

February 1999

Unterstützung des Wissensmanagements durch Informations- und Kommunikationstechnologie

Thorsten Wolf

SAP AG, Walldorf/Baden, thorsten.wolf@sap-ag.de

Stefan Decker

Universität TH Karlsruhe, stefan.decker@aifb.uni-karlsruhe.de

Andreas Abecker

Universität Kaiserslautern, DFKI GmbH, andreas.abecker@dfki.uni-kl.de

Follow this and additional works at: <http://aisel.aisnet.org/wi1999>

Recommended Citation

Wolf, Thorsten; Decker, Stefan; and Abecker, Andreas, "Unterstützung des Wissensmanagements durch Informations- und Kommunikationstechnologie" (1999). *Wirtschaftsinformatik Proceedings 1999*. 39.

<http://aisel.aisnet.org/wi1999/39>

This material is brought to you by the Wirtschaftsinformatik at AIS Electronic Library (AISeL). It has been accepted for inclusion in Wirtschaftsinformatik Proceedings 1999 by an authorized administrator of AIS Electronic Library (AISeL). For more information, please contact elibrary@aisnet.org.

Unterstützung des Wissensmanagements durch Informations- und Kommunikationstechnologie

Thorsten Wolf

SAP AG, Walldorf/Baden (thorsten.wolf@sap-ag.de)

Stefan Decker

Universität TH Karlsruhe (stefan.decker@aifb.uni-karlsruhe.de)

Andreas Abecker

Universität Kaiserslautern, DFKI GmbH (andreas.abecker@dfki.uni-kl.de)

Inhalt

- 1 Einführung**
- 2 Der Wissensbegriff als Ausgangspunkt**
 - 2.1 Wissen aus der Sicht der Semiotik
 - 2.2 Der Wissensbegriff nach Nonaka & Takeuchi
 - 2.3 Eine erste Synthese aus Sicht der IKT-Unterstützung
- 3 Gestaltungsdimensionen des Wissensmanagements**
- 4 Prozeßelemente des Wissensmanagements**
- 5 Integrative Sicht: der Knowledge Management Cube**
- 6 Basistechniken zur Unterstützung des Wissensmanagements**
 - 6.1 Groupware
 - 6.2 Data Warehouse und Knowledge Discovery in Databases
 - 6.3 Semantische Suche in Internet und Intranet
- 7 Zusammenfassung**

Abstract

Im Gegensatz zu vielen aktuellen Arbeiten zum Wissensmanagement (WM), die einseitig technologische oder Management-Aspekte beleuchten, versuchen wir eine ganzheitliche Sichtweise auf das Thema zu etablieren. Wir skizzieren wesentliche begriffliche Grundlagen, Gestaltungsdimensionen und Prozeßschritte und leiten daraus Anforderungen für die technische Unterstützung ab. Ein dreidimensionales Referenzmodell erlaubt eine umfassende Sicht auf die Thematik und die Klassifikation einzelner Ansätze. Wir stellen innovative IKT-Verfahren vor, deren Integration ein Ausgangspunkt für die nächste Generation von Wissensmanagement-Software sein kann und geben Hinweise auf mögliche Entwicklungsrichtungen.

1 Einführung

Globalisierung und Fusionen, Deregulierung und Privatisierung von Märkten, Verkürzung von Innovations- und Produktlebenszyklen sind die Trends der letzten Jahre. Ein immer stärker werdender Kosten- und Wettbewerbsdruck zwingt die Unternehmen zu neuen, innovativen Lösungsansätzen für die Herausforderungen der Zukunft. Wissensmanagement (Wiig, 1997), als ebenso diffuses, wie vom Anspruch her überzeugendes und notwendiges Konzept, wird allerorten als wichtiger Beitrag gesehen. Die Operationalisierung und Umsetzung in die betriebliche Praxis lassen dabei aber noch zu wünschen übrig.

Es gibt viele überzeugende abstrakte Definitionen für Wissensmanagement, z.B. von (Davenport, 1998), der den Prozeßgedanken und die daraus resultierende Wertschöpfung betont: „*Knowledge Management is a formal, structured initiative to improve the creation, distribution, or use of knowledge in an organization. It is a formal process of turning corporate knowledge into corporate value*“. Allerdings sagen solche Definitionen nichts über die praktische Umsetzung, geschweige denn über Unterstützungsmöglichkeiten durch Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT). Empirische Untersuchungen (Davenport *et al.*, 1996; Bullinger *et al.*, 1997) zeigen, daß Wissensmanagement in der Praxis häufig durch sehr einfache konventionelle IKT wie Datenbanken, E-Mail-Systeme oder Workflow-Einführung unterstützt wird.

Wenn nun schon solch einfache technische Lösungen für die Praxis auszureichen scheinen, wirft dies natürlich die Frage auf, ob Wissensmanagement denn überhaupt ein *Forschungsthema* für die (Wirtschafts-)Informatik ist. In diesem Aufsatz nähern wir uns einer Antwort von zwei Richtungen: einerseits umreißen wir die ganzheitlichen Aspekte als wesentliches Charakteristikum des Wissensmanagements (Kapitel 2,3,4). Diese implizieren, daß auch im Falle

simpler IKT-Unterstützung naive Vorgehensweisen bei der Umsetzung nicht greifen. Stattdessen ist die interdisziplinäre Qualifikation des Wirtschaftsinformatikers gefragt, der umfassende Lösungen in die komplexe betriebliche Wirklichkeit einfügt. Ein dreidimensionales Referenzmodell (Kapitel 5) zeigt auf, welche Faktoren dabei zu berücksichtigen sind. Zum anderen leiten wir ab, daß wirkliche *Wissensmanagement-Systeme*, die diesen Namen verdienen, komplexe Fragestellungen beantworten, die durchaus noch Grundlagenforschung erfordern (Kapitel 2, 6). Dazu stellen wir einige Basistechniken aus verschiedenen Bereichen vor, die schon einen gewissen „Reifegrad“ für den praktischen Einsatz erlangt haben. Es sind dies Groupware und Data Warehouses (Kapitel 6.1, 6.2), die schon heute sehr häufig eingesetzt werden, sowie semantische Suche in Dokumentbeständen, wo wir mittelfristig große Nutzenpotentiale sehen (Kapitel 6.3). Eine vollständige Auflistung relevanter Basistechniken ist aufgrund der Vielzahl in Frage kommender Gebiete auf begrenztem Raum schon kaum mehr möglich. Interessante Hinweise gibt es bei (Liebowitz & Wilcox, 1997), welche klassische wissensbasierte Techniken mit dem Prozeßgedanken des Wissensmanagements verknüpfen, oder bei (Borghoff & Pareschi, 1998), die innovativere Groupware und Archivsysteme vorstellen. (Silverman & Owens, 1996) schließlich geben eine Reihe interessanter Anregungen für den Einsatz intelligenter Agenten in einer zukünftigen betrieblichen Informationsinfrastruktur. All diese Papiere beschreiben jedoch noch überwiegend Forschungsprototypen und laufende Projekte, so daß die drei hier vorgestellten Themenkreise als mit am praxisnächsten angesehen werden können. Wir werden in den Teilkapiteln jeweils versuchen aufzuzeigen, wo sich noch Erweiterungsmöglichkeiten ergeben.

Die Wissensmanagement-Systeme der nächsten Generation sehen wir in der anwendungsgetriebenen Integration von Basistechniken (s. auch Kapitel 7). Als Ausgangspunkt unserer Überlegungen wollen wir zunächst den Wissensbegriff etwas beleuchten und dann Elemente des Wissensmanagements vorstellen.

