

# BiM-Online - Ein neues Informationskonzept

H.-W. Reinhardt<sup>1</sup>, J. Schwarte<sup>2</sup>, M. Schreyer<sup>3</sup>

## 1. Einleitung

"Ordnung ist das halbe Leben" heißt eine bekannte Redensart, die in vielen Bereichen ihre Berechtigung hat. Moderner ausgedrückt heißt dies, dass eine gute Organisation das Rezept zum Erfolg bedeutet. Im Bereich der Produktion und der Dienstleistung ist dies sicher einsichtig, denn schlechte Organisation ist häufig gleichbedeutend mit Zeitverlust, Doppelarbeit, Unzuverlässigkeit und anderen negativen Auswirkungen. Im Bereich der Forschung, der Wissenserarbeitung, der Wissensverknüpfung und der Wissensvermittlung ist Organisation heute eine wesentliche Komponente. Die Menge des Wissens nimmt ständig zu, die Verarbeitung bzw. die Nutzbarmachung ist schwierig und bleibt manchmal dadurch auf der Strecke, dass Forschungsprojekte enden, Personen ausscheiden und ihre individuellen Kenntnisse mitnehmen. Das Wissen wird verstreut, was an sich noch nicht negativ zu sein braucht, aber der gewünschte Effekt eines Kooperationsprojekts in der Form synergetischer Ergebnisse bleibt dadurch aus.

Möglichkeiten zur Wissensspeicherung bestanden in Datenbanken, zur Wissensnutzung in Expertensystemen. Diese Formen der Kommunikationstechnik wurden früher verwendet. Ich erinnere an das erste Expertensystem REPCON, das vor etwa 10 Jahren an der TH Darmstadt entwickelt wurde [1,2]. Es beinhaltete eine kleine Datenbank und ein interaktives Expertensystem über Oberflächenschäden an Betonkonstruktionen, deren Diagnose und Therapie. Als Fortsetzung wurde CONTEC<sup>ES</sup> entwickelt [3,4], das prinzipiell gesehen dieselbe Zielrichtung hatte. Der Wissensbereich wurde auf weitere Schadensmechanismen erweitert und die Benutzung freundlicher gestaltet. Im Vertiefungsstudium "Werkstoffe im Bauwesen" an der Universität Stuttgart wurde es regelmäßig durch Studenten selbständig verwendet.

Was sich als unerfreuliches Hemmnis bei der Entwicklung von CONTEC<sup>ES</sup> als geplante Erweiterung von REPCON herausstellte, war die Weiterentwicklung von Hard- und Software durch die Computerhersteller. Es war nicht möglich, das Programm, welches auf einem 386er Prozessor entwickelt wurde, auf einem 486er zu benutzen. Die Expertensystemshell von REPCON wurde durch den Hersteller nicht mehr unterhalten, d. h. CONTEC<sup>ES</sup> wurde auf einer neuen Shell entwickelt, also praktisch wurde die Arbeit wieder von vorn begonnen.

Prinzipiell waren die zwei Systeme nützlich und erfolgreich, aber wegen der mangelnden Kontinuität schließlich nicht zufriedenstellend. Beim Projektantrag von BiM 1995 stellte sich die Situation so dar, dass es noch stets am besten erschien, zwei Teilprojekte zu bearbeiten, eines als Wissensspeicher und eines als Wissensvermittler zur Problemlösung. So wurde das Teilprojekt I01 "Strukturierte Speicherung der Ergebnisse in einer Datenbank" und I02 "Erstellung eines Expertensystems mit dem Inhalt der im Gesamtvorhaben erarbeiteten Erkenntnisse" beantragt.

---

<sup>1</sup> Prof. Dr.-Ing. Hans-Wolf Reinhardt. Geschäftsführender Direktor

<sup>2</sup> Dr.-Ing. Joachim Schwarte. Akademischer Rat

<sup>3</sup> Dipl.-Ing. Marcus Schreyer. Wissenschaftlicher Mitarbeiter

Universität Stuttgart.

Institut für Werkstoffe im Bauwesen (IWB).

## 2. Zielsetzung

Ein wesentliches Ziel der Teilprojekte war die zentrale Wissensspeicherung aus allen Einzelprojekten. Aus den vorangegangenen Beiträgen wurde deutlich, wie breit das Gesamtprojekt angelegt war. Dennoch sollte es möglich sein, dass jeder Projektbeteiligte sich über die neuesten Ergebnisse schnell informieren konnte. Um einen Wissensvorsprung zu behalten, waren die neuesten Ergebnisse während der Projektlaufzeit nur über Passwort zugänglich, d. h. auf den Kreis der Projektbeteiligten begrenzt. Daneben wurden Internetseiten über das Forschungsvorhaben, Veranstaltungstermine, Veröffentlichungen und Vorträge im öffentlich zugänglichen Bereich eingerichtet, damit jeder Interessierte sich ein Bild der Forschungsarbeiten machen konnte. Der interne Teil beinhaltete sämtliche Zwischenberichte während der Laufzeit des Projekts und die daraus aufbereiteten Daten. Zusätzlich wurden weitere relevante Fachveröffentlichungen gesammelt, ausgewertet und als Wissensbasis genutzt.

Eine Datenbank wurde eingerichtet für Werkstoffdaten aus Materialprüfungen, die in den einzelnen Teilprojekten durchgeführt wurden. Sie wurden über eine dynamisch mit der Datenbank verknüpfte Oberfläche zugänglich gemacht. Jeder Forscher hatte damit die Möglichkeit, Einzelergebnisse direkt abzufragen und mit eigenen Ergebnissen zu vergleichen und damit Zusammenhänge statistisch oder auf weitere Parameter zu erweitern. Von dieser Möglichkeit wurde zahlreich Gebrauch gemacht.

Am Ende des Projekts sollte das Wissen nicht verloren gehen, im Gegenteil, es sollte der Baupraxis zur Verfügung stehen. Forschungstransfer ist ein wichtiger Baustein heutiger öffentlicher Forschungsförderung. Veröffentlichungen in Gutenberg'scher Technik sind nicht mehr ausreichend, sie sind einerseits im Umfang begrenzt und andererseits zeitraubend in der Verwertung. Daher bedient man sich lieber eines schnellen und zuverlässigen Systems, das jedem zur Verfügung steht und das vom Systeminhaber gewartet wird. Diese Anforderungen führten zur Entwicklung von BiM-Online, das im folgenden vorgestellt wird.

## 3. Konzeption

Bei der konzeptionellen Gestaltung des hier beschriebenen Informationssystems musste den raschen und umfassenden technologischen Entwicklungen im EDV- und insbesondere im sogenannten Online-Bereich Rechnung getragen werden. Hieraus ergaben sich zusätzliche Anforderungen aber auch zusätzliche qualitative Möglichkeiten.

### 3.1 Konventionelles Datenbankkonzept

Prinzipiell besteht die Aufgabe bei der Realisierung eines Informationssystems der hier vorgestellten Art aus drei wesentlichen Schritten. Dies sind die Datenerfassung, die Datenaufbereitung und die Datenbereitstellung. Eine sehr konservative Ausgestaltung dieser Arbeitsschritte ist in Tabelle 3.1 dargestellt.

Die in Tabelle 3.1 dargestellte Arbeitsschrittfolge einer Datenbankrealisierung ist für den Zweck einer modernen Forschungsdatenbank unzureichend. Dies gilt besonders, wenn die angestrebte Datenbank Ergebnisse unterschiedlicher Forscher bzw. Forschungsinstitutionen mit zum Teil sehr unterschiedlichen Forschungszielen und -schwerpunkten möglichst vollständig erfassen und wiedergeben soll. Die erforderliche Anzahl unterschiedlicher Datenerhebungsformulare müsste ebenso wie der Umfang jedes einzelnen Formulars sehr groß sein, um allen Belangen gerecht zu werden.

Tabelle 3.1: Arbeitsschritte einer konservativen Datenbankrealisierung

Schritt	Durchzuführende Arbeiten
Datenerfassung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formatgebundene Datenerhebung; z. B. durch Verwendung standardisierter Erhebungsformulare.</li> </ul>
Datenaufbereitung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Festlegung der benötigten Datenstrukturen bzw. Datentabellen und der hierbei zu verwendenden Indexfelder sowie Bestimmung der Relationen zwischen den Datentabellen.</li> <li>• Anlegen der relationalen Datenstrukturen bzw. Datentabellen innerhalb eines geeigneten Datenbank-Managementsystems (DBMS).</li> <li>• Eingabe der zuvor erhobenen Daten in das spezifizierte System, d. h. Abtippen der Informationen in den Erhebungsbögen in vom DBMS bereitgestellte Bildschirmmasken.</li> </ul>
Datenbereitstellung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bereitstellung der Datenbank in Form von Dateien, die vom Nutzer nicht manipuliert werden können. Dies kann über Fileserver innerhalb von Computernetzwerken oder auch durch den Versand von Datenträgern geschehen.</li> </ul>

Darüber hinaus existieren immer auch Ergebnisse, die prinzipiell für eine tabellarische Aufbereitung wenig oder gar nicht geeignet sind, und die somit innerhalb einer konservativen relationalen Datenbank nicht angemessen repräsentiert werden können. Für das hier beschriebene System erwuchs aus diesen Überlegungen die Forderung, bei der Datenerhebung auf Formvorschriften letztendlich ganz zu verzichten.

