

PAAL, Stefan
NOVAK, Jasminko
FREISLEBEN, Bernd

KOLLEKTIVES WISSENSMANAGEMENT IN VIRTUELLEN GEMEINSCHAFTEN

Publiziert auf netzspannung.org:
<http://netzspannung.org/about/mars/projects>
24. Januar 2005

Erstveröffentlichung: GENDOLLA, P.; SCHÄFER, J. (Hrsg.):
Wissensprozesse in der Netzwerkgesellschaft, Bielefeld: transcript-
Verlag, Dezember 2004.



Fraunhofer Institut
Medienkommunikation

The Exploratory Media Lab
MARS Media Arts & Research Studies

STEFAN PAAL, JASMINKO NOVAK, BERND FREISLEBEN

KOLLEKTIVES WISSENS- MANAGEMENT IN VIRTUELLEN GEMEINSCHAFTEN

1. Einleitung

Im Jahr 1973 veröffentlichte Daniel Bell seine Thesen vom Leben in einer „postindustriellen Gesellschaft“.¹ Danach geht die Industriegesellschaft in eine Dienstleistungsgesellschaft über, die nicht mehr länger auf der Güterproduktion basiert, sondern auf der Informationsverarbeitung. Die dabei entstehenden gesellschaftlichen Veränderungen werden seit den 90er Jahren mit dem Begriff der *Wissensgesellschaft* gekennzeichnet, um die gewachsene Bedeutung von *Wissen* als einen weiteren Produktionsfaktor neben Grundbesitz, Arbeitskraft und Kapital zu erfassen. Wissen wird zur handelbaren Ware, und Eigentumsrechte an Waren verändern sich in Rechte, Wissen zu nutzen.² Allerdings ist Wissen auch ein öffentliches Gut, das für alle frei zugänglich sein muss. Wissen wird dabei gewöhnlich als Bestand aufgefasst, der von einer Person und ihrer Erfahrung abgetrennt werden kann. Dieses bestandsmäßige Verständnis von Wissen geht davon aus, Wissen lasse sich besitzen, speichern und auf andere Personen übertragen.³ Diese bislang dominierende Ansicht wird allerdings zunehmend mit der kommunikativen Sichtweise auf das Wissensmanagement korrigiert. In dieser Sichtweise wird Wissen primär

¹ Vgl. Bell, Daniel: *The Coming of Post-Industrial Society*. New York 1976.

² Vgl. Granstrand, Ove: „Intellectual Capitalism – An Overview“, in: *Nordic Journal of Political Economy*, Jg. 25 (1999), Nr. 2, S. 115-127.

³ Vgl. Lerche, Clemens: Spannungsfelder der Wissensgesellschaft.
URL: <http://www.politik-digital.de/edemocracy/wissensgesellschaft/spannung.shtml>,
15.8.2004.

als ein soziales Konstrukt gesehen, das an Personen und Gruppen bzw. *Gemeinschaften* gebunden und daher schwierig zu externalisieren ist.⁴

In der Literatur wird zwischen *explizitem* und *implizitem* Wissen (*Tacit Knowledge*) unterschieden.⁵ Nach Nonaka und Takeuchi ist explizites Wissen kodifiziert oder formal artikulierbar, zum Beispiel in Form von grammatikalischen Aussagen, mathematischen Formeln, Spezifikationen, Handbüchern usw. Explizites Wissen kann daher leicht weitergegeben werden. Rollett definiert implizites Wissen wie folgt:

„Tacit knowledge wird ins Deutsche neben implizitem Wissen oft als verborgenes Wissen oder stillschweigendes Wissen übersetzt. Damit ist persönliches, an das Individuum gebundenes Wissen gemeint, das nicht oder zumindest nur schwer systematisch zu verarbeiten oder zu übermitteln ist. Darunter fallen zum Beispiel ein subjektiver Einblick oder ein subjektives Verständnis eines Themas, eine Intuition oder ein inneres Gefühl im Sinne eines Verdachtes. Implizites Wissen basiert auf individueller Erfahrung, persönlichen Vorstellungen, Glauben, Perspektiven, Weltanschauung, Idealen, Werten und Emotionen. Es besteht aus Können, Handlungsrouinen, Überzeugungen, Glaubenssätzen und geistigen Schemata.“⁶

Neue Informationstechnologien (IT) strukturieren Unternehmen, das Privatleben, aber auch die Politik neu. Die technologischen Innovationen schaffen und vernetzen neue Informationsräume und haben die Informationsvielfalt und -verarbeitung sowie den Informationsaustausch in vielen Lebensbereichen verändert und die technische Grundlage für eine Netzwerkgesellschaft bereitet. Insbesondere das globale Internet hat dazu beigetragen, heterogene Informationen zusammenzuführen, zu vernetzen und abzufragen. Es ist ein virtueller, heterogener Informationsraum entstanden, der eine nie dagewesene Fülle an unterschiedlichen Informationen in sich vereinigt und zu einem bedeutenden Wirtschaftsfaktor wird, wenn es gelingt, das inhärente Wissenspotential zu erschließen. Somit wird der Zugang zur Ressource Wissen zu einer der zentralen gesellschaftlichen Fragen. Wie wird Wissen erzeugt, entdeckt, gespeichert, verteilt, genutzt und bewahrt? Welches Wissen wird wie nachgefragt und

⁴ Vgl. Brown, John Seely et al.: „Organizational Learning and Communities of Practice: Toward a Unified View of Working, Learning, and Innovation“, in: *Organization Science*, Jg. 2 (1991), Nr. 1, S. 40-57

⁵ Vgl. Nonaka, Ikujiro/Takeuchi, Hirotaka: *The Knowledge-Creating Company*. London 1995.

⁶ Vgl. Rollett, Herwig: *Aspekte des Wissensmanagements*. Diplomarbeit, Technische Universität Graz 2000.
URL: <http://www.know-center.tugraz.at/de/divisions/publications/pdf/hrollett2000-01.pdf>, 15.8.2004

unter welchen Bedingungen angeboten? Wie kann das Problem des Überangebots an Wissen („Informationsflut“) gelöst werden?

Antworten auf diese Fragen werden innerhalb des Gebietes des *Wissenmanagements* gesucht. Die oben angeführte Unterscheidung zwischen expliziten und impliziten Wissen führt zu zwei grundsätzlich verschiedenen Strategien: dem *kodifizierten* Ansatz und dem *personalisierten* Ansatz des Wissensmanagements.⁷ Beim kodifizierten Ansatz geht es darum, explizites Lösungswissen in Form von „gelernten Lektionen“ oder „anerkannten Praktiken“ zur Wiederverwendung von Wissen in Wissensdatenbanken – dem *Knowledge Warehouse* – zur Verfügung zu stellen. Beim Knowledge Warehouse steht die Standardisierung und Nutzung strukturierten Wissens im Vordergrund. Der Fokus liegt demnach auf der Formalisierung von Wissen und seiner Darstellung in einem IT-System.

Der personalisierte Ansatz dagegen dient der Unterstützung schwer formalisierbarer, innovativer Aufgaben, wo bereits erarbeitetes, explizites Wissen im Allgemeinen keine neuen Impulse geben kann. Hier führt nur der Aufbau eines Netzwerkes zwischen Experten – dem sogenannten *Wissensnetzwerk* – weiter, der den interpersonalen Austausch impliziten Wissens unterstützt. Explizites, abrufbares Wissen wird also durch den kodifizierten Ansatz beschrieben, während implizites Wissen, das in der Kommunikation erarbeitet wird, durch den personalisierten Ansatz beschrieben wird. Das *Knowledge Warehouse* ist demnach durch eine „Person-Dokument-Beziehung“ definiert, während das Wissensnetz auf einer „Person-Person-Beziehung“ basiert.⁸

Diese kommunikative Sicht auf das Wissensmanagement korrigiert die bislang dominierende Stellung des *Knowledge Warehouses* und fügt ihm eine Netzwerkkomponente hinzu, die der Erhöhung der Kompetenz der beteiligten Personen dient. Formal lassen sich Wissensnetze als Träger von Interaktionen zwischen Personen definieren, die räumlich verteilt und ausgestattet mit passender Kommunikationstechnologie gemeinsam auf ein Ziel gerichtet arbeiten. Solche Netzwerke sind grundsätzlich offen und verändern durch ihre Funktion die Organisationsstruktur in Richtung einer kollaborativen Arbeitsweise.

⁷ Vgl. Paulzen, Oliver et.al: „Integration von Knowledge Warehouse und Knowledge Networks – Konzept und Methodik am Beispiel des Intelligent Supplier Management“, in: Josef Herget (Hrsg.): *Competitive & Business Intelligence – Neue Konzepte, Methoden & Instrumente*. Konstanz/Berlin 2002, S. 29-50.

⁸ Vgl. von Guretzky, Bernhard: Wissensnetzwerk.
URL: http://www.c-o-k.de/cp_artikel_d.htm?artikel_id=157, 15.8.2004.

Die zentrale Herausforderung des kollektiven Wissensmanagements ist es, individuelles Wissen anderen Personen zur Verfügung zu stellen und gruppen-, bereichs- oder organisationsspezifisch als kollektives Wissen zu kommunizieren.⁹ Zu diesem Zweck müssen Konzepte und Werkzeuge zur kollektiven Wissensidentifikation, -extraktion, -entwicklung, -verteilung, -nutzung und -bewahrung bereitgestellt werden. Dabei ist das Modell der *Wissensgemeinschaften* als selbstorganisierende, soziotechnologische Netzwerke in den letzten Jahren zu einem der wichtigsten Modelle des Wissensmanagements geworden. Solche Netzwerke werden auch oft als „virtual communities“¹⁰, „communities of practice“¹¹, „knowledge communities“¹² oder „business communities“¹³ bezeichnet.

