



Dr.-Ing. Jens Elsebach

Visuelle Gebäudeinformationssysteme für das Facility Management

Die baubegleitende Dokumentation von Baumaßnahmen mit vollsphärischen Fotografien als Bestandserfassung für das Facility Management -

Als wissensintensiver unternehmerischer Prozess ist das Facility Management in großem Ausmaß abhängig von Informationen über das zu bewirtschaftende Gebäude. Hierbei stellen aktuelle und verlässliche Bestandsinformationen die Grundlage eines effektiven und effizienten Gebäudemanagements dar.

Nachhaltige Bewirtschaftungsziele erfordern einen ganzheitlichen Dokumentationsansatz. Beginnend mit der frühen Bedarfsplanung des Bauherrn sollten die entstehenden Bauwerksinformationen gesammelt, aufbereitet und den verschiedensten Nutzern zur Verfügung gestellt werden. Gebäudeinformationssysteme werden in der aktuellen Praxis jedoch meist erst am Ende der Erstellungsphase eingeführt, da eine baubegleitende Einpflegung aller planerischen Varianten und Entscheidungen zu aufwendig erscheint.

Mit ihrer aufgabenspezifischen und proprietären Ausrichtung sind CAFM-Systeme nicht dafür geschaffen, den eingepflegten Wissensinhalt einer breiten Nutzerschicht zu präsentieren. Eine allgemeinverständliche visuelle Nutzeroberfläche, die auch von Nicht-FM-Spezialisten nachvollzogen werden kann, ist meistens nicht gegeben.

Im Folgenden wird ein Dokumentationsverfahren vorgestellt, mit welchem die Bestandsinformationen der Planungs- und Erstellungsphase baubegleitend für die folgende Nutzungsphase in einer visuellen und damit allgemeinverständlichen Form erschlossen werden können. Neu an dem Verfahren ist sowohl die Vorgehensweise bei der Erfassung und Archivierung der Informationen als auch die Art der späteren Bereitstellung für den Nutzer.

Problemstellung und derzeitige Praxis

Ziel einer jeden Bauwerksdokumentation muss es sein, die relevanten Informationen dem Bedarf entsprechend zur Verfügung zu stellen und Informationsverluste zu vermeiden. Obwohl eine direkte Übernahme aus den vorhergehenden Lebensphasen die

einfachste Variante zur Beschaffung relevanter Informationen darstellt, ist in der aktuellen Praxis, einhergehend mit einem nahezu kompletten Wechsel der Beteiligten, ein maßgeblicher Informationsverlust an den Übergängen der Lebenszyklusphasen festzustellen (siehe Abb. 1).

Dieser Informationsverlust kann mehrere projektspezifische Gründe

haben. Einer der häufigsten Gründe ist sicherlich die informationstechnisch getrennte Betrachtungsweise der Lebenszyklusphasen des Bauwerks. In der aktuellen Praxis kann ein Gliederungsbruch in der Erstellungsphase festgestellt werden. Während Raumbücher sowohl in der Planungsphase als auch der späteren Nutzungsphase als Dokumenten- und Informationsspei-

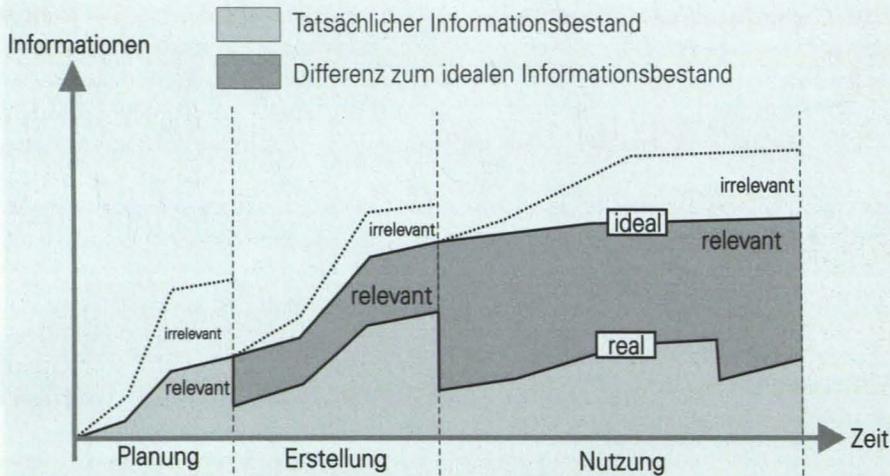


ABB. 1: INFORMATIONSVERLUST IM BAUWERKSLEBENSZYKLUS [1]

