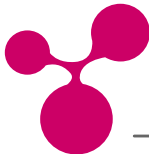


Technische Universität Dresden – Fakultät Informatik
Professur für Multimedialechnik, Privat-Dozentur für Angewandte Informatik

Prof. Dr.-Ing. Klaus Meißner
PD Dr.-Ing. habil. Martin Engeliem
(Hrsg.)



GENE '08

GEMEINSCHAFTEN IN NEUEN MEDIEN

an der
Fakultät Informatik der Technischen Universität Dresden

mit Unterstützung der

GI-Regionalgruppe Dresden
Initiative D21 e.V.
Kontext E GmbH, Dresden
Medienzentrum der TU Dresden
SALT Solutions GmbH, Dresden
SAP Research CEC Dresden
Saxonia Systems AG, Dresden
T-Systems Multimedia Solutions GmbH
3m5. Media GmbH, Dresden

am 01. und 02. Oktober 2008 in Dresden
<http://www-mmt.inf.tu-dresden.de/geneme/>
geneme@mail-mmt.inf.tu-dresden.de

C.2 Semantische Integration und Wiederverwendung von Produktontologien für offene Marktplätze im Web

Martin Knechte¹, Daniel Schuster²

¹SAP AG, SAP Research CEC Dresden

²Fakultät Informatik, Technische Universität Dresden

1 Motivation

Das World Wide Web gewinnt als Geschäftsplattform für den Handel mit Produkten immer mehr an Bedeutung und verdrängt dabei klassische Formen des Fernvertriebs wie telefonische Bestellungen aus gedruckten Produktkatalogen. Bislang dominieren jedoch noch Web-Auftritte einzelner Handelsunternehmen wie Amazon oder Otto den Markt. Auch Kunden werden in heutigen Marktplätzen einbezogen um Bewertungen und Beschreibungen der Produkte zu liefern. Amazon vollzieht dabei jedoch bereits den Übergang zu einem offenen Produktmarktplatz, in dem verschiedene unabhängige Händler ihre Waren über die Amazon-Plattform anbieten und vertreiben können.

Grundlage dieser Plattformen sind aber momentan noch monolithische Datenbanken des jeweiligen Betreibers. Produktinformationen müssen hier durch den jeweiligen Hersteller bzw. Händler eingepflegt werden. Dies widerspricht der Idee von offenen Produktmarktplätzen im Web, bei denen es möglich sein soll, dass die Anbieter von Produkten ihre vorhandene umfassende Datenbasis geeignet in ein Portal integrieren können.

Diese Idee eines kollaborativen Marktplatzes im Web benötigt semantische Technologien um Produktinformationen untereinander vergleichbar, aufeinander abbildbar und integrierbar zu machen. Der Einsatz semantischer Technologien für Web Plattformen ist Gegenstand verschiedener laufender Forschungsprojekte. Unter Semantischen Technologien werden Wissensrepräsentationssprachen zur Erstellung von Ontologien, sowie Methoden zur Erstellung, Wartung und Anwendung von Ontologien verstanden [HKRS08]. Eine Ontologie ermöglicht, ein gemeinsames verbindliches Vokabular aus Begriffen und deren Beziehungen formal zu spezifizieren. Dafür enthält eine Ontologie Konzepte, Individuen, Relationen sowie Axiome für deren Beziehungen [BCM+07]. Die einheitliche Verwendung des definierten Vokabulars in Produktinformationen ermöglicht deren Integration und Vergleich, auch über verschiedene Datenformaten und heterogene Informationssysteme hinweg.

Jeder Teilnehmer am Marktplatz hat eine eigene Produktontologie, welche auch für andere Marktplätze und firmenintern verwendet wird. Je nach Zielort wird diese Ontologie in unterschiedlichem Umfang eingesetzt und weitergegeben. Außerdem greifen unterschiedliche Nutzer mit unterschiedlichen Rechten zu. Daraus folgt dass bei der semantischen Verwaltung von Produktbeschreibungen eine dafür verwendete

Produktontologie schützenswerte Informationen enthält. Zur Lösung dieses Problems werden Zugriffsrechte in Ontologien definiert und damit die Wiederverwendung und die kollaborative Integration auf offenen Marktplätzen im Web erlaubt. Die Herausforderung besteht darin, Zugriffsrechte auf nicht-baumartige Ontologien feingranular zu vergeben.

