

Sebastian Dietzold und Sören Auer

Realisierung von Sozialen Netzwerken im Semantic Web mit OntoWiki

OntoWiki – a Social Semantic Web Wiki-Node

Social Web_Semantic Data Wiki_Linked Data_Pingback_OntoWiki

Zusammenfassung. In diesem Beitrag zeigen wir, wie auf Basis einfach zu implementierender Kommunikations-Technologien, wie Linked Data und Pingback, ein soziales Semantisches Web aufgebaut werden kann. Wir erläutern dies an wichtigen Aktivitätsmustern für Social Networks und stellen unsere Implementierung vor, welche in das Semantische Daten-Wiki OntoWiki integriert ist.

Summary. In this paper, we show how Semantic Web and Social Web technologies can be tied together to be the foundation of a decentralized Social Semantic Web. We illustrate this approach by analyzing different well-known social activity patterns, which can be found in today's social networking sites. Furthermore, we present our implementation of a Social Semantic Web client, which is based on the semantic data wiki OntoWiki.

1. Einleitung und Motivation

Das Social Web, als Überbegriff für Social Networking Sites (SNS) wie Facebook und StudiVZ, sowie inhalts-zentrierte SNS wie del.icio.us und Flickr, fand in den letzten Jahren große Beachtung. Große SNS implementieren eine in sich geschlossene Welt aus Werkzeugen für die Pflege persönlicher Beziehungen und den Austausch auf Basis gemeinsamer Interessen. Der überwiegende Teil dieses Social Webs findet innerhalb dieser wenigen großen Social Networks statt und kann von außen und damit als Ganzes nicht betrachtet und verändert werden. Kontakte können z. B. meist nicht exportiert werden, um das Umziehen eines Nutzers in ein anderes Social Network zu erschweren. Zusätzlich wird die Nutzung der gesammelten Daten nur in den Grenzen ermöglicht, wie dies von den Nutzungsbedingungen der Webseite vorgegeben wird. Dies führt dazu, dass Nutzer ihre persönlichen Beziehungen in mehreren Social Networks parallel pflegen oder

aber auch auf mehrere Social Networks verteilen müssen. Z. B. weil einige Kontakte eben nicht zum neuen Social Network XYZ wechseln wollen. Eine Kommunikation zwischen diesen „Daten-silos“ ist von den Betreibern der SNS, beeinflusst durch Ihr Geschäftsmodell, oft nicht gewünscht und wird durch fehlende Protokolle technisch erschwert.

Ausgehend von diesen Herausforderungen versucht die Semantic Web Initiative (Berners-Lee, Hendler und Lassila 2001), semantische Technologien für die Umsetzung eines dezentralen Social Semantic Web zu nutzen. Diese, manchmal auch Web 3.0 genannte Vision umfasst eine Infrastruktur in welcher Social Networking Aktivitäten auf der Basis offener



Bild 1: OntoWiki organisiert Kontakte nach Klassen, Attributen und Tags: In der Abbildung sind alle Personen dargestellt, welche mit dem Tag `aksw` markiert sind, wobei optional Telefonnummern, Bilder und Tags angezeigt werden

Kommunikationsprotokolle und standardisierter Repräsentations-Sprachen stattfinden können. Zur Realisierung dieser Vision gibt es zwei komplementäre Strategien: 1. die Integration der großen SNS über Daten-Portabilität und 2. der Aufbau eines „echten“ Social Semantic Webs, d. h. eines offenen und heterogenen Social Networks bestehend aus vielen dezentral abgelegten und verknüpften Nutzer-Profilen sowie Inhaltssammlungen.

Mit dem Wiki-System OntoWiki stellen wir eine Plattform für Persönliches Wissensmanagement im Social Semantic Web vor. OntoWiki Nutzer bearbeiten Wissensbasen über eine wiki-artige Web-Oberfläche im Browser. Eine Wissensbasis stellt in OntoWiki eine Menge von Aussagen der Form Subjekt – Prädikat – Objekt dar. Diese Aussagen werden im Semantic Web RDF-Tripel genannt. OntoWiki visualisiert diese Aussagen in Form von Relationen (dargestellt als Web-Verweise) und Attributen der dargestellten Ressource (d. h. des Subjekts der Tripel). Dabei werden Strukturen wie Klassen-Hierarchien und Tag-Wolken ebenso in der Wissensbasis repräsentiert und visualisiert, wie die eigentlichen Inhalte.

