

# Domänenmodellierung und Information-Brokering

ACHIM NICK

Institut für Angewandte Informationstechnik  
GMD – Forschungszentrum Informationstechnik GmbH  
Schloß Birlinghoven  
D-53754 Sankt Augustin  
[achim.nick@gmd.de](mailto:achim.nick@gmd.de)

**Abstract:** Die Informationsschwemme im WWW und die steigende Bedeutung von Information als Produktionsfaktor motivieren die Notwendigkeit für Information-Brokering. Information-Broker vermitteln zwischen Informationsanbietern und Informationskonsumenten. Broker's Lounge ist eine Umgebung die den gesamten Information-Brokeringprozeß unterstützt. Zentraler Qualitätsfaktor für Information-Brokering ist ein Domänenmodell. Das Domänenmodell beschreibt die Inhalte, mit denen der Broker handelt und ist unterteilt in Typen- und Inhaltsebene. Dies erlaubt die Anpassung des Domänenmodells an verschiedene Domänen. Das Domänenmodell kann durch die Einführung von Kategorien und Categoriesystemen weiter strukturiert werden. Kategorien klassifizieren Konzepte. Konzepte sind die Informationen, an denen die Informationskonsumenten interessiert sind und mit denen der Broker handelt. Die Kategorisierung (von Konzepten) erleichtert die Abbildung konkreter Kundeninteressen auf das Domänenmodell. Die Verantwortlichkeiten für das Domänenmodell können in die Administration der Typenebene, die Administration der Kategorien und die Kategorisierung und Erstellung von Konzepten aufgeteilt werden.

## 1 Einführung

Die ständig wachsende Zahl der verfügbaren Dokumente im World-Wide Web (WWW) zu fast jedem erdenklichen Thema hat zwar auf der einen Seite die Möglichkeit geschaffen sich umfassend zu informieren, erschwert jedoch wegen der Fülle der Dokumente den Überblick über ein Thema. Gleichzeitig werden qualitativ hochwertige Informationen für Unternehmen immer wichtiger [2]. Dies motiviert die Notwendigkeit für Information-Broker, die auf eine bestimmte Domäne spezialisiert sind, einen Überblick über diese Domäne haben, und deswegen ihre Kunden schnell und gezielt mit Informationen versorgen können. Der Broker muß zwischen den Informationsanbietern und den Bedürfnissen seiner Kunden (den Informationskonsumenten) vermitteln.

Broker's Lounge ist eine Umgebung, die den ganzen Brokeringprozeß, sowie dessen Abbildung auf verschiedene Brokeringmodelle unterstützt [13]. Broker's Lounge ist als horizontales Wissensmanagementsystem [3] konzipiert, das auf die jeweilige Anwendungsdomäne angepaßt wird. Konsequenterweise ist das Domänenmodell nicht an eine bestimmte Domäne gebunden. Um unsere Ideen zu verdeutlichen werden wir Beispiele aus der Domäne Forschungsförderung verwenden.

Das Papier ist folgendermaßen organisiert: Im nächsten Abschnitt führen wir unser Modell von Information-Brokering ein. Danach beschreiben wir die Anforderungen an das Domänenmodell, die sich aus dem Information-Brokeringmodell ergeben, sowie

deren Umsetzung in Broker's Lounge. Schließlich betrachten wir ähnliche Arbeiten und geben einen Ausblick über unsere weiteren Pläne.

