
Vorwort

Computergestütztes Planen und Bauen hat sich seit der Einführung von CAD rasant in drei größtenteils separat gebliebenen Schienen entwickelt, dem computerbasierten Analysieren und Berechnen, das auch als Computational Engineering bekannt ist, dem computerbasierten technischen Entwerfen, Planen und Bauen, kurz als CAD bezeichnet, und dem computerbasierten baubetrieblichen und kaufmännischen Planen, Managen und Bauen.

Die Integration aller drei Aspekte in einem gemeinsamen Informationsraum erfolgt erst seit Anfang der 90er Jahre über Dokumentenmanagementsysteme, auch als Projekträume bezeichnet. Eine tiefe Integration in Form von Datenbanksystemen, in denen nicht nur die Dokumente als in sich geschlossene Dateien, sondern die Dokumenteninhalte, Bauelemente, -vorgänge, -aufträge, -kosten, -zeiten, etc., explizit erfasst, integriert und miteinander in Beziehung gesetzt werden, gelang nicht, obwohl seit Ende der 80er Jahre erst der internationale Standard STEP, ISO 10303, als Datenmodell für das gesamte Ingenieurwesen und seit Mitte der 90er Jahre die Industry Foundation Classes, IFC, ISO 16739, als Datenmodell speziell für das Bauwesen entwickelt wurden. Gerade durch die IFC und zudem durch die Projekträume, wie auch durch teilintegrative Entwicklungen einzelner Softwarehäuser angestoßen, entstand im angelsächsischen Sprachraum der Begriff **Building Information Modelling, BIM**, der mehr als nur computerbasiertes Planen und Bauen bedeutet. Vielmehr erhebt er den Anspruch, durch das Wort Modellieren nicht nur das einzelne Modell, sondern die Modellierung des gesamten mehrdimensionalen Informationsraums zu erfassen.

Was ist BIM eigentlich?

BIM ist die ganzheitliche Arbeitsweise mit allen Daten des gesamten Baulebenszyklus in digitaler Form.

In dieser Aussage stecken zwei wesentliche Ansprüche.

Zum einen sollen alle Daten in digitaler Form und damit in digitalen Modellen vorhanden sein, sodass die Modelle ausgetauscht, modifiziert und zusätzlich durch den Compu-

ter, d. h. durch Softwaresysteme geprüft, validiert und mit weiteren Informationen manuell und automatisch angereichert werden können.

Zum anderen soll eine ganzheitliche Arbeitsweise möglich sein. Dies bedeutet, dass die digitalen Daten, sprich digitale Modelle, miteinander in Verbindung stehen und die Modelle keine singulären Informationsinseln bilden. Die Modelle müssen einerseits interoperabel sein, d. h. ihre Daten müssen gegenseitig austauschbar und vergleichbar sein. Somit müssen gleiche oder gegenseitig überführbare Datenmodelle und Datenformate vorliegen. Andererseits müssen die Modelle und damit die Daten untereinander verlinkt sein, um eineindeutig zu wissen, welche Daten und welche Informationen eine holistische, ganzheitliche Informationseinheit bilden. Erst damit ist ein anspruchsvolles, effizientes und ganzheitliches Arbeiten und Managen der Daten und ihrer Informationen möglich.

Mit den derzeitigen Informations- und Kommunikationstechnologien, IKT, im Bauwesen liegen die Baudaten größtenteils in digitaler, jedoch noch nicht in interoperabler, gegenseitig austauschbarer Form vor. Zudem sind sie nicht miteinander digital verlinkt.

Der Multimodellansatz, der hier vorgestellt wird, ist ein BIM Ansatz, der alle derzeitigen BIM Methoden aufgreift und zudem das Problem der digitalen Verlinkung der Daten einschließlich des expliziten Austauschs der formalisierten Verlinkung löst und so eine durchgehende, ganzheitliche digitale Arbeitsweise erstmals ermöglicht.

