

Xpertfinder – die Suchmaschine für Experten

Dr.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. Wilfried Sihn

Stellvertretender Institutsleiter

Fraunhofer Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA

Nobelstrasse 12

70569 Stuttgart, Germany

Wilfried.Sihn@ipa.fraunhofer.de

Dipl.-Ing. Frank Heeren

Gruppenleiter

Fraunhofer Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA

Nobelstrasse 12

70569 Stuttgart, Germany

Frank.Heeren@ipa.fraunhofer.de

Xpertfinder – die Suchmaschine für Experten

Abstract

Mitarbeiter stellen heute eine wichtige Wissensquelle im Unternehmen dar, indem sie nicht nur Wissen dokumentieren, sondern auch anderen Mitarbeitern direkt bei der Problemlösung helfen. Infolge von Dezentralisierung oder Unternehmensvernetzung zum Zweck der Kooperation von Unternehmen verringert sich die Transparenz im Unternehmen, welche Mitarbeiter Experte in welchen Gebieten sind. Zweck von IT-Systemen zur Expertensuche ist es, Mitarbeitern einen einfachen Zugang zu Experten in bestimmten Themenfeldern anzubieten. Dieses Paper beschreibt das am Fraunhofer IPA entwickelte Xpertfinder-Verfahren, das einen neuartigen Ansatz verfolgt, Experten automatisch zu ermitteln und in Themenfeldern anonym zu empfehlen. Gegenüber herkömmlichen Verfahren beinhaltet Xpertfinder den Vorteil, für die automatische Bestimmung der Arbeits- und Kenntnisgebiete von Mitarbeitern verschiedene Informationsquellen zu betrachten: Einerseits Inhalte, die z. B. Nachrichtentexten entstammen, andererseits Beziehungen, die etwa in Form von Nachrichten-Adressdaten vorliegen. Ferner bleibt die Empfehlungen durch eine kontinuierliche automatische Ermittlung der Ansprechpartner dauerhaft aktuell. Informationsquellen für Xpertfinder stellen Indizien aus expliziten Wissensformen wie z. B. E-Mail-Kommunikationsdaten oder News angemeldeter Benutzer dar, aus denen mittels Bayes'scher Netzwerke aussagefähige Eigenschaften gewonnen werden. Maßnahmen zum Schutz personenbezogener Daten sowie zukünftige Forschungsfelder werden angesprochen.

1 Einleitung

Mitarbeiter stellen wichtige Wissensquellen eines Unternehmens dar und bergen einen großen Anteil des vorhandenen Wissens. Persönliche Kontakte und zwischenmenschliche Kommunikation sind damit essentiell für Wissenstransparenz und -austausch im Unternehmen, da nicht alles Wissen dokumentierbar ist (Polanyi 1958) und der Umfang des vom Experten preisgegebenen Wissens stark davon abhängt, ob ihm der Wissensempfänger bekannt ist (Kautz, Selman, Milewski 1996).

Organisatorische Änderungen wie Dezentralisierung oder die Unternehmensvernetzung zum Zweck der Kooperation erschweren jedoch Aufbau und Pflege von zwischenmenschlichen Kontakten und führen damit zu mangelnder Transparenz über die unternehmensweit oder kooperationsweit vorhandenen Experten und deren Kenntnisse. Doppelarbeit - z.B. in der Produkt- und Verfahrensentwicklung - oder suboptimale Projektteambesetzungen sind Folgen dieser Entwicklung (Davenport, Prusak 1998, S. 53).

