

# BiM-Online - Ein Informationssystem zum Thema Baustoffrecycling

Hans-Wolf Reinhardt, Marcus Schreyer, Joachim Schwarte

Ressourcenschonende und abfallvermeidende Produktionsmethoden sind heutzutage in allen Wirtschaftsbereichen von großer Wichtigkeit. Insbesondere im Bauwesen besteht in diesem Bereich ein großer Forschungsbedarf, da die durch Bau- und Abrissmaßnahmen benötigten Rohstoffmengen und anfallenden Abfallmengen im Vergleich zu anderen Wirtschaftszweigen außerordentlich groß sind. Der vom Bundesministerium für Forschung und Technologie geförderte Forschungsverbund „Baustoffkreislauf im Massivbau“ (BiM) hatte die Klärung zahlreicher Einzelfragen dieses Bereichs mit dem Ziel der Erstellung einer Richtlinie für die Baupraxis zur Aufgabe. Im Rahmen dieses Forschungsverbundes entstand das Informationssystem BiM-Online am Institut für Werkstoffe im Bauwesen der Universität Stuttgart.



Neues Hundertwasser-Haus „Waldspirale“ in Darmstadt komplett aus Recyclingbeton (Modellaufnahme)

Foto: Philipp Holzmann AG/Markus Schmidt

## Motivation

"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.

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.

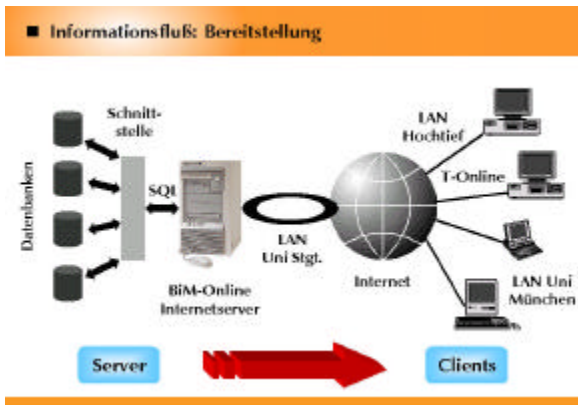


Abb. 1: Die Informationsbereitstellung erfolgt auf einem datenbankunterstützten Internetserver mit der Adresse <http://www.B-i-M.de>, auf welchen die Nutzer (Clients) über einen beliebigen Internetzugang zugreifen können.

Im Bereich der Forschung, der Wissensverarbeitung, der Wissensverknüpfung und der Wissensvermittlung ist heute eine wesentliche Komponente. Die Menge des Wissens nimmt ständig zu, die Verarbeitung bzw. die Nutzbarkeit ist

Im Rahmen des Forschungsverbundes „Baustoffkreislauf im Massivbau“ wurde diesen Anforderungen dadurch begegnet, dass die Gesamtheit des innerhalb des Verbundes erarbeiteten Wissens mit modernen informationstechnologischen Methoden gesammelt, geordnet, aufbereitet und der Öffentlichkeit zugänglich gemacht wurde.

**Technologie**

Der Bearbeitungszeitraum des hier beschriebenen Projekts fällt in denselben Zeitraum, in dem die Internettechnologie eine enorme Popularisierung und Verbreitung erfahren hat. Es war bei Projektbeginn im Jahre 1996 abzusehen, dass das WWW sich zur wichtigsten Online-Technologie entwickeln würde. Die zentrale Datensammlung auf einem Serverrechner, auf welchen über das Internet zugegriffen werden kann, brachte nicht nur eine Kostenersparnis bei der Verbreitung der Systeminhalte im Vergleich zu CD-ROMs, sondern stellte auch die Aktualität der Systeminhalte für alle Nutzer sicher. Schon während der laufenden Forschungsarbeit konnte das Informationssystem von den Forschern als Kommunikationsplattform genutzt werden und war es den wissenschaftlichen und administrativen Leitern jederzeit möglich, sich ein Bild über den Stand der Arbeiten in den einzelnen Teilprojekten zu machen. Zudem wurden die Anforderungen auf der Nutzerseite auch bei der weiteren softwaretechnischen Realisierung des Systems bewusst niedrig gehalten. Neben einem Internetzugang musste auf dem Computer des Anwenders (Client) lediglich ein grafisches Browserprogramm wie der Netscape Navigator oder MS Internet Explorer installiert sein, welches die gängigen Internetstandards JavaScript, Java und Frames unterstützt. Dieser Umstand eines technisch sehr einfachen Zugangs zu den Informationen ohne lange Installationsprozesse trug wesentlich zum außergewöhnlich guten Erfolg des Informationssystems bei.

