

# Konzepte zur Gestaltung von Unternehmensgedächtnissen

Andreas Dengel, Andreas Abecker, Ansgar Bernardi, Ludger van Elst,  
Heiko Maus, Sven Schwarz, Michael Sintek

Die Realisierung eines Organizational Memory – eines Unternehmensgedächtnisses – ist ein wichtiges Ziel im IT-gestützten Wissensmanagement. Es gilt, relevantes Wissen zu erfassen und in personenunabhängiger Weise zu speichern, um es im richtigen Moment verfügbar zu machen. Getreu seinem Vorbild, dem menschlichen Gedächtnis, soll ein Organizational Memory darüber hinaus die Weiterentwicklung des Wissens unterstützen und so zum Herzstück des lernenden Unternehmens werden.

Wir stellen drei Konstruktionsprinzipien vor, die unseres Erachtens für die Realisierung von Organizational Memories von entscheidender Bedeutung sind und interessante Betätigungsfelder für Techniken der symbolischen KI eröffnen. In Weiterführung der Entwicklungslinien identifizieren wir Forschungsthemen für die nahe Zukunft, die der Notwendigkeit zunehmender Flexibilität auf allen Ebenen eines Organizational Memory gerecht werden.

## Grundsätzliche Überlegungen

Ziel des Wissensmanagements ist es, die im Unternehmen vorhandenen Wissensressourcen in gesteuerter Weise möglichst optimal zum Einsatz zu bringen und weiterzuentwickeln. Entsprechend sind alle Aktivitäten des Wissensmanagements, wie Wissensidentifikation, Erwerb, Bewahrung und Nutzbarmachung von Wissen, auf die übergeordneten Ziele des Unternehmens und auf die *Anwendung* von Wissen im Unternehmen auszurichten. Folgerichtig ist Wissensmanagement durch einen holistischen Ansatz charakterisiert, der letztlich alle Aspekte der im Unternehmen handelnden Menschen berücksichtigen muß, um diese in ihren Tätigkeiten optimal zu unterstützen und letztlich die Produktivität zu erhöhen. Daß dieser Ansatz mehr als nur geeignete Informationstechnik umfaßt, sei hier als bekannt vorausgesetzt. Im folgenden konzentrieren wir uns auf einige Möglichkeiten der informationstechnischen Unterstützung von Wissensmanagementaktivitäten und insbesondere der Realisierung eines Unternehmensgedächtnisses oder *Organizational Memory* (OM).

Die beiden wichtigsten technologischen Entwicklungslinien beruhen auf einem unterschiedlichen Grundverständnis des Wissensmanagements.

Die *Prozeßsicht* betont, daß Wissen in der Interaktion zwischen Menschen und mit Aufgaben entsteht und existiert. Folgerichtig werden Kommunikation und Kooperation zwischen Menschen ermöglicht und unterstützt. Passende technische Lösungen umfassen beispielsweise Yellow Pages zum Finden passender Ansprechpartner, CSCW-Systeme für effektive Kooperation von räumlich und zeitlich getrennten Personen, Skill-Management-Systeme für den systematischen und geplanten Aufbau und den Nutzen von menschlichen Kompetenzen. Passenden organisatorischen Maßnahmen wie Schulungen, Erfahrungszirkeln, virtuellen Teams, Expertennetzwerken u.a.m. kommt dabei besondere Bedeutung zu.

Die *Produktsicht* des Wissensmanagements betont dagegen, daß Wissen außerhalb von menschlichen Wissensträgern existieren und als informationstechnisches Objekt behandelt

werden kann. Die Möglichkeit eines personenunabhängig gespeicherten Wissensschatzes ist für das Unternehmen von Wert – man denke etwa an die Bewahrung von Know-How angesichts von Mitarbeiterfluktuation. Die Technologie konzentriert sich hier auf das Speichern und effektive Auffinden von Informationen und deren Einbindung in den Nutzungskontext, die allein Wissenscharakter verleiht. Mit ihren reichen Erfahrungen in Akquisition und Repräsentation von Wissen und dessen maschineller Operationalisierung kann die KI hier zu Systemen beitragen, die in ihrer Leistungsfähigkeit weit über ein reines *Information Retrieval* hinausgehen.

Das in diesem Papier beschriebene Ziel eines Organizational Memory (OM) Systems orientiert die IT-Unterstützung an den Anforderungen aus der Produktsicht. Wir definieren ein OM als *ein Computersystem, das in der Organisation Wissen und Information fortlaufend sammelt, aktualisiert und strukturiert und für verschiedenste Aufgaben kontextabhängig, gezielt und aktiv zur Verfügung stellt* ((Hinkelmann & Weiss, 1997), siehe auch (Kühn et al., 1998), (Lehner, 2000)). Um den in der Bezeichnung OM liegenden Ansprüchen in nützlicher und ökonomisch sinnvoller Weise gerecht zu werden, sind dabei zwei Aspekte von entscheidender Bedeutung:

- **Assistenzsystem statt Automatisierung.** Die Entwicklung eines OM kann in der Regel nicht darauf gerichtet sein, komplexe Probleme selbsttätig zu lösen. Vielmehr gilt es, die mit vielfältigen Aufgaben befaßten Benutzer in kooperativer Weise zu unterstützen, ohne ihnen die Initiative abzunehmen. Das so realisierte Team aus Mensch und Maschine ist in Flexibilität, Adaptivität und Kompetenz jedem seiner Teile überlegen. Dies impliziert, daß ein OM zwar der Produktsicht verhaftet bleibt, dabei aber in die an menschlicher Interaktion orientierten Prozesse integriert sein muß.
- **Einbettung in betriebliche Gegebenheiten.** Die skizzierte Partnerschaft zwischen Mensch und Maschine und die enge Interaktion zwischen OM und möglichst allen Teilnehmern im Unternehmen bei gleichzeitig hoch sensibler Thematik (man denke an das bekannte „Wissen ist Macht“-Denken, das das Teilen von Wissen oft hemmt) verlangt eine methodisch durchdachte Vorgehensweise bei Einführung und Betrieb und eine nahtlose Integration der Gesamtlösung in die vorgegebenen betrieblichen Abläufe und Strukturen.

