

MathematikerInnen machen sich nützlich: Projektinformationen und eine Expertendatenbank der angewandten Mathematik*

Robert Roggenbuck

Konrad Zuse Zentrum für Informationstechnik Berlin (ZIB)

Zusammenfassung

Es steckt im Alltag mehr Mathematik als im Allgemeinen sichtbar ist. Nicht nur bei Banken, Versicherungen und Ingenieuren spielt Mathematik eine erhebliche Rolle, sondern auch in vielen anderen Bereichen. Im Bereich der angewandten Mathematik wird deutlich wie sehr Mathematik unseren Alltag durchdringt. Doch wer weiß schon, was MathematikerInnen im Bereich der angewandten Mathematik leisten? Und noch weniger kennen den Begriff „angewandte Mathematik“. Eine wichtige Frage für die mathematischen Experten (und auch für andere Wissenschaften) stellt sich daher bezüglich der Wahrnehmung in der Öffentlichkeit (und damit in gewisser Weise auch der Existenzberechtigung) – besonders in den Bereichen Industrie, Dienstleistungen und Förderinstitutionen. In diesem Beitrag wird gezeigt wie zwei wichtige Informationslücken geschlossen werden: Informationen über Forschungsprojekte und die Informationsquelle Mensch.

I Einleitung: Mathematik in der Öffentlichkeit

„Mathematik ist überall“ – so titelte 2005 der Mathematiker Norbert Herrmann, und trug mit seiner Veröffentlichung zur Popularisierung der Mathematik bei (Herrmann 2005). Nicht nur in den Bereichen, die als „zahlennah“ bekannt sind, spielt Mathematik eine erhebliche Rolle, sondern auch bei der Ausrichtung von Mobilfunkantennen (vgl. Eisenblätter et al. 2002), der Fahrplangestaltung von Bussen (vgl. Löbel 1999), der Erstellung von Bildern aus Tomographiedaten (vgl. Gardner et al. 1999), oder Entwicklung von bodengestützten Messverfahren zur Bestimmung von FCKW-Anteilen (vgl. Böckmann et al. 2001), um nur einige we-

* Veröffentlicht in: OSSWALD, Achim; STEMPFHUBER, Maximilian; WOLFF, Christian (Hrsg.) (2007). Open Innovation. Proc. 13. Jahrestagung der IuK-Initiative Wissenschaft. Konstanz: UVK, 433-444.

nige Beispiele zu nennen¹. Die Spannweite der Themen ist noch weiter als diese Beispiele zeigen. Die angewandte Mathematik kann sehr gut verdeutlichen, wie sehr unser Alltag von Mathematik durchdrungen ist. Doch die Leistungen der MathematikerInnen im Bereich der angewandten Mathematik bleiben üblicherweise verborgen. Und noch weniger kennen den Begriff „angewandte Mathematik“.

Angewandte Mathematik ist heute im wesentlichen Forschung auf Projektbasis, und wird, sofern sie öffentlich gefördert wird, häufig gemeinsam mit Partnern aus Industrie oder dem Dienstleistungsbereich durchgeführt (z. B. im Rahmen des BMBF-Mathematikprogramms seit 1993² oder auch der DFG³).

Doch wie erfährt die Öffentlichkeit von den Projektergebnissen und wie kann sie davon profitieren? Erste Ansätze waren Publikationen in Buchform – mit deutlichen Nachteilen: Einschränkungen hinsichtlich des Umfangs und der Zielgruppe, Veröffentlichung mit starkem Zeitverzug. Als besser und zeitgemäßer bot sich das Internet als Publikationsform an.

Genau aus dieser Erkenntnis heraus entstand im Jahre 2001 das Projekt Math&Industry⁴, das die Aufgabe hatte, umfassend über das BMBF-Mathematikprogramm im Internet zu informieren – mit dem Hintergedanken einen Informationsdienst für die „mathematische Gemeinde“ zu schaffen, aber auch um für Mathematik und ihre Expertise für Industrie und Dienstleistungen zu werben.

