

Informatik-Methoden für das Wissensmanagement

Rudi Studer, Andreas Abecker, Stefan Decker

Zusammenfassung

Das Management von Wissen ist ein wichtiger Erfolgsfaktor in Unternehmen. Dabei hat Wissensmanagement eine sozio-kulturelle, betriebswirtschaftliche und informationstechnische Dimension. Ziel ist die optimale Nutzung der "Ressource Wissen" für Lernen aus Erfahrung, kontinuierliche Prozeßverbesserung und den Ausbau kreativer Unternehmenspotentiale. Wissen als Unternehmensressource ist Wissen in Dokumenten, Wissen in Abläufen und Produkten sowie implizites Wissen wie Mitarbeiterkenntnisse und -fähigkeiten. Im vorliegenden Beitrag wird aufgezeigt, welche Informatik-Methoden welche Wissensmanagementaspekte unterstützen können. Ferner wird das Ontobroker-System als Beispiel für einen ontologiebasierten Ansatz diskutiert.

1 Einleitung

Das Management von Wissen ist ein wichtiger Erfolgsfaktor in Unternehmen. Dabei hat Wissensmanagement eine sozio-kulturelle, betriebswirtschaftliche und informationstechnische Dimension. Ziel ist die optimale Nutzung der "Ressource Wissen" für Lernen aus Erfahrung, kontinuierliche Prozeßverbesserung und den Ausbau kreativer Unternehmenspotentiale. Wissen als Unternehmensressource ist Wissen in Dokumenten, Wissen in Prozeduren und Produkten sowie implizites Wissen wie Mitarbeiterkenntnisse und -fähigkeiten. Es geht z.B. um Entwurfsentscheidungen im Designprozeß ("design rationals" [Buc97]), um Projekterfahrungen ("lessons learned" [HSK96]), die für nachfolgende Projekte wiederverwendet werden sollen, oder gute Vorgehensweisen ("best practices" [O'Le98]). Informationstechnische Beiträge zum Wissensmanagement lassen sich nach zwei Sichtweisen klassifizieren:

- Die *prozessorientierte Sicht* unterstützt die Zusammenarbeit einer Gruppe von Personen mit dem Ziel, verteilt vorliegendes, aktuelles Wissen und Fähigkeiten optimal einzusetzen. Basistechniken stammen aus der Computer Supported Cooperative Work (CSCW) und dem Workflow Management.
- Die *produktorientierte Sicht* untersucht die Erhebung, Wartung, Wiederverwendung und Nutzung von Wissen in informationstechnisch verarbeitbarer Form. Basistechniken stammen aus den Bereichen Dokumentenmanagement, Wissens- und Informationssysteme.

Das Organizational Memory wird technisch durch ein Organizational Memory Information System (OMIS) unterstützt. Ein OMIS entsteht durch die Integration von Basistechniken zu *einem Computersystem, das in der Organisation Wissen und Informationen fortlaufend sammelt, aktualisiert, strukturiert und für verschiedene Aufgaben möglichst kontextabhängig, gezielt und aktiv zur Verbesserung des kooperativen Arbeitens zur Verfügung stellt*. Für Sammlung, Nutzung und Wiederverwendung von Wissen muß ein OMIS folgende drei Hauptaufgaben (s. Abb. 1) lösen:

- Wissenserfassung und -pflege
- Wissensaufbereitung und -integration, sowie
- Wissenssuche und -nutzung

Die Aufgaben werden in den folgenden Abschnitten näher beleuchtet.

