

Institut für Produktion und
Industrielles Informationsmanagement
Universität Duisburg-Essen / Standort Essen
Fachbereich 5: Wirtschaftswissenschaften
Universitätsstraße 9, 45141 Essen
Univ.-Prof. Dr. Stephan Zelewski

Produkt- und Innovationsbericht zum
InWert-Verwertungspraktikum
Sommersemester 2003

Wissensmanagement durch Kompetenz-Ontologien

– dargestellt am Beispiel der Deutschen Montan Technologie GmbH (DMT) –

cand. Dipl.-Wirtschaftsinformatikerin Susanne Apke



Inhaltsverzeichnis

1 Problemstellung	1
2 Problembearbeitung	3
2.1 Ausgangssituation der Ontologieentwicklung.....	3
2.1.1 Kurzdarstellung der DMT.....	3
2.1.2 Kompetenzmanagement bei der DMT.....	4
2.2 Konstruktion der Kompetenz-Ontologie	5
3 Ergebnisse	7
3.1 Anforderungen an die Kompetenz-Ontologie.....	7
3.2 Konzeptuelles Modell	9
3.3 Ontologien	11
3.4 Bewertung.....	14
4 Zusammenfassung	16
Literaturverzeichnis	17

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Organigramm der DMT	4
Abbildung 2: Phasen des Vorgehensmodells	5
Abbildung 3: Gütekriterien für die Kompetenz-Ontologie (Überblick)	8
Abbildung 4: Ausschnitt aus einer Konzeptionshierarchie für Projekte	10
Abbildung 5: Polarprofile (durchschnittliche Bewertung)	15

1 Problemstellung

Aufgrund der zu bewältigenden Informationsmengen und ständiger Veränderungen in den Strukturen von Informationen, Produkten und Organisationen wird ein systematisches Wissensmanagement heute als kritischer Erfolgsfaktor für Unternehmen angesehen¹. Betriebliche Anwendungsfelder des Wissensmanagements erstrecken sich nicht nur auf das Management von Wissen (Objektwissen), sondern auch auf das Management von Wissen über Kompetenzen („handlungsbefähigendes Wissen“) eines Unternehmens, also von Wissen über Wissen (Metawissen).

In Unternehmen wie der DMT GmbH², Projektpartner des Instituts für Produktion und Industrielles Informationsmanagement im Projekt „KOWIEN“³, ist ein effektives, computergestütztes Management von Wissen über Kompetenzen (im Folgenden kurz: Kompetenzmanagement) besonders in Bereichen wie der Projektakquisition und der Personalentwicklung sowie bei einer strategischen Neuausrichtung von Bedeutung. Es dient z.B. dazu, die im Unternehmen vorhandenen Kompetenzen an denjenigen Stellen einzusetzen, wo sie benötigt werden. Ebenso lässt sich das computergestützte Kompetenzmanagement dazu nutzen, um fehlende Kompetenzen zu identifizieren und zu ergänzen.

Der Einsatz von Ontologien bietet eine Unterstützung bei der Bewältigung von Problemen in diesen Bereichen. Durch die explizite Erfassung, Aufbereitung und Verarbeitung von Wissen mittels Ontologien soll die gemeinsame Verwendung dieses Wissens durch möglichst viele Personen erleichtert und der Nutzen der Computertechnologie verbessert werden⁴. Im Bereich des computergestützten Kompetenzmanagements können Ontologien beispielsweise dazu beitragen, Wissen über Kompetenzen explizit darzustellen und ein unternehmensweit (oder sogar unternehmensübergreifend) einheitliches Begriffssystem bereitzustellen⁵.

¹ Vgl. STAAB et alii (2001), S. 26.

² Die Deutsche Montan Technologie (DMT) GmbH ist in Arbeitsfeldern wie Bergbau, Infrastruktur, Bauwesen, Fahrzeug- und Verkehrstechnik, Maschinenbau und Anlagentechnik tätig und ordnet sich selbst in die Domäne der Technologiedienstleistungen ein; weitere Informationen sind im Internet unter der URL <http://www.dmt.de/> (Zugriff am 08.05.2003) zu finden.

³ Das Projekt KOWIEN (Kooperatives Wissensmanagement in Engineering-Netzwerken) beschäftigt sich mit der Erforschung und Entwicklung von Techniken für ein ontologiebasiertes Kompetenzmanagement. Es wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert (Förderkennzeichen Hauptband 02 PD1060) und vom Projektträger Produktion und Fertigungstechnologien (PFT), Forschungszentrum Karlsruhe GmbH, betreut. Aktuelle Informationen über das Projekt sind im Internet unter der URL <http://www.kowien.uni-essen.de/> (Zugriff am 20.04.2003) zu finden.

⁴ Vgl. GRÜNINGER, LEE (2002), S. 40.

⁵ Vgl. ALPARSLAN et alii (2002), S. 46.

Da Ontologien inzwischen ein vieldiskutiertes Thema auch in betriebswirtschaftlichen Forschungsbereichen sind, wurden in der Literatur bereits einige Ontologien vorgestellt, darunter auch einzelne Ansätze zu Ontologien für die Aufgabe des Kompetenzmanagements⁶ sowie im Bereich Ingenieurwissenschaften und Maschinenbau⁷. Diese bislang verfügbaren Ontologien reichen jedoch noch nicht aus, um Wissen über *stark diversifizierte* Kompetenzen darzustellen, die Unternehmen wie der DMT GmbH auszeichnen.

Für ein ontologiebasiertes Kompetenzmanagementsystem bei der DMT GmbH ist es notwendig, die Domäne des Unternehmens begrifflich so zu strukturieren, dass sowohl die aktuell vorhandenen als auch die zukünftig noch benötigten Kompetenzen beschrieben werden können. Darüber hinaus können die Korrektheit und die Aktualität des in der Ontologie abgebildeten Wissens verbessert werden, indem durch die in diesem Unternehmen gültigen Nebenbedingungen expliziert werden.

Daher ist es das Ziel des InWert-Verwertungspraktikums, eine Kompetenz-Ontologie für die DMT GmbH zu konstruieren, die das Wissen über die im Unternehmen vorhandenen und erforderlichen Kompetenzen in Form von Konzepten erfasst und systematisch strukturiert. Außerdem sollen Relationen, die zwischen den Konzepten bestehen, sowie Inferenz- und Integritätsregeln identifiziert und formuliert werden, um dadurch die automatische Überprüfung und sogar Aktualisierung des gespeicherten Wissens zu ermöglichen.

⁶ Vgl. LAU, SURE (2002).

⁷ Die Ontologie PHYSSYS stellt eine Ingenieur-Ontologie für die Modellierung, Simulierung und das Design physikalischer Systeme dar; vgl. BORST et alii (1997), S. 367 ff.