2 Szenario

Das Vokabular der Produktbeschreibungen wird über eine gemeinsame Ontologie definiert. Die Produktbeschreibungen liegen in heterogenen Ressourcen vor. Beispiele für Ressourcen sind eine CAD-Zeichnung oder ein Textdokument auf einem Web Server, einem Dateiserver oder einer Datenbanktabelle.

Für den Zugriff auf einen semantischen Marktplatz im Web existieren verschiedene Nutzerrollen, wie beispielsweise Anbieter, Besucher, Kunden mit unterschiedlichen Konditionen, sowie technische Administratoren.

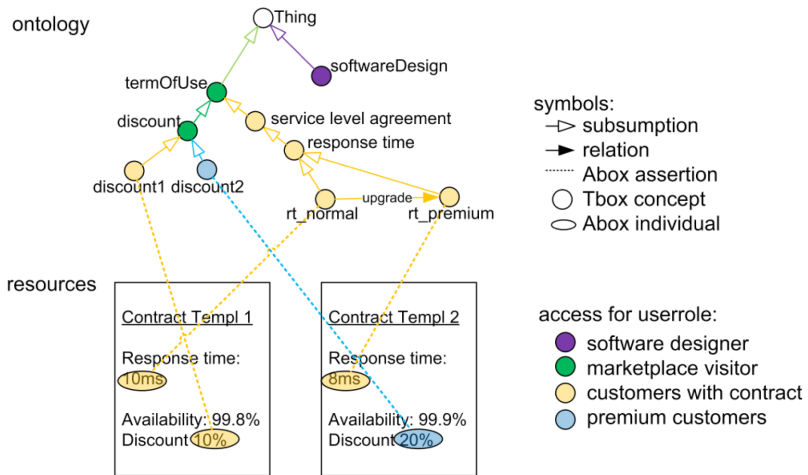


Abb. 1: Ressourcen, annotiert durch eine zugriffsbeschränkte Produktontologie

In Abb. 1 ist ein Beispiel dargestellt. Zwei Vertragsdokumente wurden semantisch annotiert unter Nutzung einer Produktontologie. Die Ontologie enthält auf der Schemaebene (der TBox) u.a. Konzepte für die Antwortzeit, den eingeräumten Rabatt und das Software Design. Auf der Instanzebene (ABox) sind konkrete Ausprägungen der Konzepte, genannt Individuen, zu Textpassagen zugeordnet. Diese Zuordnung

kann realisiert sein, indem die Dokumente im XML-Format vorliegen und Referenzen auf die Ontologie-Instanzen enthalten.

Die unterschiedlichen Farben signalisieren den erlaubten Zugriff der Nutzerrollen. Im Beispiel können Besucher des Marktplatzes anhand der Ontologie sehen, dass Rabatte eingeräumt werden können. Für Vertragskunden ist eine spezielle Rabattklasse sichtbar, für Premiumkunden eine andere. Dieselbe Anfrage an dieselbe Wissensbasis in Form der Produktontologie liefert unterschiedliche Ergebnisse je nach Nutzerrolle. Zwischen den Nutzerrollen bestehen Abhängigkeiten, so dass beispielsweise ein Premiumkunde immer Zugriff auf Konzepte bekommt die für Vertragskunden und für Besucher sichtbar sind.

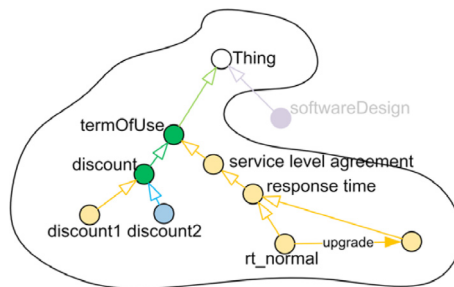


Abb. 2: Ausgewählte Konzepte einer Produktontologie für einen Marktplatz

In einem nächsten Schritt kann die kollaborative Zusammenarbeit durch die Rechteverwaltung unterstützt werden. Für die Veröffentlichung bieten Sichten auf eine Ontologie entsprechend der Nutzerberechtigungen neue Möglichkeiten. Wenn Unternehmen bereits eine interne Ontologie zur semantischen Verwaltung von Produktinformationen nutzen, kann ein Teil dieser Ontologie veröffentlicht und auf einem semantischen Marktplatz integriert werden. Im Beispiel in der Abb. 1 ist zu entnehmen, dass nur ein Ausschnitt der Produktontologie für die Veröffentlichung auf einem Marktplatz geeignet ist. Für diesen Zweck ist das Konzept „softwareDesign“ aus der Ontologie zu entfernen. Die so extrahierte Sicht ist in Abb. 2 dargestellt.

