

Masterthesis

zur Erlangung des akademischen Grades
eines
Master of Engineering

HAWK Hildesheim
Hochschule für angewandte Wissenschaften und Kunst
Fakultät Bauen und Erhalten

Fachrichtung Energie und Umwelt

B. Eng. Arne Kolisch
Mat.-Nr. 564 449
Hannover

Thema

Building Information Modeling (BIM)

SoSe 2016

1. Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Hans-Peter Leimer
2. Prüfer: Dipl.-Ing. Patrizia Hoff

Introduction

The building sector presently appears frequently in the news with negative headlines. They are based on series of mishaps, delays and exploding costs of construction projects. This phenomenon is not just restricted to major projects, but can also be seen in the whole sector. The reasons therefore are increasing demands on complexity of buildings of tomorrow combined with the simultaneously increasing pressure on timelines and prices. At this point conventional methods of planning and building have reached their limits. Thus time has come to establish a new working method in Germany that can fulfil these requirements.

There is an already proven method in many other countries, it is the building information modeling (short BIM). BIM is an interdisciplinary working method that leads to optimized planning, an efficient construction progress and a more economic operating phase of buildings by using digital 3D models and coordinated processes.

It is the essential objective of this master's thesis is to create a general understanding of this new working method. For this the BIM fundamentals, the current state of the art and the processes of building information modeling are elaborated and the gained knowledge will be adapted to the praxis. This happens by processing a traditional planned construction project with the BIM method in part, considering in particular the effects on architecture, structure planning and building services. Furthermore, this thesis contains a potential analysis of the influence of BIM on the building physics in general and it introduces a self-developed program for using 3D BIM models in a thermal simulation software. Moreover, it defines content structures for the model orientated quantity determination and cost calculation.

A further intention is to create a BIM implementation concept for a medium-sized construction company. For that purpose, the BIM processes are applied to existing company structure and potential areas of activity are analyzed. Referring to this the thesis shows an implementation plan for the gradual introduction of BIM. Long-term objective is to benefit from the BIM method and to gain an additional competence.

At the end the conclusion sums up the perception acquired and gives a short judgment to the current state of building information modeling in Germany.

Aufgabe für die Master-Thesis

Name, Vorname: **Kolisch, Arne B.Eng.**
Matr.-Nr.: **564449**
Bearbeitungszeit: **04.04.2016 bis 20.07.2016 - 12.00 Uhr**

Erstprüfer: **Prof. Dr.-Ing. Hans-Peter Leimer**
Zweitprüfer: **Dipl.-Ing. Patrizia Hoff, Wilhelm Wallbrecht GmbH & Co. KG**

• Thema: Building Information Modeling (BIM)

Immer häufiger werden Gebäude gefordert, die definierte konzeptionelle Verhältnisse garantieren, jedoch im Gegensatz zum Standard auf technologisch andersartigen Konzepten beruhen. Die Komplexität der Gebäudebezüge aus Baukonstruktion, Bauphysik und Gebäudetechnik steigt somit kontinuierlich an und dennoch müssen die Fragen zur Gewährleistung der zugesagten Eigenschaft im Betrieb/der Nutzung, auch im Vorfeld, beantwortet werden.

Wie können nun Konzepte der Planung in Hinblick auf die Gebrauchstauglichkeit überprüft werden und wie kann ein Abgleich der Planung mit dem Betreib bei komplexen Strukturen durchgeführt werden.

Eine Möglichkeit im integralen digitalen Prozess die Informationen zu verarbeiten und zu überprüfen, ist das Building Information Modeling. BIM beschreibt hierbei eine Methode der optimierten Planung, Ausführung und Bewirtschaftung von Gebäuden mit Hilfe von Software. Hierbei werden alle relevanten Gebäudedaten digital erfasst, kombiniert und vernetzt. Das Gebäude ist so als virtuelles Gebäudemodell mit seinen Funktionen geometrisch und funktionstechnisch abgebildet. Somit besteht die Möglichkeit nicht nur in jedem Planungs-, Ausführungs- und Betriebsschritt auf die Vorgaben zurückzugreifen, sondern auch die Ergebnisse des Betriebes, auch mit geplanten und ungeplanten Veränderungen, mit den Vorgaben abgleichen zu können.

So findet BIM aktuell im Bauwesen zur Bauplanung und Bauausführung in der Verknüpfung der Bereiche Architektur, Ingenieurwesen, Haustechnik sowie folgend im Facility-Management Anwendung. Erste Grundlagen bietet hierbei der BIM-Leitfaden für Deutschland vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR).

Im Rahmen der Master-Thesis sind u.a. folgende Aufgaben zu bearbeiten:

- Darstellung der Grundlagen BIM
- BIM; aktueller Stand der Technik und zu erwartende Möglichkeiten und Grenzen des Verfahrens
- Entwicklungsstand bei der Firma Wallbrecht
- Entwicklung eines Gebäudemodells BIM

Hierbei sind aufbauend auf den architektonischen Entwurf eines Gebäudes die Bereiche Tragwerk, Baukonstruktion, Bauphysik und TGA für den BIM-Prozess vorzubereiten und in das Model auf der Softwarebasis Revit, iTWO 5D, Tekla BIMsight, etc. einzubetten und miteinander zu verknüpfen.

Im Rahmen der Auswertung BIM sollen insbesondere die Bereiche der Vollständigkeit der Genehmigungsplanung, Berechnungen, Simulationen, Preiskalkulation, Clash-Detection, Mengen-/Massenberechnungen betrachtet werden.

Inhaltsverzeichnis:

1	Einleitung	1
2	BIM in der Theorie (Grundlagen)	2
2.1	Definition von Building Information Modeling	2
2.2	Das BIM Modell / Informationsmodell	2
2.2.1	Datenaustausch von Modelldaten mittels IFC	3
2.2.2	Attributierung von Modelldaten bzw. Objekten	3
2.2.3	Informationsgehalt von Objekten (Level of Information / Development)	3
2.2.4	Vorlagen und Content	4
2.3	Begrifflichkeiten im Zusammenhang mit BIM	4
2.3.1	Die nD-Terminologie bzw. Bearbeitungstiefen	4
2.3.2	Durchgängigkeit von Softwarelösungen (open, closed / little und BIG BIM)	4
2.3.3	Zentraler Datenaustausch durch BIM Server / BIM Cloud	5
2.3.4	Handling von Modelldaten mit Modell-Viewern	5
2.3.5	Typische Anwendungszwecke	5
2.4	Der BIM Prozess	5
2.4.1	Einfluss auf die die Projekt-Kommunikation	6
2.4.2	Optimierung der Informationsdurchgängigkeit und Informationsbasis	7
2.4.3	Aufwandsverlagerung und Kostenentwicklung	8
2.4.4	Rollen und Verantwortliche in der Projektstruktur	9
2.4.5	Mögliche Ziele für die Projektbearbeitung	9
2.4.6	Struktur der Prozesskoordination	10
2.5	Entwicklungsstand von BIM in Deutschland	10
2.5.1	Initiative aus der Wirtschaft (planen-bauen 4.0 GmbH)	11
2.5.2	Der BIM Leitfaden für Deutschland	11
2.5.3	Der BIM Stufenplan des BMVI	11
2.5.4	Der BIM Praxisleitfaden 1.0 (BIM-Blog.de)	12
2.5.5	Einsatz von BIM International	12
2.5.6	Ausblick	13
3	BIM in der Praxis (Technik)	13
3.1	Bauvorhaben (Kita Constantinenstraße 40, Hannover)	14
3.2	Autodesk Revit (CAD) und Cloud-Services.....	14
3.3	Technische Aspekte von BIM.....	14
3.3.1	Aspekte von BIM in der Architektur	15
3.3.2	Aspekte von BIM in der Tragwerksplanung	15
3.3.3	Aspekte von BIM in der Technischen Gebäudeausrüstung	15
3.4	Visuelle Programmierung mit Dynamo.....	16
3.5	Kollisionsprüfung von Gebäudemodellen.....	16
3.5.1	Aufstellen von Prüfbedingungen	16

3.5.2	Auswertung von Kollisionen	16
3.5.3	Entwicklungsstand und Ausblick	16
3.6	Nutzung von BIM Modelldaten in der Bauphysik	17
3.6.1	Energy Analysis for Autodesk Revit	18
3.6.2	Export von Modelldaten mittels gbXML	18
3.6.3	Entwicklung eines Programmes zur Aufbereitung der Modelldaten für die thermische Simulation in Therakles (gbXMLtoTherakles)	18
3.7	Modellbasierte Mengenermittlung und Kalkulation mit RIB iTWO 5D	18
3.7.1	RIB iTWO 5D	18
3.7.2	Datenfluss – vom Modell zum Leistungsverzeichnis	18
3.7.3	Content für die Mengenermittlung und LV-Erstellung	19
4	Umsetzungskonzept	19
4.1	Vorstellung und Entwicklungsstand	19
4.2	Wallbrecht BIM Zielbereiche	20
4.3	Implementierungsplan	20
5	Fazit	21
6	Abbildungsverzeichnis	23
7	Literaturverzeichnis	25

1 Einleitung

Die Baubranche steht derzeit durch negative Schlagzeilen immer wieder im Mittelpunkt der Öffentlichkeit.¹ Auslöser dafür sind vor allem Pannenserien, Terminverzug und ins Grenzenlose steigende Kosten von Bauvorhaben. Dabei ist dieses Phänomen nicht nur auf Großprojekte beschränkt, sondern zeichnet sich zunehmend auch innerhalb der gesamten Baubranche ab. Grund dafür sind die steigende Komplexität der Gebäude von Morgen und der gleichzeitig zunehmende Termin- und Kostendruck. Herkömmliche Planungs- und Baumeethoden stoßen bei diesen Anforderungen an ihre Grenzen. Dementsprechend wird es Zeit, eine neue Arbeitsmethodik in Deutschland zu etablieren, die den geforderten Anforderungen gewachsen ist.

Eine bereits im Ausland bewährte Methodik stellt das Building Information Modeling dar. Dabei handelt es sich um eine interdisziplinäre Arbeitsmethodik, die durch den Einsatz digitaler 3D Gebäudemodelle und abgestimmter Prozesse zu einer optimierten Planung, einem effizienteren Bauablauf und einer wirtschaftlicheren Betriebsphase beiträgt.