2 Problembearbeitung

2.1 Ausgangssituation der Ontologieentwicklung

2.1.1 Kurzdarstellung der DMT

Die Deutsche Montan Technologie GmbH (DMT) ist ein internationales Technologie-dienstleistungsunternehmen, das in den Bereichen Bergbau, Infrastruktur, Bauwesen, Fahrzeug- und Verkehrstechnik, Maschinenbau und Anlagentechnik tätig ist. 1990 ging die DMT GmbH aus einem Zusammenschluss des Steinkohlenbergbauvereins mit der Bergbau-Forschung GmbH und der Westfälischen Berggewerkschaftskasse (WBK) einschließlich der Bergbau-Versuchsstrecke und der Versuchsgrubengesellschaft mbH hervor. Sie beschäftigt derzeit 858 Mitarbeiter (Stand: 31.12.2002) und hat ihren Geschäftssitz in Essen. Die operativen Organisationseinheiten sind in fünf verschiedene *Divisions* (Car Synergies, Engine Logic, Gas & Fire, Mines & More und Safe Ground) und zwei *Units* (Modern Fuels und Smart Drilling) unterteilt. Die nicht-operativen Organisationseinheiten, hauptsächlich die kaufmännischen Einheiten (Finanz- und Rechnungswesen, Einkauf, Controlling u.a.), aber auch das Personalwesen, das Informations- und Telekommunikationsmanagement sowie das Projektmanagement, sind direkt der Geschäftsführung zugeordnet. Das folgende Organigramm, das an eine im DMT-Intranet hinterlegte Abbildung angelehnt ist, zeigt eine Übersicht über die Organisationsstruktur der DMT GmbH sowie ihre Aufteilung in operative und administrative Einheiten.

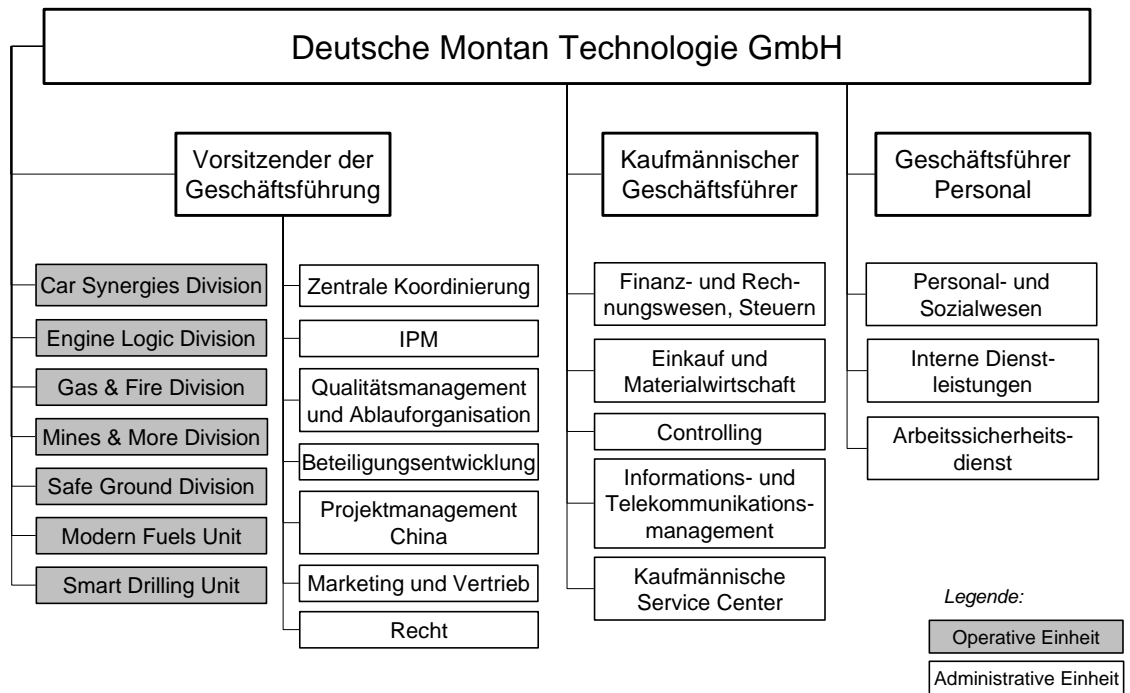


Abbildung 1: Organigramm der DMT

2.1.2 Kompetenzmanagement bei der DMT

Zur Zeit ist bei der DMT GmbH bereits ein IT-System zur Speicherung und Abfrage der Mitarbeiterkompetenzen im Einsatz. Der in der Abteilung PS/E (Personalentwicklung) genutzte *Wissensmanager* ist eine Datenbank zur Erfassung und Darstellung der aktuellen Mitarbeiterkompetenzen. Darin sind für jeden Mitarbeiter der DMT GmbH bestimmte Daten, die aus einem SAP-System übernommen werden (z.B. Name, Geburtstag und Kostenstelle), sowie Ausbildung, Zusatzqualifikationen, Berufserfahrungen und soziale, methodische und Selbstkompetenzen abgespeichert⁸. Diese Informationen lassen sich beispielsweise bei der Zusammenstellung von Projektteams nutzen. Allerdings können ausschließlich die Mitarbeiter von PS/E auf die Datenbank zugreifen und die Daten pflegen. Dadurch entsteht für diese Mitarbeiter erheblicher Aufwand, und die Aktualität der Daten ist nicht gesichert. Darüber hinaus ist die Aussagekraft der gespeicherten Kompetenzprofile begrenzt, da beispielsweise fachliche Kompetenzen in den Fragebögen nur in Form von Erfahrungen durch den beruflichen Werdegang erfragt wurden und daher die jeweiligen Ausprägungen der betroffenen jeweils Kompetenzen nicht vorliegen. Auch die Suche nach

⁸ Abgesehen von den SAP-Daten wurden diese Informationen alle bei der Einführung des Systems durch Fragebögen erhoben. Dabei mussten die Mitarbeiter der DMT ihre Kompetenzen selbst einschätzen; auch die Begriffe für die Kompetenzen waren größtenteils nicht vorgegeben.

Mitarbeitern mit bestimmten Kompetenzen gestaltet sich häufig schwierig, da kein einheitliches Vokabular zur Beschreibung der Kompetenzen verwendet wurde. Aus diesen Gründen wird die Wissensmanager-Software weniger oft und weniger intensiv genutzt, als es bei ihrer Einführung gewünscht wurde.

