ISO-Standards ISO2788 für monolinguale Thesauri und ISO5964 für multilinguale Thesauri für nicht-Web-Systeme normiert. Ab dem Jahr 2002 wurde im semantic web advanced development for europe (SWAD-E) daran gearbeitet, einen

¹¹ <http://www.eionet.europa.eu/gemet> GEMET Thesaurus

¹² <http://microformats.org/> offizielle Webseite zu Mikroformaten

entsprechenden Standard für das World Wide Web zu entwickeln, der im Jahr 2003 mit einer ersten Version von SKOS Core als ein auf RDF basierender Entwurf publiziert wurde. Das Ziel der Kompatibilität von SKOS mit den alten ISO-Standards soll durch die Zusammenarbeit mit den Erstellern der ISO-Standards erreicht werden. Seit November 2004 hat das W3C SKOS Core in die semantic web best practice and deployment working group (SWBPD-WG) aufgenommen, die sich um eine Fortführung kümmert. Im März 2005 wurde die Spezifikation für SKOS Core und die SKOS Core Vocabulary Specification erstmalig als ein W3C working draft publiziert. Im November 2005 wurden diese in einer überarbeiteten zweiten Version veröffentlicht und werden seit dem Jahr 2006 von der semantic web deployment working group¹³ (SWDWG) gepflegt.¹⁴ Diese möchte SKOS Core als Candidate Recommendation Ende des Jahres 2007 und als Proposed Recommendation¹⁵ Anfang des Jahres 2008 in den Standardisierungsprozess einbringen.

3.3 Ansatz

SKOS Core spezifiziert die Klassen und Eigenschaften für die Repräsentation eines üblichen Thesaurus oder einer Taxonomie. SKOS ist ein konzeptorientierter Ansatz, bei dem die Worte des Thesaurus nicht für sich als eine eigene Bedeutungseinheiten stehen, sondern Konzepte in Form von RDF Ressourcen repräsentieren. Die konsequente Verwendung von RDF als Framework für SKOS sorgt für eine einfache Kombinierbarkeit mit anderen Metainformationsstandards.¹⁶

Die Klassen und Eigenschaften eines SKOS-Modells werden entsprechend den Klassen und Eigenschaften im SKOS Schema typisiert. Eine Beschreibung des SKOS Core Schema¹⁷ ist unter der URI <http://www.w3.org/2004/02/skos/core#> verfügbar und wird im Folgenden als Namensraum mit dem Präfix skos: abgekürzt. Für das SKOS Core Vokabular existieren als Ergebnisse des SWAD-Europe-Projektes des weiteren die Erweiterungen SKOS Mapping und SKOS Extensions, die momentan durch die SWDWG nur informell gepflegt werden. SKOS Mapping ist ein Vokabular, um Konzepte verschiedener Konzeptschemata aufeinander abzubilden. SKOS Extensions dient der feineren Typisierung von Beziehungen zwischen Konzepten, um nicht nur Spezialisierungen sondern auch

13 <http://www.w3.org/2006/07/SWD/> Webseite der Semantic Web Deployment Working Group.

14 <http://www.w3.org/2004/02/skos/> Webseite des Simple Knowledge Organisation System.

15 Zu der Einteilung von Reports als Candidate und Proposed Recommendation vgl. Jacobs (2004).

16 Miller, u. a. (2005a).

17 <http://www.w3.org/2004/02/skos/core/history/2006-04-18.rdf> Schema von SKOS Core

Klassenbeziehungen und Teilbeziehungen ausdrücken zu können.

3.4 Klassen

Die grundlegende Klasse in SKOS ist das `skos:Concept`, das eine abstrakte Idee oder ein Bedeutungskonzept bezeichnet. Konzepte, die in der Spezifikation von SKOS auch als Begriffe bezeichnet werden, können in Konzeptschemaschemata als `skos:ConceptScheme` zusammengefasst werden, die Aussagen wie z. B. Autoreninformationen enthalten. Diese Begriffsschemata können z. B. Thesauri oder kontrollierte Vokabulare etc. darstellen. Eine Sammlung von Konzepten mit Bedeutungszusammenhang kann durch die `skos:Collection` abgebildet werden, die anschließend als ein eigenständiger Knoten aufgefasst wird und in Statements verwendet werden kann. Analog können Konzepte in einer `skos:OrderedCollection` aggregiert werden, in der die Elemente in einer Reihenfolge angeordnet sind. Ein `skos:CollectableProperty` spezifiziert eine Eigenschaft, die auf eine `skos:Collection` angewendet werden kann.