Auch im Bereich der Datenaufbereitung gibt es Probleme. Im Zuge der Weiterentwicklung der Multimedia-Technik wird von modernen Computeranwendungen zunehmend die Integration von Abbildungen, Videosequenzen und anderer Medientypen erwartet. Dies gilt natürlich in besonderem Maße für den Forschungsbereich, in dem immer nach Methoden gesucht wird, Ergebnisse möglichst prägnant und verständlich zu veranschaulichen. Datentabellen werden diesem Anspruch in der Regel nicht gerecht. Bereitgestellte Abbildungen in einem relationalen Datenbanksystem zu integrieren ist zwar bei moderenen DBMS problemlos möglich, dies ist jedoch nur sinnvoll, wenn die Abbildungsinhalte wieder in gewisser Weise standardisiert sind, was in der Regel im klaren Widerspruch zur Absicht des jeweiligen Forschers steht.

### 3.2 Datenbanken im WWW

Der Bereich der Datenbereitstellung wurde durch die zunehmende Leistungsfähigkeit der Netzwerktechnologie und die Realisierung des sogenannten Client-Server-Konzepts wesentlich verändert. Hierbei werden nicht mehr, wie in dem dargestellten konservativen Konzept, dem Benutzer ganze Dateien zur Verfügung gestellt, sondern im Rahmen von Online-Sitzungen immer nur die vom Benutzer gerade gewünschten oder benötigten Informationen von einem Netzwerkservers auf den Rechner des Benutzers übertragen und dort angezeigt. Durch dieses Verfahren ist insbesondere jederzeit die Aktualität der abgerufenen Daten gewährleistet. Inkonsistenzen aufgrund der parallelen Verwendung unterschiedlicher Versionen derselben Datei können nicht mehr auftreten.

Die aus den hier wiedergegebenen Überlegungen resultierenden Anforderungen an das System BiM-Online sind in Tabelle 3.2 zusammengefasst.

Tabelle 3.2: Anforderungen an BiM-Online

Schritt	Anforderung
Datenerhebung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sammeln aller im Rahmen des BiM-Projekts erarbeiteten Forschungsergebnisse unabhängig von deren Darstellungsform.</li> </ul>
Datenaufbereitung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herausarbeiten aller wesentlichen Querbezüge zwischen den erfassten Informationen.</li> <li>• Repräsentation von multimedialen Inhalten.</li> </ul>
Datenbereitstellung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nutzung moderner Online- und Client-Server-Technologie</li> </ul>

Um den in Tabelle 3.2 aufgezählten Anforderungen gerecht werden zu können, war zunächst die Schaffung der technischen Voraussetzungen erforderlich. Im Mittelpunkt stand hierbei der Aufbau eines Web-Servers, also einer Computeranwendung, die die Informationsbereitstellung über den Internetdienst „World Wide Web“ (WWW) ermöglicht. Das WWW, das heute bereits von vielen Millionen Menschen allein in Deutschland fast täglich benutzt wird, befand sich zum Zeitpunkt des Beginns der Teilprojekte, in deren Rahmen BiM-Online erstellt wurde, noch in einem sehr frühen Stadium. Viele für die anspruchsvolle Anwendung des WWW unentbehrliche Softwaretechnologien waren damals noch unvollständig spezifiziert und dokumentiert. Darüber hinaus war auch die verfügbare WWW-Software von zum Teil sehr wesentlichen Einschränkungen und Fehlern geprägt. Dennoch war bereits abzusehen, dass das WWW sich zur wichtigsten Online-Technologie entwickeln würde.

Das WWW basierte in seiner ursprünglichen Form auf drei grundlegenden Spezifikationen. Diese sind die Internetprotokollvariante HTTP, das Adress- und Domainbenennungssystem URL [5] und die Hypertextformatierungssprache HTML [6]. Es ist ein wesentliches Merkmal des WWW, dass ein Informationsaustausch völlig unabhängig vom verwendeten Dateiformat möglich ist. Der Kern eines jeden Informationsangebots im WWW besteht jedoch grundsätzlich aus Hypertext-Dateien, die im HTML-Format vorliegen.

### 3.3 Anforderungen an BiM-Online

Durch die Entscheidung, BiM-Online als eine WWW-Applikation zu realisieren, konnten die Systemanforderungen weiter konkretisiert werden. Hierbei standen zwei Grundgedanken im Vordergrund. Zum einen wurde angestrebt, alle eingereichten Dokumente mit Teilprojektergebnissen möglichst unmodifiziert als Systembestandteile zu integrieren. Zum anderen sollten Hilfsmittel für die Systemnutzer bereitgestellt werden, die das Auffinden konkreter Einzelinformationen möglichst rasch und bequem gestalten. Letztendlich war hier ein recht deutlicher Gegensatz zu überwinden, da die nicht formatgebundenen Einzeldokumente für eine rasche Suche nach Einzelinformationen natürlich wesentlich weniger gut geeignet sind als starr formatierte Ergebnistabellen. Das angestrebte Ziel konnte erreicht werden, indem parallel zu dem aus den Einzeldokumenten aufgebauten Hypertextsystem ein relationales Datenbanksystem geschaffen wurde, dass die sogenannte Navigation innerhalb des Gesamtsystems unterstützt. Darüber hinaus wurden die seitens der verwendeten Software bereitgestellten Hilfsmittel d. h. insbesondere eine Stichwort-Volltextsuche integriert und konsequent genutzt. Ergänzend wurden relationale Datenbankmodule erstellt, in denen sich Informationen über die am Gesamtprojekt beteiligten Forscher und Firmen sowie über die themenrelevante Literatur finden. Eine detailliertere Beschreibung der Vorgehensweise bei der informationstechnologischen Aufbereitung findet sich weiter unten in dieser Arbeit.

Die konkrete Datenerhebung setzt intensive Kooperation zwischen den Datenbankverwaltern und den einzelnen Projektbearbeitern voraus. Die Akzeptanz der Notwendigkeit einer Ablieferung von Zwischenergebnissen aus den Teilprojekten an die Betreuer des Systems BiM-Online erwies sich als keinesfalls selbstverständlich. Da jedoch seitens des Projektträgers ohnehin im halbjährlichen Turnus die Ablieferung von Zwischenberichten vertraglich eingefordert worden war und die BiM-

Online-Systemkonzeption die direkte Verwertung derartiger Zwischenberichte ohne Datenaufbereitung seitens des jeweiligen Autors ermöglicht, konnte eine solide Datenbasis geschaffen werden. Problematisch blieb hierbei allein die Frage, inwieweit Ergebnisse aus nicht abgeschlossenen Forschungsarbeiten einer breiten Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden dürfen. Diesem Problem wurde dadurch begegnet, dass das Gesamtsystem BiM-Online in zwei Teile aufgespalten wurde, wobei der eine Teil, der im wesentlichen Informationen allgemeiner Natur enthält, der gesamten Internetöffentlichkeit zugänglich gemacht wurde. Der andere Teil hingegen, der die für die laufende Forschung eigentlich relevanten Informationen enthält, wurde mit einem zuverlässigen Zugriffsschutz versehen, so dass nur autorisierte Personen auf die entsprechenden Inhalte zugreifen können.

In Tabelle 3.3 sind die konkretisierten Arbeitsschritte des oben erläuterten Konzepts von BiM-Online noch einmal zusammenfassend dargestellt.

Tabelle 3.3: Arbeitsschritte bei der Realisierung von BiM-Online

Schritt	Durchzuführende Arbeiten
Datenerhebung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sammeln und Sichten aller Teilprojekt-Zwischenberichte und weiterer Informationsquellen aus den Teilprojekten.</li> <li>• Konvertierung der Berichte in das HTML-Format.</li> <li>• Digitalisieren von bereitgestellten Bildern und Diagrammen in WWW-tauglichen Formaten.</li> </ul>
Datenaufbereitung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ablegen der Zwischenberichte in der Regel sowohl im HTML- als auch im ursprünglichen Format und Integration in eine einheitliche Hypertext-Umgebung.</li> <li>• Systematisches Einarbeiten von Hypertext-Sprungzielen in den Textdokumenten.</li> <li>• Herausarbeiten von Einzelinformationen und Aufbereitung in Form von relationalen Datenbank-Modulen.</li> <li>• Stichwort-Indizierung mit der vorhandenen Serversoftware.</li> </ul>
Datenbereitstellung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realisierung der Erreichbarkeit des Systems über die einheitliche URL „<a href="http://www.b-i-m.de">http://www.b-i-m.de</a>“.</li> <li>• Sicherstellung der betriebssystemunabhängigen Benutzbarkeit des Systems über Standard-Internet-Verbindungen.</li> <li>• Implementation eines zuverlässigen Zugriffsschutzes für die projektinternen Informationen.</li> </ul>

### 3.4 Interaktive Online-Komponenten

Aufbauend auf der oben beschriebenen Online-Datenbank stand im Rahmen des Teilprojekts „Expertensystem“ (I02) die Erstellung intelligenter Dialogkomponenten im Mittelpunkt. Kennzeichnend für ein wissensbasiertes Dialogsystem ist das aktive Verhalten der Software bei der Informationsrecherche und -darstellung im Gegensatz zur im wesentlichen passiven Informationsbereitstellung durch das oben beschriebene Datenbanksystem. Hierzu ist es erforderlich, ausführbare Programm-Module zu Betandteilen des im WWW publizierten Systems zu machen.