Die Erforschung und Entwicklung technischer Systeme, Methoden und Strategien zur Unterstützung solcher kollektiver Wissensprozesse in verteilt agierenden Wissensgemeinschaften ist ein aktuelles Anliegen mehrerer Forschungsfelder der Informatik. Die technische Grundlage bildet eine adäquate Internet-basierte Softwareinfrastruktur zum Zugang zu und zur Kommunikation bzw. Kollaboration in virtuellen Wissensgemeinschaften. Darauf aufsetzend werden anwendungsbezogene Softwarewerkzeuge bereitgestellt, die die unterschiedlichen Aufgaben des kollektiven Wissensmanagements unterstützen.

In diesem Beitrag diskutieren wir zunächst die technischen Grundlagen zur Etablierung von Wissensnetzen in der heutigen Netzwerkgesellschaft und erläutern die Bausteine des kollektiven Wissensmanagements in virtuellen Gemeinschaften. Im Anschluss stellen wir Softwarewerkzeuge und Methoden zur kollektiven Kontextualisierung von Inhalten und Entdeckung neuer Zusammenhänge in heterogenen Dokumentenpools vor, wie sie im Projekt *CAT*¹⁴ entwickelt wurden. Daraufhin

⁹ Vgl. Beinhauer, Malte et al.: „Virtual Community – Kollektives Wissensmanagement im Internet“, in: A.-W. Scheer (Hrsg.): *Electronic Business and Knowledge Management – Neue Dimensionen für den Unternehmenserfolg*. 20. Saarbrücker Arbeitstagung 1999 für Industrie, Dienstleistung und Verwaltung. Heidelberg 1999, S. 403-431.

¹⁰ Vgl. Rheingold, Howard: *The Virtual Community. Homesteading on the Electronic Frontier*. Reading, Mass. 1993.

¹¹ Vgl. Brown 1991, S. 40-57; Wenger, Etienne: *Communities of Practice: Learning, Meaning and Identity*. Cambridge 1998.

¹² Vgl. Carotenuto, Linda et al.: „CommunitySpace: Towards flexible support for voluntary knowledge communities“, in: *Proc. Workshop on Workspace Models for Collaboration*. London 1999.

¹³ Vgl. Bullinger, Hans-Jörg et al.: *Business Communities*. Bonn 2002.

¹⁴ Fleischmann, Monika et al.: „netzspannung.org – An Internet Media Lab for Knowledge Discovery in Mixed Realities“, in: *Proc. of cast01 // living in mixed realities*. Sankt Augustin 2001, S. 121-129.

wird der innerhalb des Projektes *AWAKE*¹⁵ verfolgte Ansatz zur kollaborativen Entdeckung, Nutzbarmachung und dem Austausch von implizitem Expertenwissen in virtuellen Gemeinschaften präsentiert. Schließlich beschreiben wir eine verteilte Softwareinfrastruktur zur Unterstützung von ‚nomadischem Wissensmanagement‘, die die Mobilität von Benutzern bei den verschiedenen Aufgaben des kollektiven Wissensmanagements erlaubt.

2. Kollektives Wissensmanagement

In diesem Abschnitt werden zunächst die technischen Grundlagen zur Etablierung der Netzwerkgesellschaft erläutert, um die Möglichkeiten zu verdeutlichen, die sich daraus für die Unterstützung von virtuellen, verteilten Wissensgemeinschaften ergeben. Anschließend stellen wir dazu in einem Überblick die Bausteine des kollektiven Wissensmanagements in Wissensnetzen vor.

2.1 Technische Grundlagen der Netzwerkgesellschaft

Die rasante Entwicklung im Bereich der Computer-, Netzwerk- und Mobilfunktechnik hat die Gesellschaft mit einer signifikanten Veränderung vieler Lebensbereiche konfrontiert. Vor allem die zunehmende Verbreitung des Internets und die Einführung des World Wide Web (WWW) Anfang der 90er Jahre haben dazu beigetragen, eine breite Öffentlichkeit zu vernetzen und die Grundlage für den Weg in die Netzwerkgesellschaft zu legen. Mittlerweile ist das Internet zum universellen Kommunikationsmedium geworden, das nicht nur zum globalen Datenaustausch genutzt wird, sondern auch multimediale Inhalte in Echtzeit verbreitet und den Zugriff auf vielerlei Dienste ermöglicht. Damit hat das *Internet Computing* nicht nur die Freizeitgestaltung, sondern auch die Arbeitswelt nachhaltig verändert. Raum und Zeit spielen nur noch eine untergeordnete Rolle. Virtuelle Netzgemeinschaften mit sehr unterschiedlichen Interessen sind entstanden, deren Mitglieder meist nur noch über das Internet kommunizieren und zusammenarbeiten. Konventionelle Gesellschaftsstrukturen, die auf persönliche Begegnungen angewiesen sind, werden immer mehr aufgebrochen, verändert und durch virtuelle Bindungen und

¹⁵ AWAKE – Networked Awareness for Knowledge Discovery. Fraunhofer Institute for Media Communication. St. Augustin, Germany, 2003.
URL: <http://awake.imk.fraunhofer.de>, 15.8.2004.

asynchrone Kommunikationsformen neu gestaltet. Der Weg in diese Ausprägung der Netzwerkgesellschaft ist allerdings nicht immer frei von Problemen, sondern führt mitunter auch zum Verlust von sozialen Kontakten.

Neue Entwicklungen in der Mobilfunktechnik führen hingegen in eine andere Richtung. Immer kleinere und billigere Mobiltelefone und der flächendeckende Ausbau der Mobilfunknetze haben zu drahtlosen Kommunikationsnetzwerken geführt, denen man sich kaum entziehen kann. Die Nutzer sind inzwischen daran gewöhnt, stets erreichbar zu sein und jederzeit andere Personen zu erreichen. Dies führt sogar soweit, dass Mobiltelefone nicht nur dienstlich auf Reisen, sondern auch bei privaten Aktivitäten (z.B. Restaurant, Konzert etc.) auf Empfang gestellt werden – mit allen positiven und negativen Konsequenzen. Schließlich verwischen damit auch die Grenzen zwischen Arbeit und Freizeit. So werden bereits vermehrt PDAs (*Personal Digital Assistants*) oder Notebooks eingesetzt, die sich über drahtlose Verbindungen und den Umweg über das Internet von überall in ein Firmennetz einwählen können. Besonders durch den mobilen Einsatz portabler Geräte und drahtloser Netzwerke entstehen hier neue Anwendungsszenarien wie das der *spontanen Vernetzung*, in dem die Verbindungsstrukturen nicht von Anfang an feststehen, sondern sich dynamisch verändern können.¹⁶ Empfangsprobleme oder der Übertritt in ein anderes Funknetz führen zudem zu kurzzeitigen Wechseln zwischen Off- und Online-Betrieb und stellen damit weitere Herausforderungen an mobile Softwareanwendungen und die zugrunde liegende technische Infrastruktur. Für die Netzwerkgesellschaft hebt das *Mobile Computing* praktisch die statische, räumliche Bindung an einen Ort auf und ermöglicht dem Nutzer nicht nur jederzeit den Zugriff auf das Internet, sondern vor allem auch permanent an sich ständig wechselnden Orten erreichbar zu sein.

Eine weitere Entwicklung zeichnet sich durch die fortschreitende Miniaturisierung der Computer und die damit einhergehende Durchdringung aller Lebensbereiche aus. Im Gegensatz zur *expliziten* Anwendung von Computern, die die volle Aufmerksamkeit des Benutzers erfordern, wird hierbei die *implizite* Nutzung des Rechners im Hintergrund ermöglicht. Alltagsgegenstände, die nicht unbedingt einem klassischen Computeraufbau ähneln müssen, können für den Anwender unbewusst Rechenaufgaben übernehmen und ohne besondere Anweisungen agieren. Mark

¹⁶ Vgl. Siegemund, Frank: „Spontaneous Interaction in Ubiquitous Computing Settings using Mobile Phones and Short Text Messages“, in: *Proc. of the Workshop on Supporting Spontaneous Interaction in Ubiquitous Computing Settings (UbiComp 2002)*. Göteborg 2002.

Weiser hat hierfür die Begriffe „*Invisible Computing*“ und „*Disappearing Computing*“ eingeführt.¹⁷ Er hat bereits Anfang der 90er Jahre prophezeit, dass Computer als Teil der Alltagswelt verschwinden und als solche nicht mehr wahrgenommen werden. Weiterhin vertritt er die These, die Computernutzung entwickle sich in mehreren Phasen, an deren Ende der allgegenwärtige Computer stehe; er hat dazu den Begriff „*Ubiquitous Computing*“ eingeführt.¹⁸ Demzufolge wird die Miniaturisierung zukünftig auch zu weltweit verfügbaren, global vernetzten und implizit benutzten Systemen führen und im Sinne des „*Pervasive Computing*“ einen noch nicht absehbaren Einfluss auf die Netzwerkgesellschaft haben. Vor allem muss noch abgewartet werden, inwieweit sich Anwender dieser Entwicklung öffnen wollen. So lassen beispielsweise die aktuellen Diskussionen um *Radio Frequency Identification (RFID)* nur erahnen, welche Brisanz solche allgegenwärtigen und implizit agierenden Systeme für die Privatsphäre und die damit verbundenen Persönlichkeitsrechte in sich bergen.¹⁹

2.2 Bausteine des Wissensmanagements

Nach Probst et al. besteht das kollektive Wissensmanagement in virtuellen Gemeinschaften aus den in Abb. 1 dargestellten Bausteinen.²⁰

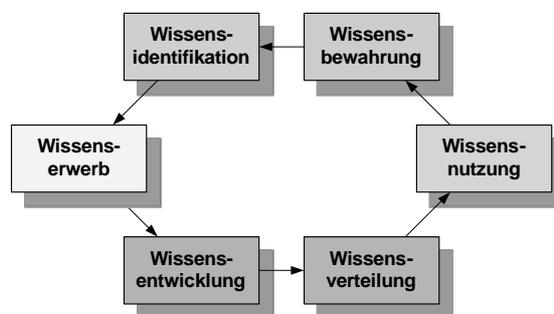


Abb. 1: Bausteine des Wissensmanagements

¹⁷ Vgl. Weiser, Mark: „The Computer for the Twenty-First Century“, in: *Scientific American*, Jg. 1991, Nr. 3, S. 94-104.

