

DAFFODIL
Strategische Unterstützung bei der
Informationssuche in Digitalen
Bibliotheken

Vom Fachbereich Ingenieurwissenschaften
der Universität Duisburg-Essen
zur Erlangung des akademischen Grades eines
Doktors der Naturwissenschaften
genehmigte Dissertation

von

Dipl.-Inform. Claus-Peter Klas

aus Brake (Unterweser)

Referent: Prof. Dr.-Ing. Norbert Fuhr

Korreferent: Prof. Dr.-Ing. Jürgen Ziegler

Tag der mündlichen Prüfung: 18. Juni 2007

Inhaltsverzeichnis

Danksagungen	v
Abstract	vi
I. Einleitung	1
1. Einleitung	3
1.1. Informationssuche aus Sicht des Benutzers	4
1.2. Fragestellung der Dissertation	5
1.3. Aufbau dieser Arbeit	6
II. Modelle	9
2. Modelle zur Informationssuche	11
2.1. Modelle zum <i>Information Seeking Behavior</i>	12
2.1.1. Wilsons <i>Problem-Solving Model</i>	12
2.1.2. Ellis' <i>Behavioural Model of Information Seeking Strategies</i> .	12
2.1.3. Kuhlthaus <i>Stage Model</i>	15
2.1.4. Wissenschaftliche Arbeitsphasen	17
2.1.5. Zusammenfassung	18
2.2. Modelle zum <i>Information Searching</i>	19
2.2.1. Belkins <i>Episodic Interaction Model</i>	19
2.2.2. Ingwersens <i>Cognitive Model</i>	20
2.2.3. Saracevics <i>Stratified Interaction Model</i>	22
2.2.4. Zusammenfassung	24
2.3. Zusammenfassung	24
3. Grundlegende Modelle zur passiven Benutzerunterstützung	25
3.1. Strategische Unterstützung	25
3.1.1. Suchaktivitäten	26
3.1.2. Suchtaktiken	26
3.1.3. Strategeme	31
3.2. Zusammenfassung	33

4. Modellerweiterungen für die aktive Benutzerunterstützung	35
4.1. Systemunterstützung	35
4.1.1. Kombination von Suchaktivitäten und Systemunterstützung	37
4.1.2. Zusammenfassung	38
4.2. Personalisierung	39
4.3. Adaptivität	41
4.4. Recommendation	42
4.5. Awareness	43
4.6. Kollaboration	45
4.7. Zusammenfassung	46
5. Modell zur strategischen Unterstützung	47
5.1. Zusammenfassung	49
III. Das System DAFFODIL	51
6. Architektur: Basis	53
6.1. Multi-Agenten-System	55
6.1.1. Anforderungsprofil	56
6.1.2. Auswahl eines Multi-Agenten-Systems	58
6.1.3. Das Multi-Agenten-System für DAFFODIL	59
6.1.4. Zusammenfassung	65
6.2. Integration digitaler Bibliotheken: Das Wrapper-Toolkit	65
6.2.1. Anforderungsprofil	67
6.2.2. Modellierung	68
6.2.3. Zusammenfassung	69
6.3. Grafische Benutzeroberfläche	69
6.3.1. Das WOB-Modell	70
6.3.2. Realisation	73
6.3.3. Adaptivität	75
6.3.4. Proaktivität	76
6.3.5. Höhere Suchfunktionen	77
6.3.6. Zusammenfassung	77
6.4. Zusammenfassung	77
7. Architektur: Systemunterstützung und Kollaboration	79
7.1. Event- und Logging-Framework	79
7.2. Sensorik-Framework	80
7.3. Aktive Dienste	81
7.4. Kollaboration	83
7.5. Zusammenfassung	83

8. Das DAFFODIL-System und seine Dienste	85
8.1. Das DAFFODIL-Benutzerinterface	85
8.2. Verteilte Suche in heterogenen Datenquellen	87
8.3. Persönliche Handbibliothek	90
8.4. Beziehungsnetzwerke: Koautoren	90
8.5. Journal- und Konferenz-Browser	93
8.6. Klassifikation	94
8.7. Thesauri	95
8.8. Proaktive Dienste	96
8.8.1. Proaktive Anfrageunterstützung	96
8.8.2. Proaktive Werkzeuge	97
8.9. Zusammenfassung	98
9. Referenzsysteme	99
9.1. Vollständige digitale Bibliothekssysteme	99
9.1.1. Greenstone Digital Library	100
9.1.2. OpenDLib	100
9.1.3. DSpace	101
9.2. Digitale Bibliotheken, Portale und Suchmaschinen	101
9.2.1. Digitales Bibliotheksportal ACM	102
9.2.2. Scirus	103
9.2.3. OPAC	103
9.2.4. MyLibrary	103
9.2.5. Google	104
9.3. Zusammenfassung	105
IV. Evaluation	107
10. Modelle zur Evaluation von digitalen Bibliotheken	109
10.1. Das DELOS-Modell	109
10.2. Die aufgabenbasierte Sichtweise	111
10.2.1. <i>Interactive Information Retrieval Model</i>	111
10.3. Evaluationsmodell nach Saracevic & Covi	114
10.3.1. Die fünf Dimensionen	115
10.4. Zusammenfassung	121
11. Evaluation der strategischen Unterstützung	123
11.1. Begründung der Evaluation	124
11.2. Objekte der Evaluation	125
11.3. Durchführung der Evaluation	125
11.4. Erwartungen	130
11.5. Resultate	131
11.6. Zusammenfassung	137

V. Zusammenfassung und Ausblick	139
12. Zusammenfassung der Dissertation	141
13. Ausblick	143
14. Fazit	147
VI. Anhang	149
Statistik	151
14.1. Durchführung der Evaluation	155
14.1.1. Einführung in DAFFODIL	155
14.1.2. Fragebogen 1. Phase: Studenten der Datenbankvorlesung . .	156
14.1.3. Fragebogen 2. Phase: Mitarbeiter der Abteilung	162
14.1.4. Protokoll der 1. Sitzung der Pre-Evaluation	168
14.1.5. Protokoll der 2. Sitzung der Pre-Evaluation	171
14.1.6. Auswertungsdaten der 2. und 3. Phase	174
14.2. Aufistung der Arbeitsanteile von Herrn Klas	178
Tabellenverzeichnis	178
Abbildungsverzeichnis	181
Literaturverzeichnis	183

Danksagungen

Mein Dank gilt meinen Kollegen, hier seien André Schaefer und Sascha Kriewel hervorgehoben, sowie den beteiligten Diplomanden und Studenten der Universitäten Dortmund und Duisburg-Essen, die auf unterschiedliche Weise zum Gelingen dieser Dissertation beigetragen haben.

Meiner Familie möchte ich hier für ihre Geduld und Liebe danken, ohne deren Unterstützung diese Arbeit nicht zustande gekommen wäre.

Besonders möchte ich mich bei Herrn Prof. Dr. Norbert Fuhr bedanken, der mir durch seine Unterstützung den Weg bereitet hat, diese Dissertation zu schreiben.

Abstract

Sowohl die rechnergestützte Informationssuche in einer realen Bibliothek als auch die in einer digitalen Bibliothek stellen heute immer noch ein zeitaufwändiges und damit teures Unterfangen dar. Als wesentliche Gründe können drei Problembereiche identifiziert werden.

Zum Ersten existieren zahlreiche Zugangspunkte mit jeweils unterschiedlichen Formularen, Anfragesprachen und unterschiedlicher inhaltlicher Qualität. Zum Zweiten fehlt eine dringend benötigte anbieterübergreifende Integration der Informationen und Dienste. Zum Dritten schließlich wird der Benutzer durch die unbefriedigende Funktionalität nicht ausreichend in seinem Informationssuchprozess unterstützt. Alle diese Punkte führen letztendlich zu langwierigen und damit teuren Suchprozessen.

Diese Dissertation stellt sich der Aufgabe, den oben genannten Problembereichen in geeigneter Weise zu begegnen und eine adäquate Lösung zu erarbeiten. Dazu erhält der Benutzer durch *strategische Unterstützung* in Form von verschiedenen integrierten Diensten von einem aktiven System eine Hilfestellung, um so sein Informationsbedürfnis effektiv und effizient befriedigen zu können.

Die Ergebnisse dieser Arbeit, die durch eine ausführliche Evaluation belegt worden sind, bieten sowohl theoretische als auch praktische Lösungen zur Entwicklung und zur Nutzung von digitalen Bibliotheken:

- Der theoretische Teil zeigt ein Modell für verteilte Bibliotheksdienste auf, strukturiert diese und stellt sie in einen Gesamtzusammenhang. Dadurch wird die Modellierung neuer Dienste erleichtert und ein positiver Nutzen kann schon im Vorfeld diskutiert werden.
- Der praktische Teil basiert auf dem entwickelten Modell und ermöglicht
 - den Benutzern, effektiv und effizient einer umfassenden Literatursuche nachzugehen und diese auch nachhaltig zu verwalten.
 - den Entwicklern von digitalen Bibliotheken durch Zugriff auf eine Vielzahl von Basisdiensten darüber hinausgehende Dienste zu entwickeln.

Insgesamt kann das DAFFODIL-System als Basisarchitektur für die *Entwicklung* und *Evaluation* von digitalen Bibliotheken verwendet werden und trägt somit zur wissenschaftlichen Forschung in diesem Bereich bei.

Teil I.
Einleitung

1. Einleitung

Seit es Computer gibt, werden Informationen digital erfasst, gespeichert und verarbeitet. Die wohl früheste Form der Informationsspeicherung stellt das Lochkartensystem¹ dar. In der heutigen Zeit beschäftigt sich ein riesiger Wirtschaftszweig mit der Informationsdigitalisierung, -erfassung, -erstellung, und -verwaltung. Die Web-Suchmaschinen-Firma Google hat 2004 ein neues Programm zur Digitalisierung und Indexierung von ca. 15 Millionen Büchern aus den Beständen verschiedenster Bibliotheken² gestartet. In Konkurrenz zu Google bringt ein Zusammenschluss von mehr als 40 Verlagen zur Zeit die "Volltextsuche online"³ auf den Markt. Dort werden die verlagseigenen Werke kostenpflichtig indexiert. Ein weiteres Beispiel zur digitalen Erfassung von Publikationen stellt die Deutsche Nationalbibliothek dar, die in 2006 den gesetzlichen Auftrag⁴ erhalten hat, alle publizierten Informationen durch eine Langzeitarchivierung dauerhaft zu erhalten.

Alle Digitalisierungsinitiativen stellen für den Benutzer zunächst nicht zu unterschätzende Kosten-, Aufwands- und Zeitvorteile dar, da ihm der sofortige Zugriff auf die vollständige Information ermöglicht wird. Dabei wird aber die zunehmende Komplexität der Suche – von der Quellenauswahl bis hin zur Verwaltung der Informationen – außer Betracht gelassen. Während der technische Prozess der Digitalisierung durch ausreichende Ressourcen kaum noch ein Problem darstellt, sind die Nutzer bei der eigentlichen Suche auf sich allein gestellt, es mangelt hier an adäquater Unterstützung.

Im allgemeinen werden die digitalisierten Informationen über webbasierte Portale dem Benutzer angeboten. Als Beispiele für solche Portale lassen sich Google Book⁵, entsprechende Verlagseiten wie die des Springer Verlages⁶ oder Bibliotheken im Sinne von Universitätsbibliotheken bis hin zu Nationalbibliotheken nennen. Darüber hinausgehend bietet das Portal "The European Library"⁷ einen Zusammenschluss aller europäischen Nationalbibliotheken an. Allen Portalen ist dabei gemeinsam, dass der Nutzer zwar gezielt Informationen suchen kann, sobald aber ein komplexe-

¹http://de.wikipedia.org/wiki/Digitalisierung#Historische_Entwicklung

²<http://www.heise.de/newsticker/result.xhtml?url=/newsticker/meldung/54218&words=GoogleBook>

³<http://www.spiegel.de/wirtschaft/0,1518,440589,00.html>

⁴<http://217.160.60.235/BGBL/bgb11f/bgb1106s1338.pdf>

⁵<http://books.google.de/>

⁶<http://www.springerlink.com>

⁷<http://www.theeuropeanlibrary.org>

res Informationsbedürfnis vorliegt, findet der Nutzer nur unter großem Zeitaufwand ein befriedigendes Ergebnis. Als ein wesentlicher Grund dafür ist die mangelnde Funktionalität der webbasierten Portale anzuführen.

Diese Probleme, von mangelnder Funktionalität bis hin zu unzureichender Suchunterstützung, sind auch im Hochschulbetrieb zu beobachten. Sowohl im Bereich der Lehre als auch im Bereich der Forschung und Entwicklung stellt der ständige Informationssuchprozess (ISP) einen wesentlichen Teil des wissenschaftlichen Arbeitens für Studierende, Lehrende und Forschende dar. Er umfasst ein breites Spektrum an zeitintensiven Aufgaben, hier ist etwa die Vorbereitung von Lehrveranstaltungen oder die Bearbeitung und Erstellung von wissenschaftlichen Schriften zu nennen.

Welche Probleme zu dieser zeitintensiven Suche führen, soll im weiteren Verlauf dieser Einleitung nun gezielt aus Sicht des Benutzers betrachtet werden.

1.1. Informationssuche aus Sicht des Benutzers

Im Allgemeinen geht einer Informationssuche ein Informationsbedürfnis voraus. Dieses Informationsbedürfnis steht im Zusammenhang mit den Interessen oder mit einer Aufgabe seitens des Benutzers. Vielfältige Beispiele lassen sich hinsichtlich der Informationsbedürfnisse nennen, die von der Suche nach einem bestimmten Musikstück bis hin zur Erstellung einer wissenschaftlichen Arbeit reichen.

Dem Bedürfnis steht der Problemraum gegenüber, charakterisiert durch die Unsicherheit des Benutzers bezüglich der aktuellen Aufgabe. Hier existiert eine Lücke zwischen dem Wissen des Benutzers und der Fähigkeit, dies in einem Informationsbedürfnis auszudrücken. Um eine Befriedigung des bestehenden Informationsbedürfnisses realisieren zu können, muss diese Wissenslücke geschlossen werden. Der erste Schritt dazu besteht in der Auswahl geeigneter Informationsquellen. Allein die Unkenntnis darüber, welche Quellen das Informationsbedürfnis befriedigen, stellt ein wesentliches Problem des Benutzers dar. Aus diesem Grund weichen viele Nutzer auf allgemeine Suchmaschinen aus, wie z. B. Google mit einem Marktanteil von fast 90%⁸ in Deutschland.

Sind die Quellen bekannt und die Suche könnte beginnen, sieht sich der Benutzer verschiedensten Funktionalitäten mit unterschiedlichen Benutzerschnittstellen jeder einzelnen digitalen Bibliothek konfrontiert. Zudem reichen die dort angebotenen Funktionalitäten bezüglich Anfrageform, Antwortquantität und -qualität kaum über die rudimentäre Suchfunktionalität von Google hinaus. Selbst in der Vielzahl bestehender digitaler Bibliotheken bieten nur einige wenige über die reine Suche hinausgehende Funktionen dem Benutzer an.

Findet der Benutzer nun die gewünschte Information, z. B. in Form von Musiktiteln, Büchern oder wissenschaftlichen Artikeln und erhält er diese evtl. auch noch in

⁸<http://www.webhits.de/deutsch/index.shtml?webstats.html>

gedruckter oder digitaler Form, so besteht nun das nächste Problem in der Verwaltung dieser Information. Der Benutzer druckt die Information oder speichert sie auf der Festplatte, d. h. auch hier ist der Benutzer auf sich selbst gestellt, es mangelt an Unterstützung. Es werden zwar Dienste zur Speicherung von Informationen von einigen digitalen Bibliotheken angeboten, dies geschieht aber in der Regel nur lokal und nicht anbieterübergreifend.

Im weiteren Verlauf der Informationssuche steht die kognitive Erfassung in Form von Lesen und Verstehen der gefundenen und gespeicherten Informationen im Vordergrund. Im Falle eines Buches wird das Buch gelesen und gegebenenfalls annotiert, z. B. durch Markierung der Schlüsselbegriffe, und darüber hinaus hinsichtlich der Aufgabe bewertet. Diese Phase wird durch keine bekannte digitale Bibliothek unterstützt.

Zum Ende des Suchprozesses schließt sich die Informationserstellung bzw. Informationsvermittlung zur Beendigung der initialen Aufgabe an. Hier wird das neu gewonnene Wissen, z. B. in Form eines neuen wissenschaftlichen Papieres, bereitgestellt oder veröffentlicht. Auch hier bieten digitale Bibliotheken bisher keine Funktionalität an.

Wie aufgezeigt, durchläuft ein Informationssuchprozess die Quellensuche, die eigentliche Suche, die Verwaltung und die Interpretation von Information sowie die Bereitstellung neuen Wissens. Diese fünf Phasen müssen nicht strikt aufeinander folgen und können sich beliebig wiederholen. Alle in den einzelnen Phasen genannten Probleme bedeuten letztendlich einen enormen Zeitaufwand für den Benutzer bei der Bearbeitung komplexer Aufgaben.

Dabei ist der Benutzer somit auf sich selbst gestellt, da keines der aktuellen digitalen Bibliothekssysteme ihn und seine Aufgaben unterstützt. Aus diesem Grund ist ein ganzheitlicher Lösungsansatz gesucht worden, der den Benutzer in den Mittelpunkt des Informationssuchprozesses stellt.

1.2. Fragestellung der Dissertation

Diese neue Stellung des Benutzers ist in dem Projekt DAFFODIL als eines der wesentlichen Ziele postuliert worden. Die oben genannten Probleme der Benutzer bei der Informationssuche mussten dazu wissenschaftlich untersucht und charakterisiert werden, um ein Lösungsansatz zu finden.

Zur praktischen Analyse des entwickelten Lösungsansatzes musste ein attraktives und funktional umfangreiches Recherchesystem entwickelt werden mit dem Ziel der Implementation der Suche und weitergehender Funktionen in jeder der fünf oben genannten Phasen.

Die dazu benötigten Ressourcen sind im Rahmen des Schwerpunktprogramms V3D2 von der DFG bereitgestellt worden. Die erste Phase des Projektes umfasste den

Förderungszeitraum von 2000-2002 mit der Zielsetzung, die zugrundeliegende Modellierung des Informationssuchprozesses zu erarbeiten. Basierend auf empirischen Erfahrungen aus Benutzeranalysen im Bibliotheksbereich sollten erweiterte Funktionen zur Unterstützung bewährter Suchstrategien realisiert werden.

Die Analyse der Problematik hat zu einer auf dem Konzept der *strategischen Unterstützung* [Bates 89] des Benutzers basierenden Modellierung geführt. In diesem Sinne beinhaltet die strategische Unterstützung die konsequente Ausnutzung aller denkbaren Ressourcen zur Bereitstellung umfangreicher Such- und Browserfunktionalitäten, sowie Funktionen, die in jeder der fünf Phasen eine erfolgreiche Aufgabebearbeitung realisieren.

Dabei sollen verschiedene digitale Bibliotheken und andere Datenquellen eng miteinander integriert werden, so dass Suche und Navigation übergreifend möglich wird. Eine weitere Eigenschaft des Systems stellt die Adaptierbarkeit des Systems an unterschiedliche Benutzerwünsche dar. Insgesamt orientiert sich die Gestaltung der Benutzungsoberfläche an neuen Erkenntnissen aus der Forschung der Mensch-Maschine-Interaktion und unterstützt unterschiedliche Interaktionsmodi.

Die Umsetzung des Konzeptes der strategischen Unterstützung bei der Nutzung digitaler Bibliotheken ist auch in der zweiten Projektphase (2002-2004) konsequent weiter vorangetrieben worden und umfasst nun alle fünf Verarbeitungsphasen im ISP. In die weiterführende Modellierung sind in dieser Phase die Konzepte *Personalisierung*, *Kollaboration*, *Recommendation* und *Awareness* zur Modellerweiterung aufgenommen worden.

Nach Abschluss der Modellierung und der Implementation des DAFFODIL-Systems schließt sich natürlich die Frage hinsichtlich der Lösung der oben beschriebenen Probleme an. Hieraus läßt sich die Hypothese dieser Dissertation ableiten:

Strategische Unterstützung kann in allen Phasen des Informationssuchprozesses für verteilte heterogene digitale Bibliotheken eingesetzt werden und führt dabei gleichzeitig zu einer sowohl effektiven als auch effizienten Unterstützung des Benutzers bei der Informationsgewinnung.

1.3. Aufbau dieser Arbeit

Um sich dieser Fragestellung zu nähern bzw. sie angemessen zu beantworten, ist die vorliegende Arbeit in fünf Teilbereiche gegliedert. Nach einer kurzen Zusammenfassung schließt sich ein einleitender Teil an, in dem die allgemeine Problematik bei der Informationssuche aus Sicht des Benutzers erläutert wird. Daraus wird die Fragestellung der Arbeit abgeleitet und ihr Aufbau entwickelt.

In dem folgenden Teil II werden Modelle aufgezeigt, die bei einer allgemeinen Informationssuche das menschliche Verhalten zu erfassen und zu beschreiben versuchen.

Beginnend mit einer generellen Sicht auf das Benutzerverhalten bei der Suche wird der Fokus immer deutlicher auf das dem DAFFODIL-System zugrundeliegende Modell zur strategischen Unterstützung gelenkt.

Dazu werden zunächst im Kapitel 2 universelle Modelle zur Informationssuche vorgestellt, die das Nutzerverhalten und die Situationen während der Befriedigung eines Informationsbedürfnisses beobachten. Der Suchprozess wird dazu in unterschiedliche Phasen aufgeteilt und das Vorgehen und die jeweilige Problematik dargestellt.

Im Kapitel 3 steht nun speziell das Konzept der strategischen Unterstützung des Benutzers im Mittelpunkt. Auch hier findet eine Unterteilung der notwendigen Schritte im Suchprozess aufgrund der Komplexität einer Suche statt. Diese Schritte, von einfachen Basisaktion bis hin zu komplexen Strategien, bilden die wesentliche Grundlage der *passiven Benutzerunterstützung* des DAFFODIL-Systems.

Die Erweiterung des Modells der passiven Benutzerunterstützung wird in Kapitel 4 erläutert. Hierfür ist die Integration weiterer Konzepte notwendig, die sich im Wesentlichen aus der Beobachtung der Benutzeraktionen ergeben. Dies ermöglicht eine Wandlung der passiven in eine *aktive Benutzerunterstützung*.

Nachdem die theoretischen Grundlagen in Form eines Modells zur aktiven strategischen Unterstützung des Benutzers in allen Phasen des Informationssuchprozesses entwickelt worden ist, schließt sich nun in Teil III dieser Arbeit die Realisierung in Form eines nutzerfreundlichen, effektiven und effizienten Systems an.

Für diese Umsetzung wird zunächst eine Basisarchitektur (Kapitel 6) entwickelt. Als wesentliche Elemente dieser Basisarchitektur sind ein Multi-Agenten-System, ein Werkzeug zur Integration digitaler Bibliotheken und eine grafische Benutzeroberfläche erarbeitet worden. Zur Realisierung der aktiven Benutzerunterstützung (Kapitel 7) finden Konzepte aus dem Umfeld der Personalisierung Berücksichtigung.

Die eigentliche Umsetzung der Basisarchitektur und der Erweiterungen finden sich letztendlich in den Diensten des DAFFODIL-Systems wieder. Auf eine Auswahl dieser Dienste wird in einem abschließenden Kapitel 8 näher eingegangen.

Aufbauend auf Teil III wird im Teil IV die zur Beantwortung der Fragestellung der Dissertation notwendige Evaluation vorbereitet und durchgeführt. Zur Vorbereitung wird in Kapitel 10 eine Untersuchung bestehender Modelle zur Evaluation von digitalen Bibliotheken präsentiert. Die Auswahl geeigneter Modelle für die eigentliche Evaluation des DAFFODIL-Systems richtet sich vorwiegend nach praktischen Kriterien. Anschließend wird in Kapitel 11 die durchgeführte empirische Evaluation beschrieben und die Ergebnisse werden analysiert und diskutiert.

Eine abschließende Zusammenfassung und ein Ausblick in Teil V schließen die Arbeit ab und verdeutlichen die Innovationen des Projektes DAFFODIL und der vorliegenden Dissertation.

1.3. AUFBAU DIESER ARBEIT

Teil II.

Modelle

2. Modelle zur Informationssuche

Zur Erforschung und zum besseren Verständnis der auftretenden Problematiken im ISP sind in verschiedenen wissenschaftliche Arbeiten Modelle bezüglich des Benutzerverhaltens entwickelt worden. Bei dem überwiegenden Teil handelt es sich um theoretische Modelle auf Basis empirischer Untersuchungen, die eine Beschreibung des menschlichen Verhaltens im Falle eines Informationsbedürfnisses versuchen.

Die dazu notwendige Informationssuche wird in der Informatik im Forschungsbereich des Information Retrieval (IR) untersucht. IR beschäftigt sich mit der Informationssuche in wenig strukturierten Datenbeständen wie z. B. Texten oder multimedialen Datenbasen. Aufgrund der Vagheit des Informationsbedürfnisses und der unsicheren Repräsentation des Inhaltes der gespeicherten Objekte sind Standardmethoden aus dem Bereich der Datenbanken wenig brauchbar, sie müssen um die Konzepte Vagheit bzw. Unsicherheit erweitert werden. Da die inhaltsorientierte Suche im Vordergrund steht, sind zudem spezielle Verfahren zur Repräsentation des Inhaltes von Texten und multimedialen Objekten notwendig.

Dabei gehen die klassischen IR-Modelle [Salton 71] aber eher systembasiert vor und setzen ein statisches Informationsbedürfnis des Benutzers voraus. Es wird der Versuch unternommen, die Leistung des Suchsystems durch algorithmische Verfahren zu verbessern. Neben dem klassischen IR hat sich ein Forschungszweig herausgebildet, der sich mit dem interaktiven IR auseinandersetzt. Hier steht die Interaktion des Benutzers mit einem Informationssystem im Vordergrund der Untersuchungen. Zudem weicht das statische einem dynamischen Informationsbedürfnis, d. h. das Informationsbedürfnis kann sich durch die aktuelle Suche und den sich daraus ergebenden Wissensstand des Benutzers verändern.

Zur Erfassung der Interaktivität existieren in dem Forschungsgebiet des interaktiven IRs zwei unterschiedliche Betrachtungsweisen, es wird zwischen *Information Seeking Behavior* und *Information Searching* differenziert. Modelle im Bereich *Information Seeking Behavior* nehmen eine weitere Sicht auf die Informationssuche ein als die inhaltsorientierten IR-Systeme. Es wird das Verhalten, die Motivation und das Vorgehen des Benutzers zur Befriedigung einer Aufgabe modelliert. Dagegen konzentriert ein Bereich des *Information Searching* die Sicht auf die Interaktion des Benutzers mit den Informationsquellen im Allgemeinen. Dies umfasst sowohl das klassische IR-System im Sinne einer Suchmaschine, als auch andere Quellen, wie etwa das persönliche Umfeld.

Als Ausgangsbasis zur Erläuterung der strategische Unterstützung in Bezug auf den

Benutzer werden im Hinblick auf die Kernfrage der Dissertation die wesentlichen Modelle der beiden Bereiche erläutert.

2.1. Modelle zum Information Seeking Behavior

Mit Hilfe der Modelle im Bereich des *Information Seeking Behavior* sollen die zentralen Fragen beantwortet werden, wodurch ein Informationsbedürfnis ausgelöst wird und wie wir Menschen uns daraufhin verhalten, um das Problem oder die Situation zu lösen.

Im Folgenden werden dazu chronologisch die relevanten Modelle in diesem Bereich beginnend mit dem *Problem-Solving Model* (1981) von Wilson, dem *Behavioral Model* von Ellis (1989) und dem *Stage Model* von Kuhlthau (1991) näher beschrieben.

2.1.1. Wilsons Problem-Solving Model

Das Problem-Solving Model von [Wilson 81] und [Wilson 99], dargestellt in Abbildung 2.1, versteht Suchverhalten als *zielorientiertes Verhalten* seitens des Benutzers und beschreibt, wie eine Person in einem spezifischen Kontext mit dem eigenen Informationsbedürfnis umgeht. Das Modell ist sehr allgemein und somit umfassend gehalten.

Dem Beginn einer Suche geht immer ein Informationsbedürfnis voraus. Das Informationsbedürfnis unterliegt in der Regel aber einer *Unsicherheit*, die von einem sehr konkreten Bedürfnis bis hin zu einer vagen Idee reichen kann. In jeder Phase hin zur Befriedigung des Informationsbedürfnisses – Problemidentifikation, Problemdefinition, Problemlösung und Lösungspräsentation – muss diese *Unsicherheit* betrachtet werden. Im Modell wird aus dem Informationsbedürfnis ("Need") ein Suchverhalten beschrieben, indem der Benutzer verschiedene formelle und informelle Quellen kontaktiert. Diese Quellen können *Informationssysteme*, andere *Informationsquellen* und, nicht zu unterschätzen, *Personen* sein. Im Fall der nicht sofortigen Befriedigung des Informationsbedürfnisses durch eine der Quellen, wechselt der Benutzer i.d.R. die Quelle und startet dort einen neuen Versuch. In einer teilweisen oder auch vollständigen Lösung wird die gewonnene Information genutzt und auch wieder im sozialen Umfeld geteilt.

2.1.2. Ellis' Behavioural Model of Information Seeking Strategies

In [Ellis 89], [Ellis et al. 93] und [Ellis & Haugan 97] wird ein weiteres generelles Modell zum Suchverhalten herausgearbeitet. Das Modell basiert auf einer empirischen Evaluation des Benutzerverhaltens von Sozialwissenschaftlern. Darin werden

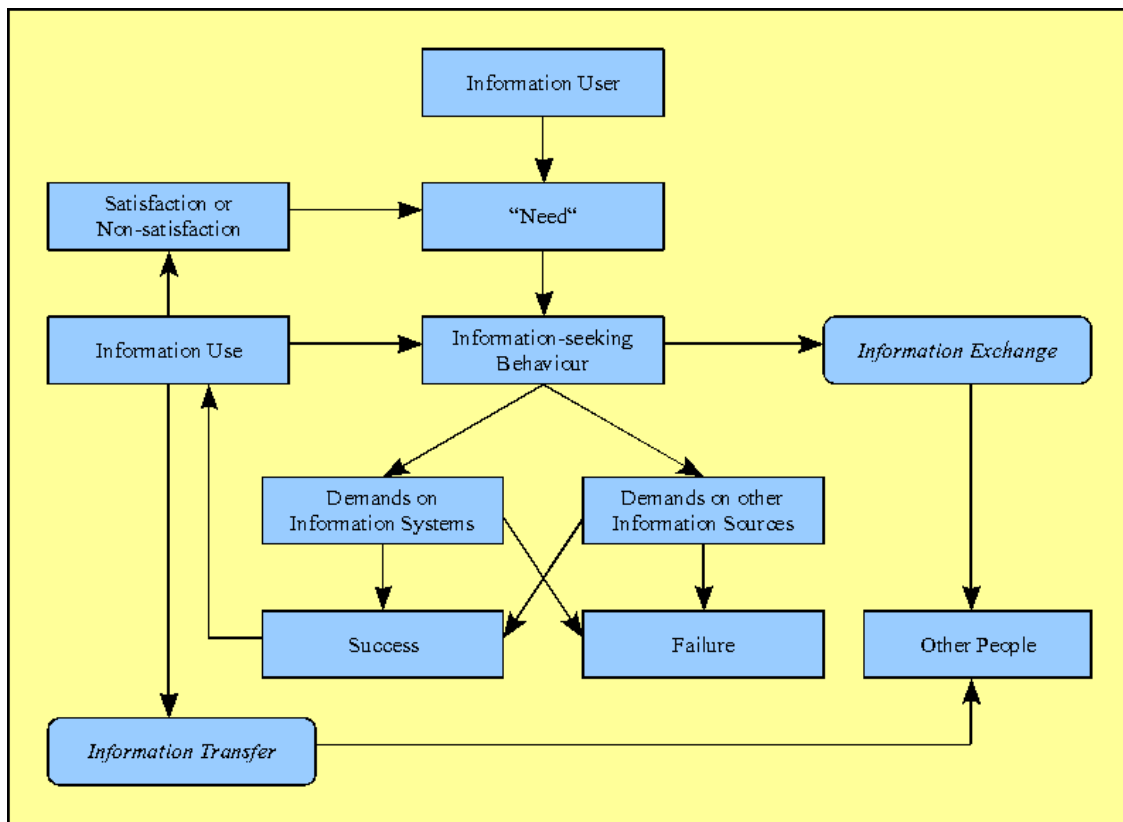


Abbildung 2.1.: Problem-Solving Model [Wilson 99]

zu Anfang sechs allgemein formulierte Kategorien oder *Features* angegeben, die das Suchverhalten beschreiben.

Starting Hierunter werden alle Aktivitäten zusammengefasst, die die initiale Suche nach Informationen beinhalten, z. B. die Auswahl einer Informationsquelle, die als Ausgangspunkt der Suche dienen kann. In der Regel werden Quellen herangezogen, die auch schon zuvor genutzt worden sind somit schon bekannt sind. Die Suche in den Quellen kann zudem zu neuen Referenzen in anderen Informationsquellen führen.

Chaining Diese Informationssuche baut sich als Aktionskette auf. Dabei werden aufeinander aufbauende Informationen sowohl vorwärts- als auch rückwärtsgerichtet verfolgt, ähnlich wie bei einer Suche nach Referenzen aus der Literaturliste eines Artikels.

Browsing Basierend auf den Informationsquellen und gefundenen Dokumenten, wird eine semi-zielorientierte Suche durch Browsen in erfolgversprechenden Bereichen durchgeführt. Die Benutzer verfolgen dabei häufig Inhaltsverzeichnisse, Listen von Titeln, Überschriften, Namen von Organisationen und Personen, Zusammenfassungen etc. Dabei findet Browsing in vielen Situationen

statt, immer, wenn relevante Information zusammenhängend und zum Thema passend aufbereitet sind.

Differentiating Während der Suche werden bekannte Unterschiede von Informationsquellen ausgenutzt, um die gefundene Information nach Natur und Qualität zu filtern, zu klassifizieren und zu ordnen. Der Prozess der Differenzierung basiert in der Regel auf dem Vorwissen und der Erfahrung des Benutzers. Zusätzlich wird er beeinflusst von Gesprächen mit Personen und Bewertungen aus Veröffentlichungen.

Monitoring Beim Monitoring versucht der Benutzer, sich auf dem neuesten Wissenstand zu halten und Entwicklungen in einem Gebiet zu verfolgen. Dabei konzentriert er sich auf eine relativ kleine Menge von wesentlichen Informationsquellen. Diese Quellen umfassen normalerweise auch persönliche Kontakte und relevante Publikationen.

Extracting In der Extraktion wird durch den Benutzer systematisch das relevante Material aus einer oder mehreren Datenquellen durch kognitive Erfassung der Informationen und das Hintergrundwissen des Benutzers identifiziert und selektiert. Zu diesem Material zählen z. B. Zeitschriften, Artikel, Zusammenfassungen oder neue Quellen.

In [Meho & Tibbo 03] ist die Evaluation von Ellis wiederholt und vergleichend analysiert worden. Aufgrund neuer Technologien und empirischer Belege ist das Modell von Ellis um zusätzliche Phasen erweitert worden und von Meho/Tibbo in ein umfassenderes Modell (siehe Abbildung 2.2), bestehend aus den vier Stufen – searching, accessing, processing und ending – integriert worden. Die hinzugekommenen Phasen lauten:

Accessing Während alle Kategorien in Ellis' Modell für den Suchprozess fundamental sind, benötigt der Benutzer letztendlich auch den Zugriff auf den Volltext anstelle der in digitalen Bibliotheken häufig vorkommenden bibliographischen Metadaten. Die Beschaffung der Inhalte kann auf verschiedenen Wegen stattfinden und auch mit unterschiedlichen Kosten verbunden sein.

Verifying Die Verifizierung der gefundenen Informationen stellt eine weitere Kategorie dar. Dabei müssen die Informationen hinsichtlich ihrer Qualität und Zuverlässigkeit bewertet werden.

Networking Die Aktivitäten im *Networking* sind charakterisiert durch die persönliche Kommunikation mit verschiedenen Personen, wie Freunden, Kollegen oder auch andere Organisationen. Darüberhinaus organisieren sie sich in Internet-Netzwerken zur Diskussion und Bewertung der gefundenen Informationen.

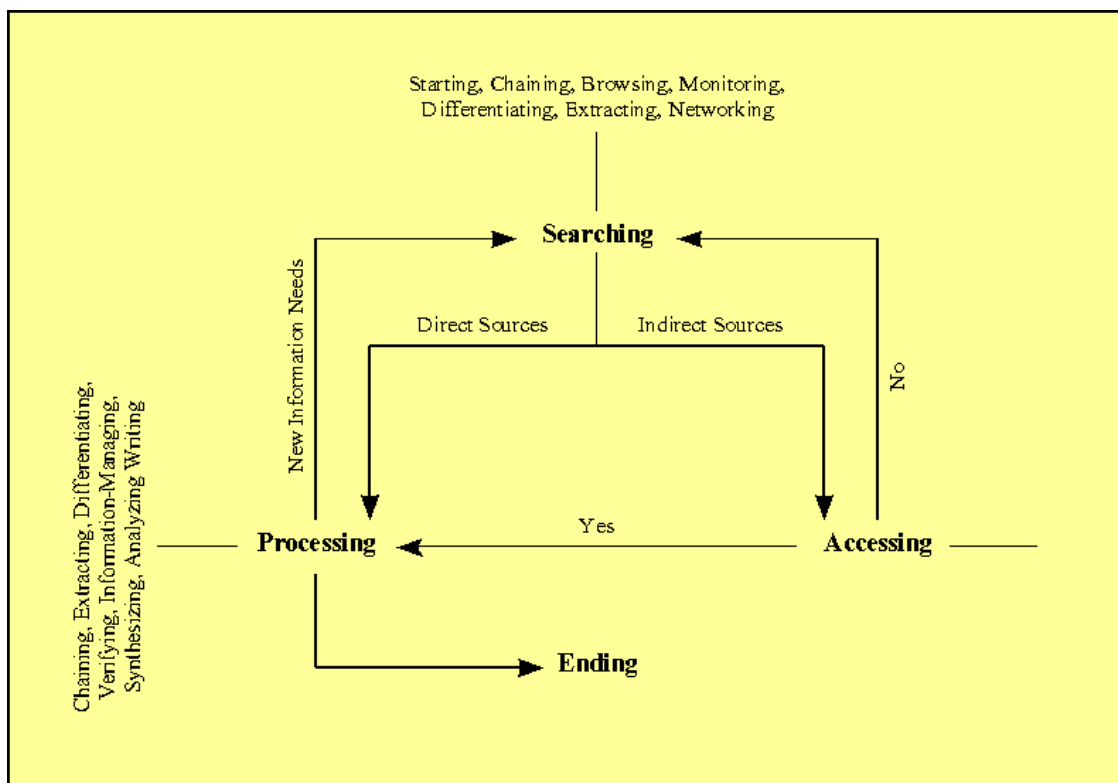


Abbildung 2.2.: Phasen im Suchverhalten [Meho & Tibbo 03]

Information Managing Eine weitere Gruppe von Aktivitäten stellt die Ablage, Speicherung und Organisation der gesammelten oder verwendeten Informationen dar.

2.1.3. Kuhlthaus Stage Model

In [Kuhlthau 91] und [Kuhlthau 93] wird ein sechs Phasen umfassendes Modell des ISP vorgestellt. Dabei entsprechen die Namen der einzelnen Phasen den primären Aufgaben im Suchprozess. Im Gegensatz zu Ellis beobachtet Kuhlthau im Speziellen die mit der Aufgabe verbundenen Gefühle, Gedanken und Aktionen des Benutzers. Als einzelne Phasen sind hier zu nennen:

Initiation In der Initiierung wird sich der Benutzer entweder seiner Wissenslücke bezüglich der Aufgabe bewusst oder es besteht die Notwendigkeit einer Aufgabenbearbeitung durch äußere Einflüsse. Dabei treten Gefühle von Unsicherheit und Besorgnis auf. Die Erkenntnis eines Informationsbedürfnisses stellt in dieser Phase die eigentliche Aufgabe dar. Die Gedanken sind vage und doppeldeutig und beziehen sich auf das generelle Problem oder Gebiet.

Selection In der Selektion als zweiter Phase wird das generelle Gebiet oder die

Aufgabe identifiziert und anschließend genauer untersucht. Die Unsicherheit weicht einem Optimismus und man erwartet den Beginn der Suche. Der Benutzer versucht eine Gewichtung der anzugehenden Aufgaben durch Kriterien wie persönlichem Interesse, Notwendigkeiten, der verfügbaren Informationen und Zeit zu erstellen. Für das Ergebnis jeder Auswahl trifft der Benutzer eine Vorhersage und die Aufgabe mit der größten Aussicht auf Erfolg wird ausgewählt. Die Suche nach Hintergrundinformationen steht hier noch im Vordergrund.

Exploration Die nächste Phase stellt die eigentliche Suche dar. Gefühle wie Konfusion, Unsicherheit und Zweifel steigern sich. Die Aufgabe besteht im Auffinden von Information zum jeweiligen Thema, um das Wissen und die Kenntnis zu verbessern. Orientierung und die Erlangung ausreichender Information stehen im Zentrum der Gedanken, um sich zu fokussieren. In dieser Phase kann der Benutzer die Anfrage noch nicht genau spezifizieren, wodurch die Kommunikation von Benutzer und System erneut beeinträchtigt ist. Die Aktionen des Benutzers bestehen darin, die relevanten Informationen aufzufinden, zu lesen und zu verarbeiten. Dabei werden neue Informationen in Beziehung zu bekanntem Wissen gesetzt.

Formulation Hier wird der Wendepunkt im Prozess erreicht, wenn die Gefühle der Unsicherheit sich verringern und die Zuversicht steigt. Der Benutzer bekommt basierend auf der Explorationsphase eine klare Perspektive auf die Aufgabe. Die Fokussierung auf die nächsten Schritte steht hier im Vordergrund. Die Gedanken werden durch die gewonnenen Erkenntnisse klarer definiert und führen direkt zu einer weiteren Suche.

Collection Die Interaktion zwischen Benutzer und den Systemfunktionen ist in dieser Phase als effektiv und effizient zu bezeichnen. An diesem Punkt besteht die Aufgabe darin, die einschlägigen Informationen zum Thema zu sammeln. Die Benutzer haben eine konkrete Vorstellung über den Ablauf der Suche und können Anfragen genauer spezifizieren. Das Vertrauen steigt und die Unsicherheit tritt zu Gunsten des Interesses am Projekt zurück.

Presentation Die Präsentationsphase dient der Vervollständigung der Informationssuche und damit der eigentlichen Aufgabe. Ein Gefühl der Erleichterung stellt sich ein, entweder mit Zufriedenheit bei erfolgreicher Suche oder mit Enttäuschung im entgegengesetzten Fall. Die Gedanken konzentrieren sich auf die Zusammenfassung der Suche mit einem persönlichen Verständnis innerhalb ausgewählter Aspekte des Themas.

Das Modell zur strategischen Unterstützung sollte alle Phasen geeignet unterstützen. Es existieren aber auch spezielle Varianten, etwa angelehnt an eine aufgabenbasierte Dimension.

2.1.4. Wissenschaftliche Arbeitsphasen

Neben den in diesen Kapiteln vorgestellten Modellen, die den ISP im Allgemeinen betrachten und dabei einzelne Phasen unterscheiden, ist in diesem Zusammenhang auch eine spezielle Variante zu nennen, die sich auf die aufgabenabhängigen Phasen des *wissenschaftlichen Arbeitens* konzentriert. In [Weibel & Miller 97] (siehe auch [Paepcke 96]) werden dazu fünf Phasen als sogenannte *Digital Library Life Cycle* (siehe Abbildung 2.3) beschrieben:

Discover Während der *Discover*-Phase versucht der Benutzer die notwendigen Datenquellen zu erschließen.

Retrieve In den gefundenen Datenquellen werden nun die vom Benutzer gewünschten Informationen gesucht.

Collate Die gefundenen Informationen müssen in der *Collate*-Phase geeignet abgelegt werden.

Interpret Die abgelegten Informationen müssen erschlossen und kognitiv erfasst werden. Diese Phase umfasst z. B. auch die Diskussion der Ergebnisse mit anderen Personen.

Re-Present In der *Re-Present*-Phase wird aus den interpretierten Informationen neues Wissen erstellt, indem z. B. eine neue wissenschaftliche Publikation geschrieben wird.

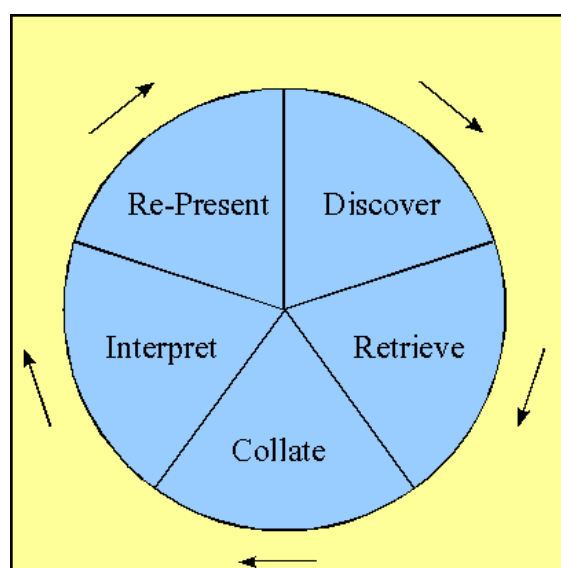


Abbildung 2.3.: Der Digital Library Life Cycle

Die genannten Phasen müssen nicht notwendigerweise in der angegebenen Reihenfolge ausgeführt werden, sondern es kann z. B. während der Interpretationsphase direkt eine neue Suche gestartet werden, da man auf neue Quellen gestoßen ist.

Dieser spezielle *Digital Library Life Cycle* erweitert somit die Sichtweise auf die Arbeitsphasen des Benutzers und stellt für eine zukünftige Realisation eine Basis für die zu entwickelnde Architektur eines IR-Systems bereit.

2.1.5. Zusammenfassung

Alle drei Modelle haben die Forschungsentwicklung des Prozesses der Informationssuche, charakterisiert durch das Benutzerverhalten, entscheidend beeinflusst. Trotz der unterschiedlichen Blickwinkel finden sich Gemeinsamkeiten in den entsprechenden Phasen zwischen Wilson, Ellis und Kuhlthau. In [Wilson 99] werden die Modelle von Ellis und Kuhlthau kombiniert und gegenübergestellt (siehe Abbildung 2.4), dabei weist Wilson auf die Ähnlichkeiten zwischen den beiden Modellen hin.

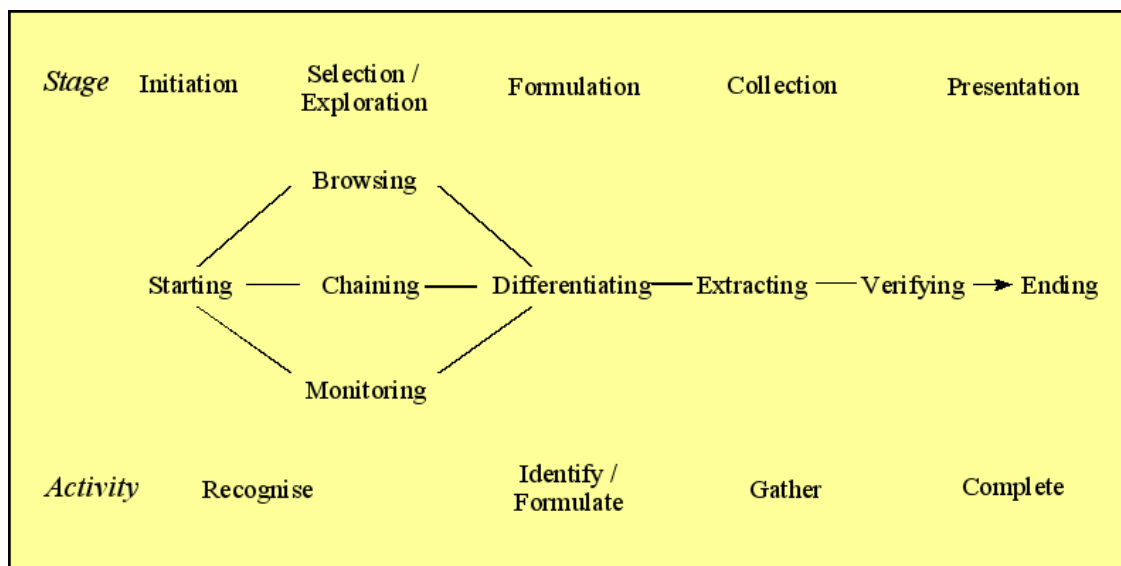


Abbildung 2.4.: Ein kombiniertes Phasen-Modell [Wilson 99]

Die abzuleitende Konsequenz aus den hier vorgestellten Modellen ist demnach, dass IR-Systeme wie digitale Bibliotheken jede Phase in den oben genannten Modellen unterstützen müssen, damit der Benutzer bei der Informationssuche sowohl effektiv als auch effizient vorgehen kann.

2.2. Modelle zum Information Searching

Eine andere Sichtweise auf den ISP nehmen die Vertreter des *Information Searching* ein. Dort steht die Interaktion des Benutzers mit den Informationsquellen im Vordergrund. Es wird zunächst das grundlegende *Episodic Interaction Model* von Belkin vorgestellt. Anschließend folgt das *Cognitive Model* von Ingwersen und das *Stratified Interaction Model* von Saracevic.

2.2.1. Belkins Episodic Interaction Model

Ausgehend von Untersuchungen klassischer IR-Systeme hat Belkin in einer Reihe von Papieren [Belkin 80], [Belkin 93], [Belkin et al. 95] belegt, dass nicht die zuvor als wesentlich betrachtete Textrepräsentation den entscheidenden Einfluss auf die Qualität des Suchprozesses nimmt, sondern dass es den “Anomalous State of Knowledge” (ASK) des Benutzers zu erfassen gilt. Dieser spiegelt die Lücke zwischen dem Wissen des Benutzers und seiner Fähigkeit, dies in einem Informationsbedürfnis auszudrücken, wider. Dazu ist die Erfassung der kognitiven und situationsbedingten Aspekte notwendig, die den Grund für die Informationssuche und die Nutzung eines IR-Systems ausmachen.

Zur Erforschung und letztendlich zur Überwindung des ASK hat Belkin das *Episodic Interaction Model* (siehe Abbildung 2.5) entwickelt. In diesem Modell werden, ähnlich wie in den Modellen von Ellis und Kuhlthau, einzelne Prozesse im Informationssuchverhalten unterschieden. Es betrachtet Benutzerinteraktionen mit IR-Systemen als eine Sequenz verschiedener Interaktionen innerhalb einer Episode der Informationssuche. Als der im Zentrum der Untersuchung stehende Prozess (Abbildung 2.5) wird die Interaktion des Benutzers mit den Informationen abgebildet. Alle traditionellen IR-Prozesse, im Modell beschrieben als *Repräsentation*, *Vergleich*, *Zusammenfassung*, *Navigation* und *Visualisierung*, können um den zentralen Prozess herum auf verschiedene Arten instantiiert werden. Der Benutzer durchläuft dabei von einander abweichende Formen von Interaktionen, jede abhängig von einer Anzahl Faktoren, wie z. B. der Aufgabe, den Zielen und Absichten, der Suchhistorie, den unterschiedlichen Arten von Informationsobjekten und möglichen anderen Faktoren, die nicht allein durch Beobachtung erfassbar sind. Diese Interaktionsformen unterstützen eine Reihe von Prozessen, als solche lassen sich exemplarisch Beurteilung, Interpretation, Modifikation und Browsen von Informationen aufzählen.

Um nun diese Bandbreite an Interaktionsformen und sich daraus entwickelnde Strategien zu erfassen und optimal zu unterstützen, ist es nach Belkins Ansicht unumgänglich, die Nutzerschnittstellen und damit den Nutzer in den Mittelpunkt der Forschung zu rücken.

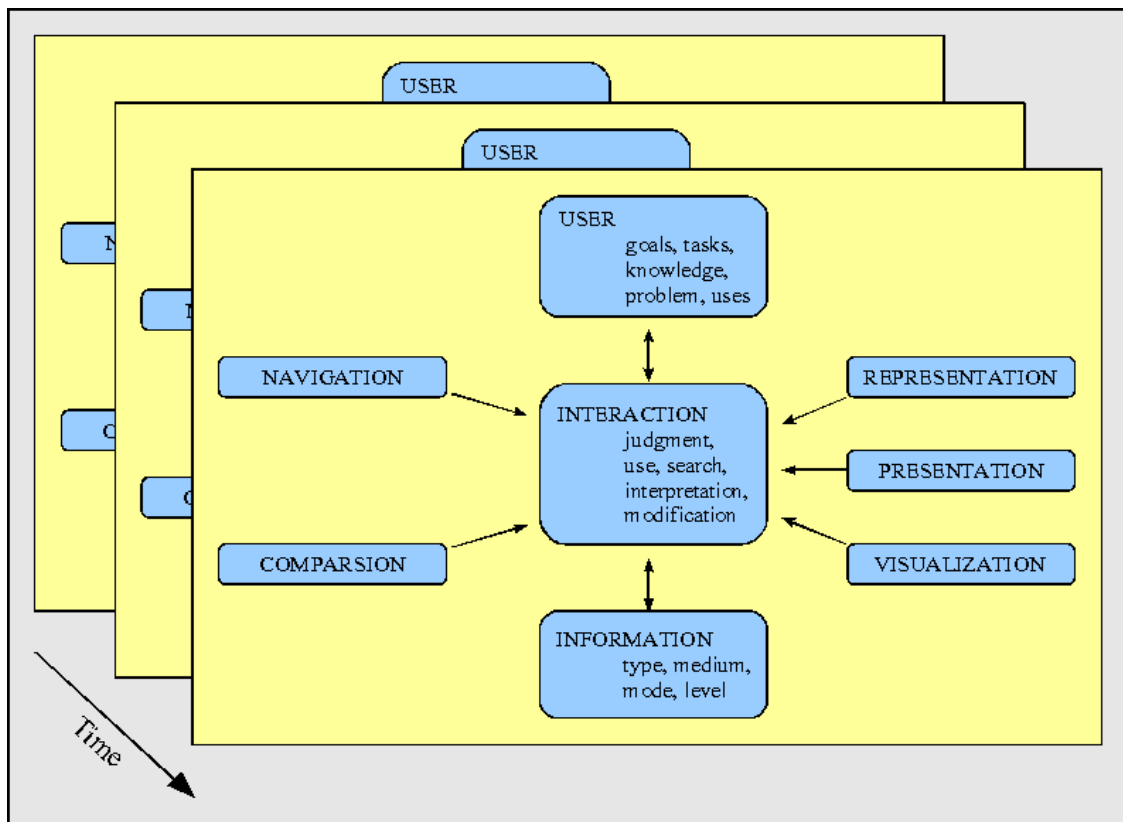


Abbildung 2.5.: Episodic Model [Belkin 96]

2.2.2. Ingwersens Cognitive Model

In [Ingwersen 94] und [Ingwersen 96] versucht Ingwersen, den Information Retrieval Prozess aus einer globalen Perspektive heraus zu modellieren. Dies soll durch die Abbildung 2.6 veranschaulicht werden.