## 2 Information-Brokering

Wir sehen Information-Brokering als den Prozeß der Vermittlung zwischen Informationsangeboten und Informationsbedürfnissen an. Es handelt sich um einen Wertschöpfungsprozeß, da durch die Verdichtung von Information deren Wert (für den Informationskonsumenten) gesteigert wird. Der Vorteil für Informations-konsumenten (*Consumer*) liegt darin, dass sie nur relevante Informationen bekommen und sie keine Zeit für die Suche dieser Inhalte aufwenden müssen. In den Information-Brokering-Prozeß sind drei verschiedene Rollen involviert. Informationsanbieter (*Provider*) bieten Informationen an, Informationskonsumenten haben Informationsbedürfnisse, die der *Information-Broker* durch Vermittlung zwischen Providern und Consumern zu befriedigen versucht [20] (Abb. 1). Unsere Information-Brokering-Analyse basiert auf unseren Erfahrungen aus dem ELFI- [16] und dem COBRA-Projekt [20]. COBRA (**Common open Brokerage Architecture**) wurde von der Europäischen Kommission gefördert und hat eine allgemeine Information-Brokering-Architektur entwickelt, während ELFI vom DFN-Verein aus Mitteln des Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert wurde. In ELFI (**Elektronische Forschungsförderung-Information**) wurde ein Informationsdienst für Forschungsförderung aufgebaut, der allen Wissenschaftlern in Deutschland zugänglich ist und einen schnellen Überblick über Fördermöglichkeiten gibt.

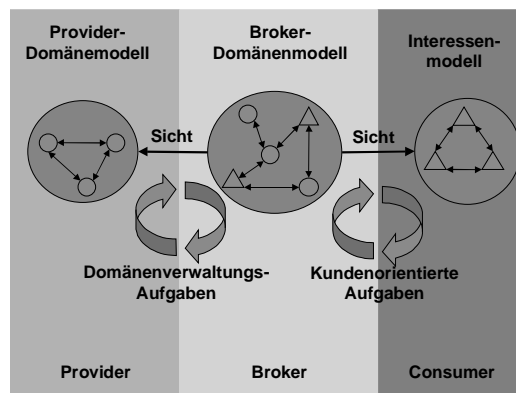


Abbildung 1: Information-Brokeringmodell

Um seinen Kunden (den Consumern), gute Ergebnisse liefern zu können, muß der Broker deren Interessen und Informationsbedürfnisse kennen. Deswegen benötigt er ein genaues Modell ihrer Interessen. Da Broker üblicherweise eine größere Anzahl von Kunden zu bedienen haben, müssen sie diese Interessensmodelle möglichst weit formalisieren und auf die von den Providern angebotenen Informationen abbilden. Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, sollten sie ein Domänenmodell aufbauen, dass sowohl die verschiedenen Providermodelle (von der Domäne) berücksichtigt und als auch effizient auf die Interessenmodelle der Kunden abgebildet werden kann.

Um das Domänenmodell aktuell zu halten, müssen zwei unabhängige Prozesse ausgeführt werden. Veränderungen im Informationsangebot der Provider müssen im Domänenmodell nachvollzogen werden (*Domänenverwaltungsaufgaben*) und auf veränderte oder neue Kundenwünsche muß durch die Anpassung ihrer Interessensmodelle reagiert werden (*kundenorientierte Aufgaben*). Die Domänenverwaltungsaufgaben können zwischen Providern und Brokern beliebig verteilt werden, während die kundenorientierten Aufgaben entsprechend zwischen Brokern und Consumern aufgeteilt werden können. Je nach Aufgabenverteilung auf die drei Rollen ergeben sich verschiedene Brokeringmodelle.

Zu den Domänenverwaltungsaufgaben gehören die *Quellenevaluation*, *Kontextualisierung*, *Konzeptualisierung* und *Kategorisierung*. Bei der Quellenevaluation werden die relevanten Quellen ausgewählt und auf neue oder veränderte Informationen hin untersucht. Die Kontextualisierung stellt Dokumente in den Kontext des bereits bestehenden Domänenmodells, indem sie z.B. nach Schlüsselwörtern sucht, und erleichtert damit die Identifikation von konkreten Informationen (Konzeptualisierung). Anschließend werden die gefundenen Informationen nach einem Kategoriensystem kategorisiert.

Die kundenorientierten Aufgaben bestehen aus *Profiling*, *Querying*, *Ergebnisauswahl* und *Ergebnislieferung*. Auf dem Domänenmodell werden verschiedene Filter definiert, die zusammengefaßt ein Profil der Benutzerinteressen ergeben (Profiling). Diese Filter werden dann als Anfrage auf das Domänenmodell angewendet (Querying). Die Ergebnisse werden ggf. nochmals auf ihre Relevanz für den Kunden überprüft (Ergebnisauswahl) und dann zu einem *Dossier* zusammengefaßt, das dann an den Kunden geliefert wird (Ergebnislieferung). In diesem Papier beschränken wir uns auf die Beschreibung von Konzeptualisierung und Kategorisierung, da diese am engsten verzahnt sind mit dem Domänenmodell, das wir in diesem Papier beschreiben wollen.