In die umgekehrte Richtung kann die Marktplatz-Ontologie für interne Zwecke wiederverwendet werden. Ist die Marktplatz-Ontologie an einen Produktstandard angelehnt (wie Beispielsweise eclassOWL [HdB07]), ermöglicht das die unternehmensinterne Nutzung dieses Produktstandards. Für einen neuen Anbieter ist wiederum die Veröffentlichung einer Produktontologie einfacher wenn diese sich bereits am selben Produktstandard wie der Marktplatz orientiert.

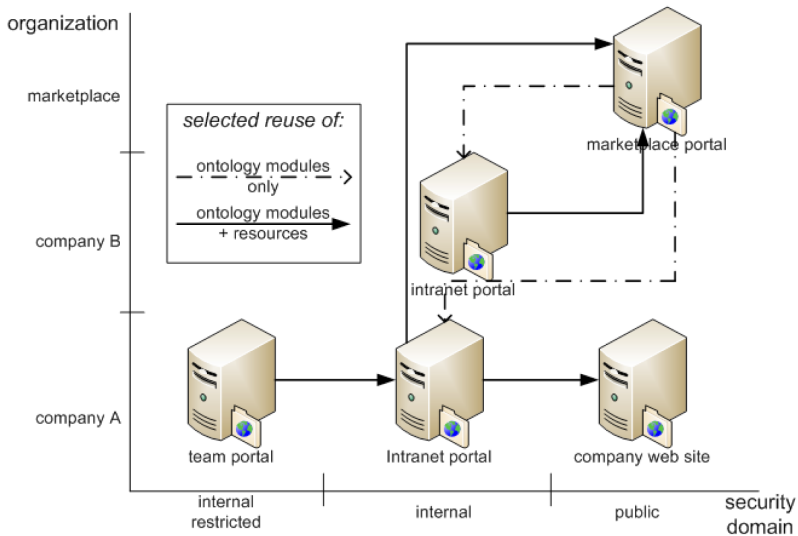


Abb. 3: Wiederverwendung von Ausschnitten aus Ontologien für verschiedene Sicherheitsdomänen

Beide Richtungen der Wiederverwendung sind in Abb. 3 dargestellt. Abgebildet sind 3 Sicherheitsdomänen in 2 Unternehmen und einem öffentlichen Marktplatz. Innerhalb einer Sicherheitsdomäne gibt es jeweils eine feingranulare Zugriffsverwaltung für unterschiedliche zugreifende Nutzer. Zur Weitergabe der Ontologie in eine andere Sicherheitsdomäne wird jeweils ein Ausschnitt der Ontologie extrahiert und transferiert. Enthält der Ausschnitt Berechtigungen für unterschiedliche Nutzer (z.B. Besucher, Kunde, Premiumkunde auf dem Marktplatz) so sind die Nutzerrollen der Organisationen aufeinander abzubilden.

3 Verwandte Arbeiten

Semantisches Content Management bildet die Grundlage für die geschilderte Problemstellung. Anwendungen lassen sich in semantischen Portalen [HS04] und semantischen Wikis [KVV06] finden. Die angegebenen Arbeiten argumentieren, welche Vorteile eine semantische Verwaltung von Ressourcen mit sich bringt und liefern eine Implementierung.

Die kollaborative Erstellung von Ontologien wird bereits länger untersucht. Der Ontolingua Server ist ein frühes Beispiel [FFR97]. Die kollaborative Erweiterung „Collaborative Protégé“ erweitert einen der verbreitetsten Ontologie-Editoren mit

Mehrbenutzerfunktionen [Prot]. Bei dem eingangs geschilderten Szenario handelt es sich um einen Marktplatz im Web. In dem Fall ist es vorteilhaft die Ontologie direkt in der Web Anwendung auch editieren zu können. Das Argument in [ZKHF05] ist, dass Änderungen direkt angewendet und erprobt werden können ohne die Applikation zu wechseln. Das Cicero Tool [Cicero] erweitert das o.g. Semantic MediaWiki um Möglichkeiten zur Sammlung von Argumenten für eine später nachvollziehbare Dokumentation und zur Entscheidungsfindung durch eine Abstimmung. Die genannten Arbeiten lassen sich für die kollaborative Integration von Produktontologien nutzen. Die Kollaborationsunterstützung wird in dem vorliegenden Beitrag nicht weiter untersucht, stattdessen wird die Auswirkungen einer Rechteverwaltung auf die Kollaboration betrachtet.

