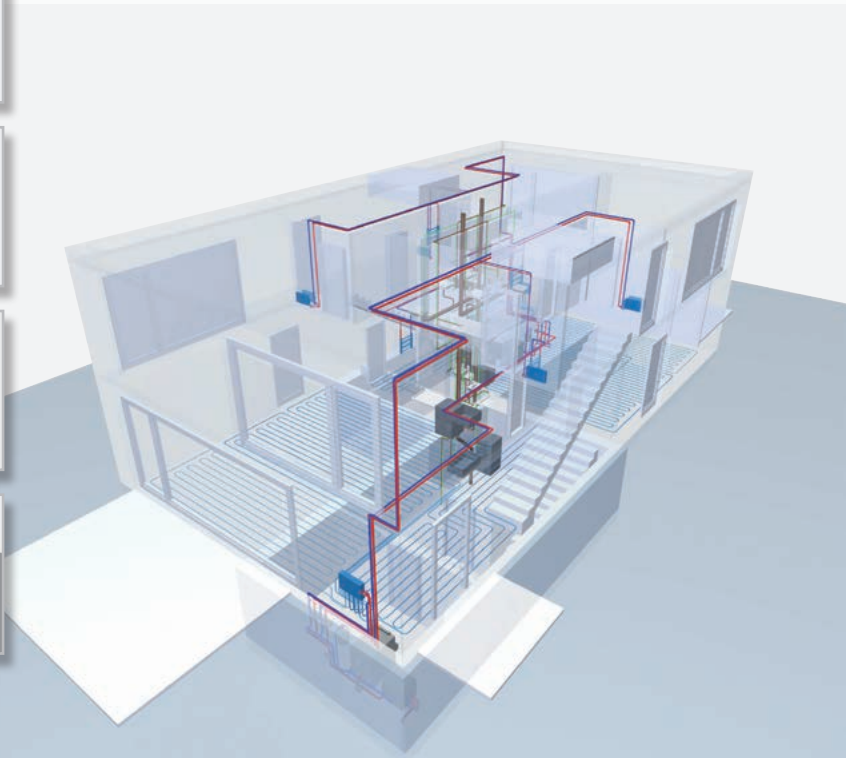
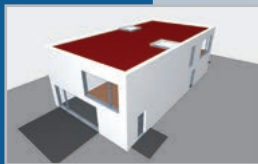


Kerstin Hausknecht, Thomas Liebich

BIM-Kompodium

Building Information Modeling
als neue Planungsmethode



Fraunhofer IRB  Verlag

Kerstin Hausknecht, Thomas Liebich

BIM-Kompodium

Kerstin Hausknecht, Thomas Liebich

BIM-Kompendium

Building Information Modeling
als neue Planungsmethode

Fraunhofer IRB Verlag

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über www.dnb.de abrufbar.

ISBN (Print): 978-3-8167-9489-9

ISBN (E-Book): 978-3-8167-9490-5

Lektorat: Sigune Meister

Satz und Herstellung: Angelika Schmid

Umschlaggestaltung: Martin Kjer

Druck: BELTZ Bad Langensalza GmbH, Bad Langensalza

2. Nachdruck, April 2017

Alle Rechte vorbehalten.

Dieses Werk ist einschließlich aller seiner Teile urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die über die engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes hinausgeht, ist ohne schriftliche Zustimmung des Fraunhofer IRB Verlages unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen sowie die Speicherung in elektronischen Systemen. Die Wiedergabe von Warenbezeichnungen und Handelsnamen in diesem Buch berechtigt nicht zu der Annahme, dass solche Bezeichnungen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und deshalb von jedermann benutzt werden dürften. Sollte in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien (z. B. DIN, VDI, VDE) Bezug genommen oder aus ihnen zitiert werden, kann der Verlag keine Gewähr für Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen. Es empfiehlt sich, gegebenenfalls für die eigenen Arbeiten die vollständigen Vorschriften oder Richtlinien in der jeweils gültigen Fassung hinzuzuziehen.

Rechtsausschluss: Dieses Buch enthält Verweise auf Webseiten Dritter. Diese Webseiten unterliegen der Haftung der jeweiligen Betreiber. Die Autoren haben beim Aufruf der externen Seiten die fremden Inhalte daraufhin überprüft, ob etwaige Rechtsverstöße bestehen. Zu dem Zeitpunkt waren keine Rechtsverstöße ersichtlich. Die Autoren haben keinerlei Einfluss auf die aktuelle und zukünftige Gestaltung und auf die Inhalte der genannten Seiten. Deshalb distanzieren sie sich hiermit ausdrücklich von allen Inhalten der genannten Webseiten. Der Verweis auf externe Webseiten bedeutet nicht, dass sich die Autoren die hinter dem Verweis liegenden Inhalte zu eigen machen. Eine ständige Kontrolle der externen Seiten ist für die Autoren ohne konkrete Hinweise auf Rechtsverstöße nicht zumutbar.

Umschlag-Abbildungen: Koordinationsmodell und Fachmodelle des Wettbewerbsbeitrags zum Architekturwettbewerb »neues bauen am horn«, Weimar 1999

© Fraunhofer IRB Verlag, 2016

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau IRB

Nobelstraße 12, 70569 Stuttgart

Telefon +49 7 11 970-2500

Telefax +49 7 11 970-2508

irb@irb.fraunhofer.de

www.baufachinformation.de

Prolog

Vorwort eines wissenschaftlichen Vaters der Planungsmethode **Foreword from a scientific father of the methodology**

Roughly thirty years after the manufacturing and aerospace industries recognized that CAD/CAM with structured data models of the product were the future representational base for design, engineering, fabrication and operations, the construction industry has started its own similar transformation.

The opportunities of digital design and manufacturing are still being further developed; the future impacts of Building Information Modeling (BIM), alternatively Virtual Design and Construction (VDC), will also go on for multiple decades. BIM and VDC has as its first level the development of highly structured models and operations supporting the different design, engineering and production augmentation that is now possible.

Of equal and growing importance is the integration and collaboration needed to make the processes integrated and seamless. Many of its impacts are difficult to anticipate. What is known is that digital technology will become a fundamental aspect that will both integrate the participants in the AECO industries and also provide new levels of differentiation among project teams.

The authors have been innovators and leaders in the development of standards for building modeling. Their perspectives gained from developing data standards provide an important and insightful perspective of the field not widely available until the publishing of this book.