Expertensuchsysteme unterstützen die Suche nach Personen, die Kenntnisse in bestimmten Themenfeldern besitzen und fördern damit die Entstehung von Kontaktnetzwerken zwischen Mitarbeitern innerhalb einer Organisation oder organisationsübergreifend. Die Verwendung von expliziten Wissensformen wie E-Mail- oder Newsgroup-Nachrichten als Indiz für Kenntnisse in bestimmten Themenfeldern ist bereits Bestandteil mehrerer Verfahren (vgl. Kapitel 2). Das vorgestellte Xpertfinder-Verfahren geht jedoch in 2 Punkten über den Stand der Technik hinaus. So wird ein Verfahren zur Unterstützung der Expertensuche verwendet, das zunächst eine automatische Kommunikationsanalyse durchführt. Der dadurch extrahierte Kommunikationsbeitrag – die vom Absender selbst erstellte Textsequenz – einer E-Mail- oder Newsgroup-Nachricht wird anschließend vordefinierten Themenfeldern zugeordnet und dient als Indiz für die Kenntnisse des Absenders. Ferner berücksichtigt das Verfahren neben den kodifizierten Inhalten auch Beziehungsinformationen, etwa in Form von Adress-Informationen von E-Mail-Nachrichten.

Kapitel 2 erläutert die bestehenden Verfahren und deren Eigenschaften. Architektur, Funktionsweise und erste Erfahrungen des am Fraunhofer IPA entwickelten Verfahrens „Xpertfinder“ zur Expertensuche werden in Kapitel 3 beschrieben.

2 IT-unterstützte Expertensuche

Erste Ansätze zur IT-Systemunterstützung der Expertensuche lieferte bereits „Helpnet“ (Maron, Curry, Thompson 1986).

Expertensuchsysteme auf Basis manueller Datenakquisition wie z.B. „Gelbe Seiten“ (Stender, Heeren 1999) oder „Know-Who-Agent“ (Kanfer, Sweet, Schlosser 97) zur Anzeige selbsternannter oder bestimmter Personen in einem wählbaren Themenfeld haben neben dem hohen Aufwand zur Pflege der Mitarbeiterdaten den Nachteil, alle Experten namentlich zu nennen.

Expertenbörsen als internetbasierte Expertensuchsysteme wie „NewsMate“ (Fagrell 1999) erfordern ebenfalls eine manuelle Profilpflege, nennen aber die Experten zumeist nicht namentlich sondern leiten Suchanfragen weiter. Eine Experten-Bewertung findet – wenn überhaupt – durch die Bewertung der erhaltenen Antwort statt.

Expertensuchsysteme auf Basis automatischer Datenakquisition können verschiedene Wissenskodifizierungen zur Ableitung des Kenntnisstandes verwenden:

- Kommunikationsdaten wie z. B. EMail oder News („Yenta“, Forner 1999)
- faktischen Wissensbesitz wie z. B. Dokumente oder Web-Sites („Referral Web“, Kautz, Selman 1998)
- Verhaltensaufzeichnungen etwa durch Aufrufen von Dokumenten („Autonomy“, White Paper 1999).

Ausprägungsformen von IT-Systeme zur Expertensuche und deren Eigenschaften unterscheiden sich im Detail jedoch erheblich (Westkämper, Heeren 2001).

Verschiedene Systeme verwenden automatische Verfahren zur Datenakquisition, jedoch existiert noch kein Ansatz zur Expertensuche, der sowohl inhaltliche Daten (z. B. aus Quellentext) als auch soziale oder Beziehungsnetzwerke (z. B. aus Adressbeziehungen von E-Mail-Nachrichten) zur Expertenbestimmung in Betracht zieht und methodisch die Privatsphäre der Experten schützt. Nachfolgend ist daher das Xpertfinder-Verfahren beschrieben, das eine themenfeldspezifische Expertensuche nach zunächst anonymen Experten unterstützt.

