

Math&Industry - wie präsentiert man Projekte der angewandten Mathematik im Web?

Robert Roggenbuck
Fachbereich Mathematik/Informatik der Universität Osnabrück und
Institut für Wissenschaftliche Information (IWI) Osnabrück
Albrechtstr. 28
49069 Osnabrück
robert.roggenbuck@mathematik.uni-osnabrueck.de

Wolfram Sperber
Abteilung Wissenschaftliche Informationssysteme
Konrad-Zuse-Zentrum für Informationstechnik
Takustr. 7
14195 Berlin
sperber@zib.de

Abstract: In dem Beitrag wird ein Konzept für die Webpräsentation von Projekten aus dem Bereich der angewandten Mathematik vorgestellt. Ziel des vom BMBF geförderten Vorhabens ist es, Methoden für den effizienten Transfer von und Zugang zu Forschungsergebnissen der angewandten Mathematik in Industrie und Dienstleistungen zu unterstützen.

Basierend auf den Technologien des Semantic Web werden Methoden und Werkzeuge entwickelt, die eine standardisierte Bereitstellung der Informationen der Projekte umfassen und eine automatisierte Auswertung der Informationen der Projekte ermöglichen. Das umfasst insbesondere die maschinelle Verarbeitung der Informationen der Projekte.

Der Anwendungsbericht geht auf die Aufbereitung der Informationen der Projekte und die Verarbeitung der Informationen im zentralen Portal ein.

1 Einleitung

Die Mathematik nimmt zunehmend eine Schlüsselrolle bei der Entwicklung innovativer Technologien in Industrie und Dienstleistungen ein.

Seit 1993 finanziert das BMBF im Rahmen von Mathematikprogrammen anwendungsorientierte Verbundprojekte auf dem Gebiet der Mathematik. In den bisherigen drei Mathematikprogrammen wurden bzw. werden mehr als 150 Projekte aus dem Bereich der angewandten Mathematik gefördert. Ziel der Programme ist es, innovative Lösungen für ausgewählte Probleme aus Industrie und Dienstleistungen zu erarbeiten und den Transfer von mathematischer Forschung in Industrie und Dienstleistungen zu

fördern. Insbesondere kann eine bessere und umfassende Web Präsentation der Projekte wesentlich dazu beitragen, den Einsatz mathematischer Verfahren in Industrie und Dienstleistungen zu beschleunigen.

Nutzer aus Industrie und Dienstleistungen sollen effizient die Informationen auffinden und an die Informationen gelangen, die sie für die Lösung ihrer Probleme benötigen. Methoden und Techniken aus dem Bereich des Semantic Web, insbesondere XML, Resource Description Framework (RDF), RDF Schema (RDFS), Ontology Web Language (OWL) können dazu wesentlich beitragen. Web Services bieten sich an, um den Informationsfluss zwischen den Web Sites der Projekte und dem zentralen Portal in Math&Industry zu automatisieren.

Das Projekt Math&Industry hat im Herbst 2001 begonnen. Der erste Schritt umfasste die Erarbeitung eines Konzept für die Web Präsentation der Projekte und der Dienste, die in Math&Industry bereitgestellt werden sollen.

2 Das Konzept

Math&Industry strebt an, ein effizientes und anwenderorientiertes Informationssystem für die Projekte der BMBF Mathematikprogramme aufzubauen.

Es liegt nahe, Math&Industry als verteiltes Informationssystem aufzubauen: Basis sind die Web Sites der Projekte, die dezentral erstellt und gepflegt werden sollen. Die dezentrale Erstellung ermöglicht es, neue Informationen direkt und ohne Zeitverzug in das Informationssystem einzugeben.

Um den Nutzer einen effizienten Zugang zu den Informationen zu bieten, wird in Math&Industry ein zentrales Portals aufgebaut. Das zentrale Portal fasst die Informationen der Projekte zusammen und bereitet diese auf. Eine automatische Auswertung der Informationen über die Projekte ist aber nur dann möglich, wenn die Informationen in einer „maschinen-verstehbaren“ Form bereitgestellt werden.

Math&Industry setzt auf XML-Technologien, um das angestrebte Ziel zu erreichen:

1. Web Sites der Projekte

Layout und semantische Annotation werden getrennt. Für die Präsentation wird XHTML als Datenformat genutzt. Die Metadatenbeschreibung muss flexibel sein und komplexe semantische Annotationen zulassen. Deshalb wird RDF/XML in Math&Industry als Datenformat verwendet. Die Anforderungen an die Metadatenbeschreibung und die Implementierung werden in Kapitel 3 diskutiert und beschrieben.

