

„Suchen und Finden“ im Maschinen- und Anlagenbau - Eine Studie in Zusammenarbeit mit dem VDMA

Andreas Gaag, Josef Ponn

1. Einleitung

Wissen und Informationen über realisierte und bewährte Kundenlösungen sowie praxisnahes Anwendungswissen liegen oftmals verteilt in unterschiedlichen Abteilungen der Unternehmen vor. Hierbei sind verschiedene Fälle zu unterscheiden:

- Das Wissen ist personengebunden, d. h. beispielsweise in den Köpfen oder persönlichen Unterlagen der einzelnen Mitarbeiter.
- Das Wissen bzw. die Informationen liegen unstrukturiert in lokalen Unternehmensarchiven, Datenbanken oder sonstigen Datenspeichern.

Die Komplexität dieses Problems steigt, wenn Informationen über Kundenlösungen bzw. Anwendungswissen nicht nur innerhalb eines einzelnen Unternehmens intern, sondern herstellerübergreifend (beispielsweise über eine e-Market-Plattform) zugänglich gemacht werden sollen.

Die Verbesserung des Zugangs zu diesem Wissen – und damit das Suchen und Finden der entscheidenden Informationen – wird als große Herausforderung gesehen. Diese Problematik war Gegenstand einer Reihe von Treffen einer Arbeitsgruppe bestehend aus Vertretern des VDMA, Vertretern mehrerer Firmen des Maschinen- und Anlagenbaus sowie Vertretern weiterer Partner (Softwarefirma, Hochschule, Messe, Presse).

Ein möglicher Lösungsansatz führt über die Generierung einer firmenübergreifenden, allgemein anerkannten anwendungsorientierten Nomenklatur bzw. Klassifikation von von Unternehmensleistungen diskutiert. Dadurch können verbesserte Möglichkeiten geschaffen werden, Anforderungen von (insbesondere Neu-)Kunden mit den Produkten und Lösungen der Anbieter zu verbinden („matchen“). Um diesen Lösungsansatz zu konkretisieren wurde von der VDMA Gesellschaft für Forschung und Innovation mbH (VFI, Frankfurt) die vorliegende Studie initiiert und am Lehrstuhl für Produktentwicklung der TU München bearbeitet. Die Arbeit wurde durch die VFI finanziell unterstützt.

1.1. Zielsetzung der Studie

Als Ziel der Studie wurde die Konzeptentwicklung für eine Methodik und ein System definiert, welches den Nutzer bei der zielgerichteten, anwendungsorientierten Suche nach relevanten Wissensinhalten aus einem Datenbestand (z. B. Dokumenten und Informationen zu Produkten) unterstützt. Die Unterstützung sollte dabei anhand einer funktionsorientierten Klassifikation sowie eines ontologiebasierten, lernfähigen Suchsystems erfolgen. Als Teilziele der Studie wurden definiert:

Inhalt

Einleitung	S. 1
Organisation und Durchführung	S. 2
Untersuchung und Analyse der Ausgangssituation	S. 3
Entwicklung eines Konzepts zur Ontologiebasierten Suche	S. 10
Bewertung der Potentiale der Ontologiebasierten Suche	S. 15
Zusammenfassung und Ausblick	S. 15
Quellenverzeichnis	S. 16
Impressum	S. 16

Lehrstuhl für Produktentwicklung

Prof. Dr.-Ing. Udo Lindemann
Boltzmannstr. 15
D-85748 Garching b. München
Tel. 089/289 15131
Fax. 089/289 15144
Internet: www.pe.mw.tum.de

- Entwicklung eines Szenarios für die Anwendungsklassifikation und Suche, bei dem eine definierte Wissens- und Anwendungsdomäne (eingegrenzt hinsichtlich Branche, Produktart, Anbieter und Nutzer der betrachteten Inhalte, definierte Suchsituationen) beispielhaft untersucht wird. Hierdurch können Problemfelder anschaulich und systematisch aufgezeigt werden.
- Aufzeigen von Lösungsansätzen für die definierten Problemfelder: Anhand von Beispielen soll das Potenzial von ontologiebasierten, lernfähigen Suchsystemen hinsichtlich der Verbesserung von Suchprozessen und Suchergebnissen demonstriert werden.
- Sammlung der Anforderungen an eine Methodik zur anwendungsorientierten Suche, die aus der Betrachtung des Beispielszenarios abgeleitet werden. Dies schließt Anforderungen an ein Software-System zur Unterstützung der Suche mit ein.

1.2. Fokussierung und Themeneingrenzung

Der Fokus der Studie liegt auf der Suche nach extern und intern vorliegenden Informationen (Dokumenten) in einem digitalen Datenbestand (siehe Bild 1). Der Nutzer stellt seine Suchanfrage an das Suchsystem, das ihn idealerweise bei der Suche unterstützt. Besonderer Bedeutung kommt dem Suchverhalten sowie der Situation und dem Problem, das der Nutzer lösen will, zu. Bei einer erfolgreichen Suche beendet der Nutzer seine Suche mit dem benötigten Suchergebnis. Fragestellungen, die sich aus der Einspeisung der Wissensinhalte ergeben (Unter-

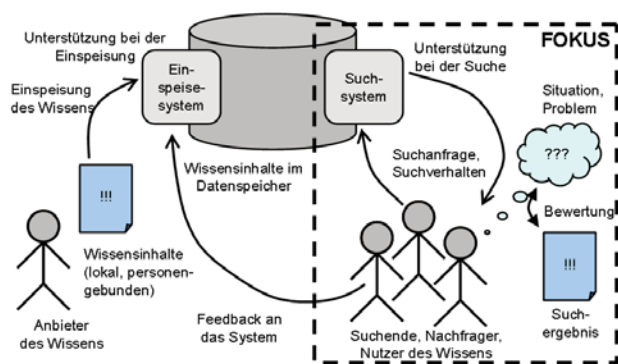


Bild. 1: Fokussierung und Eingrenzung der Studie zur Anwendungsklassifikation und Suche

stützung, Speicherung etc.) werden in dieser Studie nicht betrachtet.

Eine weitere Themeneingrenzung fand hinsichtlich der konkret zu untersuchenden Anwendungsszenarios, der adressierten Zielgruppen und der grundsätzlichen Suchstrategien statt:

- Untersuchung zweier Anwendungsszenarios (Unternehmensinterne Suche, Herstellerübergreifende Suche)
- Adressierung folgender Zielgruppen: Konstruktion, Entwicklung (technisch orientiert); Einkauf (marktorientiert); Verkauf, Entscheider (wettbewerbsorientiert); Ingenieurbüros (detailorientiert bzw. gesamtsystemorientiert); sonstige (Journalisten, Presse, Studenten, Mitarbeiter der Unternehmen).

2. Organisation und Durchführung der Studie

An der Studie „Anwendungsklassifikation und Suche“ waren als Partner die VDMA Gesellschaft für Forschung und Innovation mbH (VFI, Frankfurt), der Lehrstuhl für Produktentwicklung (PE) der Technischen Universität München (TUM) sowie die Firmen Festo, Bosch Rexroth und Weber Schraubautomat beteiligt. Die Koordination des Projektes erfolgte durch den VDMA-e-market unter der Leitung von Herrn Lehmann. Der Lehrstuhl für Produktentwicklung, TU München, stellte zwei Mitarbeiter zur Verfügung, die Methodenkompetenz und Strukturierungswissen einbrachten sowie für die Projektorganisation und Moderation der Workshops verantwortlich waren. Die beteiligten Firmen stellten beispielhafte Wissensinhalte für die Erstellung des Szenarios zur Verfügung. Ferner nahmen Mitarbeiter der Firmen an Workshops teil. Hierbei wurde darauf geachtet, dass sowohl die Vertriebs- als auch die Techniksicht vertreten waren.

Das Vorhaben wurde von einem Arbeitskreis der VFI unter der Leitung von Herrn Ihlenburg (Fa. Festo) begleitet. Diesem Arbeitskreis sowie dem VFI gebührt unser Dank für die große Unterstützung, die wesentlich zu einem Gelingen der Pilotstudien „Suchen und Finden im Anlagen- und Maschinenbau“ beigetragen hat.

Die Studie fand dabei im Zeitraum vom 01.01.05 bis 01.07.05 statt. Für die Pilotstudie wurde folgendes Vorgehen definiert:

- Eingrenzung und Definition des Anwendungsbereichs: In der Pilotstudie wird der Betrachtungsraum hinsichtlich Anwendungen, Lösungen und Systemnutzern eingeschränkt, um die Komplexität gering zu halten, aber dennoch zu qualifizierten Aussagen hinsichtlich der Problematik und möglicher Lösungsansätze zu kommen. Es wird zunächst eine firmeninterne, vertriebsorientierte Suche nach produktbezogenem Lösungswissen betrachtet.
- Analyse der Ausgangssituation: In einem ersten Schritt wurden über eine Befragung (Fragebogenaktion) in den beteiligten Unternehmen Situation und Inhalt geklärt, in denen nach Informationen recherchiert wird. Darauf aufbauend konnte die identifizierten Problembereiche in einem ausgewählten Suchszenario (IST-Szenario) detailliert werden. Über die Befragung und das Suchszenario konnte so ein gemeinsames Problemverständnis erreicht werden.
- Entwicklung einer funktionsorientierten Systematik zur Beschreibung und Vernetzung der betrachteten Inhalte: Als Grundlage für die Beschreibung und Vernetzung der Inhalte dient die Funktionsmodellierung. Dazu werden die Wissensinhalte in einem semantischen Netz geordnet, um eine ontologiebasierte Suche zu ermöglichen. Hierbei werden existierende firmenspezifische Klassifikationen weitestgehend übernommen und miteinander in Verbindung gebracht. Mit Hilfe dieser Systematik wird ein phasenorientierter, prozessorientierter und personalisierter Zugriff auf Lösungswissen ermöglicht.
- Entwicklung eines Anwendungsszenarios: Auf Basis der funktionsorientierten Beschreibungssemantik wird ein

Anwendungsszenario definiert, das durch die Suchsystematik unterstützt werden soll. Dieses Szenario beinhaltet typische, repräsentative Suchsituationen mit der Beschreibung von Suchprozessen und Suchstrategien sowie typischen (gewünschten) Suchergebnissen. Es wird zum einen die Suche mit herkömmlichen Mitteln (Suchstrategien, Suchsysteme etc.) untersucht. Zum anderen wird ein idealer Suchprozess definiert, der durch den neuen funktionsorientierten Ansatz unterstützt wird (SOLL-Szenario).

- Ableitung von Anforderungen an Methodik und System: Mit Hilfe des generierten Anwendungsszenarios wurde ein detaillierter Anforderungskatalog abgeleitet, auf dessen Basis die Entwicklung eines allgemeinen Lösungsansatzes für die Anwendungsklassifikation und Suche erfolgte (Methodik, System).

3. Untersuchung und Analyse der Ausgangssituation

Im Rahmen der Untersuchung der Ausgangssituation wurde eine allgemeine Befragung zur Suchthematik über den VDMA durchgeführt, ergänzt durch eine persönliche Befragung von Mitarbeitern aus den im Projekt involvierten Firmen. Die Thematik wurde ferner an einem Anwendungsszenario konkretisiert. Beide Maßnahmen (Befragung, Entwicklung eines Anwendungsszenarios) dienen der Erarbeitung von Problemschwerpunkten und der Ermittlung konkreter Anforderungen an einen Lösungsansatz.

3.1. Befragung zu Suchsituationen im Unternehmensumfeld

3.1.1. Befragung – Übersicht

Eine Befragung zur Suchthematik fand auf zweierlei Arten statt: zum einen durch Interviews mit Mitarbeitern des Vertriebs bei Festo und Bosch Rexroth, zum anderen per Umfrage mittels Fragebogen über den VDMA bei verschiedenen Firmen. Der Fragebogen für die allgemeine Befragung über den VDMA wurde von Mitarbeitern des Lehrstuhls für Produktentwicklung entworfen und im ersten Workshop mit allen Beteiligten diskutiert. Mögliche Antworten waren zumeist vorgegeben und konnten um weitere Aspekte ergänzt werden. In der Regel waren mehrere Antworten möglich.

Der Fragebogen enthielt Fragen zu folgenden Themen:

- Aufgabenbereich im Unternehmen
- Erfahrung im Aufgabenbereich (Jahre)
- Typische Suchsituationen/Ziel und Inhalt der Suche
- Detaillierungsgrad und Umfang der erwarteten Ergebnisse
- Vorstellungen von den Ergebnissen
- Kriterien für Abbruch der Suche in einem System
- Anforderungen an ein Suchsystem

3.1.2. Befragung – Ergebnisse

Insgesamt konnten 41 ausgefüllte Fragebögen für eine Auswertung herangezogen werden, die sich auf die folgen-

den Aufgabenbereiche im Unternehmen aufteilen (siehe Bild 2).