Das WWW sah derartige aktive Elemente in seiner ursprünglichen Gestalt nicht vor. Diese Lücke wurde jedoch bald geschlossen, wobei zahlreich unterschiedliche Technologien, die auf unterschiedlichen Programmiersprachen basieren, entwickelt wurden. Auch hier hatten die Bearbeiter des Projekts BiM-Online anfangs mit Unzuverlässigkeiten der neu entstehenden Software-Produkte zu kämpfen, was die Entscheidungen bzgl. der zu verwendenden Technologien

zum Teil erheblich erschwerte. Die vielleicht grundsätzlichsste Fragestellung in diesem Zusammenhang resultiert aus dem Client-Server-Konzept. Bei der Systemnutzung sind immer mindestens zwei Rechner beteiligt, nämlich die Maschine, an welcher der Benutzer seine Eingaben vornimmt (der „Client“), und die Maschine, auf der sich die Datenbank befindet und von der aus die Informationen über das Internet verteilt werden (der „Server“). Wenn nun im Zusammenhang mit einer Systemnutzung ein Programm-Modul ausgeführt werden muss stellt sich die Frage, ob die Programmausführung auf dem Client oder auf dem Server stattfinden soll. Sowohl die clientseitige als auch die serverseitige Programmausführung hat ihre besonderen Vor- und Nachteile. In der Regel basieren die beiden Methoden auf völlig unterschiedlichen Programmierkonzepten, so dass Fehlentscheidungen in diesem Bereich praktisch unrevidierbar sind. Für eine sinnvolle Nutzung war daher eine sehr intensive Auseinandersetzung mit allen verfügbaren Technologien dieses Bereiches erforderlich. Eine diesbezügliche Übersicht ist in Tabelle 3.4 dargestellt.

Tabelle 3.4: Programmier-Technologien für das WWW

<b>Technologie bzw. Programmiersprache</b>	<b>Bemerkungen</b>
CGI/Perl	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Serverseitige Programmausführung.</li> <li>• Programme werden über URL-Aufruf gestartet.</li> <li>• Keine Integration der Programmskripte in die betroffenen HTML-Seiten</li> </ul>
Java	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clientseitige Programmausführung.</li> <li>• Sehr leistungsfähige und komplexe Programmiersprache.</li> <li>• Programme liegen als compilierte separate Dateien vor.</li> <li>• Ausführbarkeit unabhängig vom Browsertyp.</li> </ul>
JavaScript	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clientseitige Programmausführung.</li> <li>• Programmscripte werden als Bestandteil der HTML-Dateien übertragen.</li> <li>• Ausführbarkeit unabhängig vom Browsertyp.</li> </ul>
ActiveX	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clientseitige Programmausführung.</li> <li>• Programme liegen als compilierte separate Dateien vor.</li> <li>• Ausführbarkeit nur auf Microsoft-Browser gewährleistet</li> </ul>
ASP/Visual-Basic-Script	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Serverseitige Programmausführung.</li> <li>• Sehr leistungsfähiges Konzept.</li> <li>• Nur für Microsoft Internet Server verfügbar.</li> <li>• Vollständige Integration mit anderen Microsoft Produkten.</li> </ul>

Die in Tabelle 3.4 genannten Programmier-Technologien wurden bzgl. ihrer Verwendbarkeit für die Bearbeitung der gestellten Aufgabe untersucht. Mehrere dieser Technologien finden in der derzeitigen Version von BiM-Online Anwendung. Es wurde beispielsweise ein interaktives multimediales Online-Lexikon zu den Begriffen, die im Zusammenhang mit der Rezyklierung von Massivbaustoffen relevant sind, auf der Basis eines Java-Appletts erstellt und in das System integriert.

Für die direkte Auswertung interaktiver Elemente innerhalb der BiM-Online Seiten kommt im wesentlichen die Programmiersprache JavaScript zum Einsatz. Alle Anwendungen, bei denen auf Wissen, welches in Form relationaler Datenbankmodule auf dem Server abgelegt ist, zurückgegriffen werden muss, wird die Technik „Active Server Pages“ (ASP) von Microsoft eingesetzt, da insbesondere die Verwendung der leicht erlernbaren und sehr leistungsfähigen Programmiersprache Visual-Basic-Script eine rasche Erstellung eleganter Programmlösungen möglich macht.

### 3.5 Wissenbasierte Systeme

In der Theorie wissensbasierter Systeme existieren unterschiedliche Konzepte der Wissensrepräsentation mit unterschiedlicher Leistungsfähigkeit und Anwendungsmöglichkeiten (siehe z. B. [8],[9],[10]). Bei der programmtechnischen Realisierung können darüber hinaus unterschiedliche Methoden angewendet werden. Bei den hier betrachteten Anwendungen besteht die Realisierung der Wissensrepräsentation im wesentlichen aus drei Schritten:

- Abbilden des gewählten Wissensrepräsentationskonzepts in Form relation. Datenbanktabellen.
- Erstellung der Inferenzmaschine unter Verwendung von ASP.
- Erfassung des eigentlichen Wissens.

Entscheidend für die Leistungsfähigkeit ist letztendlich die Inferenzmaschine. Hierunter versteht man jenes Programm, das durch den Zugriff auf eine Wissensbasis die Möglichkeit des systematischen Schlussfolgerns besitzt und dadurch letztendlich den Dialogablauf steuert. In der Konzeptionierungsphase des Projekts wurde mehrere Formen der Wissensrepräsentation bzgl. ihrer sinnvollen Verwendbarkeit näher untersucht. Dies waren zum einen die sogenannten „Produktionssysteme“ und andererseits die wesentlich aufwendigeren „Rahmensysteme“. Die Grundgedanken dieser Ansätze werden im folgenden etwas genauer betrachtet. Es sei darauf hingewiesen, dass die genannten Bezeichnungen in der Literatur keineswegs konsequent und einheitlich angewendet werden, so dass auch eine Präzisierung der Begriffsbedeutungen im hier behandelten Zusammenhang wichtig ist.

Produktionssysteme sind Wissensrepräsentationssysteme, die auf simplen Schlussfolgerungsmechanismen, den sogenannten „Produktionsregeln“, basieren. Typische Beispiele für Produktionsregeln sind:

- WENN die Situation S1 eintritt, DANN ist Aktion A1 durchzuführen,
- WENN die Bedingung B1 zutrifft, DANN folgt daraus das Ergebnis E1,
- WENN die Prämisse P1 zutrifft, DANN gilt die Konklusion K1.

Die Produktionsregeln bestehen offenbar immer aus einem zu überprüfenden Frageteil (Situation, Bedingung, Prämisse) und einer zugehörigen Antwort (Aktion, Ergebnis, Konklusion).

Mehrere derartige Regeln können nun in logischem Zusammenhang zueinander stehen. Zum Beispiel hat eine Aktion A1 in der Regel eine veränderte Situation S2 zur Folge, auf die wiederum aufgrund einer weiteren Produktionsregel mit einer weiteren Aktion A2 zu reagieren ist.

Im einfachsten Fall kann die Gesamtheit eines aus einem System derartiger Regeln bestehenden Produktionssystems durch einen binären Baum veranschaulicht werden. Der Inferenzmechanismus arbeitet einen solchen logischen Baum vom Stamm her kommend ab, bis schließlich an einer Zweigspitze eine letzte erforderliche Aktion oder eine endgültige Konklusion gefunden ist.

Die Abbildung von Produktionssystemen in Form von Tabellen ist problemlos möglich. Ein wesentlicher Nachteil von Produktionssystemen liegt in der Starrheit der Struktur der Wissensbasis. Diese Struktur ist nur in seltenen Fällen für die Abbildung eines konkreten Informationsangebotes zweckmäßig. Ein nachträgliches Ändern oder Ergänzen der Wissensbasis kann praktisch nur an den Zweigendpunkten des binären Baumes geschehen. Es ist daher erforderlich, die Vollständigkeit einer Informationsbasis vor der Wissenserfassung durch das System sicherzustellen. Es ist in der Regel sinnvoll, die Anwendung von Produktionssystemen auf relativ kleine Wissensgebiete zu beschränken. Bei der Realisierung größerer Projekte ist daher zunächst eine geeignete Modularisierung vorzunehmen.

Die sogenannten Rahmensysteme stellen eine wesentlich flexiblere Form der Wissensrepräsentation dar. Unter einem Rahmen versteht man im Zusammenhang mit wissensbasierten

Systemen eine Informationseinheit, welche aus einem Objekt und den diesem Objekt zugeordneten Eigenschaften und Methoden besteht.

Hierbei können verschiedene Objekte und Eigenschaften in gewissen Beziehungen zueinander stehen, die ebenfalls in der Wissensbasis abbildbar sein müssen. Das Vorhandensein einer speziellen Eigenschaft kann z. B. das Vorhandensein anderer Eigenschaften implizieren oder ausschließen.