3 Das Xpertfinder-Verfahren zur Expertensuche

3.1 Ablauf des Xpertfinder-Verfahrens

Im Zentrum des Xpertfinder-Verfahrens steht der Themenfeldbaum, ein Modell aus Themenfeldern, die einmalig zu definieren und zu beschreiben sind. Als Experten eines Themenfeldes seien in Xpertfinder solche Personen bezeichnet, von denen viele Wissenskodifizierungen vorliegen, die zu den Themenfeldbeschreibungen hinreichend ähnlich sind. Zum Aufbau der Expertenprofile kommen für Xpertfinder grundsätzlich alle elektronisch verfügbaren Wissenskodifizierungen in Frage, wobei die Implementierung derzeit auf E-Mail-Nachrichten und Newsgroup-Beiträge beschränkt ist. So dienen z. B. Kopien von E-Mail-Nachrichten angemeldeter Benutzer zur Deduktion auf Experten-Status, indem die folgenden 4 Schritte zur Datenverarbeitung durchlaufen werden (vgl. Abb. 1):

1. Kommunikationsanalyse zur Absenderauthentifizierung und Nachrichtenkettenbildung:
Vergleich der E-Mail-Nachricht mit allen zuvor versendeten Nachrichten der letzten n Wochen. Identifiziert der Vergleich identische Textsequenzen von einigen Zeilen Länge, so werden diese Zeilen in der Nachricht gelöscht. Übrig bleibt der Kommunikationsbeitrag, d. h. die vom Absender der E-Mail-Nachricht selbst erstellte Textsequenz. Dazu wurde der „Basic Diff“-Algorithmus (Ukkonen 1985) weiterentwickelt und auf die Anforderungen des E-Mail-Vergleichs angepasst. Fehleinschätzung aufgrund von Textsequenzen, deren Absender nicht gleich dem Autor ist (z.B. Reply- oder Forwardkomponenten) lassen sich auf diese Weise ausschließen.
2. N-Gram-Profilerstellung:
Zerlegung der Nachrichten und Themenfeldbeschreibungen in N-Grams (überlappende Zeichensequenzen der Länge N) und Berechnung der relativen Häufigkeiten der N-Grams. Anschaulich stellt ein N-Gram-Modell einen N -dimensionalen Vektor dar, dessen Komponenten den N-Gram-Häufigkeiten entsprechen. Die N-Gram-Zerlegung wird verwendet, um Wortfolge-

beziehungen zu berücksichtigen und den Einfluss verschiedener Endungen an einem Wortstamm zu reduzieren.

3. Ähnlichkeitsbestimmung:

Zwei Methoden kommen parallel zur Bestimmung der Ähnlichkeiten zwischen Kommunikationsbeitrag und Themenfeld zum Einsatz: eines schlagwort- und eines textbasierten Vergleichsverfahrens. Schlagwortbasierte Verfahren decken den Umfang an bekannten charakteristischen Begriffen ab. Das textbasierte Verfahren auf Basis der mittels N-Gramzerlegung bestimmten Häufigkeitsvektoren verwendet die Größe des eingeschlossenen Winkel zwischen den Vektoren als Ähnlichkeitsmaß (Salton 1989). Je größer der Wert aus dem Vergleich der Nachricht mit jedem Themenfeld oberhalb einer Signifikanzgrenze ist, um so wahrscheinlicher ist das Kommunikationsthema der Nachricht bestimmt.

4. Analyse der Kommunikationsgraphen:

Die Verwendung der Analyse-Ergebnisse für die Expertenselektion erfordert eine leicht verständliche Darstellung von möglichst wenigen aussagekräftigen Kenngrößen. Aus den Eingangsdaten und der Nachrichtenanalyse stehen u. a. folgende Informationen für eine Graphenanalyse zur Verfügung:

- Bezug der Nachricht zu Themenfeldern
- Kommunikationspartner und deren Hauptkommunikationsthemen
- Kommunikationsfrequenz je Kommunikationspartner und Themenfeld
- Subjektiv bestimmbare Ähnlichkeit der Themenfelder untereinander

Aus diesen Informationen erfolgt die Berechnung von Wahrscheinlichkeiten für verschiedene Kenngrößen wie z.B. Expertenstatus, Spezialisierung, oder Anzahl Gesprächspartner im Themenfeld (vgl. Kapitel 3.3) unter Verwendung Bayes'scher Statistik (Koch 2000).