Bild 2: Aufgabenbereich im Unternehmen

Der überwiegende Anteil der an der Befragung teilnehmenden Personen (28 Personen, 68 %) gehört dem Aufgabenbereich Vertrieb/Marketing an. Die Konstruktion ist ebenfalls zu einem gewissen Anteil vertreten (7 Personen, 17 %), gefolgt von den Bereichen Produktmanagement und Geschäftsführung (jeweils 3 Personen, 7 %). Somit ist zu erwarten, dass die Befragungsergebnisse insgesamt stark durch eine Vertriebsrichtung geprägt sein werden. Im Folgenden soll daher auch eine differenzierte Untersuchung der Befragungsergebnisse nach Aufgabenbereichen erfolgen.

Erfahrung im Aufgabenbereich (Jahre)

Der überwiegende Anteil der Befragten (46 %) besitzt eine mittlere Erfahrung im Aufgabenbereich (zwischen 6 und 15 Jahre im Aufgabenbereich tätig). Eine geringe Erfahrung (0 bis 5 Jahre) besitzen 32 %, eine hohe Erfahrung (mehr als 15 Jahre) besitzen 20 %. Somit lässt sich ebenfalls eine differenzierte Untersuchung der Befragungsergebnisse nach der Erfahrung im Aufgabenbereich vornehmen.

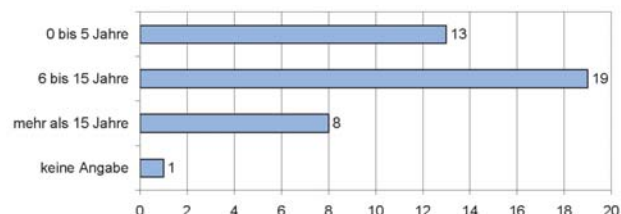


Bild 3: Erfahrung im Aufgabenbereich (Jahre)

Typische Suchsituationen/Ziel und Inhalt der Suche

Bei der Frage nach typischen Suchsituationen sollten zum einen aus einer vorgegebenen Liste diejenigen Situationen ausgewählt werden, die für die Befragten relevant sind. Zum anderen sollte hierbei die relative Häufigkeit in Prozent angegeben werden. Das Beispiel eines ausgefüllten Fragebogens zeigt Bild 4 (nur der für die Frage der Suchsituationen relevante Ausschnitt). Die Auswertung der Fragebögen ergibt eine Verteilung von Suchsituationen, wie sie in Bild 5 dargestellt ist.

Dabei sind die Suchsituationen nach Häufigkeit absteigend von oben nach unten sortiert. Der angegebene Häufigkeitswert ist dabei der Mittelwert aus allen Antworten der Befragung.

Die Ergebnisse lassen sich grob drei Kategorien zuordnen: häufig (Bereich 1), gelegentlich (Bereich 2) und selten auftretende Suchsituationen (Bereich 3). Suchsituationen, die

3. In welchen Situationen begeben Sie sich typischer Weise auf die Suche nach externer Information? Mit welcher Häufigkeit (in Prozent)? (mehrere Antworten möglich)

<input type="checkbox"/>	Suche nach einer konstruktiven Lösung (z. B. Details für ein Bauteil)	%
<input type="checkbox"/>	Bewältigung eines Problems (z. B. aufgetauchter Fehler)	%
<input checked="" type="checkbox"/>	Lernen, Qualifizieren (z. B. Erhöhung des Wissensstands)	10 %
<input checked="" type="checkbox"/>	Referenzsuche, Produktvergleiche, Wettbewerbsvergleiche	20 %
<input type="checkbox"/>	Suche nach Anregungen bzgl. Lösungen für ein Anwendungsproblem	%
<input checked="" type="checkbox"/>	Suche nach Ansprechpartnern, Firmen	20 %
<input type="checkbox"/>	Suche nach neuen Einsatzfeldern zu vorhandenen Lösungen	%
<input type="checkbox"/>	Suche nach Anwendungserfahrung bzgl. möglicher Lösungen	%
<input type="checkbox"/>	Weitere Situationen:	%

Bild 4: Beispiel eines ausgefüllten Fragebogens - Ausschnitt

sehr häufig auftreten, und die zusammen im Rahmen der Befragung 66 % der Suchsituationen ausmachen, sind die Suche nach Ansprechpartnern und Firmen, die Suche nach Referenzen für Vergleiche und das Suchen im Rahmen von Lern- und Qualifizierungsprozessen.

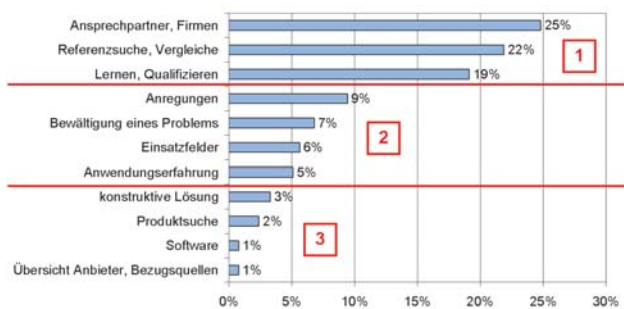


Bild 5: Typische Suchsituationen (alle befragten Personen)

Untersucht man die oben dargestellte Verteilung der Suchsituationen nach den Nennungen aus den unterschiedlichen Aufgabenbereichen (z. B. Vertrieb, Konstruktion), so ergibt sich für einzelne Suchsituationen eine deutliche Differenzierung (siehe Bild 6). Dabei sind nur die Aufgabenbereiche berücksichtigt, aus denen mehr als eine Person an der Befragung teilgenommen hat.

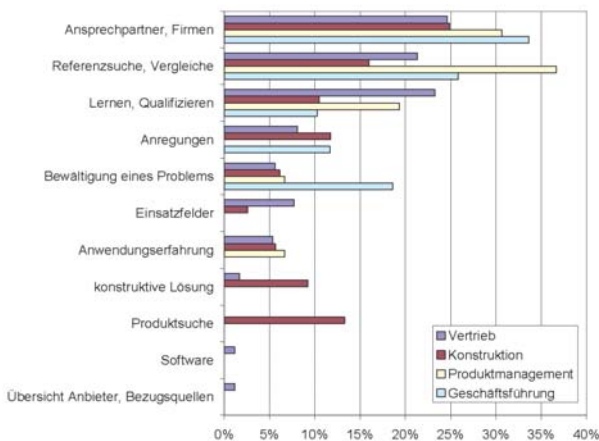


Bild 6: Typische Suchsituationen - differenziert nach Aufgabenbereich der befragten Personen

Die Suche nach Ansprechpartnern oder Firmen spielt dabei in allen Aufgabenbereichen eine wichtige und entscheidende Rolle, der Vergleich bzw. die Suche nach Referenzen ist – im Gegensatz zur Konstruktion – bei Produktmanagement und Geschäftsführung sehr ausgeprägt; die Suche nach Wettbewerbslösungen und -produkten zur Einordnung der eigenen Produkte dürfte hier der Hauptgrund sein. In den Konstruktionsabteilungen steht vor allem die

Suche nach Anregungen und konstruktiven Lösungen sowie einzelnen Produkten im Vordergrund, während dies für die Mitarbeiter im Vertrieb eine deutlich untergeordnete Rolle spielt. Interessant ist die häufig genannte Suche zur Problembewältigung bei den befragten Mitarbeitern in der Geschäftsführung; diese Suchsituation ist in allen anderen Aufgabenbereichen deutlich geringer priorisiert. Die Differenzierung der Suchsituationen nach Erfahrungen der Personen im entsprechenden Aufgabenbereich lässt keine Abhängigkeiten zwischen Erfahrung und Suchsituation erkennen. Insgesamt stellt die Suche – fast unabhängig von der Erfahrung – eine wichtige Situation im beruflichen Alltag dar. Ein direkter Einfluss der Berufserfahrung (z. B. dass eine Person mit langer Berufserfahrung weniger oft „suchen“ muss) ist nicht erkennbar und kann im Rahmen dieser Studie weitestgehend vernachlässigt werden.

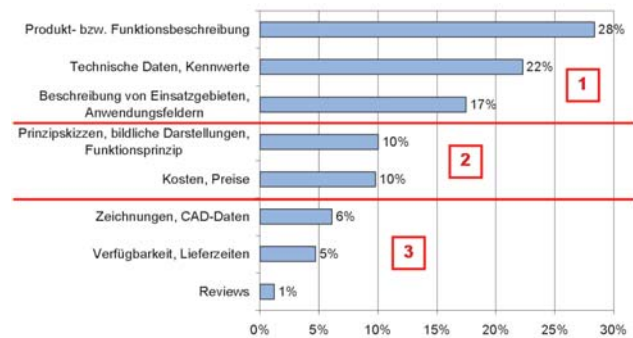


Bild 7: Typische Suchsituationen - Ziel und erwarteter Inhalt der Suche (alle befragten Personen)

Der Fragebogen erfasste neben den Suchsituationen auch die Frage nach Inhalten und Ziele der Suche, d. h. welche Ergebnisse aus der Informationsbeschaffung erwartet werden bzw. erreicht werden sollen (siehe Bild 7). Dabei stehen Produkt- und Funktionsbeschreibungen sowie technische Daten und Kennwerte sowie die Beschreibung von Einsatzgebieten und Anwendungsfeldern stark im Vordergrund. Abbildungen (z. B. Prinzipischnissen, bildliche Darstellungen) sowie Kosten und Preise zählen weiterhin zu relevanten Inhalten, während Zeichnungen und CAD-Daten sowie Informationen zur Verfügbarkeit und zu den Lieferzeiten eher zu den weniger gefragten Informationen gehören.

Dieses Bild muss jedoch differenziert betrachtet werden nach Aufgabengebiet der befragten Person (siehe Bild 8).

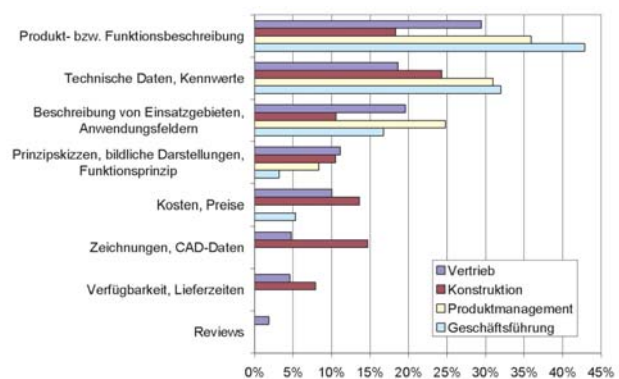


Bild 8: Typische Suchsituationen - Ziel und erwarteter Inhalt der Suche (differenziert nach Aufgabengebiet)

Es ergeben sich folgende Schwerpunkte:

- **Vertrieb:** Produkt- bzw. Funktionsbeschreibung; Einsatzgebiete, Anwendungsfelder; technische Daten, Kennwerte.
- **Konstruktion:** Technische Daten, Kennwerte; Produkt- bzw. Funktionsbeschreibungen; Zeichnungen, CAD-Daten; Kosten und Preise.
- **Geschäftsführung/Produktmanagement:** Produkt- bzw. Funktionsbeschreibung; technische Daten, Kennwerte; Einsatzgebiete, Anwendungsfelder.

Detaillierungsgrad und Umfang der erwarteten Ergebnisse

Interessant ist der Umfang und der Detaillierungsgrad der Suchergebnisse (siehe Bild 9). Vorrangig werden hier nicht Komplettlösungen mit umfangreichen Details erwartet, sondern vielmehr Informationen auf einer übergeordneten Ebene (z. B. Hinweise, Stichpunkte oder Übersichten) oder weiterführende Informationen, die über das eigentliche Produkt bzw. über die eigentlich benötigten Informationen hinausgehen. Gründe für die geringen Nennungen der Suche nach Komplettlösungen könnten in einem bisher nur unzureichenden Angebot an solch umfassenden Informationen liegen. So ist es bei einer unternehmensübergreifenden Suche derzeit nur in den seltensten Fällen möglich, auf eine komplette konstruktive Lösung zuzugreifen.

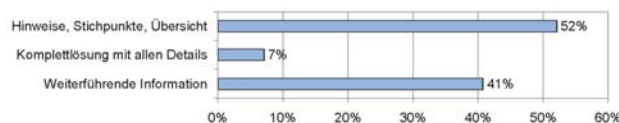


Bild 9: Detaillierungsgrad und Umfang erwarteter Ergebnisse

Bei den betrachteten Suchsituationen besteht meist nur eine ungefähre Vorstellung vom Ergebnis (siehe Bild 10). In knapp der Hälfte der Suchsituationen besitzt der Suchende ein ungenaues Bild davon, was Ergebnis seiner Suche ist, während knapp ¼ der befragten Personen zu Beginn der Suche das genaue Suchergebnis kennt.