Im folgenden stellen wir zunächst drei Konstruktionsprinzipien für ein OM vor, die sich als sinnvoll erwiesen haben, um den beschriebenen Anforderungen gerecht zu werden und dabei über ein reines Speichern und Retrieval von Informationen hinauszukommen. Diese Prinzipien betonen eine weitgehende a-priori-Modellierung geeigneter Strukturen, wir sprechen daher von statisch strukturierten Wissensmanagement-Systemen.

Im weiteren identifizieren wir dann drei Entwicklungslinien, die diesen statischen Ansatz erweitern zugunsten einer besseren Anpassung an die dynamisch-evolutionären Gegebenheiten des realen betrieblichen Umfeldes.

## **Prinzipien zur Gestaltung statisch strukturierter Wissensmanagement-Systeme**

### **Prinzip 1: Kopplung von Operativprozeß und WM-System**

Da das primäre Interesse einer Unternehmung in der Optimierung operativer Geschäftsprozesse mit dem Ziel der betrieblichen Wertschöpfung liegt und auch typische Wissensarbeiter nicht bereit sind, zusätzliche Arbeitsaufwände für ein Wissensmanagement mit schwer faßbarem Nutzen zu leisten, muß ein akzeptables OM als

„minimal intrusives“ System realisiert werden. Das bedeutet, daß sich ein solches System harmonisch in die vorhandenen IT-Systeme zur Durchführung der Operativprozesse einfügt, seine WM-Funktionen - in den laufenden Arbeitskontext eingebettet - selbständig durchführt und dem Nutzer Hilfestellungen aktiv anbietet, wo dies angemessen erscheint. Der Preis für das Anflanschen an existierende IT-Infrastrukturen ist ggf. die Realisierung komplexer Schnittstellen. Die Berücksichtigung des durch die konkrete Anwendungssituation definierten Kontexts ist für die Wiederverwendbarkeit gespeicherter Wissensobjekte und die Bewertung ihrer Relevanz im Einzelfall aber von großer Bedeutung (Kingston & Macintosh, 1999; Klemke, 2000; Maus, 2001). Der durch die Kopplung mögliche Automatismus, der durch geeignete Trigger initiiert wird, ist die Grundvoraussetzung für eine autonome Assistenz des OM.

Aus *Sicht des Benutzers* ergeben sich aus der Einbindung des WM-Systems in den Operativprozeß Nutzeffekte sowohl bei der Einstellung als auch bei der Nutzbarmachung von Informationen:

- Die Aktivität des Systems *erspart Zeit* für Informationssuchen und -speicherungen, die vom System automatisch und zuverlässig erledigt werden.
- Die automatische Befriedigung der aus den Operativprozessen ableitbaren Informationsbedürfnisse und die automatische Speicherung von in den Operativprozessen entstehenden neuen Wissensobjekten resultiert in einer *konsistenten Nutzung* der Informationslandschaft auch durch verschiedene Mitarbeiter. Dies ist nicht zuletzt unter Qualitätsgesichtspunkten wünschenswert.
- Die Einbeziehung des situativen Kontexts ermöglicht eine *gezieltere Informationsbereitstellung* – mit der Folge einer höheren Akzeptanz beim Benutzer – und damit eine bessere Verwertung für den Operativprozeß.

Bei der technischen Umsetzung solcher Konzepte belegt man einen Arbeitspunkt im Trade-Off zwischen mächtigen Ansätzen, die sehr aufgabenspezifisch und teuer aufzusetzen sind, und eher als „lightweight“ zu betrachtenden Techniken, deren Potential begrenzt ist, die dafür aber generisch und mit wenig spezifischer Adaption zu installieren sind.

Das System EULE/2 aus der Swiss Life Informatik-Forschungsgruppe (Reimer et al., 1998) bewegt sich hier an einem Ende des Extrems: das Basisvokabular, zeitliche Abläufe und gesetzliche Regelungen im Umfeld der Schadensfallbearbeitung werden in einer High-Level-Beschreibungssprache mit taxonomischen, temporalen und deontischen Ausdrucksweisen formalisiert, so daß das Unterstützungssystem Hilfe auf der Basis einer fallspezifischen Interpretation von Problemlösewissen anbieten kann.

Auf der anderen Seite hat man die „attentive systems“ wie WATSON (Budzik & Hammond, 2000), die aus der Interaktion des Benutzers mit Applikationen auf seinem Desktop – etwa mit der Textverarbeitung – versuchen, einen situativen Kontext zu rekonstruieren, der die Informationssuche unterstützt.

Das Projekt KnowMore des DFKI (Abecker et al., 2000) nutzt die in einem Workflow-Management-System vorgegebene Modellierung und Operationalisierung von Operativprozessen für die Realisierung eines OM. Dazu wurden die Aufgabenmodelle um generische Informationsbedarfe erweitert. Getriggert durch das Starten einer Workflowaktivität versucht ein Informationsagent, diese Bedarfe – instantiiert mit den im Kontext der aktuellen Workflowinstanz für die Variablen verfügbaren Daten – aus den Informationsquellen zu befriedigen.

Das Prinzip der Anbindung an den Operativprozeß durch erweiterte Modellierung von Geschäftsprozessen und Kopplung mit auf den Prozessen basierenden Workflowsystemen wurde in anderen Forschungsprojekten aufgegriffen (vgl. z.B. Jansweijer et al., 2000; Staab & Schnurr, 2000). Inwieweit solche Ansätze in realen Umgebungen auch kosteneffizient, wartbar und dem Endnutzer vermittelbar sind, untersuchen wir derzeit im EU-Projekt DECOR<sup>1</sup>.

Eine umfassende Untersuchung der in KnowMore nur rudimentär behandelten kontextualisierten *Speicherung* von Informationsobjekten steht unseres Wissens noch aus.