Die Beziehungen und Daten innerhalb eines Social Networks sind ebenso Teil eines umfassenden persönlichen Wissensmanagements, wie Todo-Listen und Lesezeichen eines Nutzers. Aus diesem Grund unterstützt OntoWiki das Management dieses Wissens mit speziellen Funktionalitäten. Für deren Realisierung wurden die im Folgenden beschriebenen Anforderungen zu Grunde gelegt:

1. Der Nutzer soll sich selbst beschreiben können und persönliche Daten sowohl öffentlich als auch nur seinen Freunden bekannt machen können.
2. Der Nutzer soll die Möglichkeit haben, Beziehungen zu Freunden zu knüpfen und persönliche Daten mit diesen auszutauschen.
3. Der Austausch von Daten soll unabhängig von einer zentralen Social Network Plattform sein und dem Nutzer dadurch die Hoheit über alle seine Daten ermöglichen.
4. Der Austausch von Daten soll unabhängig von einem installierten Programm und innerhalb des Social Networks jederzeit möglich sein.
5. Sowohl der Austausch, als auch die Beschreibung der Daten sollen auf allgemein anerkannten Protokollen

und Beschreibungsschemata aufbauen und flexibel erweiterbar sein.

Diese Anforderungen stellen den Kern eines offenen und heterogenen Social Semantic Webs dar. OntoWiki erfüllt die letzten beiden Forderungen zum Teil schon allein durch die benutzten Technologien und die Umgebung, in welcher OntoWiki arbeitet. Wir konzentrieren uns daher im nächsten Kapitel auf die Beschreibung der Umsetzung der ersten drei Anforderungen. Weiterhin stellen wir im Kapitel 3 die technische Architektur von OntoWiki vor. Dabei gehen wir insbesondere auf die Funktionalitäten ein, welche OntoWiki als Knoten in einem Social Network auf Basis von Semantic Web Technologien prädestiniert.

2. Unterstützte Social Network Aktivitätsmuster

In diesem Kapitel gehen wir auf die Unterstützung von verschiedenen Aktivitätsmustern in Social Networks ein. Wir orientieren uns an der Auswahl aus (Crumlish und Malone 2009), beschränken uns jedoch auf die Muster, welche vor allem für die zentralen Aspekte Aufbau und Pflege von Social Networks und Austausch von Informationen von Bedeutung sind. Hierfür verwendete Technologien werden kurz erwähnt und dann im Kapitel 3 näher erläutert.

2.1 Beschreiben der eigenen Identität

Eindeutige Kennung im Social Semantic Web ist nicht ein Konten-Name, welcher innerhalb nur einer SNS eindeutig ist, sondern eine weltweit eindeutige Webreferenz (URL). Diese URL identifiziert eine Person und nicht ein Konto und wird in diesem Kontext WebID genannt (WebID 2009). WebIDs werden durch OntoWiki als Linked Data RDF Ressourcen publiziert (Bizer et al. 2008, siehe hierzu auch die Side Box zum Linked Data Web auf Seite 21) und sind damit durch andere Personen und Applikationen verlink- und benutzbar. Über einen anonymen Zugriff auf eine WebID liefert OntoWiki alle öffentlichen Daten eines Nutzers und Verknüpfungen, wie z. B. Beziehungen innerhalb des Social Networks, aus. WebIDs werden üblicherweise mit Hilfe des „Friend of a Friend“ (FOAF) – Voka-

