

BIM-Leitfaden für Deutschland

Information und Ratgeber

Endbericht

Forschungsprogramm

ZukunftBAU,
ein Forschungsprogramm des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS)

Projektlaufzeit

1. Dezember 2012 bis 30. November 2013

Aktenzeichen

10. 08.17.7–12.08

im Auftrag

des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR)
im Bundesamt für Bauwesen und Raumentwicklung (BBR)

bearbeitet von

Martin Egger, OBERMEYER Planen+Beraten, München
Kerstin Hausknecht, AEC3 Deutschland GmbH, München
Thomas Liebich, AEC3 Deutschland GmbH, München
Jakob Przybylo, OBERMEYER Planen+Beraten, München

Vorwort

Der BIM-Leitfaden ist ein Ratgeber für alle, die sich für die BIM-Methode interessieren. Er bietet eine erste Annäherung an das Thema BIM und die damit verbundenen Anforderungen, die bei der Einführung dieser neuen Arbeitsmethode in ein Unternehmen oder bei der Anwendung in einem Projekt beachtet werden müssen.

Building Information Modeling (BIM) hat im Ausland bereits eine hohe Präsenz erlangt und auch in Deutschland wachsen das Interesse und der Bedarf nach Informationen, welche eine Auseinandersetzung mit dem Thema erleichtern. Viele Interessenten haben Fragen, welchen Einfluss die BIM-Methode auf die bestehenden Planungsprozesse hat, welche Anfangsschwierigkeiten erwartet werden, und welche neuen Rollen und Verantwortlichkeiten definiert und aufgebaut werden müssen. Die Kernfrage ist jedoch, inwieweit BIM zu einer wirtschaftlicheren Projektabwicklung führt und welche konkreten Vorteile sich dabei für die einzelnen Projektbeteiligten ergeben.

Weitere wichtige Fragestellungen, die erörtert werden, sind die Umsetzungen in den verschiedenen Bereichen. Was muss ein Auftraggeber bei der Formulierung einer Anforderung, BIM im ausgeschriebenen Projekt zu nutzen, beachten? Was müssen Planer über die BIM-Methode wissen, um effektiver zusammenzuarbeiten und dem Auftraggeber eine BIM basierte Projektabwicklung zu gewähren? Wie müssen die bauausführenden Firmen mit BIM umgehen? Welche neue Form der Informationsbereitstellung bietet BIM für die Bauprodukthersteller und wovon kann der Betrieb von Immobilien profitieren?

Als die zentralen Vorteile der BIM-Methode werden die Qualität, Aktualität und Transparenz von Projektinformationen gesehen, die jederzeit auswertbar sind und zu einer höheren Sicherheit hinsichtlich Kosten, Termine und Nachhaltigkeit in der Projektabwicklung führen. Neben den genannten zentralen Zielen einer transparenten Projektabwicklung, die letztlich zu einer hohen Planungssicherheit führt, wird im BIM-Leitfaden auch der Nutzen für alle Projektbeteiligten herausgestellt, die zu schaffenden Voraussetzungen beschrieben und die dann möglichen und effizienten BIM-Aufwendungen umrissen.

Im Gegensatz zur vielfach geäußerten Vermutung, dass BIM nur eine Methode für Großprojekte, große Planungsbüros und die Bauindustrie ist, zeigt der BIM-Leitfaden auch die Anwendung in kleineren und mittleren Unternehmen und Projekten und bezieht sich damit auf die für Deutschland typische Bürostruktur und Planungskultur. Die Herangehensweise an BIM und die notwendigen Organisationsstrukturen und Absprachen sind zwar je nach Projektgröße unterschiedlich und entsprechend zu berücksichtigen, aber es lassen sich in allen Fällen Mehrwerte erzielen. Ebenfalls wird oft angegeben, dass sich mit der Einführung von BIM die Planungskosten erhöhen würden, auch hierfür konnten keine Anzeichen gefunden werden, es ist allerdings von einer Kostenverlagerung hin zu den frühen Leistungsphasen auszugehen.

Eine umfassende Anwendung von BIM in einem Projekt erfordert ein angepasstes Informationsmanagement. Das zentrale Dokument dafür ist der BIM-Projektabwicklungsplan der vor Projektbeginn vereinbart wird. Er gewährleistet ein transparentes Vorgehen im gesamten Projektablauf. Für den Anfang ist die Vorgabe von realistischen BIM-Zielen wichtig, welche von verschiedenen Faktoren abhängig sind und die im BIM-Leitfaden diskutiert werden. Die bedeutsamsten Einflussfaktoren auf den Erfolg der BIM-Methode sind die involvierten Personen mit ihrem Wissensstand und ihrer Motivation, die neuen Prozesse und Anwendungen, die notwendigen Absprachen und Richtlinien und letztendlich auch die angewandte Technologie.

Wie im BIM-Leitfaden festgehalten, liegen die Schwierigkeiten der BIM-Anwendung jedoch nicht in der Technologie, sondern in der mangelnden Kenntnis über die neuen Prozesse und Möglichkeiten, die die BIM-Methode bietet. Dies lässt sich auch auf eine fehlende BIM-Ausbildung und auf bislang nicht vorhandene BIM-Richtlinien in Deutschland zurückführen.

Zu dem im BIM-Leitfaden dargelegten Wissen gehört die Arbeit an den spezifischen BIM-Fachmodellen und die Zusammenarbeitsstrategie bei der vernetzten, interdisziplinären Koordination und Projektsteuerung. Hier vermittelt der BIM-Leitfaden Erkenntnisse im Umgang mit den oft dreidimensionalen Bauwerksmodellen, deren Fertigstellungsgrade und den beinhalteten Modellelementen. Ein Schwerpunkt liegt auf der fachübergreifenden Zusammenarbeit, dabei werden unter anderem folgende Fragen beantwortet: welche Abstimmungsprozesse müssen mit der BIM-Methode eingeführt werden, welchen neuen Rollen und Verantwortlichkeiten ergeben sich daraus und wie werden die entsprechenden Ausbildungsprofile aussehen? Konkret wird dabei auf die BIM-basierte Projektkoordination und Anwendungen, wie die Visualisierung, die konsistente Planableitung, die modellbasierte Mengenermittlung sowie weitere Ableitungen aus dem Bauwerksmodell, und die Kollisionsprüfung eingegangen. Die Koordination über Systemgrenzen hinweg, und die Übergabe an den Auftraggeber, erfordert ebenfalls qualitativ hochwertige Schnittstellen, diese werden mit Fokus auf die IFC Schnittstelle beschrieben und bewertet.

BIM bedeutet eine Veränderung in der Projektabwicklung auf den unterschiedlichen Ebenen wie Zusammenarbeitsprozesse, Organisationsstrukturen und eingesetzte Technologien und impliziert einen Wandel hinsichtlich einer stärker partnerschaftlich orientierten Projektabwicklung. Mit den konkreten Arbeitsblättern und Checklisten im Anhang des BIM-Leitfadens werden Vorlagen für die Projektabwicklung empfohlen.

BIM ist heute schon Realität, die Arbeitsmethode wird bereits in vielen Nachbarländern verpflichtend eingesetzt und auch in Deutschland mehren sich Projekte, insbesondere privater Bauherren, in denen BIM zur Anwendung kommt. Deutsche Planungsbüros und ausführende Betriebe, die auch im Ausland tätig sind, müssen sich dort bereits im Wettbewerb mit etablierten BIM-Fachleuten behaupten. Es ist daher Zeit, sich entsprechendes Hintergrundwissen anzueignen, um die eigenen Chancen und Risiken besser bewerten zu können und Kompetenzen aufzubauen.

Nur mit diesem Wissen und der eigenen Erfahrung kann man den weiteren Weg mitgestalten. BIM ist eine Herausforderung für die deutsche Bauwirtschaft, aber auch eine große Chance, die gewachsenen kleinteiligen Strukturen zu vernetzen und damit langfristig zu optimieren.

Eine Basis für eine wirtschaftliche und sichere Einführung von BIM sind verlässliche, klare Rahmenbedingungen, die den Aufbau entsprechender Prozesse und Strukturen ermöglichen. Aus diesem Grund bilden die Handlungsempfehlungen der Verfasser zur Erstellung einer verbindlichen BIM-Richtlinie für Deutschland, sowie Vorschläge für weitere begleitende Maßnahmen, den Abschluss dieser Arbeit.

Danksagung

Die Autoren möchten sich an dieser Stelle bei der fachlichen Begleitung durch Frau Ingrid Strohe, Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung bedanken. Ebenfalls gilt unser besonderer Dank dem Expertengremium, dass unsere Arbeit begleitet und viele wertvolle Anregungen zur Ausarbeitung gegeben hat: Katharina Gäbel, Referat B 10, Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung; Annette von Hagel, Bundesanstalt für Immobilienaufgaben; Wolfgang Moderegger, Real FM, Regionalkreisleiter; August Pries, Leiter der CAD-Stelle Bayern; Dr.-Ing. Marcus Schreyer, Prokurist Kompetenz Zentrum Bau ppa., Unternehmensentwicklung - Corporate Development, Max Bögl, und Christoph Strohschneider, Leiter der Abteilung Bundesbau, Oberfinanzdirektion Koblenz.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	3
Inhaltsverzeichnis	3
1 Einführung	9
1.1 Ziel und Inhalt des Leitfadens	9
1.2 Recherche als Grundlage dieses Leitfadens	9
1.2.1 BIM-Anleitungen	9
1.2.2 Projekte	11
1.2.3 Fachliche Begleitung des BIM-Leitfadens	15
1.3 Fazit für den BIM-Leitfaden und Abgrenzung	16
1.3.1 Einbeziehung von Infrastruktur und Ingenieurbau	16
1.3.2 Abgrenzung des BIM-Leitfadens	17
2 Begriffsdefinitionen und Motivation zu BIM	18
2.1 Building Information Modeling als eine Methode der Projektabwicklung	18
2.1.1 Definition des Begriffs „Building Information Modeling“	18
2.1.2 Das Bauwerksmodell und dessen Einordnung in die BIM-Methode	19
2.2 Einflüsse auf die Planungskultur durch BIM	21
2.2.1 BIM-Kultur	22
2.2.2 Lebenszyklusbetrachtung	23
2.2.3 Stand der BIM-Anwendung	24
2.2.4 Motivation für BIM	25
2.2.5 BIM-Vorteile	25
3 Voraussetzungen für BIM-Projekte und die Einführung von BIM	27
3.1 Grundinformationen für die Projektdurchführung	27
3.1.1 BIM-Übergangsphase	27
3.1.2 Häufige Schwierigkeiten bei einer BIM-Projektdurchführung	28
3.1.3 Erwartungen an den BIM-Prozess	29
3.1.4 Rollen, Verantwortlichkeiten und Organisation	30
3.1.5 Datenverantwortung und -sicherheit	32
3.1.6 Aufwandsverlagerung	32
3.2 BIM-Einführung	33
3.2.1 Im Unternehmen	33
3.2.2 In Projekten	35
3.3 BIM in der Umsetzung	36
3.3.1 Auftraggeber	37
3.3.2 Planer	38
3.3.3 Baufirma und Bauhandwerk / Baugewerbe / Handwerk	39
3.3.4 Facility-Manager	41
3.3.5 Bau-Produkthersteller	41
3.3.6 Softwarefirma	42
3.4 BIM für unterschiedliche Projektstrukturen	43
3.4.1 Kleinprojekte und kleine Unternehmen	43

3.4.2	Großprojekte	44
4	Fachspezifisches und integriertes Arbeiten mit BIM	45
4.1	Informationsmanagement	45
4.1.1	Besonderheiten des Informationsmanagements bei BIM	46
4.1.2	Der BIM-Projektentwicklungsplan	47
4.1.3	Festlegungen für zu erbringende BIM-Projektleistungen	49
4.1.4	Abspraken über BIM-Prozesse, Austausch und Verantwortlichkeiten	50
4.2	Fachspezifisches Arbeiten	50
4.2.1	Die Fachspezifischen Bauwerksmodelle	50
4.2.2	Die wichtigsten Fachmodelle	51
4.2.3	Fertigstellungsgrade der Bauwerksmodelle	58
4.2.4	Die Modellelemente	62
4.3	Fachübergreifendes Arbeiten	64
4.3.1	Modellierungsvorschriften für die fachübergreifende Zusammenarbeit	65
4.3.2	Die modellbasierte Koordination	66
4.3.3	Das Koordinationsmodell	68
4.3.4	Weitere fachübergreifende BIM-Workflows	69
4.4	Offene BIM-Austauschformate	73
4.4.1	BIM-Anforderungen an den Datenaustausch	73
4.4.2	Die IFC Schnittstelle	74
4.4.3	Welche Daten sind in IFC verfügbar?	75
4.4.4	Weitere BIM-Datenaustauschformate	76
4.5	Nutzen von Bauwerksmodellen	76
4.5.1	Kommunikative Kraft des Modells	76
4.5.2	Konsistente Pläne	77
4.5.3	Auswertungen und Nachweise	78
4.5.4	Kollisionsprüfung und Widerspruchsfreiheit	79
5	Richtlinien und weitere Regularien für BIM in Deutschland	81
5.1	Zusammenfassung	81
5.1.1	Situation von BIM-Richtlinien in anderen Ländern	81
5.1.2	Situation von BIM-Richtlinien in Deutschland	82
5.2	Empfehlungen für eine BIM-Richtlinie für Deutschland	82
5.3	Empfehlungen für weiteren Handlungsbedarf in Deutschland	84
5.3.1	Informationsvermittlung über die BIM-Methode bei den Auftraggebern	85
5.3.2	Aus- und Weiterbildung	85
5.3.3	Standardisierung	85
5.3.4	Weiterentwicklung rechtlicher und ordnungspolitischer Rahmenbedingungen	86
6	Glossar	87
	Literaturverzeichnis	87
	Abbildungsverzeichnis	92
	Verzeichnis der Tabellen	94
	Anhang	95
	Anhang A Übersicht Rollen und Verantwortlichkeiten	95

Anhang B	Software und Schulung	96
B.1	Softwareschulung	96
B.2	Technische Grundlagen	96
Anhang C	BIM-Modellelemente gelistet nach Fachdisziplinen	97
C.1	Modellelemente Architektur	97
C.2	Modellelemente Tragwerksplanung	98
C.3	Modellelemente TGA	98
C.4	Modellelemente Elektroplanung	99
C.5	Modellelemente Gebäudeleittechnik	100
Anhang D	Internationale Beispiele für Fertigstellungsgrade	101
Anhang E	Arbeitsblätter und Kontrolllisten	102
E.1	BIM-Randbedingungen	102
E.2	Die ersten drei Projektschritte des Bauherrn / Auftraggebers	104
E.3	Die ersten drei generischen Projektschritte des Auftragnehmers	106
Anhang F	Allgemeine Leistungsbeschreibung BIM-Management	107
Anhang G	Grundlagen der BIM-Ausbildung	109

1 Einführung

1.1 Ziel und Inhalt des Leitfadens

Der BIM-Leitfaden bietet allen am Bau Beteiligten einen ersten Einstieg in die Arbeitsmethode Building Information Modeling (BIM). Im Rahmen eines allgemeinen Überblicks richtet sich der BIM-Leitfaden für Deutschland an Bauherren, Planer, Bauunternehmen, das Baugewerbe, Handwerker, Produkthersteller und Softwareunternehmen. Der Leitfaden erläutert die notwendigen Begrifflichkeiten, die zur Orientierung in diesem Umfeld notwendig sind, gibt einen Überblick über Anstrengungen zu BIM im In- und Ausland und beantwortet grundsätzliche Fragen zur zielbringenden Einführung und dem korrekten Umgang mit BIM. Der Schwerpunkt liegt dabei auf einem praktikablen und praxisnahen Einsatz.

Gleichzeitig werden weitere erforderliche Schritte für die zukünftige Ausrichtung und Weiterentwicklung von BIM in Deutschland aufgezeigt und Handlungsempfehlungen unterbreitet.

1.2 Recherche als Grundlage dieses Leitfadens

Die Basis für den Leitfaden waren umfangreiche Recherchen und Analysen zu durchgeführten BIM-Projekten sowie eine Analyse regionaler und internationaler BIM-Anleitungen¹. Ein geladenes Expertengremium hatte die Aufgabe, den Entstehungsprozess des Leitfadens fachlich zu betreuen.

1.2.1 BIM-Anleitungen

Die folgenden frei zugänglichen BIM-Anleitungen wurden für den BIM-Leitfaden untersucht, daneben noch BIM/CAD Richtlinien privater Auftraggeber:

- Anwenderhandbuch Datenaustausch BIM/IFC - Deutschland, 2008
- BIM-Richtlinie für Architekten und Ingenieure - Deutschland, 2011
- Richtlinie zur Einführung von BIM in Bauprojekten - Deutschland, 2010
- Rgd BIM Standard - Niederlande, 2012
- Statsbygg Building Information Modelling Manual - Norwegen, 2011
- Senate Properties' BIM Requirements 2007 - Finnland, 2007
- COBIM - Common BIM Requirements 2012 - Finnland, 2012
- CAD manual 2008 - Dänemark, 2008 (englische Übersetzung 2009)
- GSA BIM Guide Series 01 - 3D-4D-BIM Overview - USA, 2007
- National Building Information Modeling Standard - USA, 2007
- BIM Guidelines and Standards for Architects and Engineers - State of Wisconsin, USA, 2009
- Singapore BIM Guide Version 1 und Version 2 – Singapur, 2012 und 2013
- British Standard PAS 1192-2, Großbritannien, 2013
- Verfahrensrichtlinie für CAD - Bearbeitung und Datenaustausch VR - CAD - Deutschland, 2011

¹ Der Begriff „BIM-Anleitung“ wird hier als ein Sammelbegriff für BIM-Richtlinien, BIM-Leitfäden und BIM-Handbücher genutzt.

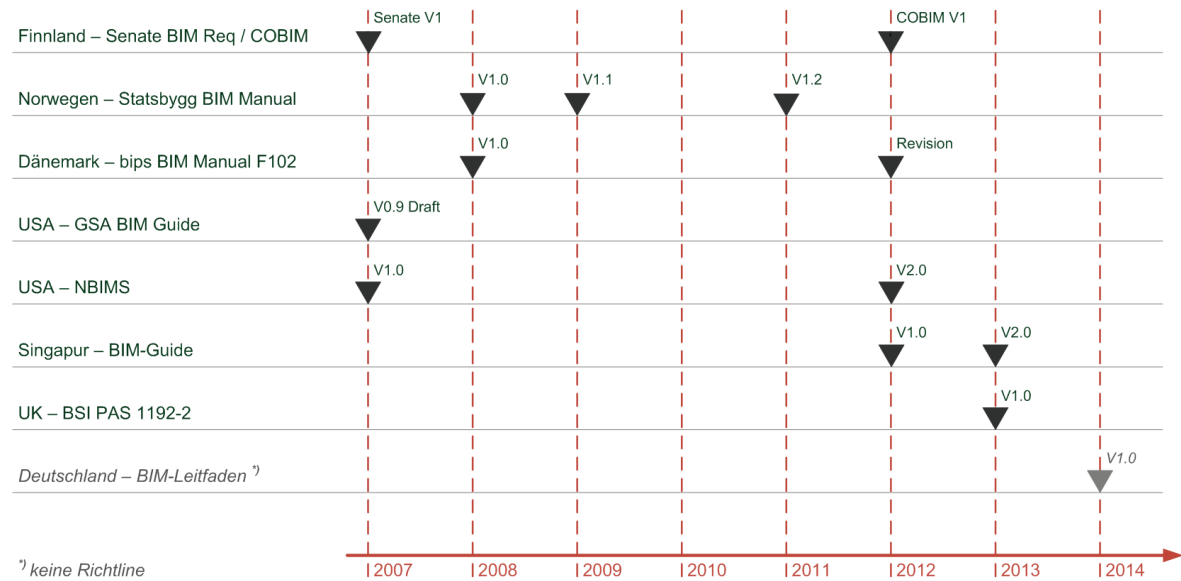


Abbildung 1.1: Zeitliche Übersicht zu den BIM-Richtlinien und Leitfäden in ausgewählten Ländern

Auswertung und Kategorisierung

Bei der Analyse der BIM-Anleitungen konnten folgende Kategorien herausgearbeitet werden.

- Kategorie 1 - Einführung in das Thema
- Kategorie 2 - Konkrete Beschreibung von BIM + Übergabeanforderungen für BIM-Leistungen
- Kategorie 3 - Konkrete Beschreibung von BIM + Übergabeanforderungen für BIM-Leistungen + Vertragsvorlagen
- Kategorie 4 - Softwarespezifische Anforderungen

Anzahl der BIM-Anleitungen	18	beinhaltete Fachrichtungen und Gewerke
aus Deutschland	6	Architektur
aus dem Ausland	12	Tragwerksplanung
		TGA
davon öffentliche Auftraggeber und Herausgeber:		Elektroplanung
Deutschland	1	Brandschutz
Ausland	12	Facility Management
		Risiko Management
davon Software abhängig bzw. unabhängig:		Umwelt Management
abhängig	5	Infrastrukturplanung
unabhängig	12	Geotechnik / Bodengutachten
		Mengenermittlung
aus folgenden Ländern:		Bauprozessplanung
Deutschland, Niederlande, Dänemark, Finnland, Norwegen, Großbritannien, USA, Singapur, Korea		

Tabelle 1.1: Statistische Auswertung der analysierten BIM-Anleitungen

Bei der Kategorie 1 handelte es sich um ins Thema einführende **Leitfäden**, bei der Kategorie 2 könnte man schon eher von umfangreichen **Handbüchern** sprechen, die Kategorie 3 könnte man als Handbuch betrachten, welches zusätzlich auch **Richtlinien** beinhaltet.

Die Begriffe sollen wie folgt definiert werden:

- Leitfaden - Einführung in das Thema
- Handbuch - umfangreiches Nachschlagewerk
- Richtlinie - Handlungs- oder Ausführungsvorschrift

Fazit und Schwerpunkte

Der Großteil der Richtlinien und Standards im Bereich BIM kommt aus dem Ausland und ist überwiegend in englischer Sprache gehalten. Viele Dokumente sind auch schon in einer überarbeiteten Auflage vorhanden, deren erste Herausgabe schon mehrere Jahre zurückreicht. Thematisch decken die Richtlinien teils ein sehr breites Spektrum an Disziplinen und Projektphasen ab und gehen bis in die Nutzungsphase der Datenmodelle über. Die BIM-Standards und Richtlinien aus den skandinavischen Ländern, Singapur und den Vereinigten Staaten sind besonders weit ausgereift, bereits in vielen Projekten im Einsatz und in öffentlichen Projekten vorgeschrieben.

In diesen Ländern werden auch sehr viel Energie und erhebliche Ressourcen in die Weiterentwicklung der BIM-Arbeitsmethode investiert. Die Zielsetzungen liegen dabei in der lückenlosen Dokumentation der Bauwerksbeschreibung, der Transparenz und Weiterverwendbarkeit der Daten und der Reduzierung von Reibungsverlusten bei der Datenübergabe zwischen unterschiedlichen Leistungsphasen.

1.2.2 Projekte

Als praktische Grundlage der Recherche wurden 16 BIM-Projekte ausgewertet. Hierbei handelte es sich um Klein- und Großprojekte, die von Klein-, Mittel und Großunternehmen in unterschiedlichen Leistungsphasen bearbeitet und mit teils recht unterschiedlichem Projekterfolg abgeschlossen wurden:

Anzahl der untersuchten BIM-Projekte 16		Auswertungen
Gesamtanzahl	16	Projektsprachen
Inland	10	deutsch 13
Ausland	6	englisch 5
öffentliche Auftraggeber	9	ungarisch 1
private Auftraggeber	7	norwegisch 1
		(Summe > 16 aufgrund mehrsprachiger Projekte)
Firmengröße Unternehmen		Bausumme (soweit angegeben)
15 bis 6.000 Personen		private Auftraggeber: von 10 Mio € bis 100 Mio €
Zeitraum Projekte		öffentliche Auftraggeber: von 6.2 Mio € bis 650 Mio €
2008 bis 2019		Infrastruktur: ca. 930 Mio €
(Bearbeitungs-/Bauzeit, projektübergreifend)		

Tabelle 1.2: Auswertung der untersuchten BIM-Projekte

Auswertung

In den gesammelten Projekten gab es Teamgrößen in der BIM-Bearbeitung von drei bis fünf Personen in Kleinprojekten und zeitweise von 30 bis 40 Personen bei Großprojekten. Bei den Großprojekten fiel auf, dass es häufig sehr große Fluktuationen in der Anzahl der Sachbearbeiter gab, speziell in der Modellierungsphase. Dies stellt sicher eine Herausforderung für das Projektmanagement und BIM dar. Die Leistungsbilder der HOAI sind mit ihren in den einzelnen Leistungsphasen vorgesehenen Grundleistungen nicht deckungsgleich mit der BIM-Methode². Bei der Anwendung der BIM-Methode gibt es besonders für den Planer eine Vorverlagerung von Leistungen in die frühen Leistungsphasen 1 bis 4 (Liebich, et al., 2011). Dies wird im Alltag häufig unterschätzt.

Viele Projekte wurden mittels koordinierter Strukturen (Nutzen von Projektraum, Dokumentenmanagementsysteme, Datenbankunterstützung) und, falls vorhanden, standardisierten Richtlinien durchgeführt.

Es zeigte sich, dass eine vorhandene BIM-Richtlinie bzw. vorgeschriebene BIM-Standards häufig der Grund dafür waren, die eigenen Arbeitsprozesse und Teamstrukturen hinsichtlich der Anforderungen anzupassen (siehe Kommentare). Bei fast allen untersuchten Großprojekten lagen solche Richtlinien und Standards vor. Bei einem Großprojekt wurden eigens entsprechende Richtlinien definiert und umgesetzt. Neben öffentlichen Richtlinien fanden auch industriespezifische, sowie auf marktrelevanten Softwareprodukten basierende Standards Anwendung.

Es fällt auf, dass in Deutschland noch vorwiegend private Auftraggeber eigene BIM-Standards einsetzen, im Ausland aber sehr häufig die öffentlichen Auftraggeber. In manchen Ländern werden öffentliche Projekte ausschließlich auf der Grundlage von BIM-Standards ausgeschrieben.

Kommentare von Projektbeteiligten

Bei der Befragung von Projektteilnehmern in einigen der untersuchten Bauprojekte wurden folgende Kommentare öfters geäußert.

Allgemein

- Die BIM-Methode wird bereits über alle Projekt- und Leistungsphasen eingesetzt, so auch in der Bauausführung und Nutzung, jedoch selten durchgängig innerhalb eines Projektes.
- Viele Beteiligte und Verantwortliche sind überzeugt, dass BIM eine gute Möglichkeit darstellt, langfristig höhere Qualitäten in der Planung, Ausführung und Nutzung von Bauwerken zu ermöglichen und noch großes Potential birgt. Der Aufwand und die Auswirkungen dafür sind aber schwer abschätzbar, da dazu Informationen und Erfahrungswerte fehlen.
- Viele Projekte wurden nicht mit BIM-Methoden durchgeführt, da die Grundlagen und Informationen bereits zuvor traditionell erstellt wurden und vorhanden waren. Rückblickend hätte man das Projekt aber trotzdem gern mit BIM-Methoden bearbeitet.
- Auch kleine Firmen setzten sich mit BIM auseinander und sehen hier große Möglichkeiten mehr und eine bessere Qualität zu bieten sowie von den neuen Möglichkeiten der strukturierten Zusammenarbeit zu profitieren.

² Es ist zu beachten, dass die HOAI Preisrecht darstellt und die Leistungen berücksichtigt, die zur ordnungsgemäßen Erfüllung eines Auftrags im Allgemeinen erforderlich sind (§ 3 Absatz 2 HOAI). Welche Leistungen in welchem Projektstadium erbracht werden sollen, richtet sich nach den vertraglichen Vereinbarungen im Einzelfall.

Schnittstellen- und Softwarebezogen

- Schnittstellen/Datenaustauschformate können die in sie gesetzten Anforderungen oft nicht auf eine praktikable Art und Weise erfüllen. Oft ist ein großer Aufwand damit verbunden, Daten und Informationen über Schnittstellen auszutauschen, zu überprüfen und abzustimmen.
- Die Weiterentwicklung der Software während des Projektverlaufs macht zunehmend Spezialwissen und mehr Training/Schulung erforderlich.
- Austauschformate und Schnittstellen werden zunehmend komplexer und unübersichtlicher, sie sollten mehr für bestimmte Einsatzgebiete und Arbeitsprozesse hin optimiert werden: keine "Ich kann alles" Schnittstelle.
- Auftraggeber sollten die Modellierung möglichst über alle Phasen durchgängig beauftragen. Jede Schnittstelle bzw. neue Software bringt Probleme und Mehraufwand, da die Modelle nicht immer nativ übertragbar sind. Jede Software definiert ihr eigenes Datenmodell und den nach ihrer Hinsicht notwendigen Informationsumfang. Begrifflichkeiten passen oft nicht zusammen. So können die jeweils erstellten Daten nicht durchgehend qualitativ ausgenutzt werden.
- Soll- und Ist-Abgleiche mittels 3D Modelle bieten gute, transparente Kontrollen. Diese vereinfachen die Koordination zwischen den Fachplanern, aber nur, wenn auch alle Beteiligten sich an den digitalen Dokumentationsweg halten.

Richtlinienbezogen

- Besonders große Projekte wären ohne BIM und modellbasierter Methoden aufgrund der Anforderungen des Auftraggebers und der Projektkomplexität nicht durchführbar.
- National/International abgestimmte BIM-Richtlinien und -Anleitungen werden zunehmend wichtiger, insbesondere wenn mehrere Partner mit BIM zusammenarbeiten wollen.
- Häufig haben Auftraggeber veraltete CAD Standards, die BIM nicht unterstützen, sondern behindern, da sie auf Arbeitsstrukturen und technischen Grundlagen basieren, die nicht mehr zeitgemäß sind (Layer und Farben definieren Inhalt, nicht Objekte und Attribute).

Prozess- und Anwenderbezogen

- Auftraggeber werden erst im Projektverlauf von der BIM-Arbeitsmethode überzeugt. Das wird durch spätere zusätzliche Beauftragungen belegt (Raumbuch, 3D-Nachmodellierung, Visualisierung).
- Bei vielen Projekten wurden vorweg Projektziele definiert. Übergeordnetes Know-how ist erforderlich, besonders Prozess- und Modellstrukturierung.
- Oft fehlen Angaben zu Projektbeginn bzw. bringen Änderungswünsche des Auftraggebers Schwierigkeiten, wenn sie zu spät formuliert werden.
- In den frühen Planungsphasen müssen zur 3D-Modellierung mehr konkrete Entscheidungen getroffen werden, obwohl der Auftraggeber sich noch nicht entscheiden kann (Vorverlagerung von Entscheidungen und des Aufwandes zur Modellierung). So kann es schon früh zu Spannungen zwischen den Vertragspartnern kommen.
- Bei der Verwendung der BIM-Arbeitsmethode ist häufig eine Koordination über alle Gewerke notwendig. Dies lässt sich aber oft nicht einhalten (Zeitaufwand nicht eingeplant, Handhabung und Aufwand für Koordinierung nicht kalkuliert, keine Erfahrung).

Erkenntnisse und Herausforderungen

Es gibt neben vielen Wissenslücken (Richtlinien, Erfahrungen, Vertragsgrundlagen) noch große Unsicherheiten und Ängste in Bezug auf die Anwendung von BIM-Methoden und modernen Softwaresystemen. Die Erfahrung zeigt, dass man nicht warten darf, bis es für jedes Problem eine technische Lösung gibt. Viele der oben angesprochenen Probleme sind nicht nur technischer Natur, sondern liegen oft im Bereich der Informations-, Prozess- und Kommunikationsstrukturen.

Um dieses Verständnis aufzubauen, bedarf es Zeit. Die Einarbeitung in die BIM-Methode ist ein längerer Prozess, der häufig mit einer Übergangsphase beginnt (Kapitel 3.1.1). Somit muss man nicht von einem Tag auf den anderen seine gewohnten und bewährten Arbeitsmethoden aufgeben.

Aus den Projekten geht hervor, dass oft mit überzogenen Vorstellungen an die BIM-Methode herangegangen wird (Kapitel 2.1.2). Vor allem im Bereich der Software entsteht häufig die Auffassung, mittels BIM auf „Knopfdruck alles zu automatisieren“. Die Erfahrung zeigt, durch BIM wird man nicht unbedingt schneller, sondern man erreicht einen höheren und definierbaren Qualitätsstandard im Hinblick auf Bearbeitungszustand, Datenaustausch und Koordination.

Das Wissen rund um die BIM-Methode wird häufig zu spät aufgebaut. Vor allem der Auftraggeber muss in die Aufklärung mit einbezogen werden, damit er als Entscheidungsträger rechtzeitig agieren kann.

Häufig werden BIM-Projekte auf der Grundlage von Vertragsgrundlagen ohne den Einbezug von BIM bearbeitet. Hier vermischen sich dann unterschiedliche Zielsetzungen und Vorstellungen zum Projekt. Die Entscheidung, ein Projekt mithilfe von BIM durchzuführen, und die damit verbundenen Zielsetzungen, sollten bereits in den Vertragsverhandlungen mit einbezogen werden.

Die weit verbreitete Meinung, BIM verursacht in der Projektdurchführung mehr Aufwand, lässt sich aus der Recherche der Projekte nicht ablesen. Über den Lebenszyklus von Bauwerken werden durch die Verwendung von BIM grundsätzlich keine neuen Leistungen erbracht, jedoch können sich die Art der Leistungserbringung und die Verantwortlichkeit für diverse Aufgaben und Leistungen ändern oder stark verschieben. Auf diese Weise entstehen in bestimmten Leistungsphasen zusätzliche Leistungen und in anderen Einsparungen. Zusätzlich werden auch neue Rollen- und Leistungsbilder im gesamten Lebenszyklus eines Bauwerkes geschaffen. Daraus folgt, dass die Aufwandsverteilung im Projekt neu bewertet oder vertraglich abgestimmt werden muss.

Fazit der Projektrecherche

Für die Erhebung der Beispielprojekte wurde eine breite Typenauswahl gewählt. Alle Projekte wurden in großen Bereichen mithilfe der BIM-Methode bearbeitet, teils anhand von Vorgaben (Pflichtenhefte, Objektekataloge, Bibliotheken) der Auftraggeber. Es gibt schon sehr viele Anwender, auch in Deutschland, die die BIM-Methode anwenden und die Vorteile daraus direkt nutzen können.

In den Bemerkungen zu den einzelnen Projekten finden sich stets Fragen über die weitere Entwicklung und Etablierung der BIM-Methode in die Planungs-, Baukultur und Gebäudenutzung. Da die Einführung und Umsetzung der BIM-Methode einen längeren Zeitraum in Anspruch nimmt und viele Themenbereiche beeinflusst, stellen sich viele Anwender, die sich neu damit auseinander setzen, die Frage, wer die Grundlagen für eine weitere Entwicklung legt und diese umsetzt.

Weiterführend bedarf es Klärung in Fragen zu Ausbildung und Zertifizierung, zu Standardisierung und wie Erfahrungswerte besser genutzt und dazu beitragen können, die weitere Entwicklung rund um BIM direkt zu unterstützen.

Es fällt auf, dass viele Anwender eine eigene, unterschiedliche Vorstellung und Definition des Begriffs BIM haben. Der Leitfaden vereinheitlicht und definiert dies grundlegend, damit sich Klarheit in der Projektabwicklung und der Planung einstellt. Auch sind die Erwartungen an die Automatisierung durch neue technische Lösungen oft zu übermotiviert oder die Arbeitsabläufe zu unkoordiniert. Dies birgt ein großes Risiko in der Projektabwicklung und wird in diesem Leitfaden angesprochen und geklärt.

1.2.3 Fachliche Begleitung des BIM-Leitfadens

BIM betrifft eine Vielzahl an Themen im gesamten Lebenszyklus von Bauwerken und damit auch ein breites Feld an Kompetenzen. So war für die Erstellung des BIM-Leitfadens auch das Einbeziehen von Experten zu unterschiedlichen Fachthemen notwendig. Diese Auflistung zeigt einen Auszug aus den Gesprächen und Anmerkungen aus diesem Expertenkreis.

Generelle Diskussion über die Stellung eines Leitfadens

Der BIM-Leitfaden soll keine Richtlinie zur verbindlichen Einführung von BIM sein, kein allgemeines Handbuch (oder BIM-Buch) zur umfassenden Darstellung. Der Leitfaden soll eine kurze Darstellung geben, was BIM ist, wie man es in Büros und Bauprojekten einführt und welche Absprachen und Regeln zu treffen sind.

Handlungsanleitungen in dem Leitfaden

Der Leitfaden soll eine Handlungsanleitung verknüpft mit praktischen Beispielen sein, er soll die Rahmenbedingungen (u.a. neue Rollen, Abläufe, Ausbildung, Software) bei der Einführung von BIM in Büros darstellen und Abläufen bei BIM-Projekten aufzeigen. Als sehr wichtig wurde eine Handlungsanleitung für den öffentlichen und privaten Bauherrn angesehen, insbesondere was vor der Beauftragung der Planer beachtet werden muss.

Vorteile und Notwendigkeit der BIM-Methode

Wozu braucht man BIM, was sind die Vorteile, für welche Anwendungen wird es genutzt und gebraucht? Beispiele hierfür sind: Bauproduktrichtlinie, Nachweise zu Nachhaltigkeit und strengen Energierichtlinien, Massenauszüge für viele Anwendungen (einschließlich der Dokumentationspflicht), Datenübergabe an das FM. Welche Erfahrungen liegen zu den oft genannten Vorteilen, wie Kosteneinsparungen, Terminsicherheit, höhere Qualität der Planung und Ausführung, Berücksichtigung von Betriebskosten, reduziertes Projektrisiko, optimierte Ökobilanzen und andere, vor?

Bauwerksmodelle, Fertigstellungsgrad

Die digitalen Bauwerksmodelle entstehen während des Projektablaufs in verschiedenen Disziplinen (Architekturmodell, Haustechnikmodell, Tragwerksmodell) und mit zunehmender Detaillierung, abhängig von den Leistungsphasen und der geplanten Verwendung der Bauwerksmodelle. Dabei ist die richtige und belastbare Information zur rechten Zeit, und nicht die maximale Informationsmenge, entscheidend.

Modell und Pläne, Abgabekriterien

Planabgabe und Übergabe von Bauwerksmodellen geht Hand in Hand. In den Leistungsbildern der HOAI wird die Informationstiefe der Plandarstellungen durch Maßstabsangaben verdeutlicht³. Auch für Bauwerksmodelle muss die Informationstiefe vereinbart werden. Für den Bauherrn ist es daher wichtig zu wissen, was er mit einer Beauftragung „BIM-Methode“ bestellt und in verschiedenen Leistungsphasen als Leistung erhält. Insbesondere der öffentlicher Bereich hat derzeit wenig Erfahrung in BIM.

Little bim, BIG BIM - Vertikale und horizontale Wertschöpfungsketten

Jedes Büro muss zuerst bei sich selbst beginnen (little bim⁴), die wirklichen Vorteile (insbesondere für den Bauherrn und Nutzer) entstehen aber erst entlang einer übergreifenden Wertschöpfungskette (BIG BIM⁵). Derzeit bestehen keine BIM-Standards zur Übergabe und Festlegungen für die Fertigstellungsgrade von Datenmodellen in Deutschland. Eine Ausnahme bilden private, proprietäre Standards großer Betreiber: Automobilbranche, Flughäfen, etc. und die bayrische BIM-Richtlinie des US Army Corps of Engineers (Hausknecht, et al., 2011). In Anlehnung an internationale Erfahrungen müssen daneben auch Vorschläge für einen BIM-Projektabwicklungsplan entwickelt werden.

1.3 Fazit für den BIM-Leitfaden und Abgrenzung

Die Praxis demonstriert, dass BIM, im Gegensatz zur traditionellen Projektabwicklung, eine andere Denkweise und ein neues Verhalten in der Projektabwicklung erforderlich machen. Vor allem im frühen Projektstadium sind einige wesentliche Punkte zu beachten, die den Projekterfolg maßgebend beeinflussen. Dort wird das Fundament für BIM im Projekt gelegt. Die Untersuchung hat gezeigt, dass die beschriebene Art der BIM-Anwendung in allen internationalen Richtlinien sehr ähnlich ist. Die Perspektiven und die Zielgruppen in diesen Richtlinien sind hingegen teils recht unterschiedlich. Einige Dokumente sind bereits über 8 Jahre alt und liegen als mehrfach überarbeitete Version aktuell vor. Der BIM-Leitfaden für Deutschland profitiert auch von diesen Erfahrungen.

Die Erstellung eines vollständigen BIM-Handbuchs bis hin zu verbindlichen Richtlinien wird hier angeregt und als notwendig erachtet. Dazu wird im Ausblick eine Struktur vorgeschlagen, wie dieser BIM-Leitfaden für Deutschland in eine BIM-Richtlinie für Deutschland weiterentwickelt werden kann (siehe Kapitel 5.2).

1.3.1 Einbeziehung von Infrastruktur und Ingenieurbau

Der überwiegende Teil der Projekte mit BIM im In- und Ausland ist auf den Hochbau konzentriert. Es gibt auch Erfahrungen in den Bereichen Infrastruktur- und Ingenieurbau (Brücken, Kanalisierung, Straße und Schiene) sowie bei der Anbindung zur Geodäsie (Abbildung 1.2). Der Ansatz und die Nutzung der BIM-Methodik sind hier ähnlich, der Leitfaden kann hierzu auch als Referenz genutzt werden.

³ *little bim* ist ein gebräuchlicher Ausdruck für die Anwendung der BIM-Methode beschränkt auf eine Disziplin und beschreibt damit eine Insellösung.

⁴ *BIG BIM* ist ein gebräuchlicher Ausdruck für die durchgängige und interdisziplinäre Anwendung der BIM-Methode über den Lebenszyklus eines Bauwerkes.

⁵ Als eine BIM-Leistung ist die Darstellung von Informationstiefe im Sinne der Fertigstellungsgrade des Bauwerksmodells in der HOAI nicht preislich geregelt und daher im Einzelfall frei zu vereinbaren.