## **Prinzip 2: Einführung einer ausdrucksächtigen Wissensbeschreibungsschicht für Zugriff und Verarbeitung von Wissensobjekten**

Ein OM ist, wie eingangs bemerkt, prinzipiell der Produktsicht des Wissensmanagements verhaftet: Relevantes Wissen wird in geeigneter Form erfaßt, gespeichert und verteilt. Im Unterschied zu Information ist Wissen dabei durch seine *Operationalisierbarkeit* charakterisiert, die wiederum durch adäquate formale Repräsentation ermöglicht wird. Repräsentiertes Wissen wird mit wachsendem Formalitätsgrad exakter und eindeutiger interpretierbar. Das Spektrum reicht vom verbesserten, konsistenten Verständnis von natürlichsprachlichen Aufzeichnungen durch verschiedene Nutzer bis zur vollständig automatischen Operationalisierung eines logischen Formalismus durch eine geeignete Inferenzmaschine. Damit führt die Formalisierung zu stärkerer Personenunabhängigkeit der Wissensobjekte; die maschinelle Verarbeitung ist der Extremfall von personenunabhängig verfügbarem Wissen.

Freilich zeigen Praxiserfahrungen, daß eine vollständige Formalisierung des relevanten Wissens in aller Regel nicht ökonomisch sinnvoll und oft auch praktisch undurchführbar ist. Vielmehr wird bei der Realisierung eines OM ein geeigneter Arbeitspunkt zwischen formal-expliziten und nicht formalisierten Wissensobjekten festgelegt.

Die weitestverbreitete abgeschwächte Variante im Wissensmanagement, primär bei Lessons-Learned Systemen durchexerziert (van Heijst et al., 1998), bleibt im wesentlichen bei Textdokumenten als „Wissensrepräsentation“. Sie beläßt die Interpretation und fallspezifische Nutzung beim Anwender und konzentriert sich technisch auf die Wahl geeigneter Beschreibungsschemata für Metadaten. Diese sollen es erlauben, durch Navigation und Retrieval schnell auf potentiell nützliche Informationen zuzugreifen und deren Relevanz durch Metadatenbetrachtung schon abschätzen zu können, bevor man in die Details der Textinhalte geht.

Die Wahl geeigneter Metadaten erlaubt es auch, heterogene und multimediale Informationsquellen in homogener Weise in das OM einzubinden: Unabhängig von den vielfältigen und ggf. einer automatischen Verarbeitung unzugänglichen Formaten der Informationselemente wird das für die Handhabung Notwendige in der Metabeschreibung einheitlich dargestellt.

Damit bietet sich die Realisierung eines OM als „Metainformationssystem“ an: Unterschiedlich repräsentierte und formalisierte Informationen, teilweise bereits existierenden Operativsystemen entnommen, werden unter dem Dach einer übergreifenden Metabeschreibung integriert, mit expliziten Querbezügen versehen und intelligent zugreifbar gemacht. Die generische OM-Architektur von KnowMore (Abecker et al., 1998) integriert die Beschreibung von Zugriffsstrukturen, Inhalten, Sichten für Zugriff und

---

<sup>1</sup> <http://www.dfki.uni-kl.de/decor/>

Navigation sowie noch nicht repräsentierte Links zwischen Wissensobjekten in der sog. *Wissensbeschreibungsschicht*.

Der nächste Schritt zu höherer Deklarativität und Formalität besteht in der Verwendung explizit repräsentierter Ontologien und Modelle als Grundlage der Metabeschreibung. Die Idee der ontologischen Domänenmodellierung (Fensel, 2001) erwächst aus den Forschungen zu wissensbasierten Systemen und spielt auch bei der Informationssuche im Semantic Web eine tragende Rolle. Ontologien – die formale, explizite Modellierung der Konzeptualisierungen (Konzepte, Relationen, Axiome, ...), die eine Gruppe von Agenten gemeinsam verwendet – sind nicht nur die Basis einer gemeinsamen Sprache und damit explizierte Grundlage der Verständigung. Sie repräsentieren auch wichtiges domänenbezogenes Hintergrundwissen und können etwa in Navigationsstrukturen für Informationsportale oder in Verfahren zum intelligenten Information Retrieval operationalisiert werden (vgl. O’Leary, 1998).

Als Illustration mögen die Suchheuristiken dienen, wie wir sie in (Abecker et al., 2001) beschrieben haben: Ein simpler Mechanismus zur Spezifikation von Graphtraversierungen, die im Falle einer leeren Antwortmenge bei der Suche nach einem bestimmten Ontologiebegriff im Dokumentarchiv in den inhaltsbeschreibenden ontologischen Strukturen so lange navigieren, bis ein – semantisch noch möglichst „naher“ – Begriff gefunden ist, zu dem sich eine Information im OM finden läßt. So nutzt das „Elektronische Störungsbuch“ (ESB, Bernardi, 1999), ein System zur Aufzeichnung und systematischen Nutzung von Wartungserfahrungen für eine komplexe Anlage im Bergbaubereich, den durch die Komponentenerlegung der Anlage und die zusätzliche Repräsentation von Baugleichheiten und funktionalen Abhängigkeiten entstandenen Graphen, um Anfragen der Benutzer nach Informationen zu Störungen einer bestimmten Komponente transitiv zu erweitern und so andere relevante Informationen aufzufinden.

Der Inhalt von Informationsontologien (welche Attribute beschreiben bestimmte Typen von Wissensobjekten am besten?) und Aufbau und Wartung von Domänenontologien sind in der Praxis durchaus noch offene Fragen. Während wir in KONARC den *Aufbau der Domänenontologie aus Datenbankschemata* betrachteten (Sintek et al., 2000), hat die in KnowMore propagierte Idee der *Ontologieakquisition aus Texten* (Abecker et al., 1998) inzwischen reges Forschungsinteresse erregt (Omelayenko, 2001). Die methodische Einbettung der Ontologieentwicklung in den Unternehmensmodellierungsprozess betrachten wir im Projekt DECOR. Andere Integrationen entstehen im Bereich des *prozeßorientierten Wissensmanagements* (Müller et al., 2001).

