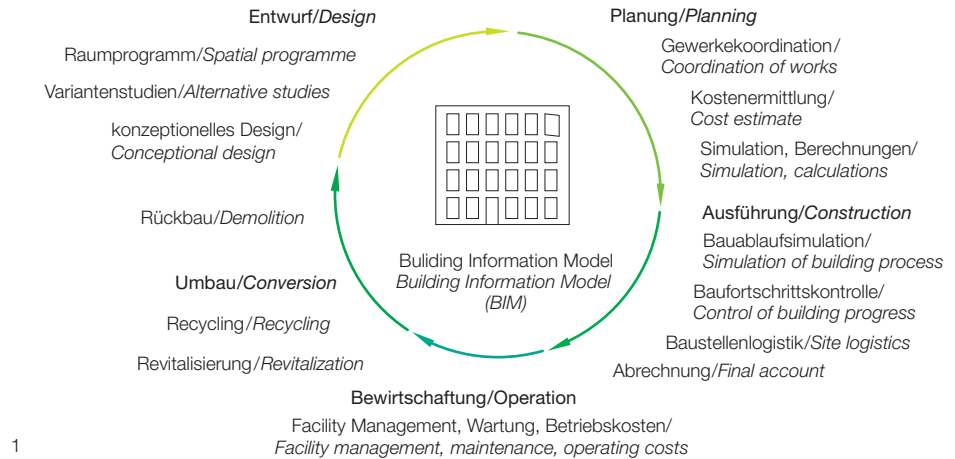


Building Information Modeling

Building Information Modelling

André Borrmann



Building Information Modeling ist in aller Munde. Diese innovative Planungstechnik, die auf der durchgängigen Verwendung moderner digitaler Werkzeuge beruht, ist dabei, die Planungs- und Ausführungsprozesse im Bauwesen einem grundlegenden Wandel zu unterwerfen. Es wird erwartet, dass diese Technologie zu einer maßgeblichen Effizienz- und Qualitätssteigerung in Bauplanung und -ausführung beitragen kann. Was steckt dahinter?

Warum Building Information Modeling?

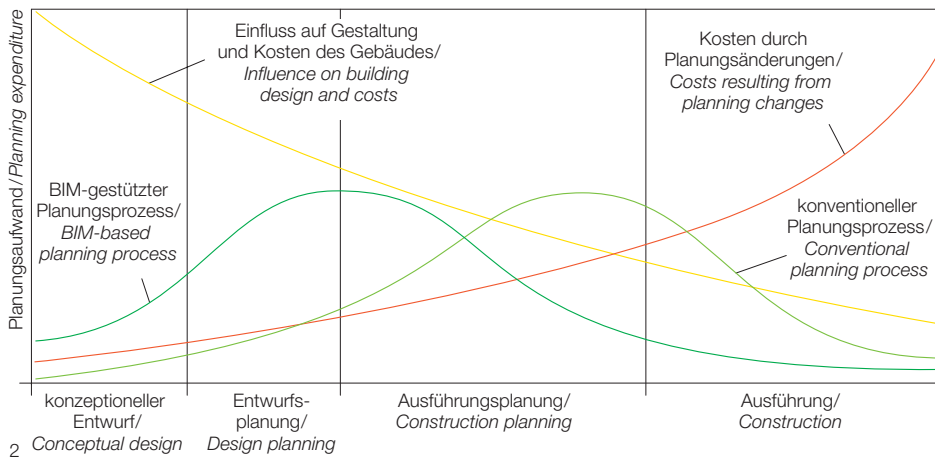
Die Digitalisierung hat im vergangenen Jahrzehnt weite Bereiche der Wirtschaft erfasst und für einen immensen Zugewinn an Produktivität in den unterschiedlichsten Industriesektoren gesorgt. Diese Produktivitätsgewinne sind an der Baubranche weitestgehend vorbeigegangen. Zwar werden auch im Bauwesen für die Planung, Errichtung und den Betrieb von Gebäuden digitale Werkzeuge eingesetzt, der Grad der Weiternutzung einmal erzeugter digitaler Informationen bleibt jedoch weit hinter dem anderer Branchen zurück. Viel zu häufig gehen wertvolle Informationen verloren, weil lediglich gedruckte Baupläne weitergegeben werden oder Digitalformate nur eingeschränkt weiterverwendbar sind. Derartige Informationsbrüche treten über den gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks auf. Die für das Erstellen von Gebäudeplänen verwendeten Softwareprogramme imitieren noch immer die jahrhundertalte Arbeitsweise mit dem Zeichenbrett. Strichzeichnungen können aber nicht vom Computer interpretiert werden, d.h. die darin enthaltenen Informationen lassen sich zum großen Teil nicht automatisiert erschließen und verarbeiten. Dadurch bleibt das große Potenzial, das die Informationstechnologie zur Unterstützung der Projektabwicklung und Bewirtschaftung bietet, so gut wie ungenutzt. Eines der schwerwiegendsten Probleme liegt darin, dass die Konsistenz der verschiedenen technischen Zeichnungen heute häufig nur manuell geprüft werden kann. Daraus ergibt sich eine massive Fehlerquelle, vor allem weil die Gebäudeinformationen