Der Schwerpunkt des Buches liegt auf der BIM Anwendung im Baumanagement und Baubetrieb. Die vorgestellten Methoden und Arbeitsweisen gelten jedoch für das gesamte Bauwesen. Eine der ersten Anwendungen von BIM im Baubetrieb in Deutschland dürfte die Glasüberdachung der Gleise des Kölner Hauptbahnhofs 1990 gewesen sein. Alle Dachsegmente sind durch die Krümmung der Gleise in der Horizontalen individuelle geometrische Körper. Sowohl für die Konstruktion dieser Bauelemente als auch für die Einhebung und Montage mit Kranen wurde von der Fa. Züblin AG ein 3D Visualisierungssystem in Verbindung mit eigenentwickelten Algorithmen für die geometrischen Berechnungen eingesetzt. Damit konnten alle komplexen, konstruktiv geometrischen sowie die bei der Montage auftretenden räumlichen Probleme bewältigt werden.

BIM hat sich seit der Jahrtausendwende rasant entwickelt und seit dem letzten Jahrzehnt als Eintrittsvoraussetzung bei internationalen Großprojekten etabliert. Auf dem deutschen Markt hingegen blieb es relativ unbeachtet. Großprojekte wurden weiterhin in der altbekannten Arbeitsweise des computerbasierten Planens und Bauens durchgeführt.

Das Mefisto Projekt

Im Frühjahr 2008 wurde auf Anregung von Herrn Ministerialdirigent a. D. Dr. Rainer Jansen vom Bundesministerium für Bildung und Forschung, BMBF, ein Seminar „IKT – Innovationspotential für das Bauwesen“ im Rahmen des BMBF Förderprogramms „IKT 2020 – Forschung für Innovationen“ durchgeführt. Diese Veranstaltung war Ausgangspunkt des Projekts Mefisto, ein Leitprojekt des BMBF für das Bauwesen, das Ende September 2012 abgeschlossen wurde. Mit einer Laufzeit von 3,5 Jahren und einem Projektvolumen von

15,7 Millionen Euro gehörte es zu den führenden Forschungsprojekten im Bereich des BIM in Europa und setzte neue Meilensteine im Hinblick auf modell- und prozessbasiertes Arbeiten, digitale Fabrik und das Thema Industrie 4.0 im Bauwesen.

Ziel des Forschungsvorhabens war die Entwicklung eines auf BIM basierenden Managementführungssystems für die partnerschaftliche, prozessgesteuerte und risikokontrollierte Abwicklung von Bauprojekten. Ausgangspunkt waren die Planungs- und Controllingmodelle, die heute in Bauprojekten eingesetzt werden. In jeder Planungs- und Ausführungsphase entsteht eine Vielzahl von Fachmodellen mit unterschiedlichen Detaillierungsgraden, wodurch ein mehrdimensionaler Informationsraum aufgespannt wird, der heute noch von keinem Softwaresystem vollständig integrativ unterstützt wird. Durch die gezielte Zusammenführung dieser Fachmodelle in einem Multimodell über die Grenzen von Unternehmen, Fachdisziplinen und Organisationshierarchien hinweg ergeben sich vielfältige neue Möglichkeiten, die Integrität der Planungen zu überprüfen und zu visualisieren sowie die Konsequenzen ihrer Umsetzung zu kontrollieren und zu analysieren, ohne dabei den Wirkungsbereich bestehender Softwaresysteme zu beeinträchtigen.

Im Projekt Mefisto haben die Partner die Multimodellmethode in Kombination mit der prozessbasierten Arbeitsweise sowie eine Vielzahl von Datenspezifikationen, Methoden und Softwaresysteme entwickelt, um Fachmodelle in Multimodellen zusammenzuführen und diese auszutauschen, zu überprüfen, zu visualisieren und zu transformieren sowie in Simulations- und Analysemodellen weiterführend zu nutzen. Ein beachtlicher Teil dieser Entwicklungen wurde von den Praxispartnern im operativen Geschäft getestet und wird seit Projektende in kommerziellen Softwareprodukten angeboten.

Neben den Softwarelösungen sind besonders wertvolle Projektergebnisse die gemeinsam entwickelten Vorstellungen darüber, wie BIM in der Praxis ganz konkret aussehen kann. Zahlreiche engagiert geführte Diskussionen und detaillierte Szenarioanalysen waren erforderlich, um ein gemeinsames Verständnis zu etablieren, für die unterschiedlichen Arbeitsaufgaben und Begriffswelten sowie die sich daraus ergebenden Anforderungen an die Fachmodelle und Softwarewerkzeuge in der Objektplanung, im Bauprojektmanagement, in der Arbeitsvorbereitung, in der Prozesssimulation sowie im Risikomanagement.