Das Hauptziel dieser Arbeit ist es, ein allgemeines Verständnis für die neue Arbeitsmethodik zu schaffen. Dazu werden die Grundlagen, der Entwicklungsstand und die Prozessabläufe des Building Information Modeling dargelegt und im Anschluss auf die Praxis übertragen. Für den Transfer der Grundlagen in die Praxis wird ein zu realisierendes Bauvorhaben in Teilen mit der BIM Methodik bearbeitet. Betrachtet werden dabei unter anderem die Auswirkungen von BIM für die Architektur, die Tragwerksplanung und die Technische Gebäudeausrüstung. Zusätzlich erfolgt die Analyse des Potentials von BIM für die Bauphysik. Dabei wird insbesondere die Möglichkeit zur Weiterverwendung der Modelldaten für die thermische Simulation untersucht und ein eigenes Programm dazu entwickelt. Darüber hinaus erfolgt die Definition von Content Strukturen, mit denen die modelbasierte Kalkulation inklusive LV-Erstellung und Mengenermittlung erfolgen kann.

Ein weiteres Ziel ist die Erstellung eines BIM Umsetzungskonzeptes für eine mittelständische Bauunternehmung. Dazu werden die BIM Prozessabläufe auf die Firmenstruktur übertragen und mögliche Handlungsfelder aufgezeigt. Im Anschluss daran wird ein Implementierungsplan für die schrittweise Einführung von BIM erarbeitet. Langfristiges Ziel ist es, von den Vorteilen der Methodik zu profitieren und so eine zusätzliche Kompetenz zu erwerben.

Zum Schluss erfolgt mit dem Fazit die Zusammenfassung der gewonnenen Erkenntnisse und eine kurze Beurteilung zum derzeitigen Stand des Building Information Modeling in Deutschland.

¹ Vgl. Eckl-Dorna

2 BIM in der Theorie (Grundlagen)

Ziel dieses Kapitels ist es, einen Überblick über die theoretischen Aspekte des Building Information Modeling zu geben. Das Hauptaugenmerk fällt dabei auf eine umfangreiche Definition des BIM Prozesses, der modellgestützten Arbeitsweise und Begrifflichkeiten im Zusammenhang mit BIM.

2.1 Definition von Building Information Modeling

Das Building Information Modeling (kurz: BIM) stellt eine - für Deutschland neue - IT-gestützte Methode zur Optimierung der Planung, Ausführung und Bewirtschaftung von Bauvorhaben dar. Dabei werden planungsübergreifende digitale 3D Bauwerksmodelle (Datenmodelle) genutzt, um alle gebäuderelevanten Informationen zentral zu sammeln und zu verwalten. Die Datenmodelle können ein Bauwerk über den gesamten Lebenszyklus - von der Grundlagenermittlung zum Bau über den Betrieb hin bis zum Abriss - begleiten.

Building Information Modeling ist kein Produkt, keine Software und keine Dienstleistung - es ist eine interdisziplinäre Arbeitsmethodik, die die vorherrschende Planungs- und Baukultur grundlegend verändern wird. Dementsprechend ist die Implementierung der BIM Technologie als eine Managementaufgabe anzusehen.²

Eine erste allgemeine Definition von BIM gab der Bundesminister für Verkehr und digitale Infrastruktur Alexander Dobrindt wie folgt:

„Building Information Modeling bezeichnet eine kooperative Arbeitsmethodik, mit der auf der Grundlage digitaler Modelle eines Bauwerks die für seinen Lebenszyklus relevanten Informationen und Daten konsistent erfasst, verwaltet und in einer transparenten Kommunikation zwischen den Beteiligten ausgetauscht oder für die weitere Bearbeitung übergeben werden.“³

2.2 Das BIM Modell / Informationsmodell

Die Grundlage für Building Information Modeling sowie aller dazugehörigen Anwendungen und Prozesse stellen in CAD erstellte 3D-Modelldaten dar. Primär liegt das Augenmerk dabei nicht auf der Modellierung, sondern auf den Informationen, die in den Modellen gesammelt werden (Building Information Modeling). Dementsprechend ist ein 3D-Modell ohne Informationen nicht für die BIM-Arbeitsweise geeignet. Aus technischer Sicht gleichen die Modelle Datenbanken.

² Vgl. Groot

³ Vgl. (BMVI) Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur 2015:4

Üblicherweise gibt es für ein Projekt mehrere 3D Modelle – sogenannte Fachmodelle. Die Fachmodelle entsprechen der Planung der einzelnen Fachdisziplinen (klassisch: Architektur, Tragwerksplanung, Technische Gebäudeausrüstung). Bei zusätzlichen Projektbeteiligten kommen weitere Fachmodelle hinzu.

[Mehr in Originalfassung]

Um den Planungsstand innerhalb der einzelnen Fachmodelle zu überprüfen, werden die Fachmodelle in regelmäßigen Abständen in einem Koordinationsmodell zusammengefügt. Damit dies möglich ist, bedarf es einheitlicher Dateistandards.

2.2.1 Datenaustausch von Modelldaten mittels IFC

Um die Zusammenarbeit im BIM Prozess auch über die Grenzen einzelner Büros bzw. einzelner Softwareanwendungen hinaus zu gewährleisten und Datenbrüche zu vermeiden, ist ein genormter Standard für den Datenaustausch erforderlich. Dieser ist für BIM die Industry Foundation Classes (kurz IFC).

Die Industry Foundation Classes sind ein offener und herstellerneutraler Standard für den modellbasierten Datenaustausch im Bauwesen. Übertragen werden dabei Bauteile, Räume, Öffnungen und Attribute. IFC wird durch die Organisation buildingSMART International (bSI) (buildingSMART e. V in Deutschland), mit dem Ziel eine einheitliche Definition von CAD-Objekten zu erreichen, vorangetrieben. Unterstützt wird IFC mittlerweile von allen namenhaften CAD und Bau-Software Herstellern. (Eine Liste aller unterstützten Programme ist unter <http://www.buildingsmart.org/compliance/certified-software/> [Stand 20.06.2016] zu finden.)

[Mehr in Originalfassung]

2.2.2 Attributierung von Modelldaten bzw. Objekten

[Mehr in Originalfassung]

2.2.2.1 DIN SPEC 91400

[Mehr in Originalfassung]

2.2.3 Informationsgehalt von Objekten (Level of Information / Development)

Das Level of Information (kurz LOI, häufig auch Level of Development, kurz LOD) beschreibt den Informationsgehalt eines Objektes bzw. allgemeiner den Entwicklungsstand einer Sache. Dabei unterscheidet sich das Level of Information grundlegend von dem Level of Detail (Detailierungstiefe). Trotzdem werden in der Praxis beide Begriffe oft vertauscht.

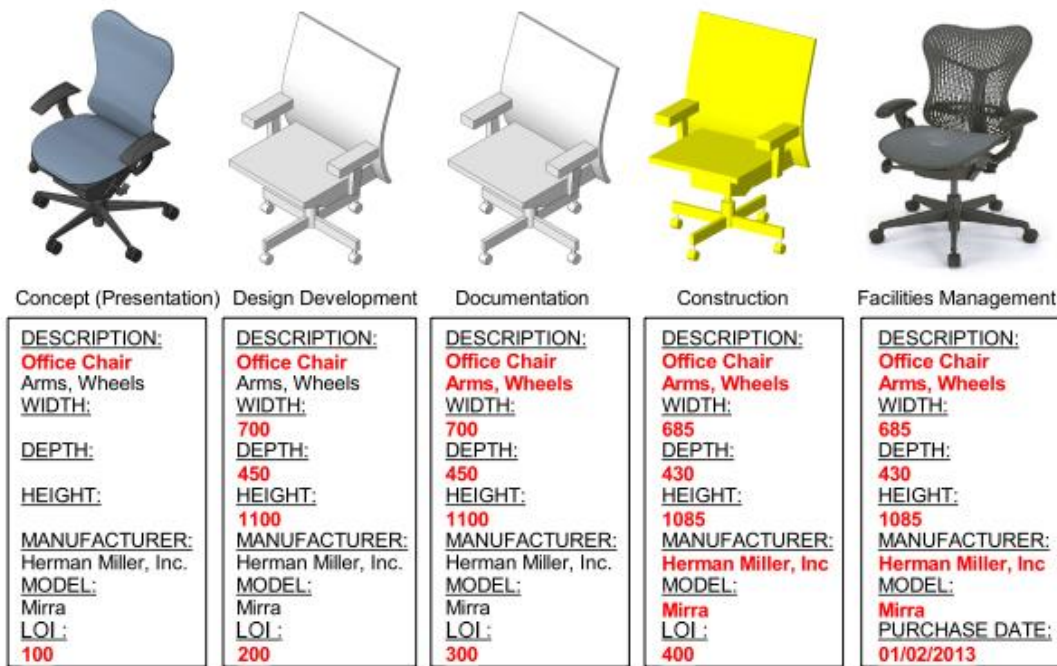
Ursprünglich stammt das Level of Information von dem Software Entwickler Vicosoftware (jetzt Trimble) und wurde derzeit noch als Level of Detail bezeichnet. Die Intention war es, eine Bewertung einzuführen, die Aufschlüsse darüber gibt, wie gut ein Objekt im Modell beschrieben ist und wie genau die dazu ermittelten Kosten sind. Dabei geht es nicht wie bei

dem heutigen Level of Detail darum, das Objekt bestmöglich visuell abzubilden, sondern um die Beschreibung der objektrelevanten Informationen.

[Mehr in Originalfassung]

LEVEL of INFORMATION

LOI 100 LOI 200 LOI 300 LOI 400 LOI 500



(Only data in red is useable)

Vgl. practicalBIM.net © 2013

Abbildung 1 - Informationsgehalt (LOI)

In der Abbildung werden Beispiele für die unterschiedlichen Stufen des Level of Information dargestellt. Zusätzlich ist zu erkennen, dass das Level of Detail mit dem LOI ansteigen kann, jedoch nicht zwangsweise muss, da es auf den Informationsgehalt der Attributierung keinen Einfluss hat.