2.2 Konstruktion der Kompetenz-Ontologie

Als Leitfaden für die Ontologieentwicklung wurde das bereits entwickelte KOWIEN-Vorgehensmodell für die Konstruktion von Kompetenz-Ontologien⁹ benutzt. Es umfasst die Phasen Anforderungsspezifizierung, Wissensakquisition, Konzeptualisierung, Evaluation und Dokumentation (siehe auch Abbildung 2).

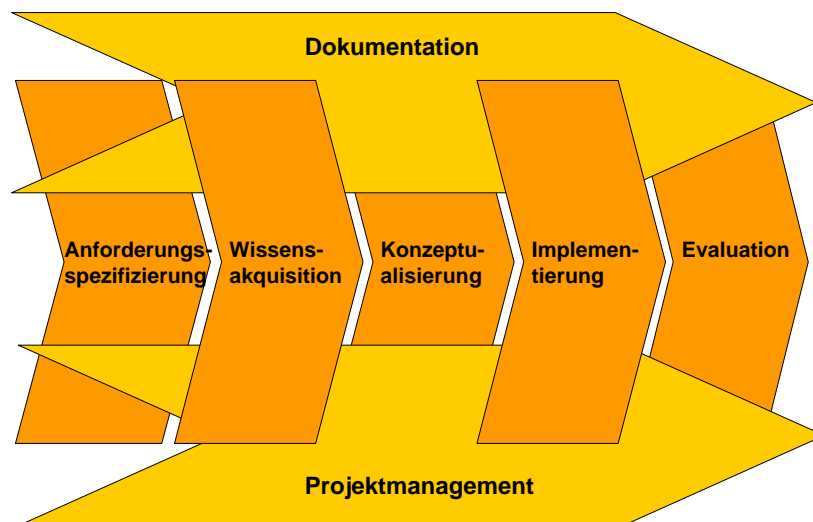


Abbildung 2: Phasen des Vorgehensmodells

Bei der *Anforderungsspezifizierung* werden die zukünftigen Anwendungsbereiche und Benutzer der Ontologie festgelegt, damit anschließend in Zusammenarbeit mit den Benutzern die Anforderungen, die durch die Kompetenz-Ontologie zu erfüllen sind, erhoben werden können. Im Rahmen der *Wissensakquisition* müssen die für die Kompetenz-Ontologie relevanten Informationen beschafft werden, indem Personen, IT-Systeme und betriebliche Dokumente mit Wissen über Kompetenzen identifiziert werden. Durch eine Analyse der IT-Systeme und der Dokumente sowie eine Befragung der Personen (als Domänenexperten) werden bei der *Konzeptualisierung* die Konzepte identifiziert, die für die Kompetenz-Ontologie relevant sind, und in Form einer Taxonomie hierarchisch gegliedert. Zusammen mit den Domänenexperten werden die Taxonomie verfeinert und nicht-taxonomische Rela-

⁹ Vgl. APKE, DITTMANN (2003).

tionen sowie Integritäts- und Inferenzregeln formuliert. Diese zunächst meist textuell und graphisch repräsentierten Konstrukte werden anschließend in eine formale Darstellung transformiert und implementiert (*Implementierung*). Bei der abschließenden *Evaluation* überprüfen die Ontologieentwickler zusammen mit den zukünftigen Benutzern, inwieweit die Ontologie die zuvor aufgestellten Anforderungen erfüllt. Während des gesamten Entwicklungsprozesses werden die dabei erzielten Ergebnisse sowie die getroffenen Entscheidungen und ihre Grundlagen im Rahmen der *Dokumentation* schriftlich festgehalten, um die Nachvollziehbarkeit der Ontologie zu erleichtern und ihre spätere Wissenswiederverwendung zu unterstützen. Zusätzlich zur Dokumentation bildet das *Projektmanagement* eine weitere phasenübergreifende Unterstützungsleistung. Es umfasst vor allem die Planung der Ontologieentwicklung vor dem Projektstart, die Überwachung und Lenkung während der Projektdurchführung sowie die Prüfung und Bewertung der Ergebnisse nach dem Abschluss der Ontologieentwicklung.

Für die Ontologieentwicklung im Rahmen des InWert-Verwertungspraktikums wurde das generische KOWIEN-Vorgehensmodell auf den Praxisfall der DMT GmbH konkret angewendet und an die spezifischen Anwendungsbedingungen dieses Praxisfalls angepasst. Einerseits förderte dies ein systematisches Vorgehen bei der Entwicklung der Kompetenz-Ontologie. Andererseits wurde hierdurch auch eine Bewertung des Vorgehensmodells hinsichtlich seiner Anwendbarkeit in der betrieblichen Praxis ermöglicht. Insbesondere konnte das allgemeine Wissen, das im KOWIEN-Projekt hinsichtlich der systematischen Konstruktion von Ontologien gesammelt und im o.a. Vorgehensmodell zusammengefasst wurde, in *praxisrelevanter Weise verwertet* werden, indem das generische KOWIEN-Vorgehensmodell zur Lösung von Problemen des computergestützten Kompetenzmanagements bei der DMT GmbH effektiv eingesetzt wurde. Darüber hinaus erfuhr dieses Vorgehensmodell im Prozess der praxisbezogenen Wissensverwertung eine Vielzahl von Verbesserungen und Ergänzungen, die sich auch für das BMBF-geförderte Projekt KOWIEN als überaus fruchtbar erwiesen.

3 Ergebnisse

3.1 Anforderungen an die Kompetenz-Ontologie

Zu Beginn der Ontologieentwicklung wurden zunächst die Anforderungen an die Kompetenz-Ontologie erhoben, indem Gespräche mit den zukünftigen Anwendern geführt wurden. Zu diesen Anwendern gehören in erster Linie die Mitarbeiter der Personalabteilung, insbesondere Personalentwickler und Personalreferenten¹⁰. Die dabei identifizierten Anforderungen an die Ontologie wurden in Form eines Katalogs von Gütekriterien formuliert, der später auch die Möglichkeit zur Überprüfung der Anforderungen bieten sollte. Die Kriterien wurden sowohl aus der Literatur¹¹ als auch durch eine Analyse der bereits im KOWIEN-Projekt erhobenen Anforderungen an die Kompetenz-Ontologie erarbeitet. Im Anschluss an die Anforderungsspezifizierung dienten sie einerseits als Richtlinien bei der Konstruktion der Ontologie sowie andererseits als Referenzrahmen bei der abschließenden Evaluation der Ontologie und verschiedener Repräsentationsformate.

Die Tabelle, die in der nachfolgenden Abbildung 3 dargestellt wird, zeigt eine Übersicht über die Gütekriterien sowie ihre Priorisierung. Außerdem umfasst sie erste Ansätze zur Realisierung und zur Messung der Gütekriterien.