### 3 Domänenmodell

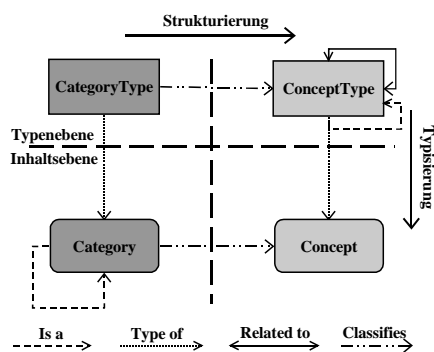
Das Domänenmodell ist für Information-Brokering der zentrale Qualitätsfaktor. Information-Broker sind typischerweise auf eine bestimmte Domäne spezialisiert und handeln mit einer Gruppe von Informationen. In der Domäne Forschungsförderung wird z.B. mit Informationen über Förderprogramme gehandelt. Wir nennen diese Informationen *Konzepte*.

Interessensprofile bestehen aus einer Reihe von ineinandergreifenden Filtern. Filter können entweder extensional durch eine Aufzählung von Konzepten, oder intensional durch eine Beschreibung ihrer Eigenschaften beschrieben werden. Intensionale Filterung setzt eine Strukturierungsebene voraus, mit deren Hilfe Konzepte voneinander unterschieden und/oder gruppiert werden können. Intensionale Filter sind breiter einsetzbar, da sie auch auf neue, unbekannte Konzepte angewendet werden können, während extensionale Filter nur auf bereits bekannten Konzepten arbeiten.

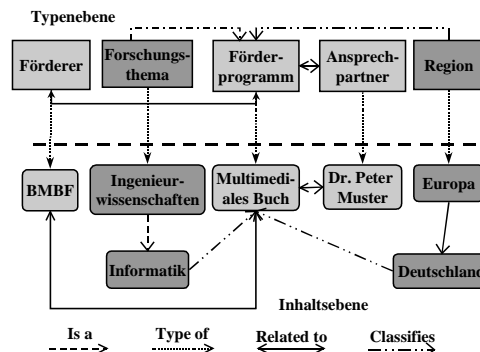
Intensionale Filterung wird in den meisten Brokering-Szenarien durch Kategoriensysteme (z.B. verschiedene Branchen in den gelben Seiten) unterstützt. Um die Filterung nach Kategorien zu ermöglichen, werden alle Konzepte mit Kategorien aus dem Kategoriensystem annotiert (kategorisiert). Viele Kategoriensysteme haben das Problem der Facettierung, da mehrere voneinander unabhängige Aspekte in einer Hierarchie ausgedrückt werden müssen. Das Problem kann entschärft werden, indem

man statt dessen multi-dimensionale Kategoriensysteme zur Beschreibung der verschiedenen Aspekte benutzt. Dies wird im Domänenmodell dadurch abgebildet, dass jede Kategorie einem Kategorietyt zugeordnet wird. Der Kategorietyt beschreibt den Aspekt, der durch diese Kategoriehierarchie klassifiziert wird.

Information-Broker informieren typischerweise über eine Gruppe von verwandten Konzepten. Dies wird im Domänenmodell durch die Einführung von Konzepttypen modelliert. In der Domäne Forschungsförderung sind beispielsweise neben Förderprogrammen auch deren Förderer und Ansprechpartner von Interesse. Jedes Konzept ist eindeutig einem Konzepttyp zugeordnet, der Auskunft über den Namen des Typs und seine Beziehungen zu anderen Konzept- und Kategorietypen gibt.