Diese globale Perspektive umfasst alle beeinflussenden Faktoren, mit denen der Benutzer interagiert. Dazu gehören unter anderem die Benutzerschnittstelle, das IR-System und die eigentlichen Texte. Ingwersen benennt in seinem Modell zudem fünf Designvariablen, beginnend mit dem sozialen Umfeld, es folgen das eigentliche IR-System, die Informationsobjekte und weiter die Benutzerschnittstelle und letztlich der Benutzer. Dabei ist jeder Variablen eine charakteristische kognitive Sicht eigen, bedingt durch die an der Informationssuche beteiligten Personen. Zu diesem Personenkreis gehört nicht nur der Benutzer des IR-Systems, sondern auch der Designer des gesamten IR-Systems und der Designer der Benutzerschnittstelle sowie der Bibliothekar, der die Informationsobjekte erfasst hat. Alle Variablen müssen durch geeignete Transformationen aufeinander abgestimmt werden, um eine effektive und effiziente Suche durchführen zu können.

Ingwersen fasst die Kombination dieser Designvariablen unter dem Begriff der *Po-*

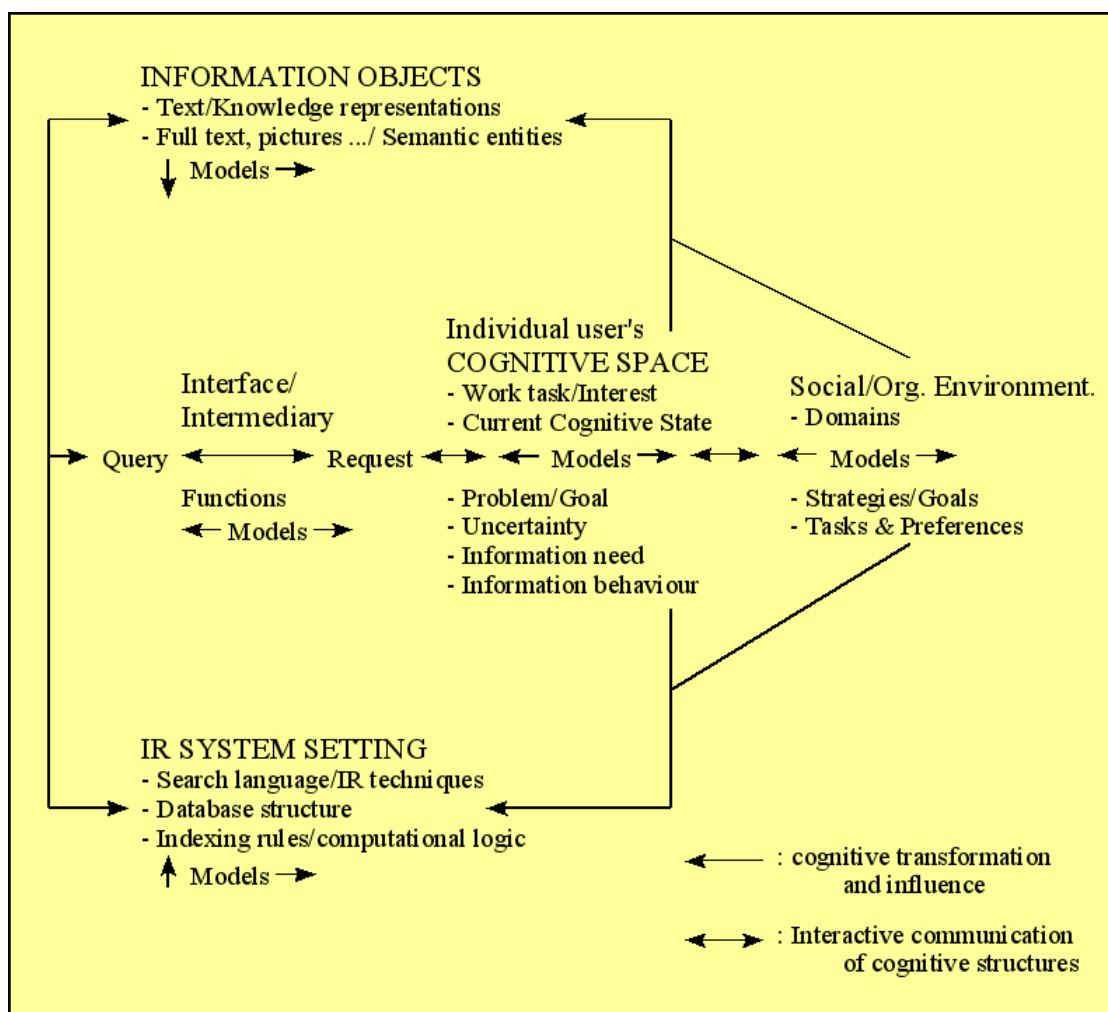


Abbildung 2.6.: Cognitive Model [Ingwersen 96]

lyrepräsentation zusammen, der Überlappung von Informationen aus verschiedenen Sichten. Dies bedeutet, ein IR-System unterstützt alle denkbaren Suchstrukturen, angefangen von einer einfachen Informationssuche bis hin zu einer Suche in Thesauri. In diesen Suchvorgängen können unterschiedliche Sichten bzw. Visualisierungen von gleichen Inhalten angezeigt werden, hierbei kann Redundanz entstehen. Diese Redundanz ist jedem IR-Prozess eigen, z. B. werden

- identische Dokumente durch verschiedene Suchmaschinen und Datenbanken aufgefunden oder
- identische Dokumente zu unterschiedlichen Zeiten bei unterschiedlichen Suchen gefunden.

Identische Objekte werden unter dem Begriff der *kognitiven Überschneidung* zusammengefasst. Die Redundanz eröffnet die Möglichkeit einer verbesserten Suchef-

ektivität, indem Dokumente, die in mehreren Suchen gefunden worden sind, eine höhere Relevanzwahrscheinlichkeit für den Suchenden besitzen als Dokumente, die nur einmal aufgetreten sind.

In dem Modell wird der *kognitive Raum* (siehe Abbildung 2.6) des Benutzers in vier sich gegenseitig beeinflussende Komponenten aufgeteilt, in das *Informationsbedürfnis*, in den dazugehörigen *Problemraum*, in den aktuellen *kognitiven Status* und in der dazu bestehenden *Arbeitsaufgabe*. Das *Informationsbedürfnis* wird durch die Fähigkeit des Benutzers, das von ihm gewünschte Ergebnis in Form einer Anfrage gegenüber dem IR-System zum Ausdruck zu bringen, charakterisiert. Der *Problemraum* wird durch die Unsicherheit des Benutzers zur aktuellen Aufgabe/Suche definiert. Hier spiegelt sich die Lücke zwischen dem Wissen des Benutzers und der Fähigkeit wider, dies in einem Informationsbedürfnis auszudrücken, wie es auch in [Belkin 80] beschrieben worden ist. Der aktuelle *kognitive Status* ist durch den subjektiven Wissensstand des Benutzers zu einem gegebenen Zeitpunkt definiert. Die *Arbeitsaufgabe* besteht aus einer Menge durch Umwelt und sozialem Umfeld vorgegebenen, statischen Einschränkungen, unter denen der Benutzer sucht. Als Beispiele für solche Arbeitsaufgaben lassen sich hier die Anfertigung einer Dissertation oder eines wissenschaftlichen Artikels anführen, die ein bestimmtes Hintergrundwissen erfordern. Das soziale Umfeld ist hier gegeben durch Universitäten oder Firmen.

Es gilt nun laut Ingwersen, diese kognitiven Räume zu erfassen und für eine Realisierung geeignet zu transformieren, um dem Benutzer einen effektiven und effizienten ISP anzubieten.

2.2.3. Saracevics Stratified Interaction Model

Saracevic stellt in seinem in [Saracevic 96] und [Saracevic 97] beschriebenen *stratified interaction model* (siehe Abbildung 2.7) den Vergleich zwischen den bei Interaktionen mit IR-Systemen auftretenden Problemen des Benutzers und den im Bereich der *human computer interaction* (HCI) gefundenen Problemen her. Saracevic modelliert Benutzer in einer aktuellen Situation und Umgebung, die mit einem IR-System auf drei unterschiedlichen Ebenen interagieren, der *Oberflächen-Ebene*, der *kognitiven Ebene* und der *situationsbezogenen Ebene*.

Diese Ebenen können unabhängig von einander betrachtet werden, es besteht dennoch eine Abhängigkeit der tieferen, situationsbedingten und kognitiven Ebenen im Bezug auf die oberen Ebenen (siehe Abbildung 2.7). Die *Oberflächen-Ebene* stellt dabei die Schnittstelle zwischen dem Benutzer und dem System her und umspannt alle Benutzerinteraktionen. Auf der *situationsbezogenen Ebene* interagieren die Benutzer in einer gegebenen Situation oder bei einem gegebenen Problem, aus der bzw. dem sich das Informationsbedürfnis oder die Fragestellung des ISP ergibt.

Die Interaktion selbst ist ein Dialog beziehungsweise Prozess zwischen den Teil-

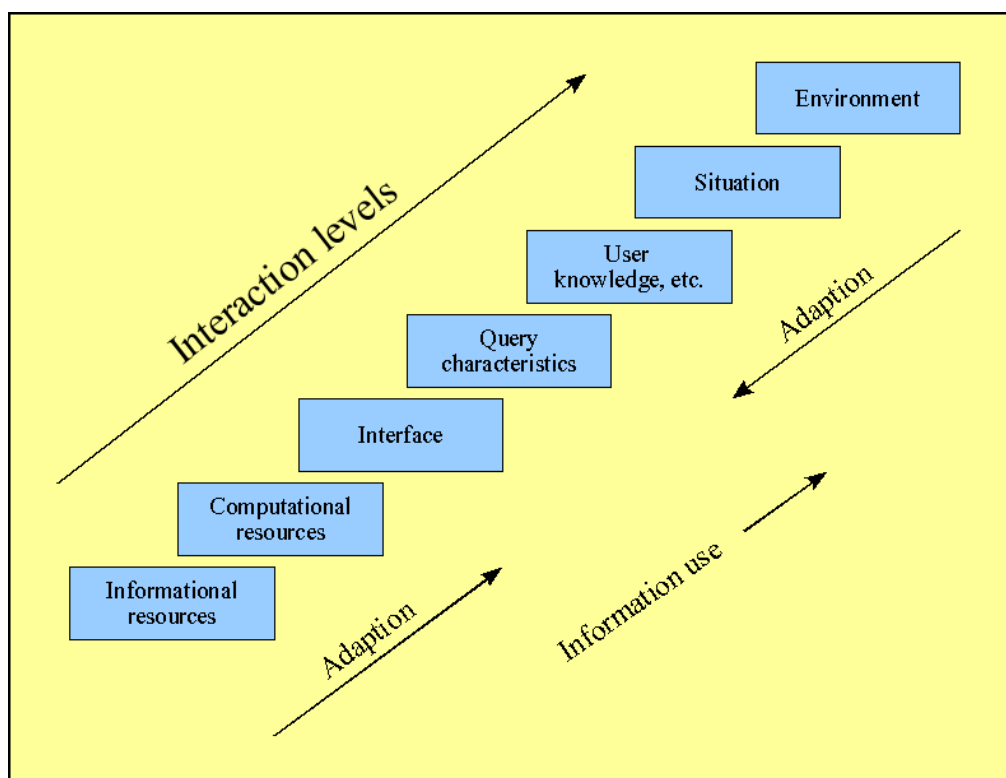


Abbildung 2.7.: Stratified Interaction Model [Saracevic 96]

nehmern – Benutzern und Computer (IR-System) – mittels einer Schnittstelle mit der entscheidenden Aufgabe, eine Verbesserung des kognitiven Benutzerstatus in Verbindung mit der effektiven Nutzung einer Applikation herbei zu führen. In Abbildung 2.7 wird der Benutzer durch eine gegebene *Umgebung* in einer aktuellen *Situation* definiert, die eine Anzahl dynamischer Variablen enthält. Demgegenüber wird der Computer durch die Computerressourcen und Informationsquellen charakterisiert. Die in den Quellen enthaltenen Informationen, die in der Regel in Form von Texten vorliegen, bestehen auf der kognitiven Ebene aus Strukturen, Repräsentationen und Metainformationen und gegebenenfalls aus weitergehenden Materialien.

In seinen Arbeiten zu diesem Modell unterbreitet Saracevic den Vorschlag einer gezielten Umsetzung der einzelnen Modellelemente, wodurch eine effektive und effiziente Unterstützung des Benutzers im ISP möglich würde. Obgleich dieses Modell einen übergeordneten Charakter besitzt, führt er als einen wesentlichen Kritikpunkt (siehe [Saracevic 97]) an diesem Modell den noch nicht ausreichenden Detailumfang an, der einer Evaluierung und Verifizierung und somit einer Realisierung in ein praktisches System entgegensteht.

2.2.4. Zusammenfassung

Wie auch die Modelle im Bereich des *Information Seeking Behavior* haben diese drei Modelle von Belkin, Ingwersen und Saracevic die Forschungsentwicklung des Prozesses der Informationssuche entscheidend beeinflusst. Der komplexe Prozess der Informationssuche wird hier in unterschiedliche Interaktionsformen ausdifferenziert und kann so auf allen Ebenen betrachtet werden. Auch hier ergibt sich durch eine kritische Betrachtung die Konsequenz, dass die Implementation aller Interaktionsformen in IR-Systemen sowie in digitalen Bibliotheken zwingend notwendig ist für ein effizientes und effektives Vorgehen seitens des Benutzers.

2.3. Zusammenfassung

Zur Annäherung an die bereits im einführenden Teil formulierte Hypothese dieser Dissertation sind in diesem Abschnitt verschiedene Modelle im Bereich des *Information Seeking Behavior* und *Information Searching* vorgestellt worden. Sie betrachten den ISP aus unterschiedlichen Blickwinkeln und geben damit Einblick in die Komplexität der Suche.

Die Vertreter aller im Bereich des *Information Seeking Behavior* vorgestellten Modelle sind sich darüber einig, dass der ISP in verschiedenen, aufeinander folgenden Phasen abläuft. Diese Phasen sind in allen Modellen in ähnlicher Ausprägung zu finden und lassen sich miteinander vergleichen und darüber hinaus in einem bestimmten Maße überführen, wie Abbildung 2.4 zeigt. Ein entsprechendes Verhältnis ist ebenfalls zwischen den Modellen des *Information Searching*, der Interaktion des Benutzers mit dem IR-System, zu beobachten. Die in diesen Modellen angeführten Faktoren können auch miteinander verglichen oder überführt werden.

Doch keines der Modelle aus den beiden vorgestellten Bereichen ist über die theoretische Betrachtung hinaus in einem praktischen System implementiert oder verifiziert worden. Alle in diesem Kapitel genannten Autoren vertreten einstimmig die Meinung, dass jede Phase und jeder Faktor uneingeschränkt umgesetzt werden muss, damit eine effektive und effiziente Unterstützung in dem ISP für den Benutzer überhaupt möglich wird.

Für die Umsetzung in ein praktisches System besteht jedoch die Notwendigkeit, den ISP noch weiter zu differenzieren, allerdings immer unter Berücksichtigung der genannten Modelle. Einen Ansatz hierzu bieten die Arbeiten von Marcia Bates, die im Folgenden genauer betrachtet werden sollen.

3. Grundlegende Modelle zur passiven Benutzerunterstützung

Der vorherige Abschnitt hat eine Vorstellung der Komplexität eines ISP gegeben. Aus der Untersuchung der Modelle kann zudem die Notwendigkeit der weiteren Ausdifferenzierung des ISPs abgeleitet werden und stringent in die Umsetzung eines praktischen Systems führen.

Dazu wird nun ein grundlegendes Modell basierend auf den Arbeiten von Marcia Bates vorgestellt. Dieses Modell bietet sowohl die Definition des Konzepts der strategischen Unterstützung als auch gleichzeitig die Integration der Information Seeking- und Searching-Modelle und darüberhinaus auch die Umsetzung in ein praktisches System.

Bates konzentriert sich in ihren Arbeiten auf die eigentliche Suche und Unterstützung des Benutzers seitens des IR-Systems. Der ISP wird als Aufgabe definiert, die durch eine geeignete und möglicherweise komplexe Strategie bearbeitet werden kann. Eine Strategie wird dabei in sinnvolle, kleinere Einheiten zerlegt, die in dem nächsten Absatz vorgestellt und erläutert werden. Hierbei sei angemerkt, dass die Einteilung dieser strategischen Einheiten durch empirische Untersuchungen belegt worden sind.

3.1. Strategische Unterstützung

Im Rahmen ihrer Arbeiten haben Bates [Bates 79a, Bates 79b] und auch Fidel [Fidel 85] durch empirische Untersuchungen das Verhalten von Benutzern bei der Suche in Bibliotheken beobachtet. Durch Analyse ihrer Beobachtungen sind eine Vielzahl von *Suchtaktiken* aufgedeckt und differenziert worden. Diese *Suchtaktiken* umfassen ein Spektrum von einfachen Anfrageveränderungen durch Ersetzung eines Begriffes bis hin zu komplexeren *Suchtaktiken*, z. B. das Erkennen einer sogenannten Sackgasse während der Suche. Diese Suchtaktiken werden von Bates [Bates 90] in einen strukturierten Zusammenhang gebracht unter dem Begriff *Suchaktivitäten*.

3.1.1. Suchaktivitäten

In der Studie [Bates 90] hat Bates die differenzierten Suchtaktiken im Zusammenhang mit *Suchaktivitäten* professioneller Rechercheure und Bibliotheken untersucht. Als Vorgehensweise für die folgende Erläuterung der Suchtaktiken dienen die in vier *Abstraktionsebenen* kategorisierten *Suchaktivitäten* der Benutzer, dargestellt in Abbildung 3.1.

Elementare Aktionen, im folgenden *Moves* genannt, sind identifizierbare Gedanken oder Aktionen, die Teil einer Informationssuche sind. Sie entsprechen typischerweise den Kommandos, die von einem IR-System zur Verfügung gestellt werden, so z. B. das Hinzufügen eines Terms, die Erweiterung einer Bedingung zu einer Anfrage oder das Verfolgen eines Verweises.

Taktiken umfassen mehrere *Moves*, die eine Suche beschleunigen und das Suchergebnis verbessern können. Dazu gehört z. B. das Verfeinern von Anfragen wie die Generalisierung von Suchbegriffen zur Erhöhung des Recall-Wertes oder die Spezialisierung von Suchbegriffen, um die Precision zu verbessern. Dabei kann der erfolgreiche Einsatz einer Taktik nicht vorbestimmt werden, d. h. eine Taktik kann den Suchenden vorwärtsbringen oder eben auch nicht. Auf verschiedene Suchtaktiken aus [Bates 79b] wird in Abschnitt 3.1.2 genauer eingegangen.

Strategeme umfassen meist mehrere Taktiken, um Informationsstrukturen in einer Suchdomäne auszunutzen. Ein Beispiel für ein Strategem stellt der Journal-Run dar, definiert als Navigation in den Ausgaben einer Zeitschrift, die als zentral für ein gegebenes Informationsbedürfnis identifiziert wurde. Auch das Beispiel der Autorensuche kann hier angeführt werden, die das Ziel verfolgt, weitere Dokumente eines Autors zu finden, die bereits in einem oder mehreren relevanten Dokumenten aufgetreten sind. Eine Reihe von Strategemen sind in Abschnitt 3.1.3 erläutert.

Strategien können umfangreiche Pläne darstellen, die sowohl *Moves*, als auch Taktiken und Strategeme beinhalten können, um eine Aufgabe vollständig durchzuführen und somit ein gegebenes Informationsbedürfnis komplett abzudecken. Exemplarisch ist hier als eine eher einfache Strategie die Literaturrecherche über ein neues Gebiet zu nennen, wo als ein erster Schritt die themenorientierte Suche gewählt werden würde, der sich eine Suche mit Hilfe der in den relevanten Dokumenten gefundenen Autorennamen anschließt.

3.1.2. Suchtaktiken

Im Folgenden werden die Suchtaktiken (information search tactics) aus [Bates 79b, Bates 79b], die sich abhängig von der jeweiligen Komplexität in die Abstrak-

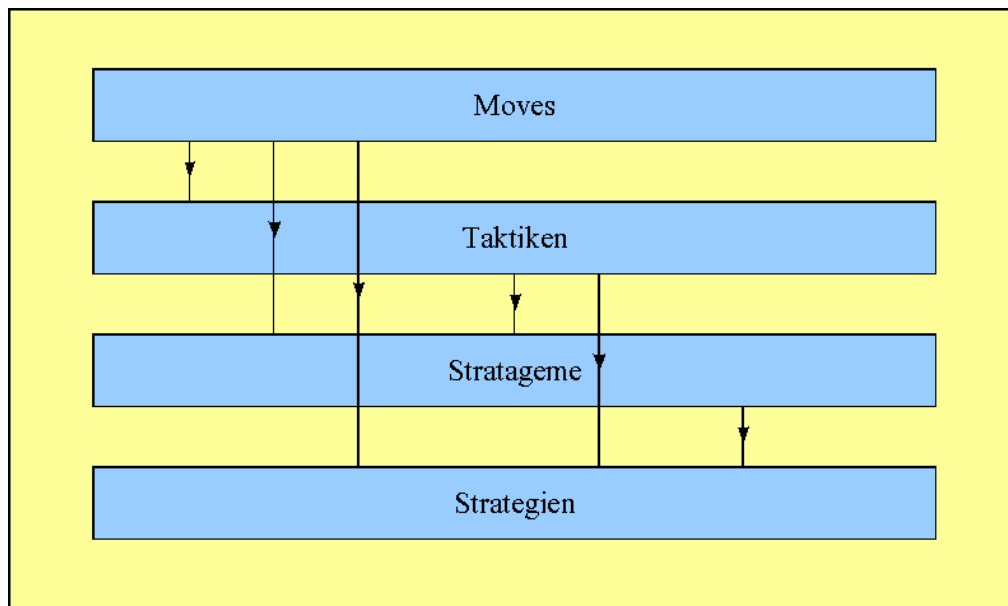


Abbildung 3.1.: Differenzierung der Suchaktivitäten

tionsebenen *Moves* und *Taktik* einordnen lassen, beschrieben. Diese müssen als notwendige Bedingung zur strategischen Unterstützung des Benutzers umgesetzt werden. Bates gliedert die Suchtaktiken in die Kategorien *Monitoring Tactics*, *File Structure Tactics*, *Search Formulation Tactics*, *Term Tactics* und *Idea Tactics*.

Monitoring Tactics

Monitoring Tactics bezeichnen die Suchtaktiken, die der Überwachung und Effizienzsteigerung einer Suche dienen.

- Check: Begutachtung der initialen Anfrage und Vergleich mit der aktuellen Suchanfrage im Hinblick auf gleichen Kontext.
- Record: Speicherung aller Pfade des Benutzers und aller möglichen Pfade, die noch nicht versucht oder ausgenutzt worden sind.
- Weigh: Kostenabschätzung innerhalb eines oder mehrerer Suchpfade, um die nächsten Schritte zu gewichten und auszuwählen.
- Pattern: Bewusstmachung eines Suchmusters oder -pfades zur effektiveren Nutzung oder Veränderung desselben.
- Correct: Kontrolle der korrekten Schreibweise und Erkennung von Fehlern in der Suchanfrage.

File Structure Tactics

Suchtaktiken, die auf die Organisationsstruktur von Informationen eingehen, nennt Bates *File Structure Tactics*. Dazu wird die verwendete Informationsablageform ausgenutzt, in Bibliotheken handelt es sich dabei in der Regel um Dateisysteme oder Datenbanken, um die gesuchte Information zu erreichen.

- **Bible:** Nachforschung zur Existenz einer Bibliographie zu dem gegebenen Informationsbedürfnis.
- **Select:** Zerlegung komplexer Suchanfragen in Teilprobleme, die anschließend einzeln für sich betrachtet werden.
- **Survey:** Nachprüfung der verfügbaren Optionen an jedem Entscheidungspunkt der Suche.
- **Cut:** Auswahl der Option, die den größten Anteil der Suchdomäne umfasst oder ausschließt, d. h. die Suchdomäne optimal disjunkt zerlegt, bei gegebener Anfrage.
- **Stretch:** Anwendung einer Informationsquelle anders als vorgesehen.
- **Scaffold:** Nutzung eines zusätzlichen oder indirekten Suchpfades zum Auffinden der Informationen.
- **Cleave:** Binäre Suche nach einem Objekt in einer geordneten Struktur.

Search Formulation Tactics

Bei *Search Formulation Tactics* handelt es sich um Suchtaktiken, die eine Suchanfrage formulieren oder verbessern.

- **Specify:** Nutzung von spezifischen Termen zur Suche, die das Informationsbedürfnis bestmöglich beschreiben.
- **Exhaust:** Einbeziehung aller beziehungsweise der meisten Terme in die initiale Suchanfrage oder Ergänzung eines respektive mehrerer Terme zu einer bereits formulierten Suche.
- **Reduce:** Minimierung der Suchterme der initialen Suchanfrage beziehungsweise Reduktion eines oder mehrerer Terme aus einer bereits formulierten Suche.
- **Parallel:** Erweiterung oder Verbreiterung der Suchanfrage durch Verwendung von Synonymen oder anderen parallelen Termen aus dem gleichen Konzeptraum.

- Pinpoint: Präzisierung der Suche durch Reduktion von parallelen Termen in der Anfrage unter Beibehaltung der relevanten Terme.
- Block: Ablehnung von Ergebnissen, die durch bestimmte Terme beschrieben werden oder diese beinhalten.

Term Tactics

Term Tactics bezeichnen Suchtaktiken, die bei der Auswahl und Überarbeitung einzelner Terme einer Suchanfrage eingesetzt werden.

- Super: Verallgemeinerung eines Terms oder Auswahl einer Oberkategorie.
- Sub: Selektion eines spezielleren Terms oder einer Unterkategorie.
- Relate: Auswahl eines Synonyms zu einem gegebenen Term.
- Neighbor: Suche nach benachbarten Termen etwa nach alphabetischer oder themenbezogener Sortierung.
- Trace: Auffindung weiterer Terme aus bereits gefundenen Informationen.
- Vary: Veränderung oder Austausch von Termen in jedweder Kombinationsmöglichkeit.
- Fix: Austausch oder Streichung von Präfix, Suffix, Affix oder Infix.
- Rearrange: Umstellung von Termen in der Suchanfrage.
- Contrary: Suche mit Termen mit logisch gegensätzlicher Bedeutung.
- Respell: Berücksichtigung einer anderen Schreibweise bei der Suche.
- Respace: Veränderung der Trennung von mehrgliedrigen Begriffen.

Idea Tactics

Im Vergleich zu den bisher vorgestellten Suchtaktiken handelt es sich bei den *Idea Tactics* um die komplexeste Art von Suchtaktiken, beschrieben in [Bates 79b]. Sie sollen dem Benutzer Optionen aufzeigen, welche weiteren Schritte im Falle einer gedanklichen Blockade unternommen werden können. Dazu teilt Bates die *Idea Tactics* noch einmal in zwei Bereiche auf. Mit *idea generation* wird versucht, neue Wege im eigenen Suchverhalten zu erkennen, mit *pattern breaking*, alte Vorgehensweisen neu zu betrachten und weitere Möglichkeiten zu entdecken.

Taktiken zur Generierung von Ideen:

3.1. STRATEGISCHE UNTERSTÜTZUNG

- Think: Anhalten der Suche und Überdenken des Vorgehens verbunden mit dem Sammeln neuer Ideen.
- Brainstorm: Bedingungsloses Sammeln von Ideen ohne anfängliches Hinterfragen mit anschließender Evaluierung.
- Meditate: Kombinieren von rationellem und intuitivem Denken zur Lösung des Suchproblems.
- Consult: Befragen einer anderen Person nach neuen Ideen für die weitere Suche.
- Rescue: Suchen nach ungenutzten Pfaden in einem unproduktiven Pfad oder Suchansatz.
- Wander: Exploratives Vorgehen durch Browsen in Informationsquellen, Aufgeschlossenheit gegenüber neuen Suchwegen und Offenheit für Inspiration.

Taktiken zum Aufbrechen von Suchmustern:

- Change: Austauschen von einem beliebigen Objekt der Suche wie Datenquellen, Anfrage etc.
- Catch: Erkennen einer unproduktiven Suche und Einsehen der notwendigen Änderung des Suchverhaltens.
- Break: Durchbrechen des Suchmusters und Wechseln zu einem erfolgversprechenderen Suchmuster.
- Skip: Ändern der Suche, entweder durch Wahl eines anderen Teilproblems oder durch Änderung der Sichtweise auf das Problem.
- Stop: Zeitweiliges Beenden der Suche, um diese zu einem späteren Zeitpunkt fortsetzen.
- Breach: Bruch mit den eigenen Grenzen einer Suchregion; Revidieren der eigenen Rahmenkonzepte, sowohl des intellektuellen als auch physikalischen Bereichs zur Beantwortung einer Suche.
- Reframe: Überdenken und gegebenenfalls Veränderung des Kontextes der Anfrage und des Anfragenden.
- Notice: Beachten von Hinweisen bezüglich der Anfrage oder der Antwort.
- Jolt: Laterales Denken und Ausbrechen aus den konventionellen Denkmustern zur dramatischen Redefinierung des Suchproblems.
- Focus: Tiefergehendes Analysieren der Anfrage nach zwei Gesichtspunkten:

1. Von einer Anfrage hin zu einem Teil dieser Anfrage oder
 2. eine Konzepteinschränkung der Anfrage.
- Dilate: Erweitertes Analysieren der Anfrage nach zwei Richtungen:
 1. Von einem Teil der Suchanfrage zu ganzen Anfrage oder
 2. von einer Konzepterweiterung der Anfrage.

Einsatz von Suchtaktiken

Suchtaktiken können nun in verschiedenen Situationen vom Benutzer eingesetzt werden. Bates schlägt in der folgenden Tabelle 3.1 eine standardisierte Vorgehensweise vor:

Situation	System-Vorschlag
Zu viele Treffer	Specify, Exhaust, Pinpoint, Block, Sub Neighbor, Trace, Parallel, Fix, Super, Relate, Vary
Zu wenige Treffer	
Keine Treffer	Respace, Respell, Rearrange, Contrary , Super, Relate, Neighbor, Trace
Anderer Suchbegriff benötigt	Neighbor, Trace
Falscher Suchbegriff	Super, Sub, Relate
Überarbeiten von Suchbegriffen	Space, Respell, Fix, Reverse, Contrary, Super, Sub, Relate
Überarbeiten der Suchformulierung	Specify, Exhaust, Reduce, Parallel, Pinpoint, Block

Tabelle 3.1.: Standardvorschläge für verschiedene Situationen bei der Suche

3.1.3. Strategeme

Wie bereits in Kapitel Suchaktivitäten angekündigt, werden hier nun Beispiele für Strategeme angeführt. Suchaktivitäten dieser Art können sich aus verschiedenen Moves und Taktiken zusammensetzen. Sie sind umfangreicher in ihrem Aufbau und es können verschiedene Taktiken mehrmals hintereinander ausgeführt werden, um die gewünschte Information zu erhalten.

Der Suchraum eines Strategemes kann beispielsweise aus einem oder mehreren Journal-Bänden, Einträgen in Katalogen, einem Zitationsnetzwerk oder einem Adressverzeichnis bestehen. Wenn die Daten in der betrachteten Struktur einheitlich organisiert sind und dieselbe Form besitzen, kann durch geeignete Verfahren

eine effektive Suche unterstützt werden. Liegt eine heterogene Struktur vor, muss zuvor eine Konvertierung zur Homogenisierung der Daten vorgenommen werden.

Für jeden individuellen Suchraum existieren eigene Strategeme. Im Verlauf einer Suche können dabei mehrere Suchräume von Belang sein. Innerhalb einer komplexen Strategie sind ohne weiteres verschiedene Strategeme denkbar.

In [Bates 89] sind einige Strategeme näher beschrieben:

Footnote chasing: Unter Verwendung dieses Stratagems folgt der Benutzer den Fußnoten oder Referenzen, die in den relevanten Büchern oder Artikeln gefunden worden sind. Die Blickrichtung bei der Suche ist dabei rückwärts gerichtet, auf die älteren, in diesem Dokument zitierten Werke. Der Vorteil dieser Technik ist, dass es sich bei den identifizierten Dokumenten in den meisten Fällen um inhaltlich nahestehendes und somit für den Benutzer relevantes Material handelt. Voraussetzung für diese Vorgehensweise ist die Verfügbarkeit des Volltextes oder zumindest der Referenzen etwa in Form von Metadaten.

Citation searching: Bei diesem Verfahren ist die Blickrichtung der Literatursuche nach vorne gerichtet. Dabei wird ausgehend von einem bestimmten Dokument geprüft, welche anderen Dokumente oder Artikel das Ursprungsdokument zitieren. Diese Suche führt zu neueren Artikeln, die aktuellere Erkenntnisse aus dem betrachteten Themenbereich enthalten können.

Journal run: Sobald ein Benutzer einen für ihn relevanten Artikel gefunden hat, kann er durch die Anwendung eines sogenannten *journal run* weitere Artikel betrachten, die in demselben Journal wie der ursprüngliche Artikel erschienen sind. Darüber hinaus besteht noch die Möglichkeit, alle Ausgaben aus demselben Band und einer bestimmten Zeitspanne zu durchsuchen. Bei diesem erfolversprechenden Verfahren wird der Zusammenhang von Artikeln in demselben Journal genutzt.

Area scanning: Beim *area scanning* werden Dokumente gesucht, die in dem Umkreis des Ursprungsdokuments liegen. Der Umkreis kann dabei auch physikalischer Natur sein und Bücher einbeziehen, die im gleichen Bücherregal einer Bibliothek stehen. Dies gilt ebenso für Katalogisierungsstrukturen, zum Beispiel für eine thematische Nähe, wie es etwa das *ACM Computer Classification System* (ACMCCS) anbietet (siehe [ACM 04]). Dadurch können Dokumente desselben Themas oder Themenbereiches schneller gefunden werden.

Subject Search: Hierbei werden die zum aktuellen Thema des Dokuments gehörenden Deskriptoren gesucht. Danach werden weitere, durch dieselben Deskriptoren beschriebenen Referenzen gesucht. Diese Deskriptoren können in den Metadaten eines Dokuments gespeichert sein wie bei einem Bibliotheksrecherche-System (OPAC siehe z. B. [Duisburg 04]) oder sie werden in einer entsprechenden externen Datenbank nachgeschlagen.

Author searching: Bei dieser Methode steht die Überlegung im Zentrum, dass der Autor eines interessanten Dokumentes möglicherweise noch andere Dokumente zu diesem Thema veröffentlicht hat. Einige Systeme bieten hierzu die Möglichkeit, durch Anklicken des Autorennamens nach allen Publikationen des Autors zu suchen. Eine weitere Möglichkeit ist das Aufsuchen der Homepage des Autors, da häufig dessen Bibliographie dort veröffentlicht worden ist. Ausgeweitet werden kann dieses Strategem durch die Koautoren-Suche. Hierbei wird davon ausgegangen, dass die Koautoren eines Autors ebenfalls im verwandten Gebiet publiziert haben.

3.2. Zusammenfassung

In diesem Abschnitt sind die grundlegenden Arbeiten im Bereich der Suchtaktiken und Suchaktivitäten von Bates erläutert worden. Sie hat zunächst die Informationssuche durch empirische Evaluationen in einzelne Suchtaktiken differenziert und anschließend eine Einteilung von Suchaktivitäten – *Moves, Taktiken, Strategeme* und *Strategien* – erarbeitet.

In der Beschreibung zu den Modellen zum *Information Seeking Behavior* ist argumentiert worden, dass die einzelnen genannten Phasen nicht ausreichend differenziert worden sind für eine Realisation in ein praktisches System, da es sich hierbei eher um theoretische Modelle handelt. Die von Bates durch empirische Untersuchungen belegten Suchtaktiken können nun zur expliziten Differenzierung herangezogen werden, da sie sehr umfassend die einzelnen Schritte des ISP beschreiben.

Für die Entwicklung eines Modells zur strategischen Unterstützung des Benutzers bilden die Suchtaktiken von Bates eine wesentliche Grundlage. Eine erste Vorüberlegung dazu stellt die Implementation der Suchtaktiken in Form von Funktionen oder Diensten dar.

Ebenso verhält es sich mit den Suchaktivitäten und den Faktoren der *Information Searching* Modelle. Die Einteilung in *Moves, Taktiken, Strategeme* und *Strategien* können als Interaktionsebenen des Benutzers mit dem IR-System verstanden werden und bieten eine Ausgangsbasis für ein Modell zur strategischen Unterstützung des Benutzers, wie in Kapitel 6 noch ausgeführt wird.

Das alleinige Angebot einer Liste von Suchtaktiken in Form von Funktionen beziehungsweise Diensten ist natürlich nicht ausreichend für das Konzept der strategischen Unterstützung in einer digitalen Bibliothek. Bates hat aus diesem Grund ihre Arbeiten zu Suchtaktiken um die Komponente der *Systemunterstützung* erweitert. Unter *Systemunterstützung* ist die Frage zu verstehen, inwieweit eine digitale Bibliothek die vorhandenen Dienste für den Benutzer automatisiert, um die kognitive Last des Benutzers zu senken. Ohne diese Automatisierung kann von einem *passiven System* gesprochen werden, da der Benutzer alle Suchtaktiken kennen muss,

um diese geeignet anzuwenden. Durch die Automatisierung erhalten wir ein *aktives System*, d. h. das System führt selbständig Suchtaktiken aus. Mit dieser Idee der Systemunterstützung hebt sich Bates von den Modellen des *Information Searching* und *Information Seeking* ab.

Im folgenden Kapitel 4 wird die sogenannte Bates-Matrix, bestehend aus dem bereits beschriebenen *Suchverhalten* und der noch zu erläuternden *Systemunterstützung*, vorgestellt, um die Komponenten des aktiven Systems zu verdeutlichen. Zur Vervollständigung der Modell-Grundlagen werden zudem erweiternde Konzepte im Bereich der Personalisierung vorgestellt, die, über die bisher vorgestellten Modelle hinausgehend, neue effiziente Dienste zur strategischen Unterstützung des Benutzers im ISP ermöglichen.

4. Modellerweiterungen für die aktive Benutzerunterstützung

Nachdem der ISP in einem IR-System anhand von Suchtaktiken differenziert betrachtet worden ist, werden nun die verschiedenen Modellerweiterungen vorgestellt. Diese bauen auf dem Konzept der strategischen Unterstützung auf, die den ISP einer modernen digitalen Bibliothek für den Benutzer effektiver und effizienter gestalten. Das vorhergehende Modell aus Kapitel 3 wird hier von der rein *passiven* strategischen Unterstützung in ein den Benutzer *aktiv* unterstützendes Modell erweitert. Hierzu hat Bates die verschiedenen Ebenen der *Systemunterstützung* eingeführt. Diese Ebenen werden im nächsten Abschnitt erläutert und anschließend in Kapitel 4.1.1 im Zusammenhang mit den Suchaktivitäten dargestellt.

Im Rahmen des Projektes DAFFODIL sind zusätzliche Konzepte integriert worden. Diese Konzepte *Personalisierung*, *Recommendation*, *Awareness* und *Kollaboration* werden erläutert, da sie gerade die aktive Benutzerunterstützung, d. h. die höheren Ebenen der Systemunterstützung, in DAFFODIL bereitstellen. Abschließend wird der Bezug zwischen allen aufgeführten Modellen hergestellt.

4.1. Systemunterstützung

Die bereits im Abschnitt 3.1.1 beschriebenen Suchaktivitäten stellen eine der Säulen in Bates' Modell dar. Die andere Säule bildet die Ebenen der Systemunterstützung ab.

Als Unterscheidungskriterium der Ebenen hat Bates in diesem Bereich den jeweiligen Anteil der Unterstützung des Benutzers durch das System gewählt. Dabei können vier Ebenen (vgl. Tabelle 4.1) voneinander abgegrenzt werden, beginnend mit der Ebene 0, in der keine Unterstützung seitens des Systems vorhanden ist, bis hin zu der Ebene 4, in der das System kontextabhängig automatisch eigene Aktionen durchführt.

Nachfolgend werden die einzelnen Ebenen genauer beschrieben:

Ebene 0 - Reine Benutzerebene Auf dieser Ebene existiert keinerlei Unterstützung durch das System. Die Kenntnis, Anpassung und Realisation der Suchaktivitäten muss der Benutzer selbst durchführen. Suchaktivitäten werden von

Ebene	Name	Eigenschaft
0	Kein System	Reine Benutzerebene; keine Vorschläge/Aktionen vom System
1	Möglichkeiten auflisten	Vorschläge von Möglichkeiten auf Anfrage; keine Durchführung
2	Aktionen auf Kommando	Kann Aktionen ausführen (passiv!); kein Analysieren der Suche
3	Überwachen, Vorschläge	Überwachen, Analysieren einer Suche, Vorschläge machen - auf Benutzeranfrage - bei Entdecken
4	Automatische Ausführung	Automatisches Ausführen einer Aktion
a		Automatisches Ausführen einer Aktion - Information an den Benutzer
b		- Keine Information

Tabelle 4.1.: Ebenen der Systemunterstützung [Bates 89]

dem System nicht angeboten und diese können auch nicht automatisch ausgeführt werden. Ein Beispiel für fehlende Systemunterstützung ist die Suche in einem nicht-digitalisierten Karteikarten-Katalog einer Bibliothek.

Ebene 1 - Möglichkeiten aufzeigen Das System zeigt auf Verlangen des Benutzers die zur Verfügung stehenden Optionen an. Hinweise oder Ratschläge für ein weiteres Vorgehen, etwa im Fall einer zu großen oder leeren Treffermenge, gehören ebenso zu dieser Ebene wie auch eine ausführliche Hilfe oder Anleitung zur Benutzung des Systems. Ebene 1 beinhaltet nicht notwendigerweise die Möglichkeit, dass das System diese Aktionen auch ausführen kann.

Ebene 2 - Aktionen auf Kommando Aufbauend auf den Ebenen 0 und 1 kann das System auf Ebene 2 Aktionen auf Kommando des Benutzer ausführen. Das System verhält sich aber immer noch passiv, da es nicht die Fähigkeit besitzt, die Suche beziehungsweise einzelne Suchschritte zu verfolgen, auszuwerten oder daraus eigene Vorschläge zu entwickeln. Dabei ist es unerheblich, ob der Anwender diese Aktion selbst ausgewählt hat oder ob sie ihm, wie in der vorherigen Ebene, vom System vorgeschlagen und auf Wunsch ausgeführt wird. Die Komplexität der Suchaktivität ist in dieser Betrachtung nicht eingeschränkt und kann von einem einfachen Move bis hin zu einer komplexen Strategie reichen.

Ebene 3 - Überwachung und Vorschläge Auf der Ebene 3 ist das System in die Lage, durch mehr oder weniger anspruchsvolle Techniken die Suche zu überwachen und zu analysieren, um dem Benutzer gezielt Vorschläge für Aktivitäten

zu unterbreiten. Dabei kann das System Vorschläge nur auf Anfrage des Anwenders anbieten (Ebene 3a) oder, wenn das System ein Problem selbständig erkennt, Vorschläge automatisch anzeigen (Ebene 3b).

Ebene 4 - Automatische Ausführung Auf der Ebene der automatischen Ausführung, als Erweiterung der Ebene 3, führt das System eine Anfrage selbständig und vollautomatisch durch. Dabei kann der Benutzer über die Anfrageprozessierung informiert werden (Ebene 4a) oder nicht (Ebene 4b). Abschließend wird dem Benutzer aber immer das Ergebnis der Prozessierung angezeigt.

4.1.1. Kombination von Suchaktivitäten und Systemunterstützung

Bates fügt nun die Suchaktivitäten und die Systemunterstützung in einer Matrix (Abb. 4.1) zusammen und gibt so ein Modell für die Bereiche der Forschung und Entwicklung von digitalen Bibliotheken oder IR-Systemen vor.

Wie der Abbildung 4.1 zu entnehmen ist, entsprechen die Ebenen der Suchaktivitäten (vgl. 3.1.1) der X-Achse und die im oberen Abschnitt vorgestellten Ebenen der Systemunterstützung der Y-Achse. Im Folgenden wird auf die Elemente der Matrix näher eingegangen, in denen Bates Vorschläge für die Abfolge zukünftiger wissenschaftlicher Forschungsabschnitte unterbreitet.

Systemaktivität \ Systemunterstützung	Basisaktion	Taktik	Stratagem	Strategie
Keine Systemunterstützung	Suchaktivität vom Benutzer ausgeführt			
Anzeige möglicher Aktivitäten	Heutige IR-Systeme	Gebiet der Forschung		Später zu untersuchen
Manuelles Ausführen von Aktionen				
Beobachten und Vorschlagen	Nicht untersuchen			
Ausführen von Aktionen		Später zu untersuchen		
	Experimentelle IR-Systeme			

Abbildung 4.1.: Matrix aus Systemunterstützung und Systemaktivität [Bates 90]

Bei fehlender Systemunterstützung (alle Phasen – Ebene 0) wird jede Aktion vom Benutzer eigenständig geplant und durchgeführt. Dies entspricht leider immer noch dem heutigen Entwicklungsstand im Bereich digitaler Bibliotheken.

Im Bereich der Basisaktionen und der Systemunterstützung der Ebenen 1 & 2 existieren dagegen schon implementierte Funktionen. Diese unterstützen den Benutzer während der Suche durch das Angebot von situationsabhängigen Optionen und Vorschlägen. Als ein Beispiel hierfür läßt sich das Angebot eines Browsers im Bereich des WWW anführen, der bereits zum Teil ausgefüllte Formulare zur Verfügung stellt oder bestimmte Web-Links kontextabhängig erzeugt.

Den großen, mittleren Bereich in Abbildung 4.1, eingebettet zwischen Taktiken und Strategeme in Kombination mit Systemunterstützung der Ebenen 2 bis 3b, schlägt Bates als Kerngebiet der zukünftigen Forschung vor. Genau dieser Bereich definiert das Konzept der strategischen Unterstützung des Benutzers und spiegelt sich in der Hypothese der vorliegenden Arbeit wider.

Das System sollte gemäß dem Modell auf diesen Ebenen der Systemunterstützung in der Lage sein, den Benutzer zu beobachten und darüber hinaus zu überwachen. Diese Überwachung des Benutzer durch das System bietet einige Vorteile in Form strategischer Unterstützung in unterschiedlichen Ausprägungen, abhängig vom Umfang des Systems. Eine Variante dieser strategischen Unterstützung bietet die kontextsensitive Hilfe zum aktuellen Suchproblem an. Wie bereits gezeigt, wird dem Benutzer auf Ebene 1 lediglich die Option angeboten, alle Lösungsmöglichkeiten ohne Bezug auf das aktuelle Problem aufzulisten. Im Gegensatz dazu können auf Ebene 3 konkrete Lösungen für das aktuelle Problem dem Benutzer angezeigt werden, in diesem Fall greift also das Konzept der strategischen Unterstützung.

Strategien, die die höchste Stufe der Suchaktivitäten repräsentieren, werden von keinem bisher bestehendem System auf den höheren Ebenen der Systemunterstützung (Strategien – Ebene 1 bis 4a) betrachtet. Bates spricht sich in [Bates 90] dafür aus, diesen Bereich erst im Anschluss an die abgeschlossene Entwicklung des angesprochenen Kerngebietes (Taktiken und Strategeme – Ebenen 2 bis 3a) zu untersuchen.

In der höchsten Ausprägung der Systemunterstützung, dargestellt durch den Bereich der automatischen Ausführung von Aktionen (alle Phasen – Ebene 4b), existieren experimentelle IR-Systeme, die versuchen, alle Funktionen vollständig automatisch zu bearbeiten. Dies ist laut Bates zwar ein interessanter Forschungsbereich, es sollten aber nach ihrer Meinung zunächst die anderen in der Matrix genannten Gebiete wissenschaftlich genauer untersucht werden.

4.1.2. Zusammenfassung

Bates hat mit dieser Matrix aus Verknüpfung von Suchaktivitäten und Ebenen der Systemunterstützung einen Leitfadens für die Forschung und Entwicklung von digitalen Bibliotheken erarbeitet. Diese Kombination ermöglicht aber zugleich die Mo-

dellierung einer digitalen Bibliothek, da die Auflösung von Funktionen und Diensten in einem hohen Maße differenziert worden ist.

Die Frage hinsichtlich einer adäquaten Umsetzung des Konzeptes der Systemunterstützung ist noch nicht hinlänglich beantwortet worden. Um diese Zielsetzung überhaupt realisieren zu können, bedarf es eines Systems, das zur Sammlung und Auswertung von Informationen über den Benutzer und sein Suchverhalten überhaupt in der Lage ist. Dazu können aus den entsprechenden Bereichen der Forschung unterschiedliche Konzepte ausgewählt werden.

Für die Realisation der höheren Ebenen der Systemunterstützung war es notwendig, eine Integration der Konzepte *Personalisierung*, *Adaptivität*, *Awareness* und *Recommendation* in das bestehende Modell der aktiven Benutzerunterstützung vorzunehmen.

Als eine wesentliche Basiskomponente wird ein umfassendes Benutzermodell benötigt. Es stellt ein Abbild des Benutzers während der Interaktion mit dem System dar und versucht darüberhinaus, den situationsbedingten Kontext zu erfassen. Für die Erfassung dieses Abbildes existieren zwei mögliche Vorgehensweisen. Zum einen können Informationen über den Benutzer explizit durch den Benutzer selbst gegeben werden. Dazu legt er bestimmte Daten und Einstellungen persistent im System ab. Zum anderen werden implizite Informationen durch das vom System beobachtete Nutzerverhalten erfasst.

Zusammengenommen bilden diese Daten die Basis für alle Ebenen der Systemunterstützung, denn nur durch die Kenntnis über den Benutzer und den aktuellen Suchkontext kann das System den Benutzer gezielt strategisch unterstützen.

Neben der Systemunterstützung ist in den Modellen des *Information Seeking* und *-Searching* immer wieder auf die Bedeutung der Kommunikation des Benutzers mit seinem persönlichen Umfeld hingewiesen worden. Um dies ebenfalls in das Modell mit aufzunehmen, wird zusätzlich das Konzept der *Kollaboration* eingeführt. Im Folgenden werden diese Konzepte nun genauer betrachtet.

4.2. Personalisierung

In diesem Abschnitt wird die Personalisierung in digitalen Bibliotheken in den Mittelpunkt des Informationsgewinnungsprozesses gerückt. Der Begriff *Personalisierung* findet vielfache Verwendung in den unterschiedlichsten Disziplinen. Z. B. steht in der Wirtschaft die Kundenbindung im Vordergrund, indem Informationen für die Kunden selektiert und angepasst präsentiert werden.

In der Informationstechnik soll *Personalisierung* im Bereich der digitalen Bibliotheken die Informationsbeschaffung und die eigentliche Information an die Bedürfnisse des Benutzers anpassen. Es ist dabei von enormer Wichtigkeit, von den heutigen passiven Diensten der digitalen Bibliotheken hin zu aktiven Diensten zu migrieren,

um jeden Benutzer umfassend unterstützen zu können. Die Inhalte und Vorschläge einer digitalen Bibliothek müssen proaktiv angeboten und speziell auf den aktuellen Benutzer und seinen Kontext zugeschnitten sein [Callan & Smeaton 03].

In [Neuhold et al. 03] wird eine Klassifizierung für *Personalisierung* in digitalen Bibliotheken vorgestellt, um die Bandbreite an Konzepten und Methoden für digitale Bibliotheken geeignet zu strukturieren. In Abbildung 4.2 wird diese Klassifikation dargestellt.

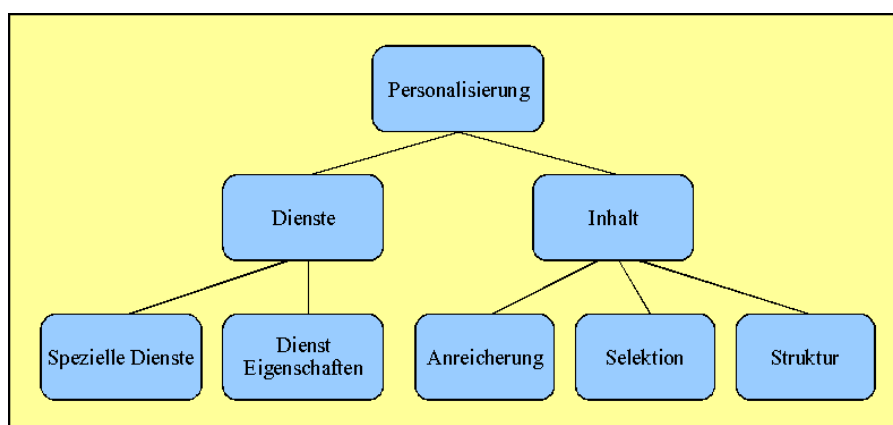


Abbildung 4.2.: Klassifikation von Personalisierungsmethoden [Neuhold et al. 03]

Zunächst differenzieren Neuhold et. al. den Begriff der Personalisierung in *Bibliotheks-Dienste* und *Inhalte* einer Bibliothek.

Die Bibliotheksdienste werden wiederum unterteilt in bereits *personalisierte Dienste* wie individuelle Benachrichtigung oder persönliche Agenten und in *Diensteigenschaften*, zu denen die personalisierte Visualisierung oder die individuelle Dienst-Konfiguration gehört. Für die Diensteigenschaften wird hier der Begriff der *Customization* verwendet.

Die Inhalte einer Bibliothek unterteilen Neuhold et. al. in personalisierte Informationsanreicherung, Informationsselektion und individuelle Strukturierung des Inhalts, die im Folgenden noch näher beschrieben werden:

Informationsanreicherung vervollständigt bestehende Informationen, um individuelle Entscheidungen bezüglich des Inhalts für den Benutzer zu erleichtern. Diese Anreicherungen können aus Experteninformationen, Bewertungen oder Vorschlägen bestehen. Alternativ zum Expertenwissen können auch kollaborative Verfahren zur Anreicherung dienen.

Informationsselektion filtert durch Benutzerpräferenzen oder -kompetenzen Informationen aus den Inhalten heraus.

Inhaltsstrukturierung besteht beispielsweise aus zusätzlichen Zugangspunkten, Guided Tours, Navigation oder Shortcuts.

Grundsätzlich ist es vonnöten, Informationen über den Benutzer explizit abzufragen oder implizit durch die Aktionen des Benutzers zu erfassen. Diese Informationen sollten so reichhaltig und umfassend wie möglich sein. Als Daten werden in der Regel die aktuelle Aufgabe, der Hintergrund, die Geschichte, das Informationsbedürfnis, der Ort und weitere persönliche Informationen zu dem Benutzer abgefragt, wodurch sich nach und nach ein *Profil* des Benutzers, auch *Kontext* genannt, etabliert. Dabei muss selbstverständlich auf Sicherheit und Rechte des Benutzers geachtet werden. Als eine Möglichkeit kann hierzu das *Platform for Privacy Preferences (P3P)* Projekt¹ genutzt werden.

Eine moderne digitale Bibliothek sollte bezüglich beider Bereiche, sowohl der Dienste als auch der Inhalte, Personalisierungsmethoden anbieten, um den Benutzer strategisch zu unterstützen.

Die nachfolgend beschriebenen Konzepte der *Adaptivität*, *Awareness* und *Recommendation* basieren gerade auf der Speicherung und Verwendung von personalisierten Daten über den Benutzer.

4.3. Adaptivität

Adaptivität unterstützt die Personalisierung eines Informationssystems, hier einer digitalen Bibliothek, und ist sozusagen eine notwendige Voraussetzung dazu. Es beschreibt die Anpassung des Systems an den Benutzer, zum einen ausgelöst durch *Initiativen des Benutzers*, auch Anpassbarkeit oder Adaptierbarkeit genannt, und zum anderen durch *Initiative des Systems*.

Ist ein System adaptiv, kann es sich auf heterogene Nutzergruppen anpassen lassen, um die jeweiligen Bedürfnisse zu befriedigen. Ziel des Einsatzes der Adaption ist somit eine verbesserte Übereinstimmung zwischen den Fähigkeiten, Präferenzen und Interessen des Benutzers einerseits und des Systems andererseits zu erreichen, sowie zwischen der Darstellung und der Interaktion. Wird die aktuelle Aufgabe des Benutzers zudem integriert, wandelt sich das System in ein kontext-sensitives System².