¹⁸ Vgl. Weiser, Mark: „Some Computer Science Issues in Ubiquitous Computing“, in: *Communications of the ACM*, Jg. 3 (1999), Nr. 3, S. 74-84.

¹⁹ Vgl. Sarma, Sanjay: „RFID Systems and Security and Privacy Implications“, in: *Proc. of the Workshop on Cryptographic Hardware and Embedded Systems*. San Francisco Bay 2002, S. 454-470.

²⁰ Vgl. Probst, Gilbert et al.: *Wissen managen. Wie Unternehmen ihre wertvollste Ressource optimal nutzen*. 2. Aufl., Wiesbaden 1998, S. 271; Beinhauer et al. 1999, S. 403-431.

Der erste Baustein im Wissensmanagementprozess ist die *Wissensidentifikation*, die zunächst innerhalb einer Organisation durchgeführt werden muss und nur bedingt kollaborativ in einer virtuellen Gemeinschaft erfolgen kann. Diese kann aber durch „den Vergleich mit Inhalten, Aussagen und Lösungsansätzen von Mitgliedern anderer Organisationen eigene Wissensdefizite und -vorsprünge aufzeigen, die bei einer rein intraorganisationalen Sichtweise nicht deutlich würden.“²¹

Der *Wissenserwerb* kann durch virtuelle Gemeinschaften wesentlich unterstützt werden, indem Mitglieder Daten, Dokumente, Software etc. der Gemeinschaft zur Verfügung stellen. Hinzu kommt die Möglichkeit, mittels Diskussionsforen, Chats oder Ankündigungen zu reagieren und so einzelne Inhalte zu kommentieren oder zu ergänzen. Aufgrund der interorganisationalen Struktur der Mitglieder einer virtuellen Gemeinschaft entsteht so eine integrierte, interdisziplinäre, organisationsübergreifende Wissensbasis, d.h. Wissenserwerbsmöglichkeiten, die ein intraorganisationaler Wissenserwerb kaum bieten könnte.²²

Bei der *Wissensentwicklung* geht es um die Nutzbarmachung von existierendem Wissen für spezifische Problemstellungen. Eine virtuelle Gemeinschaft bietet ihren Mitgliedern zum einen die technischen Voraussetzungen für kreative, kommunikative Prozesse, zum anderen finden Mitglieder durch die Fokussierung von Interessen gemeinschaftsinterne Kompetenzzentren, in denen sie sich mit ihren Gedanken und Problemen austauschen und so bestehendes Wissen weiterentwickeln können. Mithilfe von Werkzeugen wie etwa Foren und Chaträumen entstehen ‚gelernte Lektionen‘, die die während der Teamarbeit gewonnenen Erfahrungen dokumentieren und so von anderen Mitgliedern genutzt werden können.²³

Die *Wissensverteilung* betrifft den Prozess der Verbreitung bereits vorhandenen Wissens innerhalb einer virtuellen Gemeinschaft. Aufgrund der Authentifikation beim Eintritt in eine virtuelle Gemeinschaft und den dadurch entstehenden Benutzerprofilen lassen sich Benutzergruppen beispielsweise nach Interessenschwerpunkten zusammenstellen und so Informationen selektiv zuteilen. Durch die mögliche Identifikation der Mitglieder können Informations-Subskriptionen erstellt werden, die ein Mitglied beim Eintreffen neuer Nachrichten oder Inhalte zu einem bestimmten Thema informieren.²⁴

²¹ Vgl. Beinhauer et al. 1999, S. 416

²² Vgl. Beinhauer et al. 1999, S. 416.

²³ Vgl. Beinhauer et al. 1999, S. 417.

²⁴ Vgl. Beinhauer et al. 1999, S. 417.

Der Prozess der *Wissensnutzung* kann mit Hilfe von virtuellen Gemeinschaften nur bedingt unterstützt werden. Wie das in der virtuellen Gemeinschaft erzeugte kollektive Wissen in der eigenen Organisation genutzt wird, muss individuell vom einzelnen Mitglied oder der partizipierenden Organisation geklärt werden. Die Unterstützung, die die virtuelle Gemeinschaft hier geben kann, ist die benutzerfreundliche Aufbereitung der Wissensbestände, um die Nutzungswahrscheinlichkeit zu erhöhen. Die Anforderungen in diesem Zusammenhang sind Einfachheit („easy to use“), Zeitgerechtigkeit („just in time“) und Anschlußfähigkeit („ready to connect“).²⁵

Die *Wissensbewahrung* dient der institutionellen Absicherung des Wissens und beruht auf den Prozessen der Selektion des bewahrungswürdigen Wissens, seiner effizienten und effektiven Speicherung sowie seiner regelmäßigen Aktualisierung.²⁶ Aufgrund der Zugriffszahlen auf einzelne Seiten können Dokumente oder Beiträge genaue statistische Werte erhalten, um nicht mehr benötigtes Wissen zu entfernen und stark frequentierte Bereiche durch Zusatzmaßnahmen weiter zu forcieren.²⁷

3. Kollektiver Wissenserwerb innerhalb heterogener Informationsinhalte

In diesem Abschnitt wird ein Ansatz vorgestellt, der es ermöglicht, Wissen in heterogenen Inhalten kollektiv und explizit zu erwerben und eventuell weiter zu entwickeln. Die diesbezüglichen Softwarewerkzeuge wurden als Bausteine der Internet-Plattform *netzspannung.org* und innerhalb des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Projektes *CAT* realisiert, an dem die Autoren seit 1999 beteiligt waren bzw. sind.

Ausgangspunkt bei dem im Folgenden beschriebenen Ansatz ist, dass unterschiedliche Nutzergruppen, die auf Informationspools einer virtuellen Gemeinschaft zugreifen, sehr unterschiedliche Bedürfnisse und Verständnisse über die Bedeutung der Informationen und deren Relevanz für ihre Arbeit haben. Dies ist besonders in Gemeinschaften von Experten ausgeprägt, die aus unterschiedlichen, aber potenziell für einander relevanten Themenbereichen stammen. Die Hauptanforderung an entspre-

²⁵ Vgl. Beinhauer et al. 1999, S. 417-418.

²⁶ Vgl. Bullinger, Hans-Jörg et al.: „Wissensmanagement – Modelle und Strategien für die Praxis“, in: H.D. Bürgel: *Wissensmanagement – Schritte zum intelligenten Unternehmen*. Berlin 1998.

²⁷ Vgl. Beinhauer 1999, S. 417-418.

chende informationstechnologische Wissensportale und -plattformen, die unterschiedliche Experten-Gemeinschaften verbinden wollen, ist es, eine Anzahl von unterschiedlichen inhaltlichen Sichtweisen auf einen ständig wachsenden und heterogenen Informationspool zu bilden und miteinander zu vernetzen. Sie müssen den kollaborativen Aufbau eines semantisch explorierbaren Wissenspools unterstützen, mit Zugangswegen, die es ermöglichen, Kontexte und Beziehungen zwischen unterschiedlichen Themen- und Wissensbereichen zu entdecken.

Das Konzept der *Wissenskarten* (siehe Abb. 2) in *CAT* ermöglicht es, heterogene Inhalte auf Basis ihrer semantischen Bezüge zu strukturieren und zu visualisieren. Hierzu werden zwei Möglichkeiten des Wissenserwerbs angeboten: Das „Semantic Map Interface“ fasst Inhalte in Clustern zusammen und ermöglicht die Erstellung unterschiedlicher semantischer Karten, die für die explorative Navigation fachübergreifender Zusammenhänge genutzt werden können. Im Unterschied dazu platziert das „Timeline-Interface“ die Inhalte parallel in verschiedenen Kategorien auf einem Zeitstrahl, so dass zeitliche Zusammenhänge zwischen verschiedenen Inhaltsfeldern entdeckt werden können. Die Kombination dieser zwei Visualisierungsmodelle ermöglicht es, sowohl inhaltliche als auch zeitliche Beziehungen in einem komplexen Informationspool zu entdecken.