Auf der Serverseite stand zunächst der Aufbau eines Web-Servers im Mittelpunkt, also einer Computeranwendung, die die Informationsbereitstellung über den Internetdienst „World Wide Web“ ermöglicht. Viele für

die anspruchsvolle Anwendung des WWW unentbehrliche Softwaretechnologien waren noch unvollständig spezifiziert und dokumentiert. Darüber hinaus war auch die verfügbare WWW-Software von zum Teil sehr wesentlichen Einschränkungen und Fehlern geprägt. Vor dem Hintergrund der an der Forschungsstelle in Stuttgart vorhandenen Netzwerk-Infrastruktur und einer möglichst kurzen Einarbeitungszeit wurde als technische Basis für BiM-Online ein NT-Server 4.0 gewählt, der mit dem Internet Database Connector (IDC) und seinem Nachfolger Active Server Pages (ASP) über zwei leistungsfähige, programmierbare Datenbankschnittstellen verfügte, die zur Realisierung der Aufgabenstellung benötigt wurden (Abb.1).

**Kommunikation**

Neben der technischen Struktur des Informationssystems ist der Aufbau und die Organisation der

Kommunikationswege, d.h. der Informationserfassung bzw. -bereitstellung, für Projekte des Wissensmanagements von grundlegender Bedeutung.

Um an die im Forschungsvorhaben erarbeiteten Informationen möglichst bald nach ihrer Entstehung zu gelangen und sie dann effizient in das System einarbeiten zu können, mussten mit den Projektpartnern Vereinbarungen zum Informationsaustausch getroffen werden. Die Datenerfassung sollte dabei zwei gegensätzlichen Anforderungen entsprechen: Bei den Teilprojektbearbeitern durfte möglichst kein zusätzlicher

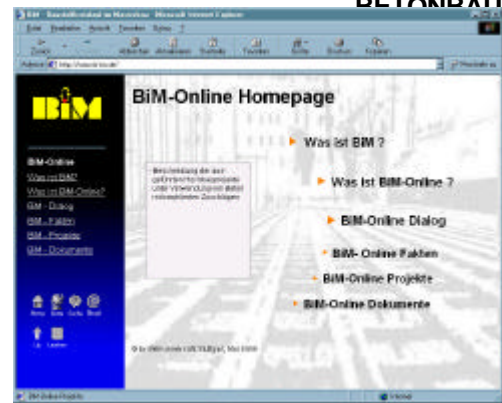


Abb.2: Beim Entwurf der Programmoberfläche wurde auf eine übersichtliche, grafisch ansprechend gestaltete und klare Strukturierung der Bildschirmseiten Wert gelegt, in denen sich der Anwender intuitiv zurecht findet.

Was ist BiM?	Hier werden die Ziele der Forschungsarbeiten erläutert. Informationen zu den Zuständigkeiten wurden in einer Projektdatenbank sowie einer Mitarbeiterdatenbank gespeichert.
Was ist BiM-Online?	Informationen zur Arbeit der BiM-Online Teilprojekte und zu technischen Fragen.
BiM-Online Dialog	Eine Rubrik, die dem Anwender aus der Baupraxis die Erkenntnisse des Forschungsvorhabens in Form von interaktiven Lektionen präsentiert.
BiM-Online Fakten	Die Prüfdatenbank mit Ergebnissen aus über 500 Einzelprüfungen sowie u.a. eine umfangreiche Literaturdatenbank zum Thema Baustoffkreislauf.
BiM-Online Projekte	Beschreibungen bislang ausgeführter Hochbauprojekte unter Verwendung von Beton mit rezyklierten Zuschlägen.
BiM-Online Dokumente	Die Dokumentendatenbank mit ca. 200 Forschungsberichten und Veröffentlichungen der beteiligten Forscher zum Thema Baustoffkreislauf.