*Prof. Charles Eastman, Director
Digital Building Laboratory, College of Architecture
Georgia Institute of Technology
Atlanta, October 2015*

Vorwort eines Wegbereiters aus der Planung

Foreword from an industry champion

In 1994 a small group of building industry participants begin exploring ways to improve interoperability in the Building Industry. After a year of discussion and technical testing, the International Alliance for Interoperability (IAI) was formed with a bold mission to transform the world of building design and construction. It is important to remember that this was before the Internet, smart phones or what is today called »BIM«. The IAI quickly formed chapters around the world, including an active chapter in Germany where Thomas Liebich and Kerstin Hausknecht began to transform our ideas and goals into technical reality.

In 2008 the IAI was rebranded as buildingSMART International and broadened its mission to transform both buildings and infrastructure – the built environment. BIM has replaced CAD as the vehicle of choice for design and construction and the key requirement is open BIM – full sharing of information regardless of software platform or tool. Successful use of open BIM also requires full collaboration between all project participants, including the design team, construction team – and most importantly the building owner.

Today buildingSMART is the home of open BIM and our Industry Foundation Classes (IFC) have become the common language for sharing open BIM data. My term for IFC is International Friendship Club referring to friendships forged across the globe by members of the buildingSMART family. Thomas Liebich and Kerstin Hausknecht are an essential part of buildingSMART and major contributors to IFC development and a better future for our industry. We are privileged to have their participation in and dedication to buildingSMART International.

*Patrick MacLeamy, FAIA
Chair, buildingSMART International
Chair and CEO, HOK Architects
San Francisco, October 2015*

Inhaltsverzeichnis

Prolog	5
Einleitung	11
1 Status Quo	17
1.1 Problembeschreibung	18
1.1.1 Systemimmanentes Problem der technischen Zeichnung	26
1.2 Lösungsansätze	29
1.2.1 Situation in anderen Branchen	29
1.2.2 Situation in anderen Ländern	30
1.2.3 Situation in der deutschen Bauwirtschaft	32
1.3 BIM als Lösung	33
2 Hintergrundinformationen zu BIM	35
2.1 Geschichtliche Entwicklung	35
2.1.1 Vorgeschichte der Planung	36
2.1.2 Geschichte von BIM	40
2.1.3 Entwicklungsstufen von BIM	43
2.2 Begriffe und Definitionen	47
2.2.1 Erläuterung des Akronyms BIM	48
2.2.2 Definition von BIM	49
2.2.3 Das »I« in BIM	51
2.3 Vorteile durch BIM	52
2.3.1 Motivationen für die verschiedenen Projektteilnehmer	54
2.3.2 Besondere Rolle der Bauherren und Betreiber	60
2.4 Standards und Richtlinien	62
3 BIM-Grundwissen – Software und Schnittstellen	67
3.1 3D-CAD- und BIM-Modellierungssoftware	68
3.2 Anforderungen an BIM-Modellierungssoftware	71
3.3 BIM-Software für die verschiedenen Einsatzbereiche	79
3.3.1 Software für das Anforderungsmanagement	81
3.3.2 Software für konzeptionelle Planung und generische Formfindung	82
3.3.3 BIM-Modellierungssoftware für die Architektur	84
3.3.4 BIM-Planungssoftware für die Haustechnik	86
3.3.5 BIM-Planungssoftware für die Tragwerksplanung	88
3.3.6 BIM-Software für Konstruktion und Detaillierung	88
3.3.7 BIM-basierte Energieberechnung und Simulation	90

3.3.8	BIM-basierte statische Berechnungssoftware	90
3.3.9	BIM-basierte Kosten- und Terminplanung (4D/5D)	91
3.3.10	BIM-Software zur Koordination und Kommunikation	92
3.3.11	Übergabe an das Facility Management (CAFM).	93
3.3.12	Model- und Dokumentenmanagement-Software	93
3.4	BIM-Datenaustausch	95
3.4.1	Hintergrund des CAD-Datenaustauschs	95
3.4.2	Industry Foundation Classes	98
3.4.3	Weitere Datenaustauschformate	110
4	BIM-Grundwissen – Modell	113
4.1	Das Modell	113
4.1.1	Das Modell in der Baukunst	114
4.2	Die BIM-Modelle	115
4.2.1	Modellierungsregeln für den Aufbau eines BIM-Modells.	117
4.2.2	Die fachspezifischen Bauwerksmodelle der Projektbeteiligten	119
4.3	Die Modellelemente und ihre Detaillierungsgrade	132
4.3.1	Fertigstellungsgrad, Detaillierungsgrad, Informationsgrad.	133
4.3.2	Geschichte der Definition von Detaillierungsgraden	134
4.3.3	LOD, LOG, LOI?	137
4.4	Datenbank für das BIM-Anforderungs- und Qualitätsmanagement BIM-Q	142
4.4.1	Das BIM-Anforderungsmanagement.	142
4.4.2	Die Datenbank für das BIM-Anforderungs- und Qualitätsmanagement BIM-Q.	144
5	BIM-Grundwissen – Prozesse und Anwendungsfälle	147
5.1	BIM-Prozesse	147
5.1.1	BIM-Referenzprozess	148
5.2	BIM-Workflows und BIM-Anwendungsfälle	152
5.2.1	Der Koordinationsworkflow	153
5.2.2	Der Referenzworkflow	156
5.2.3	Der Auswertungsworkflow.	159
5.2.4	Der Übergabeworkflow	162
5.2.5	Spezielle BIM-Anwendungsfälle	164
5.3	Zuordnung der BIM-Anwendungsfälle zu den BIM-Zielen	165
6	BIM-Grundwissen – Einführung und Management	171
6.1	BIM-Informationsmanagement	171
6.1.1	BIM-Zieldefinitionen	173
6.1.2	Rollen und Verantwortlichkeiten	174

6.2	BIM-Einführung	175
6.2.1	Einführung von BIM im Unternehmen.	177
6.2.2	Einführung von BIM im Projekt.	179
6.2.3	Unterstützung bei der Einführung von BIM.	180
6.3	BIM-Projektentwicklungsplan	181
7	Rahmenbedingungen bei der Einführung von BIM	191
7.1	Allgemeine Rahmenbedingungen	192
7.2	Auswirkungen von BIM auf die HOAI	194
7.3	Leistungsbeschreibungen für BIM	197
7.4	Vertragsgestaltung	198
8	Ausblick	201
8.1	Technologische Entwicklung und neue Anwendungsfelder	201
8.2	Anforderungen an Aus- und Weiterbildung.	206
	Epilog	207
	Danksagung	208
9	Anhang	209
9.1	Glossar	209
9.2	Literaturverzeichnis.	215
9.3	Softwareverzeichnis	219
9.4	Bildnachweis	221
9.5	Stichwortverzeichnis	223

Einleitung



*Wenn der Wind des Wandels weht,
bauen die einen Schutzmauern,
die anderen bauen Windmühlen.«
Chinesische Weisheit*

Warum BIM?