¹⁰ Grundsätzlich zählen auch die übrigen Mitarbeiter der DMT zu den potenziellen Benutzern der Ontologie, da beispielsweise das Suchen und Finden von „Experten“ eine wichtige Hilfe bei Problemen im betrieblichen Alltag ist.

¹¹ Vgl. z.B. GRUBER (1993), S. 2 ff.; ARPIRÉZ et alii (1998), S. 20.

Kriteriumsbezeichnung	Priorität	Maß	Realisierung durch
Klarheit	sehr hoch	Nachvollziehbarkeit für versch. Personen	formale Spezifikation, Präzision, Erläuterung der formalen Konstruktdefinitionen
Einfachheit	sehr hoch	Anz. der Konstrukte und Hierarchieebenen	Begrenzung der Komplexität des Aufbaus, Relevanz der Konzepte
Erweiterbarkeit	sehr hoch	Aufwand für Erweiterungen	modularer Aufbau, Kohärenz (nur) zwischen den Modulen, Granularität
funktionale Vollständigkeit	sehr hoch	Grad der Abdeckung der Kompetenzfragen	Evaluation der Erfüllung der Anforderungsspezifikation und der Kompetenzfragen
Wiederverwendbarkeit	hoch	Aufwand für Einsatz in anderem Kontext	modularer Aufbau, Konsistenz
Minimalität	hoch	Anzahl „nicht notwendiger“ Konstrukte	Vermeidung von Redundanz, Ausschluss nicht-relevanter Konstrukte
Konsistenz	hoch	Anzahl vorh. / ableitbarer Widersprüche	Formulierung von Integritätsregeln
Spracheignung	hoch	notw. "Kompromisse", Verständlichkeit	Auswahl der Sprache nach Ausdrucksfähigkeit, Verständlichkeit, Tool-Unterstützung
Richtigkeit der Sprachanwendung	mittel	Anzahl fehlender / falscher Konstrukte	Anwendung der Sprache vollständig und konsistent zum Metamodell der Sprache

Abbildung 3: Gütekriterien für die Kompetenz-Ontologie (Überblick)

Wichtiger Bestandteil des Gütekriterien-Katalogs ist das Kriterium der funktionalen Vollständigkeit. Es umfasst alle von der Ontologie geforderten Leistungen, also das von der Ontologie bereitzustellende Wissen. Für die detailliertere Spezifikation dieser Leistungen wurden Kompetenzfragen („competency questions“) formuliert, die sich als potenzielle Anfragen der zukünftigen Benutzerauffassen lassen. Folgende Kompetenzfragen soll die Ontologie (mindestens) beantworten können:

- (1) Wie sieht mein eigenes aktuell gespeichertes Kompetenzprofil aus?
- (2) Welche Begriffe bezeichnen die Kompetenzen in einem bestimmten Themengebiet?
Welche Ausprägungen gibt es für diese Kompetenzen?
- (3) Wer hat erforderliches Expertenwissen auf einem bestimmten Level?
- (4) Welcher Mitarbeiter hat das geforderte Kompetenzprofil?
- (5) Wie sieht der Lebenslauf des Mitarbeiters aus?
- (6) Bestehen im Hinblick auf ein bestimmtes Projekt Skill-Gaps bei Mitarbeitern?
Wie groß sind diese Kompetenzlücken?

- (7) Über welche Referenzen verfügt die DMT GmbH oder eine Division / Unit / Abteilung des Unternehmens hinsichtlich eines bestimmten oder ähnlichen Themengebiets¹²?
- (8) Über welche Referenzen verfügt die DMT GmbH oder eine Division / Unit / Abteilung des Unternehmens hinsichtlich eines bestimmten Kunden oder Projektpartners?
- (9) Über welche Kompetenzen verfügt die DMT GmbH oder eine Division / Unit / Abteilung des Unternehmens?
- (10) Welcher Mitarbeiter hat in einem ähnlichen Projekt früher in welcher Funktion mitgearbeitet?
- (11) Welcher Mitarbeiter hat an welchen Weiterbildungsaktivitäten teilgenommen?
- (12) Welche Organisationseinheit ist für eine bestimmte betriebliche Aufgabe (z.B. Service-Leistungen für Akquisition / Abrechnung) zuständig?
- (13) Welche Projekte sind ausgeschrieben worden, welche befinden sich in Arbeit¹³?
- (14) Welcher externe Projektpartner kommt für eine bestimmte Projektbearbeitung in Frage, weil er in ähnlichen Projekten bereits Erfahrungen hat?
- (15) Welcher Mitarbeiter hat Kontakt zu einem bestimmten Unternehmen?

3.2 Konzeptuelles Modell

Im Anschluss an die Anforderungsspezifizierung wurden strukturierte Interviews mit Mitarbeitern der DMT GmbH durchgeführt, um das im Unternehmen vorhandene Wissen über Kompetenzen zu erfassen (Wissensakquisition). Darüber hinaus wurden existierende betriebliche Dokumente und IT-Systeme, z.B. der bereits erwähnte Wissensmanager, identifiziert und ebenfalls untersucht, ob sie für die Ontologieentwicklung relevantes Wissen enthalten.

Im Rahmen der Konzeptualisierung wurde dieses Wissen in Form eines konzeptuellen Modells, das eine Abbildung des entsprechenden Realitätsausschnitts darstellt, zusammengefasst. Als ein Teil dieses konzeptuellen Modells wurde eine *Taxonomie* erarbeitet. Sie strukturiert die *Konzepte*, die im Bereich des Kompetenzmanagements der DMT GmbH re-

¹² Referenzen werden durch bereits abgeschlossene Projekte gebildet. Hier muss beachtet werden, dass bei der DMT solche Projekte momentan nicht einheitlich in einem Software-System abgelegt werden; es gibt statt dessen eine Datenbank für erfolgreich abgeschlossene Projekte der Lieferung und Leistung (Referenz-Datenbank) und eine andere für abgeschlossene Forschungs- und Entwicklungsprojekte.

¹³ „In Arbeit“ bedeutet hier für Forschungs- und Entwicklungsprojekte, dass die Antragsstellung schon erfolgt ist; für Projekte aus Lieferung und Leistung, dass bereits ein Angebot abgegeben wurde.

levant sind, auf hierarchische Weise. Die Eigenschaften dieser Konzepte und ihre Beziehungen untereinander werden durch *Attribute* und *Relationen* abgebildet. Um Schlussfolgerungen aus vorhandenen Fakten und damit die automatische Generierung neuen Wissens zu ermöglichen, wurden *Inferenzregeln* spezifiziert; zusätzliche *Integritätsregeln* sollen die Konsistenz der Ontologie sichern.