cher zum Einsatz kommen, wird die eingeschlossene Bauwerkserstellung üblicherweise nicht baubegleitend in Raumbüchern dokumentiert. Bestandsdokumentationen werden meist zur Beendigung der Bauphase aus der Dokumentation des Projektmanagements erstellt. Vielfach werden jedoch durch Vor-Ort-Entscheidungen Bauausführungen im Vergleich zur vorherigen Planung abgeändert. Viele Informationen aus der Bauwerkserstellung, wie bspw. der tatsächlich ausgeführte Verlauf von Versorgungsleitungen können dadurch verloren gehen.

Ein weiteres Problem ist die fehlende Allgemeinverständlichkeit der Dokumentationen. Bei jeder Dokumentation stellt sich die Frage: Wie muss eine Informationen dargestellt sein, damit der eingepflegte Wissensinhalt auch in zwei Arbeitsgenerationen synonym verstanden und aufgenommen werden kann? Beispielhaft für derzeit zur Verfügung stehende Gliederungssystematiken kann die DIN 32835

– Technische Produktdokumentation / Dokumentation für das Facility Management aufgeführt werden. Bau- und Nutzungsdokumentationen sollen dieser Gliederungssystematik folgend, mehrstufig alphanumerisch gegliedert werden (siehe Abb. 2). Im Hintergrund eines IT Systems erscheinen so geartete Gliederungssystematiken sicherlich sinnvoll, als Arbeitsoberfläche oder Recherchestruktur sind diese jedoch gerade im Hinblick der geforderten Langzeitarchivierung von Bauwerksinformationen als kritisch zu betrachten.

Lösungsansatz – visualisiertes Raumbuch

Aus den zur Verfügung stehenden Perspektiven des Wissensmanagements und der Kognitionswissenschaften ist bekannt, dass der Mensch in Bildern denkt und bildhafte Darstellungen von Informationen situativ und nachhaltig aufnehmen kann. In Dokumentationssystemen sollten die enormen visuellen Wahrnehmungsfähigkeiten des Menschen genutzt werden, indem die alphanumerische Suche in Wort und Zahl durch die intuitive visuelle Recherche vor Ort ergänzt bzw. ersetzt wird.

Die ortsbezogene, topologische Dekomposition des Dokumentationsobjektes Bauwerk in Raumbuchstrukturen kann eine lebenszyklusübergreifend, ganzheitlich verständliche Betrachtungsebene zur strukturierten Darstellung von Bauwerksinformati-

onen darstellen (siehe Abb. 3). Diese Raumbuchstruktur sollte den vorherigen Ausführungen folgend um eine bildhafte Darstellung – eine visuelle Nutzeroberfläche - ergänzt werden.

Ein zur Baudokumentation geeignetes Dokumentations- und Visualisierungsmittel können vollsphärische Fotografien sein. Vollsphärische Fotografien sind keine herkömmlichen Bilder, sondern Rundumaufnahmen (360° in der Horizontalen und 180° in der Vertikalen) der Umgebung. Im vorgestellten Dokumentationsverfahren werden die vollsphärischen Fotografien zur baubegleitenden Dokumentation eingesetzt.