Die im Vergleich zu den Produktionssystemen flexiblere Struktur der Rahmensysteme hat sowohl eine aufwendigere Gestaltung der relationalen Datenbanktabellen, in denen die einzelnen Informationen abgelegt werden, als auch eine wesentlich aufwendigere Inferenzmaschine zur Folge. Die nachträgliche Veränderung und Ergänzung und somit auch die eventuell erforderliche Fehlerbehebung kann jedoch im Gegensatz zum Produktionssystem ohne Probleme erfolgen.

Das zu erstellende komplexe Dialogsystem besteht sinnvollerweise aus unterschiedlichen Modulen, zu deren Wissensrepräsentation je nach Zweckmäßigkeit entweder das simple Konzept des Produktionssystems oder aber die komplexere Form des Rahmensystems verwendet wird. Innerhalb eines Online-Systems ist es darüber hinaus sinnvoll, alle derartigen Module in ein einheitliches Hypertextsystem, das den groben Dialogfluss steuert, einzubetten. Ausgehend von diesen Überlegungen wurde die Systemkomponente BiM-Dialog gestaltet, die die technisch aufwendigste Einzelanwendung innerhalb von BiM-Online darstellt.

## 4. Systemrealisierung

Aus der Identifikation der konzeptionellen Problemstellungen gemäß Tabelle 3.3 ließen sich die konkreten Anforderungen an die bereitzustellenden Systemkomponenten, die Datenstrukturen und die Benutzeroberfläche von BiM-Online ableiten.

Tabelle 4.1: IT-Realisierung von BiM-Online

Schritt	Durchzuführende Arbeiten
Systemkonfiguration	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einrichten der Komponenten des Internetserver (permanenter Internetanschluss, Serverbetriebssystem, WWW-Server, DNS, Index-Server).</li> <li>• Reservierung der Domäne B-i-M.de für die URL "www.B-i-M.de".</li> <li>• Auswahl und Konfiguration der Datenbanksoftware sowie der –schnittstellen.</li> <li>• Entwurf der Speicherstrukturen auf dem Serverrechner.</li> <li>• Anpassen der Benutzerverwaltung auf dem Serverrechner.</li> </ul>
Datenstruktur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hypertextsystem aus entsprechend konvertierten Berichten und Veröffentlichungen der Einzelprojekte.</li> <li>• Datenbanken zur Verwaltung der Wissensbasen der Dialogmodule.</li> <li>• Datenbanken zur Verwaltung von Metadaten für die in den Texten enthaltenen Informationen.</li> <li>• Mitarbeiter und Projektdatenbank.</li> <li>• Digitalisieren von bereitgestellten Bildern und Diagrammen in WWW-tauglichen Formaten.</li> </ul>
Systemoberfläche	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwurf einer einheitlichen, übersichtlichen Navigationsstruktur für die Datenbestände.</li> <li>• Entwurf einer an den Anwendern orientierten, inhaltlichen Gliederung des Informationssystems.</li> <li>• Bereitstellung von Suchhilfen für inhaltsübergreifende Recherchen.</li> <li>• Programmierung eines Hilfesystems für Anwender.</li> </ul>



## 4.1 Systemkonfiguration

Vor Beginn der eigentlichen Informationserfassung und -aufbereitung mussten zunächst einmal die für den Betrieb eines Internetservers benötigten Hard- und Softwarevoraussetzungen geschaffen werden. Das LAN der Universität Stuttgart, über welches die Computerarbeitsplätze des IWB permanent mit dem Internet verbunden sind, bot für die physikalische Anbindung des als Server bestimmten PCs an das Internet beste Voraussetzungen. Die Einrichtung und die Kosten für den Betrieb einer Standleitung zum nächsten Internetknoten konnte dadurch vermieden werden.

Komplexer als die Auswahl und Konfiguration der Hardware gestaltete sich jedoch die Wahl der Internetserversoftware. Ähnlich einem Betriebssystem benötigt ein als Internetserver fungierender Computer eine Software, die den Zugriff auf die Inhalte einer Website steuert, also auf die Anfragen aus dem Internet die richtigen Dateien an die Nutzer (Clients) verschickt.

Dadurch, dass ein Teil der Daten in Datenbanken gespeichert werden sollte, wurde auch die Möglichkeit einer direkten Anbindung dieser Datenbanken an eine HTML-Oberfläche zu einem entscheidenden Auswahlkriterium [11]. Nach sorgfältigem Vergleich mehrerer Konzepte für die Erstellung von datenbankunterstützten Webseiten entschlossen wir uns für eine Lösung, welche auf Softwareprodukten der Firma Microsoft beruht. Als Internetserversoftware wurde der in das Betriebssystem Windows NT 4.0 Server integrierte Internet Information Server (IIS) sowie vorerst die Datenbank MS ACCESS 97 ausgewählt.

Diesen Entscheidungen lagen die in Tabelle 4.2 aufgeführten Auswahlkriterien zugrunde.

Tabelle 4.2: Auswahlkriterien für die Softwarearchitektur von BiM-Online

Komponente	Kriterien
Serverbetriebssystem	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kompatibilität mit der Standardsoftware der Projektbearbeitern.</li> <li>• Integration in das am IWB vorhandene Netzwerk.</li> <li>• Vorkenntnisse des Projektentwicklers für eine möglichst rasche Einarbeitung.</li> </ul>
Internetserver	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zukunftssicherheit durch regelmäßige Updates.</li> <li>• Internetdienste World Wide Web (WWW) und File Transfer Protokoll (FTP). Für Email wurde auf den Mailserver des IWB zurückgegriffen.</li> <li>• Flexible und leistungsfähige Programmierschnittstellen zu relationalen Datenbanksystemen.</li> <li>• Übersichtliche Benutzerverwaltung für den Passwortschutz.</li> <li>• Programmierschnittstellen, die auch eine serverseitige Realisierung der Schlussfolgerungskomponenten zulassen.</li> <li>• Möglichkeit der Volltext-Indizierung über die Webseiten des Servers.</li> </ul>
Datenbanksystem	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einfache Anbindung an die Internetserversoftware.</li> <li>• Hohe Zugriffsgeschwindigkeit für die Schlussfolgerungskomponenten.</li> <li>• Skalierbarkeit der Datenbanksoftware bei steigendem Leistungsbedarf.</li> </ul>

Für Windows NT sprachen 1996 vor allem seine im Vergleich zu den alternativen UNIX-Systemen einfachere Administration über die gewohnte Windows-Oberfläche. Das Betriebssystem fügte sich zudem gut in die am IWB vorhandene Netzwerkstruktur ein, so dass bei einigen Programmen auf Standardsoftware zurückgegriffen werden konnte, mit welcher schon Erfahrung im Hause vorlagen. Dadurch wurde es möglich, die Einarbeitungszeit auf ein Minimum zu beschränken und schon wenige Wochen nach Auslieferung der Computer mit der Publikation erster Informationen im Internet zu beginnen.

Die Internet Server Software selbst ist heute im allgemeinen in sehr guter Qualität kostenlos direkt im Internet zu beziehen. Auch der für dieses Projekt verwendete Internet Information Server (IIS)

der Firma Microsoft wird zusammen mit dem Betriebssystem Windows NT Server 4.0 verkauft und verursachte keine zusätzlichen Kosten.

Zum Zeitpunkt des Projektbeginns standen für die Anbindung von Datenbanken an den IIS mehrere Technologien zur Auswahl, die von den Projektarbeitern hinsichtlich ihrer Eignung für das Projekt, ihrer Zukunftsfähigkeit und Dokumentation verglichen werden mussten.

Nachdem die ersten datenbankunterstützten Inhalte mit Hilfe der damals nur unzureichend dokumentierten Internet Database Connector (IDC) Schnittstelle realisiert wurden, zeigten sich schon bald die Grenzen dieses Programmierkonzepts. Die Datenbankabfragen ließen sich mit dieser Schnittstelle nicht flexibel programmieren, sondern wurden als starre, in Dateien abgelegte Befehle ausgeführt. Im Verlauf der Projektbearbeitung wurde deutlich, dass vor allem zur Erstellung der Dialogkomponenten eine andere Lösung gefunden werden musste. Diese bot sich in der Nachfolgetechnologie für den IDC an, den sogenannten Active Server Pages (ASP), für welche ein Jahr nach Projektbeginn genügend Dokumentation [12] vorlag, um sich in das Konzept der in den HTML-Quellcode integrierten und serverseitig ausführbaren Visual Basic Skript-Programmiersprache einzuarbeiten. Der entscheidende Vorteil dieser Technologie war die Einbindung der Datenbankabfragen in Programmcode. Durch diese Möglichkeit wurde die Programmierung einer serverseitig ausgeführten Inferenzmaschine realisierbar.

Der Aufbau der Datenbanken erfolgte zunächst mit Hilfe von MS ACCESS 97, da die benötigten Schnittstellen zum Internetserver für dieses Office-Programm die beste Dokumentation boten [13]. Zu Anfang des Projektes waren noch keine besonders hohen Anforderungen hinsichtlich der Geschwindigkeit der Datenbankzugriffe zu erwarten, so dass die Option, bei Bedarf auf die Hochleistungsdatenbank MS SQL-Server [14] zu skalieren, zunächst für eine möglichst kontinuierliche Programmentwicklung auszureichen schien. Vom heutigen Standpunkt aus war diese Entscheidung richtig, da aufgrund der rechen- und speicherstarken Hardware des Servers die Leistungsgrenzen des Systems bislang noch nicht erreicht werden konnten.