Die folgende Abbildung (siehe Abbildung 4) zeigt als Beispiel für eine solche Konzeptionshierarchie das DMT-interne Verständnis von Projekten und ihren Eigenschaften. Diese Konzeptionshierarchie umfasst auch eine Erläuterung der verwendeten Begriffe und einzelne Beispiele für Instanzen zu den Konzepten.

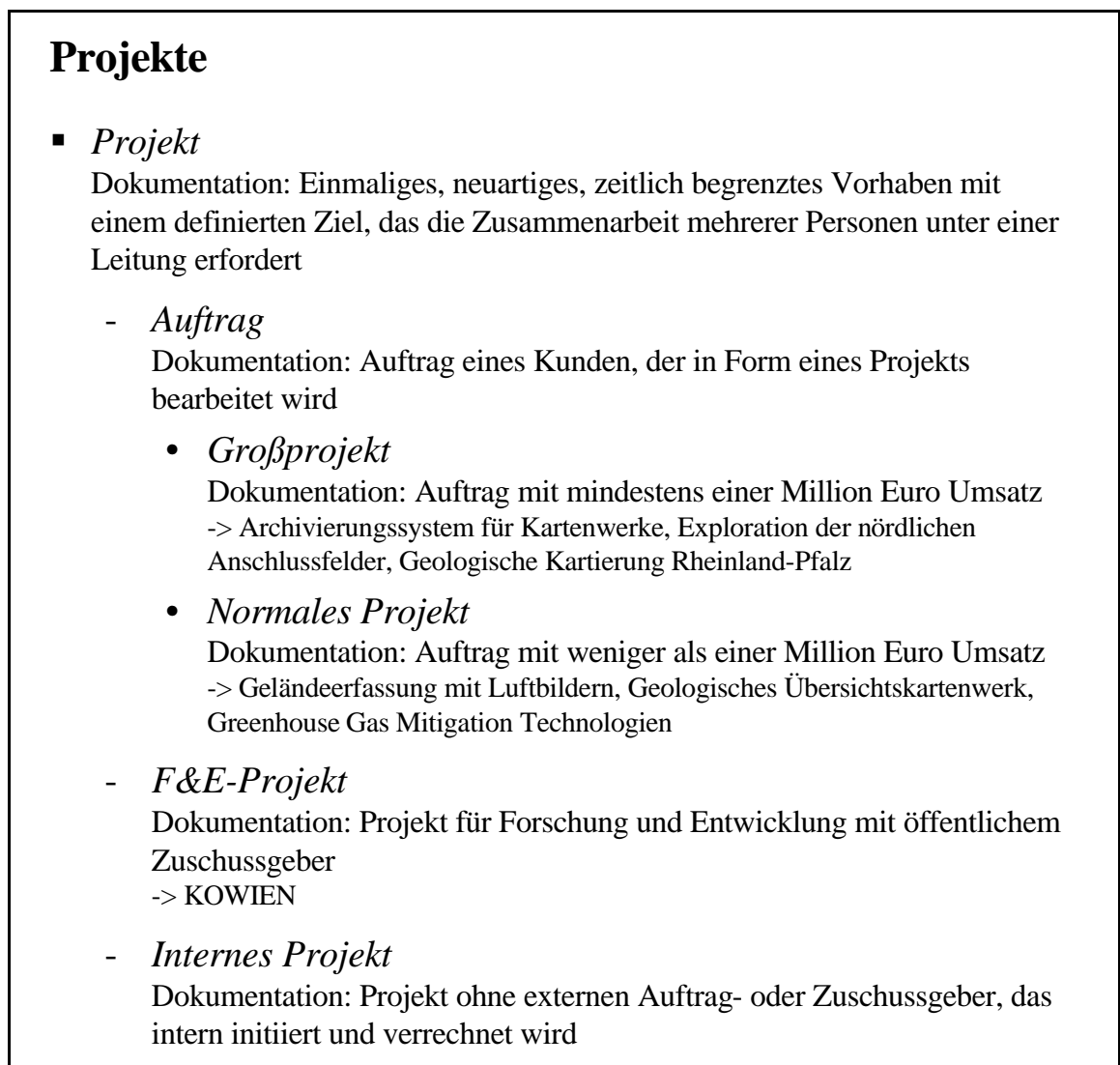


Abbildung 4: Ausschnitt aus einer Konzeptionshierarchie für Projekte

Die für das gerade beschriebene Konzept *Projekt* spezifizierten Attribute (hier im Sinne von Verknüpfungen zwischen Konzepten und vordefinierten Datentypen) und Relationen (Verknüpfungen zwischen Konzepten) werden in der folgenden Auflistung dargestellt:

Projekt

- hat Projekttitel => STRING
- hat Kurzbeschreibung => STRING
- hat Budget in Euro => INTEGER
- hat Auftraggeber => Organisation
- wird bearbeitet mit Projektpartner => Organisation
- hat Starttermin => Datum
- hat Endtermin => Datum
- wird bearbeitet von MA => Mitarbeiter
- wird geleitet von Projektleiter => Mitarbeiter
- wird bearbeitet von DMT-Einheit => Organisationsteil
- betrifft Branche => Branche
- erfordert Kompetenz => Kompetenz
- hat Hauptverantwortlichen => Akteur
- wird bearbeitet in Ort => Ort
- wird bearbeitet in Land => Staat

3.3 Ontologien

Bei der Implementierung der Kompetenz-Ontologie mussten die Konzepte, Attribute, Relationen und Regeln, die im Rahmen der Konzeptualisierung erarbeitet wurden, in eine formale Darstellung transformiert werden. Dafür wählte die Verfasserin aus der Literatur einige formale Sprachen aus, die für die Formalisierung verwendet werden sollten. Aufgrund ihrer Bekanntheit, ihrer Reife, ihrer Ausdrucksmächtigkeit sowie der vorhandenen Werkzeugunterstützung durch das Tool OntoEdit¹⁴ wurden die Ontologiesprachen F-Logic und DAML+OIL ausgewählt¹⁵. Mit Hilfe von OntoEdit wurde dann das konzeptuelle Modell in diese Sprachen „übersetzt“, so dass zwei unterschiedliche Ontologien entstanden. Erst in der Phase der Evaluation sollte daraus die für einen Einsatz bei der DMT GmbH geeignetere Ontologie ausgewählt werden.

Die folgenden Abschnitte stellen Ausschnitte aus den zwei resultierenden Ontologien dar. Diese Ontologie-Ausschnitte umfassen die formalen Spezifikationen derjenigen Konstrukte, die während der Konzeptualisierung für den Themenbereich **Projekte** erarbeitet wurden und die zum Teil bereits in Kapitel 3.2 vorgestellt worden sind.