### **Prinzip 3: Aufbereitung unstrukturierter Wissensquellen durch Techniken der Informationsextraktion und der Dokumentanalyse**

Die im vorherigen Abschnitt propagierten Vorteile formaler Wissensrepräsentation und ontologiebasierter Metabeschreibungen werden um den Preis des zu leistenden Formalisierungsaufwandes erkaufte. Daher sind Verfahren für eine kostengünstige, aktuelle und konsistente Indexierung und semantische Annotation auf der Metaebene notwendig. Soweit wir davon ausgehen können, daß multimediale un- oder semistrukturierte Dokumente bzw. Arbeitsergebnisse auch langfristig den „Inhalt“ eines OM dominieren werden, finden hier Techniken der Dokumentanalyse und der Informationsextraktion ein gewinnbringendes Anwendungsfeld.

In den letzten Jahren zeigte sich immer wieder, daß für solche Aufgabenstellungen häufig ein gutes Aufwand-Nutzen-Verhältnis weniger durch klassische Verfahren des tiefen

Textverstehens erzielt wird, sondern eher durch „shallow techniques“ wie zum Beispiel die Support-Vector-Machine zur Textklassifikation (Joachims, 1998). Generell erzeugen die Verfahren automatisch die zu den Dokumenten notwendigen Metabeschreibungen: Klassifikationsverfahren zur halb- oder vollautomatischen Indexierung annotieren die neu in das OM eingestellten Dokumente mit den passenden Kategorien; Informationsextraktion aus semistrukturierten Dokumenten ermöglicht es, Teile des Dokumentinhalts automatisch in eine formale Repräsentation (bzw. in Attributwerte der Metabeschreibung) zu überführen (vgl. Dengel & Dubiel, 1996).

Die Kombination aus formaler Modellierung und Informationsextraktion ermöglicht die fast beliebige Wahl von Arbeitspunkten: Aufwendige a-priori-Analyse mit reicher formaler Modellierung erlaubt rasche und intelligente Inferenzen zur Laufzeit; sparsame a-priori-Aktivitäten und Modellierungen verlangen nach erhöhtem Analyseaufwand zum Abfragezeitpunkt.

## **Von statisch strukturierten zu flexiblen OM-Systemen: Forschungsthemen für die Gestaltung flexibler Wissensmanagement-Systeme**

Charakteristisch für die oben beschriebenen „statischen“ OM-Systeme ist, daß explizite Modellierungen die gewünschte Ordnung in den ansonsten wenig strukturierten Informationswelten herstellen. Freilich zeigt sich rasch, daß gerade in interessanten, wissensintensiven Aufgabenbereichen eine entsprechende a-priori-Modellierung von Prozessen, Metadaten oder Ontologien oft prinzipiell nicht möglich oder ökonomisch problematisch erscheint. Die für solche Szenarien geeigneten OM-Systeme müssen daher neuen Anforderungen an Flexibilität, Adaptivität und Autonomie genügen. Wir präsentieren im folgenden aktuelle Forschungsfragen und Entwicklungslinien, deren Bearbeitung uns unerlässlich erscheint, wenn man nachhaltige Konzepte für die Informationslogistik im intelligenten Unternehmen realisieren will.

### **Forschungsthema 1: Unterstützung schwach strukturierter Prozesse**

Zentraler Ausgangspunkt unserer Betrachtung zu OM-Systemen war die Existenz einer Anbindung an die operativen Prozesse. Die Charakteristika wissensintensiver Aufgaben (vgl. z.B. Buckingham Shum, 1998; Davenport et al., 1996) führen aber häufig dazu, daß solche Aufgaben nur schwer mit konventionellen Workflow-Konzepten und -Techniken faßbar sind. Weitgehend kaum planbare und vorhersehbare Arbeits- und Kommunikationsmuster, ein hoher Grad an Kommunikation und Verhandlungen oder starke Unterschiede in individuellen Arbeitsroutinen erschweren eine präzise Modellierung der Prozesse und Informationsbedarfe a priori.

Um trotzdem möglichst viele Vorteile der Workflow-angebundenen Informationsunterstützung zu erhalten, gilt es, neue Formen der Workflow-ähnlichen Vorgangunterstützung zu entwickeln. Diese sollten flexibel genug sein, wissensintensive Aufgaben mit all ihren Ad-hoc-Entscheidungen zu verknüpfen, dabei die oben genannten Vorteile für die Informationsunterstützung weitestgehend erhalten und eine effektive Unterstützung trotz der schwer vorhersehbaren Prozesse möglich machen.

Unser Forschungsansatz fokussiert auf das Konzept des *schwach strukturierten Workflows* (Schwarz et al., 2001). Anstelle eines fix a-priori spezifizierten Workflow-Modells tritt eine Menge möglicher Aufgaben mit dazugehörigen Ordnungsconstraints. Diese Kombination erlaubt es, *Möglichkeiten* für eindeutige Prozeßfolgen zu formulieren, ohne daß Prozesse oder Workflows vor ihrer Durchführung vollständig festgelegt werden