In der Bildschirmdarstellung einer vollsphärischen Fotografie wird der Betrachter ins optische Zentrum der erzeugten Aufnahme versetzt. Nur

Nutzungsdokumentation nach DIN 32835-2

| | |
|---|--|
| Dokumentationsabschnitte A - K | |
| A - Darstellen u. Pflegen von Gebäude- u. Anlagenstrukturen in Form eines Gebäudebuches und eines Anlagenbuches | |
| Allgemeine Dokumentenarten 01 - 13 | |
| 01 | Baugrundverhältnisse |
| ... | ... |
| 13 | Kostenermittlungen nach DIN 276 |
| Dokumentengruppen A1 - A2 | |
| A1 | Gebäudebuch |
| A2 | Anlagenbuch |
| Besondere Dokumentenarten A2 | |
| 31 | Funktionen der Anlagen u. Komponenten der TGA |
| ... | ... |
| 38 | Stücklisten für Armaturen |
| Dokumentenuntergruppen A2 | |
| A21 | Abwasser, Wasser- und Gasanlagen |
| ... | ... |
| A27 | Gebäudeautomation |
| Besondere Dokumentenarten B - K | |
| B - | Darstellen u. Pflegen der Nutzungsstruktur innerhalb eines Gebäudes in Form eines nutzungsorientierten Raumbuches |
| C - | Darstellen u. Pflegen der Strukturen v. Einrichtungen u. Ausstattungen in Form eines Einrichtungs- u. eines Ausstattungsbuches |
| D - | Management für die Nutzung und Verwertung verfügbarer Flächen im Gebäude |
| E - | Übernehmen und Instandhalten der Baukonstruktionen |
| F - | Betreiben und Instandhalten der technischen Anlagen |
| G - | Gewährleisten von Ordnung und Sauberkeit |
| H - | Bewachen und Sichern des Gebäudes |
| I - | Versorgen des Gebäudes mit Wasser, Gas, Wärme, Kälte, Luft und Strom sowie Abwasserentsorgung |
| K - | Gestalten und Realisieren der Informations- und Kommunikationssysteme innerhalb des Gebäudes |

ABB. 2 AUSZUG DER GLIEDERUNGSSTRUKTUR DER NUTZUNGSdokUMENTATION NACH DIN 32835

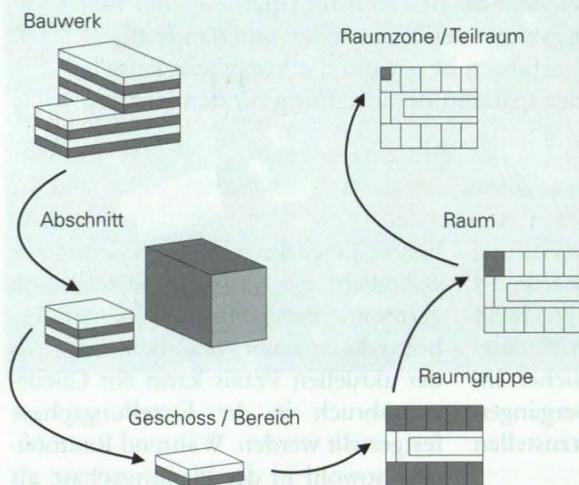


ABB. 3: BAUWERKSTOPOLOGIE ALS DEKOMPOSITIONSSTRUKTUR [2]

ein Ausschnitt aus der vollsphärischen Fotografie wird als digitale Projektion auf dem Bildschirm unverzerrt abgebildet. Auf den ersten Blick wirken diese Aufnahmen in der Viewer-Darstellung daher wie herkömmliche, zweidimensionale Fotografien (siehe Abb. 4).

Erst durch Interaktion des Betrachters mit dem Anzeigegerät (Monitor) und dem Eingabegerät (Maus) werden die Möglichkeiten der vollsphärischen Fotografie erfassbar. Entgegen herkömmlicher Aufnahmen ist hier eine Betrachtung über den Bildausschnitt hinaus möglich. Durch Steuerung des Eingabegeräts in die gewünschte Blickrichtung wird der Bildausschnitt auto-