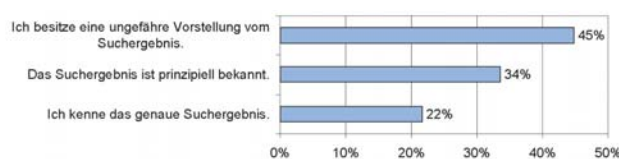


Bild 10: Vorstellung vom Suchergebnis

Kriterien für den Abbruch der Suche in einem System

Ein wichtiges Ergebnis stellt die Frage nach Kriterien für einen Abbruch der Suche in einem technischen System dar, da dies direkte Schlüsse auf Anforderungen an eine optimierte Suchmethodik und ein optimiertes Suchsystem zulässt. Die Gründe für einen Abbruch der Suche lassen sich dabei – nach Häufigkeit der Nennungen – in 3 Bereiche gliedern (siehe Bild 11, hier sind die Nennungen zu den einzelnen Kriterien aufgetragen, Mehrfachnennungen waren zulässig):

- **Bereich 1:** Gründe, die sehr häufig zu einem Abbruch führen: diese können in einer langen Antwortzeiten des

Systems sowie in einem großen Zeitaufwand, der zu einer langen Suchdauer führt, liegen. Daneben spielt der inhaltliche Wert der gefundenen Informationen eine Hauptrolle für ein Ende der Suche; dies ist dann der Fall, wenn die Informationen zu ungenau oder zu umfangreich sind, so dass die relevanten Informationen nicht mehr ersichtlich sind.

- **Bereich 2:** Gründe, die zu einem Abbruch der Suche in nennenswerter Anzahl führen: diese liegen meist in der Funktionalität der Suchsysteme begründet:
 - o kompliziertes Handling, fehlender Suchkomfort, fehlende intelligente Suchfunktionen
 - o schwierige Navigation im System, fehlende Übersicht auf den gefundenen Seiten
- **Bereich 3:** Gründe, deren Einfluss auf Grund der geringen Anzahl an Nennungen bei der Anforderungsdefinition und Entwicklung eines Lösungsansatzes vernachlässigt werden kann.

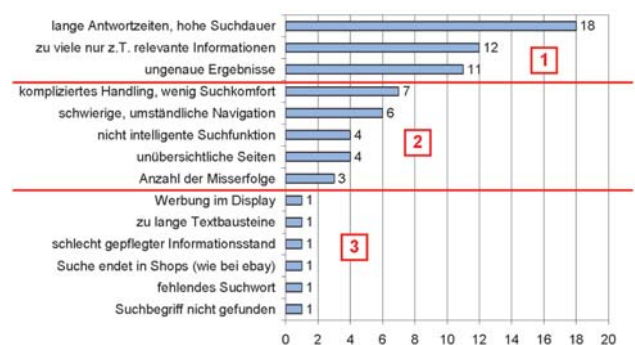


Bild 11: Kriterien für den Abbruch der Suche in einem System

Anforderungen an ein Suchsystem

Nach der Abfrage zur Ausgangssituation wurden die Teilnehmer der Umfrage nach den Anforderungen an ein „ideales“ Suchsystem befragt (siehe Bild 12, Mehrfachnennungen möglich, Skala von 1 (unwichtig) bis 4 (wichtig)).

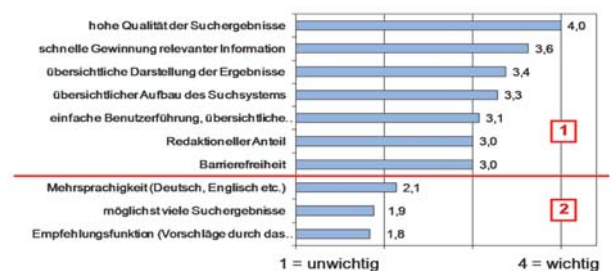


Bild 12: Anforderungen an ein Suchsystem

Dabei lassen sich die Anforderungen in 2 zueinander abgrenzbare Anforderungsgruppen einteilen (Anforderungen, die für eine weitere Betrachtung wichtig sind (ab 3,0); Anforderungen, die für eine weitere Betrachtung vorerst vernachlässigt werden können (bis 2,1)). Besonders hervorzuheben sind die Anforderungen an die Inhalt und Funktionalität des Systems:

- Anforderungen an den **Inhalt:**
 - o Hohe Qualität der Suchergebnisse (4,0)
 - o Übersichtliche Darstellung der Inhalte (3,4)
 - o Möglichkeiten zur redaktionellen Verwaltung der Ergebnisse und Suchinhalte (3,0)

- Anforderungen an die **Funktionalität**:
 - Schneller Zugriff, schnelles Finden der Informationen (3,6)
 - Ergonomie des Systems (übersichtlicher Aufbau, einfache Benutzerführung, Barrierefreiheit, jeweils zwischen 3,0 und 3,4)

3.1.3 Befragung – Fazit

Zu den wesentlichen Ergebnissen aus den Befragungen zur Suchsystematik gehört die Strukturierung und Zusammenstellung von Suchsituationen, in denen Personen aus Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus sich auf die Suche nach Informationen begeben. Hierbei sind die Situationen, in denen Ansprechpartner, Firmen, Referenzen und Vergleiche benötigt werden, die am häufigsten genannten Startpunkte für die Informationssuche. Inhalt und Ziel der Informationsbeschaffung sind dabei meist Angaben zum Produkt (Produkt- und Funktionsbeschreibungen, technische Daten und Kennwerte sowie die Einsatzgebiete und Anwendungsfelder), die das Produkt als gesamtes beschreiben. Detaillierte Informationen wie Prinzipskizzen, Kosten, Zeichnungen etc. werden eher selten aus der Suche erwartet bzw. nachgefragt, vorrangig jedoch aus den Konstruktionsabteilungen.

Zu den Hauptproblemen und Ursachen für einen Abbruch der Suche zählen eine unzureichende Qualität der Suchergebnisse sowie eine lange Dauer der Suche. Direkt daraus können auch die von den befragten Personen genannten Anforderungen bestätigt werden: hier sind eine hohe Qualität der Suchergebnisse sowie ein kurzes und schnelles Finden der relevanten Informationen die unbedingt zu erfüllenden Anforderungen. Diese Informationen müssen entsprechend übersichtlich aufbereitet und über ein einfach zu bedienendes System erreicht werden.

3.2 Untersuchung eines ausgewählten Suchszenarios

3.2.1 Szenario – Übersicht

Zur Konkretisierung der Problemstellung wurde ein reprä-

sentatives, exemplarisches Suchszenario entworfen (siehe Bild 13). Dieses beschreibt eine typische Aufgabenstellung aus der betrachteten Wissensdomäne, die hinsichtlich Branche, Produktart, Suchsituation, Anbietern und Nutzern von Information eingegrenzt ist. Die Aufgabenstellung wurde bearbeitet von:

- einem Studenten des Maschinenbaus im 6. Semester (siehe auch Bild 14)
- Mitarbeitern der am Projekt beteiligten Firmen Festo und Bosch Rexroth.

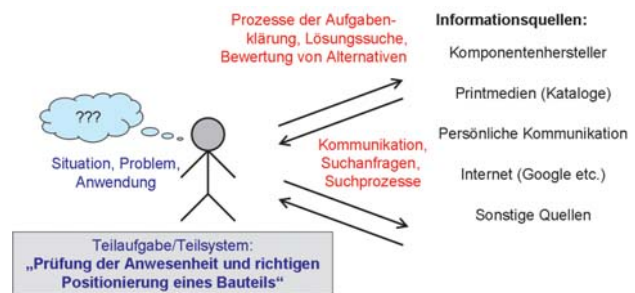


Bild 13: Aufgabenbeschreibung für das Suchszenario

Die Durchführung von Suchprozessen, also konkrete Suchanfragen in verfügbaren Systemen (Internet, Intranet etc.) und die Ergebnisse wurden protokolliert und ausgewertet. Die exakte Aufgabenstellung lautete folgendermaßen:

„Ein Systemhersteller im Maschinen- und Anlagenbau, der Verschraubungsautomaten produziert, erhält einen Auftrag zur Fertigung eines Montageautomaten von einem Endkunden, einem Hersteller von Mobiltelefonen. Bei dem Montageautomaten handelt es sich um eine automatisierte Schraubeinrichtung für Schalen von Mobiltelefonen. Eine Teilaufgabe innerhalb des gesamten Montageprozesses ist die Realisierung einer Prüffunktion. Vor dem Verschrauben von Bauteilen ist zu prüfen, ob ein Werkstück (z.B. eine Handyschale) am Bearbeitungsort anwesend und richtig positioniert ist. Um diese Funktion der Objekt- und Positionserkennung durchzuführen, soll nach verfügbaren externen Lösungen bei Komponentenherstellern gesucht werden.“

<p>Suche auf verschiedenen Seiten im Internet</p> <ul style="list-style-type: none"> • Festo Homepage: www.festo.de → Industrieautomation • Bosch Rexroth Homepage: www.boschrexroth.de • VDMA-e-market: http://www.vdma-e-market.com • xpertgate: www.xpertgate.de • google: www.google.de <p>Schlagwortsuche → Suchbegriffe:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anwesenheit • Anwesenheitsprüfung/-kontrolle • Lageprüfung/-kontrolle • Objekterkennung <p>Struktursuche → Kategorien:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Produkte • Lösungen • Kataloge 		<table border="1"> <tr> <td colspan="2">Suchsituation</td> <td colspan="2">Kommentare:</td> </tr> <tr> <td>Ergebnisvorstellung</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Keine, lediglich Inspiration gewünscht</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/> ungefähre Vorstellung vom Ergebnis</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/> Exakte Vorstellung vom Ergebnis</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Suchprozess</td> <td colspan="2">Kommentare: www.vdma-e-market.de</td> </tr> <tr> <td>Start der Suche</td> <td><input type="checkbox"/> Über Schlagwörter</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td></td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Über die Struktur</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>Typ</td> <td>Schlagwort (S) / Filter (F) / Struktur Pfad (P)</td> <td>Ergebnisse</td> <td>Relevant</td> </tr> <tr> <td>P</td> <td>Produkte & Dienstleistungen</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>P</td> <td>Montage und Handhabungstechnik/Komponenten & Module</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>P</td> <td>Handhaben und Positionieren</td> <td>66 + 388</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>P</td> <td>Greifer</td> <td>60</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>P</td> <td>Messen & Prüfen</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Suchergebnis</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>Dauer und Ergebnisse der Suche</td> <td>Dauer der Nutzung: 5 Minuten</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Anzahl gefundener Dokumente: 0</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Art der Dokumente:</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>Bewertung der Suche</td> <td>Zufriedenheit mit dem Suchergebnis:</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Sehr unzufrieden <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Sehr zufrieden</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Gefundene Bauteile entsprechen nicht den Wünschen. Keinerlei Info über Funktion. Button „Messen&Prüfen“ erscheint erst auf unterer Ebene, enthält aber keine Teile</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>Wünsche, Anregungen</td> <td>Anregungen zur Verbesserung des Systems:</td> <td colspan="2"></td> </tr> </table>	Suchsituation		Kommentare:		Ergebnisvorstellung	<input checked="" type="checkbox"/> Keine, lediglich Inspiration gewünscht				<input type="checkbox"/> ungefähre Vorstellung vom Ergebnis				<input type="checkbox"/> Exakte Vorstellung vom Ergebnis			Suchprozess		Kommentare: www.vdma-e-market.de		Start der Suche	<input type="checkbox"/> Über Schlagwörter				<input checked="" type="checkbox"/> Über die Struktur			Typ	Schlagwort (S) / Filter (F) / Struktur Pfad (P)	Ergebnisse	Relevant	P	Produkte & Dienstleistungen			P	Montage und Handhabungstechnik/Komponenten & Module			P	Handhaben und Positionieren	66 + 388	0	P	Greifer	60	0	P	Messen & Prüfen	0	0	Suchergebnis				Dauer und Ergebnisse der Suche	Dauer der Nutzung: 5 Minuten				Anzahl gefundener Dokumente: 0				Art der Dokumente:			Bewertung der Suche	Zufriedenheit mit dem Suchergebnis:				Sehr unzufrieden <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Sehr zufrieden				Gefundene Bauteile entsprechen nicht den Wünschen. Keinerlei Info über Funktion. Button „Messen&Prüfen“ erscheint erst auf unterer Ebene, enthält aber keine Teile			Wünsche, Anregungen	Anregungen zur Verbesserung des Systems:		
Suchsituation		Kommentare:																																																																																				
Ergebnisvorstellung	<input checked="" type="checkbox"/> Keine, lediglich Inspiration gewünscht																																																																																					
	<input type="checkbox"/> ungefähre Vorstellung vom Ergebnis																																																																																					
	<input type="checkbox"/> Exakte Vorstellung vom Ergebnis																																																																																					
Suchprozess		Kommentare: www.vdma-e-market.de																																																																																				
Start der Suche	<input type="checkbox"/> Über Schlagwörter																																																																																					
	<input checked="" type="checkbox"/> Über die Struktur																																																																																					
Typ	Schlagwort (S) / Filter (F) / Struktur Pfad (P)	Ergebnisse	Relevant																																																																																			
P	Produkte & Dienstleistungen																																																																																					
P	Montage und Handhabungstechnik/Komponenten & Module																																																																																					
P	Handhaben und Positionieren	66 + 388	0																																																																																			
P	Greifer	60	0																																																																																			
P	Messen & Prüfen	0	0																																																																																			
Suchergebnis																																																																																						
Dauer und Ergebnisse der Suche	Dauer der Nutzung: 5 Minuten																																																																																					
	Anzahl gefundener Dokumente: 0																																																																																					
	Art der Dokumente:																																																																																					
Bewertung der Suche	Zufriedenheit mit dem Suchergebnis:																																																																																					
	Sehr unzufrieden <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Sehr zufrieden																																																																																					
	Gefundene Bauteile entsprechen nicht den Wünschen. Keinerlei Info über Funktion. Button „Messen&Prüfen“ erscheint erst auf unterer Ebene, enthält aber keine Teile																																																																																					
Wünsche, Anregungen	Anregungen zur Verbesserung des Systems:																																																																																					