1.3.2 Abgrenzung des BIM-Leitfadens

Wie bereits eingangs erwähnt, ist der BIM-Leitfaden eine Anregung und erste Hilfestellung für alle in Deutschland, die sich für BIM interessieren und die Arbeitsmethode in ihrem Umfeld einführen wollen. Er umfasst dazu viele Ideen, Anregungen und Erfahrungsbeispiele, beinhaltet aber keine verbindliche Vorgabe, wie BIM allgemein in Deutschland eingeführt werden soll.



Abbildung 1.2: Machbarkeitsstudie und Evaluierung der Einflussfaktoren Hochbau zu Infrastruktur auf der Basis von GIS (Quelle: OBERMEYER Planen + Beraten)

Als Abgrenzung zu einer BIM-Richtlinie werden daher die notwendigen Strukturen von Bauwerksmodellen, die zu erstellenden Modellelemente, und deren erforderlicher Fertigstellungsgrad für beauftragte BIM-Leistungen nur beispielhaft und als Empfehlung genannt. In Abgrenzung zu einer BIM-Modellierungsvorschrift werden keine konkreten Modellierungsschritte, d.h. wie konkret diese Bauwerksmodelle in der BIM-Software zu konstruieren sind, aufgezeigt. Ebenfalls können noch keine Referenzprozesse für die Nutzung der BIM-Modelle für die modellbasierte Projektabwicklung entwickelt werden, die im Rahmen eines BIM-Projektabwicklungsplanes vertraglich vereinbart werden.

Der BIM-Leitfaden beschäftigt sich auch nicht mit den rechtlichen und ordnungspolitischen Fragen zu BIM (HOAI, VOB, RBBau). Hierzu sei auf das aktuelle Gutachten „Maßnahmenkatalog zur Nutzung von BIM in der öffentlichen Bauverwaltung unter Berücksichtigung der rechtlichen und ordnungspolitischen Rahmenbedingungen“ verwiesen (Eschenbruch, et al., 2014 (geplant)), sowie auf das frühere Gutachten „Die Auswirkungen von Building Information Modeling (BIM) auf die Leistungsbilder und Vergütungsstruktur für Architekten und Ingenieure sowie auf die Vertragsgestaltung“ (Liebich, et al., 2011).

2 Begriffsdefinitionen und Motivation zu BIM

2.1 Building Information Modeling als eine Methode der Projektabwicklung

Eine Erkenntnis aus den Projektrecherchen war die oft recht unterschiedliche Auffassung zum Thema BIM. Dieses Kapitel widmet sich deshalb primär der Erklärung dieses Begriffes, weiterführende Begriffsdefinitionen sind im Glossar (Kapitel 6) aufgeführt.

2.1.1 Definition des Begriffs „Building Information Modeling“

BIM, verstanden als Building Information Modeling, bezeichnet eine Arbeitsmethode im Bauwesen. Die Idee dazu ist nicht neu: das Grundkonzept zu BIM existiert schon seit den 1970ern, (Eastman, 1974 und Eastman, 2011). Der Begriff „Building Information Model“ erschien erstmalig in einem Papier von van Nederveen (van Nederveen, 1992).

Allgemein wird BIM wie folgt definiert:

„Building Information Modeling (BIM) ist eine Planungsmethode im Bauwesen, die die Erzeugung und die Verwaltung von digitalen virtuellen Darstellungen der physikalischen und funktionalen Eigenschaften eines Bauwerks beinhaltet. Die Bauwerksmodelle stellen dabei eine Informationsdatenbank rund um das Bauwerk dar, um eine verlässliche Quelle für Entscheidungen während des gesamten Lebenszyklus zu bieten; von der ersten Vorplanung bis zum Rückbau.“ - Quelle NBIMS⁶

In der Praxis wird die Methode BIM heute sehr viel umfassender angewendet und bezieht sich nicht nur auf die physikalischen und funktionalen Eigenschaften eines Gebäudes, die mittels eines Modells verwaltet werden. Das BIM-Ziel ist eine zentrale Verwaltung von möglichst allen projektrelevanten Informationen. Dazu gehören beispielsweise auch die Verweise auf Ressourcen, Prozesse, schriftliche Dokumentationen und weitere Informationen, die zum Projekterfolg beitragen und mit anderen Werkzeugen gebündelt werden. Eine präzise Definition soll in einer BIM-Richtlinie gefasst werden.

Das Prinzip der durchgängigen, zentralen und objektbasierten Verwaltung und Koordination von Projektinformationen ist im Vergleich zu einer traditionellen Herangehensweise eine sehr grundsätzliche Veränderung, nicht nur auf der softwaretechnischen Seite. Sie hat große Auswirkungen auf die Leistungsbilder aller Beteiligten, auch der Auftraggeber, Handwerker und Baufirmen, auf die Anforderungen an die Mitarbeiter, auf die Arbeitsprozesse und Teamstrukturen in den Projekten und auch an die Anpassungen der Richtlinien in Deutschland (siehe Kapitel 2.1.2).

BIM sollte übergreifend als ein langfristiger Optimierungsprozess im Unternehmen sowie Teil eines Kulturwandels in der Projektabwicklung verstanden werden, in welchem die Erfahrungen und Kompetenzen schrittweise ausgebaut werden. Dementsprechend sollte auch die Erwartungshaltung kontinuierlich angepasst werden (siehe Kapitel 3.1.3).

⁶ Das National Building Information Model Standard Project Committee (NBIMS) ist der Fachausschuss des National Institute for Building Sciences (NIBS) Facility Information Council (FIC) der Vereinigten Staaten in Fragen BIM und Standardisierung für den openBIM-basierten Datenaustausch, <http://www.nationalbimstandard.org/faq.php#faq1>

Ziel ist eine integrierte, partnerschaftliche Arbeitsweise über den gesamten Lebenszyklus von Bauwerken. Aus der Recherche im Kapitel 1.2.2 lässt sich feststellen, dass BIM für alle Projektgrößen geeignet ist. Die Arbeitsmethode beschränkt sich nicht nur auf Großprojekte. Grundlegend ist lediglich, wie BIM-Methoden einzusetzen sind. Dennoch ist die Frage nach der Art des Informationsmanagements und der Organisation bei größeren Projekten im Allgemeinen entscheidender als bei kleineren.



Abbildung 2.1: Veränderungspyramide im Unternehmen (Quelle: EU-Projekt InPro)

Die Einführung von BIM bedeutet eine langfristige und weitreichende Herausforderung für das gesamte Bauwesen auf unterschiedlichen Ebenen: Unternehmen, Mitarbeiter, Organisationen, Prozesse, Methoden, Technik und Werkzeuge. Auf Unternehmensebene erfordert die Einführung von BIM meist eine Ausrichtung auf eine neue Arbeitsweise in der Projektabwicklung. Solche Veränderungsvorhaben können mithilfe einer Stufenpyramide beschrieben werden (Abbildung 2.1). Aus den Recherchen ist bekannt, dass es bereits gute Werkzeuge und Methodenbeschreibungen gibt, um BIM-Projekte erfolgreich durchzuführen. Im Ausland gibt es auch sehr detaillierte BIM-Standards und Richtlinien, die auch in Deutschland zum Teil schon in angepasster Form Anwendung finden⁷. Es gilt nun, den Veränderungswillen auch in der Unternehmenskultur zu begünstigen und zu unterstützen. Im Ausland sind die öffentlichen Auftraggeber die größten Befürworter und Förderer von BIM, da sie aufgrund des langjährigen Erhalts und der Nutzung von Bauwerken auf eine durchgängige Wertschöpfungskette in der Informationsgewinnung und deren Management angewiesen sind.

2.1.2 Das Bauwerksmodell und dessen Einordnung in die BIM-Methode

Heutzutage können Bauwerksmodelle im Bauwesen die primären Mittel der zentralen Verwaltung und Koordination von Projektinformationen sein. Bauwerksmodelle bestehen aus dreidimensionalen virtuellen Bauteilen, bzw. Modellelementen. Der objektorientierte Aufbau der Modelle erlaubt dabei zusätzliche Informationen zu generieren und aus der Geometrie abzuleiten, zu speichern und zu verteilen.

⁷ Bauvorhaben des US-Army Corps of Engineers (USACE) in Deutschland werden unter anderem auf der Grundlage von BIM-Richtlinien des NBIMS bearbeitet.

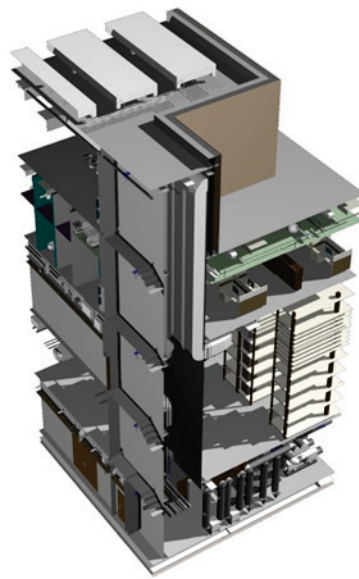


Abbildung 2.2: Querschnitt durch ein Bauwerksmodell Al Ain Hospital (Quelle: OBERMEYER Planen + Beraten)

Die Modellelemente sind 'intelligent'. D.h. sie kennen Ihre Abhängigkeiten und ihre physischen Eigenschaften. So kann beispielsweise eine Stütze folgende Informationen besitzen: Geschoss, unterhalb Decke, Material, Breite, Höhe, Aufbau, Bauphase, Kosten, u.v.m. Eine entsprechende Software fördert die Informationsverteilung und das gleichzeitige Arbeiten mehrerer Personen am gleichen Modell. Eine moderne BIM-Anwendung unterstützt BIM durch neutrale Schnittstellen und gewährt einen einfachen Zugang zu den Informationen (open-BIM, siehe Glossar). Dafür werden häufig mehrere fachspezifische Bauwerksmodelle erstellt, die eine abgestimmte, definierte Qualität aufweisen. Sie werden in regelmäßigen Abständen zu Koordinationszwecken zu einem Gesamtmodell integriert und dort geprüft. Durch das modellbasierte Arbeiten können sehr viele projektbeschreibende Informationen transparent dokumentiert werden. Im Vergleich zu einer traditionellen Arbeitsweise mit zweidimensionalen Linien und Symboliken können damit viele Irrtümer vermieden werden. In den Kapiteln 4.2 und 4.3 werden die fachspezifischen Bauwerksmodelle und deren fachübergreifende Koordination im Detail beschrieben.

Die Erwartungshaltungen an die BIM-Softwareprodukte und das Datenmodelle sind häufig sehr vielfältig. Die folgende Auflistung soll die gravierendsten Fehleinschätzungen klären:

- BIM heißt nicht, auf Knopfdruck bestimmte Informationen aus einem Modell zu extrahieren oder auszuwerten. Es ist keine „Black Box“, die mittels Automatismen alles vereinfacht.
- Mit einem BIM-Modell werden nur die Ziele erreicht, die vorher definiert wurden und es können nur jene Informationen ausgewertet werden, die auch eingepflegt wurden.
- Dabei bedeuten mehr Informationen auch mehr Aufwand in der Eingabe, dem muss der erhöhte Nutzen bei der Auswertung gegenübergestellt werden.

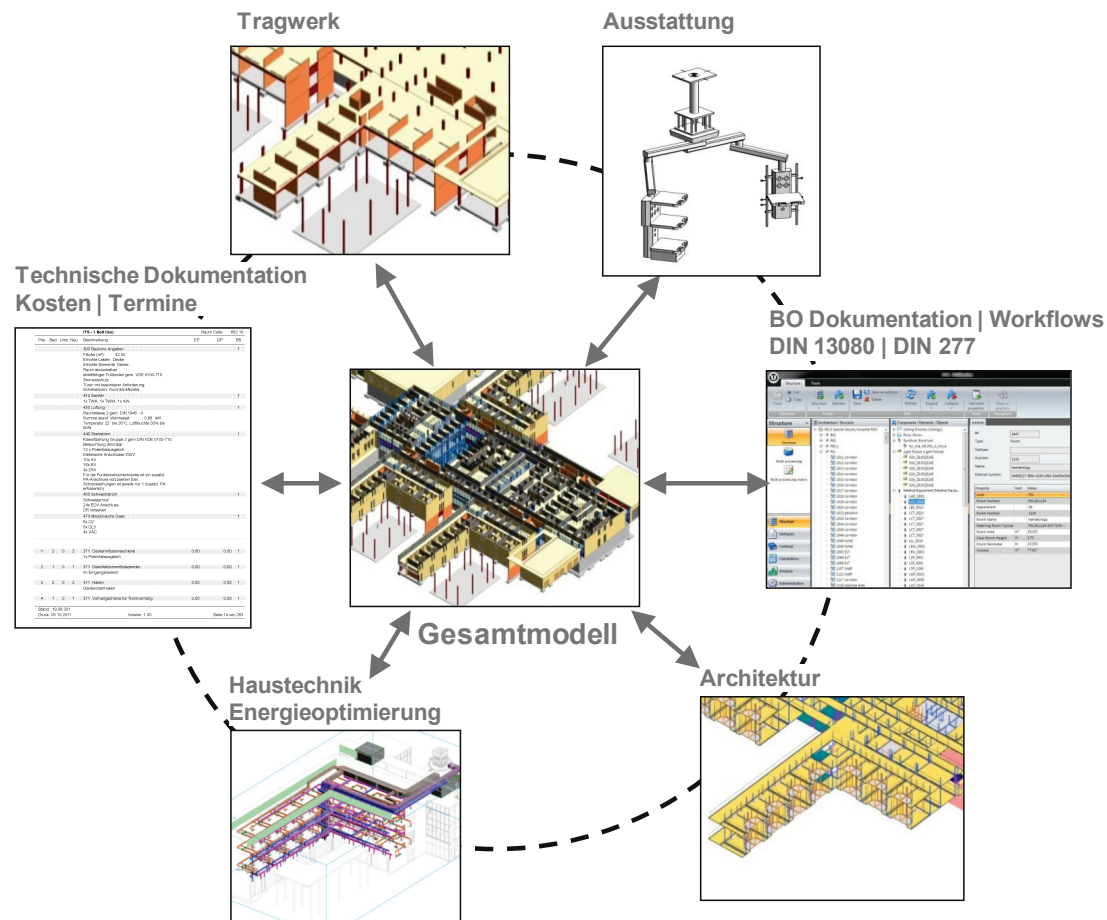


Abbildung 2.3: Dezentrale Planung und zentrale Koordination von Informationen, Security Hospital, Abu Dhabi (Quelle: OBERMEYER Planen + Beraten)

Viele BIM-Softwaresysteme bieten dahingehend hilfreiche Funktionen an, um das Arbeiten mit Modellen und das Verwalten der Informationen zu vereinfachen, unter anderem auch bestimmte Automatismen und „intelligente Bauteile“. Neben der modellbasierten Datenhaltung existieren weitere Mittel, um Projektinformationen zentral verwalten und koordinieren zu können. Dabei kommen neben den bewährten „off-line“-Produkten, wie lokale Dokumentenmanagementsysteme oder Dateiserver, in letzter Zeit vermehrt Online- und Cloud-basierte Plattformen und Dienste zur Dokumentenverarbeitung, zur Unternehmenskommunikation, zur Unterstützung der Geschäftsprozesse, u.v.m. in Mode, mit dem Bewusstsein und der Verantwortung bzgl. Datenhoheit und -sicherheit.

2.2 Einflüsse auf die Planungskultur durch BIM

Der Erfolg einer neuen Methode im Bauwesen (Planung, Bau und Nutzung) hängt im Wesentlichen von den vier Randbedingungen Menschen, Prozesse, Technologie und Richtlinien ab. So ist es auch bei BIM zielführend, möglichst alle diese Randbedingungen entsprechend aufeinander abzustimmen und langfristig zu fördern. Nur so ist eine effiziente, nachhaltige Anwendung und Nutzung der Methode möglich.

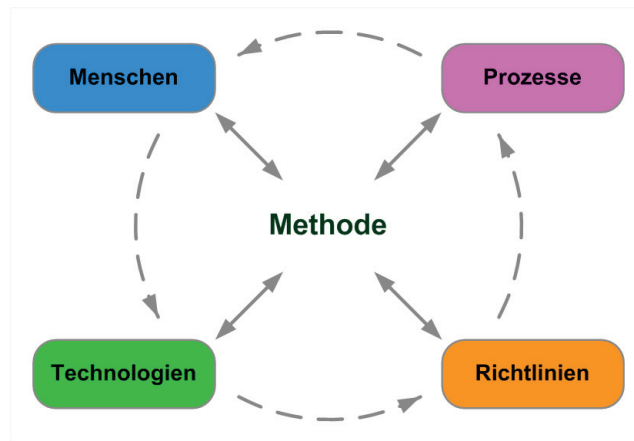


Abbildung 2.4: Diagramm zu Randbedingungen einer Methode (Quelle: OBERMEYER Planen + Beraten)

Die veränderten Anforderungen sollen beispielhaft genannt werden:

Menschen

Beteiligte Personen und Mitarbeiter werden auf neue Herausforderungen stoßen. BIM erfordert ein kontinuierlich diszipliniertes und strukturiertes Arbeiten, sowie ein höheres Fachwissen bei gleichzeitig höherer Aufgeschlossenheit gegenüber neuer Technik.

Prozesse

Durch die nun zentrale Verwaltung von Informationen verändern sich die Prozesse vor allem in der Kommunikation und Zusammenarbeit. Enge Koordinationskorsetts werden im Rahmen des Informationsmanagements definiert (siehe Kapitel 4.1). Sie dienen dazu die vorhandene Qualität der eingegebenen Informationen zu untersuchen und die Koordination untereinander regelmäßig zu prüfen. Eine zunehmend disziplinierte und kontinuierliche Arbeit wird so erforderlich.

Richtlinien

Für eine Zusammenarbeit sind unter anderem die Definition der gemeinsamen Ziele und die Regeln für die Zusammenarbeit erforderlich. Dazu zählen die Klärung des Eigentums der zentral verfügbaren Informationen und die Haftung für die Richtigkeit der jeweiligen Modelle vor deren Weitergabe. All diese Punkte sind vor Beginn des Projektes zu klären und vertraglich zu verankern.

Technologie

Die Softwareanforderungen werden ebenfalls höher. Neben der reinen Funktionalität einzelne Gewerke zu unterstützen, werden u.a. die Unterstützung neuer offener Schnittstellen und der Koordinationsprozesse erforderlich.

2.2.1 BIM-Kultur

Die BIM-Arbeitsmethode definiert einen Kulturwandel im Bauwesen über einen integrierenden Ansatz, der einen Kontrast zur traditionellen Herangehensweise bildet. Hierbei fällt das „Wir“ ins Gewicht. Folgende Aspekte beschreiben diesen:

- BIM fordert und fördert die Zusammenarbeit, Partnerschaft
- Lebenszyklusbetrachtung von Projektbeginn an
- Gemeinsame vertraglich geregelte Zieldefinition und Aktion
- Gemeinschaftlicher Projekterfolg und -verantwortung
- Offener, transparenter Umgang mit Problemen und Schwächen
- Strategische Projektvorbereitung sowie ausführliche Planung der Planung

Ein grundlegender Unterschied zur klassischen Baukultur ist die Lebenszyklus-übergreifende Betrachtung des Bauwerkes, von der Ideenfindung, über die Planungs-, Bau- und Nutzungsphase bis zum endgültigen Rückbau. Durch die Fokussierung auf die durchgängige Dokumentation von Informationen in jeder einzelnen Phase und die Bereitstellung als maschinenlesbare Datenbasis für die darauf folgende, hat sie starke Auswirkungen auf die Art und Weise der Informationsbeschaffung und -pflege. Hier lässt sich eine zielgerichtete systematische Arbeitsweise identifizieren, die sich auch in den einzelnen Richtlinien wiederfindet. Das Bauwerk ist das Ziel, die Information ist der Weg dorthin, der gemeinschaftlich zurückgelegt werden muss.

2.2.2 Lebenszyklusbetrachtung

Während die Planungs- und Bauphase von Bauwerken in der Regel ein oder mehrere Jahre dauert, wird das Gebäude über viele Jahrzehnte genutzt. So ist die Untersuchung der in der Nutzungsphase entstehenden, hohen Kosten für den Bauherren hinsichtlich Betrieb, Wartung, Sanierung, Modernisierung, und Rückbau häufig vorrangig.

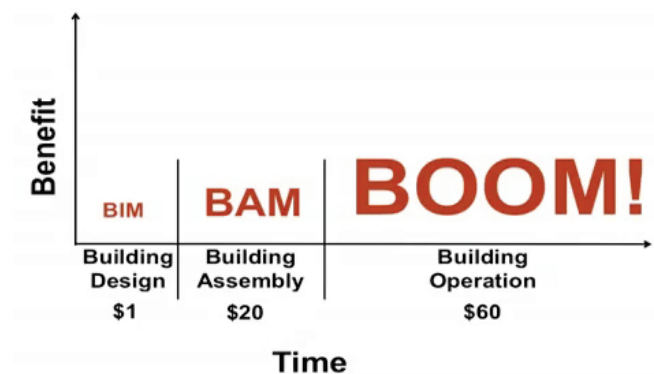


Abbildung 2.5: BIM-BAM-BOOM (Quelle: Partick MacLeamy)

Die Zusammenhänge lassen sich anschaulich mit dem BIM-BAM-BOOM Modell erläutern (Abbildung 2.5). HOK Chief Executive Officer Patrick MacLeamy, FAIA, beschreibt mit dem Diagramm das Einsparpotenzial durch die Optimierung während der Planungsphase im Verhältnis zu den einzelnen Phasen Planung (BIM, Building Information Modelling), Herstellung und Bau (BAM, Building Assembly Modeling) und Nutzungs- und Betrieb (BOOM, Building Owner Operator Model).

Patrick MacLeamy erklärt dies so: „Für jeden Dollar, der in der Planung ausgegeben wird, werden 20 Dollar in der Bauphase und 60 Dollar in der langen Nutzungsphase ausgegeben. Die BIM unterstützt die Untersuchung von verschiedenen Designstudien und die Einhaltung von Anforderungen und Kosten in der Planungsphase. Während der Bauphase unterstützt BIM den Hersteller bzw. die Baufirma bei der Bauablaufkoordination und Kostenkontrolle, hier BAM genannt. BAM kontrolliert Kosten, die 20-mal höher als jene in der

Planungsphase sind. Planer und Ausführende, die BIM und BAM übergreifend verwenden, können bis zu 30% der Baukosten einsparen. In der Nutzungsphase kann der Betreiber BIM und BAM verwenden, um die Betriebskosten mit seinem Datenmodell, hier BOOM genannt, zu optimieren. Damit lässt sich der Energieverbrauch besser überwachen und steuern und die Wartung und Instandhaltung besser planen. In der BOOM Phase werden Kosten 60-mal höher als in der Planungsphase verwaltet. Das Einsparungspotential ist hier enorm und damit lassen sich leicht Mehraufwendungen für eine nachhaltigere Planung aufwenden“⁸.

Die Annahmen zu den Verhältnisse lassen sich nicht direkt auf die deutsche Bauindustrie übertragen, da hier schon sehr viel in Richtung Energieeinsparung und Nachhaltigkeit nachgedacht und vorgegeben wird. Jedoch zeigt es, dass der Informationsdurchgängigkeitsaspekt, der mit der hohen Informationsmenge der BIM-Methode besonders wertvoll wird, eine Betrachtung der Potentiale des Gebäudes über den gesamten Lebenszyklus gestattet: Planung, Realisierung, Betrieb, Rückbau. Die Kosten sind in der Bau- und der Betriebsphase am höchsten, so liegt die Priorität der Optimierung aus Bauherrensicht auch besonders auf diesen Projektphasen. Das bewirkt, dass die für die Erstellung und das Facility Management notwendigen strategischen Entscheidungen vorgezogen bereits während der Planungsphase betrachtet und erstellt werden müssen. So dient die gesamte Planungs- und Erstellungsphase dazu, einen adäquaten Informationsstand für die optimale Bewirtschaftung von Immobilien und Bauwerken vorzubereiten.

2.2.3 Stand der BIM-Anwendung

Die Recherchen zu BIM-Richtlinien und -Standards und die Untersuchung von BIM-Projekten bilden die Grundlage dieses Leitfadens. Sie zeigen ein sehr umfangreiches Bild über den aktuellen Stand von BIM im In- und Ausland auf. Im Ausland sind schon sehr viele Richtlinien dazu vorhanden, die vor allem von öffentlichen Auftraggebern initiiert sind, im Inland dominieren hingegen Richtlinien von privaten Auftraggebern. Beiden Gruppen gemeinsam ist, dass die Auftraggeber, also die Nutzer der Bauwerke, die Richtlinien und Standards vorgeben, und nicht die Planer und Baufirmen. Die Standards sind zum Zweck der effizienten und nachhaltigen Bewirtschaftung entstanden, wobei der Planungsprozess und die Bauphase hinsichtlich Controlling und Koordination umfassend berücksichtigt werden. Erst in zweiter Linie werden sie auch für die Optimierung im Planungs- und Bauprozess abgewandelt.

Dass BIM funktioniert, ist durch viele besonders im Ausland durchgeführte Projekte praktisch belegt worden. Es hat sich gezeigt, dass die meisten Fehler in den Frühphasen der Projekte gemacht werden. Vielfach liegt es noch an den Arbeitsprozessen, die nicht an die neuen Anforderungen angepasst wurden. Auch werden die vertraglichen Grundlagen nicht entsprechen angeglichen. Klarheit würde hier die Formulierung einer BIM-Richtlinie für Deutschland sorgen.

Im Ingenieurbereich finden an einigen Hochschulen und Universitäten in Deutschland Kurse zum Thema BIM statt, diese sind überwiegend auf den technischen Bereich beschränkt (Software-Schulungen, teils disziplinübergreifend mit Studenten aus Architektur, Bauingenieurwesen, Geodäsie, Bauphysik, Baubetriebslehre) und noch weit von einer praktischen Einführung in allen Berufsbereichen im Bauwesen entfernt, z.B. Ausbildung im Bauhandwerk und Lehrberufen (Bautechnischer Zeichner, Konstrukteure, siehe Anhang G). Auch die Technisierung der Bauausführung ist noch nicht so fortgeschritten, wie im Ausland zu beobachten: So fehlt übergeordnet häufig noch das korrekte Verständnis und die Akzeptanz für BIM.

⁸ Zitiert nach dem Vortrag „BIM-BAM-BOOM“, gehalten von Patrick MacLeamy in München am 10.10.2013 in der BMW-Welt.

2.2.4 Motivation für BIM

Die Motive für eine Beschäftigung mit BIM können sehr unterschiedlich sein. Grundsätzlich lassen sich externe und unternehmensinterne Einflüsse konkretisieren.

Externe Einflüsse können sein:

- Projektvorgaben
- Partner
- Konkurrenz
- Marketing

Interne Beweggründe sind:

- Optimierung der Arbeitsabläufe
- Vertiefen der Softwarekenntnisse
- neue Betätigungsfelder

Der wachsende internationale Druck motiviert Unternehmen nach Wegen der Optimierung zu suchen und sich für eine Veränderung und effizientere Arbeitsmethoden im eigenen Unternehmen zu interessieren. Da BIM ein enormes, langfristiges Optimierungspotential darstellt, ist es sehr attraktiv. Wenn partnerschaftlich verankert, können alle Bereiche der Baubranche von der BIM-Entwicklung profitieren. Auftragnehmer, die sich früh engagieren und entsprechende Kompetenzen aufbauen, werden den Bauherren über ihre Produkte und Leistungen große Vorteile anbieten können.

Gleichzeitig hat sich BIM im Ausland bereits als die Standardmethode der Projektabwicklung durchgesetzt. International tätige Unternehmen werden so gezwungen sich mit BIM auseinanderzusetzen, Know-how aufzubauen und entsprechende Leistungen zu liefern. Zum Beispiel erhofft sich die Regierung in Großbritannien durch die Anwendung von BIM-Technologien und -Prozessen im öffentlichen Bausektor Einsparungen von Investitionskosten und Reduktion der CO-Belastung um bis zu 20%⁹.

2.2.5 BIM-Vorteile

Durch BIM wird ein neues Optimierungsniveau erreicht. Der Fokus liegt bei einer höheren Planungs-, Termin- und Kostensicherheit, die durch die Transparenz über den gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks entsteht. Es vereinfacht das Risikomanagement und ermöglicht die Planungsqualität und die industriellen Fertigungsprozesse besser zu kontrollieren. Der Hauptvorteil von BIM liegt für den Auftraggeber in den umfassenden, offen zugänglichen und von vielen nutzbaren Gebäudeinformationen. Diese qualitativ hochwertigen und konsistenten Planungsdaten ermöglichen frühzeitige und belastbare Entscheidungsfindungen.

Ein Bauwerksmodell ermöglicht den Umfang der vorliegenden Projektdokumentation zusätzlich visuell schnell zu erfassen und mit den entsprechenden Werkzeugen nachvollziehbar zu prüfen. An diesem Gebäudemodell lässt sich die Untersuchung der Energieeffizienz, die Bauablaufplanung oder die Mängelverfolgung eindeutig nachvollziehen. Ebenso sind an vielen Stellen Möglichkeiten gegeben, Prozesse durch Automatisierung zu unterstützen.

⁹ Quelle: BIM Task Group UK, <http://www.bimtaskgroup.org>

Durch die hohe Anzahl an Informationen und die umfassende Bauwerksbeschreibung können unterschiedliche Datenquellen nun besser verlinkt, Informationen zielgerecht übertragen und Berechnungen durchgeführt werden. Es ist noch nicht alles möglich, aber bereits vieles machbar und das Potential entwickelt sich ständig weiter.

Alle Vorteile sind davon abhängig, wie konsequent partnerschaftlich und durchgängig das Projekt von Beginn an vertraglich verankert und durchgeführt wird.

Im Kapitel 4.5 wird detailliert auf einzelne konkrete Vorteile, die sich durch BIM ergeben, hingewiesen.

3 Voraussetzungen für BIM-Projekte und die Einführung von BIM

3.1 Grundinformationen für die Projektdurchführung

Für eine erfolgreiche Projektdurchführung sind grundsätzlich eine Vielzahl von Faktoren und Einflüssen zu berücksichtigen. BIM ist hierbei eine Arbeitsmethode, die zum Ziel hat, von Beginn an klar definierte Projektziele zu verfolgen und durch eine möglichst abgestimmte Koordination auf einer konsistenten Datenbasis, den Erfolg für das gesamte Projekt sowie Projektteam zu erbringen. Grundlage hierfür ist eine sehr disziplinierte und strukturierte Vorgehensweise. Dieses Kapitel informiert über die Grundlagen der Projektdurchführung mit der BIM-Methode. Dabei kann hier nur ein grober Überblick gegeben werden. Im Anhang E finden Sie dazu konkrete Arbeitsblätter (BIM-Randbedingungen, Projektstart Bauherr und Auftragnehmer, BIM-Management) mit auf heutigen Bedingungen angepassten Empfehlungen. Das folgende Kapitel 4 vertieft dann die Aussagen zum Informationsmanagement und zur Erstellung und Nutzung der Bauwerksmodelle.

Trotz einiger Unterschiede zu den traditionellen Methoden sind die wesentlichen Planungsleistungen vergleichbar, die zum Entstehen von Bauwerken führen. Der Zeitpunkt und die Art und Weise ihrer Erbringung sind dagegen verschieden.

3.1.1 BIM-Übergangsphase

Die übergreifende Einführung von BIM stellt hohe Anforderungen an alle am Bau Beteiligten, der ein langfristiger Änderungsprozess zugrunde liegt. Der Singapurische BIM Guide spricht hier von einer BIM-Übergangsphase, der allen Bereiche des Bauwesens die Zeit gibt, sich an die neue Arbeitskultur mit BIM anzupassen (Abbildung 3.1). Dies ist in vielerlei Hinsicht ein Entwicklungs- und Lernprozess. Unter anderem müssen Führungs- und Fachkräfte neue Prozessstrategien und -techniken erlernen, bzw. diese auf die Fähigkeiten der Projektbeteiligten und der eingesetzten Software abstimmen. Ziel muss sein, dass alle Bereiche auf gleichem Niveau operieren. So wäre es nicht zielführend, ein Datenmodell mit zu vielen Informationen anzureichern, wenn diese nicht sinnvoll ausgewertet werden können oder für die zu Beginn gesteckten Ziele gar nicht notwendig sind.

Die traditionellen Anforderungen hingegen werden bleiben: Dazu zählen die bestehenden 2D Standards, die viele größere Arbeitgeber besitzen. Zudem werden Gebäudebesitzer und -verwalter auch weiterhin ihre archivierten 2D Informationen nutzen wollen. Ebenfalls bleiben Standards für die alphanumerischen Informationen, wie Standardleistungstexte, Raumbücher oder Betriebsdaten technischer Anlagen wichtig. Neu ist, dass diese zum großen Teil aus den Datenmodellen heraus generiert bzw. damit verknüpft werden.

Obwohl die technische Entwicklung schon weit fortgeschritten ist, besteht zurzeit noch nicht die Möglichkeit der Archivierung von großen Modellen in einem neutralen, nachhaltig verwendbaren Format über den gesamten Lebenszyklus von Bauwerken. (siehe Kapitel 2.2.2). Ansätze dafür sind gelegt (siehe Kapitel 4.4).

Dies hält niemanden davon ab, jetzt schon die Vorteile aus BIM für sich zu nutzen. So werden die vertraglich relevanten Daten zwar immer noch als 2D Dokumente übergeben. Dennoch können diese durch die Ableitung aus einem 3D Referenzmodell entstehen und das 3D Modell als Koordinationsmodell für die Planung dienen (Abbildung 3.1).

Das Gebäudemodell dient in der Übergangsphase bereits als Grundlage für viele Planungsleistungen. Die Dokumentation für die Ausführung und die Enddokumentation basiert in dieser Phase noch auf der 2D Darstellung, kann aber schrittweise auf 3D Datenmodelle ausgebaut werden.

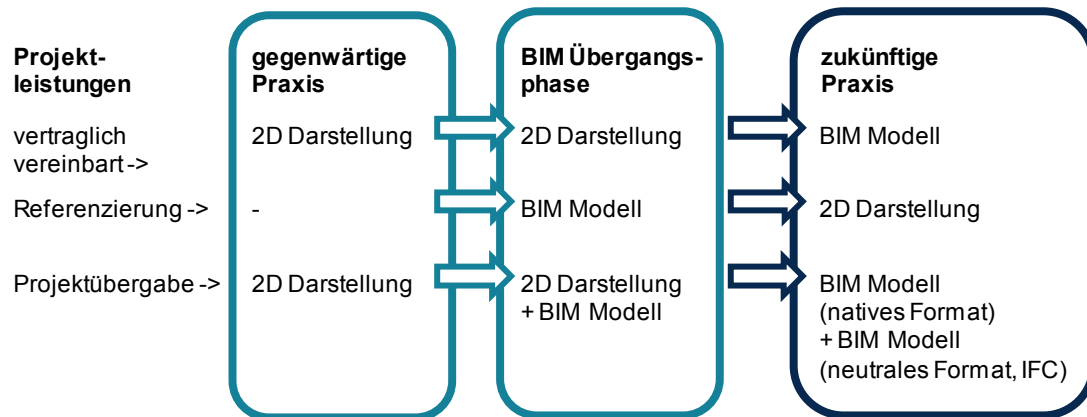


Abbildung 3.1: Grundlegende Bedeutung von Zeichnungen und Bauwerksmodellen (Quelle: Singapore BIM Guide Version 2, 2013)

Zukünftig wird das semantische Bauwerksmodell für die vertragliche Dokumentation und für die Projektübergabe verwendet werden, 2D-Unterlagen dienen dann nur als Referenz und Anschauungsmaterial bzw. zur Archivierung in Papierform. Bei der Projektübergabe wird nicht nur das native sondern auch ein neutrales IFC-Format ausgetauscht. Das native Modell dient dabei als Arbeitsmodell, somit können Änderungen und Umbaumaßnahmen direkt in der Software vorgenommen werden, das Modell im neutralen Format dient der Dokumentation, Koordination, Kontrolle und Langzeitarchivierung.

3.1.2 Häufige Schwierigkeiten bei einer BIM-Projektdurchführung

Im Rahmen der Projektrecherche für diesen Leitfaden (Kapitel 1.2.2) wurden folgende zusammengefasste Punkte als Probleme bei der Umsetzung von BIM im Projekt identifiziert:

- Wissen und richtiges Verständnis für BIM und der Einfluss von BIM wird unterschätzt:
Den Anwendern ist nicht bewusst, welche Faktoren in der Projektabwicklung durch BIM beeinflusst werden. BIM betrifft alle Projektbeteiligten.
- Projektbeginn und Vertragsgrundlagen bzgl. BIM:
Vorgaben werden nicht vollständig gelesen und verstanden. Softwarespezifische BIM-Richtlinien beschränken den Wettbewerb.
- Verträge:
BIM Leistungen werden nicht von Beginn an verankert.
- 2D Richtlinien:
Traditionelle CAD-Pflichtenhefte, welche auf ältere CAD-Werkzeuge ausgelegt sind, schließen häufig den Einsatz von unterschiedlichen BIM-Lösungen aus. Das ist früh mit dem Auftraggeber zu klären bzw. durch ihn zu korrigieren.
- Erwartungsmanagement:
Die Erwartungen an das Team und die Werkzeuge werden zu hoch gesetzt.

- **Fehlende Erfahrung:**
Aufgrund fehlender Erfahrung und Richtlinien kann der Arbeitsaufwand nicht eingeschätzt oder kalkuliert werden. Das notwendige Wissen (Software, Prozesse) fehlt, so können die technischen Möglichkeiten nicht bewertet und genutzt werden. Häufiger Personalwechsel unterstreicht diesen Aspekt.
- **Hinauszögern und häufiges Ändern von wichtigen Entscheidungen und Zielsetzungen:**
Aufgrund von willkürlichen Entscheidungen durch den Auftraggeber oder Auftragnehmer kann es notwendig sein, ein Datenmodell komplett neu aufzubauen.
- **Diszipliniert arbeiten:**
Wenn Modelle ausgewertet werden sollen, sind alle notwendigen Informationen von Beginn an strukturiert einzuarbeiten. Aufgrund fehlender Angaben durch einen fehlerhaften Modellaufbau, ist eine strukturierte Modellauswertung nicht möglich.
- **Unterschätzung der Aufwandsvorverlagerung:**
Teilbeauftragung, besonders der ersten Leistungsphasen, hemmt die Durchgängigkeit und somit die Vorteile von BIM-Methoden.

Das Ziel der geordneten Einführung von BIM ist, viele der oben genannten Punkte zu vermeiden. Genannte BIM-Richtlinien (Kapitel 1.2.1) sprechen genau diese Schwierigkeiten an und geben Ansätze, sie im Vorhinein zu vermeiden.

Da jede BIM-fähige Software sehr eigene Ansätze hinsichtlich bestimmter Funktionalitäten verfolgt, sind dessen Modelle nicht einfach in eine andere Software zur direkten Weiterbearbeitung übertragbar, ohne teilweise Verluste der gestellten Modellanforderungen. Dagegen können Modelle verschiedener Fachplaner zusammen referenziert und ausgewertet werden. Diese verschiedenen Workflows in der BIM-basierten Zusammenarbeit sind jedoch noch nicht allgemein bekannt und eingeführt (siehe auch Kapitel 4.3).

Das zwingt den Auftragnehmer dazu, die Software zu verwenden, die der Auftraggeber vorgibt, hat aber den Nachteil, dass nur eine eingeschränkte Gruppe von Wettbewerbern zur Verfügung steht und man mit Einschränkungen des zugrunde liegenden Systems auskommen muss. Der Zwang der Einheitlichkeit und Durchgängigkeit geht hier auf die Kosten der Konkurrenzfähigkeit und Transparenz. Offene Formate bieten teilweise heute schon nutzbare Möglichkeiten der freien Softwareauswahl oder werden zukünftig noch weiterführende Perspektiven bieten.

3.1.3 Erwartungen an den BIM-Prozess

Bei der Durchführung von Bauprojekten müssen vom Bauherren und den Projektpartnern einheitliche BIM-Ziele definieren werden. Das Ressourcen-Entwicklungs-Prozess (REP)-Diagramm zeigt auf, wie die Weiterentwicklung der Randbedingungen in Hinblick auf die Zielsetzung abgestimmt werden müssen.