über eine Vielzahl von Plänen verstreut vorliegen. Besonders bei Änderungen der Planung können schnell Unstimmigkeiten und Fehler auftreten, die oft erst während der Bauausführung entdeckt werden und dann zu enormen Folgekosten führen. Darüber hinaus führt die mangelnde Informationstiefe der Baupläne oft dazu, dass Gebäudeinformationen für Simulationen, Analysen und Berechnungen nicht auf direktem Wege übernommen werden können, sondern in den entsprechenden Softwarewerkzeugen erneut eingegeben werden müssen. Ebenso problematisch ist die Übergabe von Bauplänen an den Bauherrn nach der Fertigstellung des Gebäudes: Dieser muss mit viel Aufwand die notwendigen Informationen für den Betrieb des Gebäudes extrahieren und in ein Facility Management-System überführen. Bei allen genannten Übergabepunkten gehen bereits vorhandene digitale Informationen wieder verloren. Die Idee des Building Information Modeling setzt genau hier an. Die BIM-Methode ermöglicht im Vergleich zu bisherigen Verfahren viel tiefgreifendere Möglichkeiten zur Computerunterstützung bei Planung, Bau und Betrieb von Bauwerken, da Bauwerksinformationen nicht in Zeichnungen abgelegt, sondern in Form eines umfassenden digitalen Bauwerksmodells erstellt, vorgehalten und weitergegeben werden. Andere Industriezweige wie etwa die Automobilindustrie setzen schon länger auf eine durchgängige modellgestützte Produktentwicklung und -fertigung und haben dadurch erhebliche Effizienzgewinne erzielt. Im Gegensatz dazu ist das Bauwesen jedoch anderen, teils sehr schwierigen Randbedingungen unterworfen: Die Prozess- und Wertschöpfungskette ist über eine Vielzahl von Unternehmen (Architekturbüros, Fachplaner, Baufirmen) verteilt. Die Zusammenarbeit dieser Akteure wird i.d.R. immer für einzelne Bauvorhaben und nicht über längere Zeiträume hinweg vereinbart. Infolgedessen existieren vielfältige Schnittstellen zwischen verschiedenen Unternehmen, an denen digitale Informationen übergeben werden müssen. Da eine zentrale Steuerung des In-

formationsflusses nicht gegeben ist, kommt im Bauwesen dem Kunden, also dem Bauherrn, eine besondere Rolle zu. Um von den Vorteilen dieser Planungsmethode profitieren zu können, muss er die Nutzung von BIM fordern, definieren und überwachen.

Was ist neu an BIM?

Unter einem Building Information Model (BIM) versteht man ein umfassendes digitales Abbild eines Bauwerks mit großer Informationstiefe. Dazu gehören neben der dreidimensionalen Geometrie der Bauteile vor allem auch nicht-geometrische Zusatzinformationen etwa über Produkttypen, technische Eigenschaften oder Kosten. Der Begriff Building Information Modeling beschreibt entsprechend den Vorgang der Generierung, Änderung und Verwaltung eines solchen Bauwerksmodells. Im erweiterten Sinne bezeichnet dieser Begriff jedoch auch die Nutzung des digitalen Modells über den gesamten Lebenszyklus des Bauwerks (Abb. 1). Vor allem hierin liegt das enorme Potenzial der BIM-Technologie: Wenn über die einzelnen Phasen hinaus Daten konsequent weitergenutzt werden, lässt sich die bislang übliche aufwändige und fehleranfällige Wiedereingabe von Informationen auf ein Minimum reduzieren. Augenfälliges Merkmal eines Building Information Model ist die dreidimensionale Modellierung des Bauwerks, die das Ableiten von konsistenten 2D-Plänen für Grundrisse und Schnitte ermöglicht. Im Unterschied zu reinen 3D-Modellierern bieten BIM-Entwurfswerkzeuge zudem einen Katalog mit bauspezifischen Objekten an, der vordefinierte Bauteile wie Wände, Stützen, Fenster, Türen etc. beinhaltet. Diese Bauteilobjekte kombinieren die meist parametrisierte 3D-Geometriedarstellung mit weiteren beschreibenden Merkmalen (Attributen bzw. Eigenschaften) und definieren Beziehungen zu anderen Bauteilen. Die Arbeit mit diesen Bauteilen ist unter anderem deshalb essenziell, damit später Pläne aus dem BIM abgeleitet werden können, die den geltenden Vorschriften und Normen entsprechen. Daneben erlaubt die bauteilorientierte Model-



- 1 Building Information Modeling beruht auf der durchgängigen Nutzung eines digitalen Gebäudemodells über den gesamten Lebenszyklus.
 - 2 BIM führt zu einer Vorverlagerung von Planungs- und Entscheidungsprozessen. Baugestaltung und -kosten lassen sich so umfassender beeinflussen und der Aufwand für Planungsänderungen sinkt.
 - 3 Unterscheidung zwischen little bim, BIG BIM, Closed BIM und Open BIM«
- 1 Building Information Modelling (BIM) is based on a continuous use of a digital construction model through the entire life cycle
 - 2 BIM results in bringing forward the planning and decision-making processes. Building design and costs can thus be more comprehensively controlled and the amount of planning changes reduced.
 - 3 Distinctions between little BIM, BIG BIM, Closed BIM and Open BIM

lierung eines Bauwerks vor allem die Anwendung unterschiedlichster Auswertungs- und Simulationswerkzeuge. Kombiniert man das 3D-Bauwerksmodell mit Informationen zum Bauablauf, spricht man häufig von einem 4D-Modell, kommen zusätzlich noch Informationen zu den anfallenden Kosten hinzu, von einem 5D-Modell.