3.5 Eigenschaften

SKOS spezifiziert einige Prädikate, mit denen semantisch reichhaltige Aussagen über Klassen gemacht werden können.¹⁸ Diese können in Aussagen des Vokabulars und in Metaaussagen über das Vokabular unterteilt werden. Somit kann ein SKOS-Vokabular sowohl Aussagen als auch Metaaussagen enthalten.

textuelle Label

Mit `skos:prefLabel` wird einem Konzept ein primärer Literal zugeordnet, der das Konzept am präzisesten benennt. Alternative Terme werden durch `skos:altLabel` erfasst, die insbesondere Akronyme und abweichende Schreibweisen umfassen. Um falsche Schreibweisen als solche zu deklarieren, können diese als `skos:hiddenLabel` angegeben werden.

symbolische Label

Anstelle von textuellen Labels könne auch symbolische Labels in Form von Bildern Konzepte repräsentieren. Mittels `skos:symbol` kann einem Konzept ein Symbol in Form eines Bildes zugeordnet werden, das mit dem Kommando HTTP GET abrufbar sein sollte.

¹⁸ Miles, Brickley (2005b).

Mit `skos:prefSymbol` wird analog zu `skoks:prefLabel` einem Konzept das bevorzugte Symbol zugewiesen. Alternative Symbole werden mit `skos:altSymbol` neben einem `skoks:prefSymbol` definiert.

semantische Beziehungen

Zwischen Konzepten können semantische Beziehungen existieren. Diese werden generell abstrakt als `skos:semanticRelation` erfasst. Da `skos:semanticRelation` aber nicht unmittelbar genutzt werden soll, da es semantisch zu allgemein formuliert ist, sind für die Verwendung gedachte Spezialisierungen vorgesehen. Eine Generalisierung bzw. ein Oberbegriff wird mittels `skos:broader` erfasst, die dazu inverse Eigenschaft als `skos:narrower`. Falls eine symmetrische Beziehung ohne Generalisierung vorliegt, kann diese mit `skos:related` modelliert werden. `skos:related` drückt dabei einen allgemeinen Bedeutungszusammenhang aus.

Beziehungen zwischen Ressourcen und Klassen

Ein Konzept kann mittels `skos:isSubjectOf` als ein Thema für eine Ressource deklariert werden. Invers dazu wird mit `skos:subject` der Ressource ein Konzept zugeordnet. Z. B. können so für eine Webseite die beschriebenen Konzepte auf dieser Seite als Metainformation abgelegt werden. Falls ein Konzept für eine Ressource vorrangig ist, also es in der Ressource primär um dieses Konzept geht, wird das Konzept der Ressource mittels `skos:isPrimarySubjectOf` zugeordnet. Invers dazu kann zu einer Ressource ein primäres Konzept mittels `skos:primarySubject` annotiert werden. Speziell für die Organization for the Advancement of Structured Information Standards (OASIS) bietet `skos:subjectIndicator` die Möglichkeit, Themenverweise auf Definitionen von Konzepten durch die OASIS zu geben.

Sammlungen

Einem Subjekt vom Typ `skos:Collection` können mit `skos:member` ungeordnet Objekte zugeordnet werden. Falls die Reihenfolge der Objekte durch die Verwendung einer `skos:OrderedCollection` relevant ist, werden sämtliche Objekte der `skos:OrderedCollection` in einer Aussage mit `skos:memberList` angegeben. Dies impliziert die Mitgliedschaft mit `skos:member` in dem Subjekt vom Typ `skos:OrderedCollection`.

Notizen

Für Dokumentationszwecke existieren eigene Präfixe, um Metainformationen von dem

eigentlichen Vokabularwissen zu unterscheiden. Metainformationen können generell als freie Notiz ohne Verwendungszweck mit `skos:note` an Klassen annotiert werden. Alle weiteren Anmerkungstypen werden von `skos:note` abgeleitet. Mit `skos:changeNote` werden Änderungen an Klassen in Form eines changelogs angemerkt. Mittels `skos:definition` können abstrakte Erläuterungen und formelle Definitionen in Form eines Fließtextes erfasst werden. Alternativ kann eine Klasse durch ein `skos:example` mit einem Beispiel konkretisiert werden. Nach dem Kriterium der Organisation können redaktionelle Anmerkungen mit `skos:editorialNote` dargestellt werden. Historische Aspekte eines Konzepts wie z. B. die Löschung oder Weiterleitung auf ein anderes Konzept können durch `skos:historyNote` annotiert werden. Das Präfix `skos:scopeNote` erklärt den Kontext, für den eine Klasse vorgesehen ist. Es erklärt die Anwendung eines Konzeptes z. B. in speziellen Domänen. Die Dokumentationsobjekte, die durch die Präfixe mit den dokumentierten Subjekten verbunden werden, können Literale, Dokumentreferenzen z. B. auf erklärende Webseiten oder `related resource description` sein, bei denen ein Subjekt auf ein Objekt verweist, das auf weitere erklärende Objekte verweist. Die Beschreibung des Subjektes ergibt sich dabei als die Aggregation der Einzeldokumentationen.