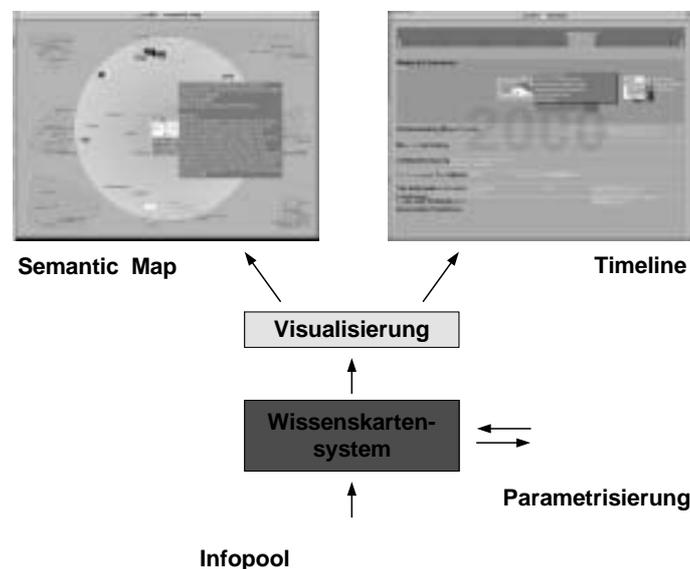


Abb. 2: Das Wissenskartensystem von netzspannung.org

3.1 Automatische Erstellung von Wissenskarten

Das realisierte System kombiniert zur Erstellung von Wissenskarten Methoden zur Textanalyse mit einem selbst-organisierenden künstlichen neuronalen Netzwerk, um Cluster semantisch verwandter Inhalte eines heterogenen Informationspools autonom zu bilden. Im Unterschied zu anderen Clustering-Lösungen²⁸ werden die Clustering-Ergebnisse in dem *Semantic Map Interface* so visualisiert, dass es möglich ist, gleichzeitig einen schnellen Überblick über die wichtigsten Themen zu bekommen, die möglichen Beziehungen zwischen einzelnen relevanten Dokumenten zu entdecken und die Clustering-Parameter interaktiv zu beeinflussen.

Als Vorverarbeitung für das Clustering werden Methoden statistischer Textanalyse eingesetzt, um den Inhalt der Textinformationen (z.B. Projektbeschreibungen) in eine numerische Form zu kodieren. Dazu werden Methoden wie die Wortfrequenzanalyse und Inverse-Dokument-Wortfrequenzanalyse verwendet und mit der Wortstammanalyse und einer Stop-Wort-Liste für das Filtern nicht relevanter Wörter kombiniert. Als Resultat dieser Analyse wird jedem Text ein mehr-dimensionaler Vektor zugewiesen, der die Häufigkeit eines Wortes im Text im Vergleich zum gesamten Text-Pool beschreibt.

Die resultierenden mehrdimensionalen Vektoren werden als Reizmuster an das selbst-organisierte neuronale Netzwerk von Kohonen²⁹ weitergeleitet, das sie als Ergebnis auf einem zwei-dimensionalen Neuronen-Gitter verteilt. Auf dieser zweidimensionalen Karte sind verwandte Reize in benachbarten Gebieten des Gitters repräsentiert. Am Ende der Lernphase werden die Neuronen in Cluster gruppiert. Für das Clustering vergleicht man die Neuronenvektoren mit den Einheitsvektoren, von denen jeder für eine semantische Kategorie (ein Wort aus dem Wortsatz) steht. Der ähnlichste Einheitsvektor bestimmt dann die Markierung des Neurons. Aufgrund der Homogenität ergeben sich zusammenhängende Gebiete von Neuronen mit identischen Markierungen. Da die Reizmuster die semantischen Profile einzelner Texte (Dokumente) repräsentieren, ist

²⁸ Lin, Xia et al.: „A Self-Organizing Semantic Map for Information Retrieval“, in: *Proc. of the 14th Intl. ACM/SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval*. Chicago 1991, S. 262-269; Kohonen, Teuvo et al.: „Self Organization of a Massive Document Collection“, in: *IEEE Transactions on Neural Networks*, Jg. 11 (2000), Nr. 3, S. 2003-2012; Sack, Warren: „Conversation Map: An Interface for Very Large-Scale Conversations“, in: *Journal of Management Information Systems*, Jg. 17 (2001), Nr. 3, S. 73-92; Becks, Andreas et al.: „Modular Approach for Exploring the Semantic Structure of Technical Document Collections“, in: *Proc. of the 5th Intl. ACM Conference on Advanced Visual Interfaces (AVI2000)*. Palermo 2000, S. 298-301.

²⁹ Kohonen, Teuvo et al.: „Self Organization of a Massive Document Collection“, in: *IEEE Transactions on Neural Networks*, Jg. 11 (2000), Nr. 3, S. 2003-2012.

das Ergebnis eine semantische Gruppierung der Dokumente in Cluster verwandter Inhalte, wobei die Cluster-Markierungen eine inhaltliche Kennzeichnung des Clusters darstellen.

Die Ergebnisse dieses Verfahrens sind zum einen durch die Auswahl der Wortsätze für die Parametrisierung der Texte und zum anderen durch die Parameter der *Kohonen Map* (z.B. die Größe des Neuronengitters, die Lernrate, die Metrik der Abstandsmaße usw.) bestimmt.

3.2 Interaktive Anpassung von Wissenskarten

Ein weiterer wichtiger Entwicklungsaspekt war die Frage, wie die Kriterien des Clusterings für den Nutzer verständlich und von ihm direkt parametrisiert werden können. Dazu wurde das so genannte *Map Trainer Interface* (siehe Abb. 3) entwickelt, das es den Anwendern unterschiedlicher Experten-Gemeinschaften ermöglicht, die Kriterien des Clusterings interaktiv zu beeinflussen, um unterschiedliche Varianten von Wissenskarten zu erstellen.

So können zum Beispiel nur bestimmte Wortsätze für die semantische Parametrisierung der Dokumente ausgewählt werden, oder auch nur bestimmte signifikante Begriffe als vorgegebene Cluster-Markierungen, die die gewünschte thematische Ausrichtung der Cluster und damit die Kriterien für die Gruppierung der Dokumente bestimmen. Somit kann das System sowohl im Vorfeld, als auch nachdem erste Clustering-Ergebnisse visualisiert worden sind, interaktiv beeinflusst werden.

Die Mitglieder einer virtuellen Gemeinschaft können damit Karten mit unterschiedlichen inhaltlichen Ausrichtungen erzeugen, um verschiedene Sichtweisen auf den Informationspool bereitzustellen. Über das online aufrufbare *Semantic Map Interface* können dann andere Nutzer den Informationspool von *netzspannung.org* mittels dieser bereitgestellten Wissenskarten in unterschiedlichen Kontexten erkunden.

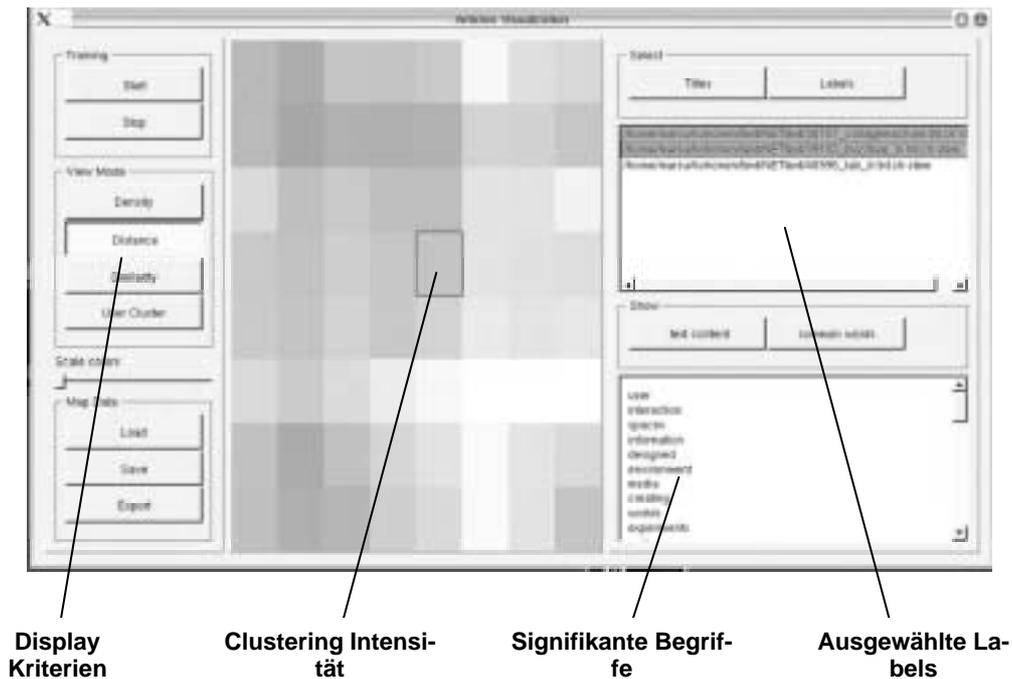


Abb. 3: Das interaktive Map-Trainer-Interface für die Personalisierung von Wissenskarten

4. Kollektive Erschließung und Austausch von Wissen in heterogenen Expertengemeinschaften

Der Ausgangspunkt des vom BMBF in den Jahren 2002 bis 2004 geförderten und unter Beteiligung der Autoren durchgeführten Projekts *AWAKE* ist die These, dass implizite Wissensstrukturen (*Tacit Knowledge*), die von einer Nutzergruppe geteilt werden, maßgeblich für die Kommunikation und die gemeinschaftliche Nutzung von Wissen sind. Dieser Ansatz kann auf die Sichtweise von Polanyi bzw. von Nonaka & Takeuchi bezogen werden, welche argumentieren, dass Wissen vor allem aus persönlichen, schwer artikulierbaren und teilweise unbewussten Komponenten besteht.³⁰ Demnach liegt der Schlüssel zur Kommunikation und Nutzung des bereits vorhandenen Wissens sowie zum Aufbau von neuem Wissen in der Externalisierung von implizitem Wissen in erkennbare und von anderen nutzbare Strukturen.