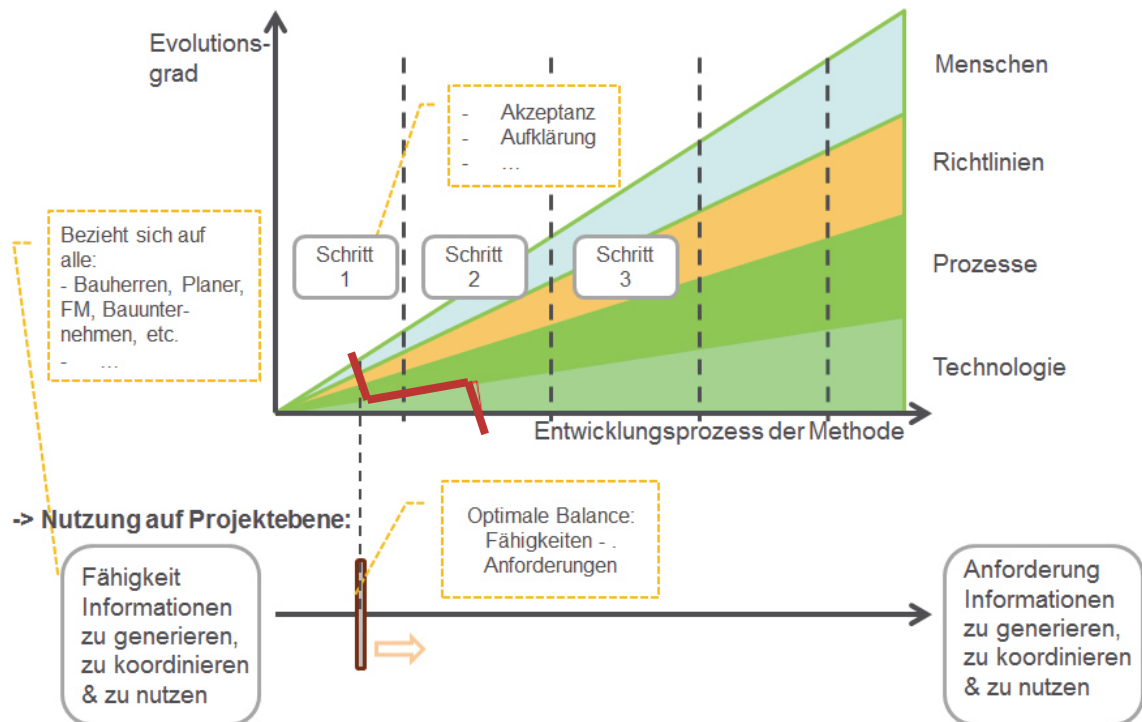


Abbildung 3.2: Ressourcen-Entwicklungs-Prozess (REP)-Diagramm - BIM-Evolution auf Unternehmensebene, im Vergleich zu Projektanforderungen, optimale Erwartungen beziehen sich auf den kleinsten, gemeinsamen Nenner; rot ist der aktuelle geschätzte Entwicklungsstand in Deutschland. (Quelle: OBERMEYER Planen + Beraten)

In der Projektstartphase werden, aufgrund der vielfältigen technischen Möglichkeiten, häufig zu umfangreiche technische Zielsetzungen definiert. Gerade in der Einführungsphase von BIM führt dies zu einem unnötig hohen Risiko bei der Projektdurchführung. Das REP Diagramm zeigt den geschätzten BIM-Entwicklungsstand in Deutschland (roter Strich). Während der technische Bereich (Software) bereits weit entwickelt ist, sind die Ausbildung der Mitarbeiter, die Richtlinien und Prozesse kaum ausgeprägt. Wahrnehmbar wird dies dadurch, dass Funktionalitäten vorhanden sind, die nicht verstanden und somit nicht grundlegend angewendet werden können. Die Zielsetzungen in einem Projekt, sollten nur so hoch gewählt werden, wie der schwächste Nenner (siehe Abbildung 3.2: optimale Balance entspricht optimale Erwartungshaltung) ist gemäß dem ERP Diagramm ist. Eine angepasste Erwartungshaltung sichert ein positives Projektergebnis, welches wiederum eine wichtige Grundlage für weitere Projekte und die Motivation der Mitarbeiter bildet.

3.1.4 Rollen, Verantwortlichkeiten und Organisation

In BIM-Projekten wird eine hohe Zahl an Informationen zwischen unterschiedlichen Beteiligten koordiniert. Um die Qualität dieser Informationen sicherzustellen ist diszipliniertes Vorgehen und Zusammenarbeiten der einzelnen Beteiligten notwendig.

So werden im BIM-Prozess neue Aufgabenbereiche identifiziert, die unterhalb der fachlichen Projektleitung eine Struktur ergeben. Sie sind für die Einhaltung der gesteckten BIM-Ziele über die gesamte Entstehungsphase des Projektes verantwortlich.

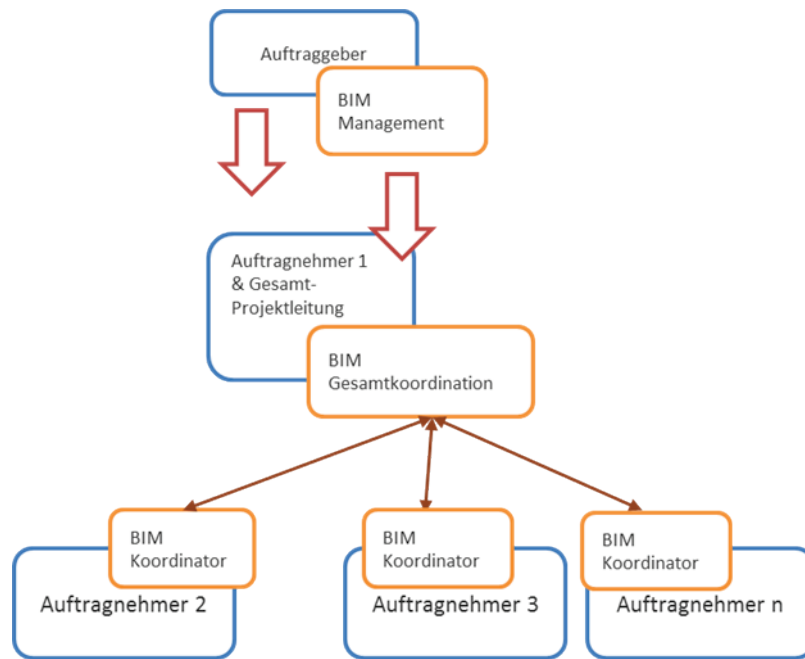


Abbildung 3.3: Beispiel Teamstruktur und BIM-Management (Quelle: OBERMEYER Planen + Beraten)

Der Umfang und die Ausprägung dieser Teamstruktur können sehr unterschiedlich sein. Dies hängt unter anderem von der Projektgröße und den BIM-Zielen, den BIM-Erfahrungen, den organisatorischen Randbedingungen, sowie den Leistungsphasen ab. Dabei bestehen bereits vergleichbare Aufgabenbereiche und Verantwortlichkeiten in der klassischen Planungsmethode für Planung, Ausführung und Nutzung, wie z.B. CAD- Verantwortlicher, Projektsteuerer und Berater.

Die Rollen sind technischer und organisatorischer Natur, wobei nicht jede Rolle für sich allein steht, sondern die einzelnen Aufgabengebiete ineinander übergreifen. So können in einem überschaubaren Projekt mehrere Rollen in einer einzigen Person zusammengefasst werden, bei größeren Projekten oder unter einem strengerem Terminplan muss eine Rolle von mehreren Personen verteilt wahrgenommen werden. Zu den Anforderungen technischer Rollen zählen Qualifikationen und Spezialisierungen im Software-technischen Bereich (Datenbankmanagement, Programmierung, vertiefte fachspezifische Softwareanwendungen). Bei den organisatorischen Rollen (Koordination, Management, Projektsteuerung) spielen BIM-Wissen, Projekterfahrung und Kommunikationsfähigkeit eine große Rolle.

Von übergreifender und organisatorischer Bedeutung ist die Rolle des BIM-Managers. Er erstellt und vereinbart die BIM-Strategie mit dem Bauherrn, definiert die vertraglichen Anforderungen und gewährleistet die Einhaltung und ständige Weiterentwicklung der BIM-Projektstandards an die momentane Leistungsphase. Weiterführend seien auch der BIM-Koordinator genannt, der in untergeordneter Rolle die BIM-Prozesse kontrolliert und umsetzt. Detaillierte Rollenbeschreibungen finden Sie im Anhang A.

Bei größeren Projekten kann die Leistung des BIM-Managers durch den Projektsteuerer oder die Aufgaben der Projektsteuerung durch das BIM-Management übernommen werden. Bei kleinen Projekten hingegen kann der Architekt die Rolle des BIM-Managers übernehmen. Eine abschließende Zuordnung der BIM-Managementleistung zu den klassischen Berufsbildern hat sich noch nicht etabliert (Liebich, et al., 2011).

3.1.5 Datenverantwortung und -sicherheit

Ein BIM-Prozess kann mithilfe eines Arbeitsablaufes zum Austausch von Modelldaten und Informationen beschrieben werden, der häufig Bestandteil des BIM-Projektabwicklungsplans ist (siehe Kapitel 5.2). Dieser koordinierte Ablauf ist unerlässlich für eine effiziente gemeinsame Nutzung von Daten während der Zusammenarbeit im Projekt. Jeder Planer ist grundlegend für seine eingebrachten Entwürfe, Daten und Modelle verantwortlich und vertraglich verpflichtet ein bau- und verwertbares Fachmodell abzuliefern. Die Verteilung der Modelzuständigkeiten auf die einzelnen Planer ist dabei notwendig. Kein Planer darf das Modell bzw. die Daten eines anderen Projektmitglieds verändern oder korrigieren. Sonst ist nicht zweifelsfrei nachvollziehbar, wer der Urheber ist und aus welchem Grund diese Änderung vorgenommen wurde.

Die Schichtung der Kompetenzen im BIM-Projekt erhöht die Transparenz im Projekt und vereinfacht Koordination und Kommunikation. Es beschreibt auch die Aufgabenbereiche der einzelnen BIM-Rollen und hilft einen schnellen Einstieg in den Arbeitsablauf, wie in Kapitel 3.1.4 dargelegt.

In einem interdisziplinären BIM-Projekt gibt es meist je Fachbereich ein eigenes Modell (siehe Kapitel 4.2.1). Diese Fachmodelle bilden die Grundlage für ein Gesamtbauwerksmodell, welches wiederkehrend vom BIM-Manager eingefordert und zusammengesetzt wird, um den Gesamtzustand und -fortschritt im Projekt zu kontrollieren und dokumentieren. Der BIM-Manager übernimmt hier die BIM-Gesamtkoordination (Abbildung 3.3). Ihm obliegt es, eine Zielsetzung und Strategie für die Qualitätssicherung des Bauwerksmodells und Arbeitsabläufe zu entwerfen und durch entsprechende Kontrollen und Prüfverfahren die geforderte Informationsqualität und Modelldetaillierung sicherzustellen.

Der entsprechende BIM-Koordinator jeder Fachdisziplin ist für sein Fachmodell verantwortlich hinsichtlich der Einhaltung BIM-Standards und Richtlinien, Datensicherheit, Datenqualität und Inhalt, Archivierung und Bereitstellung zu Meilensteinen. Vergleichbar zum BIM-Manager sollen auch hier mittels standardisierter Routinen regelmäßige Kontrollen die Datenqualität sicherstellen.

Jeder BIM-Konstrukteur ist dafür verantwortlich, eine entsprechend vorgegebene Qualitätskontrolle seiner Datensätze, Modelle und Entwürfe anzufertigen, bevor es seine Unterlagen dem BIM-Manager übergibt.

Folgende Punkte müssen bei der Erstellung der Qualitätssicherungsstrategie berücksichtigt werden:

- Einhaltung der Modellierungsrichtlinien
- Validierung BIM Daten zur fachspezifischen Nutzung
- Validierung BIM-Daten zur Nutzung bei der interdisziplinären Modellkoordination
- Kollisionsprüfung bei der Modellkoordination

3.1.6 Aufwandsverlagerung

Traditionelle Schnitte und Grundrisse beschreiben nur einen Teil eines Bauwerkes und haben tendenziell einen höheren Abstraktionsgrad. Durch eine 3D Darstellung müssen mehr Informationen konkret dargestellt und verwaltet werden. Das führt zu einer Vorverlagerung von Planungsaufwendungen, erlaubt aber früher, gesicherte Entscheidungen zu treffen. In der Planung können Missverständnisse und Fehler früher identifiziert und vermieden werden. Der höhere Informationsgehalt ermöglicht genauere Betrachtungen hinsichtlich Kosten, Wirtschaftlichkeit, Energieeffizienz, etc.

Spätere und somit kostenintensivere Änderungen und Anpassungen in der Planung und Ausführung können so vermieden werden. Davon profitieren die nachfolgenden Gewerke, die nun auf eine höhere Planungsqualität zurückgreifen können.

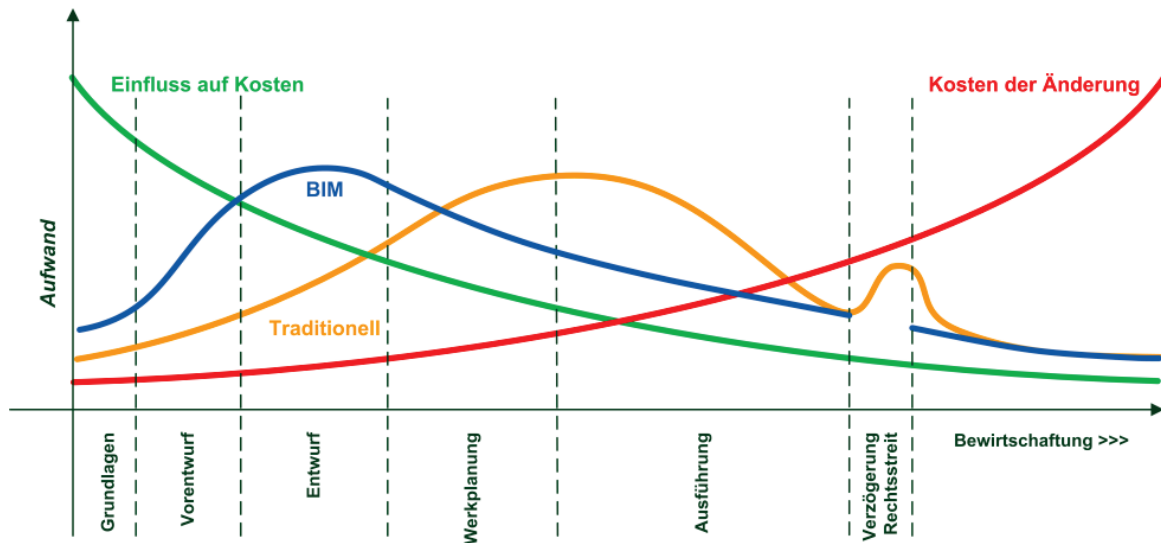


Abbildung 3.4: Aufwandsverlagerung und Einfluss auf Kostenentwicklung (Quelle: (Liebich, et al., 2011) nach Patrick MacLeamy)

Wie groß diese Verlagerung ist, kann nicht genau beziffert werden. Der Singapurische BIM Guide spricht beispielsweise von 5% höheren Planungskosten und 5% Kostenersparnis der Kosten während der Bauphase, was durchaus anhand der BIM-Zieldefinition des Auftraggebers variieren kann.

Die traditionelle Planungsmethode im Bauwesen besitzt viele Medienbrüche (Planunterlagen, Neueingabe von Informationen zur Weiterverwendung). Die direkte Übertragung von Informationen ist damit nicht einfach möglich und auch nicht immer notwendig, da vergleichsweise wenige Informationen dargestellt werden. BIM profitiert von einer Datendurchgängigkeit und verringerten Medienbrüchen. Bauherren und Betreiber können dadurch früher als bisher die Entwicklung von Kosten durchgängig über den gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks mit verfolgen und gewinnbringend nutzen.

3.2 BIM-Einführung

Das Ziel einer nachhaltigen BIM-Einführung ist der Aufbau einer Umsetzungsstrategie und die äquivalente Weiterentwicklung aller vier Bereiche von Projekt zu Projekt in Korrelation zueinander (Vgl. Kapitel 3.1.3, Abbildung 3.2). Viele Ideen und Instrumente aus dem Veränderungsmanagement¹⁰ können hierbei angewendet werden.

3.2.1 Im Unternehmen

Ein BIM-Umsetzungsplan setzt sich unabhängig der Unternehmensgröße aus 3 Schritten zusammen und ermöglicht es, den größten Nutzen aus der BIM-Arbeitsmethode in der jeweiligen Situation abzuleiten:

¹⁰ Das Veränderungsmanagement (englisch *change management*) ist eine Methode zur Umsetzung neuer Strategien, Strukturen, Systeme, Prozesse oder Verhaltensweisen in einem Unternehmen, siehe <http://de.wikipedia.org/wiki/Veränderungsmanagement>

- Schritt A, Konzeptphase: Analyse und Sicherung

Analyse: Mitarbeitergespräche; Identifikation zentraler Geschäftsprozesse, BIM-Potentiale und -Defizite
Sicherung: Aufbau von Schulungen; Schaffen von Akzeptanz und Verständnis

- Schritt B, Aufbau: Lösungsfindung und Validierung

Aufbau: Ausbau der Schulungen
Lösungsfindung: Strategien der einzelnen Etappen
Validierung: Pilotprojekt

- Schritt C, Optimierung: kontinuierliche Optimierung im Projektrahmen

Zielsetzung: (Individuelle) Zieldefinition
Entwicklung: Permanente Weiterentwicklung und Projektbetreuung

In **Schritt A** wird eine Grundlage für eine BIM-Strategie geschaffen. Jedes Unternehmen hat ein anderes Geschäftsmodell, andere technische sowie strukturelle Bedingungen, andere Kompetenzen und damit unterschiedliche Möglichkeiten in der Nutzung von BIM. Solche Strategien und Prozesse können zwischen ähnlichen Unternehmensgruppen vergleichbar sein und ermöglichen auch die Orientierung an der Konkurrenz, dennoch sollten individuelle Potentiale und Defizite, die in einem Betrieb bereits stecken, gesehen und genutzt werden. Im Schritt A werden diese Potentiale und Defizite somit analysiert und dokumentiert.

Gleichzeitig sollten die Mitarbeiter auf die kommenden Veränderungen vorbereitet werden. Die Einführung von BIM ist eine Managemententscheidung, die Mitarbeiter jedoch bilden den Schlüssel für den Erfolg und sollten dringend informiert, geschult und mitgenommen werden. Die Akzeptanz, das richtige Verständnis als Fundament für BIM sollten dringend geschaffen werden.

Im **Schritt B** soll eine entsprechende Strategie für die Art der BIM-Anwendung im Unternehmen entsprechend den Analyseergebnissen aufgebaut werden. Neben den notwendigen Werkzeugen müssen schrittweise auch neue Strukturen im Unternehmen eingeführt und Kapazitäten aufgebaut werden. Besonders in großen Unternehmen bedeutet das auch längerfristige Umwälzungen. Für einen BIM-Aufbau ist entsprechendes Know-how notwendig. Es kann auf unterschiedliche Weise sich angeeignet werden, je nach Zeitaufwand und finanziellen Mitteln:

- Austausch, Teilnahme an Workshops, z.B. buildingSMART.
- Professionelle Beratung
- Recherche

Im Anhang G ist ein Vorschlag für entsprechende BIM-Ausbildung gegeben.

Eine für BIM verantwortliche Person, ein sogenannter BIM-Champion¹¹ sollte im Unternehmen bestimmt werden. Jüngere, durchsetzungsstarke und kommunikative Personen mit einer Affinität zu digitalen Mitteln füllen diese Stelle gewöhnlich gut aus. Hierbei muss es sich, je nach Unternehmensgröße, nicht nur um eine Person handeln, die Software anwendet, sondern auch um ein Team das übergeordnet langfristig Veränderungen im Unternehmen schaffen soll. Nachfolgend führt der BIM-Champion ein Testprojekt durch.

¹¹ Der Begriff des „Champion“ kommt aus der Methode des Veränderungsmanagements. Er bezeichnet einen Wegbereiter der neuen Strategie im Unternehmen.

Da es sich bei einer BIM-Einführung meistens auch um den Einsatz von neuer Software handeln wird (häufig umfangreicher und komplexer als traditionelle 2D-Software), ist es notwendig, dass ein Softwaresupport über mehrere Monaten verfügbar ist und jederzeit unterstützend tätig werden kann. Idealerweise arbeitet eine erfahrene Person in dem Testprojekt mit. Das durchgeführte Projekt bildet eine Basis für weitere Entwicklungsschritte wie die Erarbeitung von Anforderungen an die Modellqualität.

Den **Schritt C** bildet die BIM-Umsetzung und stetige Weiterentwicklung in Projekten.

Hierbei handelt es sich um ein schrittweises Denken und das Sammeln von Erfahrungen. Zuerst werden die nächsten Etappen und Ziele durch den BIM-Champion und das Management aufgestellt.

Die typischen Ziele sind:

- Software beherrschen.
- Softwarekenntnisse ausbauen, Informationen anreichern.
- Zusammenarbeit mit anderen, Informationen weitergeben und entgegen nehmen.

In den späteren Phasen werden die Erfahrungen und Prozesse dokumentiert und standardisiert. Vor allem die ersten Projekte sollten möglichst ohne Zwischenfälle verlaufen und ein positives Signal an weitere Mitarbeiter aussenden.

Im Laufe einer langfristigen Entwicklung sind Bauteilbibliotheken, Projektvorlagen, Kommunikationsstrategien, Prozessstandards für die Modellierung und die Modellnutzung sowie eine Vernetzung zwischen unterschiedlicher Fachbereichen aber auch Auftraggebern, Nachunternehmern und Projektpartnern zu erarbeiten.

3.2.2 In Projekten

Der Einsatz von BIM-Methoden in einem Projekt ist unabhängig von dessen Art und Größe. Jedes Projekt, vom kleinen Einfamilienhaus bis zum hochkomplexen Krankenhaus oder Kraftwerk, stellt jedoch sehr spezielle Anforderungen an das BIM-Management. Gerade bei Großprojekten sind die Anforderungen entsprechend hoch, da sehr viele unterschiedliche Fachbereiche und Teams, Projektziele, technische Voraussetzungen und Datenaustausch, Richtlinien und Standards, Arbeitsabläufe und Gewohnheiten im Arbeitsalltag eingefangen und aufeinander abgestimmt werden müssen. Einige der Projektbeispiele aus der Recherche wurden als Pilotprojekte durchgeführt und dokumentieren in diesen Themenbereichen einen entsprechend angepassten Verwaltungsaufwand.

Der Einstieg in die BIM-Methode wird auch meist mit dem Neukauf einer BIM-fähiger Software gestartet. Die Anforderungen und Erwartungen in die Fähigkeiten dieser Software sind dabei zu Beginn häufig sehr hoch. Oft wird auch speziell die Software ausgesucht, die den eigenen momentan „BIM-losen“ Arbeitsprozessen am ähnlichsten ist (Schwachpunkt: Abneigung gegen Veränderung). Dies birgt jedoch die Gefahr, aus der Gewohnheit mit nicht angepassten Arbeitsmethoden ein BIM-Projekt abzuwickeln und führt häufig zu unerwarteten schlechten Ergebnissen. Gerade im „ersten“ BIM-Projekt sind die Erwartungen an den reibungslosen Ablauf und den Erfolg eben zu hoch gesteckt, dabei ist der Einfluss der Software dahingehend nicht maßgebend, sondern es ist eine große Managementaufgabe. Es lässt sich nebenbei beobachten, dass die Softwareprodukte immer mehr zu Expertensystem werden, die einen intensiveren Schulungsaufwand erfordern (vgl. Kapitel 3.1.2).

Neben den Softwareschulungen ist ein entsprechendes BIM-Wissen und -Verständnis aufzubauen, wie diese Softwareapplikation effizient in einem BIM-Projekt einzusetzen ist. Dies hängt ebenso sehr stark von den Zielsetzungen und den weiteren Rahmenbedingungen (Abgabedetaillierung) ab. Zu berücksichtigen ist, dass manche Arbeiten im neuen Softwaresystem zu Beginn etwas länger dauern, gerade beim ersten Projekt. Dies relativiert sich aber sehr schnell in den folgenden. In Summe ist man auch deshalb schneller, weil Arbeitsabläufe sich besser vereinheitlichen und standardisieren lassen. Dies ist für den Projektleiter von Bedeutung, der dies zeitlich in der Planung der Planung berücksichtigen muss.

Es ist wichtig, von Projekt zu Projekt dazu zu lernen und die projektbezogenen Erwartungen und Ziele im eigenen Arbeitsumfeld mit dem Team richtig zu setzen. Mit der BIM-Arbeitsmethode anzufangen, heißt, sich Kompetenzen in den Bereichen Software, Richtlinien, Arbeitsprozessen und Mitarbeiter aufzubauen und ins richtige Verhältnis zueinander zu bringen. Die Balance zwischen Wissen und Können auszugleichen bringt den größten Erfolg (vgl. Abbildung 3.2). Als zielführend hat sich gezeigt, nicht gleich mit einem komplizierten und zu großen Projekt zu starten, sondern sich langsam zu steigern. So lässt sich auch das Risiko gering halten. Als erstes sollten auch nicht alle Möglichkeiten der Software ausgereizt werden, sondern die Anwender Schritt für Schritt an die neuen Möglichkeiten gewöhnt werden.

Aus Erfahrung ist für die Leistungsphasen 1 - 4 nach HOAI ein guter erster Schritt die Plangenerierung und Flächenermittlung zu nennen (im Ingenieurbau der Positions- und Schalplan). Dazu wird für die Leistungsphase 1 und 2 ein eher grobes Modell erstellt, das auch leicht handhabbar ist und eher geringe Anforderungen an Hardware und Veränderungen in den Arbeitsabläufen stellt. Gesteigert werden kann dies in den folgenden Leistungsphasen durch eine ansteigende Detaillierungstiefe des Modells, zum Beispiel für eine Nutzung in den einzelnen Stufen der Kostenermittlung (vergleiche Kapitel 4.5.3) oder als Grundlage für die Energieanalyse und Nachweis. Diese erfordern dann schon höhere Kenntnisse in der Modellierung von Bauelementen und der Weiterverwendbarkeit in angegliederten Softwareprogrammen (AVA Software, EnEV Tools, und andere).

In den nachfolgenden Projekten kann dann auch das interdisziplinäre Arbeiten ausgebaut werden. Mittels Bauwerksmodelle kann man sehr gut gezielt Informationen oder Planungsänderungen für die Projektbesprechungen darstellen. Für die gewerkübergreifende Koordination werden die Bauteilmodelle der unterschiedlichen Disziplinen lagerichtig zusammengebracht und auf Konsistenz und Kollision geprüft. Weiterführende Informationen zur gewerkübergreifenden Zusammenarbeit finden sich in Kapitel 4.3.

3.3 BIM in der Umsetzung

Vielfach wird unter der Umsetzung von BIM die Umstellung auf 3D bis hin zu 5D basierter Modellierung verstanden. Primäres Ziel im BIM-Prozess ist jedoch die Koordination und Kommunikation im Planungs-, Bau und Nutzungsalltag zu verbessern und zu vereinfachen und dadurch Fehler zu reduzieren und die Qualität zu erhöhen. Wie unter 3.1.3 und ff. angesprochen sind technische Hilfsmittel nur eine Grundsäule von vier, die je nach Interessenlage der Zielgruppe ausgeprägt sind.

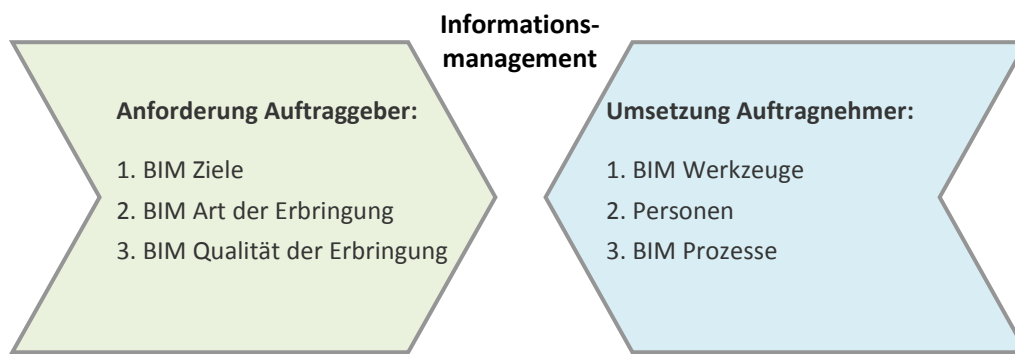


Abbildung 3.5: Vorgaben Auftraggeber und Umsetzung Auftragnehmer (Quelle: OBERMEYER Planen + Beraten)

Grundsätzlich beschreiben die Auftraggeber, die Art der BIM Nutzung und Ausführung. Die Auftragnehmer setzen BIM entsprechend diesen Vorgaben im Projekt um.

Der folgende Abschnitt zeigt diese unterschiedlichen Interessenbereiche entsprechend der einzelnen beteiligten Personengruppen auf.

3.3.1 Auftraggeber

Der Bauherr wird sich bereits vor Projektbeginn hinsichtlich der BIM-Ziele und der Projektanforderungen (qualifiziertes Raumprogramm) festlegen müssen. Eine disziplinierte Vorbereitungsphase ist dringend notwendig. Ohne vollständige Angaben können keine Modelle in der gewünschten Qualität erzeugt und Informationen entsprechend genutzt werden. Zudem definiert der Auftraggeber nicht nur die BIM-Ziele, sondern auch die gewünschte Informationstiefe (siehe Kapitel 4.2.3). BIM ist im Auftrag zwingend vertraglich zu verankern. Hier sind Haftung, Risiken und anderen Punkte zu regeln (siehe Kapitel 5.3.4).

Der Auftraggeber kann BIM hinsichtlich Gebäudeart oder Gebäudenutzung auf unterschiedliche Anforderungen ausrichten. Auftraggeber bzw. Betreiber, die an einer langjährigen Nutzung interessiert sind, werden Inhalte und Qualitäten in Bezug zum Facility Management für eine Lebenszyklusbetrachtung definieren. Dabei werden grundlegende Informationen bereits in der Planungs- und Bauphase in das Datenmodell eingearbeitet. Bauherren von Gebäuden, die oft umgebaut oder saniert werden müssen, z.B. Krankenhäuser, Industriegebäude, wachsender Altbestand, werden an umfassenden Informationen interessiert sein, um jederzeit auf gut dokumentierte Informationen zurückgreifen zu können. Zudem verringert BIM durch die entstehende Transparenz den Koordinations- und Projektsteuerungsaufwand auf Seiten des Auftraggebers.

Um die Vorteile aus BIM nutzen zu können, muss auch der Bauherr oder Bauherrenvertreter sich mit den für ihn relevanten BIM-Werkzeugen auseinander setzen. Er sollte hinsichtlich BIM-Prozesse und -Nutzung geschult sein und entsprechende Werkzeuge besitzen, z.B. Viewer oder Prüfwerkzeuge. Das Einarbeiten in eine BIM-(CAD)-Software ist hierbei nicht zwingend notwendig.

Ein wichtiger Unterschied gibt es auch bei der Art des Auftraggebers. Auftraggeber der öffentlichen Hand müssen Projekte unter Wahrung des Wettbewerbs, der Gleichbehandlung und der Transparenz beauftragen. Die Möglichkeit der Nutzung von offenen und produktneutralen Datenformaten und Schnittstellen, wie z.B. IFC, wird durch viele BIM-Richtlinien und -Projekte in unterschiedlichen Ländern bereits belegt. Private Auftraggeber sind in der Wahl der technischen Randbedingungen hingegen frei und können entsprechend genaue Definitionen vorgeben, schränken dabei aber den Wettbewerb ein.

Durch die frühe Einbeziehung von der Baufirma und/oder dem Betreiber können neue Formen der Zusammenarbeit und verstärkt die BIM-Potentiale ausgenutzt werden.

Zusammenfassend lassen sich die Vorteile für Bauherren wie folgt:

- Besser Kommunikation durch die Bauwerksmodelle, auch Nichtfachleute können die Planung und die Konsequenzen von Planungsänderungen besser nachvollziehen
- Besser Koordination in Planung, Ausführung und Bewirtschaftung anhand eines Bauwerksmodells bewirkt ein minimiertes Projektrisiko und zuverlässigere Kosten- und Terminplanungen
- Kostensicherheit in der Ausführung, und kostengünstigerer Betrieb
- Fortschrittsverfolgung und Überwachung der Zielsetzungen für das Projekt für bessere Projektsteuerung
- Nachvollziehbare Visualisierung und Variantenuntersuchung am Bauwerksmodell
- Ableiten eines modellbasierten Raumbuchs, koordinierte Übergabe an das Facility Management
- Planungssicherheit

3.3.2 Planer

Neben dem Auftraggeber nimmt nun der Planer eine wesentlichere Rolle im BIM-Prozess ein. Durch seine Arbeit entstehen die ersten Datenmodelle entsprechend den vereinbarten BIM-Zielen. Er schafft durch die Qualität seiner Arbeit ein Fundament für die späteren Leistungsphasen sowie Potentiale und erhält eine höhere Bedeutung im Projektlebenszyklus. Dabei findet auch eine Vorverlagerung relevanter Entscheidungsprozesse und einiger Aufgaben statt. Diese Aufgaben können sehr unterschiedlich ausfallen und richten sich nach den BIM-Zielen, die durch den Auftraggeber vorgegeben wurden. Zum Beispiel kann er schrittweise Betreiberinformationen den Objekten hinzufügen und diese kontrollieren. Damit der Planer diesen Anforderungen gerecht wird, sind eine sehr disziplinierte Arbeitsweise und ein hoher Abstimmungsgrad zwischen allen Beteiligten notwendig. Aus diesen Gründen ist der Aufwand des Planers bis zur Realisierung zunächst höher. Diese Investition kann durch vorteilhafte Ausnutzung der Informationen in nachfolgende Prozesse eingespart werden.

Der Planer sollte es vermeiden, mit der Modellierungsarbeit zu beginnen, bevor er genaue Kenntnis der Anforderungen des Auftraggebers hinsichtlich BIM hat. Es ist von grundlegender Bedeutung, diese Vorgaben so früh wie möglich vollständig zu erhalten und zu prüfen. Diese können durchaus komplex sein. Anmerkungen und Missverständnisse sollten kurzfristig geklärt werden können. Solche Anforderungen werden meist Bestandteil der vertraglichen Vereinbarungen. Es ist grundlegend, dass die Vertragspartner klare Hierarchien und Entscheidungsprozesse hinsichtlich BIM definieren und einhalten.

Neben den Vorgaben kann der Planer BIM auf unterschiedliche Weise für sich nutzen. Zunächst ist er der Ersteller der Informationen und kann diese dann für weiterführende Prozesse und Leistungen, beispielsweise für Mengen- und Massenermittlung, Raumbücher, Türlisten, etc. nutzen. Zusätzlich hat er die Möglichkeit, die Qualität seiner Arbeitsleistung beispielsweise durch Kollisionsprüfungen technisch nachweisbar zu machen. Damit kann Streitpotential vorab reduziert werden.

Die technischen Anforderungen variieren je nach Projektgröße. Bei Großprojekten wird häufig eine Vielzahl an separaten Softwarewerkzeugen benötigt, z.B. für die Auswertung von Informationen, die Unterstützung der Koordination und die Archivierung der Daten. Diese Werkzeuge sind nicht immer einfach zu bedienen und benötigen für ihre Nutzung zusätzliche Schulung der Mitarbeiter bzw. Expertenwissen.

Zusammenfassend lassen sich die Vorteile für Planer wie folgt:

- Profitiert durch die neuen Möglichkeiten bei der übergreifenden Zusammenarbeit
- Verbesserung der Kommunikation und Koordination in Entscheidungs- und Planungsprozessen
- Redundante Datenhaltung verbessert Datenqualität
- klare Leistungsabgrenzung zwischen Fachbereichen

3.3.3 Baufirma und Bauhandwerk / Baugewerbe / Handwerk

Bauunternehmen können sehr großen Nutzen aus den Datenmodellen einer hochwertigen BIM-Planung ziehen. Bereits für die Angebotserstellung können selbst umfangreiche Projekte schnell visuell erfasst und das Risiko für die Ausführung eingeschätzt werden. Sie profitieren auch von der besseren koordinierten Planung der einzelnen Gewerke. Zusätzlich bildet die Modellierung des Ist-Zustandes die Dokumentationsbasis und Übergabeleistung an den Bauherren. Hier können ebenso gut die Modelle des Planers übernommen und mit weiteren Informationen (für den Betrieb) angereichert werden.

Neben einer exakten, digital erfassten Mengenermittlung bildet die Bauablauf-Simulation einen weiteren großen Vorteil der BIM-Nutzung. Durch die Verknüpfung von Zeit, Ressourceneinsatz und Kosten mit der Geometrie des Bauwerkes (5D-Simulation) können frühzeitig Bauablauffehler oder Ressourcenspitzen besser erkannt werden.

Ähnlich wie die Planer, werden auch Baufirmen vertraglich an BIM-Leistungen gebunden. Modellierungsarbeiten für die Dokumentation können durch die Objektüberwachung oder ggf. durch die Bauunternehmen selbst erfolgen.

Um BIM-Projekte entsprechend umsetzen zu können, ist das Unternehmen auf BIM auszurichten. Die Mitarbeiter müssen sehr gut geschult sein und in die Lage versetzt werden, Modellinformationen zu erzeugen, auszuwerten und zu nutzen. Für die vielfältigen und detaillierten Aufgaben und Prozesse in der Bauabwicklung wird eine Vielzahl an unterschiedlichen Softwareprodukten benötigt.

In vielen Ländern, in denen sich BIM im Bauwesen bereits etabliert hat, spielt die Bauindustrie in der weiteren Entwicklung und Etablierung von BIM eine große Rolle. Durch die zunehmende Automatisierung zeigt sich ein weiterer Nutzen der BIM-Methode, um damit die Fertigung von Bauteilen und Bauwerken weiter zu optimieren. Nicht nur im Fertigteil- und im Fertighausbau sondern auch in der Ausführungsplanung zeigt sich schlussendlich der Nutzen der Wertschöpfung eines Bauwerksmodells: Detailgetreue Bauablaufplanung, Terminplanung, Ressourcen- und Einsatzplanung, Kostenkalkulation, Mengen und Massenermittlung in bestimmten Umfang.



Abbildung 3.6: Vom Datenmodell auf die Baustelle zur Koordination, Verwaltung und Mängelmanagement (Quelle: OBERMEYER Planen + Beraten)

Ebenso wichtig ist die Einbeziehung des Handwerks und der Subunternehmer in die BIM-Arbeitsmethoden und die damit verbundenen Optimierungsmöglichkeiten in der Bauausführung. Hier lassen sich durch neue moderne Arbeitsmittel auch über sprachliche Grenzen hinweg technische und organisatorische Inhalte verständlicher vermitteln. Eine besser abgestimmte Planung verringert die Anzahl der Änderungen Vorort und ermöglicht eine qualitativ und wirtschaftlich höherwertige Vorfertigung von Gewerken.

Durch die höhere Vorfertigung an stationären Arbeitsplätzen verringert sich auch die körperliche Belastung der Baustellentätigkeiten, dies führt als positiver Seiteneffekt auch zu einer höheren Attraktivität des Bauhandwerks durch verbesserte Arbeitsbedingungen und modernere, anschauliche Werkzeuge.

Vorort auf der Baustelle ist nicht immer ein so tiefer Einstieg in die BIM-Methodik und die neuen Softwarewerkzeuge notwendig, wie von Seiten des Planers oder der Baufirma, da hier weniger die Modellierung sondern mehr das Informationsmanagement im Vordergrund stehen. Um auf der Baustelle auf die Informationen der Datenmodelle und der Bauteile zugreifen zu können, müssen dem Handwerker dazu einfach zu bedienende und robuste BIM-fähige Datenverarbeitungsgeräte zur Verfügung stehen.

Zusammenfassend lassen sich die Vorteile für bauausführende Betriebe wie folgt:

- Kann abgestimmtes Datenmodell des Planers als Grundlage übernehmen
- Modellbasierte Mengen- und Kostenermittlung, je nach Modellierungstiefe, für höhere Kostensicherheit
- Größere Sicherheit in Bezug auf Mengen, Qualitäten, Bauablauf minimiert das Risiko
- 4D und 5D Simulation für die Bauablaufplanung
- Baufortschrittskontrolle mittels Bauwerksmodelle
- Automatisierung in der Vorfertigung und im Fertigteilbau

3.3.4 Facility-Manager

Bauherren, die gleichzeitig Betreiber sind, richten die BIM-Zielsetzung auf möglichst große Einsparungen in der Betriebsphase eines Bauwerks aus. Das bedeutet, dass der FM Manager bereits in die frühen Projektphasen eingebunden werden sollte. Das Modell wird dann über die gesamte Planungs- und Bauphase des Gebäudes regelmäßig mit relevanten FM Informationen angereichert und nach Fertigstellung an den Betreiber übergeben. Das Ziel ist, ein Bauwerksmodell als Dokumentation des bestehenden Ist-Zustandes eines Gebäudes mit allen Informationen zu den Gewerken und den eingebauten Bauteilen zu erhalten: Geometrie, Lage, Revisionsintervalle, Hersteller, Bestellnummer, Garantie, u.v.m. Damit sind alle Informationen direkt verfügbar und können im Ressourcenmanagement mit einfließen.

Die Potentiale im Bereich FM sind in Hinblick auf neue gesetzliche Anforderungen¹² sehr groß und wichtig, trotzdem kommen erst jetzt BIM-basierte Softwarelösungen für FM auf. So können die bereitgestellten Modelldaten aus der Planung in ein FM System überspielt werden. Wichtig ist aber auch das Problem der langjährigen Archivierung mit entsprechenden Standards zu gewährleisten, ein Datenmodell muss auch nach 30 Jahren noch auswertbar sein. Neben dem Datenformat muss auch die Dateninformationsstruktur abgestimmt und standardisiert werden, um hier die BIM-Potentiale nutzbar zu machen (Vereinheitlichung Standards der Bauabteilungen von Bund, Länder und Kommunen).

Zusammenfassend lassen sich die Vorteile für Facility Manager wie folgt:

- Übernahme der vollständigen baulichen und technischen Dokumentation eines Bauwerks
- Nachträgliche Überprüfung der Anforderungen bei Änderungen der gesetzlichen Grundlagen
- Bessere Einschätzung des Aufwands bei Sanierungs- und Umbaumaßnahmen, Wiederverwendung der Informationen

3.3.5 Bau-Produkthersteller

Die Produkthersteller werden zunehmend aufgefordert, Ihre Produkte in Form von digitalen, intelligenten Objekten zur Verfügung zu stellen. Diese können dann durch Planer oder ausführende Gewerke z.B. in der Ausführungsplanung und später für die Dokumentation verwendet werden. Da Bauwerksmodelle nun eine Vielzahl an Informationen bieten, entstehen Fragen zum Informationsmanagement, zur Objektdetaillierung und zu Datenformaten, Normung und Standardisierung.

Durch die Einbindung von Bauprodukten in den BIM-Prozess haben die Produkthersteller die Möglichkeit, näher an den Planungsprozess zu rücken. Die Hersteller können die Arbeit der Planer durch ein erweitertes Serviceangebot, z.B. durch die Anbindung von Produktkatalogen, unterstützen. Wird das 3D Modell im Weiteren für eine Ausschreibung verwendet, können entsprechend nur die neutralen Produktinformationen der Objekte weitergegeben werden (Abbildung 3.7).

