

# Bachelorthesis

Chancen und Risiken des Building Information Modeling in der  
Bauplanung und -ausführung

**Vorgelegt am:** 21.08.2017

**Von:** **Deutschmann, Fabian**

In der Muld 11

99090 Erfurt

**Studiengang:** Baubetriebsmanagement

**Seminargruppe:** BM14

**Matrikelnummer:** 4001908

**Praxispartner:** Dekra Industrial International GmbH

Handwerkstraße 15

70565 Stuttgart

**Gutachter:** Dipl.-Ing. Thomas Möckel (Dekra Industrial International GmbH)

Prof. Dr. Katja Flehmig (Staatliche Studienakademie Glauchau)

# Inhaltsverzeichnis

1	Abkürzungsverzeichnis.....	1
1	Einleitung.....	1
2	Begriffsdefinition und Allgemeines .....	2
2.1	Entstehung der Methodik .....	2
2.2	Definition und Abgrenzung .....	3
2.3	Begriffe im Kontext mit BIM.....	5
2.3.1	BIG BIM und little bim .....	5
2.3.2	LOD, LOG, LOI .....	7
2.3.3	Industry Foundation Classes.....	9
2.3.4	Product Data Management .....	10
2.3.5	Product Lifecycle Management.....	11
2.3.6	Building Lifecycle Management .....	13
3	BIM in Deutschland – Situation, Probleme und Lösungsansätze .....	15
3.1	Problembeschreibung .....	15
3.2	Lösungsansätze .....	19
3.2.1	Aktionsplan der Reformkommission Bau .....	19
3.2.2	Stufenplan zur flächendeckenden Einführung von BIM .....	21
3.3	Stand der Technik .....	23
3.4	Die Situation im Vergleich .....	26
3.4.1	Die Situation in der deutschen Baubranche .....	26
3.4.2	Deutschland im Vergleich zu anderen Ländern .....	28
3.4.3	Die Situation in anderen Branchen .....	29
4	Die Bedeutung von BIM für Unternehmen –Möglichkeiten und Risiken .	31
4.1	Einführung von BIM.....	31
4.1.1	Softwarelösungen .....	31
4.1.2	Mögliche Probleme bei der Einführung .....	35
4.1.3	Kosten der BIM-Implementierung .....	41
4.2	Vorteile von BIM für Unternehmen .....	44
4.2.1	Gemeinschaftliches Arbeiten und Datenpool .....	44
4.2.2	Robuste Informationen.....	45
4.2.3	Automatische Mengenermittlung.....	45
4.2.4	Mehrdimensionale Integration.....	46

4.2.5	Projektdokumentation .....	46
5	Fazit und Ausblick .....	47

---

# 1 Abkürzungsverzeichnis

<b>AIA</b>	American Institute of Architects
<b>AVA</b>	Ausschreibung, Vergabe und Abrechnung
<b>BCM</b>	Building Cost Management
<b>BIM</b>	Building Information Modeling
<b>BLM</b>	Building Lifecycle Management
<b>ERP</b>	Enterprise Ressource Planning
<b>IAI</b>	Industrie Allianz für Interoperabilität
<b>IFC</b>	Industry Foundation Classes
<b>LOD</b>	Level of Development
<b>LOG</b>	Level of Geometry
<b>LOI</b>	Level of Information
<b>PDM</b>	Product Data Management
<b>PLM</b>	Product Lifecycle Management

---

## 2 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 - entnommen aus: BIM-Ratgeber für Bauunternehmer : Grundlagen, Potenziale, erste Schritte. 1. Aufl.. Stuttgart: Müller Rudolf, 2017.....	4
Abbildung 2 – Anwendungsmatrix verschiedener BIM-Umgebungen .....	6
Abbildung 3 - entnommen aus Building Information Modeling : Technologische Grundlagen und industrielle Praxis, 2015.....	7
Abbildung 4 - Geschichte der IFC-Entwicklung .....	9
Abbildung 5 - Product Lifecycle Management.....	12
Abbildung 6 - Beeinflussbarkeit von Projektkosten in verschiedenen Projektphasen.....	14
Abbildung 7 - Vergleich der Produktivitätsindizes zwischen Bau- und anderen Branchen 1964-2004 .....	16
Abbildung 8 - Vergleich der Umsätze verschiedener Industriebranchen in Deutschland 2013-2015 .....	17
Abbildung 9 – Aktionsplan der Reformkommission Bau .....	19
Abbildung 10 - Stufenplan Digitales Planen und Bauen, Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur .....	21
Abbildung 11 - Adaptionkurve von BIM .....	24
Abbildung 12 – Funktionsübersicht Allplan .....	32
Abbildung 13 - Bestätigung einer Abschlagszahlung, beispielhaft .....	33
Abbildung 14 – Umfrageergebnisse über die Nutzungsverteilung von BIM-Software, eigene Darstellung.....	34
Abbildung 15 - Umfrageergebnisse "Berufsanfänger beherrschen die modellbasierte Arbeitsweise nicht" .....	36
Abbildung 16 - Umfrageergebnisse "Unsere Mitarbeiter beherrschen die modellbasierte Arbeitsweise nicht.....	36
Abbildung 17 - Produktivitätsänderung infolge der Einführung eines neuen Systems .....	37
Abbildung 18 – Umfrageergebnisse „Die Komplexität der modellbasierten Software ist für unsere Einsatzzwecke zu groß“ .....	38
Abbildung 19 - Umfrageergebnisse "Die Anforderungen der modellbasierten Software an die Hardware und Infrastruktur sind zu hoch" .....	39

---

Abbildung 20 - Umfrageergebnisse "Der Aufwand für die Erstellung von digitalen Gebäudemodellen übersteigt den Nutzwert" .....	40
Abbildung 21 - BIM-Server als zentraler Punkt.....	44

---

# 1 Einleitung

Die deutsche Bauindustrie steckt in der Krise.

Was sich nach angesichts voller Terminbücher und wachsender Umsatzzahlen nach einer gewagten These anhört, wird beim Blick auf den internationalen Stand der Technik zur Gewissheit. Länder wie Großbritannien, Norwegen, Finnland, die USA oder Singapur setzen flächendeckend auf die Ausführung von Projekten auf der Basis von BIM. Die modellbasierte Arbeitsweise bringt eine Reihe von Vorteilen mit sich, die Arbeitsprozesse und -abläufe vereinfachen und beschleunigen sowie die interdisziplinäre Kommunikation innerhalb des Projektes fördern. In diesen Ländern ist es bereits Pflicht, neue Großprojekte mit BIM zu planen und auszuführen. In Großbritannien schätzt man, so bis zu 11 Milliarden Pfund im Jahr einzusparen.

In Deutschland steckt die Technologie noch in den Kinderschuhen. Zwar bieten nationale Softwareentwickler kombinierte Lösungen zum Arbeiten mit BIM an, die breite Masse der Bauunternehmen setzt allerdings weiter auf konventionelle Methoden.

In dieser Arbeit sollen die Ursachen für die zögernde Haltung der deutschen Baubranche aufgezeigt sowie der Einführungsprozess und die damit verbundenen Risiken und Möglichkeiten erläutert werden. Zudem soll die Situation der deutschen Bauwirtschaft mit der der internationalen Konkurrenz sowie der anderer Branchen verglichen werden, um mögliche Handlungsansätze zu finden.

---

## 2 Begriffsdefinition und Allgemeines

### 2.1 Entstehung der Methodik

Beginnend in den späten 1970er- und frühen 1980-Jahren wurde mit dem Building Product Models ein Begriff geprägt, der eine Methodik der integrierten, digitalen Planung beschreiben sollte.<sup>1</sup> Die zu dieser Zeit voranschreitende Verbreitung des PC im gewerblichen Sektor trug dazu bei, dass Planungsprozesse zunehmend vom Reißbrett auf 2D-Zeichnungsprogramme verlagert wurden. Die wesentlichen Planungs- und Abstimmungsprozesse blieben trotz Digitalisierung jedoch größtenteils unverändert, sodass noch nicht von einem wirklichen Übergang gesprochen werden kann.

Erst in den späten 1990er Jahren wurden die Grundlagen zum tatsächlichen praktischen Einsatz von BIM gelegt. Erste Ingenieurbüros und Bauunternehmen begannen, Pilotprojekte mit der neuen Methodik zu planen und umzusetzen. Die technologische Grundlage bildete dabei Architektursoftware wie ArchiCAD, für spezielle Einsatzgebiete wie die Tragwerksplanung wurden Lösungen wie Tekla oder Allplan entwickelt. Auch erste Schnittstellen zum Datenaustausch für interdisziplinäre Aufgaben wurden entwickelt.<sup>2</sup>

Allerdings lief die Entwicklung und Adaption von BIM länderübergreifend asymmetrisch ab. So wurden in Skandinavien und Großbritannien schnell ein Großteil der öffentlichen Bauprojekte mit BIM geplant, während in Deutschland vorwiegend auf herkömmliche Verfahren gesetzt wurde. Hier wurde bis 2014 kein öffentliches Projekt mit BIM durchgeführt.

---

<sup>1</sup> Vgl. Wellensiek, Tobias ; Potpara, Milena ; Baier, Christian ; Franke, Lisa ; Scharfenberg, Philipp ; Herter, Leonid: BIM-Ratgeber für Bauunternehmer : Grundlagen, Potenziale, erste Schritte., 2017

<sup>2</sup> Vgl. Hausknecht, Kerstin ; Liebich, Thomas: BIM-Kompodium. : Building Information Modeling als neue Planungsmethode

---

## 2.2 Definition und Abgrenzung

Der Begriff BIM beschreibt allgemein sowohl ein bloßes 3D-Modell eines Gebäudes, den softwaregestützten Abwicklungsprozess der Bauausführung, als auch die anschließende Nutzung und Verwaltung des fertiggestellten Objektes. Dabei enthält das virtuelle Gebäudemodell sowohl Informationen über die geometrische Ausprägung der einzelnen Modellelemente, als auch über ihre Kosten und weitere, objektspezifische Eigenschaften.

In der Fachliteratur gibt es keine gemeingültige, anerkannte Definition des Begriffes. Die am häufigsten zitierte Version stammt aus der amerikanischen BIM-Richtlinie „*National Building Information Modeling Standard (NBIMS)*“, in der es heißt:

„Building Information Modeling (BIM) ist eine Methode im Bauwesen, die das Erzeugen und Verwalten von digitalen Abbildungen 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. Eine grundlegende Voraussetzung von BIM ist die Zusammenarbeit der am Bau beteiligten über die verschiedenen Phasen des Lebenszyklus einer baulichen Anlage, um die gemeinsam zur Verfügung stehenden Bauwerksinformationen, aus der Sicht des jeweiligen Beteiligten, zu erstellen, auszuwerten, zu ändern oder zu aktualisieren.“<sup>3</sup>

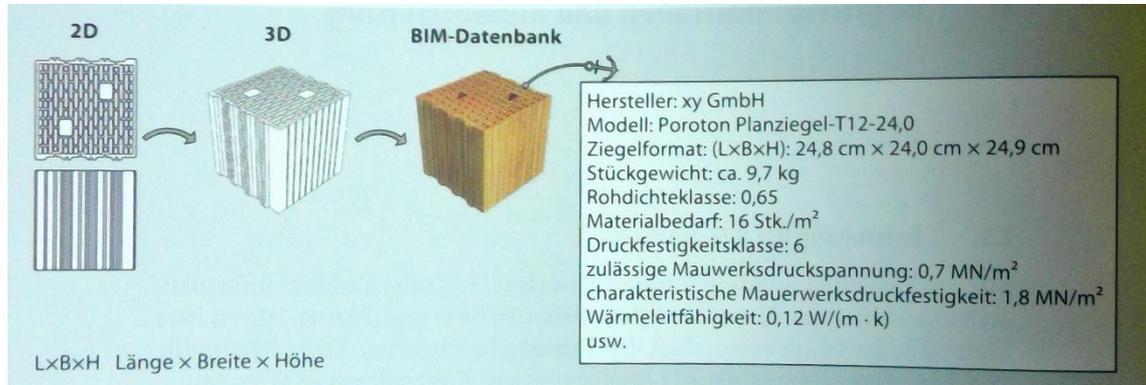
Die entscheidenden Aspekte dieser Definition sind:

- Bauwerksmodelle – es existiert nicht nur ein Modell, viel mehr werden eine Vielzahl von Fachmodellen miteinander verknüpft
- Der gesamte Lebenszyklus des Gebäudes als Anwendungsgebiet. Da BIM nicht nur als Planungsmethode, sondern auch zur Steuerung und Ausführung genutzt wird, bildet es die Grundlage für den Betrieb sowie Um- und Rückbau
- Physikalische und funktionale Eigenschaften und deren Abbildung – dazu gehören neben des bloßen Modells eines Bauteils beispielsweise auch Material- und Konstruktionsangaben und funktionale Eigenschaften

---

<sup>3</sup> NIBS (2012). National BIM Standard United States Version 2, National Institute of Building Sciences, WashingtonDC, USA,

- Zusammenarbeit mehrerer Projektbeteiligter – BIM kann erst effizient genutzt werden, wenn die Informationen mehrerer Projektbeteiligter zusammengeführt und den jeweils anderen zur Verfügung gestellt werden<sup>4</sup>



**Abbildung 1 - entnommen aus: BIM-Ratgeber für Bauunternehmer : Grundlagen, Potenziale, erste Schritte. 1. Aufl.. Stuttgart: Müller Rudolf, 2017.**

Diese Punkte stellen gleichzeitig die Abgrenzung der BIM-Methodik von der traditionellen Planung und Ausführung dar. Während bei der herkömmlichen Planung jedes Bauteil für sich betrachtet wird und die jeweiligen Projektbeteiligten nur innerhalb ihrer Fachdisziplin agieren, hinterliegen in der BIM-Datenbank jedem Objekt eine Vielzahl an Eigenschaften, die allen Beteiligten zugänglich sind.

<sup>4</sup> Vgl. Hausknecht, Kerstin ; Liebich, Thomas: BIM-Kompodium. : Building Information Modeling als neue Planungsmethode

---

## 2.3 Begriffe im Kontext mit BIM

### 2.3.1 BIG BIM und little bim

BIG BIM und little bim – diese zwei Begriffe hat Finith E. Jernigan 2007 in seinem gleichnamigen Buch geprägt. Seitdem werden sie in jeder Diskussion über die Dimensionen und Ausprägungen von BIM-Projekten zitiert.

Little bim oder die BIM-Insel – Nutzung im eigenen Büro und für die Abwicklung und Optimierung eigener Arbeitsvorgänge

BIG BIM oder die BIM-Integration – BIM wird zusätzlich zum Einsatz im eigenen Büro zur Koordinierung und für Planungsprozesse in Zusammenarbeit mit anderen Projektbeteiligten verwendet.<sup>5</sup>

Zusätzlich wird zwischen open BIM und closed BIM unterschieden.

Open BIM – es werden neutrale, offene Schnittstellen und Datenformate von Bauherr und Projektbeteiligten genutzt

Closed BIM – vor Projektbeginn werden verbindliche Datenformate und zu verwendende BIM-Software vom Bauherr festgelegt

Aus diesen vier Begriffen ergibt sich folgende Matrix:

---

<sup>5</sup> Vgl. AIA, Finith E. Jernigan: Big BIM, Little Bim : The Practical Approach to Building Information Modeling : Integrated Practice Done the Right Way!, 2007

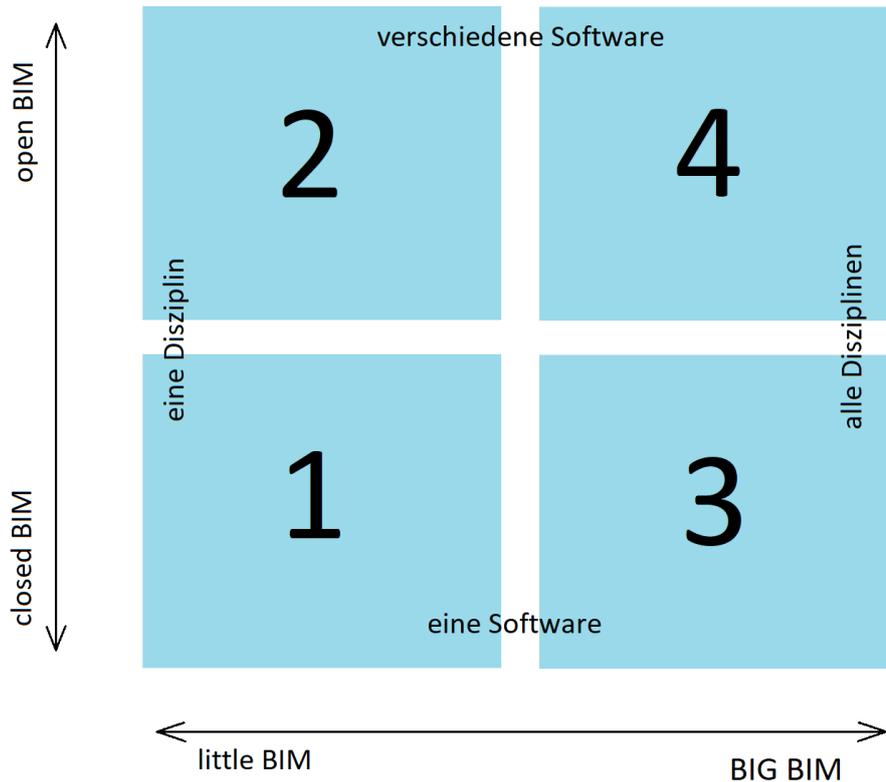


Abbildung 2 – Anwendungsmatrix verschiedener BIM-Umgebungen<sup>6</sup>

1. Little closed BIM
  - Jeder Projektbeteiligte arbeitet in seiner jeweiligen Fachdisziplin für sich. Daten werden nicht mit Bearbeitern anderer Fachdisziplinen ausgetauscht
2. Little open BIM
  - Wie beim Little closed BIM arbeitet jeder Projektbeteiligte in seiner Fachdisziplin für sich. Daten werden allerdings über eine gemeinsame Schnittstelle ausgetauscht
3. Big closed BIM
  - Bearbeiter mehrerer Fachdisziplinen arbeiten mit gleicher Software. Innerhalb der Software werden Daten ausgetauscht und anderen zugänglich gemacht
4. Big open BIM

<sup>6</sup>eigene Abbildung in Anlehnung an Liebich, Thomas; Schweer, Carl-Stephan; Wernik, Leon; Die Auswirkungen von BIM auf die Leistungsbilder und Vergütungsstruktur von Architekten und Ingenieuren sowie auf die Vertragsgestaltung, 2011

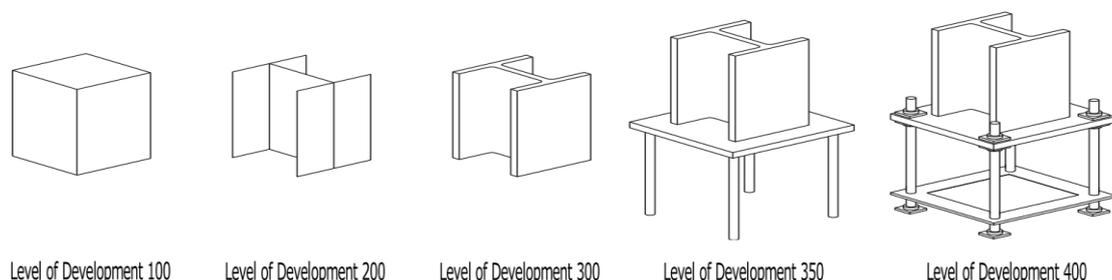
- Jeder Bearbeiter arbeitet mit eigener Software und in seiner eigenen Fachdisziplin. Die Zusammenfassung aller Disziplinen zu einem gemeinsamen Modell wird über gleiche Datentypen und genormte Schnittstellen ermöglicht.