Tab. 1: Rubriken von BiM-Online



Abb.3: Den beiden Nutzergruppen wurden jeweils an ihre Informationsbedürfnisse angepasste Zugriffsstrukturen auf die Forschungsergebnisse geschaffen.

Arbeitsaufwand erzeugt werden. Auf der Seite von BiM-Online musste der Aufwand zur Aufbereitung der Informationen für die Präsentation im Internet jedoch ebenfalls beherrschbar bleiben. Weiterhin musste von Beginn an bei den Forschern Überzeugungsarbeit bezüglich des WWW als Systemplattform geleistet werden, denn dem Nutzen des Systems als Katalysator bei der Veröffentlichung des Gesamtvorhabens standen die berechtigten Bedenken bezüglich einer vorschnellen Veröffentlichung noch nicht abgesicherter Forschungsergebnisse gegenüber. Durch die Teilung der Systeminhalte für die Projektlaufzeit in einen internen, passwortgeschützten Bereich und einen öffentlich erreichbaren, konnten diese Bedenken ausgeräumt werden. Insgesamt war somit eine komplexe Organisationsaufgabe bezüglich der benötigten Informationsflüsse zu lösen. Es zeigte sich schon zu Projektbeginn, dass die Bereitschaft der Teilprojektbearbeiter, aus eigenem Antrieb 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 lückenlos

wiedergab, wurde zunächst auf die alle 6 Monate zu verfassenden Zwischenberichte zurückgegriffen. Weitere im Verlauf des Forschungsvorhabens entstandene Veröffentlichungen ergänzten dann die Dokumentation der Forschungsarbeiten, so dass insgesamt ein zufrieden stellender Informationsfluss von den Einzelprojekten zu BiM-Online zustande kam. Für die Übermittlung wurden dabei von den Forschern hauptsächlich Email-Attachments genutzt, wobei als zusätzliche Alternative noch ein FTP-Server zur Verfügung gestellt wurde. Entscheidend für den Erfolg eines Informationssystems ist auch die Gestaltung seiner Programmoberfläche, über welche dem Benutzer die umfangreichen Inhalte zugänglich gemacht werden sollen. Als allgemeine Entwurfskriterien für die

Oberfläche von Informationssystemen lassen sich eine übersichtliche, grafisch ansprechend gestaltete und klare Strukturierung der Bildschirmseiten nennen, in denen sich der Anwender intuitiv zurecht findet (Abb.2). Bei



Abb.4a Die Prüfdatenbank von BiM-Online enthält die Ergebnisse aller im Forschungsvorhaben dokumentierter Materialprüfungen. Hier ein Teil der Auswahltabelle zu den Druckfestigkeitswerten am Festbeton.

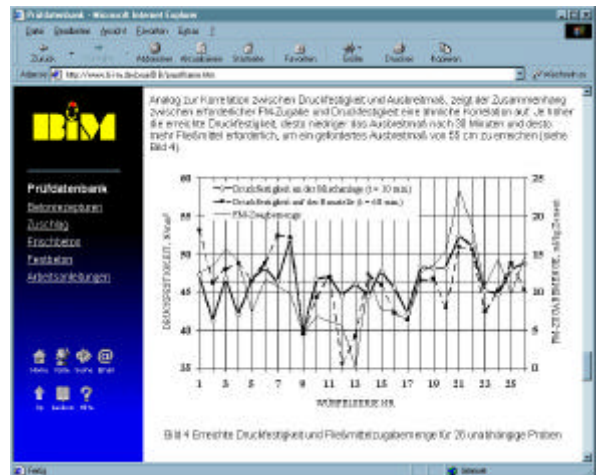


Abb.4b Die Daten selbst werden in den Dokumenten belassen. Das Online-System führt den Benutzer lediglich an die entsprechenden Stellen in den Dokumenten.

WWW-Anwendungen müssen zusätzlich noch die über das Internet zu übertragenden Datenmengen beachtet werden, um die Geduld der Nutzer nicht durch unnötig lange Ladezeiten zu strapazieren.