müssen. Die Operationalisierung eines schwach strukturierten Workflows ist dementsprechend nicht darauf ausgerichtet, seine Nutzer mit präskriptiven Aufgabenzuordnungen zu versorgen. Vielmehr bietet das System zu jeder Zeit aufgrund der vorhandenen Ordnungsinformation und unter Berücksichtigung des aktuellen Arbeitszustands die jeweils sinnvollen Möglichkeiten zur Weiterarbeit an, so daß eine dialogorientierte, interaktive Verzahnung von Prozeßmodellierung und Prozeßausführung entsteht: Der Benutzer kann neben der Aufgabenausführung jederzeit weitere Ordnungsinformationen hinzufügen, hierarchische Aufgabenverfeinerungen vornehmen, Informationen zur Modellierung oder Ausführung aus früheren Instanzen erhalten oder auch Prozeßschablonen für eine bestimmte Aufgabenausführung aus einem Modell-Repository einfügen (siehe auch (Wargitsch et al., 1998) für ein fallbasiertes Retrieval von Prozeßschablonen, aus denen Workflows problemspezifisch konfiguriert werden). Die Strukturierung von Informationen und die Modellierung von Informationsbedarfen nutzt dementsprechend nicht mehr den vollständig modellierten Prozeß, sondern wird an die Repräsentation der einzelnen Aufgabe gekoppelt und erst im Moment der Abarbeitung endgültig instantiiert. Damit kann der Nutzer sowohl bei der Bearbeitung der gestellten Aufgabe als auch bei den Modellierungsfragen durch aktiv bereitgestellte Informationen unterstützt werden, sobald aus dem jeweiligen aktuellen Systemzustand hinreichende Kontextinformation verfügbar ist.

Der Ansatz der schwach strukturierten Workflows integriert also Aspekte starker Prozeßstrukturen mit dynamisch-interaktiven, nur schwach vorherbestimmten Modellierungen zur Laufzeit. Eine Reihe von praktischen Beobachtungen läßt diese Kombination sinnvoll erscheinen:

- Auch innerhalb stark strukturierter Prozesse gibt es häufig einzelne Aufgaben (oft komplexere Entscheidungsfindungsprozesse), die sehr individuell ablaufen können.
- Gerade in der öffentlichen Administration gibt es sehr lang laufende Prozeßinstanzen ((Maurer & Holz, 1999) führen als Beispiel Raumplanungsverfahren an), deren Rahmenbedingungen sich während ihrer Laufzeit ändern, so daß eine vollständige, starre a-priori-Modellierung sinnlos ist.
- Umgekehrt finden sich in Prozessen, die in ihrer Gesamtheit nicht planbar sind, häufig wohldefinierte und modellierte Teilvorgänge (z.B. Prozesse zur Anforderungsanalyse oder zur Endabnahme bei global ergebnisoffenen und damit nicht völlig planbaren kundenspezifischen Produktneuentwicklungen).
- Schließlich ist auch in Fällen, in denen zunächst eine Prozeßplanung überhaupt nicht sinnvoll möglich ist, oft eine prozeßbegleitende Dokumentation aller Schritte gewünscht oder vorgeschrieben; auch dieser Fall wird von dem beschriebenen Ansatz abgedeckt.

Durch die Integration der Prozeßmodellierung zur Laufzeit mit der Handhabung relevanter, kontextbezogener Informationen ist es möglich, auch die Planung und Durchführung individueller Tätigkeiten zu unterstützen und zu dokumentieren. Damit wird auch individuelles Prozeß-Know-How zum Gegenstand expliziten Wissensmanagements. Letztlich wird so die Wissensarbeit selbst (im Sinne zielführender Vorgehensweisen in komplexen Situationen) zum Gegenstand expliziter Dokumentation und kann als wertvolle Ressource für das Unternehmen erschlossen werden.

Ansätze zur Integration von wissensintensiver Prozeßbearbeitung und Wissensmanagement werden auch von z.B. (Rupprecht et al., 2001) beschrieben, die flexible Workflow-Ansätze für die Modellierung von Vorgängen und zugehörigen WM-Prozessen nutzen. (Reimer et al., 2001) diskutieren die Einbettung eines am einzelnen

Wissensarbeiter ausgerichteten Micro-Prozeßmodellierungsansatzes zur Informationsunterstützung in einen breiteren Rahmen zur Geschäftsprozeßmodellierung.

## **Forschungsthema 2: Integration individueller und gemeinsamer Wissensanteile im OM**

Eingangs wurde dargelegt, daß Wissensmanagement auf die Unterstützung des einzelnen Wissensarbeiters ausgerichtet ist. Zugleich muß jedoch eine übergeordnete Sichtweise eingenommen werden, um die Wissensnutzung unternehmensweit zu optimieren. Damit gilt es, bei der Entwicklung von OM-Systemen die Frage zu beantworten, wie individuelle und gemeinsame Wissensanteile im OM flexibel integriert werden können und gleichzeitig die Adaptivität der Strukturen gewährleistet wird. Dazu ist insbesondere zu klären, wie individuelle und gemeinsame Wissensanteile in OM-Systemen *gehandhabt* und *Übergänge* zwischen diesen Wissensarten *unterstützt* werden können.

Techniken der Künstlichen Intelligenz versprechen hier besonderen Nutzen:

- **Agenten-orientierte Modellierung** (Jennings, 2001) ermöglicht es, Wissen einzelnen Akteuren in der Informationslandschaft zuzuordnen. Insbesondere können spezielle Akteure mit globalen Aufgaben eingerichtet werden (Schmalhofer & van Elst, 1999), so daß konzeptionell (und technisch) zwischen individuellen und globalen Wissensanteilen unterschieden werden kann. Rollenmodelle mit entsprechenden Rechten und Verpflichtungen in einem OM erlauben das explizite Teilen von Wissen durch Verhandlungsprozesse (van Elst & Abecker, 2001). Dieses explizite Teilen bedingt dabei notwendig eine hohe Exaktheit der Ausdrucksweise und damit einen steigenden Grad an Formalisierung.
- **Benutzermodelle** für eine aufgabenorientierten Informationsunterstützung (vgl. Vassileva, 1996) können verwendet werden, um einen Übergang von gemeinsamen Wissensanteilen auf die individuellen Anforderungen zu erleichtern, indem zum Beispiel Sichten auf gemeinsames Wissen definiert werden. In (van Elst et al., 2001) wird vorgeschlagen, einen aktuellen Informationsbedarf aus dem individuellen Bedarf und dem sich aus Rolle und Aufgabe ergebenden Bedarf abzuleiten. Wie eine solche Integration im allgemeinen aussehen kann, ist jedoch noch zu klären.
- **Maschinelles Lernen** liefert Basistechniken sowohl für die Wartung persönlicher Profile als auch für den Übergang von individuellem zu geteiltem Wissen. Forschungen zum maschinellen Lernen für Benutzermodellierung (Schäfer et al., 2001) beschäftigen sich mit Akquisition und Wartung von individuellen Informationsbedarfen und Präferenzen, aber auch mit Ziel- und Planerkennung, also der Einbettung in den operativen Prozeß.