Zusammenfassend lassen sich die Vorteile für Bauprodukthersteller wie folgt:

¹² Sich häufig ändernde gesetzliche Vorgaben und neue technische Anforderungen z.B. aus dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG), der Energieeinsparverordnung (EnEV), der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) oder dem Bauproduktengesetz (BauPG) stellen hohe Anforderungen an die Bauwirtschaft und die Nutzer von Bauwerken. Um diese Auswirkungen umfassend bewerten zu können, ist ein übergreifendes und transparentes Informationsmanagement notwendig. BIM stellt hierbei eine Möglichkeit dar, die umfangreiche Datenhaltung zu vereinfachen und zu vereinheitlichen.

- Bereitstellung neuer Dienstleistungen für Planer und Bauindustrie
- Erschließung neuer Themen- und Einsatzbereiche
- Vereinheitlichung von Bauproduktinformationen und deren Bereitstellung

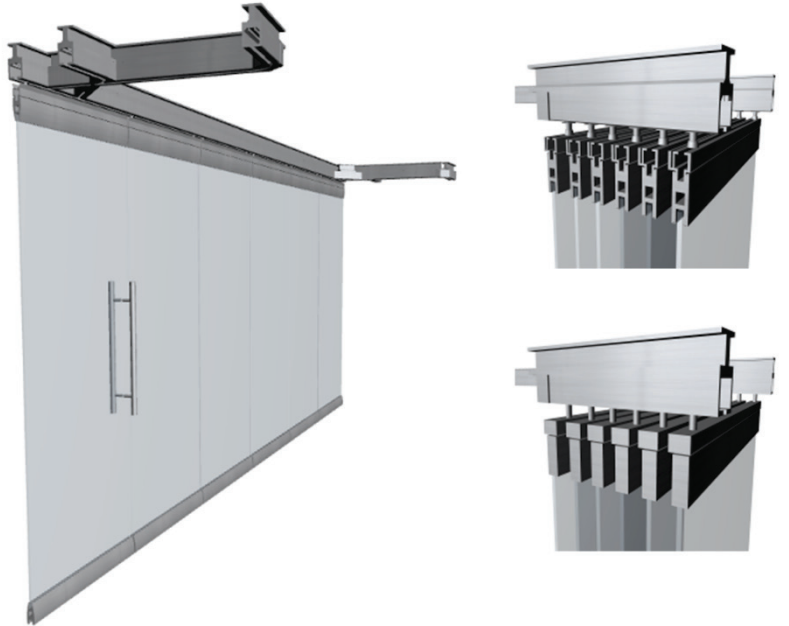


Abbildung 3.7: Beispiel eines vom Bau-Produkthersteller bereitgestellten BIM-Objekts (Quelle: DORMA GmbH + Co. KG)

3.3.6 Softwarefirma

Softwarefirmen sehen in BIM ein großes Potential für neue Märkte und ihre Weiterentwicklungen. Im Bereich der Modellierungswerkzeuge und der AVA-Software sind schon sehr gute Produkte für Planung und Ausführung verfügbar. Auch im Bereich der BIM-Projektkoordination kommen immer zahlreichere Produkte für die verschiedenen Einsatzgebiete auf den Markt und beleben das Umfeld. Es lässt sich zunehmend eine Verschmelzung der einzelnen Bereiche Modellierung und Koordination in übergreifenden Produkten feststellen. Auch kleinere Software-Häuser nutzen vermehrt die Gunst der Stunde, um hier ihre Ideen umzusetzen und mit Innovation und Reaktionsgeschwindigkeit zu überzeugen.

Generell wird sich das Rollenbild von Softwareherstellern ähnlich dem der Produkthersteller ändern. Moderne BIM-fähige Software zielt nicht nur auf die Unterstützung einzelner, fachgebundener Funktionen ab, sondern verstärkt auf die Abbildung von Arbeitsprozessen und interdisziplinärer Zusammenarbeit. Statt einer Applikation wird nun ein funktionierendes System von zusammenarbeitenden Produkten immer wichtiger. Um dies zu erreichen, sowie eine fachübergreifende Zusammenarbeit und Datenaustausch zu fördern, müssen Softwarehersteller mehr aufeinander zugehen, mehr durch Offenheit, Funktionalität ihrer Systeme und eine gute Implementierung von neutralen Schnittstellen überzeugen.

Durch die zunehmende Digitalisierung im Bauwesen müssen Datenmodelle über einen Zeitraum von mehreren Jahrzehnten lesbar und interpretierbar bleiben. Bei einer sich dynamisch weiterentwickelnden Methode wie BIM bedeutet dies eine wichtige Funktionalität, welche nur durch internationale Abstimmung bei den Datenformaten möglich ist (siehe Datenformat IFC).

Zusammenfassend lassen sich die Vorteile für Bausoftwarehersteller wie folgt:

- Neue Horizonte für Computer-Aided Design
- Erschließung und Anbindung neuer Software- und Themenbereiche
- interdisziplinäres Zusammenarbeiten über offene Datenmodell-Schnittstellen

3.4 BIM für unterschiedliche Projektstrukturen

Die Anforderungen an BIM hinsichtlich System und Projektstruktur sind sehr unterschiedlich.

3.4.1 Kleinprojekte und kleine Unternehmen

Die BIM-Anforderungen sind bei kleinen Projekten geringer. Potentielle Schwierigkeiten in der Koordination mit einer Vielzahl an Disziplinen, großen Datenmengen, unterschiedlichen Hardwaresystemen, an den Datenaustausch zwischen unterschiedlichen Softwareprodukten kommen seltener vor. Zudem haben kleinere Bauherren erfahrungsgemäß weniger oft eigene CAD-Standards, die ebenfalls problematisch in Verbindung mit der Nutzung von moderner BIM-Software sein können. Damit sind keine übergreifenden Projektstandards oder eine ausgedehnte Hierarchie von BIM-Spezialisten notwendig. Die geringeren technischen Anforderungen kann der versierte Architekt oder Ingenieur selbst übernehmen.

Die Vorteile liegen zum großen Teil im technischen Bereich. Vorbereitete Bauteile, Datenbanken, erlauben viele Möglichkeiten die Prozesse zu beschleunigen. Zudem funktionieren viele Applikationen im kleinen Maßstab unproblematisch.

Kompetente kleiner und mittlere Unternehmen erhalten durch BIM die Möglichkeit, sich zu gemeinschaftlich agierenden Gruppen zusammenzuschließen. Sie können flexibel agieren und je nach Anforderungen gleichzeitig die Möglichkeiten eines vernetzten Vorgehens nutzen. Damit überwinden sie die Nachteile, die sich durch eine einzelne, isolierte Fachgruppe ergeben.

Hierin besteht ein enormes Potential für die kleinteilige Bürostruktur in Deutschland.

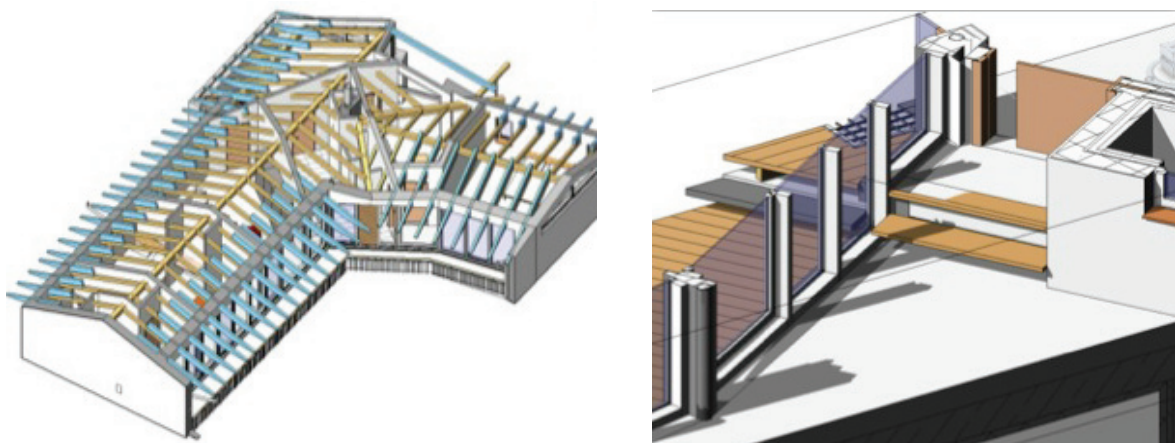


Abbildung 3.8: 3D Perspektive Gesamt- und Detaildarstellung (Quelle: Hobmaier, 3D ARCHITEKT)

3.4.2 Großprojekte

Bei Großprojekten ist die Frage nach einer erfolgreichen Projektdurchführung mittels der BIM-Methode von einer Vielzahl von Einflussfaktoren abhängig. Hier können aber auch große Potentiale in der Koordination und Abstimmung genutzt werden.

Ein professionelles BIM-Management Team sollte frühzeitig definiert werden, damit vor Aufnahme der Arbeiten, eine BIM-Strategie mit einem verbindlichen Katalog an Leistungen vertraglich verankert werden kann. Ggf. sind Untersuchungen hinsichtlich der idealen BIM-Potentiale und Ziele aus Sicht des Auftraggebers zu erarbeiten und zu erproben. In der Anfangsphase werden ebenso Software- und BIM-Schulungen notwendig werden. Ein Dokument zu einem strukturierten Projekteinstieg finden Sie im Anhang Anhang E.

Das Planungsteam greift die Anforderungen des BIM-Managements auf und implementiert diese in technische wie strukturelle Vorgaben. Die interdisziplinäre Arbeit liegt hierbei im Vordergrund und wird durch die effektiven BIM-Prozesse, wie der Kollisionsprüfung, unterstützt.

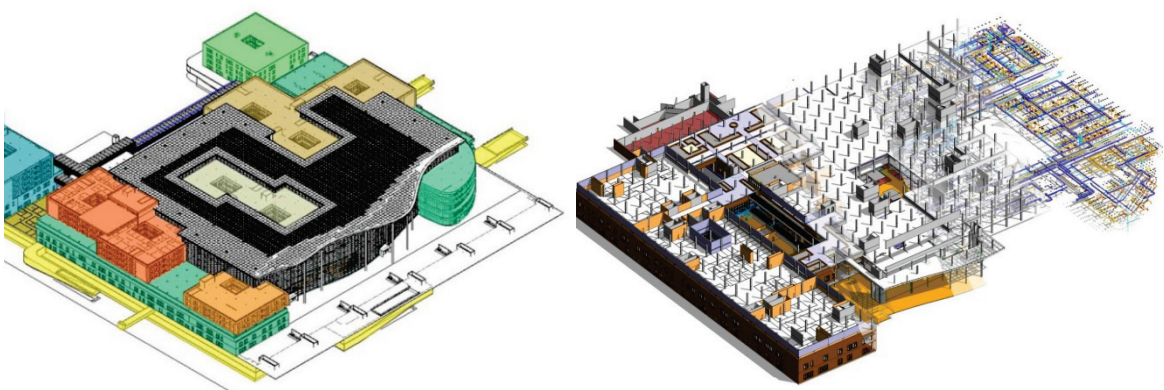


Abbildung 3.9: AL Ain Hospital, Abu Dhabi, Vollintegrierte 3D-Planung (Quelle: OBERMEYER Planen + Beraten), oben Visualisierung, unten links Darstellung Teilmodelle Architektur, unten rechts Koordination Architektur, Tragwerksplanung und technische Gebäudeausrüstung

4 Fachspezifisches und integriertes Arbeiten mit BIM

Im Kapitel 4 beschreibt der BIM-Leitfaden die projektspezifischen Vereinbarungen unter den Projektpartnern, die festlegen, wie die BIM-Methode erfolgreich in einem Bauprojekt anzuwenden ist.

Der erste Teil der Abstimmung bezieht sich auf die Ziele, die mit BIM im Projekt erreicht werden sollen und die dazu notwendigen Prozesse und Verantwortlichkeiten, die im Projektverlauf umgesetzt werden müssen. Der zweite Teil der Abstimmung ist die Festlegung, wie insbesondere die digitalen Bauwerksmodelle im BIM-Prozess erstellt, ausgetauscht, ausgewertet und dokumentiert werden sollen.

Das notwendige Grundwissen hierfür wurde im Kapitel 3 eingeführt. Das Kapitel 4.1 beschreibt die notwendigen Prozesse und Absprachen für die Umsetzung der BIM-Methode in Projekten, die zu Projektbeginn getroffen werden sollten. Kapitel 4.2 erklärt das fachspezifische Arbeiten in Sinne von „*little bim*“¹³, Kapitel 4.3 führt in das fachübergreifende Arbeiten gemäß „*BIG BIM*“¹⁴ ein. Die dazu notwendigen Schnittstellen werden in Kapitel 4.4 beschrieben. Abschließend beschreibt das Kapitel 4.5 den praktischen Nutzen von Bauwerksmodellen und konkretisiert damit die im Kapitel 2.2.5 beschriebenen BIM Vorteile.

4.1 Informationsmanagement

Bis zu dem Zeitpunkt, an dem auf der Baustelle die Baugrube ausgehoben wird, Beton gegossen, oder in der Vorfertigung Bauteile produziert werden, ist jedes Bauprojekt ein reines Informationsmanagementprojekt. Auch bleibt das Informationsmanagement ein entscheidender Faktor am Bau und im Betrieb. Die Erstellung der Planungsdokumente und die Organisation des Informationsflusses zwischen den Planungs- und Ausführungsbeteiligten ist daher ein zentraler Teil des Projektmanagements. In dem Maße, in dem die Anwendung der BIM-Methode während der Planung Informationen bündelt und den Beteiligten zur Verfügung stellt, wird BIM zum zentralen Teil des Informationsmanagements.

Die im Informationsmanagement zu klärenden Fragen sind Anforderungen an den BIM-Prozess (Verantwortlichkeiten, zeitliche Koordination, Ablauf des Änderungsmanagements) sowie Anforderungen an die Struktur, Inhalt, Qualität der relevanten Informationen und technische Parameter wie Datenformat, Austauschformate und Projektplattformen. Bauwerksmodelle spielen dabei eine große Rolle. Die zu beantwortenden Fragen hinsichtlich ihrer Erstellung und Nutzung sind:

- **Wer** erstellt die fachspezifischen Bauwerksmodelle?
- **Was** ist die Mindestqualität, der die Bauwerksmodelle genügen müssen?
- **Wann** müssen die Bauwerksmodelle im vereinbarten Detaillierungsgrad vorliegen?
- **Wie** werden die Bauwerksmodelle den Beteiligten bereitgestellt?
- **Welche** Folgeprozesse können durch die Bauwerksmodelle effizienter werden?

Diese prinzipiellen Fragestellungen sind nicht BIM-spezifisch, bereits mit der Einführung von 2D CAD wurden CAD-Richtlinien zur Absprache und zu gemeinsamen Festlegungen für die Projektbeteiligten eingeführt.

¹³ *little bim* ist ein gebräuchlicher Ausdruck für die Anwendung der BIM-Methode beschränkt auf eine Disziplin und beschreibt damit eine Insellösung (Jernigan, 2007)

¹⁴ *BIG BIM* ist ein gebräuchlicher Ausdruck für die durchgängige und interdisziplinäre Anwendung der BIM-Methode über den Lebenszyklus eines Bauwerkes (Jernigan, 2007)

Diese legen fest, wer welche Zeichnungen erstellt, wie detailliert (in welchem inhaltlichen Maßstab) diese bereitgestellt werden, welche Mindestqualität (wie Einhaltung der Strichstärken, Farben, Layerkonventionen und eventuell Blocknamen und Attribute) einzuhalten sind, in welchem Format (*.pdf, *.dwg, *.dgn) diese zu übergeben sind, und für welche Auswertungen und Nachweise diese genutzt werden sollen. Nur reichen diese Festlegungen nicht mehr bei der BIM-Methode, und müssen daher durch neue ergänzt und später ersetzt werden.

4.1.1 Besonderheiten des Informationsmanagements bei BIM

Neu an dem BIM-Prozess ist die Höherwertigkeit der Informationen im Bauwerksmodell im Vergleich zur Zeichnung, einerseits die dritte Dimension (von 2D zu 3D)¹⁵, und andererseits die zusätzlichen Sachmerkmale, die mit den Modellelementen verknüpft werden. Dazu kommen noch die verschiedenen Strukturen und Gliederungen von Bauwerksmodellen. Während es bei der elektronischen 2D-Zeichnung im Wesentlichen auf die Layerstruktur beschränkt war, können Bauwerksmodelle nach verschiedenen Strukturen gegliedert werden, wie der räumlichen Struktur, der Anlagenstruktur oder der Komponentenstruktur. Auch zu deren Verwendung müssen Regelungen getroffen werden.

■ Das "I" in BIM !

Damit ist die herausragende Bedeutung der alphanumerischen Informationen im Bauwerksmodell gemeint, die entscheidend für die Nutzung in Prozessen sind. Auch hierfür ist eine Absprache über Namenskonventionen, erlaubte Ausprägungen und weitere Vereinbarungen erforderlich.

Die folgende Tabelle 4.1 zeigt die notwendigen Ebenen für das Informationsmanagement:

Frage	Betreff	Empfehlungen
Wer	Fachmodelle und verantwortliche Modellautoren	☐ Welche Fachmodelle werden in BIM unterschieden (allgemein) ☒ Welche Fachmodelle werden genutzt (projektspezifisch)  Leitfaden Kapitel 4.2 Fachspezifisches Arbeiten
Was	Modellelemente: Geometrie und Sachmerkmalen	☐ Welche Modellelemente enthält ein Fachmodell (allgemein) ☒ Welche Anforderungen an Modellelemente (projektspezifisch)  Leitfaden Kapitel 4.2.4
Wann	BIM-Fertigstellungsgrade nach Leistungsphasen	☐ Welche BIM-Fertigstellungsgrade werden beschrieben (allgemein) ☒ In welchen Leistungsphasen wird BIM genutzt (projektspezifisch)  Leitfaden Kapitel 4.2.3
Wie	Software, Formate, Datenaustausch und Plattformen	☐ Welche SW Anforderung, Formate, etc. gibt es (allgemein) ☒ Welche Festlegungen werden getroffen (projektspezifisch)  Leitfaden Kapitel 4.4, Kapitel 4.3 (Koordination)

¹⁵ Bei Modellen zur Bauablaufplanung, die 3D Modelle der Bauelemente mit dem Terminplan verbinden, wird auch von 4D Modellen gesprochen (3D + 4. Dimension Zeit). Weiterführend wird von 5D Modellen gesprochen, wenn als 5. „Dimension“ der Verweis auf die Leistungen und Kosten mit aufgenommen wird, obwohl dies strenggenommen nicht mehr als physikalische Dimension aufzufassen ist (und so auch für andere Verknüpfungen, wie Energiekennwerte oder ökologische Ressourcenverbräuche) gelten würde.

Frage	Betreff	Empfehlungen
Welche	Auswertungen und Nachweise mit Hilfe von BIM	☐ Welchen Nutzen bringt BIM in der Projektabwicklung (allgemein) ☒ Für welche Auswertungen, etc. wird BIM eingesetzt (projektspezifisch)  Leitfaden Kapitel 4.5, Kapitel 4.3 (Koordination)

Tabelle 4.1: Informationsmanagement beim Einsatz von BIM

4.1.2 Der BIM-Projektabwicklungsplan

Die genannten Abstimmungen zur Anwendung der BIM-Methode in einem Bauprojekt als Teil des Projektmanagements sind zwar immer in ihrer Konkretheit projektspezifisch, basieren aber auf wiederkehrenden Fragestellungen und Entscheidungsmustern.

Grundlage einer BIM-basierten Projektabwicklung im Sinne des „BIG BIM“ ist eine Rücksprache der Projektbeteiligten mit dem Bauherrn über die Ziele der BIM-Anwendung, die Organisation der Verantwortlichkeiten, die Festlegung der wesentlichen Prozesse und Auswertungen, die mit BIM umgesetzt werden sollen, die Definition und Kontrolle der geforderten Qualität, sowie über die verwendeten Softwaretechnologien und Formate.

Um den Spezifika des jeweiligen Bauprojekts und der gewählten Vertragsstruktur gerecht werden zu können, kann diese Vorgabe nur als eine Vorlage von Textbausteinen und Tabellen allgemeingültig formuliert werden, die dann vor Vertragsabschluss vom Auftraggeber konkretisiert werden muss. Der vereinbarte BIM-Projektabwicklungsplan wird dann zumeist ein Vertragsbestandteil zwischen dem Auftraggeber und den Projektteilnehmern, bzw. zwischen dem Generalplaner und den Fachplanern, oder dem Generalübernehmer und den Subunternehmern.

Die Quellenstudie zu diesem BIM-Leitfaden hat gezeigt, dass international eine Reihe von Vorlagen für BIM-Projektabwicklungspläne bereits veröffentlicht sind, aber derjenige der Penn State University (CIC Research Group, 2010) am häufigsten zu Grunde gelegt wurde. Die Autoren empfehlen ebenfalls, diese Arbeit als Grundlage für eine deutsche Vorlage für den BIM-Projektabwicklungsplan heranzuziehen. Dieser enthält:

- BIM-Projektabwicklungsplan Handbuch
- BIM-Projektabwicklungsplan Vorlage
- Spezielle Vorlagen zur Bestimmung der projektspezifischen
 - BIM-Ziele und Anwendungen
 - BIM-Prozessanalyse und Prozessdiagramme
 - Datenaustauschanforderungen und Verantwortlichkeiten

Hier ein Auszug aus den in der Vorlage zum BIM-Projektabwicklungsplan vorgeschlagenen Vereinbarungen, die vor Projektbeginn getroffen werden sollen mit erläuternden Beispielen:

- Allgemeine BIM-Ziele in dem Projekt und deren Priorisierung
Beispiele:
 - Kollisionsprüfung während der Entwurfs- und Werkplanung (hoch)
 - Erstellen des qualifizierten Raumbuchs (Einrichtung, technische Ausstattung) (hoch)
 - Generieren der Fenster- und Türlisten (mittel)

- BIM-Anwendungen während der Leistungsphasen

Beispiele:

- LP 2 – Architektur Fachmodell für Visualisierung und Flächenberechnung
- LP 4 – Koordination der Fachmodelle Architektur, Haustechnik und Tragwerksplanung
- LP 9 – Übergabe des aktualisierten Gesamtmodells an das Facility Management

- BIM-Rollen und Verantwortlichkeiten im Projekt

Beispiele:

- 3D Koordinierung – Verantwortlich Architekturbüro „A1“ – Kontakt Herr Mustermann
- Überprüfung – Fertigteilkonstruktionsableitung aus dem Tragwerksmodell, Baufirma „B1“

- BIM-Zusammenarbeitsstrategie

Beispiele:

- 3D Koordination / Kollisionsprüfung – Anzahl, Intervall, Teilnehmer, Verantwortlich
- BIM-Fachmodellbereitstellung – wann, wer, wo (z.B. jeden zweiten Freitag Fachmodelle Architektur und Haustechnik als IFC auf die Projektplattform hochladen)

- BIM-Datenübergaben

Beispiele:

- Entwurfsmodell nach Modellierungsrichtlinie des Auftraggebers, mit aktuellen Raumangaben (inklusive Flächen gemäß DIN277) und Rohbaumengen für die Kostenschätzung im Hochbau

- BIM-Softwareauswahl

Beispiele:

- Auswahl und Verwendung BIM-fähiger Software (CAD Systeme)
- Festlegung der verwendeten Dateiformate für den Datenaustausch – IFC2x3
- Nutzen von Projektplattformen, Modell- bzw. Dokumentmanagementsystemen
- Technische Details, Namenskonvention, Ablagestruktur, Versionierung

- BIM-Qualitätsmanagement

Beispiele:

- Visuelle Prüfung, Vollständigkeitsprüfung (z.B. der alphanumerischen Informationen), Kollisionsprüfung, Prüfung der Einhaltung der Bauvorschriften
- Vereinbarung über Softwaresysteme für die Qualitätssicherung (Viewer, Kollisionsprüfungssoftware, Software für Bauregelüberprüfung)
- Vereinbarung über Austauschformate (wie IFC) und anwendbarer Dokumentationsstandards und Klassifizierungssysteme

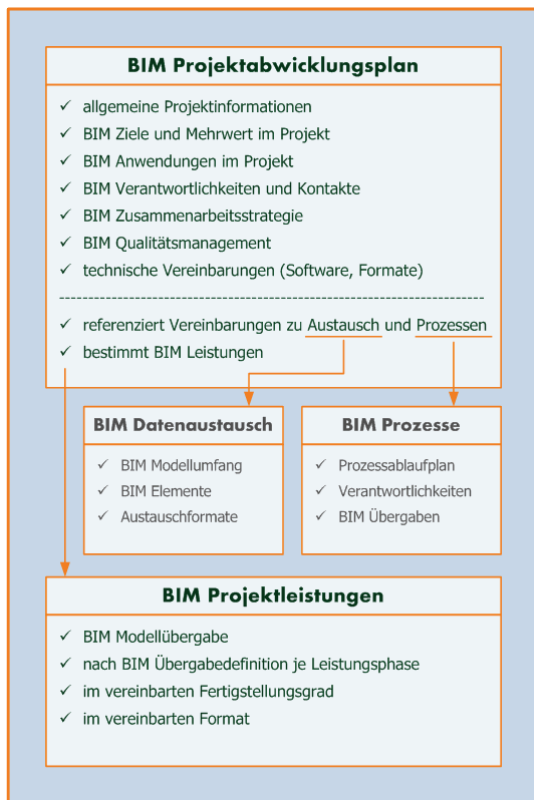


Abbildung 4.1: Umfang und Verweise eines BIM-Projektentwicklungsplans (Quelle: AEC3)

Der BIM-Projektentwicklungsplan definiert damit die Ziele, organisatorische Strukturen und Verantwortlichkeiten. Er stellt also den Rahmen für das „was“, die BIM-Leistungen als definierte Fertigstellungsgrade der digitalen Bauwerksmodelle dar, und das „wie“, die Prozess- und Austauschforderungen der einzelnen Beteiligten. In seiner Anwendung fördert der BIM-Projektentwicklungsplan die Zusammenarbeit zwischen den Beteiligten und erhöht die Transparenz für das Planungsteam und den Auftraggeber. Aber auch das ausführende Team profitiert durch eine klar festgehaltene Dokumentation, beispielsweise bei einem Personalwechsel oder einer Projektunterbrechung.

4.1.3 Festlegungen für zu erbringende BIM-Projektleistungen

Das „was“ beschreibt die konkreten Ergebnisse, die die Projektbeteiligten gemäß den Zielen zu erfüllen haben, die im BIM-Projektentwicklungsplan definiert wurden. Die grundlegende Übereinkunft wird in der Matrix „BIM-Ziele, Verantwortlichkeiten und Leistungen“ erzielt.

Zur genaueren Beschreibung, „was“ während der Projektabwicklung als BIM-Leistung geliefert werden soll, müssen die Inhalte der digitalen Bauwerksmodelle festgelegt und klassifiziert werden um damit Ihre Bedeutung in Fachanwendungen zu bestimmen. Dies bezieht sich auf:

- Art, Umfang und Fertigstellungsgrade der Fachmodelle (Kapitel 4.2.1)
- Klassifikation und geometrische Detaillierungsgrade der Modellelemente (Kapitel 4.2.4)
- Standardisierung der alphanumerischen Eigenschaften der Modellelemente (Kapitel 4.2.4)

Die DIN 276 ist nur eingeschränkt für die Klassifikation von BIM-Modellelementen geeignet. Anhang C beschreibt daher eine Klassifikation der Modellelemente für die fachspezifischen Bauwerksmodelle an Hand der IFC Nomenklatur und ein Beispiel der Festlegung von Fertigstellungsgraden (AIA, 2008).

4.1.4 Absprachen über BIM-Prozesse, Austausch und Verantwortlichkeiten

Das „wie“ beschreibt die Prozesse, Mittel und Aufgaben der einzelnen Beteiligten, die in verschiedenen Rollen im BIM-Prozess zusammenarbeiten und an den transparenten Ergebnissen partizipieren, diese sind grundlegend im Kapitel 3.1.5 erläutert. Konkrete Checklisten dienen der Vorbereitung für ein BIM-Projekt:

- Checkliste für den Auftraggeber, siehe Anhang E.2
- Checkliste für den Auftragnehmer, siehe Anhang E.3
- Aufgabenbeschreibung für das BIM-Management, siehe Anhang F

Dazu sind klare Vorgaben des Bauherrn sowie abgestimmte Arbeitsprozesse zwischen den Projektpartnern notwendig und müssen überall dort eingeführt werden, wo Informationen bzw. Modelle von einer Verantwortlichkeit in eine andere übergehen. Daneben müssen auch die technischen Schnittstellen benannt werden, wie Austauschformate und Projektplattformen als Kommunikationsbasis.

Im Rahmen des BIM-Leitfadens werden unter (Kapitel 3.1.4) die neuen Anforderungen an die Projektbeteiligten formuliert, die Fachmodelle erstellen, koordinieren, bzw. auswerten und nutzen. Im Kapitel 4.3 „Fachübergreifendes Arbeiten“ wird erläutert, wie Modelle ausgetauscht und mit deren Hilfe der Planungsprozess koordiniert werden kann. Die dazu notwendigen Austauschstandards und deren Anwendbarkeit werden im Kapitel 4.4 „Offene BIM-Austauschformate“ erläutert.

4.2 Fachspezifisches Arbeiten

Die verschiedenen Bauwerksmodelle werden weiterhin getrennt durch die jeweiligen Fachplaner erstellt, die für ihr Fachmodell auch selbst verantwortlich sind. Diese werden zu Koordinationszwecken in festgelegten Abständen zusammengeführt.

- Das große gemeinsame Gesamtmodell ist derzeit noch Utopie!

Das eine gemeinsame Gesamtmodell in der „Cloud“, an dem alle Beteiligten in Echtzeit arbeiten und sofort alle Änderungen zurückgemeldet bekommen, welches manchmal als BIM kolportiert wird, gibt es unter realen Anforderungen nicht¹⁶.

4.2.1 Die Fachspezifischen Bauwerksmodelle

Die verschiedenen fachspezifischen Planungsunterlagen werden im BIM-Prozess als fachspezifische Bauwerksmodelle, kurz Fachmodelle, erstellt. Die Fachmodelle sind im Allgemeinen 3D Modelle, die Bauelemente oder technische Komponenten mit deren Merkmalen und Ausprägungen beschreiben.

¹⁶ In sehr kleinen Projekten kann auch an einem gemeinsamen Modell zeitgleich gearbeitet werden, einige BIM-Softwaresysteme erlauben diese multidisziplinäre Funktionalität. In größeren Projekten wird jedoch weiterhin fachdisziplinspezifisch gearbeitet.

Da diese fachlichen Inhalte, neben der geometrischen Darstellung, eine wichtige Komponente der Fachmodelle sind, wird dazu auch der Begriff semantische Modelle verwendet. Im Gegensatz zum Zeichnen, wird das Erstellen als Modellieren, hier im digitalen Sinn, bezeichnet.

Fachmodelle werden durch die Objekt- und Fachplaner in den Leistungsphasen des Planungsprozesses erzeugt, die ausführenden Firmen der Bauindustrie und des Baugewerbes setzen idealerweise auf Basis der Fachmodelle ihre Ausführungsmodelle um, und am Ende entsteht ein Gesamtbauwerksmodell für die Objektdokumentation, welches der Ausgangspunkt für die Nutzungsphase ist.

Dies beschreibt den Idealprozess, in der Übergangsphase (siehe auch Kapitel 3.1.1) werden noch nicht alle am Projekt beteiligten Fachplaner mit Fachmodellen arbeiten, bzw. auf Grund fehlender Richtlinien und Standards können diese Modelle noch nicht von den ausführenden Firmen voll genutzt werden. Es ist real von "Heterogenen Landschaften" auszugehen, in denen die Datendurchgängigkeit¹⁷ noch nicht immer gewährt ist. Nichtsdestotrotz wird bereits durch die Zurverfügungstellung von Fachmodellen ein hohes Maß an Datentransparenz¹⁸ geschaffen, das dem Verständnis und der Fehlervermeidung dient.

4.2.2 Die wichtigsten Fachmodelle

Die Erstellung der fachspezifischen Bauwerksmodelle erfordert eine genauere Auseinandersetzung mit der Planung und die Darstellung vieler Annahmen zum gegebenen Zeitpunkt. Die Übernahme der dritten Dimension ergibt eine höhere räumliche Klarheit. Daher ist der Informationsgehalt und die Genauigkeit von Bauwerksmodellen in frühen Phasen höher, als bei vergleichbarer traditioneller 2D Planung.

Die Bauwerksmodelle sind also früher detaillierter, dies bedeutet aber auch eine Aufwandsverschiebung hin zu den frühen Entwurfsphasen, welches auch als „*front loading*“ bezeichnet wird (siehe Kapitel [□](#)).

Eine der wichtigsten Aufgaben der Arbeit mit den Fachmodellen ist die Erstellung, oder besser, die konsistente Ableitung der Pläne. Beim Architekturfachmodell können die geforderten Grundrisse, Schnitte und Ansichten aus dem Modell generiert werden, sie sind daher immer aktuell und auf dem neuesten Planungsstand und untereinander widerspruchsfrei. Sicherlich kann es in Teilen noch Herausforderungen an die Software, sowie die Kenntnis der Anwender geben, wie bei der normgerechten Bemaßung und Beschriftung, im Großen und Ganzen zeigt jedoch die Praxis, dass dieser Nutzen heute real im Sinne von „*little bim*“ erzielt wird.

¹⁷ Mit Datendurchgängigkeit ist das Vermeiden der Datenneueingabe gemeint, in dem (Teile von) Fachmodellen der anderen Beteiligten direkt übernommen werden können. Siehe auch Kapitel 4.4.

¹⁸ Mit Datentransparenz ist der leichte Zugang zu den Projektinformationen, die den Beteiligten zur Verfügung stehen, gemeint, auch wenn diese nicht direkt importierbar sind, siehe auch Kapitel 4.5.1.

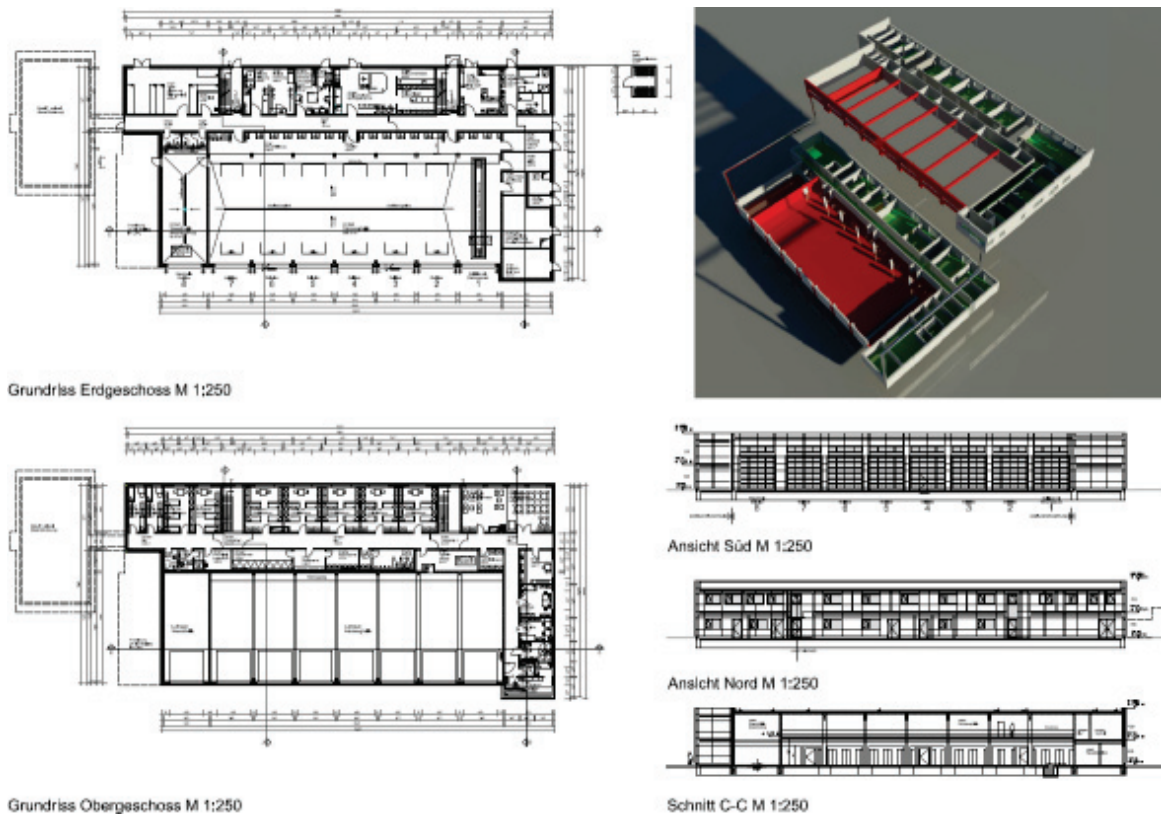


Abbildung 4.2: Aus dem Modell generierte 2D Pläne - Musterplanung Feuerwachen (Quelle : CAD Stelle Bayern)

Der zweite heute schon konkret erzielbare Vorteil sind die verschiedenen Auswertungen aus dem eigenen Fachmodell, die sich auf das „I“ in BIM beziehen. So können Stücklisten, Fenster- und Türlisten automatisch aus dem Modell generiert werden, und müssen nicht zusätzlich parallel in Excel Tabellen erfasst und mühsam aktuell gehalten werden. Alle relevanten Türinformationen werden beispielsweise an einer Stelle erfasst (siehe Abbildung 4.3).

Daneben gibt es noch eine Reihe aus anderen Fachmodellen generierten, teilweise nur temporären, Modellen, die für diese spezifischen Berechnungen, Auswertungen, oder Nachweise erstellt werden, wie das thermische oder das statische Berechnungsmodell.

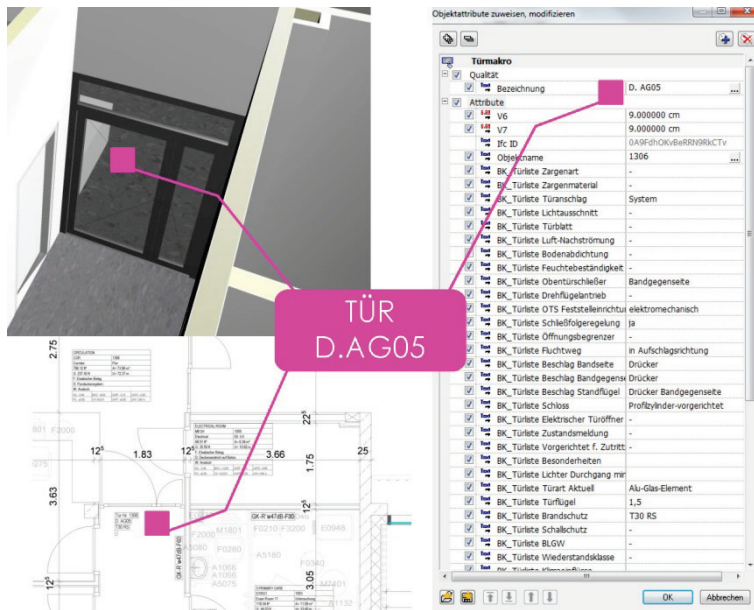


Abbildung 4.3: Erfassung von Türinformationen und deren Ausgabe in 2D, 3D und Listen (Quelle: baum kappler architekten)

Es kann daher unterschieden werden zwischen:

- Bearbeitungsmodellen, in denen mittels einer BIM-fähigen CAD Software (*BIM Authoring Tool*) aktiv geplant und geändert wird;
- Auswertungsmodellen, die mittels einer BIM-fähigen Auswertungssoftware (*BIM Evaluation Tool*) zu Simulationen, Berechnungen oder zu weiteren Auswertungen herangezogen werden. Eine besondere Form eines Auswertungsmodells ist das Koordinationsmodell (siehe Kapitel 4.2.2).

Die folgenden Fachmodelle können in einem Bauprojekt vereinbart und erstellt werden:

- Umgebungsmodell (Geländemodell, Umgriff aus dem Stadtmodell)
- Baukörper- oder Massenmodell (städtebauliche Einordnung)
- Architekturmodell (in verschiedenen Fertigstellungsgraden)
- Tragwerksmodell (in verschiedenen Fertigstellungsgraden)
- TGA Modelle (in verschiedenen Fertigstellungsgraden und Fachbereiche)
- Baustelleneinrichtungsmodell
- Bauablaufmodell (4D Modell)
- Bau- und Montagemodell
- Bauübergabe- bzw. Dokumentationsmodell
- CAFM Modell

Das Architekturmodell

Das Architekturmodell ist das virtuelle Abbild des geplanten Bauwerks aus architektonischer Sicht. Es entsteht im Projektablauf meist zuerst und ist in der Regel die zentrale Grundlage zur Integration der fachspezifischen Modelle, es wird in vielen anderen Anwendungen als Referenz genutzt.

In der Anfangsphase dient das Architekturmodell als wichtige Entscheidungshilfe bezüglich der Umsetzung des Raumprogramms, des Architekturkonzepts, und der städtebaulichen Einordnung.

Früher als bei traditionellen Planungsmethoden können Fragen der Nachhaltigkeit, wie das energetische Verhalten des geplanten Bauwerks, untersucht, mehrere Modellvarianten erstellt, und mittels Sonnenstands- und Schattenanalysen, Berechnungen des Energieverbrauchs und des CO₂ Ausstoßes, und der ersten Kostenschätzung geprüft und verglichen werden.

Als Visualisierung unterstützt das Architekturmodell die räumliche Darstellung von komplexen Entwürfen, trägt zu einer beschleunigten Entscheidungsfindung bei und fördert ein einheitliches Entwurfsverständnis im Planungsteam und in der Kommunikation mit dem Bauherrn. Ergänzungen und Änderungswünsche und ihre Konsequenzen lassen sich sehr anschaulich erklären.

Das Architekturmodell ist die Datenquelle für Flächenauswertungen, Energieberechnungen, Mengenmodelle, Bauteillisten, Unterstützung der Ausschreibung, erste Regelüberprüfung auch innerhalb des "eigenen" Modells bis hin zur späteren Kollisionsprüfung im Koordinationsmodell.