Konzeptschema

In einem Konzeptschema werden die obersten Konzepte einer Hierarchie mittels `skos:hasTopConcept` erfasst. Die Objekte von `skos:hasTopConcept` stellen die obersten Konzepte des Konzeptschemas im Subjektteil dar. Bei der Definition mehrerer Konzeptschemas über ein Konzept kann das Konzept auch mittels `skos:inScheme` den einzelnen Konzeptschemas zugeordnet werden.

3.6 Beispiel

Der folgende Thesaurus ist ein Beispiel für die Anwendung von SKOS in Kombination mit weiteren Vokabularen wie Friend of a friend (FOAF) und Dublin Core. Er enthält alle wesentlichen Klassen und Eigenschaften von SKOS:

```
<rdf:RDF
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
  xmlns:skos="http://www.w3.org/2004/02/skos/core#"
  xmlns:dc="http://purl.org/dc/elements/1.1/"
  xmlns:foaf="http://xmlns.com/foaf/0.1/">
```

```

<skos:Concept rdf:about="http://example.org/thesaurus/concept/1000">
  <skos:prefLabel>Fahrzeug</skos:prefLabel>
  <skos:altLabel>Gefährt</skos:altLabel>
  <skos:scopeNote>Von Menschen erstelltes Fortbewegungsmittel</skos:scopeNote>
  <skos:inScheme rdf:resource="http://example.org/thesaurus"/>
  <skos:broader rdf:resource="http://www.ukat.org.uk/thesaurus/concept/1001"/>
  <skos:narrower rdf:resource="http://www.ukat.org.uk/thesaurus/concept/1002"/>
  <skos:related rdf:resource="http://www.ukat.org.uk/thesaurus/concept/1003"/>
</skos:Concept>
<skos:Concept rdf:about="http://example.org/thesaurus/concept/1002">
  <skos:prefLabel>Automobil</skos:prefLabel>
  <skos:example>Smart</skos:example>
  <skos:narrower>
    <skos:Collection>
      <rdfs:label>Automobilkomponenten</rdfs:label>
      <skos:member>Chassis</skos:member>
      <skos:member rdf:resource="http://my.example.org/concept#22"/>
    </skos:Collection>
  </skos:narrower>
  <skos:narrower>
    <skos:OrderedCollection>
      <rdfs:label>geordnete Komponentenliste</rdfs:label>
      <skos:memberList rdf:parseType="Collection">
        <skos:Concept rdf:about="http://example.org/thesaurus/concept/9000"/>
        <skos:Concept rdf:about="http://example.org/thesaurus/concept/9100"/>
      </skos:memberList>
    </skos:OrderedCollection>
  </skos:narrower>
</skos:Concept>
<skos:Concept rdf:about="http://example.org/thesaurus/concept/1003">
  <skos:prefLabel>Technik</skos:prefLabel>
  <skos:hiddenLabel>Technick</skos:hiddenLabel>
  <skos:changeNote rdf:parseType="Resource">
    <rdf:value>Ursprünglich Technologie genannt</rdf:value>
    <dc:creator>
      <foaf:Person>
        <foaf:name>Grace Hopper</foaf:name>
        <foaf:mbox rdf:resource="mailto:hopper@example.org"/>
      </foaf:Person>
    </dc:creator>
    <dc:date>1990-01-20</dc:date>
  </skos:changeNote>
</skos:Concept>
<skos:ConceptScheme>
  <skos:hasTopConcept rdf:resource="http://example.org/thesaurus/concept/1001"/>
</skos:ConceptScheme>
<skos:Concept rdf:about="http://example.org/thesaurus/concept/1001">
  <skos:prefLabel>Objekt</skos:prefLabel>
  <skos:definition>unspecifizierte Sache</skos:definition>
</skos:Concept>

```

```

<rdf:Description rdf:about="http://www.smart.de">
  <skos:subject rdf:resource="http://example.org/thesaurus/concept/1002"/>
</rdf:Description>
</rdf:RDF>