[Mehr in Originalfassung]

2.2.4 Vorlagen und Content

[Mehr in Originalfassung]

2.3 Begrifflichkeiten im Zusammenhang mit BIM

2.3.1 Die nD-Terminologie bzw. Bearbeitungstiefen

[Mehr in Originalfassung]

2.3.2 Durchgängigkeit von Softwarelösungen (open, closed / little und BIG BIM)

[Mehr in Originalfassung]

2.3.3 Zentraler Datenaustausch durch BIM Server / BIM Cloud

[Mehr in Originalfassung]

2.3.4 Handling von Modelldaten mit Modell-Viewern

[Mehr in Originalfassung]

2.3.5 Typische Anwendungszwecke

[Mehr in Originalfassung]

2.3.5.1 Kollisionsprüfung

[Mehr in Originalfassung]

2.3.5.2 Mengenermittlung

[Mehr in Originalfassung]

2.3.5.3 Bauablaufsimulation

[Mehr in Originalfassung]

2.3.5.4 Visualisierung / Rendering

[Mehr in Originalfassung]

2.3.5.5 Dokumentation

[Mehr in Originalfassung]

2.3.5.6 Simulationen / Berechnungen

[Mehr in Originalfassung]

2.4 Der BIM Prozess

Hinter der BIM Arbeitsmethodik verbirgt sich, wie eingangs bereits erwähnt, ein Prozess zur Optimierung der Planung, Durchführung und Bewirtschaftung von Bauwerken, bei dem der Informationsaustausch, die Informationsqualität, die Kommunikation und die Verknüpfung aller Beteiligten größte Priorität hat. Gleichzeitig verlangt der Prozess ein gemeinschaftliches, integriertes Denken und Handeln aller Mitwirkenden. Ziel ist es, das wirtschaftliche Risiko zu minimieren und das Bauen und Betreiben zu einem kalkulierbareren Prozess zu machen.

Bei der Projektbearbeitung mit BIM ergeben sich auf Grund der interdisziplinären Zusammenarbeit und den neuen technischen Bearbeitungsansätzen entscheidende Änderungen im Vergleich zum traditionellen Prozessablauf. Da diese Änderungen hohe Relevanz für die Vorgehensweise bei der Projektbearbeitung haben, ist es notwendig, dass sich alle Projekt-

beteiligten dessen bewusst sind. Nachfolgend werden die signifikanten Änderungen näher erläutert.

2.4.1 Einfluss auf die die Projekt-Kommunikation

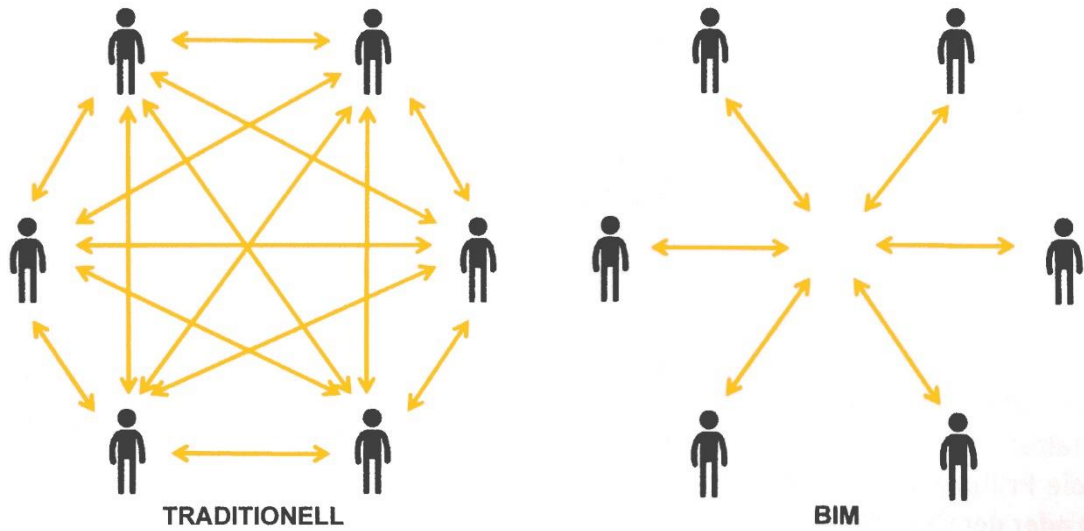


Abbildung 2 - Unterschied Projektkommunikation traditionell und mit BIM⁴

In der traditionellen Projektbearbeitung findet die Kommunikation einzelner Beteiligter überwiegend direkt zwischen den jeweilig Betroffenen statt (z.B. Architekt – Bauherr / Architekt – GU). Gewonnene Erkenntnisse sind dabei nur den direkt involvierten Akteuren bekannt und müssen im Anschluss an die anderen Projektbeteiligten weitergeleitet werden. Dafür werden derzeit keine geregelten Kommunikationswege genutzt. Durch zu spät oder gar nicht weitergeleitete Informationen entsteht an dieser Stelle ein hohes Fehlerpotential. Gleichzeitig führt dies dazu, dass verschiedene Akteure sich immer wieder über gleiche Themenpunkte austauschen müssen, da die Informationen nicht zentral verwaltet bzw. abrufbar sind.

Im Gegensatz zu der traditionellen Projektbearbeitung findet bei der Projektbearbeitung mit BIM die Kommunikation zentral – am Gebäudemodell - statt. Dadurch müssen die Informationen nur einmal erzeugt werden und stehen jederzeit zur Verfügung. Gleichzeitig kann das Modell dabei als Kommunikationsgrundlage genutzt werden und offene Problemstellungen können visuell analysiert und diskutiert werden. Technisch wird dies durch das BIM Collaboration Format (Siehe 2.2.1) ermöglicht.

⁴ Przybylo 2015:2

2.4.2 Optimierung der Informationsdurchgängigkeit und Informationsbasis

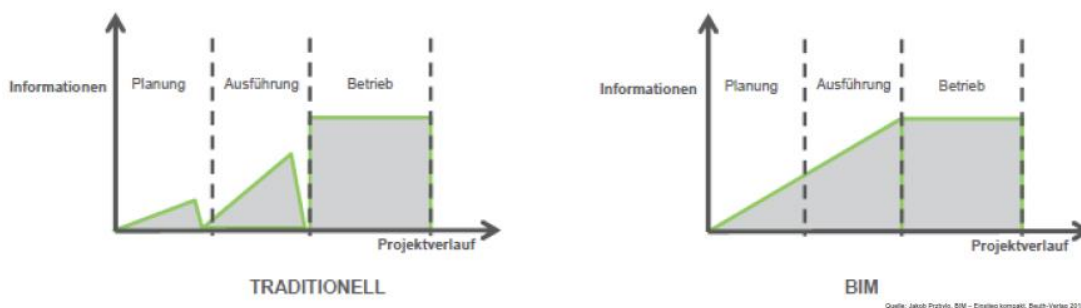


Abbildung 3 - Unterschied Informationsdurchgängigkeit traditionell und mit BIM⁵

Bei der traditionellen Projektbearbeitung gibt es im Projektverlauf Brüche in der Informationenkette, die meist im Rahmen der Überführung des Bauvorhabens in eine neue Projektphase bzw. mit dem Wechsel der Projektbeteiligten auftreten und somit einen Informationsverlust darstellen. Klassisch für einen solchen Phasenwechsel ist die Überführung eines Bauwerkes von der Ausführungsphase in die Nutzungsphase. Dabei können die Informationen, die über den Planungs- oder Ausführungszeitraum gewonnen wurden und überwiegend in Form von zweidimensionalen Zeichnungen und reduzierten, projektbeschreibenden Darstellungen vorliegen, nur eingeschränkt für die Bewirtschaftung des Bauwerkes genutzt werden.

Bei der Verwendung von BIM wächst die Informationsdichte in den Modelldaten mit fortschreitendem Projektstand stetig. Darüber hinaus bleiben die Informationen auch beim Wechsel der Projektbeteiligten oder der Projektphase bestehen und können somit in späteren Projektphasen genutzt werden. Informationsverluste werden so reduziert und die Neuerstellung von Informationen erübrigt sich.

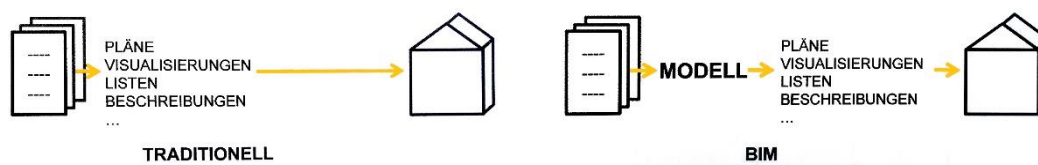


Abbildung 4 - Unterschied Informationsbasis⁶

Gleichzeitig steht mit den Modelldaten eine einheitliche und konstante Informationsbasis für die Ableitung von Plänen (Grundrissen, Schnitte, Ansichten), Visualisierungen, Listen und Beschreibungen zur Verfügung.

⁵ Przybylo 2015:4

⁶ Przybylo 2015:3

2.4.3 Aufwandsverlagerung und Kostenentwicklung

Ein weiterer Unterschied zur traditionellen Projektbearbeitung ist die Verlagerung des erbrachten Arbeitsaufwandes in frühere Leistungsphasen. Hintergrund ist, dass die benötigten Kosten für Änderungen im Laufe des Projektzeitraums stetig steigen. Mit BIM wird daher versucht, notwendige Änderungen in einer frühen Projektphase zu erkennen und so die Kosten der Änderung zu minimieren. Die Abbildung 5 nach Patrick MacLeamy beschreibt genau diesen Einfluss der Änderungen auf die Kosten im Laufe des Projektzeitraums.