Auch das Thema Ontologielernen findet immer mehr Beachtung (vgl. Omelayenko, 2001; Mädche & Staab, 2001). Hier geht es gerade darum, Lerntechniken für die Erstellung gemeinsamer Konzeptualisierungen nutzbar zu machen, zum Beispiel durch Extraktion von Konzepten und Relationen aus Texten.

Zwischen dem individuellen, „privaten“ Wissen einerseits, das typischerweise weder explizit noch formal repräsentiert ist und bestenfalls approximativ erfaßt wird, und dem allgemeinverbindlich-universell verstandenen, expliziten und gemeinsamen Wissen einer Gruppe andererseits sind vielfältige Übergänge vorstellbar. Dabei ist es nicht ausreichend, Formalisierungstechniken zu verwenden, die von den sozialen Strukturen entkoppelt sind (etwa Standard-Informationsextraktion aus Texten). Vielmehr gilt es, diese Techniken in strukturierte Verhandlungsprozesse einzubetten, um zu einer wohlverstandenen Methodik des Übergangs vom individuellen zum kollektiven Verständnis zu gelangen. Insbesondere wäre zu untersuchen, wann Wissen im gegebenen Unternehmenskontext sinnvollerweise

individuell bleibt und wann gemeinsame Wissensstrukturen erzeugt werden sollten. Eine Integration der oben beschriebenen Lösungsansätze für OM-Systeme könnte dabei umgekehrt auch wieder neue Anforderungen an die einzelnen Basistechniken stellen, so daß sich die Forschungsrichtungen gegenseitig befruchten.

### Forschungsthema 3: Behandlung verschieden stark formalisierten Wissens

Zwischen den Extrema des vollständig formalisierten Wissens einerseits und der völlig unformalisierten Informationsquellen andererseits liegen vielfältige Mischformen des Umgangs mit Wissen (siehe Abbildung 1).

Der im ersten Teil beschriebene Ansatz des Wissensmanagementsystems als Meta-Informationssystem beruht im Prinzip auf einer strikten Aufgabenteilung zwischen formalem Wissen (das zum maschinellen Verwalten und Retrieval verwendet wird) und nicht-formalisiertem Wissen (das letztlich als Objekt des Wissensmanagements an den interessierten Nutzer geliefert wird).



Abbildung 1: Beispieltechniken im Formal-Informal Spektrum

Eine solche statische Homogenisierung der Wissens Elemente kann nicht immer vorausgesetzt werden, weil formale Meta-Daten möglicherweise unvollständig oder zu teuer sind. In der Produktentwicklung existieren zum Beispiel häufig keine ausreichenden formalen Modelle, weil Konzeptualisierungen erst in der Entstehung sind. Möglicherweise ist eine Formalisierung auch so teuer, daß sie sich im Rahmen erwarteter Nutzungszeit nicht amortisieren würde.

Hieraus ergibt sich die Frage nach dem integrierten Umgang mit unterschiedlich formalen Wissens Elementen auf der Objektebene. Ist etwa ein integriertes Verfahren denkbar, das formalisierte Fakten, approximative Ergebnisse einer lernenden Informationsextraktion und menschliche Denkergebnisse in einem homogenen Inferenzschritt zu nützlicher Problemlösung zusammenfaßt?

Cohen (1998) verbindet beispielsweise formale Inferenzen mit statistischen Retrievalergebnissen, indem Datalog um Ähnlichkeitsprädikate erweitert wird. In FRODO<sup>2</sup> untersuchen wir verteilte Inferenzen zur Informationssuche über verschiedene OM hinweg. Auch in unserem eher kommunikationsorientierten Ansatz scheint eine integrierte Behandlung verschiedener Formalitätsgrade hilfreich. Die Anforderung der *verteilten OM* gründen im übrigen in einer häufig empfehlenswerten Strategie beim Realisieren von Wissensmanagementlösungen im Unternehmen: Starte in überschaubaren Bereichen, demonstriere rasch nützliche Ergebnisse, wachse später zur umfassenden Lösung zusammen. Meist ist es eben nicht sinnvoll, das *eine*, homogene OM für ein Unternehmen zu implementieren. Vielmehr werden in Teilbereichen zuerst Teilprozesse unterstützt und dann nach und nach weitere Bereiche hinzugenommen.

Diesen Verteiltheitsaspekt in der Grundkonzeption zu beachten, wird sicherlich wesentlich zu den Erfolgsaussichten praktischer Wissensmanagementprojekte beitragen.

<sup>2</sup> <http://www.dfki.uni-kl.de/frodo>

## Zusammenfassung

Ausgehend von der Vision eines Organizational Memory – eines Unternehmensgedächtnisses – als zentralem Element der IT-Unterstützung für die Produktsicht des Wissensmanagements im Unternehmen haben wir dargestellt, daß ein solches System aus Sicht der KI deutlich über reines Information Retrieval hinausgehen sollte. Wir haben grundlegende Techniken beschrieben, die zur Realisierung eines aktiven Assistenzsystems und zum Übergang vom informations- zum wissensverarbeitenden System beitragen: i) Die Kopplung von formalisierten und operationalisierten Prozeßmodellen mit dem Wissensmanagementsystem zur Anbindung der Wissensinhalte an den operativen Kontext des Unternehmens und zur technischen Realisierung des proaktiven Verhaltens; ii) den Aufbau einer mächtigen, auf formalen Modellen und Ontologien aufbauenden Metabeschreibung zur effektiven Handhabung heterogener, nicht selbst formalisierter Informationsquellen auch unter multiplen Sichten; schließlich iii) die Verwendung von Techniken der Dokumentanalyse, der Klassifikation und der Inhaltsextraktion zur mindestens semi-automatischen Strukturierung der verfügbaren Informationsquellen und zur laufenden Kopplung der unformalisierten Dokumente mit den formalen Strukturen.