```

Die Klassen und Eigenschaften von SKOS können mittels RDFS und OWL erweitert werden, indem die zusätzliche Elemente in einem eigenen Vokabular als `rdfs:subPropertyOf` und `rdfs:subClassOf` von SKOS-Elementen spezifiziert werden:¹⁹

```

<rdf:RDF
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
  xmlns:owl="http://www.w3.org/2002/07/owl#">

  <rdf:Property rdf:about="http://example.org/ext#isPhysicalPartOf">
    <rdfs:comment>Physical is-part-of relationship between two concepts.</rdfs:comment>
    <rdfs:subPropertyOf rdf:resource="http://www.w3.org/2004/02/skos/core#broader"/>
    <owl:inverseOf rdf:resource="http://www.example.com/ext#hasPhysicalPart"/>
  </rdf:Property>
  <rdf:Property rdf:about="http://example.org/ext#hasPhysicalPart">
    <rdfs:comment>Physical has-part relationship between two concepts.</rdfs:comment>
    <rdfs:subPropertyOf rdf:resource="http://www.w3.org/2004/02/skos/core#narrower"/>
    <owl:inverseOf rdf:resource="http://example.org/ext#isPhysicalPartOf"/>
  </rdf:Property>
</rdf:RDF>

```

Die Eigenschaften `isPhysicalPartOf` und `hasPhysicalPart` sind dabei Bestandteil des Vokabulars mit der URI `http://example.org/ext` und nicht des Vokabulars SKOS. Generell ist diese Erweiterungsfähigkeit bei allen Klassen und Eigenschaften gegeben, die durch ein RDF Schema spezifiziert werden, was die Flexibilität des Semantic Web sicherstellt.

```

<rdf:RDF
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:skos="http://www.w3.org/2004/02/skos/core#"
  xmlns:ext="http://example.org/ext#">

  <skos:Concept rdf:about="http://www.example.com/geography#DE">
    <skos:prefLabel>Deutschland</skos:prefLabel>
    <ext:isPhysicalPartOf rdf:resource="http://www.example.com/geography#EU"/>
  </skos:Concept>
  <skos:Concept rdf:about="http://www.example.com/geography#EU">
    <skos:prefLabel>Europa</skos:prefLabel>
    <ext:hasPhysicalPart rdf:resource="http://www.example.com/geography#DE"/>
  </skos:Concept>
</rdf:RDF>

```

¹⁹ Vgl. Miles, u. a. (2005a).

Per RDFS Inferenz können die Eigenschaften aus ext: zu skos: verallgemeinert werden:

```
<rdf:Description rdf:about="http://example.org/geography#EU">  
  <skos:narrower rdf:resource="http://example.org/geography#DE"/>  
</rdf:Description>
```

4 Generierungsvarianten

Alternativ zu der manuellen Erstellung von in SKOS verfassten Vokabularen durch eine organisatorisch begrenzte redaktionelle Personengruppe kann es sinnvoll sein, die Generierung automatisiert oder auf Basis eines großen Personenkreises respektive einer Gemeinschaft durchführen zu lassen.

4.1 Automatisiert

Die Generierung eines Thesaurus wird üblicherweise nicht automatisiert durchgeführt, z. B. der General Multilingual Environmental Thesaurus wurde manuell von dem European Environment Information and Observation Network (EIONET)²⁰ erstellt. Eine Automatisierung des Erstellungsprozesses ist häufig nicht möglich, weil die vorhandenen Daten einer zu beschreibenden Domäne häufig nicht in einer semantisch reichhaltigen oder für die Analyse strukturierten Form vorliegen, um daraus induktiv Konzepte und Beziehungstypen zwischen den Konzepten herbeiführen zu können.

Die mit der manuellen Erstellung eines Vokabulars verbundenen Kosten begründen eine Limitierung des Umfangs des Vokabulars. Im Folgenden wird einfache Automatisierung des Erstellungsprozesses vorgestellt. Ziel des Verfahrens ist es, eine große Anzahl Begriffe automatisiert zu assoziieren und mit SKOS zugreifbar zu machen. Das Ergebnis kann als Ausgangspunkt für manuelle Verfeinerungen genutzt werden. Für die Eingrenzung der Begriffe des Vokabulars können bestehende Begriffsmengen genutzt werden. Z. B. deckt die Menge der Begriffe der deutschen Wikipedia approximativ die Substantive des deutschen Wortschatzes ab.

Angewendet auf SKOS kann jeder Begriff als das `skos:prefLabel` einer Instanz von `skos:Concept` aufgefasst werden. Im Unterschied zu der manuellen Definition eines Vokabulars in SKOS wird auf die differenzierte Typisierung der Beziehungen zwischen Konzepten verzichtet, Assoziationen werden also nicht als `skos:broader` und `skos:narrower` sondern ausschließlich als `skos:related` erfasst.