³⁰ Polanyi, Michael: *The Tacit Dimension*. New York 1966; Nonaka, Ikujiro et al.: *The Knowledge-Creating Company*. London 1995.

Als entscheidendes Element für die Entwicklung eines Modells zum Aufbau einer Wissensgemeinschaft, die Experten aus unterschiedlichen Fachgebieten verbindet, ergibt sich daraus die folgende Fragestellung: Wie können bereits bestehende, aber nicht explizit formulierte Wissensstrukturen einer bestimmten Expertengemeinschaft entdeckt, visualisiert und für die kooperative Entdeckung und Konstruktion von Wissen in heterogenen und verteilten Informationspools nutzbar gemacht werden?

4.1 Ein Ansatz zur Erschließung und Visualisierung impliziten Wissens

Der Kontext der Informationssuche und die Exploration eines Informationsraumes wurden innerhalb von *AWAKE* als ein konkreter Untersuchungsrahmen angenommen. Dieser kann als ein Prozess verstanden werden, in dem die Nutzer durch ihre Interaktion mit Informationen ihr vorhandenes Wissen widerspiegeln und neue Wissensstrukturen anlegen. Im entwickelten Lösungsmodell wird den Nutzern als Ausgangspunkt für ihren Umgang mit Informationen eine semantische Strukturierung des Informationsraumes angeboten, die autonom durch das System erstellt wird (z.B. durch die Verwendung der bereits beschriebenen Dokument-Clustering-Methoden). Diese stellt die systemgenerierte Wissenskarte von *AWAKE* dar. Die Nutzer können diese vorgeschlagene Struktur nutzen, um im Informationspool zu navigieren und einen Überblick über vorhandene Themen, Inhalte und deren Beziehungen zu gewinnen. Im Rahmen dieser Interaktionen entdecken die Nutzer bestimmte Informationen, die ihr Interesse erwecken, setzen diese in den Kontext ihres Informationsbedürfnisses und stellen damit bestimmte inhaltliche Verbindungen zwischen unterschiedlichen Informationen her. Sie entwickeln somit eine persönliche Interpretation der Bedeutung der Informationen und ihrer Zusammenhänge.

Diese persönliche Perspektive können die Nutzer durch das Umordnen der systemgenerierten Struktur in Form einer persönlichen Karte ausdrücken (z.B. durch das Auswählen relevanter Informationsobjekte, durch das Bewegen von Objekten zwischen Objektgruppen, die Erstellung neuer Gruppen, das Hinzufügen von Beziehungen etc.). Da die Nutzeraktionen in Bezug auf eine bestehende semantische Struktur gesetzt sind, ist ihre Bedeutung kontextualisiert und kann vom System als solche aufgenommen werden. Dementsprechend können Nutzeraktionen als

Ausgangspunkt für den Aufbau einer neuen Wissensstruktur herangezogen werden, welche die persönliche Perspektive der Nutzer widerspiegelt.

Die nutzerdefinierte Struktur kann damit vom System erlernt und formalisiert werden (z.B. durch Anwendung überwachter Lernmethoden), so dass sie als nutzerspezifische Vorgabe für die semantische Strukturierung von beliebigen Informationsräumen angewandt werden kann. Auf diese Weise wird das implizite Wissen der Nutzer, das sich durch ihre Aktionen in der ursprünglichen semantischen Struktur spiegelt, erfasst und formalisiert. In dieser Form kann es dann visualisiert und auf neue Situationen angewandt werden. Die sich in *AWAKE* ergebende kollaborative Wissenskette zur Entdeckung impliziten Wissens ist in Abb. 4 dargestellt.

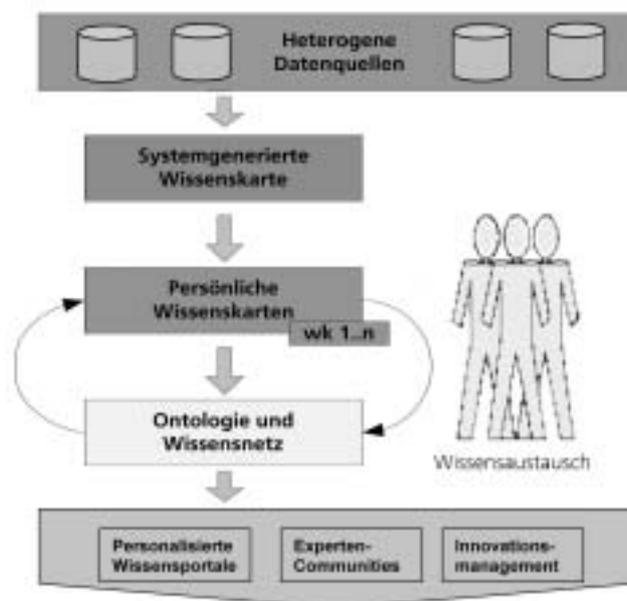


Abb. 4: Die kollaborative Wissensentdeckungskette in AWAKE

4.2 Realisierung und Nutzung des AWAKE-Systems

Zur Realisierung des konkreten Systems wurden – basierend auf dem beschriebenen Modell – Verfahren für maschinelles Clustering³¹, personalisierte Klassifikation und überwachtes Lernen³² integriert und mit dyna-

³¹ Lin et al. 1991, Kohonen et al. 2000, Sack 2000, Becks et al. 2000.

³² Resnick, Paul et al.: „GroupLens: An Open Architecture for Collaborative Filtering of Netnews“, in: *Proc. of the Intl. ACM Conference on CSCW*. Chapel Hill, North Carolina 1994, S. 175-186; Herlocker, Jonathan: „Explaining Collaborative Filtering Rec-

mischer Generierung von Metadaten und kollaborativer Erstellung von Ontologien³³ kombiniert. Diese Funktionen wurden mit Visualisierungsmodellen für große Datenmengen³⁴ und intuitiven Nutzer-Interfaces in ein integriertes Werkzeug für das ‚*Knowledge Mining*‘ zusammengeführt (Abb. 5).

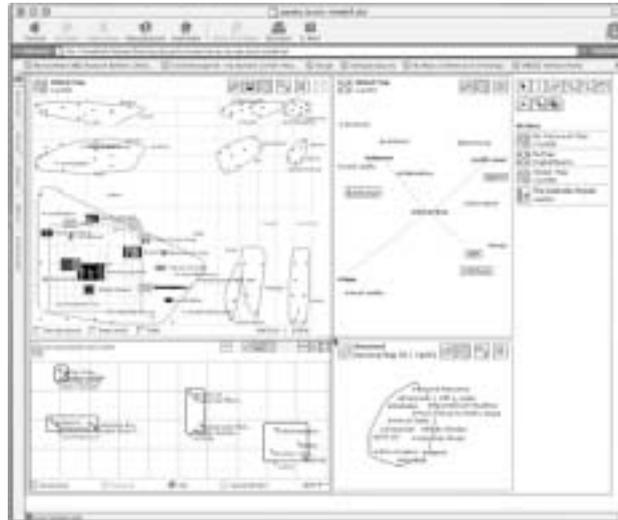


Abb. 5: Das Knowledge Explorer Interface des AWAKE Systems

Durch die Benutzung des AWAKE-Systems wird es für die heterogene Nutzergruppe von *netzspannung.org* möglich, einen Informationspool

ommendations“, in: *Proc. of the Intl. Conference on CSCW 2000*. Philadelphia 2000, S. 241-250; Chalmers, Matthew: „Paths and Contextually Specific Recommendation“, in: *DELOS Workshop: Personalisation and Recommender Systems in Digital Libraries*. Dublin 2001; Joachims, Thorsten et al.: „Web Watcher: A Tour Guide for the World Wide Web“, in: *Proc. of the Intl. Conference on Artificial Intelligence (IJCAI)*. Pittsburgh 1997, S. 770-777.

³³ Heyer, Gerhard et al.: „Learning Relations Using Collocations“, in: *Proc. of the IJCAI Workshop on Ontology Learning*. Seattle 2001; Maedche, Alexander/Neumann, Günter/Staab, Steffen: „A Generic Architecture for Text Knowledge Acquisition“, in: *Technical Report*. University of Karlsruhe (2000).

URL: <http://www.dfki.de/%7Eneumann/publications/new-ps/kaw.ps.gz>, 15.8.2004; Mikheev, Aandrei/Finch, Steven: „A Workbench for Finding Structure in Texts“, in: *Proc. of the 5th Intl. Conference on Application Natural Language Processing*. Washington 1997, S. 372-379; Ziegler, Jürgen et al.: „Visualizing and Exploring Large Networked Information Spaces with Matrix Browser“, in: *Proc. of the Intl. Conf. on Information Visualisation (IV'02)*. London. 2002, S. 361-366.