2 Der Wissensbegriff als Ausgangspunkt

2.1 Wissen aus der Sicht der Semiotik

In der Philosophie, der Betriebswirtschaftslehre und anderen Disziplinen gibt es eine Fülle von Arbeiten, die sich mit dem Wissensbegriff und verwandten Konzepten auseinandersetzen (siehe z.B. Albrecht, 1993 oder Kleinhaus, 1989). Um Gestaltungshinweise für die Auslegung zukünftiger „Wissenssysteme“ zu bekommen, legen wir unseren Betrachtungen die Wissenspyramide aus Abb. 1 (nach Aamodt & Nygård, 1995) zugrunde, wie sie z.B. in der Künstlichen Intelligenz (KI) benutzt wird, um das Verständnis der Unterschiede zwischen

Datenbanken, Informationssystemen und Wissensbasierten Systemen bzw. Wissensbanken zu fördern.

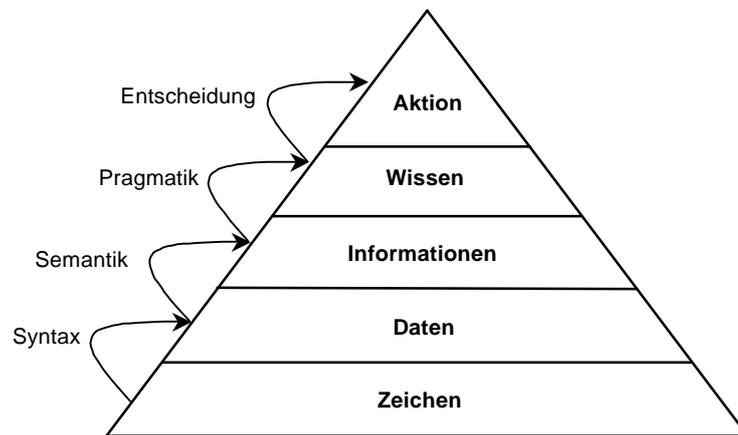


Abbildung 1: Die Wissenspyramide nach (Aamodt & Nygård, 1995)

Die Grundlage bildet hierbei die Semiotik, die Theorie der Zeichen, mit ihren drei Dimensionen Syntax, Semantik und Pragmatik. Bei der Repräsentation von Daten, Informationen und Wissen in Computersystemen findet man im allgemeinen keine Unterschiede der Darstellung, es werden immer Zeichen gespeichert und verarbeitet. Erst das In-Beziehung-Setzen der Zeichen durch Syntax, Semantik und Pragmatik führt zur Unterscheidung. Die Zahl „100“ ist ein abstraktes Datum und hat eine Syntax, etwa „Zahlen dürfen nur Ziffern, ein Komma und ein Vorzeichen enthalten“. Daten haben keine Bedeutung, erst das Hinzufügen der Semantik stellt die Beziehung zur Realität her. Aus dem Datum „100“ wird beispielsweise durch Hinzufügen einer Geschwindigkeitseinheit die Information „100 km/h“, die Syntax und Semantik beinhaltet, entstanden durch Interpretation von Daten. Die Information allein befähigt Menschen oder Benutzer aber noch nicht, zu handeln. Erst durch die Pragmatik als dritte Dimension entsteht Wissen, das zweckgebunden ist und zu Entscheidungen und Aktionen führt. Im Beispiel würde das Erkennen der Information „100 km/h“ auf dem Tachometer seines Autos und die Wahrnehmung eines Ortseingangsschildes den Fahrer zu der Entscheidung bringen, die Geschwindigkeit zu reduzieren. In Anlehnung an (Aamodt & Nygård, 1995) erhalten wir die Wissenspyramide in Abb. 1. An der Spitze steht die Aktion als Ergebnis der Interpretation von Daten, Lernen der entstandenen Information und Anwenden des Wissens in Entscheidungen. Um auf die oben angesprochene Abgrenzung von Computersystemen zurückzukommen, kann festgehalten werden, daß sie sich nicht in der eigentlichen Repräsentation der Daten unterscheiden, sondern wie und von wem sie zu welchem Zweck genutzt werden.

Für die Gestaltung von Unterstützungssystemen für das Wissensmanagement erhalten wir durch diese Betrachtungen erste Hinweise: Wissen ist komplex, denn es „spricht über“ Daten und Information; Wissen ist aufgabenbezogen und handlungsorientiert; Wissen ist kontextgebunden. Die Künstliche Intelligenz erfaßt solche Eigenschaften durch komplexe Repräsentationsformalismen. Dies wiederum führt zu engen Kompetenzgrenzen und hohen Aufbau- und Wartungskosten für wissensbasierte Systeme. Daher sind viele aktuelle Wissensmanagement-Ansätze eher „dokumentorientiert“: Wissen bleibt in informellen Darstellungen wie Texten oder Skizzen, starke formale Modelle werden nur für stabile und wichtige Sachverhalte erstellt, technisch gesehen häufig für Archivorganisation und -zugriff sowie für die Aufgabenanbindung (z.B. automatische Anfragen an ein Archiv aus einem Workflow heraus). Die Interpretation informeller Darstellungen verbleibt beim Menschen, den intelligente Assistenzsysteme durch eine verfeinerte Informationslogistik unterstützen. Um diese sinnvoll zu ermöglichen, ergibt sich die kontext-angereicherte Archivierung von Dokumenten und Artefakten als interessantes Forschungsziel. Während wir in diesen Bereichen zwar noch wesentliches Forschungspotential sehen, sind in der Tat schon heute die meisten marktgängigen Systeme, die unter dem Markenzeichen Wissensmanagement firmieren, tatsächlich mehr oder weniger komfortable Dokumentenverwaltungs-, Information Retrieval-, Intranet-Aufbau- oder Internetrecherche-Systeme, wie z.B. das Verity-Toolkit, das DOCSFulcrum System von Fulcrum Technologies Inc., die Erfahrungsdatenbank der USU AG, der KNOWLEDGER von Knowledge Associates Ltd., der Intraspect Knowledge Server oder die Toolsuite von Autonomy Inc., um nur einige zu nennen.

2.2 Der Wissensbegriff nach Nonaka & Takeuchi

Neben dem fundamental analytischen Herangehen aus der Sicht der Semiotik ist es zur Klärung des Wissensbegriffs auch häufig nützlich, komplementäre Begriffspaare zu betrachten. Die vielleicht wichtigste Unterscheidung ist die von (Nonaka & Takeuchi, 1997) intensiv diskutierte Beziehung zwischen implizitem und explizitem Wissen.

Implizites Wissen läßt sich nur unvollständig formalisieren, ist schwer kommunizierbar und teilbar. Es ist in den Köpfen einzelner Individuen gespeichert (*embodied knowledge*) und beinhaltet sowohl kognitive Elemente wie subjektive Einsichten, Wahrnehmungen, Intuition, Erfahrung, Gefühle, Wertvorstellungen und Ideale als auch eine technische Komponente. Diese repräsentiert das Know-how, das technische Können, Fähigkeiten und Kompetenzen, die zur Erfüllung von Aufgaben notwendig sind, welche aber nicht oder nur unvollständig beschreibbar sind (siehe auch Rehäuser & Krcmar, 1996; S.6f und Bullinger *et al.*, 1997; S. 8).