BIM im Planungsprozess

Ein wesentlicher Vorteil von BIM für die Planer ist die Widerspruchsfreiheit der Entwurfs- und Konstruktionszeichnungen, die alle aus einem Gebäudemodell abgeleitet werden. Ferner sind Kollisionskontrollen zwischen den Teilmodellen der verschiedenen Gewerke möglich, um Konflikte frühzeitig zu erkennen. Zum Teil kann das Modell zudem auf Einhaltung von gesetzlichen Vorschriften Normen und Richtlinien geprüft werden. Und schließlich erlaubt das BIM-Modell eine äußerst präzise Mengenermittlung als Grundlage für die Kostenschätzung und das Erstellen des Leistungsverzeichnisses. Durch den Einsatz von BIM in der Planung ergibt sich gegenüber den bisherigen Abläufen eine Aufwandsverlagerung (■Abb. 2). Bei der konventionellen Planung fällt der Hauptaufwand zur Ausarbeitung des Entwurfs in die späten Planungsphasen. Das führt dazu, dass die Anwendung von Analy-

se- und Simulationswerkzeugen sowie eine umfassende Bewertung des Entwurfs erst zu einem fortgeschrittenen Zeitpunkt möglich sind. Dann sind die Möglichkeiten zur Änderung des Entwurfs allerdings bereits sehr begrenzt bzw. führen zu erheblichen zusätzlichen Kosten.

Im Gegensatz dazu verlagert der BIM-gestützte Planungsprozess den Planungsaufwand in die frühen Phasen, da bereits hier ein umfassendes digitales Modell des Entwurfs geschaffen wird. Dieses Modell lässt sich auch bereits früh in der Planung für erste Simulationen und Berechnungen verwenden. Auf diese Weise können unterschiedliche Entwurfsoptionen eingehend untersucht werden, was zu einem verringerten Aufwand in späten Planungsphasen und einer erhöhten Entwurfsqualität führt.

BIM in der Bauausführung

Auch für Vorbereitung und Begleitung der Bauausführung bietet die Nutzung von BIM enorme Vorteile. Die Bereitstellung eines digitalen Gebäudemodells im Rahmen der Ausschreibung erleichtert den Baufirmen die Aufwandsermittlung für die Angebotsabgabe und ermöglicht später die präzise Abrechnung. Mithilfe eines 4D-BIM, das durch Kombination der Bauteilobjekte mit den geplanten Fertigstellungszeiträumen erzeugt

wird, ist es möglich, den Bauablauf zu prüfen, etwaige Unstimmigkeiten bzw. räumliche Kollisionen frühzeitig zu erkennen und die Baustellenlogistik zu koordinieren. Auch die Abrechnung von Bauleistungen sowie das Mängelmanagement lassen sich wiederum anhand eines BIM realisieren.

BIM im Gebäudebetrieb

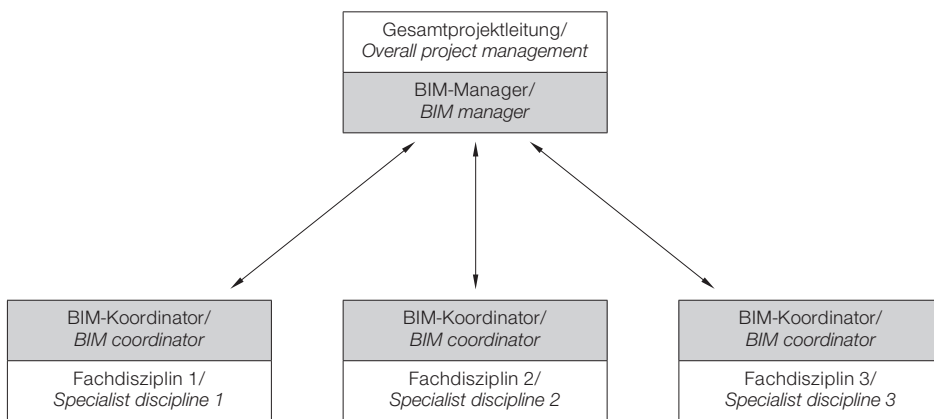
Ganz wesentliche Vorteile des BIM-Ansatzes ergeben sich aus der Nutzung des digitalen Gebäudemodells über die vergleichsweise lange Nutzungs- bzw. Bewirtschaftungsphase. Voraussetzung hierfür ist die Übergabe des BIM-Modells vom Planer an den Bauherrn, ggf. ergänzt um Informationen aus der Ausführung. Erhält der Bauherr anstelle von »toten« Zeichnungen hochwertige digitale Informationen in Form eines Building Information Models, kann er diese direkt für das Facility Management verwenden und dabei beispielsweise Informationen zu den Raumgrößen, Elektro- und Haustechnikanschlüssen direkt übernehmen. Für den Gebäudebetrieb besonders hilfreich sind Zusatzinformationen zu den verbauten technischen Geräten einschließlich der Wartungsintervalle und Garantiebedingungen. Wichtig ist die kontinuierliche Pflege des digitalen Gebäudemodells, d.h. alle Änderungen am realen Gebäude müssen auch im digitalen Abbild entsprechend nachgeführt werden. Kommt es zu größeren Umbaumaßnahmen oder wird das Gebäude am Ende seines Lebenszyklus zurückgebaut, gibt das Modell genauen Aufschluss über die verbauten Materialien und ermöglicht so eine umweltgerechte Entsorgung bzw. das Recycling von Bauteilen.

Die BIM-Terminologie: Little bim und BIG BIM, Closed BIM und Open BIM

Der Umstieg von der zeichnungsgestützten auf die modellgestützte Arbeit macht Änderungen an den unternehmensinternen und unternehmensübergreifenden Prozessen notwendig. Um die Funktionstüchtigkeit der Abläufe nicht zu gefährden, ist ein schrittweiser Übergang sinnvoll. Entsprechend unterscheidet man bei der Umsetzung von

Little bim	BIG BIM
Verwendung von BIM-Softwareprodukten als Insellösung zur Bearbeitung spezifischer Aufgaben / use of BIM software products as island solution for processing specific tasks	Durchgängige Nutzung digitaler Gebäudemodelle über verschiedene Disziplinen und Lebenszyklusphasen / continuous use of digital building models via various disciplines and life-cycle phases