Die Datengrundlage für die Bildung von Assoziationen zwischen Konzepten können Keywords in Metadaten in Dokumenten des World Wide Webs sein. In HTML bzw. XHTML formulierte Webseiten können im `<head>`-Element `<meta>`-Elemente angegeben

²⁰ <http://www.eionet.europa.eu/gemet> Webseite des EIONET

werden. Diese können die Attribut-Wert-Kombinationen name="keywords" und content="keyword1, keyword2" enthalten. Ein Beispiel für die Stichworte auf der Webseite der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster ist:

```
<meta lang="de" name="keywords" content="Universität Münster, Universität, Münster, WWU, Westfälische Wilhelms-Universität" />
```

Unabhängig von den Inhalten der beschriebenen Webseite kann empirisch von einem Zusammenhang zwischen den Stichworten ausgegangen werden. Dies trifft auch für Webseiten zu, deren Stichworte divergierend von den beschriebenen Inhalten für Zwecke der Suchmaschinenoptimierung mit populären Begriffen ausgestattet wurden.

Aus den Häufigkeiten eines gemeinsamen Auftretens von Stichworten in Stichwortgruppen können graduelle Assoziationen berechnet werden. So können aus den beiden Stichwortgruppen [Studium,Universität,Lehre],[Lehre,Universität,Münster] z. B. die graduellen bidirektionalen Assoziationen

Stichwort 1	Stichwort 2	Grad
Universität	Lehre	0,2
Lehre	Universität	0,2
Studium	Universität	0,1
Studium	Lehre	0,1
Universität	Studium	0,1
Lehre	Studium	0,1
Lehre	Münster	0,1
Universität	Münster	0,1
Münster	Lehre	0,1
Münster	Universität	0,1

abgeleitet werden. Häufige Stichwortkombinationen werden durch einen hohen Grad repräsentiert. Die Assoziationen werden bidirektional definiert, weil Worte mit hoher Spezifität in Kombination mit generischen Worten auftreten können. So ist z. B. für die Assoziation Münster-Universität ein höherer Grad als für die Assoziation Universität-Münster wünschenswert, da das Wort Universität generischer ist als das Wort Münster.

Der Lernalgorithmus für eine Assoziation von einem WORT1 zu einem WORT2 kann

definiert werden als

```

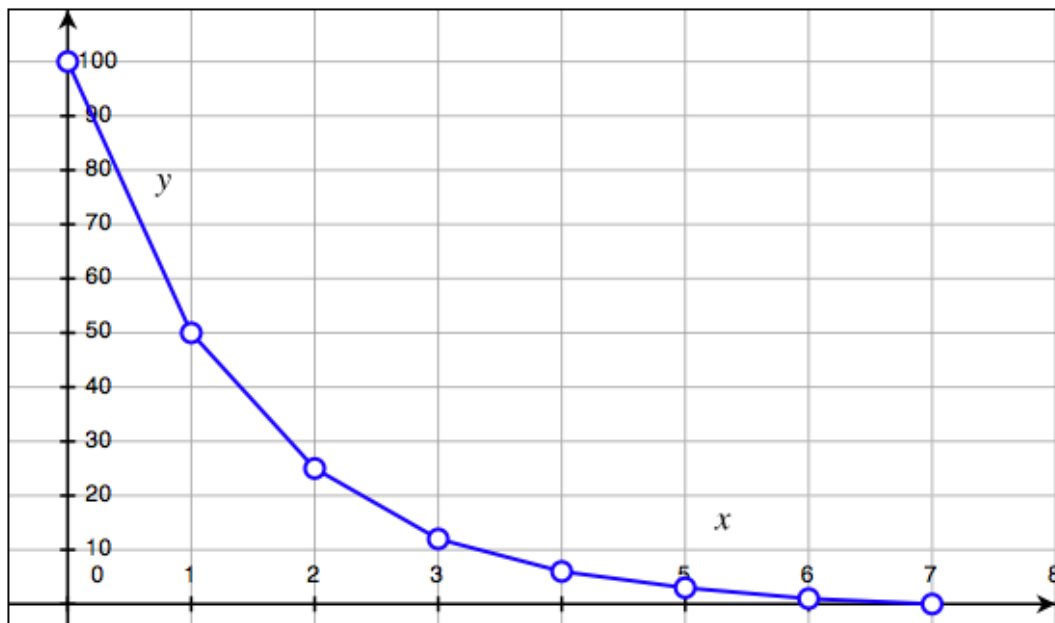
Falls(WORT1 != WORT2) //Lernschritt
  Falls(Assoziation von WORT1 zu WORT2 existiert nicht)
    lege Assoziation von WORT1 zu WORT2 mit Initialisierungsgrad an
  Sonst
    erhöhe Grad der Assoziation von WORT1 zu WORT2 um Lernkonstante
Falls(GRAD > Maximaler Grad) //Reduktionsschritt
  Für alle Assoziationen von WORT1 zu beliebigem Wort
    GRAD der Assoziation = GRAD der Assoziation DIV Reduktionsrate
  Falls (neuer Grad der Assoziation == 0)
    lösche Assoziation