Bild 14: Suchszenario Student: Informationsquellen, Suchparameter und beispielhaft ausgefülltes Protokoll zur Dokumentation der Suchergebnisse

Um die Suchprozesse realitätsnäher zu gestalten und den Suchenden mehr Informationen für die Bewertung von Suchergebnissen hinsichtlich der Passfähigkeit zur Verfügung zu stellen, wurden ebenfalls nähere Details zur Schraubeneinrichtung spezifiziert, in welche das Subsystem der Objekterkennung zu integrieren war. Als Schraubeneinrichtung wurde eine Schraubstation der Firma Weber Schraubautomat definiert.

3.2.2 Szenario Student – Ergebnisse

Bei den Informationsquellen konzentrierte sich der Student auf relevante Websites im Internet. Dies waren zum einen die Homepages der am Projekt beteiligten Komponentenhersteller Festo und Bosch Rexroth, zum anderen der VDMA-e-market. Darüber hinaus fand der Student noch eine weitere Website, die im Rahmen der Aufgabenstellung interessant war (xpertgate). Und schließlich wurde die Internet-Suchmaschine google zur Suche genutzt, um neben den angeführten Herstellerseiten einen ersten Blick auf weiteren Unternehmensseiten zu ermöglichen. Bei der Suche wurden sowohl eine Schlagwort- als auch eine Struktursuche durchgeführt. Verwendete Suchbegriffe der Schlagwortsuche sowie relevante Kategorien für die Struktursuche sind in Bild 14 aufgeführt. Dazu gehört die Suche mit den Begriffen "Anwesenheit", "Anwesenheitsprüfung/-kontrolle", "Lageprüfung/-kontrolle" und Objekterkennung. Das Beispiel eines Suchprotokolls, das zur Dokumentation der Recherche verwendet wurde, ist ebenfalls in Bild 14 zu sehen. Das Suchprotokoll umfasst im Wesentlichen eine kurze Beschreibung der Suchsituation, des Vorgehens bei der Suche sowie die Ergebnisse und deren subjektive Bewertung.

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Suche auf den einzelnen Websites im Detail beschrieben.

Festo Homepage

Die Schlagwortsuche führte bei "Objekterkennung" zu zwei Treffern, bei den anderen Begriffen wurden keine Ergebnisse erzielt. Beide Treffer führten zu demselben Dokument, einem Katalog für die Rationalisierung der Kleinteileführung (siehe Bild 15). Bei der Struktursuche konnte über fünf Klicks ein Produkt gefunden werden, das potenziell für die Lösung der Aufgabenstellung herangezogen werden kann. Jedoch erfüllt das dort angeführte Produkt nicht die gestellten Anforderungen, es ergab sich damit keine relevante Treffermenge.

Bosch Rexroth Homepage

Die Schlagwortsuche lieferte lediglich bei dem Begriff „Anwesenheit“ Treffer. Von den 7 Treffern führten 5 Links zu Artikeln, 2 Links waren

The image shows two screenshots from the Festo website. The top screenshot is for a keyword search ('Festo – Schlagwortsuche') for 'Objekterkennung', showing 2 hits. The bottom screenshot is for a structural search ('Festo – Struktursuche') for 'Checkbox CHB', showing a list of 5 results.

Bild 15: Festo Homepage - Schlagwort- und Struktursuche

nicht vorhanden. Bei den Artikeln handelte es sich dreimal um Information zu Produkten, zweimal um Presseartikel mit allgemeiner Information zum Unternehmen (siehe Bild 16).

Die Struktursuche führte über verschiedene Pfade zu Ergebnissen. Die erste Navigation führte über vier Klicks zu einem Identifikationssystem, das aber nicht den gewünschten Funktionen entsprach. Die zweite Navigation führte über sechs Klicks zu einem Prüfmodul, das potenziell zur Lösung der Aufgabenstellung geeignet erschien.

VDMA-e-market

Auf den Prozess der Suche im VDMA-e-market wird im Folgenden etwas intensiver eingegangen (siehe Bild 17). Die Schlagwortsuche im VDMA-e-market lieferte keine Treffer, eine Suchmöglichkeit nach Funktionen war in die-

The image shows two screenshots from the Bosch Rexroth website. The top screenshot is for a keyword search ('Bosch Rexroth – Schlagwortsuche') for 'Anwesenheit', showing 7 hits. The bottom screenshot is for a structural search ('Bosch Rexroth – Struktursuche 1') for 'Identifikationssystem ID 40', showing no results. A second structural search ('Bosch Rexroth – Struktursuche 2') for 'Pneumatische Positionsüberwachung' shows a product image.

Bild 16: Bosch Rexroth Homepage - Schlagwort- und Struktursuche

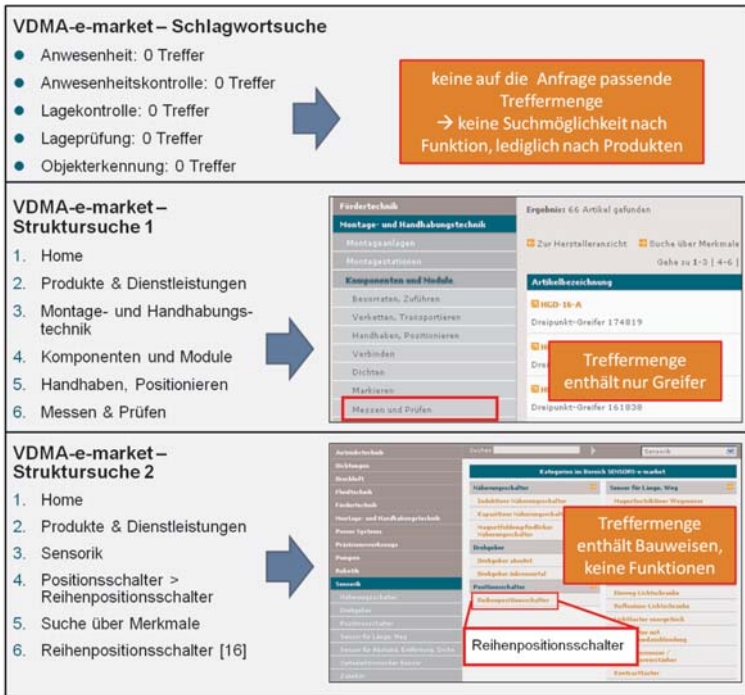


Bild 17: VDMA-e-market - Schlagwort- und Struktursuche

sem Falle nicht möglich. Auch der Button „Anwendungen“ im Menü führte nicht zu Ergebnissen für eine Funktionsuche. Der Bereich Anwendungen schien sich zum Zeitpunkt der Suche noch im Aufbau zu befinden.

Eine erste Struktursuche führte über den Menüpunkt „Produkte & Dienstleistungen“ in die Kategorie Montage- und Handhabungstechnik. Nach insgesamt sechs Klicks wurden keine Ergebnisse gefunden und der Suchprozess abgebrochen. Als Besonderheit fiel dem Studenten auf, dass die Unterkategorie „Messen und Prüfen“ nicht im Bereich Montage- und Handhabungstechnik angeboten wurde. Die Navigation in die Unterkategorie „Handhaben, Positionieren“ lieferte als Ergebnisse Greifersysteme, die als Lösung für die Aufgabenstellung nicht in Frage kamen. Die zweite Struktursuche fand im Bereich „Sensorik“ statt. Innerhalb der Sensorik existierte die Untergruppe Positionsschalter mit einem Eintrag, den Reihenpositionsschaltern. Als Schwierigkeit wurde der Umstand bewertet, dass hier weniger die Funktion beschrieben wurde als die Bauweise. Bereits hier findet die Festlegung des Funktionsprinzips statt, ohne dass Wissen vermittelt wird, ob die Funktion damit erfüllt werden kann. Bei den Reihenpositionsschaltern existiert die Möglichkeit der erweiterten Suche über Merkmale (wie Breite, Höhe, Stößelzahl, Stößeldurchmesser, elektrische Anschlussart etc.). Diese Suchfunktion bietet dann Unterstützung, wenn der Suchende bereits explizit weiß, nach welchem Produkt er sucht und es lediglich darum geht, die exakten technischen Anforderungen zu erfüllen.

Letzendlich wurden 16 Reihenpositionsschalter verschiedener Baugrößen gefunden, deren Potenzial für die Lösung der Aufgabenstellung aber nicht bewertet werden konnte. Im gesamten Bereich der Sensoren sind eine Vielzahl

von Herstellern und Produkten hinterlegt, die Sensoren verschiedenster Art herstellen. Eine zielgerichtete Identifikation konkreter Hersteller und Produkte, die die gewünschte Teilfunktion erfüllen, war nicht möglich. Da der Aufwand der Überprüfung aller einzelnen Einträge auf ihre Relevanz als zu hoch eingestuft wurde, wurde die Suche erfolglos abgebrochen.

Als Fazit aus den Suchprozessen im VDMA-e-market wurde gezogen, dass die Suche über Funktionen oder Anwendungen nur schwer möglich ist. Um das komplette Angebot des Portals überblicken zu können, ist eine lange Suchdauer notwendig sowie eine hohe Klickzahl erforderlich.

Xpertgate

xpertgate ist ein weiteres Internetportal, das im Rahmen des Projektes genutzt wurde. Es handelt sich dabei um ein herstellernerutrales Portal für die Fabrikautomation mit Fokus auf Montage, Handhabung und Qualitätsprüfung. Lösungen zur Fabrikautomation beim Prüfen, Erkennen, Identifizieren, Kennzeichnen, Fügen, Handhaben und Zuführen werden im Portal dargestellt. Lieferanten, Produkte und Anwendungen werden von xpertgate recherchiert, strukturiert und redaktionell beschrieben. Eine Besonderheit an xpertgate ist die Tatsache, dass eine gezielte Suche nach Funktionen bzw. Anwendungen auf verschiedenen Ebenen möglich ist. Die Bauteil-Anwesenheitserkennung wurde so durch gezielte Navigation mit insgesamt vier Klicks schnell gefunden (siehe Bild 18). Nach weiteren drei Klicks wurden Firmenübersichten, Firmensteckbriefe und Ansprechpartner gefunden. Konkrete Produkte mit technischen Daten sind nicht im Portal hinterlegt, nur Firmendaten. Auf der Firmenhomepage eines so identifizierten Unternehmens kann somit eine neue Suche gestartet werden, um konkrete technische Informationen über mögliche Produkte zur Lösung der Aufgabenstellung zu bekommen.

Google

Schließlich wurde bei Google eine Schlagwortsuche durchgeführt (siehe Bild 19). Die Suche mit lediglich einem Schlagwort führt in der Regel zu einer Unmenge an Ergebnissen, bei denen kaum relevante Treffer zu verzeichnen waren. Bei „Anwesenheit“ wurden mit Abstand die meisten Treffer erzielt, aber kaum technische



Bild 18: xpertgate - Struktursuche

Antworten. Bei „Anwesenheitskontrolle“ verwiesen einige Links auf Shops und Händler. „Objekterkennung“ lieferte zwar mehr technische Treffer, aber kaum Verweise auf Hersteller von Produkten. Erfolgreicher erschien eine Suche mit mehreren Suchwörtern in einer Anfrage. Die Kombination von „Lagekontrolle“ und „Anwesenheitskontrolle“ führte zu einer eingeschränkten Zahl von lediglich 16 Treffern, von denen viele brauchbar erschienen.