**Abbildung 2: Basisobjektstruktur des Domänenmodells**



**Abbildung 3: Ausschnitt aus dem Domänenmodell**

Aus diesen Ideen ergibt sich die Basisobjektstruktur des Domänenmodells in Abb. 2. Das Domänenmodell ist zur Typisierung in eine Typen- und eine Inhaltsebene [10] eingeteilt. In der Typenebene werden die verschiedenen Typen, sowie die (möglichen) Beziehungen untereinander festgelegt, die in der Inhaltsebene mit Leben gefüllt werden. Abb. 3 zeigt einen Ausschnitt des Domänenmodells für Forschungsförderung. Dort gibt es in der Typenebene drei Konzepttypen (Förderprogramm, Förderer und Ansprechpartner) und zwei Kategorietypen (Region und Forschungsthema), die dann in der Inhaltsebene durch Konzepte (Multimediales Buch, BMBF, Dr. Peter Muster) und Kategorien (Ingenieurwissenschaften, Informatik, Europa, Deutschland) gefüllt werden. Konzepte im Domänenmodell sind die Informationen, mit denen der Broker handelt und für die seine Kunden sich interessieren. Kategorien dienen dabei zur Strukturierung und Unterscheidung von Konzepten. Sie weisen eine hierarchische Eigenschaft auf, d.h. sie haben ggf. eine oder mehrere Unterkategorien und eine oder mehrere Oberkategorien<sup>1</sup>. Kategorien klassifizieren Konzepte.

Neben den einfachen Beziehungen zwischen Konzepttypen können auch noch Part-Of- und Is-A-Beziehungen zwischen Konzepttypen aufgebaut werden. Is-A-Beziehungen zwischen Konzepttypen werden zur Vererbung von Attributstrukturen eingesetzt. Dies ist

<sup>1</sup> Wenn eine Kategorie mehrere Oberkategorien hat, handelt es sich bei der Kategorienhierarchie um einen gerichteten, azyklischen Graphen. Es sollte dann darauf geachtet werden, dass alle Kategorien (eines Typs) ein und dieselbe Wurzelkategorie haben.

eine technisch motivierte Nutzung der Is-A-Relation. Eine weitere Möglichkeit Is-A-Beziehungen auszugestalten, erhalten wir durch die Kategorien. Wir verdeutlichen dies an einem Beispiel: Alle Förderprogramme werden u.a. nach den Forschungsgebieten kategorisiert, die gefördert werden. Förderprogramme für Mathematik sind gleichzeitig auch Förderprogramme für Naturwissenschaften. Hier handelt sich um eine definitorische Nutzung von Is-A-Relationen, bei der die Is-A-Relation über den Umweg von Kategorien und Klassifizierungsrelation (classifies) realisiert wird. Ein Beispiel für eine technisch motivierte Nutzung der Is-A-Relationen sind Projektträgerprogramme. Projektträgerprogramme sind Förderprogramme, die zwar einen Förderer haben, aber deren Ausgestaltung einem Projekt-träger überlassen wird. Ein Projektträgerprogramm benötigt deswegen eine weitere Projektträgerrelation. Die übrigen Relationen erbt es von