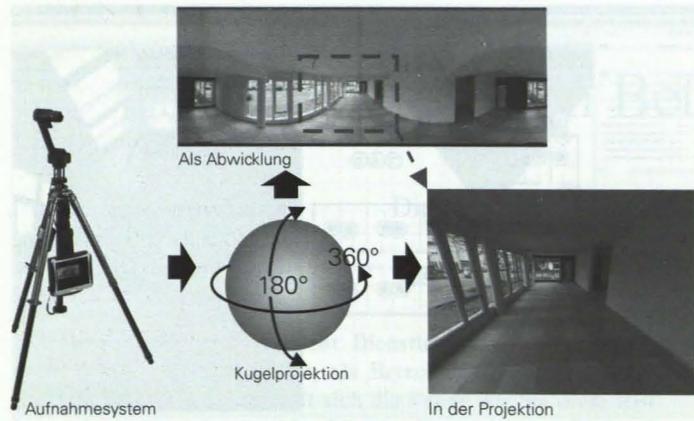


ABB. 4: VOLLSPHÄRISCHE FOTOGRAFIEN MIT SCANNERKAMERA SCENECAM®

matisch auf den neuen Bildmittelpunkt verschoben - der Betrachter kann sich in der Aufnahme frei orientieren.

Durch virtuelle Rundgängen – der Verknüpfung von mehreren vollsphärischen Fotografien auf einer Grundrissebene - kann der Gesamteindruck einer Immobilie virtuell wiedergegeben werden.

Mit modernen digitalen Scannerkameras ist es möglich, vollsphärische Fotografien auch unter den erschwerten Aufnahmebedingungen der Bauphase zu erzeugen. Die digitale Scannerkamera SceneCam® des Herstellers SpheronVR zeichnet sich durch einige technische Besonderheiten aus, die für einen Einsatz in der Baudokumentation sprechen:

- Aufnahme von digitalen vollsphärischen Fotografien ($360^\circ \times 180^\circ$) in einem Arbeitsgang,
- HDR-Aufnahmen (High Dynamic Range) mit bis zu 26 Blendenstufen,
- maximale Auflösung von 50 Megapixeln,
- photogrammetrische Messfunktion,
- GPS-Ort und Zeitstempel und
- digitale Signatur der erzeugten Fotografien.

Um eine Aufnahme auszuführen, wird die Hardware installiert und der Aufnahmevorgang gestartet. Der Motor der Kamera führt daraufhin eine horizontale Drehung um 360° aus. Durch Verwendung eines Fisheye-Objektivs wird ein Bildwinkel in der Vertikalen von mehr als 180° abgedeckt und auf dem RGB-Zeilensensor abgelichtet.

Somit wird in einem Arbeitsgang (Scan) eine vollsphärische Aufnahme erzeugt. Eine, für die Baudokumentation sehr interessante Besonderheit des Kamerasystems besteht in der komfortablen photogrammetrischen

Auswertbarkeit der Bilddaten. Von einem Aufnahmeort aus können mit dem höhenverstellbaren Stativ der Kamera zwei übereinander liegende vollsphärische Fotografien erzeugt werden. Durch Überlagerung der Aufnahmen in der digitalen

Projektion und einfacher Markierung der Messpunkte per Eingabegerät, sind Strecken- und Punktmessungen in Zentimetergenauigkeit direkt möglich – eine umständliche Orientierung der Aufnahmen zueinander entfällt (siehe Abb. 5). In der Baudokumentation bietet diese Messfunktion viele Möglichkeiten – ein in falscher Höhe



ABB. 5: PHOTOGRAMMETRISCHE STRECKENMESSUNG IN VOLLSPHÄRISCHEN FOTOGRAFIEN

angebrachtes Bauteil kann mit dieser Technologie sehr einfach nachgemessen und mit den Ausführungsangaben verglichen werden.

Die baubegleitend erzeugten vollsphärischen Fotografien werden im nächsten Schritt an das visuelle Datenbank-Managementsystem SceneCenter® weitergegeben. Mit dem Datenbank-Managementsystem ist es möglich, die vollsphärischen Fotografien mit weiteren Medien, wie Bild-, Video-, Ton-, und Textdateien zu umfangreichen visuellen Dokumentationen zu verknüpfen. Die vollsphärischen Fotografien werden hierzu auf der Grundrissebene verortet und zu einer virtuellen Begehungen der Baustelle zusammengefasst (siehe Abb. 6).

Im Weiteren werden die relevanten Dokumente wie Herstellerzulassungen, Abnahmeprotokolle, Pläne usw. in die Dokumentation eingepflegt. Neben der alphanumerischen Eingliederung werden die Dokumente im visuellen Datenbank-Managementsystem direkt in der virtuellen Begehung mit einer Drag & Drop Funktion verortet. Eine brandschutztechnische Zulassung einer Tür würde zum Beispiel als PDF-Dokument direkt mit der bildhaften Darstellung der Tür visuell verknüpft (siehe Abb. 7).