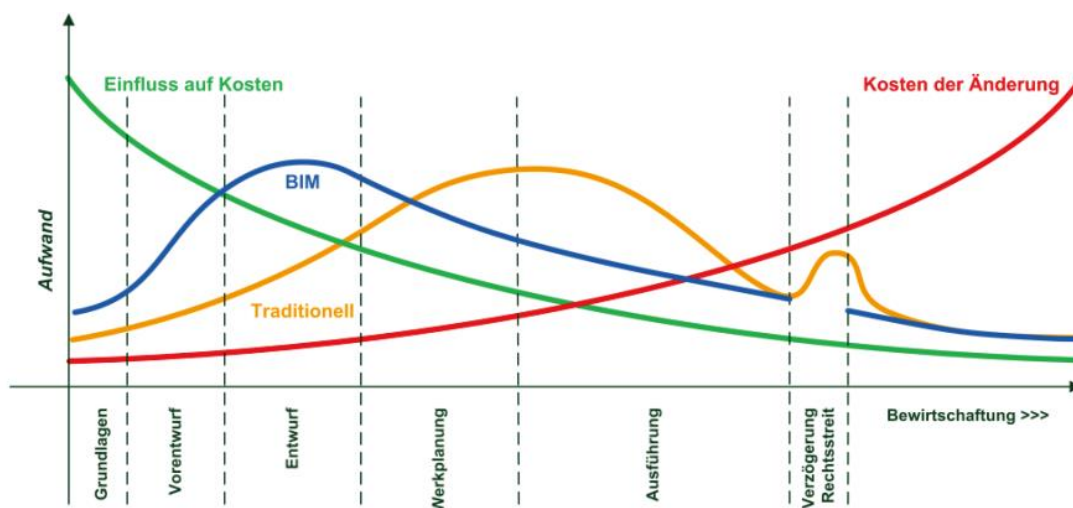


Abbildung 5 - Aufwandsverlagerung und Einfluss auf die Kostenentwicklung⁷

Somit kann es im BIM Prozess notwendig werden, gewohnte Bearbeitungsschritte aus der traditionellen Projektbearbeitung in eine frühere Leistungsphase vorzuziehen. Dies liegt vor allem daran, dass für die Erstellung der Gebäudemodelle in 3D mehr Informationen als bei der klassischen Planung in 2D benötigt werden. Dadurch können jedoch auch schon frühzeitig Problemstellungen erkannt werden, die wiederum zu einer Optimierung und Reduzierung der Kosten über den gesamten Lebenszyklus führen.

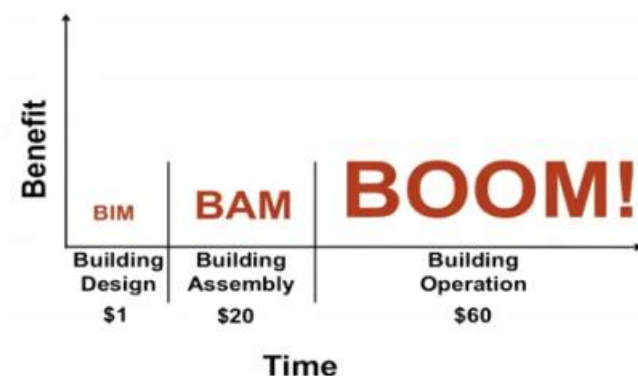


Abbildung 6 - Lebenszyklusbetrachtung⁸

⁷ Liebich, Schweer & Wernik 2011:7

⁸ Egger u.a. 2013:23

Vor allem im Hinblick auf die spätere Betriebsphase ist die frühzeitige Optimierung der Planung von großer Bedeutung. Die Zusammenhänge lassen sich anschaulich mit dem oben abgebildeten BIM BAM-BOOM Modell erläutern. Das Diagramm beschreibt das Einsparpotenzial durch die Optimierung während der Planungsphase im Verhältnis zu den einzelnen Phasen: Planung (BIM, Building Information Modeling), Herstellung und Bau (BAM, Building Assembly Modeling) und Nutzungs- und Betrieb (BOOM, Building Owner Operator Model).

[Mehr in Originalfassung]

2.4.4 Rollen und Verantwortliche in der Projektstruktur

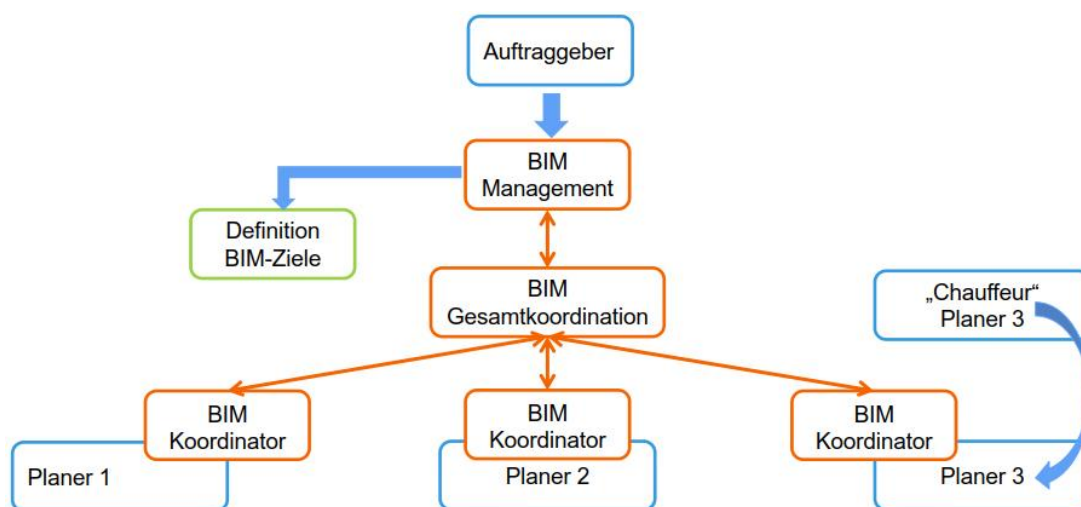


Abbildung 7 - Rollen und Verantwortliche⁹

Mit der Einführung von BIM innerhalb der Projektbearbeitung ergeben sich, unabhängig von der Vertragskonstellation, neue Rollen und Verantwortlichkeiten für die einzelnen Projektbeteiligten. Die neuen Rollen werden mit ihren Abhängigkeiten in der oben abgebildeten Projektstruktur dargestellt. Sie haben zur Aufgabe, die Einhaltung der aus dem BIM-Prozess resultierenden Anforderungen und die durch den Auftraggeber definierten BIM-Ziele zu gewährleisten.

[Mehr in Originalfassung]

2.4.5 Mögliche Ziele für die Projektbearbeitung

Für den BIM Prozess ist die Definition der BIM Ziele unerlässlich, die ganz unterschiedlicher Natur sein können und projektspezifisch neu festgelegt werden müssen. Dies kann durch den Auftraggeber bzw. mit Hilfe des BIM Managements geschehen. Die Ziele definieren dabei, was durch den Einsatz von BIM im jeweiligen Projekt erreicht werden soll. Es folgen Beispiele für anwendbare Varianten:

⁹ Kröger 2016a

2.4.5.1 Prozesskoordination während der Planungsphase

[Mehr in Originalfassung]

2.4.5.2 Kollisionsprüfung

[Mehr in Originalfassung]

2.4.5.3 Modelldaten als Informationsbasis

[Mehr in Originalfassung]

2.4.5.4 Modellgestützte Kalkulation

[Mehr in Originalfassung]

2.4.5.5 Bauablaufsimulation

[Mehr in Originalfassung]

2.4.5.6 Projektbesprechungen am Modell

[Mehr in Originalfassung]

2.4.5.7 Nutzung der Modelldaten für den Betrieb

[Mehr in Originalfassung]

2.4.6 Struktur der Prozesskoordination

[Mehr in Originalfassung]

2.5 Entwicklungsstand von BIM in Deutschland

Innerhalb der deutschen Baubranche ist BIM derzeit das vorherrschende und polarisierende Thema. Auf fast allen Fortbildungen oder Seminaren sind Vorträge zum Building Information Modeling zu finden und die Softwarebranche stellt nahezu täglich neue BIM Lösungen vor. Auch wenn BIM dabei ganz sicher nicht die allumfassende Lösung für bekannte Probleme ist, werden in den nächsten Jahren die Mehrzahl der deutschen Unternehmen des Bauwesens und die dazugehörigen Branchen an dieser Thematik nicht vorbeikommen.¹⁰ Grund dafür ist, dass die wachsenden Anforderungen an Bauvorhaben in Kombination mit immer kürzeren Bauzeiten und steigendem Kostendruck mit den traditionellen Planungsmethoden nur noch schwer zu erfüllen sind.

Dennoch haben bislang nur wenige Unternehmen diesen Umstand erkannt und sich der Einführung des BIM Prozesses verschrieben. Zu den Vorreitern zählen dabei in erster Linie große Unternehmen, die es sich durch Ihre Struktur und finanziellen Möglichkeiten leisten

¹⁰ Vgl. Fritz 2015

können, intensiv an der Implementierung von BIM zu arbeiten. Dazu werden eigens ganze Abteilungen oder BIM Labs einberufen, deren einzige Aufgabe die Integration des Prozesses ist. Der deutsche Mittelstand, kleine Büros oder einzelne Planer haben es dabei weitaus schwerer, den Implementierungsprozess neben dem üblichen Tagesgeschäft zu vollziehen.

Zusätzlich herrscht in Deutschland eine überwiegend strikte Trennung von Planung, Ausführung und Bewirtschaftung vor. Dies führt zu einem häufigen Wechsel der Projektbeteiligten, was wiederum die Etablierung eines durchgängigen Prozesses wie BIM hemmt.

Zudem stößt die Implementierung des integrierten Planungsprozesses in Teilen der Bauindustrie immer noch auf großen Widerstand. Der Ursprung dieses Widerstandes begründet sich bisweilen in fehlendem Wissen über BIM. Es besteht die Angst, altbewährtes für eine neue unbekannte Methodik bzw. Technik aufzugeben und darüber hinaus auch bestehende Handlungskompetenzen zu verlieren. Dabei spielt der Faktor Mensch eine entscheidende Rolle. Eine Veränderung kann nur durch ein Umdenken und Handeln jedes Einzelnen erfolgen. Dabei gilt es insbesondere, die Teamfähigkeit zu stärken und die Zusammenarbeit auch über die Grenzen einzelner Planer, Büros oder Unternehmen hinweg zu fördern. Auch muss von der Mentalität der gegenseitigen Schuldzuweisung Abstand genommen werden.