Der Idealfall eines mit BIM durchgeführten Projekts ist der Fall 4, das big open BIM. Durch den ständigen Austausch und das Zusammenführen zu einem Modell sinkt der Koordinierungsaufwand zwischen den Projektbeteiligten erheblich.<sup>7</sup>

### 2.3.2 LOD, LOG, LOI

Level of Detail – kurz LOD – bezeichnet den Detaillierungsgrad eines Objekts. Vor allem für die Kostenplanung eines Projektes ist es wichtig festzulegen, in welchem Detaillierungsgrad Planungsdaten vorliegen müssen. Während es in Deutschland bislang keinen anerkannten Standard für die Detaillierungsgrade von BIM-Modellen gibt, ist die Entwicklung in diesem Gebiet im Ausland schon weiter fortgeschritten. So gab es bereits 2008 erste Ansätze zur Definition von Detaillierungsgraden durch die Firma VICO Software.<sup>8</sup>

Diese Ansätze nutzte der amerikanische Architektenverband (American Institute of Architects, AIA) zur Weiterentwicklung einer verbindlichen Definition von Detaillierungsgraden. Dabei wurden auch andere BIM-Anwendungen, wie Terminplanung und weitere Analysen. Dieser weiterentwickelte LOD umfasst 6 Stufen (LOD 100-500), die mittlerweile weit verbreitet und anerkannt sind.



**Abbildung 3 - entnommen aus Building Information Modeling : Technologische Grundlagen und industrielle Praxis, 2015**

<sup>7</sup> Vgl. Hausknecht, Kerstin ; Liebich, Thomas: BIM-Kompodium. : Building Information Modeling als neue Planungsmethode

<sup>8</sup> Vgl. Hausknecht, Kerstin ; Liebich, Thomas: BIM-Kompodium. : Building Information Modeling als neue Planungsmethode

- 
- LOD 100: Modellelement wird im Modell geometrisch mit einem Symbol dargestellt
  - LOD 200: Modellelement wird mit ungefähren Mengen, Größe, Lage und Orientierung dargestellt
  - LOD 300: Modellelement wird mit spezifischen Mengen, Größe, Lage und Orientierung dargestellt
  - LOD 350: Modellelement wird mit spezifischen Mengen, Größe, Lage und Orientierung und mit Verbindungen und Anschlüssen zu anderen Gebäudesystemen dargestellt
  - LOD 400: Modellelement wird mit spezifischen Mengen, Größe, Lage und Orientierung inklusive Montage-, Installations- und Herstellerinformationen dargestellt
  - LOD 500: Modellelement entspricht in Größe, Aussehen, Lage, Menge und Orientierung dem eingebauten Zustand<sup>9</sup>

In artverwandten Disziplinen, wie zum Beispiel dem Städtebau, wurden eigene Begriffe für den Fertigstellungs- und Detaillierungsgrad festgelegt. Dabei gelten für die Anwendung in 3D-Stadtmodellen die folgenden fünf Stufen:

- LOD 0: Regionalmodell, 2,5-D-Geländemodell mit Luftbildtextur
- LOD 1: Klötzchenmodell, Gebäudeblock (Grundfläche hochgezogen)
- LOD 2: 3D-Modell der Außenhülle, der Dachstrukturen und einfacher Texturen
- LOD 3: Architekturmodell, 3D-Modell der Außenhülle mit Textur
- LOD 4: Innenraummodell, 3D-Modell des Gebäudes mit Etagen und Innenräumen<sup>10</sup>

Bei der Betrachtung des *Level of Detail* bzw. *Level of Development* fällt das Problem einer nicht standardisierten Kategorisierung auf. Beide Begriffe beziehen sich nicht, wie vom American Institute of Architects ursprünglich beabsichtigt, auf die Informationstiefe des jeweiligen Modellelementes, sondern auf seine geometrische Detailliertheit. Da bei der Planung mit BIM die beigefügten Attribute der Modellelemente allerdings mindestens ebenso wichtig sind wie seine bloße geometrische Ausprägung, wäre es hier also sinnvoll, eine weitere Dimension der Modelleigenschaften anzugeben.

---

<sup>9</sup> Vgl. Natspec National BIM Guide, 2011

<sup>10</sup> [https://de.wikipedia.org/wiki/Level\\_of\\_Detail](https://de.wikipedia.org/wiki/Level_of_Detail) (Stand: 08/2017)

In einigen Werken der Fachliteratur wird daher eine Aufspaltung des LOD vorgenommen. Dieser setzt sich demnach aus dem Level of Geometry (LOG) sowie dem Level of Information (LOI) zusammen. Das Level of Geometry enthält dabei weiterhin die Informationen über die geometrischen Ausprägungen des Modellelements, während das Level of Information weitere alphanumerische Attribute enthält.<sup>11</sup>

Da jedes Projekt eigene Anforderungen und Hindernisse hat, fällt eine klare Klassifizierung des LOI allerdings schwer. Hier ist es sinnvoll, zu Projektbeginn im projektspezifischen BIM-Abwicklungsplan eine Informationstiefe für die verschiedenen Anwendungsfälle festzulegen.

### 2.3.3 Industry Foundation Classes

Der IFC ist ein speziell für die Baubranche entwickelter Datenstandard. Er ist herstellerneutral und wurde in den 1990er Jahren von der Industrie Allianz für Interoperabilität (IAI, heute buildingSMART International) mit dem Ziel entwickelt, projektbeteiligten verschiedenster Fachdisziplinen den Austausch und die Vergleichbarkeit von Daten zu vereinfachen.

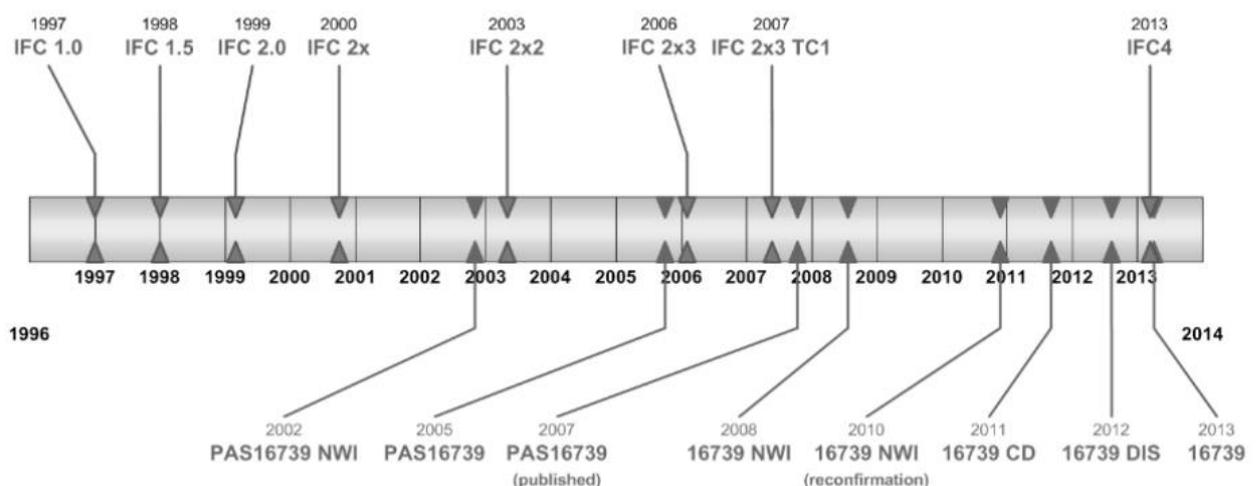


Abbildung 4 - Geschichte der IFC-Entwicklung<sup>12</sup>

<sup>11</sup> Vgl. Hausknecht, Kerstin ; Liebich, Thomas: BIM-Kompodium. : Building Information Modeling als neue Planungsmethode

<sup>12</sup> Entnommen aus: Degen, Michael; Liebich, Thomas: IFC-Austauschformat für die TGA, IHKS-Fachjournal, 2007

---

Eine IFC-Datei besteht jeweils aus dem Header und dem Body. Im Header werden allgemeine Angaben wie Hersteller und verwendete Software, während im Body die eigentlichen Modelldaten – also beispielsweise Geometrie und Informationen über den Werkstoff - gespeichert werden.

### 2.3.4 Product Data Management

Zur Organisation von Daten hat sich die Nutzung von Product Data Management (PDM)-Systemen bewährt. Zwar wird es vorwiegend im Bereich der produzierenden Industrie sowie im Fahrzeug- und Anlagenbau verwendet, doch ein Umdenken findet nachweislich auch im Baugewerbe statt.

Die Grundlage einer jeden Informationstechnologie ist das Datenmanagement, das Building Information Modeling bildet hier keine Ausnahme. Bei der Verwendung von PDM-Systemen steht das Bauteil und die mit ihm verknüpften Informationen im Mittelpunkt. Diese enthalten alle für das Modellelement relevanten Informationen, wie:

- Fertigungsmaterial
- Artikelnummern
- Prüfberichte
- Statische Berechnungen

Diese und weitere Informationen ergeben im Verbund mit dem eigentlichen Modellelement die Bauteildatei. Der Vorteil liegt dabei auf der Hand: Alle wichtigen Informationen zu jedem in einem Projekt verwendeten Teil können schnellstmöglich abgerufen werden. Zudem muss keine Ordnerstruktur mehr auf internen Servern festgelegt werden, um Pläne, Prüfberichte und andere Dokumente systematisch zu ordnen. Dadurch sinkt der Gesamtaufwand, um eine Information zu erhalten und zu verarbeiten, beträchtlich. Zudem lassen sich aus angefügten Stücklisten leicht Berichte erstellen. Wurden bereits alle bestellten Teile eines bestimmten Elements geliefert? Wann ist mit dem Einbau zu rechnen? Daraus lassen sich wiederum Schlüsse ziehen, beispielsweise auf die Planung der Baustellenlogistik bei Lieferverzögerungen oder sonstigen unvorhergesehenen Problemen. <sup>13</sup>

---

<sup>13</sup> Vgl. Günthner, Willibald A. ; Borrmann, André: Digitale Baustelle- innovativer Planen, effizienter Ausführen : Werkzeuge und Methoden für das Bauen im 21. Jahrhundert, 2011

---

Die Einspeisung und Verknüpfung von CAD-Dokumenten erfolgt bei entsprechender Anbindung automatisch. So können bereits bestehende CAD-Planungen direkt in die PDM-Umgebung übertragen werden. Hier können die Modellelemente dann mit zusätzlichen Eigenschaften versehen und klassifiziert werden, was durch die hierarchische Vererbung von Eigenschaften vereinfacht wird.<sup>14, 15</sup>

Insgesamt kann ein gut implementiertes PDM-System viele Arbeitsschritte erleichtern und die Strukturierung und Übersichtlichkeit fördern. Als Teil einer BIM-Umgebung bildet es außerdem die Grundlage für viele Prozesse.

### 2.3.5 Product Lifecycle Management

Um den folgenden Gliederungspunkt „Building Lifecycle Management“ besser verständlich darstellen zu können, wird im Folgenden das Product Lifecycle Management als Grundlage erläutert.

Die Aufgabe des Product Lifecycle Managements (PLM) ist es, zu jeder Zeit an den relevanten Stellen im Unternehmen die richtigen Informationen über ein Produkt oder ein Projekt zur Verfügung zu stellen. Der Begriff stammt ursprünglich aus der Fertigungsindustrie. Dort wird PLM *„dazu eingesetzt, die Prozesse und Systeme des gesamten Produktlebenszyklus eines Bauteils, vom Entwurf über die Arbeitsvorbereitung und Qualitätssicherung bis hin zu Betrieb und Recycling, zu vernetzen.“*<sup>16</sup> Im Gegensatz zu einzelnen Stationen im Fertigungsprozess, die oft nur über die für den dort durchgeführten Arbeitsschritt relevanten Informationen verfügen, soll es also als Sammelstelle für Informationen dienen.

---

<sup>14</sup> Vgl. Günthner, Willibald A. ; Borrmann, André: Digitale Baustelle- innovativer Planen, effizienter Ausführen : Werkzeuge und Methoden für das Bauen im 21. Jahrhundert, 2011

<sup>15</sup> Vgl. [www.solidline.de](http://www.solidline.de), PDM und PLM im Vergleich, Stand: 08.08.2017

<sup>16</sup> Borrmann, André ; König, Markus ; Koch, Christian ; Beetz, Jakob: Building Information Modeling : Technologische Grundlagen und industrielle Praxis, 2015

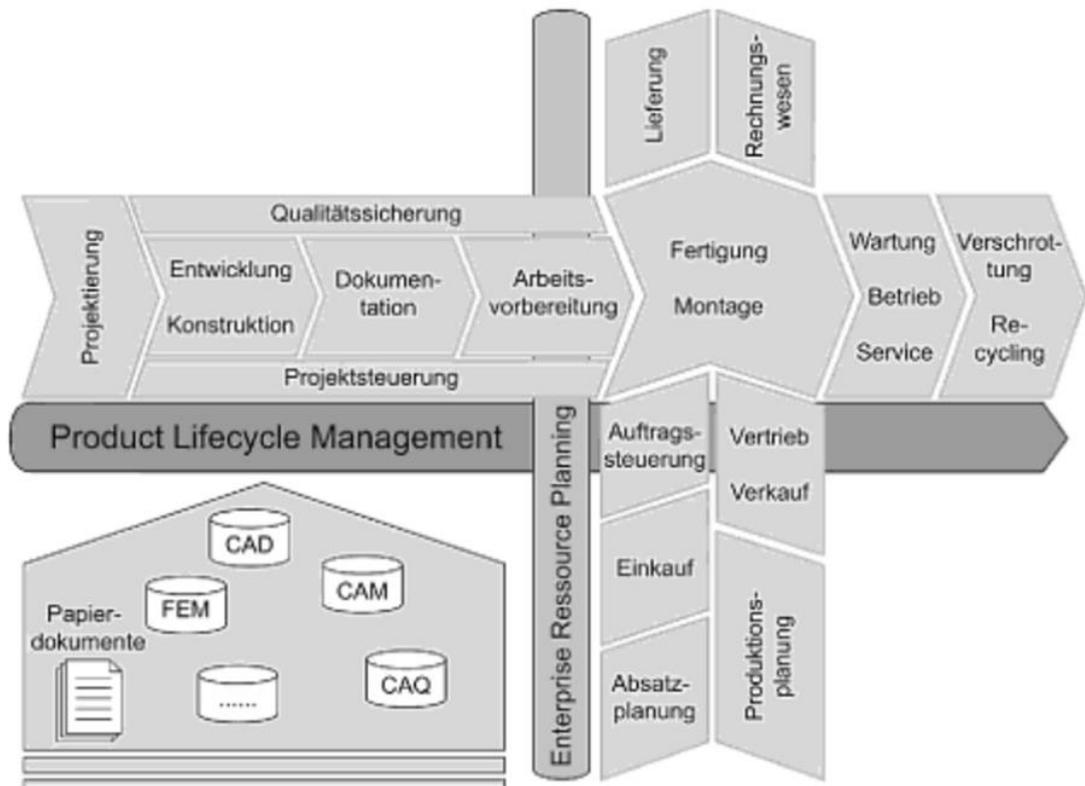


Abbildung 5 - Product Lifecycle Management<sup>17</sup>

In Abbildung 4 wird veranschaulicht, dass PLM oft auch als Kernprozess verstanden wird. Als solcher legt es den Fokus auf die Produkte und ihren Entstehungsprozess. Nach diesem Ansatz beschreibt und verfolgt das Enterprise Resource Planning (ERP) die alle auf die eigentliche Produktion des Produktes bezogenen Prozesse wie Einkauf und Produktionsplanung bis hin zu Vertriebsprozessen wie Lieferung und Rechnungswesen, während das PLM die Prozesse vor und nach der Produktion, wie Entwicklung, Konstruktion, Projektsteuerung, Wartung oder Verschrottung betrachtet. Der Berührungspunkt beider Vorgänge liegt im Bereich der Fertigung und Montage. Hier kann also jedes System von den Informationen des jeweils anderen profitieren, ohne selbst jederzeit über alle Informationen verfügen zu müssen.<sup>18</sup>

PLM und PDM schließen sich nicht gegenseitig aus und stehen auch nicht in Konkurrenz zueinander. Vielmehr bildet ein gut implementiertes PDM die Datengrundlage für ein funktionierendes PLM. Dabei sollte es immer als Gesamt-

<sup>17</sup> Entnommen aus Arnold, Volker ; Dettmering, Hendrik ; Engel, Torsten ; Karcher, Andreas: Product Lifecycle Management beherrschen : Ein Anwenderhandbuch für den Mittelstand, 2011

<sup>18</sup> Vgl. Arnold, Volker ; Dettmering, Hendrik ; Engel, Torsten ; Karcher, Andreas: Product Lifecycle Management beherrschen : Ein Anwenderhandbuch für den Mittelstand, 2011

---

oder Sammelprozess gesehen werden, der die einzelnen IT-Systeme als Teilprozesse versteht.