In [Oppermann 94] werden drei Funktionen der Adaptivität unterschieden. Die *afferente* Komponente beobachtet das Verhalten von Benutzern und die Veränderung der Systemumgebung und ermittelt so die Indikatoren für eine Adaption. Auf der Basis dieser Informationen wird in einer *inferierenden* Komponente, die über ein Auswertungs- und Schlussfolgerungsverfahren verfügt, über Anpassungen entschieden. Diese Entscheidungen können auf Benutzer-, System- und Aufgabenmodellen basieren. Die *efferente* Komponente realisiert die Schlussfolgerung und führt die eigentliche Anpassung durch.

¹<http://www.w3.org/P3P/>

²<http://www.software-kompetenz.de/?15799>

Geschieht die Adaption vollständig automatisch, wie es auf der Systemunterstützungsebene 4 notwendig ist, sollte aber dennoch beachtet werden, dass eine vollständige Initiative und Ausführung einer Adaption durch das System für den Benutzer inakzeptabel sein kann. Hier empfiehlt sich eine personalisierbare Aufteilung der Initiative zwischen dem System und dem Benutzer [Oppermann 94], indem das System dem Benutzer zwar Vorschläge zur Adaption unterbreitet, aber der Benutzer dennoch aus diesen Vorschlägen auswählen kann und die für ihn als passend erscheinende Alternative bestätigt. Grund dieser Aufteilung ist die kognitive Wahrnehmung der Adaption und die Stärkung des Vertrauens des Benutzers in das System. Dadurch findet eine Entlastung des Benutzers statt, der sich auf die eigentliche Aufgabe konzentrieren kann.

4.4. Recommendation

Dieses Konzept gründet sich in wesentlichen Teilen auf den mit Hilfe der Personalisierung erfassten Daten des Benutzers. Ausgehend von diesen Daten können dem Benutzer nun verschiedene Formen von Vorschlägen unterbreitet werden, die zudem durch adaptive Dienste inferiert werden. Dadurch sind die Benutzer in der Lage, in effizienter Weise beim Durchsuchen großer Datenmenge schnell auf die benötigte Information zu zugreifen. In [Nichols et al. 01] wird eine Definition speziell für den Bereich digitale Bibliotheken vorgenommen. Unabhängig von der Form der Vorschläge besitzen sie dennoch vier gemeinsame Faktoren:

Objekt Das Objekt entspricht dem “Wer oder Was wird vorgeschlagen”. Jedes Objekt weist in der Regel einen Typ auf.

Vorschlagender Beim Vorschlagenden unterscheidet man:

Identität Ist der Vorschlagende bekannt, anonym oder existiert eine Gruppe?

Status Handelt es sich bei dem Vorschlagenden um einen Experten bezüglich des Objektes?

Erfahrung Gibt es einen Beleg bezüglich des Objektes?

Motivation Profitiert der Vorschlagende dadurch und wenn ja, in welcher Art und Weise?

Vorschlag Der eigentliche Vorschlag beinhaltet folgende Elemente:

Polarität Ist der Vorschlag als positiv oder negativ bewertet worden?

Medium Ist der Vorschlag per Email, Webseite, gedruckten Review oder aus einem Gespräch vorgeschlagen worden?

Aggregationen Gibt es verschiedene kombinierte Vorschläge?

Aufrichtigkeit Ist dem Vorschlagenden ein Fehler unterlaufen oder hat er eventuell absichtlich die Unwahrheit gesagt?

Gewicht Ist der Vorschlag vorsichtig, sicher oder einfühlend?

Input-Kosten Welche Kosten entstehen durch den Erwerb des Vorschlages?

Output-Kosten Welche Kosten entstehen für die Erstellung des Vorschlages?

Vorschlagsannahmende Dabei handelt sich um die Person, die den Vorschlag entgegennimmt. Die Frage nach der Identität setzt sich damit auseinander, wer den Vorschlag erhält und aus welchem Grund die Person überhaupt daran interessiert ist.

Im Bereich algorithmischer Recommendation-Verfahren werden grundsätzlich drei Gruppen unterschieden:

Inhaltsorientierte Verfahren nutzen den Inhalt in Form von Metadaten oder Volltexten aus. Hier kommen klassische IR-Methoden zum Einsatz, um Vorschläge zu berechnen. Der Nachteil dieses Verfahrens liegt allerdings in der fehlenden Bewertung der Objekte. *Netzwerkverfahren*, wie das bekannte PageRank von Google, erschließen sich nur dann, wenn bewertbare Relationen zwischen Objekten vorhanden sind. Die Ausnutzung der Verweise bietet dann aber qualitativ hochwertige Vorschläge, etwa in Bereichen des WWWs und wissenschaftlichen Arbeiten (Zitationen, Referenzen). *Kollaborative Verfahren* der Recommendation nutzen, im Gegensatz zu den beiden vorherigen Verfahren, die Benutzer-Objekt-Bewertung aus. Leider liegen für diese Bewertungsart in der Regel nur sehr wenige Daten vor. Alle genannten Verfahren lassen sich auch miteinander kombinieren, wodurch die jeweiligen Schwächen der einzelnen Verfahren ausgeglichen werden können.

Ebenso wie für die Konzepte der Personalisierung und der Adaption die Aussage getroffen worden ist, trägt auch das Konzept der Recommendation dazu bei, das System aktiv für die Informationssuche zu gestalten und damit den Benutzer zu unterstützen.

4.5. Awareness

Einen weiteren wesentlichen Punkt im Konzept der strategischen Unterstützung bildet die *Awareness*, d. h. das natürliche Phänomen der Kenntnis oder des Bewusstseins. Die Awareness wird in [Gutwin 97] nach diesen zwei verschiedenen Begriffen definiert: Awareness im Sinne der Kenntnis bedeutet, dass eine Information im Gedächtnis einer Person verbleibt, während Awareness im Sinne des Bewusstsein impliziert, dass sich jemand einer Information bewusst ist.

Im Zusammenhang mit digitalen Bibliotheken können zwei Konzepte der Awareness umgesetzt werden. Das erste Awarenesskonzept wird durch Benachrichtigungsdien-

ste umgesetzt, in der Literatur werden sie auch als Alerting- oder Notification-Services und Selective Dissemination of Information (SDI) bezeichnet. Einige digitale Bibliotheken und Verlage bieten individuelle Benachrichtigungsdienste an, wie Springer Link Alert³ oder Elsevier Content Direct⁴. Leider bieten die verlagsorientierten Dienste aber nur einen begrenzten Datenbestand an und die Profildaten des Benutzers besitzen außerdem zu wenig Aussagekraft. In [Faensen et al. 01] und [Hinze 98] werden daher einige Nachteile aufgelistet:

- Der Benutzer muss alle für ihn relevanten Datenbestände kennen und sich auch dort registrieren.
- Daraus ergeben sich eine Reihe von unterschiedlichen Schnittstellen, die benutzt werden müssen, sowie viele unterschiedliche Profile.
- Durch den verlagsorientierten Fokus bieten sich keine Synergieeffekte durch Kombination von Diensten.
- Der Benutzer erhält häufig mehrfache Benachrichtigungen für dasselbe Dokument.
- Die Integration in den Arbeitsablauf ist durch die Flut an Benachrichtigungs-E-mails nicht gegeben und stört eher.

Beim zweiten Awarenesskonzept handelt es sich um die Workspace-Awareness, die sowohl auf persönlichen Aktivitäten als auch auf Kollaborationen [Dourish et al. 92] beruht (also Aktivitäten anderer Gruppenmitglieder), um den Benutzer “auf dem Laufenden” zu halten.

Dabei stellt sich die Frage, welche Informationen für den Benutzer von Belang sind. In [Gutwin 97] werden die Fragen *Wie*, *Wann*, *Was*, *Wer* und *Wo* mit Blick auf die Vergangenheit und Gegenwart in Bezug zur Workspace-Awareness gesetzt. Das heißt, je nach verwendetem Dienst gibt es unterschiedliche Informationen, die von Bedeutung sein können. Ein Beispiel für solch eine Information ist etwa die Frage, welcher Kollege welches Dokument zu welchem Zeitpunkt annotiert hat. Die Privatsphäre der einzelnen Benutzer in der Gruppe ist dabei stets zu berücksichtigen.

Um in einer kollaborativen Arbeitsumgebung ständig informiert zu sein, ist es nötig, die wesentlichen Informationen (Aktionen) zu *bestimmen*, *aufzunehmen* und zu *interpretieren*. Diese drei Phasen müssen vom System erfasst und bereitgestellt werden. Hieraus können sich dann entscheidende Vorteile für die Benutzer ergeben:

- Vereinfachte Kommunikation durch den gegebenen Kontext
- Verbesserte Koordination von Arbeitsabläufen

³<http://www.springerlink.com>

⁴<http://www.elsevier.nl>

- Verstärkte Unterstützung durch Diskussionen über ein Objekt in einer Gruppe
- Proaktive Unterstützung beim Grad der Zusammenarbeit, d. h. das System vermittelt welche Form der Zusammenarbeit gerade notwendig oder sinnvoll ist

Durch die Integration beider Awarenesskonzepte in Ergänzung der bereits vorgestellten Konzepte wird für die Modellierung der Systemunterstützung eine breite Basis geschaffen. Die Realisation dieser breit angelegten Konzepte wird im dritten Teil 7 präsentiert und erläutert. Die Berücksichtigung weiterer Konzepte in das bereits bestehende Modell (vgl. 5) ist durch die Flexibilität und Erweiterbarkeit der Architektur gegeben.

4.6. Kollaboration

Kollaboration, oder auch Kooperation, beschreibt die lose Zusammenarbeit beziehungsweise Interaktion einer oder mehrerer Personen [Schlichter et al. 97]. Diese Interaktion erfolgt in der Regel zielgerichtet. Während bei Kooperation eher der Vorteil durch die Aufteilung der Aufgabe gewonnen wird, wird bei Kollaboration ein Ziel erreicht, das nicht durch die Individuen alleine erreicht werden könnte⁵. Besitzen die einzelnen Individuen eigene Rollen innerhalb der Interaktion, kann auch von einem “kollaborativen Workflow” gesprochen werden.

Kollaborative Funktionen werden in der Regel in Form von Mehrbenutzer-Werkzeugen realisiert, die nach unterschiedlichen Dimensionen kategorisiert werden. In der Literatur findet man dazu die *Raum-/Zeit-Matrix* [Johansen 88], das *Co-Triangle* [Teufel et al. 95] und *anwendungsorientierte Funktionsklassen* nach [Ellis et al. 91]. Als Beispiel sei hier die Raum-/Zeit-Matrix, siehe Abbildung 4.3, genannt.

Aus den Dimensionen Ort und Zeit ergibt sich eine Matrix, die Interaktion beschreibt: Bei gleichem Ort und gleicher Zeit findet z. B. ein Gespräch oder Vortrag statt. Ein Telefongespräch beschreibt die gleiche Zeit, aber findet an verschiedenen Orten statt. Diskussionsforen können als ein Beispiel für Interaktion an verschiedenen Orten zu verschiedenen Zeiten angesehen werden.

Mit den Erläuterungen zu dem Konzept der Kollaboration werden die Ausführungen zu den Modellerweiterungen für die aktive Benutzerunterstützung beendet. Im weiteren Verlauf der Arbeit werden nun die grundlegenden Erkenntnisse aus dem theoretischen Teil in einem Modell zusammengeführt, das es im praktisch orientierten Teil umzusetzen gilt.

⁵<http://en.wikipedia.org/wiki/Collaboration>

	Gleiche Zeit	Unterschiedliche Zeiten
Unterschiedliche Orte	<ul style="list-style-type: none"> • Telefongespräch • Videokonferenz • Chat 	<ul style="list-style-type: none"> • Email • Diskussionsforum • Versions-Kontroll-Programme (CVS)
Gleicher Ort	<ul style="list-style-type: none"> • Seminarvortrag an der Universität • Diskussion an der Tafel 	<ul style="list-style-type: none"> • Pinnwand

Abbildung 4.3.: Raum-/Zeit-Matrix nach [Johansen 88]

4.7. Zusammenfassung

In diesem Abschnitt sind die wesentlichen Modellerweiterungen erläutert worden, die das Konzept der strategischen Unterstützung in ein *aktives* Modell wandelt. Die Grundlage bildet der zweite Bestandteil der Bates-Matrix, die Ebenen der *Systemunterstützung*. Die Systemunterstützung wird realisiert durch die Beobachtung des Benutzers durch die vorgestellten Konzepte *Personalisierung*, *Adaptivität*, *Recommendation* und *Awareness*. Um auch die persönliche Kommunikation der Benutzer untereinander zu ermöglichen, ist zusätzlich das Konzept der *Kollaboration* eingeführt worden.

Im nun folgenden Kapitel 5 werden alle vorgestellten Modelle und Konzepte in einem Modell integriert. Es dient anschließend der Umsetzung und Implementation der strategischen Unterstützung des Benutzers in einem Programm.

5. Modell zur strategischen Unterstützung

Bisher sind verschiedene Sichtweisen auf den ISP in Form der vorgestellten Modelle angenommen worden. Im Bereich des *Information Seeking Behavior* haben die Modelle von Wilson, Ellis, Kulthau und mit einer speziellen Variante Weibel/Miller die Beobachtung des Benutzers gemeinsam, dessen Verhalten sie in Phasenmodellen beschreiben und letztlich konkretisieren. Hervorzuheben ist hier die zentrale Position, die der Benutzer in all diesen Modellen einnimmt. Obwohl sich diese Modelle auf einer, aus Sicht der praktischen Informatik, generellen Ebene bewegen und somit als sogenannte Metamodelle bezeichnet werden können, haben sie doch die Forschung zum Thema ISP und die dazu notwendigen Applikationen entscheidend beeinflusst. Trotzdem bieten diese Modelle keine ausreichende Orientierung für eine Konkretisierung eines einsatzbereiten Systems, in dem Bereich der digitalen Bibliotheken.

Die erläuterten Modelle von Belkin, Ingwersen und Saracevic stellen im Bereich des *Information Searching* ebenfalls den Benutzer in den Mittelpunkt ihrer Untersuchungen, sie konzentrieren sich dabei aber auf die Interaktion des Benutzers mit einem IR-System. Auch hier besteht die Problematik der fehlenden beziehungsweise nicht ausreichenden Implementierbarkeit, die letztlich dem Benutzer digitaler Bibliotheken entscheidende Vorteile versprechen würde.

Dennoch ist ihre Bedeutung und ihr Einfluss auf die Entwicklung der wissenschaftlichen Forschung, besonders im Bereich des Information Retrieval ohne Einschränkung gegeben.

Gleiches gilt für die Arbeiten von Marcia Bates, die, im Gegensatz zu den Modellen des *Information Seeking Behavior* und des *Information Searching*, keine top-down-Vorgehensweise aufweisen. Bates' Modell weist eine bottom-up-Abfolge auf, d. h. ausgehend von der Beobachtung einer Vielzahl von Bibliotheksbenutzern bei ihrer Suche hat sie durch Analyse der Beobachtungsergebnisse einzelne, sehr differenzierte Suchaktivitäten in Form von Taktiken und Strategemen abgeleitet. Diese sind anschließend in Zusammenhang mit dem Konzept der Systemunterstützung in der Bates-Matrix klassifiziert worden. Das Modell, definiert durch diese Matrix, schafft die Grundlage für die tatsächliche Implementierung der passiven Unterstützung des Benutzers in einer digitaler Bibliothek.

Durch die Erweiterung um die Konzepte *Personalisierung*, *Awareness*, *Adaptivität*, *Recommendation* und *Kollaboration* wird die aktive Unterstützung etabliert. Basie-

rend auf einem *Benutzer-Modell* und dem sich daraus ergebenden Aufgabenkontext realisiert das System strategische Entscheidungshilfen und sucht selbständig nach neuen Informationen beziehungsweise bietet dem Benutzer die aktuellsten Informationen an.

Bündelt man nun alle hier präsentierten Modelle und die darin enthaltenen Vorstellungen und Ideen in einem eigenständigen und implementierbaren Modell, so erhält man schließlich das Modell (Abbildung 5.1) zur strategischen Unterstützung des Benutzers im ISP, welches im Folgenden erläutert werden soll.

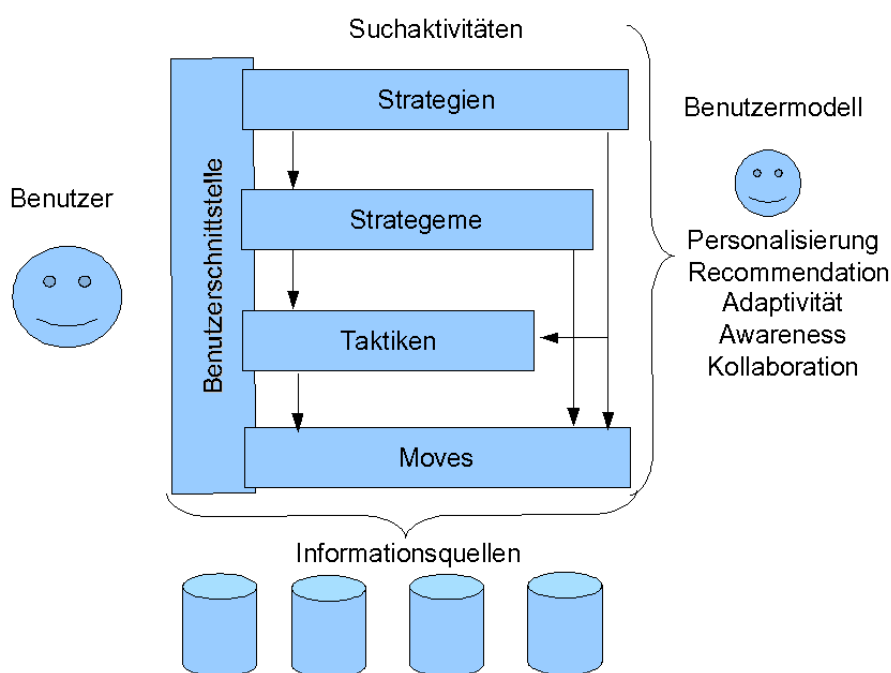


Abbildung 5.1.: Grundlegende DAFFODIL-Modellierung

Das Modell setzt die Bates-Matrix relativ direkt in einer mehrschichtigen Modellierung um. Der **Benutzer** (links im Bild) interagiert mit dem System über eine *Benutzerschnittstelle*. Diese Benutzerschnittstelle stellt dem Benutzer die **Suchaktivitäten** aller Ebenen – Moves, Taktiken, Strategeme und Strategien – zur Verfügung.

Innerhalb der einzelnen Ebenen finden sich alle Suchaktivitäten in Form der Taktiken – Monitoring-, Term-, Search Formulation-, Filestructure- und Idea-Taktiken – sowie Strategeme und Strategien wieder. Diese müssen als Funktionen in einem realen System umgesetzt werden und sollten aufeinander aufbauen, wie in Kapitel 3.1.1 beschrieben. Auf unterster Ebene befinden sich die **Informationsquellen**, auf die man Zugriff erhält durch alle darüber liegenden Ebenen und durch die Benutzerschnittstelle.

Zur aktiven Gestaltung des System und damit zur Systemunterstützung kommen

verschiedene Konzepte zum Einsatz, die auf dem Benutzermodell gründen. Das gesamte Wissen über den Benutzer wird hier, wie im rechten Bildteil dargestellt, verwendet für eine möglichst effektive und effiziente Informationssuche des Benutzers.

Als Ergebnis aller integrierten Komponenten erhalten wir nun ein umfassendes und implementierbares Modell zur strategischen Unterstützung des Benutzers im ISP. Dabei ist hervorzuheben, dass das vorliegende Modell sowohl die Verhaltensweisen, der *information seeking behavior* Modellen nach Wilson, Ellis und Kuhlthau umfasst, als auch die Interaktionsfaktoren aus den Modellen von Ingwersen, Belkin und Saracevic abbildet.

In letzter Konsequenz kann somit durch das Modell zur strategischen Unterstützung und schließlich durch das danach implementierte DAFFODIL-System jedes der Modelle abgebildet und somit verifiziert und evaluiert werden.

5.1. Zusammenfassung

In diesem Abschnitt ist das Modell zur strategischen Unterstützung des Benutzers vorgestellt worden und wird im weiteren Verlauf als DAFFODIL-Modell bezeichnet. Bezugnehmend auf die Hypothese dieser Arbeit ist das Konzept der strategischen Unterstützung ausgehend vom allgemeinen menschlichen Suchverhalten bei der Informationssuche bis hin zu speziellen Taktiken und Strategien erfasst und beschrieben worden. Die zitierten Modelle sind in einem Gesamtzusammenhang gestellt und integriert worden. Durch die aktive Systemunterstützung ist eine zusätzliche Komponente eingeführt worden.

Im nächsten Teil dieser Arbeit wird die praktische Implementierung, basierend auf dem hier vorgestellten DAFFODIL-Modell, erläutert. Dabei werden die passiven und aktiven Konzepte in eine Mehrschichten-Architektur umgesetzt. Anhand dieser Architektur werden die einzelnen Systemkomponenten vorgestellt und deren Implementation erläutert. Abschließend wird das umgesetzte DAFFODIL-System im Hinblick auf die Hypothese der Arbeit evaluiert.

5.1. ZUSAMMENFASSUNG

Teil III.

Das System DAFFODIL

6. Architektur: Basis

Im Rahmen des V3D2-Schwerpunktprogramms wurde das DAFFODIL-Projekt durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft gefördert, dessen Grundlage das im Teil 2 vorgestellte DAFFODIL-Modell bildet. Für die Implementierung des DAFFODIL-Modells zur strategischen Unterstützung des Benutzers musste zunächst eine System-Architektur entwickelt werden, die direkt aus dem Modell übersetzt wurde und Abbildung 6.1 zu entnehmen ist.

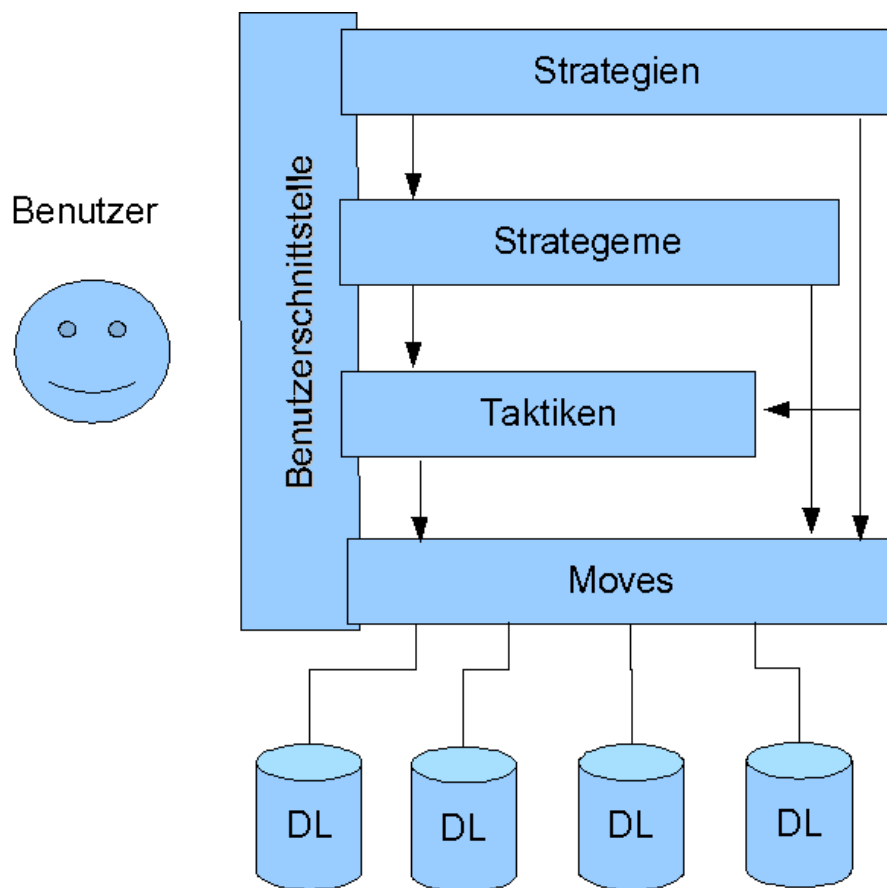


Abbildung 6.1.: Grundlegende DAFFODIL-Architektur

Die Architektur besteht aus drei wesentlichen Komponenten, der *Benutzerschnittstelle*, dem mittleren Bereich der *Dienste* – Move, Taktik, Strategeme und Strategie – und dem Bereich der *Wrapper*, die die Datenquellen in das System integrieren.

Flexibilität, Erweiterbarkeit und Integrativität sind Grundvoraussetzungen, die eine System-Architektur besitzen sollte. Zudem sollte die Implementierung als verteiltes System durchgeführt werden, da es sich im Bereich der digitalen Bibliotheken um eine heterogene, örtlich verteilte Struktur handelt. Folgende Vorteile ergeben sich durch den Einsatz eines verteiltes System:

- Dienste treten in Konkurrenz zueinander, wodurch der Benutzer jeweils den qualitativ hochwertigsten Dienst zur Verfügung gestellt bekommt.
- Parallel ablaufende Dienste ermöglichen kürzere Antwortzeiten.
- Eigenständige Dienste erhöhen durch Replikation und Lastverteilung die Effizienz des Systems.
- Dienste sind von Natur aus dynamisch und unterliegen einer Entwicklung. Durch den Einsatz eines verteilten Systems ist die Wartung und Pflege eines einzelnen Dienstes einfacher durchführbar.
- Die Kombination und Integration neuer Dienste wird erleichtert.

Während Informationssysteme in der Vergangenheit meist monolithische Systemstrukturen aufgewiesen haben, setzen sich heute immer mehr agentenbasierte beziehungsweise service-orientierte Architekturen durch (siehe z. B. [Wooldridge & Jennings 95], [Weiss 99], [Huhns & Singh 98b]). Beispiele für agentenbasierte Systeme im Umfeld von digitalen Bibliotheken finden sich in [Birmingham 95] und im Projekt des Stanford InfoBus [Baldonado et al. 97]. Als weitere Einsatzgebiete für Software-Agenten sind z. B. persönliche Assistenten [Lieberman 95], Mediatore [Arens et al. 96], Suchbots, oder Filterung [Moukas & Maes 98] zu nennen.

Für das Projekt DAFFODIL sind insbesondere die *Kontrollstruktur*, die *Kommunikationssprache* und die *Adaptivität* von Agenten wesentliche Aspekte. Mit Agentensystemen können sehr flexibel unterschiedliche Kontrollstrukturen realisiert werden – von einer starren Hierarchie bis hin zu einer völlig demokratischen Organisation. Die Gliederung der Suchfunktionalität in Abstraktionsebenen legt im vorliegenden Fall eine Mehrebenen-Architektur nahe, wie sie z. B. im System Interrap [Müller et al. 95] verwendet worden ist.

Die oben genannten Gründe und Vorteile haben so zu einer agentenbasierte Architektur für DAFFODIL geführt. Diese daraus resultierenden Software-Agenten besitzen eine Reihe von Basiseigenschaften, die für Applikationen aus den Bereichen des Information Retrieval und digitaler Bibliotheken von Interesse sind (siehe [Wundergem et al. 97]):

Autonomie Ein Agent ist als ein unabhängiger Prozess zu verstehen und ist daher in der Lage, sein eigenes Ziel zu verfolgen.

Intelligenz Ein Agent ist befähigt, Wissen zu sammeln, zu bearbeiten und daraus Schlüsse zu ziehen.

Reaktivität und Proaktivität Ein Agent verfolgt seine eigenen Ziele und reagiert auf Ereignisse und kann seinerseits asynchrone Ereignisse initiieren. Er besitzt eine explizite Repräsentation der eigenen Ziele, Aufgaben, Prioritäten und Pläne und kann so das eigene Verhalten signifikant der jeweiligen Situation anpassen. Ausgelöst durch festgelegte Ereignisse ergreift der Agent selbstständig die Initiative.

Adaptivität Ein Agent kann sein Verhalten an die aktuelle Situation und Applikation adaptieren, um so sein Ziel effektiver und effizienter zu verfolgen (siehe [Sen & Weiss 99]).

Kommunikation Agenten treten durch eine Punkt-zu-Punkt Kommunikation untereinander in Verbindung.

Weitere typische Eigenschaften (siehe [Brenner et al. 98], [Kessler & Griss 02] und Andere), die einen Software-Agenten charakterisieren, lauten:

Verhandlung Autonomie als natürliche Eigenschaft von Agenten bedingt für den Zugriff auf verfügbare Quellen die Verhandlung miteinander. Dieser Prozess besteht in der Regel aus einer sich aus verschiedenen Nachrichten zusammensetzenden Kommunikationssequenz, bestimmt durch ein vorgegebenes Protokoll.

Delegation Ein Agent führt eine ihm zugewiesene Aufgabe aus, zu der er entweder durch den Benutzer oder durch einen anderen Agenten ermächtigt worden ist.

Mobilität Ein Agent kann stationär (statisch) oder mobil sein. Im mobilen Fall kann ein Agent eine Standortveränderung mit Hilfe des Netzwerkes vornehmen und damit auf anderen Rechnern weiteragieren. Stationäre Agenten dagegen sind auf einen Standort fixiert und kommunizieren nachrichtenorientiert über ein Netzwerk.

Alle genannten Agenteneigenschaften erlauben die Entwicklung von hochkomplexen Systemen auf Basis einfacher Dienste. Anhand der speziellen Eigenschaften von Agenten und der aufgeführten Vorteile durch Einsatz von Agenten ist die Entscheidung für ein Multi-Agenten-System leicht gefallen.

6.1. Multi-Agenten-System

Für das gesamte DAFFODIL-Projekt besaß die Auswahl des Multi-Agenten-Systems (MAS) entscheidende Bedeutung. Zur Realisierung agentenbasierter Systeme existierten zum Zeitpunkt des Projektstarts eine ganze Reihe von Frameworks (siehe

z. B. die Übersicht in [Huhns & Singh 98a]), die eine Rahmenarchitektur mit der wesentlichen Grundfunktionalität bereitstellen. Agentenbasierte Informationssysteme werden häufig zur Informationssuche im WWW eingesetzt. Nicht-kooperative, im Sinne von nicht mit anderen Agenten kommunizierende Agenten werden unter anderem als Shopbots, Searchbots (z. B. Savvysearch¹ oder Metacrawler²), persönliche Assistenten (z. B. Letizia [Lieberman 95]) oder Mediatoren (z. B. SIMS [Arens et al. 96]) verwendet.

In DAFFODIL sollten alle diese Funktionen in Form von *kooperativen* Agenten realisiert werden. Als ein Beispiel für ein kooperatives Agentensystem ist InfoSleuth [Wolck et al. 95] zu nennen. Es unterstützt die parallele Informationssuche in Datenbanken und dem WWW. Dem System liegt eine Mehrebenen-Architektur zugrunde, wobei grob zwischen Nutzeragenten, verschiedenen Vermittlungsagenten und Wrappern für die einzelnen Datenbanken (hier als *Ressource Agent* bezeichnet) unterschieden werden kann. Anfragen werden allerdings nur in Form von typischen Datenbankanfragen bearbeitet. In eine ähnliche Richtung zielt das in [Chawathe et al. 94] beschriebene System TSIMMIS.

Für anspruchsvollere Informationsbedürfnisse ist das System RETSINA [Sycara et al. 99] konzipiert. Hier sind domain-spezifische Task-Agenten implementiert, die auch untereinander kooperieren können. Sogenannte Matchmaker übernehmen die Auswahl der für einen Task relevanten Info-Agenten, die wiederum Wrapper für Datenbanken darstellen. RETSINA verfügt außerdem über eine gut ausgebaute Planungskomponente, die mit Hilfe einer Plan-Bibliothek versucht, einen Ausführungsplan für das konkrete Informationsbedürfnis aufzustellen. RETSINA ist allerdings in erster Linie eine allgemeine Software-Architektur und keine umgesetzte Applikation.

Zur Spezifikation des DAFFODIL-MAS wurde eine Analyse durchgeführt, die zu einem konkreten Anforderungsprofil führte.

6.1.1. Anforderungsprofil

Folgende Anforderungen werden an das MAS von DAFFODIL gestellt:

Programmiersprache Java Durch den Einsatz der Programmiersprache Java soll Plattformunabhängigkeit und eine objektorientierte Programmierung der Agenten erreicht werden.

Plattformunabhängige Netzwerkkommunikation Die plattformunabhängige und für den Programmierer transparente Netzwerkkommunikation zwischen den Agenten ermöglicht die Lauffähigkeit der zu entwickelnden Dienste in Bezug

¹<http://www.savvysearch.com>

²<http://www.metacrawler.com>

auf das Betriebssystem und den Ausführungsort. Zur Vermeidung von Engpässen ist ein Nachrichtenaustausch über *Peer-to-Peer*-Kommunikation zu realisieren. Aus Gründen der Wartbarkeit soll der Programmierer eines Dienstes zur Implementierung eines Agenten keine spezifischen Details über die Netzwerkkommunikation benötigen. Zudem soll er keine große Einarbeitungszeit benötigen, um neue Dienste in das MAS zu integrieren.

Kommunikation via XML Als Format zum Nachrichtenaustausch zwischen den einzelnen Diensten bietet sich der XML-Standard³ an. XML stellt ein textbasiertes Datenformat dar und ist zudem plattformunabhängig. XML ist durch verschiedenste, frei zugängliche Java-Bibliotheken leicht handhabbar und die Datentypbeschreibung lässt sich einfach erweitern.

Parallele Bearbeitung Aus Gründen der Effizienz muss die parallele Bearbeitung mehrerer Anfragen durch jeden einzelnen Agenten möglich sein. Dies spielt besonders im Zusammenhang mit digitalen Bibliotheken im Internet eine Rolle, da im WWW lange Wartezeiten durch Anfragen entstehen können. Diese würden sich bei sequentieller Bearbeitung von Anfragen für den Anwender akkumulieren und führen so zu nicht akzeptablen Antwortzeiten. Desweiteren besteht die Notwendigkeit des Mehrnutzerbetriebes, d. h. es sollen möglichst viele Anwender parallel mit DAFFODIL arbeiten können.

Skalierbarkeit Zum Anforderungsprofil des Agentensystems ist zudem die Skalierbarkeit zu zählen. Dies erfordert die eigenständige Anpassung des Systems an die Erhöhung der Nutzeranzahl und die damit einhergehende Erhöhung der Anfragemenge. Gleichzeitig muss das entsprechende Verhältnis zwischen Übertragungsgeschwindigkeit und Nachrichtengröße Berücksichtigung finden.

Quality of Service Eine weitere Anforderung, die ein MAS erfüllen soll, umfasst das Angebot verschiedener interner Dienste, die für eine zentrale Administration nötig sind, etwa zum Starten, Stoppen und Überwachen von Agenten.

Die oben genannten Anforderungen stellen die Basis des MAS dar, mit der die Dienste entwickelt werden sollen. Zusätzliche Anforderungen bereichern das MAS um wesentliche Eigenschaften:

Anbindung externer Agenten über HTTP Für die Gewährleistung einer Anbindung der grafischen Benutzeroberfläche (ausgehend von dem Rechner des Benutzers) an das DAFFODIL-System ist eine externe Kommunikationskomponente notwendig. Dabei ist als ein grundsätzliches Problem die Anbindung über Firewalls und Proxyrechner anzuführen, die zwar aus Sicherheitsgründen sinnvoll erscheinen, dennoch die Kommunikationsmöglichkeiten beschränken.

³<http://www.w3c.org>

Integration adaptiver und proaktiver Dienste Basierend auf dem Konzept der *Sensorik* soll eine effiziente Möglichkeit zum dynamischen Einbinden von neuen Agenten in das laufende System geschaffen werden. Damit werden die Voraussetzungen geschaffen, um adaptive oder proaktive Agenten in DAFFODIL zu integrieren, ohne eine Veränderung anderer Agenten vornehmen zu müssen.

6.1.2. Auswahl eines Multi-Agenten-Systems

Zum Zeitpunkt der Auswahl des MAS existierten zwei untereinander kompatible Standards für MAS. Zum einen handelte es sich dabei um das “The Object Management Group’s Mobile Agent System Interoperability Facility”⁴ und zum anderen um die Spezifikation für “Foundation for Intelligent Physical Agents” (FIPA)⁵.

Die “Object Management Group” (OMG) ist 1989 von elf Firmen als Non-Profit-Kooperation gegründet worden mit dem Ziel, einen standardisierten Markt für komponenten-basierte Software aufzubauen. Einen der bekanntesten entwickelten Standards der OMG stellt CORBA⁶ dar. Für mobile Agentensysteme ist der Standard “Mobile Agent System Interoperability Facility” (MASIF) vorgeschlagen worden.

FIPA, gegründet 1996 von Firmen und Universitäten, ist ebenfalls eine Non-Profit-Gruppe, die einen Standard für heterogene und interaktive Agenten und agentenbasierte Systeme vorgeschlagen hat. Der aktuelle Stand ist FIPA 2000 und beschreibt und definiert im wesentlichen Agenten, Agenten-Management-Systeme und Dienste für den Nachrichtentransport.

Die folgenden drei MAS, die in verschiedenen Ausprägungen als FIPA-kompatible gelten, standen in einer nutzbaren Version zum Vergleich mit den Auswahlkriterien zur Verfügung:

JADE (*Java Agent Development Framework*) ist ein vollständig in Java implementiertes Open-Source Projekt⁷ (siehe [Bellifemine et al. 99]). Die Plattform besteht aus sogenannten **Containern**, in denen die Agenten agieren. Die darin enthaltenen Agenten kommunizieren via **Remote Message Invocation** (RMI) miteinander und können dabei über mehrere Rechner verteilt sein. Eine weitere wesentliche Eigenschaft kann in der Mobilität dieser Agenten gesehen werden, die über Rechengrenzen hinweg in andere Container wandern und vervielfältigt werden können. Eine Reihe von vorgefertigten Agentenklassen erleichtern die Entwicklung von Agenten.

Der wesentliche Nachteil von JADE besteht darin, dass jedem Agenten nur

⁴<http://www.omg.org>

⁵<http://www.fipa.org>

⁶Common Object Request Broker Architecture, siehe <http://www.omg.org>

⁷<http://jade.tilab.com/>

ein einziger Betriebssystem-Thread zur Verfügung steht und über ein Round-Robin-Scheduling kooperatives Multi-Tasking erzeugt wird. Dadurch ist echte Parallelität zur effizienten Bearbeitung von Aufgaben nicht möglich. Ansätze wie Proaktivität und Adaptivität sind ebenfalls nicht vorgesehen.

FIPA-OS ist ebenfalls ein Open-Source Projekt⁸, das sich sehr stark im Aufbau und in der Kommunikation an die FIPA Spezifikationen anlehnt (siehe [Nortel Networks Cooperation 02]). Trotz ähnlichen Aufbaus wie JADE handelt es sich hier um kein mobiles Agentensystem. Der sogenannte "AgentLoader" stellt hier den Agenten-Container dar und die Kommunikation findet ebenfalls über RMI statt. Im Gegensatz zu JADE besteht hier die Möglichkeit, echte parallele Betriebssystem-Threads zu implementieren.

ZEUS wurde als ein Open-Source Agentensystem⁹ von den British Telecom Laboratories ebenfalls in Java entwickelt (siehe [Nwana et al. 00]). Es besteht aus einer Reihe von Werkzeugen, um ein kooperatives MAS zu erstellen. Über eine grafische Oberfläche kann der Anwender Ontologien, Agenten, Aufgaben, Fakten, Kooperation etc. definieren und anschließend erzeugt ein Code-Generator die entsprechenden Java-Klassen. Da ZEUS speziell für planende und kooperative Anwendungsfälle konzipiert worden ist, ist ein Einsatz im Rahmen des DAFFODIL-Projektes nicht möglich.

Durch den Vergleich des Anforderungsprofils mit den hier vorgestellten Multi-Agenten-Umgebungen, die zum Zeitpunkt des Projektes als sinnvoll erschienen, kann festgehalten werden, dass kein MAS alle Anforderungen und Eigenschaften vollständig erfüllte. In allen Fällen wäre ein Eingriff in den jeweiligen Quellcode des Frameworks notwendig geworden, daraus resultierende Seiteneffekte hätten zu nicht vorhersehbaren Problemen geführt. Ein weiteres wesentliches Problem stellte die Ausrichtung auf Effizienz und Parallelität dar, denn keine der Umgebungen war daraufhin optimiert. Die zur Systemunterstützung notwendigen Konzepte Proaktivität und Adaptivität wurden von keiner der Umgebungen betrachtet und damit auch nicht unterstützt.

Aus diesen Gründen wurde im Rahmen von DAFFODIL ein eigenes MAS erstellt. Als Basis dient eine am Lehrstuhl 6 der Universität Dortmund entwickelte Agentenbibliothek, die für die notwendigen Anforderungen optimiert und ergänzt wurde.

6.1.3. Das Multi-Agenten-System für DAFFODIL

Aufgrund des oben genannten Anforderungsprofils und der Analyse der untersuchten Agentensysteme wurde die Entscheidung getroffen, ein eigenes Agentensystem

⁸<http://fipa-os.sourceforge.net>

⁹<http://www.btexact.bt.com/technologies/trials?doc=42926>

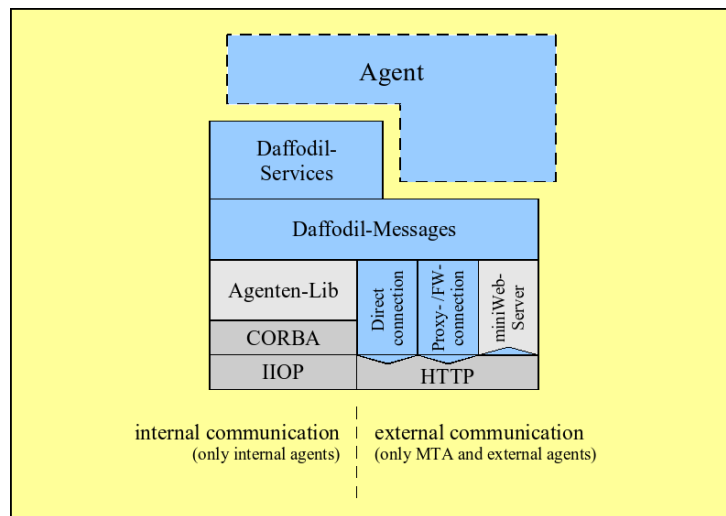


Abbildung 6.2.: MAS: Vertikale Schichten-Architektur

zu modellieren, zu implementieren und zu evaluieren. Dabei sollte es alle nötigen Anforderungen und Eigenschaften umfassen.

Dieses neu entwickelte Framework des MAS besteht aus einer vertikalen (siehe Abbildung 6.2) und einer horizontalen Schicht (siehe Abbildung 6.4). In der vertikalen Schicht wird der Aufbau eines Agenten bezüglich der Kommunikation bis hin zum Netzwerk-Protokoll beschrieben, während in der horizontalen die Kommunikation unter den Agenten erläutert wird.

Vertikale Schicht

Die vertikale Schicht lässt sich in drei Ebenen aufteilen. Die untere Ebene (grau unterlegt) ermöglicht die Netzwerkkommunikation der einzelnen Agenten miteinander. Sie kann in interne und externe Netzwerkkommunikation untergliedert werden. Die interne Kommunikation basiert auf einer CORBA-Agentenbibliothek. Diese ist an der Universität Dortmund (siehe [Altenschmidt 00]) entwickelt worden. Die externe Kommunikation stützt sich auf ein eigenes Java-Webserver-Modul. In der darüberliegenden Ebene befinden sich die DAFFODIL-spezifischen Komponenten, bestehend aus einem Dienst zur Nachrichtenbehandlung und diverser anderer Dienste.

Interne Netzwerkkommunikation Die interne Kommunikation basiert auf der oben genannten CORBA-Agentenbibliothek. Bei CORBA handelt es sich um eine offene, unabhängige Spezifikation für eine Architektur und Infrastruktur, die die Zusammenarbeit von Applikationen über Netzwerke ermöglicht. Als Alternativen zu CORBA wären die Benutzung von Sockets (als Low-Level Schnittstelle) oder

Remote-Method-Invocation möglich. Diese bieten aber keine weiteren übergeordneten Dienste an und sind aufgrund fehlender Java-Bibliotheken unflexibler in der Implementierung als CORBA.

Für die Kommunikation über CORBA wird ein *Nameserver* benötigt, bei dem sich jeder Agent anmelden muss. Durch die Anmeldung erhält er eine eindeutige Identifikation. Kommuniziert nun ein Agent mit einem anderen Agenten, wird zuerst über den Nameserver die Identifikation ermittelt, die dann als Adresse für die Peer-to-Peer Verbindung zwischen den beiden Agenten genutzt wird. Über spezielle CORBA-Objekte werden dann die Nachrichten von einem Agenten zum anderen versendet. Als zugrundeliegender CORBA-Implementierung wird eine Java Bibliothek namens JACORB¹⁰ verwendet.

Externe Netzwerkkommunikation Die Nutzer von DAFFODIL befinden sich in der Regel nicht im gleichen Netzwerk wie das MAS, sind also oftmals über Firewalls oder Web-Proxy-Rechner an das Internet angeschlossen. Deshalb ist für diese Art der Kommunikation eine Vorgehensweise zu wählen, die Firewalls passieren oder Web-Proxies behandeln kann.

Durch den weitverbreiteten WWW-Zugang zum Internet kann eine HTTP-Verbindung eingesetzt werden. Diese wird durch eine Mini-Webserver-Komponente zur Verfügung gestellt. So kann die externe Netzwerkkommunikation für alle Klienten, die Zugriff auf DAFFODIL-Dienste außerhalb des Netzwerks haben möchten, gewährleistet werden.

Allerdings liegt ein wesentliches Problem der HTTP-Verbindungen in der Terminierung der Verbindung durch die üblichen Web-Proxy-Rechner. Nach einer bestimmten Zeit, je nach Konfiguration, wird eine durch den Klienten initiierte Verbindung beendet.

Bei komplexen Anfragen an das DAFFODIL-System kann es, bedingt durch die Eigenschaften der unterliegenden WWW-Dienste, teilweise zu langen Antwortzeiten kommen. Deshalb hält ein spezieller Agent, der Message-Transfer-Agent (MTA), eine von einem Client geöffnete Verbindung offen, indem er in Intervallen von 40 Sekunden Ping-Nachrichten versendet. In Abbildung 6.3 ist diese Konfiguration dargestellt.

Ein externer Agent, z. B. auch das DAFFODIL-Benutzerinterface, hat so über einen beliebigen Proxy-Server Zugriff auf DAFFODIL-Dienste durch den MTA, der die vom externen Agenten initiierte Verbindung aufrecht erhält.

Nachrichten Die externe und interne Kommunikation zwischen den Agenten wird durch die DAFFODIL-Nachrichten-Ebene gekapselt. Die Konversation zwischen zwei Agenten ist durch Protokolle definiert, in DAFFODIL handelt es sich dabei um ei-

¹⁰<http://www.jacorb.org/>

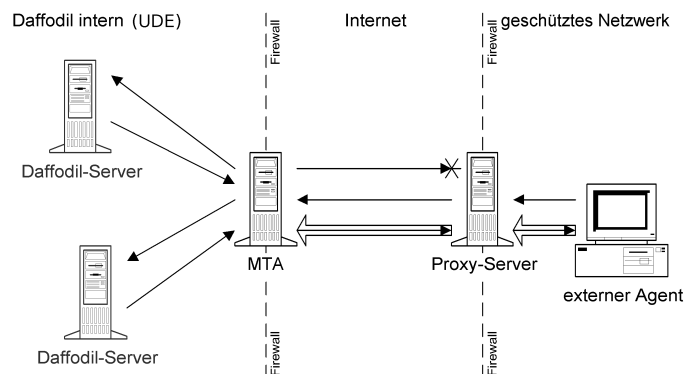


Abbildung 6.3.: Kommunikation zwischen externem Agent mit DAFFODIL via MTA

ne standardisierte Abfolge von Nachrichten. Die Versendung von Nachrichten wird mittels einer `send`-Methode zwischen einem oder mehreren Agenten implementiert. Der Aufbau einer Nachricht besteht aus folgenden Parameter:

Performative geben den Nachrichtentyp an. Sie basieren auf KQML [Finin et al. 94] und dienen dazu, bestimmte Protokolle einzuhalten.

Sender gibt den Absender der Nachricht an.

Empfänger gibt den oder die Empfänger der Nachricht an.

Anfrage-Identifikation ist eine eindeutige Identifikationsnummer, die vom Sender erzeugt oder übernommen wird.

Inhalt enthält die eigentliche Nachricht im XML-Format. Die in DAFFODIL vorkommenden Nachrichten sind im DAFFODIL-Wiki¹¹, dokumentiert.

Auf der Empfängerseite wird eine eingehende Nachricht direkt über die `receive`-Methode an einen neuen oder schon bestehenden Prozess weitergeleitet, der die eigentliche Nachrichtenverarbeitung übernimmt.

Horizontale Schicht

Die horizontale Schicht beschreibt die Kommunikation der Agenten untereinander. DAFFODIL-intern werden die verschiedenen Dienste (siehe Kapitel 8) durch unterschiedliche Agenten zur Verfügung gestellt. Dabei kann auf einem Rechner auch mehr als ein Agent gestartet werden. Der *CORBA-Nameservice* (siehe oben) sorgt hierbei für die notwendige Namensauflösung. Hinzu kommt der *Directory Agent*,

¹¹http://www.is.informatik.uni-duisburg.de/wiki/index.php/Protocol_Description

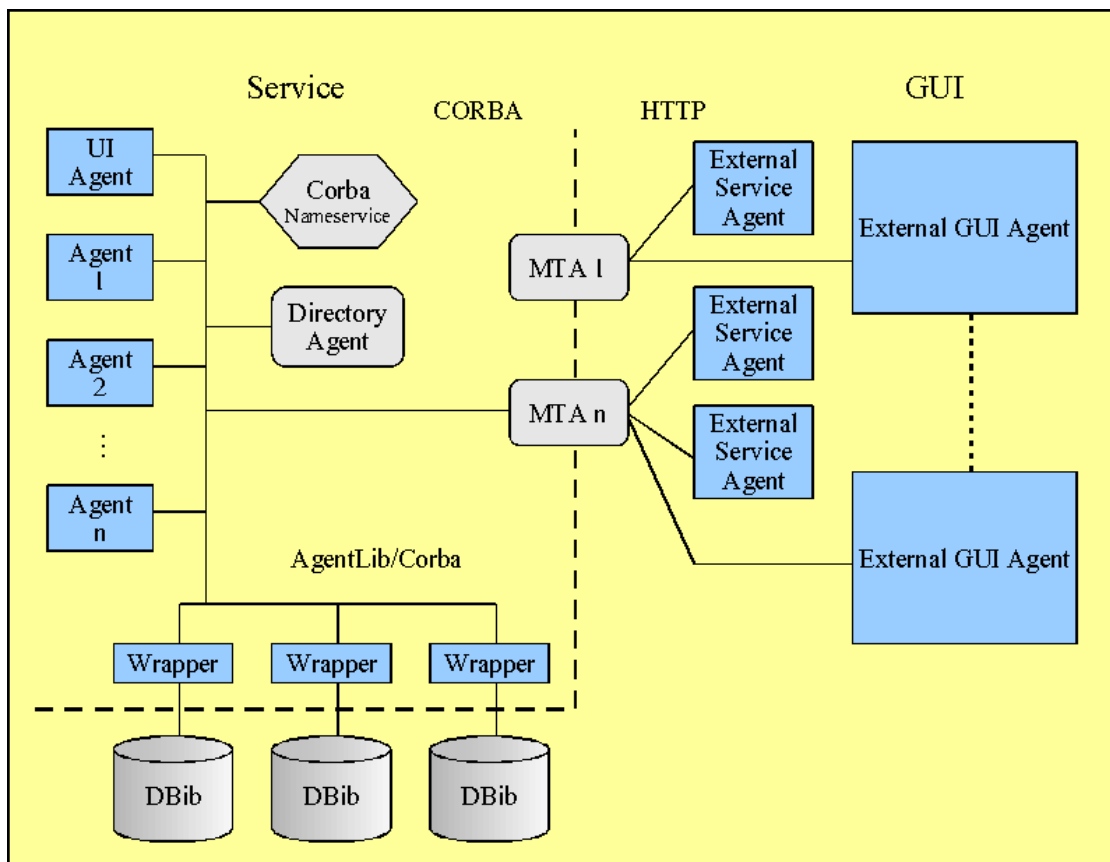


Abbildung 6.4.: Horizontale Schichten-Architektur

6.1. MULTI-AGENTEN-SYSTEM

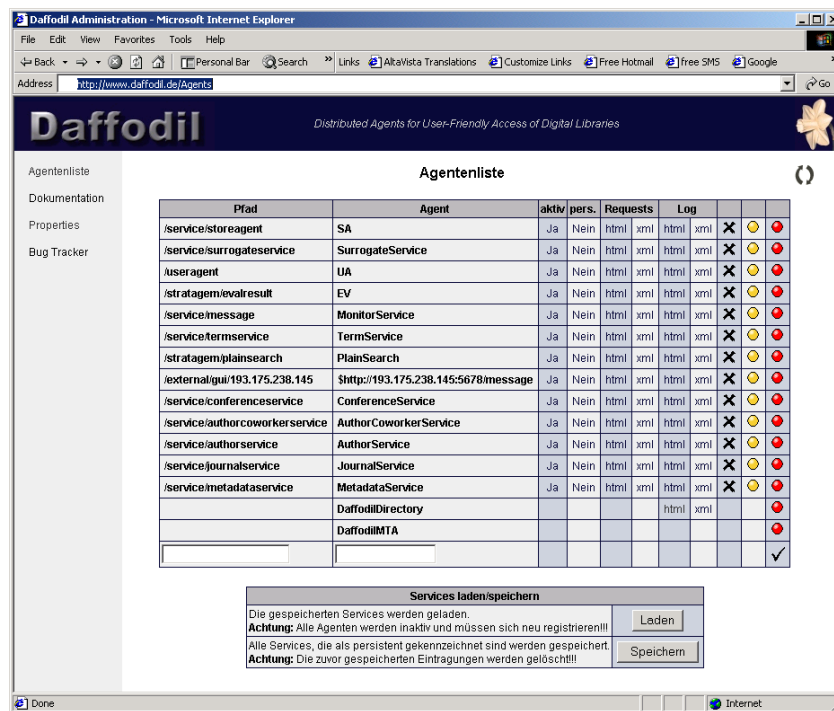


Abbildung 6.5.: Administrationsformular

der den Namensraum der Dienste verwaltet (siehe unten) sowie das Administrationsinterface zur Verfügung stellt (siehe dazu Abbildung 6.5). Externe Agenten kommunizieren über HTTP mit dem DAFFODIL-MAS (siehe oben).

Quality of Service Zur Steuerung und Überwachung von Agenten ist ein Web-Interface entwickelt worden, welches automatisch durch den *Directory Agent* (DA) gestartet wird. Alle Agenten können sich anschließend unter Angabe ihres Namensraumes bei dem DA anmelden. In der Abbildung 6.5 ist das dazugehörige Administrationsformular zu sehen. Das Formular stellt folgende Funktionen zur Verfügung:

- Agenten aktivieren und deaktivieren
- Aktive Anfragen zu Agenten anzeigen
- Aktuelle Log-Meldungen eines Agenten anzeigen
- Agenten abmelden
- Agenten zu beenden

Zum Starten von Agenten gibt es eine zentrale Steuerungsdatei, die von jedem Agenten automatisch beim Programmstart eingelesen wird. Hierin werden z. B. Einstel-

lungen für die Firewall- und Proxy-Konfiguration oder Einstellungen für spezielle Agenten wie den DA vorgenommen.