2 Projektpräsentation mit Math&Industry

Am Beginn eines jeden Vorhabens steht die Konzeption. Verschiedenen Anforderungen galt es gerecht zu werden:

- Es soll eine Lösung gefunden werden, die langfristig mit geringem Betreuungsaufwand auskommt. Das Konzept sieht vor, dass die Projekte eigenverantwortlich ihre Informationen bereitstellen. Dazu müssen die Projekte gewonnen werden.
- Die Informationen sollen für unterschiedliche Zielgruppen aufbereitet werden:

¹ Einen umfassenden Einblick in die Anwendungsbereiche von Mathematik bietet das Portal von Math&Industry: <http://www.mathematik-21.de/>.

² Mathematik für Innovationen in Industrie und Dienstleistungen, <http://www.fz-juelich.de/ptj/mathematik>

³ Matheon - Mathematik für Schlüsseltechnologien: Modellierung, Simulation und Optimierung realer Prozesse, <http://www.matheon.de/>

⁴ Zur Zeit bearbeitet vom ZIB unter Mitarbeit des Instituts für wissenschaftliche Information (IWI) in Osnabrück und gefördert durch das BMBF.

- MathematikerInnen
- andere WissenschaftlerInnen und Fachleute (z. B. Ingenieure) aus der Industrie und dem Dienstleistungsbereich
- die fachlich interessierte Öffentlichkeit (Studenten, Lehrer, Fachjournalisten, ...)
- Manager und andere Entscheidungsträger aus den Anwendungsgebieten
- PolitikerInnen und Förderorganisationen (denn die Projekte wurden mit Steuermitteln finanziert)
- Durch die unterschiedlichen Zielgruppen ergibt sich die Anforderung nach unterschiedlichen Detailtiefen der Darstellung.
- Der (zusätzliche) Erstellungsaufwand der Internetpräsentationen soll minimal sein.
- Die Informationen (= Problemlösungen) müssen im Internet einfach und schnell gefunden werden können.

Als grundlegendes Element der Lösung wurde ein dezentraler Ansatz gewählt. Das Konzept besteht aus einem Portal als zentrale Informationsquelle, die über vielfältige Aufbereitungen der Projektinformationen zu den Projekten führt.