³⁴ Robertson, George: „The Document Lens“, in: *Proc. of the ACM Symposium on User Interface Software and Technology (UIST)*. Atlanta 1993, S. 101-108; Sarkar, Manojit et al.: „Stretching the Rubber Sheet: A Metaphor for Viewing Large Layouts on Small Screens“, in: *Prof. of the ACM Symposium on User Interface Software and Technology (UIST)*. Atlanta 1993, S. 81-91; Bederson, Benjamin et al.: „Pad++: A Zoomable Graphical Sketchpad for Exploring Alternate Interface Physics“, in: *Proc. of the 7th Intl. ACM Symposium on User Interface Software and Technology (UIST'94)*. Marina del Rey, Calif. 1994, S. 17-26.

nicht nur kollektiv aufzubauen, sondern ihn auch interaktiv und kollaborativ zu strukturieren, mittels personalisierten Wissenskarten zu visualisieren und zu explorieren sowie eine gemeinsame Navigationsstruktur zu konstruieren, welche die unterschiedlichen persönliche Blickpunkte auf die Bedeutung der Informationen verbindet. Ein Szenario ist die Anwendung zur Exploration möglicher Beziehungen zwischen den Arbeiten zu verschiedenen Themen und in unterschiedlichen Berufsbereichen (z.B. zum Auffinden von Projekten aus unterschiedlichen Disziplinen, die für die eigene Arbeit relevant sind). Ein weiteres Szenario ist der Vergleich von Projekten mit der eigenen Perspektive und der Sichtweise von anderen Experten (z.B. zum Entdecken von Bezügen und verborgenen Annahmen). Schließlich wird die breite Öffentlichkeit das Wissen der Expertengemeinschaft nutzen können, indem Wissenskarten einzelner Experten angewandt und die gemeinschaftliche Begriffsstruktur als Mittel zur Navigation und Wissensentdeckung im Informationsraum von *netzspannung.org* genutzt wird. Der aktuelle Softwareprototyp des *AWAKE*-Projektes wurde bereits intern eingesetzt und wird derzeit evaluiert. Die öffentlich verfügbaren Ergebnisse können zurzeit in Form von „Guided Tours“ und teilweise in Form von im WWW verfügbaren interaktiven Demonstrationen erprobt werden.³⁵

5. Nomadisches Wissensmanagement

In diesem Abschnitt wird eine Internet-basierte verteilte Softwareinfrastruktur vorgestellt, die die Grundlage zur Nutzung aller Wissensmanagementwerkzeuge in virtuellen Gemeinschaften bildet. Sie wurde bzw. wird innerhalb der bereits genannten und vom BMBF geförderten Projekte *CAT* und *AWAKE* entwickelt. Der Fokus der folgenden Ausführungen³⁶ liegt auf dem Trend zur wechselnden Nutzung von stationären und mobilen Computern und dem sich daraus ergebenden

³⁵ Guided Tour und interaktive Demos des *AWAKE* Systems:
<http://awake.imk.fraunhofer.de>

³⁶ Weitere Aspekte der entwickelten verteilten Softwareinfrastruktur sind in den folgenden Arbeiten von Stefan Paal/Reiner Kammüller/Bernd Freisleben dargestellt: „Customizable Deployment, Composition and Hosting of Distributed Java Applications“, in: *Proc. of the 4th Intl. Symposium on Distributed Objects and Applications (DOA 2002)*. Irvine 2002, S. 845-865; „Separating the Concerns of Distributed Deployment and Dynamic Composition in Internet Application Systems“, in: *Proc. of the 5th Intl. Symposium on Distributed Objects and Applications (DOA 2003)*. Catania 2003, S. 1292-1311; „A Cross-Platform Application Environment for Nomadic Desktop Computing“, in: *Proc. of the 5th Intl. Conference for Objects, Components, Architectures, Services and Applications for a Networked World (NODE 2004)*. Erfurt 2004 (im Druck); „Supporting Nomadic Desktop Computing Using an Internet Application Workbench“, in:

mobilen Computern und dem sich daraus ergebenden Wunsch nach einem allgegenwärtigen, personalisierten Zugriff auf Softwaredienste, Datenbanken und Anwendungen („Nomadic Computing“³⁷).

5.1 Nomadic Computing

Jeweils einzeln betrachtet haben *Internet Computing*, *Mobile Computing* und *Ubiquitous Computing* sowohl die Nutzung als auch die Wahrnehmung von Computern, Computernetzen und die damit ausgetauschten Informationen bereits hinreichend verändert. Umso mehr ermöglichen aber auch die verschiedenen Entwicklungen zusammen eine grundsätzliche Umgestaltung unserer Alltagswelt. Viele Computernutzer verwenden bereits abwechselnd verschiedenartige Computer wie Notebooks oder PDAs und setzen für den Zugang zum Internet unterschiedliche Netzwerkprotokolle und -schnittstellen von Hochgeschwindigkeitsmodems bis zu Satellitenreceivern ein. Diese Kombination von portablen Computern einerseits und die Möglichkeit zur portablen Kommunikation andererseits haben die Informationsnutzung sowie auch das Wissensmanagement in der Netzwerkgesellschaft grundsätzlich verändert. Die meisten Nutzer sind es mittlerweile gewohnt, Informationen und Wissen von überall und jederzeit abzurufen und dabei die persönliche Arbeitsumgebung und die individuellen Zugriffsmöglichkeiten auf verschiedenen Geräten zur Verfügung zu haben („*personal mobility*“). Eine wesentliche Erkenntnis ist hierbei, dass Anwender damit zu „technischen Nomaden“ („*nomadic users*“) werden, die mobile Geräte ständig bei sich tragen und sich spontan mit der lokalen Umgebung vernetzen können („*terminal mobility*“)³⁸ (siehe Abb. 6).

Proc. of the 6th Intl. Symposium on Distributed Objects and Applications (DOA 2004). Larnaca 2004 (im Druck).

³⁷ Vgl. Kleinrock, Leonard: "Nomadic Computing – An Opportunity", in: *ACM SIGCOMM Computer Communication Review*, Jg. 25 (1995), Nr. 1, S. 36-40.

³⁸ Vgl. Zhu, Jinsong: "Supporting Universal Personal Computing on Internet with Java and CORBA", in: *Proc. of Intl. ACM Workshop on Java for High-Performance Network Computing*. Palo Alto 1998, S. 1007-1013.

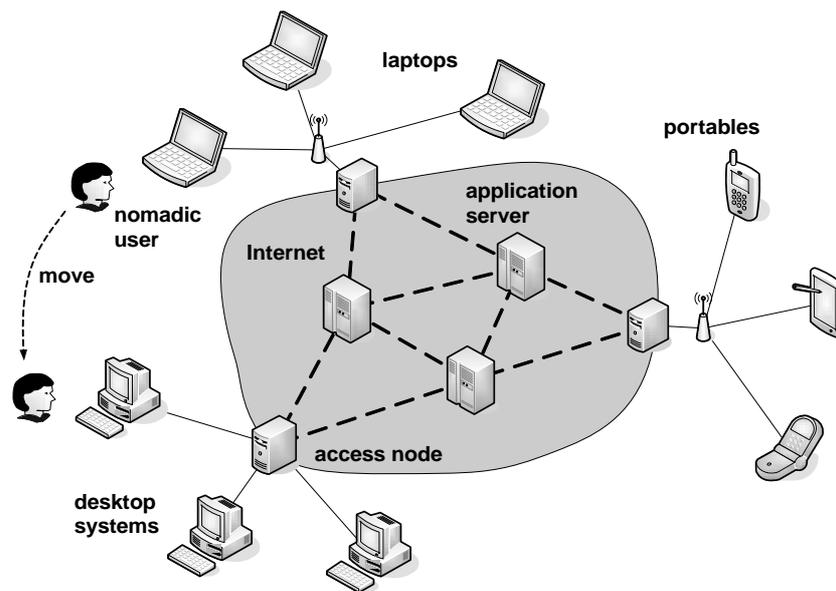


Abb. 6: Nomadic Computing

Bezeichnend für *Nomadic Computing* ist der abwechselnde Einsatz und die angepasste Integration sowie Vernetzung verschiedenartiger Geräte mit unterschiedlichen Merkmalen und Verbindungsmöglichkeiten. So sind mobile Geräte wie z.B. ein Mobilfunktelefon für bestimmte Verbindungsaufgaben gedacht, aber allein schon durch die Miniaturisierung nicht als universelles Eingabegerät geeignet. Anwender könnten stattdessen ihr Notebook verwenden, um die Daten einzugeben und mit dem PDA die Daten später wieder abfragen.

Durch die Limitierung auf stationäre Geräte wie z.B. Desktop-Rechner, die in der Regel eine bessere Ausstattung besitzen, kann eine breitere Palette an Anwendungen unterstützt werden und Anwender müssen keine aufwendigen Geräte mit sich herumtragen. Gerade im Wissensmanagement benötigen die oftmals grafisch aufwendigen Visualisierungen wie z.B. im oben beschriebenen *AWAKE Knowledge Explorer* eine höhere Grafikauflösung und Rechenleistung. Eine besondere Form von Nomadic Computing ist das „*Universal Personal Computing*“ oder auch „*Nomadic Desktop Computing*“.³⁹ Anstatt ein portables Gerät mit sich zu führen und sich spontan zu vernetzen, wechseln Anwender stattdessen zwischen stationären, bereits vernetzten Geräten, auf denen die notwendige Anwendungsumgebung jeweils heruntergeladen und in Ab-

³⁹ Vgl. Zhu 1998, S. 1007-1013.

hängigkeit des Anwendungs-, Benutzer-, und Plattformprofils individuell anpasst wird (siehe Abb. 7)

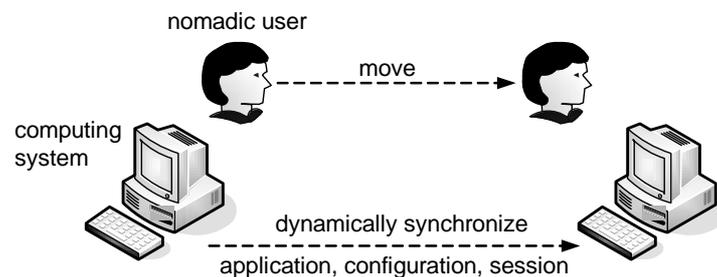


Abb. 7: Nomadic Desktop Computing

Das Ziel ist die Bereitstellung einer plattformübergreifenden, personalisierten Anwendungsumgebung, die sich bei jedem Rechnerwechsel synchronisiert und die konfigurierten Anwendungen und Daten auf dem neuen Rechner automatisch zur Verfügung stellt. Für die spontane Installation der Anwendungen („*application mobility*“) ist es notwendig, dass die Rechnerumgebung automatisch angepasst wird und die benötigten Ressourcen (z.B. Anwendungskomponenten) dynamisch bereitgestellt werden. Die Bereitstellung einer personalisierten Anwendungsumgebung erlaubt es schließlich, die den Anwendern vertrauten Softwarewerkzeuge für nahezu alle Bausteine des kollektiven Wissensmanagements (insbesondere zum Wissenserwerb, zur Wissensentwicklung, zur Wissensverteilung und zur Wissensnutzung) unabhängig vom Ort und dem Gerät des Zugriffs in benutzerfreundlicher Weise anzubieten.