Erschwert wird die Implementierung aber vor allem dadurch, dass es kein Patentrezept für die Umsetzung von BIM gibt. Die Anforderungen und Aufgaben gestalten sich bei jedem Projektbeteiligten unterschiedlich und verlangen eine intensive Auseinandersetzung mit der Thematik. „So sind nach Einschätzung vieler Fachleute die zu erwartenden Probleme weniger der Technologie zuzuordnen, als vielmehr der Tatsache, dass der Wissenstand über die Anwendung von BIM bei den meisten potentiellen Anwendern noch nicht ausreichend ist und vielen verständlicherweise (noch) die praktische Erfahrung fehlt.“¹¹

[Mehr in Originalfassung]

2.5.1 Initiative aus der Wirtschaft (planen-bauen 4.0 GmbH)

[Mehr in Originalfassung]

2.5.2 Der BIM Leitfadens für Deutschland

[Mehr in Originalfassung]

2.5.3 Der BIM Stufenplan des BMVI

[Mehr in Originalfassung]

¹¹ Fritz 2015

2.5.3.1 Leistungsniveau 1¹²

[Mehr in Originalfassung]

2.5.4 Der BIM Praxisleitfaden 1.0 (BIM-Blog.de)

[Mehr in Originalfassung]

2.5.5 Einsatz von BIM International

Im internationalen Vergleich steht Deutschland bei der Nutzung der Wertschöpfungskette BIM noch am Anfang. Vor allem in den skandinavischen Ländern, USA, Singapur oder auch England wird BIM bereits praktiziert oder befindet sich schon länger in der Einführungsphase.

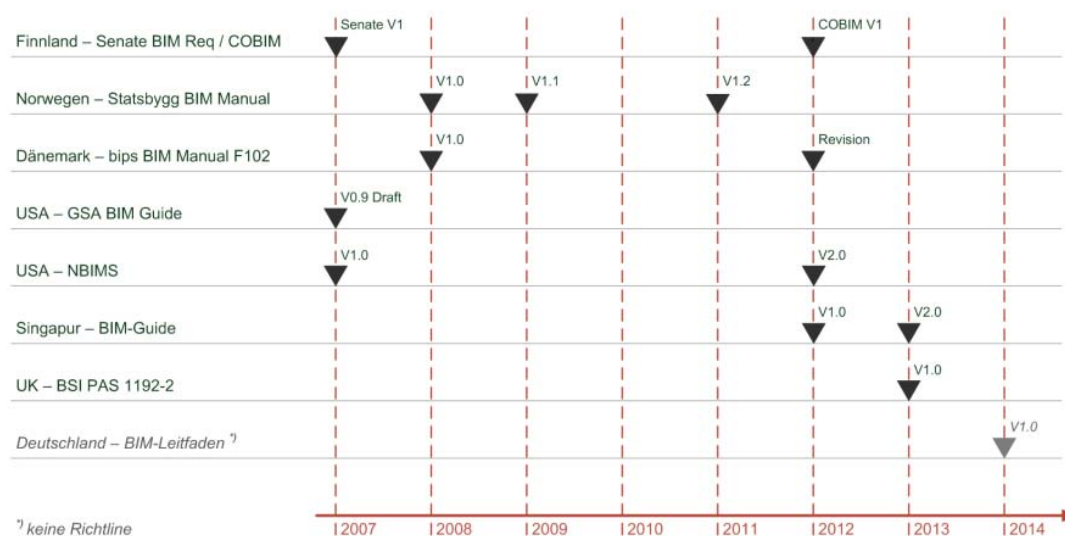


Abbildung 8 - BIM - Richtlinien international¹³

Das oben abgebildete Diagramm zeigt, zu welchem Zeitpunkt offizielle Richtlinien für die Projektbearbeitung mit BIM in anderen Ländern eingeführt wurden. Dabei fällt auf, dass in manchen Ländern bereits überarbeitete Versionen vorhanden sind, während Deutschland noch über keine gültige Richtlinie verfügt.

[Mehr in Originalfassung]

Hinsichtlich des internationalen Stands der BIM Anwendung zeigt sich, dass Deutschland vor allem im Bereich verbindlicher Richtlinien und Anforderungen Defizite aufweist. Mit der Definition einer eigenen BIM Richtlinie bzw. dem BIM Stufenplan macht Deutschland nun aber einen entscheidenden Schritt in Richtung BIM.

¹² Vgl. (BMVI) Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur 2015:9–11

¹³ Egger u.a. 2013:9

2.5.6 Ausblick

Innerhalb der nächsten Jahre ist ein rasanter Anstieg der BIM Nutzung in Deutschland zu erwarten. Dies liegt zum einen daran, dass immer mehr Firmen die Vorteile der Methodik für sich entdecken. Zum anderen fokussiert nun auch der Staat, als größter öffentlicher Auftraggeber, die zeitnahe Implementierung. Daraus ergibt sich auch für die Skeptiker innerhalb der Branche die Notwendigkeit, BIM einzuführen.

Dabei wird die Einführung schrittweise geschehen. Zuerst ist es notwendig, innerhalb der einzelnen Unternehmen das entsprechende BIM Know-how anzusiedeln. Dies geschieht sowohl durch umfassende Schulung des Personals als auch durch den Erwerb BIM fähiger Software. Im Anschluss kann der BIM Prozess langsam erarbeitet werden. Dazu eignet sich vor allem der Einsatz von BIM in Teilbereichen der Projektbearbeitung (little bim), um mit der neuen Arbeitsweise vertraut zu werden. Funktioniert die Implementierung dieser Teilprozesse erfolgreich, kann in Richtung BIG BIM gearbeitet werden.

Bevor BIM jedoch flächendeckend und durchgängig eingesetzt werden kann, sind die Rahmenbedingungen, insbesondere vertragliche und haftungsrelevante Aspekte, zu klären.

3 BIM in der Praxis (Technik)

In diesem Teil der Masterthesis werden insbesondere technische Aspekte von BIM und deren Auswirkung auf die Praxis vorgestellt. Um eigene Erfahrung zu sammeln und eine qualifizierte Aussage über die technische Anwendung von BIM treffen zu können, wird dazu ein klassisch geplantes Bauvorhaben in Teilen mit der BIM Methodik bearbeitet.

Die Vorgehensweise bzw. die Gliederung dieses Kapitels gestaltet sich wie folgt: nach kurzer Vorstellung des Bauvorhabens und der verwendeten Software erfolgt die für den BIM Prozess notwendige Erstellung der Modelldaten. Es werden dazu insgesamt drei Teilmodelle auf Grundlage einer vorliegenden Bauantragsplanung für eine Kindertagesstätte mit dem CAD-System Autodesk Revit erstellt. Die drei Modelle gliedern sich in Architektur, Tragwerksplanung und Technische Gebäudeausrüstung. Die während der Erstellung beobachteten technischen Merkmale der BIM Methodik werden im Abschnitt „Technische Aspekte von BIM“ vorgestellt. Auf eine detaillierte Betrachtung der Modellerstellung wird bewusst verzichtet. Diese würde größtenteils softwareseitige Merkmale anstatt BIM Merkmale aufzeigen.

Angegliedert an die Modellerstellung erfolgt eine Vorstellung (inklusive Praxisbeispiel) der visuellen Programmierung mit Dynamo in Revit. Die Möglichkeit der visuellen Programmierung bietet vor allem im Zusammenhang mit BIM großes Potential und erfreut sich aktuell stark steigender Beliebtheit. Die visuelle Programmierung gliedert sich tendenziell im Rah-

men der Modellerstellung ein, erhält jedoch auf Grund der Komplexität und der Möglichkeiten eine gesonderte Betrachtung.

Im Anschluss an die Modellerstellung erfolgt die Durchführung einer Kollisionsprüfung. Dabei werden die zuvor erstellten Teilmodelle hinsichtlich widersprüchlicher Planung untersucht. Ziel ist es, die Teilmodelle in einem Koordinationsmodell zusammenzufügen.

Nach der Kollisionsprüfung erfolgt eine Analyse für die Weiterverwendung der BIM Modelldaten im Rahmen der bauphysikalischen Betrachtung. Neben der Betrachtung bestehender Analysemöglichkeiten wird ein im Rahmen der Masterthesis entwickeltes Programm zur Weiternutzung der Modelldaten in der Simulationssoftware Therakles vorgestellt.

Im Anschluss an die bauphysikalische Betrachtung erfolgt eine Analyse zur Verwendung der BIM Modelldaten zur Kalkulation, insbesondere zur automatisierten Mengenermittlung und LV-Erstellung. Dazu wird in der Software RIB iTWO 5D ein möglicher Content Aufbau vorgestellt und die weitere Vorgehensweise erläutert.

3.1 Bauvorhaben (Kita Constantinenstraße 40, Hannover)

[Mehr in Originalfassung]

3.2 Autodesk Revit (CAD) und Cloud-Services

[Mehr in Originalfassung]

3.3 Technische Aspekte von BIM

Bei der Arbeitsweise mit BIM ergeben sich für alle Projektbeteiligten neue Aspekte. Viele davon sind koordinativer und kommunikativer Natur und wurden bereits in Abschnitt 2 BIM in der Theorie (Grundlagen) und vor allem in Abschnitt 0 *[Mehr in Originalfassung]*

3.3.1.1 Kollisionsprüfung

[Mehr in Originalfassung]

3.3.1.2 Mengenermittlung

[Mehr in Originalfassung]

3.3.1.3 Bauablaufsimulation

[Mehr in Originalfassung]

3.3.1.4 Visualisierung / Rendering

[Mehr in Originalfassung]

3.3.1.5 Dokumentation

[Mehr in Originalfassung]

3.3.1.6 Simulationen / Berechnungen

[Mehr in Originalfassung]

Der BIM Prozess betrachtet. Nachfolgend werden daher ausschließlich technische Aspekte, die sich während der Modellerstellung herausgestellt haben, vorgestellt.