Linked Data Web

Linked Data bezeichnet eine Methodik, wie maschinenlesbare Daten im World Wide Web zur Verfügung gestellt werden sollten. Dabei wird konkreten Dingen, wie Personen und Orten (allgemein: Ressourcen), eine Web-Adresse (URL) zugeordnet. Diese Web-Adresse kann von Programmen und Menschen über das Internet aufgerufen werden, wobei Programme eine maschinenlesbare Version der Daten im RDF Format erhalten und Menschen eine HTML-Seite dargestellt bekommen. Ein Teil dieser Daten sind Links und Relationen zu anderen Linked Data Web Adressen, welche nachverfolgt werden können. Alle Linked Data Ressourcen bilden zusammen das Linked Data Web.

bulars beschrieben (<http://www.foaf-project.org/>). FOAF ist weit verbreitet und unterstützt die Beschreibung von Namen, Interessen und anderen persönlichen Daten, welche in einem Social Network ausgetauscht werden. OntoWiki nutzt dieses Vokabular für die Generierung von Eingabemasken und Suchfeldern zur Beschreibung der eigenen Identität.

Eine wichtige zusätzliche Funktionalität von OntoWiki ist die Unterstützung des FOAF+SSL Protokolls (Story et al. 2009), welches den Austausch kryptographischer Informationen zu WebIDs ermöglicht. Auf Basis dieser Informationen können Anwendungen im Netz die Identität einer Person in Bezug zu einer WebID verifizieren und in Kombination mit anderen Informationen aus dem Social Network bestimmte Rechte vergeben oder vorenthalten. Mit Hilfe von FOAF+SSL und OntoWiki ist es somit möglich folgendes Zugriffsszenario zu realisieren: „Meine privaten Daten dürfen nur von meinen Verwandte abgerufen werden.“

2.2 Knüpfen von persönliche Beziehungen

Eine der wichtigsten Aktivitäten in Social Networks ist das Knüpfen von Beziehungen zu anderen Personen und damit der Aufbau des Netzwerkes selbst. In Social Networking Sites werden die Knoten dieses Netzwerkes durch Nutzerkonten im



Bild 2: Suche nach einer WebID, welche für die Verknüpfung „close friend of“ Beziehung verwendet werden soll. Das Ergebnis der Suche enthält auch WebIDs aus SNS, wenn diese semantisch erweitert wurden (hier XING und LinkedIn).

System dargestellt und Beziehungen zwischen diesen Konten müssen durch die Benutzer bestätigt werden. In einem verteilten Social Semantic Web werden WebIDs mit Hilfe von Relationen, wie z. B. „sich kennen“ (formal repräsentiert durch die FOAF-Relation `foaf:knows`) verknüpft. Eine Beziehung zwischen zwei Partnern gilt als bestätigt, wenn die entsprechende Aussage über beide WebIDs abrufbar ist. Dies geschieht unter der Annahme, dass beide Partner die Datenhoheit über ihre WebID haben und ihre Beziehungen auch öffentlich machen wollen.

Das Verknüpfen der eigenen WebID mit der eines Freundes setzt also die Kenntnis seiner WebID voraus. OntoWiki unterstützt aus diesem Grund zwei sich ergänzende Techniken, zur Lösung des Auffindbarkeits-Problems:

1. OntoWiki integriert eine Suche nach WebIDs über Semantic Web Suchmaschinen, wie z. B. Sindice (<http://sindice.com>). Dies setzt voraus, dass die zu verknüpfende WebID von einer Suchmaschine indiziert wurde. Bild 2 stellt das Ergebnis einer WebID Suche dar.
2. OntoWiki stellt eine Semantic Sitemap (Cyganiak et al. 2008) für Suchmaschinen zur Verfügung. Dies erleichtert Semantic Web Suchmaschinen das Indizieren und damit anderen Nutzern das Auffinden der eigenen WebID.