Open BIM Softwareprodukte verschiedener Hersteller; Datenaustausch mit offenen Formaten / software products of different manufacturers; data exchange with open formats	Little open BIM	Big open BIM
Closed BIM Software eines einzelnen Herstellers; Datenaustausch in proprietären Formaten / software of a single manufacturer; data exchange in proprietary formats	Little closed BIM	Big closed BIM



4

BIM verschiedene technologische Stufen. Die einfachste Unterscheidung wird mit den Begriffen »BIG BIM« und »little bim« vorgenommen (■Abb. 3). Dabei bezeichnet little bim die Nutzung einer spezifischen BIM-Software durch einen einzelnen Planer im Rahmen seiner disziplinspezifischen Aufgaben. Mit dieser Software wird ein digitales Gebäudemodell erzeugt und Pläne abgeleitet. Es findet jedoch keine Weiternutzung des Modells über verschiedene Softwareprodukte hinweg statt. Das Gebäudemodell wird auch nicht zur Koordination der Planung zwischen den beteiligten Fachdisziplinen genutzt, sondern diese erfolgt weiterhin zeichnungsgestützt. Zwar lassen sich mit little bim bereits Effizienzgewinne erzielen, das große Potenzial einer durchgängigen Nutzung digitaler Gebäudeinformationen bleibt jedoch unerschlossen. Im Gegensatz dazu bedeutet BIG BIM die konsequente modellbasierte Kommunikation zwischen allen Beteiligten über alle Phasen des Lebenszyklus eines Gebäudes hinweg. Für den Datenaustausch und die Koordination der Zusammenarbeit werden in umfassender Weise Internetplattformen und Datenbanklösungen eingesetzt.

Unabhängig davon stellt sich die Frage, ob ausschließlich Softwareprodukte eines Herstellers eingesetzt und für den Datenaustausch entsprechende proprietäre Schnittstellen genutzt werden (Closed BIM) oder ob offene, herstellernerneutrale Datenformate zum Einsatz kommen, die den Datenaustausch zwischen Produkten verschiedener Hersteller ermöglichen (Open BIM). Zwar decken einzelne Softwarehersteller mit ihren Produkten bereits eine große Bandbreite der Aufgaben in Planung, Bau und Betrieb ab. Allerdings wird es auch weiterhin Lücken geben, bei denen Produkte anderer Hersteller zum Einsatz kommen müssen. Außerdem nutzen die an einem Projekt beteiligten Fachplaner und Unternehmen in aller Regel Softwarepakete unterschiedlicher Hersteller. Die sich daraus ergebende mangelnde Interoperabilität verursacht enorme Kosten, die das US-amerikanische Institut für Standards und Technologie (NIST) für das Jahr

2002 auf 15,8 Milliarden US-Dollar geschätzt hat. Diese Situation hat sich bis heute nicht grundlegend geändert.

Um dieser enormen Verschwendung von Wirtschaftskraft zu begegnen und den Datenaustausch zwischen den Softwareprodukten zu verbessern, gründete sich Anfang der 1990er-Jahre die Internationale Allianz für Interoperabilität (IAI), eine internationale Non-Profit-Organisation, die sich 2003 in buildingSMART umbenannt hat. Sie hat mit den Industry Foundation Classes (IFC) ein herstellerunabhängiges Datenformat zur Beschreibung von Bauwerksmodellen geschaffen. Das Datenmodell beinhaltet umfangreiche Datenstrukturen zur Beschreibung von Objekten aus nahezu allen Bereichen des Hochbaus. Es wurde 2013 in den ISO-Standard 16739 überführt und bildet die Grundlage einer Vielzahl nationaler Richtlinien zur Umsetzung von Open BIM. Zwar funktioniert die Nutzung des IFC-Formats noch nicht immer fehlerfrei. Die verbleibenden technischen Probleme dürften jedoch bald gelöst werden, wenn die Softwarehersteller dies mit der nötigen Ernsthaftigkeit verfolgen. Das wird insbesondere davon abhängen, wie stark der Markt (bzw. die Bauherren) die Nutzung von Open BIM einfordert. Bedenkt man jedoch die negativen Auswirkungen, die eine zu große Marktdominanz eines einzelnen Softwareherstellers mit sich bringt, ist die Philosophie des Open BIM in jedem Fall der richtige Weg.

Vertragliche Vereinbarungen

Eine wesentliche Voraussetzung für die erfolgreiche Umsetzung von BIM sind vertragliche Vereinbarungen hinsichtlich der Modellinhalte, der Modellqualität und der Prozessabläufe, letzteres insbesondere in Bezug auf die Übergabe von Modellen. Ein genereller rechtlicher Rahmen wird durch ein BIM-Protokoll festgelegt, wie es beispielsweise das britische Construction Industry Council herausgegeben hat. ¹■

Neue Rollen und Berufsbilder

Mit der Abwicklung von BIM-Projekten entstehen vielfältige neue Aufgaben in Bezug

- 4 Aufgabenverteilung zwischen BIM-Manager und BIM-Koordinatoren (nach ²)
 - 5 Nutzung eines BIM-Gebäudemodells für die Verschattungsanalyse
 - 6 Belastungsanalyse eines Stahlbetontragwerks mithilfe eines digitalen Gebäudemodells. Mit der BIM-Methode lässt sich das einmal erstellte Modell in der Regel ohne erneute Dateneingabe für eine Vielzahl von Simulationen verwenden.
- 4 Distribution of responsibilities between BIM manager and BIM coordinators (according to ²)
- 5 Use of a BIM building model for shading analysis
- 6 Loading analysis of a reinforced concrete load-bearing structure with the aid of a digital building model. Using the BIM method, the model, once created, can usually be employed for a number of simulations without renewed data input.