Für die Extraktion eines Ontologie-Ausschnittes zur Veröffentlichung ist zu entscheiden ob der Ausschnitt in sich abgeschlossen ist. Die Forschungsfrage dahinter ist die Modularisierung von Ontologien [GHKS07]. Für die Integration mehrerer Ontologien in eine gemeinsame ist zu entscheiden ob die Semantik der Quell-Ontologien dadurch verändert wird. Die Forschungsfrage ist hier die konservative Erweiterung von Ontologien [GLW06]. Außerdem ist durch *Ontology Matching* [ES07] zu entscheiden welche überlappenden Bereiche zusammenzuführen sind.

Autorisierung in anderen Informationstechnischen Systemen, wie Content Management Systemen, Datenbank Management Systemen, Dateisystemen etc. wird durch eine Zugriffsmatrix modelliert. Jede Spalte steht für ein Subjekt (der Zugreifende), jede Zeile für ein Objekt (die Ressource im Zugriff). Jedes Matrixelement enthält die Menge der Rechte die ein Subjekt auf ein Objekt hat. Zur Erhöhung der Skalierbarkeit und Fehlertoleranz wird diese Matrix verteilt. Eine Spalte enthält alle Rechte eines Subjektes auf Objekte und wird als *Capability* bezeichnet, eine Zeile enthält die Rechte aller Subjekte auf ein Objekt und wird als *Zugriffskontrollliste* (*Access Control List, ACL*) bezeichnet [SS07]. Zur Vereinfachung der Definition von Rechten werden Gruppen und Rollen genutzt, sowie Rechte entlang von Subjekt- und Objekthierarchien vererbt.

Feingranulare Zugriffsverwaltung innerhalb von Ontologien ist bisher wenig untersucht. Der Beitrag [DKG+07] stellt wichtige Konzepte der Zugriffskontrolle vor und diskutiert deren Verwendbarkeit für Ontologien, geht dabei allerdings wenig ins Detail. Es wird vorgeschlagen, Hierarchien der Konzepte für die Vererbung von Rechten zu nutzen.

Das erscheint den Autoren allerdings ungeeignet, da die Konzepte in Ontologien entlang der Subsumptionshierarchie und entlang der Objektrelationen keinen Baum aufspannen sondern die Struktur eines Graphen haben. Ein Konzept kann Unterkonzept mehrerer Oberkonzepte sein und die Objektrelationen können Zyklen bilden. Es kann gewünscht sein, dass ein Nutzer nur die Ober-, nicht aber die Unterkonzepte zu einem gegebenen Konzept sieht oder umgekehrt.

Es gibt konkrete Ansätze für die Rechtevergabe in Ontologien. Während [KWA05] auf Constraint Logic Programming mit einer dreiwertigen Semantik basiert und einen RDF Baum ohne zyklische Referenzen annimmt, möchten wir Beschreibungslogiken [BCM+07] als Formalismus verwenden und die Struktur nicht auf einen Baum beschränken. In [FJW+06] liegt der Fokus auf der einheitlichen Zugriffsrechtevergabe für heterogene Ressourcen, indem die Ressourcen mit dem Vokabular der Ontologie semantisch beschrieben und die Rechte in der Ontologie auf die Rechte für die Ressourcen übertragen werden. Allerdings wird eine eigene Ontologie-Definition verwendet, die beispielsweise Individuen nicht berücksichtigt, während wir den OWL-DL Standard [BvHH+04] nutzen welcher auf der Beschreibungslogik SHOIN(D) basiert.