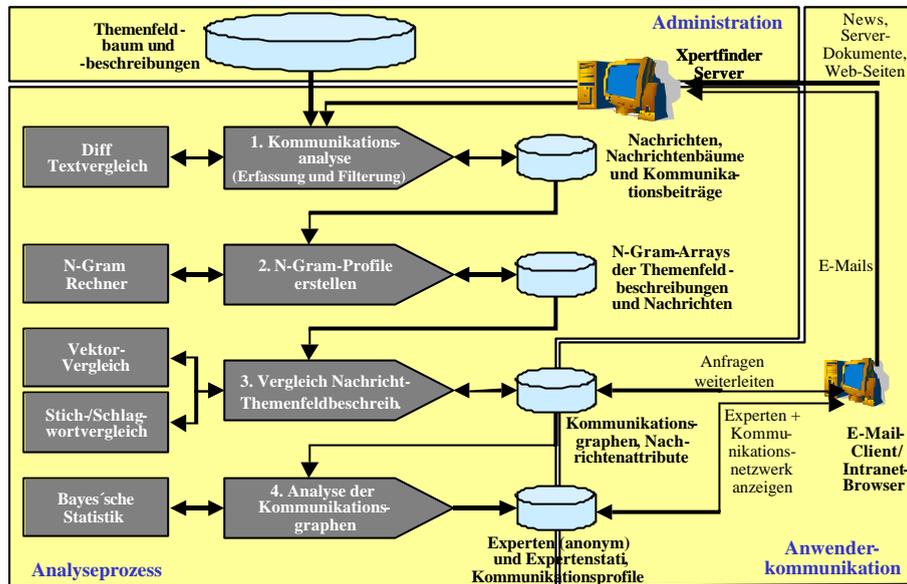


Abb. 1: Ablauf des Xpertfinder-Verfahrens

Sucht ein in Xpertfinder angemeldeter Mitarbeiter Unterstützung bei einer Problemstellung, so durchsucht er zunächst mit einem Internetbrowser den Themenfeldbaum nach einem der Problemstellung nahekommenden Themenfeld. Nach Auswahl eines Themenfeldes zeigt Xpertfinder die Experten, d. h. die darin am intensivsten kommunizierenden Mitarbeiter sowie deren Kommunikationsbeziehungen untereinander anonym an. „Gatekeepers“, „Information Stars“ oder „Information Boundary Spanners“ (King, Castro, Jones 1994), die für den Informationsaustausch entscheidende Bedeutung besitzen, lassen sich so erkennen. Per E-Mail formuliert der suchende Mitarbeiter nun die Anfrage an die selektierten Experten und leitet diese an Xpertfinder weiter. Dort ergänzt Xpertfinder die E-Mail-Adressen der selektierten Mitarbeiter und stellt die Anfrage zu. Nach Erhalt der Anfrage bleibt den Experten so die Wahl, auf die Nachricht zu antworten und damit ihre Anonymität aufzugeben oder die Anfrage zu verwerfen.

3.2 Architektur des Xpertfinder-Systems

Das IT-System Xpertfinder ist Client-Server-basiert und vollständig als Komponentensoftware konzipiert. Gemäß der von Yimam und Kobsa getroffenen Gliederung möglicher Architekturen von Expertensuchsystemen fällt Xpertfinder in die Kategorie „Aggregated expertise model based“ (Yimam, Kobsa 2000), da das Wissensmodell innerhalb eines Unternehmens kontinuierlich aufgebaut und zentral auf dem Server gespeichert wird. Sollte Xpertfinder für die unternehmensübergreifende Expertensuche in kooperierenden Unternehmen zum Einsatz kommen, so ist für jedes Unternehmen eine eigenständige Serverinstallation notwendig. Darüber hinaus ist ein Kooperations-Netzwerkserver erforderlich, um den Themenfeldbaum für die Expertenbestimmung und -suche sowie den unternehmensübergreifenden Datenaustausch sicherzustellen. Die Clients dienen als graphische Benutzerschnittstelle für Administration und Betrieb von Xpertfinder und speichern selbst keine Expertenprofilaten ab. Die Architektur besteht vereinfacht dargestellt somit aus 3 Bereichen (vgl. Abb. 2).