Wir leben in einer Zeit, in der der technologische Fortschritt unser Leben und unsere Arbeitswelt bestimmt und in nie gekannter Schnelligkeit verändert. Neue Technologien werden in immer kürzeren Abständen entwickelt. Die meisten Entwicklungen zielen auf die Verbesserung bekannter Arbeitsmethoden. Über deren Einführung kann leicht anhand von Rentabilitätsüberlegungen entschieden werden, da die Abläufe weitgehend gleich und damit vergleichbar bleiben. Wenn sich die gleichen Arbeitsprozesse effizienter gestalten lassen, und die Effekte der Effizienzsteigerung die notwendigen Investitionen übertreffen, dann werden diese neuen Technologien problemlos eingesetzt.

Einige technologische Entwicklungen stellen jedoch die bisherigen Arbeitsmethoden und Abläufe selbst in Frage und führen letztlich zu einem Paradigmenwechsel innerhalb des Wirtschaftszweiges. Hierbei werden nicht nur die Arbeitsprozesse innerhalb der Firma beeinflusst, die diese Technologie einsetzen will, sondern auch die Zusammenarbeit mit anderen sowie vertragliche und regulative Rahmenbedingungen. Es handelt sich dann nicht nur um eine neue Technologie, sondern um eine neue Methode des Wirtschaftens. Einfache Rentabilitätsüberlegungen zur direkten Amortisation der Investitionen sind ebenfalls schwierig, da sich die Vergleichsparameter ändern. Andererseits sind die größten Produktivitätssteigerungen auf solche industriellen Revolutionen zurückzuführen.

Während die neuen digitalen Technologien, wie das Produktdaten- und -lebenszyklusmanagement (PDM/PLM) und die virtuelle Produktentwicklung (zuerst digital erstellen, dann real produzieren), in anderen Branchen bereits erfolgreich angewandt werden, kam diese Innovation im Bauwesen kaum voran. Heute jedoch wird *Building Information Modeling*, auf deutsch *Bauwerksinformationsmodellierung* oder besser *Planungsmethode auf der Basis von Bauwerksinformationsmodellen*, abgekürzt *BIM*¹, als eine wegweisende Änderung der Planungsmethode im Bauwesen diskutiert.

1 Die unterschiedlichen Bedeutungsebenen des Begriffs *BIM* werden in Kapitel 2.2 im Detail erläutert.

Aber was ist BIM? Es ist eine vielversprechende Entwicklung in der Bauwirtschaft, die es erlaubt, die Bauwerke zuerst digital zu erstellen, bevor diese real gebaut werden. Wenn diese Methode richtig eingesetzt wird, dann können die Entwurfsprozesse integraler und die Ausführung koordinierter und fehlerfreier umgesetzt werden und damit die Bauwerke effizient und im genauer abgesteckten Zeit- und Kostenrahmen errichtet werden. Als die wesentlichen Elemente der neuen Methode stellen sich einerseits die Ablösung einer zeichnungs- und dokumentenbasierten Arbeitsweise durch eine computermodellbasierte und dabei häufig drei- oder sogar vierdimensionale Planung heraus, und andererseits die viel intensivere Zusammenarbeit der Planer und Ausführenden mit der computergestützten Verzahnung der jeweiligen digitalen Modelle.

Davon ausgehend ist BIM als neue Planungsmethode die Antwort auf die altbekannte Frage: »Warum arbeiten wir nicht mehr wirklich zusammen?« Der »vorsichtige« Umstieg von einer integrierten Planung auf BIM ist dann nicht mehr so schwer, wenn der Wille zur Zusammenarbeit gegeben ist.

Chance oder Risiko?

Sowohl die oft gebrauchte Bezeichnung *digitale Revolution*, als auch die möglichen Auswirkungen der neuen Technologie im Allgemeinen, werfen dabei viele Fragen auf und generieren auch Ängste:

- »Wo bleibe ich mit meinen Fähigkeiten?«
- »Wie positioniere ich mein Büro?«
- »Ist BIM nicht wieder nur eine dieser Umwälzungen, bei der nur die ›Großen‹ gewinnen und die vielen kleinen Büros ins Hintertreffen geraten?«

Vieles wird vom Verständnis und dem Willen abhängen, Veränderungen als eine Chance zu begreifen. Verständlicherweise fällt es zunächst jedem schwer, ob im Beruf oder auch privat, bestehende und bis dato erfolgreiche Arbeitsabläufe in Frage zu stellen und durch neue vorerst unbekannte Methoden zu ersetzen. So stellen sich auch viele Planungsbüros und ausführende Firmen die Frage, wozu sie sich mit BIM beschäftigen sollen, und scheuen die Anfangsinvestitionen – zunächst nur die Zeit, sich mit der Herausforderung BIM auseinanderzusetzen, später auch die Kosten für Softwareupdates, Schulungen und den kontinuierlichen Verbesserungsprozess. Zumal es schwierig ist, die Vorteile der neuen Arbeitsweise in seriösen Prozentzahlen der Einsparungen auszudrücken.

Anfangs dominierte die Auffassung, dass BIM sich eigentlich nur für Großprojekte rechnet. Kleine Büros waren oft der Meinung, dass es sich für sie nicht lohnt und es auf jeden Fall besser wäre, weiter abzuwarten. Mittlerweile zeigt sich allerdings immer mehr, dass dies nicht stimmt. Vom kleinen Architekturbüro bis hin zu Handwerksbetrieben steigt das ernsthafte Interesse an dieser neuen Planungsmethode. Die Anzahl von Publikationen und Informationsveranstaltungen ist sprunghaft angestiegen. Dahinter stehen entweder die Neugierde und das Eigeninteresse an Weiterentwicklung oder die Sorge, anderweitig den Anschluss zu verpassen und in Zukunft nicht mehr wettbewerbsfähig zu sein. Unter den Pionieren der neuen Methode befinden sich viele kleine Büros und Firmen, die oft den

entscheidenden Vorteil haben, schlanker zu sein, und damit schneller bei Veränderungen agieren zu können, als Großbetriebe.