```

Durch den Reduktionsschritt wird sichergestellt, dass Assoziationen nicht einen beliebig hohen Grad erlangen. So wird z. B. der Grad der Assoziation Universität-Münster langfristig sinken, wenn andere Kombinationen wie Universität-Lehre häufiger auftreten. Indem der Grad durch die Reduktionsrate geteilt wird, werden Assoziationen mit einem hohen Grad schnell verlernt, konsolidieren sich aber in einem Grundstock an Assoziationen. Nach einer hohen Anzahl an Reduktionsschritten werden schwache Assoziationen verlernt, indem ihr Grad durch den Operator DIV ganzzahlig auf 0 gesetzt und somit die Löschkondition erfüllt ist. Mathematisch kann das Verhalten des Verlernens als

$$\text{Grad } i x \bar{c} = \text{floor } i \frac{1}{r^n} i \text{ mit } n \in N^+$$

mit r als Reduktionsrate und n als natürliche Anzahl Reduktionsschritte für ein Wort mit dem initialen Grad 100 formuliert werden.



Der Graph stellt für eine Reduktionsrate vom Wert 2 dar, dass der auf der Ordinate abgetragene Grad mit einem abnehmenden Gradienten sinkt und sich als Hintergrundwissen konsolidiert, bis die Assoziation mit dem siebten Reduktionsschritt verlernt wird.

Assoziationen können in SKOS ausgedrückt werden als

```
<rdf:RDF
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:skos="http://www.w3.org/2004/02/skos/core#">

  <skos:Concept rdf:about="http://www.folksonomy.com/concepts#Universität">
    <skos:prefLabel>Universität</skos:prefLabel>
    <skos:related rdf:resource="http://www.folksonomy.com/concepts#Lehre" />
  </skos:Concept>
  <skos:Concept rdf:about="http://www.folksonomy.com/concepts#Lehre">
    <skos:prefLabel>Lehre</skos:prefLabel>
    <skos:related rdf:resource="http://www.folksonomy.com/concepts#Universität" />
  </skos:Concept>
</rdf:RDF>
```

Für die Eigenschaft `skos:semanticRelation` und deren Spezialisierungen sind in SKOS keine Möglichkeiten spezifiziert, einen Grad zu definieren. Zudem ist die Eigenschaft `skos:related` als eine symmetrische Eigenschaft definiert²¹, was nicht mit den zwei potentiell unterschiedlichen Graden einer bidirektionalen Assoziation korrespondiert. Eine Lösung dieser Probleme kann durch die Nutzung von RDF Reification herbeigeführt werden, bei der der Grad als Metaaussage über ein statement-Tripel erfasst wird.

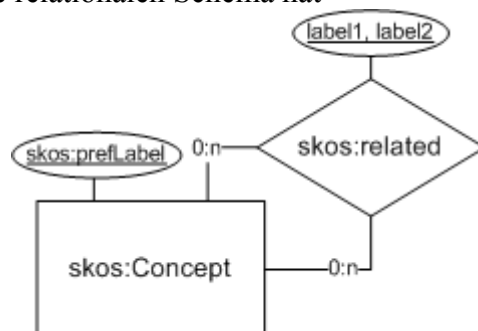
```
<rdf:RDF
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:skos="http://www.w3.org/2004/02/skos/core#"
  xmlns:ownns="http://www.exemplenamespace.org/properties#"
  xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#">

  <skos:Concept rdf:about="http://www.folksonomy.com/concepts#Universität">
    <skos:prefLabel>Universität</skos:prefLabel>
    <skos:related rdf:ID="triple12345"
      rdf:resource="http://www.folksonomy.com/concepts#Lehre" />
  </skos:Concept>

  <rdf:Statement rdf:about="#triple12345">
    <ownns:Grade rdf:datatype="xsd:decimal">0,2</ownns:Grade>
  </rdf:Statement>
</rdf:RDF>
```

²¹ Miles, Brikley (2005b).