Die gedankliche Weiterführung der Vision des Organizational Memory, zusammen mit den Erfahrungen aus verschiedenen Forschungs- und Anwendungsprojekten, hat deutlich gemacht, daß eine ernstzunehmende IT-Unterstützung des Wissensmanagements in Zukunft verstärkten Anforderungen an Flexibilität und Adaptivität genügen muß. Daher wurden die i) Behandlung schwach strukturierter Prozesse anstelle vorgegebener, formal modellierter Workflows, ii) der geordnete Übergang von individuellen Begriffswelten und Modellen zu übergreifenden, gemeinsamen Ontologien innerhalb von dynamisch variablen sozialen Strukturen sowie iii) die flexible Handhabung unterschiedlich stark formalisierter Wissens Elemente als wichtige Forschungsfelder für die nahe Zukunft identifiziert. Es ist unsere Überzeugung, daß diese Themen für die Entwicklung realistischer Wissensmanagementsysteme in interessanten, wissensintensiven und dynamischen Anwendungsfeldern von zentraler Bedeutung sind, und daß ihre Bearbeitung einer Reihe von Fragestellungen neuen Auftrieb geben wird, die bereits zu dem – gelegentlich bereits in Vergessenheit geratenen – Urgestein der KI zu zählen sind.

Abschließend bleibt die grundlegende Frage zu beantworten, ob die hier favorisierten Ansätze symbolisch-formal modellierender Wissensrepräsentation in der Praxis den erwünschten Nutzen bringen, oder ob die konkurrierenden Ansätze der Sprachverarbeitung, der subsymbolischen oder statistischen Klassifikationen oder des reinen Information Retrieval letztlich das bessere Kosten-Nutzen-Verhältnis aufweisen. Es steht zu erwarten, daß die fortschreitende Entwicklung und die praktische Erprobung der hier skizzierten Ansätze zur Beantwortung dieser Frage beitragen wird.

## Danksagung

Die Projekte KnowMore (01 IW 804) und FRODO (01 IW 901) wurden und werden mit Mitteln des Bundesministers für Forschung und Technologie gefördert. Die Europäische Union fördert das Projekt DECOR (IST-1999-13002).

Wir danken den beiden anonymen Reviewern, die mit präzisen und ausführlichen Hinweisen und Vorschlägen wesentlich die Verbesserung dieses Beitrages unterstützt haben.

## Literatur

- Abecker, A., Bernardi, A., Hinkelmann, K., Kühn, O., Sintek, M.: Towards a Technology for Organizational Memories. *IEEE Intelligent Systems*, 13(3), May/June 1998.
- Abecker, A., Bernardi, A., Hinkelmann, K., Kühn, O., Sintek, M.: Context-Aware, Proactive Delivery of Task-Specific Knowledge: The KnowMore Project, *Int. Journal on Information System Frontiers*, Kluwer, 2(3/4), 2000.
- Abecker, A., Bernardi, A., Sintek, M.: Proactive Knowledge Delivery for Enterprise Knowledge Management. In G. Ruhe, F. Bomarius (Eds.) *Learning Software Organizations - Methodology and Applications*. Springer, LNCS 1756, 2001.
- Bernardi, A.: Electronic Fault Recording: A Corporate Memory for Maintenance Support of Complex Machines, In: Schreinemakers, Barthès (Eds.): *Extended, Edited Proc. of ISMICK-97*, Würzburg: Ergon, 1999.
- Buckingham Shum, S.: Negotiating the Construction of Organisational Memories. In (Borghoff & Pareschi, 1998).
- Budzik, J., Hammond, K.J.: User Interactions with Everyday Applications as Context for Just-in-time Information Access, *Proc. Intelligent User Interfaces 2000*. ACM.
- Borghoff, U., Pareschi, R. (Eds.): *Information Technology for Knowledge Management*, Springer, 1998.
- Cohen, W. W.: Reasoning about Textual Similarity in a Web-Based Information Access System, *Autonomous Agents and Multi-Agent Systems*, 2, pp 65-86, 1998.
- Davenport, T.H., Javenpaa, S.L., Beers, M.C.: Improving Knowledge Work Processes, *Sloan Management Review* 37(4), 1996.
- Dengel, A., Dubiel, F.: Computer Understanding of Document Structure. *Int. Journal of Imaging Systems & Technology (IJIST)*, Special Issue on Document Analysis & Recognition, Vol. 7, No. 4 (1996), pp. 271-278
- Elst, L. van, Abecker, A.: Ontology-Related Services in Agent-Based Distributed Information Infrastructures. In: *Proc. of the 13th Int. Conf. on Software Engineering and Knowledge Engineering*, pp. 79-85, 2001.
- Elst, L. van, Abecker, A., Maus, H.: Exploiting User and Process Context for Knowledge Management Systems. In: *Workshop User Modeling for Context-Aware Applications at the 8th Int. Conf. on User Modeling, July 13-16, 2001, Sonthofen, Germany*.
- Fensel, D.: *Ontologies: A Silver Bullet for Knowledge Management and Electronic Commerce*, Springer, 2001.
- Gaines, B.R., Kremer, R., Musen, M. (Eds.): *Proc. 12<sup>th</sup> Workshop on Knowledge Acquisition, Modeling and Management (KAW'99)*. Knowledge Science Institute, Calgary, 1999.
- Hinkelmann, K., Weiss, W.: Unterstützungen des Wissensmanagements durch ein Organizational Memory, In: *Technologie & Management*, 1, pp. 26-30, Springer: Berlin, Düsseldorf, 1997.
- Heijst, G. van, Spek, R. van der, Kruizinga, E.: The Lessons Learned Cycle, In (Borghoff & Pareschi, 1998).
- Jansweijer, W., van de Stadt, E., van Lieshout, J., Breuker, J.: Knowledgeable Information Brokering. in: B. Stanford-Smith and P.T. Kidd (Eds), *E-business: Key Issues, Applications and Technologies*, pp. 402-408, IOS-Press, Amsterdam, 2000.
- Jennings, N.R.: An agent-based approach for building complex software systems. In: *Comm. of the ACM*, 44 (4) 35-41, 2001.
- Joachims, T.: Text Categorization with Support Vector Machines: Learning with Many Relevant Features. In: *Proc. of the 10<sup>th</sup> European Conference on Machine Learning (ECML 98)*, pp. 137-148, Chemnitz, Germany, April 1998
- Kingston, J., Macintosh, A.: Knowledge Management Through Multi-Perspective Modelling: Representing and Distributing Organisational Memory. In: (Gaines et al., 1999)
- Klemke, R.: Context Framework - an Open Approach to Enhance Organisational Memory Systems with Context Modelling Techniques, In (Reimer 2000).
- Kühn, O., Abecker, A., Decker, S.: Organizational Memory, *Informatik Spektrum*, 21(4):213-214, Springer, 1998.
- Lehner, F.: *Organisational Memory - Konzepte und Systeme für das organisatorische Lernen und das Wissensmanagement*, Hanser Verlag, 2000.