„Explizites Wissen ist beschreibbares, formalisierbares, zeitlich stabiles Wissen, welches standardisiert, strukturiert und methodisch in sprachlicher Form in

Dokumentationen, Datenbanken, Patenten, Produktbeschreibungen, Formeln, aber auch in Systemen, Prozessen oder Technologien angelegt werden kann.” (Bullinger *et al.*, 1997; S. 8). Es ist außerhalb der Köpfe einzelner Personen in Medien gespeichert (*disembodied knowledge*) und kann mittels Computersystemen verarbeitet, übertragen und gespeichert werden (Rehäuser & Krcmar, 1996; S. 7).

Nach Nonaka & Takeuchi (Nonaka & Takeuchi, 1997; S. 74ff) können beide Wissensformen (zumindest partiell) ineinander überführt werden. Dies ist vor allem wichtig, wenn implizites Wissen in einer recherchierbaren Form gespeichert werden soll. Abb. 2 zeigt die vier Möglichkeiten der Wissensumwandlung.

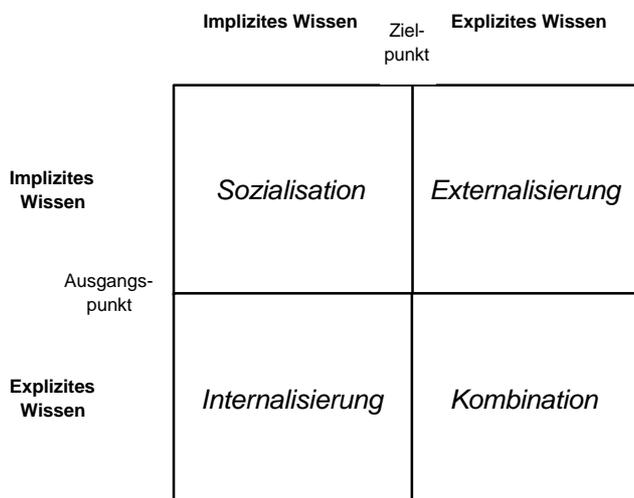


Abbildung 2: Vier Formen der Wissensumwandlung nach Nonaka & Takeuchi

Aus diesen Bemerkungen ergibt sich für die Gestaltung von IKT-Unterstützungssystemen zuerst einmal die nicht selbstverständliche Implikation, daß IKT überhaupt einen nennenswerten Beitrag liefern kann, nämlich überall dort, wo es um explizites Wissen geht. Als Komplikation kommt allerdings hinzu, daß man anders als in einer naiven Herangehensweise nicht von einer unimedialen Darstellungsform und voneinander unabhängigen Inhalten diverser Speicher- und Archivsysteme ausgehen kann. Im Gegenteil ergibt sich gerade aus dem Zusammenwirken verschiedener Wissensarten und gespeicherter Dokumente und Artefakte die wirkliche Wissensqualität: Skizzen werden im Kontext ihrer Entstehungsdiskussion sinntragend, Kritik an Vorgehensweisen auf der Basis der konkret gescheiterten Geschäftsprozeßinstanz nachvollziehbar, technische Dokumentation und Richtlinien erst interessant, wenn man sich mit dem betroffenen Werkstück unter einem bestimmten Verarbeitungsaspekt beschäftigt.

Die synergetische Zusammenschau multimedialer Wissensdokumente und die kontextgebundene Ablage und Nutzung sind im allgemeinen Fall ungelöste Probleme.

2.3 Eine erste Synthese aus Sicht der IKT-Unterstützung

Ausgehend von Nonaka und Takeuchi skizziert Abb. 3 unseren Ansatz der umfassenderen IKT-Unterstützung: Wissensmanagement bleibt primär eine Aufgabe des Managements auf der Ebene der Mitarbeiter eines Unternehmens. Überall dort, wo Wissen externalisiert wird, kann IKT greifen: bei der Kommunikation und Kollaboration in Form von Groupware (s. 6.1) über *räumliche* Grenzen hinweg und durch Entwicklung eines Archivs über *zeitliche* Grenzen hinweg. Technische Herausforderung für Wissensmanagement-Support der nächsten Generation ist die Integration beider Sichten: Kommunikation und Kollaboration können Abfrage- und Speicherkontext für das Archiv liefern, welches kontextangereicherte multimediale Dokumente verwaltet und wissensintensives semantisches Retrieval (s. 6.3) bereitstellt. Im Vollausbau würde das Unterstützungssystem weitere asynchrone Wissenserwerbsmechanismen unterhalten, z.B. Data-Mining (s. 6.2), Dokumentanalyse- oder Internetrecherche-Agenten, die kontinuierliche Wissensströme in das elektronische Unternehmensgedächtnis liefern.

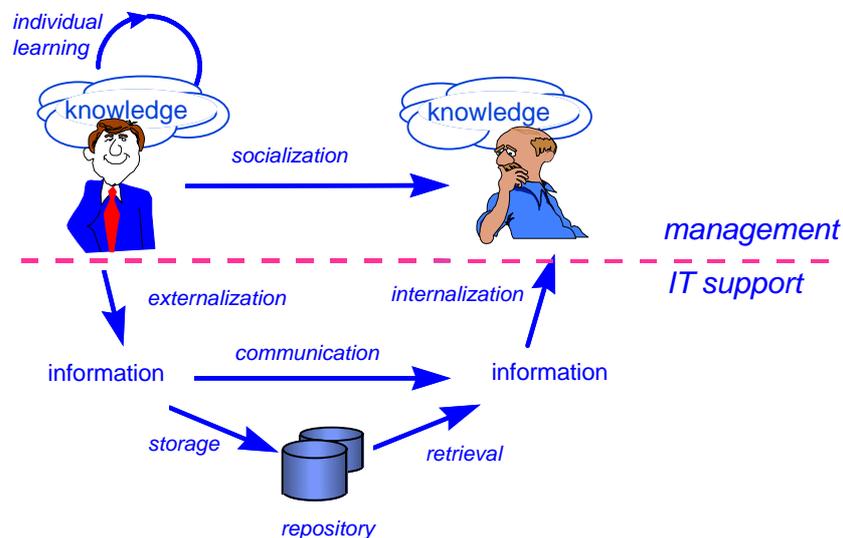


Abbildung 3: Zur Rolle von IKT bei der Wissensmanagement-Unterstützung

All diese technischen Konzeptionen sind aber nur sinnvoll innerhalb eines wohlverstandenen betrieblichen Gesamtumfelds. Hiermit wollen wir uns in den fol-

genden Kapiteln beschäftigen, bevor wir auf einzelne Basistechnologien eingehen.

3 Gestaltungsdimensionen des Wissensmanagements

Wesentliches Charakteristikum des Wissensmanagements ist eine ganzheitliche Sicht bei der Betrachtung der betrieblichen Interventionsebenen. Das in Abb. 4 gezeigte 3-Säulen-Modell stellt die Gestaltungsdimensionen eines umfassenden Wissensmanagements dar, welches in der Literatur des öfteren zur Veranschaulichung herangezogen wird (siehe Albrecht, 1993; S. 227; Schneider, 1996; S. 36; Bullinger *et al.*, 1997; S. 9). Alle Wissensmanagementaktivitäten müssen von den Bausteinen Organisation, Menschen und Technologie, die in eine adäquate Unternehmenskultur eingebettet sind, getragen werden. Jede Bemühung, Wissen in einem Unternehmen erfolgreich zu managen, wird ihre charakteristische Ausprägung aufweisen, die je nach Zielsetzung unterschiedliches Gewicht auf die einzelnen Säulen legt. Wird ein WM-System implementiert, welches sich nur auf eine Dimension stützt, etwa die Konzentration auf eine Intranetlösung, ohne die anderen zu berücksichtigen, so führt dies nicht zum Erfolg, das „Wissensmanagementgebäude“ stürzt ein.