2 Wissenserfassung und -pflege

Wissenserfassung und -pflege sind wie bei wissensbasierten Systemen kritische Erfolgsfaktoren eines OMIS. Analog zur Position des Knowledge Engineers bei wissensbasierten Systemen wird die Position eines Knowledge- oder Experience-Managers vorgeschlagen, der Wissen aufbereitet, in eine nutzbare Form bringt und geeignete Metadaten zum Retrieval hinzufügt. Da dies bei einem größeren Nutzerkreis zu erheblichem Aufwand führt, sind Akquisitionswerkzeuge und automatische Verfahren zur Unterstützung gefragt. So wird in AnswerGarden [AcM90] das OMIS selbständig erweitert und benötigt nur geringe Wartung. Hier sind Metadaten der Pfad durch einen Fragenbaum, den ein Benutzer interaktiv mit dem System erstellt. So werden Metadaten oft entweder durch (semi-)

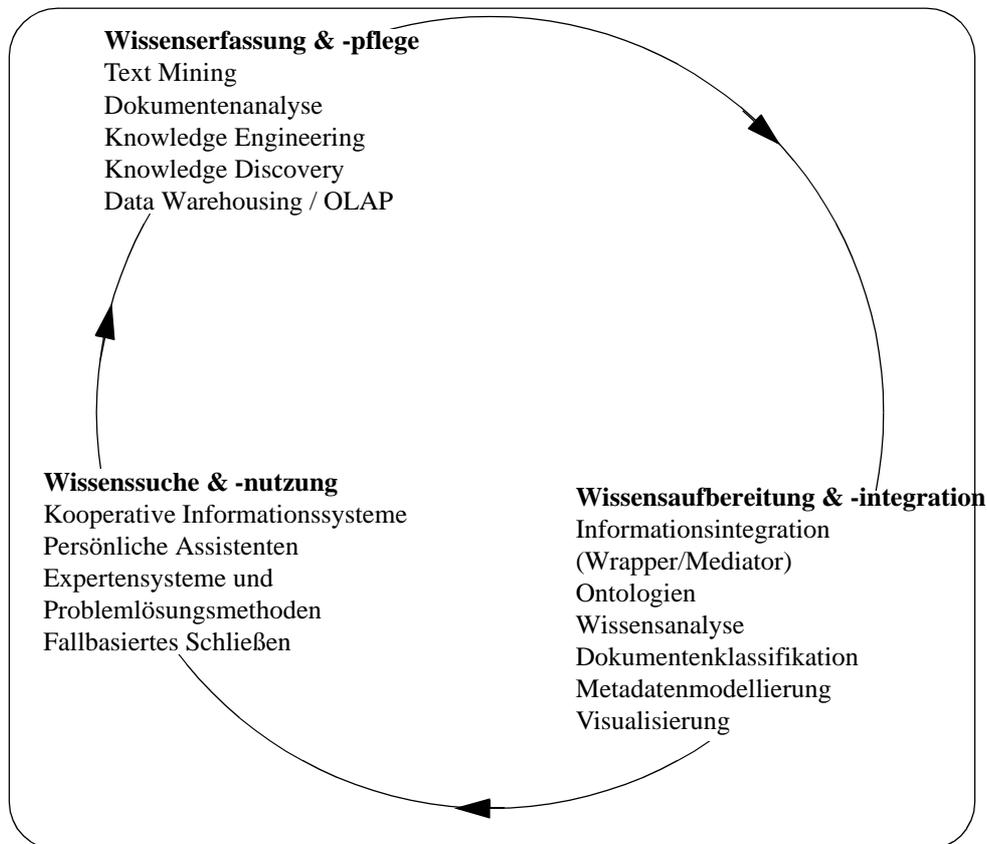


Abbildung 1: Wissenszyklus und verwendbare Informatikmethoden

automatische Verfahren (z.B. Text Mining) aus den gespeicherten Dokumenten gewonnen oder explizit angegeben. Generell sind Erhebung und Wartung von formal repräsentiertem Wissen schwieriger und daher kostspieliger als von informell repräsentiertem. Daher setzen viele Ansätze auf existierenden informalen oder semi-strukturierten Wissensquellen (z.B. Texten oder HTML-Dokumenten) auf und nutzen formale Strukturen nur für spezielle Sachverhalte (z.B. zur Indexierung einer *Best-Practice Wissensbasis*).

