

# Knowledge-based Information Retrieval Services in unternehmensübergreifenden Wartungs- und Instandhaltungsumgebungen

Guntram Flach, Thomas Ruth  
Fraunhofer IGD Rostock  
Joachim-Jungius-Str. 11, 18059 Rostock  
guntram.flach@igd-r.fraunhofer.de

Jörg Schröder, Marcus Kuper  
BfPI - Büro für Praktische Informatik GmbH  
Alter Holzhafen 17a, 23966 Wismar  
schroeder@bfpi.de

**Abstract:** Neben den klassischen Produktionsfaktoren Arbeit, Kapital und Boden spielt Wissen eine zunehmend wichtigere Rolle in modernen Unternehmenskulturen. Insbesondere bei hohen Wachstumsraten besteht die Notwendigkeit, die Verwaltung des Wissens kontinuierlich an die sich verändernden Geschäftsfelder anzupassen, der Gefahr des Verlustes von Wissen entgegenzuwirken und flexible Strukturen für die Verbreitung von Wissen zu etablieren. Die Entwicklung zukunftsicherer Wissensmanagementsysteme wird somit immer mehr zu einem entscheidenden Wettbewerbs- und Erfolgsfaktor. Dies betrifft insbesondere Problemstellungen bzgl. der Adaptivität von unternehmensübergreifenden Service- und Wartungsprozessen sowie die Entwicklung und Umsetzung zugehöriger Modelle im Bereich der Unternehmenskooperation. Das Projektvorhaben KnowledgeGRID startete als Kooperationsprojekt mit der BfPI GmbH im April 2009 und läuft bis Dezember 2010 und wird vom Wirtschaftsministerium des Landes Mecklenburg-Vorpommern gefördert.

## 1 Einleitung

Die Vision von sich selbst steuernden, adaptiven unternehmensübergreifenden Service-Prozessen erfordert neue, innovative Ansätze für die Verarbeitung von zusammengesetzten Workflows bzw. Information Retrieval-Mechanismen. Zielstellung ist es, Werkzeuge und Steuerungskomponenten zu schaffen und in die Anwendungsumgebung einzubetten, die z.B. eine Dynamisierung und Adaptivität der unternehmensübergreifenden Service- und Wartungsprozesse durch die Nutzung von wissensbasierten Ansätzen ermöglichen. Ziel ist es, eine durchgängige, prozessorientierte Entwicklungs- und Betriebsumgebung in Form einer modularen, adaptiven Wissensmanagement-Lösung zu schaffen. Durch die flexible Kopplung von Wissensmanagement-, Information Retrieval- und GRID-Service-Komponenten im

Rahmen eines integrierten Systems wird die unternehmensweite Suche und die semantische Verknüpfung von Informationen mehrerer Unternehmen, Dienstleister und Anwendern unterstützt und ermöglicht.

Die im Vorhaben KnowledgeGRID entwickelten Wissensnetze dienen der Unterstützung vielfältiger Aufgaben unternehmensübergreifender, adaptiver Informationssysteme. Neben der Entwicklung dieser Ontologien werden geeignete Methoden und Verfahren entwickelt, die die Auswertung von ad hoc-Anfragen unter Berücksichtigung unterschiedlicher Sichten und Nutzungskontexte erlauben. Bezogen auf das Experimentalsystem im Rahmen des Evaluierungs-Szenarios im Maschinenbaubereich (z.B. Offshore-Industrie) würden Einsatzmöglichkeiten u.a. in Wartungs- sowie Service-Prozessen bestehen. Weiterhin wird durch den anvisierten Ansatz der Adaptivität und Vernetzung der internen, wissensintensiven Prozesse die Zusammenarbeit der an Engineering, Installation und Wartung beteiligten Partner ermöglicht und vorangetrieben.