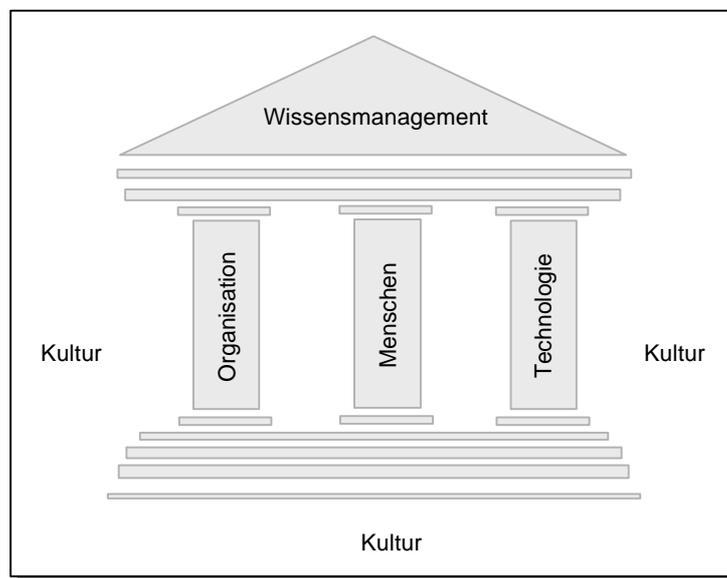


Abbildung 4: Die Säulen des Wissensmanagements

Organisation

Unter diesen Begriff fallen alle Maßnahmen und Tätigkeiten, bei denen Prozesse, Strukturen, die Aufbau- und Ablauforganisation einer Unternehmung eine Rolle spielen. Strukturen und Prozesse im Kontext eines ganzheitlichen Wissensmanagements sind so zu gestalten, daß eine eindeutige Zuordnung von Aufgabe, Verantwortung und Kompetenz innerhalb des Unternehmens erfolgen kann. Davenport fordert den Einsatz von Wissensmanagern, deren Aufgabe die Sammlung und Kategorisierung von Wissen ist, die Etablierung wissensorientierter Informationstechnologie und die Überwachung und Steuerung der Wissensnutzung. Dabei reicht es nicht, das Thema einseitig im Personal- oder Informatikbereich zu verankern, sondern es bedarf neuer Funktionen in Stab und Linie, welche die Wissensmanagementprozesse gezielt unterstützen. In Anlehnung an (Probst *et al.*,1997; S. 358ff) seien nachfolgend einige neue Managementrollen vorgestellt, die heute schon oder in naher Zukunft an Bedeutung gewinnen werden.

1. *Chief Knowledge Officer (CKO)*

Der CKO hat die Hauptaufgabe, die organisationale Wissensbasis zu gestalten, zu lenken und zu entwickeln. Er soll die Gesamtorganisation bezüglich der Ressource Wissen sensibilisieren und mobilisieren und trägt die Verantwortung für ihren effektiven und effizienten Einsatz.

2. *Knowledge Broker*

Wissensmakler nutzen vor allem die neuen Kommunikationstechnologien wie Intranet und Internet zur Informationsbeschaffung. Ein Knowledge Broker muß sehr viel Metawissen besitzen, d. h. er muß wissen, wo angefordertes Wissen zu finden ist, um schnell darauf zugreifen und es zur Verfügung stellen zu können (Schneider, 1996; S. 201).

3. *Competence Field Manager*

Dieser Funktion obliegt die Gestaltung, Lenkung und Entwicklung eines Kompetenzfeldes, d. h. eines besonders wichtigen Wissensbereiches. Der Competence Field Manager hat die Aufgabe, die internen Experten eines Kompetenzfeldes zu vernetzen und die Expertise, die intern und extern zum Thema vorhanden ist, zu sammeln und zu verdichten. Zudem ist er für die Pflege der Infrastruktur des Kompetenzfeldes zuständig.

4. *Boundary Spanner*

Der „Brückenbauer“ verbindet die einzelnen Kompetenzfelder und spürt neue, ungenutzte Wissensbestände auf, die an die entsprechenden Competence Field Manager delegiert werden. Durch ihre interfunktionalen und interdisziplinären Beziehungen sind die Boundary Spanner die idealen und zentralen Wissensträger für bereichsübergreifende Fragestellungen und stellen einen kompetenten Ansprechpartner für die interne und externe Kontaktvermittlung dar.

Bis dato hat man sich noch keine Gedanken darüber gemacht, inwiefern man sich bei der Gestaltung von IKT-Unterstützung explizit auf solche Rollen stützen kann. Dies birgt aber offensichtlich einen interessanten neuen Ansatzpunkt.

Menschen

In einem Unternehmen müssen Voraussetzungen geschaffen werden, die den Wissensaustausch zwischen Mitarbeitern, Abteilungen oder Bereichen fördern, und es muß ein Bewußtsein entstehen, wie wichtig der effektive und effiziente Einsatz des Produktionsfaktors Wissen für den individuellen und den Unternehmenserfolg ist. Das Umfeld von Wissensarbeitern braucht also eine neue Struktur, etwa flache Hierarchien oder Kompetenzverlagerung vom Management hin zum Knowledge Worker, der durch seine Expertise auf einem Spezialgebiet Entscheidungen fundierter treffen kann als die entsprechende Führungskraft. Hierbei wird deutlich, wie groß die Abhängigkeit zwischen Organisation und Menschen bei einer ganzheitlichen Betrachtung von Wissensmanagement ist.

Technologie

Technologie steht synonym für Informationstechnologie, Kommunikationstechnologie und daran angrenzende Fachgebiete. Den Bezug zum vorherigen Abschnitt veranschaulicht Davenport: „*Effective Management of knowledge requires hybrid solutions of people and technology.*“ Es gibt Dinge, die Menschen sehr gut beherrschen. Andere Dinge werden besser von Computern erledigt. Lautet die Aufgabe, Wissen zu verstehen, vor einem breiteren Kontext zu interpretieren, mit anderen Informationen zu kombinieren oder unstrukturiertes Wissen zu verdichten, so kommen die Stärken des Menschen zum Tragen. Informations- und Kommunikationssysteme sind besser geeignet zur Gewinnung, Transformation, Speicherung und Verteilung von strukturiertem Wissen, besonders wenn es sich in kurzer Zeit stark verändert. Bei der Erledigung von Routinefunktionen wie Suchen oder Sortieren sind sie dem Menschen natürlich weit überlegen. Bei der Bearbeitung von wenig strukturiertem Material werden Computersysteme zwar immer leistungsfähiger, jedoch nutzen die wenigsten Personen diese Funktionalität, wenn sie sich ein umfassendes Bild über eine bestimmte Wissensdomäne auch durch menschliche Kommunikation verschaffen können. Informationssysteme machen nur dann Sinn, wenn sie auch genutzt werden, und die Nutzer sind letztendlich Menschen, die es zu motivieren gilt. Besonders die Eingabe von eigenem Wissen in Datenbanken ist einerseits mit Aufwand verbunden, andererseits können beliebige Personen darauf zugreifen, was die eigene Vormachtstellung als Experte schmälern kann. Der Ursprung von Wissensmanagement war durch die Trennung von technikorientierten und humanorientierten Auffassungen geprägt (Schneider, 1996; S. 187f). Die technische Seite, oft mit dem Schlagwort *enabling technology* charakterisiert, ermöglicht erst die effektive und effiziente Wissensprozeßgestaltung.

stellen den Prozeßgedanken in den Vordergrund, mit den einzelnen Moduln als Teilprozesse. Jeder Baustein enthält organisatorische, humanorientierte und technische Aspekte, die jeweils einer Säule zuzuordnen sind. Durch die Kombination der beiden Konzepte wird ein 2-dimensionales Zwischenmodell erstellt, welches diese Zusammenhänge kombinieren soll. Die bei jeder Managementaktivität vorhandenen drei Zielebenen, die generische, strategische und operative Aktivitäten steuern, und sich sowohl auf Organisation, Menschen und Technologie, als auch auf die Bausteine des Wissensmanagements auswirken, stellen die dritte Dimension eines ganzheitlichen Wissensmanagements dar. Das aus der Kombination synthetisierte 3-dimensionale Modell, der Knowledge Management Cube (KMC), wird in Abb. 6 illustriert.