3 Wissensaufbereitung und -integration

Ziel des OMIS ist es, vielfältigen Such- und Nutzungskomponenten einen einheitlichen und effektiven Zugang zum Wissensspeicher zu ermöglichen. Nun ist dieser aber sehr heterogen auf mehreren Ebenen:

Auf der *Inhaltsebene* unterscheiden wir verschiedene Wissensarten im Unternehmen: Produkt- und Prozeßwissen, Ursachen für Entscheidungen, individuelle Kompetenzen und Erfahrungen etc. Existierende Systeme repräsentieren i.a. nur einen einzigen Typ von Wissen, ihr Zusammenspiel ist kaum untersucht. Notwendig zur Integration ist eine Unternehmensmodellierung aus der Wissenssicht, d.h. eine Methodik zur Analyse und Darstellung von Informationsflüssen, Wissensbedürfnissen und -ressourcen, siehe z.B. [DDE+97]. Auf der *Repräsentationsebene* stellt sich das Problem, daß Text und Hypertextdokumente, E-Mails, Grafiken usw. oft bereits vorhanden und für menschliche Nutzer besser geeignet sind als formale Darstellungen. Andererseits sind wissensbasierte Systeme auf formale Repräsentationen zur Steuerung von Problemlösungsmethoden und Workflows, zur semantischen Suche, zur aktiven Präsentation von Wissen etc., angewiesen, so daß man auf die Formalisierung von Wissensteilen nicht verzichten kann. Ansätze, um Formalisierungen und deren Wartbarkeit zu vertretbaren Kosten zu erreichen, sind z.B. die inkrementelle Formalisierung, bei der informale und formale Repräsentation durch Hyperlinks verknüpft werden oder die Einbettung der formalen in die informale Repräsentation: [FDE+98] annotieren Texte bezüglich einer Ontologie redundanzarm mit Hilfe neuer HTML bzw. XML-Attribute, so daß daraus automatisch eine formale Darstellung extrahiert werden kann. Auch die Informationsextraktion mit Methoden der Dokumentenanalyse und -klassifikation werden hierfür untersucht.

Ferner stellt sich die Frage des homogenen Zugriffs auf existierende Informationssysteme, welche Aussagen über dieselben Sachverhalte des Objektbereichs unterschiedlich formulieren und strukturieren. Im Datenbank- und Wissensbankbereich ist dies Gegenstand der Intelligenten Informationsintegration (I³). Hier helfen *Ontologien*, in denen eine verbindliche gemeinsame Terminologie spezifiziert wird, und *Wrapper/Mediator-Architekturen*, die verschiedene Quellen kapseln und deren Inhalt bzgl. einer gemeinsamen Ontologie übersetzen (Wrapper) bzw. Anfragen bzgl. dieser gekapselten Quellen beantworten (Mediator) [Wie92].

4 Wissensuche und -nutzung

Generell sollte ein OMIS die Lösung verschiedener wissensintensiver Aufgaben durch *aktive*, kontextsensitive Informationsbereitstellung erleichtern. Dabei

benötigen passive wie aktive Ansätze geeignete Metadaten, die Aussagen über den Kontext, in dem das abgelegte Wissen verwendbar ist, erlauben. Dazu kommen, abhängig vom Grad der Formalisierung und der konkreten Anwendung unterschiedliche Verarbeitungstechniken sowohl für das abgelegte Wissen als auch für die Metadaten in Frage. So verwenden Expertensysteme Problemlösungsmethoden, um zusammen mit formalisiertem Wissen aus der Anwendungsdomäne den menschlichen Benutzer bei der Lösung von speziellen Aufgaben im betrieblichen Umfeld (z.B. Konfigurierung und Diagnostik) zu unterstützen. Für weniger stark formalisiertes Wissen bieten sich Inferenzmethoden wie das Fallbasierte Schließen (CBR), z.B. für Fälle in Best-Practice Wissensbasen, an. Beim ontologiebasierten Retrieval sind informale (bzw. semiformale) Dokumente mit formalem Wissen verknüpft, indem in Dokumenten Wissen identifiziert und durch Annotierung bzgl. einer Ontologie gekennzeichnet wird. Auf unstrukturierte Dokumentsammlungen hingegen kann z.B. mittels Textsuchmaschinen zugegriffen werden.