Für die Erprobung und Präsentation der neuen multimodell- und prozessbasierten Arbeitsweise wurden schließlich umfassende Szenarien auf der Grundlage von zwei realen Bauprojekten, einem Hochhaus und einem Flughafenterminal, erarbeitet. Die für das Mefisto Hochhaus und den Mefisto Flughafenterminal erstellten und in Multimodellen kombinierten Fachmodelle sowie Visualisierungen und Analysemodelle bieten die Grundlage für die Demonstration der Projektergebnisse, die in den Kapiteln des Buches, geordnet nach verschiedenen Themen, erläutert sind. Die erstellten Fach- und Multimodelle sind auf der Projektwebseite www.mefisto-bau.de veröffentlicht und stehen zur freien Nutzung zur Verfügung.

Insgesamt hat sich die Bedeutung digitaler Gebäudemodelle sowie integrierter Prozessmodelle für das BIM erneut bestätigt. Darüber hinaus wurden im Rahmen der Projektzusammenarbeit und im Dialog mit externen Partnern für die beiden Schlüsseltechnologien BIM und Multimodelle weitere Anwendungen identifiziert und Softwareanwen-

dungen entwickelt, die besonders die folgenden vier Bereiche betreffen: (1) die Kombination von Fachmodellen, um Projektinformationen flexibler integrieren, synchronisieren und weiterverwenden zu können, (2) die hierarchische Modellierung, um aussagekräftige Fachmodelle bei geringer Komplexität und minimiertem Modellierungsaufwand zu erhalten, (3) der schnelle Aufbau von Simulations- und Analysemodellen, um die Konsequenzen der Planung und Ausführung effektiver vorhersagen zu können, und (4) die Definition von Modellinhalten und -qualitäten, um die Fachmodelle gezielter erstellen und effektiver prüfen zu können.

Die Fortsetzung der Entwicklungsarbeit an der multimodellorientierten Arbeitsweise, insbesondere für die virtuelle Baustelle, und am Zusammenspiel mit den Simulationsuntersuchungen erscheint sinnvoll und wichtig. Eine breitere Anwendung in der Baupraxis kann erwartet werden. *Traditio et Innovatio* – Tradition und Innovation. Innovative multimodellbasierte Baustellenplanung und Projektmanagement sollen die bewährten Traditionen und Methoden in Baustellenplanung und Projektmanagement aufgreifen und weiterentwickeln. Nur in der Hand kreativer Ingenieure werden die virtuelle Baustelle und das virtuelle Bauprojekt zu einem wirkungsvollen Werkzeug. Unsere Vision des neuen Werkzeugs ist ein realistisches Multimodell der gesamten geplanten Baustelle mit allen ihren Komponenten und Eigenschaften, ein virtuelles, dreidimensionales Baustellen- und Bauwerksmodell als Eintritt in die Anwendung von Industrie 4.0 in der Bauindustrie. Dieses virtuelle Bauprojekt, als Repräsentation für das geplante Bauvorhaben, soll strategische Entscheidungen unterstützen und absichern und die Informationen sicherer an die Endnutzer auf der Baustelle, die Handwerker, tragen. Die Einbindung von Handwerker wird sicher einen wichtigen Platz in Industrie 4.0 einnehmen. Um diese Vision Wirklichkeit werden zu lassen, sollen alle Bedingungen, die die Baustellen- und Bauorganisation prägen, so exakt wie erforderlich und so minimal wie möglich erfasst werden. Durch die im Multimodellansatz enthaltene Technologie der Level of Detail ist es möglich, für jede Phase minimalistische Fachmodelle mit unterschiedlichem Detaillierungsgrad einzusetzen und diese zwischen den Phasen zu verknüpfen.