### 2.3.6 Building Lifecycle Management

Das Building Lifecycle Management (BLM) ist die Anwendung des Product Lifecycle Managements auf das Bauwesen. Alle Informationen, die über ein Projekt zur Verfügung stehen, werden so aufbereitet und strukturiert, dass sie jederzeit an den relevanten Stellen zur Verfügung stehen. Weiterhin beschäftigt sich das BLM mit den weiterführenden Lebenszykluskosten eines Gebäudes. Es lässt sich somit thematisch dem Gebiet des Facility Managements sowie den Planungsinstrumenten zuordnen und wird üblicherweise in die Bereiche Datenmanagement und Prozessmanagement aufgegliedert. Dabei hat das Prozessmanagement die Aufgabe, Wechselwirkungen zwischen Aktionen und Daten von Abläufen zu steuern und zu verwalten. Das Datenmanagement hingegen verwaltet die Bauwerksdaten verschiedener Softwareumgebungen sowie die Projektbeteiligten und -informationen.<sup>19</sup>

Die Basis des BLM bildet die integrale Planung. Sie macht es möglich, kooperativ und anforderungsbedingt zu planen sowie Systemtechnik und Teammanagement zu stützen.

Der Begriff integrale Planung hat seinen Ursprung bereits in den 1980er Jahren. Er wurde von Nikolaus Kohler und Rohland Strunz als Planungsphilosophie definiert, die die Verwirklichung eines Bauvorhabens unter Berücksichtigung moderner Bau- und Installationstechnik erlaubt.<sup>20</sup> Die Kernpunkte dieses Ansatzes beinhalten außerdem:

- Ein kooperativ planendes Team statt eines integralen Planers
- Die langfristige Betrachtung eines Gebäudes und seiner Lebenszykluskosten

---

<sup>19</sup> Vgl. Zwischenbericht des Verbundprojektes RETEx II/INTESOL „Integrale Planung solaroptimierter Gebäude“ für das Jahr 1997

<sup>20</sup> Vgl. Suter, Peter: Haustechnik in der integralen Planung, 1986

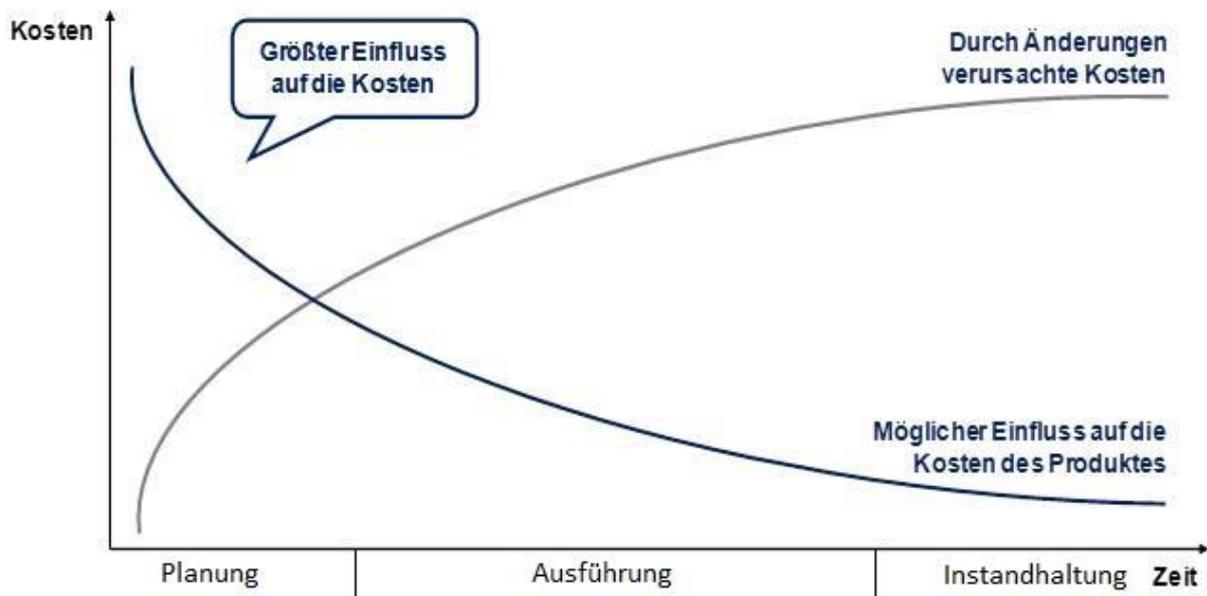


Abbildung 6 - Beeinflussbarkeit von Projektkosten in verschiedenen Projektphasen<sup>21</sup>

Die Beeinflussbarkeit von Projektkosten sinkt mit fortschreitendem Projektstatus. Während in der frühen Planungsphase leicht Anpassungen gemacht werden können, ohne hohe zusätzliche Kosten zu verursachen, nehmen Änderungen im späteren Projektverlauf wesentlich mehr Zeit und Geld in Anspruch. Im schlimmsten Fall müssen sogar bereits fertiggestellte Elemente des Bauwerks wieder zurückgebaut werden, um Änderungswünschen gerecht zu werden. Zudem kann die Planungsqualität unter Änderungen unter Zeitdruck leicht sinken. Um dieser Tatsache Rechnung zu tragen, setzt die integrale Planung in der frühestmöglichen Projektphase an: der strategischen Planungsphase. Um diesen Ansatz zu verwirklichen, werden alle benötigten Planungsbeteiligten frühzeitig in das Projekt und die Planung eingebunden. Dieses Vorgehen wird in der Fachliteratur auch als horizontale Integration bezeichnet.<sup>22</sup>

Zusammenfassend lässt sich die integrale Planung als ein sich ständig wiederholender und fortlaufender Prozess der Problemanalyse bezeichnen.<sup>23</sup>

<sup>21</sup> Modifiziert übernommen aus [www.buchalik-broemmerkamp.de](http://www.buchalik-broemmerkamp.de), „Cash-Motor Einkauf – Wert- und Kostenanalyse entlang der Wertschöpfungskette“

<sup>22</sup> Vgl. Zwischenbericht des Verbundprojektes RETEx II/INTESOL „Integrale Planung solaroptimierter Gebäude“ für das Jahr 1997

<sup>23</sup> Both, Petra von: Ein systemisches Projektmodell für eine kooperative Planung komplexer Unikate, 2006

---

## 3 BIM in Deutschland – Situation, Probleme und Lösungsansätze

### 3.1 Problembeschreibung

Die deutsche Bauwirtschaft hat in den vergangenen Jahren stark an Ansehen im In- und Ausland verloren. Spätestens seit der öffentlichkeitswirksamen Reihe von Fehlern und Verschiebungen rund um das Berliner Flughafenprojekt „Flughafen Berlin Brandenburg Willy Brandt“ (BER) – beginnend mit der ersten Verschiebung des Eröffnungstermins am 25. Juni 2010 – steht das Projekt unter besonderer Beobachtung der Öffentlichkeit. Dies hat bereits dazu geführt, dass sich die Bundespolitik dem Thema stellen musste und mit der „Reformkommission Großprojekte“ eine Instanz schuf, die bis 2015 einen Leitfaden für künftige Großprojekte erstellte.<sup>24</sup> Dabei wurde sich auch und insbesondere mit dem Thema „Moderne computergestützte Arbeitsmethoden“ beschäftigt.

Dabei steht das Flughafen-Großprojekt nur beispielhaft für eine Reihe von gescheiterten oder stark verzögerten Projekten mittleren und großen Umfangs. Sie alle vereint im Grunde dieselben Ursachen:

- Fehlende Transparenz
- Mangelhafte Informationen als Grundlage für die Risikoabschätzung
- Mangelhafte Vorplanung
- Schwer zu realisierende Planungsänderungen

Ein weiteres gravierendes Problem der deutschen Bauwirtschaft ist die Entwicklung der Produktivität im Vergleich zu anderen Branchen. Denn während sich in den letzten Jahrzehnten die Produktivität überall stetig erhöhte, sank die der Baubranche im selben Zeitraum.

---

<sup>24</sup> Vgl. Hausknecht, Kerstin ; Liebich, Thomas: BIM-Kompodium. : Building Information Modeling als neue Planungsmethode

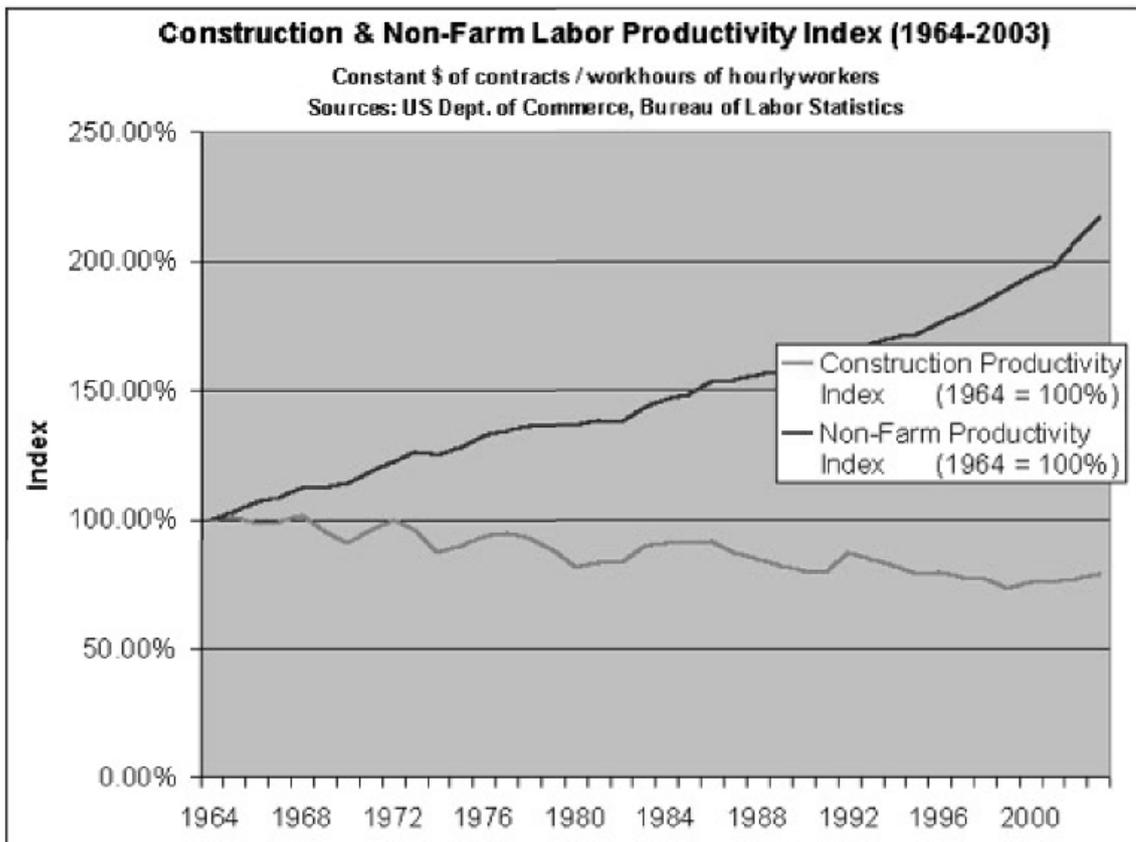


Abbildung 7 - Vergleich der Produktivitätsindizes zwischen Bau- und anderen Branchen 1964-2004<sup>25</sup>

In Abbildung 7 wird der Sachverhalt dargestellt. Dabei wird der Produktivitätsindex der Baubranche mit dem der Industrie (mit Ausnahme der Landwirtschaft) verglichen. Der Produktivitätsindex ist das Verhältnis aus eingesetzter Leistung (Arbeitsstunden) und Ausbringungsmenge (Auftragsvolumen). Obwohl sich beide Indizes im Jahr 1964 noch auf demselben Level bewegten, nahmen die beiden Kurven in den folgenden 40 Jahren denkbar unterschiedliche Verläufe. Während die Industrie ihre Produktivität bis zum Jahr 2001 verdoppeln konnte, nahm die der Baubranche im selben Zeitraum sogar ab. In den folgenden Jahren konnte die Industrie ihren Produktivitätsanstieg sogar noch erhöhen. Zwar stammen die ermittelten Zahlen aus der amerikanischen Wirtschaft, jedoch ist der Technologieunterschied zwischen beiden Ländern nicht so hoch, dass der Kernpunkt der Aussage sich dadurch verändern würde.

Worin liegen jedoch die Gründe für einen derartigen Rückgang der Produktivität? Schließlich erwirtschaftete das Bauhauptgewerbe im Jahr 2015 einen Umsatz von 102,1 Mrd. € und steht damit an sechster Stelle der umsatzstärksten

<sup>25</sup> Entnommen aus: [www.aecbytes.com](http://www.aecbytes.com); Labor-Productivity Declines in the Construction Industry: Causes and Remedies, 2013

Industriebranchen in Deutschland. Schon aus diesem Grund sollten die mangelnde Produktivität und die damit einhergehenden Umsatzeinbußen nicht unbeachtet bleiben.

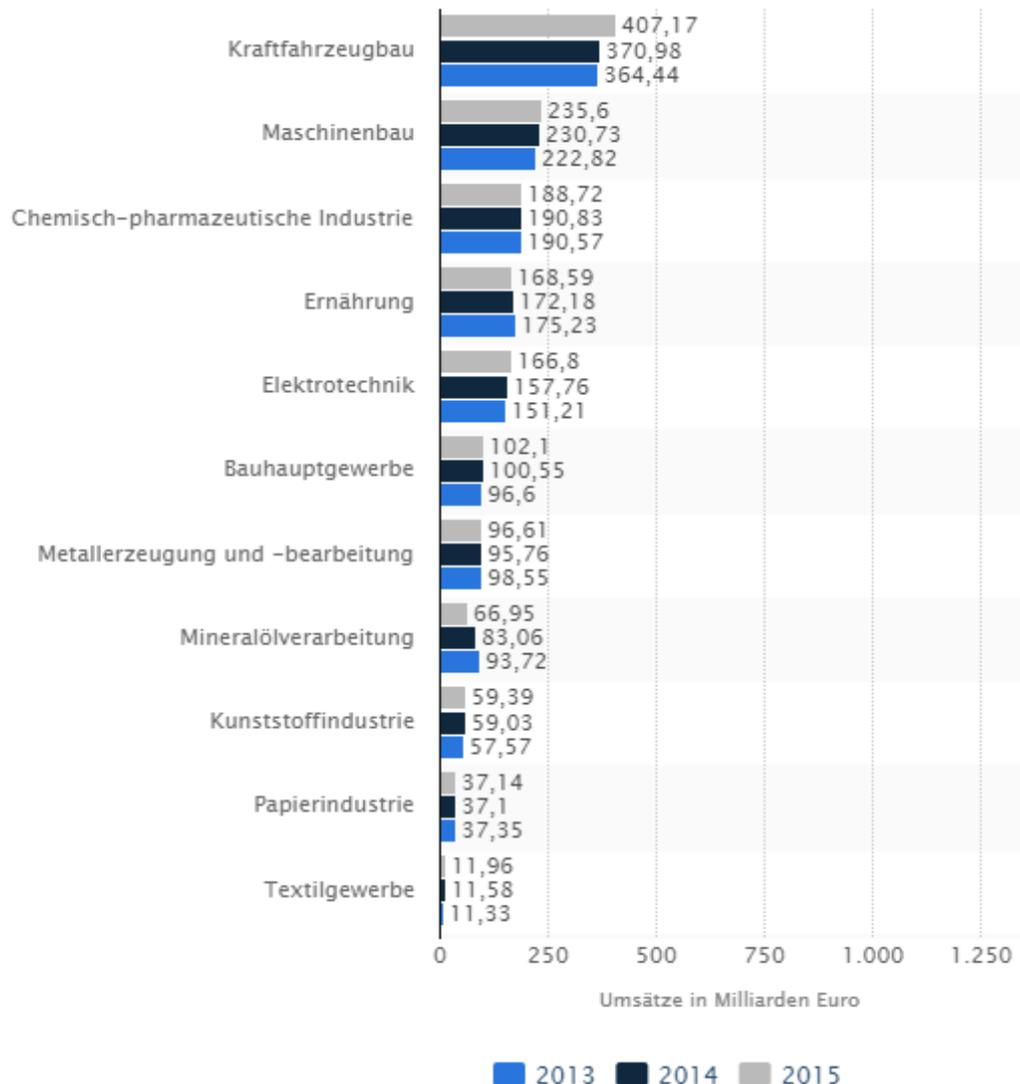


Abbildung 8 - Vergleich der Umsätze verschiedener Industriebranchen in Deutschland 2013-2015<sup>26</sup>

Einige Gutachter sehen die Ursache für den Produktivitätsverlust sowohl in Informationsverlusten, als auch in der durch die zu starke Fragmentierung der Branche ausgelösten Prozessverschwendung.<sup>27</sup> Außerdem würden demnach neue Technologien und Prozesse in der Bauindustrie nur schwer angenommen. Stattdessen wird hauptsächlich an veralteten Verfahren festgehalten. Ein Grund dafür sind die im Branchenvergleich verschwinden geringen Margen, mit denen

<sup>26</sup> Modifiziert entnommen aus: de.statista.com; Umsätze der wichtigsten Industriebranchen in Deutschland in den Jahren von 2013-2015

<sup>27</sup> Kessoudis, Konstantinos; Lodewijks, Jan; Prozessintegration: Von 3D/BIM zu 5D, 2013

---

in der Bauwirtschaft kalkuliert wird. Um den Zuschlag für einen öffentlichen Bauauftrag zu erhalten, muss mittlerweile gerade eben kostendeckend gerechnet werden. Durch die Erprobung und den Einsatz neuer Technologien und Arbeitsweisen steigt das Risiko von Arbeitsverzögerungen und zusätzlichen Kosten. Auch der Produktivitätsverlust zu Beginn der Umstellung macht einen Fortschritt schwierig. Man kann es sich schlicht und ergreifend nicht leisten, das Risiko einer Prozessumstellung einzugehen.