KnowledgeGRID wird seit Anfang 2009 als Kooperationsprojekt mit der BfPI GmbH<sup>1</sup> im Rahmen der Technologie-Förderung des Landes Mecklenburg-Vorpommern entwickelt. Die Evaluierung der entwickelten Lösungskomponenten für den Bereich Wissensbasierte Assistenz erfolgt unter Berücksichtigung der Anforderungen in der Offshore-Windanlagen-Industrie. Eine Übertragung der entwickelten Konzepte und Methoden auf andere Anwendungsszenarien im Bereich Wartung und Service von Maschinen und Anlagen ist darüber hinaus vorgesehen.

## **2 Anwendungsszenario und Anforderungen**

Service-Anwendungen im Maschinen- und Anlagenbau verlangen die Fähigkeit, Applikationen, Systeme und digitale Dienste in einer lose gekoppelten Umgebung kontextabhängig anzubieten, zu finden und zu bewerten. Aus Sicht der spezifischen Anforderungen des betrachteten Wartungs- und Instandhaltungs-Szenarios erfordert das Retrieval, die Optimierung bzw. Entscheidungsunterstützung den adhoc-Zugang zu den internen und externen Dokumentsystemen. Diese sind unter Nutzung verfügbarer Kontextinformationen (z.B. Nutzer- oder Anlagen-Kontext) und Rechte- und Sicherheitsalgorithmen zu strukturieren (Sichten) und den anfragenden Service-Prozessen semantikbasiert zum Zugriff anzubieten.

Eine Reihe von Forschungs- und Anwendungsvorhaben haben sich mit dem Thema Information Retrieval, der Anfrageanreicherung und rechtebasierten Suchdiensten innerhalb offener Informationssysteme unter Berücksichtigung von ad hoc Anfrage-Szenarien beschäftigt. Zunehmend rückt das Interesse der semantischen Anfrageanreicherung neben der System-Integration auch als unterstützende Metaebene u.a. im Zusammenhang mit der Schaffung von Intelligenten Assistenzsystemen zur Steuerung der föderativen Suche (Google Search Appliance<sup>2</sup>) bzw. Meta-Suchmaschinen (Conweaver<sup>3</sup>) in den Vordergrund. Die Forschungsprojekte [AuFl05, Qua06] nutzen

---

<sup>1</sup> [www.bfpi.de](http://www.bfpi.de)

<sup>2</sup> [www.google.de/gsa](http://www.google.de/gsa)

<sup>3</sup> [www.conweaver.de](http://www.conweaver.de)

darüber hinaus selbststeuernde Prozesse zur Indizierung von dezentralen Informationsquellen und der Anfrageanreicherung. Weiterhin werden in [Bar08, KäHe09, Stre08] Lösungsvorschläge zur Einbeziehung von Adaptivität und Nutzung von Wissensstrukturen vorgestellt, die sich mit der Anpassbarkeit an veränderte Kontextbedingungen unter Nutzung von Wissensmanagementansätzen beschäftigen. Für die im Nachfolgenden beschriebene komplexe Anwendungszielstellung und die zugehörigen Anforderungen sind bisher nur unzureichende Lösungsansätze vorhanden.

Folgendes Anwendungsszenario könnte als Rahmen für die weiteren Betrachtungen zu Grunde gelegt werden: Eine dezentral errichtete Windenergie-Anlage (WEA) mit Online-Verbindung zu einer Fernwartungszentrale meldet einen Fehlerzustand und begibt sich in den Notstopp-Zustand. Die Fernüberwachung klassifiziert den Fehler und beauftragt ein Serviceteam mit der Reparatur. Oft werden externe Techniker mit derartigen Aufträgen betraut. Diese sind zumeist allgemein ausgebildet und verfügen selten über das in Ausnahmefällen benötigte Spezial-KnowHow. Unmittelbar an der Anlage haben die Techniker zurzeit nur Zugriff auf eine Betriebsführungssoftware, welche u.a. eine Statusanzeige und die Fehlermeldung liefert, jedoch keine detaillierten Informationen zur Durchführung der Reparatur oder in deren Umfeld benötigtes Wissen enthält. Diese speziellen Informationen sollen sich künftig bei Bedarf durch den Zugriff auf ein vom Anlagenhersteller bereitgestelltes unterstützendes Online-System beschafft werden können.