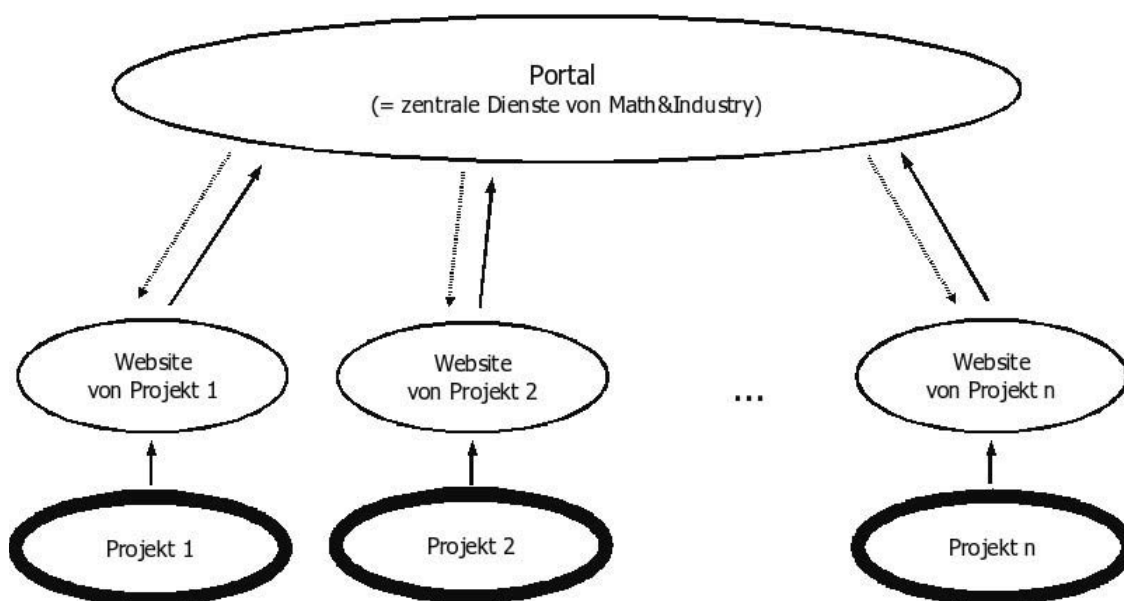


Abbildung 1: Dezentrale Informationsstruktur

Dezentral heißt hier vor allem, dass die Bereitstellung der Informationen (einschließlich der Websiteerstellung) von den Projekten geleistet wird und das Portal für die Bündelung und weitere Aufbereitung der Informationen zuständig ist, einschließlich der Verweise auf die Websites der Projekte (siehe Abbildung 1).

Somit ist die Lösung in die Bereiche Projektdarstellung und Portal geteilt. Die Teile tragen wie folgt zur Lösung bei.

2.1 Die Projektwebsites

Das Schlüsselwort für die Projektwebsites heißt „Strukturierung“. Durch eine einheitliche Gliederung der Informationen (Klassifizierung) wird die Aufbereitung der Projekte für die einzelnen Zielgruppen ermöglicht (grobe inhaltliche Strukturierung) und projektübergreifend den Besuchern der Websites eine einfache Orientierung geboten (Strukturierung des Erscheinungsbildes). Für die Informationen einer Klasse, z. B. von Publikationen, wurden spezielle Erschließungsmethoden (Metadatenschemata) definiert (feine inhaltliche Strukturierung). Diese können dann für die automatische Auswertung der Informationen und den Aufbau spezieller Informationsdienste genutzt werden.

Die Metadatenprofile, auch „Application Profiles“ genannt, legen fest, wie Aussagen über ein Objekt zu formulieren sind. Metadatenprofile wurden z. B. für die Klassen „Publikationen“, an den Projekten beteiligte „Mitarbeiter“ und „Firmen“, „Software“, „Veranstaltungen“, „Glossareinträge“ und „Verweise“ erstellt. Im Detail bedeutet das, festzulegen

- durch welche Informationen ein Objekt (wie z. B. eine Publikation) beschrieben wird,
- mit welchem Metadatenvokabular diese Informationen abgebildet werden (bevorzugt werden dabei existierende Standards⁵ verwendet; falls sich im Einzelfall keine geeignete Vokabel findet, muss eine eigene im Rahmen eines eigenen Schemas entwickelt werden⁶)
- und auch die Relation der einzelnen Information zueinander (wie z. B. die Zuordnungen, dass ein Autor eine Emailadresse hat, eine Publikation mehrere Autoren haben kann, aber eine Publikation selbstverständlich keine Emailadresse hat).

Diese Profile bilden den Rahmen für die Strukturierung der Informationen und sind die Grundlage zur Errichtung intelligenter Dienste.

Die Metadatenprofile wurden in RDF/XML entwickelt. Die Implementierung der Metadatenschemata für konkrete Objekte ist ohne zusätzliche Werkzeuge aufwän-

⁵ Weit verbreitete standardisierte Vokabulare sind zum Beispiel von der „Dublin Core Metadata Initiative“ (<http://dublincore.org/>) entwickelt worden und auch die „Web Ontology Language“ (OWL: <http://www.w3.org/TR/owl-ref/>).

⁶ Als Beispiel für Eigenentwicklungen siehe die Vokabulare, die vom IWI entwickelt wurden: <http://www.iwi-iuk.org/material/RDF/Schema/>

dig, fehleranfällig und erfordert zudem einige Kenntnisse über die Extensible Markup Language (XML) und das Resource Description Framework (RDF)⁷, zwei Web-Standards, mit denen eine flexible Beschreibung und inhaltliche Erschließung der Objekte vorgenommen werden kann.