¹⁴ OntoEdit ist eine Ontologieentwicklungsumgebung, die das Erstellen, Bearbeiten, Formalisieren und Visualisieren von Ontologien unterstützt; aktuelle Informationen zum Produkt OntoEdit sind im Internet unter der URL <http://www.ontoprise.de/products/ontoedit/> (Zugriff am 03.09.2003) zu finden.

¹⁵ Ausführliche Informationen zu F-Logic und DAML+OIL sind in KIFER et alii (1995) bzw. im Internet unter der URL <http://www.w3.org/TR/daml+oil-walkthru/> (Zugriff am 27.03.2003) zu finden.

F-Logic-Ontologie (Ausschnitt):

```
Projekt::konkretes_Denkobjekt.
// Einmaliges, neuartiges, zeitlich begrenztes Vorhaben mit einem definierten Ziel,
  das die Zusammenarbeit mehrerer Personen unter einer Leitung erfordert.
Auftrag::Projekt. // Externer Kundenauftrag
F_und_E_Projekt::Projekt.
// Projekt fuer Forschung und Entwicklung mit oeffentlichem Zuschussgeber
Internes_Projekt::Projekt.
Grossprojekt::Auftrag. // Auftrag mit mindestens einer Million Euro Umsatz
Normales_Projekt::Auftrag. // Auftrag mit weniger als einer Million Euro Umsatz

Projekt[hat_Projektittel=>xsdSTRING;
  wird_bearbeitet_von_DMT_Einheit=>>Organisationsteil;
  wird_geleitet_von_Projektleiter=>>Mitarbeiter;
  wird_bearbeitet_von_MA=>>Mitarbeiter;
  hat_Auftraggeber=>>Organisation;
  wird_bearbeitet_mit_Projektpartner=>>Organisation;
  hat_Budget_in_Euro=>xsdINTEGER;
  hat_Starttermin=>>Datum;
  hat_Endtermin=>>Datum;
  erfordert_Kompetenz=>>Kompetenz].

KOWIEN:F_und_E_Projekt.
KOWIEN[hat_Projektittel->>"Kooperatives Wissensmanagement in Engineering-Netzwerken";
  wird_bearbeitet_von_DMT_Einheit->>IPM;
  wird_geleitet_von_Projektleiter->>MA_F_Sowa;
  wird_bearbeitet_von_MA->>MA_A_Bremer;
  wird_bearbeitet_von_MA->>MA_F_Sowa;
  wird_bearbeitet_mit_Projektpartner->>Universitaet_Duisburg_Essen;
  wird_bearbeitet_mit_Projektpartner->>CommaSoft;
  wird_bearbeitet_mit_Projektpartner->>KSM_Koeln;
  wird_bearbeitet_mit_Projektpartner->>Roland_Berger;
  hat_Starttermin->>"01_10_2001";
  hat_Endtermin->>"31_08_2004";
  erfordert_Kompetenz->>Einsatzbereitschaft;
  erfordert_Kompetenz->>Kooperationsfaehigkeit;
  erfordert_Kompetenz->>Wissensmanagement_Organisatorisches_Lernen;
  hat_F_und_E_Projektstatus->>in_Bearbeitung].
```

DAML+OIL-Ontologie (Ausschnitt):

```
<daml:Class rdf:about="#Projekt">
  <rdfs:comment xml:lang="de">einmaliges, neuartiges, zeitlich begrenztes Vorhaben mit einem
    definierten Ziel, das die Zusammenarbeit mehrerer Personen unter einer Leitung erfordert
  </rdfs:comment>
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#konkretes_Denkobjekt"/>
  <daml:subClassOf>
    <daml:Restriction daml:minCardinality="1" daml:maxCardinality="1">
      <daml:onProperty rdf:resource="#hat_Projektittel"/>
      <daml:toClassrdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#STRING"/>
    </daml:Restriction>
  </daml:subClassOf>
  <daml:subClassOf>
    <daml:Restriction daml:minCardinality="1" daml:maxCardinality="1">
      <daml:onProperty rdf:resource="#wird_geleitet_von_Projektleiter"/>
      <daml:toClass rdf:resource="#Mitarbeiter"/>
    </daml:Restriction>
  </daml:subClassOf>
```

```

    <daml:subClassOf>
      <daml:Restriction daml:minCardinality="1">
        <daml:onProperty rdf:resource="#wird_bearbeitet_von_DMT_Einheit"/>
        <daml:toClass rdf:resource="#Organisationsteil"/>
      </daml:Restriction>
    </daml:subClassOf>
  </daml:Class>
  <daml:Class rdf:about="#Auftrag">
    <rdfs:comment xml:lang="de">Externer Kundenauftrag</rdfs:comment>
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Projekt"/>
  </daml:Class>
  <daml:Class rdf:about="#F_und_E_Projekt">
    <rdfs:comment xml:lang="de">Projekt fuer Forschung und Entwicklung
      mit oeffentlichem Zuschussgeber
    </rdfs:comment>
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Projekt"/>
  </daml:Class>
  <daml:Class rdf:about="#Internes_Projekt">
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Projekt"/>
  </daml:Class>
  <daml:Class rdf:about="#Grossprojekt">
    <rdfs:comment xml:lang="de">Auftrag mit mindestens einer Million Euro Umsatz
    </rdfs:comment>
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Auftrag"/>
    <daml:disjointWith rdf:resource="#Normales_Projekt"/>
  </daml:Class>
  <daml:Class rdf:about="#Normales_Projekt">
    <rdfs:comment xml:lang="de">Auftrag mit weniger als einer Million Euro Umsatz
    </rdfs:comment>
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Auftrag"/>
  </daml:Class>

  <daml:DatatypeProperty rdf:about="#hat_Projekttitel">
    <rdfs:subPropertyOf rdf:resource="#DEFAULT_ROOT_RELATION"/>
  </daml:DatatypeProperty>
  <daml:ObjectProperty rdf:about="#hat_Auftraggeber">
    <rdfs:subPropertyOf rdf:resource="#DEFAULT_ROOT_RELATION"/>
  </daml:ObjectProperty>
  <daml:ObjectProperty rdf:about="#wird_bearbeitet_mit_Projektpartner">
    <rdfs:subPropertyOf rdf:resource="#DEFAULT_ROOT_RELATION"/>
  </daml:ObjectProperty>
  <daml:DatatypeProperty rdf:about="#hat_Budget_in_Euro">
    <rdfs:subPropertyOf rdf:resource="#DEFAULT_ROOT_RELATION"/>
  </daml:DatatypeProperty>
  <daml:ObjectProperty rdf:about="#hat_Starttermin">
    <rdfs:subPropertyOf rdf:resource="#DEFAULT_ROOT_RELATION"/>
  </daml:ObjectProperty>
  <daml:ObjectProperty rdf:about="#hat_Endtermin">
    <rdfs:subPropertyOf rdf:resource="#DEFAULT_ROOT_RELATION"/>
  </daml:ObjectProperty>
  <daml:ObjectProperty rdf:about="#wird_bearbeitet_von_MA">
    <rdfs:subPropertyOf rdf:resource="#DEFAULT_ROOT_RELATION"/>
  </daml:ObjectProperty>
  <daml:ObjectProperty rdf:about="#wird_geleitet_von_Projektleiter">
    <rdfs:subPropertyOf rdf:resource="#DEFAULT_ROOT_RELATION"/>
  </daml:ObjectProperty>
  <daml:ObjectProperty rdf:about="#wird_bearbeitet_von_DMT_Einheit">
    <rdfs:subPropertyOf rdf:resource="#DEFAULT_ROOT_RELATION"/>
  </daml:ObjectProperty>
  <daml:ObjectProperty rdf:about="#erfordert_Kompetenz">
    <rdfs:comment xml:lang="de">Projekte erfordern v.a. Fachkompetenz,
      es koennen aber auch andere Kompetenzarten gebraucht werden
    </rdfs:comment>