Fazit

Als Fazit über die gesamten Suchprozesse hinweg kann festgehalten werden, dass eine Schlagwortsuche auf den meistens Websites nicht zu zufrieden stellenden Suchergebnissen führte. Ein Grund dafür besteht darin, dass die Suchfunktionalitäten der einzelnen Seiten eingeschränkt sind. Beispielsweise existieren kaum Möglichkeiten der Volltextsuche oder geeignete Suchfilter.

Hinsichtlich der Struktursuche ist anzumerken, dass sich die untersuchten Firmen-Homepages und der VDMA-e-market meist durch übersichtliche Strukturen auszeichnen. Der Zugang zu den hinterlegten (Produkt-)Informationen war in der Regel aber nicht über Funktionen und Anwendungen möglich. Dies hatte im vorliegenden Suchszenario zur Folge, dass ein langes Klicken erforderlich war, um bei Nichtkenntnis konkreter Produkte zu zufrieden stellenden Ergebnissen zu kommen.

3.2.3 Szenario Firmenmitarbeiter – Ergebnisse

Auch Mitarbeiter der Firmen Festo und Bosch-Rexroth bekamen die Aufgabe, das Anwendungsszenario zu bearbeiten. Allerdings wurde die Aufgabenstellung weiter eingegrenzt, um den Fokus hinsichtlich möglicher Lösungen zu schärfen: es sollte lediglich eine Lösung für die Funktion der Anwesenheitskontrolle (ohne Überprüfung der richtigen Positionierung) gefunden werden. Die Aufgabe lautete:

„Ein Hersteller von Mobiltelefonen beauftragt einen Maschinenhersteller zur Fertigung eines Automaten zur Verschraubung von Handyschalen. Innerhalb dieser Aufgabe ist es notwendig zu prüfen, ob das Werkstück (Handyschale) am Bearbeitungsort vorhanden ist. Die Informationen, die das Teilsystem liefern soll, sind: „Werkstück ist vorhanden“ oder „Werkstück ist nicht vorhanden“. Falls das Werkstück vorhanden ist, kann von einer richtigen Positionierung ausgegangen werden, diese ist nicht zu prüfen. Der Maschinenhersteller wendet sich an Sie auf der Suche nach Komponenten/Produkten, die diese Aufgabe erfüllen. Finden Sie eine oder mehrere geeignete Lösungen für die gestellte Aufgabe, indem Sie in den Ihnen zur Verfügung stehenden Suchsystemen (z. B. Internet, Intranet etc.) auf die Suche gehen. Hinsichtlich Informationen (Anforderungen, Produkteigenschaften etc.) die Sie zur Bearbeitung der Aufgabe benötigen, und die hier nicht gegeben werden, dürfen Sie sinnvolle Annahmen treffen. Protokollieren Sie bitte den Suchprozess mithilfe des beigefügten Suchprotokolls!“

Google – Schlagwortsuche (27.05.2005)

- Anwesenheit: – 573.000 Treffer
 - kaum technische Antworten
- Anwesenheitskontrolle: – 11.800 Treffer
 - immer noch kaum technische Treffer, außer Shops oder Händler
- Objekterkennung: – 24.900 Treffer
 - technische Treffer, aber kaum Hersteller
- Lageprüfung: – 5.880 Treffer
 - keine relevanten Treffer
- Lagekontrolle: – 4.950 Treffer
 - einige Treffer bei Herstellern
- Lagekontrolle + Anwesenheitskontrolle: – 16 Treffer
 - viele brauchbare Treffer (Hersteller, weiterführende Links)

Web Seite Maps Videos News Groups
Lagekontrolle Anwesenheitskontrolle [Suche] Suchdatei Suchhistorie
Suche: © Das Web © Seiten auf Deutsch © Seiten aus Deutschland
Ergebnisse 1 - 10 von ungefähr 16

Web
Asentics - Industrielle Bildverarbeitung - Produkte
... Anwesenheitskontrolle - Lagekontrolle bei wechselnden Objektteilen - Druckbildkontrolle - Positionskontrolle - Allgemeine Qualitätskontrolle, Videotest ...
www.asentics.de/products.htm?ID=103&ID=103&ID=103

von Videotest mit M2 Autonome Kamera Datenblatt
Dateiformat: PDF Adobe Acrobat HTML Version
... Anwesenheitskontrolle - Lagekontrolle bei wechselnden Objektteilen - Druckbildkontrolle - Positionskontrolle, allgemeine Qualitätskontrolle ...
www.asentics.de/products/M2M2_g.pdf - Suchdatei Suchen

von Software für die Industrielle Bildverarbeitung
Dateiformat: PDF Adobe Acrobat
... Anwesenheitskontrolle - Identifikation, Positions- und Lagekontrolle - Druckbildkontrolle - Oberflächenkontrolle - Falschkennung - Webdatei - Schulungen ...
www.researchcamp@bildschon.de_g.pdf - Suchdatei Suchen

Seite 1A
... Umgebungstemperatur: 0°C bis +40°C Gewicht: ca 570 g Anwendungsgebiete: Positionierung, Anwesenheitskontrolle, Bestückungs- und Lagekontrolle ...

Treffermenge enthält Hersteller relevanter Produkte → Suche auf deren Websites

Bild 19: Google - Schlagwortsuche

Das Beispiel eines ausgefüllten Suchprotokolls ist in Bild 20 zu sehen und dokumentiert eine zielgerichtete Suche in der Katalogstruktur mit zufrieden stellendem Suchergebnis. Einschränkend ist zu sagen, dass eine gewisse „Vorbekanntheit“ des Firmenmitarbeiters vorhanden war. Durch einen am Lehrstuhl für Produktentwicklung zur Definition des Anwendungsszenarios durchgeführten Workshops fand im Vorfeld dieses Suchprozesses bereits eine intensive Beschäftigung mit dem Thema statt. Leider waren aus organisatorischen Gründen kaum Firmenmitarbeiter für die Bearbeitung der Aufgabenstellung zu gewinnen, die nicht schon an der Studie beteiligt gewesen waren.

Aufgrund dieser Rahmenbedingungen wurden im Rahmen eines Workshops Suchprozesse aus der Praxis diskutiert, die nicht mit dem Anwendungsszenario zu tun hatten. So schilderte ein Festo-Mitarbeiter beispielsweise die Suche nach einer Broschüre über die Lebensdauer von Festo-Produkten. Dabei hatte der Mitarbeiter eine konkrete Vorstellung vom Suchergebnis: er wollte eine aktuelle Informationsbroschüre über die Lebensdauer (PDF-Datei) erhalten, deren Existenz ihm prinzipiell bekannt war. Als Schlagwort wurde in unterschiedlichen Suchsystemen jeweils „Lebensdauer“ eingegeben. In einem ersten Suchprozess im Internet (Festo-Homepage) wurden 55 Treffer erzielt, ohne auf ein relevantes Ergebnis zu stoßen. Im zweiten Versuch im Intranet wurden sogar 714 Treffer erzielt, von denen aber nur 8 tatsächlich existieren. Schließlich wurde in einer speziellen Vertriebsdatenbank gesucht, was zu 11 Treffern führte. Auch hier war kein relevanter Suchtreffer zu verzeichnen trotz der Kenntnis, dass das gewünschte Dokument existieren musste. Das beschriebene Beispiel ist als repräsentativ anzusehen.

Auf Basis dieser Erkenntnisse wurden ebenfalls Wünsche an ein Suchsystem formuliert:

- übergreifende Suchmaske ohne vorheriges Öffnen einer bestimmten Datenbank
- schnelle Zugänglichkeit aktueller Dokumente unabhängig vom Pfad
- mehr Möglichkeiten der reinen Schlagwortsuche (die bisher beschränkt sind)

Suchsituation			
Ergebnisvorstellung	<input type="checkbox"/> Keine, lediglich Inspiration gewünscht <input type="checkbox"/> ungefähre Vorstellung vom Ergebnis <input checked="" type="checkbox"/> Exakte Vorstellung vom Ergebnis		Kommentare:
Suchprozess			
Start der Suche	<input type="checkbox"/> Über Schlagwörter <input checked="" type="checkbox"/> Über die Struktur		Kommentare:
Typ	Schlagwort (S) / Filter (F) / Struktur Pfad (P)	Ergebnisse	Relevant
P	Festo DKI-Katalog (wie auch im Internet)		
	=> Sensoren		
	=> Einweg Lichtschranken	28	100%
	=> Reflexions-Lichtschranken	100	80%
	=> Pneumatisch	11	100%
	=> Steuerungen / Bussysteme		
	=> Optische Lage und Qualitätsprüfung	5	100%
Suchergebnis			
Dauer und Ergebnisse der Suche	Dauer der Nutzung: 10 Minuten Anzahl gefundener Dokumente: 2 Art der Dokumente: Katalogbeschreibungen + Jeweils ein Datenblatt & Preis		
Bewertung der Suche	Zufriedenheit mit dem Suchergebnis: Sehr unzufrieden <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> Sehr zufrieden Begründung der Bewertung: Schnelles Auffinden der geeigneten Produkte zur Lösung der Kundenforderung		
Wünsche, Anregungen	Anregungen zur Verbesserung des Systems: => Schlagwortsuche		

Bild 20: Beispiel eines Suchprotokolls

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass es eine Menge verschiedener Systeme gibt, in denen Informationen und Wissen gelagert sind und in denen gesucht wird (Internet, Intranet, spezielle Datenbanken, Windows File Server, Katalog auf CD). Probleme sind hier vor allem hinsichtlich der Datenredundanz und der damit gefährdeten Aktualität zu verzeichnen.

Als Optimierungspotenziale bei bestehenden Suchsystemen wurden vor allem die Verbesserung der Schlagwortsuche und die Senkung von „Barrieren“ bei der Suche genannt. Als weitere mögliche Unterstützung der Suche wurde der Wunsch nach einer sinnvollen Verknüpfung verschiedener Begriffskategorien erwähnt (z. B. eine Anforderung in Kombination mit einem speziellem Produkt bzw. einer speziellen Anwendung).

4. Entwicklung eines Konzepts zur Ontologiebasierten Suche

Der Lösungsansatz zur Erreichung der gesteckten Zielsetzung und zur Überwindung der in der Aufgabklärung identifizierten Probleme basiert auf der Verwendung von Ontologien. Grundlagen einer Ontologiebasierten Suche sowie das Ergebnis dieses für den hier betrachteten Bereich der Antriebs- und Automatisierungstechnik werden im Folgenden beschrieben. Abschließend wird auf die Anwendung dieser Ontologie im Rahmen des Beispielszenarios eingegangen.

4.1. Ontologiebasierter Ansatz - Grundlagen

Für den Begriff Ontologie existieren verschiedene Definitionen. Eine sehr verbreitete Definition nach Studer et al. lautet: „An ontology is as a formal, explicit specification of

a shared conceptualization.“ (zu deutsch: Eine Ontologie ist eine formale, explizite Spezifikation einer geteilten Konzeptionalisierung) [Studer et al. 1998]. Dabei bezieht sich der Begriff „Konzeptionalisierung“ auf ein abstraktes Modell eines gewissen Phänomens in der Welt, welches dadurch entsteht, dass die relevanten Konzepte dieses Phänomens identifiziert werden. Mit „explizit“ ist gemeint, dass die genutzten Konzepte, ebenso wie die Rahmenbedingungen ihrer Nutzung explizit formuliert sind. Der Begriff „formal“ bezieht sich auf den Umstand, dass die Ontologie durch einen Rechner lesbar bzw. verwertbar sein sollte. „Geteilt“ bezieht sich schließlich auf den Aspekt, dass in einer Ontologie „consensual“ Wissen erfasst ist, d.h. dieses Wissen nicht exklusiv einem Individuum gehört, sondern von einer Gruppe geteilt und akzeptiert wird.

Eine weitere, recht allgemeine Definition liefern Uschold & Jasper: „An ontology may take a variety of forms, but necessarily it will include a vocabulary of terms, and some specification of their meaning.“ (zu Deutsch: Eine Ontologie kann eine Reihe von Formen annehmen, beinhaltet aber grundsätzlich ein Vokabular an Begriffen und eine gewisse Spezifikation ihrer Bedeutung) [Uschold & Jasper 1999]. Dies beinhaltet Definitionen und Hinweise darauf, wie Begriffskonzepte in Relation zueinander stehen. Dadurch ergibt sich eine Struktur der betrachteten Wissensdomäne und schränkt die möglichen Interpretationen der beinhalteten Begriffe ein.