Aktive Hilfe ist angesichts der Informationsflut wesentlich, jedoch i.a. noch ungelöst. Beiträge zur aktiven Informationsbereitstellung erweitern z.B. Geschäftsprozeßmodelle um Dokumentflüsse und Expertiseverwendung; intelligente Suche basiert dann z.B. auf CBR-Techniken oder Agententechnologie. Systeme, die alle oben skizzierten Aufgaben lösen, sind noch nicht verfügbar. Allerdings gibt es bereits eine Reihe von Systemen, die einzelne Aspekte gut umsetzen, z.B.:

- Das BSCW-System [BAB+97] bietet eine WWW-basierte Plattform für kooperatives Arbeiten in Büroumgebungen. Notizen, Dokumente und Diskussionen können abgelegt und kooperativ bearbeitet werden. Strukturierte Dokumente und Metadaten zu Inhalten im BSCW werden allerdings nur eingeschränkt gesammelt, so daß auch keine situativ angepaßte Wissenspräsentation oder komplexere als Schlüsselwortsuche möglich ist.
- Im AnswerGarden [AcM90] tauschen Benutzer und Experten Fragen und Antworten aus, die danach allgemein zur Verfügung stehen. Dies vermeidet die Wiederholung gleicher Fragen und entlastet die Experten. Fragen und Antworten sind hierarchisch indiziert, die Indexstruktur kann je nach Benutzeranforderungen geändert werden. Weitergehende CSCW- und Workflowkonzepte sind nicht verwirklicht.

- Der Prototyp EULE2 (s. [Rei97]) unterstützt Sachbearbeiter bei der Bearbeitung von Versicherungsvorgängen in der Schweizerischen Rentenanstalt durch eine deklarative Modellierung von Geschäftsprozessen, Weisungen und Gesetzen. Diese dienen der Workflow-Steuerung, der automatischen Datenbeschaffung für offene Vorgänge und der teilautomatischen Überprüfung der Einhaltung von Weisungen und Gesetzen. Der Benutzer kann Erklärungen verlangen, warum ein Vorgang gerade so abzuwickeln ist, und wird bei Bedarf bis hin zu den betreffenden Stellen in den Weisungen und Gesetzestexten geführt. Das System kombiniert formale Methoden und informale Texte zur aktiven Unterstützung.
- Wargitsch *et al.* ([WWT97]) stellen ein flexibles Workflowsystem vor, dessen Workflows die Benutzer zur Laufzeit auswählen und ändern können. Die Änderungen steuern das Workflowsystem und können von allen Benutzern im OMIS wiederverwendet werden. Auch CSCW-Techniken wie Diskussionsgruppen werden unterstützt.
- Das Tool *QuestMap* ([Buc97]) ist ein Issue-Based Information System. Es ermöglicht z.B. die Suche nach allen Argumenten, die für eine bestimmte Entwurfsentscheidung relevant sind oder findet bei geänderten Voraussetzungen die davon betroffenen Entscheidungen.

Durch die pragmatische, problemgetriebene Integration von Basistechniken entstehen nützliche Systeme, die verschiedene der angesprochenen Aufgabenfelder abdecken. Im folgenden Abschnitt wird ein Ansatz zum bereits angesprochenen ontologiebasiertem Wissensmanagement näher beschrieben.