Generell ist zu bedenken, dass die automatisierte Erstellung eines Thesaurus zu sehr großen Datenmengen führen kann, die in Form von flachen XML-Dateien ineffizient auszuwerten sind. Da die Form der Repräsentation eines RDF-Modells freigestellt ist kann eine effizientere Alternative für die persistente Speicherung des Thesaurus eine Datenbank darstellen, die das folgende relationalen Schema hat



Nach der Lernphase auf Basis der Datenbank durch die Analyse von Keywords in Webseiten des WWW kann das Lernergebnis für eine Verwendung im RDF in eine Repräsentation in SKOS transformiert werden.

4.2 Folksonomiebasiert

Ein Ansatz zur Erstellung eines Thesaurus durch einen großen Personenkreis bzw. Gemeinschaften stellen Folksonomien dar. Der Begriff der folksonomy ist ein Kunstwort, das durch die Verbindung der englischen Begriffe folk und taxonomy gebildet wird. Der Begriff der Taxonomie impliziert für die folksonomy fälschlicherweise eine hierarchische Struktur, da Folksonomien generell als gemeinschaftliche Verschlagwortung ohne eine vordefinierte Struktur des Vokabulars aufgefasst werden können.

Bei der gemeinschaftlichen Verschlagwortung, auch Tagging genannt, werden Ressourcen im WWW durch Mitglieder einer großen Personengruppe unkontrolliert mit einzelnen Begriffen versehen, die auch Tags genannt werden. Da der Prozess der Erstellung des Vokabulars nicht kontrolliert abläuft, tritt die Problematik von Synonymen, Homonymen, Flexionen und lexikalischen Anomalien auf und sorgt somit für die mangelnde Präzision des entstehenden Indexes.²² Diesen Nachteilen stehen als Vorteile die demokratische Repräsentation vieler verschiedener Meinungen und Ausdrucksweisen, eine hohe Dynamik und Aktualität und eine einfache Zugänglichkeit durch ihr intuitives Konzept gegenüber.

Folksonomien können als pragmatische Verbindung des theoretisch fundierten Semantic

²² Vgl. Macgregor, McCulloch (2006), S. 4.

Web mit dem communitybasierten sogenannten Web 2.0 angesehen werden, weil Metadaten in einer intuitiven Form in einem großen Umfang durch Nutzergemeinden von Webseiten wie <http://del.icio.us>, <http://www.flickr.com> und der Blogsphäre vergeben und zugänglich gemacht werden.

Analog zu der rein automatisierten Erstellung von Assoziationen zwischen Begriffen mittels Webseitenkeywords können auf Basis von Folksonomien Assoziationen generiert werden. Wie bei den Keywords einer Webseite sind in Folksonomien häufig Zusammenhänge zwischen den Tags von Ressourcen zu beobachten, die z. B. mittels des vorgestellten Lernalgorithmus in graduelle Assoziationen überführt werden können.

Folksonomien können in SKOS mittels der Klassen `skos:Concept` und der Eigenschaften `skos:prefLabel` umgesetzt werden. Die verschlagworteten Ressourcen werden durch URIs bzw. im Fall von konkreten Webseiten durch URLs repräsentiert. Die Ressourcen haben mindestens eine Eigenschaft `skos:subject`, deren Wert ein Tagkonzept vom Typ `skos:Concept` ist, das die Eigenschaft `skos:prefLabel` mit einem Tagliteral als Wert hat. Die Folksonomy entsteht durch die Prämisse, dass jedem Tagkonzept genau ein Tagname in Form des `skos:prefLabel` zugeordnet wird. Durch das Verzichten auf die Nutzung von `skos:altLabel` wird die Synonymproblematik in Kauf genommen. Außerdem werden die Tagliterals in den `skos:prefLabel` zur Identifizierung des entsprechenden Konzeptes benutzt, sodass jedes Tagliteral maximal einmal als `skos:prefLabel` verwendet werden darf, was die Homonymproblematik einführt.

Ein Beispiel für eine einfache Folksonomie mit zwei Webseiten und zwei Tags ist

```
<rdf:RDF
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:skos="http://www.w3.org/2004/02/skos/core#">

  <rdf:Description rdf:about="http://www.dole.de/de/index.php">
    <skos:subject rdf:resource="http://www.folksonomy.com/concepts#Banane"/>
    <skos:subject rdf:resource="http://www.folksonomy.com/concepts#Frucht"/>
  </rdf:Description>
  <rdf:Description rdf:about="http://de.wikipedia.org/wiki/Frucht">
    <skos:subject rdf:resource="http://www.folksonomy.com/concepts#Frucht"/>
  </rdf:Description>

  <skos:Concept rdf:about="http://www.folksonomy.com/concepts#Banane">
    <skos:prefLabel>Banane</skos:prefLabel>
  </skos:Concept>
  <skos:Concept rdf:about="http://www.folksonomy.com/concepts#Frucht">
```

```
<skos:prefLabel>Frucht</skos:prefLabel>  
</skos:Concept>  
</rdf:RDF>
```