Heutzutage werden Ontologien für eine Reihe verschiedener Zwecke genutzt, z. B. die Sprachverarbeitung, das Wissensmanagement, den E-Commerce etc. Es existiert darüber hinaus ein wachsendes Interesse in der Entwicklung und Anwendung von Ontologien in der Domäne der Produktentwicklung (z. B. [Eris et al. 1999], [Mabogunje et al. 2002], [Storga et al. 2005], [Li et al. 2005], [Shin et al. 2005]). Uschold & Jasper beschreiben eine Klassifikation von Ontologie-Anwendungen, von denen im Rahmen dieser Studie zwei eine Bedeutung besitzen: (1) die Ontologie als Enabler für einen gemeinsamen Zugriff zu Information und Wissen, insbesondere als Promoter eines gemeinsamen Verständnisses („common understanding“) zwischen menschlichen Akteuren und (2) die ontologiebasierte Suche, d. h. die Nutzung der Ontologie zur Suche in einem digitalen Speicher nach relevanten Informationen, z.B. Dokumenten, Namen von Experten etc.

4.2. Prozess der Ontologieerstellung

Im Folgenden wird der Prozess der Ontologieerstellung im Rahmen der Studie beschrieben (siehe Bild 21). Der Prozess erfolgte dabei zweigeteilt: zum einen wurde eine initiale allgemeine Ontologie erstellt, zum anderen eine konkrete Ontologie für das beispielhafte Anwendungsszenario. Ausgangspunkt für beide Vorgehensweisen bildete die Definition allgemeiner Klassen (Konzepte), die für die betrachtete Wissensdomäne der Automatisierungs- und Antriebstechnik von Relevanz sind, z. B. Anforderungen, Produkte, Produkteigenschaften etc.

Zu jeder der allgemeinen Klassen wurden hierarchische Unterkonzepte definiert. Das Ziel dabei war, so weit wie möglich auf existierenden und akzeptierten Klassifikatio-

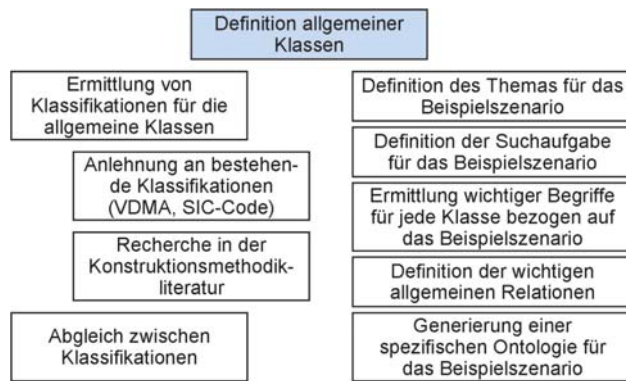


Bild 21: Prozess der Ontologierstellung

nen aufzubauen. Quellen für derartige Klassifikationen waren zum einen Industriestandards wie eCl@ss [Incony 2007] und SIC-Code [QM-World 2007], zum anderen Literatur der Konstruktionsmethodik ([Roth 1994], [Koller 1994], [Ehrlenspiel 2003], [Pahl et al. 2005]). Die existierenden Klassifikationen und Standards wurden recherchiert, auf Relevanz überprüft und zu einem gewissen Teil abgeglichen.

Um die Anwendbarkeit der Ontologie überprüfen zu können, wurde das Beispielszenario aufgegriffen, das bereits im Rahmen der Aufgabenklärung zur Analyse konkreter Probleme und Schwachstellen gedient hatte. Die Thematik wurde bewusst stark eingegrenzt, um aussagekräftige Ergebnisse mit exemplarischen aber dennoch repräsentativen Charakter zur generieren. Nach der Spezifikation der Rahmenbedingungen des Beispielszenarios (relevante Akteure, Prozesse etc.) wurde eine konkrete Suchaufgabe formuliert. Auf deren Basis wurden im Rahmen von Workshops an der TU München unter Teilnahme von Mitarbeitern des VDMAs und der Firmen Festo bzw. Bosch Rexroth wichtige Begriffe (Instanzen) für jede Klasse bezogen auf das Beispielszenario gesammelt, diskutiert und strukturiert. Dieser Prozess kann als Instanziierung der allgemeinen Ontologie für das Beispielszenario angesehen werden. Hierdurch konnten ferner wichtige allgemeine Relationen zwischen den Begriffsklassen identifiziert werden, z. B. „Produkt wird eingesetzt in Branche“ und die inverse Relation „Branche benötigt Produkt“.

4.3. Inhalte der Ontologie

Die initiale Ontologie enthält acht allgemeine Klassen, die im Folgenden erläutert werden.

- **Branche:** hier wird differenziert nach Herstellerbranche und Endkundenbranche. Die Branche hat vor allem Einfluss auf die Art der Produkte, die von Relevanz sind.
- **Produkt:** hierbei handelt es sich um technische Systeme, die von Unternehmen angeboten bzw. nachgefragt werden. Es wird differenziert nach vier Arten von Produkten:
 - o **Endkundenprodukt:** Produkt, das in der Endkundenbranche einer Transformation (einem Bearbeitungsprozess) unterzogen wird (Beispiel: Mobiltelefon).
 - o **Maschinenbau-OEM-Anlage:** Maschine bzw. Anlage, die der Transformation dient. Eine Anlage besteht aus mindestens einer Station (Beispiel: Schraubanlage).
 - o **Maschinenbau-OEM-Station:** Subsystem einer

Maschinenbau-OEM-Anlage (Beispiel: Schraubstation).

- o **Maschinenbau-OEM-Komponente:** Subsystem einer Maschinenbau-OEM-Station. Für Komponente kann auch alternativ der Begriff Modul verwendet werden. (Beispiel: Greifer)
- **Anforderung:** Soll-Eigenschaft des Produkts bzw. der Komponente, die sich aus der Branche, aus der Funktion etc. ergeben. Die Anforderungen sind Grundlage für die Bewertung eines Produkts (Beispiel: Verfügbarkeit, Lieferzeit, Lebensdauer)
- **Funktion:** auch Verfahren genannt; Zweck der Maschine, Anlage, Station oder Komponente. Durch Funktionen wird die Sicht des Anwenders abgebildet, die Problemstellung unabhängig von der Lösung durch ein konkretes Produkt. Eine Formulierung der Funktion erfolgt durch ein Substantiv und ein Verb (Beispiel: Spargel schälen).
- **Prinzip:** prinzipielle Lösungsmöglichkeit zur Erfüllung der Funktion. Es kann sich hierbei um das physikalische Wirkprinzip handeln (Beispiel: mechanisch, hydraulisch, elektrisch).
- **Produkteigenschaft:** Ist-Eigenschaften des Produkts. Parameter, Leistungsdaten, Spezifikationen der Produkte, die den Anforderungen gegenübergestellt werden (Beispiel: Verfügbarkeit, Lieferzeit, Lebensdauer).
- **Firma:** Unternehmen, das Produkte herstellt und anbietet bzw. nachfragt.
- **Person:** Akteur im Unternehmen, der bestimmte Rollen einnimmt bzw. Aufgaben wahrnimmt (Beispiel: Entwickler, Vertriebsmitarbeiter, Service-Spezialist, Geschäftsführer etc.)

Als Basis für eine Klassifikation dienen zum einen Industrienormen wie SIC-Code und eCl@ss (für die Klassen Branche, Produkt, Anforderung, Produkteigenschaft), zum anderen die Konstruktionsmethodik (für die Klassen Funktion und Prinzip). Auf diese wird im Folgenden eingegangen.

Industrielle Klassifikationen, Industrienormen

Industrielle Standardklassifikationen haben sich in den letzten Jahren deutlich weiterentwickelt, nur möglich durch die Mitarbeit vieler Firmen. Jedoch sind immer noch nicht alle Teilbranchen und deren Produkte befriedigend durch Standardklassifikationen beschrieben. Schon jetzt müssen/wollen viele Zulieferer ihre Produktdaten mehreren Marktplätzen zur Verfügung stellen. Leider gibt es nicht nur einen Standard sondern, verschiedene Standardklassifikationen, und Firmen müssen ihre Produktdaten dann für unterschiedliche Klassifikationen aufbereiten. Ein weiteres Problem dabei stellen die verschiedenen Versionen der einzelnen Standards dar [Incony 2007]. Im Rahmen der Studie wurden vor allem die Standards eCl@ss und SIC-Code in Betracht gezogen.

eCl@ss klassifiziert ein großes Spektrum industrieller Produkte und wurde von führenden deutschen Unternehmen entwickelt. Es repräsentiert einen Standard für den Informationsaustausch zwischen Lieferanten und Kunden und bildet insbesondere die Beschaffungsmärkte für

Einkäufer ab. eCI@ss ist gekennzeichnet durch einen hierarchisch vierstufigen Klassifikationsschlüssel, deren erste drei Ebenen Warengruppen repräsentieren und besitzt ein zurzeit aus 30.000 Begriffen bestehendes Schlagwortregister. Beispielsweise gibt es die Produktgruppe "Bohrmaschine elektrisch, handgeführt" mit dem Schlüssel 21-05-01-01 und die Warengruppen sind: Werkzeug > Elektrowerkzeug > Bohrmaschine. Auf der vierten Ebene werden außerdem zahlreiche Sachmerkmale definiert [Incony 2007].

Der SIC-Code (Standard Industry Classification) ist das bekannteste und in den Vereinigten Staaten am häufigsten verwendete Klassifizierungssystem. Es untergliedert die einzelnen Wirtschaftszweige nach Produkten und Dienstleistungen. Der SIC-Code wurde vom OMB (US Office of Management and Budget) entwickelt und wird auch vom statistischen Bundesamt (Bureau of Consens) und anderen Bundeseinrichtungen zur Sammlung und Veröffentlichung der Daten im Wirtschaftsbereich genutzt. Auch Firmenverzeichnisse sind oft nach dem SIC-Code gegliedert. Der Aufbau erfolgt nach 1. Hauptkategorien (main categories), 2. Hauptbranchengruppen (major industry categories), 3. Unterbranchengruppen (industry groups) und 4. tatsächlichen Codes der Branche (industries) [QM-World 2007]. Die Standard Industrial Classification (SIC) wurde inzwischen durch das North American Industry Classification System (NAICS) ersetzt. Jedoch findet das Klassifikationssystem SIC heute teilweise noch Anwendung [Katalogmanager.de 2007].

Klassifikationen im Bereich der Konstruktionsmethodik

Wie im vorangegangenen Abschnitt erläutert existiert bereits eine Menge an industriellen Standards, vor allem im Hinblick auf Branchen, Produkte und Produktmerkmale. Als wichtige Klasse in der Ontologie wurde jedoch die Funktion identifiziert: Die Funktion schlägt den Bogen von der Anwendung zur Problemlösung und kann so potenziell zur Überwindung von Kommunikationsbarrieren zwischen Problemlösern und Lösungsanbietern beitragen. Daher wurde im Rahmen der Studie vor allem nach Klassifikationen für Funktionen recherchiert. Hier existieren im Bereich der Konstruktionsmethodik zahlreiche Vorarbeiten, auf denen für die Ontologierstellung aufgebaut werden konnte (siehe Übersicht relevanter Quellen in Bild 22).

Ehrlenspiel definiert Zustände und Operationen als Elemente einer Funktion. Zustände eines Umsatzprodukts (z. B. Spargel) werden durch die Summe seiner momentanen Eigenschaften bestimmt (z. B. Spargel ungeschält). Operationen beschreiben die Eigenschaftsänderung eines Umsatzprodukts (z. B. Spargel schälen). Als Synonym für „Operation“ sieht er „Prozess“ oder „Verfahren“.

Ehrlenspiel unterscheidet dabei fünf elementare Operationen: leiten, ändern,

Autor	Beschreibung
Pahl et al. 2005	<ul style="list-style-type: none"> Vergleich verschiedener Funktionsklassifikationen Definition von 5 allgemein anwendbaren Funktionen
Ehrlenspiel 2003	<ul style="list-style-type: none"> Definiton von 5 Elementaroperationen
Koller 1994	<ul style="list-style-type: none"> Klassifikation von Energie- und Stoff-Operationen Physikalische Betrachtung von Funktionen
Roth 1994	<ul style="list-style-type: none"> Klassifikation von allgemeinen Funktionen Unterscheidung in Objekte und Operationen

Bild 22: Funktionsklassifikationen in der Konstruktionsmethodik

wandeln, vereinigen und speichern [Ehrlenspiel 2003]. In Bild 23 sind diese Elementarfunktionen mit den zugehörigen technischen Operationen aufgeführt.

elementare Operation	technische Operation
	leiten, zu- und abführen, tragen, transportieren, lagern (im Sinne von „Kraftleiten“, z. B. Wälzlager, Auflager), übertragen, dichten, schalten, isolieren, unterbrechen...
	ändern, vergrößern, verkleinern, umlenken, übersetzen, umformen, verlängern, verdichten, zerspannen, schmelzen, verdampfen, reflektieren...
	umsetzen, erzeugen, absorbieren, verbrennen, zersetzen, wandeln, messen...
	vereinigen, verzweigen, überlagern, summieren, aufteilen, zusammenführen, verbinden, montieren, entmischen, vermischen, trennen...
	speichern, dämpfen, glätten, lagern (im Sinne von „Stofflagern“), aufstauen, sammeln...