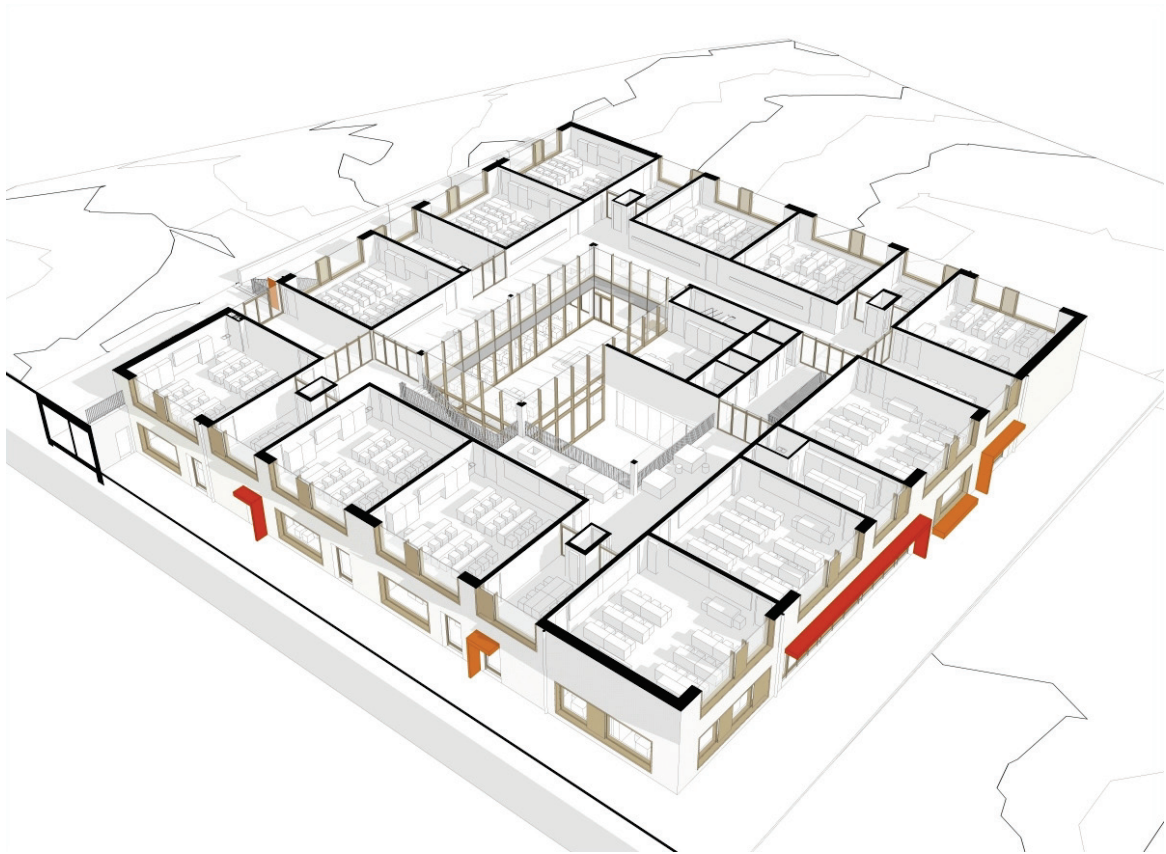


Abbildung 4.4: Architekturmodell Haus des Lernens Essen (Quelle : schmersahl | biermann | prüßer Architekten + Stadtplaner)

Das Architekturmodell enthält die Räume als eigenständige Modellelemente, alle relevanten Eigenschaften werden am Raum als Merkmale erfasst und können in Raumlisten ausgegeben werden, eine zu definierende Auswahl wird als Raumstempel dargestellt. Die Gesamtheit der Räume mit ihrer räumlichen Hierarchie wird auch als das Raummodell, ein Teilmodell innerhalb des Architekturmodells, bezeichnet, auch wenn dieses Teilmodell in der Regel mit der gleichen BIM-Software erstellt und in der gleichen Datenbank oder Datei abgelegt wird.

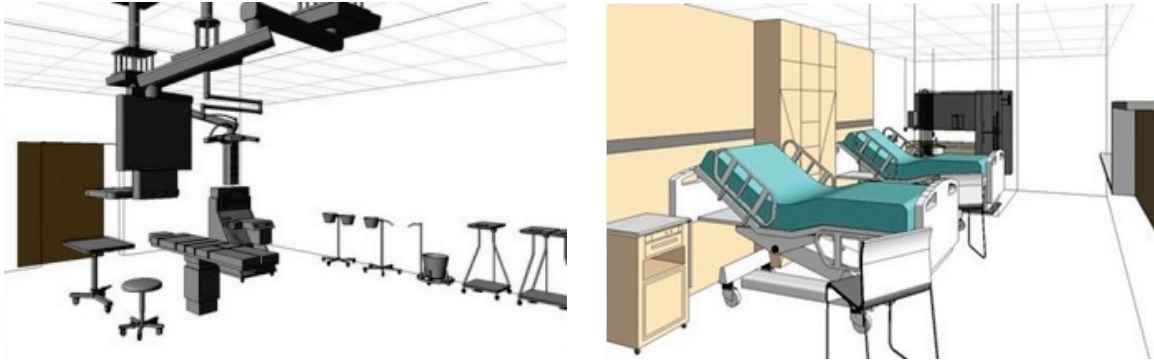


Abbildung 4.5: Ausbaumodell für das Al Ain Hospital Abu Dhabi (Quelle : OBERMEYER Planen + Beraten)

Ein weiteres Teilmodell innerhalb des Architekturmodells ist das Ausbaumodell. Spezialanforderungen, wie zum Beispiel eine komplexe Vorhangfassade, können ebenfalls ein eigenes Teilmodell bilden.

Das Tragwerksmodell

Das Tragwerksmodell ist das Fachmodell der tragenden Elemente erstellt auf der Grundlage des Architekturmodells, welches dem Verständnis des Entwurfs dient und die Ausgangsdaten für das statische Berechnungsmodell und die statischen Nachweise liefert.

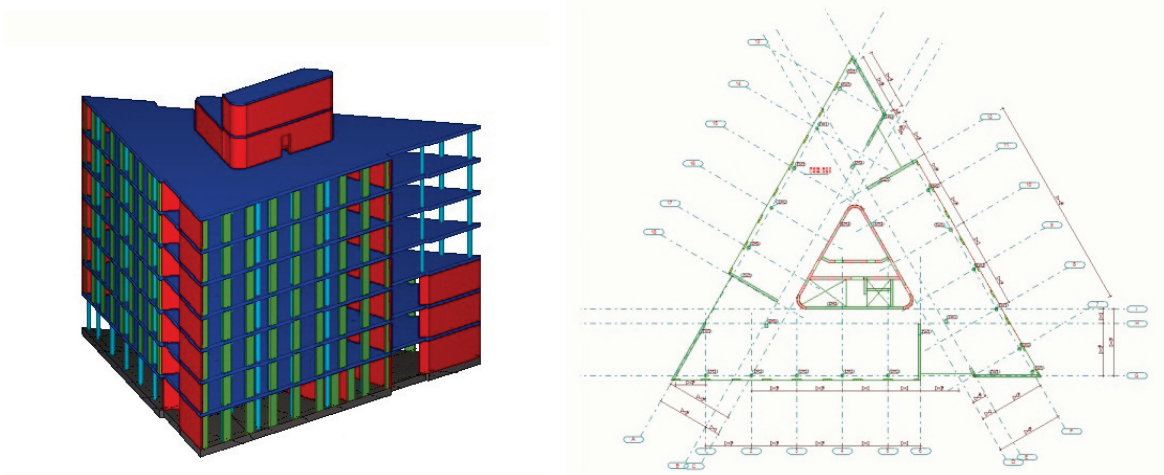


Abbildung 4.6: Tragwerksmodell & Generierung eines Grundrisses aus dem Modell (Quelle : Oltmanns & Partner)

Das Tragwerksmodell dient der Koordination mit dem Architekturmodell und den weiteren Fachmodellen. Als detailliertes Fachmodell für den Stahlbetonbau wird es die 3D Bewehrungsplanung (mit Positions- und Schalungsplanung) enthalten, als Modell für die Vorfertigung die Einbauteile, und als Stahlbaumodell die konstruktiven Anschlüsse mit Befestigungen.

Die TGA-Modelle

Die Grundlage für die Fachmodelle der Haustechnik ist ebenfalls das Architekturmodell. Dieses wird übernommen und als Referenz mitgeführt. Sehr wichtig für die Haustechnikplanung bzw. die TGA-Modelle ist das Raumprogramm, welches an dieser Stelle bereits als Raummodell, erstellt durch den Architekten, vorliegen sollte. Das Raummodell dient der Zuordnung der Haustechnikkomponenten zu den Räumen, das Rohbau- und Ausbaumodell muss bei der Trassenplanung berücksichtigt werden.

Typische TGA-Modelle sind Fachmodelle für die Heizungs-, Klima- und Lüftungsplanung, für die Sanitärplanung und für die Elektro- und Fernmeldetechnik.

Neben den Haustechnikkomponenten werden auch die Anlagen in den Fachmodellen als logische Strukturen modelliert. Dabei enthält jede Haustechnikkomponente eine Zuordnung zur räumlichen und zur Anlagenstruktur - diese Zuordnung ist auch über die Planung hinaus sehr wichtig, da diese ebenfalls für das Facility Management relevant ist.

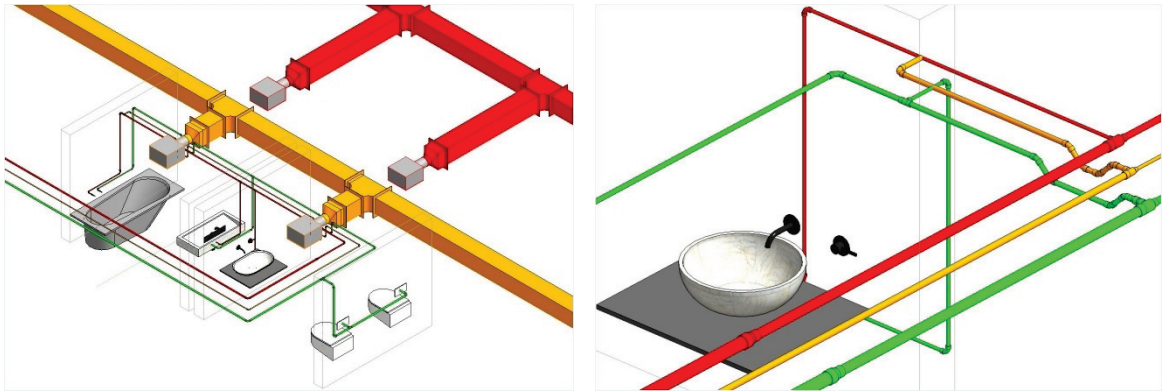


Abbildung 4.7: TGA Modelle (Quelle : CAD Stelle Bayern)

Die Bau- und Montagemodelle

Baufirmen werden nach Möglichkeit die Fachmodelle der Planer direkt oder als Referenz übernehmen, aber auch eigene Fachmodelle für die Ausführung erstellen, wie Bau- und Montagemodelle. Hier werden sich auch neue Wege in der Zusammenarbeit von Planung und Ausführung entwickeln.

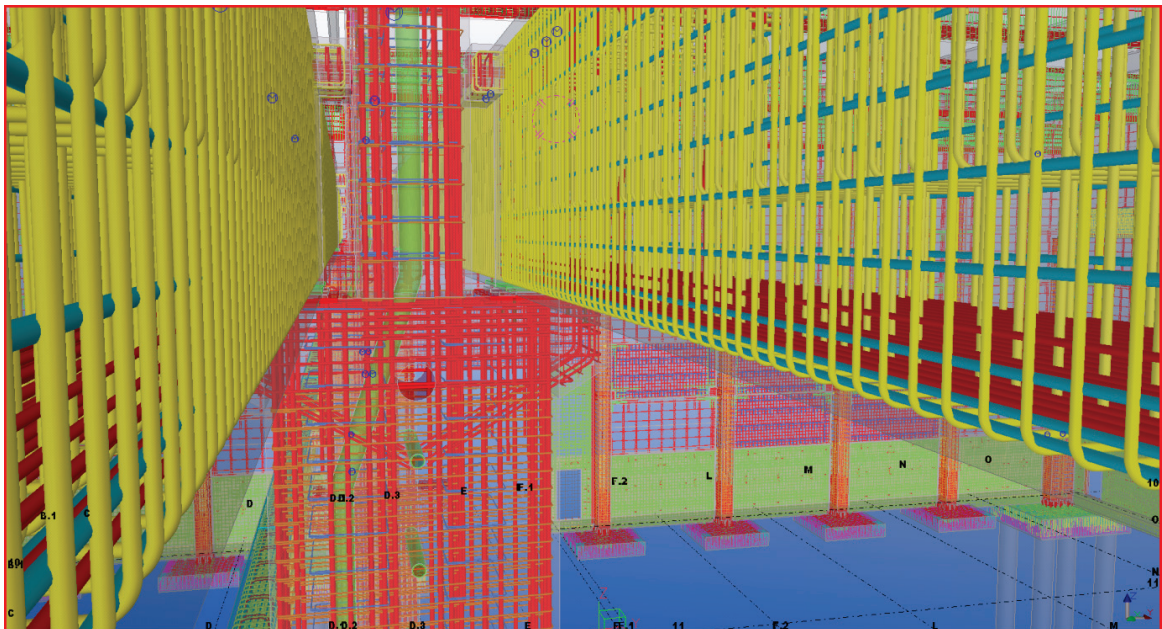


Abbildung 4.8: Bewehrungsmodell für die Ausführungsplanung (Quelle: Max Bögl)

Die Bauablaufmodelle (4D-Modelle)

Baustelleneinrichtungsmodelle enthalten zusätzliche zeitbezogene Informationen. Diese zeitbezogenen Informationen ermöglichen die chronologische Simulation, Planung und Dokumentation von Bauabläufen. Unterstützt wird die 4D-Bauablaufplanung, die zeitlich optimierte Materialbestellung, -lieferung und -lagerung, sowie die Baufortschrittsüberwachung.

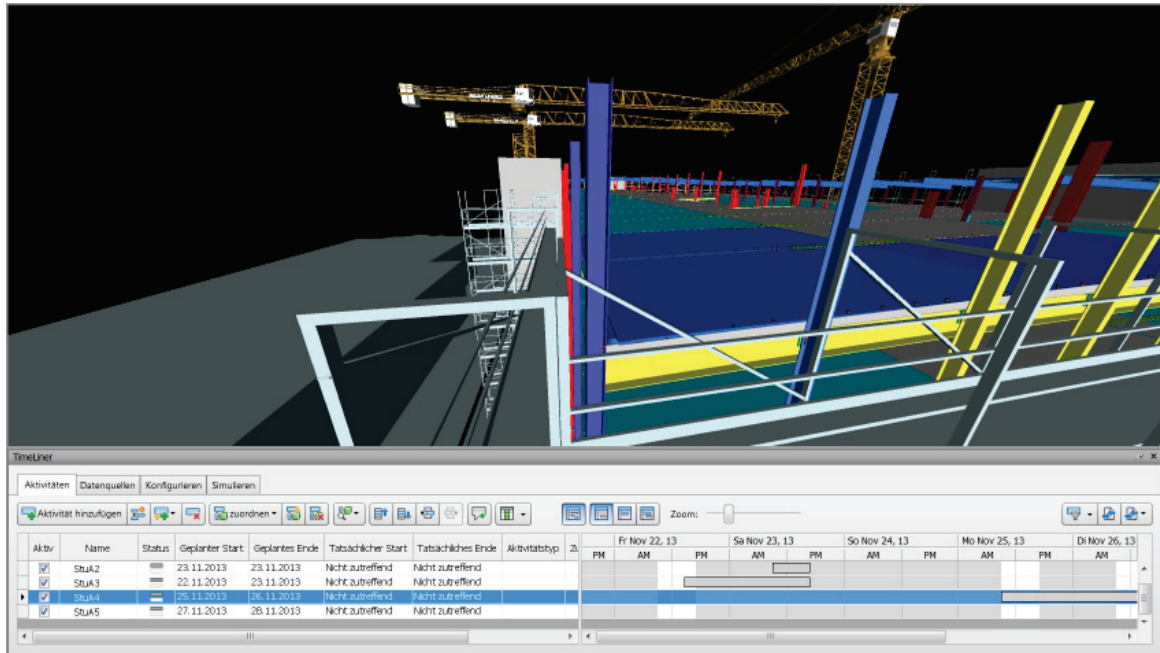


Abbildung 4.9: 4D Modell (Quelle: Max Bögl)

Das Dokumentationsmodell

Am Ende des Ausführungsprozesses werden die einzelnen fachspezifischen Modelle und Teilmodelle dem tatsächlich gebauten Zustand angepasst und entsprechend aktualisiert. Die Maße, Einrichtungen und Ausstattungen müssen dem tatsächlich errichteten Gebäude entsprechen. Die technischen Ausstattungen müssen die für die Bewirtschaftung relevanten Merkmale enthalten. Diese Modelle werden dann sowohl einzeln, als auch in einem zusammengefassten Gesamtbauwerksmodell für die Objektdokumentation dem Auftraggeber bzw. Bauherrn übergeben und archiviert.

Das CAFM-Modell

Das CAFM-Modell ist das Modell zur Übergabe und Nutzung an das Facility Management. Insbesondere das Raummodell und das Ausbaumodell, und wesentliche Teile der Haustechnikmodelle werden als Basis für das Facility Management verwendet und müssen in das CAFM-System des Betreibers übernommen werden. Das Bewirtschaftungsmodell ist häufig rein alphanumerisch, bzw. referenziert das Dokumentationsmodell für die Darstellung der Lage der Räume und technischen Ausstattungen.

4.2.3 Fertigstellungsgrade der Bauwerksmodelle

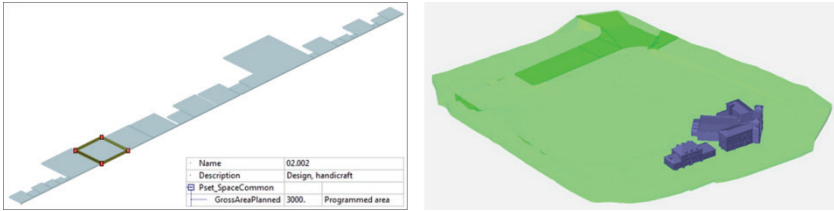
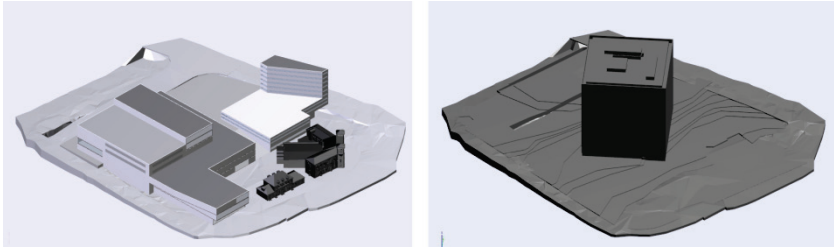
Der Fertigstellungsgrad der fachspezifischen Bauwerksmodelle stellt den geforderten Grad der Detaillierung der Modellierung dar und ist abhängig von der Leistungsphase und der Fachdisziplin. Inhaltlich bezieht sich der Fertigstellungsgrad auf die fachlich notwendigen Planungsinformationen und die beauftragten Planungsleistungen in den jeweiligen Leistungsphasen.

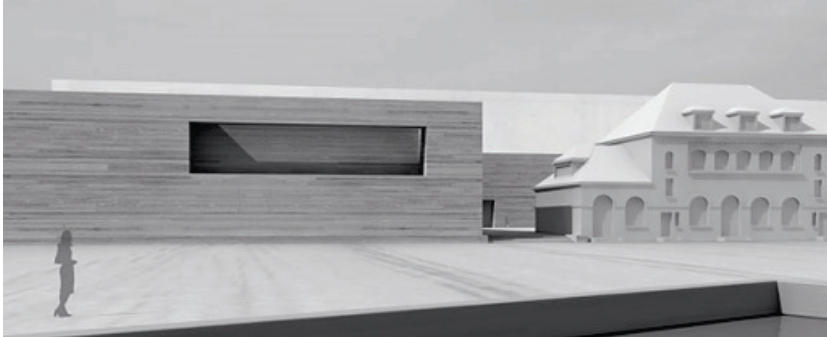
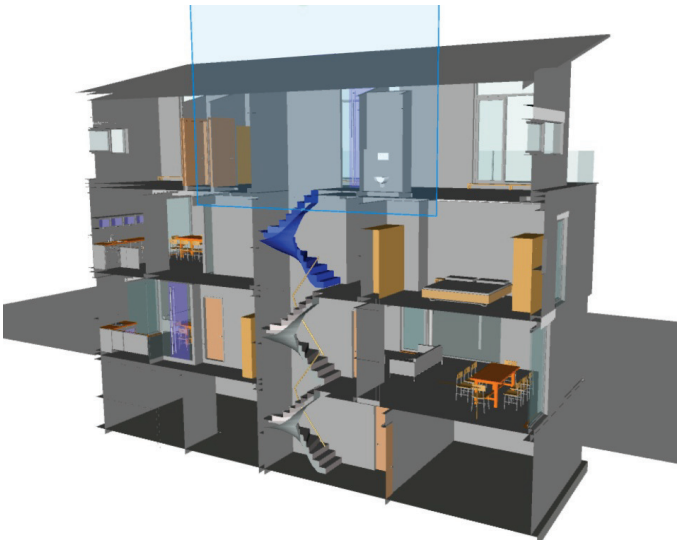
Darüber hinaus sollte festgelegt werden, ab welchem Fertigstellungsgrad ein Fachmodell zu bestimmten Auswertungen und Berechnungen (wie zum Beispiel Flächenauswertung, Mengen- und Kostenermittlung, Wärmebedarfsberechnung, etc.) genutzt werden soll.

In Deutschland gibt es derzeit noch keine Beispiele für Fertigstellungsgrade für Bauwerksmodelle bzw. allgemein anerkannte Standards. Wenn man sich aber im Ausland umschaute, könnte man hierfür die Richtlinie vom US-amerikanischen Berufsverband der Architekten, AIA (AIA, 2008), bzw. die darauf basierenden Festlegungen des BIM-Forum (BIM-forum.org, 2013) oder auch die PAS 1192-2 des Britischen Standardisierungsinstituts (1192-2, 2013) heranziehen.

Die Fertigstellungsgrade der Modelle sind als erste Annäherung vergleichbar mit den 2D Planungsmaßstäben in den unterschiedlichen Leistungsphasen, daher ist die Ausprägung der Modelle in den Anfangsphasen noch weniger detailgetreu und wird sich dann gemäß der fortschreitenden Planung detaillierter entwickeln.

Eine Möglichkeit für die Festlegung der Fertigstellungsgrade zeigt die Tabelle 4.2 mit dem Fokus auf das Architekturfachmodell. Dabei ist zu beachten, dass die Fachmodelle anderer Fachplaner in derselben Leistungsphase einem anderen Fertigstellungsgrad entsprechen können, beispielsweise kann es sein, dass das Architekturmodell in der entsprechenden Leistungsphase bereits im Fertigstellungsgrad 300 vorliegen muss, während das Modell des Haustechnikplaners erst dem Fertigstellungsgrad 200 entspricht. Das kann in der Zusammenarbeit ein Problem darstellen, wenn z.B. für eine frühe Koordination die 3D Trassenplanung von Seiten der Haustechnik benötigt wird, aber noch kein entsprechend detailliertes Fachmodell der Lüftung vorliegt.

Leistungsphasen Beispiele aus der Praxis	2D-Zeichnungsmaßstab Fertigstellungsgrad des Modells								
Grundlagenermittlung In der Regel wird noch kein Bauwerksmodell vom Planer gefordert. Die Ausgangsdaten - wie Baugelände, Umgebung und Raumprogramm - können aber durch den Bauherrn als Modelle vorgegeben und für den Planungsprozess genutzt werden. Eine wichtige Komponente für den weiteren Planungsprozess ist eine möglichst detaillierte Definition der Anforderungen, z.B. durch ein qualifiziertes Raumprogramm.  <table border="1" data-bbox="411 831 635 887"> <tr><td>Name</td><td>02.002</td></tr> <tr><td>Description</td><td>Design, handcraft</td></tr> <tr><td>Prel_SpaceCommon</td><td></td></tr> <tr><td>GrossAreaPlanned</td><td>3000. Programmed area</td></tr> </table> Raumprogrammmodell - das Modell des Raumprogramms inkl. Anforderungen an die einzelnen Räume wie Nutzungsart & Ausstattung (Quelle: Statsbygg Norwegen) Umgebungsmodell (Quelle: Statsbygg Norwegen)	Name	02.002	Description	Design, handcraft	Prel_SpaceCommon		GrossAreaPlanned	3000. Programmed area	1:1000 - 1:500 1:200
Name	02.002								
Description	Design, handcraft								
Prel_SpaceCommon									
GrossAreaPlanned	3000. Programmed area								
Vorentwurfsplanung Ein Bauwerksmodell auf der Grundlage des Raumprogramms und der städtebaulichen Umgebung bzw. eines Stadt- Umgebungs- Geländemodells (kann die zur Ideenfindung nötige Umgebung nicht als Modell zur Verfügung gestellt werden, kann in dieser Phase der verantwortliche Planer ein solches Modell erstellen). Dieses noch sehr einfache Bauwerksmodell dient zur Darstellung der Entwurfsidee des Planungsteams gegenüber dem Bauherrn. Modellvarianten dienen der Entscheidungsfindung - diese 3D Modelle erleichtern den Vergleich zwischen mehreren alternierenden Entwürfen Das Vorentwurfsmodell enthält somit die wesentlichen raumbildenden Modellelemente, eine genaue Typisierung und weiterführende alphanumerische Informationen sind noch nicht erforderlich.  Massenmodelle Wettbewerb Nationalmuseum Oslo (Quelle: Statsbygg Norwegen)	1:500 - 1:200 Fertigstellungsgrad 100								

Leistungsphasen Beispiele aus der Praxis	2D-Zeichnungsmaßstab Fertigstellungsgrad des Modells
Entwurfsplanung Sämtliche Bauteile werden nun typgerecht modelliert und bezeichnet. Das Entwurfsmodell wird auf der Grundlage des Vorentwurfsmodells erstellt, der Detaillierungsgrad der Modellelemente wird erhöht, das Modell enthält nun alle wesentlichen Modellelemente mit ersten wichtigen vereinbarten Eigenschaften (vereinbarte Benennung, Klassifizierung, tragend). Das Entwurfsmodell enthält auch bereits ein Raummodell, die Räume werden automatisch über die Begrenzungselemente (Wände, Decken) erstellt. Informationen wie Raumname, Raumnummer, Nutzung, Fläche) sollten enthalten sein.  Entwurfsmodell (Quelle: Statsbygg Norwegen)	1:200 - 1:100 Fertigstellungsgrad 200
Genehmigungsplanung Das Modell für die Genehmigungsplanung wird auf der Grundlage des Entwurfsmodells erstellt. Alle Bauteile müssen in diesem Modell präzise angelegt werden, die Modellelemente enthalten nun auch sämtliche alphanumerische Informationen für eine Baueingabe, es werden aus diesem Modell die Pläne für die Genehmigungsplanung generiert.  Modell detailliert für die Genehmigungsplanung (Quelle: Hobmaier 3D ARCHITEKT)	1:100 - 1:50 Fertigstellungsgrad 300

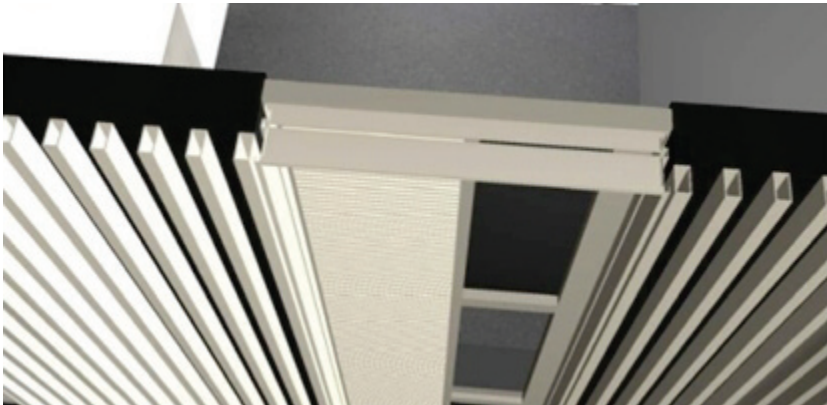
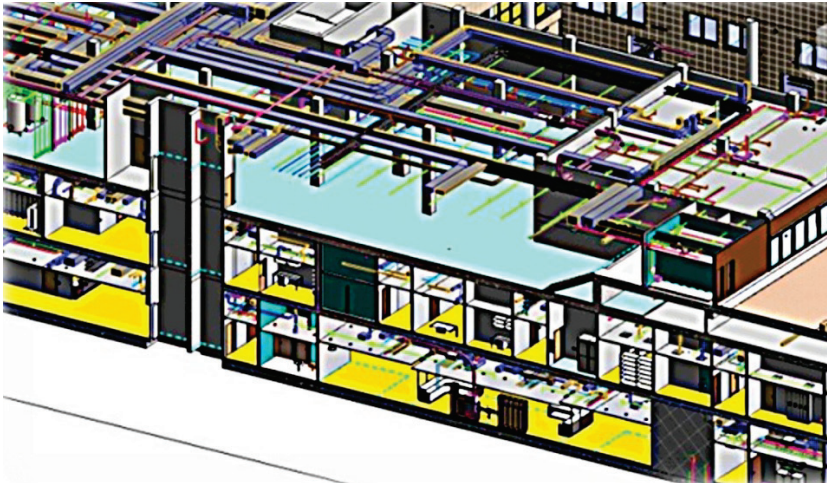
Leistungsphasen Beispiele aus der Praxis	2D-Zeichnungsmaßstab Fertigstellungsgrad des Modells
Ausführungsplanung Die Ausführungsmodelle der Fachplaner sind wichtig für vereinbarte Auswertungen wie Massenermittlung, Kostenschätzung, Energieberechnung, Generieren von Bauteillisten, etc. Spätestens in der Ausführungsplanung werden die Fachmodelle auch für die regelmäßige Koordinierung genutzt.  Fassadenmodell (Quelle: baum kappler architekten)	1:50 - 1:10 Fertigstellungsgrad 400
Objektdokumentation Hier dienen die Fachmodelle für die Objektdokumentation, bzw. der daraus zu generierenden und zu archivierenden Dokumentationspläne einerseits und andererseits als Ausgangsmodell für das CAFM-Modell. Die Detaillierung entspricht im Wesentlichen dem vorherigen Fertigstellungsgrad.  Dokumentationsmodell (Quelle: OBERMEYER Planen + Beraten)	1:50 - 1:10 Fertigstellungsgrad 500

Tabelle 4.2: Fertigstellungsgrade von Fachmodellen im Vergleich zu Zeichnungsmaßstäben

4.2.4 Die Modellelemente

Fachspezifische Bauwerksmodelle bestehen aus Modellelementen¹⁹, der digitalen Abbildung der physischen und funktionellen Eigenschaften eines wirklichen Bauteils. Diese Modellelemente werden in einer BIM-unterstützenden CAD-Software unter Nutzung der entsprechenden Modellierungswerkzeuge erstellt.

Eine Wand wird mit einem Wandwerkzeug modelliert, eine Stütze mit einem Stützenwerkzeug, nur so ist sichergestellt, dass das geplante Bauteil durch ein korrektes Modellelement in dem Fachmodell dargestellt ist, und später als solches auch ausgewertet werden kann.

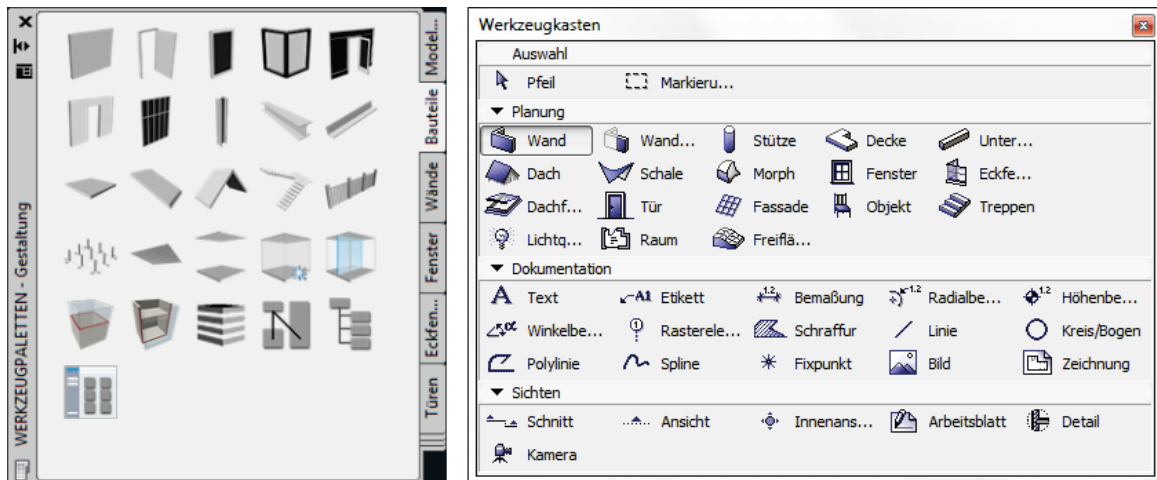


Abbildung 4.10: Werkzeugkästen zur Erstellung von Modellelementen in CAD (beispielhaft AutoCAD Architecture und ARCHICAD)

Wenn dies bei sehr komplexen Modellelementen durch die gewählte Software nicht unterstützt wird, können auch "fremde" Werkzeuge oder allgemeine 3D-Werkzeuge zu Hilfe genommen werden. Hierbei ist es wichtig, dass diese besonders gekennzeichnet und klassifiziert werden. Nur damit ist sichergestellt, dass eine Bauteilliste, wie z.B. die Türliste, eine solche „fremde“ Tür dann mit ausgibt.

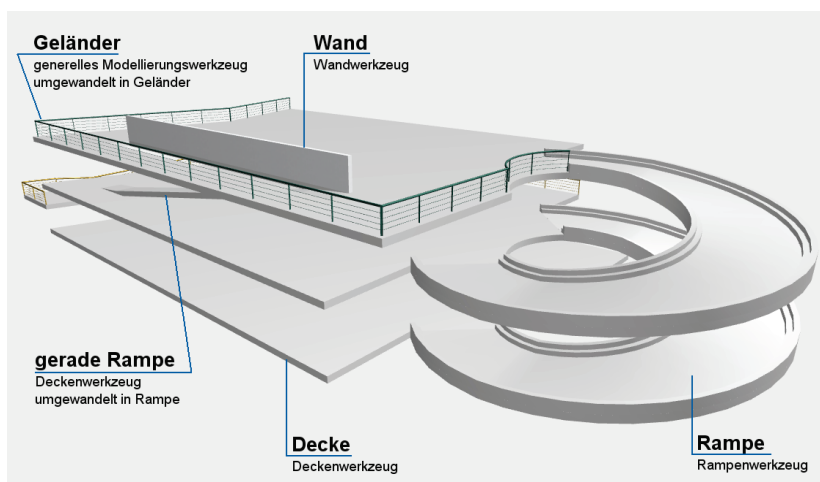


Abbildung 4.11: Erstellung von Modellelementen mit Modellierungswerkzeugen (Quelle: AEC3)

¹⁹ Der Begriff Modellelement (engl. *model element*) bezeichnet die einzelnen Bauteile im digitalen Bauwerksmodell, wie die Wände, Stützen, Türen als digitale Elemente. Eine Zusammenstellung wesentlicher Modellelemente für die verschiedenen Fachmodelle ist im Anhang C wiedergegeben.

Eigenschaften von Modellelementen

Die Eigenschaften von Modellelementen sind Information, die zusätzlich zur modellierten Geometrie des virtuellen Bauelements eingegeben werden. Es erfolgt eine Unterscheidung zwischen geometrischen und nichtgeometrischen Informationen:

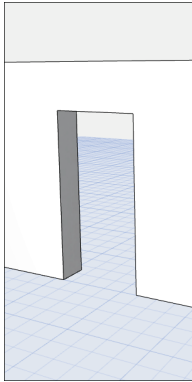
- Geometrische Parameter, wie Länge, Höhe, Breite, diese können in parametrisierten BIM-Softwareprogrammen zur direkten Ableitung der geometrischen Form genutzt werden;
- Geometrische Auswertungsinformationen, wie Flächen, Volumen, als Bauteilmengen;
- Nicht-geometrische Attribute wie Name, Positionsnummer, Material, Herstellerangaben, energetische Kennwerte, Klassifikationen, oder Referenzen auf zusätzliche Informationen (Hyperlinks).

Diese Eigenschaftsnamen sind derzeit oft von der BIM-Software vorgegeben, welches eine direkte Wiederverwendung erschwert. Ein erster Ansatz zur Standardisierung einiger Attribute für jedes Modellelement erfolgt im IFC Standard²⁰, der vorgegebene Eigenschaftslisten (*property sets*) festlegt.

Detaillierungsgrad der Modellelemente

Während des Planungsprozesses wird die Detaillierungstiefe der Modellelemente erhöht, es werden Bauteilinformationen wie Klassifikation, Material, Konstruktionsart hinzugefügt. Auch kann die geometrische Ausprägung schrittweise detaillierter werden. Je nach verwendetem CAD-System können solche Detaillierungsgrade auch verwaltet werden, bzw. Vorlagen von typischen Modellelementen erstellt und als Bürostandard eingesetzt werden. Damit lässt sich die Effizienz der Modellierung deutlich steigern²¹.

Die folgende Tabelle 4.3 zeigt beispielhaft die Detaillierungsgrade eines Modellelementes.

Planungsphasen / Leistungsphasen	Detaillierung des Modellelements
Vorentwurf / Entwurf : In der Entwurfsphase wird die Tür noch nicht modelliert, nur eine ungefähre Öffnung zeigt an, wo diese später platziert werden soll.	

²⁰ *Industry Foundation Classes*, der internationale open BIM-Standard, von buildingSMART International herausgegeben. Dieser ist als ISO 16739 auch von der internationalen Standardisierungsorganisation ISO anerkannt.

²¹ Die genauere Ausführung zu Modellierungsvorschriften, bzw. „best practice“ Beispielen, wäre der Inhalt einer BIM-Modellierungsvorschrift, siehe auch Kapitel 4.1.3, bzw. vom BIM-Lehrbeispielen der jeweiligen Softwarehersteller. Der BIM-Leitfaden kann darauf nicht in der nötigen Tiefe eingehen.