```

```

    <rdfs:subPropertyOf rdf:resource="#DEFAULT_ROOT_RELATION"/>
</daml:ObjectProperty>

<a:F_und_E_Projekt rdf:about="#KOWIEN">
  <a:hat_Projekttitel>Kooperatives Wissensmanagement in Engineering-Netzwerken
  </a:hat_Projekttitel>
  <a:wird_bearbeitet_von_DMT_Einheit rdf:resource="#IPM"/>
  <a:wird_geleitet_von_Projektleiter rdf:resource="#MA_F_Sowa"/>
  <a:wird_bearbeitet_von_MA rdf:resource="#MA_A_Bremer"/>
  <a:wird_bearbeitet_von_MA rdf:resource="#MA_F_Sowa"/>
  <a:wird_bearbeitet_mit_Projektpartner rdf:resource="#Universitaet_Duisburg_Essen"/>
  <a:wird_bearbeitet_mit_Projektpartner rdf:resource="#CommaSoft"/>
  <a:wird_bearbeitet_mit_Projektpartner rdf:resource="#KSM_Koeln"/>
  <a:wird_bearbeitet_mit_Projektpartner rdf:resource="#Roland_Berger"/>
  <a:hat_Starttermin rdf:resource="#01_10_2001"/>
  <a:hat_Endtermin rdf:resource="#31_08_2004"/>
  <a:erfordert_Kompetenz rdf:resource="#Einsatzbereitschaft"/>
  <a:erfordert_Kompetenz rdf:resource="#Kooperationsfaehigkeit"/>
  <a:erfordert_Kompetenz rdf:resource="#Wissensmanagement_Organisatorisches_Lernen"/>
  <a:hat_F_und_E_Projektstatus rdf:resource="#in_Bearbeitung"/>
</a:F_und_E_Projekt>

```

3.4 Bewertung

Die Evaluation diente dazu, die Ontologien hinsichtlich eines Referenzrahmens zu beurteilen, der hier durch die Anforderungsspezifizierung (siehe Kapitel 3.1) gebildet wird. Dabei schätzten Mitarbeiter der DMT, des Instituts für Produktion und Industrielles Informationsmanagement und anderer Praxispartner des KOWIEN-Projekts die beiden Ontologien hinsichtlich der Erfüllung der Anforderungen ein. Sie verwendeten dafür die Werte einer Skala von 0 (sehr geringe Erfüllung der Anforderung) bis 4 (sehr gute Anforderungserfüllung). Diese Bewertungen wurden durch Interviews und strukturierte schriftliche Befragungen erfasst und ausgewertet.

Um eine qualitative Zusammenfassung und Visualisierung der Ergebnisse der Evaluation zu ermöglichen, wurden die „Profile“ der beiden Ontologien in Form eines Netzdiagramms („Polarprofile“) dargestellt. Wie aus der resultierenden Graphik ersichtlich ist (siehe Abbildung 5), erhielten beide Ontologien hohe Bewertungen für die Kriterien **Klarheit**, **funktionale Vollständigkeit**, **Konsistenz** und **Richtigkeit der Sprachanwendung**. Besonders bei der Klarheit und der funktionalen Vollständigkeit war dieses Ergebnis überaus wichtig, da für diese Kriterien im Rahmen der Anforderungsspezifizierung eine sehr hohe Priorität festgelegt worden war. Die **Einfachheit** der Ontologien sowie ihre **Erweiterbarkeit** und auch ihre **Minimalität** bewerteten die Evaluatoren etwas schlechter, aber immer noch deutlich überdurchschnittlich.

Unterschiede in den Ontologie-Profilen ergaben sich nur bei der **Wiederverwendbarkeit** und der **Spracheignung**. Die F-Logic-Ontologie erhielt bei der Wiederverwendbarkeit eine

geringfügig schlechtere Bewertung, während die DAML+OIL-Ontologie bezüglich ihrer Spracheignung deutlich schlechter eingeschätzt wurde. Hauptursache für diese Bewertung war die größere Ausdrucksfähigkeit von F-Logic, die die explizite Formulierung von Integritäts- und Inferenzregeln ermöglicht. DAML+OIL stellt keine Konstrukte zur Spezifikation nicht-deduktiver Inferenzregeln bereit und wurde daher als eine Ontologiesprache angesehen, die für die Kompetenz-Ontologie der DMT weniger gut geeignet ist. Aus diesem Grund wurde die F-Logic-Ontologie für die weitere Verwendung im Kontext des KOWIEN-Projekts ausgewählt.

Um die Qualität der F-Logic-Ontologie und damit ihre Akzeptanz unter den Benutzern weiter zu erhöhen, wurden die bei der Evaluation angeregten Verbesserungsvorschläge überprüft und umgesetzt. Ein großer Teil der von den „Evaluatoren“ angesprochenen Kritikpunkte bezog sich auf die oberen Ebenen der Kompetenz-Ontologien. Deshalb wurden bei der gewählten F-Logic-Ontologie einige Konzepte der oberen Ebenen entfernt sowie Konzeptbezeichnungen vereinfacht oder verallgemeinert. Auf diese Weise konnte die Verfasserin die Konzepttiefe der Ontologie verringern und ihre Einfachheit, Minimalität und Wiederverwendbarkeit entscheidend verbessern.