6.1.4. Zusammenfassung

In diesem Kapitel ist das Multi-Agenten-System von DAFFODIL vorgestellt worden. Für eine ausführliche Beschreibung sei hier auf die Diplomarbeit [Müller 01] verwiesen. Das in Java implementierte Multi-Agenten-System ist auf allen gängigen Betriebssystemen lauffähig. Durch die Nutzung von CORBA und HTTP ist eine plattformunabhängige Kommunikation auch über Firewalls und Web-Proxies hinweg gewährleistet. Darüber hinaus skaliert das Framework linear bezüglich der Nachrichtengröße und bietet dank der Verteilbarkeit der Agenten ausreichende Parallelität, um einen Mehrbenutzerbetrieb zu ermöglichen. Durch die Lastverteilung können auch einzelne Dienste aus Gründen der Effizienzsteigerung repliziert werden.

Die Entscheidung, ein eigenes angepasstes Agentenframework zu entwickeln, hat sich im Nachhinein als richtig erwiesen. Bis auf JADE haben sich keine anderen MAS durchsetzen beziehungsweise etablieren können. Durch die Teilung von logischer Implementierung der Dienste vom MAS kann DAFFODIL jederzeit mit fixem Aufwand auf ein anderes Agentensystem portiert respektive auf neue Technologien wie Service-Orientierte Architekturen (SOA), Peer-to-Peer Netzen oder einem GRID aufgesetzt werden.

6.2. Integration digitaler Bibliotheken: Das Wrapper-Toolkit

Eine der wesentlichsten Komponenten innerhalb von DAFFODIL stellt die Anbindung der Informationsquellen und digitalen Bibliotheken an einer einzigen virtuellen digitalen Bibliothek dar. Bisher hat es an Methoden und Systemen gefehlt, um die Angebotsvielfalt angemessen zu integrieren.

Einige Ansätze legen in Analogie zu verteilten Datenbank-Managementsystemen ein einheitliches Softwaresystem zugrunde (wie z. B. NCSTRL [Adler et al. 98] oder Hyperwave [Dalitz & Heyer 96]), doch ist dieser Lösungsansatz nur in manchen Fällen anwendbar und auch durchsetzbar. Eine Integration allein auf der syntaktischen Ebene, wie etwa durch Verwendung des Z39.50- oder STARTS-Protokolls [Lynch 91], [Gravano et al. 97], führt nur bei gleich strukturierten DBn und gleicher Suchfunktionalität zu befriedigenden Lösungen. Als allgemeiner Ansatz zur Überbrückung der syntaktischen Differenzen von Informationssystemen werden vorwiegend sogenannte **Wrapper** verwendet, die jeweils an das spezifische Informationssystem angepasst sind und nach außen hin die Anfragesprache und das Datenformat vereinheitlichen. Verfahren zur Entwicklung von Wrappern werden z. B. in den Ar-

beiten von [Chidlovskii et al. 97] und [Papakonstantinou et al. 95] dargestellt. Eine einfache Anwendung von Wrappern für DBn ist der Karlsruher Virtuelle Katalog (siehe [Dierolf & Moennich 96]).

Nur durch eine angemessene Berücksichtigung der semantischen Ebene ist eine bessere Integration zu realisieren. Die Arbeiten im Kontext des **Dublin Core**¹² zielen auf die Definition eines Standardschemas für Dokumente im WWW und somit auf eine einheitliche semantische Ebene ab. Allerdings zeigen die jüngsten Entwicklungen, dass eine einfache Verwendung von nur dreizehn Attributen für viele Anwendungen nicht ausreicht, sich bei einer Ausdifferenzierung aber wieder die bekannten Heterogenitätsprobleme ergeben (siehe [Weibel & Hakala 98]).

Im Datenbankbereich wird seit langen Jahren zur Problematik der Integration heterogener Informationssysteme (siehe [Sheth & Larson 90]) geforscht. Aufbauend auf Wrappern werden semantische Unterschiede in der Regel mit Hilfe geeigneter Ontologien modelliert, aus denen dann entsprechende Transformationen zwischen den verschiedenen Schemata abgeleitet werden können (siehe z. B. [Atkins et al. 96]). Durch diese Ansätze kann die statische Semantik einschließlich der Anfragen und teilweise auch der Änderungsoperationen zu großen Teilen behandelt werden. Aufbauend auf Aktivitäten zur Entwicklung des **Resource Description Format** beim W3C [Miller 98] steht nun mit OWL¹³ im Prinzip eine einheitliche Schemabeschreibungssprache zur Verfügung. Parallel dazu gibt es Arbeiten zur Definition von standardisierten Diensten, etwa DAML-Dienste¹⁴, wodurch der Einsatz von Wrappern weitgehend überflüssig werden soll. Es bleibt abzuwarten, ob diese Dienste derzeitige Protokolle wie z. B. Z39.50 ablösen und breitere Anwendung finden werden.

Für die Integration weiterer spezifischer Dienste wie Abrechnungssysteme oder Profildienste im Bereich DBn sind spezielle Architekturen entwickelt worden. Sie erlauben eine flexible Integration der verschiedenen Dienste. Als Beispiele hierfür lassen sich der Stanford Infobus [Röscheisen et al. 98] und das Alexandria Digital Library Project [Frew et al. 98] anführen. Das **University of Michigan Digital Library Project** [Atkins et al. 96] legt sogar eine agentenbasierte Architektur zugrunde.

Hier ist festzuhalten, dass zahlreiche Ansätze zur Integration verschiedener DBn existieren, die zwar primär in der Lage sind, eine parallele Suche zu realisieren, eine Verknüpfung von Daten aus unterschiedlichen DBn (z. B. von einem Eintrag in einer Nachweisdatenbank zu den Referenzen aus einer Zitationsdatenbank oder zu den Dokumenten aus der Volltextdatenbank) findet dagegen kaum statt. Um die digitalen Bibliotheken zu integrieren, muss also nach dem State-of-the-Art ein Wrapper für jede entsprechende Quelle erstellt werden. Dadurch wird zum einen die syntaktische Heterogenität der Daten und auch der Anfragen behandelt und zum anderen die semantische Heterogenität der gegebenen Funktionen und Dienste

¹²DublinCore

¹³<http://www.w3.org/TR/owl-features/>

¹⁴<http://www.daml.org/services/>

homogenisiert.

Die manuelle Erstellung und Pflege eines Wrappers durch reine Programmierung ist mit enormem Zeit- und Kostenaufwand verbunden. Aus diesem Grund ist eine Anforderungenanalyse des zu entwickelnden DAFFODIL-Wrapper-Toolkits erstellt und mit bereits bestehenden Toolkits verglichen worden. Da keines der Werkzeuge den Anforderungen entsprach, wurde ein eigenes Wrapper-Toolkit implementiert. Dieses erlaubt eine effiziente Erstellung neuer Wrapper und ebenso die Durchführung einer effizienten Wartung bei syntaktischen Änderungen der Webseiten einer digitalen Bibliothek. Das Toolkit stellt auch die Basis für eine semi-automatische Verifikation von Wrappern bereit und könnte um eine automatische Generierung von Wrappern erweitert werden. Innerhalb von DAFFODIL wird auf der Agentenebene der Wrapper zusätzlich ein übergeordnetes Caching-Modell integriert, welches die extrahierten Daten zwecks Verringerung des Kommunikationsvolumens und Effizienzsteigerung lokal speichert.

6.2.1. Anforderungsprofil

Folgende Anforderungen wurden an das Wrapper-Toolkit gestellt:

Programmiersprache Java Die Entscheidung für den Einsatz von Java als Programmiersprache hat sich vorteilhaft auf die Integration der Informationen ausgewirkt, ähnlich wie bei dem Agentenframework.

Anfragen Das Toolkit soll in erster Linie HTTP-Anfragen (POST/GET) durchführen können. Anfragen an lokale Datenbanken sind ebenfalls angedacht.

Resultate Das Toolkit soll die angefragten Daten, in welchem Textformat (in der Regel HTML) sie auch immer vorliegen, parsen können und in das gewünschte interne DAFFODIL-Metadatenformat umsetzen.

Anderes Das Toolkit soll in der Lage sein, mit Authentifizierung, Proxys, Umleitungen (Redirects), etc. umzugehen.

In der Planungsphase des Wrapper-Toolkit waren vier bestehende Toolkits in der engeren Auswahl, dabei handelte es sich um JEDI¹⁵ (siehe [Huck et al. 98]), XWRAP¹⁶ (siehe [Liu et al. 00]), W4F (siehe [Sahuguet & Azavant 99]) und UNICATS¹⁷ (siehe [Schneider 01]). Eine Alternative war die Entwicklung eines eigenen Toolkits. Durch eine Evaluation aller zum damaligen Zeitpunkt bestehenden Toolkits, die jeder für sich ihre Vor- und Nachteile besitzen (siehe [Rupp 02]), stellte sich heraus, dass keines in der Lage war, komplexe Webseiten in ihrem gesamten Umfang zu erfassen. Aus diesem Grund wurde ein eigenes Toolkit entwickelt.

¹⁵<http://www.ipsi.fraunhofer.de/oasys/projects/jedi/>

¹⁶<http://www.cc.gatech.edu/projects/dis1/XWRAPelite/>

¹⁷<http://www.ipd.ira.uka.de/~unicats/>

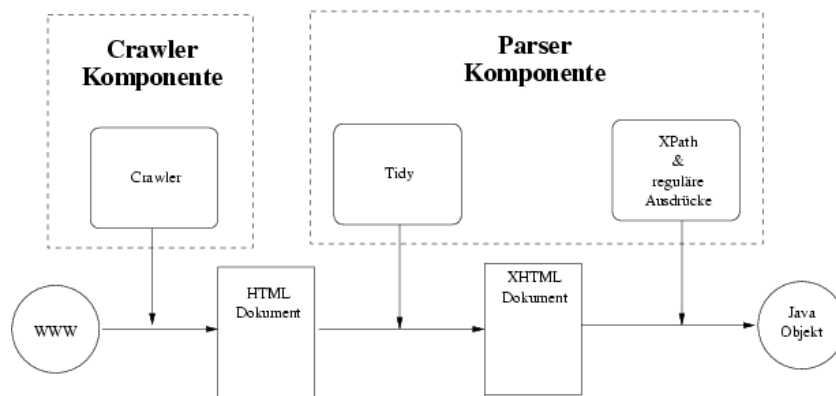


Abbildung 6.6.: Modellierung Wrapper-Toolkit

6.2.2. Modellierung

Die wesentliche Idee des neuen Wrapper-Toolkit ist die Auslagerung der gesamten Logik der Parserkomponente in eine Konfigurationsdatei. Dadurch muss nicht mehr der Wrapper an sich, sondern nur noch die Konfigurationsdatei erstellt oder geändert werden, um einen neuen Wrapper zu generieren oder abzuändern. Die eigentliche Programmierung des Wrappers in Java kann als generisch angesehen werden und muss nur in seltenen Fällen wie einer kompletten syntaktischen Umstellung der digitalen Bibliothek neu implementiert werden.

Da HTML eine Variante von XML darstellt, ist das Toolkit auf Basis von verschiedenen XML-Java-Werkzeugen entwickelt worden. In Abbildung 6.6 ist die Modellierung des Wrapper-Toolkit aufgezeigt.

Das Wrapper-Toolkit besteht aus zwei Komponenten, der Crawler- und der Parser-Komponente. Durch die Crawler-Komponente wird die entsprechende Anfrage an die Datenquellen gestellt. Eine Transformation der DAFFODIL-Anfrage in die Anfrage der Datenquelle hat im Wrapper selbst zu erfolgen. Der Crawler lädt anschließend die Antwortseite, in der Regel im HTML-Format, herunter und übergibt diese der Parser-Komponente. Die Parser-Komponente liest nun aus einer Konfigurationsdatei die Anweisungen, was mit der Antwortseite geschehen soll. Die Anweisungen umfassen eine Vielzahl an Befehlen zum Erfassen der Informationen. Beispiele für solche Befehle sind:

clean Diese Anweisung veranlasst die Parser-Komponente zur Umwandlung des HTML nach XHTML¹⁸ durch das Java Werkzeug NekoHTML¹⁹. Durch einer optionalen Anweisung besteht zudem die Möglichkeit, mittels regulärer Ausdrücke Veränderungen in der HTML-Seite vorzunehmen.

¹⁸<http://www.w3.org/TR/xhtml1/>

¹⁹<http://people.apache.org/~andyc/neko/doc/html/>

parse Diese Anweisung startet den Parsevorgang. Zum einen kann hier ein iterativer Parseprozess angestoßen werden, um Listen von Informationen zu parsen, z.B. Resultatlisten einer Suchanfrage. Zum anderen kann gezielt eine Detailseite mit Metadaten extrahiert werden. Die eigentlichen Anweisungen innerhalb des Parsers werden als XPATH-Ausdrücke (siehe [Clark & DeRose 99]) angegeben. Da diese Ausdrücke in einigen Fällen nicht ausreichen, besteht die Möglichkeit, über reguläre Ausdrücke eine Verfeinerung des Parsens vorzunehmen. Beispiele für solche Parsebefehle sind:

- Replace: Ersetzen von Zeichenketten,
- Split: Trennen von Zeichenketten anhand eines Trennzeichens,
- FindOne: Auffinden und extrahieren einer speziellen Zeichenkette.

Die vollständige Liste der Anweisungen zur Konfiguration eines Wrappers finden sich in [Rupp 02].

Die anschließende Ausgabe der Parser-Komponente besteht aus Java-Objekten, die dann im Wrapper als Datenobjekte weiterverarbeitet werden können.

6.2.3. Zusammenfassung

In diesem Abschnitt ist das Wrapper-Toolkit von DAFFODIL vorgestellt worden. Das Toolkit ist mittlerweile in verschiedensten Projekten erfolgreich eingesetzt worden, etwa in Leboned²⁰ am Offis Oldenburg und im Projekt MIND²¹. Das Wrapper-Toolkit bildet zudem die Grundlage für eine Diplomarbeit zur semi-automatischen Überwachung und Generierung von Wrappern (siehe [Ernst-Gerlach 04]).

Die Implementierung und Aktualisierung von den aktuell mehr als fünfzehn Wrappern im DAFFODIL-System ist durch das Toolkit erheblich vereinfacht worden und kann dadurch effizienter erfolgen. Dabei sind nicht nur Quellen aus dem Bereich der Informatik durch Wrapper in DAFFODIL integriert worden, sondern auch eine Vielzahl europäischer Nationalbibliotheken und weiterer Datenquellen.

6.3. Grafische Benutzeroberfläche

Im Rahmen des Projektes DAFFODIL wurde in einer parallel laufenden Promotion [Schaefer 07] die grafische Benutzeroberfläche (GUI) entwickelt. Die GUI stellt das wesentliche Bindeglied zwischen den DAFFODIL-Diensten und dem Benutzer dar und macht die strategische Unterstützung des Benutzer überhaupt erst möglich.

²⁰<http://www.cg.cs.tu-bs.de/V3D2/projdescr/leboned.htm>

²¹<http://www.is.informatik.uni-duisburg.de/projects/mind/index.html>

Die Zielsetzung bei der Modellierung und Entwicklung der GUI umfasste mehrere Bereiche:

Einfacher Nutzerzugang DAFFODIL soll eine niedrige Installationshürde bieten, damit auch wenig computerversierte Nutzer Zugang zur Literaturrecherche erhalten.

Kommunikation und offene Schnittstellen Das GUI-Framework soll auch anderen Projekten als Basis dienen können. Zu diesem Zweck ist ein grundlegendes Kommunikationsmodell zu implementieren. Zudem sollen die Schnittstellen offen programmierbar sein, um die Eingliederung in andere Projekte zu erleichtern.

Modularität Wie auch das Agentensystem soll die GUI offen und flexibel sein, damit neue Dienste leicht integriert werden können.

Adaptivität Das Benutzerinterface (siehe Kapitel 7.3) soll ebenso wie das Agentensystem in der Lage sein, sich adaptiv an den Benutzer anzupassen.

Proaktivität Die GUI soll proaktive Vorlagefunktionen für die Benutzerunterstützung in verschiedenen Situationen bereitstellen.

Höhere Suchfunktionen Die GUI soll das Konzept der strategischen Unterstützung als zentrale Leitlinie umsetzen, um so die höheren Suchfunktionen, die von DAFFODIL zur Verfügung gestellt werden, dem Benutzer auf effektive und effiziente Art und Weise anzubieten.

6.3.1. Das WOB-Modell

Die Diskussion über die softwareergonomischen Grundlagen von Informationssystemen – wobei hier speziell die grafischen Benutzungsoberflächen interessieren – ist einerseits geprägt durch abstrakte kognitionswissenschaftliche Erkenntnisse über die menschliche Wahrnehmung und Informationsverarbeitung (siehe [Norman 88], [Marcus 95]) und durch die Verbreitung von detaillierten Styleguides für die Erstellung von Benutzungsoberflächen andererseits (ISO9241 91), die Regeln auf der untersten Handlungsebene vorgeben. Ein Beispiel für eine solche Regel ist die Frage, wieviele Menüeinträge auf der obersten Hierarchieebene sinnvoll sind. Während die kognitionswissenschaftlichen Konzepte auf einer Erklärungsebene angesiedelt sind, die eine direkte Umsetzung bei der Gestaltung von Benutzungsoberflächen in den meisten Fällen weitgehend ausschließen, führen die "Kochrezepte" der Styleguides oft zu inhärenten Widersprüchen und können bestenfalls grobe Fehler ausschließen (genauer in [Krause 97b]). Diese Lücke sollen sog. "Mittelmodelle" wie das WOB-Modell schließen.

Das *WOB*-Modell für Benutzer-Interface-Design basiert auf der Werkzeugmetapher [Krause 97b]. Das Problem der grundlegenden Widersprüche wird durch den Einsatz von koordinierten ergonomischen Techniken behoben. Es versucht einen Lückenschluss zwischen Interface-Style-Guides (siehe "Java Look and Feel Guidelines" [Sun Microsystems, Inc. 99]) und internationalen Standards, wie z. B. ISO 13407: "Human-centred design processes for interactive systems". Die allgemeinen softwareergonomischen Prinzipien des *WOB*-Modells lauten:

- *Strikte Objektorientierung mit Objekt-Objekt Funktionsparadigma und doppelter Interpretierbarkeit*

Stark zusammenhängende Funktionalität eines Systems ist zusammengefasst in Werkzeugen, die als Icons angezeigt werden (nicht als Menüeinträge). Diese Werkzeuge öffnen sogenannte *Views*, die dem normale Dialogfenster entsprechen. Aufgrund des definierten Dialog-Schemas kann die Kette von Ansichten, mit denen der Benutzer arbeitet, als Menge von Eingabefeldern interpretiert werden. Im Gegensatz dazu bevorzugen fortgeschrittene Benutzer die kognitiv komplexeren Werkzeug-Ansichten, um Aufgaben effizienter zu bearbeiten.

Der Benutzer kann die Objekte auf der Oberfläche manipulieren. Dabei ist es für die Konsistenz von Bedeutung, dass die Richtung der Manipulation garantiert wird. Das Modell benötigt somit eine Objekt-zu-Objekt Interaktions-Linie mit einer klaren Richtung und Semantik. Die generelle Vorgehensweise sieht für die Anwendung einer Funktion auf ein Objekt vor, dieses auf das entsprechende Werkzeug zu ziehen.

- *Dynamische Adaptivität*

Das Benutzerinterface adaptiert das Layout und den Inhalt immer zum aktuellen Kontext und Status. Dies wird hauptsächlich für die Komplexitätsreduktion in nicht-trivialen Domänen verwendet, wie z. B. paralleles Browsen in verschiedenen relevanten Hierarchien. Man kann sich dazu folgendes Szenario vorstellen: Ein Benutzer setzt einen Kontext durch die Auswahl eines Klassifikationseintrages. Bewegt er sich daraufhin in einem Journalkatalog, werden die Journale passend zum gesetzten Klassifikationskontext gefiltert für eine Reduzierung der Komplexität.

- *Context Sensitive Permeability*

Falls bekannte Informationen wiederverwendet werden können, auch in einem anderen Kontext, geschieht dies ohne weiteres Zutun des Benutzers.

- *Dialog-Vorgaben*

Die Ansichten eines Werkzeugs sind funktional verbunden, entweder durch Aktionsbuttons, Links oder Regeln, und verfolgen vorgegebene, automatisch ausgelöste Pläne. Ein Werkzeug kann so proaktiv eine Funktionalität anbieten, wenn es für den Benutzer in der aktuellen Situation hilfreich wäre.

- *Intelligente Komponenten*
Werkzeuge und Kontrollen der Benutzerschnittstelle haben Zugriff auf den Kontext und Status, um zu entscheiden, ob ihre Funktionalität einen Mehrnutzen für den Benutzer darstellt. Liegt ein Mehrnutzen vor, können sie proaktiv mit dem Benutzer oder dem Desktop interagieren.
- *Visual Formalisms*
Bestehenden visuelle Formalismen sollten konsequent umgesetzt werden, um die kognitive Last des Benutzers zu senken.

Zwei weitere Richtlinien dieses Modells sind für Informationssysteme spezifisch:

- *Status-Anzeige mit Editier-Modus*
Das System soll dem Benutzer durchgängig den aktuellen Status entweder in natürlich- oder formalsprachlicher Weise oder durch visuelle Formalismen anzeigen. Ein Beispiel dafür ist die Anfrageformulierung: Mit einer formularbasierten Schnittstelle sind in der Regel verschiedene Aspekte, z. B. die Anfrageoperatoren, nicht sichtbar. In DAFFODIL wird deshalb die Anfrage zusätzlich immer als boolesche Anfrage abgebildet, um so den Benutzer an seine Anfrage zu erinnern. Es unterstützt zudem die interaktive Anfrageformulierung. Zusätzlich können die Benutzer die boolesche Anfragesprache lernen, verstehen und dadurch überprüfen, ob das System die Anfrage in ihrem Sinne übersetzt.
- *Iteratives Retrieval und Anfrage-Transformation*
Die initiale Anfrageformulierung spiegelt in der Regel nicht die Benutzerabsicht wieder. Dies ist bedingt durch die Unsicherheit und die nichtdefinierten Ziele des Benutzers. Deshalb sollte eine Applikation die iterative Suchformulierung unterstützen, wobei das System nicht nur bei der Resultatsanzeige Unterstützung bieten, sondern dem Benutzer auch Methoden zur automatischen Anfragetransformation an die Hand geben muss. Somit würden Anfragen mit leeren Resultaten weitgehend vermieden. Die Berücksichtigung der semantischen und syntaktischen Heterogenität der Datenquellen spielt ebenso eine Rolle.

In Anlehnung an die *Dialog-Vorgaben* wurde in DAFFODIL eine spezielle Funktion integriert auf Basis des *Multi-Level-Hypertext*-Konzeptes [Fuhr 99b]. Dies erlaubt dem Benutzer einen Wechsel der Informationsebene etwa von einem Dokument zu einem Journal oder zu einer Autoren-Homepage. Im Falle leerer Ergebnismengen bietet DAFFODIL als strategische Unterstützung externe Links an, z. B. externe Suchmaschinen wie Google²² oder Home-Page-Search²³. Diese automatisch generierten Links sind mit dem externen Browser des Benutzers verknüpft, um die Interaktion weiterzuerfolgen.

²²<http://www.google.de>

²³<http://hpsearch.uni-trier.de>

Die Konzeption des DAFFODIL-Systems ist einzigartig: Ein vergleichbares Recherchesystem, das verschiedene Abstraktionsebenen der Informationssuche und unterschiedliche Grade der Systemunterstützung in einem Architekturmodell vereint, gibt es bislang nicht.

6.3.2. Realisation

In diesem Abschnitt wird die aktuelle Umsetzung der Modellierung beschrieben. Die Abbildung 6.7 zeigt den aktuellen Desktop mit einigen geöffneten Werkzeugen.

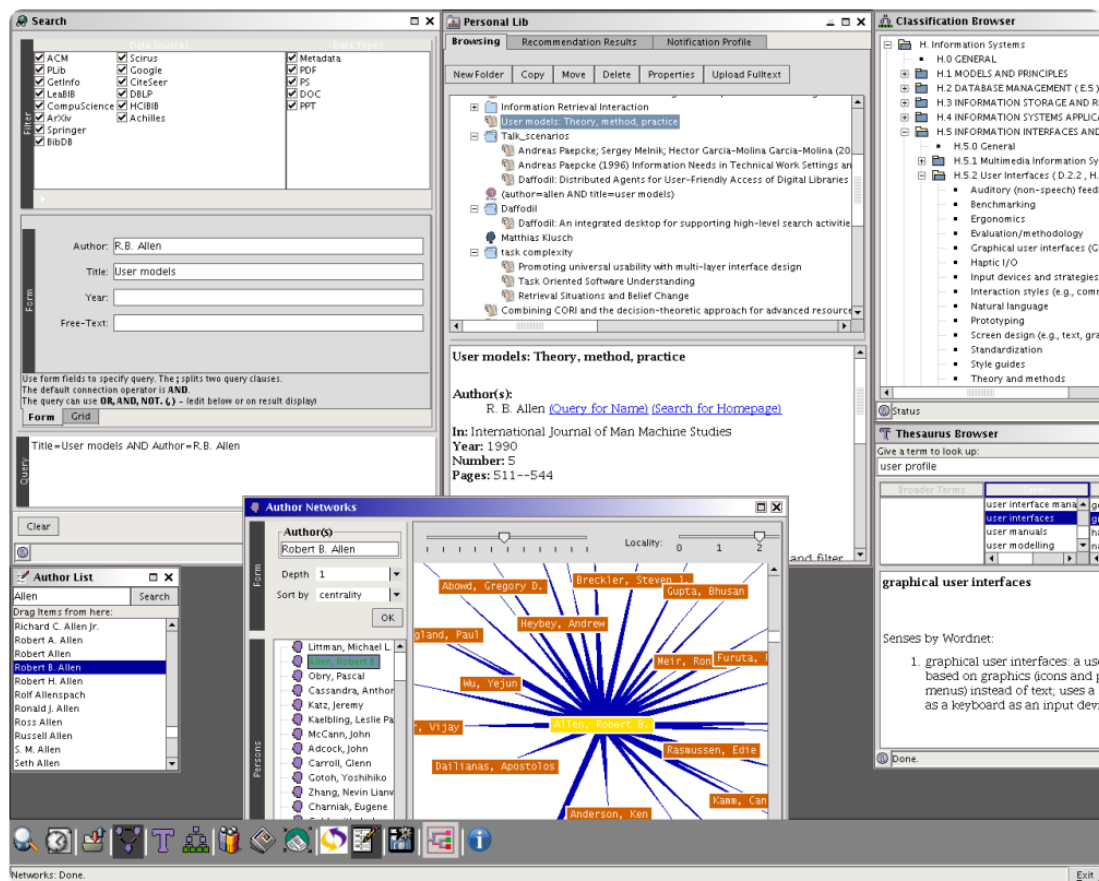


Abbildung 6.7.: Übersicht DAFFODIL-Desktop

Einfacher Nutzerzugang

In einem ersten Prototypen von DAFFODIL wurde zunächst ein reines formularbasiertes Web-Interface entwickelt und getestet. Für die reine Recherche und als erster Kontakt zu DAFFODIL war dieser Ansatz hinreichend. Um den erweiterten

Anforderungen bezüglich flexibler Interaktionen, effizienten Antwort- und Reaktionszeiten und den besonderen Forderungen des WOB-Modells nach dynamischer Anpassung und kontextsensitiver Durchlässigkeit gerecht zu werden, ist jedoch eine Entwicklung einer beim Anwender lokal laufende GUI-Applikation zu präferieren. Aufgrund der breiten Verfügbarkeit von Java als Programmiersprache und des bereits in Java implementiertem Agentensystem, wodurch sich eine Plattformkonformität ergibt, ist diese Programmiersprache gewählt worden. Durch die Verwendung von Java-Web-Start²⁴ ist der Start der Applikation durch einen Web-Link ortsungebunden möglich. Java-Web-Start sorgt dabei für automatisches Deployment und gegebenenfalls für inkrementelle Updates, so dass diesbezüglich jeglicher Aufwand, insbesondere auch für den Benutzer, entfällt. Der einfach zu installierende Nutzerzugang ist somit gegeben, wobei die Mächtigkeit des Ansatzes weit über eine reine HTML-basierte Lösung hinausgeht.

Kommunikationsmodell

Die einzelnen Werkzeuge werden über einen *Desktop* integriert und können untereinander Informationen austauschen und Nachrichten an und über das Agentennetz versenden. Dazu sind verschiedene Kommunikations-Mechanismen in das GUI-Framework integriert worden:

- Innerhalb der GUI ist eine lokale Kommunikationstruktur vorhanden. Die Werkzeuge sind über Publisher-Subscriber-Pattern [Buschmann et al. 98] lose gekoppelt. Der Empfänger schreibt sich an einem Nachrichtenverteiler (Dispatcher) für die Nachrichten-Typen ein, die für ihn von Interesse sind. Der Dispatcher versendet die Ereignisse als anonyme Nachrichten. Es ist nicht notwendig, dass er Kenntnis über die Empfänger besitzt. So ist für einen effizienten und jederzeit um weitere Komponenten erweiterbaren Nachrichtenaustausch innerhalb des GUI-Klienten gesorgt.
- Eine Remote-Kommunikation wird über das Forwarder-Receiver-Pattern [Buschmann et al. 98] ermöglicht. Der *Forwarder* schreibt sich wie die übrigen Komponenten bei dem *Dispatcher* in der lokalen Kommunikation ein. Die an die Agenten zu verteilenden Nachrichten besitzen einen speziellen Typ, den der Forwarder abonnieren kann. Er schickt die Nachrichten dann an einen weiteren Forwarder im Agentensystem, der die Nachricht schließlich an den eigentlichen Empfänger weiterreicht. Die umgekehrte Richtung funktioniert entsprechend.

Zur Anbindung an beliebige Diensteanbieter kann der Forwarder verschiedene Kommunikationsschnittstellen anbieten. Innerhalb von DAFFODIL wird zur Zeit eine HTML-Schnittstelle zur externen Kommunikation genutzt, um

²⁴<http://www.java.com>

die Verfügbarkeit auch über Proxy-Rechner und Firewalls zu gewährleisten. Für eine Unterstützung von RMI-, SOAP-, Webservice- oder GRID-Kommunikationsschnittstellen kann der Austausch des Forwarders flexibel vorgenommen werden (siehe dazu auch Kapitel 6.1.3).

Modularität

Aus der an die DAFFODIL-Systemarchitektur gestellten Profilanforderungen ergibt sich die Forderung nach einer möglichst einfachen Erweiterbarkeit des Systems. Art und Umfang der Informationsdienste, die mittels Wrapper und Agenten-System integriert werden, unterliegen prinzipiell keiner Beschränkung. Dementsprechend kann der Funktionsumfang einer Benutzungsoberfläche für das System nicht von vornherein festgelegt werden. Er muss jederzeit erweiterbar bleiben und an neue Gegebenheiten angepasst werden können. Die Konzepte des WOB-Modells schlagen zu diesem Zweck die Werkzeugmetapher vor. Die Werkzeuge bilden Oberflächenmodule mit abgegrenztem Funktionsumfang wobei jedes Werkzeug eine eigene sinnvolle Aufgabe erfüllt. Anleitungen für die Integration eines neuen Werkzeuges finden sich im DAFFODIL-Wiki²⁵.

6.3.3. Adaptivität

Durch die generelle Beobachtung aller System- und Benutzerereignisse wird DAFFODIL in die Lage versetzt, den Benutzer gezielt strategisch zu unterstützen. Hierzu zählt sowohl die Adaption der Agenten als auch des Benutzerinterfaces in Bezug auf die Eigenheiten der einzelnen Benutzer.

Bezüglich der GUI sind unter anderem folgende Anwendungsfälle erarbeitet worden:

Adaption der Wrapper-Filterliste nach den Suchzeitpräferenzen des Benutzers

Wird eine kürzere Suchzeit durch den Benutzer vorgegeben, wird diese mit den Antwortzeiten der Datenquellen verglichen. Datenquellen, die zum aktuellen Zeitpunkt diese Vorgabe nicht einhalten können, werden deselektiert und somit nicht durchsucht.

Anpassung der Formulare nach Verwendungshäufigkeit Verwendet ein Benutzer überwiegend bestimmte Eingabeattribute, wie z. B. das Titelattribut im Suchformular, wird dieses Attribut an oberster Stelle des Formulars verankert.

Adaptive Werkzeugauswahl Je nach Benutzergruppe, ob Anfänger oder Experte, ist die Werkzeugauswahl unterschiedlich. Während den Experten alle, beziehungsweise selbst ausgewählte Werkzeuge zur Verfügung stehen, sind bei

²⁵http://www.is.informatik.uni-duisburg.de/delos/index.php/Main_Page

Anfängern bestimmte Werkzeuge nicht sichtbar. Diese Auswahl wird in DAF-FODIL durch konfigurierbare Perspektiven bereitgestellt.

Zur Modellierung und Umsetzung der Adaptivität in DAFFODIL siehe Kapitel 7.3.

6.3.4. Proaktivität

Die proaktive Unterstützung – nach Bates meint dies *Systemunterstützung* auf Ebene 3 und 4 (siehe Kapitel 4) – des Benutzers durch die GUI wird zur Zeit durch automatische Vorlagefunktionen bereitgestellt, die in Abschnitt 8.8 genauer vorgestellt werden.

Suchvorgänge in digitalen Bibliotheken sind in der Regel iterativ, d. h. auf ein Suchbedürfnis folgen mehrere Suchschritte, beginnend mit einer Anfrage, die nach Durchsicht und gegebenenfalls einer Bearbeitung von bisher gefundenen Dokumenten geändert oder völlig neu formuliert wird.

Bei jedem dieser Schritte können Phänomene auftreten, die Aufschluss über die Interessen des Benutzers geben und darüberhinaus für automatische, proaktive Vorlageleistungen durch das Benutzerinterface genutzt werden können.

Als ein anschauliches Beispiel dient hier der Hinweis eines Rechtschreibfehlers in dem Anfrageterm. Ohne diesen Hinweis würde die Anfrage ohne Ergebnis bearbeitet werden, was aber schon durch das Wörterbuch-Werkzeug im Vorfeld erkannt werden kann. In DAFFODIL wird hier nun nicht nur auf die Falschschreibung hingewiesen, sondern zudem auch noch eine Korrektur vorgelegt, wie Abbildung 6.8 belegt.

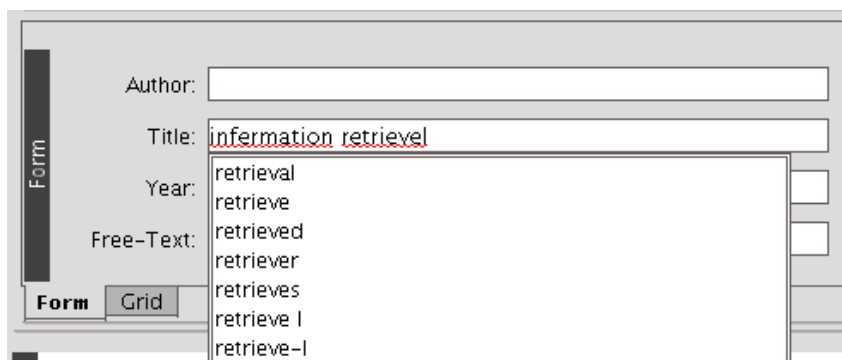


Abbildung 6.8.: Proaktive Vorlagefunktion

Die wesentlichen Herausforderungen für diese Vorlagefunktion sind zum einen in dem störungsfreien Arbeitsablaufs des Benutzers zu sehen und zum anderen in der zeitnahen Platzierung der Vorlagen. Nähere Angaben zu proaktiven Vorlagefunktionen finden sich in [Jordan 05].

6.3.5. Höhere Suchfunktionen

Höhere Suchfunktionen entsprechen im wesentlichen der Ebene der Strategeme. Das Benutzerinterface muss dem Benutzer die (häufig komplexe) Funktionalität leicht erschließbar anbieten. Bisher sind für die *Such-* und *Browse-*Funktionalität verschiedenste Werkzeuge entwickelt worden, die im Kapitel 8 *Dienste* noch näher erläutert werden.

6.3.6. Zusammenfassung

In diesem Abschnitt sind die wesentlichen Aspekte und der aktuelle Entwicklungsstand des DAFFODIL-GUI-Frameworks kurz vorgestellt worden. Die GUI, das wesentliche Bindeglied zwischen den DAFFODIL Diensten und den Benutzern, trägt die strategische Unterstützung an den Benutzer heran. Das Framework erlaubt es, flexibel neue Dienste zu entwickeln und zu integrieren und besticht dabei durch eine umfangreiche Toolbox, so dass Neuentwicklungen aus einem reichen Fundus schöpfen können, ohne alles selbst neu zu implementieren. Andererseits besitzt die GUI eine so komplexe Struktur, um wertvolle Dienste zur Verfügung zu stellen. Eine ausführliche Beschreibung der GUI findet sich in [Fuhr et al. 02], sowie in [Schaefer 07].

6.4. Zusammenfassung

Das *Agentenframework*, das *Wrappertoolkit* und die *grafische Benutzeroberfläche* stellen die Basiskomponenten des DAFFODIL-Systems dar. Gemeinsam stellen sie die Kernfunktionalität bereit, um das Konzept der strategischen Unterstützung zu implementieren und damit überhaupt erst für den Benutzer erfahrbar zu machen. Das *Agentenframework* als Kommunikations- und Dienstebasis erlaubt die flexible, plattformunabhängige und modulare Entwicklung von Diensten für digitale Bibliotheken. Zudem bietet es durch die parallele Abarbeitung von Anfragen sowie der inhärente Skalierbarkeit von Agentensystemen genügend Spielraum, um dem Benutzer ein effizientes System anzubieten.

Die Integration digitale Bibliotheken und anderer Datenquellen erfolgt durch die Nutzung von Wrappern. Das eigens dafür entwickelte *Wrappertoolkit* erlaubt die kostensparende Erstellung und Pflege der Wrapper. Syntaktische Anpassungen der Informationsquellen können aufgefangen werden und den Benutzern werden qualitativ hochwertige Informationen angeboten.

Die *grafische Benutzeroberfläche*, basierend auf dem vorgestellten WOB-Modell, realisiert den einfachen Nutzerzugang zu den DAFFODIL-Diensten. In einigen Evaluationen [Fuhr et al. 02], [Klas et al. 04] und [Malik et al. 06] konnte gezeigt werden, dass die Benutzer effizient ihre Aufgaben ohne kognitive Belastung lösen können,

6.4. ZUSAMMENFASSUNG

wenn sie das Konzept der Werkzeugmetapher verstanden haben. Der modulare Aufbau ermöglicht auf der anderen Seite die effiziente Weiterentwicklung der Benutzerschnittstelle.

Im folgenden Abschnitt werden die Architekturerweiterungen, die schon im Kapitel 4 angesprochen worden sind, näher erläutert.

7. Architektur: Systemunterstützung und Kollaboration

In dem Abschnitt 4 ist das Konzept der Systemunterstützung betrachtet worden. Es ist für die Umwandlung des passiven Systems in das aktive System verantwortlich. Zur Realisierung der Systemunterstützung sind verschiedene Konzepte – *Personalisierung*, *Adaptivität*, *Recommendation* und *Awareness* – erläutert worden. Alle Konzepte benötigen zu ihrer Umsetzung spezielle Informationen über den Benutzer und ebenso über das System. Diese Informationen bestimmen den aktuellen Kontext, in dem sich der Benutzer im ISP gerade befindet.

Für die Erfassung dieser Kontextinformationen sind in der DAFFODIL-Architektur ein *Loggingframework* und ein *Sensorikframework* integriert worden. Eine weitere Quelle zur Erlangung von Wissen über den Benutzer stellt die *persönliche Handbibliothek* dar. Mit Hilfe dieser drei Komponenten kann ein umfassendes Abbild des Benutzers und seines Kontextes erstellt werden. Im folgenden wird daher auf das Logging- und Sensorik-Framework näher eingegangen. Die persönliche Handbibliothek wird im Abschnitt 8.3 genauer erläutert. Es folgt eine Beschreibung der zur Zeit implementierten aktiven Dienste. Abschließend wird die Umsetzung des Konzeptes der Kollaboration kurz beschrieben.

7.1. Event- und Logging-Framework

Das Benutzermodell von DAFFODIL besteht zum einen aus den vom Benutzer *implizit* ausgelösten Aktionen und deren Kontextinformationen; implizite Informationen werden durch die normale Benutzung des DAFFODIL-Systems erzeugt, z. B. durch die Eingabe eines Suchbegriffes oder durch Klick auf einen Link. Zum anderen beinhaltet das Benutzermodell die *explizit* gegebenen Informationen seitens des Benutzers. Zu diesen expliziten Informationen gehören beispielsweise die in der persönlichen Handbibliothek abgespeicherten Objekte.

Zur Erfassung der impliziten Aktionen werden sowohl durch die GUI als auch durch die Agenten spezielle Ereignisnachrichten verwendet. Dazu werden die Benutzer sowie die Systemaktionen in Form von Ereignisnachrichten verfasst und an einen Log-Dienst verschickt.

Dienste, die nun implizite Informationen über den Benutzer benötigen, können neue

Ereignisse erzeugen, die evtl. auch im System extra implementiert werden müssen. Alternativ dazu können diese Dienste auch auf die bereits existierenden Ereignisnachrichten zurückgreifen.

Die ausgelösten Ereignisse werden zudem persistent in einem Log-Agenten gespeichert. Zu diesem Zweck ist ein Logging-Framework und das passende generische Loggingschema (siehe [Klas et al. 06b], [Klas et al. 06a] und [Werseck 06]) entwickelt worden.

7.2. Sensorik-Framework

Zur Unterstützung von Adaptivität und Proaktivität durch das Agentensystem ist das Konzept der *Sensorik* in DAFFODIL aufgenommen worden. Es bietet zum einen die Möglichkeit der Überwachung von Ereignissen, sowohl des Benutzers als auch des Systems und unterstützt dadurch die dynamische Einbindung von neuen Agenten in das laufende System ohne Veränderung von schon vorhandenen Agenten. Somit ist es möglich, durch Etablierung eines Sensors Nachrichten von anderen Agenten zu erhalten, ohne diese Verbindung explizit zu implementieren.

Vorgehen

Ereignisse werden im DAFFODIL-System in der Regel durch Nachrichtenaustausch zwischen zwei Agenten ausgelöst. Um diesen Nachrichtenaustausch durch einen dritten Agenten verfolgen lassen zu können, wird ein Sensor in dem abzuhörenden Agenten installiert.

Die Struktur eines *Sensors* umfasst fünf Komponenten. Bei den ersten drei Komponenten handelt es sich um das Ereignis, die Bedingung und die Aktion (Event-Condition-Action-Rules), wie sie aus dem Bereich aktiver Datenbanken bekannt sind:

Ereignis Es können interne oder externe Ereignisse definiert werden. Ein Beispiel für ein internes Ereignis ist eine eingehende Nachricht. Ein externes Ereignis stellt z. B. eine Veränderung in einer Datenbank dar. Tritt ein Ereignis ein, so wird die zweite Komponente eines Sensors, die *Bedingung*, aktiviert.

Bedingung Das eingetretene Ereignis wird mittels einer *Bedingung* überprüft. Dazu sind eine Reihe von festen Bedingungen implementiert worden, die unter anderem die Anzahl bestimmter Elemente in eingehenden Nachrichten überprüfen. Trifft mindestens eine Bedingung zu, wird eine *Aktion* ausgelöst.

Aktion Eine *Aktion* leitet eine Folge von Handlungen ein, die letztendlich dem Agenten, der den Sensor etabliert hat, die nötigen Informationen zur Durchführung seiner Aufgabe zukommen lässt. Diese Information kann aus einer

einfachen Mitteilung über das eingetretene Ereignis bestehen, die auslösende Nachricht selbst enthalten oder auch ein Auftrag an einen anderen Agenten weiterleiten.

Zwei weitere Komponenten des Sensors bestimmen den *Zeitpunkt der Auswertung* (vor oder nach der eigentlichen Bearbeitung der Agentenlogik) und die *Unterbrechung* des Workflows des Agenten. Diese *Unterbrechung* kann für die Veränderung der eigentlichen Nachricht genutzt werden, die anschließend weitergeleitet wird.

7.3. Aktive Dienste

Im theoretischen Teil der Arbeit sind in Kapitel 4.1 die Konzepte der Systemunterstützung und die diese unterstützenden Konzepte zur Realisation erläutert worden. Im Folgenden werden die darauf basierenden aktiven Dienste von DAFFODIL näher beschrieben.

Awareness

Wie schon in Abschnitt 4.5 beschrieben, stellt das Konzept der Awareness einen wesentlichen Punkt im Konzept der strategischen Unterstützung dar. In DAFFODIL sind zwei Arten von Awareness integriert worden. Dabei handelt es sich um die *Workspace-Awareness* und um die *Langzeit-Awareness*.

Workspace-Awareness wird durch die persönlichen Benutzer- und Gruppenaktivitäten sowie durch Systemaktivitäten bestimmt. In Bezug auf die persönlichen Aktivitäten führt das System einen Nachweis über die Interaktionen des Benutzers mit den digitalen Bibliotheksobjekten, z. B. im Fall eines Dokuments, das in der persönlichen Handbibliothek abgelegt worden ist. Tritt das Dokument in einem anderen Kontext erneut auf, wird durch Piktogramme auf die vorherige Verwendung hingewiesen.

Im Falle der kollaborativen Aktivitäten, wie sie in der persönlichen Handbibliothek zu finden sind, kann der Benutzer erkennen, dass von einem Kollegen ein neues Dokument abgelegt oder ein bestehendes Objekt durch eine Annotierung verändert worden ist. Gleiches gilt auch für Systemaktivitäten, etwa dem Benachrichtigungsdienst, der ebenfalls neue Objekte in der persönlichen Bibliothek ablegen kann. Der Benutzer erhält einen Hinweis auf diese neuen oder veränderten Objekte.

Langzeit-Awareness ermöglicht es, in bestimmten Zeitabständen Anfragen, Journale, Konferenzen oder Autoren zu beobachten. Findet das System neue Informationen, so werden diese dem Benutzer bekanntgegeben. Diese Bekanntmachung geschieht je nach persönlicher Präferenz durch Ablage eines neuen Dokuments in der persönlichen Handbibliothek oder durch eine Benachrichtigungsemail.

Grundsätzlich ist durch die Modellierung und Implementierung von Awareness eine weitere Quelle der strategischen Unterstützung des Benutzers verfügbar, die die kognitive Last erheblich absenkt und somit das effektive und effiziente Arbeiten ermöglicht.

Recommendation

Das Konzept *Recommendation* ist in DAFFODIL auf Basis der Struktur und Objekte der persönlichen Handbibliothek untersucht und implementiert worden. Hierzu sind drei verschiedene Dienste entwickelt worden:

Matchmaking: Basierend auf einer Objekt-Benutzer-Matrix kann ein Benutzer sich ähnliche Benutzer oder Benutzergruppen anzeigen lassen, mit denen er etwa über ein Chat-Werkzeug in Kontakt treten kann. Diese Benutzer oder Benutzergruppen besitzen ähnliche Objekte in ihrer persönlichen Handbibliothek.

Objekte, kollaborativ: Verfolgt man den Ansatz des Matchmaking bezüglich der Objekt-Benutzer-Matrix weiter, so kann man auch ähnliche Objekte vorschlagen lassen, die der fragende Benutzer noch nicht in seiner persönlichen Handbibliothek gespeichert hat. Dies entspricht dem Prinzip von Amazon¹: “Kunden, die diese Artikel kauften, haben auch Folgendes gekauft”.

Objekte, struktur- und inhaltsbasiert: Der dritte Algorithmus nimmt die Ablagestruktur der Objekte und deren Inhalte (z. B. Autoren, den Titel oder die Zusammenfassung eines Dokumentes) mit in die Berechnung der Ähnlichkeit auf. Objekte sind z. B. dann ähnlich, wenn sie vom gleichen Autoren geschrieben worden sind oder im gleichen Journal vorkommen. Somit können auch hier dem Benutzer ähnliche Objekte vorgeschlagen werden.

Die Dienste ermitteln so jeweils neue Objekte, die dem Benutzer kontextabhängig neue Informationen vermitteln können. In [Look 03] sind die jeweiligen Algorithmen und Dienste näher erläutert.

Adaptivität

Wie in Kapitel 4.3 bereits angeführt, beschreibt das Konzept der *Adaptivität* die Anpassung eines Systems an den Benutzer. Im Rahmen der Diplomarbeit [Ostwinkel 02] wurde das Konzept untersucht und mehrere adaptive Szenarien wurden dazu erstellt. Diese wurden in eigene Diensten umgesetzt, sind aber im aktuellen System noch nicht integriert.

¹<http://www.amazon.de>

Als eines der interessanteren Szenarien ist hier die von der Such- und Antwortzeit abhängige Auswahl der Datenquellen zu nennen. Der Benutzer kann die gewünschte Suchzeit zu einer Anfrage vorgeben. Das System entscheidet, basierend auf der Historie der Antwortzeiten der einzelnen Datenquellen, welche Datenquellen ausgewählt werden, die den zeitlichen Vorgaben des Benutzers entsprechen. Dies geschieht mit dem Ziel, Datenquellen, die etwa durch starke Frequentierung zu einer bestimmten Tageszeit hohe Antwortzeiten verursachen, als Datenquelle herauszunehmen und so lange Antwortzeiten für den Benutzer zu vermeiden.

7.4. Kollaboration

Das Konzept der *Kollaboration* ist zur Zeit durch drei verschiedene Dienste innerhalb von DAFFODIL umgesetzt worden, nämlich die persönliche Handbibliothek, ein Chat-Werkzeug und ein Whiteboard-Werkzeug.

Die *persönliche Handbibliothek* (siehe Kapitel 8.3) unterstützt durch sogenannte Gruppenordner die Zusammenarbeit von Benutzern bei der Suche und Strukturierung von Informationen. Die Benutzer können an unterschiedlichen Orten und zu verschiedenen Zeiten einer gemeinsamen Fragestellung nachgehen und die gefundenen Objekte in der Handbibliothek ablegen. Durch die Workspace-Awareness werden jedem Benutzer der Gruppe neue Einträge in der Handbibliothek durch Piktogramme kenntlich gemacht.

Eine weitere Form der Kollaboration wird durch die Möglichkeit der Annotationen von Objekten bereitgestellt. Je nach Form der Annotation, etwa durch Verknüpfung zweier Objekte oder durch Anhängen eines Kommentars werden die Objekte mit Informationen angereichert. Durch Annotationen können auch zeitlich asynchrone Diskussionen über Objekte geführt werden.

Das *Chat-Werkzeug* erlaubt eine örtlich verteilte, aber zeitlich synchrone Diskussion von verschiedenen Benutzern. Es ist ähnlich konzipiert wie Microsoft Messenger oder das IRC-Programm. Das Werkzeug ermöglicht darüberhinaus den Austausch von beliebigen digitalen Bibliotheksobjekten.

Mittels des *Whiteboard-Werkzeuges* können Benutzer einer Gruppe Informationen grafisch strukturieren und damit Sachverhalte erarbeiten. Durch die Kombination von Chat- und Whiteboard-Werkzeug kann so effektiv und effizient unabhängig vom Ort gearbeitet werden.

7.5. Zusammenfassung

Durch die gewählte und realisierte Systemarchitektur von DAFFODIL inklusive der Erweiterung durch die Konzepte *Personalisierung*, *Adaptivität*, *Recommendation*,

7.5. ZUSAMMENFASSUNG

Awareness und *Kollaboration* ergibt sich ein mächtiges, aber trotzdem flexibles und in den einzelnen Diensten leichtgewichtiges System. Alle Einzelteile fügen sich zur strategischen Unterstützung zusammen. Im nächsten Abschnitt werden die wesentlichen Dienste vorgestellt.

8. Das DAFFODIL-System und seine Dienste

Dieser Abschnitt widmet sich der Beschreibung der aktuellen Dienste des DAFFODIL-Systems und umfasst neben den unterstützenden Diensten die beiden zentralen Werkzeuge: die persönlichen Handbibliothek und die verteilte Suche in heterogenen Datenquellen. Darüberhinaus soll ihr jeweiliger strategischer Einfluss auf den ISP des Benutzers herausgestellt werden. Die Auswahl der Dienste orientiert sich dabei an den für die Evaluation (siehe Kapitel 11) relevanten Diensten.

8.1. Das DAFFODIL-Benutzerinterface

Der für den Benutzer sichtbare Anteil des DAFFODIL-Systems stellt die grafische Benutzeroberfläche mit den dort verfügbaren Werkzeugen dar. Zum Startzeitpunkt des Benutzerprogramms wird der Desktop mit den zur Zeit verfügbaren Werkzeugen geladen (siehe Abbildung 8.1) und die wesentlichen Werkzeuge werden in den Vordergrund gestellt. In der genannten Abbildung erkennt man die Einteilung des Desktops in der Standardperspektive mit drei geöffneten Werkzeugen (Such-Werkzeug, Persönliche Handbibliothek und verwandte Begriffe) und der Werkzeugleiste am linken Rand. Die Anordnung der Werkzeuge auf dem Desktop ist über statische Perspektiven an unterschiedliche Aufgaben angepasst worden oder kann vom Benutzer personalisiert eingestellt werden.

Die Liste der sichtbaren Werkzeuge umfasst:

- Such-Werkzeug: Verteilte Suche nach Dokumenten
- Persönliche Handbibliothek: Strukturiertes Speichern von gefundenen Objekten
- Koautoren-Suche: Auffinden von Koautoren
- Journal- und Konferenzbrowser: Browsen in Aggregationshierarchien von Journalen und Konferenzen
- Klassifikationsbrowser: Browsen in der ACM-Klassifikation
- Thesaurus-Werkzeug: Suche nach Ober- und Unterbegriffen

8.1. DAS DAFFODIL-BENUTZERINTERFACE

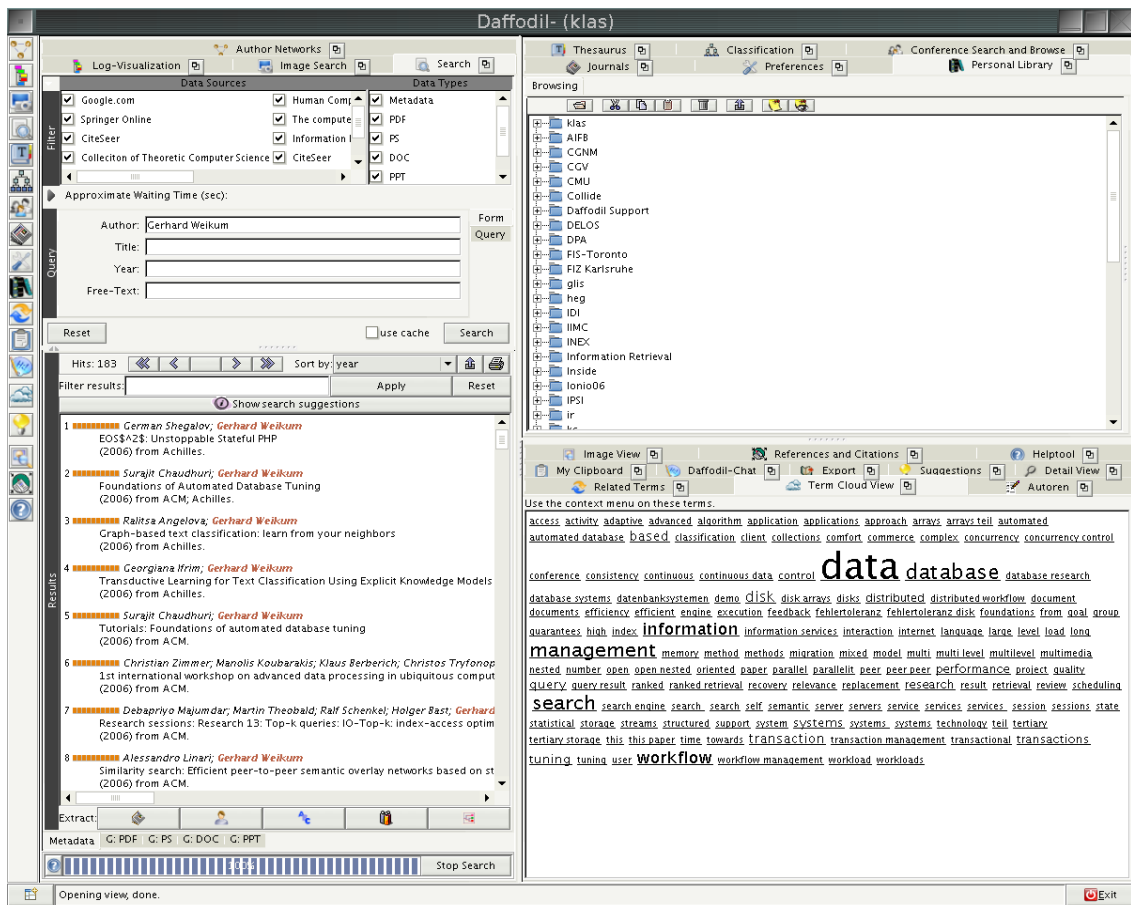


Abbildung 8.1.: Der Desktop von DAFFODIL

- Kontextabhängige Vorschläge: Anzeige von möglichen Taktiken
- Bildersuch-Werkzeug: Experimentelles Werkzeug für die Bildersuche
- Verwandte Begriffe: Suche nach verwandten Begriffen bezüglich der aktuellen Anfrage
- Chat-Werkzeug: Werkzeug zur synchronen Kommunikation zwischen Benutzern
- Referenz- und Zitationswerkzeug: Suche nach zitierten und referenzierten Dokumenten
- Präferenz-Werkzeug: Verwaltung personalisierter Einstellungen

Weitere Funktionen sind in den einzelnen Werkzeugen integriert, etwa eine Überprüfung der Rechtschreibung der Anfrage. Die für die Evaluation wesentlichen Werkzeuge werden im folgenden genauer dargestellt.