Um den Projekten die umfangreiche Arbeit der Erstellung einer solchen Webpräsentation zu erleichtern bzw. überhaupt erst zu ermöglichen, wurde ein spezialisiertes und leicht zu bedienendes Content Management System, namens WebSiteMaker, entwickelt⁸. Der WebSiteMaker steht online zur Verfügung, so dass die Software von den Projekten nicht installiert werden muss.

2.2 Das Portal

Das zentrale Element des Portals ist das Konzept des „Dienstes“. Als Dienste werden hier alle Möglichkeiten verstanden, die die Informationen der Projekte zusammenfassen und in neuer Form aufbereiten bzw. auf die Projekte verweisen. Grundlage der Dienste sind die (Meta-) Daten der Projektwebsites. Als Beispiel für Dienste seien hier schlichte Projektlisten, eine Volltextsuche über Portal und Projektwebsites, ein Glossar⁹, oder eine Publikations- sowie eine Softwaredatenbank genannt. Außerdem wird über das Portal dafür gesorgt, dass die Projekte über Google und andere Suchmaschinen gefunden werden. Und natürlich finden sich hier Informationen über das Projekt Math&Industry selbst.

Eine Besonderheit in der Implementierung dieser Informationsstruktur ist die Verwendung von Methoden des Semantic Web. Die gesamten Projektinformationen sind als Metadaten in RDF beschrieben und als XML-Dateien kodiert. Diese Beschreibungen sind mit den jeweiligen Webseiten verknüpft – XHTML- und RDF-Dateien verweisen aufeinander. Auf diese Weise können die RDF-Dateien durch einen Webcrawler eingesammelt werden, um sie auf dem Server des Portals auszuwerten. Diese Auswertung geschieht zurzeit jedoch noch nicht anhand der RDF-Tripel mit denen beliebige Aussagen der Form „Subjekt – Prädikat – Objekt“ modelliert werden können, sondern durch das Parsen der RDF-Dateien mit Hilfe der Erstellungswerkzeuge (der MIPMs¹⁰; sie sind Komponenten des WebSiteMakers).

⁷ <http://www.w3.org/RDF/>

⁸ Näheres zu diesem Aspekt von Math&Industry vgl. (Roggenbuck et al. 2006).

⁹ Über die spezielle Rolle von Glossaren bei Math&Industry siehe (Roggenbuck 2005).

¹⁰ Weitere Informationen zu den „Math&Industry Presentation Makern“ (MIPM) finden sich unter <http://www.mathematik-21.de/software/software.shtml#websiteerstellungstools>; dort stehen sie auch zum Download zur Verfügung.

2.3 Suchen und Finden

Findet die Öffentlichkeit nun, nachdem dies realisiert ist, die Antworten auf ihre Fragen und vor allem die Lösungen ihrer Probleme? Grundsätzlich schon, denn das Portal verweist auf Projekte und über die Projekte finden sich darüber hinaus Institutionen und Personen, die noch mehr wissen als auf der Projektwebsite steht. Wie gut das gelingt, hängt einerseits von der Qualität der Dienste ab und andererseits von der Qualität und Quantität der von den Projekten bereitgestellten Informationen. Um den Weg vom Problem zur Person, die das Problem lösen kann, zu verkürzen, wurde in Math&Industry der Dienst „Expertendatenbank“ entwickelt.

3 Die Entwicklung der Expertendatenbank

Zum genaueren Verständnis der Lösung und ihrer Entstehung, sei hier der Weg von der Konzeption zur Realisierung der Expertendatenbank nachgezeichnet.