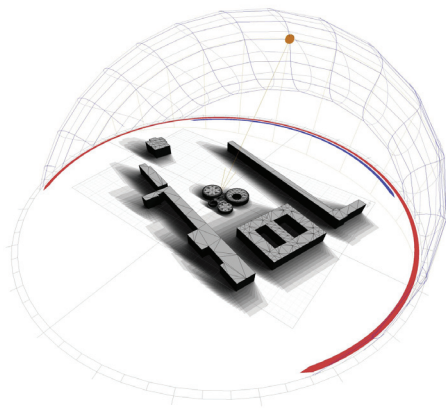
auf die Verwaltung digitaler Bauwerksmodelle und der Koordination der Informationsflüsse. Damit entwickeln sich auch neue Rollen von Planungsakteuren und in letzter Konsequenz neue Berufsbilder. Der BIM-Leitfaden für Deutschland²■ definiert in diesem Zusammenhang die Rollen des BIM-Managers und des BIM-Koordinators (■Abb. 4). Der BIM-Manager hat die Aufgabe, eine Strategie für die Qualitätssicherung im Gesamtprojekt auszuarbeiten und die die notwendigen Arbeitsabläufe festzulegen. Er übernimmt die regelmäßige Zusammenführung der Fachmodelle und darauf aufbauend die Koordination der verschiedenen Planungsdisziplinen. Nach der Prüfung und Kollisionsbereinigung gibt der BIM-Manager die einzelnen Fachmodelle bzw. das Gesamtmodell frei und archiviert sie zur Dokumentation des Planungsprozesses.

Für jede Fachdisziplin gibt es einen eigenen BIM-Koordinator. Er ist für die Qualität des bereitzustellenden Fachmodells verantwortlich und muss die Einhaltung von BIM-Standards und -Richtlinien sowie Datensicherheit und -qualität überwachen. Insbesondere muss er sicherstellen, dass das Modell zu den vertraglich vereinbarten Zeitpunkten im vereinbarten Ausarbeitungsgrad bereitgestellt wird. Der BIM-Manager und die einzelnen BIM-Koordinatoren müssen im Lauf des Projekts eng zusammenarbeiten, insbesondere wenn sie unterschiedlichen Unternehmen angehören.

Abweichend hiervon wird die Rolle des BIM-Managers in ausländischen BIM-Richtlinien häufig mit rein strategischen Aufgaben belegt, die Modellzusammenführung und -prüfung übernimmt dagegen der BIM Koordinator. ■Abb. 7 zeigt die Aufgabenverteilung zwischen BIM Manager, BIM Coordinator und BIM Modeler, wie sie vom britischen AEC BIM Protocol vorgesehen ist.³■

Stand der BIM-Einführung international

In vielen Ländern ist die Einführung der BIM-Methode bereits weit vorangeschritten. Als Vorreiter sind hier insbesondere Singapur, Finnland, die USA, Großbritannien und Australien zu nennen. In allen genannten



5

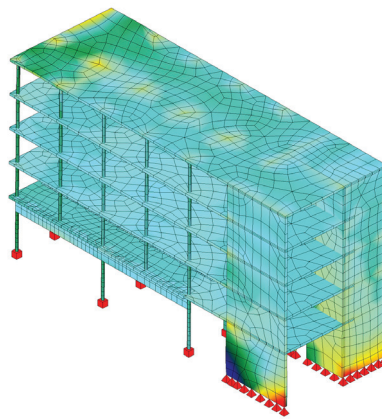
Ländern nimmt der Staat als größter Auftraggeber eine Schlüsselrolle bei der Einführung von BIM ein.

In Singapur gibt es bereits seit 2004 die Pflicht, Bauunterlagen für öffentlichen Bauvorhaben über eine Internet-Plattform elektronisch einzureichen. Dabei müssen digitale Bauwerksmodelle im Neutralformat IFC übergeben werden. Sie werden anschließend automatisiert auf die Einhaltung bestimmter Normen und Vorgaben, z.B. zum Brandschutz, geprüft.

In Finnland ist seit 2007 für alle Bauvorhaben der öffentlichen Hand mit einem Volumen von über einer Million Euro die Bereitstellung eines digitalen Gebäudemodells vorgeschrieben. Die finnischen Richtlinien setzen sehr stark auf offene Datenaustauschformate wie die IFC.

In den USA verlangen große staatliche Auftraggeber ebenfalls schon seit mehreren Jahren die Übergabe von BIM-Modellen. Aber auch private Bauherren fordern sehr häufig eine BIM-gestützte Projektabwicklung. 2012 hat das National Institute of Building Sciences (NIBS) einen nationalen BIM-Standard veröffentlicht⁴. Darüber hinaus gibt es in den USA zahlreiche regionale und lokale BIM-Richtlinien, vor allem in Großstädten wie New York City. Eine wichtige Rolle bei der praktischen Umsetzung von BIM nimmt das American Institute of Architects (AIA) ein. Es stellt beispielsweise Vorlagen für vertragliche Vereinbarungen in BIM-Projekten zur Verfügung und hat detaillierte Spezifikationen zur Beschreibung des Ausarbeitungsgrades (Level of Development) eines Modells verabschiedet (■Abb. 8).

Besonders bemerkenswert ist die BIM-Strategie der britischen Regierung, die 2007 ins Leben gerufen wurde. Ihr erklärtes Ziel lautet, mit digitalen Technologien eine Kostenreduzierung von 15% bis 20% und eine Reduktion der Treibhausgase um 50% zu erzielen. Zudem soll die britische Bauindustrie durch BIM auf ein neues technologisches Niveau gehoben werden, um Wettbewerbsvorteile auf dem internationalen Markt zu erzielen. Ab April 2016 soll für alle öffentlichen



6

Bauvorhaben BIM Level 2 verbindlich vorgeschrieben werden (■Abb. 8). Eine wichtige Voraussetzung für derartige Vorschriften ist die Vereinbarkeit mit dem EU-Recht. Hierfür wurde 2014 die EU-Beschaffungsrichtlinie so angepasst, dass sie den öffentlichen Bauherren ausdrücklich erlaubt, digitale Formate für die Übergabe zu fordern. Gleichzeitig haben die Normierungsarbeiten auf europäischer Ebene im Rahmen der Working Group 215 des Centre Européen de Normalisation (CEN) begonnen.