5 Ausblick

Die Intention von SKOS war die Schaffung einer Sprache, die einen Kompromiss darstellt zwischen der semantisch reichhaltigen Beschreibung von Vokabularen wie Thesauri und Taxonomien und der einfachen Anwendbarkeit durch die Nutzer des WWW. Am Beispiel der Mikroformate wird die Agilität der Entwicklung von Applikationen für das WWW deutlich. Eine Unterstützung für die im Juni des Jahres 2005 publizierten Mikroformate wurden aufgrund geringer Verständnis- und Realisationsbarrieren innerhalb eines Jahres in viele Content Management Systeme integriert. Mit der Version 3 des Internetbrowsers Firefox wird eine clientseitige Unterstützung folgen.

Der ganzheitliche Ansatz und Anspruch von RDF als Standardframework mit RDFS und SKOS als Sprachen muss sich dieser Agilität stellen und etablierte Standards wie die der Mikroformate integrieren können. Dies ist aufgrund der Universalität theoretisch möglich, entsprechende kompatible RDF Schemata müssten aber zukünftig entwickelt werden. Voraussichtlich wird die Akzeptanz von RDF mit der Einführung von XHTML 2.0 steigen, welches die Integration von RDF-Ausdrücken in XHTML-Seiten ähnlich zu der heutigen Praxis bei Mikroformaten ermöglicht.

Die Verwendung von SKOS für Folksonomien könnte theoretisch der Dezentralisierung der heutigen monolithisch-geschlossenen Folksonomien wie z. B. <http://del.icio.us> dienen, indem diese auf Basis von SKOS zu einer WWW-weiten Gesamtfolksonomie aggregiert werden. Die Schaffung einer solchen vertrauenswürdigen Gesamtfolksonomie könnte in Koexistenz mit Metadaten in Webdokumenten für eine semantische Weiterentwicklung der Indizierungs- und Suchmaschinentechologie sorgen.

Literaturverzeichnis

- Berners-Lee, T.; Hendler, J.; Lassila, O.: The semantic Web. Scientific American, 2001.
[http://www.sciam.com/article.cfm?
articleID=00048144-10D2-1C70-84A9809EC588EF21&catID=2](http://www.sciam.com/article.cfm?articleID=00048144-10D2-1C70-84A9809EC588EF21&catID=2)
2007-05-10.
- Jacobs, I.: World Wide Web Consortium Process Document. 2004.
<http://www.w3.org/2004/02/Process-20040205/tr.html> 2007-06-02.
- Macgregor, G.; McCulloch, E.: Collaborative Tagging as a Knowledge Organisation and Resource Discovery Tool. 2006.
<http://eprints.rclis.org/archive/00005703/> 2007-06-12.
- Manola, F.; Miller, E.: RDF Primer. 2004.
<http://www.w3.org/TR/2004/REC-rdf-primer-20040210/> 2007-06-01.
- Miles, A.; Matthews, B.; Beckett, D.; Brickley, D.; Wilson, M.; Rogers, N.: SKOS:A language to describe simple knowledge structures for the web.
2005a. <http://www.idealliance.org/proceedings/xtech05/papers/03-04-01/>
2007-05-21.
- Miles, A; Brickley, D.: SKOS Core Vocabulary. W3C Working Draft 2.
2005b. <http://www.w3.org/TR/2005/WD-swbp-skos-core-spec-20051102/>
2007-05-20.
- Miles, A.; Brickley, D.: SKOS Extensions Vocabulary Specification. 2004a.
<http://www.w3.org/2004/02/skos/extensions/spec/> 2007-05-14.
- Miles, A.; Brickley, D.: SKOS Mapping Vocabulary Specification. 2004b.
<http://www.w3.org/2004/02/skos/mapping/spec/> 2007-05-14.

Abschließende Erklärung

Ich versichere hiermit, dass ich meine Ausarbeitung „Simple Knowledge Organisation System“ selbstständig und ohne fremde Hilfe angefertigt habe, und dass ich alle von anderen Autoren wörtlich übernommenen Stellen wie auch die sich an die Gedankengänge anderer Autoren eng anlehrenden Ausführungen meiner Arbeit besonders gekennzeichnet und die Quellen zitiert habe.

Münster, den 21. Juni 2007