Das visualisierte Raumbuch, ausgewählte Datenbestände und Dokumentationen können in Form einer selbständig lauffähigen Datenbank direkt aus dem Datenbank-Managementsysteme publiziert und an Dritte weitergegeben werden. Sämtliche zum Anschauen und Auslesen der Datenbankinhalte benötigten Anwendungen (PDF-Viewer, Media Player, etc.) sind in den erzeugten Datenbanken enthalten.

Validation durch praktischen Einsatz

Das neuartige Dokumentationsverfahren zur baubegleitenden Dokumentation von Baumaßnahmen wurde im Rahmen praktischer Erprobungen verifiziert. Als empirischer Nachweis der Realisierbarkeit sind mit dem vorgestellten System zwei Testprojekte in unterschiedlichen Bauphasen umfangreich dokumentiert worden.

Durch den praktischen Einsatz konnte Folgendes nachgewiesen werden:

- Raumbuchstrukturen können eine lebenszyklusübergreifend, ganzheitlich verständliche Gliederungssystematik darstellen und sollten daher zur Strukturierung von Gebäude-

Informationssystemen angewendet werden.

- Vollsphärische Fotografien sind ein geeignetes Mittel, um räumlich orientierte Bauwerksinformationen bildhaft darzustellen und Raumbücher intuitiv und simultan erfassbar zu gestalten.
- Die Verwendung von Raumbuchstrukturen zur Gliederung der Dokumentation in der Bauphase ist möglich und sinnvoll. Aus dem baubegleitend erstellten Realisierungsraumbuch kann sehr effizient und verlustfrei die Bestandsdokumentation abgeleitet werden.
- Die visuelle Suche am Entstehungsort ist alphanumerischen Arbeitsoberflächen und Recherchestruckturen vorzuziehen.

Fazit und Ausblick

Mit dem vorgestellten Dokumentationsverfahren können Gebäudeinformationssysteme in der lebens-

Internetrecherche, gesteuert in Wörtern und Zahlen, Schritt für Schritt durch eine intuitive visuelle Suche vor Ort ergänzt beziehungsweise ersetzt.

Mit den untersuchten Dokumentationswerkzeugen und der erarbeiteten Dokumentationssystematik stehen dem Facility Management moderne IT-Lösungen zur Verfügung, diese Entwicklung nicht nur nachzuahmen, sondern aktiv mitzugestalten.

Während die abgelichteten Straßenzüge und Städte in der Applikation des Suchmaschinenbetreibers derzeit nur einen Ist-Zustand darstellen können, ist in den baubegleitend erstellten Gebäudein-

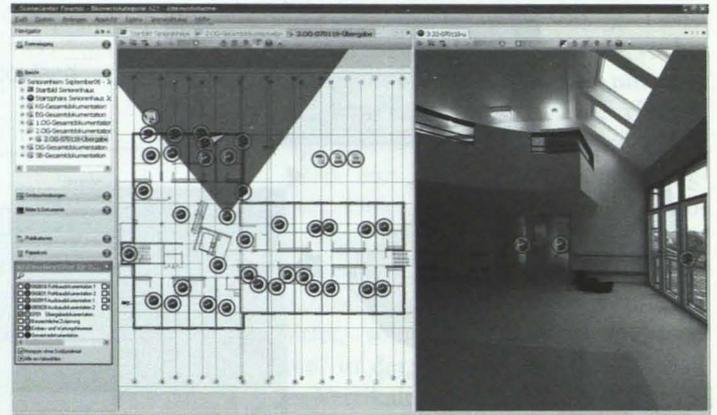


ABB. 6: VIRTUELLE BEGEHUNG DER BAUMASSNAHME

Raumbuch als Werkzeug zur Informations- und Kostensteuerung, Dissertation, Technische Universität Braunschweig, [2002]
 [3] Elsebach: Bauwerksinformationsmodelle mit vollsphärischen Fotografien – Ein Konzept zur visuellen Langzeitarchivierung von Bauwerksinformationen, Dissertation, Technische Universität Darmstadt [2008]