3.1 Beschreibung des Konzepts

A) Grundlegenden Anforderungen

i. Interne Experten

Die Mitarbeiter der Projekte des BMBF-Mathematikprogramms sollen über die Expertendatenbank nachgewiesen werden. Sie werden im Folgenden auch als „interne Experten“ bezeichnet.

ii. Externe Experten

Es sollen zusätzlich weitere Experten in die Datenbank aufgenommen werden können (= „externe Experten“).

iii. Zugang: Web-Schnittstelle

Die Expertensuche soll über eine Web-Schnittstelle erfolgen.

iv. Generelle Anforderung: Einfachheit

Die Eintragung in die Expertendatenbank soll mit möglichst wenig Aufwand verbunden sein.

Ebenso ist ein nutzerfreundlicher (intuitiver) Zugang zur Expertendatenbank Voraussetzung für breite Akzeptanz.

Dazu müssen insbesondere die Expertisegebiete in geeigneter Form systematisiert werden.

B) Vorentscheidungen / Präferierte „Lösungspfade“

Zu i. Interne Experten: In den Websites der Projekte gibt es Homepages der Projektmitarbeiter. Die Angaben dieser Homepages sollen für die Expertendatenbank ausgewertet werden. Da nicht davon ausgegangen werden kann, dass jeder in die Datenbank aufgenommen werden möchte, muss die Zustimmung dazu individuell erfragt werden.

Zu ii. Externe Experten: Externe Experten sollen sich in ähnlicher Weise wie interne Experten eintragen können.

Zu iii. Zugang: Web-Schnittstelle: Es soll eine Stichwortsuche sowie ein Browsen in den Expertenkategorien möglich sein.

Zu iv. Generelle Anforderung: Einfachheit: Für interne Experten sollten die Angaben der Mitarbeiterhomepages der Projektwebsites genutzt werden. Für die externen Experten muss jedoch eine separate Dateneingabe (als Web-Schnittstelle) möglich sein.

Weiterhin wurde gewünscht, dass auch für die Projektmitarbeiter ein individueller Web-Zugang möglich ist (statt des Projektzugangs über den WebSiteMaker).

Das Schema der Expertisegebiete soll nur wenige, grobe Kategorien (auf der Top-ebene) enthalten (nicht mehr als 15) und sich einerseits an den Themen der bisherigen Förderprogramme orientieren, andererseits aber allgemein genug gehalten sein, um nicht nach kurzer Zeit das Schema wieder ändern zu müssen. Die Experten sollen ihre Expertisegebiete durch Stichworte dezidiert benennen können. Diese Stichworte bilden dann sozusagen die Untergebiete.

C) Lösungsansätze

Zu iii. Zugang: Web-Schnittstelle: Um ein effizientes Suchen (vor allem durch „Browsen“) zu ermöglichen, sollten alle Angaben die für Suche und Darstellung des Suchergebnisses nötig sind über eine Datenbank zur Verfügung stehen und nicht durch Parsen des RDF-Codes der Homepages erfolgen.

Die Expertendatenbank bietet eine Suche über die:

- Expertisegebiete (Kategorien plus Stichworte der Experten)

Als Ergebnis der Suche werden die Experten eines Gebietes angezeigt, und zwar insbesondere

- der Nachname und der Vorname
- sowie ein Link zu weiterführenden Informationen über den Experten (Homepage)

Zu i. Interne Experten: Wegen der Datenbankanforderung von C.iii müssen Daten der Projekthomepages auch in einer Datenbank vorgehalten werden. Dieses

kann durch direktes Schreiben der Daten in die Datenbank geschehen, oder durch ein separates Programm, dass in regelmäßigen Abständen (oder wenn das Modul zur Homepageerstellung (MIPMPers) beendet wurde), die Informationen in der RDF-Datei mit den Informationen in der Datenbank abgleicht.

Zu ii. Externe Experten: Durch die Ähnlichkeit der Aufgabe bietet es sich an, auch für die externen Experten bei der Dateneingabe die MIPMPers-Komponente des WebSiteMakers zu verwenden.