Da eine Social Network Beziehung beiderseitig bestätigt werden muss, unterstützt OntoWiki eine Kommunikation auf Applikationsebene, um diese Bestätigung anzufordern. Dabei wird ein

sogenannter Pingback (Langridge und Hickson 2002) an die andere WebID gesendet. Pingback ist ein leicht-gewichtiges und etabliertes Web 2.0 Protokoll, welches Backlinks zwischen verschiedenen Applikationen (wie z. B. Blog-Systemen) kommuniziert. Der Nutzer der Applikation, welche über die WebID „angepingt“ wurde, erhält in den meisten Fällen eine kurze E-Mail und kann zu gegebener Zeit entsprechend reagieren, z. B. indem er die Beziehung bestätigt. Dies entspricht dem Verhalten in großen SNS.

2.3 Sammeln und Teilen von digitalen Artefakten

Neben den Netzwerk-zentrierten SNS, bei denen Beziehungen zwischen den Nutzern im Vordergrund stehen, erfreuen sich inhalts-zentrierte SNS, bei denen das Sammeln und Teilen digitaler Artefakte zentral ist, großer Popularität. Zu diesen Netzwerken gehören z. B. Flickr für Fotos, del.icio.us für Bookmarks oder auch livingsocial.com für Buch und Restaurant-Kritiken.

Im Social Semantic Web sollen diese inhaltlichen Ressourcen direkt mit den WebIDs der Nutzer verknüpft sein. Dies kann z. B. mit Hilfe von SIOC (Breslin et al. 2006) geschehen. OntoWiki unterstützt verschiedene Möglichkeiten, die eigenen Inhalte seiner WebID zuzuordnen. Webreferenzen wie del.icio.us lassen sich z. B. mit einem Bookmarklet hinzufügen oder Bilder direkt in OntoWiki importieren oder auch entfernt verknüpfen. Zusätzlich dazu gibt es für einige inhaltsorientierte SNS Konverter zum Importieren von kom-

pletten Konten in OntoWiki. Die gesammelten Ressourcen werden mit Hilfe von RSS / Atom Feeds mit den Freunden oder der Welt geteilt. Des Weiteren kann Freunden auch der Zugriff über die Semantic Web Abfragesprache SPARQL oder RDF Synchronisation erlaubt werden.

2.4 Kommentieren und anderes Feedback

Ein weiteres, sehr wichtiges Aktivitätsmuster in Social Networks ist das Kommentieren von beliebigen Ressourcen, wie etwa Bilder, Blog-Einträge oder kurze Status-Meldungen (z. B. ein Facebook-Status oder eine Twitter-Nachricht). Diese Aktion wird häufig nur Freunden erlaubt und ist ein wichtiger Bestandteil aktiver Social Networks.

In einem verteiltem Social Semantic Web kann Feedback prinzipiell überall publiziert werden. Dabei ist jedoch zu beachten das folgende Bedingungen erfüllt sind:

- Die Ressource (z. B. ein SIOC Kommentar) muss über Linked Data verfügbar sein (siehe Side Box).
- Die Kommentar muss über eine Relation mit der kommentierten Ressource verlinkt sein (z. B. `sioc:reply_of`)
- Beim Anlegen des Kommentars sollte ein Pingback an die verlinkte Ressource gesendet werden, damit die Verknüpfung beidseitig registriert wird.

Der Autor der kommentierten Ressource wird daraufhin eine Mitteilung bekommen und eventuell den Kommentar in seiner Social Web Applikation freischalten müssen. Ein freigeschalteter Kommentar wird je nach Applikation unterschiedlich verarbeitet. Ein Blog-System, wie z. B. WordPress, stellt Pingbacks ähnlich wie lokale Kommentare dar. Eine OntoWiki-Installation speichert im Gegensatz dazu ausschließlich die Verknüpfung zum Kommentar. Diese Verknüpfung wird allerdings als Inverse gespeichert (ein SIOC Kommentar also mit der Relation `sioc:has_reply`). Der Inhalt des Kommentars kann dann, wie jede andere Ressource auch, über Linked Data bezogen werden.