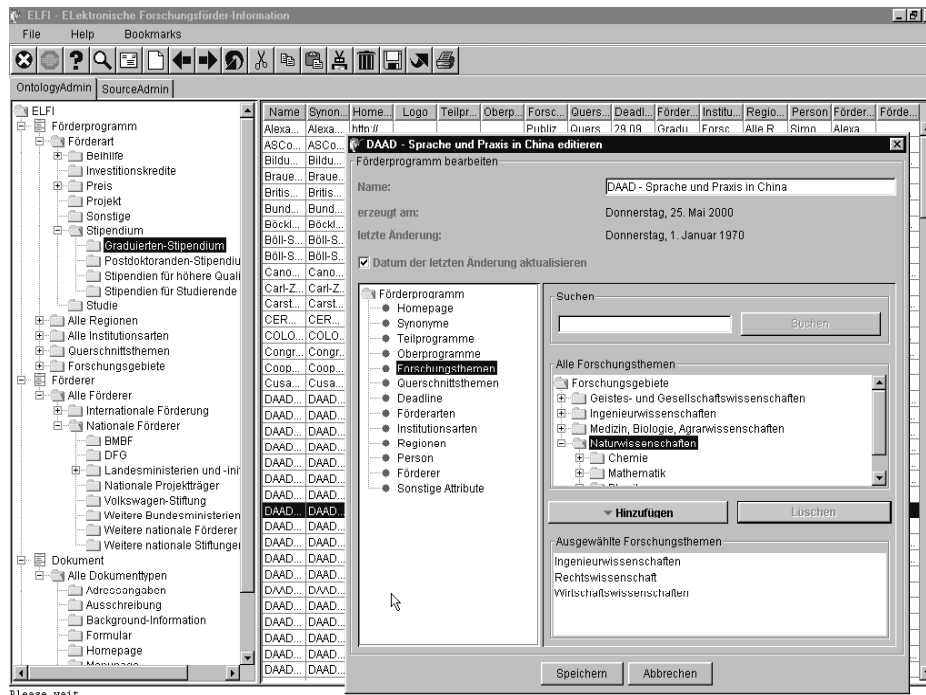


Abbildung 4: Ontologieadministrationsschnittstelle

Förderprogramm.

Vergleicht man das Domänenmodell von Broker's Lounge mit Domänenmodellen, wie sie in ähnlichen Ansätzen (z.B. OntoBroker [8]) benutzt werden, so fällt insbesondere die Unterscheidung zwischen technisch und definitorisch motivierter Nutzung der Is-A-Relation und die damit verbundene Rolle der Kategorien ins Auge. Konventionelle Domänenmodelle kennen üblicherweise nur eine Art der Is-A-Relation, die zwischen

sog. Konzepten<sup>2</sup> definiert werden kann. Die zusätzliche Einführung von Kategorien ermöglicht eine zusätzliche Strukturierungsebene, um damit die Interessen der Informationskonsumenten weiter strukturieren und filtern zu können.

## 4 Broker's Lounge

Ein Hauptziel von Broker's Lounge ist es, Unterstützung anzubieten für den ganzen Information-Brokeringprozeß, für alle Beteiligten in allen möglichen Brokering-szenarien. Das System soll auf möglichst verschiedene Domänen anwendbar sein. Domänenexperten sollen mit dem System arbeiten können ohne Kenntnisse in Wissensrepräsentation haben zu müssen. Broker's Lounge ist in einer Mehrschichtenarchitektur in JAVA realisiert. Dadurch werden auch räumlich verteilte Szenarien möglich. Der Aufgabenverteilung auf verschiedene Personen (Rollen) je nach Brokeringmodell wurde dadurch Rechnung getragen, dass die Aufgaben von einer zentralen Benutzeradministration aus vergeben werden können. Der einzelne Benutzer bekommt in seiner Schnittstelle abhängig von seinen Aufgaben einen oder mehrere Arbeitsbereiche zugewiesen, mit denen er seine Aufgaben erfüllen kann. Wir beschränken uns in diesem Papier auf die Aufgaben, die mit dem Domänenmodell zusammenhängen. Eine volle Beschreibung von Broker's Lounge würde den Rahmen dieses Papiers sprengen. Einen Überblick über Broker's Lounge bietet [13]. Dort werden auch zwei Anwendungen von Broker's Lounge in einer Stahl-domäne und wiederum in der Domäne Forschungsförderung beschrieben.

### 4.1 Domänenadministration

*Kategorisierung* und *Konzeptualisierung* (siehe Abschnitt 2) sind die Aufgaben, die am engsten mit dem Domänenmodell verzahnt sind. Bei der Konzeptualisierung werden die Konzepte des Domänenmodells an neue oder veränderte Informationen angepaßt und bei der Kategorisierung werden Konzepte anhand des existierenden Kategoriensystems kategorisiert. Kategorisierung und Konzeptualisierung setzen die Existenz eines Kategoriensystems sowie einer Basisdomänenstruktur (in der Typenebene) voraus.