- Mädche, A., Staab, S.: Learning Ontologies for the Semantic Web. In: *Semantic Web 2001* (at WWW10), May, 1, 2001, Hongkong, China, 2001.
- Maurer, F., Holz, H.: Process-Oriented Knowledge Management for Learning Software Organizations. In: (Gaines et al., 1999).
- Maus, H.: Workflow context as a means for intelligent information support, *In CONTEXT '01: 3rd Int. Conf. on Modeling and Using Context, July 27-30, 2001, Dundee Scotland, 2001*
- Müller, H.-J., Abecker, A., Hinkelmann, K., Maus, H. (Eds.): *WM 2001-Workshop „Geschäftsprozeßorientiertes Wissensmanagement“*, Baden-Baden, DFKI Document-01-02, 2001.
- O'Leary, D.: Using AI in Knowledge Management: Knowledge Bases and Ontologies, *IEEE Intelligent Systems*, May/June, pp 34 – 39, 1998.
- Omelayenko, B.: Learning of Ontologies for the Web: the Analysis of Existent Approaches, *In: Proc. of the Int. Workshop on Web Dynamics, held in conj. with the 8th Int. Conf. on Database Theory (ICDT'01), London, UK.*
- Reimer, U. (Ed.): *PAKM-2000, 3rd Int. Conf. on Practical Aspects of Knowledge Management, 2000*
- Reimer, U., Margelisch, A., Novotny, B., Vetterli, T.: EULE2: A Knowledge-Based System for Supporting Office Work, *ACM SIGGROUP Bulletin*, 19(1), 1998.
- Reimer, U., Novotny, B., Staudt, M.: Micro-Modeling of Business Processes for Just-in-Time Knowledge Delivery. In: R. Roy (Ed.): *Industrial Knowledge Management: A Micro-Level Approach*. London: Springer, 2001.
- Rupprecht, C., Fünffinger, M., Knublauch, H., Rose, T.: Capture and Dissemination of Experience about the Construction of Engineering Processes. *In: Proc. of the 12th Conference on Advanced Information Systems Engineering (CaiSE\*00), Stockholm, Sweden, pp. 294-30, 2000.*
- Schäfer, R., Müller, M.E., Macskassy, S.A. (Eds.): *Proc. of the UM2001 Workshop on Machine Learning for User Modeling*, <http://www.dfki.de/~rafer/um01-ml4um-ww/proceedings.html>, 2001.
- Schmalhofer, F., & van Elst, L.: An Oligo-Agents System with Shared Responsibilities for Knowledge Management. In: D. Fensel, & R. Studer (Eds.) *Knowledge Acquisition, Modeling and Management, Proc. of the 11th European Workshop, EKAW '99*, pp. 379-384, Springer: Berlin, Heidelberg, New York, 1999.
- Sintek, M., Tschaitchian, B., Abecker, A., Bernardi, A., Müller, H.-J.: Using Ontologies for Advanced Information Access, In: John Domingue (ed.) *PAKeM 2000, 3rd Int. Conf. and Exhibition on The Practical Application of Knowledge Management*, Manchester, UK, 2000.
- Schwarz, S., Abecker, A., Maus, H., Sintek, M.: Anforderungen an die Workflow-Unterstützung für wissensintensive Geschäftsprozesse, In (Müller et al., 2001).
- Staab, S., Schnurr, H.-P.: Smart Task Support Through Proactive Access to Organizational Memory, *Knowledge-Based Systems, Elsevier*, 13(5), pp. 251-260, 2000.
- Vassileva, J.: A task-centered approach for user-modeling in a hypermedia office documentation system, *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 6, pp. 185-223, 1996.
- Wargitsch, C., Wewers, Th., Theisinger, F.: An Organizational-Memory-Based Approach for an Evolutionary Workflow Management System – Concepts and Implementation, *HICCS 31, Vol. 1, pp. 174-183.*, 1998.

**Kontaktadresse:**

Forschungsbereich Wissensmanagement

Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI) Kaiserslautern

Postfach 2080, D-67608 Kaiserslautern

E-Mail: [vorname.nachname@dfki.uni-kl.de](mailto:vorname.nachname@dfki.uni-kl.de)



Die Autoren gehören zum Forschungsbereich Wissensmanagement am DFKI in Kaiserslautern, der von Prof. Dr. Andreas Dengel geleitet wird. Basierend auf Erfahrungen in den Gebieten Dokumentanalyse und technische Expertensysteme entwickeln sie Systeme und Methoden für eine IT-Unterstützung des Wissensmanagements. Von links: Andreas Dengel, Andreas Abecker, Ansgar Bernardi, Ludger van Elst, Heiko Maus, Sven Schwarz, Michael Sintek.

Draft