Abbildung 9 - Architekturmodell mit referenziertem Tragwerk- und TGA Modell

Ein wesentlicher Aspekt der Arbeitsweise mit BIM ist das Referenzieren von Modelldaten. Beim Referenzieren werden externe Modelldaten in ein anderes Modell geladen (z. B. ein Fachmodell in das Architekturmodell). Anschließend können die Modelldaten im Gesamten betrachtet werden. Es ist auch möglich, mehrere Teilmodelle untereinander zu referenzieren. Das Referenzieren von Teilmodellen ist vor allem für Aufgabenbereiche, die eine erhöhte Zusammenarbeit und Abstimmung der Planer erfordern, von besonderer Bedeutung (z. B. Durchbruchplanung). Dabei reduziert sich die Methodik nicht nur auf eine Disziplin, sondern ist von allen Disziplinen anwendbar.

Grundsätzlich sollten im Laufe der Planungsphase die Modelldaten der einzelnen Disziplinen regelmäßig referenziert werden, um die Planung optimal aufeinander abstimmen zu können. Zudem sollten die verschiedenen Teilmodelle in regelmäßigen Abständen zu einem Koordinationsmodell zusammengefügt werden. Das Koordinationsmodell spiegelt den jeweiligen Planungsstand wider und kann dem Bauherren bzw. dessen BIM-Management zur Qualitätskontrolle übergeben werden.

[Mehr in Originalfassung]

3.3.2 Aspekte von BIM in der Architektur

[Mehr in Originalfassung]

3.3.3 Aspekte von BIM in der Tragwerksplanung

[Mehr in Originalfassung]

3.3.4 Aspekte von BIM in der Technischen Gebäudeausrüstung

[Mehr in Originalfassung]

3.4 Visuelle Programmierung mit Dynamo

[Mehr in Originalfassung]

3.5 Kollisionsprüfung von Gebäudemodellen

Die Kollisionsprüfung ist, wie bereits in Abschnitt 2.3.5.1 erwähnt, ein essentieller Bestandteil der BIM Arbeitsweise und trägt zur Verbesserung der Planung und Senkung des Risikos von menschlichem Versagen und Flüchtigkeitsfehlern bei.¹⁴ Dabei beschränkt sich die Kollisionsprüfung nicht nur auf das Erkennen potentieller Fehlerquellen innerhalb eines Modells, sondern ermöglicht auch die Prüfung mehrerer Fachplanungen (Fachmodelle) untereinander. Gleichzeitig führt die modellorientierte Kollisionsprüfung zu einer besseren Kommunikation zwischen den Projektteammitgliedern und ermöglicht somit eine qualitativ hochwertigere und schnellere Lösungsfindung.

Grundsätzlich muss bei gefundenen Kollisionen zwischen „Hard-Clashes“ und „Soft-Clashes“ unterschieden werden. Dabei handelt es sich entweder um Kollisionen, die einen baupraktischen Fehler darstellen (Hard-Clashes), oder um Kollisionen, die der 3D Modellierung geschuldet sind und in der Baupraxis kein Hindernis darstellen (Soft-Clashes). In der Praxis sind Soft-Clashes in Gebäudemodellen unvermeidbar, da ein unverhältnismäßig hoher Aufwand betrieben werden müsste, um diese Kollisionen zu verhindern. Ein typisches Beispiel für ein Soft-Clash ist die Kollision der Heizungsrohre im Estrichboden. Die Beurteilung um welche Art Kollision es sich handelt, muss durch einen fachkundigen Bearbeiter erfolgen und anschließend entsprechend dokumentiert werden.

[Mehr in Originalfassung]

3.5.1 Aufstellen von Prüfbedingungen

[Mehr in Originalfassung]

3.5.2 Auswertung von Kollisionen

[Mehr in Originalfassung]

¹⁴ Vgl. HOCHTIEF ViCon GmbH

3.5.3 Entwicklungsstand und Ausblick

Die Kollisionsprüfung ist in ihrem derzeitigen Entwicklungsstand auf einem praxistauglichen Niveau. Dabei stellt die Erkennung von Kollisionen durch Geometrieüberschneidungen kein Problem dar. Schwierig ist jedoch die automatische Beurteilung und Weiterverarbeitung der gefundenen Konflikte. Dies kann derzeit nur durch eine manuelle Bearbeitung erfolgen. Im Laufe der nächsten Jahre ist zu erwarten, dass durch intelligente Prüfbedingungen und standardisierte Objekte die gesamte Kollisionsprüfung weitestgehend automatisiert stattfinden kann.

Weiter ist es denkbar, dass das Verfahren der Kollisionsprüfung in Zukunft auch für andere Teilbereiche wie z. B. die Genehmigungsplanung genutzt werden kann. Dazu werden die Gebäudemodelle anstatt auf Geometrieüberschneidungen auf baurechtliche und planungsrechtliche Kriterien hin überprüft. Voraussetzung dafür sind standardisierte Objekte und Programme, die die Umsetzung der bau- und planungsrechtlichen Auflagen in Prüfbedingungen ermöglichen. Bis die Technik dort angelangt ist, wird es jedoch noch eine Weile dauern.

3.6 Nutzung von BIM Modelldaten in der Bauphysik

„Nachhaltigkeit und Umweltschutz stehen in immer mehr Branchen im Zentrum aktueller Entwicklungen. Dies ist zum einen eine Folge direkter politischer Vorgaben und immer strikterer

Grenzwerte, aber zum anderen auch ein Ergebnis der veränderten Nachfrage.“¹⁵

Diese Entwicklung zeichnet sich auch in der Baubranche ab. Auf Grundlage des Bedürfnisses, steigenden Energiekosten, Ressourcenknappheit, Umweltschutz und Nachhaltigkeit gerecht zu werden - gleichzeitig jedoch vorhandene „Komfort“-Standards beizubehalten – ergeben sich neue Anforderungen an die Gebäude von morgen.

Dies zeigt sich insbesondere bei der Einhaltung klimatischer Aspekte. Während bis vor wenigen Jahren ausschließlich haustechnische Anlagen mit einem hohen Energiebedarf für das Erreichen der gewünschten klimatischen Verhältnisse (Behaglichkeit) verantwortlich waren, wird nun darauf geachtet, den Standard mit technologisch andersartigen Konzepten einzuhalten (Green Building).

Dazu ist es notwendig, sich bereits in einer frühen Entwurfsphase mit den energetischen Gesichtspunkten des Gebäudes auseinanderzusetzen. Neben der Definition späterer Nutzungsanforderungen und möglicher Energiekonzepte ist es wichtig, auch den Gebäudeentwurf hinsichtlich seines Energieeinsparpotentials zu analysieren und zu optimieren. Diese

¹⁵ Schlumpberger 2011:7

Bewertung kann mit Hilfe moderner Software in Form von Berechnungen oder Simulationen erfolgen.

Die im Rahmen des BIM Prozesses anfallenden Modelldaten stellen dabei eine optimale Grundlage dar. Sie enthalten bereits relevante Stellgrößen wie den Gebäudestandort, die Gebäudegeometrie (A/V – Verhältnis), die Gebäudeausrichtung, den Verglasungsanteil und die physikalischen Kenngrößen der einzelnen Bauteile, insbesondere der Fenster und Wände.

Nachfolgend werden drei Varianten zur Weiternutzung der Modelldaten in der Bauphysik vorgestellt. Dazu zählen die Energieanalyse von Autodesk Revit, der Modellexport als gbXML und die Simulationen in Therakles.

3.6.1 Energy Analysis for Autodesk Revit

[Mehr in Originalfassung]

3.6.2 Export von Modelldaten mittels gbXML

[Mehr in Originalfassung]

3.6.3 Entwicklung eines Programmes zur Aufbereitung der Modelldaten für die thermische Simulation in Therakles (gbXMLtoTherakles)

Die im Rahmen des BIM Prozesses anfallenden Modelldaten sollen direkt in das Simulationsprogramm Therakles übernommen werden, um im Anschluss eine thermische Simulation durchführen zu können. Hierzu werden primär einzelne Räume bzw. Zonen mit den umliegenden Bauteilen und den entsprechenden bauphysikalischen Kennwerten aus dem BIM Modell exportiert. Dadurch soll während des Entwurfsprozesses eine schnelle Beurteilung der thermischen Behaglichkeit und des Energiebedarfes des Gebäudeentwurfs bzw. einzelner Räume ermöglicht werden. Die Aufbereitung der Daten soll in einem externen Programm (Konverter) erfolgen.

3.6.3.1 Vorstellung Therakles (Simulationssoftware)

[Mehr in Originalfassung]

3.6.3.2 Vorgehensweise

[Mehr in Originalfassung]

3.6.3.3 Vorstellung

[Mehr in Originalfassung]

3.6.3.4 Entwicklungspotential

[Mehr in Originalfassung]

3.6.3.5 Programmier- und Funktionsschema

[Mehr in Originalfassung]

3.7 Modellbasierte Mengenberechnung und Kalkulation mit RIB iTWO 5D

3.7.1 RIB iTWO 5D

[Mehr in Originalfassung]

3.7.2 Datenfluss – vom Modell zum Leistungsverzeichnis

[Mehr in Originalfassung]

3.7.3 Content für die Mengenberechnung und LV-Erstellung

[Mehr in Originalfassung]

3.7.3.1 Bauteilbasierender Content (Rohbau)

[Mehr in Originalfassung]

3.7.3.2 Raumbasierender Content (Ausbau)

[Mehr in Originalfassung]

4 Umsetzungskonzept

Im nachfolgenden Kapitel wird das Umsetzungskonzept für die modellorientierte Arbeitsweise mit BIM in der Wilhelm Wallbrecht GmbH & Co. KG vorgestellt. Das Konzept beruht auf den Erkenntnissen, die sich im Rahmen der Masterthesis ergeben haben. Besonderes Augenmerk wird darauf gelegt, die bestehende Firmenstruktur und Arbeitsweise bestmöglich in das Konzept einzuarbeiten.

4.1 Vorstellung und Entwicklungsstand

Die Wilhelm Wallbrecht GmbH & Co. KG ist ein mittelständisches Familienunternehmen der Bauindustrie mit einer mittlerweile 112-jährigen Unternehmensgeschichte. Die Bauunternehmung besitzt Standorte in Hannover und Magdeburg und umfasst mit ihrem Tätigkeitsfeld alle Bereiche des Bauhauptgewerbes sowie Generalunter- und Generalübernehmertätigkeit.