5 Ontologiebasiertes Wissensmanagement

5.1 Zielsetzung

Ontologiebasiertes Wissensmanagement zielt darauf ab, durch den Einsatz von Ontologien eine semantische Grundlage für Wissensmanagement-Systeme bereitzustellen. Im einzelnen sollen dabei folgende Ziele erreicht werden:

- Es soll die Kommunikation zwischen den beteiligten Personen ermöglicht und unterstützt werden. Dies setzt eine gemeinsame Sprache voraus, die auf zwischen den Personen abgestimmten anwendungs- und aufgaben-spezifischen Konzepten beruht.
- Es soll der gezielte und integrierte Zugriff auf Wissens Elemente unterstützt werden, wobei diese Wissens Elemente aus verschiedenen Quellen auf unterschiedlichen Formalisierungsebenen stammen können.
- In Abhängigkeit von der gegebenen Aufgabenstellung und dem aktuellen Kontext sollen verschiedene Sichten auf die vorhandenen Wissensquellen generiert werden. Dabei sollen diese generierten Sichten eine aufgaben-spezifische Terminologie benutzen und eine für die beteiligten Personen geeignete Abstraktionsebene verwenden.
- Für den Wissenszugriff sollen zwei Arten angeboten werden: der 'Pull-Ansatz' und der 'Push-Ansatz'. Die erste Art unterstützt die flexible Spezifikation von Anfragen, wobei eine *semantische* Anfragemöglichkeit angeboten wird, die die bekannten schlüsselwortbasierten Anfragemöglichkeiten subsumiert. Die zweite Art macht aktiv Wissensangebote, die aufgaben- und kontextspezifisch sind.
- Eine Inferenzmaschine soll die benötigten Sichten aus den originalen Wissensquellen generieren sowie implizites Wissen explizit machen. Der Generierungsansatz garantiert dabei, daß die erzeugten Sichten zu ihren zugrundeliegenden Quellen konsistent sind.

Im Kontext des ontologiebasierten Wissensmanagements wird die aus dem Knowledge Engineering bekannte Bedeutung einer Ontologie verwendet: "An ontology is a formal, explicit specification of a shared conceptualization" [Gru93]. Entsprechend dieser Definition stellt eine Ontologie eine Sammlung von Konzepten, Beziehungen und Regeln zur Verfügung, die auf dem Konsens einer Gruppe von Personen, z.B. eines Unternehmensbereiches, beruht. Solch eine Ontologie stellt eine von dieser Personengruppe gemeinsam getragene Sicht auf einen Anwendungsbereich zur Verfügung. Der Aufbau einer solchen Ontologie ist ein sozialer Prozeß, der die aktive Einbeziehung der betroffenen Personen erfordert und auf Konsensfindung ausgerichtet ist [BFD+99]. Eine partielle Ontologie für das Personalmanagement ist in Tabelle 1 zu sehen. Diese Beispielontologie ist in

Konzepthierarchie	Attributdefinitionen	Regeln
Object[]. Person :: Object. Employee :: Person. Manager :: Employee. Consultant :: Employee. Project :: Object. Company :: Object. Manufacturer :: Company. FinanceCompany :: Company. Insurer :: FinanceCompany. LifeInsurer :: Insurer. Bank :: FinanceCompany.	Person [firstName ==> String; lastName ==> String; email ==> String; phone ==> String; participantOf ==> Project; hasCompExperience==>Company;] Project[projectName ==> String; projectGoal ==> String; client ==> Company; member ==> Person; leader ==> Person]	FORALL Proj1, Pers1 Proj1 : Project [member ->> Pers1] <-> Pers1 : Person [participantOf ->> Proj1] FORALL Pers1, Proj1, Comp1 Proj1 : Project [member ->> Pers; client ->> Comp1] -> Pers1 : Person [hasCompExperience->> Comp1]

Tabelle 1 Ausschnitte aus einer Ontologie für das Personalmanagement

Frame Logic [KLW95] spezifiziert und setzt sich aus drei Bestandteilen zusammen:

1. *Konzepthierarchie*: Die Konzepthierarchie stellt einige der für das Personalmanagement relevanten Konzepte bereit, wie z.B. verschiedene Funktionsrollen innerhalb des Unternehmens oder Brancheninformation über Kunden. Konzepte sind in eine is-a Hierarchie eingebettet.
2. *Attributdefinitionen*: Attributdefinitionen spezifizieren die Merkmale, die für die Instanzen der Konzepte relevant sind. So wird z.B. festgelegt, daß Personen u.a. durch ihren Vor- und Nachnamen sowie die Projekte, an denen sie beteiligt sind, beschrieben werden. Attribute werden dabei entlang der is-a Hierarchie auf Subkonzepte vererbt.
3. *Regeln*: Regeln bieten die Möglichkeit, Konzepte zueinander in Beziehung zu setzen und damit implizites Wissen explizit zu machen. So besagt die zweite Regel in der Ontologie, daß eine Person, die in einem Projekt für einen Kunden arbeitet, Erfahrung mit der Branche dieses Kunden hat.

Im folgenden stellen wir ein Werkzeug vor, das auf der Basis der vorgestellten Ontologie eine Wissensmanagementstrategie unterstützen kann.

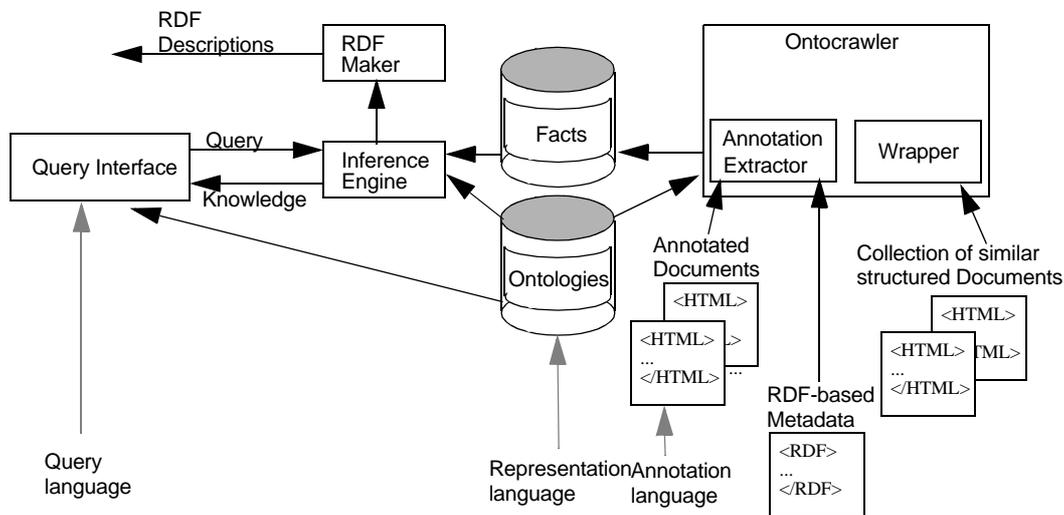


Abbildung 2: Ontobroker-Architektur

5.2 Das Ontobroker-System

Ontobroker verwendet Ontologien, um einen intelligenten Zugriff auf heterogene Wissensquellen anzubieten [DEF+99]. Im wesentlichen besteht Ontobroker aus folgenden Komponenten (siehe Abb. 2).

- Kernkomponente von Ontobroker ist die *Inferenzmaschine*, die das in der Ontologie und in der Faktenbasis bereitgestellte Wissen verarbeitet, um die an das System gestellten Anfragen zu beantworten. Die Inferenzmaschine basiert auf einem Übersetzungsansatz, der Frame Logic in mehreren Schritten in Logikprogramme transformiert, so daß bekannte Techniken aus dem deduktiven Datenbankbereich eingesetzt werden können.
- Der *Ontocrawler* sammelt die in den Wissensquellen vorhandenen bzw. aus ihnen extrahierbaren ontologischen Fakten ein und legt sie in der Faktenbasis ab. Dabei können ontologische Fakten in drei verschiedenen Varianten bereitgestellt werden:
 1. HTML-Quellen können mit semantischer Information annotiert werden unter Verwendung der Annotierungssprache HTML^A. Wesentliches Entwurfskriterium ist dabei, redundante Information soweit als möglich zu vermeiden.