8.2. Verteilte Suche in heterogenen Datenquellen

Das in Abbildung 8.2 dargestellte Suchwerkzeug stellt in der Regel den Ausgangspunkt einer Literaturrecherche im DAFFODIL-System dar. Eine für den Benutzer einfach zu handhabende Eingabemaske erlaubt es, einheitliche Anfragen an die verteilten Bibliotheken zu formulieren und dadurch die Suchdomäne durch Auswahl einiger oder sogar aller digitalen Bibliotheken zu spezifizieren.

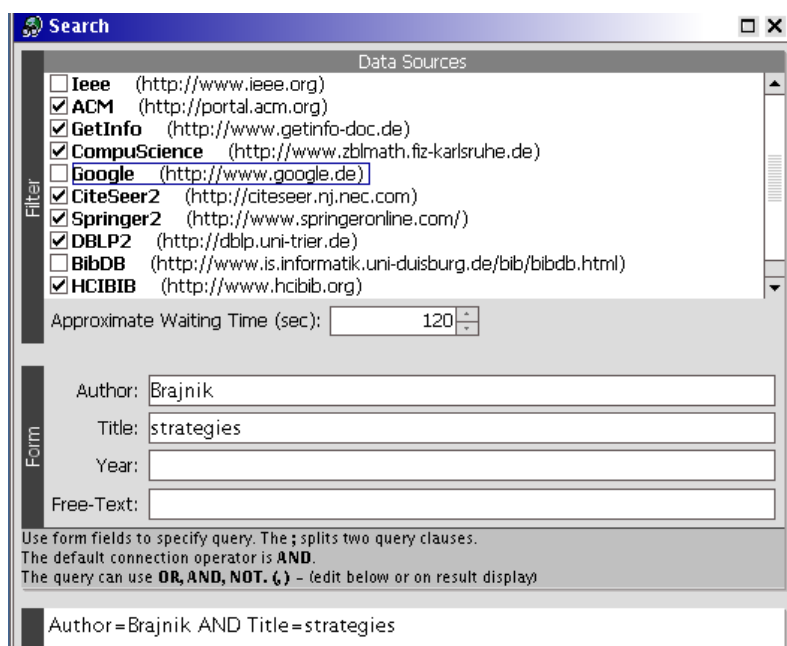


Abbildung 8.2.: Suchwerkzeug: Eingabemaske zur Suche in digitalen Bibliotheken mit Auswahl der Datenquellen

Die Anfragen des Suchwerkzeugs werden über das DAFFODIL-Agentensystem via Diensten und Wrapper (vgl. Kapitel 6.2) an die Informationsanbieter weitergeleitet. Einer parallelen Bearbeitung der Anfragen folgt anschließend die Zusammenstellung der Ergebnisse, die in homogener Struktur dem Benutzer im derzeitigen Systemstatus zur Betrachtung und Navigation in Form einer gewichteten Resultatsliste präsentiert werden. Dabei werden dem Benutzer über unaufdringliche Piktogramme (siehe Abbildung 8.3) bereits angesehene, abgespeicherte oder anderweitig bearbeitete Dokumente kenntlich gemacht. Das kleine Augen-Piktogramm steht für die Information, dass das Dokument schon zuvor gefunden worden ist und der Benutzer es in der Detail-Ansicht bereits angesehen hat. Diese einfache Funktion spiegelt das im kognitiven Modell von Ingwersen (siehe Kapitel 2.2.2) enthaltene Konzept der *Polyrepräsentation*, der Überlappung von Informationen aus verschiedenen Sichten, wider.

Ausgehend von der Resultatansicht hat der Benutzer nun verschiedene Optionen,

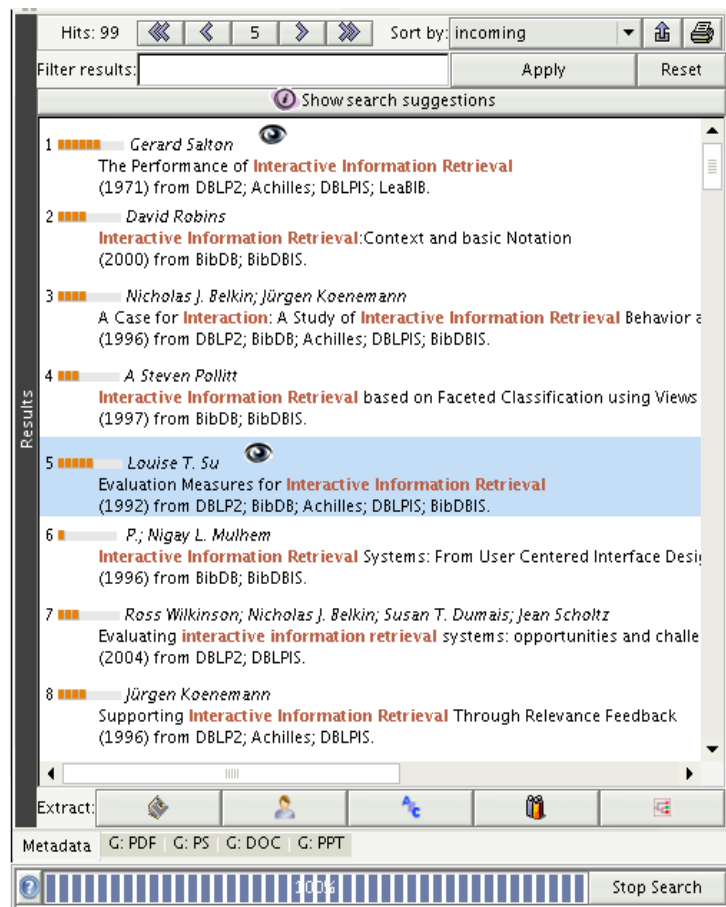


Abbildung 8.3.: Suchwerkzeug: Gewichtete Resultatliste mit Piktogrammen

(neben der Detailansicht dargestellt in Abbildung 8.4) den ISP voranzutreiben:

Filtern Durch Auswahl und Eingabe eines Selektionsbegriffes kann die Resultatsliste auf bestimmte Resultate eingeschränkt werden.

Extrahieren Durch Auswahl eines Extraktionsattributes – dazu zählen Autor, Journal, Konferenz oder Terme – kann eine gewichtete Liste der Attribute erstellt werden, um eine Übersicht zu erhalten und zentrale Informationen, etwa wesentliche Autoren eines Themengebietes, zu erkennen.

Abspeichern Der Benutzer kann Objekte aus der Resultatliste in der persönlichen Handbibliothek strukturiert und persistent ablegen, oder in einem Clipboard zur weiteren Verarbeitung vermerken.

Anfragemodifikation Falls die Anfrage nicht das gewünschte Ergebnis gebracht hat, kann eine Anfragemodifikation und erneute Suche durchgeführt werden.

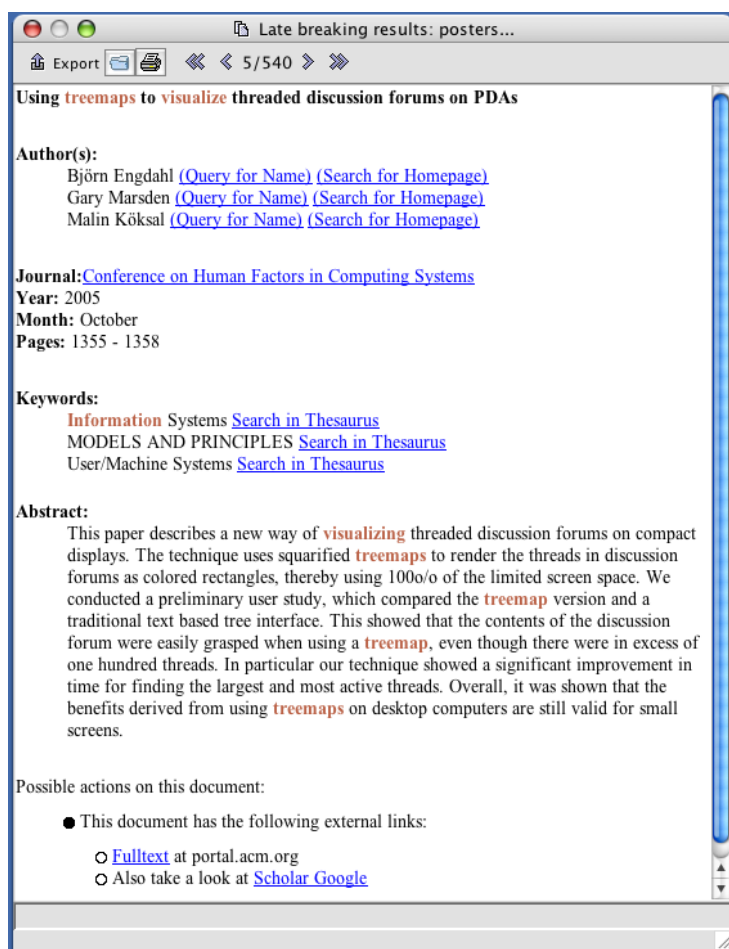


Abbildung 8.4.: Suchwerkzeug: Detailansicht eines gefundenen Dokumentes

Dem Benutzer stehen darüber hinaus weitere Optionen zur Verarbeitung zur Verfügung, die in den folgenden Abschnitten beschrieben werden.

Strategischer Aspekt

Das Suchwerkzeug verkörpert in DAFFODIL aus der Sicht der strategischen Unterstützung die Hauptkomponente des Systems. Die angebotene höhere Suchfunktionalität in Form einer homogenen Benutzerschnittstelle für alle angeschlossenen digitalen Bibliotheken entlastet den Benutzer erheblich. Die Zusammenführung der Information, die Gewichtung der Ergebnisse, die hervorgehobenen Suchbegriffe und die Piktogramme tragen dazu bei, dass der Benutzer die notwendigen Informationen in effizienter Weise finden und in effektiver Weise kognitiv erfassen kann.

8.3. Persönliche Handbibliothek

In der persönlichen Handbibliothek (siehe Abb. 8.5) ist das Speichern von Ergebnissen, Volltexten, Stichworten oder Suchtermen, Autoren, Konferenzen oder Journalen persistent und über den Kontext einer Suche hinaus möglich. In persönlichen Ordnern können Benutzer Ergebnisse strukturiert ablegen und so über mehrere Suchsitzungen hinweg ein nachhaltiges Archiv ihrer Literaturrecherchen aufbauen. Für die anschließende Nutzung der gespeicherten Informationen außerhalb des Systems stehen Exportfunktionalitäten (z. B. BibTex, Endnode) zur Verfügung.

Zur Unterstützung der Gruppenarbeit existieren in der Handbibliothek sogenannte Gruppenordner, in denen Mitglieder einer Gruppe die Informationen abspeichern können. In diesen Gruppenordnern besteht ebenfalls die Möglichkeit zur Annotation von Objekten, einschließlich bestehender Annotationen, wodurch das Konzept kollaborativer Recherchen unterstützt wird. Desweiteren wird auf Grundlage der gespeicherten Objekte das Konzept der Awareness [Roderfeld 04] für den Benutzer umgesetzt, etwa durch die Möglichkeit zu "sehen, was es Neues gibt". Neue, noch nicht vom Benutzer gesehene Objekte in der Handbibliothek werden durch ein Piktogramm hervorgehoben.

Um ein Thema über einen längeren Zeitraum bearbeiten und verfolgen zu können, kann man derzeit die Langzeitawareness (Notification Service) für Objekttypen wie Autor, Suchanfrage, Journal, Konferenz und Webseite aktivieren. Dies beinhaltet eine automatische Suche des Systems nach neuen Informationen in festgelegten Intervallen. Die so neu gefundenen Informationen werden dann in die persönliche Handbibliothek eingestellt und durch ein Piktogramm für den Benutzer kenntlich gemacht.

Strategischer Aspekt

Aus strategischer Sicht entlastet die persönliche Handbibliothek den Benutzer in der Phase der Sammlung und Strukturierung von Informationen. Der Benutzer kann effizient die notwendigen Informationen zusammenstellen und diese stehen dann nachhaltig zur Verfügung. Durch das Konzept der Awareness behält der Benutzer stets den Überblick über die gefundenen Informationen und seine Position im ISP. Mittels der Gruppenfunktionalität in der Handbibliothek wird zudem Kollaboration unterstützt.

8.4. Beziehungsnetzwerke: Koautoren

Als ein weiteres, oft benutztes und von DAFFODIL unterstütztes Suchstrategem ist die *Koautorensuche* zu nennen. Ausgehend von einem Autor, dessen Relevanz

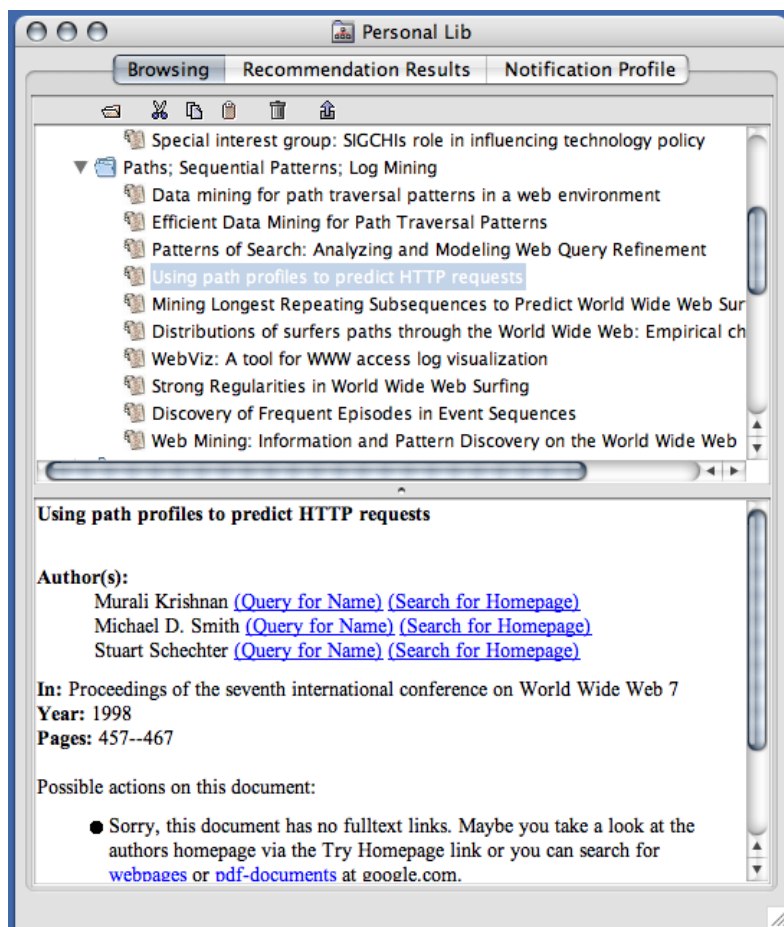


Abbildung 8.5.: Persönliche Handbibliothek: Strukturierte Ablage aller digitalen Bibliotheks Objekte

für das Suchinteresse bekannt ist, sucht der entsprechende Dienst nach weiteren Publikationen dieses Autors oder ermittelt selbständig die zugehörigen Koautoren.

Die Beziehungen zwischen den Autoren können dann in einem Koautorennetzwerk als Beziehungsgraph visualisiert werden (siehe Abb. 8.6). Durch die bildliche Darstellung des Graphen lassen sich so effizient die zentralen Autoren in einem Arbeitsgebiet erkennen. Der Algorithmus zur Berechnung der Beziehung beruht zur Zeit auf der Koautoren-Relation, d. h. Autoren, die gemeinsam publiziert haben. Es ließe sich aber auch leicht auf die Zitationsbeziehungen anwenden.

Strategischer Aspekt

Der strategische Aspekt ist hier in der Bereitstellung einer höheren Suchfunktionalität zu sehen. Ohne diesen Dienst müsste diese Funktionalität erstens dem Benutzer bekannt sein und zweitens vom Benutzer mit erheblichem Aufwand manuell durch-

8.4. BEZIEHUNGSNETZWERKE: KOAUTOREN

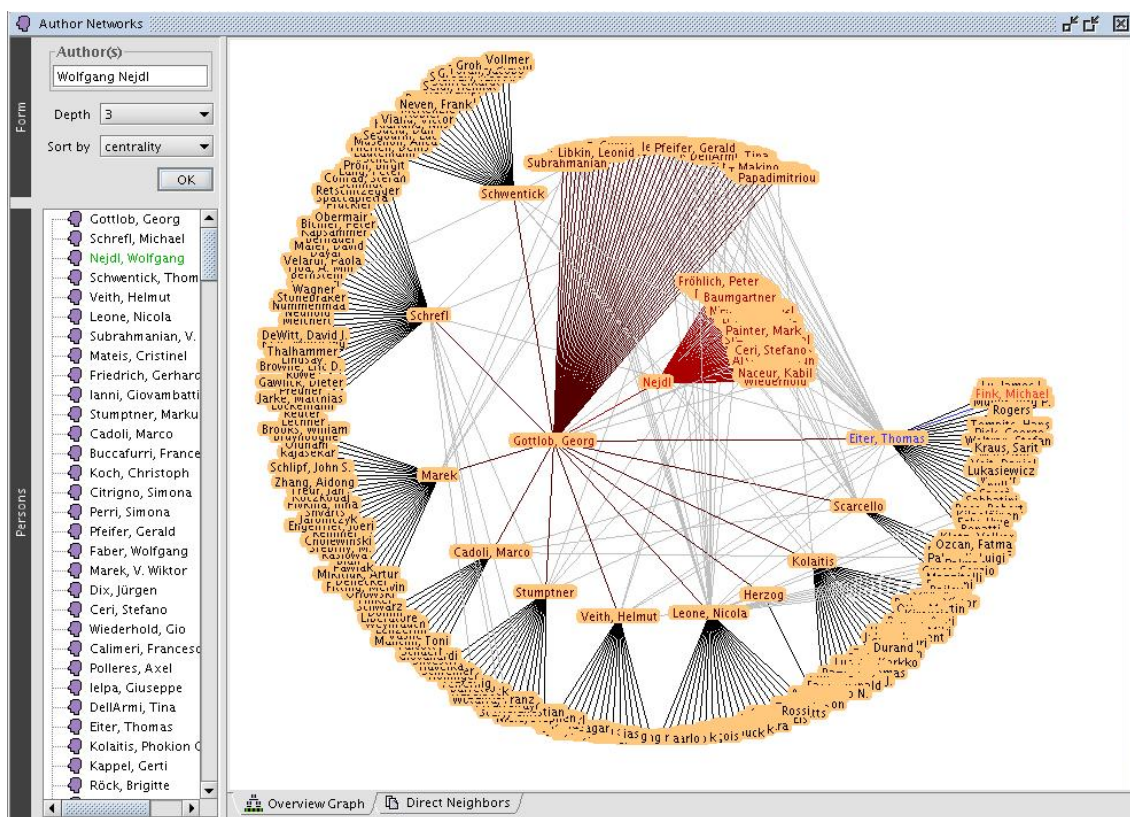


Abbildung 8.6.: Koautoren-Netzwerk: Auffinden zentraler Autoren anhand von Beziehungsnetzwerken

geführt werden. Dieser Dienst stellt zudem eine weitere Möglichkeit bereit, sich im Dokumentenraum neue Wege für die Suche zu eröffnen, um so Sackgassen im Suchprozess zu vermeiden.

8.5. Journal- und Konferenz-Browser

Ein weiterer Dienst stellt Such- und Browse-Funktionen in der Domäne der Konferenzen und Journale zur Verfügung. Der Benutzer wird in die Lage versetzt, durch ein Werkzeug (siehe Abb. 8.7) Zeitschriftenjahrgänge sowie Konferenzbände zu durchsuchen. Findet der Benutzer etwa einen relevanten Artikel im Suchwerkzeug kann er die in der selben Zeitschrift vorkommenden Artikel aufsuchen und ebenfalls ansehen.

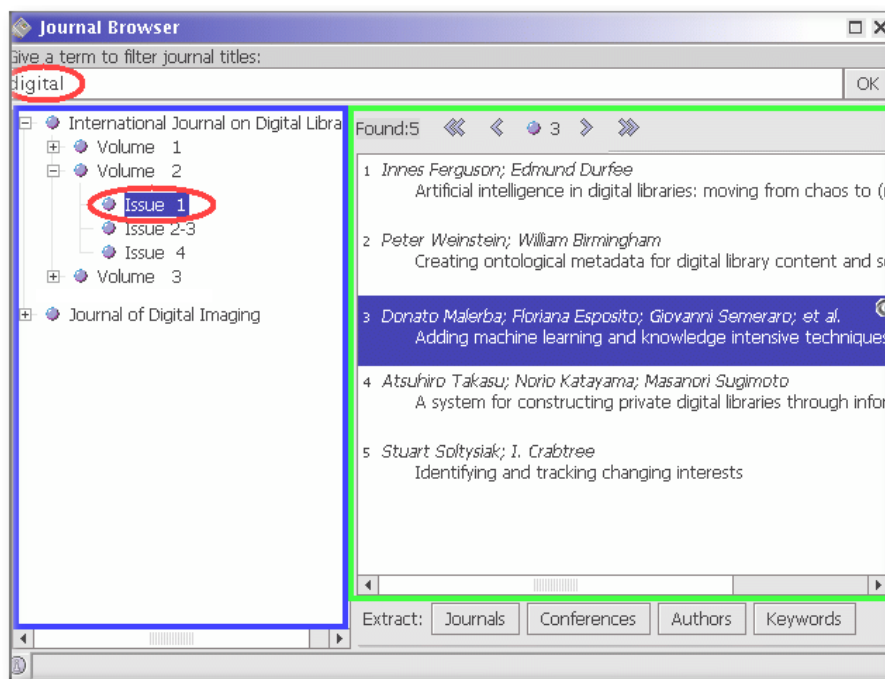


Abbildung 8.7.: Journal-Werkzeug: Integriertes Suchen und Browsen in Journalen (Konferenzen)

Der Einsatz des Werkzeugs kann Ausgangspunkt oder Zwischenschritt eines umfangreicheren Suchplans sein. Explizite Verknüpfungen in den Detailansichten von Suchergebnissen weisen auf eine Zeitschrift oder einen Konferenzband hin, in dem ein Dokument veröffentlicht worden ist.

Strategischer Aspekt

Ähnlich wie im Falle des Koautoren-Werkzeugs, das eine Funktion in der Domäne der Autoren anbietet, verknüpft dieses Werkzeug die gefundenen Informationen mit einer anderen Domäne, in diesem Fall die der Journale und Konferenzen.

8.6. Klassifikation

Mit Hilfe des Klassifikationswerkzeuges erhalten Benutzer Zugriff auf eine hierarchische, themenorientierte Repräsentation des Suchraums. Es erlaubt das Browsen in Klassifikationsschemata wie etwa dem ACM Computing Classification Scheme.

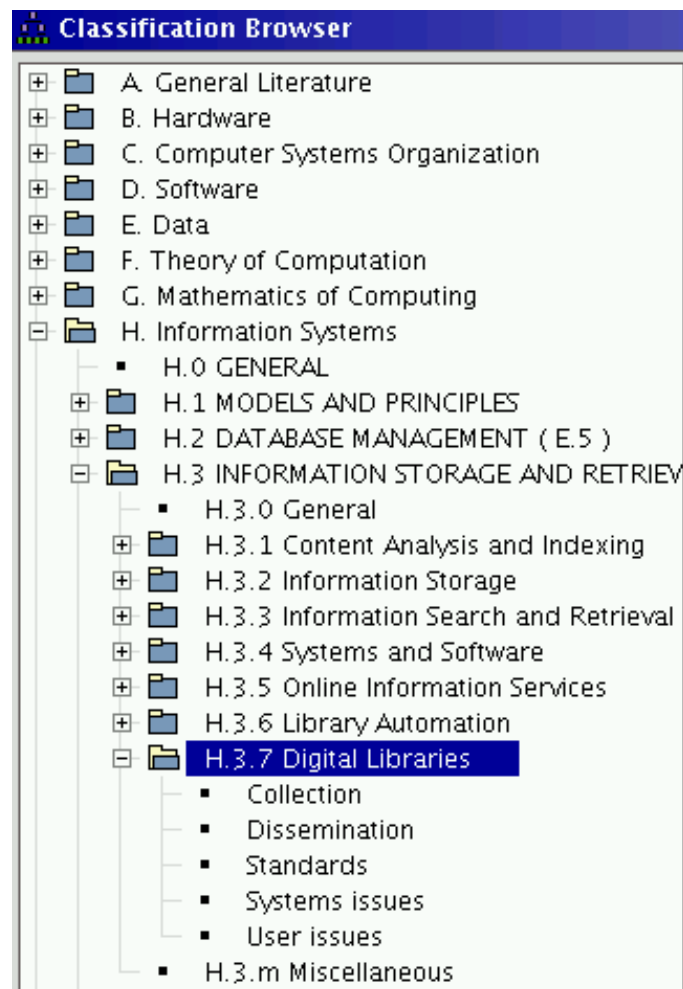


Abbildung 8.8.: Klassifikations-Werkzeug

Strategischer Aspekt

Auch hier liegt der strategische Aspekt in der Bereitstellung der Funktionalität und kann z. B. zur Anfragerweiterung genutzt werden. Soweit die digitalen Bibliotheken das Klassifikationsschema unterstützen, ist auch die Suche danach möglich.

8.7. Thesauri

Über das Thesauruswerkzeug können zu Suchtermen generellere oder spezifischere Begriffe bzw. semantische Bedeutungen erfragt werden. Fachspezifische oder web-basierte Thesauri werden für das Auffinden verwandter Begriffe genutzt. Die so gefundenen Begriffe können dann leicht in anderen Werkzeugen für weitere Anfragen benutzt werden. Zudem ermöglicht die Kombination des Thesaurus mit einem semantischen Wörterbuch wie WordNet eine Begriffserklärung, wie sie in Abbildung 8.9 zu erkennen ist.

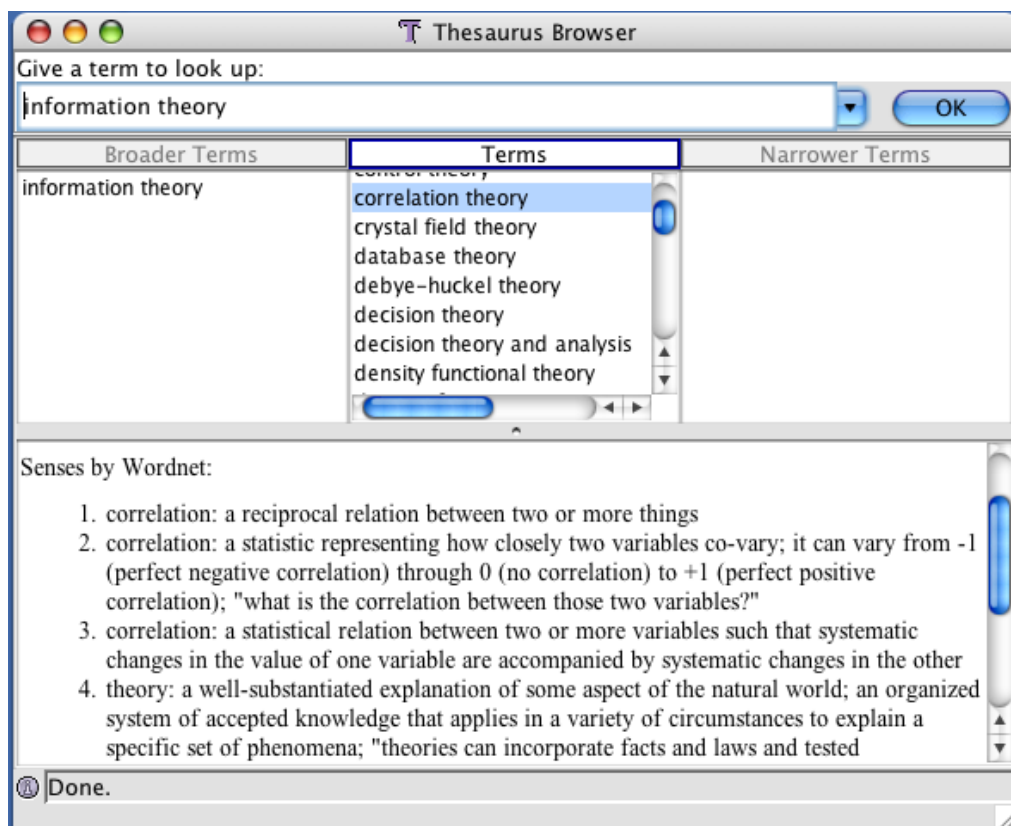


Abbildung 8.9.: Thesaurus-Werkzeug

Strategischer Aspekt

Dieses Werkzeug unterstützt direkt die Term-Taktiken laut Bates (siehe Kapitel 3.1.2). Zu einem gegebenen Anfragebegriff können die Ober- sowie Unterbegriffe gesucht werden und diese anschließend in der Anfrage berücksichtigt werden, so dass die Resultatsliste erweitert oder eingeschränkt wird.

8.8. Proaktive Dienste

Neben den bereits vorgestellten Werkzeugen im Bereich der Oberfläche und strategischen Unterstützung des Benutzers bei der Literatursuche im DAFFODIL-System werden hier nun Werkzeuge angeführt, die proaktive Unterstützung bei der Suche anbieten, etwa bei der Formulierung von Anfragen. In der Regel leisten diese den Benutzern Hilfestellung, um z. B. eine bestehende Anfrage dahingehend zu verbessern, dass mehr oder eindeutige Ergebnisse bei der Suche erzielt werden. Diese Dienste wurden im Rahmen der parallel laufenden Promotion [Schaefer 07] entwickelt.

8.8.1. Proaktive Anfrageunterstützung

Die spezifischen Zielsetzungen der proaktiven Unterstützung bei der Anfrageformulierung lauten:

1. Verringerung bzw. Vermeidung von grundlegenden Fehlern syntaktischer oder semantischer Art,
2. Senkung der kognitiven Arbeitslast in frühen Phasen der Anfrageformulierung,
3. Erhöhung der Sicherheit bei der Anfrageerstellung.

Die Umsetzung der Ziele erhöht die Effektivität und Effizienz des Benutzers. Als aktuelle Beispiele für die Umsetzung der angeführten Ziele im Bereich der proaktiven Anfrageunterstützung sollen hier die Rechtschreibkorrektur, die Korrektur semantischer Fehler und die Hilfestellungen z. B. im Bereich der verwandten Begriffe kurz dargestellt werden.

Rechtschreibkorrektur Die Hilfsfunktion der Rechtschreibkorrektur unterstützt den Benutzer bei der Eingabe eines wahrscheinlich falsch geschriebenen Begriffes, indem der Begriff rot unterstrichen kenntlich gemacht wird und alternative Schreibweisen angeboten werden (siehe Abb. 8.10).

Korrektur semantischer Fehler In dem angeführten Beispiel (siehe Abb. 8.11) ist eine Titelanfrage mit einem Artikel aus den Jahren “2001 und 2002” zu sehen.

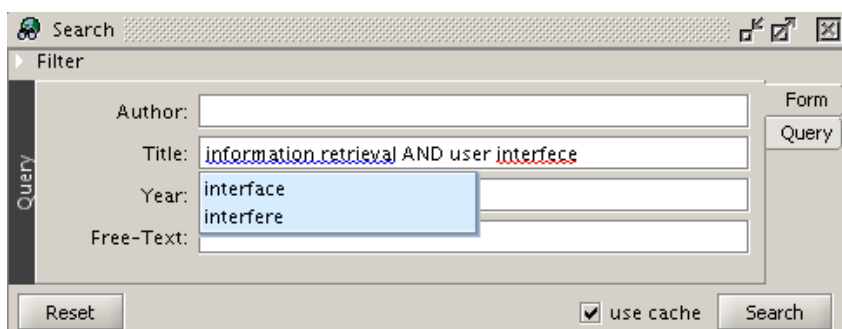


Abbildung 8.10.: Proaktive Unterstützung: Rechtschreibung

Solch eine Anfrage ergibt eine leere Ergebnismenge und wird vom System als falsch markiert. Zusätzliche Regeln zur Erkennung semantischer Fehler sind leicht zu integrieren.

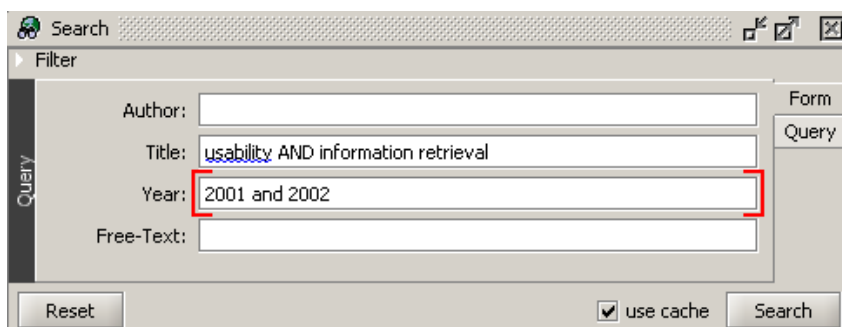


Abbildung 8.11.: Proaktive Unterstützung: Semantik

Begriffsunterstützung Weitere Hilfestellung erfährt der Benutzer etwa in der Form, dass zu einem Anfragebegriff verwandte Begriffe angezeigt werden (siehe Abb. 8.12). Zudem kann aus der Suchhistorie des individuellen Benutzers eine Vervollständigung eines Teilbegriffes angeboten werden.

8.8.2. Proaktive Werkzeuge

Als zwei Beispiele für proaktive Werkzeuge im DAFFODIL-System können das Autorennamen-Werkzeug und das “Did you mean?”-Werkzeug genannt werden. Ersteres versucht bei einem unvollständig bekannten oder spezifizierten Namen (etwa mit fehlenden Vornamen) mögliche Ergänzungen vorzuschlagen. Das zweite Werkzeug schlägt Korrekturen für Anfragebegriffe vor, die über die Rechtschreibkorrektur hinausgehen.

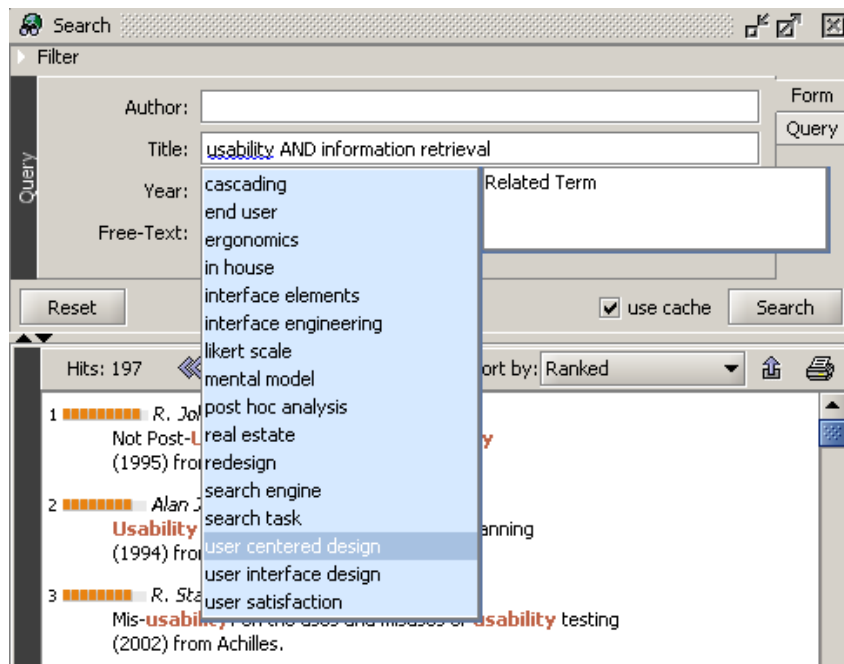


Abbildung 8.12.: Proaktive Unterstützung: Verwandte Terme

8.9. Zusammenfassung

Jeder der oben aufgeführten Dienste stellt eine für sich unabhängige Funktionalität zur Verfügung. Erst die Kombination aller Dienste, sowohl für den Benutzer durch das *WOB*-Modell [Krause 97a] auf der grafischen Oberfläche, als auch die Kombination der Dienste untereinander, erzeugt die Synergien, die eine effektive und effiziente Informationsgewinnung ermöglicht. Der Benutzer wird strategisch bei der Informationssuche unterstützt.

Im folgenden werden einige aktuelle digitale Bibliotheken vorgestellt, die ähnliche Ziele wie DAFFODIL verfolgen.

9. Referenzsysteme

Nachdem nun die Ausarbeitung des Modells zur strategischen Unterstützung abgeschlossen und als DAFFODIL-System mit breit angelegter Suchfunktionalität realisiert worden ist, soll hier nun ein Überblick über bestehenden Systeme im Bereich der digitalen Bibliotheken (DL) gegeben werden und zudem eine Einordnung anhand der Bates-Matrix vorgenommen werden.

Sowohl im kommerziellen wie auch im wissenschaftlichen Bereich existieren verschiedenste Typen von DL-Systemen, von denen in diesem Abschnitt die innovativsten vorgestellt werden. Dabei findet eine Differenzierung zwischen Systemen zur selbständigen Erstellung, Verwaltung und Veröffentlichung einer digitalen Bibliothek einerseits und existierender DLs und Portalen andererseits statt. Im ersten Fall können allgemein Benutzer als Anbieter von Informationen auftreten, in der Regel handelt es sich dabei um Institute und Universitäten als eigenständige Anbieter. Bei existierenden DLs und auch bei Portalen, als Zusammenfassung mehrerer DLS oder Kollektionen, haben die Benutzer in den meisten Fällen keinen Einfluss auf die Inhalte.

Im Gegensatz zum DAFFODIL-System ist all diesen Systemen eine Benutzerschnittstelle in Form von Web-Seiten und Web-Formularen gemeinsam. Im Folgenden werden zunächst die frei verfügbaren DL-Systeme vorgestellt, mit denen die selbstständige Erstellung einer DL möglich wird. Im Anschluss daran werden verschiedene existierende DLs und Portale besprochen, die ähnliche oder vergleichbare Funktionen wie DAFFODIL besitzen. Abschließend wird die kommerzielle Suchmaschine Google mit den speziellen Ausprägungen Scholar-Google und Google Books erläutert.

9.1. Vollständige digitale Bibliothekssysteme

Es existieren zur Zeit mehrere quelloffene DL-Systeme, die den Aufbau einer DL, beginnend mit der Kollektionserfassung bis hin zur Suche per Web-Browser, umfassen. Zu den bekanntesten Vertretern dieser Gruppe von DL-Systemen gehören *Greenstone Digital Library*, *OpenDLib* und *DSpace*. Aus Nutzersicht bieten alle diese Systeme leider keine gute Nutzerunterstützung, sondern sind immer noch auf dem Niveau von Google.

9.1.1. Greenstone Digital Library

Bei Greenstone¹ handelt es sich um ein für den Aufbau und die Veröffentlichung von Dokumentkollection in Form von DLs entwickeltes Softwarepaket. Diese Software ist vom New Zealand Digital Library Project an der Universität von Waikato in Zusammenarbeit mit der UNESCO und dem Human Info NGO erstellt worden und wird ständig weiterentwickelt. Es ist quelloffene Software und wird unter den Bedingungen der GNU General Public License herausgegeben. Das Hauptziel der Greenstone-Software ist die Bereitstellung eines Systems, das jedem Benutzer oder einer Institution – hier werden speziell Universitäten und gemeinnützige Einrichtungen angesprochen – die Möglichkeit für die Erstellung einer DL bietet.

Funktionsumfang

Das Greenstone-System ermöglicht die Anlage und Verwaltung von Kollektionen. Dazu existiert ein speziell für Bibliothekare entwickeltes Administrationsprogramm, das eine schrittweise Anleitung zur Erfassung von Kollektionen umfasst.

In einem ersten Schritt (*gather*) werden beliebige Objekte in einer Kollektion beispielsweise über die Drag&Drop-Funktion abgelegt. Dabei erkennt das System anhand des Dateityps das Format für den später folgenden Indexierungsprozess der Metadaten. Ein optionaler Schritt (*enrich*) ermöglicht es, weitere Informationen zu den Metadaten hinzuzufügen. Als abschließender Schritt (*design*) werden die notwendigen Index-Dateien erstellt und die Kollektion anschließend erzeugt.

Die so erzeugten Kollektionen können nun per WWW-Schnittstelle zum Suchen und Browsen verwendet werden. Zudem besteht die Option, die Kollektion direkt auf CD-Rom inklusive der Suchsoftware zur Verfügung zu stellen.

9.1.2. OpenDLib

Mit dem Softwarepaket OpenDLib² bietet sich die Möglichkeit, eine an die Bedürfnisse der jeweiligen Benutzergruppe angepasste DL aufzubauen. Die erforderlichen Inhalte können entweder über vorliegende Dateien geladen oder über das Open-Archive-Protokoll gesammelt werden. OpenDLib besteht aus einer verteilten Dienstarchitektur und kann ebenfalls wie Greenstone beliebige Dokumente verwalten. Das System kann zudem leicht um weitere Dienste erweitert werden.

¹<http://www.greenstone.org>

²<http://opendlib.iei.pi.cnr.it/home.html>

Funktionsumfang

Ebenso wie Greenstone erlaubt OpenDLib die Erfassung von digitalen Dokumenten via OAI-Harvesting und Repository-, Web- oder RSS-Crawlern. Auf Basis dieser Dokumente schließt sich ein Konvertierungs- und Extraktionsschritt an, der letztlich in die Indexierung der Dokumente mündet.

Die Dokumente können in virtuellen Kollektionen zusammengefasst und somit zum Suchen und Browsen per Web-Schnittstelle bereitgestellt werden. Persönliche Dokumente können von Benutzern über eine Web-Schnittstelle in solch eine Kollektion eingestellt werden.

9.1.3. DSpace

Das DSpace-System³ stellt ein digitales Verzeichnis zum Speichern, Indexieren, Aufbewahren und Verteilen wissenschaftlichen Materials in digitaler Form zur Verfügung. Dieses System findet weltweit in wissenschaftlichen Institutionen Anwendung und ist ebenso wie Greenstone und OpenDLib frei verfügbar.

Funktionsumfang

Auch das DSpace-System erlaubt dem Anwender die Anlage und Verwaltung von Kollektionen, wobei besonders die Administratoren durch einen Workflow-Prozess zur Qualitätsüberwachung und Kollaboration Unterstützung erfahren. Neue Dokumente können mit Hilfe eines Batch-Importprozesses oder eines Web-Interfaces in eine Kollektion eingestellt werden. Anschließend können die mit der quelloffenen Software lucene⁴ indexierten Dokumente mittels eines Web-Interfaces gesucht werden.

9.2. Digitale Bibliotheken, Portale und Suchmaschinen

Im Gegensatz zu den zuvor genannten DL-Systemen existieren eine Vielzahl von digitalen Bibliotheken und Portalen, in der Regel unter der Kontrolle von Verlagen und Institutionen, die Informationen in Form von Metadaten und Volltexten zur Verfügung stellen. Als Beispiele für solche Portale im Bereich der Informatik können

³<http://www.dspace.org>

⁴<http://lucene.apache.org>

folgende Verlage oder Herausgeber angeführt werden: ACM⁵, Springer⁶, Elsevier⁷ oder IEEE⁸.

An Universitätsbibliotheken sind OPAC-Systeme im Einsatz, um der Suche nach vorhandener Literatur nachgehen zu können. In Deutschland werden dazu die Systeme Aleph der Firma Ex Libris⁹ und ein System der Firma Sisis¹⁰ verwendet. Aber auch Suchmaschinen können zu diesen Portalen gezählt werden, wie etwa der Branchenführer Google. Im Folgenden wird auf die ACM-DL als eines der funktional umfangreicheren Portale genauer eingegangen.

9.2.1. Digitales Bibliotheksportal ACM

Das Portal der ACM ermöglicht die Suche in einer Kollektion mit mehr als 400.000 Dokumenten, die sich aus Büchern, Journalen, Dissertationen, Diplomarbeiten und sonstigen technischen Berichten aus dem Zeitraum seit 1985 zusammensetzt. Es werden der *ACM Online Guide to Computing Literature*, die *ACM Digital Library* und das *Online Computing Reviews Service (OCRS)* integriert zur Verfügung gestellt. Die ACM-DL stellt ein innovativstes Portal mit einer breiten Funktionalität für den Benutzer dar.

Funktionsumfang

Neben dem obligatorischen Suchen und Browsen im vorhandenen Katalog bietet die ACM-DL weitergehende Funktionalität an, etwa in den Bereichen der Personalisierung und Kollaboration:

Binder Der Binder ist ein Ablagebereich für gefundene bibliographische Daten. Die Anzahl der Binder ist dabei beliebig. Die Funktion entspricht in etwa der persönlichen Handbibliothek des DAFFODIL-Systems. Ein Binder kann nicht nur manuell gefüllt werden, sondern auch durch eine definierte Anfrage in wiederkehrenden Intervallen. Im Hinblick auf kollaboratives Arbeiten können auch Kollegen Zugriff auf freigegebene Binder erhalten.

Bewertungen Zu bereits bestehenden Artikeln können Bewertungen von angemeldeten Gutachtern geschrieben und hinzugefügt werden, im Sinne einer kollaborativen Annotation. Diese Gutachten sind für die Benutzer als Detailerweiterung in der Artikelansicht verfügbar. Zur Gewährleistung einer hohen Qualität unterliegen die Gutachter einem ständigen Evaluationprozess.

⁵<http://www.acm.org/>

⁶<http://www.springerlink.com/>

⁷<http://www.elsevier.com/>

⁸<http://www.ieee.org/>

⁹<http://www.exlibrisgroup.com/>

¹⁰<http://www.sisis.de>

Aufgrund der vorhandenen verlagseigenen Volltexte sind zusätzliche Metadaten-Relationen wie Koautoren, Zitationen oder das ACM-eigene Klassifikationssystem¹¹ erschlossen worden, die einen Mehrwert für die Benutzer darstellen. Als eine weitere Funktion besteht zudem die Möglichkeit, ähnliche Dokumente zu einem gegebenen Dokument suchen zu lassen.

Es ist dabei zu berücksichtigen, dass sich alle Funktionen nur innerhalb des ACM-Portals ausführen lassen und damit eine Konzentration auf die eigenen Produkte stattfindet.

9.2.2. Scirus

Der Verlag Elsevier stellt mit dem Portal Scirus¹² die wissenschaftliche Literatursuche in verlagseigenen Journalen sowie im WWW zur Verfügung. Eine hier hervorzuhebende Funktion des Scirus-Systems ist die Möglichkeit, verwandte Begriffe zu den eingegebenen Anfragebegriffen angezeigt zu bekommen und somit die Suche weiter einzuschränken oder voranzutreiben.

Diese Funktion zur Auffindung von verwandten Begriffen basiert nach Angabe von Scirus¹³ neben einer eigenen Klassifikation für jeden wissenschaftlichen Bereich auf einem umfangreichen manuell klassifizierten Korpus, der sich wiederum auf fachspezifischen Datenbanken gründet.

9.2.3. OPAC

Der **online public access catalog**, oder kurz OPAC genannt, stellt einen Online-Katalog für real existierende Dokumente in einer Bibliothek dar. Der OPAC ist seit etwa 1985 die Standardschnittstelle in deutschen Universitätsbibliotheken und bietet Zugang sowohl für Bibliothekare als auch für Nutzer, anfangs über eine Terminalsoftware und mittlerweile über eine webbasierte Schnittstelle. Er setzt in der Regel auf ein integriertes Bibliothekssystem wie Aleph oder Sisis auf.

Die wesentlichen Funktionen stellen neben dem Suchen und Browsen im Katalog die Benutzerverwaltung sowie Ausleihfunktionen und Verfügbarkeitssuche von Dokumenten dar.

9.2.4. MyLibrary

Das MyLibrary-System gilt als ein benutzergesteuertes, anpassbares webbasiertes Portal zur Verwaltung von Internetressourcen. Einsatz findet es in Bibliotheken zur

¹¹<http://www.acm.org/class/1998/>

¹²<http://www.scirus.com>

¹³http://www.scirus.com/press/pdf/WhitePaper_Scirus.pdf

strukturierten Zusammenfassung spezifischer Informationsquellen, die eine Reduzierung der Informationsflut aus dem Internet für den Benutzer mit sich bringt. Neben den von der Bibliothek bereitgestellten Ressourcen können die Benutzer ihre eigenen Informationen auf ihrer persönlichen Seite zusammenstellen. In der initialen Phase wird, je nach Interessen und Fachgebiet des Benutzers, eine entsprechende Startseite durch die Bibliothek zusammengestellt. Spezielle Datenquellen und auch Nachrichten der Bibliothek werden hierüber personalisiert veröffentlicht.

Zur Kollaboration der Benutzer können diese ihre persönlichen Portalseiten auch im Team nutzen und so Informationen teilen. Ein weiteres nützliches Feature stellt der Link-Check auf Verfügbarkeit der auf der persönlichen Seite gespeicherten Web-Links dar.

9.2.5. Google

Google als derzeitiger Marktführer bei der Suche im World Wide Web diversifiziert zur Zeit sein Angebot in den Bereichen Bücher, wissenschaftliche Publikationen und räumlichen Daten (vgl. GoogleEarth¹⁴).

Google Book Search

Die Webseite Google Book Search¹⁵ ermöglicht die Volltextsuche in Büchern. Hierzu scannt Google in Kooperation mit Bibliotheken Bücher ein und indexiert deren Inhalte. Google bezeichnet das Projekt als reine Indexierungs- und Archivierungsaufgabe und stellt nur Ausschnitte der gefundenen originalen Buchseiten dar. Nach Klärung der Copyright-Frage besteht auch die Möglichkeit, Zugriff auf den gesamten Buchinhalt zu erhalten. Ansonsten wird der Benutzer auf den Buchhandel verwiesen. In Zusammenarbeit mit Bibliotheken kann auch auf die entsprechende Universitätsbibliothek verwiesen werden bis hin zur Signatur.

Google Scholar

Google Scholar¹⁶ indexiert wissenschaftliche Literatur und stellt diese zur Suche bereit. Die Literatur stammt aus unterschiedlichen Quellen, die von akademischen Verlagen bis hin zu Universitätswebseiten und anderen Bildungseinrichtungen reichen. Zum Funktionsumfang gehören sowohl die parallele Suche in verschiedenen Quellen, Verweise auf Volltexte als auch das Sortieren der Ergebnisse nach Relevanz-Kriterien.

¹⁴<http://earth.google.com/>

¹⁵<http://books.google.com/>

¹⁶<http://scholar.google.com/>



Abbildung 9.1.: Google Books

9.3. Zusammenfassung

Das hier vorgestellte DAFFODIL-System, das sowohl auf der Basisarchitektur mit Agentenframework, Wrapper und grafischer Benutzeroberfläche als auch auf den Erweiterungen durch Ereignis- und Logging-System, Sensorik, Aktive Dienste und Kollaboration beruht, verfolgt in erster Linie die Intention, endlich den Benutzer in das Zentrum des ISP zu stellen und grenzt sich dadurch von den hier vorstellten Referenzsystemen deutlich ab.

Die Umsetzung der Dienste in Form von integrierten Werkzeugen auf Grundlage des Modells zur strategischen Unterstützung ist einzigartig und, wie die im Folgenden beschriebene Evaluation belegt, führt zur Steigerung der Effektivität und Effizienz des Benutzers im Umgang mit digitalen Bibliotheken.

Die hier vorgestellten Referenzsysteme sind für sich gesehen notwendig, bieten aber nur Basisfunktionalität. Nach Bates' Definition bedeutet dies nur Funktionalität auf der Ebene *Elementarer Aktionen* und im Ansatz auf der darüberliegenden Ebene *Taktiken*, ohne die Benutzerbedürfnisse in den Mittelpunkt zu rücken. Die Systemunterstützung durch Beobachtung der Benutzer, beginnend mit Ebene zwei der Bates-Matrix (vgl. Abbildung 4.1), findet nicht oder nur im Ansatz statt und muss dabei im kommerziellen Umfeld aus datenschutzrechtlichen Gründen noch mit Vorsicht behandelt werden. Ein Beispiel für diese Art der Benutzerunterstützung ist die Funktion Google Suggest, die Suchtermvorschläge der Suchmaschine Google, prä-

9.3. ZUSAMMENFASSUNG

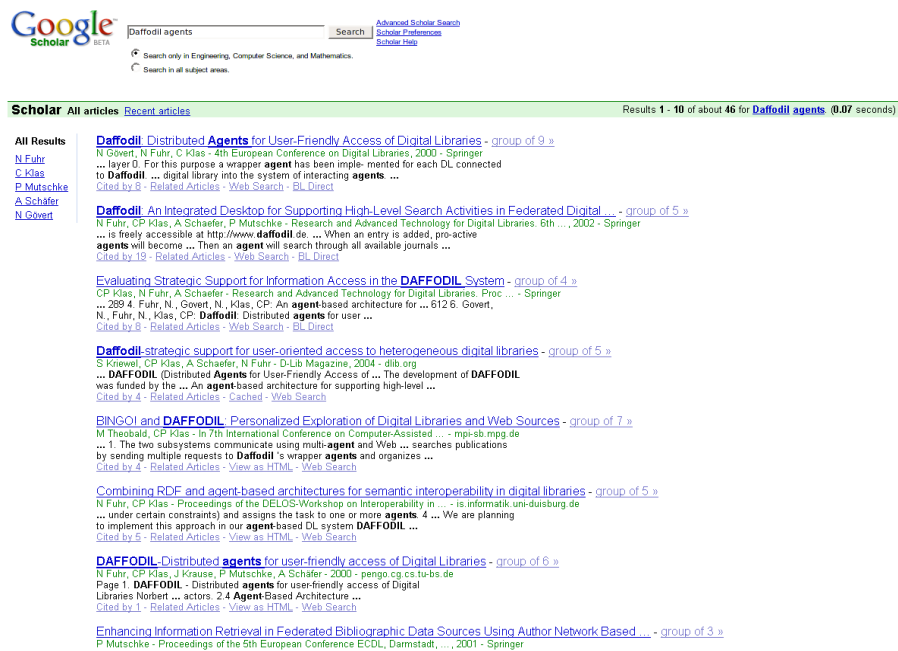


Abbildung 9.2.: Google Scholar

sentiert¹⁷, indem pro Buchstabeneingabe die häufigsten Suchbegriffe eingeblendet werden. Diese Funktion muss auf Ebene eins der Systemunterstützung laut Bates eingeordnet werden (siehe Kapitel 4.1).