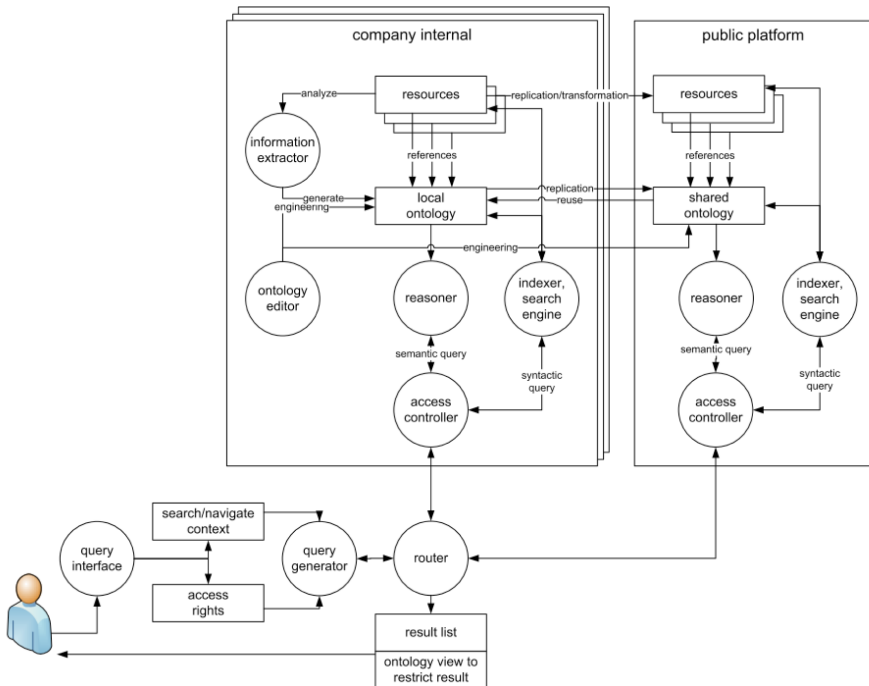


Abb. 4 : Gesamtarchitektur

4 Konzept

In Abb. 4 ist die Gesamtarchitektur für die Wiederverwendung einer internen Produktontologie auf einem offenen Marktplatz dargestellt. Zum Fokus dieses Papers gehören die Komponenten „access controller“, „reasoner“, „local ontology“ und „shared ontology“.

Das vorgeschlagene Konzept besteht aus drei Teilen. Zunächst werden Rechte auf einzelne Axiome einer Ontologie vergeben. Anschließend können aus der Ontologie Module für die Veröffentlichung extrahiert werden. Zur Vereinfachung der Rechtezuweisung auf Axiome können die Rechte auch aus den Ressourcen-Berechtigungen extrahiert werden.

Auf jedes Axiom einer Ontologie werden Rechte vergeben. Mit der geplanten Möglichkeit zur Annotation von Axiomen im kommenden OWL1.1 Standard [PSH06] lässt sich diese Information direkt in der Ontologie ablegen. Mit dem aktuellen OWL Standard [BvHH+04] sind nur Annotationen für Konzepte und Relationen möglich. Grundlage der Annotationen ist eine Zugriffsmatrix. Jede Zeile steht für ein Axiom, jede Spalte für ein Subjekt, und jede Zelle enthält die Zugriffsrechte des Subjektes in der Spalte auf das Axiom in der Zeile. Der Nutzerzugriff wird über eine Zugriffsverwaltung gekapselt, die zu entscheiden hat, welche Teile der Ontologie sichtbar sind und welche nicht. Die Kapselung ist in Abb. 5 dargestellt. Zwei Nutzer erhalten in der Abbildung auf dieselbe Anfrage zwei unterschiedliche Antworten, da sie über verschiedene Berechtigungen verfügen. Durch Reasoning können implizit bereits enthaltene Axiome expliziert werden. Für diese sind die Rechte aus den Rechten der vorher bereits vorhandenen Axiome abzuleiten.

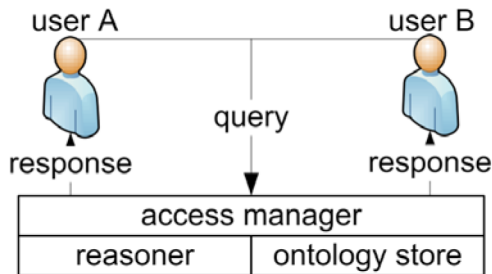


Abb. 5: Verschiedene Antworten für dieselbe Anfrage

Durch die Extraktion von Axiomen aufgrund der Leserechte eines Nutzers lässt sich ein Modul der Produktontologie herauslösen. Dieses Modul enthält alle Axiome, für die ein Nutzer Leserechte besitzt. Die Modulextraktion lässt sich verwenden, wenn ein Modul einer unternehmensinternen Ontologie auf dem Marktplatz veröffentlicht werden soll. Grundlage ist auch hier wieder die Zugriffsmatrix mit den Zugriffsrechten der Subjekte auf die Axiome.