Zu den Überlegungen bezüglich der für die Systemprogrammierung zu verwendenden Programmiertechnologien gehört auch, welche Sprachen man auf der Seite der Nutzer des Systems für unverzichtbar hält. Grundsätzlich sollten die clientseitigen Anforderungen natürlich auf das geringstmögliche Maß beschränkt werden, um den Anwenderkreis nicht unnötig einzuzugrenzen. Die Verwendung des World Wide Web als Programmplattform bietet zwar prinzipiell jedem Zugang zu Online-Systemen, der über einen Internetanschluss verfügt, jedoch die hohe Geschwindigkeit, mit welcher sich die weltweiten Konzepte zur Programmierung von Webanwendungen in diesem noch sehr jungen Medium fortentwickeln, birgt auch die Gefahr, durch Verwendung der "falschen" Technologie Anwendungen zu entwickeln, die von der Mehrzahl der Internetnutzer nicht mehr benutzt werden können, da ihre Zugangssoftware den vermeintlichen Standard nicht unterstützt. Auf der Seite des Internetserverns kann man diese Entwicklung als Betreiber durch entsprechend konservative Softwareupdates hinauszögern. Auf die Standards, welche die Zugangssoftware des Nutzers zum WWW, der sogenannte Browser, unterstützt, hat man jedoch keinen Einfluss. Für die Realisierung des Informationssystems hatte dies zur Konsequenz, dass bei der Programmentwicklung in der Regel nur auf schon weitgehend verbreitete Standards zurückgegriffen wurde und die Verwendung komplexer, kritischer Technologien auf der Clientseite wie z. B. Java auf ein Minimum beschränkt wurden (Tabelle 4.3).

Tabelle 4.3: Anforderungen auf der Clientseite

	<b>Die Minimalkonfiguration:</b>	<b>Empfohlene Konfiguration:</b>
<b>Hardware</b>	Grafisches Betriebssystem (z.B. Windows 3.x) 15" Monitor mit 800*600 Pixel Auflösung Internetanschluss über Modem mit 14400 Baud	32bit Betriebssystem (z.B. Windows NT) 17" Monitor mit 1024*768 Pixel Auflösung Internetanschluss über ISDN-Leitung oder Standleitung des LAN
<b>Software</b>	Grafischer HTML-Browser Frames, JavaScript, Java	MS Internet Explorer 5.0

## 4.2 Datenerhebung

Für einen erfolgreichen Projektfortschritt war neben informationstechnologischen Arbeiten auch die Kommunikation mit allen Projektbeteiligten sicherzustellen. Um an die im Forschungsvorhaben erarbeiteten Informationen möglichst bald nach ihrer Entstehung zu gelangen und sie dann effizient in die Systemstruktur einarbeiten zu können, mussten mit den Bearbeitern der anderen Teilprojekte Vereinbarungen zum Informationsaustausch getroffen werden. Die Datenerfassung sollte dabei zwei gegensätzlichen Anforderungen entsprechen: Auf der Seite der Teilprojektbearbeiter durfte möglichst kein zusätzlicher Arbeitsaufwand erzeugt werden und es sollten die unterschiedlichen technischen Gegebenheiten an den Forschungsstellen berücksichtigt werden. Auf der Seite der Bearbeiter von BiM-Online durfte der Aufwand zur Aufbereitung der Informationen für die Präsentation im Internet jedoch auch nicht zu umfangreich werden. Insgesamt war somit eine komplexe Organisationsaufgabe bezüglich der benötigten Informationsflüsse zu lösen.

Schon wenige Wochen, nachdem die ersten Seiten des Informationssystem im Internet verfügbar waren, zeigte sich, dass die Bereitschaft der Teilprojektbearbeiter, aus eigenem Antrieb uns Informationen zur Verfügung zu stellen, über das Gesamtvorhaben gesehen nicht ausgeprägt genug war, um eine ausreichende Vollständigkeit der Informationen im System zu garantieren. Um dennoch sicherzustellen, dass das Informationssystem den aktuellen Erkenntnisstand der Teilprojekte möglichst vollständig wiedergab, wurde zunächst auf die alle 6 Monate zu verfassenden Zwischenberichte zurückgegriffen. Weitere im Verlauf des Forschungsvorhabens entstandene Veröffentlichungen in Zeitschriften und Tagungsbänden ergänzten dann die Dokumentation der Forschungsarbeiten, so dass insgesamt ein zufriedenstellender Informationsfluss zustande kam.

Die beteiligten Forscher der BiM wurden konkret darum gebeten, uns ihre Berichte und Veröffentlichungen als Dateien im MS-Word-Format in möglichst vollständig digitalisierter Form zukommen zu lassen, da eine zu Anfang des Forschungsvorhabens durchgeführte Umfrage ergab, dass diese Software von allen Bearbeitern zum Erstellen ihrer Texte verwendet wurde. Als Wege der Übermittlung wurden dabei von den Forschern hauptsächlich Emailattachments, aber auch per Postweg versandte Disketten genutzt. Als zusätzliche Alternative wurde noch ein FTP-Server eingerichtet, um mit diesem Internetdienst vertrauten Bearbeitern eine weitere bequeme Möglichkeit der Datenübertragung zu bieten.

Für die Erfassung der Informationen, die uns nicht in digitalisierter Form vorlagen, wurde ein Flachbettscanner mit einer Texterkennungs- (OCR) und Grafiksoftware benutzt.

Nachdem zu Anfang des Projektes die Lösung der technischen Probleme zur Umsetzung von Forschungsberichten und -daten in das WWW im Vordergrund stand, wurde mit fortschreitender Projektdauer und zunehmender Komplexität der Datenbankstrukturen der Aufwand zur Einbindung und Administration der Informationen deutlich größer. Es mussten alle 6 Monate durchschnittlich 33 Zwischenberichte mit ca. 300 DIN A4 Seiten Umfang bearbeitet werden, was einen beträchtlichen Arbeitsaufwand bedeutete. Die Bearbeitungszeit für einen einzelnen Zwischenbericht betrug ca. ½ - 1 Arbeitstag, so dass diese Arbeit ohne den Einsatz von studentischen Hilfskräften nur schwer hätte bewältigt werden können.

Die Bearbeitung erfolgte dabei in mehreren Stufen und enthielt, neben der Formatierung der Dateien in das internetfähige HTML, auch das Durcharbeiten der Berichte nach enthaltenen Daten bzw. das Referenzieren dieser Textstellen mit Hilfe von im HTML-Quelltext verborgener Indexmarkierungen. Der Alternative moderner Dokumentenmanagementsysteme, die Texte wesentlich komfortabler über das ebenfalls weitverbreitete und internetfähige Portable Document Format (PDF) von Adobe zu konvertieren, stand zu Projektbeginn noch die mangelnde indizierungsfähigkeit und Kompatibilität dieses Standard mit dem Index-Server entgegen.

Wie Abb.4.1 schematisch zeigt, lässt sich die Strukturierung der in den Berichten o. ä. Dokumenten enthaltenen Informationen als ein Arbeitsprozess mit 5 Schritten darstellen. Die von den Teilprojektbearbeitern erhaltenen Word-Dokumente werden zunächst gelesen und in die bestehende Datenstruktur eingeordnet. Die Konvertierung der Word-Dateien in HTML-Code bzw. das Umarbeiten von Diagrammen und Fotos zu im Internet üblichen Grafikformaten (JPEG/GIF) konnte durch Einsatz entsprechender Software sowie eines modernen Flachbettscanners beschleunigt und qualitativ verbessert werden.

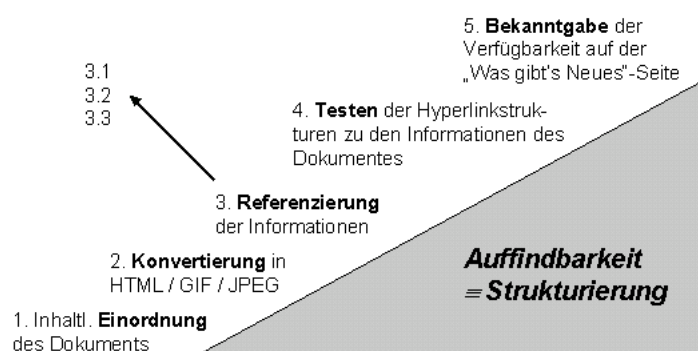


Abbildung 4.1: Strukturierung der Informationen aus zugesandten Dokumentdateien [15]

Den größten zeitlichen Aufwand stellte jedoch der Schritt 3., die Referenzierung der in den Texten enthaltenen Informationen dar. Dieser Arbeitsschritt untergliedert sich nach Tabelle 4.4:

Tabelle 4.4: Referenzierung der Textinformationen

Schritt	Durchzuführende Arbeiten
3.1	Erneutes Durcharbeiten der Berichte unter Beachtung von <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prüfergebnissen</li> <li>• Literaturhinweisen</li> <li>• für ein Dialogsystem relevanter Informationen</li> </ul>
3.2	Markieren (unsichtbar im HTML-Code), Zuordnen und Beschreiben der einzelnen Prüfergebnisse mit sogenannten Metadaten
3.3	Erfassen neuer Literaturhinweise in den Literaturkatalogen

Diese dem Benutzer verborgene „Nachstrukturierung“ der Dokumente macht ein gezieltes Auffinden der enthaltenen Informationen, z. B. der in unterschiedlichen Formaten vorliegenden Prüfdaten und Literaturhinweise, überhaupt erst mit einem sinnvollen Zeitaufwand möglich. Die Vorteile, welche dieses Vorgehen der Referenzierung von Informationen über in Datenbanken gespeicherten Metadaten im Vergleich zur getrennten Erfassung der Daten in Formularblättern bietet, wurden bereits im vorigen Kapitel erläutert. Nach dem Überprüfen der durch die Erfassung neu geschaffenen Hyperlinkstrukturen und der Datensicherung wurden die neuen Dokumente dann schließlich auf der „Was gibt's Neues“-Seite, dem Online-Tagebuch mit der Projektgeschichte des Informationssystems, den Benutzern bekanntgegeben.