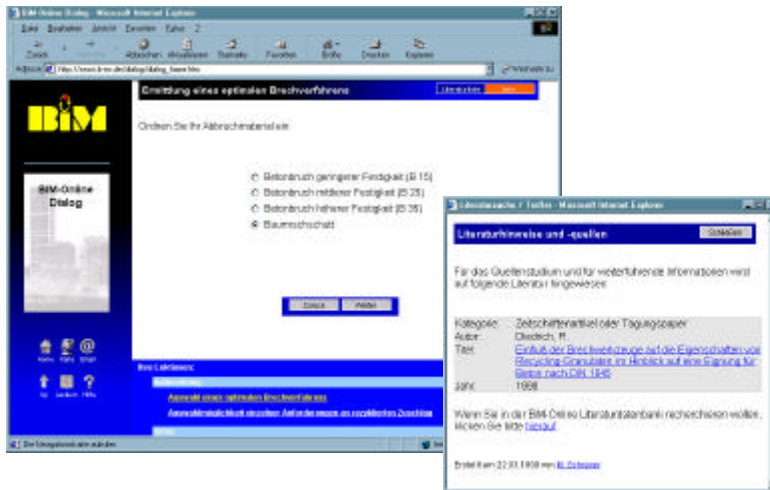


Abb. 5: BiM-Online Dialog bietet dem Anwender aus der Baupraxis die Erkenntnisse der Forschungsarbeiten in Form von interaktiven Lektionen an. Er erhält dabei umfassende Informationen über die besonderen Eigenschaften von Beton mit recyceltem Zuschlag sowie über die Veränderungen an den Bauprozessen, die sich daraus ergeben.

**Systemkomponenten**

BiM-Online hatte zudem noch den Bedürfnissen zweier unterschiedlicher Anwendergruppen Rechnung zu tragen (Abb.3). Während der Forschungsarbeiten wurde das System vorwiegend von Wissenschaftlern zur gegenseitigen Information über ihre aktuellen Ergebnisse genutzt. Die Ergebnisse standen ihnen dabei in Prüfdatenbanken und Dokumentendatenbanken mit den Forschungsberichten zur Verfügung, die auf der Systemoberfläche in baumartig strukturierte Rubriken gebündelt wurden. Für die Recherche in den Forschungsdaten einzelner Projekte oder nach in Forschungsberichte gefasstem Grundlagenwissen bot diese hierarchische Form der Strukturierung die kürzesten Zugriffswege. Für "Baustoffkreislauf im Massivbau" wurde die folgende Rubrikenstruktur entworfen (siehe Tabelle 1): Aber die Leistungsfähigkeit des Systems geht noch weit über die Bereitstellung der reinen Forschungsdaten hinaus.

Anwender in der Baupraxis besitzen im Allgemeinen selten die zeitlichen Möglichkeiten, in wissenschaftlicher Literatur zu recherchieren und daraus Konsequenzen für ihre konkreten Problemstellungen abzuleiten. Um die Anwendung der Forschungsergebnisse zu beschleunigen, bietet das entwickelte Informationssystem die interaktive Programmkomponente BiM-Online Dialog zu allen Themengebieten des Baustoffkreislaufs an, die im Dialog Mensch-Maschine den Anwender durch gezielte Rückfragen zu den benötigten Informationen führt.

**BiM-Online Fakten**

Literaturdatenbanken und Datenbanken mit Ergebnissen aus Materialprüfungen gehören zu den klassischen Anwendungsgebieten der Datenbanktechnologie in den Werkstoffwissenschaften. Innerhalb BiM-Online wurden diese Anwendungen in der Rubrik "Fakten" realisiert. Der Zugriff auf die Daten erfolgt dabei, wie im restlichen System, über eine

Hypertextoberfläche, während die Datensätze selbst über Schnittstellen von einem auf dem Internetserver installierten relationalen Datenbankprogramm bereitgestellt werden. Während dem Nutzer diese Datenbankunterstützung verborgen bleibt, stellt die Speicherung dieser Datenarten in Tabellen für die Systemverwaltung eine erhebliche Erleichterung dar.

Für die Ergebnisse der im Forschungsverbund durchgeführten Materialprüfungen wurden Angaben über den Ort und Inhalt der einzelnen Textstellen als sogenannte Metadaten in den relationalen Datenbanktabellen abgespeichert. Zuvor mussten die Berichte nach enthaltenen Daten durchgearbeitet bzw. diese Textstellen mit Hilfe von im HTML-Quelltext verborgener Indexmarkierungen referenziert werden, um gezielt auf die in den Dokumenten enthaltenen Informationen zugreifen zu können.