Autor

Dr.-Ing. Jens Elsebach
 Der Autor studierte Bauingenieurwesen an der Technischen Universität Darmstadt. In seiner Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Baubetrieb entwickelte er für verschiedene namhafte Unternehmen der Bauwirtschaft baubegleitende visuelle Dokumentationsverfahren und promovierte über langzeitarchivierungsfähige Dokumentationsysteme an der Technischen Universität Darmstadt bei Univ. Prof. Dr.-Ing. Motzko.
 Er ist als Geschäftsführer der profacto.dico GmbH, mit Sitz in Stuttgart / Graz tätig, deren Ziel die baubetriebliche und technische Beratung von Unternehmen der Bau- und Immobilienbranche im Bereich der digitalen Bau- und Nutzungsdokumentation ist.

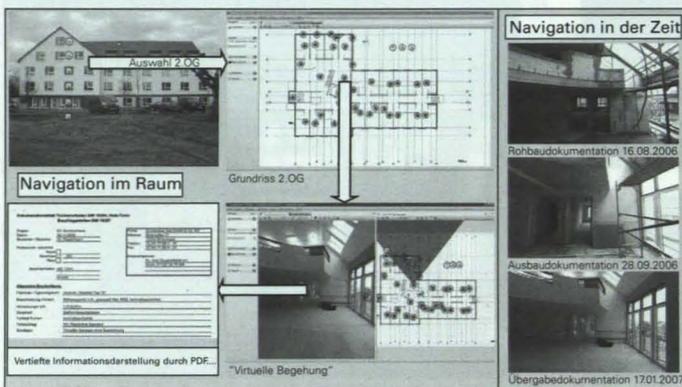


ABB. 7: NAVIGATION IM VISUALISIERTEN RAUMBUCH

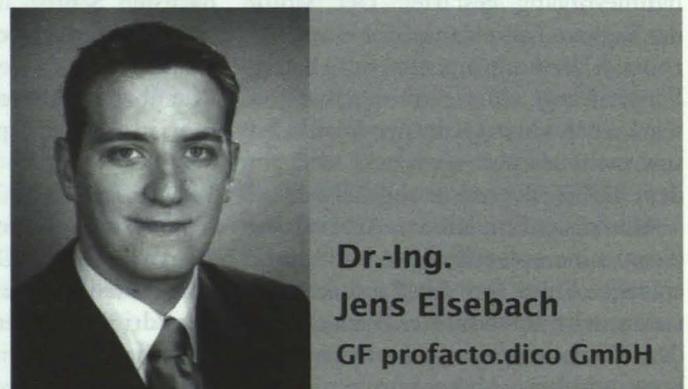
zyklusübergreifend verständlichen Gliederungssystematik der Bauwerkstopologie strukturiert werden. Vollsphärische Fotografien dienen in den erzeugten Gebäudeinformationssystemen als interaktive Benutzeroberfläche. Weiterführende Bauwerksinformationen, die in langzeitarchivierungsfähigen Dateiformaten wie PDF und JPEG abgespeichert sind, lassen sich mit dieser Benutzeroberfläche zu einem visualisierten Raumbuch zusammenfassen.

Aktuell werden vom größten Internet-Suchmaschinen-Betreiber Google Inc. ganze Straßenzüge und Städte in digitalen vollsphärischen Fotografien abgelichtet. In Verbindung mit den bereits zur Verfügung stehenden interaktiven Weltkarten wird die bisherige

aktiv auch für Nicht-Bauexperten erfahrbar (siehe Abb. 7).

Literatur

- [1] in Anlehnung an: Mehlis: Analyse des Datenentstehungsprozesses und Entwicklung eines Entscheidungsmodells für eine wirtschaftliche Vorgehensweise bei der lebenszyklusorientierten Immobiliendatenerfassung und -pflege, Dissertation, Universität Leipzig, [2005]
- [2] in Anlehnung an: Schwarte: Das



Dr.-Ing. Jens Elsebach
 GF profacto.dico GmbH