Jede Anstrengung zum Aufbau eines ganzheitlichen Wissensmanagements kann mittels des KMC-Modells abgebildet werden, jedoch erst die Einbettung in eine adäquate Unternehmenskultur erweckt den Knowledge Management Cube zum Leben. Soll beispielsweise eine Intranetanwendung implementiert werden, die alle Mitarbeiter eines Entwicklungsbereiches mit ihrer Expertise in einer graphischen Baumstruktur darstellen soll und die von den Betroffenen selbst gepflegt wird, so werden alle drei Dimensionen des KMC einbezogen. Das Projekt betrifft die Struktur der Aufbauorganisation dieses Entwicklungsbereiches, die Mitarbeiter desselben und nutzt die Technologie eines Intranets. Vor allem der Wissensidentifikationsbaustein kommt hierbei zum Tragen, allerdings werden auch Wissenszielsetzung, Wissensbewertung oder die Wissensbewahrung in Form der Speicherung des kreierte Metawissens tangiert. Das Projekt muß sich in die generische und strategische Stoßrichtung des Unternehmens integrieren lassen, der operative Managementaspekt, angefangen bei den Projektzielen bis hin zum Controlling, bestimmt über Erfolg oder Mißerfolg. Auf diese Art lassen sich bei der Einführung bzw. in den nachfolgenden Phasen eines ganzheitlichen Wissensmanagements sämtliche Facetten kategorisieren und sämtliche Schnittstellen definieren. Dies hilft, Aktionen besser zu planen, Versäumnisse zu vermeiden und den Verantwortlichen bei der Gestaltung komplexer Wissensmanagementsysteme die Übersicht zu bewahren.

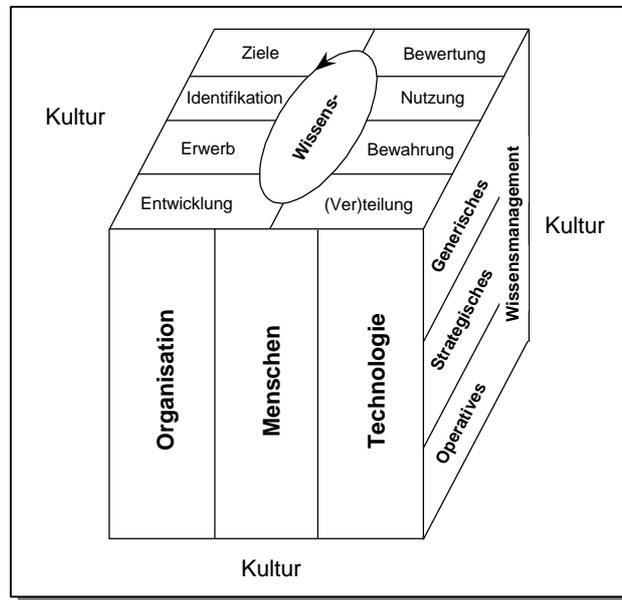


Abbildung 6: Der Knowledge Management Cube

6 Basistechniken zur Unterstützung des Wissensmanagements

In diesem Kapitel skizzieren wir drei wesentliche Basistechniken für IKT-Support des Wissensmanagements mit ihren Beiträgen und Entwicklungsmöglichkeiten.

6.1 Groupware

Der Begriff *Groupware* entstand Anfang der achtziger Jahre (Wagner, 1995) für eine Software, die Teamarbeit elektronisch unterstützt. Groupware entwickelte sich zunehmend über das eigentliche Softwareprodukt hinaus zu einem Konzept mit universeller Bedeutung für Gruppenarbeit und allgemeine Organisation. Synonym zu Groupware werden oft andere Begriffe benutzt, wobei sich vor allem *computer-supported cooperative work* (CSCW), *workgroup computing* und *workflow automation* durchgesetzt haben. Der Groupware-Begriff hat sowohl technologieorientierte als auch konzeptionelle Facetten. Diese zweite Komponente stellt das wirklich Neue dar: das gemeinsame Arbeiten von Menschen miteinander wird durch die eher einfachen Softwarekomponenten von Groupware unterstützt, um Synergieeffekte zu ermöglichen.

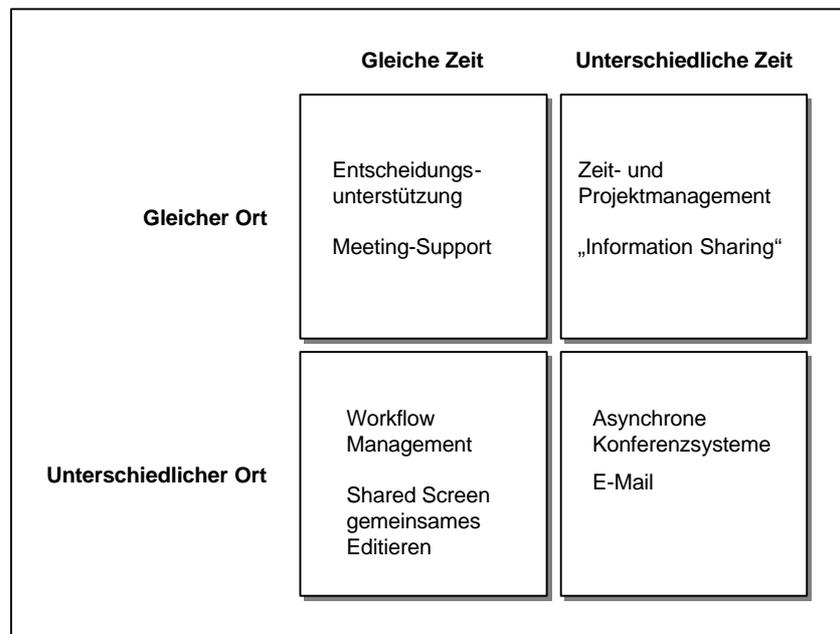


Abbildung 7: Dimensionen von Groupware

Nach (Dier & Lautenbacher, 1994; S. 27) sollte Groupware die folgenden drei Anforderungen erfüllen:

1. expliziter Gruppenbezug
2. elektronische Kommunikationsmöglichkeiten
3. Informationsmanagementfunktionen

Somit fallen Dinge wie Telefon, Textverarbeitungsprogramme oder Netzwerksoftware durch das Raster. Groupware schafft es, Gruppenarbeit weitestgehend unabhängig von Raum und Zeit zu ermöglichen. Hierbei lassen sich die vier möglichen Konstellationen wie in Abb. 7 (Wagner 1995; S. 74) darstellen. Die vorgenommene Unterteilung in vier Klassen impliziert eine Trennung der Gruppenarbeit unterstützenden Systeme. So besteht eine Groupware-Lösung immer aus verschiedenen Modulen, deren Zusammenwirken durch eine gemeinsame Datenbasis gewährleistet ist. Einige typische Vertreter von Groupware-Komponenten nach (Dier & Lautenbacher, 1994; S. 35ff) sind: gemeinsamer Datenbankzugriff, Workflow-Management, E-Mail, Zeit- und Ressourcenmanagement, gemeinsames Editieren. Für Wissensmanagement wird Groupware aus den folgenden Gründen interessant:

- Wissensintensive Probleme können häufig nur durch Gruppenarbeit gelöst werden (vgl. Conklin & Weil, 1997).