2.5 Zusammenarbeiten

Da das verteilte Erstellen von semantischen Wissensbasen Hauptanwendungsfall eines semantischen Datenwikis ist, wird diese Aktivität hier nicht vertieft,

sondern auf (Dietzold, Auer und Riechert 2006) verwiesen. Im Kontext von Social Networks muss jedoch ergänzt werden, dass eine Zusammenarbeit nicht nur innerhalb einer OntoWiki Installation geschehen kann, sondern dass auch die Einbindung externer OntoWiki-Wissensbasen in die eigene Installation möglich ist. Damit ist eine gemeinsame, wiki-übergreifende Arbeit an Wissensbasen möglich, ohne die eigene Installation verlassen zu müssen.

2.6 Lokalisieren von Artefakten und Management von Geoinformationen

Karten-Mashups, also das Verbinden von Karten mit den eigenen Inhalten, sind im Social Web sehr beliebt und werden gerne und häufig von SNS Besuchern benutzt (z. B. lokalisierte Fotos in Flickr). Aus diesem Grund wollen wir abschließend noch auf die Karten-Erweiterung von OntoWiki eingehen.

Diese stellt Ressourcen auf Karten dar, welche direkt oder indirekt mit Koordinaten verbunden sind. Eine indirekte Lokalisierung kann z. B. eine Beziehung zwischen einer Person und einer Stadt sein (z. B. über die Beziehung `foaf:based_near`). Zielressourcen können über die Suchmaschine Sindice auf Geonames oder DBpedia (<http://dbpedia.org>) gefunden und benutzt werden, so dass es möglich ist, beliebige Ressourcen einem Ort zuzuordnen, ohne Koordinaten oder Linked Data Adressen mühevoll von Hand eingeben zu müssen.

3. OntoWiki – ein Semantisches Daten-Wiki

In diesem Kapitel stellen wir die Architektur der Semantic Web Applikation OntoWiki vor. OntoWiki baut auf einem erweiterbaren Applikation-Framework auf, welches speziell für die Entwicklung von Social Semantic Web Applikationen entwickelt wurde (Heino et al. 2009). Wir gehen hier insbesondere auf diejenigen Funktionen ein, welche für die Repräsentation und die Kommunikation der Daten innerhalb des Netzwerkes notwendig sind.

3.1 Aussagen-Speicherung und Manipulation

Kern jeder Semantic-Web-Anwendung ist die Manipulation von Aussagen,

welche auf der Basis des Resource Description Frameworks (RDF) kodiert sind. Eine Aussage kann z. B. „Person A kennt Person B“ sein. Ziel ist es, diese Aussagen effizient zu speichern und eine beliebige Menge von Aussagen zu einer Wissensbasis zusammenzufassen. OntoWiki abstrahiert diese Funktionalität so, dass es verschiedene RDF Datenbanken benutzen kann (z. B. OpenLink Virtuoso).

3.2 Daten abfragen

Ein einfaches Auslesen und Verarbeiten von RDF-Aussagen reicht selten für eine anspruchsvolle Semantic-Web-Applikation aus. Insbesondere in Social Networks sind die Daten sehr stark vernetzt, wie das legendäre Milgram-Experiment schon 1960 zeigte. Dieser Grad an Vernetzung stellt hohe Anforderungen an das verwendete Anfragesystem. Ein wichtiger Bestandteil des OntoWiki Applikation-Frameworks ist daher ein umfassender Query-Prozessor, der die SPARQL-Abfrage-sprache für RDF unterstützt.

Die Optimierung von RDF-Datenbanken hinsichtlich der Abfragegeschwindigkeit und Skalierbarkeit ist einer der größten Entwicklungsschwerpunkte in der Semantic-Web-Community. Ziel ist es, die gewohnte Performance relationaler Datenbanken zu erreichen, dabei jedoch nicht auf die Flexibilität von RDF verzichten zu müssen. In OntoWiki wurde aus diesem Grund ein interner Abfrage-Cache entwickelt. Dieser speichert Abfrage-Ergebnisse für eine spätere Verwendung und überwacht alle Änderungen an der RDF Datenbank, um den Cache gezielt aktualisieren zu können.