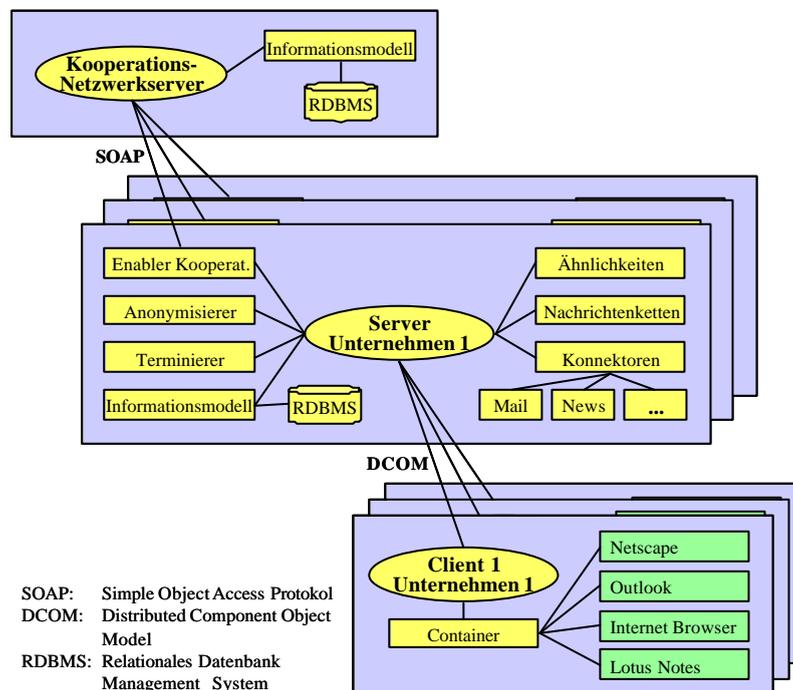


Abb 2: Architektur des Xpertfinder-Systems

Der **Kooperations-Netzwerkserver** dient der Verwaltung eventueller Kooperationen zwischen Unternehmen und organisiert die Kommunikation zwischen den Xpertfinder-Unternehmensservern. Die Kooperation definiert Themenfelder, in denen die Mitarbeiter der kooperierenden Unternehmen sich anonym Experten anzeigen lassen können. Per Abonnement erfolgt ereignisgesteuert die Übertragung des Kooperations-Themenfeldbaumes an die Xpertfinder-Server der Kooperationspartner. Dort lassen sich Themenfelder ergänzen, die nicht Bestandteil der Kooperation sind. Soll eine Kooperation um ein Themenfeld ergänzt werden, so ist zuvor ein Abstimmungsprozess zwischen den Kooperationspartnern durchzuführen, ob dieses Themenfeld von allen Kooperationspartnern erwünscht ist und ob es durch die Themenfeldbeschreibung treffend beschrieben ist. Die Kommunikation zwischen dem Kooperations-Netzwerkserver und den unternehmensspezifischen Xpertfinder-Servern läuft über das Simple Object Access Protocol (SOAP) ab, ein auf XML basierendes Protokoll zum Aufruf von Funktionen auf verteilten Rechnern.