### 4.3 BiM-Online Programmoberfläche

Entscheidend für den Erfolg eines Informationssystems ist neben der Qualität der Inhalte die übersichtliche Gestaltung der Programmoberfläche. Muss sich der Benutzer zunächst durch umfangreiche Programmdokumentationen arbeiten, um sich dann erst der Recherche der eigentlich interessierenden Inhalte zuwenden zu können, ist die Effizienz eines solchen Systems in Frage zu

stellen. Als Entwurfskriterien wurden für die BiM-Online Programmoberfläche aus diesem Grund die in der Tabelle 4.4 dargestellten Kriterien herangezogen.

Tabelle 4.4: Entwurfskriterien der BiM-Online Programmoberfläche

Kriterien
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Übersichtliche Strukturierung.</li> <li>• Einfache Erlernbarkeit durch intuitive Bedienung.</li> <li>• Optimierung der Ladezeiten.</li> <li>• Einfache Programmierbarkeit und Verwaltung.</li> <li>• Grafisch ansprechende Gestaltung.</li> </ul>

Um nachträgliche Veränderungen der Informationsstrukturen und des Datenvolumens möglich zu machen, schien eine Trennung zwischen der Navigationsstruktur und den Inhalten des Systems sinnvoll. Überlegungen führten bald zu einem Konzept, welches die Oberfläche in zwei voneinander unabhängige Abschnitte aufteilte, den sogenannten Frames (s. Abb.4.2).

Der linke Frame, der sogenannte Navigationsframe, bietet dem Benutzer eine Auswahl der im jeweiligen Systemabschnitt (im Beispiel die Prüfdatenbank) enthaltenen Inhalte. Er verändert sich nur, wenn der Benutzer von einem Systemabschnitt in einen anderen wechseln möchte.

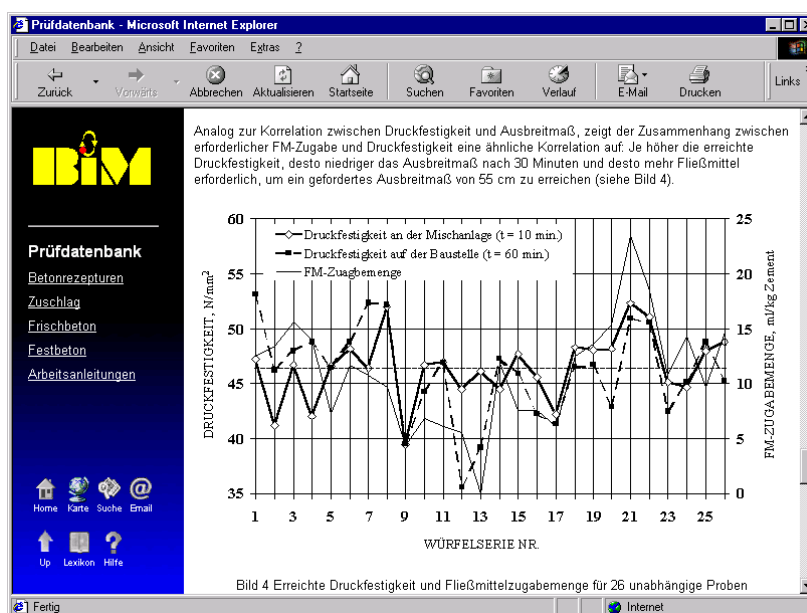


Abbildung 4.2: Programmoberfläche von BiM-Online mit dem Navigationsframe (farbiger Hintergrund links) und dem Frame für die Inhalte des Systems [15]

Diese Trennung der Programmoberfläche vermeidet zusätzlich das unnötige, wiederholte Laden der gesamten Navigationsstruktur, wenn wie in Abbildung 4.2 beispielsweise nur weitere Prüfergebnisse von Interesse sind und beschränkt damit den Datentransfer auf die angeforderten neuen Inhalte des Systems. Der Aufruf der Inhalte erfolgt in der Regel über Hyperlinks, die sich hinter Schlagworten oder wie z. B. bei den Zwischenberichten in Auswahlboxen befinden.

Für die Dialogkomponenten wurde bezüglich der Aufteilung der Informationen noch ein Schritt weiter gegangen. Das Wissen zu einzelnen Fragestellungen aus der Forschungsarbeit von BiM wurde in sogenannten „Lektionen“ zusammengefasst. Eine Lektion wiederum besteht aus einer veränderlichen Anzahl von „Informationseinheiten“, die jeweils entweder einen Teil des Wissens

in Form von kurzen illustrierten Textabschnitten präsentieren oder den Benutzer über Rückfragen zu den von ihm gesuchten Informationen führen. Um dabei auch weitere Informationen, wie z.B. Literaturhinweise zu den in der Informationseinheit vermittelten Inhalten und erläuternde Hintergrundinformationen zur aktuellen Fragestellung anbieten zu können, ohne dabei die Bildschirmdarstellung zu überladen, wurde zusätzlich auf das Öffnen von "Satellitenfenstern" zurückgegriffen, welche bei Bedarf außerhalb des Browsers geöffnet und danach wieder geschlossen werden können.

Der Ablauf einer Lektion, d. h. die Abfolge der Informationseinheiten in den Dialogkomponenten, ist dabei von den Angaben des Benutzers abhängig. Bei der Vermittlung von Lösungsvorschlägen für konkrete Fragestellungen wird er beispielsweise darum gebeten, durch die Beantwortung einiger Rückfragen des Systems seinen konkreten Problemfall genauer zu beschreiben. Dabei erkennt das System aufgrund der Wissensbasis selbständig, welche Angaben es zur Lösung des Problems noch vom Benutzer erfragen muss. Um diese aktiven Dialogkomponenten in einer Online-Anwendung realisieren zu können wurden zwei Konzepte entwickelt. Das erste Konzept eignet sich für Dialoge geringer Komplexität und basiert auf HTML-formulargesteuerten Dialogen, in welchen das Wissen um die Zusammenhänge in den Verknüpfungen der Informationseinheiten selbst gespeichert ist. Das zweite im Kapitel 3.5 beschriebene Konzept trennt das Wissen um die Zusammenhänge in einer Datenbank von den eigentlichen Informationseinheiten ab und ist dadurch auch für die Speicherung komplexeren Problemlösungswissens geeignet. Für die Dialogsteuerung musste hierfür jedoch als weitere Komponente die sogenannte Inferenzmaschine entwickelt werden, die den Ablauf der Informationseinheiten auf Grundlage der in der Wissensbasis abgelegten Zusammenhänge bestimmt.

## 5. Informationsangebot und Systemnutzung

Die Fülle der innerhalb eines Forschungsvorhabens anfallenden komplexen Datentypen stellte hohe Anforderungen an die Planung der Speicherstrukturen. Diese mussten einerseits klar strukturiert sein, um die Administration des Systems jederzeit gewährleisten zu können. Auf der anderen Seite sollten sie jedoch auch so flexibel angelegt werden, dass nachträgliche Ergänzungen bzw. weitere Unterteilungen der Inhalte problemlos vorgenommen werden konnten.

### 5.1 Inhalte und Umfang von BiM-Online

Der Umfang der im System abgespeicherten Daten zum Zeitpunkt der Berichterstattung im April 1999 ist in Tabelle 5.1 zusammengefasst.

Tabelle 5.1: Datenumfang von BiM-Online

Inhalt	Umfang
Berichte	134 Dokumente
Publizierte Artikel	38 Dokumente
Prüfdaten	540 Einzelergebnisse
Literaturhinweise	345 Einträge
BiM-Onlinelexikon	257 Einträge
Teilprojekte	45 Einträge
Mitarbeiter	65 Einträge
Belegte Festplattenkapazität	139 MB *
Dateien	2409 * <span style="float: right;">* ohne Betriebssystem- und Internetserverdateien</span>

Zur Strukturierung derartig umfangreicher Informationsangebote hat sich im World Wide Web eine hierarchische Baumstruktur durchgesetzt. Ausgehend von einer einzigen Seite, der Homepage, werden dem Benutzer Hyperlinks zu weiteren Hierarchieebenen der Systemstruktur angeboten. Die Anzahl der Hierarchieebenen bestimmt dabei die Zahl der Seitenaufrufe, die der Benutzer per Hyperlink betätigen muss, um schließlich an die gesuchte Information zu gelangen. Da mit jedem Seitenaufruf unvermeidlich auch Ladezeiten verbunden sind, ist es sinnvoll, die Hierarchieebenen auf eine möglichst geringe Zahl zu beschränken.