5.2 Eine Softwareinfrastruktur zur Unterstützung nomadischer Internet-Anwendungen

Im Folgenden wird eine Software-Infrastruktur für nomadische Internet-Anwendungen vorgestellt, die für die Unterstützung des oben geschilderten nomadischen Wissensmanagements eingesetzt werden kann. Die hierfür entwickelte Integrationsmiddleware „*Crossware*“ stellt auf der Annahme von heterogenen Plattformen, so wie sie im Internet praktisch vorgefunden werden, ein homogenes, plattformübergreifendes Anwendungssystem bereit. Das Ziel ist die spontane und autonome Verteilung, Installation, Ausführung, Personalisierung sowie Vernetzung von nomadischen Anwendungen über Plattformgrenzen hinweg zu ermöglichen,

ohne den manuellen Eingriff eines Benutzers zu erfordern. Der prinzipielle Ansatz von *Crossware* besteht in der Trennung von plattformspezifischen und anwendungsbezogenen Konfigurationen sowie in der Integration und Kapselung existierender Funktionalitäten. In Abb. 8 ist die Softwarearchitektur des Systems dargestellt.

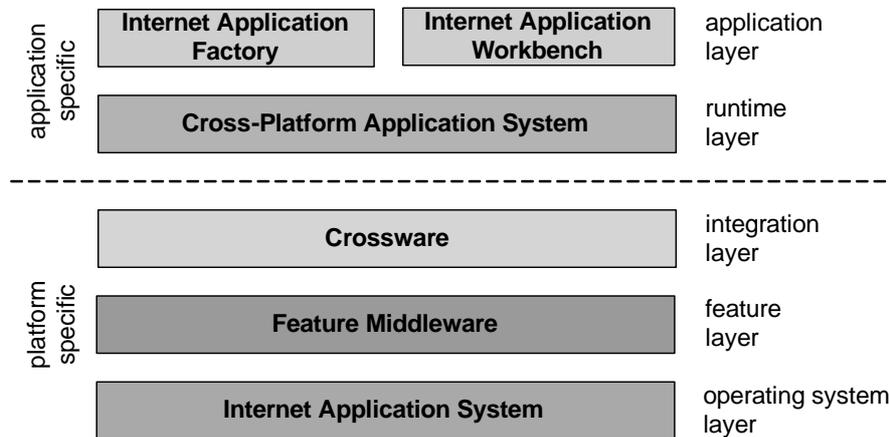


Abb. 8: Softwarearchitektur zur Unterstützung nomadischer Internet-Anwendungen

Auf der untersten Ebene des „*operating system layer*“ findet sich das plattformspezifische Betriebssystem, z.B. MS Windows oder Linux. Die Ebene darüber ist das so genannte „*feature layer*“. Es enthält die plattformbezogenen Middleware-Installationen, die den spezifischen Zugriff auf die Systemressourcen und -dienste ermöglichen, z.B. CORBA oder Java RMI. Eine weitere Ebene darüber befindet sich im „*integration layer*“ die Implementierung der Integrationsmiddleware *Crossware*. Sie integriert die verschiedenen Middleware-Installationen aus der darunterliegenden Schicht und verdeckt die plattformspezifischen Details. In der Ebene „*runtime layer*“ darüber befindet sich das plattformübergreifende Anwendungssystem, das die Anwendungen in der Schicht „*application layer*“ verwaltet.

Die Realisierung des Systems erfolgte unter Einsatz der Programmiersprache *Java*, die den Vorteil hat, nicht direkt plattformspezifischen Code zu erzeugen, sondern ein Zwischenformat, den so genannten *Byte Code*, der in einer virtuellen Laufzeitumgebung, der *Java Virtual Machine (JVM)* interpretiert und ausgeführt wird. Damit implementierte Anwendungen können prinzipiell auf jeder Plattform ausgeführt werden, auf der eine JVM installiert ist. Die Anwendungen selbst werden aus Kom-

ponenten und Modulen je nach aktueller Anwendungs- und Plattformkonfiguration sowie des Benutzerprofils dynamisch zusammengestellt. Damit können nomadische Wissensmanagement-Tools einerseits individuell für den zu explorierenden Informationspool (z.B. Einbinden benötigter Datenadapter) sowie andererseits optimal nach den Möglichkeiten des benutzten Gerätes (z.B. Grafikanzeige) verteilt und konfiguriert werden.

In Abb. 9 wird als Beispiel ein Internet-Anwendungssystem *Internet Application Factory* gezeigt, welches Anwendungen aus dynamisch geladenen Komponenten zusammenstellt und ausführt. Dazu werden zunächst die Anwendungsbeschreibung *application description* und die Plattform-Konfiguration *platform configuration* eingelesen und verarbeitet. Danach werden eine entsprechende Laufzeitumgebung aufgebaut und die passenden Komponenten mit der Modulbeschreibung *module description* lokalisiert und geladen.

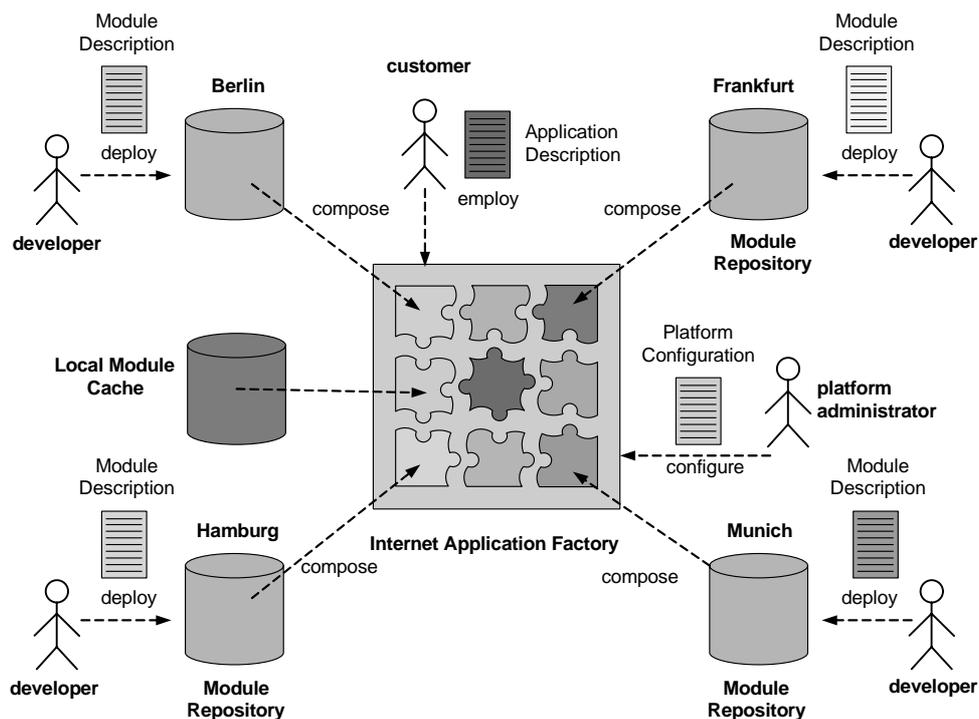


Abb. 9: Internet-Anwendungssystem

Das vorgestellte System stellt damit eine Grundlage für nomadische Anwendungen dar, die spontan von einem Computer zu einem anderen Computer wandern und ohne besondere Administration ausgeführt wer-

den können. Das entwickelte System wurde in mehreren Projekten eingesetzt und evaluiert, u.a. in den oben angeführten Projekten *AWAKE* und *netzspannung.org*.

5.3 Entwicklung einer nomadischen Benutzeroberfläche

Neben der prinzipiellen Unterstützung von Anwendungsmobilität erfordert die Interaktion mit nomadischen Wissensmanagementwerkzeugen auch die Bereitstellung einer grafischen Benutzerschnittstelle und die Unterstützung von Benutzermobilität. Das im Folgenden beschriebene System verfolgt das Ziel, eine nomadische Benutzeroberfläche bereitzustellen, die nicht auf einem einzelnen Rechner installiert und benutzt wird, sondern mit der Bewegung des Nutzers ‚mitreist‘. In diesem Kontext stellt die sogenannte *Internet Application Workbench* selbst eine nomadische Anwendung dar und wurde basierend auf der im letzten Abschnitt beschriebenen *Crossware*-Architektur entwickelt.⁴⁰

Im Gegensatz zur Anwendungsmobilität und einem fest installierten Anwendungssystem kann das der *Internet Application Workbench* zugrunde liegende Anwendungssystem nicht fest installiert werden, sondern muss durch die wechselnde Nutzung von verschiedenen Computern auch dynamisch initialisiert werden. Für diese Initialisierung wird einmalig über den Internet Browser das Werkzeug *Sun Java Web Start*⁴¹ eingesetzt, welches ein Kernsystem von *Crossware* lädt und startet (siehe Abb. 10).