Der **Xpertfinder-Unternehmensserver** steuert die Logik und damit die Grundzusammenhänge zwischen den Komponenten und stellt Dienste für die Clients zur Verfügung, um Abfragen auf die kontinuierlich ermittelten Expertendaten durchzuführen. Der Server ist aus Komponenten aufgebaut. Er besteht aus einem Kern, der die einzelnen Komponenten und deren Zusammenspiel steuert. Jede der Komponenten lässt sich einer der folgenden Klassen zuordnen:

- **Konnektoren.** Diese verbinden Xpertfinder mit Quellen, wobei Veränderungen in den Quellen als Nachrichten dargestellt werden. So kann der Konnektor EMail-Postfächer, Newsgroups oder z. B. Server-Dateiordner beobachten und bei Veränderungen die Analysekomponenten aufrufen.
- **Nachrichtenketten.** Komponente zur Durchführung der Kommunikationsanalyse, wodurch die Nachricht auf den vom Absender erstellten Umfang (Kommunikationsbeitrag) reduziert wird. Darüber hinaus ermittelt die Komponente Nachrichtenketten die Beziehungen zwischen einer Nachricht und den dazu vorhandenen Bezugsnachrichten (Antworten, Weiterleitungen).

- Ähnlichkeiten. Die Komponente Ähnlichkeiten ermittelt die inhaltliche Nähe zwischen einem Nachrichtentext und allen vorliegenden Themenfeldbeschreibungen. Neben der Anwendung des Vektorraummodells auf N-Gram-zerlegten Nachrichten und Themenfeldbeschreibungen läuft ein Schlagwortvergleich ab.
- Anonymisierer. Zwei Funktionen stellt diese Komponente bereit: Einerseits die Ver-/Entschlüsselung der Nachrichtenklartexte, solange deren Speicherung zur Durchführung der Kommunikationsanalyse oder der Ähnlichkeitsbestimmung erforderlich ist. Andererseits führt diese Komponente die Zuordnung der Adressen und die Weiterleitung der Anfragen an selektierte anonyme Experten durch.
- Terminierer. Sämtliche zeitgesteuerten Funktionen von Xpertfinder steuert der Terminierer. Darunter fallen z. B. die Löschfunktion für Nachrichten oder die Graphenanalyse, die aus Performancegründen nicht erst zum Abfragezeitpunkt aufgerufen wird.
- Informationsmodell. Das Informationsmodell stellt eine objektorientierte Sicht auf die in der Relationalen Datenbank bereitgestellten Tabellen für Nachrichten, Benutzerprofile etc. dar.
- Enabler Kooperationen. Ermöglicht die Kommunikation zwischen Server und Kooperations-Netzwerkserver über SOAP.

Jeder Nutzer von Xpertfinder sowie die Administratoren interagieren mit Xpertfinder über den **Client**. Dieser Client ist als Active-X Control realisiert lässt sich somit leicht in OLE-fähige Container einbinden Client-seitig und damit vom Benutzer steuerbar erfolgt die Weiterleitung aller verfassten E-Mails Analyse im Xpertfinder-Unternehmensserver. Ferner findet über den Client die Pflege der Benutzerstammdaten statt (E-Mail-Adressen, Listen von Kollegen, die persönlich bekannt sind etc.).

3.3 Implementierung des Xpertfinder-Systems

Entwicklungsziel für die Xpertfinder-Implementierung war, clientseitig eine bereits vorhandene und damit bekannte Softwareumgebung zu nutzen, um die Programmverwendung zu erleichtern. Aufgrund der großen Bedeutung von E-Mail als Quelle für Xpertfinder sowie als Kommunikationsmedium überhaupt wurde der E-Mailbrowser dazu ausgewählt. Sämtliche teilnehmerseitigen Interaktionen lassen sich hieraus vornehmen. Die Benutzerschnittstelle gliedert sich in einen Navigationsbereich (links) zur Suche und Selektion der Themenfelder sowie einen Detailbereich (rechts), der zur tabellarischen oder graphischen Anzeige der Experten-Eigenschaften dient. Jede Zeile entspricht darin einem anonymen Experten. Der „Expertenstatus“ umfasst alle über das Bayes'sche Netzwerk zusammengefassten Indizien. „Spezialisierung“ hingegen zeigt bezogen auf den besten Spezialisten an, in wie vielen weiteren Themenfeldern die Person ebenfalls Experte ist. Die Anzahl „Gesprächspartner“ drückt schließlich aus, wie viele Kommunikationspartner im Themenfeld vorliegen (vgl. Abb. 3).