Da Broker's Lounge domänenunabhängig konzipiert ist, muß bevor Kategorisierung und Konzeptualisierung ausgeführt werden können eine Basisdomänenstruktur erstellt werden, die festlegt, welche Konzept- und Kategorietypen es in der neuen Domäne geben soll und wie sie miteinander in Beziehung stehen. Wenn neue Anforderungen während des Betriebs auftauchen, kann die Typenebene im laufenden Betrieb verändert werden. Z.B. könnte in der Domäne Forschungsförderung die Anforderung hinzukommen, neben Förderprogrammen und Förderern auch Informationen über bereits bewilligte Forschungsprojekte oder über Forschungsberichte bereitzustellen. Dem müßte durch die Einführung von neuen Konzepttypen und ggf. von neuen Kategorietypen Rechnung getragen werden. Eine vorhandene Typenebene garantiert nicht, dass Konzepte sinnvoll kategorisiert werden können. Dazu müssen zuvor die neu eingeführten Kategoriedimensionen mit Kategorien gefüllt werden. Die Kategorien können im laufenden Betrieb dann immer weiter verfeinert werden.

---

<sup>2</sup> Konzepte in konventionellen Domänenmodellen können am ehesten mit Konzepttypen in Broker's Lounge verglichen werden. Die Instanzen (oder Fakten) eines konventionellen Domänenmodells entsprechen dann den Konzepten in Broker's Lounge.

Da das Anlegen und Ändern der Typenebene und der Kategorien große Auswirkungen auf das Domänenmodell und damit auf die angebotenen Informationen hat, sollte damit sehr vorsichtig umgegangen werden. Deshalb haben wir in Broker's Lounge drei verschiedene Rollen definiert, mit deren Vergabe man den Zugriff auf die Typenebene, die Kategorien und die Konzepte steuern und kontrollieren kann.

Der *Kategorisierer* darf neue Konzepte anlegen oder bestehende Konzepte ändern (Konzeptualisierung) und führt die Zuordnung zu den Kategorien durch (Kategorisierung). Der *Kategorieadministrator* kann die Kategoriehierarchie editieren, während der *Ontologieadministrator* die Typenebene beliebig verändern darf. Kategorisierer, Kategorie- und Ontologieadministrator arbeiten alle mit derselben Schnittstelle (Abb. 4). Sie bekommen jeweils nur die Aktionen angeboten, die sie ausführen dürfen. Die linke Seite wird von einem Kategoriebaum eingenommen. Dort werden alle Konzepttypen und ihre jeweiligen Kategoriehierarchien aufgeführt. Änderungen in der Kategoriestructur können direkt in dem Baum durchgeführt werden. Soll ein neuer Konzepttyp eingeführt werden, so wird ein neuer Konzepttypknoten dem Baum hinzugefügt. Ein neuer Kategoriety (für einen Konzepttyp) wird durch eine neue Kategoriehierarchie mit einer noch zu benennenden Wurzelkategorie visualisiert.

Die rechte Seite nimmt eine Tabelle ein, die alle Konzepte enthält, die zu der im linken Baum ausgewählten Kategorie oder einer ihrer Unterkategorien gehören. Wurde ein Konzepttyp ausgewählt, werden alle Konzepte dieses Typs auf der rechten Seite angezeigt. Die Tabelle zeigt neben einigen Standardattributen von Konzepten alle Relationen zu verwandten Konzepten, Kategorien und weiteren Attributen an. Da durch die Vielzahl der Argumente die einzelnen Werte oft schwer lesbar sind, gibt es zu den einzelnen Einträgen mehrzeilige Tooltips, die beim Überfahren der entsprechenden Zelle angezeigt werden. Werden neue Relationen eingeführt, wird in die jeweilige Tabelle eine Spalte eingefügt. Einzelne Konzepte können editiert werden, indem man sie aus der Tabelle auswählt. Sie werden dann in einem separaten Fenster editiert. Das Fenster wird durch den jeweiligen Konzepttyp in seiner Struktur determiniert (siehe Abb. 4).

## 5 Verwandte Arbeiten

In [9] wird eine Basisarchitektur für verteiltes Information-Brokering vorgeschlagen, die auf einem Domänenmodell und einem Quellenmodell basiert. Beide Modelle sind Ontologien und werden mit dem Ontolingua-System [12] repräsentiert. Eine konkrete Anwendung findet die beschriebene Architektur in einer medizinischen Domäne [11]. Bei diesem Ansatz liegt die Betonung auf der Integration von verschiedenen Daten und weniger auf der Personalisierung von Wissen.