Stand der Einführung in Deutschland

Im Vergleich mit anderen europäischen Ländern ist die Einführung von BIM in Deutschland noch nicht sehr weit fortgeschritten. Zwar setzt eine Reihe von Unternehmen BIM bereits erfolgreich ein, dies jedoch vornehmlich für Projekte im Ausland. In Deutschland fehlt es bislang an dringend benötigten Vorgaben und Richtlinien für die Abwicklung von BIM-Projekten. Allerdings wurden in jüngerer Zeit verstärkt Aktivitäten in dieser Richtung gestartet. Bereits 2010 hat sich der BIM-Beirat unter dem Vorsitz des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung konstituiert, um den Umstieg auf BIM-gestützte Planungsverfahren in Deutschland vorzubereiten. Er dient vornehmlich als Diskussionsplattform zur Abstimmung zwischen den betroffenen Verbänden und Interessensgruppen. Die Reformkommission Bau von Großprojekten, die im Auftrag der Bundesregierung Vorschläge für eine zuverlässigere Abwicklung großer Bauvorhaben erarbeitet, hat in ihrem Zwischenbericht die Nutzung von BIM empfohlen, um Großprojekte künftig im Zeit- und Kostenrahmen realisieren zu können. Dieser Sichtweise hat sich der Bundesminister für Verkehr und digitale Infrastruktur angeschlossen und im April 2014 die Gründung einer BIM Task Group angekündigt. Darüber hinaus wurden die ersten BIM-Pilotprojekte ins Leben gerufen, die aufgrund der Zuständigkeit des Ministeriums ausschließlich im Infrastrukturbereich angesiedelt sind.

Im Auftrag des Bundesinstituts für Bau-,

- 1 Building Information Model (BIM) Protocol – Standard Protocol for use in projects using Building Information Models, Construction Industry Council, Großbritannien, www.bimtaskgroup.org/bim-protocol/
- 2 Egger, M., Hausknecht, K., Liebich, T., Przybylo, J.: BIM-Leitfaden für Deutschland. Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung, 2013 www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/FP/ZB/Auftragsforschung/3Rahmenbedingungen/2013/BIMLeitfaden/01_start.html
- 3 AEC UK (2012), AEC (UK) BIM Protocol, v. 2, <https://aecuk.files.wordpress.com/2012/09/aecukbimprotocol-v2-0.pdf>
- 4 NIBS (2012). National BIM Standard United States Version 2, National Institute of Building Sciences, Washington DC, USA, www.nationalbimstandard.org

Stadt- und Raumforschung (BBSR) wurde 2013 der BIM-Leitfaden für Deutschland ausgearbeitet. Der Leitfaden definiert die notwendigen Begrifflichkeiten, gibt einen Überblick über den Stand der Einführung von BIM im In- und Ausland und beantwortet grundsätzliche Fragen zum Datenaustausch und zur Organisation der modellgestützten Zusammenarbeit. Er enthält hierzu keine verbindlichen Vorgaben, empfiehlt aber nachdrücklich deren zukünftige Ausarbeitung in Form einer BIM-Richtlinie und der dazugehörigen Vertragsvorlagen.

Der Verein Deutscher Ingenieure (VDI) hat 2014 eine Reihe von Gremien ins Leben gerufen, um Richtlinien für die Abwicklung von BIM-Projekten in Deutschland zu entwickeln. Gleichzeitig hat das Deutsche Institut für Normung (DIN) sogenannte Spiegelgremien eingerichtet, um die bestehenden internationalen und zukünftigen europäischen Normen zu BIM in DIN-Normen zu überführen. Im Februar 2015 wurde die »Planen-Bauen 4.0 Gesellschaft zur Digitalisierung des Planens, Bauens und Betreibens mbH« gegründet. Als Gesellschafter agieren die führenden Verbände im Bausektor einschließlich der Bundesarchitektenkammer, die Bundesingenieurkammer. Die Gesellschaft soll die Aufgaben einer BIM Task Group übernehmen, d.h. Forschungs- und Standardisierungsvorhaben initiieren und koordinieren. Zu einem späteren Zeitpunkt soll die Gesellschaft auch Schulungen durchführen und gemeinsame Erkenntnisse vermarkten. Die jüngsten Entwicklungen lassen eine umfassende Einführung von BIM in Deutschland für die nahe Zukunft erwarten. Auf dem Weg dahin sind jedoch noch einige Herausforderungen zu meistern. Als eines der größten Hemmnisse gilt dabei die aktuelle Fassung der Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI). Die strikte Unterteilung in Leistungsphasen und die damit verbundene Aufteilung der Vergütung macht das frühzeitige Erstellen eines umfassenden digitalen Modells derzeit wenig attraktiv für die Planer. Für einen flächendeckenden Einsatz der BIM-Technologie sind daher entsprechende Anpassungen notwendig.