Um dieses Ziel zu erfüllen, wurden die Inhalte zunächst zu "Rubriken" gebündelt, die mit ihrer Schlagwortbezeichnung dem Benutzer Hinweise auf enthaltenen Informationen geben. Für das BiM-Online Informationssystem entstand auf diese Weise die in Tabelle 5.2 abgebildete Rubrikeneinteilung (ab Mai 1999).

Tabelle 5.2: Rubriken von BiM-Online

<b>Rubrik</b>	<b>Inhalte</b>
Was ist BiM?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ziele des gesamten Forschungsvorhabens sowie der Teilprojekte.</li> <li>• Organisationsstruktur von BiM.</li> <li>• Zuordnung der forschenden Stellen zu den Forschungsthemen.</li> <li>• Verzeichnis der unter Beteiligung der BiM durchgeführten Veranstaltungen und Seminare.</li> </ul>
Was ist BiM-Online?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ziele des Informationssystems BiM-Online.</li> <li>• Entwicklung des Onlinesystems als Projektstagebuch.</li> <li>• Nutzungsstatistiken bei Projektende.</li> <li>• Berichte der beiden Teilprojekte von BiM-Online, I01 bzw. I02.</li> <li>• Anwendungsbeispiele.</li> <li>• Technische Informationen zum System sowie Hilfe zu bekannten Problemen (FAQ).</li> <li>• Downloadmöglichkeiten der benötigten Internetsoftware.</li> </ul>
BiM-Online Dokumente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Endberichte der Teilprojekte, soweit diese vorliegen.</li> <li>• Im Rahmen des BiM-Vorhabens veröffentlichte Artikel und Paper.</li> <li>• Zwischenberichte der Teilprojekte.</li> </ul>
BiM-Online Fakten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informationen zur DAfStb-Richtlinie "Beton mit rezykliertem Zuschlag".</li> <li>• Prüfergebnisse aus Materialprüfungen des Forschungsvorhabens.</li> <li>• Verknüpfung mit dem BiM-Lexikon, dem Online-Fachwörterbuch des Systems.</li> <li>• Literaturdatenbank mit Suchfunktionen für weitere Literatur.</li> </ul>
BiM-Online Projekte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beschreibung ausgeführter Hochbauprojekte unter Verwendung von Beton mit rezyklierten Zuschlägen.</li> </ul>
BiM-Online Dialog	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dialogkomponenten des Informationssystems, in welchen die Ergebnisse des Forschungsvorhabens zu den Bereichen umweltgerechter Abbruch, Aufbereitung zu rezykliertem Zuschlag, Bauen mit Beton mit rezykl. Zuschlag sowie besondere Eigenschaften und Rezeptur von Beton mit rezykl. Zuschlag anwenderorientiert aufbereitet und dargestellt werden.</li> </ul>

Die Rubrikeninhalte sind dabei nicht nur in ihrer vertikalen Hierarchie miteinander vernetzt, sondern auch horizontal durch Querverweise über die Rubrikenstrukturen hinweg miteinander verknüpft. Die formlose Erfassung der Prüfdaten in den Berichten [15] ist beispielsweise erst dadurch möglich, dass direkt auf die in der Rubrik "Dokumente" enthaltenen Berichte aus der

Rubrik "Fakten" heraus verwiesen werden kann. Einen weiteren sinnvollen Einsatz von Querverweisen stellt die rubrikenübergreifende Nutzung der Literaturdatenbank dar, die auch im Dialogsystem zur kontextabhängigen Auswahl der weiterführenden Literaturhinweise und -quellen herangezogen wird. Ein solches Vorgehen stellt dem Anwender über kurze Zugriffswege (und damit Ladezeiten!) alle im System enthaltenen Informationen zur Verfügung, die für ihn an einem bestimmten Punkt relevant sein könnten. Es erleichtert auch die Pflege der Inhalte, denn durch das Vermeiden von Redundanzen, also der Speicherung derselben Information an mehreren Orten innerhalb der Informationsstruktur, stellt man sicher, dass korrigierte oder gelöschte Inhalte nicht doch noch an anderer Stelle fehlerhaft dargestellt werden.

## 5.2 Suchhilfen

Überschreitet ein Informationsangebot eine gewisse Größenordnung, reicht eine noch so ausgefeilte Strukturierung nicht aus, um die individuellen Informationsbedürfnisse der Anwender in einer zumutbaren Onlinezeit zu befriedigen. Im Gegenteil steigt mit der Vielzahl der Organisationsstrukturen die Wahrscheinlichkeit, dass sich Fehler einschleichen und Hyperlinks in die Leere anstatt zum gewünschten Ziel führen. Für elektronische Dokumente gleich welchen Formates, die in der Regel eine große Menge von Informationen in sehr unterschiedlicher Strukturierung beinhalten, wurden unter dem Stichwort "Dokumentenmanagement" [16] in den vergangenen Jahren Technologien entwickelt, die das Auffinden von in Texten enthaltenen Informationen stark erleichtern. Diese Programme extrahieren aus einer bestehenden Dokumentenmenge Stichwortlisten, die dann nach Begriffen, ganzen Sätzen oder durch Zuhilfenahme sogenannter Thesauren auch ähnliche Begriffe in der Dokumentenmenge wiederfinden können. Zur Zeit wird in diesem Bereich der Informatik auch an Suchalgorithmen gearbeitet, welche die Semantik einer eingegebenen Fragestellung erkennen und für die Recherche nach Informationen zu verwenden wissen.

Im World Wide Web, das wegen seines gewaltigen Umfangs und der schwach strukturierten Organisation zu Anfang auch als "Informationswüste" bezeichnet wurde, konnte erst durch die Bereitstellung solch leistungsfähiger Volltext-Suchprogramme eine sinnvolle Recherche nach relevanten Inhalten wieder ermöglicht werden. Die Suche nach Texten zu bestimmten Stichworten oder Satzteilen stellt jedoch schon in dem kleineren Maßstab von BiM-Online ein Problem dar, das ohne Hilfe von Programmwerkzeugen nicht in einem zweckmäßigen Zeitraum zu bewältigen wäre. Schon im April 1997 wurde daher eine Volltextsuche für die Dokumente des Informationssystems in die Seiten von BiM-Online integriert. Diese im Rahmen des IIS von der Firma Microsoft entwickelte Serversoftware mit der Bezeichnung "Index-Server" [17] stellt den Benutzern neben der reinen Stichwortsuche auch die Suche nach Teilbegriffen, Begriffkombinationen oder auch ganzen Satzteilen zur Verfügung. Für die Recherche in den inzwischen 172 Dokumenten von BiM-Online stellt das entwickelte Informationssystem daher mit Sicherheit das effizienteste Instrument dar.

Zur Recherche der in den relationalen Datenbanken gespeicherten Informationen mussten jedoch die datenbankeigenen Suchfunktionen über die Online-Oberfläche angesprochen werden. Wie schon im vorangegangenen Kapitel erwähnt, wurden diese Abfragen zunächst mit der Softwareschnittstelle Internet Database Connector (IDC) des Internetserver realisiert. Lediglich die später entstandenen Systemkomponenten konnten unter Benutzung der moderneren Datenbankschnittstelle der Active Server Pages (ASP) entwickelt werden. Beide Schnittstellen basieren auf der Weitergabe von SQL-Befehlsausdrücken [18], der Standardsprache für Datenbanken, an das eigentliche Datenbankprogramm ACCESS und könnten dadurch bei Bedarf auch an andere relationale Datenbanksystem wie dem MS SQL-Server 6.5 angepasst werden. Sie unterscheiden sich jedoch wie schon in Kapitel 4.1 beschrieben signifikant in ihrer Komplexität und Flexibilität.



Dem Benutzer bleiben diese technischen Vorgänge erfreulicherweise verborgen. Ihm stellt sich die Suchfunktion wie in Abbildung 5.1 lediglich als Aufforderung zur Eingabe des Suchbegriffes dar.



Abbildung 5.1: Volltextsuche von BiM-Online

### 5.3 Weitere Hilfsfunktionen

Gut strukturierte Online-Systeme zeichnen sich im allgemeinen dadurch aus, dass ihre Bedienung sich dem geübten Benutzer auch ohne eine gedruckte Bedienungsanleitung erschließt. Übersteigt die Komplexität einer Website jedoch ein gewisses Maß, sollten zusätzliche Hilfen zur Übersicht und der Navigation innerhalb der Website zur Verfügung gestellt werden. In BiM-Online wurden aus diesem Grund Hilfeseiten angelegt, die von Benutzern jederzeit über ein Fragezeichen-Symbol im Navigations-Frame aufgerufen werden können. Auf den Seiten werden in kurzen Sätzen die Inhalte der Rubrik sowie auch die in allen Bereichen des Systems verfügbaren Funktionen erläutert [15].