- Ein Groupware-System kann die Aufgabenanbindung für die kontextsensitive Wissensrecherche im Archivsystem leisten (Abecker *et al.*, 1998).
- Ein computerunterstützter Gruppenarbeitsprozeß kann in natürlicher Weise Metainformation zur kontextangereicherten Ablage von Dokumenten und Artefakten im Archiv liefern.

6.2 Data Warehouse und Knowledge Discovery in Databases

Der Begriff Data Warehouse (DWh) steht für ein Datenbankkonzept, welches in den letzten Jahren immer mehr an Popularität gewinnt. Hierbei werden aus vielen einzelnen Datenbanken einer Organisation relevante Informationen in eine neue Datenbank kopiert, um mittels dieses Datenpools schnelle Analysen durchzuführen. Prinzipiell gibt es zwei Möglichkeiten, einen integrierten Zugriff auf mehrere heterogene, verteilte Datenbanken zu realisieren:

1. Erst nach dem Abschicken einer Datenbankanfrage werden die einzelnen Informationsquellen bestimmt und die Ergebnisse nach Umwandlung und Filterung an den Benutzer zurückgegeben. Dieser komplexe Prozeß ist zeitaufwendig; zudem ist nicht sichergestellt, daß alle relevanten Informationsquellen zur gleichen Zeit zur Verfügung stehen.
2. Zur Laufzeit werden Informationen aus verschiedenen Datenquellen abgerufen, für regelmäßig wiederkehrende Fragestellungen umstrukturiert und im Zentrallager, dem Data Warehouse, gespeichert. Gestellte Anfragen können so sehr schnell beantwortet werden.

Bei den einzelnen Datenbanken handelt es sich meistens um operative Systeme, wie sie von Sachbearbeitern benutzt werden, etwa Buchhaltungs- oder Warenwirtschaftssysteme. Das DWh ist strategischer Natur und soll relevante Daten zur Entscheidungsunterstützung für das Management liefern. Abb. 8 zeigt die wichtigsten Unterschiede zwischen operativen und informationellen Systemen. Im Gegensatz zu operationalen Systemen, bei denen Daten *und* Prozesse eine Rolle spielen, stehen beim DWh die reinen Daten im Vordergrund, die für DSS-Analysen bzw. Manager wichtig sind (Erdmann, 1997).

Operative Systeme	Informationelle Systeme
<ul style="list-style-type: none"> ☞ schnelle Antwortzeit ☞ anwendungsorientiert ☞ aktuelle Daten ☞ detaillierte, primäre Daten ☞ häufige Änderungen ☞ dient täglicher Arbeit ☞ einheitliche, hohe Systembelastung ☞ redundanzfrei ☞ viele Transaktionen, geringes Datenvolumen 	<ul style="list-style-type: none"> ☞ hohe Speicherkapazität ☞ subjektorientiert ☞ historische Daten ☞ zusammengefaßte, abgeleitete Daten ☞ keine Updates ☞ dient Analyse, Managementaufgaben (DSS) ☞ keine einheitliche Systembelastung ☞ hohe Redundanz ☞ wenige Zugriffe mit hohem Datenvolumen

Abbildung 8: Unterschiede von operativen und informationellen Systemen

Im Data Warehouse werden die aus verschiedenen Quellen stammenden Daten vereinheitlicht und gespeichert. Hierbei liegt ein besonderes Augenmerk auf einheitlicher Kodierung und einem einheitlichen Datenformat, da bei operativen Datenquellen oft die gleichen Daten unter verschiedenen Namen abgelegt sind, gleiche Feldnamen für unterschiedliche Sachverhalte benutzt werden oder gleiche Sachverhalte auf unterschiedliche Weise kodiert sind. Die Inhalte eines DWh gleichen Snapshots (Momentaufnahmen) der operativen Systeme und bilden somit die historische Abfolge der Transaktionsdaten ab. Der Zeithorizont solch eines DWh ist mit 5-10 Jahren sehr viel größer als der von transaktionsbasierten Systemen. Abb. 9 (Inmon, 1996; S. 38) zeigt nochmals die Architektur einer DWh-Umgebung. Die Transformationsprogramme filtern die zu übernehmenden Daten nach Relevanz und integrieren die unterschiedlichen Quellen, sowohl interne als auch externe. Externe Daten sind nicht im Unternehmen entstanden und beinhalten beispielsweise Marktstudien, demographisches Material oder Aktienkurse, also zusätzliche entscheidungsrelevante Informationen.

Eines der wichtigsten Merkmale eines OLAP-Systems (On-Line Analytical Processing, das Front-End eines entscheidungsunterstützenden Systems, dessen Back-End das Data Warehouse darstellt) ist die multidimensionale Sichtweise auf die Daten. Schon bei einfachen Sachverhalten und Abfragen läßt sich dies erkennen, z. B. bei der Auswertung von Verkaufszahlen. Diese können nach unterschiedlichen Kriterien akkumuliert werden, wie nach Produkten (Produkteigenschaft, Produktkategorie, Industriezweig), Regionen (Stadt, Region, Land) oder

der Zeit (Tag, Monat, Jahr). Zudem ist die Kombination einzelner Dimensionen denkbar, wie Produktkategorie, Stadt und Monat. Bei der Arbeit mit OLAP können neue oder unerwartete Beziehungen zwischen den einzelnen Variablen entdeckt und somit neue Anregungen für das Management abgeleitet werden.

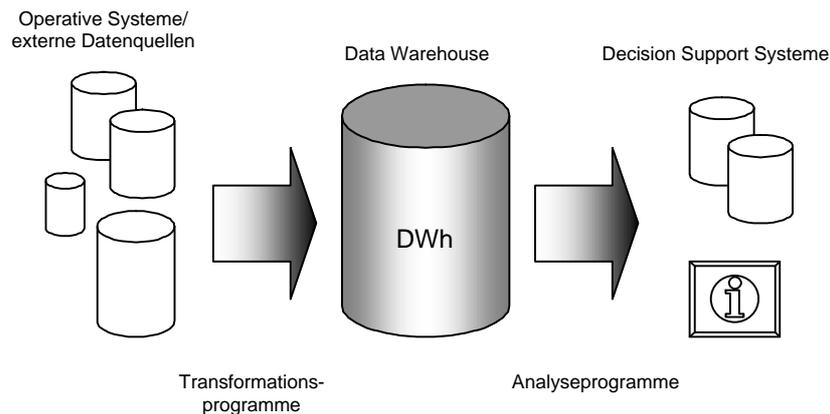


Abbildung 9: Architektur einer DWh-Umgebung

KDD (*knowledge discovery in databases*) bezeichnet die Wissensgewinnung aus Datenbanken: nicht Daten oder Informationen sollen gewonnen werden, sondern echtes Wissen. Wie OLAP benutzt KDD ein Data Warehouse als Datenbasis, geht aber bei der Auswertung der Daten über einfache Analyseverfahren hinaus. Der KDD-Prozeß dient zur Identifizierung von Mustern und Assoziationsregeln in der Datenbasis, um neue Erkenntnisse mit hohem Nutzenpotential zu gewinnen. Dieser Prozeß setzt sich aus fünf Schritten zusammen (Fayyad *et al.*, 1996; vgl. auch Matheus *et al.*, 1993):

1. Aufgabenanalyse,
2. Vorverarbeitung der Daten,
3. Data Mining, d.h. der eigentliche Musterextraktionsprozeß,
4. Nachbearbeitung,
5. Anwendung des gelernten Wissens.