The screenshot shows the Xpertfinder application interface. On the left is a tree view of topics under 'Xpertfinder'. The selected topic is 'Umformen', which is expanded to show sub-topics: 'Zugumformen', 'Druckumformen', and 'Schubumformen'. On the right is a window titled 'Wissensträger im Themenfeld Umformen' containing a table of experts. Below the table are three buttons: 'Zurück', 'Kontaktieren', and 'Kommunikationsgraph anzeigen'.

Nr	Expertenstatus	Spezialisierung	Gesprächspartner
1	☺ 0.6	T 0.8	10
2	☺ 0.55	T 0.5	7
3	☺ 0.52	T 0.51	2
4	☺ 0.43	T 0.2	3
5	☹ 0.4	T 0.3	5

Abb 3: Anzeige des Themenfeldbaums und der Experten im Themenfeld Umformen

Aufgrund publizierter Erfahrungen über eine mitarbeiterseitiger Ablehnung von Expertensuchsystemen, die unzureichenden Schutz von Wissensträgerprofil-Informationen bieten (Kautz, Selman, Milewski 1996), wird bei Xpertfinder dem Daten- und Persönlichkeitsschutz maßgeblicher Stellenwert beigemessen. So besteht u.a. das gespeicherte „Wissensprofil“ der Experten aus Ähnlichkeits- und Häufigkeits-

beziehungen zum Wissensmodell, die Klartexte der Nachrichten liegen stets verschlüsselt vor und werden im Anschluß an die Kommunikationsanalyse gelöscht. Ferner repräsentiert Xpertfinder Experten anonym. Erst wenn ein Experte infolge einer Anfrage mit dem Ratsuchenden Verbindung aufnimmt, gibt er seine Identität preis.

Ergebnisse aus protoypischen Anwendungen des Verfahrens zeigen gute Performance für die Kommunikationsanalyse sowie für die Berechnung der Bayes'schen Netzwerke, die damit auch in großen Unternehmen anwendbar sind. Der Rechenzeitbedarf für die textbasierte Ähnlichkeitsbestimmung zwischen Nachricht und Themenfeld hängt mit dem derzeit eingesetzten Vergleichsalgorithmus stark von der Länge der N-Grams ab, was sich auf die Anzahl der analysierbaren Nachrichten pro Zeiteinheit bzw. die Anzahl der möglichen Themenfelder auswirkt. Die guten Zuordnungsergebnisse aus dem kombinierten Einsatz von schlagwort- und textbasiertem Ähnlichkeitsvergleich sprechen jedoch für die parallele Anwendung beider Verfahren.

4 Zusammenfassung und Ausblick

Der vorliegende Abstract enthält ein Überblick über gängige Verfahren zur Expertensuche. Mit dem neuen Verfahren Xpertfinder und dessen softwaretechnischer Umsetzung ist erstmals eine Expertensuche in definierten Themenfelder möglich, die Inhalt und Beziehungsinformationen berücksichtigt. Erläutert werden das Verfahren zur Datenakquisition und -anzeige sowie die Architektur und Implementierung des Xpertfinder-Systems. Umfassende Schutzmaßnahmen für personenbezogene Daten ermöglichen eine verbesserte Benutzerakzeptanz als bei bekannten Systemen.

Zukünftige Arbeiten konzentrieren sich auf die Implementierung weiterer Konnektoren, um weitere zur Analyse verwendbare Quellen zu erschließen. Ferner ist vorgesehen, Xpertfinder auch für mehrsprachige Unternehmen anzupassen.