Bestandteil des Lösungsansatzes ist somit die Konzeptionierung eines universellen Ansatzes, der es erlaubt, mittels situationsorientierter Verfahren und semantischer Beschreibungen verschiedene Informationsquellen und Grid-Services anzufragen, zu steuern und zugehörige Interaktions-Verfahren wissensbasiert und kontextabhängig anzustoßen.

Die angedachten Anforderungen sollen nachstehend zusammengefasst werden:

- **Semantische Assistenz:** Die semantischen Beschreibungen und Regeln sollen es erlauben, verschiedene Informationsquellen und Anwendungsprozesse dynamisch zu steuern und zugehörige Retrieval- und Zugriffs-Prozesse wissensbasiert und kontextabhängig anzustoßen.
- **Kontextabhängige Suche:** Durch eine höhere Flexibilität der Kontextsteuerung sollen bisher weitgehend statische Suchabläufe dynamisch auf ad hoc - Anforderungen und -Probleme abgestimmt sein (Siehe [BuMe09, AgCN09]).
- **Rollenbasierte Zugriffs-Steuerung:** Es soll möglich sein, in einem Mehrbenutzersystem ein erweiterbares Verfahren zur Zugriffssteuerung und -kontrolle auf Informationssysteme und Dienste zu etablieren.
- **Integration:** Durch einen offenen GRID-Service-Ansatz sollen verschiedene Datenquellen semantisch unterstützt einfach miteinander verbunden und deren Heterogenität aufgelöst werden.

Ausgehend vom geschilderten Anwendungsszenario und den genannten Anforderungen wird im nächsten Abschnitt die Architektur kurz vorgestellt, bevor darauf folgend einige Realisierungsaspekte genauer dargestellt werden.

### 3 Systemarchitektur

Im Rahmen des Projektes wurde die in Abbildung 1 dargestellte Systemarchitektur entwickelt. Am Anfang steht ein Client als Ausgangspunkt der Suchanfrage.