2. Metadaten, die in Form von RDF-Beschreibungen (Resource Description Framework) [RDF] vorliegen, werden eingelesen, nach Frame Logic übersetzt und in die Faktenbasis gespeichert.
 3. Für regelmäßig strukturierte Wissensquellen werden Wrapper bereitgestellt, die die relevanten semantischen Informationen aus diesen Quellen extrahieren.
- Die Benutzungsschnittstelle für den Endbenutzer visualisiert die Ontologie in einer hyperbolischen Darstellung, in der Konzepte im Zentrum groß, Konzepte am Rande dagegen klein dargestellt werden [LRP95]. Damit wird für den Endbenutzer eine Focus-orientierte Visualisierung der Ontologie erreicht. Diese hyperbolische Darstellung ist mit einer tabellarischen Schnittstelle zur Spezifikation der Anfragen kombiniert. Durch diesen Ansatz kann der Benutzer Anfragen an Ontobroker formulieren, ohne mit der spezifischen Anfragesyntax vertraut zu sein.
 - Die RDF-Maker Komponente erzeugt aus den ontologischen Fakten, die in der Faktenbasis abgelegt sind, entsprechende RDF-Fakten. Dabei können durch die Verwendung der Inferenzmaschine zusätzliche RDF-Fakten abgeleitet werden. Durch RDF-Maker wird Ontobroker in die durch die W3C-Standards geprägte Anwendungswelt eingebunden.

6 Schlußbemerkung

Wissensmanagement ist ein interdisziplinäres und zukunftssträchtiges Forschungs- und Anwendungsgebiet. Dabei können Informatik-Methoden wesentliche Unterstützung bei der Realisierung eines Wissensmanagement-Ansatzes liefern. Erforderlich ist zukünftig jedoch eine weitergehende Integration von informalen und formalen Repräsentationen, verbesserte Text Mining Methoden, unterstützende Methoden und Werkzeuge zur Ontologierstellung und -wiederverwendung, weitergehende CSCW-Techniken u.v.m. Für einen dahingehenden weiteren Einstieg liefern z.B. [O'Le98] und [AbD99] nützliche Hinweise.

Literatur

- [AbD99]A. Abecker, and S. Decker: Organizational Memory: Knowledge Acquisition, Integration and Retrieval Issues. In: F. Puppe (ed.): *Knowledge-based Systems: Survey and Future Directions, Proceeding of the 5th German Conf. on Knowledge-based Systems*, Würzburg, March 1999, Lecture Notes in Artificial Intelligence (LNAI), vol. 1570, Springer-Verlag, 1999.
- [AcM90]M.S. Ackerman, and T.W. Malone : Answer Garden: A Tool for Growing Organizational Memory. In: *Proceedings of the ACM Conference on Office Information Systems*, pp. 31-39, 1990.
- [BAB+97]R. Bentley, W. Appelt, U. Busbach, E. Hinrichs, D. Kerr, S. Sikkel, J. Trevor, and G. Woetzel : Basic Support for Cooperative Work on the World Wide Web. *International Journal of Human-Computer Studies* 46(6): Special Issue on Innovative Applications of the World Wide Web, p. 827-846, June 1997.
- [BFD+99]V. R. Benjamins, D. Fensel, S. Decker, and A. Gomez Perez: (KA)2. Building Ontologies for the Internet: a Mid Term Report. To appear in: *International Journal of Human-Computer Studies (IJHCS)*, 1999.
- [Buc97]S. Buckingham Shum: Negotiating the Construction and Reconstruction of Organisational Memories. In: *J. of Universal Computer Science* 8(3), *Special Issue on Information Technology for Knowledge Management*, Springer, 1997. www.iicm.edu/jucs_3_8/.
- [DDE+97]S. Decker, M. Daniel, M. Erdmann, and R. Studer. An Enterprise Reference Scheme for Integrating Model Based Knowledge Engineering and Enterprise Modelling. In: *Proceedings of the 10th European Workshop on Knowledge Acquisition, Modeling and Management (EKAW 97)*, Sant Feliu de Guixols, Catalonia, Spain, October 1997, Springer Verlag, LNAI 1319.
- [DEF+99]S. Decker, M. Erdmann, D. Fensel, and R. Studer: Ontobroker: Ontology Based Access to Distributed and Semi-Structured Information. In: R. Meersman et al. (eds.), *Database Semantics: Semantic Issues in Multimedia Systems, Proceedings TC2/WG 2.6 8th Working Conference on Database Semantics (DS-8)*, Rotorua, New Zealand, Kluwer Academic Publishers, Boston, 1999.