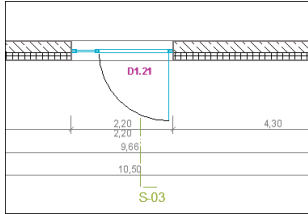
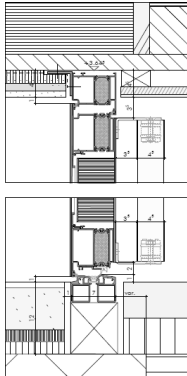
Planungsphasen / Leistungsphasen	Detaillierung des Modellelements																																																																																																							
Genehmigungsplanung: Die Tür wird mit ihren geometrischen Parametern Höhe, Breite, Anschlag und Öffnungsrichtung modelliert.	 																																																																																																							
Ausführungsplanung: Detailliertere Informationen über die Tür, Details des Türanschlags, des Türblattes bis hin zu Material und Produktanforderungen werden hinzugefügt. Auswertungen wie Türlisten und weitere Detailplanungen in 2D kommen hinzu.	  <table><thead><tr><th colspan="8">TÜRLISTE NACH RAUMNUMMER</th></tr><tr><th>Geschoss</th><th>Raumname</th><th>Zu Raum</th><th>Wandname</th><th>ID</th><th>Breite</th><th>Höhe</th><th>Typ</th></tr></thead><tbody><tr><td rowspan="4">Basement</td><td>Engineering</td><td>10-100</td><td>Türgeöffner_L 1.1.1.1</td><td>1102-031</td><td>0.50</td><td>2.05</td><td>102</td></tr><tr><td>Engineering</td><td>10-112</td><td>Türgeöffner_L 1.1.1.1</td><td>1102-032</td><td>0.50</td><td>2.05</td><td>102</td></tr><tr><td>Engineering</td><td>10-113</td><td>Türgeöffner_L 1.1.1.1</td><td>1102-033</td><td>0.50</td><td>2.05</td><td>102</td></tr><tr><td>Engineering</td><td>10-210</td><td>Türgeöffner_L 1.1.1.1</td><td>1102-034</td><td>0.50</td><td>2.05</td><td>102</td></tr><tr><td rowspan="4">Ground Floor</td><td>Ball</td><td>101-101</td><td>Türgeöffner_L 1.1.1.1</td><td>1103-011</td><td>0.50</td><td>2.05</td><td>102</td></tr><tr><td>Ball</td><td>101-102</td><td>Türgeöffner_L 1.1.1.1</td><td>1103-012</td><td>0.50</td><td>2.05</td><td>102</td></tr><tr><td>Ball</td><td>101-103</td><td>Türgeöffner_L 1.1.1.1</td><td>1103-013</td><td>0.50</td><td>2.05</td><td>102</td></tr><tr><td>Ball</td><td>101-104</td><td>Türgeöffner_L 1.1.1.1</td><td>1103-014</td><td>0.50</td><td>2.05</td><td>102</td></tr><tr><td rowspan="4">First Floor</td><td>Bedroom</td><td>101-101</td><td>Türgeöffner_L 1.1.1.1</td><td>1103-011</td><td>0.50</td><td>2.05</td><td>102</td></tr><tr><td>Bedroom</td><td>101-102</td><td>Türgeöffner_L 1.1.1.1</td><td>1103-012</td><td>0.50</td><td>2.05</td><td>102</td></tr><tr><td>Bedroom</td><td>101-103</td><td>Türgeöffner_L 1.1.1.1</td><td>1103-013</td><td>0.50</td><td>2.05</td><td>102</td></tr><tr><td>Bedroom</td><td>101-104</td><td>Türgeöffner_L 1.1.1.1</td><td>1103-014</td><td>0.50</td><td>2.05</td><td>102</td></tr></tbody></table> detaillierte Tür + Türlisten und Produktanforderungen	TÜRLISTE NACH RAUMNUMMER								Geschoss	Raumname	Zu Raum	Wandname	ID	Breite	Höhe	Typ	Basement	Engineering	10-100	Türgeöffner_L 1.1.1.1	1102-031	0.50	2.05	102	Engineering	10-112	Türgeöffner_L 1.1.1.1	1102-032	0.50	2.05	102	Engineering	10-113	Türgeöffner_L 1.1.1.1	1102-033	0.50	2.05	102	Engineering	10-210	Türgeöffner_L 1.1.1.1	1102-034	0.50	2.05	102	Ground Floor	Ball	101-101	Türgeöffner_L 1.1.1.1	1103-011	0.50	2.05	102	Ball	101-102	Türgeöffner_L 1.1.1.1	1103-012	0.50	2.05	102	Ball	101-103	Türgeöffner_L 1.1.1.1	1103-013	0.50	2.05	102	Ball	101-104	Türgeöffner_L 1.1.1.1	1103-014	0.50	2.05	102	First Floor	Bedroom	101-101	Türgeöffner_L 1.1.1.1	1103-011	0.50	2.05	102	Bedroom	101-102	Türgeöffner_L 1.1.1.1	1103-012	0.50	2.05	102	Bedroom	101-103	Türgeöffner_L 1.1.1.1	1103-013	0.50	2.05	102	Bedroom	101-104	Türgeöffner_L 1.1.1.1	1103-014	0.50	2.05	102
TÜRLISTE NACH RAUMNUMMER																																																																																																								
Geschoss	Raumname	Zu Raum	Wandname	ID	Breite	Höhe	Typ																																																																																																	
Basement	Engineering	10-100	Türgeöffner_L 1.1.1.1	1102-031	0.50	2.05	102																																																																																																	
	Engineering	10-112	Türgeöffner_L 1.1.1.1	1102-032	0.50	2.05	102																																																																																																	
	Engineering	10-113	Türgeöffner_L 1.1.1.1	1102-033	0.50	2.05	102																																																																																																	
	Engineering	10-210	Türgeöffner_L 1.1.1.1	1102-034	0.50	2.05	102																																																																																																	
Ground Floor	Ball	101-101	Türgeöffner_L 1.1.1.1	1103-011	0.50	2.05	102																																																																																																	
	Ball	101-102	Türgeöffner_L 1.1.1.1	1103-012	0.50	2.05	102																																																																																																	
	Ball	101-103	Türgeöffner_L 1.1.1.1	1103-013	0.50	2.05	102																																																																																																	
	Ball	101-104	Türgeöffner_L 1.1.1.1	1103-014	0.50	2.05	102																																																																																																	
First Floor	Bedroom	101-101	Türgeöffner_L 1.1.1.1	1103-011	0.50	2.05	102																																																																																																	
	Bedroom	101-102	Türgeöffner_L 1.1.1.1	1103-012	0.50	2.05	102																																																																																																	
	Bedroom	101-103	Türgeöffner_L 1.1.1.1	1103-013	0.50	2.05	102																																																																																																	
	Bedroom	101-104	Türgeöffner_L 1.1.1.1	1103-014	0.50	2.05	102																																																																																																	

Tabelle 4.3: Detaillierungsgrade eines Modellelements in verschiedenen Leistungsphasen

Übersicht über die wichtigsten Modellelemente

Eine Übersicht über die wichtigsten Modellelemente der einzelnen Fachdisziplinen ist im Anhang C dargestellt. In den meisten internationalen Fällen werden die Modellelemente gemäß einer gültigen Klassifikation der Bauteile geordnet, so zum Beispiel nach OmniClass (Omniclass, 2012) oder Uniclass 2 (Construction Project Information Committee, 2013). In Deutschland würden die Modellelemente gemäß DIN276 „Kosten im Hochbau“ strukturiert, das aber nicht wie die beiden vorab genannten Systeme dem allgemeingültigen ISO Standard 12006-2 „Framework for classification of information“ entspricht.

4.3 Fachübergreifendes Arbeiten

Jeder Fachplaner erstellt sein fachspezifisches Bauwerksmodell gemäß der im BIM-Projektentwicklungsplan zu Projektbeginn festgelegten verbindlichen Modellierungsvorschriften.

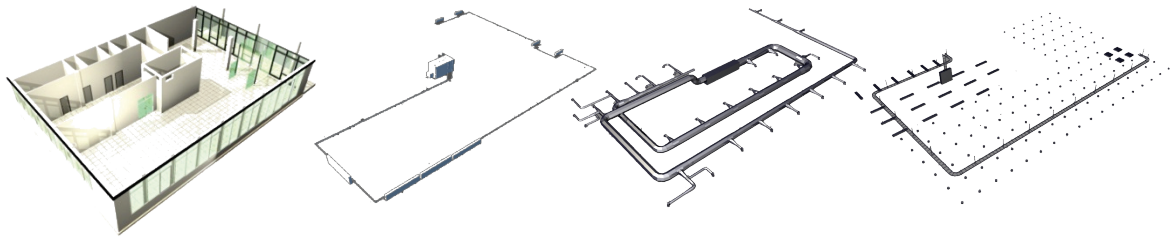


Abbildung 4.12: BIM-Fachmodelle - Architektur, Heizung, Lüftung, Elektro

Diese einzelnen Fachmodelle werden für die Koordination überlagert, im einfachsten Fall als Referenz in der Planungssoftware eines Objekt- oder Fachplaners, oder als ein separates Koordinierungsmodell in einem BIM-Viewer oder Koordinierungsprogramm.

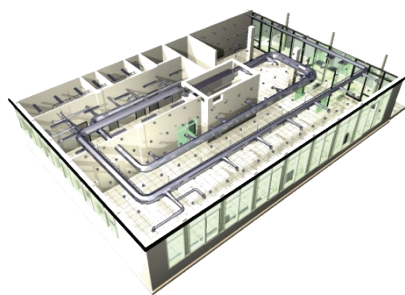


Abbildung 4.13: BIM-Koordinierungsmodell

Die Abbildungen zeigen beispielhaft die Verwendung einzelner Fachmodelle und deren Zusammensetzung in einem Koordinationsmodell (Liebich, et al., 2006).

4.3.1 Modellierungsvorschriften für die fachübergreifende Zusammenarbeit

Damit der Austausch der Fachmodelle und die Zusammensetzung in einem Koordinierungsmodell mit allen Projektbeteiligten gelingt, müssen einige generelle Modellierungsvorschriften eingehalten werden. Diese Festlegungen sollten ebenfalls bereits zu Projektbeginn getroffen und im BIM-Projektentwicklungsplan fest gehalten werden.

Beispiele fachmodellübergreifender Modellierungsvorschriften sind:

- Lagekoordination :
 - Festlegen eines einheitlichen Projektkoordinatenursprungs
 - Einheitliche Georeferenzierung des Projektkoordinatenursprungs
 - Einheitliche Maßeinheiten
- Räumliche Strukturierung :
 - Festlegen der räumlichen Modellgliederung bzw. -unterteilung
 - Einheitliche Stockwerksgliederung
 - Einheitliche Untergliederung großer Projekte in Bauabschnitte oder Gebäudeteile
 - Modellieren aller Bauteile geschossweise (also keine geschossübergreifenden Wände oder Stützen)
- Bezeichnung :

- Einheitliche Namenskonventionen bei der Benennung von Fachmodelldateien, sowie von Geschossen, Räumen, Bauteilen, Materialnamen und anderer gemeinsam genutzter Inhalte
- Detaillierung :
 - Fertigstellungsgrad der Bauwerksmodelle in den einzelnen Leistungsphasen
 - Detaillierungsgrad der Modellelemente

4.3.2 Die modellbasierte Koordination

Der entscheidende Vorteil der BIM-Methode für sämtliche Fachplaner liegt in der modellbasierten Koordination während der Planungs- und der Ausführungsphase und in der Übergabe koordinierter Dokumentationsmodelle für den Betrieb. Verschiedene Untersuchungen haben einen deutlichen Rückgang von baubeinträchtigenden Planungsmängeln und Nachträgen mit Hilfe der modellbasierten Koordination bestätigt²². Allein die Möglichkeit der visuellen und automatisierten Kollisionsprüfung zwischen den Fachmodellen (insbesondere der Architektur und Tragwerksplanung mit der TGA) rechtfertigt häufig schon den Aufwand für eine modellbasierte Koordination.

Voraussetzung zum fachübergreifenden Arbeiten sind die organisatorischen Vereinbarungen über die BIM-Ziele und Verantwortlichkeiten im Projekt (siehe Anhang A) und die Einhaltung der notwendigen Modellierungsrichtlinien (siehe Kapitel 4.3.1).

²² Beispielhaft wird in einer Studie berichtet, dass Nachträge in Bauprojekten von ca. 18% der Bausumme bei traditioneller Planung und Ausführung, auf ca. 3% bei modellbasierter Koordination reduziert werden konnten (McGraw-Hill Construction, 2012); Erfahrung bei Obermeyer Planen+Beraten: mind. 10% der Fehler können vorab vermieden werden.

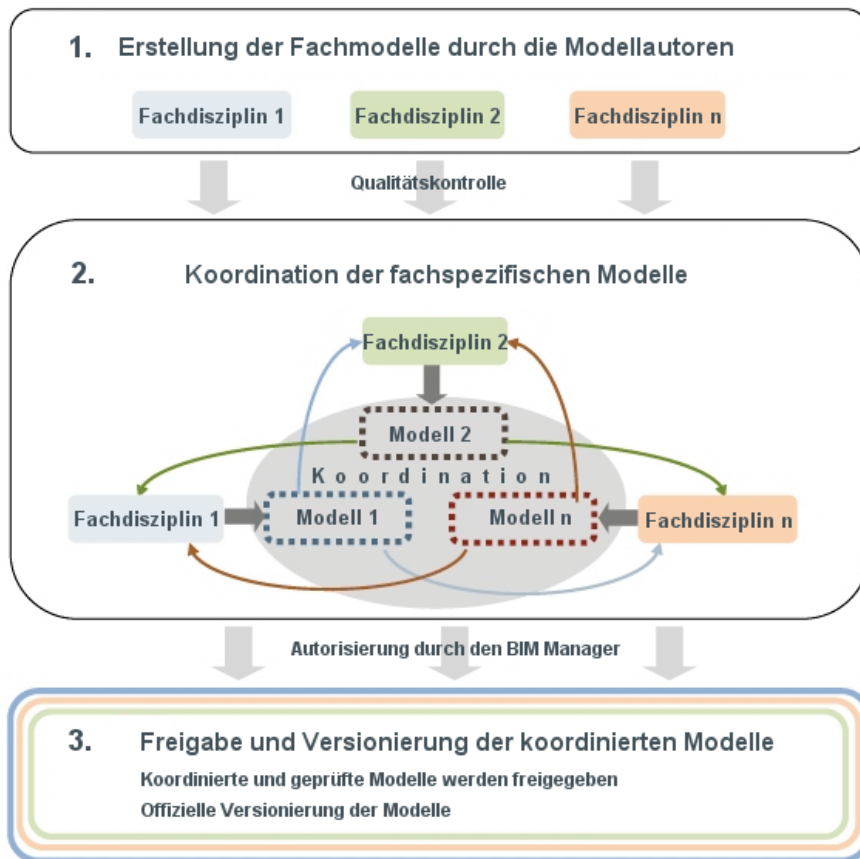


Abbildung 4.14: Fachübergreifende Modellkoordination (Quelle: Singapore BIM Guide Version 2, 2013)

Für die modellbasierte Koordination (siehe Schritt 2 in der Abbildung 4.14) ist der beauftragte Projektteilnehmer, der die Rolle des BIM-Managers einnimmt, verantwortlich. Für die Erstellung (Schritt 1 in der Abbildung 4.14) der dazu notwendigen fachspezifischen Modelle sind, wie bereits weiter oben erwähnt, die Modellautoren, die jeweiligen Architekten, Tragwerksplaner, Haustechniker, Ausführenden, verantwortlich. Nach der Koordinierung werden die geprüften Modelle bzw. ein Gesamtmodell durch den BIM-Manager freigegeben (Schritt 3 in der Abbildung 4.14).

Die modellbasierte Koordination ermöglicht es, verschiedene Fachmodelle mit ihrem speziellen Architektur- und Ingenieurwissen zusammen zu bringen. Die gemeinsame Abstimmung der Planer erfolgt mittels wesentlich genauerer Modelle, man erkennt sofort die Auswirkungen von Änderungen eines Fachplaners auf alle. Fehlerhafte Neueingaben können vermieden werden. So werden beispielsweise zur Unterstützung von Auswertungen aus dem Architekturmodell, dem Tragwerksmodell und dem Haustechnikmodell bestimmte temporäre Modelle, wie das Berechnungsmodell für die Statik, oder thermische Berechnungsmodelle für Energieberechnungen generiert. Man arbeitet also weiterhin in getrennten Modellen, nutzt aber die folgenden BIM-Prozesse, um diese Modelle in bestimmten Zeitabständen zu koordinieren, auf ihre Übereinstimmung zu prüfen und Änderungsprozesse zu unterstützen.

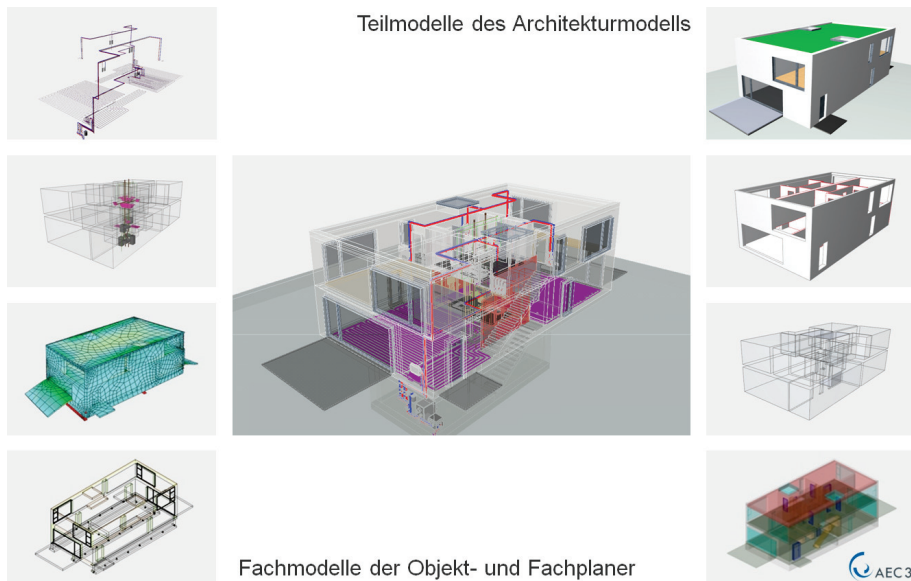


Abbildung 4.15: BIM - Eine Arbeitsmethode mit vielen Fachmodellen (Quelle: AEC3)

4.3.3 Das Koordinationsmodell

Da die Planung mit BIM nicht bedeutet, dass alle in einem gemeinsamen Modell arbeiten, welches in einer zentralen Datenbank gespeichert wird, ist das Koordinationsmodell das entscheidende Modell im gemeinsamen Workflow. Wann, in welcher Verantwortlichkeit und wie oft dieses zu entstehen hat, ist in der Regel wieder eine Frage der Vereinbarungen zu Projektbeginn, die im BIM-Projektentwicklungsplan festgehalten werden.

So werden zu definierten Zeitpunkten der Planung die Modelle der jeweiligen Fachdisziplinen (Architektur, Tragwerksplanung, TGA) nach einem Qualitätscheck in einem Koordinationsmodell zusammengefasst. Diese Zusammenfassung dient der Projektkoordination, der Kollisionsüberprüfung sämtlicher Gewerke, sowie Regelüberprüfungen über die einzelnen Fachmodelle hinaus und gemeinsamen Auswertungen. Durch das Koordinationsmodell können bereits frühzeitig interdisziplinäre Fehler entdeckt und korrigiert werden, die in der konventionellen Planungsmethode erst auf der Baustelle auffallen würden.



Abbildung 4.16: Beispiel einer BIM-Koordination zwischen Architektur und Haustechnik (Quelle: baum kappler architekten)

Von größter Wichtigkeit für ein funktionierendes Koordinationsmodell ist die Einhaltung der Modellierungsvorschriften (Kapitel 4.3.1) durch die Fachplaner in ihren Modellen. Nur so können die Modelle korrekt zusammengefasst werden. Das Koordinationsmodell besteht temporär in einer separaten Softwareumgebung, der Stand wird vom BIM-Manager versioniert und an sämtliche Projektbeteiligte freigegeben.

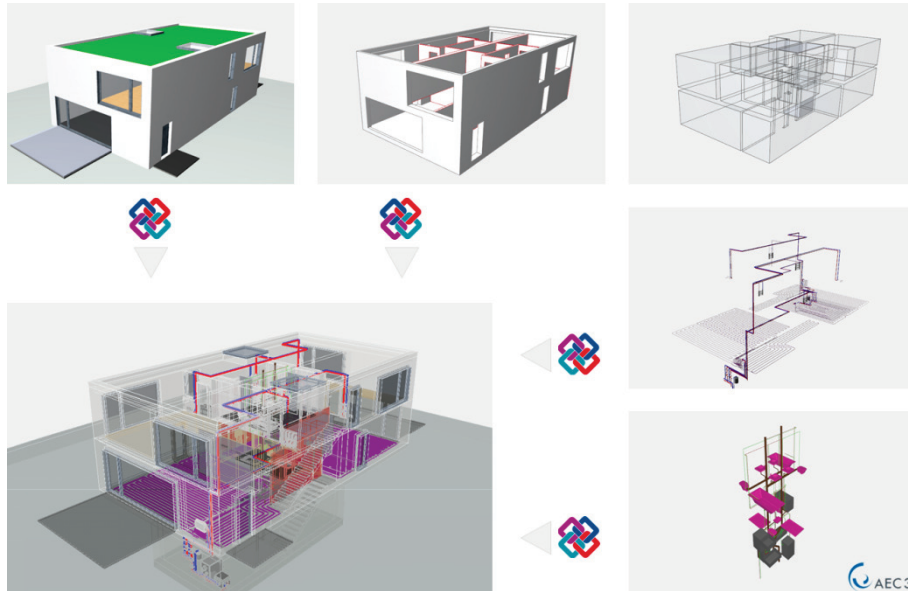


Abbildung 4.17: Das Koordinationsmodell (Quelle: AEC3)

Diese Form der Zusammenarbeit über Koordinationsmodelle wird durch offene Schnittstellen, genauer dem IFC Format, bereits sehr gut unterstützt. Angaben dazu, inwieweit die BIM-Softwaresysteme die IFC Schnittstelle korrekt bedienen, sind in Kapitel 4.4 aufgeführt.

4.3.4 Weitere fachübergreifende BIM-Workflows

Neben der modellbasierten Koordinierung ermöglicht das fachübergreifende Arbeiten mit BIM eine große Anzahl weiterer Möglichkeiten der Zusammenarbeit.

Je nach Zielsetzung sind für diese Anwendungsfälle unterschiedliche Fachmodelle in entsprechenden Qualitäten und Detaillierungsgraden notwendig. Wie bereits oben beschrieben, sollten diese Anforderungen im eingangs erwähnten BIM-Projektentwicklungsplan vereinbart werden, da nachträgliche Anpassungen immer mit erhöhtem Aufwand verbunden sind.

In der folgenden Tabelle 4.4 sind einige Beispiele derartiger Anwendungsfälle gelistet, die weiter unten ausführlich beschrieben werden, nach (Forster, et al., 2010).

BIM-Ziel	BIM-Leistung	Anwendungsfall
Gewerkekoordination	fachspezifische Modelle : - Architekturmodell - Tragwerksmodell - Haustechnikmodell - Elektromodell	Kollisionsprüfung Bauregelprüfung
Mengenermittlung	Fachspezifische Modelle + entsprechende Attribute	Ermittlung von Mengen / Flächen Erstellung von Angebotskalkulationen

BIM-Ziel	BIM-Leistung	Anwendungsfall
thermischen Berechnung Energienachweise	Architekturmodell + Thermisches Raummodell	Energieberechnung
Ableitung der Tragwerksmodells und Nachführen der Änderungen	Architekturmodell - tragende Bauteile und Attribute Tragwerksmodell	Statische Berechnungen Detaillierung
Übernahme des Raummodells in die TGA und Nachführen der Änderungen	Architekturmodell, Haustechnikmodell + das gemeinsam bearbeitete Teilmodell - das Raummodell	Heizungs-, Kühlungs-, Lüftungsplanung, Sanitärplanung
Übergabe eines Modells bei Änderung des Planungsteams oder Modellverantwortlichkeit	Architekturmodell, Tragwerksmodell, Haustechnikmodelle	Übernahme Fachmodell als natives BIM- Modell in die Zielsoftware

Tabelle 4.4: Zuweisung der BIM-Leistungen und Anwendungsfälle zu den BIM-Zielen

Direkte Koordinierung zweier Fachmodelle

Im Kapitel 4.3.3 wurde der ideale Koordinierungsprozess zwischen allen Fachmodellen an Hand des Koordinierungsmodells, und häufig mittels einer speziellen Koordinierungssoftware gezeigt. Wenn nicht im gesamten Team mit der BIM-Methode gearbeitet wird, und man auch nur bidirektional kommuniziert, wie beispielsweise zwischen der Architektur und Tragwerksplanung, dann kann dieser Workflow auch ohne ein zentrales Koordinationsmodell funktionieren. Wichtig ist hierbei, dass die Übertragung des Fachmodells in einer sogenannten referenzierten Sicht auf das Modell vorgenommen wird. Dabei wird das jeweils andere Fachmodell nicht in den eigenen Arbeitsraum übernommen, sondern als externe Referenz hinterlegt. Die Referenzmodelle werden geprüft und ausgewertet, ist eine Änderung erforderlich, muss diese angefragt werden. Die Änderung an sich erfolgt dann wieder durch den verantwortlichen Modellautor in seiner Softwareumgebung.

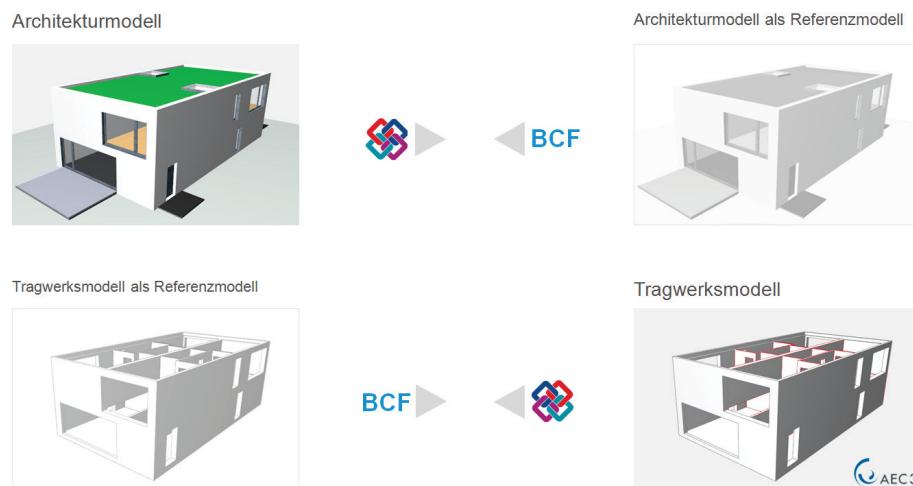


Abbildung 4.18: Direkte Koordinierung zweier Fachmodelle (Quelle: AEC3)

Ein weiteres Beispiel für diese Arbeitsweise ist die Durchbruchsplanung, die mit Hilfe der Haustechnikmodelle erfolgt. Aus den Haustechnikmodellen werden die Durchbruchsvorschläge exportiert, in das Architekturmodell übernommen, bestätigt und dann als richtige Öffnungen eingetragen. Die Überprüfung der erforderlichen Durchbrüche wiederum muss im Architektur- oder Koordinierungsmodell erfolgen.

Gemeinsames Arbeiten an einem Fachmodell

Beim gemeinsamen Arbeiten an einem Teilmodell findet ein neuer Aspekt Anwendung, und zwar wenn Teile aus einem Modell nicht in eindeutiger Verantwortung einer einzelnen Fachapplikation liegen. Beispielsweise in der Zusammenarbeit zwischen Architekt und TGA-Planer: Es ist relativ klar, dass die Verantwortung für die Wand beim Architekten liegt, die für den Kanal beim Haustechniker. In dieser Anordnung gibt es keinen Konflikt bei den Änderungsrechten. Es kann aber beim Raummodell passieren, dass Teile der Rauminformationen wie Flächen, Beläge und andere Merkmale Architekturinformationen sind, andere wie Wärmelastbedarf, Kühllast und ähnliches aber in der Verantwortung des Haustechnikers liegen. Wenn es nun also eine gemeinsame Verantwortung für ein Modellelement innerhalb des BIM-Systems gibt, muss man den Teil des Raummodells auch gemeinsam bearbeiten. Hierbei muss die Information nativ²³ in beiden BIM-Softwaresystemen bereitstehen. Änderungen müssen in die jeweils andere Software übertragen werden können.

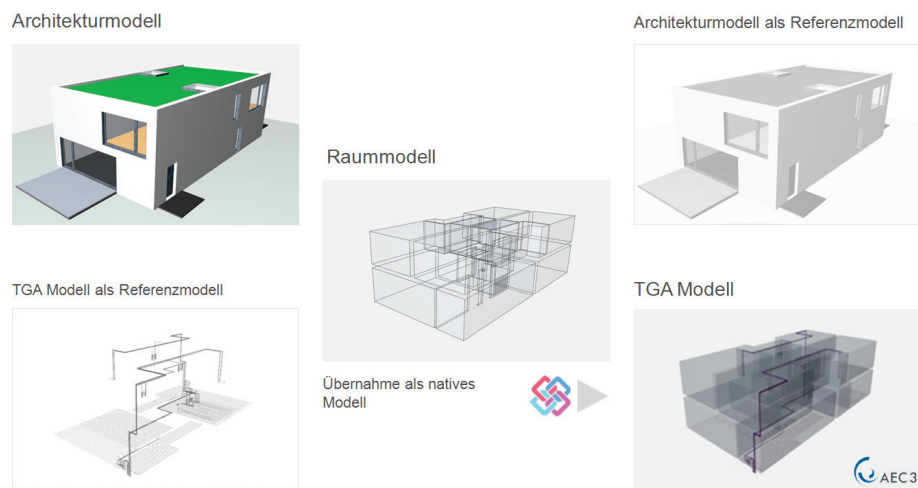


Abbildung 4.19: Gemeinsames Arbeiten an einem Teilmodell (Quelle: AEC3)

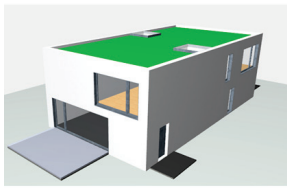
Übergabe des Modells zur einer Berechnung

Bei dieser Übergabe wird nicht am Originalmodell gearbeitet, sondern mit einer Transformation dieses Modells. Ein typischer Fall ist die thermische Berechnung. Diese basiert nicht direkt auf dem Architekturmodell, daher wird es vorher abstrahiert.

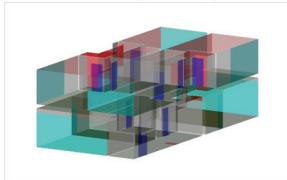
Das 3D Volumenmodell wird in ein Flächenmodell der thermischen Übertragungsflächen transformiert und die Räume werden in thermische Zonen zusammengefasst. Erst danach kann die Information in die thermische Applikation zur Berechnung übertragen werden.

²³ Mit „nativ“ ist gemeint, dass nach dem Datenaustausch wieder vollumfänglich nutzbare Modellelemente bereitstehen „als wären diese direkt in der eigenen Software erzeugt worden“. Dies ist derzeit nur bei Standardbauteilen gegeben, bei komplexeren Bauteilen kann die Parametrik und Konstruktionslogik nicht vollständig übertragen werden.

Architekturmodell



Thermische Raumgrenzen (space boundaries)



Berechnungsmodell

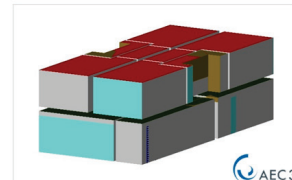


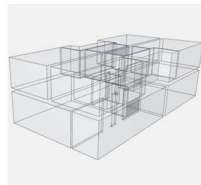
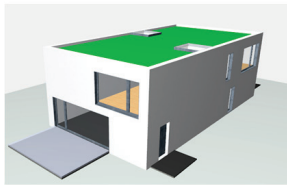
Abbildung 4.20: Übergabe des Modells zur thermischen Berechnung (Quelle: AEC3)

Zwei offene Standards stehen derzeit für diesen Workflow zur Verfügung, IFC und gbXML, wobei bei komplexen Bauwerksgeometrien mit Einschränkungen gerechnet werden muss, bzw. die Übergabe sorgfältig vorbereitet werden muss.

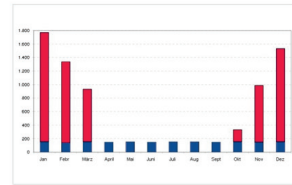
Übertragung der Ergebnisse der Berechnungen

Die Ergebnisse aus dem Berechnungsmodell müssen wieder in die Fachmodelle zurückfließen. So wird das Ergebnis der Heizlastberechnung wieder als ein neues Attribut den existierenden Räumen übergeben.

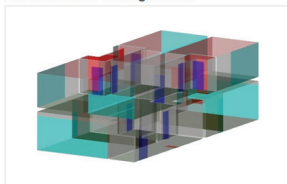
Architekturmodell



Update des Raummodells mit zusätzlichen Eigenschaften aus den Berechnungen



Thermische Raumgrenzen



Berechnungsmodell

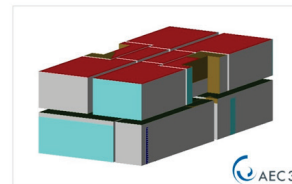


Abbildung 4.21: Übertragung der Ergebnisse der Berechnungen (Quelle: AEC3)

Hierbei können aber nicht einfach die Räume des Architekturmodells ersetzt werden, denn das Architekturmodell wurde ja zur gleichen Zeit weiterentwickelt. Somit muss es also eine Update-Möglichkeit geben, wobei neue Merkmale zu den BIM-Elementen hinzugefügt, die Elemente dabei aber nicht einfach überschrieben werden. Die Unterstützung dieses Workflow mit offenen Standards, wie IFC, befindet sich derzeit noch in der technischen Entwicklung.

Vollständige Übernahme eines nativen Modells

Dieser Workflow wird notwendig, wenn innerhalb einer Fachdisziplin ein Teamwechsel erfolgen sollte, das ist beispielsweise der Fall, wenn Architekt A die Leistungsphasen 1 bis 4 übernimmt, und danach Architekt B die weiteren Leistungsphasen, aber mit einer anderen Softwareapplikationen arbeitet. Hier muss das Fachmodell als natives BIM-Modell in die Zielsoftware übernommen werden.

Für diesen Fall gibt es zum jetzigen Zeitpunkt mittels der offenen Schnittstelle IFC Möglichkeiten zur Übernahme einfacher Bauelemente, bei der Übergabe komplexerer Bauelemente mit parametrischen Definitionen gibt es aber noch immer Einschränkungen.

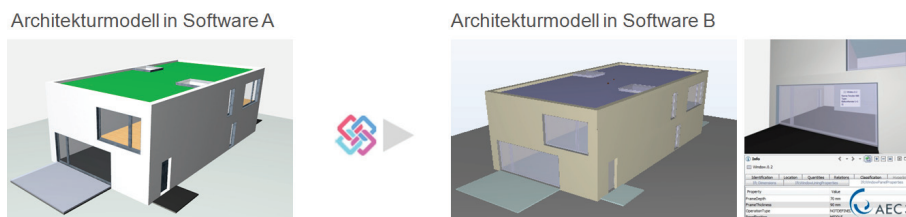


Abbildung 4.22: Vollständige Übernahme eines nativen Modells (Quelle: AEC3)

4.4 Offene BIM-Austauschformate

4.4.1 BIM-Anforderungen an den Datenaustausch

Der Austausch von Bauwerksmodelldaten war bisher, wenn überhaupt, nur über wenige, firmenspezifische Schnittstellen möglich; diese Schnittstellen sind nicht genormt und deren Beschreibung ist häufig nicht frei zugänglich. Damit werden fremde Softwareprogramme benachteiligt. Die wenigen zugänglichen Schnittstellen können nur Teile der CAD-Daten von Gebäudemodellen übertragen, ein stichhaltiger konsistenter Datensatz ist nicht verfügbar. Da diese Systeme in der Regel nur selten kompatibel sind, gehen Informationen verloren, welche zeitaufwändig und immer wieder neu erfasst und nachgebildet werden müssen. Häufig werden damit die „kleineren“ Partner gezwungen, die Softwaresysteme der „großen“ Partner zu übernehmen, mit nicht tragbaren Folgekosten an Lizenzgebühren, Schulungskosten und Effektivitätsverlusten bei der täglichen Arbeit.

Daher ist die Verfügbarkeit von offenen Schnittstellen für das fachübergreifende Arbeiten essentiell. Das wichtigste offene Schnittstellenformat für Bauwerksmodelle, derzeit fokussiert auf den Hochbau, ist die IFC Schnittstelle, herausgegeben von der internationalen Organisation buildingSMART. Der Ursprung der Entwicklung von IFC liegt, wie auch der Ursprung von BIM, bereits längere Zeit zurück. Mit der derzeit zur Verfügung stehenden Version IFC2x3 (in der Ausgabe IFC2x3 TC1) ist die Etablierung am Markt gelungen.

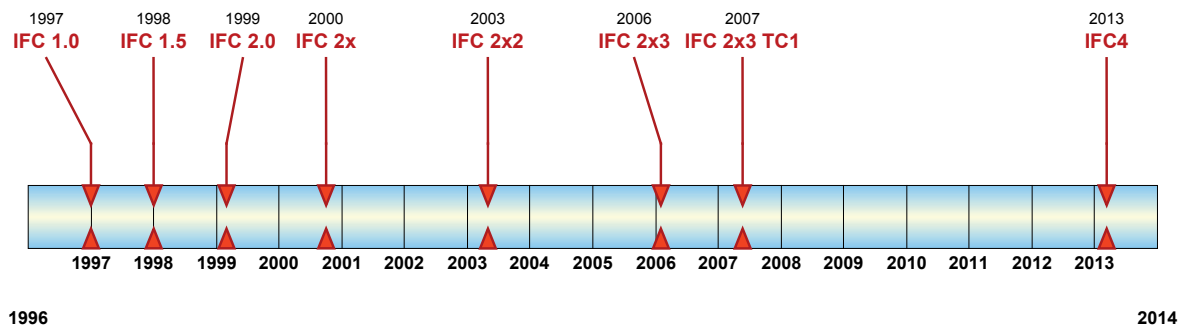


Abbildung 4.23: Geschichte der IFC Versionen (Quelle: buildingSMART International)

4.4.2 Die IFC Schnittstelle

IFC ist eine hersteller- und softwareunabhängige Schnittstelle, mit der sämtliche geometrische und alphanumerische BIM-Daten ausgetauscht werden können. Die Schnittstelle beruht auf der Definition von Modellelementen, wie auch Bauwerksmodelle sich aus Modellelementen zusammensetzen. Damit erlaubt IFC eine genaue Übertragung, inklusive des „I“ 's in BIM – den Merkmalen und Ausprägungen der Modellelemente, sowie deren logische räumliche und Komponentenstruktur.

Die IFC Spezifikation, wie diese von buildingSMART veröffentlicht wird²⁴, ist zuerst eine Definition eines Datenschemas, in dem Datenfelder und ihre Bedeutung einheitlich und genormt beschrieben werden (Abbildung 4.24).

Aus der Gesamtheit dieser Beschreibung wird später die Untermenge selektiert, die für einen konkreten Datenaustauschzweck benötigt wird, dies Auswahl wird als ein „View“, eine spezifische Sicht, bezeichnet.

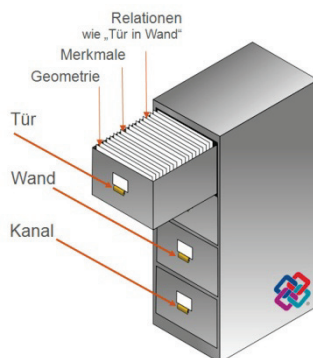


Abbildung 4.24: IFC als Datenschema mit genormten Datenfeldern (Quelle: AEC3)

Die BIM-Software, die IFC kompatibel ist, unterstützt genauer gesagt immer einen solchen „View“, und in den meisten Fällen den IFC2x3 Coordination View 2.0. Die Liste aller bekannter, IFC unterstützender Softwaresysteme wird von buildingSMART veröffentlicht²⁵.

²⁴ Seit der Version IFC4 wird die IFC Spezifikation auch parallel als ein ISO Standard unter der Nummer ISO16739 veröffentlicht.

²⁵ Siehe <http://www.buildingsmart-tech.org/implementation/implementations>, diese Liste basiert auf der Eigenauskunft der Softwarehersteller

Der Umfang der mit der IFC Schnittstelle übertragenen Daten wird somit von der „View“ Definition festgelegt. Die Qualität und Zuverlässigkeit des IFC Datenaustauschs dagegen ist von der Qualität der softwareseitigen Implementierung durch die Softwarehersteller abhängig.

4.4.3 Welche Daten sind in IFC verfügbar?

Die IFC Schnittstelle gemäß dem IFC2x3 Coordination View 2.0 überträgt die Projektstruktur (Grundstück, Gebäude, Gebäudeabschnitte, Geschosse), die darin enthaltenen Modellelemente und parametrische Bauteildaten wie Länge, Breite, Höhe eines Bauteils, und die Beziehungen zwischen den Bauteilen. Diese Fähigkeit, Beziehungen wie Fenster in einer Wandöffnung oder Wand als Raumgrenze, zwischen modernen Softwareprogrammen austauschen zu können, ist einzigartig für IFC und eröffnet ein Spektrum neuer Möglichkeiten, wie z.B. ein technisches Raumbuch aus dem Bauwerksmodell zu erstellen. Die in IFC mitgelieferte Relation einer technischen Komponente zu dem Raum in der sie sich befindet, liefert hierzu die Grundlage.

Zu jedem Modellelement können die Merkmalbeschreibungen, wie Materialangaben, Herstellerangaben, technische Spezifikationen und Klassifikationen ebenfalls mit übertragen werden. Die Abbildung 4.25 zeigt beispielhaft IFC Daten (zweisprachig deutsch/englisch):

- Projektstruktur (Liegenschaft, Gebäude, Stockwerke)
- Modellelemente (wie Balken, Heizkessel, Kabeltrassen, Stützen, Vorhangfassaden, Regelklappen, etc.)
- CAD Layer (werden in der Übergangsphase immer noch genutzt und auch übertragen)
- Relationen zwischen Modellelementen und Strukturelementen (technische Anlagenstruktur)
- Herstellerangaben (wie Artikelnummer, Artikelname, Hersteller)
- Modellelementangaben (wie globale ID – wichtig für Versionierung, Name, Layerzuordnung, etc.)
- Mengenangaben (Basismengen, wie Länge, Fläche des Profils, Mantelfläche, Volumen)
- Materialnamen

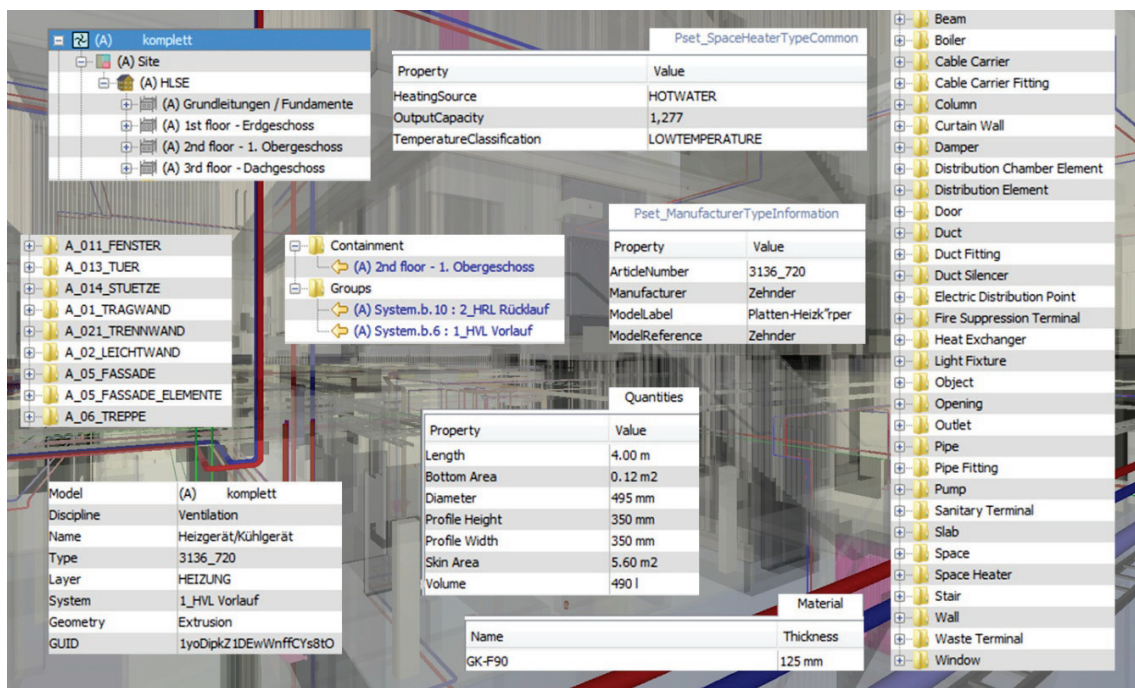


Abbildung 4.25: Beispiel von Daten, die mit IFC übertragen werden können (Quelle: AEC3)

Eine weitere wichtige Unterscheidung ist das Datenaustauschscenario, welches mit der IFC Schnittstelle unterstützt werden soll. Alle Szenarios, deren Ziel die Koordination mittels Referenzmodelle ist, werden heute von den meisten, insbesondere aber den IFC-zertifizierten Softwaresystemen in hoher Qualität unterstützt. Wesentliches Kennzeichen des Workflows mit Referenzmodellen ist es, dass die übertragenen Modelle nur lesend als Referenz genutzt werden, nicht aber verändert werden. Alle Änderungen werden in den Originalmodellen in der jeweiligen Software vollzogen. Die Abbildungen Abbildung 4.17, Abbildung 4.18, Abbildung 4.20 zeigen eine solche Arbeitsmethode. Einschränkungen in der Arbeit mit IFC gibt es bei der vollständigen parametrischen Übergabe in die Zielsoftware zur Weiterbearbeitung des Entwurfs, wie in Abbildung 4.22 dargestellt.