	Meier		Meier
Dokument1 <i>(mit axiom1 und axiom2 annotiert)</i>	lesen	axiom1	lesen
Dokument2 <i>(mit axiom3 und axiom4 annotiert)</i>	kein Zugriff	axiom2	lesen
		axiom3	kein Zugriff
		axiom4	kein Zugriff

Tab. 1 : Rechte auf Axiome aus Rechten auf Ressourcen

Zur Vereinfachung der Definition von Rechten werden die Berechtigungen auf die Ressourcen als Grundlage für eine automatisch erstellte Zugriffsmatrix verwendet. Das Grundprinzip ist, dass Axiome die in einer Ressource zur Annotation verwendet wurden, die Berechtigungen der Ressource übertragen bekommen. Ein einfaches Beispiel mit nur einem Subjekt wurde in Tab. 1 dargestellt. Für das Vorgehen spricht, dass die Rechtevergabe auf Ressourcen etabliert und für den Nutzer leichter zugänglich ist als die Rechteverwaltung für Axiome.

5 Validierung

Die Validierung besteht aus zwei Schritten. Im ersten Schritt wird die Korrektheit der Rechtevergabe geprüft. Dafür wird das vorgestellte Szenario erweitert. In einem zweiten Schritt wird die Nutzbarkeit für die Wiederverwendung und Integration von Ontologien nachgewiesen. Dies wird im Rahmen eines Forschungsprojektes erfolgen, welches hier kurz vorgestellt wird. Die eigentliche Validierung dieses zweiten Teiles ist nicht Bestandteil dieses Beitrages.

Die Korrektheit der Rechtevergabe wird anhand des vorgestellten Szenarios geprüft. Entsprechend der Abb. 1 enthält die nachfolgende Tab. 2 einen Ausschnitt der Zugriffsmatrix für die Produktontologie. Der Ausschnitt enthält nicht das Konzept „service level agreement“, einschließlich deren Unterkonzepte. In dem Beispiel ist zu sehen, dass es sich um ein Lineares Modell für den Zusammenhang zwischen den Subjekten handelt: von links nach rechts nehmen die Rechte der Subjekte monoton zu.

Axiom in OWL Functional Syntax	market place visitor	customer with contract	premium customer	software designer
Declaration(OWLClass(softwareDesign))	-	-	-	read
Declaration(OWLClass(termOfUse))	read	read	read	read
Declaration(OWLClass(discount))	read	read	read	read
Declaration(OWLClass(discount1))	-	read	read	read
Declaration(OWLClass(discount2))	-	-	read	read
SubClassOf(termOfUse owl:Thing)	read	read	read	read
SubClassOf(softwareDesign,owl:Thing)	-	-	-	read
SubClassOf(discount,termOfUse)	read	read	read	read
SubClassOf(discount1,discount)	-	read	read	read
SubClassOf(discount2,discount)	-	-	read	read
Declaration(Individual(10percent))	-	read	read	read
ClassAssertion(discount1 10percent)	-	read	read	read
Declaration(Individual(20percent))	-	-	read	read
ClassAssertion(discount2 20percent)	-	-	read	read

Tab. 2 : Zugriffsmatrix einer Produktontologie

Zur Generierung einer Sicht auf die Ontologie sind für ein gegebenes Subjekt all jene Objekte in das extrahierte Modul zu übernehmen welche mit Leserechten markiert sind. Im Beispiel für den Marktplatzbesucher werden die Axiome über „termOfUse“ und „discount“ in das Modul übernommen.

Vereinfachen lässt sich die Rechtevergabe auf Axiome, indem die Rechte von den Ressourcen übernommen werden. Die Tab. 3 zeigt die Zugriffsrechte für eine Produktontologie, welche aus einer Ressourcen abgeleitet wurde. In diesem Fall handelt es sich um eine Vertragsvorlage die mit einem Rabatt annotiert wurde.

	customer with contract	Axiom in OWL Functional Syntax	customer with contract
Contract Templ 1	read	Declaration(Individual(10percent))	read
		ClassAssertion(discount1 10percent)	read
		SubClassOf(discount1,discount)	read
		SubClassOf(discount,termOfUse)	read
		SubClassOf(termOfUse owl:Thing)	read
		Declaration(OWLClass(discount1))	read
		Declaration(OWLClass(discount))	read
		Declaration(OWLClass(termOfUse))	read