Dem dritten Punkt kommt eine besondere Bedeutung zu, oft wird Data Mining sogar synonym für KDD verwendet. Hauptsächlich handelt es sich hierbei um Algorithmen, die Assoziationsregeln und wiederkehrende Muster erkennen. So könnte beispielsweise bei einer Warenkorbanalyse (Artikel, die Supermarktkunden zusammen einkaufen) festgestellt werden, daß in 55% der Fälle, in denen Käse gekauft wird, auch Weißbrot im Einkaufskorb landet.

Aus der Sicht des Wissensmanagements sind Data Warehouses mit OLAP und KDD-Komponenten also aus zweierlei Gründen von Interesse: zum einen schlagen sie den Bogen über die Abstraktionsebenen hinweg von Operativdaten bis zur Schaffung strategischen, aufgaben- und entscheidungsorientierten

Wissens; zum anderen bieten sie innovative Ansätze für den Baustein Wissenserwerb im Prozeßmodell des Wissensmanagements.

6.3 Semantische Suche in Internet und Intranet

Das World Wide Web (WWW) ist die größte Wissensbank, die je existiert hat (Fensel *et al.*, 1997). Diese riesige Anhäufung von Daten, Informationen und Wissen zu allen erdenklichen Themengebieten der Menschheit wächst mit rasanter Geschwindigkeit fast stündlich an. Um diese Flut an Informationen zu kanalisieren und aufzubereiten, bedarf es neuer Konzepte, die weit über einfache Suchfunktionen hinausgehen. Das gleiche gilt für Intranets, also „firmeninterne Internets“, welche durch einen Schutzmechanismus, den sog. Firewall, vor unerlaubten Zugriffen aus dem Internet geschützt werden. Steht dieses Intranet auch Personenkreisen außerhalb des Unternehmens zur Verfügung, etwa Kunden, Lieferanten oder Vertragshändlern, so wird es Extranet genannt. Der Gehalt an Wissen ist in Intranets und Extranets bei weitem nicht so groß wie im Internet. Allerdings sollte der Umfang eines solchen Firmen-Webs, besonders bei großen Konzernen, nicht unterschätzt werden. Auch hier sind neue Methoden der Informations(rück)gewinnung erforderlich. Der Vorteil eines Intranets gegenüber dem Internet ist vor allem in der Möglichkeit zu sehen, zusätzliche Informationen, etwa Metadaten oder Ontologien, in den einzelnen Web-Dokumenten mit abzulegen. In den folgenden Abschnitten werden nun Ansätze aufgezeigt, wie diese in WWW-basierten Netzwerken Funktionen eines Wissensmanagementsystems vereinfachen können.

Metadaten

Nach (Cathro, 1997) beschreiben Metadaten Informationsquellen und erleichtern damit Finden und Zugriff derselben. Angesichts des immensen Anstiegs der Informationsfülle im World Wide Web gewinnen Metadaten einen großen Stellenwert, da ohne Information über die gesuchten Informationen eine effektive Nutzung des Internets als Wissensquelle sehr schwierig wird. Die Suche im Internet mit Suchmaschinen ist heute von einem geringen Wiederauffindungsgrad und einer sehr schlechten Präzision geprägt. Aus diesem Grund ist es wesentlich für die effektive und effiziente Recherche in großen Datenbeständen, diese mittels Metadaten zu strukturieren. Dasselbe gilt analog natürlich in Intra- und Extranets.

Einen möglichen Ansatz stellt der Dublin Core Standard dar, welcher auf dem Warwick Framework, einer flexiblen Struktur zum Einbetten von Metadaten, basiert. Das Dublin Core Modell enthält 15 Kernelemente, welche eine Informationsquelle des WWW, etwa eine Text- oder Grafikdatei, näher beschreiben. So können allen Dokumenten Metadaten wie Titel, Autor, Thema, Beschreibung, Datum, Datenformat, Beziehungen zu anderen Dokumenten, usw. angehängt werden, die eine gezielte Suche mittels vordefinierter Suchmasken erlauben (vgl. http://purl.oclc.org/metadata/dublin_core).

Ontobroker & BSCW

Beim Ontobroker (Fensel *et al.*, 1997) und vielen verwandten Ansätzen werden Webdokumente durch zusätzliche Eintragungen erweitert, welche auf Ontologien verweisen. Der Begriff Ontologie ist in der Informatik definiert als „*an explicit specification of a conceptualisation*“ ((Gruber, 1995), vgl. auch (Heijst *et al.*, 1996)). Unter Konzeptualisierung wird die Charakterisierung bzw. Beschreibung von Konzepten und Beziehungen verstanden, die für einen bestimmten Anwendungsbereich relevant sind. Bei Ontobroker werden Ontologien eingesetzt, die einer Newsgroup im Internet ähneln. Eine Gruppe von Personen mit gleichen Interessen nutzt eine Ontologie, die es erlaubt, erstellte Web-Dokumente mit zusätzlichen Informationen zu versehen, die eine intelligente Suche mittels Werkzeugen wie Ontobroker ermöglicht. Im Prinzip geht es darum, außer Dokumentmetadaten eine konzise Beschreibung des Dokumentinhalts mittels der formalisierten Konzepte der Basisontologie (i.w. eines „intelligenten Katalogs“) anzugeben, so daß eine wissensbasierte Informationsrecherche unter Ausnutzung der *Katalogstruktur* und ggf. zusätzlich angebbaren *Hintergrundwissens* zur Suche gezielter auf Dokumente zugreifen kann.

Internet- und Intranet-Technologie stellt somit nicht nur eine wichtige Komponente zum Wissenserwerb dar, sondern auch eine Grundvoraussetzung für das effektive Wiederfinden bei Verteilung und Nutzung. Eine interessante Integrationsmöglichkeit ergibt sich mit dem bei der GMD in St. Augustin entwickelten *Basic Support for Cooperative Work* (BSCW) Projekt, welches komfortable Groupware-Funktionen und Dokumentverwaltungsfunktionalitäten technologisch auf die WWW-Basis stellt (Bentley *et al.*, 1997).