2. Zentrales Portal

Die Metadaten erlauben die Auswertung der Projektdaten im Netz, speziell durch das zentrale Portal von Math&Industry für seine Suchdienste. Hier bietet es sich an, die Entwicklungen im Bereich Web Services für die effiziente Interaktion zwischen den Projekten und dem zentralen Portal zu nutzen.

3 Web Sites der Projekte

3.1 Strukturierung der Projektinformationen

Zunächst wurde eine Strukturierung der relevanten Informationen von Projekten der angewandten Mathematik vorgenommen. Die potentiell in den Projekten vorhandene Information wurde analysiert und als ein zweistufiges Schema modelliert. Die obere Ebene umfasst die folgenden 6 Gruppen:

- Allgemeines
- Produkte und Verfahren
- Beteiligte Personen und Institutionen
- Das Problem der Praxis
- Modellbildung und Modelle
- Mathematische Behandlung

Jede Gruppe umfasst eine fixe Anzahl von Untergruppen.

Diese Strukturierung soll sowohl einen schnellen Überblick über ein Projekt und die erzielten Resultate ermöglichen, als auch eine detaillierte und umfassende Beschreibung eines Projekts bieten.

Die Strukturierung der Informationen ist spezifisch für anwendungsorientierte Projekte der Mathematik, was vor allem in den Gruppen „Das Problem der Praxis“, „Modellbildung und Modelle“ und „Mathematische Behandlung“ zum Ausdruck kommt. Die Strukturierung der Information entsprechend dieser Gruppen und Untergruppen bedeutet eine Standardisierung und Homogenisierung der bereitgestellten Web Präsentationen.

Gleichzeitig wird diese Struktur zur Erstellung einer einheitlichen Homepage der Projekte genutzt.

Abbildung 1 zeigt alle Gruppen und Untergruppen der vorgeschlagenen Strukturierung für die Web Präsentation der Projekte, siehe auch [RS03].

Projektübersicht	Das Problem der Praxis
Über das Projekt Highlights Veranstaltungen Presseecho Das Projekt in der Öffentlichkeit Glossare	Beschreibung des Praxisproblems Publikationen, die sich an Anwender richten Verwandte Fragestellungen
Anwendungen und Produkte	Modellbildung und Modelle
Einsatz der Projektergebnisse in der Praxis Produkte: Patente Produkte: Software Praktischer Nutzen Weiterentwicklungen, weitere Einsatzmöglichkeiten Ähnliche Projekte und Produkte	Modellierung: Vom Anwendungsproblem zum mathematischen Modell Mathematische Modelle Ähnliche Modelle
Beteiligte	Mathematische Behandlung
Mitarbeiter Firmen / Wissenschaftliche Institutionen	Mathematische Methoden und Verfahren Mathematische Publikationen Software / Simulationen Ähnliche mathematische Probleme

Abbildung 1: Strukturierung der Projekte (Gruppen und Untergruppen)

3.2 Metadaten

Um die Informationen im Web automatisch auswertbar, maschinen-verstehbar, zu machen, wird im Web auf das Metadaten Konzept zurückgegriffen. Metadaten sind zunächst nur Daten über Daten.

Mit den Entwicklungen des Semantic Web wurde im Internet ein Rahmen und nicht-proprietärer Standard für die inhaltliche Erschließung von Web Ressourcen geschaffen.

Das RDF Modell bezieht sich auf Aussagen, die sich als Tripel der Form Subjekt - Prädikat - Objekt darstellen lassen. Damit lassen sich insbesondere Aussagen über Ressourcen (Metadaten) formulieren.

Das RDF-Modell ist ein abstrakter Graph, der aus Tripeln von Aussagen der eben beschriebenen Art besteht.

Das RDF Modell und die Syntaxspezifikation reichen für die Entwicklung der Metadatenschemata in konkreten Anwendungen i.a. nicht aus. Es bedarf der zusätzlichen Möglichkeiten Vokabulare zu definieren, also Objekte zu Klassen zusammenzufassen und deren Eigenschaften sowie Relationen zwischen den Objekten und Klassen definieren zu können. Das ist im Rahmen von RDFS [W3C03a] und OWL [W3C03b] möglich.