Informationsverluste finden ihren Ursprung meistens in der mangelhaften Koordination, Strukturierung und Übergabe von Informationen. Vor allem die Übergänge von einer Projektphase zur nächsten sind davon gefährdet. Aber auch innerhalb der einzelnen Projektphasen gehen Informationen durch fehlenden Austausch der verschiedenen Fachdisziplinen verloren. Diese Informationsverluste summieren sich im Verlauf eines Projektes auf und sind dann am größten, wenn sie die größte Auswirkung auf die Ausführungsqualität haben: zur Übergabe an den Kunden. Dadurch entsteht einerseits ein Zeitrisko für Nacharbeiten und nachträgliche Informationsrekonstruktion als auch das Risiko, dass Nachfolgeaufträge aufgrund niedriger Kundenzufriedenheit ausbleiben.

Building Information Modeling bringt alle nötigen Werkzeuge mit, um die Prozessintegration und das kooperative Zusammenarbeiten zwischen den Fachdisziplinen voranzutreiben. Alleine dadurch, dass alle Projektbeteiligten auf die zentral gespeicherten Daten der jeweils anderen zugreifen können, wird das Risiko des Informationsverlustes auf ein Minimum reduziert. Auch die Visualisierung der Modelldaten sowie verschiedene Simulationen sowie Aufzeigen von Wechselwirkungen verschiedener Modellteile erleichtert das Nachvollziehen von Vorgängen in fremden Fachdisziplinen. So können beispielsweise Kollisionen zwischen verschiedenen Gebäudeteilen frühzeitig erkannt werden, was wiederum einen reibungslosen Bauablauf gewährt. Der große Vorteil im Vergleich zur herkömmlichen CAD-Planung liegt dabei darin, dass nicht nur das bloße Gebäudemodell dargestellt wird, sondern auch sämtliche dazugehörige Bauteilinformationen hinterlegt sind.<sup>28</sup> Auch das nötige Datenmanagement, das die Grundlage für einen erfolgreichen Einsatz von BIM legt, trägt seinen Teil dazu bei, dass Informationen erhalten bleiben und bei Bedarf leicht abgerufen werden können.

---

<sup>28</sup> Vgl. Diaz, Joaquin; Paradigmenwechsel im Bauwesen – Building Information Modeling, 2013

---

## 3.2 Lösungsansätze

### 3.2.1 Aktionsplan der Reformkommission Bau

Am 29. Juni 2015 wurde von der Reformkommission Bau ein Leitfaden zur Minderung des Risikos von Kosten- und Terminüberschreitungen bei Großprojekten herausgegeben. Dabei gelten Großprojekte als solche, „die im Zuständigkeitsbereich des Bundes liegen und die Investitionssumme von 100 Mio. Euro überschreiten.“<sup>29</sup>

Dieser Aktionsplan umfasst 10 Punkte, die im Folgenden gekürzt erläutert werden.

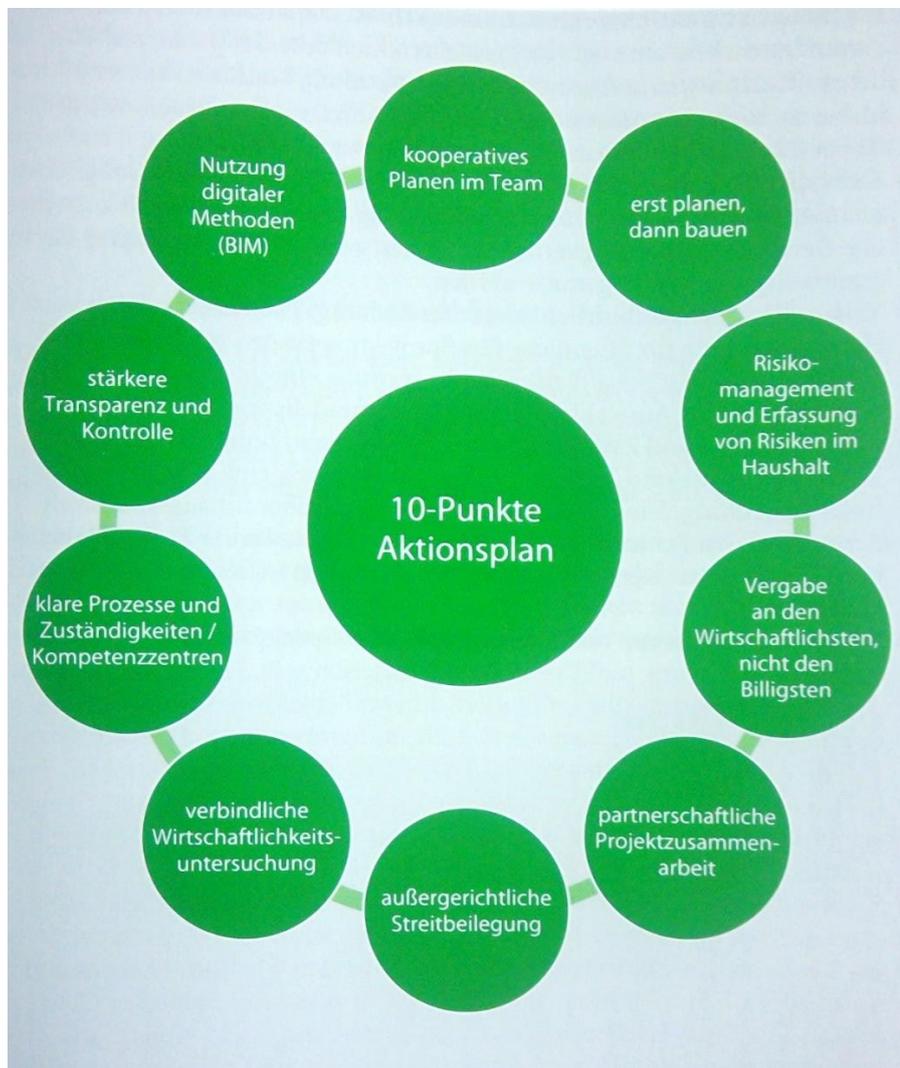


Abbildung 9 – Aktionsplan der Reformkommission Bau<sup>30</sup>

---

<sup>29</sup> Aktionsplan der Bundesregierung, Aktionsplan Großprojekte, 2015

<sup>30</sup> Entnommen aus: Hausknecht, Kerstin; Liebich, Thomas: BIM-Kompendium. : Building Information Modeling als neue Planungsmethode

---

### **Kooperatives Planen im Team**

Großprojekte sollen vorrangig in interdisziplinären Teams geplant werden. Mit dieser Maßnahme soll früh ein möglichst großer Wissensaustausch stattfinden, um so Fehler in der Planungsphase zu minimieren.

### **Erst planen, dann bauen**

Mit der Ausführung sollte erst begonnen werden, wenn die gesamte Ausführungsplanung samt Angaben zu Kosten, Risiken und Zeitplan vorliegen.

### **Risikomanagement und Erfassung von Risiken im Haushalt**

Ziel ist hier eine Optimierung des Risikomanagements. Diese Optimierung wird durch Kontrolle der Analyse und Einschätzung der projektspezifischen Risiken erreicht.

### **Vergabe an den Wirtschaftlichsten, nicht den billigsten**

Baufträge sollen nicht mehr nur aufgrund des Angebotspreises vergeben werden. Vielmehr soll geprüft werden, wie wirtschaftlich das Angebot, beispielsweise hinsichtlich der Güte der verwendeten Materialien der eigenen Qualitätskontrolle des ausführenden Unternehmens

### **Partnerschaftliche Projektzusammenarbeit**

Großprojekte sollen verstärkt unter dem Gesichtspunkt der partnerschaftlichen Zusammenarbeit ausgeführt werden.

### **Außergerichtliche Streitbeilegung**

Eskalierende Konflikte stören den Bauablauf und sorgen damit für Kosten- und Zeitüberschreitungen. Um dies zu verhindern, sollen Konflikte möglichst früh erkannt und mit außergerichtlichen Maßnahmen gelöst werden.

### **Verbindliche Wirtschaftlichkeitsuntersuchung**

Haushaltsmittel werden nur bereitgestellt, wenn ein entsprechender Nachweis einer angemessenen Wirtschaftlichkeitsuntersuchung voraus.

### **Klare Prozesse und Zuständigkeiten**

Klare Definitionen von Zuständigkeiten und Schnittstellen in einer frühen Phase des Projektes vermeidet Kompetenzkonflikte und mindert das Risiko von späteren Verzögerungen durch unklare Kompetenzverhältnisse

---

## Stärkere Transparenz und Kontrolle

Bei Großprojekten soll ein umfassendes, objektives Controlling eingesetzt werden, um einen größtmöglichen Grad an Steuerungs- und Kontrollmöglichkeiten zu gewährleisten

## Nutzung digitaler Methoden

Die Möglichkeiten der digitalen Unterstützung des Bauprozesses sind vielfältig und liegen in unterschiedlicher Ausprägung vor. Die Bundesregierung will daher prüfen, wie die Möglichkeiten des Building Information Modeling optimal für die deutsche Baubranche angewandt werden können.<sup>31,32</sup>

### 3.2.2 Stufenplan zur flächendeckenden Einführung von BIM



**Abbildung 10 - Stufenplan Digitales Planen und Bauen, Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur**

Der „Stufenplan Digitales Planen und Bauen“ wurde am 15. Dezember 2015 vom Bundesminister für Verkehr und digitale Infrastruktur Alexander Dobrindt

---

<sup>31</sup> Aktionsplan der Bundesregierung, Aktionsplan Großprojekte, 2015

<sup>32</sup> Vgl. Hausknecht, Kerstin ; Liebich, Thomas: BIM-Kompodium. : Building Information Modeling als neue Planungsmethode

---

vorgestellt. Damit sollte die Einführung von BIM bei der Durchführung von Großprojekten vereinfacht werden. Der Plan sieht dies in drei Schritten vor.

### **Stufe 1 (2015-2017)**

In dieser Phase sollen erste Pilotprojekte durchgeführt werden. Dies soll bei der Klärung und Definition von Prozessabläufen helfen und somit die Grundlage für Standardisierungsvorgänge sein.

### **Stufe 2 (2017-2020)**

Hier steht die Anwendung des Leistungsniveaus 1 im Vordergrund. Das Leistungsniveau 1 beschreibt die Anforderungen hinsichtlich Daten, Prozessen und Qualifikationen, die öffentliche Auftraggeber in der Ausschreibung von Planungsleistungen berücksichtigen müssen. „Das Leistungsniveau 1 wurde so spezifiziert, dass es unter heute bereits existierenden rechtlichen und technischen Rahmenbedingungen erreicht werden kann.“<sup>33</sup> Die Durchführung von Pilotprojekten wird in diesem Zeitraum ausgeweitet.

### **Phase 3 (ab 2020)**

Ab 2020 soll BIM dann schließlich als Standard gelten und bei allen öffentlichen Projekten eingesetzt werden.

---

<sup>33</sup> Stufenplan Digitales Planen und Bauen, Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, 2015

---

### 3.3 Stand der Technik

Die Einführung der BIM-Methodik wird seit mittlerweile vielen Jahren diskutiert und vorangetrieben. Vor allem seit Veröffentlichung des Stufenplans zur flächendeckenden Einführung von BIM wurden vermehrt Pilotprojekte angestrebt, Fallstudien angefertigt und die technischen Voraussetzungen geschaffen. Im internationalen Vergleich haben sich andere Länder jedoch bereits einen großen Vorsprung erarbeitet. Dabei sind vor allem die skandinavischen Länder sowie Großbritannien und die USA zu nennen.

Die Einführung von BIM in Unternehmen ist ein langwieriger Prozess. Bis alle Prozesse nahtlos ineinandergreifen, können je nach Größe des Unternehmens teilweise etliche Jahre vergehen. Die Einführung läuft dabei typischerweise in 4 Phasen ab:

#### 1. Phase

- Anfertigen von Machbarkeitsstudien
- Simulation von Bauprojekten mit BIM-Methodik
- Identifikation von Projekten, die für BIM geeignet bzw. ungeeignet sind

#### 2. Phase

- Probetrieb in der Praxis
- Erste reale Bauprojekte werden mit BIM durchgeführt
- Ergebnisse werden wissenschaftlich ausgewertet und für die weitere Verwendung analysiert

#### 3. Phase

- Strategische Auswertung der ersten beiden Phasen
- Entscheidung, welche Strategie zur schrittweisen Einführung gewählt werden soll
- Erstellung von Schulungskonzepten
- Einführung von Richtlinien

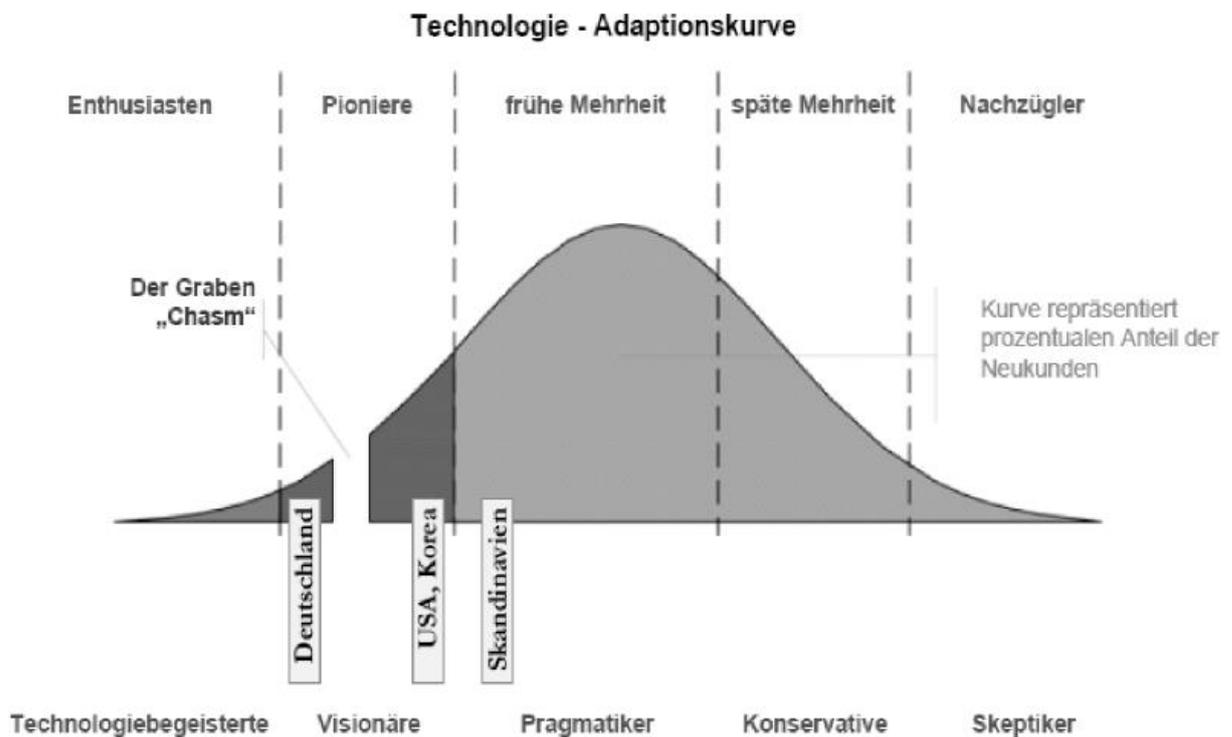
#### 4. Phase

- Anwendung der Methodik im operativen Tagesgeschäft<sup>34</sup>

---

<sup>34</sup> Liebich, Thomas; Weise, Matthias; BIM-Methoden: Internationale Erfahrungen und deren Übernahme unter deutschen Rahmenbedingungen, 2013

Für eine Einführung im breiten Markt fehlen in Deutschland zum jetzigen Zeitpunkt noch Erfahrungen und erfolgreich abgeschlossene Projekte. Sobald der Punkt erreicht ist, an dem eine kritische Masse von der Methodik überzeugt werden konnte und diese im Unternehmen eingeführt hat, kann sich alleine aus wirtschaftlichen Gründen kein Unternehmen mehr leisten, ohne BIM zu arbeiten.