7 Zusammenfassung

Wir haben Begriffe und Themenkreise der Wissenmanagement-Diskussion dargestellt, um zu einem ganzheitlicheren Verständnis der Diskussion beizutragen. Der Knowledge Management Cube faßt die wesentlichen Dimensionen der Betrachtung zusammen und kann damit als abstraktes Referenzmodell zur Klassifikation von Lösungsbeiträgen und zum Abklopfen von Systemkonzeptionen auf ihre Vollständigkeit für die Wissensmanagement-Aufgabe dienen. Groupware, Data Warehouses mit intelligenten Datenanalysemethoden, sowie Methoden zur semantischen Organisation und Recherche von Wissensselementen auf der Basis von WWW-Technologie wurden als Basistechniken identifiziert, deren integrierte Nutzung eine neue Phase der Wissensmanagement-Unterstützung einleiten kann. Empirische Hinweise auf Chancen, realisierte Nutzenpotentiale und offene Fragen bei der technischen Unterstützung des Wissensmanagements haben wir durch eine bundesweite Untersuchung von Fallstudien gewonnen (s. Wolf, 1998 oder auch Kühn & Abecker, 1997) für einige ältere praktische Erfahrungen). Operative Lösungen auf der Basis einzelner der angesprochenen

Technologien gibt es bereits (z.B. Bernardi *et al.*, 1998). Das Konzept der integrierten Systeme ist Gegenstand aktueller Grundlagenforschung. Beispielsweise wird in (Abecker *et al.*, 1998) ein Systemkonzept für das Wissensmanagement beschrieben, das die aktive Bereitstellung von Informationen aus einem Archiv innerhalb eines laufenden Workflows, wissensintensive ontologiebasierte Informationsmodellierung heterogener Quellen und einen logikbasierten Information Retrieval-Ansatz kombiniert. Ziel weiterer Arbeiten ist die Konzeption einer agentenbasierten „Wissensmanagement-Middleware“, welche schwach strukturierte Workflows und persönliche Informationsassistenten, agentenbasierte Retrieval-Konzepte und agentenbasierte Mehrwertdienste zur Wissensentdeckung, -summarization, und -analyse interoperabel zur Verfügung stellt.

Literaturverzeichnis

- Aamodt, A./Nygård, M. (1995): Different roles and mutual dependencies of data, information and knowledge. *Data & Knowledge Engineering* 16, Elsevier, Holland 1995, 191-222.
- Abecker, A./Bernardi, A./Hinkelmann, K./Kühn, O./ Sintek, M (1998): Towards a Technology for Organizational Memories. *IEEE Intelligent Systems & Their Applications*, Vol. 13, No. 3, May/June 1998.
- Albrecht, F. (1993): *Strategisches Management der Unternehmensressource Wissen*. Verlag Peter Lang, Frankfurt am Main 1993.
- Bentley, R./Appelt, W./Busbach, U./Hinrichs, E./Kerr, D./Sikkel, K./Trevor, J./Woetzel, G. (1997): *Basic Support for Cooperative Work on the World Wide Web*. International Journal of Human Computer Studies. Academic Press, Cambridge 1997.
- Bernardi, A./Sintek, M./Abecker, A. (1998): Combining Artificial Intelligence, Database Technology, and Hypermedia for Intelligent Fault Recording. Sixth Int. Symposium on Manufacturing with Applications (ISOMA'98). Anchorage, Alaska, USA. May 1998.
- Borghoff, U.M./Pareschi, R. (1998): *Information Technology for Knowledge Management*. Springer-Verlag Berlin-Heidelberg-New York, 1998.
- Bullinger, H.-J./Wörner, K./Prieto, J. (1997): *Wissensmanagement heute*. Fraunhofer Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation, Stuttgart 1997.
- Cathro, W. (1997): Metadata. <http://www.nla.gov.au/nla/staffpaper/cathro3.html> National Library of Australia, August 1997.

- Conklin, E.J./Weil, W. (1997). Wicked Problems: Naming the Pain in Organizations. White Paper of Group Decision Support Systems, Inc. URL <http://www.gdss.com/wicked.htm> 1997.
- Davenport, T.H./Prusak, L. (1998): Working Knowledge. How Organizations manage what they know. McGraw-Hill 1998.
- Davenport, T.H./Jarvenpaa, S.L./Beers, M.C. (1996): Improving Knowledge Work Processes. Sloan Management Review, Summer 1996, 53-65.
- Dier, M./Lautenbacher, S. (1994): Groupware. Computerwoche Verlag, München 1994.
- Erdmann, M. (1997): The Data Warehouse as a Means to Support Knowledge Management. Int. Workshop "Knowledge Based Systems for Knowledge Management in Enterprises", 21st German Annual Conference on Artificial Intelligence, Freiburg, September 1997.
- Fensel, D./Decker, St./Erdmann, M./Studer, R. (1997): Ontobroker - How to make the WWW intelligent. <http://www.aifb.uni-karlsruhe.de/WBS/broker>, Universität Karlsruhe 1997.
- Fayyad, U. M./Piatetsky-Shapiro, G./Smyth, P./Uthurasamy, R. (1996): Advances in Knowledge Discovery and Data Mining. MIT Press, Cambridge 1996.
- Gruber, T.R. (1995): Toward Principles for the design of ontologies used for knowledge sharing. Int. Journal of Human Computer Studies, May-June 1995.
- Heijst, G. van/Schreiber, A.Th./Wielinga, B. (1996): Using Explicit Ontologies in KBS Development. Int. Journal on Human-Computer Studies/Knowledge Acquisition. Academic Press 1996.
- Inmon, W.H. (1996): Building the Data Warehouse, 2nd Edition. John Wiley & Sons, New York 1996.
- Kleinhans, A.M. (1989): Wissensverarbeitung im Management. Verlag Peter Lang, Frankfurt am Main 1989.
- Kühn, O./Abecker, A. (1997): Corporate Memories for Knowledge Management in Industrial Practice. Journal of Universal Computer Science, Vol. 3, No. 8, 1997.
- Liebowitz, J./Wilcox, L.C. (1997): Knowledge Management and Its Integrative Elements. CRC Press, Boca Raton 1997.
- Matheus, C.J./Chan, Ph.K./Piatetsky-Shapiro, G. (1993): Systems for Knowledge Discovery in Databases. IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, Vol. 5, No. 6, December 1993.
- Mucksch, H./Holthuis, J./Reiser, M. (1996): Das Data Warehouse Konzept. Wirtschaftsinformatik 4/38, Juli 1996, 421-433.
- Nonaka, I./Takeuchi, H. (1997): Die Organisation des Wissens. Campus Verlag, Frankfurt am Main 1997.

- Probst, G./Raub, S./Romhardt, K. (1997): Wissen managen. Frankfurter Allgemeine Zeitung, Frankfurt am Main; Gabler, Wiesbaden 1997.
- Rehäuser, J./Krcmar, H. (1996): Wissensmanagement in Unternehmen. In: Schreyögg, G./Conrad, P. (Hrsg.) Managementforschung 6 - Wissensmanagement, 1-40. Walter de Gruyter, Berlin 1996.
- Schüppel, J. (1996): Wissensmanagement. Deutscher Universitäts Verlag, Wiesbaden 1996.
- Schneider, U. (1996): Management in der wissensbasierten Unternehmung. In: Schneider, Ursula (Hrsg.) Wissensmanagement, 13-48. Frankfurter Allgemeine Zeitung, Frankfurt am Main 1996.
- Silverman, B.G./Owens, J.M. (1996): Enterprise Information Infrastructure (EII): Design Issues and Guidelines. Information and Systems Engineering Journal 1996.
- Wagner, M.P. (1995): Groupware und neues Management. Vieweg Verlag, Braunschweig/Wiesbaden 1995.
- Wiig, K.M. (1997): Knowledge Management: Where Dit It Come From and Where Will It Go? Expert Systems With Applications, Vol. 13, No. 1, 1-14. Elsevier 1997.
- Wolf, Th. (1998): Wissensmanagement in der Praxis. Diplomarbeit, Universität Karlsruhe 1998.