3.3 Autorisierung und Authentifizierung

OntoWiki bildet Nutzerkonten innerhalb einer System-Ontologie ab, welche wiederum zu WebIDs in Bezug gesetzt werden. Dies ist dann von Vorteil, wenn WebIDs in Kombination mit FOAF+SSL benutzt werden. Ein Nutzer kann damit ein Rechte-Management auf Basis von Gruppen von WebIDs durchführen, welche sich über die zu ihrer WebID gespeicherten kryptographischen Daten identifizieren. Mit WebIDs und FOAF+SSL ist es daher möglich, den Datenaustausch innerhalb des Social Networks so einzuschränken, dass private Daten nur von den Personen zu sehen sind, für welche dies gewünscht ist.

3.4 Versionierung

Eine der Kernfunktionalitäten eines Wikis ist die Versionierung von geänderten Daten. Ein RDF-basiertes Wiki muss diese Versionierung für komplette Wissensbasen ermöglichen. Dies wird von OntoWiki direkt in der Datenbank-Ebene implementiert. Änderungen sind dabei das Hinzufügen oder Löschen von Aussagen, wobei mehrere Änderungen zu einer Transaktion zusammengefasst werden können. Sowohl atomare Änderungen als auch Transaktionen können über eine Rollback-Methode rückgängig gemacht werden.

In einem Social Semantic Web ist die Änderungsverfolgung der persönlichen Wissensbasis besonders wichtig, da Daten aus unterschiedlichen Quellen eingelesen und verarbeitet werden können und dies zum Teil automatisch geschieht (z. B. durch die Synchronisation von WebIDs). In OntoWiki können daher alle Änderungen an den Daten der Freunde verfolgt und notfalls rückgängig gemacht werden.

3.5 Vernetzung

Eine notwendige Funktionalität für das Social Semantic Web ist die Bereitstellung der gespeicherten Inhalte als Linked Data (Bizer et al. 2008). OntoWiki stellt jede frei zugängliche Ressource als Linked Data zur Verfügung. Andere Applikationen können diese abrufen, referenzieren und anderweitig nutzen (z. B. in Kombination mit FOAF+SSL als Authentifizierungs-Protokoll). Da auch die WebIDs des Social Networks als Linked Data bereitgestellt werden, ist somit auch der Empfang von Social Network Daten über WebIDs möglich. OntoWiki unterstützt darüber hinaus auch die Benutzung von Linked Data und ist in der Lage, Linked Data URIs zu synchronisieren, also Änderungen in den Daten der Freunde zu erkennen und automatisch mit einer lokalen Wissensbasis abzugleichen.

Ein weiterer notwendiger Baustein für die Vernetzung unterschiedlicher Social Semantic Web Applikationen ist die Erweiterung um das Pingback-Protokoll (Langridge und Hickson 2002). Pingbacks werden sowohl für das Knüpfen von Beziehungen, als auch für Feedback und Kommentare versendet. Die Implementierung in OntoWiki erweitert das Pingback-Protokoll um die Möglichkeit, Linked Data Adressen zu pingen und

auch Pingbacks von Linked Data Adressen speziell zu verarbeiten.

Diese Kombination aus Pingback und Linked Data ist die Kern-Technologie des hier vorgestellten Social Semantic Webs. Sie kann sehr leicht in andere Web Applikationen, wie Blogsysteme und Foren, integriert werden. Bestehende Social Software kann damit zu einem umfassenden Social Semantic Web zusammengefügt werden.

4. Zusammenfassung und Ausblick

In diesem Beitrag haben wir gezeigt, wie ein verteiltes und heterogenes Social Semantic Web auf der Basis von leicht-gegewichtigen Technologien wie Linked Data und Pingback aufgebaut werden kann. Wir haben dieses Social Semantic Web anhand verschiedener Aktivitäts-Muster, wie das Knüpfen von Beziehungen und das vernetzte Kommentieren von Beiträgen erläutert. Danach haben wir unsere Implementierung vorgestellt, welche als Erweiterung des Semantischen Daten-Wikis OntoWiki entwickelt wurde.