Bild 23: Klassifikation von Operationen [Ehrlenspiel 2003]

Bei Roth geschieht die Einteilung der Funktionen zum einen nach den durch die Operation veränderten Objekten (Stoff, Energie und Information) und zum anderen nach den Operationen (Typ der Veränderung) [Roth 1994]. Ein Ausschnitt aus einer diesbezüglichen Systematik (Objekte nach unten angetragen, Operationen nach rechts) samt zugehörigen technischen Beispielen ist in Bild 24 dargestellt.

Die aus der Konstruktionsmethodik bekannten Klassifikationen wurden verglichen mit Klassifikationen, die bereits in der Praxis Anwendung finden. Beispielsweise existiert im Portal Xpertgate eine Einteilung nach Anwendungsgebieten und Operationen ([Xpertgate], siehe

		Operationen									
		Allgemeine Operationen	Speichern	Übertragen			Verknüpfen				
				Leiten	Umformen	Wandeln	Summativ				
Allgemeine Größen	Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8		
Objekte	Stoff	Symbol	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	
	Beispiel	1									
	Energie	Symbol	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	
Beispiel	2										
Information	Symbol	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8		
Beispiel	3										

Bild 24: Klassifikation von Funktionen in der Konstruktionsmethodik [Roth 1994]

Bild 25). Hierbei ist anzumerken, dass sich Anwendungsgebiete und Operationen weitgehend entsprechen (Mess- und Prüftechnik vs. Messen und Prüfen, Identifikationstechnik vs. Identifizieren). Die Operationen sind gegenüber jenen aus der Konstruktionsmethodik konkreter und verweisen letztendlich auf konkrete Produktlösungen, welche die jeweiligen Operationen erfüllen. Als Schlussfolgerung wird gezogen, dass sich eine mehrstufige Funktionsklassifikation anbietet, die sowohl allgemeine/elementare als auch konkrete Funktionen enthält und diese sinnvoll miteinander verknüpft. Die konsistente Vereinigung der im Rahmen dieser Studie identifizierten Funktionsklassifikationen zu einem Standard wird als Gegenstand zukünftiger Arbeiten angesehen.

Anwendungsgebiete	Operationen (Fabrikautomation)
<ul style="list-style-type: none"> Mess- und Prüftechnik Sensoren und Bildverarbeitung Identifikationstechnik Kennzeichnungstechnik Füge- und Verbindungstechnik Handhabungstechnik Zuführtechnik Verkettungssysteme und Fördertechnik Schlüsselfertige Gesamtanlagen 	<ul style="list-style-type: none"> Messen und Prüfen Objekterkennung und Positionsbestimmung Identifizieren Fügen und Verbinden Kennzeichnen Zuführen und Ausgeben Handhaben Schutz von Personen, Anlagen und Waren Geometrieerfassung und Klassifizierung

Bild 25: Klassifikation von Anwendungsgebieten und Operationen [Xpertgate]

Als Bindeglied zwischen den Klassen Funktion und Produkt wurde die Klasse Prinzip eingeführt. Im Rahmen des Beispielszenarios wurde darunter vor allem das physikalische Wirkprinzip eines Produkts verstanden (mechanisch, elektrisch, hydraulisch etc.). Auf die Zusammenstellung von Prinzip-Klassifikationen wurde im Rahmen dieser Studie nicht eingegangen, die Literatur bietet hier allerdings einen breiten Fundus an möglichen Einteilungen ein. Sie sollte als Folgeschritt für weitere Projektaktivitäten fokussiert werden.

vier relevante Funktionen und fünf mögliche Prinzipien ermittelt. Bei den Produkten wurden sechs verschiedene Arten von OEM-Komponenten festgehalten (vom Laser bis zum kapazitiven Sensor). Auch hier wurden noch teilweise Unterkategorien identifiziert (z. B. in Bezug auf den Drucksensor wurde nach Staudrucksensor und Vakuumsensor differenziert). Bei den Tastern wurde weiter differenziert hinsichtlich des Prinzips (mechanisch, hydraulisch etc.). Hier wurde diskutiert, ob diese Unterkategorien notwendig seien angesichts der Tatsache, dass das Prinzip als eigene Klasse bereits existierte. Dieses Beispiel demonstriert die Herausforderungen bei der Definition einer konsistenten Ontologie. Schon das relativ konkrete und stark eingegrenzte Anwendungsszenario führte zu einer Menge an ca. 40 Begriffen, die potenziell als Schlagworte bei einer Suche Verwendung finden können.

Einen wesentlichen Schlüssel für die Anwendung der Ontologie stellen die Relationen dar, also die Verknüpfungen, die zwischen den Begriffsklassen und deren Instanzen bestehen. Rein kombinatorisch sind $8 \times 8 = 64$ verschiedene Relationen zwischen den allgemeinen Klassen denkbar. Hierbei sind allerdings noch nicht die Beziehungen enthalten, die entstehen, wenn man zudem noch die vier Unterklassen der Klasse „Produkt“ differenziert berücksichtigt (z. B. OEM-Komponente findet Anwendung in OEM-Station). Im Rahmen eines Workshops wurden diejenigen allgemeinen Relationen zwischen den Klassen ermittelt, die in einer ersten Betrachtung als relevant erschienen. Die anhand des Beispielszenarios erarbeiteten allgemeinen Relationen sind in Bild 27 anhand einer Matrix dargestellt. Die Matrix ist folgendermaßen zu lesen: „Klasse in Spalte steht in Beziehung mit Klasse in Zeile über die im Matrixfeld angegebene Relation.“ Also beispielsweise: „Branche benötigt Produkt“ und die inverse Relation: „Produkt wird eingesetzt in Branche“. Insgesamt wurden 18 Relationen definiert. Auffällig ist, dass z. B. die Klasse Person mit keiner der anderen Klassen über eine Relation in Verbindung steht. Auch wurden die Beeinflussungen innerhalb der Klassen (Relationen auf

4.4. Anwendung der Ontologie im betrachteten Szenario

Um mögliche Arten der Nutzung der Ontologie demonstrieren und diskutieren zu können, wurde wiederum das Beispielszenario herangezogen. Für die allgemeinen Klassen wurden in einem ersten Schritt im Rahmen eines Workshops Instanzen gesammelt (siehe Bild 26). Dabei wurden jeweils 15 relevante Anforderungen bzw. Produkteigenschaften identifiziert, die z. T. noch Unterkategorien besaßen (bei „Schnittstelle“ wurde nach elektrisch, mechanisch und Software differenziert). Es wurden

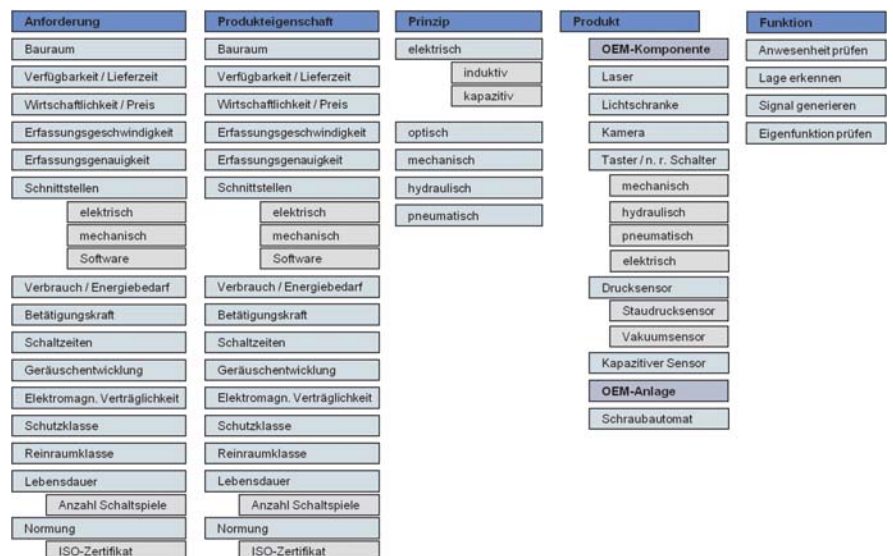


Bild 26: Ontologie im Beispielszenario - Klassen und Instanzen

der Diagonalen in der Matrix) nicht berücksichtigt (Beispiel: Beeinflussung von Funktionen untereinander wie „Funktion benötigt Funktion“). Hierbei ist zu berücksichtigen, dass es sich bei dieser Ontologie um einen ersten Arbeitsstand handelt, der eine Grundlage für weitergehende Projektaktivitäten bildet, da das Hauptziel der Studie in einer Evaluierung der prinzipiellen Potenziale der Ontologie lag. Den letzten Schritt stellte die Konzipierung eines **Ontologie-Navigators** dar, der die konkrete Anwendung der Ontologie im Rahmen von Suchprozessen demonstriert. Es wurde hierfür ein Anschauungs-Demonstrator auf Basis von MS Powerpoint© mit Hyperlinks zwischen den einzelnen Folien erstellt. Bild 28 zeigt einen Screenshot. Von der Benutzeroberfläche her fand dabei eine Anlehnung an den VDMA-e-market statt. In der Anwendung unterstützt die Ontologie sowohl die Schlagwortsuche als auch die Struktursuche.

Hinsichtlich der **Schlagwortsuche** erfolgt eine Unterstützung derart, dass eine semantische Einordnung von eingegebenen Suchbegriffen erfolgt. Wird beispielsweise der Begriff „Lebensdauer“ eingegeben, erkennt das System, dass es sich dabei um eine Anforderung bzw. Produkteigenschaft handelt. Wird „Anwesenheit“ eingegeben, führt das System den Anwender zur Funktion „Anwesenheit prüfen“. Über die Ontologie lässt sich nun je nach Bedarf das Suchfeld aufweiten bzw. einengen:

- Bei einer **geringen Trefferzahl** können Begriffe, die in der Ontologie in Beziehung zum Suchbegriff stehen, mit in die Suchanfrage aufgenommen werden. Beispiel: Bei Eingabe des Begriffs „Sensor“ wird erkannt, dass es sich hierbei um ein Produkt handelt. Hier besteht in der Ontologie eine Verknüpfung zu konkreten Produkten (Laser, Lichtschranke, Kamera etc.). Außerdem besteht eine Verknüpfung zu Funktionen, welche die OEM-Komponente realisiert (z. B. Anwesenheit prüfen, Lage erkennen). Diese Begriffe werden vom System ebenfalls in eine erweiterte Suchanfrage aufgenommen (Boole'sche ODER-Verknüpfung), was potenziell die Anzahl relevanter Treffer erhöht.
- Auf der anderen Seite kann der Fall eintreffen, dass eine zu **hohe Trefferzahl** erzielt wird, und auf Anhieb keine relevanten Treffer identifiziert wurden. Hier besteht die Möglichkeit, die Suchanfrage über die im Ontologie-Navigator angezeigten Relationen zu präzisieren. Beispiel: Der Nutzer ist auf der Suche nach relevanten Informationen zu Sensoren hinsichtlich ihrer Lebensdauer. Die OEM-Komponente „Sensor“ ist über



Bild 28: Konzept Navigators für den VDMA-e-Market

die Relation „Produkt erfüllt Anforderungen“ mit der Anforderung „Lebensdauer“ verknüpft. Wird der Begriff Lebensdauer ebenfalls mit in die Suchanfrage aufgenommen (Boole'sche UND-Verknüpfung), wird zum einen die Trefferzahl sinken und zum anderen die Relevanz potenziell steigen.

Darüber hinaus bietet die Ontologie Begriffs-konzepte an, die mit dem Suchbegriff semantisch verknüpft sind und an die der Suchende mitunter aktuell gar nicht denkt. Durch das Angebot relevanter Begriffe kann somit die Qualität und Erfolgchance des Suchprozesses erhöht werden.

Alternativ zur Schlagwortsuche kann eine reine Struktursuche durchgeführt werden. Die Ontologie bietet hier mehrere Möglichkeiten des Einstiegs: über Produkte, Funktionen, Produkteigenschaften etc. In jeder Klasse finden sich hierarchische Strukturen, durch die sich der Nutzer über mehrere Ebenen hinweg – analog zu existierenden Internetportalen – zu den hinterlegten Inhalten (Datenblättern, Produktkataloge etc.) durchklicken kann. Der Mehrwert ist dabei, dass über die ein Wechseln der Sichtweise über die Relationen zwischen den Klassen möglich ist.