Building Information Modeling darf nicht nur als eine neue Generation von Softwareprodukten gesehen werden, es wird auch den Ablauf der Planung und insbesondere die Art und Weise der Zusammenarbeit der Projektbeteiligten in wesentlichen Punkten ändern. Damit wirkt sich BIM auf die Arbeitsmethode jedes Einzelnen aus, wie genau ist derzeit für viele noch schwer durchschaubar. Dadurch resultieren weitere Fragen: »Brauche ich eine andere Software, brauche ich Mitarbeiter mit anderen Qualifikationen, muss ich die Planungsabläufe ändern, kostet das mehr und was bringt es mir am Ende für Vorteile?«

Daneben wird BIM oft auch sehr umfassend dargestellt und insbesondere in der bislang allein verfügbaren englischsprachigen Literatur quasi als Allheilmittel gegen alle Unannehmlichkeiten der heutigen Bauwirtschaft angepriesen. Was ist dabei überzogen und was ist wirklich relevant? BIM ermöglicht eine neue Methode der Zusammenarbeit und zeigt daher selbstverständlich Defizite bei den heutigen Ausschreibungs- und Vergabeformen auf, die zu sehr auf die Abgrenzung der Aufgaben und Risiken der einzelnen Projektbeteiligten setzen und zu wenig auf die Kooperation und gemeinsame Verantwortung hinsichtlich des Gesamterfolgs: Der Übergabe des Bauwerks in der vereinbarten Qualität mit Einhaltung der Kosten und Termine. Aber sind für den Einsatz von BIM neue Vertragsformen essenziell oder kann BIM auch unter den heutigen Rahmenbedingungen eingesetzt werden? – noch einmal neue Fragen.

Wenn man als Auftraggeber BIM bei einem neuen Projekt als eine Planungsmethode voraussetzen möchte, als Planer demnächst BIM einführen will oder als Bauausführender BIM zur Kalkulation und zur Bauausführung nutzen will, wie weiß man, ab wann das erstellte beziehungsweise übergebene Bauwerksinformationsmodell den dafür notwendigen Detaillierungsgrad aufweist? Anders als bei den bislang gewohnten Plänen kann dieser nicht mehr durch eine Maßstabsangabe suggeriert werden – weitere Fragen.

Warum dieses Buch?

Dieses Buch soll die Fragen klären, Missverständnisse aus dem Weg räumen und will sich BIM auf verständliche Weise nähern, so dass der Leser ein Grundverständnis von BIM bekommt und sich bei seinem nächsten Projekt auf die Planung mit BIM einlässt, in einem bereits BIM-affinen Projektteam mitarbeiten kann oder als Auftraggeber bei der nächsten Ausschreibung BIM vorsieht.

Dieses Kompendium wendet sich an alle im Bauwesen Beschäftigten, die in Planungs- und Entscheidungsprozessen während des Lebenszyklus eines Bauwerkes, von den frühen Entwurfsphasen, über die Planung und Ausführung, bis hin zum Betrieb und dem Um- oder Rückbau, mitwirken. Denn BIM ist eine prinzipielle Methode für die Digitalisierung der Arbeitsprozesse, und die dabei verwendeten Informationsmodelle müssen nicht

immer zwangsläufig dreidimensional sein². Dennoch spielt die dritte Dimension eine wichtige Rolle³.

Die Autoren müssen sich, um den Rahmen dieses BIM-Kompandiums nicht zu sprengen, in der konkreten Darstellung auf die wesentlichen Rollen bei der Umsetzung von BIM in der deutschen Bauwirtschaft beschränken. Obwohl die neue Methode sowohl im Hochbau als auch im Infrastrukturbau angewandt werden kann, in beiden Bereichen sowohl für Neubauten als auch für das Bauen im Bestand, wird der Hauptfokus auf Neubauten im Hochbau liegen.

Zuerst werden die Auftraggeber adressiert, die mehrfach Planungs- und Bauleistungen ausschreiben und die entstehenden Gebäude und baulichen Anlagen selbst nutzen oder direkt an Nutzer weitervermieten. Insbesondere diese Auftraggeber werden die Vorteile von BIM für sich realisieren können, wenn sie die wesentlichen Grundzüge der Methode erkennen, diese in den Ausschreibungen und Verträgen entsprechend verankern und die hochwertigen BIM-Daten für das spätere Bewirtschaften der baulichen Anlagen zu nutzen verstehen.

Die nächste entscheidende Zielgruppe sind die Ersteller der Bauwerksmodelle, diejenigen, die über diese Modelle ihre Zusammenarbeit neu organisieren können – die Architekten und die Fachingenieure. Während die Einführung von CAD⁴ vor zwei Dekaden die bisherigen zeichnungsorientierten Arbeitsabläufe optimiert, aber im Wesentlichen unverändert gelassen hat, wird BIM weitreichende Veränderungen hervorrufen, die, wenn richtig angewandt, den Entwurf wieder in den Mittelpunkt stellen. Dabei können die technologischen Möglichkeiten so genutzt werden, dass die technische Entwurfsqualität jederzeit geprüft werden kann, um die Entwurfsvarianten entsprechend zu optimieren. Die BIM-basierten Zusammenarbeitsmodelle ermöglichen es, die Fachingenieure besser in die Entwurfsarbeit zu integrieren und damit die Planung zu koordinieren. Mit den jederzeit nutzbaren Visualisierungen der BIM-Modelle können die Entwurfsideen besser den Auftraggebern und anderen Beteiligten erklärt werden, auch um späteren Missverständnissen vorzubeugen.

Das Buch wendet sich auch an die ausführenden Firmen, für die BIM entscheidende Vorteile in der Angebots- und Ausführungsphase bieten kann. Im Vordergrund stehen hierbei die belastbaren Informationen aus akkuraten BIM-Modellen hinsichtlich der Konstruktionsdetails, der Mengen und der Widerspruchsfreiheit zwischen den Fachplanungen. Des Weiteren können die BIM-Modelle mit Terminplänen verknüpft werden, auch 4D genannt, um den Bauablauf zu visualisieren und zu optimieren und mit Leistungs-

2 Ein qualifiziertes Raum- und Funktionsprogramm in der Grundlagenermittlung, das digital auswertbar in einer Datenbank erstellt wird, kann am Beginn eines BIM-Prozesses stehen, ohne selbst ein 3D-Modell zu sein. Eine objektbasierte CAFM-Datenbank, in welche die bewirtschaftungsrelevanten Modellelemente (wie Räume und technische Ausstattungen) überführt wurden, kann am Ende eines BIM-Prozesses stehen und ist ebenfalls kein 3D-Modell.