	Strategie / Strategy						Management / Management				Produktion / Production	
	Corporate Objectives / Unternehmensziele	Forschung / Research	Prozess + Workflow / Process + workflow	Standards / Standards	Umsetzung / Implementation	Schulung / Training	Ausführungsplan / Execution plan	Modellprüfung / Model Audit	Modellkoordination / Model coordination	Erzeugung von Inhalten / Content Creation	Modellierung / Modelling	Zeichnungsgenerierung / Drawing Production
BIM-Manager / BIM manager	■	■	■	■	■	■	■					
BIM-Koordinator / BIM coordinator						■	■	■	■	■	■	
BIM-Modellierer / BIM modeller										■	■	■

- 7 Aufgabenverteilung zwischen BIM-Manager, -Koordinator und -Modellierer (nach ³)
 - 8 Die »BIM Maturity Ramp« der britischen BIM Task Group definiert vier verschiedene Reifegradstufen. Bis zum Jahr 2016 soll in Großbritannien Level 2 umgesetzt werden.
 - 9 Digitales Gebäudemodell mit eingezeichneten Haustechnikleitungen. Ein wesentlicher Vorteil von BIM ist die automatische Kollisionskontrolle zwischen Rohbau und technischem Ausbau.
- 7 Distribution of responsibilities between BIM manager, coordinator and modeller (in accordance with ²)
 - 8 The "BIM Maturity Ramp" of the British BIM task group, defines four different degrees of maturity. By the year 2016, level 2 should have been implemented in the UK
 - 9 Digital building model with mechanical service runs drawn in. A major advantage of BIM is the automatic control of collisions between the carcass structure and technical installations.

Everyone is speaking about building information modelling (BIM). This innovative planning technique, based on the general application of modern digital tools, is subjecting the planning and execution of buildings to a fundamental transformation. One expects this technology to make a major contribution to improving efficiency and quality standards in these fields. What lies behind it all?

What is new about BIM

Building information modelling implies a comprehensive digital image of a structure with a high degree of information. As well as the three-dimensional geometry of the various constructional elements, this also includes above all additional non-geometric information about product types, technical properties and costs, for example. The expression "building information modelling" describes the relevant processes of generation, change and administration of such a constructional model. In an extended sense, it also indicates the use of the digital model throughout the entire life cycle of the building (■Ill. 1). Here, above all, lies the great potential of BIM technology. If data can be consistently used over all the phases of the development and construction of a structure, the repeated input of information one has known hitherto – which is labour-intensive and subject to error – can be reduced to a minimum.

The most striking feature of a building information model is the three-dimensional shaping of the structure, which allows consistent two-dimensional plans to be drawn up for layouts and sections. In contrast to purely three-dimensional modelling, BIM design tools also afford a catalogue with specific building objects that contains predefined elements like walls, columns, windows, doors, etc. These elements combine most parametric 3D geometric depictions with other distinctive features (e.g. attributes or properties) and define the relationships to other components. Working with these elements is, therefore, essential, in order to allow later plans to be derived from the BIM and to ensure that they comply with the relevant regulations and standards. In addition, a modelling system based on the components of the building facilitates the use of all kinds of tools for exploitation and simulation. If the 3D constructional model is coupled with information about the constructional sequence, the term "4D model" is often used; and if there is additional input about the costs incurred, one can speak of a "5D model".

BIM in the planning process

One major advantage of BIM for planners is the lack of discrepancy between design and construction drawings which are all derived from a single building model. What's more, it is possible to check on the various part models of the different sections of work to identify

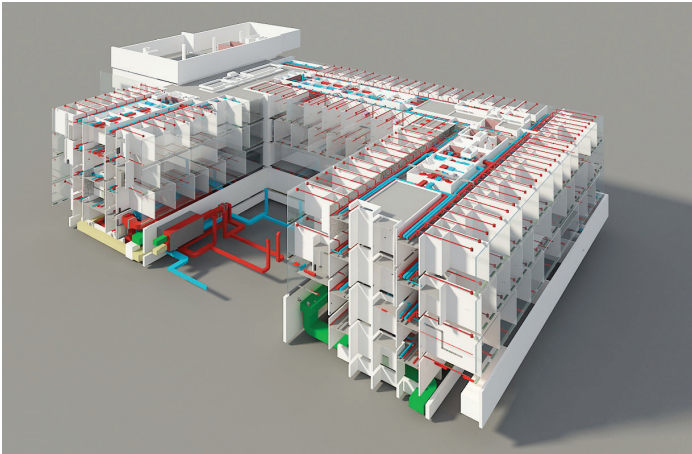
conflicts at an early stage. The model can also be vetted in part in terms of its compliance with statutory requirements, norms and guidelines. Last, but not least, the BIM model facilitates a very precise calculation of quantities as the basis for cost estimates and the preparation of bills of quantities.

The use of BIM results in a shift of emphasis in the planning in comparison with traditional processes (Ill. 2). With conventional methods, the focus of the work is the development of the design in the later phases of planning. That means that the application of analytical and simulatory tools and a comprehensive evaluation of the design are possible only at an advanced stage of the work, when the scope for making changes is very limited or would result in considerable additional costs. In contrast, a planning process supported by BIM shifts the focus to the early phases, since a comprehensive digital model of the design has already been created. This model can be used at an early stage in planning initial simulations and making calculations. In this way, different design options can be investigated in detail, which reduces costs in the later planning stages and leads to greater quality.