Für konkrete Anwendungen sind

- Vokabulare zu definieren,
- Metadatenschemata für die Resource Klassen zu entwickeln,
- XML-Darstellungen der Metadatenschemata zu spezifizieren.

Die Verwendung von RDF erlaubt eine exaktere Beschreibung als die ursprünglich verwendete Kodierung der Metadaten in HTML. So ist etwa für Publikationen möglich

- den Autoren die Adresse
- jedem Format eine URL

zuzuordnen.

3.3 Metadaten in Math&Industry

Die Strukturierung der Projektinformationen in Math&Industry, siehe Bild 1, stellt eine Klassifizierung der Informationen der Projekte dar. Die Gruppen und Untergruppen, etwa „Projektverantwortliche/Mitarbeiter“ oder „Mathematische Publikationen“ bezeichnen Klassen von Ressourcen. Für jede solche Klasse sind die Metadatenelemente, die für die Beschreibung einer Instanz einer Klasse, beispielsweise einer Publikation, verwendet werden sollen, sowie deren Strukturierung festzulegen.

Um ein unkontrolliertes Anwachsen der Anzahl an Metadatenschemata zu vermeiden, wurde so weit wie möglich auf bereits existierende und international verbreitete Metadatenschemata zurückgegriffen werden. Diese wurden durch eigenes Metadatenvokabular ergänzt.

Zusätzlich zu den Elementen, die in RDF, RDFS und OWL definiert sind, verwendet Math&Industry für die Entwicklung der Metadatenschemata insbesondere

- das Dublin Core Metadata Element Set, [DC03],
- vCard, insbesondere für die Beschreibung von Personen und Institutionen [IMC97]
- Metadatenschemata aus Math-Net [IWI03]

In der Math-Net Initiative wurden für ausgewählte Klassen mathematischer Ressourcen, z.B. für Preprints, Metadatenschemata entwickelt, siehe [IWI03].

Math&Industry umfasst aber weit mehr Klassen als nur Publikationen und Personen. Für weitere Klassen von Objekten, etwa Software oder Veranstaltungen, waren neue Metadatenschemata zu entwickeln.

3.4 Glossare

Wörterbücher, im folgenden als Glossare bezeichnet, spielen in der wissenschaftlichen Literatur seit jeher eine wichtige Rolle. Die Entwickler in Industrie und Dienstleistungen benutzen meist ein anderes Vokabular als Wissenschaftler, die das reale Problem modellieren bzw. mathematisch behandeln. Das heißt aber, dass Schlüsselwörter, welche die mathematische Behandlung des Problems charakterisieren, einem Entwickler nicht sonderlich helfen, sich zu informieren, ob bereits anderswo Methoden und Verfahren zur Lösung seines Problems vorhanden sind.

Deshalb sieht das Konzept für Math&Industry vor, verschiedene Glossare für die Problemstellung, die Modellierung und die mathematische Behandlung eines Problems zu erstellen.

„Das Problem der Praxis“, „Modellbildung und Modelle“ und „Mathematische Behandlung“ stellen jeweils eigene Anforderungen an die Glossare. Zudem kommen die Problemstellungen aus sehr unterschiedlichen Bereichen.

Üblicherweise wird ein Problem zunächst umgangssprachlich definiert, dafür fehlen häufig standardisierte Begriffsbildungen.

Im Gegensatz dazu ist das Vokabular in der Mathematik im hohen Maße standardisiert. Zudem ist mit der Mathematical Subject Classification (MSC) ein international anerkanntes Klassifikationssystem für mathematische Publikationen vorhanden, das auch für die Einordnung der für das Projekt relevanten mathematischer Begriffe benutzt wird.

Zwischen dem Problem und seiner mathematischen Behandlung steht i.a. die mathematische Modellierung. Die Modellierung des Problems kann den Einsatz mehrerer Wissenschaften erfordern, etwa der Physik, Chemie und Biologie, um z.B. neue medizinische Geräte zu entwickeln.

Im Projekt Math&Industry umfassen die Glossare aber mehr als eine Definition der zentralen Begriffe. Insbesondere enthalten die Glossare auch die Relationen zwischen den Begriffen (Wörter oder Phrasen), die den Zusammenhang zwischen den Begriffen charakterisieren.

Die Relationen zwischen den Begriffe können Anwendern wichtige Hinweise auf die Modellierung und die mathematische Behandlung geben.