Tab. 3 : Aus einer Ressource abgeleitete Zugriffsrechte

Die Nutzbarkeit der Rechtevergabe für die Wiederverwendung und Integration von Ontologien wird im Rahmen eines Forschungsprojektes geprüft. Der Anwendungsfall PROCESSUS aus dem Forschungsprogramm THESEUS [BMW07] beschäftigt sich mit dem Einsatz semantischer Technologien für die Verwaltung von produktbezogenen Ressourcen auf einer Web Plattform. Zu dem Anwendungsfall gehören zwei Piloten in unterschiedlichen Anwendungsdomänen. Die Domäne des ersten Piloten ist der Maschinenbau, die Domäne des Zweiten Piloten ist die Softwareindustrie. In Pilot 2 werden Dokumentationen von Web Services verwaltet, welche über eine serviceorientierte Architektur vermarktet werden. Die Web Services werden wie Güter gehandelt und in Dokumenten beschrieben und werden daher als Produkte betrachtet. Die Produktontologie des Marktplatzes gibt das Vokabular vor, welches in den Produktbeschreibungen verwendet wird. Da auf dem Marktplatz des Piloten 2 Web Services gehandelt werden, wird die Produktontologie eingeschränkt auf Web Services. Beim Browsen des semantischen Marktplatzes nach angebotenen Web Services erhalten unterschiedliche Nutzer aufgrund ihrer Berechtigungen unterschiedliche Sichten auf die Ontologie. Damit steht jeweils ein unterschiedliches Vokabular für semantische Suchanfragen und für die semantische Navigation zur Verfügung. Die auf dem Marktplatz angebotenen Produktinformationen werden von den Anbietern selbst veröffentlicht. Die veröffentlichten Informationen lassen sich als Teilmenge der firmenintern vorhandenen Produktinformationen auffassen, da beispielsweise Funktionsbeschreibungen und Flyer veröffentlicht werden, Designbeschreibungen und Testprotokolle hingegen nicht.

6 Zusammenfassung und Ausblick

Der vorliegende Beitrag hebt hervor, dass bei der semantischen Verwaltung von Produktbeschreibungen eine dafür verwendete Produktontologie schützenswerte Informationen enthält. Eine Kontrolle des Zugriffes unterschiedlicher Nutzerrollen auf die Ressourcen mit Produktbeschreibungen reicht nicht aus. Auch der Zugriff auf die Produktontologie ist zu regulieren. Die Rechteverwaltung ermöglicht die Kontrolle des Zugriffes auf die einzelnen Axiome einer Ontologie für verschiedene Nutzer. Die Rechteverwaltung lässt sich nutzen, um eine öffentliche Sicht einer unternehmensinternen Produktontologie zu generieren. Diese kann veröffentlicht und in die Produktontologie eines Marktplatzes im Web integriert werden. Auf dem Marktplatz wiederum erhalten ebenfalls unterschiedliche Nutzer entsprechende Zugriffsrechte.

Ausgehend von diesem Szenario wurden verwandte Arbeiten vorgestellt, und der offene Forschungsbedarf dargelegt. Der wissenschaftliche Beitrag des Papers ist ein Konzept zur Verwaltung von Zugriffsrechten auf die Axiome einer Ontologie. Das Konzept wurde vorgestellt und validiert. Eine erweiterte Validierung wird im Rahmen eines Forschungsprojektes durchgeführt. Zurzeit wird ein Prototyp implementiert, mit dem das Konzept auf seine Praxistauglichkeit untersucht wird.

Förderhinweis

Das dem Projekt zugrunde liegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie unter dem Förderkennzeichen „01MQ07012“ gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt liegt bei den Autoren.

Die in dieser Publikation enthaltenen Informationen stehen im Eigentum der folgenden Projektpartner des vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) geförderten Projektes „THESEUS“: SAP AG, SAP Research CEC Dresden; Technische Universität Dresden. Für in diesem Dokument enthaltene Informationen wird keine Garantie oder Gewährleistung dafür übernommen, dass die Informationen für einen bestimmten Zweck geeignet sind. Die genannten Projektpartner übernehmen keinerlei Haftung für Schäden jedweder Art, dies beinhaltet, ist jedoch nicht begrenzt auf direkte, indirekte, konkrete oder Folgeschäden, die aus dem Gebrauch dieser Materialien entstehen können und soweit dies nach anwendbarem Recht möglich ist.

Copyright 2008 SAP AG, SAP Research CEC Dresden; Technische Universität Dresden. Alle Rechte vorbehalten.