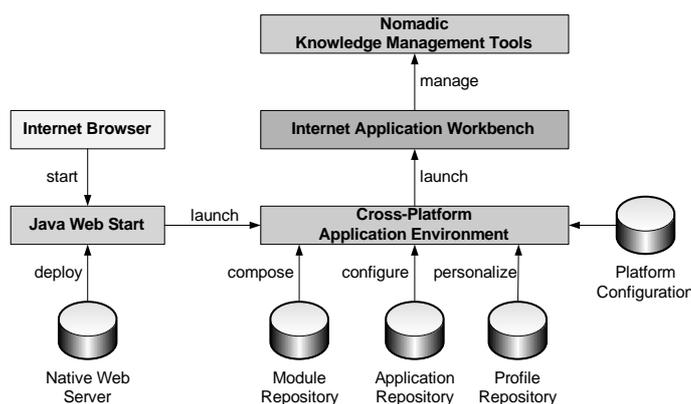


Abb. 10: Dynamische Installation von Crossware

⁴⁰ Paal, Stefan et al.: „Supporting Nomadic Desktop Computing Using an Internet Application Workbench“, in: *Proc. of Distributed Objects and Applications (DOA 2004)*. Larnaca 2004 (im Druck).

⁴¹ Vgl. Marinilli, Mauro: *Java Deployment with JNLP and Web Start*. Indianapolis 2001.

Im Anschluss konfiguriert sich die Anwendungsumgebung, in dem sie eine eventuell vorhandene Plattformkonfiguration (*platform configuration*) einliest und die Internet Application Workbench startet. Das Anwendungsverzeichnis (*application repository*) enthält die Anwendungsbeschreibung mit den Werkzeugen, die dem Anwender zur Verfügung stehen. Das Modulverzeichnis verwaltet dazu eine Liste mit den Modulen, aus denen die Anwendungen dynamisch komponiert werden. Schließlich wird das Profilverzeichnis (*profile repository*) ausgelesen, um für jeden Anwender dieser Plattform eine personalisierte Benutzeroberfläche zur Verfügung zu stellen. Nach Beendigung der Anwendungsumgebung werden die persönlichen Profile in das *profile repository* zurückgespeichert, von wo sie wieder geladen und verarbeitet werden, sobald der Anwender eine neue Internet-Plattform verwendet.

Die eigentliche grafische Benutzeroberfläche wurde in der Programmiersprache Java implementiert. Standardmäßig besteht sie aus einer *Taskleiste*, einem *Message Pane*, einem *Workspace Pane* und einem *Content-Bereich*, wie in Abb. 11 zu sehen ist.

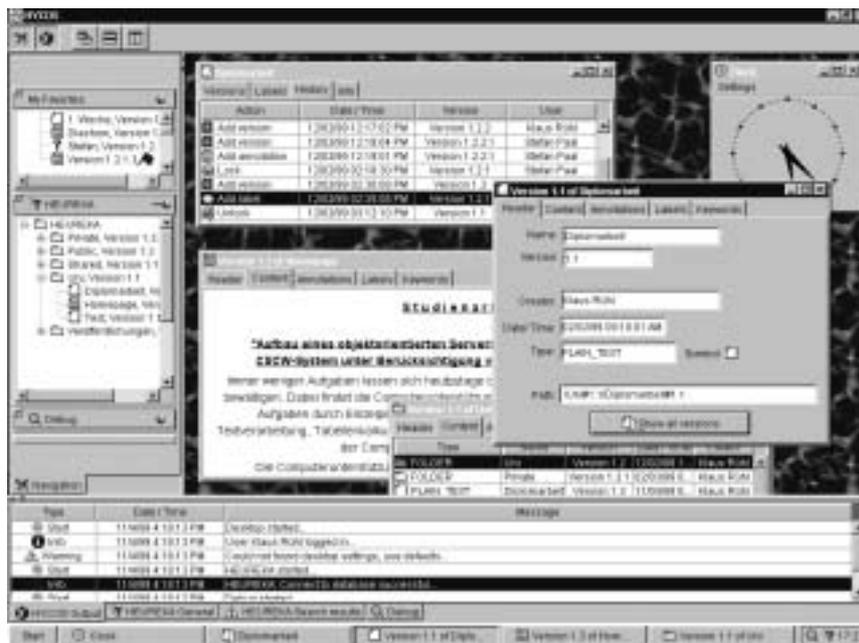


Abb. 11: Nomadische Benutzeroberfläche Internet Application Workbench

Der *Internet Application Workbench* kommen als Benutzeroberfläche mehrere Bedeutungen zu. Zum einen stellt sie einen so genannten *Application Launcher* dar, um andere nomadische Anwendungen zu starten.

Zum anderen präsentiert sie dem Anwender durch die Personalisierung auch immer die zuletzt von ihm konfigurierte Version. Sie vermittelt damit eine plattformübergreifende, grafische Anwendungsumgebung, in der die einzelne Plattform verschwindet und der nomadische Anwender die Illusion einer allgegenwärtigen Vernetzung und Verfügbarkeit von Internet-Anwendungen bekommt. Durch sie wird die ortsunabhängige Benutzung der für das kollektive Wissensmanagement eingesetzten Softwarewerkzeuge adäquat unterstützt.

6. Zusammenfassung und Ausblick

In diesem Beitrag haben wir unterschiedliche Ansätze, Methoden und Softwarewerkzeuge zur Unterstützung einzelner Aufgaben des kollektiven Wissensmanagements diskutiert. Zunächst wurden die technischen Grundlagen zur Etablierung von Wissensnetzen in der heutigen Netzwerkgesellschaft rekapituliert und die Bausteine des kollektiven Wissensmanagements erläutert. Danach wurden Softwarewerkzeuge und Methoden zur kollektiven Kontextualisierung von Inhalten und Entdeckung neuer Zusammenhänge in heterogenen Dokumentenpools vorgestellt, wie sie im Projekt *CAT* entwickelt wurden. Im Anschluss wurde der innerhalb des Projektes *AWAKE* verfolgte Ansatz zur kollaborativen Entdeckung, Nutzarmachung und zum Austausch von implizitem Wissen in heterogenen Expertengemeinschaften präsentiert. Der Beitrag endete mit der Beschreibung einer verteilten Softwareinfrastruktur zur Unterstützung von ‚nomadischem Wissensmanagement‘, die die Mobilität von Anwendungen als auch Benutzern bei den verschiedenen Aufgaben des kollektiven Wissensmanagements ermöglicht.

Die vorgestellten Ansätze und Prototypen befinden sich noch in der Entwicklung und werden für die Nutzung auf der Internet-Plattform *netzspannung.org* weiterentwickelt. Ein Anliegen ist die Einbindung von individuellen Erweiterungen des Systems, so dass Anwender spezifische Module wie z.B. Datenadapter auf eigene Informationspools einbinden können. Des Weiteren geht das aktuelle Anwendungsmodell von zentralisierten Wissensportalen wie *netzspannung.org* aus, die die Wissensstrukturen zentral verwalten. Eine interessante Option, die sich durch die Unterstützung von nomadischen Anwendungen ergibt, ist die spontane als auch dezentrale Vernetzung von Informationspools wie z.B. im Peer-to-Peer-Ansatz.

In diesem Kontext gibt es noch ein weites Forschungsfeld zur Entwicklung von verteilten, dynamischen Ontologien sowie nomadischen Anwendungen für kollektive Wissenserschließung in heterogenen Gemeinschaften und Peer-to-Peer-Netzwerken. Die dazu notwendige Infrastruktur wurde mit dem Crossware-System für nomadische Internet-Anwendungen und den *AWAKE*-Tools für kollektive Wissenserschließung und -visualisierung bereits aufgebaut. Diese bieten eine Basis für nomadisches Wissensmanagement oder auch *Nomadic Knowledge Computing*.

Danksagung

Die in diesem Beitrag beschriebenen Arbeiten wurden in den vom BMBF unterstützten Projekten *CAT* am *MARS Exploratory Media Lab* und *AWAKE – Networked Awareness for Knowledge Discovery* durchgeführt. Unser besonderer Dank gilt Monika Fleischmann und Wolfgang Strauss, den Leitern des *MARS Exploratory Media Lab* und des Projekts *netzspannung.org* für ihre Unterstützung dieser Arbeit. Das *AWAKE*-Projekt wird als ein Verbundprojekt des Fraunhofer IMK mit Fraunhofer IAO, der Universität Dortmund und der Universität Siegen unter der Leitung von Jasminko Novak durchgeführt.

Folgenden Personen möchten wir für ihre Beiträge zu den beschriebenen Ansätzen danken: Martin Schneider und Kresimir Simunic für ihre Mitarbeit an der Entwicklung des Kohonen-Clustering-Moduls, Boris Müller für seine maßgebliche Mitarbeit am Interface-Design für das Semantic Map Interface, Gabriele Blome für Mitarbeit in der Durchführung von Benutzertests und Evaluierungsworkshops, Michael Wurst und Katharina Morik für die Entwicklung von Lösungen zum Lernen persönlicher Wissenskarten, Danijela Djokic und Hartmut Bohnacker für ihre Mitarbeit am Interface-Design für den Knowledge Explorer, Reni Banov für seine Software Engineering Aktivitäten, Christoph Seibert für die Arbeit am dynamischen Adapter für heterogene Archive und Datenquellen, Jens Wagner und Roger Sennert für die Realisierung der verteilten Metadaten-Verwaltung sowie Christoph Kunz und Jürgen Ziegler für ihre Arbeit an der Erzeugung und Visualisierung von komplexen ontologischen Strukturen.