Relationen zwischen den Begriffen eines Glossars

Um den Aufwand für die Erstellung der Glossare in Grenzen zu halten, haben wir uns trotz der Unterschiedlichkeit des Anwendungsbereichs und der Wissenschaften auf wenige einfache Relationen innerhalb jedes Glossars beschränkt und zwar auf

- enthält in,
- enthält,
- synonym mit,
- ist ähnlich zu,
- steht in Beziehung mit.

Jedes Glossar wird als Klasse im Sinn von RDFS aufgefasst. Die Begriffe werden ebenfalls als Klassen betrachtet. Das ermöglicht eine hierarchische Strukturierung innerhalb jedes Glossars.

Es bietet sich dann an, Relationen „enthält in“ und „enthält“ über die RDFS Eigenschaft `rdfs:subClassOf`, die Relation „siehe auch“ über `rdfs:seeAlso` und „synonym mit“ über `owl:sameClassAs`, steht in Beziehung über `dc:relation` zu definieren.

Relationen zwischen den Begriffen verschiedener Glossare

Die Relationen zwischen Begriffen in verschiedenen Vokabularen sind eher vager Natur.

Um die Relationen zwischen den Begriffen der verschiedenen Glossare zu beschreiben, wird sich auf die folgenden Vokabulare beschränkt

- steht in Beziehung mit,
- steht in enger Beziehung mit.

3.5 Erstellungswerkzeuge: Der WebSiteMaker

Die Erstellung der Projektpräsentationen entsprechend der hier entwickelten Vorgaben ist aufwändig und fehleranfällig. Insbesondere gilt das für die RDF Dateien, welche die Metadatenbeschreibungen der Dokumente umfassen.

Um Aufwand und Fehler zu minimieren, sind Werkzeuge zur Erstellung einer kompletten Web Site eines Projekts entwickelt worden.

Der WebSiteMaker ist ein form-basiertes Werkzeug, mit dem sich eine komplette Webpräsentation eines Projekts erzeugen lässt.

Der WebsiteMaker ist modular aufgebaut. Das Hauptprogramm generiert die Homepage des Projekts und ruft die Erstellungswerkzeuge für die einzelnen Web Seiten, die MIPM-Programme (Math&Industry Presentation Maker), auf.

Bei der Erstellung der Projektpräsentation mit dem WebSiteMaker wird der URL der Web Site festgelegt. Der WebSiteMaker erzeugt darüber hinaus strukturierte Pfade für die einzelnen Web Seiten des Präsentation.

4 Zentrale Dienste

4.1 Anforderungen

Es wurde mit dem Aufbau eines zentralen Portals für Math&Industry, siehe <http://www.mathematik-21.de>, begonnen. Das zentrale Web Site des Projekts wird vom IWI Osnabrück erstellt und gepflegt.

Das zentrale Portal soll vielfältigen Anforderungen genügen:

- automatische Auswertung der Informationen der Projekte:
Indexieren der Informationen der Gruppen und Untergruppen der Projekte,
Aufbau projektübergreifender Glossare,
- effizienter Zugang zu den Information der Projekte:
Volltext- und Attribut-Suche,
nutzerspezifische Sichten (erweiterte Navigationsmöglichkeiten) auf die
Projekte des
BMBF-Förderprogramms.

Das zentrale Portal kann dabei auf die Web Präsentationen der Projekte, insbesondere die Metadaten Dateien zurückgreifen. Die Metadatenbeschreibungen der Projekte sind auf den Web Servern zugänglich.

4.2 Informationsdienste in Math-Net

Mit der Entwicklung des Math-Net liegen bereits umfangreiche Erfahrungen mit dem Management verteilter Informationssysteme vor:

Mathematische Institutionen erschließen ihre Informationen in standardisierter Form. Math-Net Dienste

- gathern die dezentral vorliegenden Informationen der am Math-Net teilnehmenden Institutionen,
- indexieren diese, insbesondere die Metadaten der Ressourcen,
- und bieten dem Nutzer ein Interface für die Navigation und Suche.

Die Math-Net Dienste greifen auf die Ressourcen, genauer die Metadaten, zurück, was am Beispiel der Preprints näher beschrieben werden soll.

In Math-Net wurden ein Metadatenstandard zur inhaltlichen Erschließung mathematischer Preprints sowie ein Werkzeug zur Erstellung der Metadaten entwickelt. MPRESS, das Mathematics Preprint Search System, ist der Math-Net Dienst, der die Informationen der Preprints sammelt und suchbar macht.