Folgt man [1], dann ist Wissen personalisierte oder subjektive Information. Wissensmanagement ohne Personalisierung macht demnach wenig Sinn. In [18] wird ein Ansatz beschrieben, bei dem neue Informationen nach Benutzerprofilen verteilt werden. Die Benutzerprofile basieren auf Schlagwörtern, mit denen die neuen Informationen annotiert werden können. Diese Schlagwörter bilden zusammen ein rudimentäres, flaches Domänenmodell.

[3] beschreibt die Planet-Onto-Architektur. Dort gibt es drei Benutzergruppen. Journalisten schreiben Artikel, die sie per Email an das System schicken. Diese Artikel werden von Editoren mit einer Ontologie annotiert. Ggf. wird die Ontologie erweitert. Leser können sich auf Basis der Ontologie ein Interessensprofil zusammenstellen. Sie

bekommen dann abhängig von ihrem Profil neue Informationen über einen Push-Service zugesendet.

Ein Ansatz, dessen Domänenmodell dem Domänenmodell von Broker's Lounge ähnelt wird in [15] beschrieben. In dem beschriebenen System, KnowWeb, können Dokumente aus dem WWW mit Konzepten annotiert werden. Das Domänenmodell von KnowWeb läßt die Definition von Klassen, Objekten, Relationen, Funktionen und Konstanten zu. Relationen können entweder als Instanziierung oder als Subklassifizierung benutzt werden. Das Domänenmodell kann mit einem graphischen Editor editiert werden.

In Protégé [7] kommt ebenfalls ein graphischer Editor zum Einsatz. Protégé trennt wie Broker's Lounge zwischen einer Typen- und einer Inhaltsebene. Protégé wird benutzt, um ein Basisdomänenmodell zu beschreiben. Daraus wird in einem weiteren Schritt ein Editor für die zuvor beschriebene Domäne erzeugt, der in anderen Systemen dann benutzt werden kann. Wenn Änderungen in der Typenebene vorgenommen werden müssen, so kann dies nicht im generierten Editor geschehen. Statt dessen muß aus der (in Protégé veränderten) Typenebene ein neuer Instanzeditor erzeugt werden. Im Gegensatz dazu bietet Broker's Lounge Zugang zu allen Tools unter einer einheitlichen Schnittstelle an.

OntoBroker [8] basiert ebenfalls auf einem Domänenmodell. Aus dem Domänenmodell wird ein Fakteditor generiert, der zum Füllen des Domänenmodells benutzt werden kann. Neben diesem Fakteditor können Fakten auch direkt in HTML-Seiten integriert werden. Dazu wurde eine Extension des HTML-A-Tags vorgenommen. Diese annotierten Seiten werden dann beim System angemeldet und von einem Crawler (OntoCrawler) regelmäßig auf Änderungen überprüft und in die Wissensbasis eingetragen. Die Annotation von Webseiten findet auch im SHOE-Ansatz [14] Verwendung.

Einen Überblick über weitere, ähnlich gelagerte Wissensmanagement-Systeme und deren Vergleich findet sich in [5]. [21] gibt einen historischen Überblick über die Entwicklungen im Wissensmanagement der letzten Jahre. Die Autoren unterscheiden zwischen Domänenontologien, generischen Ontologien, die auf verschiedene Domänen angewendet werden können, Applikationsontologien, die auf eine bestimmte Anwendung zugeschnitten sind, und Repräsentationsontologien, die zu keiner Domäne gehören, dafür aber einen reichen Satz an Operatoren anbieten, um eine Domäne beschreiben zu können. Das Domänenmodell in Broker's Lounge ist sowohl eine generische Ontologie, da sie nicht an eine bestimmte Domäne gebunden ist, als auch eine Applikationsontologie, da es auf die Bedürfnisse von Information-Brokering zugeschnitten ist.

Die Rolle von Ontologien im Wissensmanagement wird in [3] beschrieben. Die Autoren teilen Wissensmanagementsysteme in vertikale und horizontale Systeme ein. Vertikale Systeme sind für einen bestimmten Zweck in einer bestimmten Domäne entwickelt worden und sind deshalb schlecht auf andere Domänen übertragbar. Horizontale Systeme sind domänenunabhängig und übertragbar. Sie sind als Frameworks konzipiert, die auf die jeweilige Domäne angepaßt werden. Broker's Lounge ist ein horizontales System für Information-Brokering.