- [FDE+98]D. Fensel, S. Decker, M. Erdmann, and R. Studer: Ontobroker: The Very High Idea. In: *11th Florida Artificial Intelligence Research Symposium (FLAIRS-98)*, Sanibel Island, May 1998. <http://www.aifb.uni-karlsruhe.de/WBS/broker>.
- [Gru93]T.R. Gruber: A Translation Approach to Portable Ontology Specifications. *Knowledge Acquisition* 5 (2), 1993.
- [HSK96]G. van Heijst, R. van der Spek, and E. Kruizinga: Organizing Corporate Memories. In: *Proc. of the 10th Knowledge Acquisition for Knowledge-based Systems Workshop*, Banff, 1996.
- [KLW95]M. Kifer, G. Lausen, and J. Wu: Logical Foundation of Object-Oriented and Frame-Based Languages. *Journal of the ACM* 42, 1995.
- [LRP95]L. Lamping, R. Rao, and P. Pirolli: A Focus + Context Technique Based on Hyperbolic Geometry for Visualizing Large Hierarchies. In: *Proc. of the ACM SIGCHI Conf. on Human Factors in Computing Systems*, 1995.
- [O'Le98]D. O'Leary: Enterprise Knowledge Management. *IEEE Computer* 31(3), pp. 54-61, March 1998.
- [RDF] Resource Description Framework, *W3C Recommendation 22 February 1999*, <http://www.w3.org/TR/REC-rdf-syntax>.
- [Rei97]U. Reimer: Knowledge Integration for Building Organisational Memories. In: *KI-97 Workshop on "Knowledge-Based Systems for Knowledge Management in Enterprises"*, Freiburg, 1997. <http://www.dfki.uni-kl.de/km/ws-ki-97.html>.
- [WWT97]C. Wargitsch, T. Wewers, and F. Theisinger: WorkBrain: Merging Organizational Memory and Workflow Management Systems s. In: *KI-97 Workshop on "Knowledge-Based Systems for Knowledge Management in Enterprises"*, Freiburg, 1997. <http://www.dfki.uni-kl.de/km/ws-ki-97.html>.
- [Wie92]G. Wiederhold: Mediators in the Architecture of Future Information Systems. *IEEE Computer* 25 (3), 38-49, 1992.

Autoren und Adressen:

Andreas Abecker
DFKI GmbH,
Postfach 2080, D-67608 Kaiserslautern
Andreas.Abecker@dfki.de

Stefan Decker
Universität Karlsruhe, Institut AIFB,
D-76128 Karlsruhe
Stefan.Decker@aifb.uni-karlsruhe.de

Rudi Studer
Universität Karlsruhe, Institut AIFB,
D-76128 Karlsruhe
studer@aifb.uni-karlsruhe.de