Dazu wurde bisher die Software Harvest eingesetzt. MPRESS verzeichnet derzeit etwa 65.000 mathematische Preprints, die aus über 120 verschiedenen Servern stammen. MPRESS ist damit der umfassendste Index mathematischer Preprints weltweit. Der Aufwand für die Pflege und Management liegt beim vollständig beim IWI, das den MPRESS Dienst betreibt.

Harvest besteht aus mehreren Komponenten. Die Gatherer-Komponente fragt regelmäßig die in MPRESS eingebundenen Server auf neue Informationen ab.

Wenn ein Preprint Server in MPRESS neu hinzukommt, so ist der URL des Servers der Liste der zu gathernden Server hinzuzufügen.

Die gesammelten Informationen werden ausgewertet und indexiert. Dafür stehen in Abhängigkeit vom Datenformat sogenannte Summarizer zur Verfügung.

Die Broker Komponente macht die Daten suchbar. MPRESS umfasst eine Volltext- und eine Attribut-Suche, z.B. über Autoren und Titel sowie Navigationsmöglichkeiten entlang des durch die MSC gegebenen Klassifikationsschemas.

Die Harvest-Technik lässt sich auch in Math&Industry für den Austausch der Informationen zwischen den Web Sites der Projekte und dem zentralen Portal nutzen. Dazu muss die Harvest Software um spezielle Auswertungsmöglichkeiten für RDF Dateien erweitert werden.

4.3 Auswertung von RDF-Dateien

Die Metadatenbeschreibungen in Math&Industry schaffen die Voraussetzungen für eine qualitativ hochwertige Verarbeitung der Information.

RDF Dateien stellen wie in Abschnitt 3.2 ausgeführt abstrakte Graphen dar. Die Knoten und Kanten des RDF Graphen verweisen auf Elemente und Attribute, die in XML Namespaces verifiziert sind.

Das zentrale Portal kann damit die so gegebenen Daten z.B. für das Retrieval oder die Navigation aufbereiten. Das zentrale Portal greift dabei unmittelbar auf die Metadatenbeschreibungen der Ressourcen, das RDF Modell und die in den Metadaten Dateien verwendeten Namespaces zurück.

Eine Änderung der Metadatenbeschreibung der Ressourcen, etwa die Hinzunahme weiterer Relationen zwischen Begriffen der Glossare, hat unmittelbaren Einfluß auf die Verarbeitung der Daten im zentralen Portal.

Ursprünglich beschränkte sich der Ansatz von RDF und RDFS auf die semantische Beschreibung von Objekten. Die RDF Modelltheorie, siehe [W3C03c], hat die Konzeptionen von RDF und RDFS um Implikationen (Entailments) erweitert und schafft die Voraussetzungen für eine weitergehende automatische Auswertung von RDF Dateien. Das lässt sich z.B. für die Bearbeitung der Glossare nutzen.

4.4 Zentrales Portal und Glossare

Die Glossare der Projekte sind eine Form, das Wissen in einem Gebiet zu repräsentieren. Sie sollen dem Nutzer eine Definition der relevanten Begriffe anbieten und bei der Einordnung der Begriffe unterstützen.

Das zentrale Portal wird die Glossare der Projekte auswerten und verarbeiten und zugänglich machen.

Die Verarbeitung der Informationen kann z.B. umfassen

- Erstellung neuer Relationen zwischen Begriffen (z.B. aus der Transitivität der hierarchischen Relationen)
- Überprüfung der Plausibilität der Glossare (führt eine Synthese der Glossare auf Widersprüche?)

Es ist vorgesehen, auf dem zentralen Server eine „Suche in den Glossaren“ anzubieten. Wenn der Nutzer einen Begriff eingibt, erhält er die folgenden Informationen:

- eine Liste der Projekte, in denen der Suchbegriff auftaucht,
- eine Zuordnung des Begriffs zum Anwendungsbereich oder einer Wissenschaft (Mathematik, Physik, Chemie, ...),
- eine Liste der Begriffe aus allen Glossaren, mit denen der Suchbegriff in Verbindung steht,
- sowie der dazugehörigen Relationen.

Eine Navigation über die Glossare, ähnlich dem Blättern in einem klassischen Wörterbuch, ermöglicht auch dann eine Nutzung der Glossare, wenn der gesuchte Begriff in keinem der Glossare der Projekte enthalten ist. Als Top-Ebene können die Anwendungsbereiche und Wissenschaften verwendet werden.