3 In den Planungs- und Ausführungsphasen ist die geometrische Basis von BIM ein 3D-Modell. Wichtig ist, dass sich BIM nicht auf 3D beschränkt, sondern ein Hauptaugenmerk auf den damit verknüpften Informationen, den Objektattributen, liegt.

4 Die Einführung von CAD erfolgte im Bauwesen im Wesentlichen als *computer-aided drafting*, der computergestützten Zeichnungstätigkeit. Die zweite Bedeutung des Begriffs *computer-aided design* stand dagegen kaum im Vordergrund.

verzeichnissen verlinkt werden, werbewirksam als 5D bezeichnet, um die Kostenkontrolle mittels BIM zu verbessern. Insgesamt bietet BIM den Baufirmen eine optimale Methode für das Risikomanagement.

Auch die anderen Beteiligten in Bauprojekten werden mit der BIM-Methode konfrontiert werden. Die Projektsteuerer werden BIM als eine Methode des Informationsmanagements und damit als Steuerungselement erkennen und sicherlich in Zukunft solche Leistungen mit anbieten. Die Bauprodukthersteller überlegen sich, wie sie ihre Produkte so beschreiben können, dass die Produktinformation nahtlos in den BIM-Prozess mit einfließen kann. Die Portfolio und Facility Manager, wenn nicht bereits direkt in der Auftraggeberrolle involviert, werden am Ende des Bauprojekts von den aktuellen BIM-Daten der Bestandsmodelle in vielfältiger Weise profitieren können und Anforderungen aufstellen, wie diese am besten bei der Projektübergabe zu übermitteln sind.

Vorstellung des Buchinhalts

Zu Beginn des Buches wird kurz auf den heutigen Planungsalltag eingegangen: »Wo stehen wir, was sind die Schwierigkeiten und Herausforderungen der deutschen Bauwirtschaft, denen wir uns stellen müssen?« Dazu bietet sich zur besseren Einschätzung des aktuellen Standes ein Vergleich mit anderen Branchen und der Situation am Bau in anderen Ländern an. Damit verknüpft ist die grundlegende Frage: »Ist BIM ein umfassender Lösungsansatz oder nur eine weitere neue Softwaretechnologie?«

Ein kurzer Abriss zeigt die geschichtliche Entwicklung des Building Information Modeling, interessant hierbei: BIM ist wesentlich älter, als man denkt. Zur Erleichterung des Gesamtverständnisses werden die unterschiedlichen Begriffsdefinitionen erläutert. Kurz wird an dieser Stelle auch auf die wesentlichen Vorteile dieser neuen Planungsmethode eingegangen.

Nach diesen beiden Einführungskapiteln 1 und 2 beginnt der Hauptteil des Buches – das erforderliche BIM-Grundwissen. Für die erfolgreiche Umsetzung von BIM in Unternehmen und in Bauprojekten sind die folgenden Hauptpunkte entscheidend:

- das softwaretechnisch Machbare
- der erfolgreiche Datenaustausch
- die korrekte Erstellung der Datenmodelle
- der richtige Detaillierungsgrad zum rechten Zeitpunkt
- die Anpassung der Planungs- und Ausführungsprozesse
- die Auswahl der mehrwertbringenden Anwendungsfälle
- das Informationsmanagement
- die rechtlichen Rahmenbedingungen.

Diese Punkte spiegeln sich im weiteren Aufbau des Buches wider.

Kapitel 3 beginnt mit der Beschreibung der technologischen Grundlagen und den generellen Softwareanforderungen für die Einführung von BIM. Einige BIM-fähige Softwareprodukte, getrennt nach den entsprechenden Anwendungsfällen, werden beschrieben. Dies führt zu einem breiten Überblick über die marktgängigen Produkte. Die BIM-Software sollte natürlich offene BIM-Schnittstellen besitzen, wenn BIM während des

Planungsprozesses in seiner ganzen Bandbreite genutzt werden soll. In diesem Kapitel werden daher folgerichtig die wichtigsten BIM-Schnittstellen mit Fokus auf IFC ausführlich beschrieben.

Ausgerüstet mit dem Wissen über die Werkzeuge zur Arbeit mit BIM folgen in Kapitel 4 die Erläuterungen zu den Fachmodellen, Modellelementen, deren geometrischer Ausprägung und den zugeordneten Eigenschaften. Die unterschiedlichen Fertigstellungs-, Detaillierungs-, Geometrie- und Informationsgrade während des Planungsverlaufs werden erklärt. Den Abschluss dieses Kapitels bildet die Vorstellung einer Datenbank für das BIM-Anforderungs- und Qualitätsmanagement BIM-Q, die die Autoren bei AEC3 entwickeln.

Das Vielversprechendste an der Anwendung der neuen Planungsmethode mit BIM ist die Neuausrichtung der Zusammenarbeitsprozesse. Denn das gemeinsame Arbeiten vieler, möglichst aller, Beteiligten im Planungsteam mittels der verschiedenen BIM-Modelle bringt die höchste Synergie. Der BIM-Referenzprozess wird in Kapitel 5 als eine von den Autoren mit erarbeitete Methode zum besseren Prozessverständnis in Planung und Ausführung erläutert. Angefangen mit der Erläuterung der BIM-Prozesse wird danach zu beispielhaften Workflows übergeleitet. Von der Kollisionsprüfung anhand des Koordinationsmodells bis hin zur Übergabe der Bauwerksinformationen an das Facility Management werden die wesentlichen BIM-Anwendungsfälle exemplarisch beschrieben und den BIM-Zielen zugeordnet.

Die Einführung von BIM im eigenen Unternehmen oder in einem Bauprojekt wird in Kapitel 6 erläutert. Sie sollte immer von realistischen BIM-Zielen geleitet sein. Daraus leiten sich die vereinbarten BIM-Anwendungsfälle ab, aber auch die Rollen und Verantwortlichkeiten für die BIM-Nutzung im Projekt. Wichtige Etappen für eine BIM-Einführung in das Unternehmen werden vorgestellt. Der BIM-Projektentwicklungsplan als zentrales Dokument für das Informationsmanagement in Bauprojekten wird diskutiert und im Detail vorgestellt. Damit wird ein Grundverständnis über die notwendigen Vereinbarungen zwischen Auftraggebern und Auftragnehmern für eine büroübergreifende Zusammenarbeit im Projekt vermittelt.