**Abbildung 11 - Adaptionkurve von BIM<sup>35</sup>**

Dieser Punkt – auch als Adaptionigraben bezeichnet – wurde in den marktführenden Staaten bereits vor einigen Jahren überwunden. Wie in Abbildung 5 zu sehen, stellt der Adaptionigraben dabei die größte Hürde vor Erreichen der Adaption in der breiten Masse dar. Schätzungen ergeben, dass BIM-Anwendungen im internationalen Vergleich einen jährlichen Zuwachs von ca. 15% erfahren werden.<sup>36</sup>

<sup>35</sup> Entnommen aus: Liebich, Thomas; Schweer, Carl-Stephan; Wernik, Leon; Die Auswirkungen von BIM auf die Leistungsbilder und Vergütungsstruktur von Architekten und Ingenieuren sowie auf die Vertragsgestaltung, 2011

<sup>36</sup> Vgl. Liebich, Thomas; Schweer, Carl-Stephan; Wernik, Leon; Die Auswirkungen von BIM auf die Leistungsbilder und Vergütungsstruktur von Architekten und Ingenieuren sowie auf die Vertragsgestaltung, 2011

---

Während Staaten, deren BIM-Adaption noch nicht so weit fortgeschritten ist, von der Vorarbeit anderer profitieren, befinden sich die Pioniere der Technologie in der luxuriösen Situation, die weitere Entwicklung mitgestalten zu dürfen. Trotzdem gibt es bei der Einführung von BIM keine Musterlösung. Vielmehr muss jedes Land seine eigene Einführungsstrategie finden, die Rücksicht auf Eigenheiten der jeweiligen Baukultur sowie die Unternehmensstruktur der jeweils ansässigen Firmen nimmt. Bisher hat es sich bewährt, die Einführung von BIM in erster Linie von öffentlichen Auftraggebern einzufordern. Kleinere Büros und Unternehmen stehen dann oft unter Zugzwang, sich dem Fortschritt anzupassen.<sup>37</sup> Nichtsdestotrotz bleibt festzuhalten, dass sich der Adaptionprozess von Land zu Land stark unterscheiden kann.

---

<sup>37</sup> Liebich, Thomas; Weise, Matthias; BIM-Methoden: Internationale Erfahrungen und deren Übernahme unter deutschen Rahmenbedingungen, 2013

---

## 3.4 Die Situation im Vergleich

### 3.4.1 Die Situation in der deutschen Baubranche

Auch in Deutschland wird die BIM-Methodik bereits angewandt. Bisher geschieht dies oftmals nur in Form eines little-closed BIM (siehe Punkt 2.3.1) und nur dann, wenn alle Planungsleistungen von einem Auftragnehmer übernommen werden. Ein Grund dafür sind die in Deutschland bislang noch nicht auf die Einführung von BIM abgestimmten Rahmenbedingungen. Im Rahmen einer Studie des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) wurden diese Rahmenbedingungen untersucht. Darin wurde vor allem deutlich gemacht, dass ein gemeinschaftlicheres Handeln nötig ist. Außerdem wurde die Verschiebung traditioneller Prozessabfolgen und Verantwortlichkeiten hervorgehoben. So werden neue, BIM-spezifische Stellen wie BIM-Manager und BIM-Planer nötig. Als bisher größte Hindernisse zur flächendeckenden BIM-Einführung wurden außerdem 3 Punkte ausgemacht:

- Rechtliche Unsicherheit hinsichtlich der Preisgestaltung
- Fehlender Bezug zu festgelegten HOIA-Leistungsbildern
- Fehlender Regularien zu entsprechenden Vertragsvereinbarungen (Vgl. z.B. VOB-Vertrag)

Um diese Hindernisse zu beseitigen, steht vor allem der Gesetzgeber in der Pflicht und hat bereits in Form des Stufenplans zur flächendeckenden Einführung von BIM in Deutschland sowie dem Aktionsplan der Reformkommission Bau reagiert. (siehe Punkt 3.2.1 und 3.2.2) Allerdings wird ein Zusammenarbeiten zwischen Bund und öffentlichen Auftraggebern notwendig sein, um entscheidende Impulse in Richtung Massenadaption zu setzen. Diese Impulse blieben von Seiten der öffentlichen Auftraggeber bislang aus. Zwar werden durch Forschungsförderung und Durchführung von Pilotprojekten kleine Fortschritte gemacht, trotzdem ist Deutschland mit Blick auf die 4 Phasen der BIM-Einführung (siehe Punkt 3.3) durchaus noch in Phase 1, den Machbarkeitsstudien, einzuordnen. Für das Fortschreiten in Phase 2 sind nun also mehr reale Bauvorhaben nötig, die wissenschaftlich begleitet und ausgewertet werden können. Erst dann kann eine Abwägung hinsichtlich der Risikogrößen Kosten- und Terminsicherheit beginnen.<sup>38</sup>

---

<sup>38</sup> Vgl. Liebich, Thomas; Weise, Matthias; BIM-Methoden: Internationale Erfahrungen und deren Übernahme unter deutschen Rahmenbedingungen, 2013

---

Die öffentlichen Auftraggeber begründen ihre abwartende Haltung derweil mit der noch nicht abgeschlossenen Grundlagenschaffung. Aus ihrer Sicht müssten folgenden Punkte weiterentwickelt und zum Teil neu überdacht werden:

- Förderung von Planungsbüros durch Wettbewerbsförderung
- Reduzierung der Beschreibungstiefe auf die wesentlichen Daten (ID, Bezeichnung, Material, Masse etc.)
- Einsatz effektiver Prüfwerkzeuge, um Bauteile auf Überschneidungen und sonstige Unstimmigkeiten zu überprüfen
- Einführung eines BIM-Managers als zentrale Datenschnittstelle. Dieser BIM-Manager sollte möglichst projektnah sein und ist verantwortlich für den disziplinübergreifenden Austausch von Daten und Modellen.
- Verbleib der zentralen Kompetenz beim Auftraggeber.
  - i. Unterstützung der Projektleitung, vor allem bei der Beauftragung von Managementleistungen
  - ii. Datenpflege
  - iii. Qualitätsmanagement durch festgelegte Prüfroutinen<sup>39</sup>

Weiterhin muss eine Struktur gefunden werden, die die Kompetenzen und Verantwortlichkeiten von jeweils Bund, Ländern und Kommunen festlegt. Im Großen und Ganzen scheint es so, als hätten viele größere Unternehmen das Potential von BIM noch nicht erkannt. Allerdings gibt es auch einige Vorreiter, die auf die flächendeckende Einführung drängen. Besonders zu nennen seien hier vor allem Hochtief und die Deutsche Bahn, die bereits zahlreiche Pilotprojekte mit BIM durchgeführt haben.

Im Bereich der Softwarelösungen werden vordergründig die Programme Allplan BIM (Nemetschek), Revit (Autodesk) und ArchiCAD (Graphisoft) verwendet.<sup>40</sup> Dabei ist die Softwarebranche eines der Zugpferde und Antreiber der BIM-Einführung. Gerade aufgrund der in der Softwarebranche bereits getätigten Investitionen besteht dort die Sorge, dass Deutschland im internationalen Vergleich endgültig abgehängt wird.

Zu den aktuellsten, nennenswerten BIM-Projekten in Deutschland zählen der Rastatter Tunnel auf der von der Deutschen Bahn gebauten Strecke Karlsruhe – Basel sowie die Filstalbrücke auf der Neubaustrecke Wendlingen – Ulm. Auch das zurzeit im Bau befindliche Klinikum Frankfurt Höchst, das von der BAM

---

<sup>39</sup> Vgl. Reif, Matthias: BIM aus Sicht der Bauverwaltung, 2013

<sup>40</sup> Vgl. Diaz, Joaquin; Paradigmenwechsel im Bauwesen – Building Information Modeling, 2013

---

Deutschland AG in Zusammenarbeit mit der Max Bögl Stiftung & Co. KG gebaut wird, wurde zu 100% mit BIM geplant.

### 3.4.2 Deutschland im Vergleich zu anderen Ländern

Die Akzeptanz von BIM unter ausführenden Unternehmen ist in den USA, Großbritannien und den skandinavischen Ländern wesentlich höher als in Deutschland. Dies liegt zum einen natürlich daran, dass die Technologie in diesen Ländern zum Teil zur Planung von Neubauprojekten vorgeschrieben ist.

So schrieb das Bauamt in Statsbygg, Norwegen bereits im Jahr 2010 die Verwendung von BIM bei neuen Bauvorhaben vor. Auch in Teilen Finnlands wurde bereits im Jahr 2007 eine erste BIM-Richtlinie veröffentlicht, die die Übergabe von Daten im IFC-Format einforderte. Dadurch waren Unternehmen gezwungen, sich mit der Thematik auseinanderzusetzen und erkannten daher schon frühzeitig das Potential der Technologie. Aber auch vor der verpflichtenden BIM-Planung wurden konkrete Maßnahmen getroffen, um die Technologie der breiten Masse zugänglich zu machen. So wurden umfangreiche Machbarkeitsstudien und Pilotprojekte von staatlicher Seite gefördert und vorangetrieben, was auch kleineren Unternehmen mehr Handlungsspielraum verschaffte. Dadurch konnte das erste größere Pilotprojekt in Norwegen bereits im Jahr 2005 durchgeführt werden. Mit der Erweiterung der Universität von Tromsø wurde ein wichtiger Meilenstein gelegt. Die wissenschaftliche Begleitung und Auswertung dieses Projektes legte den Grundstein für die im Jahr 2007 veröffentlichte BIM-Richtlinie.<sup>41</sup>

In den USA war mit dem Militär sogar eine direkte staatliche Instanz maßgeblich daran beteiligt, BIM der breiten Masse zugänglich zu machen. Dort wurden die ersten ausführlichen BIM-Richtlinien vom U.S. Army Corp of Engineers veröffentlicht. Zwei Umfragen, die mit einem Abstand von 5 Jahren durchgeführt wurden (2007, 2012), zeigten in diesem Zeitraum einen drastischen Anstieg von 43% in der Anwendungsbreite.<sup>42</sup>

---

<sup>41</sup> Vgl. Hausknecht, Kerstin ; Liebich, Thomas: BIM-Kompodium. : Building Information Modeling als neue Planungsmethode

<sup>42</sup> Vgl. Chahrour, Racha; BIM – Anwendungen und Perspektiven für das Bauprojektmanagement, 2013

---

In Großbritannien sorgte in den ersten Jahren ein eigens geschaffenes Komitee dafür, die Breitenakzeptanz der Technologie zu erhöhen. Seit 2016 wird dort jedes öffentliche Projekt mit BIM durchgeführt.

Auch Singapur zählt zu den Vorreitern der BIM-Technologie. Auch dort wurden frühzeitig Richtlinien veröffentlicht, die den Unternehmen den Einstieg in die Thematik vereinfachen sollten. Im Jahr 2011 wurde dort der flächendeckende Einsatz der elektronischen Baugenehmigung eingeführt, spätestens seit 2015 wird flächendeckend mit BIM gearbeitet.

Warum Deutschland im internationalen Vergleich derartig in Rückstand geraten ist, lässt sich nur vermuten. Ein möglicher Grund wäre beispielsweise, sich zu lange auf den Erfolgen der Vergangenheit ausgeruht zu haben. Historisch gesehen hatte die deutsche Bauwirtschaft stets ein hohes Ansehen und war technologisch immer auf dem neuesten Stand. Staaten, die diesen Stellenwert nicht innehatten, haben sich offensichtlich intensiver mit Möglichkeiten des technologischen Fortschritts beschäftigt.

### 3.4.3 Die Situation in anderen Branchen

Die Automobilindustrie ist Deutschlands wichtigster Industriezweig. Mit einem hohen Standardisierungsgrad und einer fortgeschrittenen Prozessoptimierung ist in der Automobilfertigung ein bisher unerreichter Grad an Flexibilität erreicht worden. Neue Modelle werden oft auf bereits genutzten Plattformen gebaut. Was dabei aussieht wie ein Fehlen von Innovation, beruht eigentlich auf zwei wichtigen Grundüberlegungen. Einerseits wird die Zahl an Teilen und Prozessen, die für ein neues Modell konstruiert und produziert werden müssen, minimiert. Andererseits bleiben dadurch auch die Produktionsstätten von längeren Umbauzeiten und damit verbundenem Produktionsausfall verschont, da die Fertigungsstraßen bereits auf die Plattform des neuen Modells ausgerichtet ist.

Doch Anfang der 2000er Jahre befand sich die deutsche Automobilindustrie in derselben Situation, in der sich heutzutage die deutsche Bauwirtschaft wiederfindet. Durch eine Fertigungstiefe, die jede Produktionsstätte selbst festlegte, einen niedrigen Standardisierungsgrad und unzureichende Prozessoptimierung sank die Produktivität.<sup>43</sup> In der Folge stiegen die Selbstkosten pro produziertem Automobil und die Gewinnmargen sanken. Der

---

<sup>43</sup> Vgl. Hausknecht, Kerstin ; Liebich, Thomas: BIM-Kompodium. : Building Information Modeling als neue Planungsmethode

---

enge finanzielle Spielraum bot wenig Platz für Experimente, Innovation blieb so gut wie aus und die internationale Konkurrenz konnte den Vorsprung, der über Jahrzehnte erarbeitet wurde, verringern. Eine Neuausrichtung war also nötig. Sie erfolgte nach den folgenden, grundsätzlichen Maßgaben:

- Standardisierung von Teilen und Plattformen, dadurch Reduzierung der hausinternen Fertigungstiefe
- Digitalisierung von Informationen, Grundlage für alle zu generierenden Dokumente
- Schaffung von Standards für den Datenaustausch<sup>44</sup>

Das Ergebnis waren standardisierte Prozesse für die Fertigung, die auch Produktionsstättenübergreifend galten. Vor allem die Digitalisierung aller Produktinformationen sorgte für eine enorme Zeitersparnis während der Produktion. Product Data Management und Product Lifecycle Management trugen einen nicht zu unterschätzenden Teil dazu bei. Doch auch hier mussten zahlreiche Hindernisse, wie schrittweise Schulung von Mitarbeitern bewältigt werden.<sup>45</sup>

---

<sup>44</sup> Vgl. Hausknecht, Kerstin ; Liebich, Thomas: BIM-Kompodium. : Building Information Modeling als neue Planungsmethode

<sup>45</sup> Vgl. Hausknecht, Kerstin ; Liebich, Thomas: BIM-Kompodium. : Building Information Modeling als neue Planungsmethode

---

## 4 Die Bedeutung von BIM für Unternehmen – Möglichkeiten und Risiken

### 4.1 Einführung von BIM

#### 4.1.1 Softwarelösungen

Auf dem Markt der Software für BIM-Anwendungen herrscht eine große Vielfalt. Allerdings haben sich 3 Anbieter mit ihren Produkten besonders am Markt etabliert und statten den Großteil der BIM-Anwender mit ihrer Software aus. Namentlich sind dies die Firmen, Nemetschek (Allplan BIM), Autodesk (Revit) und Graphisoft (ArchiCAD). Im Folgenden sollen die 3 Programmlösungen und ihre Möglichkeiten kurz vorgestellt werden.