4.5 Weitere Dienste, Web Services

Es bietet sich an, Web Services einzusetzen, um die Kommunikation zwischen den Web Sites der Projekte und dem zentralen Portal zu verbessern. So lassen sich Web Services nutzen, um z.B. das zentrale Portal zu informieren, wenn Informationen in den Projektpräsentationen geändert, hinzugefügt oder entfernt werden.

Die Arbeiten im Projekt Math&Industry haben sich bisher vor allem auf der Strukturierung, die Bereitstellung und die Erschließung der Informationen der Projekte konzentriert. Die Projektpräsentationen bieten bisher keine interaktiven Komponenten. Die Möglichkeit, Algorithmen zu testen oder das Verhalten von Systemen in Abhängigkeit von Parametern zu studieren, verbessert zweifellos die Akzeptanz der Projekt entscheidend. Web Services können genutzt werden, um solche Funktionalitäten in die Projektpräsentationen zu integrieren.

MSDL, die Mathematics Service Description Language, ist eine Spezifikation von WSDL zur Beschreibung von Diensten aus dem Bereich der Mathematik, speziell auch für mathematische Software. MSDL, siehe [MSDL03] ist allerdings noch im Entwicklungsstadium. Sobald die Techniken einsatzfähig sind, wird eine Nutzung in Math&Industry angestrebt.

5 Ausblick

Das Projekt Math&Industry hat die Grundlagen für eine neue Qualität der Web Präsentation für Projekte der angewandten Mathematik geschaffen. Das Konzept setzt auf Techniken des Semantic Web (XML, RDF, OWL, Web Services) auf. XML, RDF und OWL zielen auf eine maschinen-auswertbare Beschreibung und Verarbeitung der Informationen der Projekte ab. Web Services sollen eingesetzt werden, um den Nutzern innovative Dienste anzubieten.

Im weiteren Verlauf des Projekts wird sich das Projekte konzentrieren auf

- die Erstellung qualitativ hochwertiger Projektpräsentationen,
- die Entwicklung des zentralen Portals.

Die Vorgehensweise ist prinzipiell auf andere Forschungsbereiche übertragbar und könnte so nachhaltig zu einer Beschleunigung des Wissenstransfers zwischen Wissenschaften, Industrie und Dienstleistungen beitragen.

Das Projekt Mat&Industry wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung unterstützt.

Literaturverzeichnis

[DC03] DCMI: Dublin Core Metadata Element Set, Version 1.1: Reference Description

<http://dublincore.org/documents/dces/>

- [DNS03] Dalitz, W.; Neun, W.; Sperber, W.: Annotation in Mathematics and Math-Net, S. 3 -22
in Annotation for the Semantic Web, IOS Press 2003
- [GS02] Grötschel, M.; Sperber, W.: Der Internetdienst Math&Industry,
Vortrag auf dem BMBF Statusseminar 2002,
<http://www.mathematik21.de/statussem/poster/groetschel/index.htm>
- [IMC97] Internet Mail Consortium: vCard: The Electronic Business Card,
Version 2.1,
<http://www.imc.org/pdi/vcardwhite.html>
- [IWI03] IWI: RDF MetaDaten Spezifikationen für Math-Net
<http://www.iwi-iuk.org/material/RDF/1.1/>
- [MSDL03] MSDL: Mathematics Service Description Language
<http://monet.nag.co.uk/cocoon/monet/publicdocs/monet-msdl-final.pdf>
- [RS03] Roggenbuck, R.; Sperber, W.: Math&Industry: Verteiltes Wissen
zwischen Mathematik und Industrie, erscheint in Proceedings der
IuK-Tagung 2003: Sharing Knowledge: Scientific
Communication, Osnabrück 2003
- [MNI01] Math-Net Initiative. Math-Net Charter
<http://www.math-net.org/charter>
- [W3C99] W3C: Resource Description Framework (RDF) Model and Syntax
Specification, W3C Recommendation, 22 February 1999
<http://www.w3.org/TR/1999/REC-rdf-syntax-19990222/>
- [W3C03a] W3C: RDF Vocabulary Description Language 1.0: RDF
Schema, W3C Working Draft, 23 January 2003
<http://www.w3.org/TR/rdf-schema/>
- [W3C03b] W3C: OWL Web Ontology Language Reference, W3C Working
Draft, 31 March 2003,
<http://www.w3.org/TR/owl-ref/>
- [W3C03c] W3C: RDF Semantics, W3C Working Draft, 23 March 2003
<http://www.w3.org/TR/rdf-mt/>