Diese aufwendigere Art der Datenerfassung erlaubt es, über speziell angepasste Auswahltabellen der Programmoberfläche den Anwendern einen sehr schnellen Zugang zu den in den Dokumenten enthaltenen Forschungsdaten zu bieten. Zeitaufwendige Recherchen in den umfangreichen Textsammlungen des Systems, z.B. nach bestimmten Prüfergebnissen oder nach Literaturquellen, können dadurch auf wenige Mausklicks verkürzt werden (Abb.4ab). Außerdem blieb die Datenerfassung damit auch unabhängig vom jeweiligen Format der Daten, die von den Forschern in Form von in den Berichten enthalten Diagrammen oder Tabellen bereitgestellt wurden. Der Verlust besonderer Randbedingungen eines Versuches oder auch Fehler bei der Datenerfassung konnten so umgangen werden.

### BiM-Online Dialog

Die aus den einzelnen Forschungsberichten abgeleiteten praxisrelevante Ergebnisse wurden projektübergreifend in sogenannten "Lektionen" zusammengefasst. Eine Lektion ist dabei die zusammenhängende Abfolge zumeist mehrerer Hypertextseiten zu einer bestimmten Fragestellung. Die Länge der Lektionen hängt zum einen vom Umfang des zu vermittelnden Wissens ab und zum anderen von der Komplexität der Problemstellung, welche in der Lektion bearbeitet werden soll. Um den Anwender möglichst konkrete Aussagen zur Verfügung zu stellen ist es im Verlauf der meisten Dialoge erforderlich, dass das System dem Benutzer weitere Rückfragen nach noch fehlenden Angaben für die Entscheidungsfindung stellt. Als zusätzliche Funktionen befinden sich in der Kopfleiste jeder Seite zwei Schaltflächen, über die ergänzende Informationen und die Literaturquellen zum Text der Seite angezeigt werden können (Abb.5).

Da sich die Zahl der in BiM-Online Dialog vorhandenen Lektionen in der Zwischenzeit auf mehrere Dutzend beläuft, war es für einen effizienten Zugriff nicht mehr ausreichend, diese einfach über eine Liste anzubieten.

Dem Anwender werden deshalb zwei Wege für den Zugriff auf die für ihn relevanten Lektionen geboten. Kann er seiner Problemstellung einen bestimmten Suchbegriff zuordnen, so listet ihm BiM-Online Dialog eine Auswahl aller Lektionen auf, die einen Bezug zu dem gesuchten Begriff besitzen. Hat er bei der Konsultation von BiM-Online noch keine spezielle Frage- bzw. Problemstellung im Sinn, sondern ist es seine Absicht, sich allgemein über die für seine Arbeit relevanten Erkenntnisse des Forschungsvorhabens "Baustoffkreislauf im Massivbau" zu informieren, so werden in einem Eingangsdialo zunächst einige Rückfragen des Systems gestellt. Der Anwender soll sich dabei einer Personengruppe zuordnen und auf den weiteren Seiten dieses wissensbasierten Dialogs diejenigen Themengebiete des Baustoffkreislaufs auswählen, über die er sich näher informieren möchte.

### Ausblick

BiM-Online wird in der Forschung und der universitären Ausbildung von Studenten genutzt. Es eignet sich zum Selbststudium und zur Vertiefung des Vorlesungsstoffes. Für die Praxis ist es ein Hilfsmittel für die berufliche Weiterbildung. Baufirmen und Ingenieurbüros können mit BiM-Online ihre Wissensbasis vergrößern und Praxisaufträge zielsicherer und schneller bearbeiten. Wissen altert und verliert an Wert. Daher sollte ein System wie BiM-Online ergänzt und aktualisiert werden. Im Gegensatz zu den früheren Datenbanken und Expertensystemen, die für jede neue Betriebssystemversion technisch überarbeitet werden mussten, entfällt diese Abhängigkeit durch die Wahl des WWW als Programmplattform. Der inhaltliche Teil sollte durch eine Einrichtung gepflegt werden, die sich hauptamtlich mit Wissensaufbereitung und -kommunikation beschäftigt. Erste Kontakte mit dem Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau (IRB) sind geknüpft.