Das Hauptaugenmerk legt Graphisoft mit seinem Programm ArchiCAD auf die reibungslose Zusammenarbeit verschiedener Fachdisziplinen. So kann der klassische Ingenieurbau mit Disziplinen wie dem Facility Management, der Tragwerksplanung und der technischen Gebäudeausstattung über intelligente Schnittstellen zusammenarbeiten. Durch den ständigen Informationsaustausch können so frühzeitig Konfliktstellen im gemeinsamen Gebäudemodell gefunden werden. Dabei können sogar komplexe 3D-Modelle über die IFC-Schnittstelle ausgetauscht werden, um jedem Projektbeteiligten zu jeder Zeit die relevanten Informationen zukommen zu lassen. ArchiCAD bietet die Möglichkeit, externe Geräte wie Smartphones oder Tablets in das Bearbeitungsnetzwerk einzubinden. Über diese Geräte kann mobil in alle Aspekte des Projektes Einsicht genommen werden. Zudem können neben der herkömmlichen Methode, Aufmaße zu erstellen, diese auch am mobilen Geräten erstellt und versendet werden.<sup>46</sup>

---

<sup>46</sup> Vgl. [www.graphisoft.de/archicad](http://www.graphisoft.de/archicad), Stand: 14.08.2017

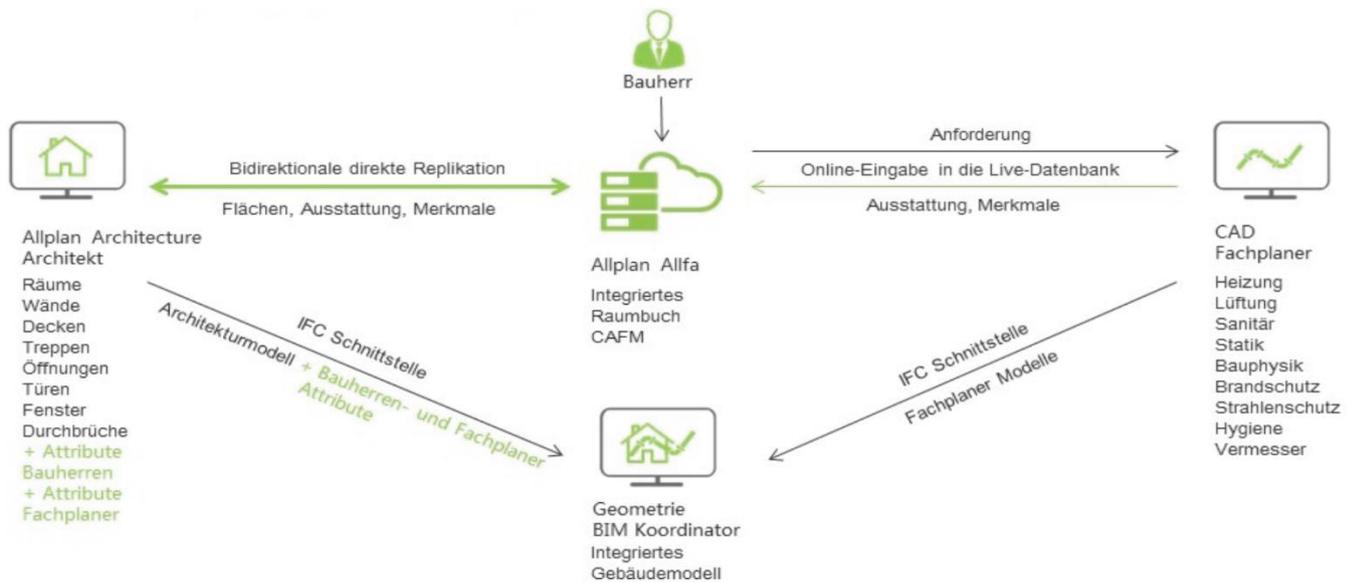


Abbildung 12 – Funktionsübersicht Allplan<sup>47</sup>

Das Programm Allplan BIM besteht aus vier großen Hauptmodulen:

- Allplan Alfa
- Allplan Architektur
- Allplan BCM
- Allplan Ingenieurbau

Das Modul Allplan Alfa ist für die Einbindung des Gebäudemanagements und der Gebäudebewirtschaftung in die BIM-Umgebung zuständig. Es dient also als Instrument zur Unterstützung des Facility Managements. Sein Einsatz beginnt jedoch nicht erst zur Inbetriebnahme des Gebäudes, sondern schon in der Planungsphase. Hier werden wichtige Entscheidungen bezüglich des Flächenmanagements und der Raumaufteilung getroffen. Ein wichtiger Aspekt des Facility Managements ist es, durch überlegte Raumaufteilung Wege innerhalb des Gebäudes kurz zu halten. So werden beispielsweise Materiallager gezielt in der Nähe der Räume positioniert, in denen das gelagerte Material am häufigsten verwendet wird. Durch den Zugang mit mobilen Geräten zu den auf den Allplan Servern abgelegten Dokumenten ist es auch möglich, sich während der Begehung der Baustelle eine Übersicht zu verschaffen und Anpassungen vorzunehmen.

Allplan Architektur ist das Planungsmodul von Allplan BIM. Es erlaubt die Planung von 2D- und 3D-Modellen und bietet eine integrierte Mengen- und Kostenermittlung. In der Bauwerksbibliothek befinden sich alle zur Planung von 3D-Modellen notwendigen Bauteile. Auf dieser Basis entsteht im

<sup>47</sup> Entnommen aus: [www.allplan.com](http://www.allplan.com), Flyer Online Raumbuch, Stand: 14.08.2017

Planungsprozess ein Objektorientiertes Gebäudemodell. Die Modellelemente können außerdem mit zusätzlichen Eigenschaften versehen werden, die relevante Informationen zur Verfügung stellen, wie Materialinformationen, Prüfberichte und andere Dokumente oder Herstellerinformationen. Aus dem erstellten Gebäudemodell kann eine Vielzahl von Berichten, Plänen und Übersichten ausgegeben werden. Allplan Architektur ist kompatibel mit einer hohen Anzahl von Dateiformaten zum Erstellen und Betrachten von Dokumenten sowie den gängigen Formaten zum Austausch von 3D-Modellen. Die Projektleitung bzw. der für die Projektorganisation zuständige kann über ein Administrationstool alle Benutzer im Projekt verwalten und Rechte für das Betrachten und Bearbeiten von Dokumenten vergeben. Durch die zentrale Serverstruktur hat jeder Anwender – unter Voraussetzung der entsprechenden Berechtigungen – Zugriff auf denselben Datenpool. Dadurch wird sowohl die doppelte Durchführung von Arbeiten vermieden als auch die Übersichtlichkeit der Daten gewährleistet.

Das Modul Allplan BCM (Building Cost Management) ist zuständig für die Bereiche Kostenmanagement und AVA (Ausschreibung, Vergabe und Abrechnung). Mit ihm werden schon während der Angebotserstellung erste Kostenschätzungen erstellt. Darüber hinaus können Kosten und Abrechnungen während des gesamten Projektverlaufs verfolgt und bearbeitet sowie Abschlags- und Schlussrechnungen erstellt werden.

Typ	Bezeichnung	B...	%-W...	Netto	Brutto
FORDERUNG	Geforderter Betrag	>		430.000,00	511.700,00
GEPRÜFT	Geprüfter Betrag	>		430.000,00	511.700,00
<b>SUMME</b>	<b>Rechnungsbetrag</b>	=		<b>430.000,00</b>	<b>511.700,00</b>
NACHLASS	Nachlass	-	4,000	17.200,00	20.468,00
<b>SUMME</b>	<b>Anerkannte Leistung</b>	=		<b>412.800,00</b>	<b>491.232,00</b>
EINBEHALT	Sicherheitseinbehalt	-	10,000	41.280,00	49.123,20
<b>SUMME</b>	<b>Zahlungsbetrag</b>	=		<b>371.520,00</b>	<b>442.108,80</b>
SKONTO	Skonto	-	3,000	11.145,60	13.263,26
<b>ENDBETRAG</b>	<b>Zahlungsbetrag mit...</b>	=		<b>360.374,40</b>	<b>428.845,54</b>

Abbildung 13 - Bestätigung einer Abschlagszahlung, beispielhaft<sup>48</sup>

Allplan Ingenieurbau ist für eine Vielzahl von Tätigkeiten im Ingenieurbau verantwortlich. Die Kernkompetenz des Moduls liegt dabei im Bereich der dreidimensionalen Schal- und Bewehrungsplanung. Dabei werden anhand von Simulationen geplante Schalungen und Bewehrungen vor der Ausführung

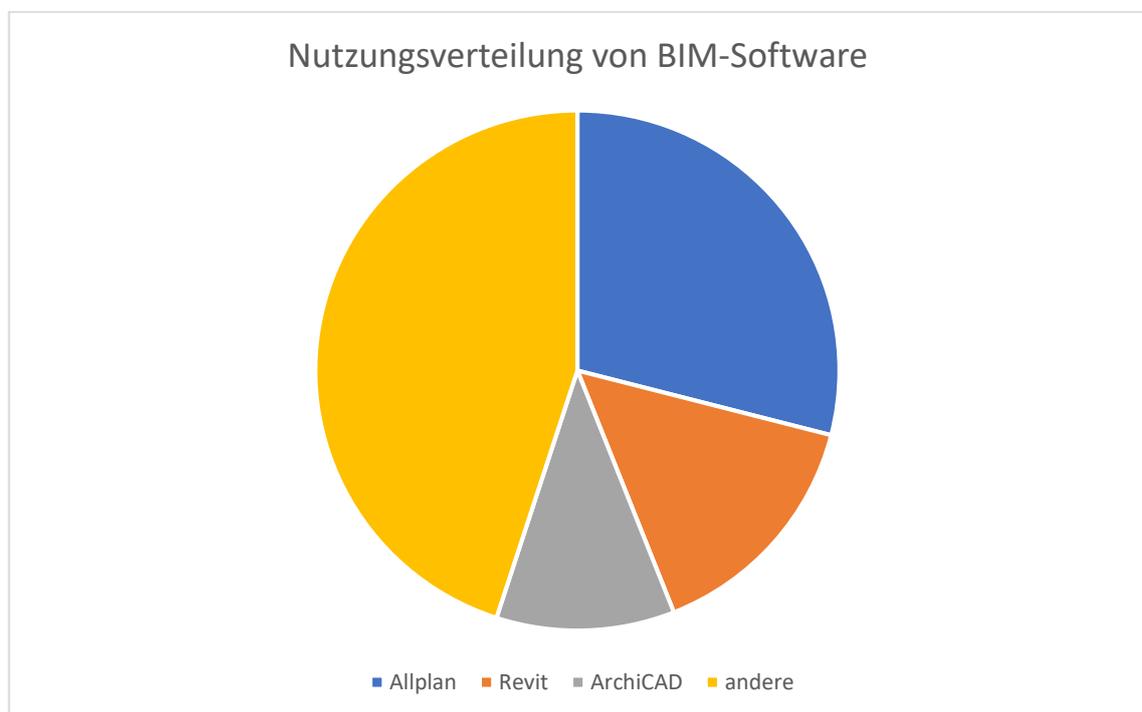
<sup>48</sup> Entnommen aus: [www.allplan.com](http://www.allplan.com), Datasheet Allplan BCM Construction Cost, Stand: 14.08.2017

---

durchgespielt, um mögliche Kollisionen ausfindig zu machen. Durch die Anbindung an die Programme Frilo Statik und Scia Engineer sind auch Planungen im Bereich der Tragwerksplanung möglich und trägt damit zur Erstellung von Planungsunterlagen bei. Auch Allplan Ingenieurbau verfügt über die gängigen Schnittstellen zum Austausch von 3D-Modellen.

Mit dem Programm Revit vom Entwickler Autodesk und wird zur durchgängigen Planung von Gebäudemodellen verwendet. Dabei werden Änderungen am Modell automatisch in alle vorliegenden Pläne und Tabellen zur Mengenermittlung übertragen. Das Programm arbeitet dabei parametrisch: jedem Objekt wird eine vorher definierte Auswahl an Eigenschaften und ein Platz in der Objekthierarchie zugewiesen. Dadurch werden Beziehungen zwischen den Teilen sichtbar, beispielsweise eine Abhängigkeit eines Modellobjektes von einem anderen. Kollisionen können in der Planungsmaske erkannt und beseitigt werden.

Laut einer durch das Forschungsinstitut Zukunft Bau durchgeführten Umfrage am deutschen Markt verwendeten 29% der befragten Unternehmen das Programm Allplan, 15% das Programm Revit und 11% das Programm ArchiCAD.<sup>49</sup>



**Abbildung 14 – Umfrageergebnisse über die Nutzungsverteilung von BIM-Software, eigene Darstellung**

---

<sup>49</sup> Kindsvater, Andreas; von Both, Petra; Koch, Volker; BIM – Potentiale, Hemmnisse und Handlungsplan, 2013

---

## 4.1.2 Mögliche Probleme bei der Einführung

Die folgende Betrachtung über die wesentlichen Hindernisse bei einer BIM - Implementierung beruhen größtenteils auf dem Werk „BIM – Potentiale, Hemmnisse und Handlungsplan“. In Rahmen des von der Forschungsinitiative Zukunft Bau unterstützten Buches wurden eine Reihe von Umfragen unter BIM – Anwendern, BIM – Umsteigewilligen und Nicht – BIM – Anwendern durchgeführt, die Rückschlüsse auf die Zufriedenheit und Erfahrungen von bereits umgestiegenen sowie Gründe für das Zögern der noch nicht umgestiegenen zulässt.<sup>50</sup>

Das erste große Hindernis bei der Einführung von BIM in Unternehmen liegt im Bereich der Mitarbeiterfort- und Ausbildung. Das Beherrschen der modellbasierten Arbeitsweise ist auch unter Berufsanfängern heute keine Selbstverständlichkeit. Da dies aber zu den grundlegenden Fähigkeiten gehört, die für das Arbeiten mit BIM beherrscht werden müssen, müssen oft langwierige und kostspielige Schulungen durchgeführt werden. So stimmten der Umfrage „Berufsanfänger beherrschen die die modellbasierte Arbeitsweise nicht“ 64% der BIM-Anwender, 79% der nicht-BIM-Anwender und ganze 100% aus der Gruppe der umsteigewilligen zu 50% oder mehr zu.<sup>51</sup> (siehe Abbildung 15) Da allerdings einzig und allein die Gruppe der BIM-Anwender über Erfahrungen zu den Kenntnissen der Berufseinsteigern über die modellbasierte Arbeitsweise verfügen, lassen die deutlich höheren Umfrageergebnisse der anderen Teilnehmergruppen eher auf negative Erwartungen als auf negative Erfahrungen schließen.<sup>52</sup>

Auf die Frage, ob Mitarbeiter, die schon länger im Unternehmen arbeiten, antworteten mit jeweils mindestens 50% Zustimmung: 43% der modellorientiert arbeitenden, 82% der nicht modellorientiert arbeitenden und 100% der Umsteigewilligen befragten. (siehe Abbildung 16) Durch die viel höhere Zustimmung im Bereich der Umsteigewilligen zeigt sich, dass ein hoher Bedarf an Fortbildungsmaßnahmen besteht. Offensichtlich ist der Mangel an Mitarbeiterfortbildungen das größte Hemmnis, auf die modellbasierte Arbeitsweise umzusteigen.

---

<sup>50</sup> Vgl. Kindsvater, Andreas; von Both, Petra; Koch, Volker; BIM – Potentiale, Hemmnisse und Handlungsplan, 2013

<sup>51</sup> Vgl. Kindsvater, Andreas; von Both, Petra; Koch, Volker; BIM – Potentiale, Hemmnisse und Handlungsplan, 2013

<sup>52</sup> Vgl. Kindsvater, Andreas; von Both, Petra; Koch, Volker; BIM – Potentiale, Hemmnisse und Handlungsplan, 2013

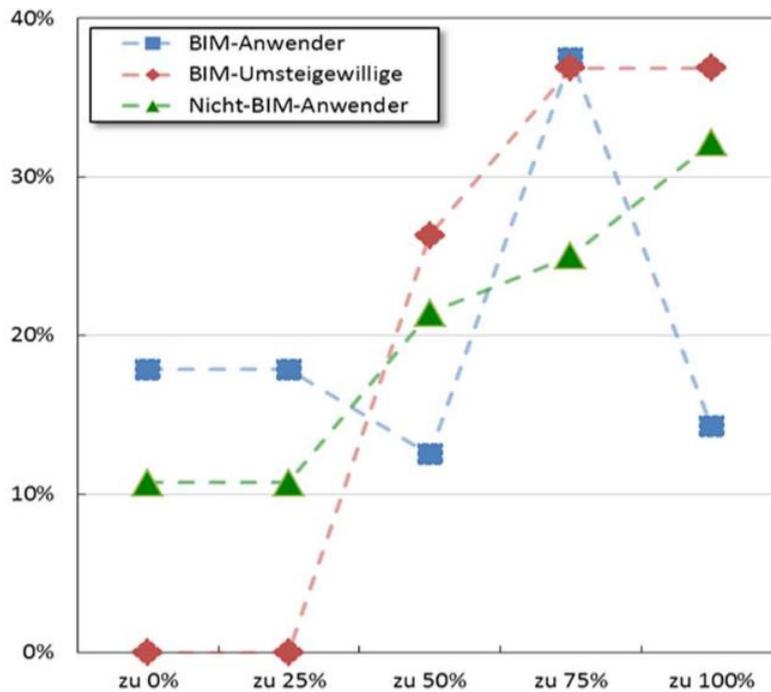


Abbildung 15 - Umfrageergebnisse "Berufsanfänger beherrschen die modellbasierte Arbeitsweise nicht"<sup>53</sup>

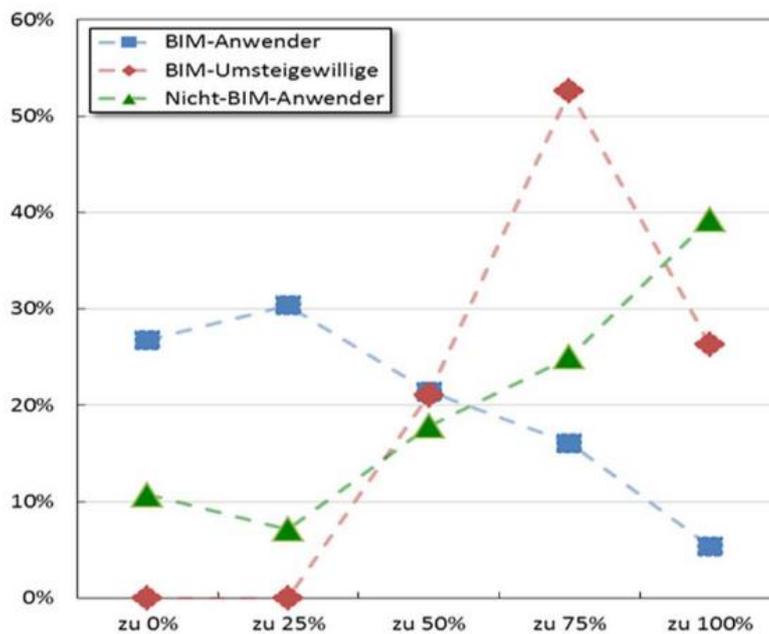


Abbildung 16 - Umfrageergebnisse "Unsere Mitarbeiter beherrschen die modellbasierte Arbeitsweise nicht"<sup>54</sup>

<sup>53</sup> Entnommen aus: Kindsvater, Andreas; von Both, Petra; Koch, Volker; BIM – Potentiale, Hemmnisse und Handlungsplan, 2013

<sup>54</sup> Entnommen aus: Kindsvater, Andreas; von Both, Petra; Koch, Volker; BIM – Potentiale, Hemmnisse und Handlungsplan, 2013

Eine Erklärung für die zögernde Haltung bei der Fortbildung von Mitarbeitern könnte der Produktivitätsverlust zu Einführung der neuen Arbeitsweise sein. Erfahrungen zeigen, dass Mitarbeiter mit Abschluss der Schulung noch nicht produktiv für das Unternehmen arbeiten können. Damit die Produktivität überhaupt erst das Level erreicht, das sie vor der Schulung hatte, vergehen im Schnitt 6 – 24 Monate.<sup>55</sup> Erst nach dieser Phase zieht das Unternehmen überhaupt einen Nutzen aus der Fortbildung des Mitarbeiters. (siehe Abbildung 17)