Die Ontologie repräsentiert hier ein semantisches Netz, das potenziell sehr komplex werden kann. Um die **Komplexität** auf ein für den Anwender verträgliches Maß zu reduzieren, wird dem Anwender immer nur der Ausschnitt aus der Ontologie präsentiert, der für ihn gerade relevant ist. Die Ontologie enthält im Idealfall „Standardpfade“, d. h. die Klassen sind logisch in einer Reihenfolge verknüpft, die den Gedankengängen der Suchenden entsprechen. Die Ontologie stellt damit eine formale, explizite Dokumentation dieser Gedankenmuster dar [Ponn et al. 2006]. Beispiel: Ein Konstrukteur sucht nach einem bestimmten Sensor (OEM-Komponente). Hinsichtlich der Komponente interessiert ihn vor allem die Lebensdauer

Nr	Klasse	1	2	3	4	5	6	7	8
		Branche	Produkt	Anforderung	Funktion	Prinzip	Produkt-eigenschaft	Firma	Person
1	Branche		wird eingesetzt in						
2	Produkt	benötigt		wird erfüllt durch	wird realisiert durch	wird realisiert in	findet sich in	stellt her	
3	Anforderung	stellt	erfüllt				erfüllt		
4	Funktion		erfüllt						
5	Prinzip		funktioniert nach		wird realisiert durch		spezifiziert		
6	Produkt-eigenschaft		besitzt	fordert		wird spezifiziert durch			
7	Firma		wird hergestellt von						
8	Person								

Bild 27: Ontologie im Beispielszenario - Relationen

(Anforderung). In der Ontologie wird dieser Gedankengang durch eine entsprechende Relation abgebildet (OEM-Komponente erfüllt Anforderung bzw. konkret: Sensor erfüllt Lebensdauer).

5. Bewertung der Potentiale der Ontologiebasierten Suche

Im Folgenden werden die Potenziale der Ontologieunterstützung von Suchprozessen in digitalen Informationsbeständen nochmals zusammenfassend bewertet.

Potentiale für die Schlagwortsuche

- Ein **gezieltes Aufweiten des Suchfelds** mittels toleranter Suche dann, wenn zu wenige Treffer erzielt werden. Dies wird realisiert durch Hinzunahme von Begriffen in die Suchanfrage, mit denen der eingegebene Begriff in der Ontologie vernetzt ist (Unter- und Überbegriffe etc.).
- Ein **gezieltes Einschränken des Suchfelds** mittels Kombination verschiedener Aspekte in Fällen, in denen zu viele Suchtreffer erzielt wurden. Beispiel: Suche nach Funktion in Verbindung mit Branche und Anforderung.
- Ein **gezieltes Ausschließen von Begriffen**, um die Relevanz von Suchergebnissen zu erhöhen.

Potentiale für die Struktursuche

- Ein Wechsel der Sichtweise mittels Verknüpfung von Begriffshierarchien durch Relationen zwischen den Klassen der Ontologie.
- Eine Unterstützung der zielgerichteten Strukturnavigation dadurch, dass in der Ontologie Gedankengänge der Suchenden auf eine formale Art und Weise explizit abgebildet sind.

Ferner kann die Qualität der Suche durch weitere Systemvoraussetzungen ohne direkten Einfluss der Ontologie erhöht werden, z. B. durch: Volltextsuche in den Dateien; Berücksichtigung von Synonymen (z. B. Lage, Anordnung als Synonyme für Position); Berücksichtigung von Rechtschreibfehlern.

Im weitesten Sinne dient die Ontologie somit der Überwindung von Barrieren, die sich primär aus der Verschiedenartigkeit von Sichtweisen oder Begriffswelten (Anwender vs. Hersteller, Vertrieb vs. Entwicklung etc.) ergeben (siehe Bild 29).

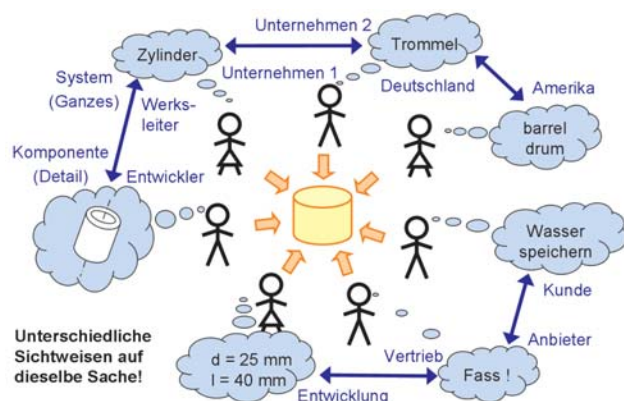


Bild 29: Überwindung von Barrieren

6. Zusammenfassung und Ausblick

6.1. Zusammenfassung wesentlicher Ergebnisse und Erkenntnisse

Ausgangspunkt und Motivation für die Studie zur Anwendungsklassifikation und Suche waren verschiedene **Problemstellungen**, welche Suchprozesse in digitalen Informationsspeichern erschweren. Das fokussierte Hauptproblem ist der Umstand, dass Wissen und Informationen über realisierte und bewährte Kundenlösungen sowie praxisnahes Anwendungswissen oftmals verteilt und verborgen in unterschiedlichen Abteilungen der Unternehmen vorliegen und dass diese Ressourcen somit nicht unmittelbar nutzbar sind. Als **Zielsetzung** wurde die Erarbeitung von Strategien und Konzepten zur Verbesserung des Zugangs zu diesem Wissen formuliert. Es wurde dabei differenziert nach einer unternehmensinternen Suche (bspw. über das Firmenintranet oder spezielle Vertriebsdatenbanken) und einer firmenübergreifenden Suche (bspw. über einen elektronischen Marktplatz im Internet). Der **Lösungsansatz** basiert auf der Generierung einer firmenübergreifenden, allgemein anerkannten anwendungsorientierten Nomenklatur bzw. Klassifikation von Unternehmensleistungen (bzw. allgemein relevantem Unternehmenswissen).

Das Vorgehen bestand im Wesentlichen aus zwei Phasen, einer intensiven Aufgabenklärung und der Erarbeitung des ontologiebasierten Lösungsansatzes. Im Rahmen der **Aufgabenklärung** wurde zunächst das betrachtete Anwendungsgebiet eingegrenzt (Antriebs- und Automatisierungstechnik). Eine Befragung zur Suchthematik lieferte die Charakterisierung von Suchsituationen, die Ermittlung von Schwachstellen in aktuellen Suchprozessen und das Aufstellen von Anforderungen an ein optimiertes Suchsystem. Begleitend zur Umfrage wurde die Suchthematik an einem beispielhaften Anwendungsszenario konkretisiert. Die Durchführung und Dokumentation von Suchprozessen in verfügbaren Systemen (vor allem Homepages der beteiligten Firmen und VDMA-e-Market) offenbarte Handlungsbedarf und half zur Erarbeitung von Problem-schwerpunkten.

Bei der **Erarbeitung des Lösungsansatzes** wurde eine erste allgemeine Ontologie erstellt, die acht allgemeine Klassen und 16 Relationen zwischen diesen Klassen enthält. In einem nächsten Schritt wurde die Ontologie für das Anwendungsszenario konkretisiert (instanziiert). Schließlich wurde der Demonstrator eines Ontologienavigators konzipiert, der anhand der Inhalte des Beispielszenarios die Anwendung der Ontologie im Rahmen von Suchprozessen veranschaulicht.

Die Ergebnisse wurden abschließend hinsichtlich ihrer **Potentiale** für die verbesserte Unterstützung von Suchprozessen bewertet. So wurden sowohl Potenziale für eine Optimierung der Schlagwort- als auch der Struktursuche identifiziert.

6.2. Ausblick auf weitere geplante Aktivitäten

Basierend auf den Ergebnissen der Pilotstudie wurden weitere Projektaktivitäten geplant. Folgende inhaltliche **Arbeitsschwerpunkte** für die Zukunft wurden hierfür definiert:

- Detaillierung der Ontologie und Erweiterung des Themenfokus.
- Weitere Erfassung und Systematisierung von Suchsituationen und -prozessen in der Praxis: Untersuchung, wann welcher Akteur im Unternehmen für welche Zwecke welches Wissen benötigt, wie (mit welchen Medien, Strategien etc.) er sucht und welche Ergebnisse er dabei erzielt.
- Erarbeitung von Konzepten und Methoden zur dynamische Pflege und Aktualisierung der Ontologie basierend auf aktuellem Mitarbeiterwissen und Interaktionen mit dem System (halbautomatisiertes Setzen von Verknüpfungen, Redaktionsprozess etc.).
- Untersuchung des Aufwands für die beteiligten Firmen: Wie viele Mitarbeiter werden benötigt? Wie viel Zeit wird für die Systempflege benötigt?.

7. Quellenverzeichnis

Bücher und Artikel

- [1] Ehrlenspiel, K.: Integrierte Produktentwicklung. München: Hanser 2003.
- [2] Eris, Ö.; Hansen, P.; Mabogunje A. and Leifer, L.: Toward a pragmatic ontology for product development projects in small teams. Proceedings of the ICED 1999. Munich, 1999.
- [3] Koller, R.: Konstruktionslehre für den Maschinenbau. Berlin: Springer, 1994.
- [4] Li, Z.; Anderson D.C. and Ramani, K.: Ontology-based design knowledge modeling for product retrieval. Proceedings of the ICED 2005. Melbourne, 2005.
- [5] Mabogunje, A.; Hansen, P. K.; Eris, Ö. and Leifer, L.: Product development process ontology. Proceedings of the International Design Conference Design 2002. Dubrovnik, 2002.
- [6] Pahl, G.; Beitz, W.; Feldhusen, J., Grote, K. H.: Konstruktionslehre – Grundlagen erfolgreicher Produktentwicklung, Methoden und Anwendung. Berlin: Springer, 2005.
- [7] Ponn, J.; Deubzer, F. and Lindemann, U.: Intelligent Search for Product Development Information – an Ontology-based Approach. Proceedings of the International Design Conference Design 2006. Dubrovnik, 2006.
- [8] Roth, K.: Konstruieren mit Konstruktionskatalogen. Band I. Berlin: Springer 1994.
- [9] Shin, I.J.; Busby, J.S.; Hibberd, R.E. and McMahon, C.A.: A theory-based ontology of design induced error. Proceedings of the ICED 2005. Melbourne, 2005.
- [10] Storga, M.; Andreasen, M. M. and Marjanovic, D.: Towards a formal design model based on a genetic design model system. Proceedings of the ICED 2005. Melbourne, 2005.

[11] Studer, R.; Benjamins, V. R. and Fensel, D.: Knowledge engineering: principles and methods. Data and Knowledge Engineering, 1998, pp. 161-197.

[12] Uschold, M. and Jasper, R.: A framework for understanding and classifying ontology application. Proceedings IJCAI99 Workshop on Ontologies and Problem-Solving Methods, Stockholm, 1999.

Weblinks

[13] Bosch Rexroth. URL: www.boschrexroth.de (entnommen am 16.06.2005)

[14] Festo. URL: www.festo.de (entnommen am 16.06.2005)

[15] Google. URL: www.google.de (entnommen am 16.06.2005)

[16] Incony AG. URL: <http://www.incony.de/index.php/eclass/> (entnommen am 05.06.2007)

[17] Katalogmanger.de. URL: <http://www.katalogmanager.de/ressourcen/klassifikationen.php> (entnommen am 05.06.2007)

[18] QM-World. URL: <http://www.qm-world.de/000501/nace.htm> (entnommen am 05.06.2007)

[19] VDMA-e-market. URL: <http://www.vdma-e-market.com> (entnommen am 16.06.2005)

[20] Xpertgate. URL: www.xpertgate.de (entnommen am 16.06.2005)

Weitere Informationen

Andreas Gaag
Lehrstuhl für Produktentwicklung
Boltzmannstr. 15
85748 Garching

Telefon: 089/289-15156
Telefax: 089/289-15144
Email: andreas.gaag@pe.mw.tum.de

Impressum

Die CiDaD-Working Paper Series werden herausgegeben von:

Lehrstuhl für Produktentwicklung
Technische Universität München
Boltzmannstrasse 15
D-85748 Garching (Germany)
Tel. +49 (0)89 289 15131
Fax +49 (0)89 289 15144
<http://www.pe.mw.tum.de>

Verantw. i.S.d.P.
Prof. Dr.-Ing. Udo Lindemann

Redaktion
Andreas Gaag

Gestaltung, Grafik- und Bildbearbeitung
Rainer Hinterberger