Zur Verbesserung der Qualität des IFC Datenaustausches hat buildingSMART ein stark verbessertes Zertifizierungsprogramm aufgelegt, in dem Softwarehersteller die Qualität ihrer IFC Export- und Importschnittstellen selbst testen und von einem qualifizierten Zertifizierungsteam überprüfen lassen können²⁶.

4.4.4 Weitere BIM-Datenaustauschformate

Neben der offenen Schnittstelle IFC können noch weitere Datenformate im systemübergreifenden Datenaustausch, mit den jeweiligen Einschränkungen, eingesetzt werden. Die herstellerspezifischen Formate *.dwg und *.dgn erlauben auch die Übertragung von 3D Elementen und einiger assoziierter Eigenschaften. Insbesondere bei der Kollisionsüberprüfung, wenn das Hauptaugenmerk auf der 3D Geometrie liegt, genügen diese oft den Anforderungen, auch wenn weiterführende Informationen, wie Stockwerke oder Anlagen, die zur selektiven Kollisionsüberprüfung genutzt werden können, nicht unterstützt sind.

Im Bereich der Übergabe von Gebäudemodellinformationen an die Energieberechnung wird auch die gbXML Schnittstelle eingesetzt.

4.5 Nutzen von Bauwerksmodellen

In den Kapiteln 4.2 und 4.3 wurde bereits auf einige Vorteile und den Nutzen der Arbeit mit Bauwerksmodellen eingegangen. Der entscheidende Vorteil der BIM-Methode ist dabei:

- Qualität und Transparenz der Projektinformationen führt zur Vermeidung von Planungsfehlern
- Datendurchgängigkeit ermöglicht eine hohe Planungssicherheit
- Verfügbarkeit und Möglichkeit zur automatischen Auswertung und Prüfung von Projektinformationen
- Nutzung der Projektinformationen über den gesamten Lebenszyklus ohne fehlerbehaftete Neueingabe

Im Speziellen sollen der Nutzen, der durch die Arbeit mit Bauwerksmodellen entsteht, hervorgehoben werden. Allgemeine Vorteile der BIM-Methode sind in Kapitel 2.2.5 beschrieben, und für die jeweiligen Projektbeteiligten unter Kapitel 3.3.

4.5.1 Kommunikative Kraft des Modells

Die bisher gebräuchliche Planung von Bauwerken besteht aus einer Vielzahl separater Dokumente, die zu Unübersichtlichkeit, Inkonsistenz und somit Fehleranfälligkeit führen. So entstehen kostenverursachende Zeitverzögerungen und letztendlich auch eine geringere Bauwerksqualität.

²⁶ Siehe <http://www.buildingsmart.org/certification>, dort ist ebenfalls die Liste der aktuell zertifizierten Softwareprodukte verfügbar.

Die Kommunikation und Einbeziehung von Auftraggebern, Nutzern und "Nichtfachleuten" gestaltet sich bereits zu Beginn des Planungsprozesses erfolgreicher, da bereits mit Massenmodellen im städtebaulichen Gesamtmodell das Entwurfskonzept anschaulicher dargestellt werden kann. Auch sind schon genauere Aussagen zu ungefähren Kosten und Energiebilanzen machbar.

Während des gesamten Planungsprozesses wird die Kommunikation mit dem Bauherrn erleichtert, da der Bauherr nunmehr die wesentlichen Planungsfortschritte und gegebenenfalls auch die Änderungen anschaulicher verfolgen und sämtliche Auswirkungen auf den Prozess besser verstehen kann. Durch diese optimierte Kommunikation und des darauffolgenden Verständnisses für die Planungsideen muss weniger Zeit für umfangreiche Dokumentationen verwendet werden.

Durch eine bessere Art der Projektpräsentation durch Visualisierungen kann auch die Akzeptanz der Öffentlichkeit für das Bauvorhaben verbessert werden. Der entscheidende Unterschied zu den bislang verwendeten Visualisierungen ist, dass keine separate, von der eigentlichen Planung losgelöste, Visualisierung beauftragt werden muss, sondern immer der aktuelle Planungsstand gezeigt werden kann²⁷.



Abbildung 4.26: Fotorealistische Visualisierung eines Bauwerksmodells (Quelle: CAD Stelle Bayern)

4.5.2 Konsistente Pläne

Da mit BIM nicht mehr separate 2D Pläne und weitere Dokumente erstellt werden, sondern alle notwendigen Pläne und Bauteillisten aus den entsprechenden Fachmodellen abgeleitet werden, sind diese Planungsunterlagen (Grundrisse, Schnitte, Ansichten, Details, Tür- und Fensterlisten) auch wirklich widerspruchsfrei. Denn die Änderung beispielsweise einer Tür im Modell, bewirkt ihre automatische Änderung in allen Planungsunterlagen, von den Grundrissplänen bis hin zur Türliste.

²⁷ Je nach Grad der angestrebten Perfektion der Visualisierung sind Nachbearbeitungen, bzw. spezielle Visualisierungsmodule notwendig. Für einfache 3D Darstellungen zur Erläuterung der Planung genügen das aktuelle Bauwerksmodell und die BIM-fähige Software.

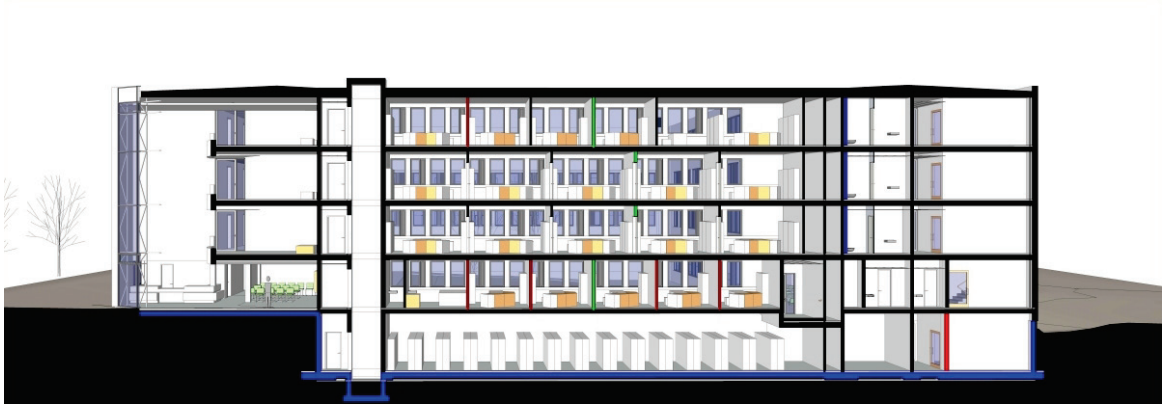


Abbildung 4.27: Aus dem Modell generierter Schnitt (Quelle: schmersahl | biermann | prüßer Architekten + Stadtplaner)

Auch gewerkeübergreifende Änderungen (der Haustechniker möchte den Heizkörper verschieben, das hat Auswirkungen auf die Planung des Architekten und möglicherweise auch auf den Tragwerksplaner) werden wesentlich besser unterstützt.

4.5.3 Auswertungen und Nachweise

Aufgrund gesetzlicher Rahmenbedingungen, Richtlinien und Regelungen über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (EnEV), die Barrierefreiheit, den Schallschutz, Brandschutz, Flächennachweis, usw. werden immer mehr Nachweise für ein Bauwerk gefordert.

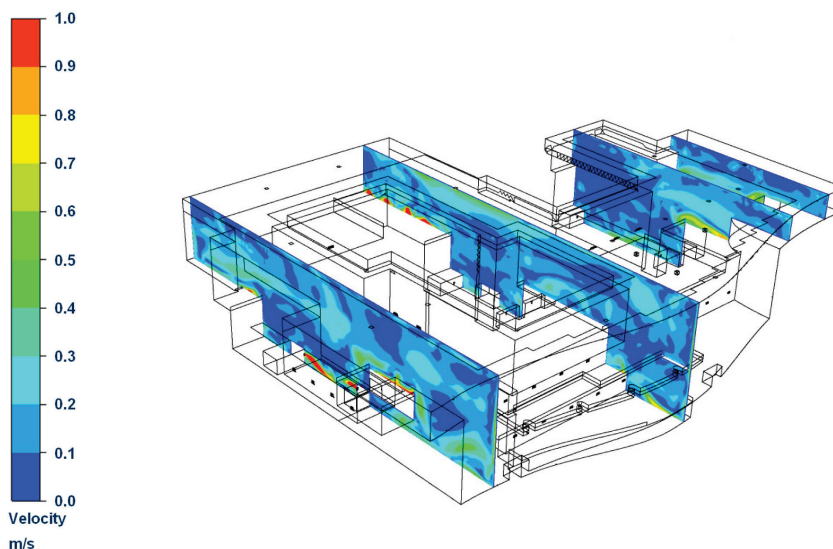


Abbildung 4.28: Strömungsanalyse Al Ain Hospital Abu Dhabi (Quelle: OBERMEYER Planen + Beraten)

Durch die Integration von zusätzlichen numerischen Informationen im Bauwerksmodell wird die systematische Auswertung dieser Daten unterstützt und in sogenannten Auswertungsmodellen dargestellt.

Auch die Mengen- und Massenermittlung, Bauteillisten, Kostenkalkulationen und Terminplanungen werden mittels BIM vereinfacht, da auch hier die zusätzlichen alphanumerischen Informationen wie Material, Kosten, Herstellerinformationen die automatische Auswertung dieser Planungsdaten unterstützen. Die Fehleranfälligkeit von Berechnungen werden verringert und die Transparenz für alle am Planungsprozess Beteiligten unterstützt.

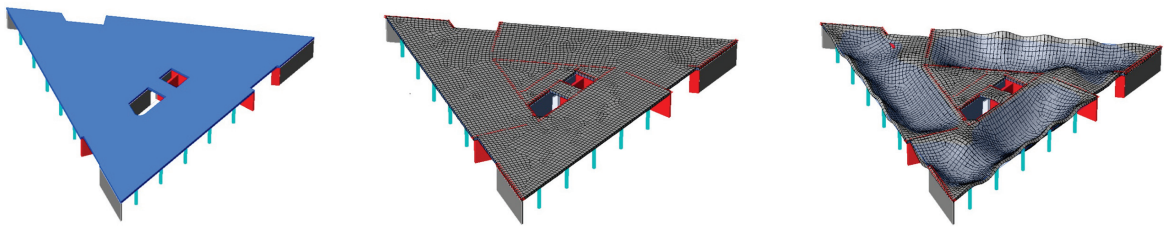


Abbildung 4.29: Übergabe an FEM Programm | Generieren FEM Netz | Anzeige der Verformungen (Quelle: Oltmanns & Partner)

Ein wesentlicher Vorteil besteht immer darin, dass kein separates Berechnungsmodell erstellt werden muss, sondern dass dieses, zumindest in seiner Geometrie, aus einem Fachmodell abgeleitet wird (siehe auch Abbildung 4.29). Dadurch entstehen ein geringerer Eingabeaufwand und vor allem auch weniger Aktualisierungsaufwand für die Simulationen und Berechnungen. Die Zeitersparnis kann für mehrere Variantenuntersuchungen genutzt werden, um damit die Qualität des Bauwerks erhöhen.

Ausstattung > Variablenassistent > Model Check > Bemusterung > Mengen > LV-Zuordnung					Objekt-Visualisierung	
Struktur	Schlüssel	Bezeichnung	Menge	ME		
	10.10.60.10	Beton und Schalung für Außenwände				
	10.10.60.10.20	Beton C 30/37 für Außenwände liefern u fachgerecht einbauen; d = 16 bis 20 cm	80.825	m3		
	10.10.60.10.40	Beton C 30/37 für Außenwände liefern u fachgerecht einbauen; d = 26 bis 30 cm	277.576	m3		
	10.10.60.10.18	Schalung für Außenwände liefern und fachgerecht einbauen; Schalung ohne besondere An Schalhöhe bis 4,5 m	2.529.754	m2		
	10.10.60.20	Zulagen für Außenwände				
	10.10.60.20.60	Zulage zu den Außenwandchalungen für in SB 2 gem. Merkblatt Sichtbeton	617.962	m2		
	10.10.60.30	Betonstahlarbeiten für Außenwände				
	10.10.60.30.10	Betonstahl/Betonstahlmatten DIN 41 alle Nenndurchmesser und in allen Längen für alle Außenwände (Dribeton), liefern, schneiden, biegen und fachgerecht einbauen; d = 16 bis 20 cm	43.013	to		
	10.10.70	Innenwände				
	10.10.70.10	Beton und Schalung für Innenwände				
	10.10.70.10.20	Beton C 30/37 für Innenwände liefern u fachgerecht einbauen; d = 16 bis 20 cm	1.281.994	m3		
	10.10.70.10.30	Beton C 30/37 für Innenwände liefern u fachgerecht einbauen; d = 21 bis 25 cm	95.696	m3		
	10.10.70.10.40	Beton C 30/37 für Innenwände liefern u fachgerecht einbauen; d = 26 bis 30 cm	12.620	m3		
	10.10.70.10.60	Beton C 30/37 für Innenwände liefern u fachgerecht einbauen; d = 16 bis 20 cm	7.309	m3		

Abbildung 4.30: Modellbasierte Mengenermittlung (Quelle: Max Bögl)

Die modellbasierten Auswertungen, wie die modellbasierte Mengenermittlung (siehe Abbildung 4.30), erhöhen die Überprüfbarkeit der Ergebnisse und deren Plausibilität, es kann immer wieder im Bauwerksmodell überprüft werden, wo die entsprechenden Mengen entstehen, bzw. welche noch nicht berücksichtigt wurden.

4.5.4 Kollisionsprüfung und Widerspruchsfreiheit

Die Planung mit BIM stellt eine Methode dar, bei der sämtliche Prozesse und Dokumente konsistent in dreidimensionalen Fachmodellen gehalten werden. Durch die Zusammenführung (Koordination) dieser Fachmodelle in ein zentrales Gesamtmodell können wesentlich früher Planungsfehler und weitere Unstimmigkeiten erkannt und behoben werden, so dass während der Bauausführung weniger (oder besser gar keine) zusätzliche kostenverursachende Probleme mehr entstehen.

Eine wichtige Anwendung der BIM-Methode in der Koordination ist die Kollisionsprüfung: „wo ein Körper ist, kann sich kein zweiter befinden“. Wichtiger Vorteil bei der Verwendung von BIM-Fachmodellen, anstatt reinen 3D-Modellen, sind die Informationen, die für eine selektive Kollisionsüberprüfung genutzt werden können, zum Beispiel nur ausgewählte Anlagen des TGA-Fachmodells gegen das Architekturmodell.

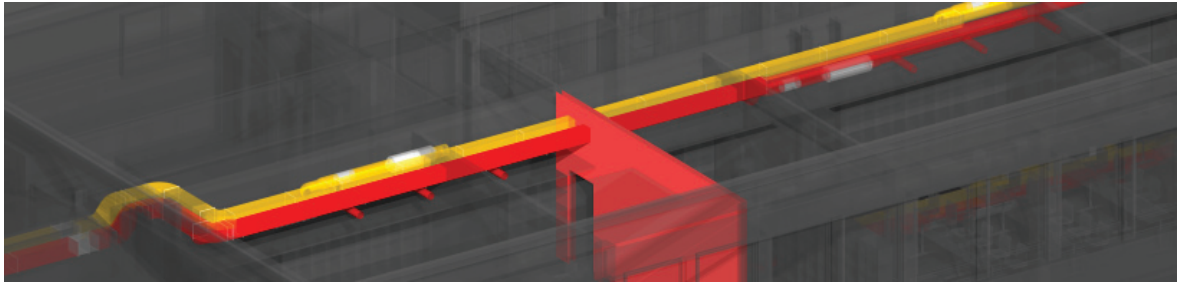


Abbildung 4.31: Kollisionsüberprüfung zwischen Architektur- und Lüftungsmodell (Quelle: OBERMEYER Planen+Beraten)

Planungsfehler, die so während der Kollisionsprüfung gefunden werden, verursachen weit weniger Kosten zur Behebung, als wenn diese erst beim Bau aufgedeckt werden. Hierbei sind wirkliche Kosteneinsparungen zu erzielen, zumindest aber ein besseres Risikomanagement. Die Kollisionsprüfung ist technisch problemlos und formatunabhängig nutzbar und wird in den Anhängen Anhang E und Anhang F empfohlen.

Selbst über die Phasen der Planung und Errichtung des Bauwerkes hinaus ermöglicht BIM eine sinnvolle Unterstützung für das Facility Management. So werden nutzungsrelevante Daten, wie Raumnutzung und weitere mieterbezogene Daten integriert. Das bedeutet, dass BIM während des gesamten Lebenszyklus' eines Bauwerkes effizient einsetzbar ist.

5 Richtlinien und weitere Regularien für BIM in Deutschland

5.1 Zusammenfassung

Dieser BIM-Leitfaden ist, wie in der Einleitung beschrieben, ein Ratgeber für alle Interessenten der BIM-Methode in Deutschland und zeigt die Möglichkeiten nach dem derzeitigen Stand der Technik und den allgemeinen Rahmenbedingungen der deutschen Bauwirtschaft auf.

Der BIM-Leitfaden ist demnach eine unverbindliche Empfehlung, nicht aber eine verbindliche Richtlinie, nach der Bauprojekte, in denen mit der Methode BIM gearbeitet wird, gesichert abzuwickeln wären (siehe auch Kapitel 1.3.2).

5.1.1 Situation von BIM-Richtlinien in anderen Ländern

Das im Kapitel 1 dokumentierte Quellenstudium zu vergleichbaren Entwicklungen in anderen Ländern zeigt aber, dass die Einführung von BIM in die jeweiligen nationalen Bauwirtschaften am besten in Begleitung mit verbindlichen Rahmenbedingungen für die verschiedenen Akteure einhergeht. Dies ist notwendig, da sich nicht nur die Technologie ändern wird, sondern auch die Leistungsbilder und die Zusammenarbeitsmodelle der Beteiligten.

In einer ganzen Reihe von europäischen und außereuropäischen Ländern wurden daher BIM-Richtlinien erarbeitet, die einen verbindlichen Rahmen vorgeben, aber auch konkrete Hilfestellungen bei der Erstellung, Nutzung und dem Austausch der Bauwerksmodelle unterbreiten.

Die wichtigsten hierbei geschaffenen Rahmenbedingungen sind dabei:

- Definition der BIM-Grundlagen, Definitionen, Begrifflichkeiten, Glossar, etc. (*BIM Guide*)
- Definition der BIM-Projektabwicklung (*BIM Execution Plan*)
- Definition der BIM-Projektleistungen und Übergaben (*BIM Deliverables*)
- Definition der Prozesse und der Verantwortlichkeiten (*BIM Responsibility matrix*)
- Verankerung der BIM-Richtlinie in die Vertragsanlagen (*BIM Contract addendum*)

Private und öffentliche Bauherren sowie die Genehmigungsbehörden haben in einigen der untersuchten Ländern ebenfalls erkannt, wie wichtig es ist, für die entscheidenden Übergabepunkte der Projektinformationen die Inhalte der Bauwerksmodelle für die jeweiligen Leistungsphasen mit der geforderten Vollständigkeit und Qualität genau zu beschreiben. Damit werden die BIM-Projektleistungen und Übergaben auch inhaltlich genau spezifiziert. Beispiele hierfür wären:

- BIM-gerechte Baueingabe
- BIM-gerechte Ausschreibungsunterlagen
- BIM-gerechte Vergabeunterlagen
- BIM-gerechte Objektdokumentation

In der Umsetzung für den öffentlichen Bauherrn entscheidend, aber auch von Interesse für private Bauherren, ist die qualitativ hochwertige Verfügbarkeit von offenen Datenschnittstellen, mit denen die Bauwerksmodelle übergeben und vielfältig genutzt werden können.

Viele der untersuchten Richtlinien setzen daher auf IFC, als dem anerkannten internationalen BIM Datenstandard, bzw. auf Ableitungen davon, wie COBie in Großbritannien, als die für den Betrieb von baulichen Anlagen relevante Untermenge von IFC.

5.1.2 Situation von BIM-Richtlinien in Deutschland

Es gibt derzeit keine allgemein eingeführte BIM-Richtlinie in Deutschland. Einige private Auftraggeber, meist aus dem Bereich der Industrie, wie dem Fahrzeugbau, oder aus der großen Verkehrsinfrastruktur, wie Flughäfen, haben eigene BIM-Richtlinien eingeführt. Ebenfalls haben die amerikanischen Gaststreitkräfte für ihre Neubauten in Deutschland mit der Einführung von BIM begonnen, und die USACE BIM-Richtlinie für Deutschland erstellen lassen (Hausknecht, et al., 2011).

Da insbesondere der öffentliche Auftraggeber in Deutschland bislang kaum Erfahrungen mit der BIM-Methode hat, und im Gegensatz zu den öffentlichen Auftraggebern in anderen Ländern, so auch Ländern der Europäischen Union, bislang auch nicht das gleiche wirtschaftliche Erfolgspotential in der BIM-Methode erkennt²⁸, sind die Bestrebungen zur Etablierung einheitlicher BIM-Richtlinien noch sehr verhalten.

Die Autoren sehen dennoch die Notwendigkeit, als nächsten Handlungsschritt nach der Veröffentlichung dieses BIM-Leitfadens, eine BIM-Richtlinie für Deutschland zu entwickeln, und diese auf breiter Basis mit den Interessengruppen des deutschen Bauwesens zu diskutieren, zu verabschieden und einzuführen.

Denn die beobachtete rasche Entwicklung von BIM im Ausland, aber auch verhaltener in Deutschland, fordert die Verfügbarkeit von entsprechenden Vorgaben auch in Deutschland, um den lokalen Unternehmen die Möglichkeit zu bieten, international wettbewerbsfähig zu sein. Die Projektrecherche (siehe Kapitel 1.2.2) bestätigte, dass fehlende Standards und Schulungen häufig zu gravierenden Fehlern und Fehleinschätzungen direkt zu Projektbeginn führen. Gerade die kleinen Büros und Unternehmen könnten aber von definierten Vorgaben profitieren, sie wären dann nicht gezwungen, nach eigenen Wegen der BIM Umsetzung zu recherchieren und gegebenenfalls vermeidbare Fehler zu wiederholen.

5.2 Empfehlungen für eine BIM-Richtlinie für Deutschland

Ein entscheidender Punkt für die Projektdurchführung mittels BIM sind einheitliche Vorgaben, die dann projektspezifisch angepasst werden können. In ihrer Gesamtheit werden diese Vorgaben als BIM-Richtlinien und Empfehlungen bezeichnet. In der Umsetzung wird eine logisch strukturierte Serie von Dokumenten mit unterschiedlichem Richtliniencharakter entstehen, die für die Projektteilnehmer auf den verschiedenen Entscheidungshierarchien (siehe Rollen in Kapitel 3.1.4) gedacht sind.

■ BIM-Richtlinie

- Zentrales Dokument, das die Motivation BIM einzuführen erläutert, die grundsätzlichen Anforderungen an die Beteiligten stellt, den Gesamtzusammenhang der BIM-Methode erläutert und auf die weiteren Dokumente verweist,

²⁸ In Großbritannien geht die staatliche BIM Task Group von der Einschätzung aus, dass sich durch die konsequente Anwendung der BIM-Methode Einsparungspotentiale im öffentlichen Bau um 20% ergeben (BIM Task Group UK, 2012).

▪ BIM-Vertragsergänzungen

- BIM-Vertragstexte
 - Rahmenvertragsanhänge mit Vertragstextbausteinen, mit denen BIM-Leistungen in einem Projekt vertraglich vereinbart werden können
 - Für den öffentlichen Auftraggeber ist zu untersuchen, inwieweit bestehende Vertragsmuster, wie beispielsweise in der RBBau enthalten, ergänzt werden müssten (siehe Kapitel 5.3.4).
- BIM-Projektabwicklungsplan
 - Dokument zur Klärung von zentralen Punkten der BIM-Umsetzung zu Projektbeginn, sollten im BIM-Vertragsanhang referenziert werden
 - Enthält die Definition der Zusammenarbeitsprozesse, der Datenübergaben, der Abstimmungsprozesse und Abläufe für das Informationsmanagement (siehe detaillierte Ausführungen in Kapitel 4.1).

Die BIM-Richtlinie soll weiterhin auf verschiedene Anhänge verweisen, welche die allgemeinen Ausführungen weiter konkretisieren und für bestimmte Leistungsphasen und Fachdisziplinen in Detail umsetzen. Die Anhänge sollten dabei die notwendige Qualität der Prozessintegration und die geforderte Datenqualität bei der Übergabe festlegen.

- Fachspezifische BIM-Empfehlung für die wichtigen Fachdisziplinen (in einer ersten Phase Architektur, Haustechnik, Tragwerksplanung, Energie- und Nachhaltigkeit, Bauausführung)
 - Erläuterung der fachspezifischen BIM-Anwendungen und des daraus erzielbaren Nutzens,
 - Prozessschritte für die Koordination mit anderen Fachdisziplinen,
 - Individuelle Modellierungsanweisungen für die jeweiligen Fachmodelle, Angaben zu den fachmodell-spezifischen Modellelementen und Fertigstellungsgrade,
 - Autorisierte Nutzung der Modelle für Auswertungszwecke (wie Energieberechnung, Kostenschätzung im Hochbau und andere), die auf einem bestimmten Fertigstellungsgrad beruhen,
 - Beschreibung von 2D-CAD Vorgaben, die mit den BIM-Lösungen abbildbar sein müssen, insbesondere in der Übergangsphase (Kapitel 3.1.1) werden 2D Zeichnungsvorschriften weiterhin erfüllt werden müssen.
- Leistungsphasenspezifische Festlegungen für die Datenübergabe (in einer ersten Phase die Festlegungen für BIM-gerechte Baueingabe, BIM-gerechte Ausschreibungsunterlagen, BIM-gerechte Vergabeunterlagen und BIM-gerechte Objektdokumentation)
 - Klare Definition des Fertigstellungsgrads des Bauwerksmodells zur Übergabe (sowohl des geometrische Detaillierungsgrads als auch der verknüpften Sachinformationen)
 - Prüfregeln zur Abnahme der Bauwerksmodelle für den Übergabeprozess

Daneben wären erläuternde Beispiele und Erklärungen, wie die BIM-Richtlinien und Empfehlungen konkret umgesetzt werden können, ein weiterer Bestandteil dieser Serie. Gleichzeitig könnten dann die Softwareanbieter darauf basierend ihre systemspezifischen Modellierungshandbücher entwickeln, und den Bearbeitern damit genaue Hilfestellungen geben, wie die Prozessintegration und Datenqualität im jeweiligen Softwaresystem realisiert werden kann.

▪ Softwarespezifische BIM-Handbücher

- Produktspezifische Modellierungsanleitungen
- Produktspezifische Qualitätsprüfungen
- Umsetzung und Konfiguration für den Datenaustausch (z.B. mit spezifischen IFC Parametern)

In der Abbildung 5.1 werden die Zusammenhänge der verschiedenen Teile einer BIM-Richtlinie und die begleitenden Empfehlungen, Handbücher und zu Grunde gelegte Standards gezeigt. Die blau hinterlegten Teile beschreiben den Teil der Richtlinien, die nach einer Erprobungszeit für mit BIM ausgeführte Projekte verbindlich gelten sollten, die orangefarbenen Teile die informellen Empfehlungen.

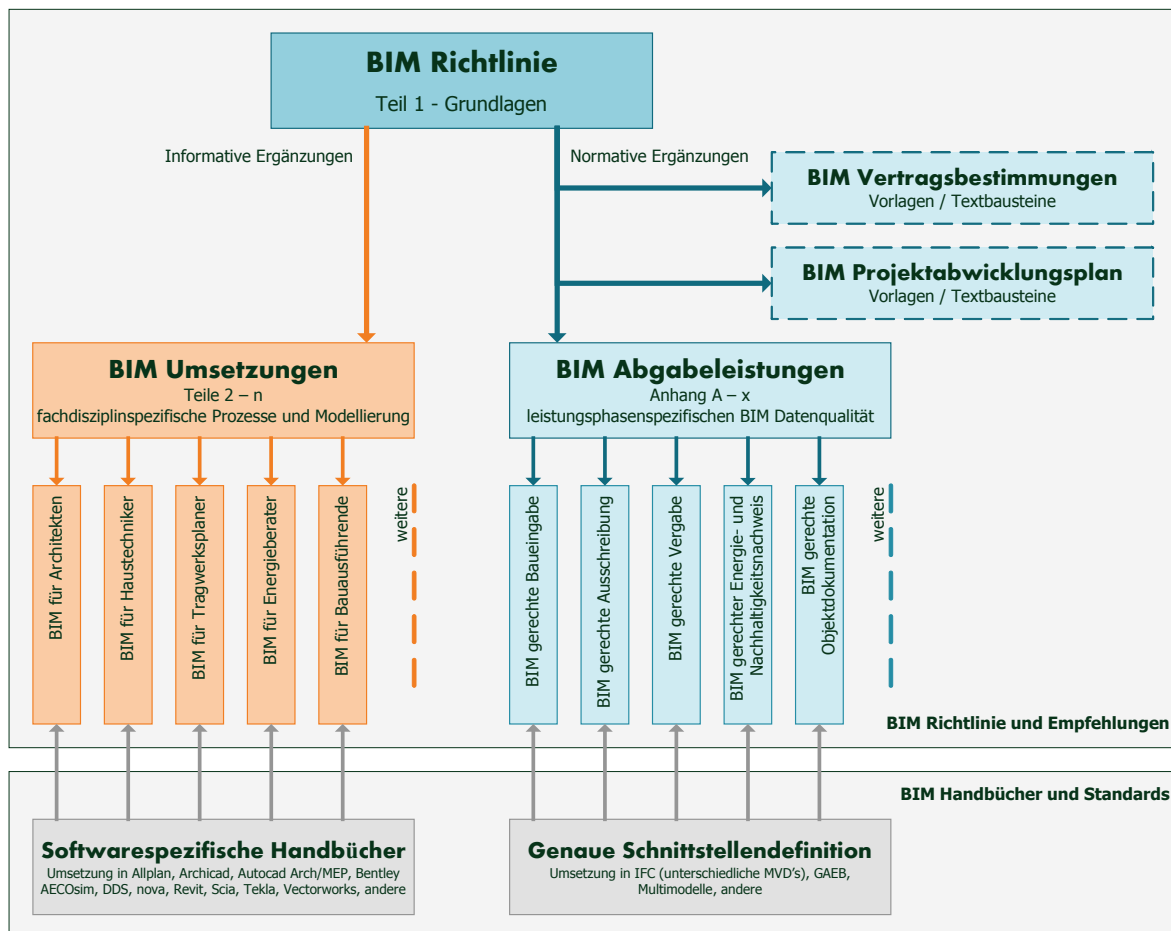


Abbildung 5.1: Struktur der empfohlenen BIM-Richtlinien und Empfehlungen für Deutschland (Quelle: AEC3)

5.3 Empfehlungen für weiteren Handlungsbedarf in Deutschland

Neben der Erstellung einer BIM-Richtlinie sehen die Autoren auch weiteren Handlungsbedarf, um die BIM-Methode geordnet und zielführend unter deutschen Rahmenbedingungen einzuführen. Auf Grund der Komplexität dieser Handlungsbereiche ist eine phasenweise Umsetzung dringend geboten.

5.3.1 Informationsvermittlung über die BIM-Methode bei den Auftraggebern

Der öffentliche Auftraggeber und die Behörden haben einen entscheidenden Anteil bei der Umsetzung einer BIM-Strategie und der Einführung von BIM-Richtlinien. In allen untersuchten Ländern (siehe Kapitel 1.2.1) spielten vergleichbare öffentliche Institutionen, in Kooperation mit der Privatwirtschaft, diese innovationsfördernde Rolle.

Als einen wichtigen Punkt im weiteren Handlungsbedarf sehen die Autoren daher eine Informationsvermittlung über die BIM-Methode und die damit erreichbaren Ziele hinsichtlich Qualität, Transparenz und Verfügbarkeit von Projektinformationen, die gezielt für Kosten- und Terminsicherheit, Optimierung der Bauausführung und Verbesserung der Energieeffizienz und der ökologischen Kennwerte genutzt werden kann.

5.3.2 Aus- und Weiterbildung

Nach Einschätzung der Autoren ist von den vier Einflussfaktoren, Menschen, Prozesse, Richtlinien und Technologien (siehe Abbildung 2.4) die Technologie am weitesten entwickelt, der größte Nachholbedarf, neben der Erarbeitung verbindlicher Richtlinien, wird bei den Fähigkeiten der Beteiligten und der Umsetzung neuer Informationsmanagementprozesse in Planung und Ausführung gesehen.

Dringender Handlungsbedarf besteht in der Aus- und Weiterbildung, die an Hochschulen, Weiterbildungsinstitutionen und Fachakademien auf der Basis eines abgestimmten Grundkonzepts umgesetzt werden müsste. Der Fokus darf dabei nicht allein auf der Softwareschulung liegen, sondern die Zusammenhänge der BIM-Methode müssen ebenfalls vermittelt werden. Eine Empfehlung für eine generische BIM-Ausbildung befindet sich im Anhang G.

Den Verbänden, Kammern und Interessensgemeinschaften der deutschen Bauwirtschaft kommt hierbei eine wichtige Aufgabe zu, die BIM-Methode in ihrer Umsetzung auf die kleinteilige Bürostruktur in Deutschland anzupassen. Diese müssten ihren Mitgliedern Schulungen anbieten, am besten auf der Basis verlässlicher Standards und Richtlinien.

5.3.3 Standardisierung

Standardisierte Verfahren für die Bereitstellung der Projektinformationen gemäß der BIM-Methode helfen bei der geordneten Einführung von BIM und gewähren den offenen Zugriff auf die Daten. Insbesondere für den Informationsaustausch zwischen allen Beteiligten während des Projektablaufes sind effektive und qualitativ verlässlich umgesetzte Datenschnittstellen wichtig.

Für die praktische Umsetzung in Deutschland empfiehlt sich die Verbindung des internationalen BIM Datenstandards ISO 16739/IFC mit dem nationalen Standard für Ausschreibungen GAEB. Nationale Initiativen, wie CAFM Connect²⁹, die eine IFC-basierte Umsetzung für den offenen Austausch von Bestands- und Anlagendaten zum Ziel haben (vergleichbar mit COBie in Großbritannien), sind ebenfalls geeignet, offene BIM-Methoden umsetzen zu helfen.

²⁹ CAFM-Connect: Die Standardschnittstelle zum Datenaustausch im CAFM (CAFM Ring, 2013)

Ein hoher Qualitätsstand der Umsetzung soll durch eine Zertifizierung der softwareseitigen Umsetzung der Datenstandards gewährleistet werden.

5.3.4 Weiterentwicklung rechtlicher und ordnungspolitischer Rahmenbedingungen

Für die erfolgreiche Zusammenarbeit mit der BIM-Methode ist es entscheidend, dass sich die Projektbeteiligten bereits zu Projektbeginn über die BIM Ziele und den BIM-Projektabwicklungsplan einigen (siehe Kapitel 3.3.1). Diese Absprachen müssen in die Verträge einfließen. Gerade für den öffentlichen Auftraggeber ist es hierbei wichtig, auf abgestimmte Vertragsmuster zurückgreifen zu können, die den rechtlichen Rahmenbedingungen, insbesondere den Vergaberichtlinien und dem Preisrecht, entsprechen.

Aus Sicht der Verfasser wäre es dabei auf jeden Fall hilfreich, wenn BIM-Leistungen in die Beschreibung der Leistungsbilder der HOAI umfassend mit aufgenommen würden³⁰.

Diese rechtlichen Fragenstellungen sind jedoch nicht Bestandteil des BIM-Leitfadens. Ein begleitendes Gutachten (Eschenbruch, et al., 2014 (voraussichtlich)) analysiert die rechtlichen und ordnungspolitischen Rahmenbedingungen zur Anwendung der BIM-Methode in Deutschland und entwickelt einen Maßnahmenkatalog.

³⁰ In der derzeitigen Ausgabe, HOAI 2013, wird BIM nur als besondere Leitung in der Leistungsphase 2 aufgeführt, die BIM-Methode kann jedoch in allen Leistungsphasen angewandt werden.

6 Glossar

Bauwerksmodell

Das *Building Information Model* ist das Bauwerksmodell, welches während des Planungsprozesses in zu- meist dreidimensionalen, bauteilorientierten Softwaresystemen (BIM-fähige Software) erstellt wird. Dabei ist bei dem Begriff Bauwerksmodell nicht von einem monolithischen Gesamtmodell auszugehen, sondern von der Koordination der Modelle der einzelnen beteiligten Fachplaner (Architekturmodell, Tragwerksmo- dell, TGA-Modell, etc.). Diese Modelle werden fachspezifische Bauwerksmodelle, kurz Fachmodelle, ge- nannt.

BCF

Das Austauschformat BCF (*BIM Collaboration Format*) ist ein offenes Dateiformat, welches den Austausch von Nachrichten und Änderungsanforderungen zwischen BIM-Viewern und BIM-Software unterstützt.

BIG BIM

BIG BIM ist ein gebräuchlicher Ausdruck für die durchgängige und interdisziplinäre Anwendung der BIM-Methode über den Lebenszyklus eines Bauwerkes (Jernigan, 2007).

BIM (Building Information Modeling)

Building Information Modeling (BIM) ist eine Planungsmethode im Bauwesen, die die Erzeugung und die Verwaltung von digitalen virtuellen Darstellungen der physikalischen und funktionalen Eigenschaften eines Bauwerks beinhaltet. Die Bauwerksmodelle stellen dabei eine Informationsdatenbank rund um das Bau- werk dar, um eine verlässliche Quelle für Entscheidungen während des gesamten Lebenszyklus zu bieten; von der ersten Vorplanung bis zum Rückbau (National Institute of Building Science, 2012).

BIM-fähige Software

BIM-fähige Software sind parametrische, dreidimensionale und bauteilorientierte CAD Systeme (CAD Sys- teme der zweiten Generation) und vielfältige Auswertungs- und Simulationstools.

BIM-Management

Das BIM-Management ist die zentrale Funktion für die strategische und projektbegleitende Steuerung der BIM-Prozesse sowie die Erfüllung der BIM-Ziele. Der BIM-Manager ist die hierfür verantwortliche Person.

BIM-Projektabwicklungsplan

Der BIM-Projektabwicklungsplan (*BIM Execution Plan*) ist ein Dokument, das die Grundlage einer BIM- basierten Zusammenarbeit festlegt. Er legt die Ziele, die organisatorischen Strukturen und die Verantwor- tlichkeiten fest, stellt den Rahmen für die BIM-Leistungen und definiert die Prozesse und Austauschforde- rungen der einzelnen Beteiligten. Der BIM-Projektabwicklungsplan sollte Vertragsbestandteil zwischen Bauherrn und Projektteilnehmern werden.

BIM-Viewer

Software zur Betrachtung und teilweise auch Auswertung von Bauwerksmodellen, ohne die Funktionalität zu besitzen, diese zu ändern.

buildingSMART e.V.

Ein unabhängig agierender Verein, der offene Schnittstellen fördert und damit die open-BIM Methode in Deutschland, Österreich und der Schweiz umsetzt. Er steht für hohe Qualität bei der Festlegung von Standards und Lösungen, nicht nur bei technischen Lösungen, sondern auch mit Blick auf Anwender und ihre Prozesse.

Datentransparenz

Datentransparenz ist der leichte Zugang und Einblick in die Projektinformationen, die den Beteiligten zur Verfügung gestellt werden, auch wenn diese nicht direkt bearbeitet werden können.

Datendurchgängigkeit

Datendurchgängigkeit bedeutet das Vermeiden der Datenneueingabe, in dem Fachmodelle oder Teile von Fachmodellen der anderen Beteiligten direkt übernommen werden können.

Fachmodell

Fachmodelle werden durch die Objekt- und Fachplaner in den Leistungsphasen des Planungsprozesses erzeugt. Ein Fachmodell besteht aus Modellelementen, die in einer BIM-fähigen Software erstellt werden. Dazu sind die entsprechenden Modellierungswerkzeuge zu nutzen.

Fertigstellungsgrad

Der geforderte Fertigstellungsgrad des Bauwerksmodells (*Level of Development*) ist abhängig von der Leistungsphase und der Fachdisziplin. Inhaltlich muss der Fertigstellungsgrad den fachlich notwendigen Planungsinformationen und der beauftragten Planungsleistung zu der jeweiligen Leistungsphase entsprechen. Der Fertigstellungsgrad beschreibt auch, wie belastbar die Informationen eines Bauwerksmodells für eine bestimmte Auswertung sind.

IFC

Das Austauschformat IFC (*Industry Foundation Classes*) ist eine hersteller- und länderübergreifende Schnittstelle für den modellbasierten Daten- und Informationsaustausch in allen Planung-, Ausführungs- und Bewirtschaftungsphasen. buildingSMART International entwickelt und etabliert IFC als offenen Standard für das Bauwesen. IFC ist unter ISO 16739 als internationaler Standard registriert.

Koordinationsmodell

Das Koordinationsmodell ist ein Gesamtbauwerksmodell, das für die Koordination temporär aus Fachmodellen zusammengestellt wird. Es dient der Koordinierung der beteiligten Gewerke und insbesondere der Kollisionsprüfung.