BIM und HOAI sind keine Gegensätze und BIM lässt sich im deutschen Regelwerk verwirklichen. Dennoch wird es Auswirkungen auf die Anwendung der HOAI haben. Daher werden in Kapitel 7 die BIM-relevanten Leistungsbilder beschrieben und die fachlichen Inhalte angegeben, die am besten bei einer Vertragsgestaltung berücksichtigt werden sollten. Selbstverständlich kann und darf keine juristische Hilfestellung gegeben, sondern nur auf die zu klärenden Sachverhalte, wie zum Beispiel bei Haftungs- und Urheberrechtsfragen, verwiesen werden.

Bleibt der Ausblick auf die Zukunft. Wie geht es weiter? Welche weiteren Ideen zur Digitalisierung der Planung werden in der Forschung diskutiert? Wie realistisch sind die Visionen? Diese und weitere Fragen werden in Kapitel 8 geklärt.

Am Ende findet sich im Glossar ein umfangreiches Nachschlagewerk, um bei der Verwendung der neuen Begriffe sicherer zu werden und um sich im teilweise vorhandenen babylonischen Begriffswirrwarr zurechtzufinden.

1 Status Quo



*Ein neuer Gedanke wird zuerst verlacht, dann bekämpft,
bis er nach längerer Zeit als selbstverständlich gilt.«*

Arthur Schopenhauer

Die Lage der deutschen Bauwirtschaft ist durch große Herausforderungen gekennzeichnet. Bauprojekte werden immer komplexer, die Forderung nach einem in wirtschaftlicher, ökologischer und sozialer Hinsicht nachhaltigen Bauen nimmt zu, der Wettbewerbsdruck ist weiterhin hoch und viele gutgemeinte Partnerschaftsmodelle konnten sich im rauen Geschäftsklima nicht durchsetzen. Vielfach fehlt auch das Verständnis, dass ein mehr an Gemeinsamkeit und dennoch Wettbewerb um die beste Lösung keine Gegensätze bilden. Und nicht zuletzt trifft die Bauwirtschaft auch der demografische Wandel beim Werben um den talentierten Nachwuchs.

Bereits 2009 wurde das *Leitbild Bau* von allen wichtigen Interessenvertretern der deutschen Bauwirtschaft veröffentlicht [Verbände der deutschen Bauwirtschaft, 2009], das wesentliche Kernsätze zur Verbesserung der Situation enthält:

- Die Akteure der Wertschöpfungskette Bau sind Gestalter und Problemlöser.
- Kundenorientierung, Partnerschaft und Fairness sind die Grundlage für die Zusammenarbeit in der Wertschöpfungskette Bau.
- Die Qualität von Bauwerken ist über den Lebenszyklus zu bewerten und soll nach wirtschaftlichen, ökologischen und sozialen Nachhaltigkeitskriterien verbessert werden.
- Bildung ist der Schlüssel für Qualität, Innovation, Beschäftigungssicherheit und Wettbewerbsfähigkeit.
- Die Innovationskraft der Wertschöpfungskette Bau soll gestärkt und Deutschland ein Leitmarkt für innovatives Bauen werden.
- Legalität und Wertemanagement sind Voraussetzungen für fairen Wettbewerb, Arbeitsplatzsicherheit und nachhaltigen Geschäftserfolg.

Das *Leitbild Bau* benennt zwar die richtigen Ziele als die Leitlinien für eine innovative Bauwirtschaft, zeigt aber nicht auf, wie diese Ziele zu erreichen wären und welche Chancen sich aus der technologischen Entwicklung und dem digitalen Wandel insgesamt für das Bauwesen bieten.

Die aktuellen Schlagzeilen werden jedoch von Projekten bestimmt, bei denen die oben skizzierten Grundsätze eher Makulatur waren. Dazu kommt eine generelle Skepsis der Bürger gegenüber großen Bauprojekten, die vielfach von Termin- und Kostenüberschreitungen geprägt sind und häufig in langen Rechtsstreits zwischen den Beteiligten enden.

1.1 Problembeschreibung

Spätestens seit den schon in der breiten Öffentlichkeit angekommenen Schreckensszenarien bei der Durchführung von Großprojekten hinsichtlich der Nichteinhaltung von Terminen und Kosten ist die kritische Situation der heutigen Bauwirtschaft in Deutschland im allgemeinen Gespräch. Dies führt zu einer sinkenden Akzeptanz von Großprojekten insgesamt und der bislang gute Ruf der deutschen Architektur-, Ingenieur- und Bauleistungen hat im In- und Ausland Schaden genommen.

Wer den Schaden hat, braucht für den Spott nicht zu sorgen. Die Satirezeitschrift *Der Postillon* schreibt hierzu unter der Rubrik *Lego startet neue Serie – gescheiterte deutsche Großprojekte*:

» Beim Aufbau stellt sich allerdings schnell heraus, dass die sonst bei Lego sehr übersichtlich gehaltenen Baupläne völlig unbrauchbar sind. Viele Arbeitsschritte sind vollkommen undurchführbar, immer wieder muss von vorne begonnen werden und nicht zuletzt fehlen wichtige Bauteile ... Zusätzlich zu den drei Grundboxen will Lego vierteljährlich Erweiterungsboxen (je 29,99 Euro) herausbringen, die Eltern ihrem Nachwuchs schon allein deswegen kaufen werden, damit die Anfangsinvestition nicht vergeblich war. « [Sichermann, 2013]

Selbstverständlich trug eine ganze Reihe von Faktoren ursächlich zu den genannten Problemen bei Großbauprojekten bei. Projekte mittlerer Größe sind ebenfalls davon betroffen, auch wenn diese nicht so im Fokus der Öffentlichkeit stehen. Es ist nicht Aufgabe dieses Buches, alle Probleme im Detail zu analysieren und es wäre vermessen zu behaupten, dass die Thematik dieses Buches *Building Information Modeling* die alleinige Lösung dafür wäre.

Dennoch sind einige der am meisten genannten Ursachen, wie fehlende Transparenz, das mehr gegeneinander als miteinander Agieren, fehlende beziehungsweise falsche und nicht aktuelle Informationen für die Risikoabschätzungen, ungenügende Vorplanung und späte, nicht mehr beherrschbare Planungsänderungen, verursachende Symptome, deren Bewältigung auch im Fokus von BIM liegt.

Das große öffentliche Interesse an den in der Kritik stehenden deutschen Großprojekten hat bereits dazu geführt, dass sich die Bundespolitik dem Problem stellen muss. Dazu wurde 2013 eine Reformkommission Großprojekte ins Leben gerufen, die ihre Arbeit 2015 abgeschlossen hat und einen Leitfaden für künftige Großprojekte erstellte.