Mit einer interaktiven, grafischen Navigationskarte steht dem Benutzer zusätzlich ein Instrument zur Verfügung, das das Manövrieren durch die Rubrikenstrukturen verglichen mit dem konventionellen Weg über das Navigationsmenü deutlich beschleunigt. Die Karte, welche die Rubrikenstruktur grafisch abbildet, kann über ein Symbol von jedem Punkt des Systems aus aufgerufen werden, so dass einem Gefühl der Orientierungslosigkeit über die aktuelle Position ("Lost in hyperspace"), das sich nach einiger Zeit in umfangreichen Hypertextsystemen einstellen kann, entgegengewirkt wird. Hinter der Übersichtsgrafik verbirgt sich eine sogenannte Client-Side-Image-Map, in welcher definierten Bildbereichen URL's zugeordnet werden. Ein Mausklick in die Grafik veranlasst das Laden der gewünschten Rubrik im Browserfenster [19].

Aufgrund des interdisziplinären Charakters der Forschungsarbeiten wurde für die Anwender ein auf einem Java-Applet basierendes Fachlexikon entwickelt, welches z.Zt. über 250 Fachbegriffe sowie Verfahren aus den Bereichen Gebäudeabbruch, Bauschuttzubereitung und der Betontechnologie enthält.

### 5.4 Publikation und Nutzungsentwicklung von BiM-Online

Das interessanteste und bestorganisierte Online-System hat wenig Nutzen, wenn es keiner kennt bzw. es niemand im inzwischen Millionen Seiten umfassenden World-Wide-Web findet. Um ein Online-System bekannt zu machen, werden im Rahmen dieses Teilprojekts zwei Strategien verfolgt: Die Nutzung der im Internet vorhandenen Mechanismen zur Informationsrecherche sowie die Verbreitung der BiM-Online Internetadresse (URL) auf anderen Seiten im World Wide Web.

Die weltweit verfügbaren großen Suchmaschinen wie z.B. Yahoo, Altavista oder Lycos nehmen bei der Recherche nach Informationen im Internet eine zentrale Stellung ein. Diese Dienste bestehen aus außergewöhnlich großen Datenbanken, welche analog zu dem in 5.2 beschriebenen Index-Server auf Stichwortanfrage die Adressen entsprechender HTML-Dokumente auflisten. Da auf eine Anfrage hierbei häufig mehrere tausend Treffer aufgelistet werden ist es wichtig, auf dieser Trefferliste für die projektrelevanten Suchbegriffe möglichst weit vorne zu stehen. Dies wird im Rahmen von BiM-Online durch eine geschickte Wahl der Schlüsselworte auf den Hauptseiten und der häufigen Aufforderung an die Suchdienste, Ihren Stichwortindex von BiM-Online zu aktualisieren, realisiert. Außerdem wurden alle Beteiligten des Forschungsvorhabens dazu aufgefordert, auf Vorträgen oder von eigenen Webangeboten auf ihre Inhalte in BiM-Online hinzuweisen.

Die Resonanz auf das bereitgestellte Informationssystem (Abbildung 5.2) ist, mit bis zu 36 Besuchen/Tag, für ein fachspezifisches Internetangebot sehr zufriedenstellend. Es ist sogar zu erwarten, dass die Zugriffszahlen nach Wegfall des Passwortschutzes für den größten Teil der Inhalte noch einmal deutlich nach oben springen werden, da erst dann die Suchdienste diese Teile von BiM-Online in ihre Stichwortdatenbanken aufnehmen können.

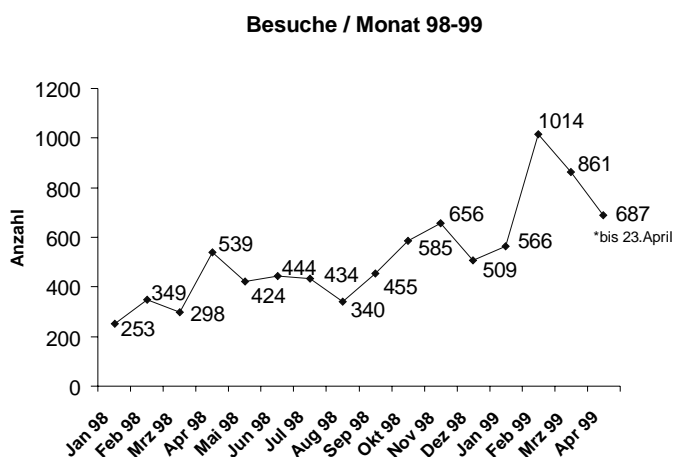


Abbildung 5.2: Besucher bei BiM-Online pro Monat (Stand April 1999 bei aktiviertem Passwortschutz für den größten Teil der Inhalte)

## 6. Zukunftsvisionen

Das System BiM-Online besteht nun, aber nicht zum Selbstzweck. Es sollte möglichst intensiv genutzt werden, denn es enthält eine Fülle aktuellen und nützlichen Wissens. Zudem ist der Zugriff einfach. Welche Möglichkeiten bestehen? Eine naheliegende Nutzung liegt in der universitären Ausbildung von Studenten. Durch interaktive Nutzung eignet sich das System zum Selbststudium und zur Vertiefung von Vorlesungsstoff. Für die Praxis ist es ein Hilfsmittel für die berufliche Weiterbildung. Wenn es gelingt, die Wissensbasis weiterhin zu aktualisieren und zu erweitern, bleibt das System attraktiv. Durch den weiteren Einbau bzw. den Anschluss an Multimediatechniken könnte selbst eine weitere Verbreitung im Internet geplant werden. Neben der Aus- und Weiterbildung können Baufirmen und Ingenieurbüros ihre Wissensbasis vergrößern und Aufträge aus der Praxis noch zielsicherer und schneller bearbeiten.

Diese Vorstellungen lassen sich nicht in einem "normalen" Universitätsinstitut erledigen, das technisch-wissenschaftlich ausgerichtet ist. Dazu bedarf es einer Einrichtung, die sich hauptamtlich mit Kommunikationsaufgaben auseinandersetzt wie z. B. das Informationszentrum für Raum und Bau (IRB). Erste Kontakte sind geknüpft und sollen vertieft werden.

## 7. Literatur

- [1] Sohni, M. Entwicklung eines Expertensystems zur Beurteilung, Beseitigung und Vorbeugung von Oberflächenschäden an Betonbauteilen. Dissertation, TH Darmstadt, 1999, 169 pp
- [2] Sohni, M.; Reinhardt, H. W.: REPCON - Expertensystem für Betoninstandsetzung. db-Deutsche Bauzeitung 125 (1991), Nr. 4, S. 94-101
- [3] Funk, G.: CONTEC<sup>ES</sup> - Computer Aided Consulting für Betonoberflächenschäden. DAfStb H. 463, 1996, 110 pp
- [4] Reinhardt, H.W.; Funk, G.B.: Expert Systems and Database Systems. In "The modelling of microstructure and its Potential for studying Transport properties and durability". eds. H. Jennings, J. Kropp, K. Skrivener, Kluwer Ac. Publ., Dordrecht 1996, S. 271-285
- [5] Schwarte, J. Uniform Resource Locators (URLs): Mehr als nur Dateiadressen. In „Internet World“ Nr. 8, 1997, S.54-55
- [6] Schwarte, J.: Das große Buch zu HTML, Data Becker, Düsseldorf 1996
- [7] Schwarte, J.: Das große Buch ActiveX, Data Becker, Düsseldorf 1997
- [8] Altenkrüger, D. ; Büttner, W.: Wissensbasierte Systeme, Vieweg, Braunsch. / Wiesb. 1992
- [9] Russel, S.; Norvig, P.: Artificial Intelligence - A Modern Approach, Prentice Hall 1995
- [10] Puppe, F.: Einführung in Expertensysteme 2. Aufl., Springer Berlin/Heidelberg/N.Y. 1991
- [11] Schwarte, J.; Schreyer, M.: Online-Datenbanken In „Internet World“ Nr. 8, 1997, S. 117-121  
<http://iwb.uni-stuttgart.de/~schreyer/onlinedb.htm>
- [12] Johnson, S.: Special Edition: Using Active Server Pages, QUE Corp. 1997
- [13] Bär, J.; Bauder, I.: Das große Buch Access 97 Programmierung, Data Becker 1997
- [14] Janke, U.: Microsoft SQL Server 6.5 - Das Kompendium, Markt & Technik 1996
- [15] Zwischenbericht TP I01 zum Statusseminar, Darmstadt 19.02.1998  
[http://www.B-i-M.de/bimonline/bimonline\\_frame.htm](http://www.B-i-M.de/bimonline/bimonline_frame.htm)
- [16] Seeger, H.: Dokumenten-Management: Basistechnologie für Wissens-Management  
In Computerwoche Spezial Heft 2/1999, S. 76-79
- [17] Zwischenbericht TP I01 zum Statusseminar, Darmstadt 2./3.06.1997  
[http://www.B-i-M.de/bimonline/bimonline\\_frame.htm](http://www.B-i-M.de/bimonline/bimonline_frame.htm)
- [18] Bilke, P.: Start mit Datenbanken und SQL, KnowWare Verlag, 131, 1997

[19] Zwischenbericht TP I01 zum Statusseminar, Darmstadt 19.02.1998  
[http://www.B-i-M.de/bimonline/bimonline\\_frame.htm](http://www.B-i-M.de/bimonline/bimonline_frame.htm)