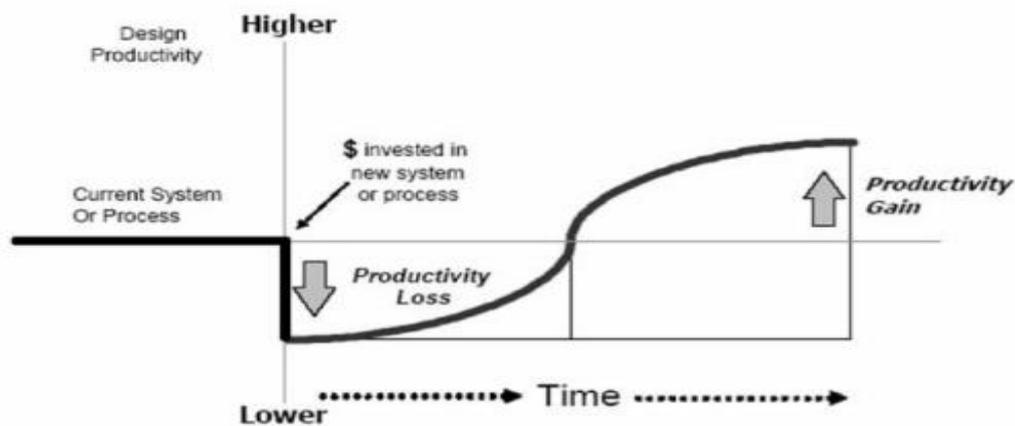


Abbildung 17 - Produktivitätsänderung infolge der Einführung eines neuen Systems<sup>56</sup>

Während dieser „Einarbeitungsphase“ kommen für das Unternehmen also die Kosten für die verlorene Produktivität zu den Kosten der eigentlichen Schulung dazu. Es ist also durchaus verständlich, dass momentan eine noch eher abwartende Stimmung herrscht, was Fortbildungen von Mitarbeitern für die BIM-Methodik betrifft. Vor allem bei der Hochschulausbildung scheint jedoch ein möglicher Ansatz zu liegen, zahlreiche Umsteigewillige von einer Implementierung zu überzeugen. Zum selben Schluss kommen auch Kindsvater/von Both/Koch, indem sie schließen: *„Die Ausbildung von Ingenieuren an deutschen Hochschulen konzentriert sich auf einzelne fachspezifische Aspekte. Sie vernachlässigt den weiteren Planungsverlauf und geht daher auf eine mögliche Wertschöpfung einer BIM basierten Planung nicht ein. Interdisziplinäre und fachübergreifende Lehre findet kaum statt.“*<sup>57</sup>

<sup>55</sup> Selbst durchgeführte Expertenbefragung am 14.08.2017

<sup>56</sup> Entnommen aus: Autodesk, BIM's Return on Investment, 2007

<sup>57</sup> Kindsvater, Andreas; von Both, Petra; Koch, Volker; BIM – Potentiale, Hemmnisse und Handlungsplan, 2013

Eine weitere Hürde zur erfolgreichen Implementierung von BIM im Unternehmen ist die Anschaffung der nötigen Software und die Informationstechnologie im Allgemeinen. Auch die Komplexität der angebotenen Softwarelösungen ist ein häufig genanntes Argument, warum nicht auf die modellbasierte Arbeitsweise umgestiegen wird. Um dies zu prüfen, wurden die Teilnehmergruppen hinsichtlich der Aussage „Die Komplexität der modellbasierten Software ist für unsere Einsatzzwecke zu groß“ befragt. Mit einer Zustimmung von 50% oder mehr antworteten dabei jeweils: 29% der BIM-Anwender, 42% der Umsteigewilligen und 100% der Nicht-BIM-Anwender.<sup>58</sup> (siehe Abbildung 18)

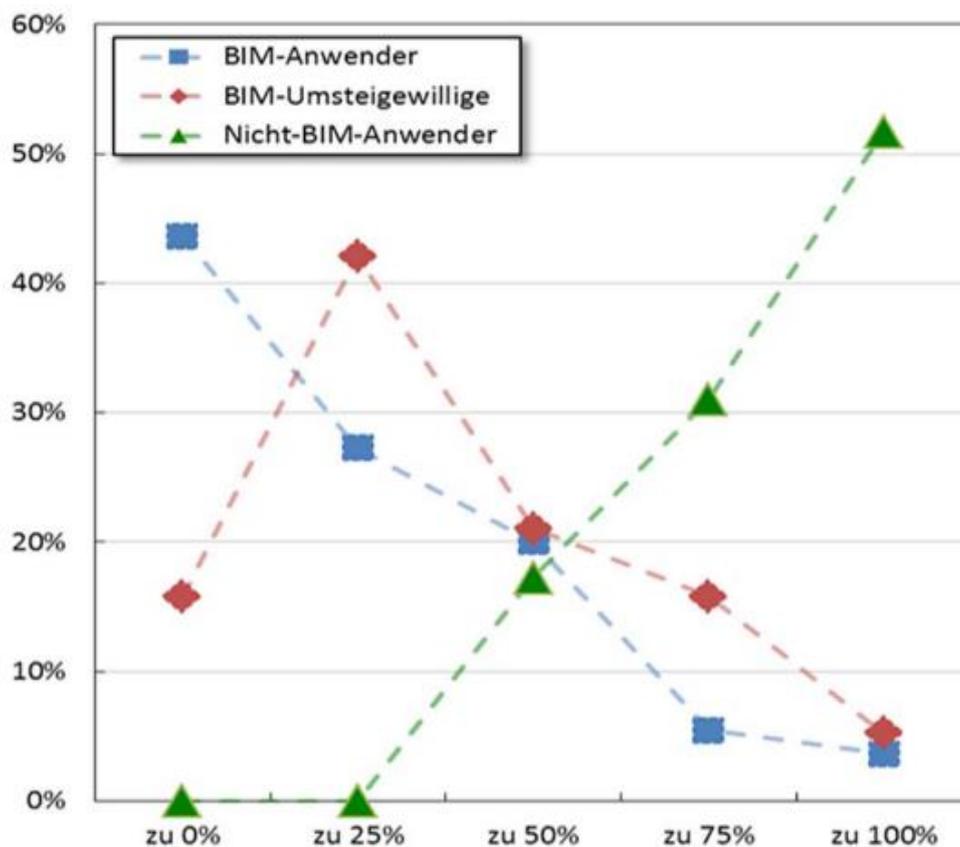


Abbildung 18 – Umfrageergebnisse „Die Komplexität der modellbasierten Software ist für unsere Einsatzzwecke zu groß“<sup>59</sup>

Auffällig ist, dass ausnahmslos alle befragten Nicht-BIM-Anwender mit mindestens 50% Zustimmung antworteten. Vor allem im Vergleich mit den Umsteigewilligen fällt der hohe Unterschied auf. Diese absolute Aussage lässt den Schluss zu, dass ein hoher Anteil der Nicht-BIM-Anwender sich noch nicht näher mit der Thematik beschäftigt hat. Der Unterschied zu der Gruppe der

<sup>58</sup> Vgl. Kindsvater, Andreas; von Both, Petra; Koch, Volker; BIM – Potentiale, Hemmnisse und Handlungsplan, 2013

<sup>59</sup> Entnommen aus: Kindsvater, Andreas; von Both, Petra; Koch, Volker; BIM – Potentiale, Hemmnisse und Handlungsplan, 2013

Umsteigewilligen ist auf Seiten der Softwarelösungen also scheinbar nur der, dass sich noch nicht hinreichend mit der Thematik auseinandergesetzt wurde.<sup>60</sup>

Ein ähnliches Ergebnis ergab die Befragung zu der These „Die Anforderungen der modellbasierten Software an die Hardware und Infrastruktur sind zu hoch“. Mit jeweils 50% oder mehr Zustimmung antworteten darauf jeweils: 31% der BIM-Anwender, 53% der Umsteigewilligen und 75% der Nicht-BIM-Anwender.<sup>61</sup>

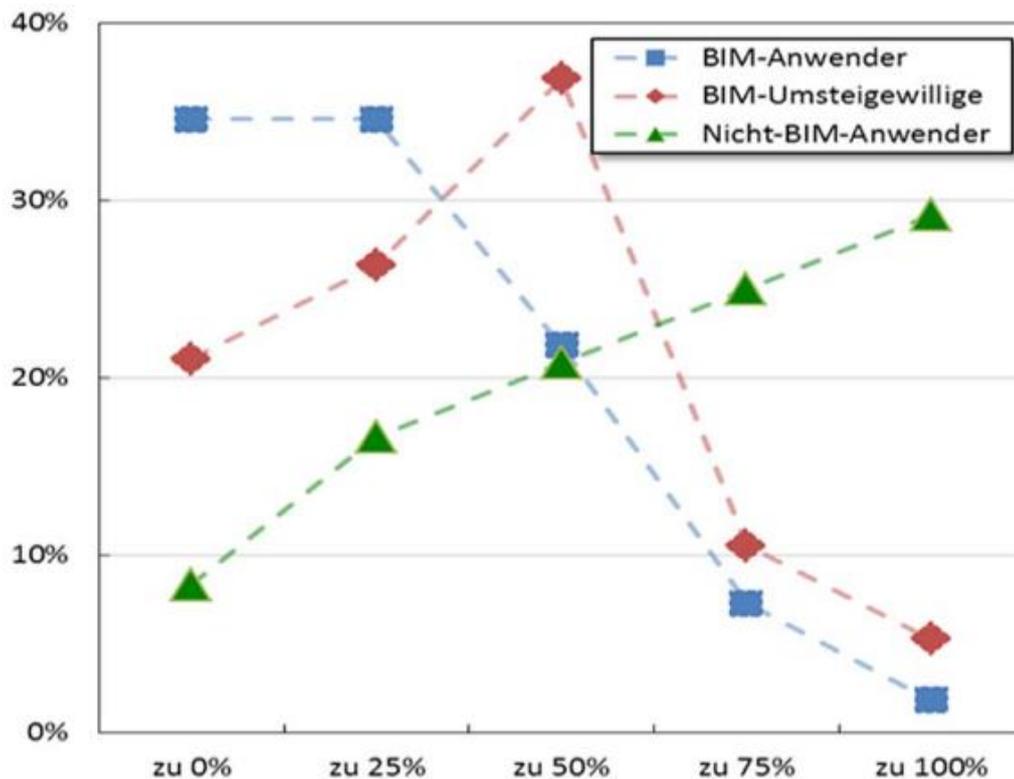


Abbildung 19 - Umfrageergebnisse "Die Anforderungen der modellbasierten Software an die Hardware und Infrastruktur sind zu hoch"<sup>62</sup>

Auch hier antwortete die Gruppe der Nicht-BIM-Anwender mit der mit Abstand höchsten Zustimmung. Außerdem wird abermals der hohe Unterschied zur Gruppe der Umsteigewilligen deutlich. Auch hier kann man eine bestimmte Erwartungshaltung der Nicht-BIM-Anwender unterstellen. Schließlich ist die Gruppe der BIM-Anwender die einzige Gruppe der befragten, die tatsächliche, praxisnahe Erfahrungen mit den Hardwareanforderungen der Software machen konnte. Den Umsteigewilligen kann man zudem attestieren, sich hinreichend mit

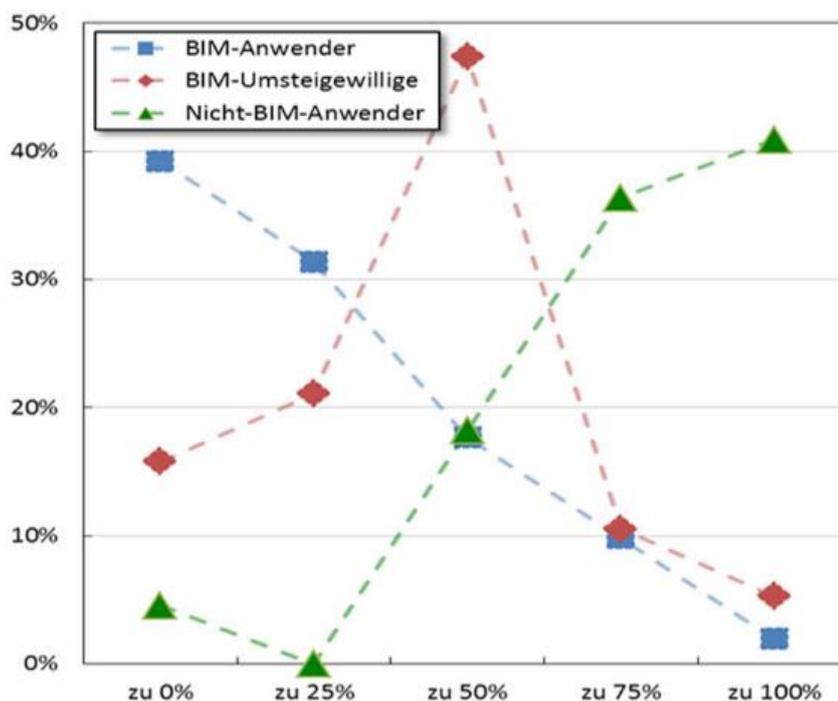
<sup>60</sup> Vgl. Kindsvater, Andreas; von Both, Petra; Koch, Volker; BIM – Potentiale, Hemmnisse und Handlungsplan, 2013

<sup>61</sup> Vgl. Kindsvater, Andreas; von Both, Petra; Koch, Volker; BIM – Potentiale, Hemmnisse und Handlungsplan, 2013

<sup>62</sup> Entnommen aus: Kindsvater, Andreas; von Both, Petra; Koch, Volker; BIM – Potentiale, Hemmnisse und Handlungsplan, 2013

der Materie auseinandergesetzt zu haben.<sup>63</sup> Ein objektiver Blick auf die angegebenen Systemvoraussetzungen der Softwareentwickler verrät, dass zwar im Vergleich zu traditionellen Planungsverfahren durchaus überdurchschnittlich leistungsstarke Hardware benötigt wird, diese jedoch durch handelsübliche Systeme erreicht wird. Bei einem üblichen Zyklus der Hardwareerneuerung von etwa 3 Jahren sollte man jederzeit in der Lage sein, den gewachsenen Anforderungen der Software gerecht zu werden.<sup>64</sup> Dies liegt auch daran, dass Entwickler sich bei der Entwicklung neuer Funktionen am Leistungszuwachs neuer Hardware orientieren.

Die wohl aufschlussreichste Frage zu den Hinderungsgründen eines BIM-Umstieges ist aber wohl die letzte hier betrachtete: „Der Aufwand für die Erstellung von digitalen Gebäudemodellen übersteigt den Nutzwert.“ Denn letztlich sind Mitarbeiterschulungen und die Anschaffung von Hardware nur notwendige Schritte zur BIM-Einführung. Das eigentliche Arbeiten mit der Methodik bzw. die Erwartungshaltung an den Nutzwert stellen unter dem Strich das entscheidende Kriterium dar.



**Abbildung 20 - Umfrageergebnisse "Der Aufwand für die Erstellung von digitalen Gebäudemodellen übersteigt den Nutzwert"<sup>65</sup>**

<sup>63</sup> Vgl. Kindsvater, Andreas; von Both, Petra; Koch, Volker; BIM – Potentiale, Hemmnisse und Handlungsplan, 2013

<sup>64</sup> Vgl. Kindsvater, Andreas; von Both, Petra; Koch, Volker; BIM – Potentiale, Hemmnisse und Handlungsplan, 2013

<sup>65</sup> Entnommen aus: Kindsvater, Andreas; von Both, Petra; Koch, Volker; BIM – Potentiale, Hemmnisse und Handlungsplan, 2013

---

Auf die oben genannte Frage antworten die jeweiligen Gruppen mit 50% oder höherer Zustimmung wie folgt: 29% der BIM-Anwender, 63% der Umsteigewilligen sowie 95% der Nicht-BIM-Anwender. Die Gruppe der BIM-Anwender ist abermals die einzige Gruppe, die praxisnahe Erfahrungen über den Nutzwert der modellbasierten Arbeitsweise nutzen konnte. Auffälligerweise stimmten der Aussage in dieser Gruppe 71% gar nicht oder nur geringfügig zu, während die Zustimmung in den anderen Gruppen wesentlich höher lag. Besonders überraschend ist dabei die vergleichsweise hohe Zustimmung in der Gruppe der Umsteigewilligen und der hohe Unterschied zur Gruppe der Anwender. Besonders die hohe Zustimmungsdifferenz suggeriert dabei, dass die Erwartungen an den Nutzwert vor einem Umstieg scheinbar zu niedrig sind.<sup>66</sup>

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass sich zwei Hauptprobleme manifestiert haben: die Fortbildung von Mitarbeitern sowie eine gewisse Erwartungshaltung an die Anforderungen und den Nutzwert der modellbasierten Arbeitsweise. Dabei wird die Gruppe der Umsteigewilligen vor allem durch fehlende Kenntnisse ihrer Mitarbeiter und dem hohen Schulungsaufwand von einem Umstieg abgehalten, während die Gruppe der Nicht-BIM-Anwender zum großen Teil von den hohen erwarteten Anforderungen abgeschreckt wird.<sup>67</sup>

#### 4.1.3 Kosten der BIM-Implementierung

Die Kosten der Bearbeitung eines Projektes mit BIM sind grundsätzlich von Projekt zu Projekt unterschiedlich. Je nach Komplexität des 3D-Modells, der Anzahl der unterschiedlichen Fachdisziplinen und der Planungsdauer ergeben sich zum Teil stark schwankende Kosten.<sup>68</sup>

---

<sup>66</sup> Vgl. Kindsvater, Andreas; von Both, Petra; Koch, Volker; BIM – Potentiale, Hemmnisse und Handlungsplan, 2013

<sup>67</sup> Vgl. Kindsvater, Andreas; von Both, Petra; Koch, Volker; BIM – Potentiale, Hemmnisse und Handlungsplan, 2013

<sup>68</sup> Vgl. Hergunsel, Mehmet Fuat: Benefits of Building Information Modeling for Construction Managers and BIM Based Scheduling, 2011

---

Vor der Bearbeitung von Projekten steht allerdings die Grundlagenschaffung. Die Kosten lassen sich dabei wie folgt kategorisieren:

- Hardwarekosten
- Softwarekosten
- Schulungskosten
- Beratungskosten
- Einarbeitungskosten

Für die Position der Softwarekosten werden die jeweils aktuellen Versionen der in Punkt 4.1.1 genannten Softwarelösungen Allplan BIM (Nemetschek), ArchiCAD (Graphisoft) und Revit (Autodesk) verglichen. Dabei kostet der Kauf einer Lizenz für 1 Jahr zum Tag der Preisermittlung zwischen 2.594,20€ (Revit)<sup>69</sup> und 5.750,00€ (ArchiCAD).<sup>70</sup> Falls noch nicht vorhanden, wird zusätzlich die Anschaffung einer BIM-geeigneten Kalkulationssoftware nötig. Eine Lizenz für einen Anwender der hierfür betrachteten Software iTwo vom Entwickler RIB kostet dabei 2.600,00€. Zusammen mit den Kosten für die Modellierungssoftware ergeben sich demnach Kosten für die Software zwischen 5.195,20€ und 8.350,00€.