Bei der Implementierung von BIM und BIM-Prozessen steht die Wilhelm Wallbrecht GmbH & Co. KG noch am Anfang. Bislang findet die Anwendung von BIM bzw. der modellorientierten Arbeitsweise lediglich in Teilbereichen der Kalkulation statt. Dazu werden auf vorliegender 2D Planung eigene 3D Modelle in Revit erstellt und im Anschluss für die Kalkulation in iTWO 5D weiterverwendet. Dabei werden in erster Linie Rohbauleistungen in Form von LV-Positionen und Mengen mit Hilfe eines zuvor erarbeiteten Contents aus dem Modell abgelei-

tet. In Teilen wurden auch schon Mengen für Flächengewerke (ohne Content) mit der raumbasierenden Arbeitsweise ermittelt. Die Erstellung eines 3D Modells für die Kalkulation findet derzeit nur für ausgewählte Bauvorhaben statt und das bestehende Potential wird nur zu einem geringen Teil genutzt.

Ziel für die Wilhelm Wallbrecht GmbH & Co. KG ist es, BIM in die bestehende Unternehmensstruktur zu implementieren, um von den Vorteilen der Methodik zu profitieren und so eine zusätzliche Kompetenz zu erwerben. Die einzelnen Teilbereiche (Zielbereiche), in denen BIM genutzt werden soll, sind die Kalkulation, die Bauausführung, das Marketing, die BIM Gesamtkoordination und das BIM Management (siehe **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**).

Um dieses Ziel zu erreichen, ist es zuerst notwendig, einen Implementierungsplan aufzustellen. Dieser besteht aus erreichbaren Teilzielen und Meilensteinen, die den Implementierungsprozess schrittweise begleiten. Die Teilziele bestehen sowohl aus technischen als auch organisatorischen Aspekten.

4.2 Wallbrecht BIM Zielbereiche

[Mehr in Originalfassung]

4.3 Implementierungsplan

[Mehr in Originalfassung]

5 Fazit

Die gewonnenen Erkenntnisse zeigen, dass das Building Information Modeling nun auch Deutschland erreicht hat und es in den nächsten Jahren nachhaltig prägen und verändern wird. Insbesondere die Art der Zusammenarbeit und der Informationsverwaltung werden sich durch die interdisziplinäre Arbeitsmethodik stark wandeln. Zusätzlich müssen die Planer von der zweidimensionalen auf die dreidimensionale Arbeitsweise umsteigen und ihre Planung in Form von 3D-Gebäudemodellen erbringen. Aber auch an die Auftraggeber werden neue Anforderungen gestellt. Sie müssen vor Beginn des Projektes klare Ziele definieren, die sie im Laufe der Projektbearbeitung mit BIM erreichen möchten und zusätzliche organisatorische Entscheidungen treffen. Dies und die Notwendigkeit den Planungsaufwand nach vorne zu verlagern, um das Potential von BIM vollumfänglich nutzen zu können, werden langfristig dazu führen, dass von der Praxis der Baubegleitenden Planung wieder Abstand genommen wird.

Durch BIM und den dazugehörigen digitalen 3D-Gebäudemodellen ergeben sich zusätzlich neue technische Möglichkeiten. Dabei lassen sich insbesondere im Bereich der Architektur bestehende Prozesse optimieren und neue Arbeitsweisen etablieren. Ganz allgemein führt die Modellierung in 3D zu einer konsistenteren Planung, die vor allem im Hinblick auf die Koordination zwischen den einzelnen Disziplinen große Vorteile bringt. Gerade Anwendungen wie die Kollisionsprüfung können hier zu einem besseren Planungsergebnis - im Vergleich zur klassischen Projektbearbeitung - beitragen. Der resultierende Mehrwert der Modelldaten zeigt sich nicht nur bei der Koordination von Bauvorhaben, sondern auch in Bereichen wie der Bauphysik oder der Kalkulation. Diese Bereiche profitieren von der einheitlichen Datenbasis und der damit verbundenen Möglichkeit zur automatischen Anpassung an eine geänderte Planung.

Bei den ganzen Vorzügen darf jedoch nicht vernachlässigt werden, dass die digitale Arbeitsweise mit BIM ein hohes Maß an technischen Anforderungen an alle Beteiligten stellt und dementsprechend eine gut geplante Implementierung benötigt. Für den flächendeckenden und einheitlichen Einsatz von BIM in Deutschland sind festgelegte Strukturen und Standards notwendig. Deren Definition ist Aufgabe der Politik und der Verbände der Wertschöpfungskette Planen, Bauen und Betreiben – stellv. planen-bauen 4.0. Für das Gelingen des Implementierungsprozesses in den einzelnen Unternehmen und Büros bedarf es darüber hinaus sowohl einiges an Einarbeitungszeit als auch an finanziellen Aufwendungen, aber vor allem der Bereitschaft für Veränderungen. Damit geht die Erlangung neuer Kompetenzen aber auch das Verlassen bewährter Strukturen einher. Dementsprechend ist es wichtig, alle Beteiligten von Anfang an zu integrieren und auf mögliche Bedenken einzugehen. Wer sich diesem Wandel verweigert, erfüllt langfristig nicht die Anforderungen der Baubranche von

morgen. Abschließend lässt sich somit sagen, dass zukünftig in Deutschland kein Weg an BIM vorbeiführt und die Implementierung besser heute als morgen beginnt.

6 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 - Beispiel Attributierung	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Abbildung 2 - Sprachdifferenzen beim Informationsaustausch	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Abbildung 3 - Zuordnung IFC, DIN SPEC 91400 und STLB-Bau	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Abbildung 4 - Aufbau und Inhalt der DIN SPEC 91400	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Abbildung 5 - Informationsgehalt (LOI)	4
Abbildung 6 - Auszug Model Element Table nach AIA E-203	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Abbildung 7 - Bekannte Content Bibliotheken.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Abbildung 8 - die nD Terminologie	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Abbildung 9 - little bim und BIG BIM	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Abbildung 10 - Anwendungsmöglichkeiten von BIM	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Abbildung 11 - BIM als Prozess zum Planen, Bauen und Verwalten	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Abbildung 12 - Unterschied Projektkommunikation traditionell und mit BIM	6
Abbildung 13 - Unterschied Informationsdurchgängigkeit traditionell und mit BIM.....	7
Abbildung 14 - Unterschied Informationsbasis.....	7
Abbildung 15 - Aufwandsverlagerung und Einfluss auf die Kostenentwicklung	8
Abbildung 16 - Lebenszyklusbetrachtung	8
Abbildung 17 - Rollen und Verantwortliche	9
Abbildung 18 - Prozesskoordination	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Abbildung 19 – Schematische Darstellung des Stufenplans	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Abbildung 20 - BIM - Richtlinien international	12
Abbildung 21 - Visualisierung des 3D-Architekturmodells	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Abbildung 22 - Architekturmodell mit referenziertem Tragwerk- und TGA Modell.....	15
Abbildung 23 - Ebenen und Raster aus dem Architekturmodell als Projektkoordinaten	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Abbildung 24 - Ableitung aller Pläne vom Modell.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Abbildung 25 - Auf den Modelldaten basierende Türenliste	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Abbildung 26 - Visualisierung der Trockenbau Brandschutzanf. (fiktiv) mit Filtern.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Abbildung 27 - Modellbasierende Visualisierungen mit Lumion	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Abbildung 28 - Festlegung Level of Detail für die Architektur	Fehler! Textmarke nicht definiert.

- Abbildung 29 - Tragwerksmodell mit referenziertem Architekturmodell (Auszug)**Fehler!**
Textmarke nicht definiert.
- Abbildung 30 - Statikmodell (Analyse der Bauteil-Durchbiegung)**Fehler!** **Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 31 - Tragwerksmodell der Kita (Auszug)**Fehler!** **Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 32 - Bewehrungsmodell der Kita (Auszug).....**Fehler!** **Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 33 - TGA Modell der Kita (Heizung, Lüftung und Sanitär)**Fehler!** **Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 34 - Leitungsführung in 3D**Fehler!** **Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 35 – Adaptive Brücke aus Sinusfunktion.....**Fehler!** **Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 36 – Solaranalyse in Dynamo**Fehler!** **Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 37 - Öffnungsgröße der Fassadenpaneele nach Sonneneinstrahlung**Fehler!**
Textmarke nicht definiert.
- Abbildung 38 - Datamining für Türen- und Fensterliste in Dynamo - Gesamt**Fehler!**
Textmarke nicht definiert.
- Abbildung 39 – Ermittlung der DIN-Bandlage aller Türen.**Fehler!** **Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 40 - Übertragen der Informationen von Hostelementen auf Kindelemente ..**Fehler!**
Textmarke nicht definiert.
- Abbildung 41 - Prüfen des Einbauorts**Fehler!** **Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 42 - Analyse der Wandkonstruktion**Fehler!** **Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 43 - Brandschutzanforderungen vererben**Fehler!** **Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 44 - Auszug Türenliste mit Dynamo**Fehler!** **Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 45 - Definition der zu prüfenden Objekte**Fehler!** **Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 46 - Kollisionen TGA und Wände**Fehler!** **Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 47 - Übersicht gefundene Kollisionen**Fehler!** **Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 48 – Revit Energiemodell Kindertagesstätte**Fehler!** **Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 49 - Festlegung der Referenzwetterstation**Fehler!** **Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 50 - Körpermodell und Gebäudemodell**Fehler!** **Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 51 - Festlegen der Entwurfskonstruktionen.....**Fehler!** **Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 52 - Auszug physikalische Bauteileigenschaften**Fehler!** **Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 53 - Auszug Energieanalyse Report**Fehler!** **Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 54 - Setup – gbXMLtoTherakles (Projektinformationen)**Fehler!** **Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 55 - Setup – gbXMLtoTherakles (Raum und BauteilAuswahl)**Fehler!** **Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 56 - Mit gbXMLtoTherakles erzeugte Projektdatei in Therakles**Fehler!** **Textmarke nicht definiert.**

Abbildung 57 - gbXMLtoTherakles Programmier- und Funktionsschema **Fehler! Textmarke nicht definiert.**

Abbildung 58 - Mengenabfrage (QTO) in iTWO.....**Fehler! Textmarke nicht definiert.**

Abbildung 59 – „Haupt“-Attribute und mögliche Ausprägungen **Fehler! Textmarke nicht definiert.**