Kollisionsprüfung

Verfahren zur computergestützten Prüfung von virtuellen Überschneidungen von Modellelementen eines oder mehrerer Fachmodelle. Das Verfahren basiert auf der Zusammenarbeit der beteiligten Projektpartner und beinhaltet auch die Fortschreibung und Dokumentation der Kollisionen.

little bim

little bim ist ein gebräuchlicher Ausdruck für die Anwendung der BIM-Methode beschränkt auf eine Disziplin und beschreibt damit eine Insellösung.

Modellelement

Der Begriff Modellelement bezeichnet die einzelnen Bauteile im digitalen Bauwerksmodell, wie Wände, Stützen, Türen als digitales Bauelement. Eine Übersicht über gängige Modellelemente für die einzelnen Fachdisziplinen finden Sie im Anhang C.

Literaturverzeichnis

1192-2, PAS. 2013. *Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modelling.* s.l. : British Standardization Institute, 2013.

AIA. 2008. *Building Information Modeling Protocol Exhibit.* [AIA Document E202] 2008.

Autodesk, Inc. 2002. *Autodesk White Paper Building Information Modeling.* [PDF] <http://www.autodesk.de> : Autodesk, Inc., 2002.

BIM Task Group UK. 2012. BIM Task Group | A UK Government Initiative. [Online] 2012. [Zitat vom: 24. 11 2013.] <http://www.bimtaskgroup.org/>.

BIM-forum.org. 2013. *Level of Development Specification for Building Information Models.* <http://bimforum.org/lod> : s.n., 2013.

Building and Construction Authority. 2012. *Singapore BIM Guide.* [PDF Dokument] Singapur : s.n., 2012.

CAFM Ring. 2013. CAFM-Connect: Die Standardschnittstelle zum Datenaustausch im CAFM. [Online] 2013. [Zitat vom: 24. 11 2013.] <http://www.cafmring.de/cafm-connect/>.

CIC Research Group. 2010. *BIM Project Execution Planning Guide.* [PDF] <http://bim.psu.edu/> : The Pennsylvania State University, 2010.

COBIM project. 2012. *Common BIM Requirementsn 2012 - Series 1 General part.* [PDF] Helsinki, Finnland : The Building Information Foundation RTS, 2012.

Construction Project Information Committee. 2013. *Uniclass 2.* <http://www.cpic.org.uk/uniclass/> : s.n., 2013.

Eastman, C. M., D. Fisher, et al. 1974. *An Outline of the Building Description System. Research Report No. 50.* Pittsburgh, PA. : Inst. of Physical Planning. Carnegie-Mellon Univ., 1974.

Eastman, C., P. Teicholz, et al. 2011. *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors.* Hoboken, New Jersey : Wiley, 2011.

Eschenbruch, Klaus, et al. 2014 (voraussichtlich). *Maßnahmenkatalog zur Nutzung von BIM in der öffentlichen Bauverwaltung unter Berücksichtigung der rechtlichen und ordnungspolitischen Rahmenbedingungen.* s.l. : Forschungsprogramm ZukunftBau, 2014 (voraussichtlich).

Forster, Christian und Tulke, Jan. 2010. *Richtlinien zur Einführung von BIM in Bauprojekten.* s.l. : ViCon GmbH, 2010.

Hausknecht, Kerstin und Liebich, Thomas. 2011. *BIM Richtlinie für Architekten und Ingenieure, Qualitätsanforderungen an das virtuelle Gebäudemodell in den einzelnen Planungsphasen des Entwurfs- und Bauprozesses.* [PDF] München : s.n., 2011.

Jernigan, Finith. 2007. *Big BIM little BIM : the practical approach to building information modelling : integrated practise done the right way.* Salisbury, Maryland : 4Site Press, 2007.

Liebich, Thomas und Hoffeller, Tim. 2006. *Anwenderhandbuch Datenaustausch BIM/IFC.* [PDF Dokument] München : IAI - Industrieallianz für Interoperabilität e.V., 2006.

Liebich, Thomas. 1994. *Wissensbasierter Architekturentwurf : von den Modellen des Entwurfs zu einer intelligenten Computerunterstützung.* Weimar : VDG, 1994. ISBN 3-929742-47-0.

Liebich, Thomas, Schweer, Carl-Stephan und Wernik, Siegfried. 2011. *Die Auswirkungen von Building Information Modeling (BIM) auf die Leistungsbilder und Vergütungsstruktur für Architekten und Ingenieure sowie auf die Vertragsgestaltung.* Bonn : Forschungsinitiative Zukunft Bau, BBSR, 2011.

McGraw-Hill Construction. 2012. *The Business Value of BIM in Borth America: Multi-Year Trend Analysis and User Rating (2009-2012).* [PDF] Bedford, MA : McGraw-Hill, 2012.

National Institute of Building Science. 2012. *United States National Building Information Modeling Standard, Version 2.0.* 2012.

NATSPEC. 2013. *BIM and LOD, Building Information Modelling and Level of Development.* Australien : Construction Information Systems Limited, 2013. ABN 20 117 574 606.

Omniclass. 2012. *Table 21 - Elements .* <http://www.omniclass.org/pdf.asp?id=6&table=Table%2021> : s.n., 2012.

van Nederveen, G. A. and F. P. Tolman. 1992. *Modelling multiple views on buildings. Automation in Construction 1.* 1992, Bd. 3, 215-224.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1.1: Zeitliche Übersicht zu den BIM-Richtlinien und Leitfäden in ausgewählten Ländern	10
Abbildung 1.2: Machbarkeitsstudie und Evaluierung der Einflussfaktoren Hochbau zu Infrastruktur auf der Basis von GIS (Quelle: OBERMEYER Planen + Beraten).....	17
Abbildung 2.1: Veränderungspyramide im Unternehmen (Quelle: EU-Projekt InPro)	19
Abbildung 2.2: Querschnitt durch ein Bauwerksmodell Al Ain Hospital (Quelle: OBERMEYER Planen + Beraten)	20
Abbildung 2.3: Dezentrale Planung und zentrale Koordination von Informationen, Security Hospital, Abu Dhabi (Quelle: OBERMEYER Planen + Beraten).....	21
Abbildung 2.4: Diagramm zu Randbedingungen einer Methode (Quelle: OBERMEYER Planen + Beraten)	22
Abbildung 2.5: BIM-BAM-BOOM (Quelle: Partick MacLeamy)	23
Abbildung 3.1: Grundlegende Bedeutung von Zeichnungen und Bauwerksmodellen (Quelle: Singapore BIM Guide Version 2, 2013).....	28
Abbildung 3.2: Ressourcen-Entwicklungs-Prozess (REP)-Diagramm - BIM-Evolution auf Unternehmensebene, im Vergleich zu Projektanforderungen, optimale Erwartungen beziehen sich auf den kleinsten, gemeinsamen Nenner; rot ist der aktuelle geschätzte Entwicklungsstand in Deutschland. (Quelle: OBERMEYER Planen + Beraten).....	30
Abbildung 3.3: Beispiel Teamstruktur und BIM-Management (Quelle: OBERMEYER Planen + Beraten)	31
Abbildung 3.4: Aufwandsverlagerung und Einfluss auf Kostenentwicklung (Quelle: (Liebich, et al., 2011) nach Patrick MacLeamy)	33
Abbildung 3.5: Vorgaben Auftraggeber und Umsetzung Auftragnehmer (Quelle: OBERMEYER Planen + Beraten)	37
Abbildung 3.6: Vom Datenmodell auf die Baustelle zur Koordination, Verwaltung und Mängelmanagement (Quelle: OBERMEYER Planen + Beraten).....	40
Abbildung 3.7: Beispiel eines vom Bau-Produkthersteller bereitgestellten BIM-Objekts (Quelle: DORMA GmbH + Co. KG)	42
Abbildung 3.8: 3D Perspektive Gesamt- und Detaildarstellung (Quelle: Hobmaier, 3D ARCHITEKT).....	43
Abbildung 3.9: AL Ain Hospital, Abu Dhabi, Vollintegrierte 3D-Planung (Quelle: OBERMEYER Planen + Beraten), oben Visualisierung, unten links Darstellung Teilmodelle Architektur, unten rechts Koordination Architektur, Tragwerksplanung und technische Gebäudeausrüstung	44
Abbildung 4.1: Umfang und Verweise eines BIM-Projektabwicklungsplans (Quelle: AEC3)	49
Abbildung 4.2: Aus dem Modell generierte 2D Pläne - Musterplanung Feuerwachen (Quelle : CAD Stelle Bayern).....	52
Abbildung 4.3: Erfassung von Türinformationen und deren Ausgabe in 2D, 3D und Listen (Quelle: baum kappler architekten)	53
Abbildung 4.4: Architekturmodell Haus des Lernens Essen (Quelle : schmersahl biermann prüßer Architekten + Stadtplaner)	54
Abbildung 4.5: Ausbaumodell für das Al Ain Hospital Abu Dhabi (Quelle : OBERMEYER Planen + Beraten)	55
Abbildung 4.6: Tragwerksmodell & Generierung eines Grundrisses aus dem Modell (Quelle : Oltmanns & Partner)	55
Abbildung 4.7: TGA Modelle (Quelle : CAD Stelle Bayern)	56
Abbildung 4.8: Bewehrungsmodell für die Ausführungsplanung (Quelle: Max Bögl)	56
Abbildung 4.9: 4D Modell (Quelle: Max Bögl)	57

Abbildung 4.10: Werkzeugkästen zur Erstellung von Modellelementen in CAD (beispielhaft AutoCAD Architecture und ARCHICAD).....	62
Abbildung 4.11: Erstellung von Modellelementen mit Modellierungswerkzeugen (Quelle: AEC3)	62
Abbildung 4.12: BIM-Fachmodelle - Architektur, Heizung, Lüftung, Elektro	65
Abbildung 4.13: BIM-Koordinierungsmodell	65
Abbildung 4.14: Fachübergreifende Modellkoordination (Quelle: Singapore BIM Guide Version 2, 2013)	67
Abbildung 4.15: BIM - Eine Arbeitsmethode mit vielen Fachmodellen (Quelle: AEC3)	68
Abbildung 4.16: Beispiel einer BIM-Koordination zwischen Architektur und Haustechnik (Quelle: baum kappler architekten). 68	
Abbildung 4.17: Das Koordinationsmodell (Quelle: AEC3)	69
Abbildung 4.18: Direkte Koordinierung zweier Fachmodelle (Quelle: AEC3)	70
Abbildung 4.19: Gemeinsames Arbeiten an einem Teilmodell (Quelle: AEC3)	71
Abbildung 4.20: Übergabe des Modells zur thermischen Berechnung (Quelle: AEC3).....	72
Abbildung 4.21: Übertragung der Ergebnisse der Berechnungen (Quelle: AEC3).....	72
Abbildung 4.22: Vollständige Übernahme eines nativen Modells (Quelle: AEC3).....	73
Abbildung 4.23: Geschichte der IFC Versionen (Quelle: buildingSMART International)	74
Abbildung 4.24: IFC als Datenschema mit genormten Datenfeldern (Quelle: AEC3).....	74
Abbildung 4.25: Beispiel von Daten, die mit IFC übertragen werden können (Quelle: AEC3).....	75
Abbildung 4.26: Fotorealistische Visualisierung eines Bauwerksmodells (Quelle: CAD Stelle Bayern)	77
Abbildung 4.27: Aus dem Modell generierter Schnitt (Quelle: schmersahl biermann prüßer Architekten + Stadtplaner).....	78
Abbildung 4.28: Strömungsanalyse Al Ain Hospital Abu Dhabi (Quelle: OBERMEYER Planen + Beraten).....	78
Abbildung 4.29: Übergabe an FEM Programm Generieren FEM Netz Anzeige der Verformungen (Quelle: Oltmanns & Partner)	79
Abbildung 4.30: Modellbasierte Mengenermittlung (Quelle: Max Bögl)	79
Abbildung 4.31: Kollisionsüberprüfung zwischen Architektur- und Lüftungsmodell (Quelle: OBERMEYER Planen+Beraten)	80
Abbildung 5.1: Struktur der empfohlenen BIM-Richtlinien und Empfehlungen für Deutschland (Quelle: AEC3)	84
Abbildung 6.1 : Beispiel für verschiedene Fertigstellungsgrade (Quelle: NATSPEC BIM Paper NBP 001, 2013).....	101

Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 1.1: Statistische Auswertung der analysierten BIM-Anleitungen	10
Tabelle 1.2: Auswertung der untersuchten BIM-Projekte.....	11
Tabelle 4.1: Informationsmanagement beim Einsatz von BIM	47
Tabelle 4.2: Fertigstellungsgrade von Fachmodellen im Vergleich zu Zeichnungsmaßstäben.....	61
Tabelle 4.3: Detaillierungsgrade eines Modellelements in verschiedenen Leistungsphasen	64
Tabelle 4.4: Zuweisung der BIM-Leistungen und Anwendungsfälle zu den BIM-Zielen	70
Tabelle 6.1: Übersicht der BIM-Rollen und Verantwortlichkeiten	95
Tabelle 6.2: Auswahl von Modellelementen für Architektur	97
Tabelle 6.3: Auswahl von Modellelementen für Tragwerksplanung	98
Tabelle 6.4: Auswahl von Modellelementen für TGA	99
Tabelle 6.5: Auswahl von Modellelementen für Elektroplanung.....	100
Tabelle 6.6: Auswahl von Modellelementen für Gebäudeleittechnik	100
Tabelle 6.7: Tabelle zur Erfassung von BIM-Randbedingungen	103
Tabelle 6.8: Erste Schritte für den Auftraggeber für die Projektdurchführung mit BIM	105
Tabelle 6.9: Erste Schritte für den Auftragnehmer für die Projektdurchführung mit BIM	106
Tabelle 6.10: Allgemeine Anforderungen an das BIM-Management	108

Anhang

Anhang A Übersicht Rollen und Verantwortlichkeiten

Rolle	Mögliche Verantwortlichkeiten in einem BIM-Projekt
Projekt BIM-Manager Diese Rolle kann durch die Gesamtprojektleitung oder einen BIM-Spezialisten auf Seite der Projektsteuerung oder des Bauherren übernommen werden.	Der BIM-Manager bereitet die Definition und deren Ausführung vor: - BIM-Definition und BIM-Dokumente - BIM-Abgaben - Meilensteine - Prüfungen der Datenqualität - BIM-Koordination
BIM-Gesamtkoordinator, BIM-Koordinator	- Agiert als BIM-Gesamtkoordinator in einem Projekt oder als BIM-Koordinator für ein Gewerk. <u>Planung, während der Planung und Realisierung:</u> - Erstellen von BIM-Modellen und dessen Dokumentation - Bestimmt die fachspezifische Anwendung passend zu den BIM-Vorgaben einschließlich der Auswertung. - Koordiniert zwischen unterschiedlichen Modellierern, Fachplanern und weiteren Parteien hinsichtlich BIM. - Ermöglicht eine kontinuierliche Qualitätsprüfung der Modelle. - Der BIM-(Gesamt-) Koordinator ist für die BIM-Qualität in seinem Zuständigkeitsbereich verantwortlich. <u>Bauausführung, während der Realisierung:</u> - Koordination mit Planer und weiteren Parteien hinsichtlich BIM. - Prüfung von Ausschreibungsunterlagen. - Prüfung der Modelle aus der Planung und aus der Bauausführung. - Verwendung von BIM-Informationen zur Koordination, Steuerung der Zeitabläufe und der Baustelle, Prüfung der Baubarkeit, der Kosten und Bauabläufe. - Erstellung von Modellen für die Bauausführung und von In-Situ- Modellen. - Ermöglicht eine kontinuierliche Qualitätsprüfung der Modelle.
Weitere Personen	<u>Alle weiteren Personen:</u> - Besitzen grundlegende Kenntnisse über gemeinsame BIM-Strategie und BIM-Ziele. - Kennen die BIM-Anforderungen und können ihre Aufgaben im BIM-Umfeld wahrnehmen. - Verwendet das Bauwerksmodell (Fach- oder Gesamtmodell), um gezielt Informationen für ihre Arbeit zu abzuleiten und fachspezifische Themen zu koordinieren. - Weisen BIM-Koordinatoren inhaltlich an bzw. Arbeiten mit ihnen zusammen.

Tabelle 6.1: Übersicht der BIM-Rollen und Verantwortlichkeiten

Anhang B Software und Schulung

B.1 Softwareschulung

Da die Software zunehmend komplexer wird und besonders für Großprojekte eine Reihe von Anwendungen notwendig sind, sind die Kosten für Schulungen und Software immer zu kalkulieren. Je nach Applikationen und abhängig vom Schwierigkeitsgrad ist eine Schulungsdauer von einigen Tagen bis hin zu wenigen Wochen notwendig. Zudem ist eine technische Betreuung in Form von Softwarespezialisten für einen längeren Zeitraum nach Bedarf einzuplanen.

Die Betreuung ist idealerweise Teil des Projektteams und dient als Wissensquelle, ansonsten sind festgelegte Regeltermine ebenso denkbar. Die Vorkehrungen sind möglichst ideal vorzusehen um ein positives Projektergebnis sicherzustellen.

B.2 Technische Grundlagen

Hardware :

Das Arbeiten mit BIM stellt höhere Anforderungen an die Hardware, ohne jedoch eine Spezialausstattung zu erfordern. Die empfohlenen Mindestvoraussetzungen für einen Arbeitsplatz sind:

- CPU - 64-Bit (x64)-Prozessor / Mehrkernprozessor
- RAM - 8 GB Arbeitsspeicher, dezidierter Grafikspeicher
- Grafikkarte - 1680 x 1050, besser 1920 x 1080

Software : 64-Bit Betriebssystem

Für das Erstellen von Bauwerksmodellen muss eine BIM-fähige Software genutzt werden, denn nur diese unterstützt eine intelligente bauteilorientierte 3D-Planung mittels entsprechender Bauteilwerkzeuge und den Datenaustausch.

Notwendige Funktionalitäten einer BIM-fähigen Software sind:

- Erstellung von Modellelementen (Bauteilen) als dreidimensionale parametrisierbare Objekte mit Verknüpfung alphanumerischer Informationen
- Erstellung einer Bauwerksstrukturierung - z.B. Gliederung nach Geschossen, Systemen, Anlagen
- Planableitungen wie das Generieren von Grundrissen, Schnitten, Ansichten aus dem Modell
- Unterstützung von Auswertungen wie Bauteillisten und Mengenermittlungen
- Vorhandensein einer IFC Schnittstelle für den Datenaustausch (eine Liste sämtlicher IFC unterstützender Softwaresysteme wird von buildingSMART veröffentlicht³¹)

Des Weiteren wird die Nutzung von Projektplattformen, Modell- und Dokumentenmanagementsystemen empfohlen.

³¹ Siehe <http://www.buildingsmart-tech.org/implementation/implementations>, diese Liste basiert auf der Eigenauskunft der Softwarehersteller

Anhang C BIM-Modellelemente gelistet nach Fachdisziplinen

C.1 Modellelemente Architektur

Fachmodelle	Modellelement	IFC
Umgebungsmodell	Balken	IfcBeam
Architekturmodell	Bauteil / Bauelement - beliebig	IfcBuildingElementProxy
Raummodell	Belag	IfcCovering
Ausbaumodell	Dach	IfcRoof
Rohbaumodell	Decke	IfcSlab
Fassadenmodell	Einrichtung / Möbel	IfcFurnishingElement
	Elektrogeräte	IfcElectricAppliance
	Fenster	IfcWindow
	Fundament	IfcFooting
	Geländer / Treppengeländer	IfcRailing
	Liegenschaft	IfcSite
	Platte	IfcPlate
	Rampe	IfcRamp
	Rampenlauf	IfcRampFlight
	Räume	IfcSpace / IfcZone
	Sanitäreinrichtung	IfcSanitaryTerminal
	Schornstein	IfcChimney
	Sonnenschutz	IfcShadingDevice
	Stab / Stabträger	IfcMember
	Stütze	IfcColumn
	Transportanlage / Aufzug	IfcTransportElement
	Treppe	IfcStair
	Treppenlauf	IfcStairFlight
	Tür	IfcDoor
	Vorhangfassade	IfcCurtainWall
	Wand	IfcWallStandardCase / IfcWall

Tabelle 6.2: Auswahl von Modellelementen für Architektur

C.2 Modellelemente Tragwerksplanung

Fachmodelle	Modellelement	IFC
Tragwerksmodell	Balken	IfcBeam
Bewehrungsmodell	Bauteil / Bauelement - beliebig	IfcBuildingElementProxy
Schalungsmodell	Befestigungsmittel	IfcFastener
	Bewehrungsmatte	IfcReinforcingMesh
	Bewehrungsstab	IfcReinforcingBar
	Decke	IfcSlab
	Fundament	IfcFooting
	Mechanisches Befestigungsmittel	IfcMechanicalFastener
	Pfeiler / Tiefgründung	IfcPile
	Platte	IfcPlate
	Rampe	IfcRamp
	Rampenlauf	IfcRampFlight
	Spannglied	IfcTendon
	Spanngliedanker	IfcTendonAnchor
	Stab / Stabträger	IfcMember
	Stütze	IfcColumn
	Treppe	IfcStair
	Treppenlauf	IfcStairFlight
	Wand	IfcWallStandardCase / IfcWall
	Zusammengesetztes Element	IfcElementAssembly
	Zusatzgerät / Einbauteil	IfcDiscreteAccessory

Tabelle 6.3: Auswahl von Modellelementen für Tragwerksplanung

C.3 Modellelemente TGA

Fachmodelle	Modellelement	IFC
TGA-Modelle	Ablauf / Abscheider	IfcWasteTerminal
Heizungsmodell	Befeuchter	IfcHumidifier
Sanitärmodell	Einbaufertige Anlage	IfcUnitaryEquipment
Lüftungsmodell	Feuerlöscheinrichtung	IfcFireSuppressionTerminal
	Filter	IfcFilter
	Heizkessel	IfcBoiler
	Heizkörper	IfcSpaceHeater
	Heiz-Kühlelemente	IfcCoil
	Kältemaschine	IfcChiller

Fachmodelle	Modellelement	IFC
	Kanal	IfcDuctSegment
	Kanalschalldämpfer	IfcDuctSilencer
	Kanalverbinder	IfcDuctFitting
	Kompressor	IfcCompressor
	Kondensator	IfcCondenser
	Kühlbalken	IfcCooledBeam
	Kühlturm	IfcCoolingTower
	Luftauslass	IfcAirTerminal
	Pumpe	IfcPump
	Regelklappe	IfcDamper
	Rohr	IfcPipeSegment
	Rohrabdeckung	IfcStackTerminal
	Rohrbündel	IfcTubeBundle
	Rohrverbinder	IfcPipeFitting
	Sanitäreinrichtung	IfcSanitaryTerminal
	Tank	IfcTank
	Ventil	IfcValve
	Ventilator	IfcFan
	Verdampfer	IfcEvaporator
	Verdunstungskühler	IfcEvaporativeCooler
	Volumenstromregler	IfcAirTerminalBox
	Wärmerückgewinner	IfcAirToAirHeatRecovery
	Wärmetauscher	IfcHeatExchanger
	Zähler	IfcFlowMeter

Tabelle 6.4: Auswahl von Modellelementen für TGA

C.4 Modellelemente Elektroplanung

Fachmodelle	Modellelement	IFC
Elektromodell	Abzweigdose	IfcJunctionBox
	Antrieb	IfcMotorConnection
	Elektrische Geräte	IfcElectricAppliance
	Elektrogenerator	IfcElectricGenerator
	Elektromotor	IfcElectricMotor
	Energiespeicher (Batterie)	IfcElectricFlowStorageDevice
	Installationsgerät	IfcOutlet

Fachmodelle	Modellelement	IFC
	Kabel	IfcCableSegment
	Kabelsystem	IfcCableCarrierSegment
	Kabelträger Passstück	IfcCableCarrierFitting
	Lampe	IfcLamp
	Leuchte	IfcLightFixture
	Schaltgerät	IfcSwitchingDevice
	Schutzvorrichtung	IfcProtectiveDevice
	Transformator / Wandler	IfcTransformer
	Zeitschaltuhr	IfcElectricTimeControl

Tabelle 6.5: Auswahl von Modellelementen für Elektroplanung

C.5 Modellelemente Gebäudeleittechnik

Fachmodelle	Modellelement	IFC
Gebäudeleittechnik	Aktor	IfcActuator
	Alarm	IfcAlarm
	Messgerät	IfcFlowInstrument
	Regler	IfcController
	Sensor	IfcSensor

Tabelle 6.6: Auswahl von Modellelementen für Gebäudeleittechnik

Anhang D Internationale Beispiele für Fertigstellungsgrade

Die Fertigstellungsgrade des Amerikanischen Architektenverbands (AIA, 2008) weiterentwickelt durch das NATSPEC BIM Paper (NATSPEC, 2013).

LOD 100: Das Modellelement kann im Modell grafisch mit einem Symbol oder einer anderen allgemeinen Abbildung dargestellt werden, aber es erfüllt noch nicht die Anforderungen von LOD 200. Information zu dem Modellelement (z. B. Kosten pro Fläche, Rauminhalt der Lüftungsanlage) kann von anderen Modellelementen bezogen werden.

LOD 200: Das Modellelement wird im Modell grafisch als ein allgemeines System, Objekt oder Baugruppe mit ungefähren Mengen, Größe, Lage und Orientierung dargestellt. Nicht-grafische Informationen können ebenfalls dem Modellelement hinzugefügt werden.

LOD 300 Das Modellelement wird im Modell grafisch als ein System, Objekt oder eine Baugruppe mit spezifischen Mengen, spezifischer Größe, Lage und Orientierung dargestellt. Nicht-grafische Informationen können dem Modellelement ebenfalls hinzugefügt werden.

LOD 350: Das Modellelement wird im Modell grafisch als ein System, Objekt oder eine Baugruppe mit spezifischer Größe, Lage und Orientierung und Schnittstellen zu anderen Gebäudesystemen dargestellt. Nicht-grafische Informationen können dem Modellelement ebenfalls hinzugefügt werden.

LOD 400: Das Modellelement wird im Modell grafisch als ein System, Objekt oder eine Baugruppe mit spezifischen Mengen, spezifischer Größe, Lage und Orientierung und spezifischen Mengen dargestellt und ist mit Informationen zur Detaillierung, zur Herstellung, zum Aufbau und zur Installation versehen. Nicht-grafische Informationen können dem Modellelement ebenfalls hinzugefügt werden.

LOD 500: Das Modellelement ist in Sachen Größe, Aussehen, Lage, Mengen und Orientierung eine überprüfte Darstellung dessen eingebaut wurde. Nicht-grafische Informationen können dem Modellelement ebenfalls hinzugefügt werden.

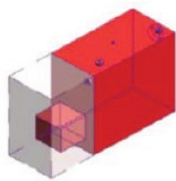
LOD 100 Conceptual	LOD 200 Approximate geometry	LOD 300 Precise geometry	LOD 400 Fabrication	LOD 500 As-built
				

Abbildung 6.1 : Beispiel für verschiedene Fertigstellungsgrade (Quelle: NATSPEC BIM Paper NBP 001, 2013)

Anhang E Arbeitsblätter und Kontrolllisten

E.1 BIM-Randbedingungen

Die Informationen aus dem nachfolgenden Dokument BIM-Randbedingungen dienen als allgemeine Grundlage für die Aufnahme der bestehenden, BIM-relevanten Aspekte eines Unternehmens oder eines Projektes. Auf dieser Basis kann ein passendes BIM-Konzept oder auch eine BIM-Konzept Umsetzung erstellt werden.

Es handelt sich um ein „Basisdokument“, das entsprechend den eigenen Bedürfnissen angepasst werden kann.

BIM-Randbedingungen

Ersteller: _____ Firma: _____

erstellt am: _____

Projekt:

Abfrage		Beschreibung	TO	DO	TO	DO	BIM-Manager	Fälligkeit	Ergebnis
1. Richtlinien									
1.1.	BIM-Richtlinien?	BIM/CAD Pflichtenheft							
1.2.	2D CAD Standard? Verträglichkeit mit BIM?	CAD- Pflichtenheft für 2D-Zeichnungen							
1.3.	3D CAD Standard?	CAD- Pflichtenheft für 3D-Modellierung							
1.4.	Dokumentation?	Vollständigkeit							
1.5.	Abstimmung	Pflichtenheft intern zu Pflichtenheft extern							
ergänzen nach Anforderung ...									
2. Technologie									
2.1.	Archivierung; Formate?	Archivierung, Formate, Systeme, Verfahrenshandbücher							
2.2.	Daten-Anforderungen?	BIM-Abgabeformat und Austauschformate							
2.3.	Anforderung/Definition Software/Hardware?								
2.4.	Interne Software / Hardware?								
2.5.	Abstimmung	Software/Hardware intern zu Software/Hardware extern							
ergänzen nach Anforderung ...									
3. Prozesse									
3.1.	Meilensteine/ Projektphasen								
3.2.	Informationsinfrastruktur?	Vorgabe von Informationsverfahren							
3.3.	Häufigkeit Austausch 2D/3D?	Austausch, Koordination							
3.4.	Häufigkeit Abgabe/ Dokumentation 2D/3D?								
3.5.	Abstimmung	Interne Abläufe zu externen Prozessen							
ergänzen nach Anforderung ...									
4. Ressourcen									
4.1.	Verständnis der Vorgaben?	Verständnis der BIM-Vorgaben/Auswirkung							
4.2.	BIM-Wissen für Projekt?	Vorhandensein BIM-Erfahrung							
4.3.	Team Zusammenstellung?	Teamzusammenstellung							
4.4.	Anforderungen Schulung, Support?	BIM, Software, Support							
4.5.	Abstimmung	Anforderungen Projekt und Vorhandensein Kompetenzen							
ergänzen nach Anforderung ...									

Tabelle 6.7: Tabelle zur Erfassung von BIM-Randbedingungen

E.2 Die ersten drei Projektschritte des Bauherrn / Auftraggebers

Hat sich der Auftraggeber für eine Projektdurchführung mit BIM entschieden, sollten rechtzeitig vor der Projektausschreibung und dem Planungsbeginn vorbereitende Maßnahmen hinsichtlich BIM-Strukturen ergriffen werden. Zudem sind Empfehlungen für praxisnahe Vorgaben entsprechend dem aktuellen BIM-Stand eingebettet:

erste drei Projektschritte für den Auftraggeber
1. Grundlagenbildung ☐ Die unternehmenseigenen, informationstechnischen Bedingungen des Bauherrn sind zusammenzufassen. Siehe Arbeitsblatt Anhang E „BIM-Randbedingungen“. <i>Hintergrund:</i> <i>Besonders in den kommenden Jahren werden für viele Auftraggeber BIM-Projekte neu sein. Das Prinzip der BIM-Durchführung ist im Allgemeinen gleich. Die jeweiligen Gegebenheiten vor Ort sind jedoch unterschiedlich. Auf dieser Basis sollte eine BIM-Strategie aufgebaut werden, um Vorteile nutzen zu können. Diese Vorarbeit kann entweder durch erfahrene Mitarbeiter oder ein externes BIM-Management übernommen werden.</i>
2. Grundlage für das Informationsmanagement ☐ Definition der BIM-Ziele <i>Hintergrund:</i> <i>Mögliche Ziele können z.B. eine kollisionsfreie Planung, effiziente Betriebsphase oder ähnliches sein.</i> Empfehlung: ☐ Transparenter Planungsstand ☐ Kollisionsfreie Planung ☐ In welcher Form sollen die Ergebnisse und die BIM-Ziele zur Verfügung gestellt werden? <i>Hintergrund:</i> <i>Informationen können in unterschiedlichen Datenformaten (z.B. Excel) und unterschiedlicher fachlicher Qualität (z.B. Flächenermittlung nach DIN 277, Kostengruppen nach DIN 276) definiert werden. Die BIM-Ziele und -Qualität der Informationen im Prozess sollten möglichst so definiert sein, dass viele Angaben automatisch generiert werden können.</i> Empfehlung: ☐ regelmäßige Entwurfsvorstellung, 3D Modell Projektion ☐ 3D Modell in einem Format für handelsübliche Viewer ☐ Kollisionsbericht, PDF Format ☐ Wie sollen die BIM-Ziele erarbeitet werden? <i>Hintergrund:</i> <i>Art der Leistungserbringung ist zu definieren. Es ist wichtig, dass z.B. Pläne aus einem Modell generiert werden.</i>

erste drei Projektschritte für den Auftraggeber
Empfehlung: ☐ 3D Modellierung, objektorientiert ☐ Alle Pläne sind mittels 3D Modell zu erbringen ☐ Definition der Modellierungsschnittstellen, Modellierungstiefe LOD 300 ☐ Durchführung von Kollisionsprüfungen entsprechend Modellierungstiefe
3. Umsetzung
☐ Der BIM-Manager hat alle notwendigen, projektbezogenen BIM-Unterlagen/Vorgaben entsprechend den unter 2. gestellten Anforderungen in Absprache mit weiteren Kompetenzen zu erstellen und zu prüfen. ☐ Alle Unterlagen sollten vollständig und abgestimmt verteilt werden. Vor Projektbeginn sind Tests durchzuführen, um die Kompetenzen des Planungsteams, später der Bauunternehmen zu verifizieren. Empfehlung: ☐ BIM-Projekt Richtlinien ☐ 2D Standards ☐ Vertragliche Anhänge ☐ BIM-Projektentwicklungsplan ☐ Modellierungsdefinition für Kollisionsprüfung

Tabelle 6.8: Erste Schritte für den Auftraggeber für die Projektdurchführung mit BIM

Für weitere Angaben siehe Anhang F „Allgemeine Leistungsbeschreibung BIM-Management“

E.3 Die ersten drei generischen Projektschritte des Auftragnehmers

Die ersten drei Schritte für Auftragnehmer sind hier generisch zusammengefasst.

Sie können durch Planer, Baufirmen, Produkthersteller oder Weitere als Vorlage genutzt werden, falls BIM-Richtlinien vertraglich festgelegt sind. Einige Punkte verhalten sich ähnlich einer traditionellen CAD Projekt-
abwicklung. Zudem sind Empfehlungen für praxisnahe Vorgaben entsprechend dem aktuellen BIM-Stand eingebettet:

erste drei Projektschritte für den Auftragnehmer
1. Grundlagenbildung
Prüfung der BIM-Unterlagen des Auftraggebers: ☐ Welche Informationen werden, wann und in welcher Form verlangt? ☐ Wie sollen die Informationen erarbeitet werden? ☐ Sind die Unterlagen vollständig? ☐ Das Dokument Anhang E „BIM-Randbedingungen“ dient als Orientierung
2. Abfrage der eigenen Ressourcen & Infrastruktur
Als nächstes sind folgende Punkte sicherzustellen: ☐ Definition der BIM-Ziele ☐ Vollständiges Verständnis der BIM-Vorgaben im gesamten Team ☐ Vorhandensein der notwendigen Erfahrungen, BIM-Arbeitsabläufe und Software ☐ Ggf. sollten Kompetenzen aufgebaut oder eingekauft werden ☐ Prüfung der Software, Hardware, Produkte und gültigen Versionen ☐ Prüfung der Informationsstruktur Empfehlung: ☐ Absprachen über den Ablauf/die Verantwortlichkeiten von modellbasierten Entwurfspräsentationen und Kollisionsprüfungen ☐ Prüfung der 2D Standards auf Konformität mit BIM-Werkzeugen ☐ Absprache zur Modellierungstiefe im Team ☐ Falls die BIM-Ziele mit den geforderten Mitteln nicht plausibel erscheinen oder andere Differenzen identifiziert werden, sollte <u>vor</u> Beginn der Modellierung ein Klärungstermin mit dem Auftraggeber aufgesetzt und die Punkte ausgeräumt werden.
3. Durchführung
☐ Das Projekt ist mit Hilfe eines BIM-Durchführungsplanes zu strukturieren. ☐ Evtl. sollten erste Tests aufgenommen werden, um rechtzeitig sicherzustellen, dass die Anforderungen erfüllt werden. ☐ Es ist zu bedenken, dass früh eine höhere Menge an Ressourcen notwendig ist.

Tabelle 6.9: Erste Schritte für den Auftragnehmer für die Projektdurchführung mit BIM

Anhang F Allgemeine Leistungsbeschreibung BIM-Management

Die Leistungsbeschreibung BIM-Management ist kurz und generisch gehalten. Zu beachten ist, dass der Aufwand des BIM-Managements von der Zieldefinition abhängig ist. Das BIM-Management sollte möglichst durchgehend und umfassend tätig sein, um Schnittstellen zu vermeiden. Die wachsende, technische Entwicklung und verbesserte Lösungen sind besonders bei langfristigen Projekten zu beachten.

Zudem sind Empfehlungen für praxisnahe Vorgaben entsprechend dem aktuellen BIM-Stand eingebettet.

- BIM-Aufgabengebiete

Aufgabenbereich BIM-Management:

Definition der digitalen Strategie entsprechend den Zielen des Arbeitgebers und Sicherung dieser im Arbeitsprozess bis zur Projektübergabe.

- Allgemeine Leistungsbeschreibung BIM-Management

Der BIM-Manager bzw. das BIM-Management hat die Aufgabe, den Bauherrn bei der Definition der BIM-Ziele zu unterstützen, diese in Form einer BIM-Strategie als Anforderungen für die Projektdurchführung zu formulieren und bis zur Datenübergabe zu sichern.

Vier Schritte:



Leistungsbeschreibung für das BIM Management
1. BIM-Randbedingungen
☐ Als Grundlagen für das BIM-Konzept ist eine Bewertung der Randbedingungen zu erstellen. ☐ Zur Unterstützung soll das Dokument Anhang E „BIM-Randbedingungen“, verwendet werden.
2. Konzept
☐ Unterstützung des Auftraggebers bei der Konkretisierung der der BIM-Ziele, Informationsqualität und der Leistungserbringung. Empfehlung: Siehe Anhang F und E.2 ☐ Aufbau, oder ☐ Ergänzung von allen relevanten BIM-Dokumenten, die für eine erfolgreiche Beschreibung und Durchführung der BIM-Ziele bis zur Datenübergabe im Projekt notwendig sind. Dazu zählen: BIM-Allgemeine Vorgaben, BIM-Projektentwicklungsplan, 2D CAD-Standards, Modellierungsvorschriften entsprechend den BIM-Zielen.

Leistungsbeschreibung für das BIM Management
Empfehlung: Siehe Anhang E.2 ☐ Die Datengrundlage durch neutrale und offene Standards gebildet werden. ☐ Die BIM-Strategie hat die BIM-Randbedingungen des Auftraggebers zu berücksichtigen.
3. Durchführung
☐ Organisation und Durchführung von Workshops/Tests zur Validierung der BIM-Kompetenz der ausführenden Teams sowie Bewertung des BIM-Projektentwicklungsplans. ☐ Durchführung von Steuerungsmeetings und Regelprüfungen. Sicherung der Informationsqualität entsprechend den Zielvorgaben bis zur abschließenden Dokumentation. Hierfür ist vorab ein Vorgehen zu erstellen. ☐ Unterstützung bei der Daten- und Informationsübertragung an die Bauausführung.
4. Übergabe
☐ Unterstützung bei der Informationsübergabe und Bestandsdokumentation
Weiterführende Prüfpunkte:
5. Notwendige weitere Bauherrenangaben ☐ BIM-Ziele ☐ Projekt Zeitplan ☐ Angaben nach Dokument Anhang E „BIM-Randbedingungen“, falls vorhanden 6. Vorschlag Qualifikation & Nachweise Eine entsprechende Qualifikation und praktische Erfahrungen des BIM-Managements sind für den Projekterfolg zwingend Voraussetzung. Bisher ist eine Qualifikation über Ausbildungszertifikate nicht gegeben, so ist sie zu belegen durch: ☐ Projekterfahrung: Zu übermitteln sind Nachweise einer disziplinübergreifenden, softwareneutralen Projekterfahrung in der Funktion BIM-Management/Koordination: Durchführung von mindestens drei Projekten einer ähnlichen Projektgröße/BIM-Anforderungen. ☐ Mindestens ein der Projekte sollte über alle Phasen durchgehend durchgeführt worden sein. ☐ BIM-Dokumente: Nachweise über die Erstellung von Projekt BIM-Richtlinien/Projektentwicklungsplan für mind. 2 BIM-Projekte ☐ Das Vorhandensein von weiteren BIM-Fachthemen wie IT oder GIS und eine Bandbreite an fachlichem Wissen wird positiv gewertet. ☐ Personen: Lebensläufe der Projektleitung und weiterer Mitarbeiter Die Qualifikation des BIM-Managements ist auf die BIM-Ziele und Projektkomplexität anzupassen.

Tabelle 6.10: Allgemeine Anforderungen an das BIM-Management

Anhang G Grundlagen der BIM-Ausbildung

Aktuell lässt sich in Deutschland keine allgemein anerkannte Ausbildung und Zertifizierung für die BIM-Arbeitsmethode identifizieren. Nachfolgende Stichpunkte sollen einen Anhaltspunkt für mögliche Ausbildungs- und Schulungsschwerpunkte geben:

1. BIM-Allgemein:

- BIM-Einführung, Grundsätze & Prozesse
- Einordnung des Modells in BIM
- BIM-Entwicklung: Potentiale, Risiken, Erwartungen, Aufwandsverlagerung
- vertragliche Grundlagen zu BIM

2. BIM-Projektabwicklung:

- BIM-Richtlinien
- Szenarien der BIM-Umsetzung/Anwendung
- Team Verantwortlichkeiten, Aufgaben
- Fachspezifisches Arbeiten: Modelle, Anforderungen, Prozesse
- Fachübergreifendes Arbeiten: Modelle, Anforderungen, Prozesse
- BIM-Technologie: Schnittstellen, Anwendungen

3. Mögliche Vertiefung nach Nutzern:

- BIM für Bauherren
- BIM in der Architektur
- BIM in der TGA
- BIM in der Tragwerksplanung
- BIM, GIS im Infrastrukturbereich
- BIM in der Bauausführung
- BIM in der Produktherstellung
- BIM im Facility Management
- BIM und Mengen- und Kostenermittlung
- BIM und Bauphysik

4. Mögliche weitere Schulungen:

- Diverse Software