Der Kernbereich der Bates-Matrix wird somit von keinem aktuellen digitalen Bibliothekssystem unterstützt und die Vorschläge aus dem Jahr 1989 sind immer noch nicht umgesetzt.

¹⁷<http://www.google.com/webhp?complete=1&hl=en>

Teil IV.

Evaluation

10. Modelle zur Evaluation von digitalen Bibliotheken

Digitale Bibliotheken stellen komplexe Systeme dar, die aus verschiedenen Blickwinkeln heraus betrachtet werden können. Abhängig von der gewählten Sicht auf digitale Bibliotheken kann man diese entweder als Institution, als Informationssystem, als Technologie, als Kollektion oder als neuen Dienst auffassen. Dadurch können unterschiedliche Methoden und Metriken definieren und für die Evaluation herangezogen werden.

Zur Evaluierung des DAFFODIL-Systems in Hinblick auf die in der Hypothese geforderte strategische Unterstützung wird in diesem Kapitel der Arbeit zunächst ein Überblick gegeben. Die Auseinandersetzung mit verschiedenen Modellen zur Evaluation von digitalen Bibliotheken hat sich für die Auswahl der eigentlichen Evaluationsmethodik als hilfreich erwiesen. Dazu zählen die Modelle von [Fuhr et al. 01], [Borlund 03] und [Saracevic & Covi 00]. Daran schließen sich grundlegende Überlegungen für die Durchführung der Evaluation und letztendlich die eigentliche Evaluation mit Präsentation und Auswertung der Ergebnisse an.

10.1. Das DELOS-Modell

Als eines der ausgewählten Modelle soll hier zuerst das innerhalb des EU-Projektes *DELOS Network of Excellence* erarbeitete konzeptionelle DELOS-Modell für die Evaluation von digitalen Bibliotheken [Fuhr et al. 01] vorgestellt werden. Der Ansatz, dargestellt in Abbildung 10.1, nutzt die generische Definition einer DL als Ausgangspunkt. Er wird durch vier Komponenten, eingebettet in den inneren Ring einer DL-Domäne beschrieben. Zwischen diesen Komponenten bestehen Interdependenzen. Es können drei nicht orthogonale Komponenten differenziert werden, dabei handelt es sich um den *Benutzer* (users), die *Daten* beziehungsweise die *Datenkollektion* (data/collection) und das *System* beziehungsweise die verwendete *Technologie* (system/technology). Die sogenannte Nutzungskomponente (usage) wird ebenfalls erfasst.

Dabei bestimmt die Definition der Benutzer die entsprechende Kollektion, in der Abbildung dargestellt durch den Verbindungspfeil zwischen diesen beiden Komponenten. Die beispielsweise aus textuellen oder multimedialen Daten bestehende

Kollektion wirkt sich wiederum auf die entsprechenden Technologien aus.

Die *Nutzung* der DL wird bestimmt durch die Attraktivität der Kollektion für den Benutzer und durch die Fähigkeiten des einzelnen Benutzers im Umgang mit der vorhandenen Technologie. Die unterschiedlichen Markierungen der Pfeile haben folgende Bedeutung: Die dünne Pfeile zeigen die Benutzerinteraktionen (HCI) an, während die gepunkteten Pfeile die Interaktionen als zusammengefassten Beitrag aus Benutzer, Kollektion und Technologie darstellen, die zur gesamten Nutzung führen.

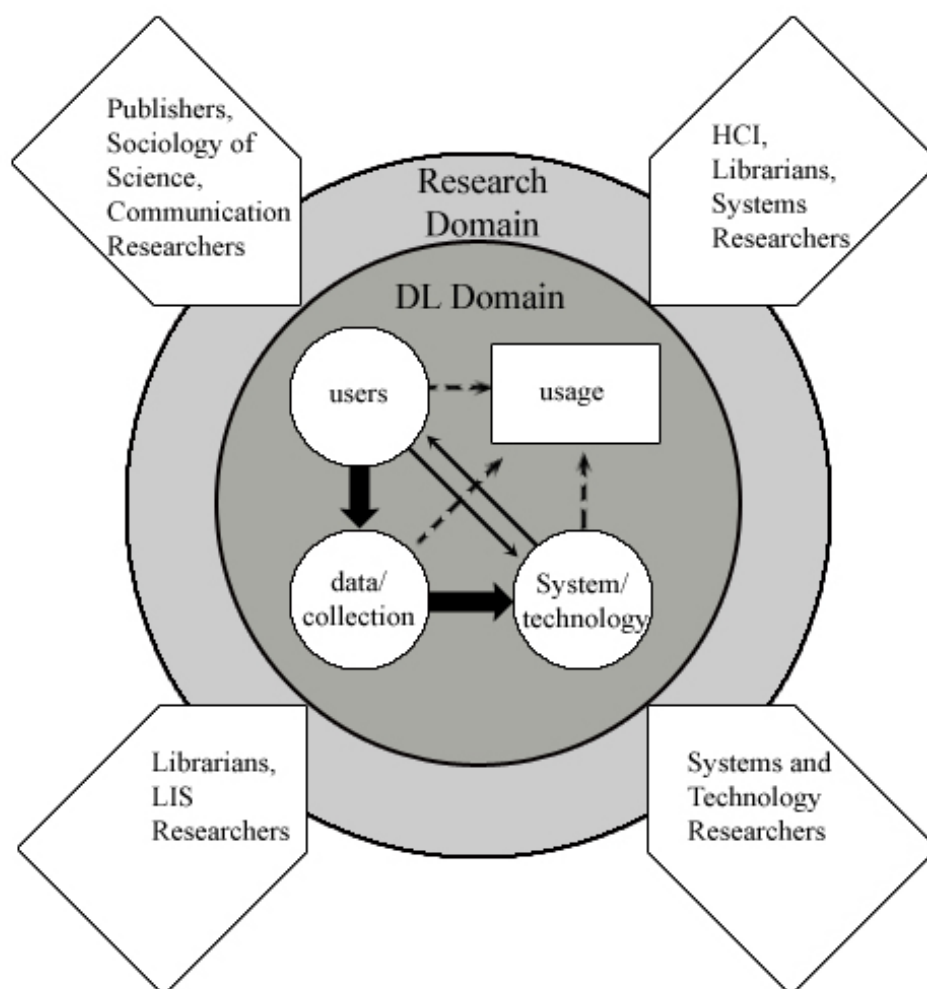


Abbildung 10.1.: Ein Klassifikationsschema für digitalen Bibliotheken

Es ist nun möglich, sich aus dem inneren Ring in Richtung des äußeren Rings zu bewegen. Der äußere Ring stellt die *Forschungsdomäne* dar. Die Beziehungen zwischen den grundsätzlichen Forschungsgebieten können nun genutzt werden, um eine Menge von Anforderungen für die Untersuchung zu bestimmen. Die Forschungsgebiete entsprechen hier den oben genannten Komponenten mit Benutzern, Nutzung,

Kollektionen und Technologien. Dabei reglementiert allerdings die zugrundeliegende Kollektion die möglichen Benutzer und die notwendige Technologie. Abschließend werden die Evaluationskriterien zu jeder Komponente ermittelt und die Metriken für die Kriterien vorgeschlagen.

Das Modell kann als brauchbare Grundlage für die initiale Klassifizierung von digitalen Bibliotheken herangezogen werden. Leider besitzt es keine pragmatisch orientierten Ausführungen für die Realisierung einer Evaluation. Aus diesem Grund sollen hier diesbezüglich weitere Modelle untersucht werden.

10.2. Die aufgabenbasierte Sichtweise

In [Borlund 00] und [Borlund 03] wird ein Modell zur Evaluierung *interaktiver IR-Systeme* (IIR-Systeme) vorgestellt. Als Motivation für dieses neue Modell benennt Borlund die Schwächen des *Cranfield Modells*, die sie unter anderem in der Annahme eines statischen Informationsbedürfnisses des Benutzers oder in der batch-orientierten Vorgehensweise bei der eigentlichen Evaluation sieht.

Als das zentrale Element des Modells von Borlund ist die *realistische Evaluationsumgebung* in Form von simulierten Arbeitssituationen zu nennen, unter denen die Interaktion zwischen Benutzer und System betrachtet wird. Diese Arbeitssituationen sind in die DAFFODIL-Evaluation eingeflossen und bilden somit eine wesentliche Grundlage. Die Erfassung der Interaktion geschieht dabei nicht durch statische Sammlung von Evaluationsdaten, sondern durch dynamische Versuchsreihen. Während dieser Versuche wird dem Benutzer eine Aufgabe gestellt, die mittels des Informationssystems gelöst werden soll. Dabei wird das Verhalten des Benutzers unter gleichzeitiger Verwendung alternativer Evaluationsmaße analysiert. Zur Messung der Leistung werden von Borlund *nicht-binäre Relevanzurteile* vorgeschlagen. Diese Vorgehensweise liefert Daten über die subjektiven Eindrücke eines Benutzers bezüglich der Systemleistung und über die Befriedigung des Informationsbedürfnisses.

10.2.1. Interactive Information Retrieval Model

Das Ziel des IIR-Modells besteht in der möglichst realistischen Durchführung von Evaluationen der IIR-Systeme bei gleichzeitiger Übersicht über die aktuellen Prozesse. Weiterhin soll durch nicht-binäre Relevanzurteile und Beschreibung der Relevanztypen die Leistung des Systems gemessen werden. Im Folgenden wird das Modell zur Evaluation von IIR-Systemen genauer beschrieben. Grundsätzlich kann man drei wesentliche Elemente in dem Modell erkennen:

- Eine **Komponentensammlung** zur Sicherstellung einer funktionalen, gültigen und realistischen Evaluation von IIR-Systemen

- Auf empirischen Studien basierende **Vorschläge** für die Anwendung eines Konzepts einer simulierten Arbeitssituation
- Alternative **Leistungsmaße** basierend auf nicht-binären Relevanzurteilen

Komponentensammlung

Zur Sicherstellung einer funktionalen, gültigen und realistischen Evaluationsumgebung wird die oben genannte Komponentensammlung in drei verschiedene Bereiche geteilt:

- Zunächst müssen *verfügbare potentielle Benutzer* für die Evaluation des Systems gefunden werden. Während der Evaluation sollen sowohl traditionelle systemorientierte Daten als auch kognitive Daten gesammelt werden. Unter dem Begriff der kognitiven Daten wird das Nutzerverhalten während des Interaktionsprozesses verstanden. Dabei könnte jeder einzelne oder nur der abschließende Iterationsschritt des Prozesses betrachtet werden. Zusätzlich kann auch die Anzahl der Iterationsschritte oder die Entwicklung der Relevanztypen und -kriterien während des Experiments betrachtet werden. Hierdurch hebt sich das Modell vom herkömmlichen *Cranfield-Modell* ab, da es Daten über bisher unbekannte Eigenschaften, wie etwa einen Wechsel in der Suchrichtung eines Nutzers während der Interaktionen, liefert.
- Die zweite Komponente, die Anwendung von individuellen und potentiell dynamischen Interpretationen von Informationsbedürfnissen, basiert auf der Entwicklung eines Informationsbedürfnisses und auf der formalen Theorie der kognitiven Sichtweise. In dieser Theorie wird das Informationsbedürfnis als benutzerspezifisches und dynamisches Konzept als Konsequenz einer problematischen Situation betrachtet [Ingwersen 96]. Damit ist die Einführung des *Konzepts der simulierten Arbeitsumgebung* notwendig, da es einerseits Realitätsnähe und andererseits Kontrolle über das Experiment gewährleisten kann. Die simulierte Arbeitsumgebung definiert ein reales Informationsbedürfnis in Form einer kurzen, aber relativ offen formulierten Beschreibung und soll so zur individuellen Nutzung des zu evaluierenden IIR-Systems führen. Abgeleitet von den persönlichen Interpretationen der Benutzer bezüglich der Arbeitsaufgabe kann so ein simuliertes Informationsbedürfnis umgesetzt werden. Dies dient dann als Basis für die Beurteilung und Auswertung situativer Relevanzen.
- Die dritte Komponente fordert die Verwendung von mehrdimensionalen und dynamischen Relevanzurteilen. Auf diese Weise werden die Wechsel im Nutzerverhalten für die Evaluatoren nachvollziehbar gemacht. Durch nicht-binäre Relevanzurteile sind feinere Abstufungen der Relevanzen möglich. Somit kön-

nen genauere Aussagen über die unterschiedlichen Präferenzen der Benutzer getroffen werden.

Vorschläge

Im Folgenden werden empirisch belegte Vorschläge unterbreitet. Diese sollen bezüglich einer simulierten Aufgabensituation beachtet werden, um einerseits realistische Bedingungen zu schaffen und andererseits das Endergebnis nicht zu verzerren.

Einsatz von simuliertem und reellem Informationsbedarf. Es ist im Hinblick auf das Evaluationsergebnis unerheblich, ob simulierter oder reeller Informationsbedarf während einer simulierten Situation verwendet wird [Borlund 00].

Verwendung einer simulierten Situation, die sowohl auf die Umgebung als auch auf die involvierten Testpersonen abgestimmt ist. Hierbei handelt es sich um einen wesentlichen Aspekt, da durch solch eine Vorgehensweise die Realitätsnähe der Versuchsergebnisse deutlich höher eingestuft werden kann, wie empirische Studien belegen. Aus diesem Grund müssen die Charakteristiken potentieller Gruppen bestmöglich bekannt sein, bevor eine entsprechende simulierte Arbeitssituation entworfen werden kann.

Durchführung der Evaluation mit Hilfe simulierter Situationen in Kombination mit einführenden Vorschlägen. Hierbei muss differenziert werden, ob die Testpersonen die Aufgaben selbständig oder durch initiiierende Vorschläge des Moderators bearbeitet haben. Umfragen bestätigten, dass 29% aller befragten Personen eine Suggestion als hilfreich empfinden [Borlund 00] und somit möglicherweise bessere Ergebnisse erzielen. Bei einer Evaluation müssen beide Ansätze getrennt behandelt werden.

Wechsel der Suchaufgaben zwischen den Testpersonen. Der Wechsel der Suchaufgaben soll aus verschiedenen Gründen vorgenommen werden. Zum einen können sie die durch Gewöhnung an das Experiment auftretende Realitätsverzerrungen aufheben [Tague-Sutcliffe 92]. Desweiteren werden auf diese Weise ergebnisverzerrende Verhaltensmuster, welche aufgrund der Reihenfolge der Suchaufgaben hervorgerufen werden, neutralisiert. Deswegen ist die Abänderung der Reihenfolge der zu bearbeitenden Aufgaben pro Testperson ein wichtiger Aspekt.

Steuerung der Prioritäten des aktuellen Versuchs. Borlund unterbreitet hier den Vorschlag, die Evaluationsaktivität zu überwachen beziehungsweise zu leiten. Auf diese Weise bietet sich die Gelegenheit, notwendige und kritische Funktionen des Versuchs zu überprüfen und gegebenenfalls korrigierend einzugreifen.

Alternative Leistungsmaße

Durch Mitwirkung einer menschlichen Komponente müssen alternative Leistungsmaße verwendet werden. Auf diese Weise kann dynamisches Nutzerverhalten analysiert werden und dabei tritt eine Vermischung von objektiven und subjektiven Relevanzurteilen ein. Um nun ein möglichst objektives Bild zu erhalten, sollten zusätzlich die folgenden Leistungsmaße (siehe [Borlund & Ingwersen 98] und [Järvelin & Kekäläinen 02]) verwendet werden:

- **Relative Relevance (RR)** Hierunter wird das Maß der Übereinstimmung zwischen mehreren Relevanzbeurteilungen verstanden.
- **Ranked Half-Life (RHL) Indicator** Dieses Maß gibt Auskunft über das Vorkommen relevanter Dokumente in höheren Rängen der Resultatslisten an.
- **Cumulated Gain (CG) / Cumulated Gain with Discount (DCG)** Diese Maße schätzen den Relevanzgewinn, den der Benutzer durch Untersuchung des Rückgaberesultats erhält.

Diese Leistungsmaße sind ergänzend während einer Evaluation anzuwenden und sollen nicht die herkömmlichen Maße *Recall* und *Precision* ersetzen.

10.3. Evaluationsmodell nach Saracevic & Covi

Die Evaluation in dieser Arbeit basiert im wesentlichen auf den Arbeiten von [Saracevic & Covi 00] und [Saracevic 04]. Es werden fünf Dimensionen (construct, context, criteria, methodology und measures) zur Beschreibung beziehungsweise zur Klassifizierung von Evaluationen vorgestellt. Von diesem Modell ableitend können Leitfäden erarbeitet werden, so dass Vorbereitung und Durchführung einer praktischen Evaluation durch Komplexitätsverringering erleichtert werden. Auch die Wiederholung und der Vergleich werden dadurch erleichtert. Die vorgeschlagenen Dimensionen beantworten die wesentlichen Fragen, die bei einer Evaluation auftreten:

- Warum (Why) evaluieren?
- Was (What) soll evaluiert werden?
- Wie (How) soll evaluiert werden?

Diese **Warum**-, **Was**- und **Wie**-Fragen sind unmittelbar und intuitiv zu verstehen. Im folgenden Abschnitt werden die fünf Dimensionen genauer erläutert, da in der anschließenden Evaluationsbeschreibung hierauf Rückbezug genommen wird.

10.3.1. Die fünf Dimensionen

Konstrukt (construct)

Unter dem Begriff *Konstrukt* sind jene Elemente digitaler Bibliotheken zu verstehen, die für eine Evaluation in Frage kommen.

Diese Elemente orientieren sich an den drei wesentlichen Komponenten – dem Benutzer, dem System und der Datenkollektion – und deren Beziehungen und Eigenschaften, wie sie im DELOS-Modell bereits dargelegt worden sind. Nachfolgend werden einige Beispiele für solche Elemente aufgelistet:

Datenkollektion Die grundlegende Zielsetzung jeder digitalen Bibliothek besteht in der Bereitstellung von Informationen aus einer Datenkollektion, die sich durch Umfang, Struktur, Verteilung und Interpretation im Vergleich zu anderen Datenkollektionen unterscheiden kann. Auch die Repräsentation der Information kann einer Varianz unterliegen.

Zugriff Um die gewünschte Information zu erhalten, bedarf es einer bestimmten Benutzerschnittstelle, die auf den eigenen Datenbestand der digitalen Bibliothek oder durch Vernetzung auf externe Quellen zurückgreift. Diese Zugriffsarten können in Funktion und Layout variieren.

Dienste Hierbei interessieren die verfügbaren Dienste des Systems, der Grad der Systemunterstützung und der allgemeine Funktionsumfang zur Benutzung des Systems.

Datenerhalt Hierunter sind Daten- und Systemerhaltungstechniken zu verstehen, welche die hinterlegten Informationen oder auch Systemkomponenten langfristig erhalten sollen.

Benutzer und Benutzergruppen Zum Konstrukt einer digitalen Bibliothek gehören ebenfalls die involvierten Benutzer und Benutzergruppen. Interessant sind hierbei beispielsweise die entsprechenden geographischen oder demographischen Daten.

Sicherheit Zum Schutz der Integrität und Authentizität der Daten müssen diverse Sicherheitsstandards bei Informationssystemen eingehalten werden, um die Verfälschung oder Löschung des internen Datenbestands zu verhindern.

Management Hierunter wird die Struktur und Organisation des beteiligten Personals einer digitalen Bibliothek verstanden, um Verantwortungsbereiche zu identifizieren.

Integration Diese Komponente beschäftigt sich mit der Kooperation mit anderen Datenbeständen, Bibliotheken oder Diensten, zur Nutzbarmachung im eigenen System.

Diese Komponenten sollen bei der Fixierung der Zielsetzung im Zusammenhang mit Durchführung einer Evaluation eingehalten werden. Wichtig ist dabei die genaue Spezifikation der zu evaluierenden Elemente. Bisherige Bestrebungen beschränken sich beispielsweise nur auf einzelne Teilbereiche bestimmter Systeme, um lediglich Schwachstellen aufzudecken und anschließend Detailverbesserungen vorzunehmen.

Kontext (context)

Unter dem *Kontext* einer Evaluation wird die Frage aufgeworfen, unter welchem Gesichtspunkt eine Evaluation durchgeführt werden soll. Eine digitale Bibliothek ist ein komplexes System unter Berücksichtigung sozialer, institutioneller und technischer Faktoren. Es ist nicht möglich, alle Aspekte mittels einer einzigen Evaluation zu berücksichtigen. Daher werden mehrere Ansätze unterschieden, die im Folgenden vorgestellt werden:

System-orientierter Ansatz Dieser häufig verwendete Ansatz untersucht die Leistung (Performance) eines Systems durch Berechnung von Effektivitäts- und Effizienzmaßen bestimmter Funktionen oder spezieller Entwurfsmuster von Komponenten. Durch Betrachtung der Ergebnisse können Rückschlüsse auf den Nutzen dieser bestimmten Funktionen des Systems gezogen und gegebenenfalls Detailverbesserungen vorgenommen werden.

Benutzer-orientierter Ansatz Hierbei handelt es sich um einen ebenfalls weit verbreiteten Ansatz, der sich mit dem Verhalten eines oder mehrerer Benutzer bezüglich des Informationsbedarfs beschäftigt. Es werden verschiedene Ansätze der Informationssuche betrachtet, die Rückschlüsse auf die Leistung bestimmter Benutzerstrategien liefern. Beispielsweise kann kollaboratives Arbeiten zu besseren beziehungsweise schnelleren Ergebnissen bezüglich einer Arbeitsaufgabe führen im Vergleich zu eigenständigem Arbeiten. Weiterhin werden Probleme der Benutzer während der Systemnutzung identifiziert und können durch Weiterentwicklung verringert oder behoben werden.

Usability-orientierter-Ansatz Neben der Betrachtung des Benutzerverhaltens wird in diesem Ansatz die eigentliche Benutzbarkeit des Systems evaluiert. Dieser Ansatz soll die Verbindung zwischen Benutzer- und Systemevaluation bilden. Auch hier können spezielle Kriterien verwendet werden, die die Benutzbarkeit eines Systems bewerten können.

Ethnographisch-orientierter Ansatz Hierunter werden die Kulturen und Gewohnheiten innerhalb der Umgebung einer digitalen Bibliothek verstanden. Dieser Ansatz beschäftigt sich nicht mit einzelnen Benutzern, sondern mit mehreren Benutzergruppen. Hierbei ist die kollaborative Nutzung des Systems bestimmter Benutzergruppen von Interesse.

Anthropologisch-orientierter Ansatz Hierbei werden verschiedene Interessengruppen oder Gemeinschaften sowie deren Kulturen in Bezug auf eine gegebene digitale Bibliothek betrachtet. Dieser Ansatz soll die Grenzen verschiedener Interessengruppen untereinander aufzeigen. Gegenstand der Untersuchung ist die Fähigkeit der Zusammenarbeit gewisser Arbeitsgruppen unter gegebenen Umständen oder Fragestellungen.

Sozial-orientierter Ansatz Dies ist ein relativ verbreiteter Ansatz, der das Verhalten bestimmter Benutzer oder Benutzergruppen bezüglich einer gegebenen Aufgabe untersucht. Dieser Ansatz ähnelt dem Benutzer-orientierten Ansatz, betrachtet aber eher die soziale Komponente.

Ökonomisch-orientierter-Ansatz Eine weiterer Ansatzpunkt zur Evaluation einer digitalen Bibliothek ist der ökonomisch-orientierte Ansatz. Dieser beschäftigt sich mit der Kosten-Nutzen-Frage von Systemen. In diesem Fall wird untersucht, ob ein System oder Teilsystem zur Optimierung bestimmter Arbeitsabläufe beiträgt und demnach einen Nutzen darstellt. Unwirtschaftliche Teilsysteme könnten auf diese Weise zur Optimierung des Gesamtsystems verbessert, integriert oder entfernt werden.

Je nach gewähltem Ansatz muss bei einer Langzeitstudie noch der Innovationsprozess von technischen Komponenten berücksichtigt werden. Beispielsweise wird eine Evaluation von Zugriffsgeschwindigkeiten und deren Problemen durch die Einführung von Breitbandtechniken hinfällig. Die Evaluation des Perseus-Projektes [Mylonas 93] ist ein gutes Beispiel für eine Langzeitstudie zur Weiterentwicklung eines Systems.

Kriterien (criteria)

Als die Hauptkomponente einer Evaluation sind die Kriterien zur standardisierten Beurteilung von Sachverhalten zu nennen. Diese Kriterien werden aus den Ergebnissen verschiedener Messungen ermittelt. Beispielsweise ist *Zeit* ein Kriterium, *Minute* die verwendete Maßeinheit und *Uhr* ist in diesem Fall das verwendete Messinstrument. Im Bereich der Evaluation von IR-Systemen ist systemorientierte *Relevanz* das Kriterium mit den Messgrößen *precision* und *recall*. Das entsprechende Messinstrument ist in diesem Fall *menschliche Relevanzbeurteilung* bezüglich eines Problems oder einer Fragestellung. Aus diesen Überlegungen heraus wird die zentrale Bedeutung der Verwendung von Kriterien deutlich, da die Durchführung einer Evaluation ohne vorherige Festlegung von Evaluationskriterien nicht denkbar ist.

Normalerweise werden IR-Systeme durch das Kriterium der Relevanz bewertet. Bibliotheken hingegen nutzen eine Vielfalt von mehr oder weniger standardisierten Kriterien zur Evaluation von Komponenten. Dazu zählen beispielsweise die vorhandene Datenkollektion oder die zu nutzenden Dienste. Die Anstrengungen im

Hinblick auf Evaluationen von Seiten der digitalen Bibliotheken haben sich leider nicht in gleichem Maße entwickelt wie die zu verwendenden Kriterien einer möglichen Evaluation. Bisher verwendete Metriken können noch nicht allgemein gültig festgelegt werden. Aus diesem Grund werden hier von Saracevic und Covi eigene Kriterien für eine Evaluation in den folgenden Kategorien bezüglich digitaler Bibliotheken vorgestellt:

Benutzbarkeit Dieses Kriterium wird sehr oft zur Evaluation verwendet. Allerdings gibt es keine einheitliche Definition, die den Umfang in Bezug auf digitale Bibliotheken festlegt. Deshalb ist die Benutzbarkeit ein sehr allgemein gehaltenes Kriterium und beinhaltet eine Reihe von untergeordneten Kriterien:

Inhalt eines Portals oder Systems Dieses Kriterium versucht die Qualität des Inhalts eines Portals zu beurteilen. Die Informationen eines Systems sollen zugänglich, informativ, verständlich und der Anfrage angemessen sein. Im Falle schlecht strukturierter oder verfälschter Inhalte kann man von groben Mängeln sprechen.

Prozesse Hierunter werden etwa die Such-/Browse-Algorithmen und andere Navigationsmöglichkeiten eines Systems gefasst. Prozesse des Systems müssen erlernbar und in angemessener Zeit durchführbar sein. Als hilfreich haben sich etwa proaktive Dienste erwiesen, die den Benutzer während des ISP unterstützen.

Layout Das Layout der Benutzerschnittstelle des zu evaluierenden Systems kann sich stark auf dessen Benutzung auswirken. Unattraktive Gestaltung, unangemessene Übersichtsstrukturen und Inkonsistenzen können den Benutzer zu einem frühzeitigen Abbruch veranlassen. Aus diesem Grund müssen Formate eingehalten werden, die die kognitive Belastung des Benutzers minimieren, wodurch ein gewisser Wiedererkennungseffekt einhergeht.

Gesamturteil Das Gesamturteil ergibt sich aus den Bewertungsergebnissen der anderen Kriterien und nicht zuletzt aus der Meinung des Benutzers. Dieser muss in angemessener Zeit und mit begrenztem Mehraufwand in der Lage sein, das System zu beherrschen und die ihm übertragenen Probleme bzw. Aufgaben zu lösen. Ist dies nicht der Fall, so kann selbst eine wohldefinierte Inhaltsstruktur nicht dazu beitragen, das System als benutzerfreundlich anzusehen.

System Aufgrund der Tatsache, dass eine digitale Bibliothek auch ein Informationssystem darstellt, finden ebenso traditionelle Evaluationskriterien für digitale Systeme Verwendung. Hierunter wird überwiegend die tatsächliche Leistung (performance) des Systems oder Teilsystems verstanden. Zu diesen leistungsorientierten Kriterien gehören unter anderem:

Technische Leistung Das wesentliche Kriterium des Systems stellt die Antwortzeit dar, die sich aus den Zeiten der einzelnen Prozesse zu einer Anfrage zusammensetzt. Ebenso sind etwa die Systemparameter wie Speicherauslastung oder Netzwerklast von Interesse für die Gewährleistung, dass das evaluierte System bestimmte Systemanforderungen erfüllt.

Prozessleistung In diesem Fall werden die einzelnen Prozesse des Systems betrachtet und beispielsweise auf Flexibilität oder Fehlerrate überprüft. Selbstverständlich werden auch die an den Prozessen beteiligten Algorithmen bewertet. Hochentwickelte Algorithmen mit geringem Speicheraufwand sind in diesem Fall ein positives Gütekriterium.

Gesamturteil Auch hier muss ein abschließendes Urteil aus verschiedenen Kriterien gebildet werden, um Systeme in ihrer Gesamtheit vergleichen zu können. Ein Beispiel für solch eine Vorgehensweise stellt etwa die Gegenüberstellung der entstehenden Kosten in Form eines Preis-/Leistungsverhältnisses dar.

Benutzung Bei der Evaluation werden in diesem Zusammenhang Benutzungsmuster untersucht, die Rückschlüsse auf wiederkehrende Benutzungsstrategien zulassen. Weiterhin können die Benutzerzahlen durch Statistiken belegt werden. Ebenfalls kann die Benutzung der Funktionen des Systems mit Hilfe einer Statistik aufgestellt und ausgewertet werden. Somit können unter anderem Aussagen zu Benutzerzahlen, Verwendung der Suchfunktionen und Nutzungszeiten ermittelt werden. An dieser Stelle können selten oder nicht verwendete Funktionen des Systems identifiziert und gegebenenfalls entfernt werden.

Sonstige Kriterien Im Zusammenhang mit der Evaluation digitaler Bibliotheken können noch andere Kriterien in Erwägung gezogen werden. Dazu gehören ebenfalls aus ethnographischen oder anthropologischen Studien abgeleitete Kriterien. Diese dienen der Identifizierung von Problemen in der Zusammenarbeit von Benutzergruppen. Dabei werden Methoden, Sprachen und Umgebungen der verschiedenen Gruppen betrachtet, um gegebenenfalls Gemeinsamkeiten zu erkennen.

Methoden (methods)

Es existieren verschiedene *Methoden* zur Evaluation digitaler Bibliotheken. Jede Methode versucht auf verschiedene Art und Weise Evaluationsdaten zu sammeln und zur Analyse aufzubereiten. Unterschiede zeigen sich dabei sowohl in der Qualität als auch in der Quantität der gesammelten Daten und in dem daraus entstehenden Arbeitsaufwand für alle Beteiligten. Im Folgenden werden verschiedene Methoden zur Sammlung von Evaluationsdaten aufgelistet:

- Direkte oder Online-Befragungen

- Strukturierte Interviews von Benutzern
- Fokussierende Diskussionsgruppen
- Beobachtungen während der Systemnutzung
- Durchführung von simulierten oder realen Aufgaben
- Fallstudien
- Analyse der Logdaten
- Experimente
- Benutzungsanalyse
- Ökonomische Analyse

Aufgrund der Funktionsvielfalt digitaler Bibliotheken bestehen zahlreiche Nischen für den Einsatz vieler Methoden zur Sammlung von Evaluationsdaten. Dennoch birgt jede Methode individuelle Stärken und Schwächen. Deshalb ist es von Vorteil, unterschiedliche Methoden miteinander zu kombinieren.

Maße / Metriken (measures)

Zur Berechnung von Werten bestimmter Kriterien kommen Evaluationsmaße oder -metriken zum Einsatz. Diese müssen während der Evaluation des Systems ermittelt werden und anschließend in die Bewertung einfließen. Ein typisches Maß zur Berechnung der Effektivität ist die aufgewendete *Zeit* für einen bestimmten Prozess. Auf diese Weise kann der Nutzen einer Funktion bezüglich ihres Zeitaufwands objektiv abgeschätzt werden.

Die durch die Verwendung von automatisierten Funktionalitäten entstehenden *Kosten* stellen ein weiteres Maß zur Bewertung von Systemen dar. Auf dieser Grundlage basieren dann Entscheidungen zur Eliminierung von ineffizienten Prozessen. Durch das Entfernen ineffizienter Prozesse unter Beibehaltung des ursprünglichen Systemnutzens kann die Effizienz des Gesamtsystems gesteigert werden. Der Kostenfaktor kann demnach nicht nur unter monetären Aspekten gesehen werden, sondern ebenfalls als Aufwand, der sich aus Zeitverlusten ergibt. Ein solcher Aufwand könnte beispielsweise durch die Einarbeitung in ein System, die Wartezeit während eines Prozesses oder durch die motorischen Ausführungsschritte zur Aktivierung einer Funktion entstehen.

Die *Benutzerzufriedenheit* mit einem Systems stellt ein weiteres Maß der Evaluation von digitalen Bibliotheken dar. Dieses Maß wird meist durch nicht-binäre Werte, etwa mit Hilfe einer Likert-Skala, dargestellt und variiert unter Verwendung verschiedener Benutzergruppen äußerst stark. Ein Kriterium für die Akzeptanz eines

Systems ist häufig in dem vorhandenen Fachwissen des Benutzers zu sehen. So überblicken geübte Benutzer oft schneller die Funktionalitäten einer Anwendung und sind somit in der Lage, eine realistische Einschätzung hinsichtlich des vorliegenden Systems zu geben. Ungeübte Nutzer hingegen lassen sich leicht von der Komplexität eines Systems abschrecken und neigen daher eher zu negativen Bewertungen.

Keine der fünf hier dargestellten Dimensionen – Konstrukt, Kontext, Kriterien, Methoden und Metriken – ist unabhängig von den anderen zu betrachten. In ihrer Gesamtheit ergeben sie aber ein umfassendes Modell, um die verschiedenen Aspekte einer Evaluation zu untersuchen, ohne wesentliche Aspekte aus dem Auge zu verlieren oder unnötige Aspekte zu betrachten.

10.4. Zusammenfassung

Die hier vorgestellten Modelle von Fuhr et. al., Borlund und Saracevic & Covi zur Evaluation von digitalen Bibliotheken können in ihrer Form als Meta-Modelle zur Evaluation nicht ohne Anpassungen auf das DAFFODIL-System angewendet werden. Keines gab eine ausführliche praktische Anleitung vor, an die sich ein Evaluator halten könnte.

Aufgrund dessen wurde das relativ generell gehaltene, aber auf pragmatische Weise anwendbare Modell von Saracevic und Covi [Saracevic & Covi 00] als Basis für die Evaluation ausgewählt. Zudem wurde das Konzept der simulierten Arbeitsumgebung von Borlund verwendet. Die Vorgehensweise und die Ergebnisse der Evaluation werden im folgenden Abschnitt 11 erläutert.

10.4. ZUSAMMENFASSUNG

11. Evaluation der strategischen Unterstützung

Die im ersten Teil dieser Arbeit aufgestellte Hypothese lautet:

Strategische Unterstützung kann in allen Phasen des Informationssuchprozesses für verteilte heterogene digitalen Bibliotheken eingesetzt werden und führt gleichzeitig zu einer sowohl effektiven als auch effizienten Unterstützung des Benutzers bei der Informationsgewinnung.

Für den Beleg dieser Hypothese war es notwendig, in Auseinandersetzung mit theoretischen Modellen zu Verhalten und Vorgehen des Benutzers im Informationssuchprozess ein umfassendes, realisierbares Modell für die strategische Unterstützung zu entwickeln. Das System DAFFODIL bietet in Bezug auf Unterstützung und Funktionalität nun erst die Möglichkeit, das Konzept der strategischen Unterstützung im Hinblick auf Effektivität und Effizienz zu evaluieren.

Als eine ideale Vorgehensweise ist die Entscheidung zugunsten einer dreiphasigen Evaluation getroffen worden. Erst dies ermöglicht eine relativ umfassende Abdeckung einer Vielzahl von Parametern, die bei einer Evaluation von digitalen Bibliotheken Einfluss nehmen.

Allerdings besteht für die Durchführung einer Evaluation von digitalen Bibliotheken in allen Facetten zur Zeit kein generelles konzeptionelles Modell, da es sich hierbei um eine Aufgabe von hoher Komplexität und schwieriger Handhabung handelt. Durch die vorangegangene Diskussion der Modelle zur Evaluation von digitalen Bibliotheken und die damit einhergehende Prüfung auf Anwendbarkeit für dieses Vorhaben ist das Modell von Saracevic und Covi als Ausgangspunkt gewählt worden. Die simulierte Arbeitsumgebung aus Borlund ist in Form der gestellten Aufgaben in die Evaluation eingeflossen.

Im Folgenden werden die fünf Dimensionen unserer Evaluation – context, construct, criteria, methodology und measures – anhand des Modells von Saracevic & Covi charakterisiert (vgl. Kapitel 10.3) und zur Strukturierung der Evaluation herangezogen. Der **Kontext** der Evaluation wird durch die Frage *warum wird evaluiert?* gekennzeichnet, und beschreibt in diesem Fall das Gesamtziel des DAFFODIL-Projektes. Dabei gilt es eine hohe Effektivität und Effizienz in der Informationssuche für den Benutzer zu erzielen und die unzureichende Nutzerorientierung und die fehlende Integration unterschiedlicher Dienste zu überwinden.

Saracevic und Covi unterscheiden beim **Kontext** verschiedene Aspekte (siehe Abschnitt 10.3.1), nach denen eine Zielbewertung vorgenommen werden kann. Im Hinblick auf die dort angeführten Ansätze konzentriert sich diese Arbeit auf die *Sichtweise des Benutzers* und stellt die Unterstützung des individuellen Nutzers, aber auch die der Gruppe, beim Informationssuchprozess in den Vordergrund. Zwar kann die Benutzerschnittstelle davon nicht losgelöst betrachtet werden, steht aber nicht im Mittelpunkt der im Zusammenhang mit dieser Arbeit durchgeführten Evaluation. Aus der *systemorientierten Sicht* ist auf Korrektheit und Zugriffsgeschwindigkeit im Verlauf der Evaluation geachtet worden. Die *Usability Aspekte* von DAFFODIL sind in verschiedenen formativen Evaluationen untersucht worden (siehe [Fuhr et al. 02]). Andere Ansätze sind hier nicht von Relevanz.

Die Frage *was wird evaluiert?* bezeichnen sie als **Konstrukt** der Evaluation. Hier muss die Definition einer digitalen Bibliothek differenziert betrachtet werden. Die entsprechenden Aspekte reichen von *Datenhaltung, Persistenz, Informationzugriff* bis hin zur *Sicherheit* und *wirtschaftlichen Überlegungen*.

Für die Beantwortung der Frage, *wie wird evaluiert?*, muss für jede Ebene ein Kriterienkatalog erstellt und Überlegungen zur Methodik und Messung vorgenommen werden, auf die nun im weiteren Verlauf eingegangen werden soll.

11.1. Begründung der Evaluation

Die bereits oben genannte Zielsetzung des DAFFODIL-Systems wird hier zur genaueren Untersuchung im Hinblick auf strategische Unterstützung differenziert.

Das in Kapitel 5 definierte Modell zur strategischen Unterstützung ermöglicht dem Benutzer ein effektiveres und effizienteres IR als bei anderen Systemen ohne strategische Unterstützung. Effizienter aus dem Grund, weil der Benutzer ohne die Unterstützung durch die höheren Suchfunktionen mehr Zeit investieren muss, um jeder einzelnen Phase des *wissenschaftlichen Arbeitsablaufes* nachgehen zu können. Effektiver aus dem Grund, weil der Benutzer alle verfügbaren Informationen in qualitativ hochwertiger und benutzerfreundlicher Visualisierung aufbereitet bekommt und dadurch diese besser kognitiv erfassen und damit schneller integrativ weiterverarbeiten kann. Damit steigt der Grad der Benutzerzufriedenheit und gleichzeitig sinkt die Unsicherheit des Benutzers bezüglich der Aufgabe.

Dabei werden Überlegungen zu den aktiven Diensten, die dem Benutzer des System weitere Unterstützung anbieten, berücksichtigt. Die *Systemunterstützung* soll in sinnvoller Weise und soweit wie möglich durch den Einsatz aktiver Dienste bereitgestellt werden und somit als Hilfestellung für den Benutzer dienen, ohne dadurch die Arbeitslast zu steigern und den kognitiven Informationsgewinnungsprozess zu unterbrechen. Durch diese Entlastung seitens des Systems wird sowohl die Effektivität als auch die Effizienz erhöht.

11.2. Objekte der Evaluation

In Anlehnung an das *Konstrukt* der Evaluation liegen hier die Schwerpunkte auf dem Informationszugriff (speziell Suchen und Browsen in Kombination mit der Benutzerschnittstelle) und auf höheren Diensten, die durch die einzelnen beschriebenen Werkzeuge abgebildet werden. Das Suchwerkzeug und die persönliche Handbibliothek nehmen dabei als zentrale Werkzeuge eine wesentliche Stellung ein. Da es sich bei DAFFODIL nicht um einen klassischen Informationsanbieter handelt, werden Punkte wie *Datenhaltung*, *Persistenz* und *wirtschaftlichen Überlegungen* außer Acht gelassen.

11.3. Durchführung der Evaluation

In diesem Abschnitt wird die Durchführung der Evaluation erläutert. Dazu wird auf die Gliederungspunkte *Methodik*, *Bewertungskriterien* und *Maßstäbe* eingegangen. Die Evaluation ist in drei Phasen eingeteilt und für jede dieser Phasen wird der Evaluationsaufbau näher erläutert.

Die schon genannten Bewertungskriterien Effizienz und Effektivität lassen sich weitergehend klassifizieren. Bei der Effizienz unterscheidet man zum einen die *objektive Zeit* in Form der tatsächlich benötigten Zeit des Benutzers für die Aufgabenlösung und zum anderen die *subjektive Zeit* in Form des persönlichen Zeitempfindens des Benutzers.

Die Effektivität kann nach Relevanz, Qualität und Zufriedenheit differenziert werden, wobei die Relevanz die vom Benutzer abgespeicherten und als wesentlich angesehenen Informationsobjekte umfasst. Mit Qualität ist die Darstellung und der Inhalt eines Informationsobjektes gemeint, und unter der Zufriedenheit des Benutzer wird letztendlich die Relevanz, die Qualität, der subjektive Zeitaufwand und das Vertrauen in das DAFFODIL-System verstanden.

Die Methodik zur Erfassung der Bewertungskriterien bezieht sich auf die beiden Instrumente **freie Suche anhand einer Beispielaufgabe** und einen **Fragebogen**. Bei der Definition der Beispielaufgaben hat das Konzept der simulierten Arbeitssituation (siehe Kapitel 10.2.1) aus dem Modell von Borlund Berücksichtigung gefunden. Die freie Suche ist von Suchexperten, in dieser Evaluationsphase von Bibliothekaren und Professoren, durchgeführt worden. Diese Testgruppe hat sich für die Evaluation der verschiedenen DAFFODIL-Dienste aus dem aktuellen Forschungsinteresse spontan eine Aufgabe ausgewählt. Alle anderen Probanden, bestehend aus Studenten und wissenschaftlichen Mitarbeitern der Informatik, haben die Beispielaufgaben des Fragebogens verwendet.

Um die oben beschriebenen Kriterien zur Effektivität und Effizienz messen zu können, sind verschiedene Verfahren zum Einsatz gekommen:

Beobachtung mit Videokamera Alle Probanden wurden bei der Fragebogenuntersuchung und auch bei der freien Suche mit DAFFODIL auf Video aufgezeichnet. Es wurden zwei Videos von jeder Sitzung angefertigt, zum einen das Profil des Probanden und zum anderen die Aktionen auf dem Bildschirm. Ziel der Video-beobachtung war die Fixierung der Aussagen, Verhaltensweisen, Gesten und Kommentare während der Sitzung. Die Beobachtung belegt die konkrete Zeit im Verhältnis zur subjektiven Zeit und durch die festgehaltenen Kommentare und Gesten wird die subjektive Zufriedenheit belegt.

Protokoll Alle Probanden wurden zusätzlich durch einen protokollierenden Evaluator observiert.

System-Logging Der Benutzer hinterlässt während der Benutzung von DAFFODIL bei jeder seiner Aktionen in Form einer Eingabe mittels der Peripheriegerä- te ein individuelles Ereignis. Alle diese Ereignisse wurden persistent in einer Datenbank gespeichert, um daraus eine genaue Rekonstruktion des Suchvorge- hens und -verhaltens des Benutzers zu ermöglichen. Speziell die Systemzeiten lassen sich durch das Logging belegen und vervollständigen damit die Video- beobachtung.

Relevanzbeurteilung Zu den bisher genannten Verfahren kommt noch die manu- elle Relevanzbestimmung der gefundenen Informationsobjekte hinzu. Alle in der persönlichen Handbibliothek abgelegten Informationsobjekte werden da- zu herangezogen. Dabei kann man zunächst ermitteln, ob überhaupt Objekte gefunden wurden und wie deren Relevanz durch den jeweiligen Benutzer einge- schätzt wurde. Ebenso ist eine Vergleich der gefundenen Objekte verschiedener Benutzer möglich.

Um die Zufriedenheit der Benutzer zu belegen, wurde ein Fragebogen entwickelt, der sich an den Aufgaben der täglichen Arbeit bei der Informationssuche orientiert. Die Aufgaben wurden anhand ihrer Komplexität ausgewählt und die Benutzer bear- beiteten den Fragebogen mit fünf Aufgaben steigender Komplexität. Dadurch wird gleichzeitig die Einarbeitung in das Benutzerinterface von DAFFODIL erleichtert.

Um die Komplexitätseinordnung vorzunehmen, wurde in Anlehnung an die Matrix “information need typology matrix” von Ingwersen [Ingwersen 01], in der er den *work task* und das *information need* differenziert, ein eigenes Schema entwickelt.

Mit dem *Ergebnis eines Informationsbedürfnisses* (information need) sind die zu suchenden Objekte gemeint. Die Anzahl dieser Objekte kann von einem Objekt bis hin zu einer heterogenen Objektmenge reichen. Zum anderen spielt das *Wissen über das zu suchende Objekt oder Thema* (work task) eine wesentliche Rolle, dabei kann das Wissen des Benutzers die Stufen von Unwissenheit bis hin zum vollständigen Wissen umfassen. Die Abbildung 11.1 veranschaulicht die sich aus dem Zusammen- spiel von Objektanzahl und Wissensstand ergebende Matrix. Auf der ersten Stufe besitzt der Benutzer vollständiges Wissen über ein Objekt, auch bekannt unter dem

Begriff *known-item-instanciation*. Auf der zweiten Stufe nimmt die Komplexität bezüglich einer Frage zu, da nicht mehr das vollständige Wissen vorhanden ist. Auf der dritten Stufe steht nicht mehr ein einzelnes Objekt im Vordergrund der Suche, sondern z. B. eine heterogene Menge von Begriffen, Dokumenten, Autoren, die aber einer oder mehreren semantisch ähnlichen Anfragen entstammen. Die vierte Stufe stellt den komplexesten Aufgabentypus dar. Der Benutzer hat hier in der Regel kein Wissen über das zu suchende Themengebiet, und eine Einarbeitungsphase ist nötig, um überhaupt relevante Objekte zu finden. Je komplexer eine Situation oder eine Aufgabe, umso größer wird die Unsicherheit und die Wissenslücke. Das Informationsbedürfnis lässt sich dabei nur mit zunehmender Schwierigkeit definieren.

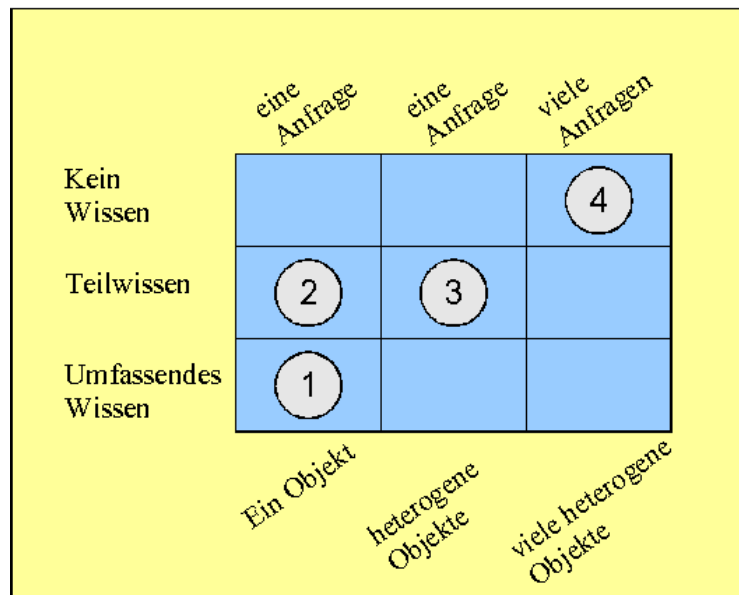


Abbildung 11.1.: Aufgabenkomplexität

Fragebogen

Die Reihenfolge der Aufgaben des Fragebogens orientiert sich anhand der vorher beschriebenen Komplexitätsstufen in aufsteigender Folge.

Aufgabe 1: Bekannter Artikel – Vollständiges Wissen Der Benutzer erhält die Aufgabe, einen bekannten Artikel anhand eines vollständigen Titels¹ zu finden. Der Titel ist eindeutig und kann etwa mit Hilfe von Google direkt gefunden werden. Diese Aufgabe ist in Komplexitätsstufe eins einzuordnen.

¹“Search strategies in content-based image retrieval”

Aufgabe 2: Bekannter Artikel – Partielles Wissen Der Proband soll bei dieser Aufgabe, mit Hilfe eines vollständigen Titels² nach einem Dokument suchen. Bei diesem Dokument handelt es sich im Gegensatz zu der ersten Aufgabe aber um ein Dokument mit einem weniger eindeutigen Titel und wird aus diesem Grund nicht an erster Stelle der Trefferliste bei Google geführt. Diese Aufgabe ist in Stufe zwei einzuordnen.

Aufgabe 3: Alle Artikel Mit der Aufgabe, alle Artikel des Autors “Norbert Fuhr” im Bereich “digitale Bibliotheken” der letzten vier Jahre zu finden, wird die dritte Komplexitätsstufe angesprochen.

Aufgabe 4: Autor Bei dieser Aufgabe soll der Proband untersuchen, mit welchem Gebiet sich der Autor “Joachim Biskup” vornehmlich beschäftigt und in welchem Gebiet er als Experte anzusehen ist. Diese Aufgabe ist hinsichtlich ihrer Komplexität ebenfalls in Stufe drei einzugliedern, da sich die Ergebnisse evtl. aus einer Menge von Dokumenten, Begriffen und Namen von Mitarbeitern zusammensetzen können.

Aufgabe 5: Neues Gebiet Die höchste Komplexitätsstufe vier wird mit der Aufgabe besetzt, Literatur zu einem vorgegeben Thema³ zu finden. Das Thema ist für den Probanden durch einzelne Begriffe beschrieben worden. Keine der Testpersonen hatte nach eigenen Aussagen Vorwissen bezüglich des Aufgabenthemas.

Die Evaluation wurde in drei Phasen unterteilt, um verschiedene Aspekte betrachten zu können. Allen Phasen ging eine etwa halbstündige Einführung in die Funktionsvielfalt und Nutzung von DAFFODIL voraus, nach der die Benutzer in der Lage versetzt werden sollten, die gestellten Aufgaben mit Erfolg zu bearbeiten.

In der ersten Phase der Evaluation standen zwei Aspekte des DAFFODIL-Systems im Vordergrund der Untersuchung. Zum einen sollten 14 Informatikstudenten als Probanden den Fragebogen bearbeiten, wobei besonderer Wert auf Programmier- oder Systemfehler aus Sicht des Benutzers und auf die Stabilität von DAFFODIL gelegt wurde. Zum anderen sollte ein erster Vergleich der Funktionalitäten von DAFFODIL im Gegensatz zu einer anderen Suchmaschinen vorgenommen und dazu Kommentare gesammelt werden. Diese Phase ist durch eigenständige Protokolle der Testpersonen und Beobachtungsprotokolle belegt. Festzuhalten ist hier, dass alle Probanden aus allen drei Evaluationsphasen die Suchmaschine Google als Referenzsystem wählten.

Mit einem zeitlichem Abstand von drei Wochen wurde Phase zwei durchgeführt. Das DAFFODIL-System wurde dabei durch acht wissenschaftliche Mitarbeiter aus

²“Methods of automated reasoning”

³Thema definiert durch die Begriffe: interactive information retrieval, information searching; information seeking

dem Bereich Informatik evaluiert. Das Hauptaugenmerk in dieser Phase lag neben der Verifizierung der behobenen Fehler aus der ersten Phase auch auf den proaktiven Funktionen im Vergleich zum Basissystem.

Die in der ersten Phase identifizierten Programmier- und Designfehler von DAFFODIL wurden in der für die zweite Phase eingesetzten Version behoben. Zur Verifizierung der Fehlerbehebung erhielten zwei Probanden in der zweiten Phase den gleichen reduzierten Versuchsaufbau der ersten Phase. Alle anderen Probanden bekamen das vollständige Toolset inklusive der proaktiven Dienste zur Verfügung gestellt.

Den Aufgaben des Fragebogens lagen unterschiedliche Zielsetzungen zugrunde. Für die Fragestellungen der Aufgaben eins bis drei sollten sowohl DAFFODIL als auch eine vergleichbare Suchmaschine aus dem World-Wide-Web parallel zur Evaluation eingesetzt werden, um einen direkten Vergleich zu ermöglichen. Als vergleichbare Suchmaschine griffen alle Benutzer auf die Suchmaschine von Google zurück. Zu jeder dieser Fragen wurde das subjektive Zeitempfinden des Benutzers abgefragt, ebenso wie seine subjektive Zufriedenheit.

Mit Aufgabe vier wurde das Ziel verfolgt, den Einfluss der proaktiven Dienste auf den Informationssuchprozess nachzuweisen und einzuschätzen.

Die fünfte Aufgabestellung sollte ausschließlich mit dem DAFFODIL-System bearbeitet werden. Hier lag der Fokus der Beobachtung auf der Vorgehensweise des Probanden. Durch die Suche in einem dem Benutzer unbekanntem Themengebiet sollten zum Ersten fehlende Funktionalitäten des DAFFODIL-Systems erkannt werden. Die mit dieser Aufgabe verbundene zweite Zielsetzung ist die Identifizierung des Suchtyps, also die dem Benutzer eigene strategische Vorgehensweise bei einer solchen Aufgabestellung. Diese Evaluationsphase ist durch Protokolle und Videoaufnahmen belegt.