Um die Vision dieses Social Semantic Web Realität werden zu lassen, muss jedoch eine gewisse kritische Masse an verfügbaren WebIDs und Applikationen existieren. Etablierte Web 2.0 Applikationen müssen so erweitert werden, dass sie WebIDs über Linked Data zur Verfügung stellen und die Semantik von Verlinkun-

gen bei Pingbacks beachten (z.B. sioc:reply_of oder foaf:knows). Ansätze für die Erweiterung von klassischen Web-Applikationen um Linked Data Funktionalitäten existieren bereits (z.B. Auer et al. 2009) und es liegt nun an den Entwicklern des Web 2.0, ihre Anwendungen ins Social Semantic Web zu heben.

Literatur

- Auer, S.; Dietzold, S.; Lehmann, J.; Hellmann, S.; Aumüller, D.: Triplify – Lightweight Linked Data Publication from Relational Databases. In: *Proceedings of the 17th International Conference on World Wide Web*. ACM, 2009.
- Berners-Lee, T.; Hendler, J.; Lassila, O.: Mein Computer versteht mich. *Spektrum der Wissenschaft* 8 (2001) 42–49.
- Bizer, C.; Heath, T.; Idehen, K.; Berners-Lee, T.: Linked data on the web. In: *Proceedings of the 17th International World Wide Web Conference* (Hrsg. Huai, J., Chen, R., Hon, H., Liu, Y., Ma, W., Tomkins, A., Zhang, X.) ACM, 2008.
- Breslin, J.; Decker, S.; Harth, A.; Bojars, U.: SIOC: An Approach to Connect Web-Based Communities. *The International Journal of Web-Based Communities* 2 (2006) 133–142.
- Crumlish, C.; Malone E.: *Designing Social Interfaces*. O'Reilly Media, 2009.
- Cyganiak, R.; Stenzhorn, H.; Delbru, R.; Decker, S.; Tummarello, G.: Semantic Sitemaps: Efficient and Flexible Access to Datasets on the Semantic Web. In: *The Semantic Web: Research and Applications ESWC 2008*. (Hrsg. Bechhofer, S.; Hauswirth, M.; Hoffmann, J.; Koubarakis, M.) Springer, 2008.
- Dietzold, S.; Auer, S.; Riechert, T.: Kollaborative Wissensarbeit mit OntoWiki. In: *Proceedings of the INFORMATIK 2006 Workshop: Bildung von Sozialen Netzwerken in Anwendungen der „Social Software“*, 2006.

Heino, N.; Dietzold, S.; Martin, M.; Auer, S.: Developing Semantic Web Applications with the OntoWiki Framework. In: *Networked Knowledge – Networked Media*. (Hrsg. Pellegrini, T., Auer, S., Tochtermann, K., Schaffert, S.) Springer, 2009.

Langridge, S.; Hickson, I.: Pingback 1.0. <http://www.hixie.ch/specs/pingback/pingback> (Letzter Zugriff: 27.08.2009).

Story, H.; Harbulot, B.; Jacobi, I.; Jones, M.: FOAF+TLS: RESTful Authentication for the Social Web. In: *Proceedings of the First Workshop on Trust and Privacy on the Social and Semantic Web (SPOT 2009)* (Hrsg. Hausenblas, M.; Kärger, P.; Olmedilla, D.; Pas-sant, A.; Polleres, A.) CEUR-WS.org, 2009.

WebID. <http://esw.w3.org/topic/WebID> (Letzter Zugriff: 27.08.2009).



1



2

1 Sebastian Dietzold promoviert an der Universität Leipzig über Benutzerschnittstellen für das Social Semantic Web und ist Maintainer des OntoWiki Open-Source Projektes.
E-Mail: dietzold@informatik.uni-leipzig.de

2 Dr. Sören Auer ist Leiter der Forschungsgruppe „Agile Knowledge Engineering and Semantic Web“ (AKSW) an der Universität Leipzig. Neben OntoWiki begründete er weitere Semantic Web Projekte, wie z. B. DBpedia und Triplify.
E-Mail: auer@informatik.uni-leipzig.de