Einer der konstituierten Arbeitskreise innerhalb dieser Kommission beschäftigte sich dabei mit *Modernen computergestützten Planungsmethoden (BIM)* und verweist damit auf die Bedeutung und Chance, die gesehen wird, um mittels Building Information Modeling dazu beizutragen, solche Fehlplanungen in Zukunft zu verhindern oder zumindest zu

Abb. 1: Legokasten
 »Gescheiterte deutsche
 Großprojekte«
 [Der Postillon, Feb. 2013]



erschweren. Der Abschlussbericht dieses Arbeitskreises wurde Mitte 2014 fertiggestellt und der Reformkommission übergeben. Diese hat in ihrer Sitzung im April 2014 die Agenda einer *Digitalisierung des Bauens* mit dem Fokus auf Building Information Modeling prinzipiell bestätigt.

Im Rahmen der BAU 2015 in München wurde von Seiten des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur, BMVI, die digitale Agenda noch einmal bestätigt und die Gründung einer Gesellschaft *bauen digital* mit den wesentlichen Kammern und Verbänden der deutschen Bauwirtschaft im Januar 2015 verkündet. Damit ist das Thema Building Information Modeling auf der Bundesebene angekommen. Die Gesellschaft wurde dann im März 2015 unter dem Namen *planen-bauen 4.0 – Gesellschaft zur Digitalisierung des Planens, Bauens und Betriebens mbH* offiziell gegründet. Der Abschlussbericht liegt seit Juni 2015 vor [Reformkommission Bau von Großprojekten, 2015]. Darin wird gefordert:

- » Der Bauherr sollte – ebenso wie alle anderen Projektbeteiligten – digitale Methoden, wie z. B. Building Information Modeling (BIM), im gesamten Projektverlauf verstärkt nutzen. Sie können die Planung und Realisierung des Projekts, z. B. durch die Visualisierung von Projektvarianten, die Erstellung einer konsistenten Planung durch Kollisionsprüfungen und einen friktionslosen Bauablauf durch Simulationen erheblich unterstützen. « (S. 10)

Auch wenn der politische Fokus zuerst auf den Großprojekten liegt, so berührt BIM alle Bereiche des Bauens, Klein- und Großprojekte, Hochbau und Infrastrukturbau, Neubau und Bauen im Bestand. Damit betrifft es auch alle Mitwirkenden in diesen Projekten und insbesondere auch die kleineren Planungsbüros und Bauunternehmen. Die deutsche Bauwirtschaft ist, wie auch generell die Situation der Bauwirtschaft im Ausland, durch ihre kleinteiligen Strukturen gekennzeichnet.

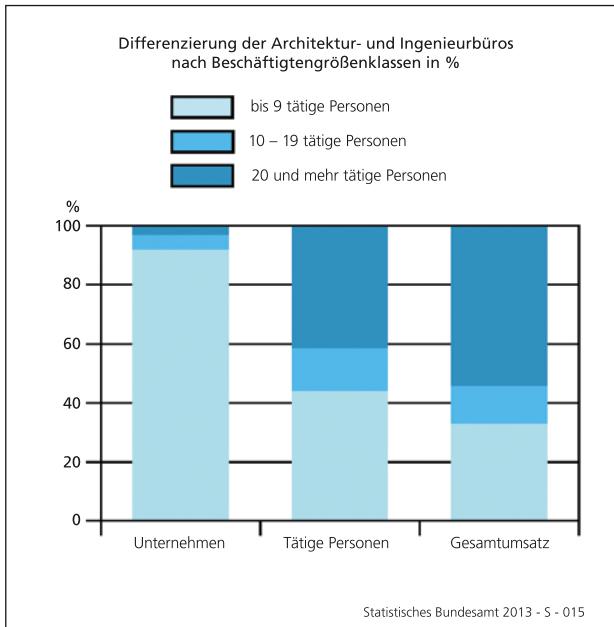


Abb. 2: Architektur- und Ingenieurbüros nach Beschäftigtengrößen [Statistisches Bundesamt, 2013]

Die meisten Planungs- und Ausführungsfirmen sind Klein- oder Kleinstunternehmen⁵.

Gemäß dem statistischen Bundesamt waren 2011 ca. 92 % aller Architektur- und Ingenieurbüros Kleinstunternehmen mit weniger als zehn Mitarbeitern [Statistisches Bundesamt, 2013]. Auch im Bereich der ausführenden Unternehmen dominieren die kleinen Unternehmen.

Die genannte Herausforderung der Digitalisierung des Bauens muss sich daher auch in kleinen Organisationseinheiten umsetzen lassen, um flächendeckend eingeführt werden zu können. Daher muss sich die Umsetzungsstrategie für das Bauwesen von der Umsetzung in anderen Industriebereichen, wie beispielsweise im Maschinen- und Fahrzeugbau, unterscheiden.

Ein weiterer Unterschied ist die geringe Profitabilität des Bausektors insgesamt, die zu weitaus geringeren Investitionen gerade im technologischen Bereich führt. Damit öffnet sich die Schere zwischen der Produktivität in der verarbeitenden Industrie und der Bauwirtschaft weiter. Laut Statistischem Bundesamt [Statistisches Bundesamt, 2015] ist die Arbeitsproduktivität je Erwerbstätigem im Bauwesen zwischen 1991 und 2014 in etwa gleich geblieben, wogegen sie im verarbeitenden Gewerbe auf 170 % und selbst im volkswirtschaftlichen Durchschnitt noch auf 120 % gestiegen ist.

⁵ Nach der Empfehlung der EU-Kommission [2003/361/EG] gehören zu den Kleinstunternehmen die Unternehmen, die weniger als zehn Mitarbeiter beschäftigen und deren Umsatz oder Jahresbilanz 2 Mio. Euro nicht überschreiten, und zu den Kleinunternehmen die Unternehmen, die weniger als 50 Mitarbeiter beschäftigen und deren Umsatz oder Jahresbilanz 10 Mio. Euro nicht überschreiten.