5 Literatur

- Autonomy Technology White Paper
<http://www.autonomy.com/echo/userfile/germanwhitepaper.pdf> 10.11.2000.
- DAVENPORT, Thomas H.; PRUSAK, Laurence: Wenn Ihr Unternehmen wüßte, was es alles weiß ... das Praxisbuch zum Wissensmanagement Landsberg, Lech (Verlag Moderne Industrie) 1998.
- FAGRELL, Henrik; FORSBERG, Kerstin; JOHANNESSON, Erik : Newsmate: Expertise Management For Journalists Aus: n. n. (Hrsg.): Beyond Knowledge Management: Managing Expertise ESCW 99 Workshop <http://www.informatik.uni-bonn.de/~prosec/ECSCW-XMWS/> 1999.
- FONER, Leonard N.: Political Artifacts and personal Privacy: The Yenta Multi-Agent distributed Matchmaking System Massachusetts, Thesis 1999.
- KANFER, Alaina; SWEET, Jim; SCHLOSSER, Ann: Humanizing the Net: Social Navigation with a "Know-who" Email Agent Springfield, IL, USA
<http://www.ncsa.uiuc.edu/edu/org> 13.11.2000.
- KAUTZ, Henry; SELMAN, Bart; MILEWSKI, A.: Agent Amplified Communication Aus: Proceedings of the AAAI Spring Symposium on Intelligent Agents in Cyberspace Stanford, CA, USA (AAAI) 1996. S. 3-9.
- KAUTZ, Henry; SELMAN, Bart: Creating Models of Real-World-Communities with ReferralWeb Aus: Proceedings of the 15. AAAI Workshop on Recommender Systems Madison, Wisconsin, USA (AAAI) 1998.
- KING, Donald W.; CASTO, Jane; JONES, Heather: Communication by Engineers. A literature review of Engineers' information needs, seeking processes, and use Washington, D.C., USA (Council on Library Resources) 1994.
- KOCH, Karl-Rudolf: *Einführung in die Bayes-Statistik* Berlin, Heidelberg New York u. a. (Springer) 2000.
- MARON, M. E.; CURRY, S.; THOMPSON, P.: An Inductive Search System: Theory, Design and Implementation In: IEEE Transaction on Systems, Man and Cybernetics, 16. Jg. (1986), H. 1, S. 21-28.
- POLANYI, Michael: Personal Knowledge towards a post-critical philosophy London (Routledge & Kegan Paul Ltd) 1958.
- SALTON, Gerard.; MCGILL, Michael J.: Information Retrieval - Grundlegendes für Informationswissenschaftler Hamburg, New York u. a. (McGraw-Hill) 1989.
- Skills-Based Management Reasonable Expectations, Stratgic Considerations and Succes Factors <http://www.skillview.com>(Skillview Technologies, Inc.) 1998.
- STENDER, Siegfried; HEEREN, Frank: Wissensmanagement - ein Überblick Aus: Westkämper, Engelbert; Sihm, Wilfried; Stender, Siegfried (Hrsg.): Instandhaltungsmanagement in neuen Organisationsformen Berlin, Heidelberg, New York u. a. (Springer) 1999. S. 65-78.

UKKONEN, Esko: Algorithms for Approximate String Matching In: Information and Control, 64. Jg. (1985), S. 100-118.

WESTKÄMPER, Engelbert; HEEREN, Frank: Personensuche in definierten Themenfeldern In: ZWF, 96. Jg. (2001), H. 7/8, S. 417-422.

YIMAM, Dawit; KOBASA, Alfred: DEMOIR: A Hybrid Architecture for Expertise Modelling and Recommender Systems. Aus: IEEE WETICE Knowledge Media Networking Workshop USA (National Institute fo Standards & Technology (NIST)) 14.-16. Juni 2000.