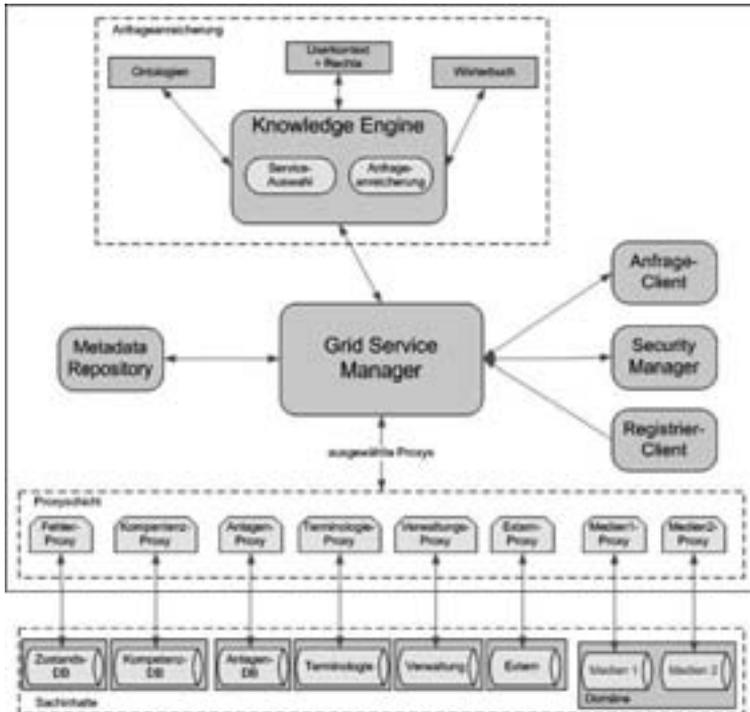


Abbildung 1: KnowledgeGRID-Systemarchitektur

Als Zweites existiert ein Security Manager mit Informationen zu den Rechten und Kompetenzen des Nutzers. Im Zentrum steht der *Grid Service Manager (GSM)*, welcher die Suchanfrage entgegennimmt, sie an die *Knowledge Engine* zur Anreicherung weiterleitet und die erweiterte Anfrage danach an geeignete angeschlossene Services übermittelt. Auch die Auswahl geeigneter Services erfolgt in der *Knowledge-Engine*. Die eigentliche Suche wird indexbasiert auf den einzelnen Services durchgeführt. Die *Knowledge-Engine* verwendet verschiedenste Kontextinformationen, Terminologien und Ontologien zur Anfrageanreicherung. Ein *Registrierungs-Client* erlaubt einem Komponenten-Administrator das Registrieren seines Services für das KnowledgeGrid. Abschließend gibt es noch die Gruppe der angeschlossenen Grid-Services, welche die Sachinhalte enthalten. Zu jeder Komponente gibt es einen separaten *Proxy*. Als Technik zur Kommunikation zwischen den Komponenten von KnowledgeGrid wird der REST-Ansatz (Representational State Transfer, [Fie00]) eingesetzt. Ein *Metadata Repository* verwaltet persistente Informationen über die Nutzdatenquellen, getrennt nach den jeweiligen Domänen. Der GSM empfängt die Anfragen der Nutzer, verarbeitet sie und stellt die Antworten bereit.

## 4 Realisierungsaspekte

Die für den Lösungsansatz notwendigen Überlegungen werden im folgenden Abschnitt durch eine Auswahl verschiedener Realisierungsaspekte kurz vorgestellt.

### Semantische Anfragenreicherung

Die Anfragenreicherung dient der Erweiterung der Suchanfrage. Am Anfang des Prozesses steht eine Anfrage des Nutzers. Diese Suchanfrage wird zunächst um die Kontextinformationen erweitert. Um weiteres Wissen für die Anfrage zu gewinnen, werden die Informationen aus dem Kontext mit denen spezieller Datenquellen verbunden. Dies geschieht über die semantischen Strukturen der Anlagen- und Zustandsontologien sowie Terminologien. Mittels eines Regelsystems wird zu diesen Wissensnetzen ein Inferenzmodell erstellt, welches weitere Informationen für die Suchanfrage liefert. So können entweder die in der Anfrage verwendeten Suchattribute um bestimmte Suchbegriffe erweitert oder zusätzliche Suchattribute mit entsprechenden Werten integriert werden. Der resultierende erweiterte Anfrageplan wird schließlich an eine Retrievalkomponente übergeben.

### Grid-Service-Auswahl

Mittels der Methode *chooseServices()* wird in der Knowledge Engine (KE) außerdem eine Vorauswahl über jene Grid-Services getroffen, welche in die aktuelle Suchanfrage einbezogen werden sollen. Die Informationen zur Suchanfrage werden in der Anfragenreicherung gesammelt. Angaben zu den einzelnen Grid-Services und Zugriffsrechten [Neu10] erhält die KE aus dem Metadata-Repository in Form einer YAML-Datei.

### Information Retrieval

Der Prozess des Information Retrieval wird in der Proxy-Schicht bearbeitet. Dabei teilt sich dieser Prozess in die beiden Unterpunkte des Indexing-Service und des Retrieval-Service auf. Mittels des Indexing-Service können Suchindizes für die dahinter liegenden Grid-Services angelegt werden. Über den Retrieval-Service ist es möglich, innerhalb dieser Indizes nach bestimmten Informationen zu suchen. Beide Teilschritte wurden mithilfe von Apache Lucene umgesetzt. Durch eine spezielle Indizierung der Zugriffsrechte können diese bei der Suche mit berücksichtigt werden [Neu10], [Nar03].

### Metadaten Repository

Das Metadata-Repository dient der persistenten Speicherung einer Vielzahl von Informationen. Es enthält Metadaten zu jedem angeschlossenen und registrierten Service. Diese Informationen lassen sich in vier Bereiche unterteilen: Service-Beschreibung, Service-Verbindung, Service-Leistung, Service-Mapping.