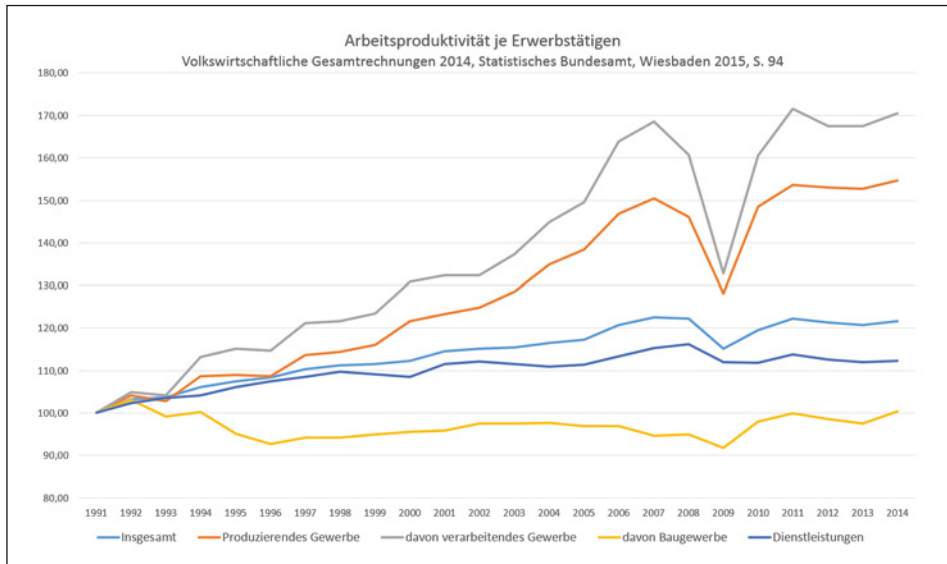


Abb. 3: Produktivitätsentwicklung in verschiedenen Industriebranchen [Statistisches Bundesamt, 2015]

Neben der geringeren Produktivität und Profitabilität des Bauwesens ist das hohe Risiko in Bezug auf die Kosten und Termine eine entscheidende Schwäche der heutigen Bauwirtschaft. Termin- und Kostenüberschreitungen sind leider nicht die Ausnahme.

In einer kürzlich veröffentlichten Studie [BauInfoConsult, 2014] wurde der durch Planungs- und Bauausführungsfehler verursachte Fehlerkostenanteil analysiert. Die gesamten Fehlerkosten werden dabei auf 10,5 Mrd. € pro Jahr in Deutschland geschätzt, dies ergibt bezogen auf den gesamten Branchenumsatz eine Fehlerkostenquote von 11 Prozent. Eine wesentliche Quelle des Entstehens und Propagierens der Fehlerkosten wird in der komplexen Organisations- und Lieferkette gesehen: »In einem Bauprojekt sind viele unterschiedliche Akteure beteiligt – angefangen vom Planer bis hin zum Subunternehmer. So können an jeder kleinen Ecke Fehler unterlaufen« [BauInfoConsult, 2014]. Insbesondere Nichtwohngebäude mit komplexeren Planungsanforderungen sind laut dieser Studie im Vergleich zu reinen Wohngebäuden öfter von Fehlerkosten betroffen.

Welche über die tagesaktuellen Debatten hinausgehenden kritischen Faktoren, die im Einflussbereich der BIM-Methode liegen, sind nun für den Status quo der Bauwirtschaft charakteristisch? Nachfolgend sollen fünf Faktoren genauer untersucht werden:

- a) eine immer weiterführende Spezialisierung der Planungs- und Ausführungsdisziplinen aufgrund immer komplexerer Bauaufgaben, der dafür notwendigen Berechnungen und Nachweisen und der zunehmenden industriellen Fertigung
- b) ein Vergabesystem, das Einzelvergaben und losweise Vergaben bevorzugt und damit wenig Anreize für eine gesamtheitliche Leistungserbringung setzt

- c) ein Vertragssystem, das zu wenig auf gemeinsame Anreize für den gemeinschaftlichen Erfolg setzt (gemeinsame Bonus/Malus Regelungen), sondern auf den Einzelerfolg mit weitreichenden Konsequenzen für die Koordination der Gewerke
- d) immer umfangreichere Dokumentationspflichten, Nachweise und Genehmigungen (wie bei Energienachweisen, Nachhaltigkeitszertifikaten, Bauproduktenverordnung, etc.), die vom Gesetzgeber oder Auftraggeber verlangt werden
- e) ungenügende Qualität der Planungsinformationen in Form von Bauzeichnungen⁶ und abgeleiteten Tabellen, Listen und anderen Auszügen. Oft herrscht ein genereller Datennotstand, (meist zu wenige, manchmal auch zu viele) Informationen, deren Genauigkeit, Aktualität und Belastbarkeit kaum zu prüfen sind.

a) Hohe Komplexität der Organisationsstrukturen

Die Anzahl verschiedener Objekt- und Fachplaner sowie Fachexperten, die in einem typischen Hochbauprojekt involviert sind, steigt ständig weiter an. Neben den klassischen Planungsdisziplinen für die Objektplanung – Architektur (ggf. getrennt in Architektur und Innenarchitektur), Ingenieurbau und Verkehrsanlagenplanung, die technische Ausrüstung und die Tragwerksplanung – werden oft noch weitere Fachdisziplinen mit einbezogen, wie thermische Bauphysik, Schallschutz und Raumakustik, Bodenmechanik, Erd- und Grundbau sowie Vermessung.

Daneben werden bei größeren Projekten oft Projektsteuerer für das Projektmanagement eingesetzt, und ab der Ausführungsplanung kommen das technische Büro der Bauunternehmen und die vielen Handwerker und Subunternehmen hinzu. Bei komplexen Bausystemen, zum Beispiel bei der Fassadenplanung, werden die Zulieferfirmen mit einbezogen.

All diese Beteiligten benötigen Planungsinformationen und tragen zur zunehmenden Detaillierung der Planung bei. Dabei entsteht ein hoher Abstimmungsaufwand, oft das zentrale Problem bei der termin- und kostengerechten Abwicklung der Bauvorhaben. Building Information Modeling bietet hierbei die geeignete Methode, um die Koordination zwischen den Beteiligten auf Basis digital auswertbarer Bauwerksmodelle zu verbessern.

Komplexität wird auch als eine Situation gekennzeichnet, in der die Vielzahl der einwirkenden Faktoren und das Ausmaß ihrer gegenseitigen Abhängigkeiten das Merkmal einer schlecht zu strukturierenden Entscheidungssituation hervorrufen [Ulrich & Fluri, 1992]. Dies trifft auf viele entscheidende Situationen im Bauprojekt zu, zumal noch oft die widersprechenden Zielsetzungen der einzelnen Akteure hinzukommen. In einer solchen Umgebung können keine klar determinierten Entscheidungen getroffen werden, kooperative Verfahren mit gemeinsamen Zielen empfehlen sich.

6 Der Begriff *Bauzeichnung* wird in diesem Buch synonym für alle Plandokumente (Grundrisse, Schnitte und Ansichten), unabhängig von deren Detaillierungsgrad verwendet. Er steht damit u. a. für Entwurfsplan, Ausführungsplan, Detailzeichnung.