Der Teilnehmerkreis der dritten Phase umfasste sowohl drei Bibliothekare als auch drei Professoren als Experten mit entsprechender Informationskompetenz im Bereich digitaler Bibliotheken. Ziel dieser Evaluationsphase war es, die Vorgehensweise von Suchexperten kennen zu lernen und zudem fachliche Kommentare und Einschätzungen bezüglich des DAFFODIL-Systems zu erhalten. Den Probanden dieser Phase wurde kein Fragebogen vorgelegt, sondern ein Thema ihres Interesses wurde ihnen zur Wahl freigestellt. Innerhalb des gewählten Themas sollte dann, auf Grund der zeitlichen Begrenzung der Sitzung, ein Einstieg in das Thema gefunden werden. Den Probanden standen dabei alle DAFFODIL-Werkzeuge zur freien Verfügung. Diese Phase ist durch Videobeobachtung dokumentiert.

11.4. Erwartungen

In dem folgenden Kapitel werden zuerst die Erwartungen zu den einzelnen Aufgaben des Fragebogens aufgelistet und begründet. Im Anschluss daran werden diese auf die Bewertungskriterien Effektivität und Effizienz konzentriert, welche die Kernelemente der hier zu überprüfenden Hypothese darstellen.

Aufgabe 1: Bekannter Artikel – Vollständiges Wissen Der Benutzer soll die in der ersten Aufgabe geforderte Suche nach einem eindeutigen Dokument mit dem DAFFODIL-System in der gleichen Zeit oder sogar schneller durchführen können als mit einer beliebigen Suchmaschine oder digitalen Bibliothek.

Diese Aufgabe dient der Vergleichbarkeit von DAFFODIL mit einer beliebigen Suchmaschine oder digitalen Bibliothek. Die dadurch aufgestellte Ausgangsbasis bildet somit den Startpunkt für die vorliegende Evaluation. Es soll belegt werden, dass der Zeitgewinn im Sinne der Effizienz nicht nur durch die Eigenschaft der Metasuche alleine erzielt wird, sondern auch in erheblichem Maße durch die weiteren Effektivitätsparameter beeinflusst wird, zu denen auch die hohe inhaltliche Qualität und die Qualität der Visualisierung der Informationen zählt. Die zweite und dritte Aufgabe dienen dem gleichen Zweck.

Aufgabe 2: Bekannter Artikel – Partielles Wissen Wie bereits in der ersten Aufgabe soll auch hier ein Dokument anhand eines Titels in vergleichbarer Zeit oder schneller von dem DAFFODIL-System im Vergleich zu einer anderen Suchmaschine gefunden werden.

Diese Aufgabe unterscheidet sich von der ersten durch einen mehrdeutigen Titel des Artikels. Es wird bei der Bearbeitung dieser Aufgabestellung erwartet, dass durch die Entscheidung für eine Suchmaschine Irritation und Unsicherheit des Benutzers aufgrund der Mehrdeutigkeit auftreten. Diese Reaktionen sollten beim Einsatz von DAFFODIL nicht zu beobachten sein und damit zu einem Zeitvorteil führen.

Aufgabe 3: Alle Artikel Bei dieser Aufgabe soll der Benutzer die Fragestellung mit DAFFODIL belegbar effizienter erfüllen können als mit einer anderen Suchmaschine.

Im Gegensatz zur ersten und zweiten Aufgabe, in der der Systemvergleich im Vordergrund stand, ist darauf hier bewusst verzichtet worden, um zu belegen, dass die von DAFFODIL zur Verfügung gestellte Funktionalität notwendig ist, um eine Aufgabe dieses Komplexitätsgrades effektiv und effizient zu bearbeiten. Es wird nicht mehr nur nach einem Artikel gesucht, sondern nach einer Menge von Artikeln. Ebenso wurde eine größere Menge an relevanten Dokumenten erwartet.

Aufgabe 4: Autor Der Benutzer soll das wissenschaftliche Arbeitsgebiet eines Autors anhand von gefundenen Resultaten ermitteln. Der proaktive Dienst **Related-Terms** soll zu dem gesuchten Autor eine Liste von relevanten Begriffen liefern, die dessen Arbeitsgebiet umschreibt. Erwartet wurde eine schnellere Auffassung des Arbeitsgebietes durch den Benutzer aufgrund der Unterstützung durch den entsprechenden proaktiven Dienst.

Aufgabe 5: Neues Gebiet Die Suche in einem dem Benutzer unbekanntem Thema stellte die komplexeste Aufgabe dieser Evaluation dar. Die Aufgabe würde in der Regel einen Arbeitsaufwand von mehreren Wochen umfassen, so dass innerhalb der geplanten Evaluationseinheit pro Benutzer von ca. zwei Stunden versucht wurde, zumindest einen Einstieg in das Thema und in die dazu einführende Literatur zu finden. Das Hauptaugenmerk der Erwartungen lag hierbei eher auf dem Vorgehen und auf den Kommentaren der Probanden als auf echten Ergebnissen in Form von gespeicherten Dokumenten.

Wie in den einzelnen Aufgaben schon dargelegt, wird bezüglich des Bewertungskriteriums *Effizienz* von dem Einsatz von DAFFODIL erwartet, dass die Benutzer jegliche Aufgabe zur Informationsgewinnung, hier durch den Fragebogen gegeben, im Durchschnitt gleich schnell oder schneller zum Abschluss bringen als durch eine andere Informationsquelle oder eine Kombination mehrerer Quellen.

Bezüglich der *Effektivität* wird an das DAFFODIL-System die Erwartung gestellt, dass der Benutzer durch die höheren Suchfunktionen eine hohe Informationsqualität wahrnimmt und anhand dessen leichter und schneller relevante Informationen erkennen beziehungsweise kognitiv erfassen kann. Der Benutzer soll dem DAFFODIL-System gegenüber Vertrauen zeigen und hinsichtlich dem Ergebnis seiner (Such-)Arbeit mit Zufriedenheit reagieren.

Es wird die grundsätzliche Erwartung an DAFFODIL gestellt, eine hohe Effektivität und Effizienz in der Informationssuche in digitalen Bibliotheken zu realisieren, wie in der Hypothese definiert. Zudem soll die unzureichende Nutzerorientierung überwunden und die Integration unterschiedlicher Dienste ermöglicht werden. Dies soll in benutzerfreundlicher Weise umgesetzt werden, ohne Ablenkung des Benutzers durch die Handhabung der grafischen DAFFODIL-Benutzeroberfläche.

11.5. Resultate

In der ersten Evaluationsphase wurden dieselben fünf Aufgaben gestellt, auch wenn hier der Untersuchungsschwerpunkt wie oben erwähnt, auf der Fehlererkennung lag. Diese Phase wurde nicht für die Effizienzbewertung herangezogen. Durch diverse Fehler, sowohl im Protokolldesign zwischen graphischer Benutzeroberfläche und dem Agentensystem als auch in der Programmierung, kam es zu einer hohen Wartezeit bei der Suche zu den einzelnen Aufgaben. Die Ergebnisse der ersten Phase

in Form von Fehlerbeschreibungen und Kommentaren der Probanden wurden für die zweite Phase bearbeitet und ins System integriert. Bei den nachfolgenden Evaluationen traten keine nennenswerten Probleme mehr auf. Doch trotz der geringen Systemperformance der ersten Evaluationsphase bestätigten sich hier die Erwartungen. Mit steigendem Komplexitätsgrad im Verlauf der Aufgaben eins bis fünf zeigte sich im Hinblick auf das DAFFODIL-System eine immer bessere Eignung. Die Probanden waren selbst bei dem fehlerhaften System grundsätzlich mit der Qualität des DAFFODIL-Systems zufrieden.

Die Darstellung der Resultate der zweiten Phase folgt im weiteren Verlauf der Reihenfolge der oben angeführten Erwartungen. Die Ergebnisse werden zuerst anhand der Aufgaben aufgelistet und in Bezug zur Effizienz gesetzt und anschließend wird das Kriterium Effektivität genauer betrachtet. Abschließend werden die Ergebnisse der Expertenevaluation dargestellt.

Alle Probanden setzten während der Evaluation als Vergleichssystem ausschließlich die Suchmaschine Google ein und zogen somit keine andere digitale Bibliothek im Internet in Betracht. Die Zeitangaben beziehen sich auf einen Zeitraum, beginnend mit dem Moment der ersten Tastatureingabe. Das Ende dieses Zeitraums wird entweder durch das Abspeichern eines Resultates in der persönlichen Handbibliothek oder durch die Aussage der Probanden angezeigt. Die Gesamtzeit einer Evaluationsitzung umfasste zwischen 60 bis 90 Minuten inklusive der Einführung.

Aufgabe 1: Bekannter Artikel – Vollständiges Wissen Die Benutzer fanden mit DAFFODIL das gesuchte Dokument im Durchschnitt in 72 Sekunden, mit Google hingegen benötigten sie nur 44 Sekunden. Die Tabelle 11.1 listet alle dazu gemessenen Vergleichszeiten auf. In der Resultatliste des Suchwerkzeugs von DAFFODIL ist genau ein Dokument als Resultat angezeigt worden, Google liefert das Dokument zwar als Treffer im ersten Rang, listet aber weitere nicht relevante Dokumente auf. Hinsichtlich des Kriteriums Zeit haben sich die daran gestellten Erwartungen für diese Aufgabe insofern nicht bestätigt, als die Probanden mit dem DAFFODIL-System mehr Zeit benötigten.

Berücksichtigt man aber die systembedingte Wartezeit von DAFFODIL mit ca. 35 Sekunden und setzt sie in Vergleich zu Google mit nur 0,2 Sekunden, wird deutlich, dass die kognitive Erfassung hierbei eine wesentliche Rolle spielt und zugunsten von DAFFODIL mit 37 Sekunden ausgefallen ist. Bei Google beträgt dagegen die Zeit zur kognitiven Erfassung immerhin 43,8 Sekunden. Zur Bestätigung der Hypothese ist ein Student-t Test angewendet worden, indem die Signifikanz anhand des p-Wertes berechnet worden ist. Dieser p-Wert sollte unter einem angenommenen 5%igen Signifikanzniveau liegen. Für die Werte aus Tabelle 11.1 ergibt sich ein p-Wert von 0.9265. Somit liegen bei dieser Aufgabe keine signifikanten Unterschiede zwischen den Wertepaaren zur Bestätigung der Hypothese vor.

Kommt zudem Nachhaltigkeit, d. h. die Weiterverarbeitung von Informationen

seitens des Benutzers, zum Tragen, spielt die Funktionsvielfalt und Informationsqualität eine weit stärkere Rolle als die reine systembedingte Effizienz, wie die nachfolgenden Ergebnisse bestätigen. Zudem steht zum einen dem DAFFODIL-System nicht die Rechnerkapazität von Google zur Verfügung und zum anderen ist die Suche von DAFFODIL abhängig von den verteilten digitalen Bibliotheken, das heißt DAFFODIL hat keinen zentralen Index wie Google. Somit könnte auch DAFFODIL deutlich schneller antworten, wenn diese Ressourcen verfügbar wären.

Aufgabe 2: Bekannter Artikel – Partielles Wissen Die zweite Aufgabe unterstreicht das bisherige Ergebnis aus Aufgabe eins, indem die Benutzer mit DAFFODIL hier sogar weniger Zeit (ca. 54 Sekunden) als in Aufgabe eins benötigt haben, trotz Zunahme der Komplexität der Aufgabe. Dies beruht wohl zum Teil auf einem Lerneffekt bedingt durch die Bearbeitung der ersten Aufgabe. Im Gegensatz dazu hat sich die durchschnittliche Bearbeitungszeit von ca. 118 Sekunden mit dem Google-System sogar fast verdreifacht. Zudem ist die Aufgabe von zwei Probanden gar nicht gelöst worden. Die systembedingte Wartezeit tritt bei dieser Aufgabe fast vollständig in den Hintergrund und wird von der kognitiven Erfassung der Ergebnisse dominiert. Der Student-t Test hat für diese Aufgabezeiten einen p-Wert von $p \leq 0.004567$ ergeben. Diese Ergebnisse sind also signifikant bei einem Signifikanzniveau von 0.5% und bestätigen damit die Hypothese klar.

Die Erwartung für diese Aufgabe hat sich vollständig erfüllt. Die Benutzer hatten das Dokument aus der Resultatsliste von DAFFODIL innerhalb kürzester Zeit gefunden, ausgewählt und es in der persönlichen Handbibliothek abgespeichert. Unterstützt wurde der Benutzer bei seinem kognitiven Prozess dabei durch die qualitativ hochwertige Visualisierung der graphischen Werkzeuge von DAFFODIL. Im Gegensatz dazu verwies Google indirekt an fünfter Stelle in der Resultatliste auf eine Dokumentliste der DBLP⁴-Datenbank, was eine erneute Suche nötig machte und somit einen größeren Zeitaufwand mit sich brachte. Als Reaktionen der Probanden darauf traten Unsicherheit und Irritation auf.

Aufgabe 3: Alle Artikel Bei der Bearbeitung von Aufgabe drei traten die Stärken von DAFFODIL am deutlichsten hervor. Alle Probanden der Evaluation formulierten in etwa die gleiche Suchanfrage⁵ und fanden zwischen 12 bis 19 relevante Dokumente.

In Google versuchten fast alle Probanden mittels des Formulars zur erweiterten Suche eine ähnliche Anfrage zu erstellen, aber spätestens bei der Jahresangabe traten bezüglich der Formularsemantik Probleme auf, da die Eingabe

⁴<http://www.informatik.uni-trier.de/~ley/db/>

⁵“AU=Norbert Fuhr AND YEAR=1999-2003 AND TI=DL” oder “AU=Norbert Fuhr AND YEAR=1999-2003 AND FT=DL”

eines Zeitraumes überhaupt nicht vorgesehen ist. Zudem ist nicht ersichtlich, ob es sich bei der Zeitangabe im Formular um Dokumente aus dem Publikationsjahr oder der Onlinestellung des Dokumentes handelt.

Für die Bearbeitung der Aufgabe suchte ein Proband als eine Lösungsmöglichkeit nach der Homepage des Autoren und fand dort eine Liste aller Publikationen von "Norbert Fuhr", die er als Ergebnis der Aufgabe ansah. Doch diese Gesamtliste beinhaltet auch Publikationen aus anderen Themenbereichen und ist somit weder korrekt und noch vollständig zu nennen.

Ein anderer Proband schränkte als Lösungsstrategie die Anfrage bei Google auf PDF-Dokumente ein und sah damit die Aufgabe als beendet an. Damit war die Aufgabe aber nicht in der erwarteten Qualität erfüllt, da nicht alle Dokumente im PDF-Format online vorliegen. Auch hier ist das Ergebnis so nicht korrekt und vollständig, da auch andere Dokumente im PDF-Format vorliegen.

Alle anderen Probanden brachen die Bearbeitung dieser Aufgabe ab, da aufgrund zu schlechter Qualität der in Google aufgelisteten Resultate zu viel Zeit für die Bearbeitung benötigt worden wäre. Ein Teil der Probanden zeigte deutliche Anzeichen von Frustration durch Äußerungen wie: "Es nimmt zu viel Zeit in Anspruch, die relevanten Dokumente mit Google zu finden."

Die Erwartung hat sich auch für diese Aufgabe vollständig erfüllt. Es hat sich gezeigt, dass bei diesem Komplexitätsgrad nur das DAFFODIL-System dem Benutzer die nötige Funktionalität bieten kann, um die erwarteten Effektivitäts- und Effizienzkriterien zu erfüllen. Die Benutzer brauchten DAFFODIL vor allem in Bezug auf die hohe Anzahl an integrierten Datenquellen Vertrauen entgegen, die sie ansonsten zeitintensiv hätten durchsuchen müssen.

Aufgabe 4: Autor Die Probanden lösten die Aufgabe im Durchschnitt in drei Minuten, indem sie die Resultatsliste auf die Anfrage "Autor=Joachim Biskup" durchgesehen haben. Das Werkzeug "Related-Terms" wurde von den Probanden nur auf Hinweis des Protokollanden bemerkt – wohl aufgrund der ungünstigen Anordnung auf dem grafischen Desktop beziehungsweise aufgrund der Überdeckung durch ein anderes Werkzeug. Nach diesem Hinweis bestätigten die Probanden die Übereinstimmung der gefundenen Ergebnisse des "Related-Terms"-Werkzeugs mit ihren Ergebnissen aus der Durchsicht der Resultatsliste. Die Erwartungen im Hinblick auf das Effizienzkriterium ist nicht in dem erhofften Maße bestätigt worden, da die meisten Probanden das proaktive Werkzeug trotz vorhergegangener Einführung nicht beachtetten und hinsichtlich des Einsatzes des Werkzeugs noch Unsicherheit zeigten. Erst die Bestätigung ihrer getroffenen Aussagen bezüglich der Aufgabe stärkte das Vertrauen in das Werkzeug so, dass es in Aufgabe fünf wiederholt zum Einsatz kam.

Aufgabe 5: Neues Gebiet Die in dieser Aufgabenstellung gesuchte Thematik war allen Probanden unbekannt. Durch die bereits im Abschnitt 11.4 (Erwartun-

Test Person	t1		t2		t3		Relevant
	DAFF.	WWW	DAFF.	WWW	DAFF.	WWW	
U1	50	39	50	45	355	0	X
U2	90	30	40	150	145	155	LS Pub
U3	70	70	80	125	545	305	X
U4	60	20	40	100	110	185	X
U5	86	52	55	110	134	110	PDF
U6	90	55	58	110	303	190	X
U7	64	42	58	155	330	270	X
U8	77	42	50	150	90	100	X
Avg.	73	44	54	118	251	164	

Tabelle 11.1.: Zeiten (in Sekunden) pro Aufgabe und Testperson in Phase 2

gen) angesprochene Komplexität dieser Aufgabe und der Problematik, dass es sich hierbei eigentlich um eine Langzeitevaluation handeln müsste, erfüllten die Probanden dennoch die oben angeführten Erwartungen innerhalb dieser kurzer Zeit. Bei der Suche nach einführender Literatur wurde als die am häufigsten verwendete Taktik das explorative Vorgehen gewählt, etwa die Suche nach einem namentlich bekannten Autoren oder nach einschlägigen Suchtermen. Die Probanden fanden dadurch mindestens zwei bis drei relevante Dokumente als Einstieg in die Thematik. In einem abschließenden Gespräch zu dieser Aufgabe wurde deutlich, dass die Probanden eine differenzierte Betrachtungsmöglichkeit für große Resultatslisten, z. B. wie im *Multi-Level Hypertext* in [Agosti et al. 91, Fuhr 99a] beschrieben, als wünschenswert bezeichneten. Die von den Probanden gewünschten und sinnvollen Funktionen wurden nach der Evaluationsphase teilweise in dem DAFFODIL-System integriert. Dazu gehört unter anderem eine Funktion, die gewichtete und aus Autoren, Konferenzen, Journalen oder Termen bestehende Listen aus einer Resultatliste extrahiert kann und dem Benutzer zur Ansicht präsentiert.

Effektivität

In diesem Abschnitt sind die Resultate im Hinblick auf das Bewertungskriterium *Effektivität* aufgelistet und begründet. Anhand von Kommentaren der Probanden und Beobachtungen durch die Videoauswertung wird hier belegt, dass auch hinsichtlich Qualität, Relevanz und Zufriedenheit das DAFFODIL-System die Erwartungen erfüllte.

Die Qualität des Suchwerkzeugs, der zugehörigen Resultatliste und der Detailansicht wurde von den Probanden immer wieder im Verlauf der Evaluation als gut bewertet. Die im folgenden aufgelisteten Kommentaren sollen dies belegen:

- Die Hervorhebung der Suchbegriffe hilft mir, mich in der Resultatsliste und der Detailansicht zurechtzufinden.
- Die Struktur der Resultatsliste ist sehr klar verständlich.
- Die Duplikateeliminierung in der Resultatsliste spart Zeit.
- Die Integration der gefundenen Daten in der Detailansicht, auch mit Volltextverweis, stellt für mich den Idealfall dar.

Auch die persönliche Handbibliothek, mit ihrer Möglichkeit der strukturierten Ablage aller Informationen in ihren unterschiedlichen Ausprägungen ist ebenfalls mit durchweg positiven Kommentaren bewertet worden.

Grundsätzlich ist festzuhalten, dass die Probanden konzentriert und vor allem intuitiv mit den DAFFODIL-Werkzeugen die Aufgaben bearbeiteten. Sie brachten während ihrer Arbeit mehr und mehr dem DAFFODIL-System Vertrauen entgegen, indem sie es sogar teilweise dazu einsetzten, Aufgaben, die sich auf das WWW bezogen, zu verifizieren. Die Benutzer zeigten sich zudem im Umgang mit DAFFODIL selten unsicher oder irritiert. Alle mit DAFFODIL gefundenen und von den Probanden abgespeicherten Resultate bezüglich der Aufgaben waren relevant zur gestellten Aufgabe.

Es lässt sich somit eine hohe Benutzerzufriedenheit feststellen, die auf den Resultaten der Effizientbewertung, der Qualität und der Relevanz der beiden Evaluationsphasen basiert. Dies wird durch verschiedene Kommentare in der Form "Für die Literatursuche werde ich DAFFODIL nutzen" seitens der Probanden noch unterstützt. Um dieser Aussage noch weiter nachgehen und damit eine stärkere Gewichtung vornehmen zu können, wurde im Anschluss daran eine dritte Evaluationsphase mit Experten durchgeführt.

Experten

Der Teilnehmerkreis der dritten Phase umfasste wie oben erwähnt drei Bibliothekare und drei Professoren als Experten mit entsprechender Informationskompetenz im Bereich digitaler Bibliotheken. Ziel dieser Evaluationsphase war es, die Vorgehensweise von Suchexperten kennen zu lernen und zudem fachliche Kommentare und Einschätzungen bezüglich des DAFFODIL-Systems zu erhalten.

Den Experten standen alle DAFFODIL-Werkzeuge im vollem Umfang zur Verfügung und sie erhielten die gleiche Einführung wie alle anderen Testpersonen. Die Wahl der Suchthemen stand den Experten offen und diese wählten ein aktuelles Interessengebiet. Während der Evaluation (die Gesamtdauer lag zwischen 30 Minuten bis 2 Stunden) konzentrierten sich alle Experten auf die Aufgabe, wobei die Bandbreite der verschiedenen Werkzeuge zielgerichtet und in Kombination miteinander

eingesetzt wurde. Die Bibliothekare zeigten sich positiv überrascht über die umfassende Funktionalität dieses Systems und bestätigten zudem, dass die von ihnen im Bibliotheksalltag verwendeten Taktiken enthalten sind. Im Gespräch mit den Bibliothekaren wurde deutlich, dass zwei für sie spezielle Funktionalitäten vermisst wurden, nämlich zum einen die Kombination von Resultatlisten, zum anderen die fehlende Kategorisierung durch Schlüsselbegriffe in Verbindung mit einem Dokument. Während der Einführung in DAFFODIL wurde die Funktionsvielfalt als zu komplex empfunden, trotzdem arbeiteten die Bibliothekare dann bei ihrer Suche mit den zentralen Werkzeugen sehr effizient. Grund für die angesprochene Komplexität war die große Anzahl der Werkzeuge und des gewählten Fensterkonzeptes der grafischen Benutzeroberfläche. Mittlerweile ist das Fensterkonzept überarbeitet und zusätzlich ein Konzept der Perspektiven nach Aufgabenkontext integriert worden. Je nach Aufgabe sind nur die notwendigen Werkzeuge sichtbar und somit die Komplexität für den Benutzer reduziert.

Einige positive Kommentare der Bibliothekare seien hier angeführt, *“DAFFODIL ist ein Expertensystem, da es nicht nur die Informationen sucht, sondern auch den Suchweg motiviert und vermittelt”*, *“DAFFODIL ist nützlich: Ich würde es zusätzlich zu meinem System benutzen”* und *“dass DAFFODIL erheblich über das hinausgeht, was man normalerweise im Bereich digitale Bibliotheken zur Verfügung hat”*.

Die Professoren, mehr wissenschaftlich orientiert als die Gruppe der Bibliothekare, suchten alle in Beziehung zu einem aktuellen Forschungsthema. Sie testeten die DAFFODIL-Werkzeuge in Abhängigkeit zu ihrer Forschungsrichtung erst mit einem ihnen bekannten Eintrag, etwa Autoren oder einem Artikel. Wurde der Eintrag gefunden, brachten die Professoren dem System Vertrauen entgegen und weitere Suchen wurden in dem gewählten Thema durchgeführt. Besonders das Autorenbeziehungsnetzwerk wurde als geeignetes Werkzeug angesehen, um weitergehende Literatur zu finden. Als Kommentare der Professoren können hier folgende genannt werden, *“Sehr interessant; Ich werde DAFFODIL meinen Mitarbeitern zeigen”* oder *“Daffodil scheint einen Stand zu haben, sodass man es wirklich nutzen kann”*.

11.6. Zusammenfassung

In diesem Abschnitt der Arbeit ist ausführlich auf die Evaluation der strategischen Unterstützung eingegangen worden. Basierend auf dem Modell von Saracevic & Co-vi ist ein Schema entwickelt und als Struktur für die Evaluation genutzt worden. Die Evaluation wurde in drei Phasen mit zusammen 28 Probanden, von Suchanfängern bis hin zu Suchexperten, durchgeführt. Insgesamt wurden mehr als 11 Stunden Videomaterial aufgenommen und untersucht, die die Hypothese dieser Arbeit belegen.

Die Grundlagen und das DAFFODIL-Modell führen im Gesamtsystem so zu hoher Effizienz und Effektivität während des Informationssuchprozesses. Bezüglich der Effizienz konnte gezeigt werden, dass nur sehr einfache Aufgaben mit anderen Sy-

stemen schneller bearbeitet werden können. Diese kleine Schwäche von DAFFODIL liegt im wesentlichen an den fehlenden Ressourcen, die dieses Manko ausgleichen könnten. Bei komplexen Aufgaben zeigt DAFFODIL dagegen deutlich seine Stärken aufgrund der an den Benutzerbedürfnissen ausgerichteten strategischen Unterstützung.

Bezüglich der Effektivität ist gezeigt worden, dass die qualitativ hochwertige Visualisierung und Integration der verschiedenen Dienste in dem DAFFODIL-System dem Benutzer eine nützliche Werkzeugauswahl zur Verfügung stellt und somit zu hoher Benutzerzufriedenheit führt.

Damit sind die in DAFFODIL gesetzten Erwartungen, die sich in der Hypothese widerspiegeln und durch die Evaluation zu belegen waren, mehr als erfüllt worden.

Teil V.

Zusammenfassung und Ausblick

12. Zusammenfassung der Dissertation

Zu Beginn dieser Arbeit stellte sich die zentrale Frage: Warum ist die Suche in digitalen Bibliotheken immer noch ein zeitaufwendiges und damit teures Unterfangen?

Die Antwort hierauf lautet schlicht: Weil es immer noch an einer adäquaten und strategischen Unterstützung des Benutzers durch ein System während des Informationssuchprozess mangelt.

Denn im Fall einer derartigen Unterstützung können Benutzer, wie in dieser Arbeit gezeigt worden ist, effektiver und effizienter ihrer Informationssuche nachgehen. Dabei muss gewährleistet werden, dass jede Anwendung bezüglich jeder Anwendergruppe und Domäne betrachtet und dadurch jede Anwendung den individuellen Bedürfnissen der Gruppe angepasst wird. Die für die vorliegende Arbeit definierte Anwendergruppe umfasst die Gruppe der Studenten und Wissenschaftler im Bereich der Informatik.

Aus diesem Grund ist aus dem Bereich der *Information-Seeking and Searching-Modelle* das Modell von Marcia Bates ausgewählt worden, da es sehr genau das Benutzerverhalten und die Benutzerunterstützung ins Zentrum der Betrachtung setzt. Dazu wurden empirische Untersuchungen im Bibliotheksumfeld durchgeführt, die eine Einordnung der einzelnen Phasen der Informationsgewinnung in Ebenen ermöglichen und gleichzeitig mit Suchsystemen in Verbindung gebracht werden können. Dieses Modell bietet zudem eine praktische Orientierung zur Entwicklung eines solchen Systems. Als Modellerweiterung (über die einfache Suche hinausgehend) werden die Phasen *Collate*, *Interpret* und *Re-Present* unterstützt. Vervollständigt wird das Modell durch die Konzepte der *aktiven Benutzerunterstützung* und *Personalisierung* (Kapitel 4), wodurch die höheren Ebenen der Systemunterstützung realisiert werden und damit die Voraussetzungen für die Modellentwicklung der strategischen Unterstützung überhaupt erst geschaffen werden. Hiermit endet der theoretische Teil der Arbeit.

Daran schließt sich der praktische Teil ab Kapitel 6 mit einer Darstellung der Grundlagen zur Umsetzung des vorher beschriebenen Modells an. Die notwendige Systembasis setzt sich aus dem *Agentensystem*, dem *Wrapper-Toolkit* und der *grafischen Benutzeroberfläche* zusammen und hat mittlerweile eine so ausgereifte und gleichzeitig flexible und erweiterbare Form erreicht, dass sie in anderen Projekten bereits als Grundlage verwendet wird. Die zusätzlichen Erweiterungen der Architektur stei-

gern noch die Leistungsfähigkeit von DAFFODIL und bieten Raum und Potential für weitergehende Forschung. Das implementierte Gesamtsystem DAFFODIL sowie die dazugehörigen Dienste stellen somit eine in sich abgerundete digitale Bibliothek dar. Ein abschließender Überblick zu den verschiedenen Referenzsystemen dokumentiert den aktuellen Stand im Bereich digitaler Systeme.

Die zu Anfang formulierte Hypothese ist in einer umfangreichen Evaluation belegt worden. Die dazu ausgewählte Vorgehensweise wurde durch die Auseinandersetzung mit den wesentlichen Publikationen im Bereich der Evaluation von Information Retrieval Systemen und digitalen Bibliotheken entwickelt. Wie in Kapitel 11 dargestellt, konnte klar belegt werden, dass Benutzer sowohl bei einfachen als auch bei komplexen Aufgabenstellungen durch das Prinzip der strategischen Unterstützung ihrem Informationsbedürfnis effektiver und effizienter nachgehen und somit schneller und kostengünstiger ihr Ziel erreichen können.

13. Ausblick

Im vorherigen Kapitel wurde bereits auf das Potential des Modells zur strategischen Unterstützung und auf das darauf aufbauende DAFFODIL-System hingewiesen. Mit seiner flexiblen und leicht erweiterbaren Form und seiner Leistungsfähigkeit als digitale Bibliothek bietet es sich als Plattform für Forschung und Wissenschaft an.

Die so entstandene DAFFODIL-Software kann dabei sowohl als Forschungsplattform als auch als Produkt differenziert betrachtet werden. Das Produkt DAFFODIL benötigt dazu allerdings eine Konsolidierungs- und Reimplementierungsphase, um den Anforderungen in praktischen Anwendungen gerecht zu werden. Die Analyse und die Integration der speziellen Anforderungen des konkreten Einsatzgebietes, also die Taktiken und Strategien sowie die Arbeitsabläufe, sind ebenso notwendig.

Daffodil als Forschungsplattform

Im Bereich der Forschung kann das DAFFODIL-System eine zentrale Rolle für die Entwicklung und Evaluation von Diensten sowohl auf der Systemebene als auch auf der Benutzerebene übernehmen. Verschiedenste Einsatzgebiete können mit dem System nun untersucht werden, ohne jeweils ein eigenes System neu implementieren zu müssen. Ein zentrales Thema spielt hierbei die Evaluation von Diensten und Funktionen. Im Folgenden soll die Bedeutung des Systems im Hinblick auf die Evaluation von digitalen Bibliotheken herausgestellt werden.

Evaluation von digitalen Bibliotheken

Im Anschluss an die Evaluation der strategischen Unterstützung wurde das DAFFODIL-Framework um Funktionen zur Unterstützung bei der Evaluation von Digitalen Bibliotheken erweitert. Dabei ist ein eigenständiges Instrumentarium entstanden, das es Evaluatoren erlaubt, eine Evaluation in effektiver Art und Weise durchzuführen. Die erste Komponente des Instrumentariums besteht in der Entwicklung eines *Logging-Dienstes* in Verbindung mit einem *Logging-Schema*. Die zweite Komponente stellt das DAFFODIL-Framework als Gesamtheit von Diensten und grafischer Benutzeroberfläche dar. Wie in dieser Arbeit beschrieben, handelt es sich um ein flexibles und erweiterbares System, so dass neue Funktionen, Dienste oder Darstellungen implementiert und evaluiert werden können (vgl. Kapitel 6). Damit

erweist sich das DAFFODIL-System als ein Basissystem für Evaluationen in den unterschiedlichsten Bereichen.

Logging

In einer Benutzerevaluation müssen häufig große Mengen an Nutzerdaten prozessiert werden, um die aufgestellte Untersuchungshypothese zu belegen. Diese Daten bestehen normalerweise aus Beobachtungen, Fragebögen und Transaktionslogs. Zur Sammlung dieser Daten wird innerhalb von DAFFODIL ein integriertes Fragebogen-Werkzeug sowie ein ausführliches Logging bereitgestellt.

Dieses Fragebogen-Werkzeug ist Bestandteil der Benutzeroberfläche und kann vom Evaluator eingesetzt werden zum Abfragen sogenannter Standardfragen. Zu diesen sind etwa einfache Ja/Nein-Antworten, Auswahlpunkte, Antworten auf einer Likert-Skala oder freie Antworten zu zählen. Zudem können diese Fragen abhängig voneinander gestellt werden. Durch diese Optionen gewinnt der Evaluator alle Freiheiten, die einem papierbasierten Fragebogen eigen sind. Ein weiterer Vorteil des integrierten Fragebogens besteht in der dynamischen Fragestellung, die vom aktuellen Kontext und Status des Benutzers während der Suche abhängig sein kann.

Da das DAFFODIL-System eine echte Java-Applikation ist, besteht ein vollständiger Zugriff auf alle Eingaben und Interaktionsereignisse des Benutzers sowie auf die vom System erzeugten Ereignisse. Durch diese reichhaltigen Informationen wird das Problem von Web-basierten digitalen Bibliothekssysteme vermieden, die in der Regel nur die URLs des Systems loggen.

Der in Abbildung 13.1 dargestellte Logging-Dienst besitzt eine vereinfachte Struktur: Das DAFFODIL-Benutzerinterface und jeder DAFFODIL-Dienst kann ein Ereignis an den Logging-Dienst senden, der dieses behandelt und speichert.

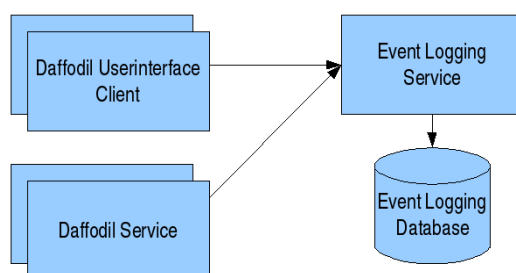


Abbildung 13.1.: Logging Dienst

Zur Zeit kann das System über 40 verschiedene Ereignisse bearbeiten. Dabei handelt es sich um Such-, Navigations- und Browse-Ereignisse, die von den GUI-Werkzeugen erzeugt werden. Die entsprechenden Resultate der Dienste, dazu gehören etwa der Thesaurus, der Konferenz- oder Journalbrowser oder das Suchwerkzeug werden

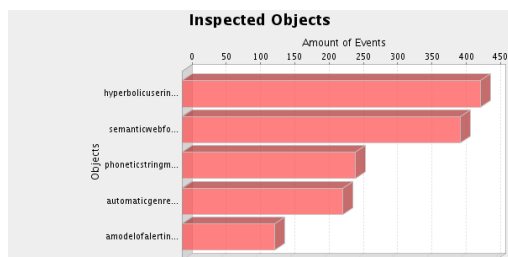


Abbildung 13.2.: Angesehene Objekte

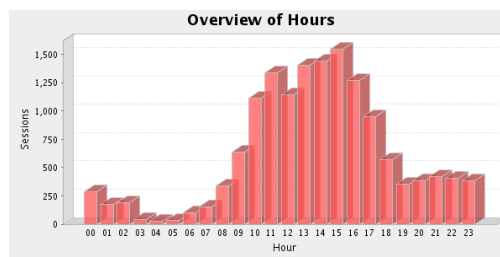


Abbildung 13.3.: Nutzung pro Stunde

ebenso gespeichert. Die persönliche Handbibliothek unterstützt sowohl die Ereignisse beim Speichern von Objekten als auch Ereignisse beim Manipulieren von Daten innerhalb der Ordnerhierarchie und darüberhinaus Ereignisse beim Annotieren von Objekten.

Für einen Vergleich von verschiedenen Evaluation, für die mehrmalige Verwendung von Evaluationsdaten und für die generelle Unterstützung einer Evaluation ist ein Standard-Logging-Schema in [Klas et al. 06b] und [Klas et al. 06a] vorgeschlagen und im DAFFODIL-System implementiert worden.

Da aufgrund der verschiedenen Beteiligten unterschiedliche Sichtweisen existieren, müssen für die Analyse der Ereignisse auch unterschiedliche Sichten auf die Daten generiert werden, sodass eine Vielzahl von Analysewerkzeugen nötig ist. *Systembesitzer, Anbieter von Inhalten, Systemadministratoren, Bibliothekare, Entwickler, Wissenschaftler* und *Endbenutzer* sind dabei als Beteiligte identifiziert worden.

Einige der hier angesprochenen Werkzeuge zur Analyse der Logdaten, die auf dem neuen Schema basieren, sind bereits implementiert worden. Die in den Abbildungen 13.2 und 13.3 gezeigten Beispielstatistiken sind mit Hilfe dieser Werkzeuge generiert worden.

Zur visuellen Ansicht und Inspektion der individuellen Logdaten wurde ein spezielles Log-View-Werkzeug integriert, das die Historie der Ereignisse darstellt. Es zeigt die Visualisierung einer Such-Sitzung und erlaubt dem Evaluator die Analyse des Nutzerverhaltens. Zudem zeigt es dem Endbenutzer eine Ansicht seiner Suchhistorie (siehe Abbildungen 13.4 und 13.5). Das Werkzeug kann zusätzlich dazu genutzt werden, jeden Schritt der Suche zurückzuverfolgen, nochmals zu starten, eine spezifische Anfrage zu speichern oder interessante Pfade visuell hervorzuheben.

Zusammenfassung

Die Forschung im Bereich digitaler Bibliotheken benötigt dringend akzeptierte Standards und zudem eine Community von Experten, die gemeinsam die Zielsetzung verfolgt, diese Standards zu entwickeln. Wenn die verschiedenen Beteiligten eine

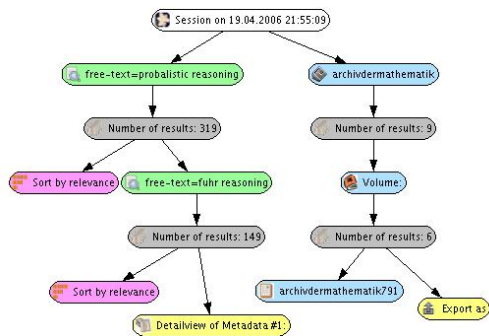


Abbildung 13.4.: Top-Down Baumvisualisierung

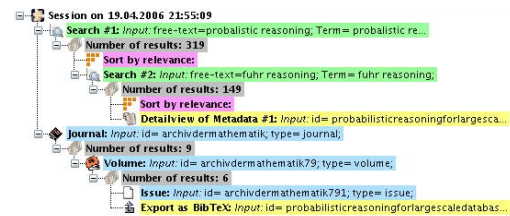


Abbildung 13.5.: Variante der Log-Visualisierung

Gemeinschaft bilden und sich auf Modelle, Dimensionen und Definitionen einigen können, wird der Prozess der Evaluation von digitalen Bibliotheken endlich einen Aufschwung erfahren. Das DAFFODIL-System¹ kann dabei als experimentelle Plattform für die Evaluation von Digitalen Bibliotheken eine substantielle Rolle spielen, da es Funktionen und Dienste anbietet, die auf einer soliden theoretischen Basis und wissenschaftlich anerkannten Modellen beruht. Dabei bietet es Wissenschaftlern und Evaluatoren ein breitgefächertes Angebot und ermöglicht dadurch die Konzentration auf neue Entwicklungen und Evaluationen, ohne dass das Rad neu erfunden werden muss.

¹Die Quellen unterliegen der Apache Commons Licence 2.0.

14. Fazit

Die Ergebnisse dieser Arbeit, die durch eine ausführliche Evaluation belegt wurden, bieten sowohl theoretische als auch praktische Lösungen zur Entwicklung und zur Nutzung digitalen Bibliotheken:

- Der theoretische Teil zeigt ein Modell für verteilte Bibliotheksdienste auf, strukturiert diese und stellt sie in einen Gesamtzusammenhang. Dadurch wird die Modellierung neuer Dienste erleichtert und ein positiver Nutzen kann schon im Vorfeld diskutiert werden. Als ein Beispiel dazu können hier die weiterführenden Arbeiten im Bereich des Logging-Frameworks genannt werden.
- Der praktische Teil basiert auf dem entwickelten Modell zur strategischen Unterstützung und ermöglicht
 - den Benutzern, effektiv und effizient einer umfassenden Literatursuche nachzugehen und diese auch nachhaltig zu verwalten.
 - den Entwicklern von digitalen Bibliotheken durch Zugriff auf eine Vielzahl von Basisdiensten darüber hinausgehende Dienste zu entwickeln.

Hier kann die Forschungsarbeit im europäischen DELOS-Projekt als Indikator für den Einsatz im praktischen Bereich herangezogen werden. Zum Ersten wird DAFFODIL zur Zeit als Basis einer Vergleichsevaluation mit der europäischen Bibliothek “The European Library” (TEL) genutzt. Die Zielsetzung richtet sich hierbei auf adäquate und vor allem umsetzbare Vorschläge für die Weiterentwicklung von TEL. Ein erster Prototyp eines TEL-DAFFODIL-Suchinterfaces kann bereits unter <http://www.is.inf.uni-due.de/projects/daffodil/tel.jnlp> getestet werden. Darüber hinaus ist die Integration des DAFFODIL-Systems in TEL als weiterführende Funktionalität im Gespräch¹.

Des Weiteren kann zur Nachhaltigkeit hinzugefügt werden, dass DAFFODIL ebenfalls im Rahmen von DELOS als Benutzerschnittstelle für das integrierte Demonstrationssystem DELOS-DLMS eingesetzt wird. Dieses Demonstrationssystem bildet die Basis für einen derzeit in Vorbereitung befindlichen Antrag für ein entsprechendes “integrated Project” im siebten Rahmenprogramm der EU.

¹<http://www.redorbit.com/modules/news/tools.php?tool=print&id=427040>

Insgesamt kann das DAFFODIL-System als Basisarchitektur für die *Entwicklung* und *Evaluation* von digitalen Bibliotheken verwendet werden und trägt somit zur wissenschaftlichen Forschung in diesem Bereich bei.

Die Konzeption des DAFFODIL-Systems ist einzigartig: Ein vergleichbares Rechensystem, das verschiedene Abstraktionsebenen der Informationssuche und unterschiedliche Grade der Systemunterstützung in einem Architekturmodell vereint, gibt es bislang nicht. Ebenso wenig existieren andere digitale Bibliothekssysteme in Form einer service-orientierten Architektur mit strategischer Unterstützung.

Teil VI.

Anhang

Statistik

Dieser Abschnitt dient als Überblick über den Umfang der im Rahmen dieser Arbeit und des Projektes entstandenen Arbeiten in Lehre und Forschung. Desweiteren wird der eigene Beitrag von Herrn Klas am Gesamtsystem kurz dargestellt.

Diplomarbeiten

Im Rahmen dieser Arbeit sind insgesamt dreizehn Diplom- und eine Studienarbeit erfolgreich abgeschlossen worden beziehungsweise noch in Bearbeitung:

- DAFFODIL: Basisarchitektur für ein Agentensystem für digitale Bibliotheken (siehe [Müller 01])
- DAFFODIL: Adaptive Agenten in Kontraktnetzen für digitale Bibliotheken (siehe [Ostwinkel 02])
- DAFFODIL: Wrapper für digitale Bibliotheken in DAFFODIL (siehe [Rupp 02])
- DAFFODIL: Modellierung und Implementierung von proaktiven Agenten für Daffodil (siehe [Kligge 02])
- DAFFODIL: Übersicht und Entwicklung von möglichen Algorithmen für Recommendation (siehe [Look 03])
- DAFFODIL: Entwicklung und Evaluierung von Algorithmen zur Behandlung von Autorennamen (siehe [Damatov 04])
- DAFFODIL: Strategien bei der Suche in digitalen Bibliotheken (siehe [Frankmölle 04])
- DAFFODIL: Awareness auf Objekten aus digitalen Bibliotheken (siehe [Roderfeld 04])
- DAFFODIL: Mechanismen zur synchronen und asynchronen Kollaboration in digitalen Bibliotheken (siehe [Kretschmer 05])
- DAFFODIL: Proaktive Vorlagefunktionen (siehe [Jordan 05])

-
- Evaluation von Digitalen Bibliotheken: Ein Evaluationsframework auf Basis von DAFFODIL (siehe [Werseck 06])
 - DAFFODIL: Integration, Harvesting und Indexierung von Metadaten aus digitalen Bibliotheken in DAFFODIL (in Bearbeitung)
 - DAFFODIL: Zugriff auf digitale Bibliotheken mit Ajax (in Bearbeitung)
 - DAFFODIL: Verteilte P2P Handbibliothek mit Gruppenfunktionalität für Digitalen Bibliotheken (zwei Arbeiten in Bearbeitung)

Projektgruppen

Auf Basis des DAFFODIL-Systems sind im Bereich der Lehre drei Projektgruppen durchgeführt worden:

- PADDLE: Personal Adaptive Digital Library Environment (siehe [Baldschus et al. 02])
- IKommHelp: Integriertes, kontext-spezifisches Multimedia-Hilfesystem für Digitale Bibliotheken (siehe Endbericht² und Endbericht³)
- ASDL: Adaptive Suchunterstützung in Digitalen Bibliotheken (siehe Endbericht⁴)

Projekte und Programmierung

Das Potential des DAFFODIL-Systems spiegelt sich in verschiedenen Projekten und Kooperation wider:

- BINGO! und DAFFODIL
In Zusammenarbeit mit der Universität Saarbrücken wurde das BINGO!-System mit dem DAFFODIL-System gekoppelt (siehe [Theobald & Klas 04]).
- LEBONED und das DAFFODIL-Wrapper-Toolkit
Das Wrapper-Toolkit wurde erfolgreich in LEBONED eingesetzt⁵.

²http://www.is.informatik.uni-duisburg.de/wiki/index.php/IKommHelp:Abschlussbericht_Gruppe_1

³http://www.is.informatik.uni-duisburg.de/wiki/index.php/IKommHelp:Abschlussbericht_Gruppe_2

⁴<http://www.is.informatik.uni-duisburg.de/wiki/index.php/ASDL:Endbericht>

⁵www.cg.v.tugraz.at/V3D2/Workshops/workshops/ws_2004_berlin/folien/Leboned-Berlin-29-11-04.ppt

- DELOS

Hier ist DAFFODIL in den verschiedenen Workpackages eingesetzt worden:

- Workpackage 4: DILAS
- Workpackage 4: Browsing
- Workpackage 7: INEX
- Workpackage 8: DELOS Digital Library Management System

Veröffentlichte Artikel

Die folgenden Artikel stellen die wissenschaftliche Auseinandersetzung mit dem Bereich der digitalen Bibliotheken dar:

- European Conference on Digital Libraries (ECDL):

Norbert Gövert; Norbert Fuhr; Claus-Peter Klas. Daffodil: Distributed Agents for User-Friendly Access of Digital Libraries. 2000

Norbert Fuhr; Claus-Peter Klas; André Schaefer; Peter Mutschke. Daffodil: An Integrated Desktop for Supporting High-Level Search Activities in Federated Digital Libraries. 2002.

Claus-Peter Klas; Norbert Fuhr; André Schaefer. Evaluating Strategic Support for Information Access in the DAFFODIL System. 2004.

Sascha Kriewel; Claus-Peter Klas; Sven Frankmölle; Norbert Fuhr. A Framework for Supporting Common Search Strategies in DAFFODIL. 2005.

André Schaefer; Matthias Jordan; Claus-Peter Klas; Norbert Fuhr. Active Support For Query Formulation in Virtual Digital Libraries: A case study with DAFFODIL. 2005.

Claus-Peter Klas; Hanne Albrechtsen; Norbert Fuhr; Preben Hansen; Sarantos Kapidakis; László Kovács; Sascha Kriewel; András Micsik; Christos Papatheodorou; Giannis Tsakonas; Elin Jacob. A Logging Scheme for Comparative Digital Library Evaluation. 2006.

Saadia Malik; Claus-Peter Klas; Norbert Fuhr; Birger Larsen; Anastasios Tombros. Designing a User Interface for Interactive Retrieval of Structured Documents — Lessons Learned from the INEX Interactive Track. 2006.

- Joint Conference on Digital Libraries (JC DL):

**Claus-Peter Klas; Norbert Fuhr; Sascha Kriewel; Hanne Albrecht-
sen; Giannis Tsakonas; Sarantos Kapidakis; Christos Papatheo-
dorou; Preben Hansen; Laszlo Kovacs; Andras Micsik; Elin Ja-
cob.** An experimental framework for comparative digital library evalua-
tion: the logging scheme. 2006.

- Weitere Veröffentlichungen:

N. Fuhr; N. Gövert; C.-P. Klas. An Agent-Based Architecture for Supporting High-Level Search Activities in Federated Digital Libraries. In: Proceedings 3rd International Conference of Asian Digital Library. KAIST, Taejon, Korea. 2000.

Claus-Peter Klas; Sascha Kriewel; André Schaefer. Daffodil - Nutzerorientiertes Zugangssystem für heterogene digitale Bibliotheken. dvs Band, 2004.

Sascha Kriewel; Claus-Peter Klas; André Schaefer; Norbert Fuhr. Daffodil - Strategic Support for User-Oriented Access to Heterogeneous Digital Libraries. D-Lib Magazine 10(6), 2004.

M. Theobald; C.-P. Klas.. BINGO! and Daffodil: Personalized Exploration of Digital Libraries and Web Sources. In RIAO:04.

Claus-Peter Klas; Norbert Fuhr; Sascha Kriewel; André Schaefer (2005). DAFFODIL - Nutzerorientiertes Zugangssystem für heterogene Digitale Bibliotheken. In: DGI '05.

Claus-Peter Klas; Sascha Kriewel; André Schaefer; Gudrun Fischer. Das Daffodil System - Strategische Literaturrecherche in Digitale Bibliotheken. In: 4.ter HIER Workshop, UVK, 2005.

14.1. Durchführung der Evaluation

Die eigentliche Durchführung der Evaluation und die damit verbundenen Vorbereitungen haben verschiedene Arbeitsschritte umfasst. Nach eingehender Literaturrecherche zu dem Thema Evaluation von Digitalen Bibliotheken, siehe Kapitel 10, sind die generelle Vorgehensweise und der Evaluationsaufbau erarbeitet worden.

In der ersten Evaluationsphase ist zunächst ein Fragebogen, siehe 14.1.2, erstellt worden, der sich bereits an der Aufgabenkomplexität (s. Abbildung 11.1) orientiert. Die Studenten sind teilweise durch Evaluatoren beobachtet worden. Zudem umfasste die Aufgabenstellung ebenso die Anfertigung eines eigenen Sitzungsprotokolls. Die Ergebnisse dieser Phase sind direkt in die Implementierung des Systems eingebunden worden.

Zu Beginn der zweiten Phase ist der Fragebogen aus der ersten Phase überarbeitet worden. Dieser Fragebogen, siehe Kapitel 14.1.3, ist in einer zusätzlichen Pre-Evaluationen mit zwei Kandidaten, siehe hierzu die Protokolle in Kapitel 14.1.4 und 14.1.5, überprüft und anschließend nochmals überarbeitet worden. In Kapitel 14.1.6 finden sich zudem weitere Auswertungsdaten zu der zweiten und dritten Evaluationsphase.

14.1.1. Einführung in Daffodil

Vor Beginn einer jeden Evaluationssitzung haben die Probanden eine Einführung in das DAFFODIL-System erhalten. Dabei sind folgende Funktionen vorgestellt worden:

Liste der Erläuterungen

Suchwerkzeug

- Filter
- Anfrageformular
- Anfragevisualisierung – > boolesche Anfrage
- Anfragesyntax kurz erläutern
- Resultatanzeige und Kontextmenü

Persönliche Handbibliothek

- Neuer Folder
- Ablegen eines Objektes per Drag&Drop
- Ablegen eines Objektes per Kontextmenü
- Verschieben innerhalb der PLib

- Löschen eines Objektes

Weitere Werkzeuge

Kurz Funktion und Zweck erläutern.

- Thesaurus
- Ko-Autorenwerkzeug
- Journal (und Konferenzbrowser)
- Referenzwerkzeug
- Klassifikation

Proaktives System • Autorenanzeige

- Did you mean
- Related Terms

14.1.2. Fragebogen 1. Phase: Studenten der Datenbankvorlesung

14.1. DURCHFÜHRUNG DER EVALUATION

Universität Duisburg-Essen / Campus Duisburg
Informationssysteme

Daffodil: Evaluation zur strategischen Unterstützung

Claus-Peter Klas

Datum : 27. Januar 2004

Zur qualitativen Evaluation von Daffodil bitte ich Sie, folgende unten beschriebene Aufgabe zu bearbeiten. Folgende Anmerkungen zur Information:

1. Bitte halten Sie die Start- und Endzeiten für jede Anfrage auf dem beiliegenden Zettel fest.
2. Eine Person wird Ihnen als Ansprechpartner dienen.

Bitte befolgen Sie folgende Anweisungen:

- Der Ansprechpartner soll nur in Ausnahmefällen (z.B. Systemfehler) eingreifen oder befragt werden.
- Bitte schreiben Sie auf dem Protokollbeiblatt die Uhrzeiten für die einzelnen Aufgaben auf, wenn kein Protokollant anwesend ist.

Vielen Dank für Ihre Unterstützung.

1 Allgemeine Fragen

1. Alter:

2. Männlich Weiblich

3. Ausbildungsstand:

(a) Grundstudium

(b) Hauptstudium

(c) Anders

4. Sicherlich haben Sie im Laufe Ihres Studiums oder auch privat nach Literatur gesucht.
Welche Informationsquellen haben Sie dabei genutzt ?

Suchmaschine (z.B. Google) Digitale Bibliothek(z.B. DBLP, CiteSeer)

Bibliothek (z.B. Bücherei, UB) Bezahlte Auftragssuche

5. Schildern sie kurz ihre positiven und/oder negativen Erfahrungen mit den jeweils von Ihnen gewählten Informationsquellen ?

2 Aufgabenstellung

Daffodil ist eine virtuelle Digitale Bibliothek, die den Benutzer durch strategische Unterstützung mittels höherer Suchfunktionen unterstützt. Diese Evaluation befasst sich ausschließlich mit dem *Suchwerkzeug* von Daffodil. Es ist vergleichbar mit einer Metasuchmaschine wie Google oder Scirus. Anhand von Sucheingaben in Form von Attributen wie Titel, Autor, Jahr oder Keyword kann damit in verschiedenen Informatik-spezifischen Digitalen Bibliotheken nach Literatur gesucht werden. Nach einer erfolgreichen Suche wird eine Resultatsliste der gefundenen Dokumente angezeigt, zu denen zusätzliche Details geladen werden können. Mit Drag & Drop könnt Ihr die gefundenen Informationen in der persönlichen Handbibliothek ablegen. Das Kontextmenü kann hierfür auch genutzt werden.

Die Anfragesprache hat eine boolesche Struktur. In den Formularfelder können einzelne Terme oder Autoren mit ";" getrennt werden. Im Queryfenster darunter wird die Anfrage in der booleschen Struktur aufgezeigt. In dieser Struktur kann editiert werden. Hierbei kann man sich Arbeit sparen, indem man die Attributfelder abkürzen kann: AUTHOR = AU, TITLE = TI. Die Anfragesyntax von Daffodil versteht für das Autorattribut "Vorname Nachname", wie auch "Nachname".