BIM in the construction phase

The use of BIM is also of enormous advantage in the preparation and supervision of the construction work. Having a digital model of the building on hand for the preparation of

	Level 0	Level 1		Level 2	Level 3
		2D	3D	BIMs	iBIM
Austauschformate / Exchange formats	CAD	Proprietäre Formate / Proprietary formats		Proprietäre Formate, COBie / Proprietary formats, COBie	ISO-Standards / ISO standards
Datenqualität / Data quality	Zeichnungen / Drawings	Geometrische Modelle / Geometrical models		Disziplinspezifische BIM-Modelle / Discipline-specific BIM models	Integrierte, interoperable Bauwerksmodelle für den gesamten Lebenszyklus / Integrated, interoperable building models for the entire life cycle
Datenaustausch, Koordination der Zusammenarbeit / Data exchange, coordination of cooperation	Papier / Paper	Austausch einzelner Daten / Exchange of single files		zentrale Verwaltung on Dateien, gemeinsame Objektbibliotheken / Central file administration, shared object libraries	Cloud-basierte Modellverwaltung / Cloud-based model administration



9

tendering documents simplifies the estimate of the work involved for contractors in submitting tenders, and it later facilitates a precise calculation of costs. With the aid of a 4D-BIM – created with a combination of constructional elements and the proposed completion dates – it is possible to check the course of construction, to identify inconsistencies and spatial collisions at an early stage and to coordinate site logistics. In addition, the calculation of building quantities and costs and the management of constructional defects can be achieved through the use of BIM.

BIM in the operation of buildings

Major advantages of the use of a BIM lie in the application of a digital building model during the relatively long phase of operating the building. One condition for this is that the BIM model is handed over by the planners to the client, together with any additional information gained during the construction period. If the client receives valuable digital information in the form of a building information model instead of “dead” drawings, he can use this directly in the facility management and can, for example, provide information directly concerning room sizes, electrical and other mechanical service installations. Especially helpful in the operation of the building is additional information on the technical appliances that have been incorporated, including maintenance intervals and guarantee provisions. An ongoing upkeep of the digital building model is important; in other words, any changes to the actual building should be consistently entered in the digital model during the relatively long user life. If more extensive modifications are made to the building or it is reduced in size at the end of its life cycle, the model will provide precise details of the materials incorporated and thus facilitate an environmentally friendly disposal or recycling of the component parts.

BIM terminology: Little BIM and BIG BIM, Closed BIM and Open BIM

Changing from work based on drawings to model-based work calls for changes in working processes, both within an individual practice and at an interrelated company level. In

order not to compromise the functional efficiency of these processes, a step-by-step transition is recommended, and in making these changes, one should differentiate between various technological stages in implementing BIM.

The simplest distinction to comprehend is that between “BIG BIM” and “Little BIM” (■III. 3). The latter refers to the use of specific BIM software by a single planner in the context of the tasks for which he or she is specifically responsible. With the use of this software, a digital building model can be created from which plans can be derived. A further use of this model via different software products does not occur, however. In contrast to this, BIG BIM means consistent model-based communication between all those involved in the various phases of a building’s life cycle. In terms of data exchange and the coordination of the collaborative effort, an extensive use of internet platforms and data-bank solutions takes place.

Independently of this, the question arises whether the exclusive software products of one manufacturer are applied and the appropriate proprietary interfaces are used for data exchange (Closed BIM), or whether open, non-proprietary formats are used that facilitate the exchange of data between the products of different manufacturers (Open BIM). Some software manufacturers cover a broad range of the planning, construction and operational tasks with their products. But gaps will remain as well, when products made by other firms have to be applied. Furthermore, the various specialist planners and building firms involved in a project will in all likelihood use a range of software goods from different firms. The resulting lack of interoperability causes enormous costs. To counteract this huge waste of economic energy and to improve the data exchange between the various software products, the International Alliance for Interoperability (IAI) was founded at the beginning of the 1990s as an international non-profit organization that in 2003 adopted the name buildingSMART. Together with the Industry Foundation Classes (IFC), it has created a data format that is independent of manufac-

André Bormann hat Bauingenieurwesen an der Bauhaus-Universität Weimar studiert und an der TU München im Bereich Bauinformatik promoviert. Seit 2011 leitet er den Lehrstuhl für Computergestützte Modellierung und Simulation an der TU München, der heute Teil des Leonhard Obermeyer Center of Digital Methods for the Built Environment ist.

Der vorliegende Text ist ein gekürzter Auszug aus André Bormann u. a.: Building Information Modeling – Technologische Grundlagen und industrielle Praxis. Springer Vieweg Verlag, Wiesbaden 2015

André Bormann studied building engineering at the Bauhaus University Weimar and gained a doctorate at the University of Technology, Munich, in the field of building information. Since 2011, he heads the Department for Computer-Based Modelling and Simulation of the University of Technology, Munich, which today forms part of the Leonhard Obermeyer Centre of Digital Methods for the Built Environment established in 2013.

turer for the description of construction models. The data model contains extensive data structures for describing objects from virtually every field of building construction. In 2013, this was converted into the ISO standard 16739 and forms the basis for a wide range of national guidelines for the implementation of Open BIM.

The use of the IFC format may not always function without error, but the remaining technical problems should soon find a solution if the software producers pursue this with the requisite earnestness. That will depend in particular on how strong the market (especially the clients) is in demanding the use of Open BIM. If one recalls the negative effects caused by too great a market dominance of a single software manufacturer, the philosophy of Open BIM is certainly the right path.

State of BIM introduction internationally

In many countries, the introduction of the BIM method is already well advanced. Forerunners in this respect are Singapore, Finland, the US, the UK and Australia. In all these countries, the state, as the largest building client, plays a key role in the introduction of BIM. Since 2004, an obligation has existed in Singapore to present all submissions for public buildings electronically via an internet platform. Digital construction models have to be submitted in neutral format IFC. These are subsequently checked to ensure that they comply with the relevant norms and conditions (in respect of fire protection, for example). In Finland, it has been necessary since 2007 to submit a digital building model for all public-sector schemes with a budget in excess of one million euros. Finnish guidelines are strongly oriented to open data-exchange formats like the IFC. In the US, the presentation of BIM models has been required for larger state contracts for several years now, but private clients, too, frequently call for BIM-supported project development. In 2012, the National Institute of Building Sciences (NIBS) published a national BIM standard (■III.4). In addition, there are numerous regional and local BIM guidelines, especially in major conurbations like New York City.