Literatur

- [BCM+07] Baader, Franz, Diego Calvanese, Deborah L. McGuinness, Daniele Nardi Peter F. Patel-Schneider: *The Description Logic Handbook: Theory, Implementation and Applications*. Cambridge University Press, 2. , 2007.
- [BMW07] BMWi: *Das THESEUS Programm, PROCESSUS - Optimierung von Geschäftsprozessen*. verfügbar unter <http://theseus-programm.de/scenarios/de/processus>, Zugriff am 7.3.2008, 2007.
- [BvHH+04] Bechhofer, Sean, Frank van Harmelen, Jim Hendler, Ian Horrocks, Deborah L. McGuinness, Peter F. Patel-Schneider Lynn Andrea Stein: *OWL Web Ontology Language Reference*. World Wide Web Consortium, 2 2004. W3C Recommendation, verfügbar unter <http://www.w3.org/TR/owl-ref/>, Zugriff am 3.1.2008.
- [Cicero] NeOn Project: *Cicero 1.00*. verfügbar unter <http://cicero.uni-koblenz.de>, Zugriff am 6.3.2008.
- [DKG+07] Dzbor, Martin, Alexander Kubias, Laurian Gridinoc, Angel Lopez-Cima Carlos Buil Aranda: *The role of access rights in ontology customization*. Deliverable 4.4.1, NeOn Project, 2007.
- [ES07] Euzenat, Jérôme Pavel Shvaiko: *Ontology matching*. Springer, Heidelberg (DE), 2007.
- [FFR97] Farquhar, Adam, Richard Fikes James Rice: *The Ontolingua Server: a tool for collaborative ontology construction*. *International Journal of Human-Computer Studies*, 46(6), 1997.

- [FJW+06] Farkas, Csilla, Amit Jain, Duminda Wijesekera, Anoop Singhal Bhavani Thuraisingham: Semantic-Aware Data Protection in Web Services. IEEE Web Services Security Symposium (WSSS) 2006, Berkeley, California, USA, 5 2006.
- [GHKS07] Grau, Bernardo Cuenca, Ian Horrocks, Yevgeny Kazakov Ulrike Sattler: Just the right amount: extracting modules from ontologies. WWW '07: Proceedings of the 16th international conference on World Wide Web, 717–726, New York, NY, USA, 2007. ACM.
- [GLW06] Ghilardi, S., C. Lutz F. Wolter: Did I Damage my Ontology? A Case for Conservative Extensions in Description Logics. Doherty, Patrick, John Mylopoulos Christopher Welty (): Proceedings of the Tenth International Conference on Principles of Knowledge Representation and Reasoning (KR'06), 187–197. AAAI Press, 2006.
- [HdB07] Hepp, Martin Jos de Bruijn: GenTax: A Generic Methodology for Deriving OWL and RDF-S Ontologies from Hierarchical Classifications, Thesauri, and Inconsistent Taxonomies. ESWC' 07: Proceedings of the 4th European Semantic Web Conference, 129–144, 2007.
- [HKRS08] Hitzler, Pascal, Markus Krötzsch, Sebastian Rudolph York Sure: Semantic Web — Grundlagen. eXamen.press. Springer, Berlin–Heidelberg, Germany, 2008. In German.
- [HS04] Hartmann, Jens York Sure: An Infrastructure for Scalable, Reliable Semantic Portals. IEEE Intelligent Systems, 19(3):58–65, 5 2004.
- [KVV06] Krötzsch, Markus, Denny Vrandečić Max Völkel: Semantic MediaWiki. ISWC '06: Proceedings of the 5th International Semantic Web Conference, 935–942, Athens, GA, USA, 11 2006. Springer.
- [KWA05] Kaushik, Saket, Duminda Wijesekera Paul Ammann: Policy-based dissemination of partial web-ontologies. SWS '05: Proceedings of the 2005 workshop on Secure web services, 43–52, New York, NY, USA, 2005. ACM.
- [Prot] Stanford University: Protégé 3.3.1 Ontology Editor. available at <http://protege.stanford.edu>, retrieved January 3, 2008.
- [PSH06] Patel-Schneider, Peter F. Ian Horrocks: OWL 1.1 Web Ontology Language Overview. World Wide Web Consortium, 12 2006. W3C Member Submission, verfügbar unter <http://www.w3.org/Submission/owl11-overview/>, Zugriff am 3.1.2008.
- [SS07] Schill, Alexander Thomas Springer: Verteilte Systeme. Grundlagen und Basistechnologien. eXamen.press. Berlin: Springer, 2007.
- [ZKHF05] Zhdanova, Anna V., Reto Krummenacher, Jan Henke Dieter Fensel: Community-Driven Ontology Management: DERI Case Study. WI '05: Proceedings of the 2005 IEEE/WIC/ACM International Conference on Web Intelligence, 73–79, Washington, DC, USA, 2005. IEEE Computer Society.