Zu iv. Generelle Anforderung: Einfachheit: MIPMPers ermöglicht Expertiseausagen und kann auch für die externen Experten eingesetzt werden. Eine separate, „projektlose“ Homepage kann für die internen Experten analog erstellt werden.

Das Klassifikationsschema der Expertisegebiete findet sich unter

<http://www.iwi-iuk.org/material/RDF/Schema/Class/expareas.html>

(Ein weit differenzierteres Vorgängerschema war

<http://www.iwi-iuk.org/material/RDF/Schema/Class/expf.html>

Es wurde jedoch als zu unflexibel und zu unübersichtlich verworfen.)

D) Offene Probleme

Zu i. Interne Experten: Eine Person kann mehrere Homepages haben (durch Mitarbeit in mehreren Projekten, möglicherweise ergänzt durch die Homepage eines individuellen Web-Zugangs). Dadurch können sich widersprechende Angaben auf den Homepages finden. Welche Angaben sollen dann in die Expertendatenbank einfließen, d.h. als Suchgrundlage dienen?

Zu iii. Zugang: Web-Schnittstelle: Eine Person kann mehrere Homepages haben. Auf welche soll das Suchergebnis verweisen, nachdem eine Suchanfrage einen Treffer ermittelt hat? Das Auswahlproblem könnte umgangen werden, indem auf alle vorhandenen Homepages verwiesen wird.

E) Auswahlprinzip als Lösung der offenen Probleme

Zu i. Interne Experten: Jede Homepage erzeugt einen kompletten Datensatz in der Datenbank (statt eine Datenmodellierung zu wählen, die die Relation „1 Person besitzt n Homepages“ redundanzfrei abbildet). So wird verhindert, dass das Ändern der Daten einer Homepage, Daten einer anderen ebenfalls verändert.

Zu iii. Zugang: Web-Schnittstelle: Durch E.i wurde das Konsistenzproblem in ein Auswahlproblem überführt, welches lautet: Welche Homepage enthält die Daten, die für die Expertendatenbank relevant sind? Folgende Heuristik löst den Konflikt:

- 1) Existiert eine Homepage mit einem individuellen Login (statt eines Projektzugangs) so werden die Daten dieser Homepage genommen. Denn was eine Per-

son mit Sicherheit eigenhändig über sich aussagt, hat Vorrang vor dem, was möglicherweise ein Webbeauftragter eines Projekts über jemanden anders ausgesagt hat.

- 2) Existieren mehrere projektbezogene Homepages, so werden die Daten des jüngsten Projekts genommen.

3.2 Das Ergebnis

Nach Lösung aller konzeptionellen Probleme, ist mit der Expertendatenbank ein Dienst entstanden, der auf eine einfache Art und Weise von einer Fragestellung zu Menschen führt, die fähig und bereit sind Antworten zu geben bzw. zu finden.



Abbildung 2: Suchschnittstelle der Expertendatenbank

(http://www.mathematik-21.de/cgi-bin/queryexdb_dyn.cgi)

3.2.1 Suche

Auf der Seite der Suchschnittstelle der Expertendatenbank (http://www.mathematik-21.de/cgi-bin/mathInd/queryexdb_dyn.cgi) lässt sich gut sehen, wie das „Browsen“ realisiert ist (siehe Abbildung 2). Auf der linken Seite finden sich die Anwendungsbereiche, denen sich Experten zugeordnet haben. Wird dort ein Bereich ausgewählt, so sind in der linken Spalte die entsprechenden Experten mit allen ihren Expertisegebieten zu sehen, einschließlich den Untergebieten (= den persönlichen Stichworten) dazu. Der Name eines Experten ist mit seiner Homepage verlinkt. Zusätzlich ist es möglich sich alle Experten anzeigen zu lassen oder nach Stichwor-

ten zu suchen. In letzterem Fall werden die Namen der Gebiete und Untergebiete durchsucht.