Abbildung 60 - Gliederung der Teilleistungskataloge.....**Fehler! Textmarke nicht definiert.**

Abbildung 61 –Platzhalter ermöglichen das nachträgliche Einfügen von Ergänzungen **Fehler! Textmarke nicht definiert.**

Abbildung 62 - Dynamische Auswahlgruppen**Fehler! Textmarke nicht definiert.**

Abbildung 63 - Struktur Ausstattungsdokument.....**Fehler! Textmarke nicht definiert.**

Abbildung 64 - QTO Mengenabfrage mit zusätzlichem CAD-Attribut **Fehler! Textmarke nicht definiert.**

Abbildung 65 - Objekt mit Zugeordneter Ausstattung**Fehler! Textmarke nicht definiert.**

Abbildung 66 - Ergebnis der Mengenermittlung.....**Fehler! Textmarke nicht definiert.**

Abbildung 67 - Variablenassistent in der Ausstattung und Editor **Fehler! Textmarke nicht definiert.**

Abbildung 68 - Schema: Ausstattung, Variablenassistent und TLK **Fehler! Textmarke nicht definiert.**

Abbildung 69 - Struktur Ausstattung: Ausbau Standardpaket 1 **Fehler! Textmarke nicht definiert.**

Abbildung 70 - Flexible Langtexte mit Text-Platzhaltern...**Fehler! Textmarke nicht definiert.**

Abbildung 71 - Wallbrecht BIM Zielbereiche**Fehler! Textmarke nicht definiert.**

Abbildung 72 – Schlüsselposition durch BIM Gesamtkoordination und Management ..**Fehler! Textmarke nicht definiert.**

Abbildung 73 – Kurz- und mittelfristiger BIM Implementierungsplan der Firma Wilhelm Wallbrecht GmbH & Co. KG**Fehler! Textmarke nicht definiert.**

7 Literaturverzeichnis

- (BMVI) Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur 2015. Stufenplan Digitales Planen und Bauen: Einführung moderner, IT-gestützter Prozesse und Technologien bei Planung, Bau und Betrieb von Bauwerken. Online im Internet: URL: https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/DG/stufenplan-digitales-bauen.pdf?__blob=publicationFile [Stand 2016-04-04].
- Albrecht, Matthias 2014. *Building Information Modeling (BIM) in der Planung von Bauleistungen*. Hamburg: Disserta Verlag.
- Autodesk. *Allgemeine Einstellungen | Revit-Produkte | Autodesk Knowledge Network*. URL: <https://knowledge.autodesk.com/de/support/revit-products/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2014/DEU/Revit/files/GUID-291FB8FB-C7BB-4FA3-9691-344B82B2C81C-htm.html> [Stand 2016-04-22].
- Autodesk. *Revit-Familie | BIM-Software | Autodesk*. URL: <http://www.autodesk.de/products/revit-family/overview> [Stand 2016-04-22].
- Autodesk 2016. *Cloud-Service | Design in der Cloud | Autodesk 360*. URL: <http://www.autodesk.de/360-cloud> [Stand 2016-04-22].
- Autodesk BIM Blog. *Was ist Dynamo für Revit?* URL: http://bimblog.typepad.com/autodesk_bim_blog/2015/08/was-ist-dynamo-f%C3%BCr-revit-.html [Stand 2016-05-12].
- Beuth, Drees & Sommer & vrame. *BIM Blog*. URL: <http://www.bim-blog.de/> [Stand 2016-06-01].
- BiMServer™. *Open source BIMserver*. URL: <http://bimserver.org/> [Stand 2016-04-14].
- BIMwelt GmbH. *BIM server - BIMwelt*. URL: <http://www.bimwelt.de/bim/bimkonzepte/bim-server/> [Stand 2016-04-14].
- Building and Construction Authority 2012. Singapore BIM Guide: Version 1. Online im Internet: URL: https://www.corenet.gov.sg/media/586135/Singapore_BIM_Guide_Version_1.pdf [Stand 2016-04-13].
- buildingSMART e.V. *BIM Know How - Standards*. URL: <http://www.buildingsmart.de/bim-know-how/standards> [Stand 2016-04-05].
- Chahrour, Racha. BIM - Anwendungen und Perspektiven für das Bauprojektmanagement. Online im Internet: URL: <http://www.bbb-professoren.eu/files/Session1/Folien%20Chahrour.pdf> [Stand 2016-04-15].
- Dohmen, Philipp, u.a. BIM Projektentwicklungsplan (BAP) V1.01: Ein Dokument des BIM Praxisleitfadens.
- Eckl-Dorna, Wilfried. *Stuttgart21-Gutachten: Bahnhof könnte 10 statt 6,5 Mrd. Euro kosten*. URL: http://www.xing-news.com/reader/news/articles/339119?link_position=front_page&newsletter_id=14431&xng_share_origin=web [Stand 2016-07-16].

- Egger, Martin, u.a. 2013. *BIM-Leitfaden für Deutschland: Information und Ratgeber*. URL: http://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/FP/ZB/Auftragsforschung/3Rahmenbedingungen/2013/BIMLeitfaden/Endbericht.pdf?__blob=publicationFile&v=2 [Stand 2015-12-03].
- Faschingbauer, Gerald 2016. Normen und Standards für BIM – Die Nationale BIM-Bibliothek: Neue Ideen umsetzen und Erfolg sichern. Messe Berlin, Marshall-Haus.
- Fritz, Michael 2015. Ist BIM in Deutschland angekommen?, in Ernst & Sohn (Hg.): *BIM - Building Information Modeling: BIM im Diskurs, BIM in der Ausbildung, BIM im Consulting, BIM im Ingenieurbau, BIM und die Hersteller, BIM in der Schalung, BIM und die Bauunternehmen, BIM und die Software, BIM und der Bund, BIM und die DeuBauKom - sowie das BIM-Glossar 2015*. Berlin: Ernst & Sohn, 3.
- Green Building XML. *About gbXML Green Building XML Schema*. URL: http://www.gbxml.org/About_GreenBuildingXML_gbXML [Stand 2016-04-27].
- Groot, Holger de. Building Information Modeling: Der BIM Manager, das unbekannte Wesen: Stuttgarter Service- und Planungsgesellschaft mbH, Henningson, Durham & Richardson International, Inc. URL: http://www.verein-der-ingenieure.de/fileadmin/mediapool_vdi/arbeitskreise/tga/doc/bim-manager-5.11.2013.pdf [Stand 2015-12-05].
- HOCHTIEF ViCon GmbH. *HOCHTIEF ViCon - BIM-Welt - Was ist unter der 3D-Kollisionsprüfung zu verstehen?* URL: http://www.hochtief-vicon.de/vicon/BIM-Welt/Was-ist-unter-der-3D-Kollisionspruefung-zu-verstehen-41_3.jhtml [Stand 2016-06-30].
- Kröger, Samy 2016a. BIM in der Praxis eines Bauunternehmens: Neue Ideen umsetzen und Erfolg sichern. Messe Berlin, Marshall-Haus.
- Kröger, Samy 2016b. Building Information Management: Integrale modellbasierte Projektentwicklung. Hannover.
- Liebich, Thomas, Schweer, Carl-Stephan & Wernik, Siegfried 2011. *Die Auswirkungen von Building Information Modeling (BIM) auf die Leistungsbilder und Vergütungsstruktur für Architekten und Ingenieure sowie auf die Vertragsgestaltung: Schlussbericht, Stand 3. Mai 2011*. Bonn. URL: http://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/FP/ZB/Auftragsforschung/3Rahmenbedingungen/2010/BIM/Endbericht.pdf?__blob=publicationFile&v=2 [Stand 2016-04-07].
- McPhee, Antony 2013. *What is this thing called LOD*. URL: <http://practicalbim.blogspot.de/2013/03/what-is-this-thing-called-lod.html> [Stand 2016-04-05].
- planen-bauen 4.0 GmbH. *DIE INITIATIVE: Planen, Bauen und Betreiben in Deutschland*. URL: <http://planen-bauen40.de/> [Stand 2016-04-18].
- Przybylo, Jakob 2015. *BIM - Einstieg kompakt: Die wichtigsten BIM-Prinzipien in Projekt und Unternehmen*. Berlin: Beuth. (Beuth-Pocket).

- Schlumpberger, Christian 2011. *Green Building: Bewertung, Finanzierung, Ausblick*. URL: https://www.hypovereinsbank.de/content/dam/hypovereinsbank/unternehmer/pdf/branchen/studie_green_building.pdf [Stand 2016-04-22].
- SOLIBRI INC. *Solibri Model Viewer - Solibri*. URL: <http://www.solibri.com/products/solibri-model-viewer/> [Stand 2016-04-15].
- Tanger, Jochen. *Revit Content: Online Bibliotheken mit 10.000en Familien als Download - Beitrag wird regelmig aktualisiert*. URL: http://bimblog.typepad.com/autodesk_bim_blog/2012/12/revit-content-online-bibliotheken-mit-10000en-familien-als-downlaod.html [Stand 2016-04-06].
- Trimble. *Tekla BIMSight*. URL: <https://www.teklabimsight.com/> [Stand 2016-04-15].
- TU Dresden. *THERAKLES - Programmbeschreibung*. URL: <https://tu-dresden.de/bu/architektur/ibk/das-institut/software/ibk-software/therakles-1> [Stand 2016-05-11].
- Weiss, Christian 2013. BIM als durchgängiger Prozess, in Ernst & Sohn (Hg.): *BIM - Building Information Modeling: BIM und seine Perspektiven, BIM in Ingenieurbau und Architektur, BIM im Einsatz, BIM in Bauunternehmen, BIM und der Bund - und ein BIM-Glossar*. Berlin: Ernst & Sohn, 25–27.
- Wernik, Siegfried, May, Ilka & buildingSMART e.V. 2014. *Building Information Modeling: Das steckt hinter BIM und darum sollten Sie sich damit befassen - Leseprobe - IWW Institut für Wissen in der Wirtschaft GmbH & Co. KG*. URL: <http://www.iww.de/index.cfm?pid=1314&pk=182452&spid=1296&spk=1291&sfk=52> [Stand 2016-04-20].

I