Die virtuelle Baustelle und das virtuelle Bauwerk sollen den Rahmen bieten für eine aussagekräftige Analyse von Geometrie, Montagevorgängen, Kranbewegungen und ganzen Herstellprozessen sowie darüber hinaus den gesamten mehrdimensionalen Informationsraum des gesamten Bauprojekts als integrativen Informationsraum erfassen, um ihn ganzheitlich zu managen und zu beherrschen. Ein ganzheitliches Projektcontrolling in Verbindung mit einem Projektrisikomanagement muss das ultimative Ziel sein. Der Stand unserer Entwicklungen wird aufgezeigt und es wird ein Ausblick auf weitere wichtige Arbeiten gegeben. Das Zusammenspiel der entwickelten Vorlagen und Werkzeuge funktioniert, die Austauschformate sind abgestimmt und der Datenaustausch ist erprobt. Noch ist die Anwendung von virtuellen Baustellen- und Bauprojektmanagementmodellen in der Bauindustrie nicht sehr verbreitet. Deshalb wird hier der Versuch unternommen, die signifikanten Vorteile aufzuzeigen und so die Anwendung von BIM und von Multimodell- und Simulationsmethoden im Bauwesen attraktiver zu machen. Die multimodellbasierte Baustellenplanung ist an den Bedürfnissen der Bauindustrie ausgerichtet und wir erwar-

ten, dass sich ein wichtiger Beitrag für künftige Planungsmethoden ergibt. Insbesondere erwarten wir eine spürbare Zunahme der Planungssicherheit.

Aus dem Projekt Mefisto heraus entstanden mehrere Standardisierungsgruppen, wie die Gruppe für Schemafilter, -transformationen und Schnittstellendefinitionen in buildingSMART, die die Methoden mvdXML und ifcXML weiterentwickelt, die Arbeitsgruppe für Multimodelle ebenfalls in buildingSMART, die die Definition und Formalisierung des Multimodells standardisiert, sowie die Arbeitsgruppe BIM im Verein Deutscher Ingenieure, VDI, die eine Richtlinie für das Arbeiten mit BIM erstellt.

Aufbau des Buches

Das Buch ist in vier Teile gegliedert, die jeweils mit I und II bezeichnet sind und in zwei Bänden publiziert werden. Band 1 enthält die Teile über Modelle, Methoden und Prozesse, Band 2 die Teile mit den Anwendungen von BIM und Multimodellen.

- Band 1 – Teil I: Modelle, Definitionen und Plattform
- Band 1 – Teil II: Methoden und Prozesse
- Band 2 – Teil I: Anwendung von Multimodellen in der Baustellenplanung und Bauablaufsimulation
- Band 2 – Teil II: Anwendung von Multimodellen im Bauprojektmanagement und Risikomanagement

Band 1 besteht zum großen Teil aus Ausführungen zu den mehr theoretischen Themen, was z. B. Modelle, Prozesse, Verlinkung, Konfiguration angeht. Hierbei erläutern aber die Kap. 7 in Teil I und Kap. 23 in Teil II die praktische Anwendung anhand zwei realer Bauprojekte und zeigen die Vorgehensweise, wie Multimodelle bauwerksorientiert und prozessorientiert aufgebaut und eingesetzt werden.

Band 2 liefert die Anwendung von Multimodellen in der Praxis hinsichtlich Baustellenplanung und Bauablaufsimulation und Bauprojekt- und Risikomanagement.

Die Autoren wünschen Ihnen viel Spaß beim Lesen und hoffen, Ihr Interesse an BIM und Multimodellen nicht nur geweckt zu haben, sondern Ihnen Ideen für den Einsatz in Ihrem Bereich gegeben zu haben.

Danksagung

Unser Dank gilt allen Mitwirkenden und Unterstützern des Projekts Mefisto. In erster Linie danken wir dem Bundesministerium für Bildung und Forschung für die Förderung des Projekts in Höhe von 9,2 Mio. Euro, die es erst ermöglicht hat, die komplexen Themen ganzheitlich in dieser Breite und Tiefe anzugehen. Spezieller Dank gilt Herrn Ministerialdirigenten a. D. Dr. Rainer Jansen sowie Herrn Dipl.-Ing. Michael Beichert und Herrn Jürgen Koch, beide Projektträger DLR, die durch ihr kritisches Engagement erheblich zum Gelingen des Projekts beitrugen.

Allen Projektpartnern sei an dieser Stelle gedankt, dass sie unter dem üblichen Zeitdruck sich die Mühe genommen und ihre Beiträge über ihre Forschungs- und Entwicklungsergebnisse mit hohem Engagement, teilweise sogar in ihrer Freizeit, erstellt haben.