### Ranking

Das Ranking zeigt die Auflistung der Suchergebnisse nach ihrer Relevanz zur Suchanfrage. Dabei wird das Ranking nach Domänen eingeteilt, da nur die Ergebnisse aus Grid-Services gleicher Domänen miteinander vergleichbar sind. Faktoren sind z.B. die Trefferhäufigkeit, die inverse Dokumenthäufigkeit und der Trefferort. Das Ergebnis

enthält die Dokumente bereits nach ihrer Relevanz absteigend geordnet. Zukünftige Entwicklungsarbeiten werden darüber hinaus Konzepte des Relevance Feedback berücksichtigen [EnKH09].

## 5 Zusammenfassung und Ausblick

Das entwickelte KnowledgeGRID-Framework dient der flexiblen, wissensbasierten Assistenzunterstützung sowie der adaptiven Information Retrieval-Steuerung in unternehmensinternen und -übergreifenden Wartungs- und Service-Umgebungen. Ausgehend von der Grid-Service-Integration sowie der Verwendung von Metadaten, Ontologien und Regel-Systemen wurden unterschiedliche Ansätze für die Nutzung von semantischen Informationen entwickelt, um eine Unterstützung wissensintensiver Retrieval-Services zu ermöglichen. Ein Schwerpunkt dabei ist die Realisierung einer kontextbezogenen Assistenz-Funktionalität, die bei komplexen Entscheidungs- und Suchprozessen die Arbeit der Wartungs- und Service-Techniker unterstützt. Neben der Evaluierung des derzeitigen GRID-Service-basierten Retrieval-Ansatzes wird in zukünftigen Arbeiten der Einsatz von Workflow-Technologien für unterschiedliche Aspekte der Handlungssteuerung innerhalb der KnowledgeGRID-Plattform untersucht.

## Literaturverzeichnis

- [AgCN09] Agosti, M., Crivellari, F., Nunzio, G. M.: A Method for Combining and Analyzing Implicit Interaction Data and Explicit Preferences of Users. ECIR Workshop, Toulouse, 2009
- [AuFl05] Audersch, S., Flach, G.: Knowledge Discovery und semantikbasierte Fusion verteilter Datenbestände, KnowTech, München, 2005
- [Bar08] Barnickel, N.: Semantic Mediation between Loosely-Coupled Information Models in Service Oriented Architectures, Proc. of Xinnovations, Berlin, 2008
- [BuMe09] Buccio, E.D., Melucci, M.: Towards a Methodology for Contextual Information Retrieval, ECIR Workshop, Toulouse, 2009
- [EnKH09] Engel, F., Klas, C-P., Hemmje, M.: Relevance Feedback based on Context Information, GI-Workshop „Lernen, Wissen, Adaptivität“, Darmstadt, 2009
- [Fie00] Fielding, R.T.: Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures. Ph.D. Thesis, University of California, Irvine, 2000
- [FPR06] Flach, G., Pakulat, A., Rust, M.: Ontologie-getriebene Metadaten-Syndikation zur Unterstützung von GeoGovernment-Anwendungen, In: 18. AGIT-Symposium, Salzburg, 2006
- [KäHe09] Käfer, G., Heiss, M.: Wissensnetze als Basis für Enterprise 2.0, KnowTech, Bad Homburg, 2009
- [Nar03] Narendra, N. C.: Design of an Integrated Role-Based Access Control Infrastructure for Adaptive Workflow Systems. In: Journal of Computing and Information Technology – CIT , Vol 11, No 4 (2003), S. 293-308
- [Neu10] Neumann, T.: Knowledge-based Grid-Services in adaptiven, unternehmens-übergreifenden Wartungs- und Instandhaltungsumgebungen, Universität Rostock, Diplomarbeit, 2010
- [Qua06] Quadt, F.: Implementierung einer erweiterbaren Anwendung zur sprachübergreifenden Metadaten- und Volltextsuche in einer serviceorientierten Architektur, Fachhochschule Bonn-Rhein-Sieg, Diplomarbeit, 2006
- [Stre08] Streibel, O.: Corporate Semantic Search – Suche nach komplexen Zusammenhängen und Personalisierung im Unternehmenskontext, Proc. of Xinnovations, Berlin, 2008