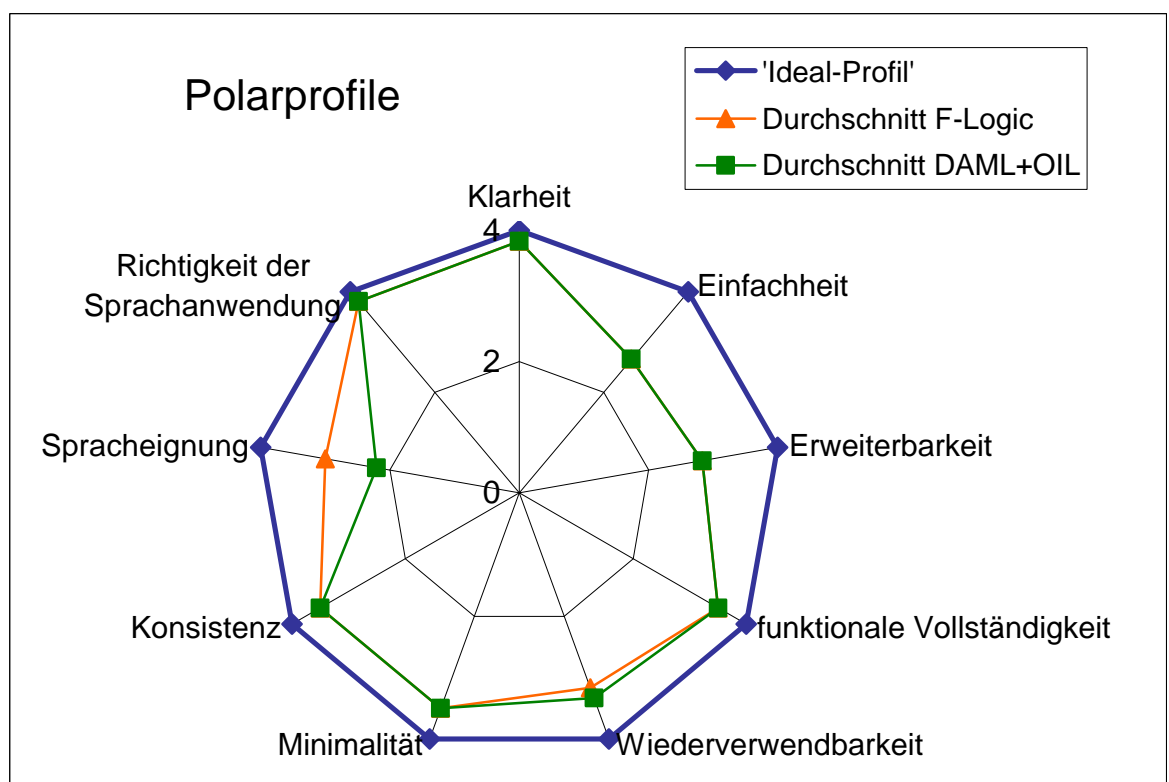


Abbildung 5: Polarprofile (durchschnittliche Bewertung)

4 Zusammenfassung

Der vorliegende Bericht umfasst die Darstellung des Ablaufs und der Ergebnisse der Ontologiekonstruktion bei der DMT. Die resultierende DMT-Kompetenz-Ontologie bildet das Wissen über die Kompetenzen der DMT in Form von Konzepten, Attributen, Relationen und Regeln ab. Damit stellt sie nicht nur den Mitarbeitern des Unternehmens ein gemeinsames Vokabular zur Beschreibung ihrer Kompetenzen bereit, sondern ermöglicht auch die computerverarbeitbare Explikation vorhandener Zusammenhänge und Einschränkungen, die zuvor zum Teil nur implizit vorhanden waren.

Von einem Einsatz der Ontologie im Rahmen eines computergestützten Kompetenzmanagementsystems, wie etwa des KOWIEN-Prototyps, kann die DMT insofern profitieren, als zum Beispiel Mitarbeitern im Vertrieb oder in der Personalabteilung eine detaillierte und aktuelle Übersicht über die Kompetenzen des Unternehmens und der Mitarbeiter bereitgestellt wird. Aufgrund der hohen Wiederverwendbarkeit und Erweiterbarkeit der Ontologie kann sie auch in anderen Unternehmen, beispielsweise bei den anderen Praxispartnern des KOWIEN-Projekts, genutzt werden.

Literaturverzeichnis

ALPARSLAN et alii (2002)

ALPARSLAN, A.; DITTMANN, L.; ZELEWSKI, S.; ILGEN, A.: Wissensmanagement im Anlagenbau – Computergestütztes Management von Wissen über Mitarbeiterkompetenzen. In: *Industrie Management*, 18 (2002) 6, S. 45-48.

APKE, DITTMANN (2003)

APKE, S.; DITTMANN, L.: Generisches Vorgehensmodell KOWIEN. Projektbericht 4/2003, Projekt KOWIEN, Institut für Produktion und Industrielles Informationsmanagement, Universität Duisburg-Essen, Essen 2003.

ARPÍREZ et alii (1998)

ARPÍREZ, J.; GÓMEZ-PÉREZ, A.; LOZANO, A.; PINTO, S.: (ONTO)²Agent: An ontology-based WWW broker to select ontologies. In: PRADE, H. (Hrsg.): *Proceedings of the Workshop on Applications of Ontologies and Problem-Solving Methods*, Brighton 1998, S. 16-24.

BORST et alii (1997)

BORST, P.; AKKERMANS, H.; TOP, J.: Engineering Ontologies. In: *International Journal of Human-Computer Studies*, 46 (1997) 2/3, S. 365-406.

GRUBER (1993)

GRUBER, T.: Toward principles for the design of ontologies used for knowledge sharing. Technical Report 93-04, Knowledge Systems Laboratory, Stanford University, Stanford 1993.

GRÜNINGER, LEE (2002)

GRÜNINGER, M.; LEE, J.: Ontology Applications and Design. In: *Communications of the ACM*, 45 (2002) 2, S. 39-41.

KIFER et alii (1995)

KIFER, M.; LAUSEN, G.; WU, J.: Logical Foundations of Object-Oriented and Frame-Based Languages. In: *Journal of the ACM*, 42 (1995) 4, S. 741-843.

LAU, SURE (2002)

LAU, T.; SURE, Y.: Introducing Ontology-based Skills Management at a large Insurance Company. In: GLINZ, M.; MÜLLER-LUSCHNAT, G. (Hrsg.): *Modellierung 2002, Modellierung in der Praxis – Modellierung für die Praxis*, Bonn 2002, S.123-134.

STAAB et alii (2001)

STAAB, S.; STUDER, R.; SCHNURR, H.; SURE, Y.: Knowledge Processes and Ontologies. In: *IEEE Intelligent Systems*, 16 (2001) 1, S. 26-34.