Dresden, Deutschland
September 2014

Prof. Dr.-Ing. Raimar J. Scherer
Sven-Eric Schapke

Zur Rechtschreibung

Der Text beinhaltet sehr viele Fachwörter, die als Fremdwörter aus dem englischen Sprachraum stammen. Ebenso beinhaltet der Text viele Abkürzungen und viele adjektivierte Substantive, wie z. B. internet-basiert, die in der Fachsprache der Informatik beliebt geworden sind und dieser einen unverkennbaren, aber nicht unbedingt grammatikalisch schönen Charakter verleihen.

All diese Wörter sind teilweise schon Bindestrichwörter oder würden zu ebensolchen führen, wenn sie in zusammengesetzten Wörtern vorkommen, von denen wiederum unsere Sprache lebt. Als Konsequenz hätte sich im Mittel alle zwei Zeilen ein Bindestrich (-wort) eingeschlichen, ein Zeichen, das man in den meisten Sprachen gar nicht kennt.

Der Text würde dadurch in meinen Augen sehr unästhetisch anzusehen sein. Das dritthäufigste Zeichen nach dem e und n wäre, gefühlt, auf einmal der Bindestrich geworden.

Nachdem der Duden heute schon in einzelnen Fällen ein Zusammenschreiben ohne Bindestrich oder eine Einzelwortschreibung ohne Bindestrich als akzeptierte Alternative zulässt, habe ich mich entschieden, diese alternative Schreibweise aufzugreifen und ganz konsequent, d. h. über den Duden hinausgehend, anzuwenden, also entweder Zusammenschreibweise bei deutschen Wörtern und bei Fremdwörtern in Kombination mit deutschen Wörtern oder Einzelschreibweise bei Abkürzungen und Eigennamen.

Der Text wurde auf einmal wieder zu einem ästhetischen Buchstabentext und verlor seine Unruhe, die er durch die vielen Bindestrichhilfen vorher hatte.

Insgesamt habe ich mich für eine spartanische Textausgestaltung entschieden und so konsequent und einheitlich auf Schreibweisen in fett oder kursiv und in Anführungsstrichen verzichtet, bis auf ganz wenige Ausnahmen, wenn mehrere Wörter einen Begriff bildeten, dessen Erkennung im fließenden Satz untergegangen wäre. Auch habe ich die extensive Nutzung von Klammern stark reduziert und durch das weitaus schlichtere Komma ersetzt oder ganz darauf verzichtet.

Ich hoffe, dass die Grammatikenthusiasten mir diese noch nicht offizielle Schreibweise nachsehen.

Ein ganz persönlicher Dank

Ein ganz besonderer Dank gilt meiner Frau Maria Scherer für ihre Geduld mit mir, gerade in den letzten acht anstrengenden Monaten, in denen aus der Vielzahl der Beiträge eine Einheit zu formen war, und für die ehrenamtliche Übernahme des Lektorats, das un-

ter enormem Zeitdruck stand, sodass nicht immer die Zeit blieb, alle Zuarbeiten in der erwünschten Tiefe zu kontrollieren.

Auch möchte ich allen Mitarbeitern meines Instituts, sowohl denen, die direkt am Buch beteiligt waren und auch in ihrer Freizeit am Gelingen beigetragen haben, als auch denen die mir Institutsarbeit abgenommen und dadurch den Rücken freigehalten haben, herzlich danken.

Ein besonderer Dank gilt meinem ehemaligen Mitarbeiter und Mitherausgeber, Herrn Sven-Eric Schapke, der mich gedrängt hat, dieses Buch anzugehen und der während seiner Zeit an meinem Institut, auch unter sehr großen Einsatz in seiner Freizeit, das Buch mit mir konzipiert und über viele Monate die Mitautoren motiviert und koordiniert hat, ihre Kapitel zum Buch beizutragen. Als er mein Institut zum Juli 2013 verließ, konnte er mir einen beachtenswerten Rohling von 595 Seiten übergeben.

Dresden, Deutschland
September 2014

Prof. Dr.-Ing. Raimar J. Scherer

Informationssysteme im Bauwesen 2

Anwendungen

Scherer, R.J.; Schapke, S.-E. (Hrsg.)

2014, XIV, 341 S. 190 Abb., 61 Abb. in Farbe.,

Hardcover

ISBN: 978-3-662-44759-8