In der CommonKADS-Methodik [19] wird eine separate Beschreibung von Domäne, Inferenzmechanismen und Aufgaben in jeweils eigenen Ontologien vorgeschlagen, um so die Belange der einzelnen Themenfelder zu entkoppeln und das System möglichst weit anwenden zu können.





- [7] H. Eriksson, R.W. Fergerson, Y. Shahar, M. A. Musen: „Automatic Generation of Ontology Editors“, *Proc. 12<sup>th</sup> Workshop on Knowledge Acquisition, Modelling and Management KAW'99*, Banff, Kanada, 1999.
- [8] D. Fensel, S. Decker, M. Erdmann, R. Studer: „Ontobroker: Or how to enable intelligent access to the www“, *Proc. of 11<sup>th</sup> Workshop on Knowledge Acquisition, Modeling and Management (KAW 98)*, Banff, Kanada, April 1998. SRDG Publications.
- [9] R. Fikes, R. Engelmores, A. Farquhar, & W. Pratt. “Network-based Information Brokers”. *Technical Report KSL-95-13*, Stanford University, Januar, 1995.
- [10] M. Fowler: “Analysis Patterns: Reusable Object Models“, Addison Wesley, Menlo Park, USA, ISBN 0-201-89542-0, 1997.
- [11] J. H. Gennari, D. E. Oliver, W. Pratt, J. Rice, M. A. Musen: “A Web-Based Architecture for a Medical Vocabulary Server”, *Technical Report KSL-95-41*, Stanford University, 1995.
- [12] T. R. Gruber: “A Translation Approach to Portable Ontology Specifications”, *Technical Report KSL 92-71*, Stanford University, 1993.
- [13] M. Jarke, R. Klemke, A. Nick. “Broker’s Lounge – an Environment for Multi-Dimensional User-Adaptive Knowledge Management”, *Proc. 34<sup>th</sup> Hawaii Intl. Conf. on System Sciences*, Hawaii, 2001.
- [14] Sean Luke, Lee Spector, David Rager: „Ontology-Based Knowledge Discovery on the World-Wide Web, Proceedings of the Workshop on Internet-based Information Systems, AAAI-96 (Portland, Oregon), 1996.
- [15] M. Mach, T. Sabol, J. Paralic, R. Kende. “Knowledge Modelling in Support of Knowledge Management”, *Proc. Conference on Research Information Systems, CRIS 2000*.
- [16] A. Nick, J. Koenemann, E. Schalück: “ELFI: Information brokering for the domain of research funding”, *Computer Networks and ISDN Systems*, 30: 1491-1500, 1998.
- [17] A. Rabarijaona, R. Dieng, O. Corby: “Building a xml-based corporate memory“, *Proc. of Workshop on Knowledge Management and Organizational Memories IJCAI'99*, Stockholm, Schweden, Juli 1999.
- [18] Å. Rudström, A. Wærn, K. Höök. “Interactive adaptation of Intranet newsletters”, *Proc. Workshop on Adaptive Systems and User Modelling on the World Wide Web, 6<sup>th</sup> Intl. Conf. on User Modelling*, Chia Laguna, Sardinien, 1997.
- [19] A. Th. Schreiber, B. J. Wielinga, R. de Hoog, H. Akkermans, W. van de Velde: “CommonKADS: A Comprehensive Methodology for KBS Development”, *IEEE Expert*, 28-37, Dezember 1995.
- [20] R. M. Strens, M. Martin, J. E. Dobson, S. Plagemann. „Business and Market Models of Brokerage in Network-Based Commerce“, *Proc. 5<sup>th</sup> Intl. Conf. on Intelligence in Services and Networks (IS&N'98)*, Mai 1998, Antwerpen, Belgien. LNCS, Springer, 1998.
- [21] R. Studer, V.R. Benjamins, D. Fensel: “Knowledge Engineering - Principles and Methods”, *Data & Knowledge Engineering* 25 (1-2), März 1998.