3.2.2 Eingabe

Die Gestaltung des Web-Zugangs zu den individuellen Seiten ist schlicht gehalten (<http://www.mathematik-21.de/cgi-bin/mathInd/loginexdb.cgi>): es finden sich dort zwei Felder für Login und Passwort; nach erfolgter Anmeldung wird MIPMPers gestartet mit dem sich dann die eigenen Daten ändern lassen.

Auf den WebSiteMaker für den Projektzugang wird hier nicht weiter eingegangen. Zum WebSiteMaker siehe (Grötschel et al. 2005).

Das Formular zur Erzeugung einer Homepage (MIPMPers) enthält viele vordefinierte Felder und bietet somit zahlreiche Möglichkeiten Informationen strukturiert darzustellen. Letztendlich ist die Anzahl der Informationen unbeschränkt die hier untergebracht werden können (von technischen Limitierungen abgesehen), da es ein Feld gibt, in dem beschreibender Text zur Homepage eingegeben werden kann – einschließlich der Möglichkeit (X)HTML zur Gestaltung zu verwenden.

Forschung / Kenntnisse / Erfahrungen in Anwendungsgebieten

1. Bitte wählen Sie ein Expertisegebiet aus: Oder geben Sie ein anderes Gebiet an:

2. Ordnen Sie Ihr Expertisegebiet einem der folgenden Bereiche zu: Hier können Sie einen zusätzlichen Bereich vorschlagen:

Ich stehe für Anfragen bzgl. oben genannter Anwendungsgebiete zur Verfügung (Sie werden dann in die Math&Industry Expertendatenbank aufgenommen.)

Abbildung 3: Formularausschnitt zur Angabe der Kenntnisse in Anwendungsgebieten

Der Bereich des Formulars, der die Kenntnisse in Anwendungsgebieten erfragt, ist als eine 2 x 2 Matrix gestaltet, die genau zwei Eingaben verlangt (siehe Abbildung 3). In der Zeile 1 soll frei angegeben werden, worin sich diejenige Person besonders gut auskennt. Um eine erhöhte Standardisierung der verwendeten Begriffe zu ermöglichen, kann in dem ersten Feld aus den bereits in der Datenbank vorhandenen Begriffen einer ausgewählt werden. Wenn kein passender dabei ist, so steht rechts daneben ein Freitextfeld für ein eigenes / neues Arbeitsgebiet zur Verfügung. Die 2. Zeile dient der Zuordnung des in der 1. Zeile genannten Gebiets zu einem der 13 Bereiche aus dem erarbeiteten Expertiseschema. Falls keiner dieser Bereiche passt, so besteht wiederum die Möglichkeit eine eigene Angabe in einem Freitextfeld zu machen. Das in der 1. Zeile genannte Gebiet wird dann dem Bereich „Sonstige Be-

reiche“ zugeordnet und Math&Industry wird automatisch per Mail von diesem neuen Bereichsvorschlag informiert. Nach Begutachtung, kann dieser Bereich später noch dem Schema zugefügt und das Gebiet aus der Kategorie „Sonstige Bereiche“ der neuen Kategorie zugewiesen werden.

3.2.3 Ausgabe

Als letzter Schritt wird dann noch die Homepage erzeugt, einschließlich ihrer Beschreibung in RDF/XML.

4 Fazit zu Math&Industry

Mit dem Portal von Math&Industry und vor allem der Expertendatenbank ist die Grundlage für ein bedeutendes Stück Vernetzung der mathematischen Wissenschaften und Öffentlichkeits- / Lobbyarbeit für die Mathematik als Ganzes gelegt worden.