Bitte speichern Sie die gefundenen Dokumente in einem Ordner der persönlichen Handbibliothek ab.

Ihre Aufgabe besteht darin die untern aufgelisteten Fragen zu beantworten. Die Anfragesprache ist Englisch !

3 Aufgabe

1. Finden Sie das Dokument mit dem Titel "Search strategies in content-based image retrieval".
2. Finden Sie das Dokument mit dem Titel "Advances in interactive digital multimedia systems".
3. Stellen Sie eine Anfrage nach aktueller Literatur von Norbert Fuhr der letzten 4 Jahre aus dem Bereich *Digitale Bibliotheken*.

Bitte vergleichen Sie die Suche mit Google und/oder Scirus oder einer beliebigen Informationsquelle die Sie kennen.

4 Aufgabe

1. Mit welchem Hauptthema beschäftigt sich Prof. Joachim Biskup ? Stellen Sie sich vor, Sie müssten sich bei Ihm bewerben. Bitte schreiben Sie die gefundenen Schlüsselbegriffe auf diesen Zettel.

Bitte vergleichen Sie die Suche mit Google und/oder Scirus und/oder einer beliebigen Informationsquelle die Sie kennen.

5 Aufgabe

1. Suchen Sie nach Informationen zum Thema "Visualisierung und visuelle Manipulation medizinischer Daten". Hier soll das Ziel der Suche, z.B. ein Related-Work Abschnitt in einer Diplomarbeit zu diesem Thema sein.
2. Sucht nach Veröffentlichungen zum Thema "Informationsvermittlung durch Software-Agenten in Information-Retrieval". Stellen Sie eine Liste von Artikeln zusammen, die das Thema beschreiben.

6 Abschlussfragen zur Evaluation

- Sind sie insgesamt mit ihren Ergebnissen bzgl. den genannten Aufgaben zufrieden (1 – sehr gut; 6 – in keinster Weise zufrieden) ?

1 2 3 4 5 6

Bitte geben sie noch einen kurze Begründung für die von ihnen oben ausgewählte Note bzgl. der Note der Zufriedenheit, z.B. "Ja, ich bin zufrieden, weil ..." oder "Ja, ich bin zufrieden, aber es fehlt noch ..." oder "Nein, ich bin nicht zufrieden, weil ...". Nehmen

Sie ruhig bezug zu den einzelnen Fragestellungen.

- Denken Sie, dass Sie die Informationen mit anderen Informationsquellen effizienter gefunden hätten ?
Schneller Gleiche Zeit Langsamer
- Sind Sie der Meinung, daß Sie wesentliche relevante Informationen nicht gefunden haben ?

14.1.3. Fragebogen 2. Phase: Mitarbeiter der Abteilung

14.1. DURCHFÜHRUNG DER EVALUATION

Universität Duisburg-Essen / Campus Duisburg
Informationssysteme

Daffodil: Evaluation zur strategischen Unterstützung

Claus-Peter Klas

Datum : 27. Juli 2007

Zur qualitativen Evaluation von Daffodil bitte ich Sie, folgende unten beschriebene Aufgabe zu bearbeiten. Folgende Anmerkungen zur Information:

1. Bitte halten Sie die Start- und Endzeiten für jede Anfrage auf dem beiliegenden Zettel fest.
2. Eine Person wird Ihnen als Ansprechpartner dienen.

Bitte befolgen Sie folgende Anweisungen:

- Der Ansprechpartner soll nur in Ausnahmefällen (z.B. Systemfehler) eingreifen oder befragt werden.
- Bitte schreiben Sie auf dem Protokollbeiblatt die Uhrzeiten für die einzelnen Aufgaben auf, wenn kein Protokollant anwesend ist.

Vielen Dank für Ihre Unterstützung.

1 Allgemeine Fragen

1. Alter:
2. Männlich Weiblich
3. Ausbildungsstand:
 - (a) Grundstudium
 - (b) Hauptstudium
 - (c) Anders
4. Sicherlich haben Sie im Laufe Ihres Studiums oder auch privat nach Literatur gesucht. Welche Informationsquellen haben Sie dabei genutzt ?

Suchmaschine (z.B. Google)	Digitale Bibliothek(z.B. DBLP, CiteSeer)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bibliothek (z.B. Bücherei, UB)	Bezahlte Auftragssuche
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Daffodil	Andere Quellen
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Schildern sie kurz ihre positiven und/oder negativen Erfahrungen mit den jeweils von Ihnen gewählten Informationsquellen ?

2 Aufgabenstellung

Daffodil ist eine virtuelle Digitale Bibliothek, die den Benutzer durch strategische Unterstützung mittels höherer Suchfunktionen unterstützt. Diese Evaluation befasst sich ausschließlich mit dem *Suchwerkzeug* von Daffodil. Es ist vergleichbar mit einer Metasuchmaschine wie Google oder Scirus. Anhand von Sucheingaben in Form von Attributen wie **Titel**, **Autor**, **Jahr** oder **Free-Terms** kann damit in verschiedenen Informatik-spezifischen Digitalen Bibliotheken nach Literatur gesucht werden. Nach einer erfolgreichen Suche wird eine Resultatsliste der gefundenen Dokumente angezeigt, zu denen zusätzliche Details geladen werden können. Mit **Drag & Drop** können Sie die gefundenen Informationen in der persönlichen Handbibliothek ablegen. Das **Kontextmenü** kann hierfür auch genutzt werden.

Die Anfragesprache hat eine boolesche Struktur. In den Formularfelder können einzelne Terme oder Autoren mit “;” getrennt werden. Die Anfragesyntax von Daffodil versteht für das Autorattribut “Vorname Nachname”, sowie auch nur “Nachname”.

Bitte speichern Sie die gefundenen Dokumente in einem Ordner der persönlichen Handbibliothek ab. Legen Sie hierzu zu jeder Aufgabestellung einen eigenen Unterordner an.

Ihre Aufgabe besteht darin die unten aufgelisteten Fragen zu beantworten. Die Anfragesprache ist **Englisch** !

3 Aufgabe

1. Finden Sie das Dokument mit dem Titel “Search strategies in content-based image retrieval”.
2. Finden Sie das Dokument mit dem Titel “Methods of Automated Reasoning”.
3. Suchen Sie nach Artikeln von Norbert Fuhr der letzten 4 Jahre aus dem Themenbereich *Digitale Bibliotheken* und speichern Sie die Daten in der Persönlichen Handbibliothek (WWW: Bookmarkdatei) ab.

Bitte vergleichen Sie die Suche mit Google und/oder Scirus oder einer beliebigen Informationsquelle die Sie kennen.

- Waren Sie mit dem WWW im Vergleich zu Daffodil
Schneller Gleiche Zeit Langsamer
- War die Qualität der gefundenen Informationen im WWW im Vergleich zu Daffodil
Besser Gleiche Qualität Schlechter
- Bemerkungen ?

4 Aufgabe

1. Mit welchem Hauptthema beschäftigt sich James (Jamie) Callan? Stellen Sie sich vor, Sie müssten sich bei Ihm bewerben. Bitte speichern Sie relevante Literatur oder beschreibende Schlüsselbegriffe ab.

Bitte vergleichen Sie die Suche mit Google und/oder Scirus und/oder einer beliebigen Informationsquelle die Sie kennen.

- Waren Sie mit dem WWW im Vergleich zu Daffodil
Schneller Gleiche Zeit Langsamer
- War die Qualität der gefundenen Informationen im WWW im Vergleich zu Daffodil
Besser Gleiche Qualität Schlechter
- Sind Sie zufrieden mit den gefundenen Informationen und der gebotenen Qualität ?
- Bemerkungen ?

5 Aufgabe

Stellen Sie ein Expertenpanel (Gruppe von Experten, Prof., etc.) zum Themenbereich "Computer Security", "Encryption", "Privacy" und "Cybercrime" zusammen. Finden Sie drei herausragende Autoren zu diesen Themen. Nutzen Sie alle Möglichkeiten, die Ihnen Daffodil bzw. das WWW bietet.

- Waren Sie mit dem WWW im Vergleich zu Daffodil
Schneller Gleiche Zeit Langsamer
- War die Qualität der gefundenen Informationen im WWW im Vergleich zu Daffodil
Besser Gleiche Qualität Schlechter
- Sind Sie zufrieden mit den gefundenen Informationen und der gebotenen Qualität ?
- Bemerkungen ?

14.1.4. Protokoll der 1. Sitzung der Pre-Evaluation

14.1. DURCHFÜHRUNG DER EVALUATION

1 Protokoll

Abkürzungen:

- CAT: Co-Author-Tool
- ST: Search-Tool
- RTT: RelatedTerms-Tool
- Scanning: Resultatliste ansehen
- Collate: Dokumente in PLib abspeichern

1.1 Ablauf

Zeit	Ereignis	Bemerkung
15.45	Beginn der Eval	Fragebogen ausfüllen; CAT ausser betrieb; Folder Proband 2 aufgeklappt
	ST(title=evaluation) RTT klappt auf	Ein Term wird übernommen; Lenkt von Wartezeit ab;
	Übernimmt einen Term Ergebnisliste(234)	<i>#DragAndDrop klappt nicht#</i> ; nutzt Kontextmenü; Scanning; Collate; Scanning nur mit Resultatliste, ohne Details; Collate auch in anderen Foldern ermöglichen, als dem gerade ausgewählten Kontext DragAndDrop geht auch, neben dem Kontextmenü, aber nur wenn auf Folder fallen gelassen wird
16.00	neuer Folder (GUI Eval)	<i>#DragAndDrop macht beim verschieben Probleme#</i> Scanning: Liste wird langweilig
16.04	neuer Folder (Eval of Eval) Dokumente verschieben	
16.05	Abstract von gesammelten Docs lesen	
16.07	Folder umbenannt (GUI - > User-Centered)	
16.08	AuthorLink in DetailView genutzt	<i>#Inkonsistenz mit der Autorenanfrage per internem Link#</i>
16.09	RTT Term gespeichert	<i>#Auswahl eines Eintrage mit DragAndDrop #</i> <i>#PT zeigt falsche Anfrage (War Autorenanfrage)#</i>
16.11	Folder für Eval Tools angelegt	
16.12	Detail eines Docs ansehen	Wegen IR Hintergrund
16.14	Neuer Unterfolder (User-Centered - > GUI)	Visualisierung gut
16.16	Suchfenster gesucht, da vorher selber geschlossen	Müde ; Immer falsches Tool-Icon angeklickt Spezielle Autorensuche hat keine Ergebnis ergeben, Verworfen
16.17	ST(keyw=qualitative evaluation)	
16.19	Ergebnisliste(133)	Scanning und Collate; <i>#Tooltip stört beim lesen#</i>
16.21	Spezielles Doc angesehen	Highlighting der Anfrageterme Abstrakt teilweise zu lang - > Highliting <i>#Resultatliste zu lang; langweilig#</i> <i>#Vergleich von Docs mit PLib (gesehene und gespeicherte Docs) nimmt Zeit; Resultatliste zu lang; langweilig#</i>
16.25	Scanning	Scrolling ist Itemweise; Jetzt bemerke ich es

KAPITEL 14. STATISTIK

Zeit	Ereignis	Bemerkung
16.27	Speichern von Docs in aktuellem Kontext	PLib wird später zum Verschieben genutzt; <i>#alle Folder im Kontextmenü anzeigen, wie in mozilla-thunderbird, bzw. Bookmarks#</i>
16.30	Ein Doc ansehen	Suche innerhalb der Resultatliste ?
16.31	Anfrage gespeichert	Anfragen kann man auch speichern
16.34	Scannt schneller	Weiss mittlerweile wonach ich sehen muss; Ausschlußverfahren
16.38	Scanning	Webverhalten; Docs -> PLib-Struktur -> ASK -> Docs -> PLib-Struktur -> ASK Evaluation nicht im Titel, also verwerfen RTT auf Resultatlisteneinträge ? Ja, aber nur wenn man auf Anfragekontext zurück kann Besser als bei Mozilla
16.41	Folder einfügen	
16.42	ST(title=Evaluation; keyw=quantitative evaluation)	Vertippt; Did you mean -> Stöß#Nullantwort#
16.45	Resultanzeige	
16.46	ST(keyw=quantitative evaluation)	Erst 27 Docs, dann nur 3 Docs echt gefunden (Filter)
16.47	Ergebnisliste(135) Andere PLib Struktur	Scanning und Collate; Nicht genug Lit. für Aufgabe, Nur Docs, Overview nicht dabei; Artikel zu speziell
16.50	ST(title=evaluation methods)	Vertippt; Did you mean
16.53	Ergebnis(162)	Scanning und Collate
16.55	Externe Weblink Detail Achilles	Nicht geeignet für Studi, zu speziell
16.57	Neuer Folder (IR)	Docs umorganisieren; Verschiedene Details angesehen dazu
17.02	Weiter Scanning	
17.04	PLib ansehen	weniger wissenschaftliche Artikel
17.07	PLib Struktur durchräumen	
17.09	Wieder Autorensuche durchgeführt	Nichts gefunden
17.10	PLib Collect; Docs löschen PLib Collect alle Docs bearbeitet	
17.13	Suche mit Term aus RTT (title=formative evaluation)	
17.15	Achilles nochmal ausprobiert per DetailLink	Doc in Achilles gefunden; Volltext gefunden
17.16	Ende	

1.2 Befragung

- Warum kein Journal & Conference Browsing ?
Keine Zeit bisher. Keine relevanten J&C bekannt; Erst Struktur (ASK) aufbauen.
- Kein Thesaurus ?
Nicht dran gedacht.
- HCIBIB: Spezille Lib für HCI?
Nicht bekannt, Info über DLs bekannt machen.

Idee: Andere Aufgabe: User-Centered vs. System-oriented anstatt quali & quanti Eval

14.1.5. Protokoll der 2. Sitzung der Pre-Evaluation

KAPITEL 14. STATISTIK

1 Protokoll

Abkürzungen:

- CAT: Co-Author-Tool
- ST: Search-Tool
- RTT: RelatedTerms-Tool
- Scanning: Resultatliste ansehen
- Collate: Dokumente in PLib abspeichern

1.1 Ablauf

Zeit	Ereignis	Bemerkung
08.35	Beginn der Eval	Fragebogen ausfüllen; Nur Suchwerkzeug und PLib; Folder Proband 1 aufgeklappt; Layout der Tools auf dem Bildschirm zu klein
08.37	ST(title=Search strategies in content-based image retrieval)	Suchen; Detail angesehen (2 Docs; Titel nicht gleich); gefunden und abgespeichert.
08.39	Dokument in PLib gespeichert	Anfrage-Reset Knopf wäre nett #DragAndDropklappt#, hat aber Probleme; nutzt Kontextmenü;
08.42	2. Aufgabe schnell gelöst	in PLib gespeichert
08.43	3. Aufgabe (Fuhr)	Versucht letzten 3 Jahre in Anfrage zu übersetzen mit 1999-2003, oder 1999 AND 2000 ...; Antwort war falsch, da Queryview nicht die Anfrage übergibt; Programmierfehler!
08.47		Progresstool macht keine Update mehr; Rechner booten
09.00	Neustart des Systems und von PDaffodil Fuhr and keyword(Digitale Bibliothek)	viele falsche Namen
09.05	neuer Folder (Fuhr)	
09.18	Scanner der Resultatliste	Ein Wrapper liefert falsche Namen für Dokumente ! #Dokument ohne Jahr; zu wenig Abstrakt#; DragAndDropauch für Detailfenster !
09.20	Einiger Dokumente gespeichert	
09.22	Englische Anfrage	Macht sich Gedanken bzgl. der Autorennamensyntax: Vorname mit Abkürzung?; Warum wurde etwas anderes gefunden, als angefragt ?
09.26	Scanning der Resultatliste	Auge gesehen und nach Erklärung genutzt; Sollte sofort updaten !; #Keyword Semantik nicht klar; Umbenennen in Freetext#
09.38	Weitere Doks gespeichert	
09.38	Ende Anfrage Fuhr WWW Anfrage Gegenüberstellung	
09.41	Dokument per Scirus sofort gefunden	Keine Details angesehen; Jeder Resultatliste nochmals scannen!
09.45	Fuhr Anfrage	Jetzt wirds schwierig; Exact Search Scirus; Doppelte Einträge; Mehr gefunden in Daffodil!

14.1. DURCHFÜHRUNG DER EVALUATION

Zeit	Ereignis	Bemerkung
09.47	Aaufgabe Biskup	Suche nach Veröffentlichungen
10.00	Resultatliste Scannen	Resultatliste evtl. Filtern; Docs. löschen ?
10.03	Scirus Biskup	Bekommst du einen Idee ? ; Terme: Mediator; Distributed Computing; Authentifizierung; IR
10.06	Test: Google	Exact Search; findet nichts; Aber dann doch Link auf Homepage!; Alle Daten vorhanden; WWW effektiver für diese Fragestellung
10.08	Aufgabe 5.1	Homepagelink gefunden ! Weiss nicht ob Stammformreduktion oder nicht ; Deutsche Anfrage Keyword; Fehlerhafte Antwort;Titelattribut
10.15	keine Antworten auf Anfrage (Empty Result)	Nicht Kontextmenü einschalten !
10.17		Übersetzung der Anfrage mit Leo Übersetzungstool sinnvoll ?; Ja; Similar Docs; basierend auf einem relevanten Doc
10.26	Immer noch keine Anfrage im Kopf	
10.30	Ende der Evaluation	

1.2 Spezielle Meinung

- Für die spezielle Aufgabe Daffodil besser als WWW. Andere Aufgaben evtl. WWW besser.

14.1.6. Auswertungsdaten der 2. und 3. Phase

An der zweiten Phase der Evaluation haben acht männliche Probanden der Fakultät für Ingenieurwissenschaften im Alter zwischen 24 und 41 Jahren teilgenommen. Die Probanden haben auf den Fragebögen angegeben, als tägliche Informationsquellen Suchmaschinen wie Google und teilweise auch den Katalog der Universitätsbibliothek genutzt zu haben. Mit Ausnahme eines Probanden haben alle übrigen die einschlägigen digitalen Bibliotheken wie DBLP, CiteSeer etc. genannt und genutzt.

Zu den abschließenden Fragen hinsichtlich der Qualität der gefundenen Informationen sind die Aussagen zugunsten von DAFFODIL ausgefallen. Das subjektive Zeitempfinden hat dabei der tatsächlichen Zeitmessung, wie in Tabelle 11.1 dargestellt, entsprochen.

Für einen besseren Überblick über die qualitativen Eigenschaften des DAFFODIL-Systems zu erhalten, sind einige Abschlussbemerkungen der Probanden der zweiten Phase im folgenden aufgeführt:

- *DAFFODIL ist sehr interessant. Ich würde es, da ich es jetzt kenne, auch selber benutzen.*
- *Die Hilfen, etwa durch die Related-Terms, finde ich sehr hilfreich*
- *Die Speicherung der verschiedenen Informationskanäle i.S. von Werkzeugen in der zentralen Speicherung (persönliche Handbibliothek) ist sehr schön.*
- *Speziell die lange Wartezeit der Suche ist störend. Eine mögliche Verbesserung wäre durch die Anzeige der Teilresultate in Form von 10er Listen gegeben.*

Die sechsköpfige Probandengruppe der dritten Evaluationsphase hat sowohl drei männliche Professoren der Fakultät für Ingenieurwissenschaften als auch zwei männliche Fachreferenten der Universitätsbibliotheken der Universität Duisburg und Essen umfasst. Zudem hat eine Fachreferentin der Universitätsbibliothek Dortmund an dieser Evaluationsphase teilgenommen. Im Folgenden werden Kritikpunkte und Anmerkungen dieser Gruppe aufgelistet:

Konstruktive Kritik und Anmerkungen der Fachreferenten

Fachreferent 1

- *Die Anzeige der Resultate im Suchwerkzeug sollte direkt erfolgen, um die Wartezeit zu verkürzen.*
- *Die Vermittlung der Informationskompetenz der Universitätsbibliotheken an die Studenten ist wesentlich und sollte auch von einem System wie DAFFODIL unterstützt werden.*

- *Daffodil ist ein durchaus brauchbares und mächtiges Werkzeug, das verschiedene Datenquellen und Dienste geschickt integriert und bei richtiger Nutzung hilft, bessere und relevantere Quellen schnell zu finden.*
- *Als DFG-Projektentwicklung spürt man aber auch, dass es Forschungsgegenstand ist und kein Produkt: Wesentliche, aber zu wenige Datenquellen sind angebunden, einige wichtige Recherchefunktionen sind noch nicht verfügbar.*
- *Grundsätzlich ist DAFFODIL durchaus angenehm, man kann einiges damit machen, man kommt auch relativ schnell rein (im Sinne der Einarbeitung).*
- *DAFFODIL steht und fällt mit der Anzahl der Datenquellen.*
- *DAFFODIL ist für die tägliche Arbeit zu gebrauchen.*

Fachreferent 2

- *Im Suchwerkzeug fehlt die Anfragehistorie zur Rekombination von Anfragen.*
- *Diese virtuelle digitale Bibliothek DAFFODIL ist ein Programmsystem, das verteilte Informationsquellen kombiniert durchsucht und interessante neue Strategien automatisiert, die den Benutzer bei der Literatursuche und -zusammenstellung strategisch unterstützen. Die in Daffodil automatisierten Suchstrategien sind auch unabhängig von ihrer Automatisierung von Interesse. Daffodil verwendet vor allem für die Informatik spezifische Datenbanken, ist aber grundsätzlich fachgebietsunabhängig und leicht erweiter- und übertragbar. Daffodil könnte im Sinne eines Expertensystems ein wichtiges Instrument in der Hand des Fachreferenten sein, um gemeinsam mit dem Benutzer tiefgehende, sehr spezifische Suchfragen zu beantworten.*
- *Eine ergänzende Suchstrategie könnte vielleicht sein, daß über die Homepage eines Autors die Homepage des Instituts gesucht wird, an dem dieser arbeitet, denn das Institut dürfte mit ähnlichen Fragestellungen befaßt sein.*
- *Alle Instrumente zur Informationssuche sind da.*
- *DAFFODIL ist sozusagen ein Expertensystem für Strategien.*

Fachreferent 3

- *Schlagworte bzw. ein Thesaurus sind nicht über alle Datenquellen einheitlich verfügbar.*
- *Einzelne Suchanfragen im Sinne einer Suchhistorie, die ich nachher verknüpfen kann, fehlt mir.*

- *Mir fehlen wirklich die Schlagworte, die dieses Dokument beschreiben.*

Es bleibt anzumerken, dass die Fachreferenten eben nicht ihre gewohnte Arbeitsumgebung vorgefunden haben, wie etwa die komplett intellektuell verschlagwortete IEEE Datenquelle, sondern mussten sich adhoc auf ein neues, ihnen unbekanntes System einstellen. Grundsätzlich sind aber alle drei Fachreferenten einer Beispielsuche nachgegangen.

Konstruktive Kritik und Anmerkungen der Professoren

Professor 1

- *Eine Termliste in Form einer Todo-Liste aufzubauen wäre eine gute Funktion.*
- *Das Highlighting der Resultatliste ist sehr hilfreich.*
- *Zur Resultatliste: Man sollte nach Begriffen suchen können, im Sinne einer Filterung der Resultatliste.*
- *Begriffe (Terme) sollten in einer Todo-Liste abgespeichert werden können und somit das Konzept des Berrypicking umsetzen.*
- *Die Integration der Werkzeuge könnte durch die Verfolgung weiterer Verbindungen z. B. Zitationen, Journal Special Issue etc. verbessert werden.*
- *Ein Postranking der Resultatliste wäre gut, oder man könnte bestimmte Attribute extrahieren, um sie zwei-dimensional darzustellen wie etwa Autor – Jahr). Auch ein Clustering der Resultate wäre interessant, um die zentralen Themen leichter zu erkennen.*
- *Man könnte eine Frage vorstrukturieren, etwa in einer Todo-Liste um die Suchzeit für den Benutzer zu minimieren, da das System Anfragen im Hintergrund durchführen könnte.*
- *Die Visualisierung der Resultatliste könnte ähnlich der des Co-Autorengraphen gestaltet werden, nur ebend nach thematischer Einordnung.*
- *Boolsches Retrieval und die unterschiedlichen Informationsqualitäten der einzelnen Datenquellen führen zu Schwierigkeiten, die relevanten Informationen zu finden.*
- *Eine noch stärkere Verknüpfung der einzelnen Links von Objekten mit den entsprechenden Werkzeugen ist nötig*

Professor 2

- *Mir ist die Semantik der Anfrage nicht klar, wird der Anfragebegriff im Volltext oder in den Metadaten gesucht?*
- *Das boolsche Suchanfrageformular ist zu komplex.*
- *Die Resultatanzeige könnte während die Suche noch läuft schon Resultate anzeigen.*
- *Die vielen Fenster stören die Usability des Systems. Die vielen Einzel Fenster irritieren, eine festere Aufteilung, gerade bezüglich der wichtigen Tools, ist sinnvoll.*
- *Eine Information über die Art und Qualität eines gefundenen Dokumentes wäre gut (Buch, Artikel, Journal etc.)*
- *Die Sortierung nach Vornamen in der Resultatliste ist nicht korrekt.*
- *Die Drag&Drop-Funktionen sollten überdacht werden, da evtl. nicht die intuitive, durch den Benutzer erwartete Funktion verwendet wird.*
- *Die Extraktion von Autoren aus der Resultatliste hätte meiner Anfrage weitergeholfen, da dadurch ein Überblick über die Resultatmenge möglich ist.*
- *Das Thesaurus-Werkzeug sollte beschleunigt werden, damit man nicht unnötig wartet, bzw. überhaupt kein Resultat erscheint.*
- *Eine Suchhistorie sollte integriert werden, um z. B. im kommerziellen Fall als Beleg dienen zu können.*
- *Die Qualität der Einträge in der Ergebnisliste wären als Information wichtig, um die weiteren Sucheschritte geeignet zu identifizieren.*
- *Die angezeigte Zusammenfassung von Google (Snippet) ist informativer als die reine Metadatenanzeige in der Resultatliste, zumindest bei der explorativen Suchstrategie.*
- *Die Historie der Suchergebnisse sollte man verwenden können, um diese zu vergleichen, mischen und weiter zu verarbeiten. Visuell gestützte Vergleichsmöglichkeiten wären zudem ein weiteres Feature.*

Professor 3

- *DAFFODIL: Das ist schön, das gefällt mir gut.*
- *Fühlen Sie sich bei der Informationssuche unterstützt? Ja, sehr.*
- *So viele Dienste überfordern aber den Benutzer.*
- *Eine abgestufte Eingabe von Suchanfragen ist erforderlich, d. h. die logischen Strukturen der Eingabe (Anfrage) sollte in der Resultatliste wieder erkennbar sein.*

- *Eine Konzentration auf wirklich gute Funktionalitäten sollte durchgeführt werden.*
- *Zur Evaluierung der Suche sollten Benchmarktest entwickelt werden.*

14.2. Auflistung eigener Arbeitsanteile

Von den in dieser Arbeit beschriebenen Komponenten des DAFFODIL-Systems wurden folgende Teile von mir selbst entwickelt:

Agenten-Framework Modellierung, Teilimplementierung und Evaluation des Agenten-Frameworks.

Wrappertoolkit Modellierung, Teilimplementierung, Evaluation und Reimplementierung.

Sensor-Framework Modellierung, Teilimplementierung und Evaluierung des Sensor-Frameworks. Implementierung einiger Dienste auf Basis des Sensor-Frameworks.

Wrapper Implementierung und Pflege aller für die Informatik spezifischen Wrapper.

Dienste Implementierung des überwiegenden Anteils der Dienste für den für die Informatik spezifischen Bereich von DAFFODIL.

Grafische Benutzerschnittstelle Teilimplementierungen an spezifischen Werkzeugen.

Die gesamte Evaluierung der strategischen Unterstützung wurde von mir sowohl selbstständig entwickelt, durchgeführt als auch ausgewertet.

Tabellenverzeichnis

3.1. Standardvorschläge für verschiedene Situationen bei der Suche . . .	31
4.1. Ebenen der Systemunterstützung [Bates 89]	36
11.1. Zeiten (in Sekunden) pro Aufgabe und Testperson in Phase 2	135

Abbildungsverzeichnis

2.1. Problem-Solving Model [Wilson 99]	13
2.2. Phasen im Suchverhalten [Meho & Tibbo 03]	15
2.3. Der Digital Library Life Cycle	17
2.4. Ein kombiniertes Phasen-Modell [Wilson 99]	18
2.5. Episodic Model [Belkin 96]	20
2.6. Cognitive Model [Ingwersen 96]	21
2.7. Stratified Interaction Model [Saracevic 96]	23
3.1. Differenzierung der Suchaktivitäten	27
4.1. Matrix aus Systemunterstützung und Systemaktivität [Bates 90] . .	37
4.2. Klassifikation von Personalisierungsmethoden [Neuhold et al. 03] . .	40
4.3. Raum-/Zeit-Matrix nach [Johansen 88]	46
5.1. Grundlegende DAFFODIL-Modellierung	48
6.1. Grundlegende DAFFODIL-Architektur	53
6.2. MAS: Vertikale Schichten-Architektur	60
6.3. Kommunikation zwischen externem Agent mit DAFFODIL via MTA	62
6.4. Horizontale Schichten-Architektur	63
6.5. Administrationsformular	64
6.6. Modellierung Wrapper-Toolkit	68
6.7. Übersicht DAFFODIL-Desktop	73
6.8. Proaktive Vorlagefunktion	76
8.1. Der Desktop von DAFFODIL	86
8.2. Suchwerkzeug: Eingabenmaske zur Suche in digitalen Bibliotheken mit Auswahl der Datenquellen	87
8.3. Suchwerkzeug: Gewichtete Resultatliste mit Piktogrammen	88
8.4. Suchwerkzeug: Detailansicht eines gefundenen Dokumentes	89
8.5. Persönliche Handbibliothek: Strukturierte Ablage aller digitalen Bi- bliotheks Objekte	91
8.6. Koautoren-Netzwerk: Auffinden zentraler Autoren anhand von Be- ziehungsnetzwerken	92
8.7. Journal-Werkzeug: Integriertes Suchen und Browsen in Journalen (Konferenzen)	93
8.8. Klassifikations-Werkzeug	94

8.9. Thesaurus-Werkzeug	95
8.10. Proaktive Unterstützung: Rechtschreibung	97
8.11. Proaktive Unterstützung: Semantik	97
8.12. Proaktive Unterstützung: Verwandte Terme	98
9.1. Google Books	105
9.2. Google Scholar	106
10.1. Ein Klassifikationsschema für digitalen Bibliotheken	110
11.1. Aufgabenkomplexität	127
13.1. Logging Dienst	144
13.2. Angesehene Objekte	145
13.3. Nutzung pro Stunde	145
13.4. Top-Down Baumvisualisierung	146
13.5. Variante der Log-Visualisierung	146

Literaturverzeichnis

- ACM. (2004). *The ACM Computing Classification System [1998 Version]*. <http://www.acm.org/class/1998/>.
- Adler, S.; Berger, U.; Brüggemann-Klein, A.; Haber, C.; Lamersdorf, W.; Münke, M.; Rücker, S.; Spahn, H. (1998). Grey Literature and Multiple Collections in NCSTRL. In [Barth et al. 98], S. 145–170.
- Agosti, M.; Gradenigo, G.; Marchetti, P. G. (1991). Architecture and Functions for a Conceptual Interface to very large Online Bibliographic Collections. In: *Proceedings RIAO 91*, S. 2–24. Centre de Hautes Etudes Internationales d'Informatique Documentaire (CID), Paris, France.
- Altenschmidt, C. (2000). *MultiMedia Mediator (MMM) Benutzerhandbuch*. Technischer Bericht, Universität Dortmund, Informatik, LS6, Informationssysteme.
- Arens, Y.; Knoblock, C. A.; Hsu, C. (1996). Query Processing in the SIMS Information Mediator. In: *Advanced Planning Technology*, S. 61–69. Austin Tate, AAAI Press, Menlo Park, California.
- Atkins, D. E.; Birmingham, W. P.; Durfee, E. H.; Glover, E. J.; Mullen, T.; Rundensteiner, E. A.; Soloway, E.; Vidal, J. M.; Wallace, R.; Wellman, M. P. (1996). Toward Inquiry-Based Education Through Interacting Software Agents. *IEEE Computer* 29(5), S. 69–76.
- Baldonado, M.; Chang, C.-C. K.; Gravano, L.; Paepcke, A. (1997). The Stanford Digital Library Metadata Architecture. *Journal on Digital Libraries* 1(2), S. 108–121.
- Baldschus, M.; Becker, D.; Feist, C.; Frankmölle, S.; Jordan, M.; Kruse, C.; Kufershteyn, I.; Roderfeld, I.; Szoltysik, C.; Titarenko, A.; Weber, A.; Zalewski, A. (2002). *PADDLE: Personal Adaptive Digital Library Environment*. Bericht, Universität Dortmund, Dortmund.
- Barth, A.; Breu, M.; Endres, A.; de Kemp, A. (1998). *Digital Libraries in Computer Science: The MeDoc Approach*. Springer, Heidelberg et al.
- Bates, M. J. (1979a). Idea Tactics. *Journal of the American Society for Information Science* 30(5), S. 280–289.

- Bates, M. J.** (1979b). Information Search tactics. *Journal of the American Society for Information Science* 30(4), S. 205–214.
- Bates, M. J.** (1989). The design of browsing and berrypicking techniques for the online search interface. *Online Review* 13(5), S. 407–424. <http://www.gseis.ucla.edu/faculty/bates/berrypicking.html>.
- Bates, M. J.** (1990). Where Should the Person Stop and the Information Search Interface Start? *Information Processing and Management* 26(5), S. 575–591.
- Belkin, N. J.** (1980). Anomalous states of knowledge as a basis for information retrieval. *Canadian Journal of Information Science* 5, S. 133–143.
- Belkin, N. J.** (1993). Interaction with Texts: Information Retrieval as Information Seeking Behavior. In: Knorz, G.; Krause, J.; Womser-Hacker, C. (Hrsg.): *Information Retrieval '93. Von der Modellierung zur Anwendung. Proc. d. 1. Tagung Information Retrieval*, S. 55–66. Konstanz.
- Belkin, N.** (1996). Intelligent Information Retrieval. In: Krause, J.; Herfurth, M.; Marx, J. (Hrsg.): *Herausforderungen an die Informationswirtschaft: Informationsverdichtung, Informationsbewertung und Datenvisualisierung*.
- Belkin, N. J.; Cool, C.; Stein, A.; Thiel, U.** (1995). Cases, Scripts, and Information-Seeking Strategies: On the Design of interactive Information Retrieval Systems. *Expert Systems with Applications* 9, S. 1–30. <http://www.cmu.edu/~antoine/11743/eswa.pdf>.
- Bellifemine, F.; Poggi, A.; Rimassa, G.** (1999). JADE - A FIPA-compliant agent framework. In: *Proc. Fourth International Conference on the Practical Application of Intelligent Agent and Multi Agent Technology*, S. 97–108. Conference on the Practical Application of Intelligent Agent and Multi Agent Technology.
- Birmingham, W. P.** (1995). An Agent-Based Architecture for Digital Libraries. *D-Lib Magazine* 7(July).
- Borlund, P.; Ingwersen, P.** (1998). Measures of relative relevance and ranked half-life: performance indicators for interactive IR. In: *SIGIR '98: Proceedings of the 21st annual international ACM SIGIR conference on Research and development in information retrieval*, S. 324–331. ACM Press, New York, NY, USA.
- Borlund, P.** (2000). Evaluation of interactive information retrieval systems. S. 276. PhD dissertation.
- Borlund, P.** (2003). The IIR evaluation model: a framework for evaluation of interactive information retrieval systems. *Information Research: an international electronic journal* 8(3), S. 1–38. <http://informationr.net/ir/8-3/paper152.html>.

- Brenner, W.; Zarnekow, R.; Wittig, H.** (1998). *Intelligente Softwareagenten*. Springer-Verlag.
- Buschmann, F.; Meunier, R.; Rohnert, H.; Sommerlad, P.; Stal, M.** (1998). *Pattern-oriented Software Architecture: A System of Patterns*. John Wiley & Sons, 2 Auflage.
- Callan, J.; Smeaton, A.** (2003). *Personalisation and Recommender Systems in Digital Libraries: Joint NSF-EU DELOS Working Group Report*. http://www.dli2.nsf.gov/internationalprojects/working_group_reports/personalisation.html.
- Chawathe, S.; Garcia-Molina, H.; Hammer, J.; Ireland, K.; Papakonstantinou, Y.; Ullman, J.; Widom, J.** (1994). The TSIMMIS Project: Integration of Heterogeneous Information Sources. In: *16th Meeting of the Information Processing Society of Japan*, S. 7–18. Tokyo, Japan.
- Chidlovskii, B.; Borghoff, U.; Chevalier, P.-Y.** (1997). Towards Sophisticated Wrapping of Web-Based Information Repositories. In: *Proceedings of the 5th RIAO Conference*.
- Clark, J.; DeRose, S.** (1999). *XML Path Language (XPath) Version 1.0*. Technischer Bericht, World Wide Web Consortium. <http://www.w3.org/TR/xpath>.
- Croft, B. W.; van Rijsbergen, C. J. (Hrsg.)** (1994). *Proceedings of the Seventeenth Annual International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval*, London, et al. Springer-Verlag.
- Dalitz, W.; Heyer, G.** (1996). *Hyperwave*. dpunkt-Verlag, Heidelberg.
- Damatov, M.** (2004). *DAFFODIL: Entwicklung und Evaluierung von Algorithmen zur Behandlung von Autorennamen*. Master's thesis, Universität Dortmund, FB Informatik.
- Dierolf, U.; Moennich, M.** (1996). *Karlsruher Virtueller Katalog*. Technischer Bericht, Rechenzentrum der Universität Karlsruhe.
- Dourish, P.; Bellotti, V.; Bly, S.** (1992). Awareness and coordination in shared workspaces. In: *Proceedings of the ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work (CSCW'92)*, S. 107–114. ACM Press, Toronto, Ontario. http://portal.acm.org/ft_gateway.cfm?id=143468&type=pdf&coll=GUIDE&d1=GUIDE&CFID=57806107&CFTOKEN=71266003.
- Duisburg, U.** (2004). *OPAC der Univarsit?sbibliothek Dortmund*. <http://www.ub.uni-dortmund.de/literatursuche/opac.html>.

- Ellis, D.; Haugan, M.** (1997). Modelling the Information Seeking Patterns of Engineers and Research Scientists in an Industrial Environment. *Journal of Documentation* 53(4), S. 384–403.
- Ellis, D.** (1989). A behavioural approach to information retrieval system design. *Journal of Documentation* 45(3), S. 171–212.
- Ellis, C.; Gibbs, S.; Rein, G.** (1991). Groupware Some issues and experiences. In: *Communications of the ACM Vol.34, No.1*, S. 39–58. ACM Press. http://portal.acm.org/ft_gateway.cfm?id=99987&type=pdf&coll=GUIDE&d1=GUIDE&CFID=57806191&CFTOKEN=96458568.
- Ellis, D.; Cox, D.; Hall, K.** (1993). A Comparison of the Information Seeking Patterns of Researchers in the Physical and Social Sciences. *Journal of Documentation* 49(4), S. 356–369.
- Ernst-Gerlach, A.** (2004). *Semiautomatisches Pflegen von Wrappern*. Master's thesis, Universität Dortmund, FB Informatik.
- Faensen, D.; Hinze, A.; Faultstich, L.; Schweppe, H.; Steidinger, A.** (2001). Hermes - A Notification Service for Digital Libraries. S. 373 – 380.
- Fidel, R.** (1985). Moves in online searching. *Online Review* 9(1), S. 61–74.
- Finin, T.; Fritzon, R.; McKay, D.; McEntire, R.** (1994). KQML as an agent communication language. In: *Proceedings of the third international conference on Information and knowledge management*, S. 456–463. ACM, New York.
- Frankmölle, S.** (2004). *Strategien zur Suche in Digitalen Bibliotheken*. Master's thesis, Universität Dortmund, FB Informatik.
- Frew, J.; Freeston, M.; Freitas, N.; Hill, L.; Janeé, G.; Lovette, K.; Nidelfer, R.; Smith, T.; Zheng, Q.** (1998). The Alexandria Digital Library Architecture. In: Nikolaou, C.; Stephanidis, C. (Hrsg.): *Research and Advanced Technology for Digital Libraries*, S. 61–74. Springer, Heidelberg et al.
- Fuhr, N.** (1996). *Information Retrieval. Skriptum zur Vorlesung*. Technischer Bericht, Universität Dortmund, Fachbereich Informatik.
- Fuhr, N.** (1999a). Information Retrieval in Digitalen Bibliotheken. In: *21. DGI-Online-Tagung – Aufbruch ins Wissensmanagement*. DGI, Frankfurt.
- Fuhr, N.** (1999b). Towards Data Abstraction in Networked Information Retrieval Systems. *Information Processing and Management* 35(2), S. 101–119.
- Fuhr, N.; Hansen, P.; Mabe, M.; Micsik, A.; Solvberg, I.** (2001). Digital Libraries: A Generic Classification and Evaluation Scheme. In: *Proceedings European Conference on Digital Libraries*, S. 187–199. Springer, Heidelberg et al.

- Fuhr, N.; Klas, C.-P.; Schaefer, A.; Mutschke, P.** (2002). Daffodil: An Integrated Desktop for Supporting High-Level Search Activities in Federated Digital Libraries. In: *Research and Advanced Technology for Digital Libraries. 6th European Conference, ECDL 2002*, S. 597–612. Springer, Heidelberg et al.
- Gravano, L.; Chang, C.-C. K.; Garcia-Molina, H.; Paepcke, A.** (1997). STARTS: Stanford Proposal for Internet Meta-Searching. In: *Proceedings of the 1997 ACM SIGMOD International Conference On Management of Data*, S. 207–218. ACM, New York.
- Gutwin, C.** (1997). *Workspace Awareness in Real-Time Distributed Groupware*. PhD thesis, Department of Computer Science, The University of Calgary, Alberta, Kanada.
- Hinze, A.** (1998). *Alerting Services in a Digital Library Environment*. Technischer Bericht, Doctoral Consortium at CAiSE 1999, Heidelberg.
- Huck, G.; Fankhauser, P.; Aberer, K.; Neuhold, E. J.** (1998). Jedi: Extracting and Synthesizing Information from the Web. In: *Proceedings of the 3rd IFICIS International Conference on Cooperative Information Systems, New York, August 20-22, 1998*, S. 32–43. IEEE-CS.
- Huhns, M. N.; Singh, M. P.** (1998a). Agents and Multiagent Systems: Themes, Approaches and Challenges. In [Huhns & Singh 98b], S. 1–24.
- Huhns, M. N.; Singh, M. P. (Hrsg.)** (1998b). *Readings in Agents*. Morgan Kaufman, San Francisco, Cal.
- Ingwersen, P.** (1994). Polyrepresentation of Information Needs and Semantic Entities, Elements of a Cognitive Theory for Information Retrieval Interaction. In [Croft & Rijsbergen 94], S. 101–111.
- Ingwersen, P.** (1996). Cognitive perspectives of information retrieval. *The Journal of Documentation* 52(1), S. 3–50.
- Ingwersen, P.** (2001). Users in context. *Lectures on information retrieval 1980*, S. 157–178.
- Johansen, R.** (1988). *Groupware - Computer Support for Business Teams*, The Free Press, Macmillan Inc, NY.
- Jordan, M.** (2005). *DAFFODIL: Proaktive Vorlagefunktionen*. Master's thesis, Universität Dortmund, FB Informatik.
- Järvelin, K.; Kekäläinen, J.** (2002). Cumulated gain-based evaluation of IR techniques. *ACM Trans. Inf. Syst.* 20(4), S. 422–446.

- Kessler, R. R.; Griss, M. L.** (2002). Achieving the promise of reuse with agent components. In: *Garcia, Alessandro (ed.) et al., Software engineering for large-scale multi-agent systems. Research issues and practical applications*. Berlin: Springer. *Lect. Notes Comput. Sci.* 2603, 139-147.
- Klas, C.-P.; Fuhr, N.; Schaefer, A.** (2004). Evaluating Strategic Support for Information Access in the DAFFODIL System. In: Heery, R.; Lyon, L. (Hrsg.): *Research and Advanced Technology for Digital Libraries. Proc. European Conference on Digital Libraries (ECDL 2004)*, Lecture Notes in Computer Science. Springer, Heidelberg et al.
- Klas, C.-P.; Albrechtsen, H.; Fuhr, N.; Hansen, P.; Kapidakis, S.; Kovács, L.; Kriewel, S.; Micsik, A.; Papatheodorou, C.; Tsakonas, G.; Jacob, E.** (2006a). A Logging Scheme for Comparative Digital Library Evaluation. In: Gonzalo, J.; Thanos, C.; Verdejo, M. F.; Carrasco, R. C. (Hrsg.): *Research and Advanced Technology for Digital Libraries. Proc. of the 10th European Conference on Digital Libraries (ECDL 2006)*, Lecture Notes in Computer Science, S. 267–278. Springer, Heidelberg et al.
- Klas, C.-P.; Fuhr, N.; Kriewel, S.; Albrechtsen, H.; Tsakonas, G.; Kapidakis, S.; Papatheodorou, C.; Hansen, P.; Kovacs, L.; Micsik, A.; Jacob, E.** (2006b). An experimental framework for comparative digital library evaluation: the logging scheme. In: *JCDL '06: Proceedings of the 6th ACM/IEEE-CS joint conference on Digital libraries*, S. 308–309. ACM Press, New York, NY, USA.
- Kligge, O.** (2002). *Modellierung und Implementierung von proaktiven Agenten für Daffodil*. Master's thesis, Universität Dortmund, FB Informatik.
- Krause, J.** (1997a). *Graphische Oberflächen für das Textretrieval im Rahmen des WOB-Modells*. Skriptum, Universität Koblenz, Institut für Informatik.
- Krause, J.** (1997b). Visualisation, multimodality and traditional graphical user interfaces. *Review of Information Science* 2(2).
- Kretschmer, D.** (2005). *DAFFODIL: Asynchrone und Synchrone Kollaborative Arbeitsumgebung in Digitalen Bibliotheken*. Master's thesis, Universität Duisburg-Essen.
- Kuhlthau, C. C.** (1991). Inside the Search Process: Information Seeking from the User's Perspective. *Journal of the American Society for Information Science* 42(5), S. 361–371.
- Kuhlthau, C. C.** (1993). *Seeking Meaning: A Process Approach to Library and Information Services*. Ablex Publishing, Norwood, NJ.

- Lieberman, H.** (1995). Letizia: An Agent That Assists Web Browsing. In: *Proceedings of the International Joint Conference on Artificial Intelligence*.
- Liu, L.; Pu, C.; Han, W.** (2000). XWRAP: An XML-Enabled Wrapper Construction System for Web Information Sources. In: *Proceedings of the International Conference on Data Engineering (ICDE)*, S. 611–621.
- Look, P.** (2003). *Daffodil: Übersicht und Entwicklung von möglichen Algorithmen für Recommendation*. Master's thesis, Universität Dortmund, FB Informatik.
- Lynch, C.** (1991). The Z39.50 information retrieval protocol: an overview and status report. *ACM Computer Communications Review* 21(1).
- Malik, S.; Klas, C.-P.; Fuhr, N.; Larsen, B.; Tombros, A.** (2006). *Designing a User Interface for Interactive Retrieval of Structured Documents — Lessons Learned from the INEX Interactive Track*. To appear in ECDL 2006.
- Marcus, A.** (1995). Principles of effective visual communication for graphical user interface design. S. 425–441.
- Meho, L. I.; Tibbo, H. R.** (2003). Modeling the information-seeking behavior of social scientists: Ellis's study revisited. *Journal of the American Society for Information Science and Technology* 54(6), S. 570–587.
- Miller, E.** (1998). An Introduction to the Resource Description Framework. *D-Lib Magazine* 4(5).
- Moukas, A.; Maes, P.** (1998). Amalthea: An Evolving Multiagent Information Filtering and Discovery System for the WWW. *Journal of Autonomous Agents and Multi-Agent Systems* 1.
- Müller, F.** (2001). *DAFFODIL: Basisarchitektur für ein Agentensystem für digitale Bibliotheken*. Master's thesis, Universität Dortmund, FB Informatik.
- Müller, J. P.; Pischel, M.; Thiel, M.** (1995). Modelling Reactive Behaviour in Vertically Layered Agent Architectures. In [Wooldridge & Jennings 95], S. 261–176.
- Mylonas, E.** (1993). The Perseus Project: Developing Version 2.0. In: *Proceedings of ACM Hypertext'93*, Technical Briefings, S. 270–273.
- Neuhold, E. J.; Stewart, A.; Nieder?, C.** (2003). Personalization in Digital Libraries? An Extended View. In: *Proceedings of ICADL 2003: 6th International Conference on Asian Digital Libraries*.
- Nichols, D. M.; Paice, C. D.; Versity, N.; Twidale, M. B.** (2001). Recommendation and Usage in the Digital Library.

- Norman, D. A.** (1988). *The Psychology of Everyday Things*. Basic Books, New York.
- Nortel Networks Cooperation.** (2002). *FIPA-OS Distribution Notes*. http://fipa-os.sourceforge.net/docs/FIPA_0Sv2_2_0.pdf.
- Nwana, H. S.; Ndumu, D. T.; Lee, L. C.; Collis, J. C.** (2000). ZEUS: A Toolkit for Building Distributed Multi-Agent Systems. In: *Proceedings of the third annual conference on Autonomous Agents*, S. 360–361. International Conference on Autonomous Agents.
- Oppermann, R.** (1994). *Adaptive User Support*. Lawrence Erlbaum Associates.
- Ostwinkel, S.** (2002). *Adaptive Agenten für Daffodil*. Master's thesis, Universität Dortmund, FB Informatik.
- Paepcke, A.** (1996). Digital Libraries: Searching Is Not Enough—What We Learned On-Site. *D-Lib Magazine 2(5)*. <http://www.dlib.org/dlib/may96/stanford/05paepcke.html>.
- Papakonstantinou, Y.; Gupta, A.; Garcia-Molina, H.; Ullman, J. D.** (1995). A Query Translation Scheme for Rapid Implementation of Wrappers. In: *Deductive and Object-Oriented Databases*, S. 161–186. Springer, Heidelberg et al.
- Roderfeld, I.** (2004). *DAFFODIL: Awareness auf Objekten aus digitalen Bibliotheken*. Master's thesis, Universität Dortmund, FB Informatik.
- Röscheisen, M.; Baldonado, M.; Chang, K.; Gravano, L.; Ketchpel, S.; Paepcke, A.** (1998). The Stanford InfoBus and Its Service Layers: Augmenting the Internet with Higher-Level Information Management Protocols. In [Barth et al. 98].
- Rupp, M.** (2002). *Wrapper für digitale Bibliotheken in Daffodil*. Master's thesis, Universität Dortmund, Fachbereich Informatik.
- Sahuguet, A.; Azavant, F.** (1999). Web Ecology: Recycling HTML Pages as XML Documents Using W4F. In: *WebDB (Informal Proceedings)*, S. 31–36.
- Salton, G. (Hrsg.)** (1971). *The SMART Retrieval System - Experiments in Automatic Document Processing*. Prentice Hall, Englewood, Cliffs, New Jersey.
- Saracevic, T.; Covi, L.** (2000). Challenges for digital library evaluation. In: *Proceedings of the American Society for Information Science*, Band 37, S. 341–350.

- Saracevic, T.** (1996). Modeling interaction in information retrieval. In: *Proceedings of the American Society for Information Science*, Band 33, S. 3–9. <http://www.scils.rutgers.edu/~tefko/articles.htm>.
- Saracevic, T.** (1997). The stratified model of information retrieval interaction: Extension and application. In: *Proceedings of the American Society for Information Science*, Band 34, S. 313–327.
- Saracevic, T.** (2004). Evaluation of Digital Libraries: an Overview. In: Agosti, M.; Fuhr, N. (Hrsg.): *Notes of the DELOS WP7 Workshop on the Evaluation of Digital Libraries*. Padua, Italy. http://dlib.ionio.gr/wp7/workshop2004_program.html.
- Schaefer, A.** (2007). *Daffodil: GUI Diss.* Technischer Bericht, University of Duisburg-Essen, Germany.
- Schlichter, J.; Koch, K.; Brger, M.** (1997). Workspace Awareness for Distributed Teams. In: *Lecture Notes on Computer Science, Proc. Workshop Coordination Technology for Collaborative Applications*. Springer. <http://www11.informatik.tu-muenchen.de/publications/html/Schlichter1997/> [2005-10-12].
- Schneider, J.** (2001). *Wandler in digitalen Bibliotheken: Semi-automatische Generierung und Evolutionsstrategien*. Technischer Bericht, Universität Karlsruhe.
- Sen, S.; Weiss, G.** (1999). Learning in Multiagent Systems. In [Weiss 99], S. 259–298.
- Sheth, A. P.; Larson, J. A.** (1990). Federated Database Systems for Managing Distributed, Heterogeneous, and Autonomous. *ACM Computing Surveys* 22(3), S. 183–236.
- Sun Microsystems, Inc.** (1999). *Java Look and Feel Design Guidelines*. Addison Wesley Longman, Inc.
- Sycara, K.; Lu, J.; Klusch, M.; Widoff, S.** (1999). Matchmaking Among Heterogeneous Agents on the Internet. In: *Proceedings AAAI Spring Symposium on Intelligent Agents in Cyberspace*. Stanford, USA.
- Tague-Sutcliffe, J.** (1992). Measuring the Informativeness of a Retrieval Process. In: *Proceedings of the Fifteenth Annual International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval*, S. 23–36. ACM, New York.
- Teufel, S.; Sauter, C.; Mhlherr, T.; Bauknecht, K.** (1995). *Computerunterstützung für die Gruppenarbeit*. Addison-Wesley.

- Theobald, M.; Klas, C.-P.** (2004). BINGO! and Daffodil: Personalized Exploration of Digital Libraries and Web Sources. In: *In 7th International Conference on Computer-Assisted Information Retrieval (RIAO 2004)*. Test.
- Weibel, S.; Hakala, J.** (1998). DC-5: The Helsinki Metadata Workshop; A Report on the Workshop and Subsequent Developments. *D-Lib Magazine* 4(2).
- Weibel, S.; Miller, E.** (1997). A Summary of the CNI/OCLC Image Metadata Workshop. *D-Lib Magazine* 3(1).
- Weiss, G. (Hrsg.)** (1999). *Multiagent Systems*. MIT Press, Cambridge, Mass.
- Werseck, C.** (2006). *Evaluation von Digitalen Bibliotheken*. Master's thesis, Universität Duisburg-Essen, Institut für Informatik und Interaktive Systeme.
- Wilson, T. D.** (1981). On User Studies and Information Needs. *Journal of Documentation* 37(1), S. 3–15.
- Wilson, T. D.** (1999). Models in Information Behaviour Research. *Journal of Documentation* 55(3), S. 249–270. <http://informationr.net/tdw/publ/papers/1999JDoc.html>.
- Woelk, D.; Huhns, M.; Tomlinson, C.** (1995). InfoSleuth Agents: The Next Generation of Active Objects. *Object Magazine* 6.
- Wondergem, B. C. M.; van Bommel, P.; Huibers, T. W. C.; van der Weide, T. P.** (1997). Towards an Agent Based Retrieval Engine. In: Furner, J.; Harper, D. J. (Hrsg.): *Proceedings of the 19th Annual BCS-IRSG Colloquium on IR Research*, S. 126–144. Robert Gordon University, Aberdeen.
- Wooldridge, M.; Jennings, N. R. (Hrsg.)** (1995). *Intelligent Agents: Theories, Architectures, and Languages*. Springer, Heidelberg et al.