Probleme die noch zu klären sind, sind die Motivierung der Projekte, ihre Arbeit im Sinne von Math&Industry aufzubereiten (und zwar schon mit Beginn des Projekts) und die Absicherung der Expertendatenbank vor Missbrauch. Die Wahrscheinlichkeit, dass sich Personen als Experten eintragen, die keine sind, ist zwar gering, da nur Projektmitarbeiter auch einen Zugang zum WebSiteMaker (und damit die Möglichkeit zum Erstellen beliebiger Homepages) haben. Doch lassen sich vorsätzliche Falschaussagen nicht ausschließen. Daher ist geplant in nächster Zeit eine Arbeitsgruppe zu bilden, die bei den Expertenzuordnungen ein Vetorecht haben soll und die Motivationsaufgabe übernimmt.

Weiterhin steht eine Erweiterung auf weitere Förderinstitutionen einschließlich einer Internationalisierung noch aus. Ebenso wie die Abstrahierung des Konzepts. Dadurch können die Struktur und die Software-Werkzeuge von Math&Industry auch auf andere Wissenschaften angewendet werden. Ein erstes Beispiel dafür ist das Programm „Netzwerke Grundlagenforschung erneuerbare Energien und rationale Energieanwendungen“¹¹.

5 Literaturangaben

Böckmann, C.; Wauer, J. (2001): Algorithms for the inversion of light scattering data from uniform and non-uniform particles. *Journal of Aerosol Science*. 32, S. 49-61.

¹¹ <http://www.fz-juelich.de/ptj/netzwerke-grundlagenforschung/>, die Freigabe des entsprechenden Portals wird voraussichtlich im März 2007 erfolgt sein.

- Eisenblätter, Andreas; Fügenschuh, Armin; Koch, Thorsten; Koster, Arie; Martin, Alexander; Pfender, Tobias; Wegel, Oliver; Wessäly, Roland (2002): Modelling Feasible Network Configurations for UMTS. In: Telecommunications Network Design and Management. Anandalingam, G.; Raghavan, S. (Hrsg.) Boston: Kluwer Academic Publ. S. 1-24.
- Gardner, R.; Gritzmam, P. (1999): Uniqueness and complexity issues in discrete tomography. In: Herman, G.; Kuba, A. (Hrsg.): Discrete Tomography: Foundations, Algorithms, Applications. Boston: Birkhauser.
- Grötschel, Martin; Roggenbuck, Robert; Sperber, Wolfram (2005): Entwicklung und Aufbau des Internet-Dienstes „Math&Industry“ – Abschlußbericht zur 3. Förderperiode (2001-2004). In: ZIB-Report 05-23.
- Herrmann, Norbert (2005): Mathematik ist überall. Mathematik im Alltag / alltägliche Mathematik. München, Wien: Oldenbourg.
- Löbel, Andreas (1999): Solving Large-Scale Multiple-Depot Vehicle Scheduling Problems. In: Proceedings of the 7th International Workshop on Computer-Aided Transit Scheduling, Berlin, S. 193-220.
- Roggenbuck, Robert (2005): Glossare als Informationsdienste – Das Beispiel Math&Industry. Vortrag auf der 11. IuK Jahrestagung 2005, 10.5.2005, Bonn – Bad Godesberg, Vortragsfolien: http://www.mathematik-21.de/publications/050509IuK_Bonn/050509IuK-Glossare.pdf
- Roggenbuck, Robert; Sperber, Wolfram (2006): CMS fürs Semantic Web: eine Analyse anhand der Erfahrungen des Math&Industry-Projekts. In: Eckstein, Rainer; Tolksdorf, Robert (Hrsg.): XML Tage 2006 in Berlin – Tagungsband, Humboldt-Universität zu Berlin.
- Roggenbuck, Robert; Sperber, Wolfram (2005): Meta data Driven Website Generation – Tools for Describing Projects. Vortrag auf dem Workshop „Preservation and DC-Tools: Standards and Standardisation activities“, 1.3.2005, Vortragsfolien: http://www.mathematik-21.de/publications/050301cashmereGoettingen/roggenbuck_metadata_generation.pdf