Neben den Kosten für die Software kommen auch noch die für ein geeignetes Rechnersystem zu den Anschaffungskosten dazu. Da die Serverinfrastruktur für die projektinterne Zusammenarbeit zumeist vom Softwareanbieter zur Verfügung gestellt wird, fallen in dieser Betrachtung keine Kosten für neue Firmeninterne Server an. Die teuerste Komponente bei der Zusammenstellung eines Modellierfähigen Rechners ist die Grafikkarte zur Berechnung der 3D-Modelle. Alle Anbieter empfehlen hier in ihren Systemvoraussetzungen Modelle mit einem Grafikspeicher von 2048MB oder mehr. Auf dem consumer level erhält man Grafikkarten mit dieser Spezifikation zwar schon für etwa 100€, diese sind jedoch für andere Anwendungen konzipiert und liegen außerdem an der Untergrenze des empfohlenen Leistungsspektrums und würden damit sowohl den Arbeitsprozess verlangsamen als auch zeitnah ein Upgrade benötigen. Für Workstations konzipierte Grafikkarten sollten hier zweckdienlicher und – bei einer Wahl in der Mitte des empfohlenen Leistungsspektrums – weitaus zukunftssicherer sein. Der Hersteller Nemetschek hat für seine Anwendung eine Reihe von geeigneten Grafikkarten getestet und zertifiziert. Da die Anforderungen für alle Anwendungen ähnlich sind, wird hier die Annahme getroffen, dass die für geeignet befundenen Grafikkarten auch für die verwandten Softwarelösungen geeignet sind. Die empfohlenen Grafikkarten liegen demnach

---

<sup>69</sup> [www.autodesk.de](http://www.autodesk.de), Stand: 15.08.2017

<sup>70</sup> [www.graphisoft-suedwest.de](http://www.graphisoft-suedwest.de), Stand: 15.08.2017

---

im Preisbereich zwischen 700€ im Einsteigersegment und 6.000€ im High-End-Segment. Eine solide Wahl, mit der ein vertretbarer Upgradezyklus realisierbar ist, kostet ca. 1.500€. Zusammen mit den restlichen Komponenten ist ein Gesamtpreis von ca. 2.500€ realistisch. Zusammen mit den Softwarekosten ergibt das eine Preisspanne von 7.695,20€ - 10.850,00€ pro Anwender.<sup>71</sup>

Ein weiterer preisintensiver Posten in der Preisberechnung ist der der Mitarbeiterschulungen. Die Preisermittlung hierfür fand in Form eines Telefonats mit einem Sales-Executive des Entwicklers RIB statt. RIB bietet neben Softwareverkäufen auch Mitarbeiterschulungen und -Fortbildungen an. Es ist offensichtlich, dass die Art und Dauer der benötigten Schulungen von der Eignung und dem Vorwissen des Mitarbeiters abhängt. Bei einem Mitarbeiter, der ohne Vorwissen geschult wird, ist zuerst eine 2-tägige Grundlagenschulung nötig. Diese kostet pro Person 882€. Die weiterführenden Schulungen für die Bereiche AVA und 5D-Planung dauern jeweils etwa 2 Wochen und kosten jeweils 3.500€. Durch diese Schulungen wird die Verwendung aller nötigen Werkzeuge grundlegend vermittelt. Pro Mitarbeiter fallen hier also Kosten von etwa 8.000€ an. Diese Kosten können sich mit Schulungen auf fortgeschrittenem Niveau leicht auf 20.000€ erhöhen. Für die Berechnung der Einführungskosten wird daher von Schulungskosten in Höhe von 15.000€ ausgegangen, was einen Preisbereich der Gesamtkosten von 22.695,20€ - 25.850€ ergibt.

Bei einer Einführung von BIM im Unternehmen ist also mit Kosten von etwa 25.000€ pro Mitarbeiter zu rechnen. Damit sind alle Voraussetzungen geschaffen, um selbstständig mit BIM arbeiten zu können. Nicht einberechnet ist dabei allerdings der anfängliche Produktivitätsverlust (Vgl. Punkt 4.1.2), der zwar schwer in konkreten Zahlen zu bewerten ist, aber eine deutliche Umsatzeinbuße bedeuten kann.

---

<sup>71</sup> Vgl. <https://connect.allplan.com/de/support/grafikkarten.html>

## 4.2 Vorteile von BIM für Unternehmen

Um die Wirtschaftlichkeit von BIM zu bewerten, müssen neben den Kosten für eine Einführung auch der Nutzen für das einführende Unternehmen hervorgehoben werden. Da einige Vorteile im Verlauf dieser Arbeit bereits kontextabhängig erwähnt wurden, stellt dieser Abschnitt eine Zusammenfassung dar.

### 4.2.1 Gemeinschaftliches Arbeiten und Datenpool

Alle Daten eines Projektes werden zentral auf einem Server gespeichert und sind für alle projektbeteiligten – unter Voraussetzung der nötigen Berechtigungen – gleichermaßen verfügbar.

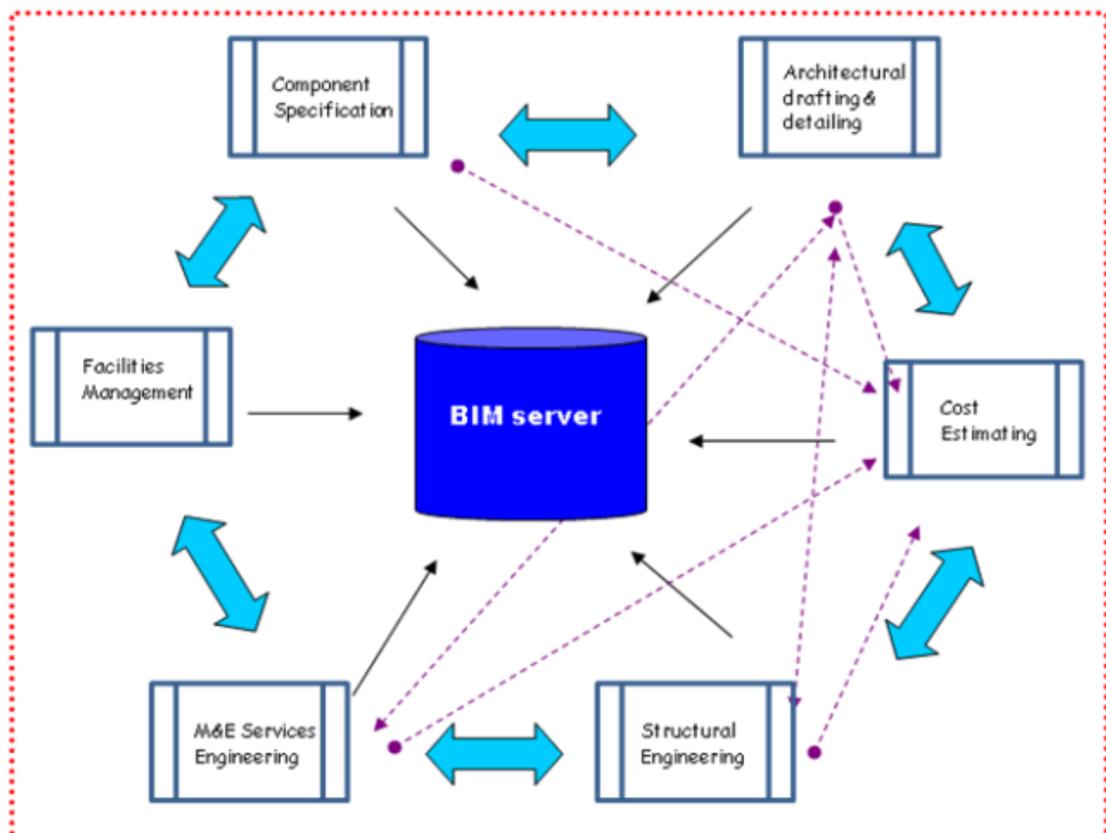


Abbildung 21 - BIM-Server als zentraler Punkt<sup>72</sup>

<sup>72</sup> Entnommen aus: Olatunji, Oluwole; Sher, Willy; Gu, Ning; Ogunsemi, Adeola; Building Information Modelling Processes: Benefits for Construction Industry, 2010

---

Durch die zentral gelagerten Daten sinken die Zugriffszeiten deutlich. Außerdem werden so Redundanzen vermieden und der Verlust von Daten ausgeschlossen. Planungskonflikte und Kollisionen können so durch die gleiche Datenbasis aller Fachdisziplinen frühzeitig erkannt werden.<sup>73</sup>

#### 4.2.2 Robuste Informationen

Wie durch zahlreiche Studien belegt, ist der Erfolg eines Projektes in hohem Maße abhängig von den Informationen aus den Bereichen Planung, Ausführung und Management. Sind diese Informationen nicht eindeutig, kann dies schnell zu Konflikten im Bauablauf führen. Das Risiko von Konflikten und Missmanagement wird durch robuste Daten verringert, indem Kommunikation vereinfacht, interdisziplinäre Kommunikation gefördert und das Facility Management und die Mengen- und Kostenschätzung früh integriert wird.<sup>74</sup>

#### 4.2.3 Automatische Mengenermittlung

Die manuelle Mengenermittlung ist eine Schwachstelle in jedem Projekt. Dabei sind nicht nur menschliche Fehler ausschlaggebend, sondern etwa auch ineffiziente Ermittlungsmethoden. Die in BIM integrierte Möglichkeit der automatischen Mengenermittlung erlaubt die Ermittlung nach vorher für alle Beteiligten definierten Standards und Vorgaben. Aus den geplanten 3D-Modellen werden dann automatisch Mengen und Teile ermittelt und übersichtlich dargestellt. Dadurch wird nicht nur die Genauigkeit und Vollständigkeit der Daten gewährleistet, sondern es werden dem Anwender auch jederzeit die relevanten Daten zur Verfügung gestellt.<sup>75</sup>

---

<sup>73</sup> Vgl. Olatunji, Oluwole; Sher, Willy; Gu, Ning; Ogunsemi, Adeola; Building Information Modelling Processes: Benefits for Construction Industry, 2010

<sup>74</sup> Olatunji, Oluwole; Sher, Willy; Gu, Ning; Ogunsemi, Adeola; Building Information Modelling Processes: Benefits for Construction Industry, 2010

<sup>75</sup> Olatunji, Oluwole; Sher, Willy; Gu, Ning; Ogunsemi, Adeola; Building Information Modelling Processes: Benefits for Construction Industry, 2010

---

#### 4.2.4 Mehrdimensionale Integration

Ein Grund für die hohe Fragmentierung der Baubranche ist die mehrdimensionale Erscheinungsform von Risiken. Dieser Fragmentierungsprozess wird unterstützt von händischer Planung und konventionellen CAD-Programmen, da sie in eindimensionalen Arbeitsdimensionen agieren. Durch das mehrdimensionale Arbeiten und die Integration von Schnittstellen zum interdisziplinären Datenaustausch wird eine hohe Fragmentierungsquote vermieden.<sup>76</sup>

#### 4.2.5 Projektdokumentation

Die durchgehende, automatisierte Projektdokumentation verringert das Risiko von Dateninkonsistenz. Herkömmliche CAD-Anwendungen sind nicht mit den am Markt üblichen Instrumenten zur automatisierten Projektdokumentation kompatibel. Eine zerstückelte, unvollständige Dokumentation von Projekte erschwert die Prozesse in späteren Ausführungsphasen, wie dem Nachtragsmanagement oder der Mängelverfolgung. Durch die automatisierte Dokumentation werden diese Risiken vermieden und eine lückenlosen, strukturierter Rückblick auf das Projekt gewährleistet.<sup>77</sup>

---

<sup>76</sup> Olatunji, Oluwole; Sher, Willy; Gu, Ning; Ogunsemi, Adeola; Building Information Modelling Processes: Benefits for Construction Industry, 2010

<sup>77</sup> Olatunji, Oluwole; Sher, Willy; Gu, Ning; Ogunsemi, Adeola; Building Information Modelling Processes: Benefits for Construction Industry, 2010

---

## 5 Fazit und Ausblick

Die Nutzung der modellbasierten Arbeitsweise bietet eine große Möglichkeit zur Verbesserung der Situation der deutschen Bauwirtschaft. Die unter großen Produktivitäts- und Innovationsproblemen leidende Branche hat neue Impulse dringend nötig, um den Anschluss zur internationalen Konkurrenz nicht zu verlieren. Scheinbar wird das Potential, das die Methodik bietet, von vielen Bauunternehmen trotzdem noch nicht vollumfänglich erkannt. Nur so ist es zu erklären, dass die BIM-Adaption in Deutschland noch nicht weit vorangeschritten ist und viele Unternehmer die hohen Implementierungskosten und die Einarbeitungszeit scheuen. Um BIM der breiten Masse zugänglich zu machen, scheinen vor allem 2 Maßnahmen notwendig zu sein: die enge Zusammenarbeit von Gesetzgeber und öffentlichen Auftraggebern sowie die Änderung des europäischen Vergaberechts. Auf Bundesebene wurde das Potential hingegen offensichtlich erkannt. Mit Maßnahmen zur gezielten Bewegung weg von konventionellen Methoden und hin zur modellbasierten Arbeitsweise wird öffentlichen Auftraggebern der Weg geebnet.

Ob eine tatsächliche Steigerung der BIM-Adaption stattfindet, wird sich erst noch zeigen und wäre zu diesem Zeitpunkt reine Spekulation. Spätestens im Jahr 2020, wenn die dritte Phase des Stufenplans zur flächendeckenden Einführung von BIM einsetzt, werden sich jedoch Tendenzen erkennen lassen.

---

## 6 Literaturverzeichnis

### Literaturquellen

**Arnold, Volker; Dettmering, Hendrik; Engel, Torsten; Karcher, Andreas**

Product Lifecycle Management beherrschen: Ein Anwenderhandbuch für den Mittelstand, 2011

**Borrmann, André ; König, Markus ; Koch, Christian ; Beetz, Jakob**: Building Information Modeling : Technologische Grundlagen und industrielle Praxis, 2015

**Both, Petra von**

Ein systemisches Projektmodell für eine kooperative Planung komplexer Unikate, 2006

**Chahrour, Racha**

BIM – Anwendungen und Perspektiven für das Bauprojektmanagement, 2013

**Diaz, Joaquin**

Paradigmenwechsel im Bauwesen – Building Information Modeling, 2013

**Degen, Michael; Liebich, Thomas**

IFC-Austauschformat für die TGA, IHKS-Fachjournal, 2007

**Finith E. Jernigan**

Big BIM, Little Bim: The Practical Approach to Building Information Modeling: Integrated Practice Done the Right Way!, 2007

**Günthner, Willibald A.; Borrmann, André**

Digitale Baustelle- innovativer Planen, effizienter Ausführen : Werkzeuge und Methoden für das Bauen im 21. Jahrhundert, 2011

**Hausknecht, Kerstin; Liebich, Thomas**

BIM-Kompodium. : Building Information Modeling als neue Planungsmethode

**Hergunsel, Mehmet Fuat**

Benefits of Building Information Modeling for Construction Managers and BIM Based Scheduling, 2011

**Kessoudis, Konstantinos; Lodewijks, Jan**

Prozessintegration: Von 3D/BIM zu 5D, 2013

**Kindsvater, Andreas; von Both, Petra; Koch, Volker**

BIM – Potentiale, Hemmnisse und Handlungsplan, 2013

**Liebich, Thomas; Schweer, Carl-Stephan; Wernik, Leon**

Die Auswirkungen von BIM auf die Leistungsbilder und Vergütungsstruktur von Architekten und Ingenieuren sowie auf die Vertragsgestaltung

---

**Liebich, Thomas; Weise, Matthias**

BIM-Methoden: Internationale Erfahrungen und deren Übernahme unter deutschen Rahmenbedingungen, 2013

**Olatunji, Oluwole; Sher, Willy; Gu, Ning; Ogunsemi, Adeola**

Building Information Modelling Processes: Benefits for Construction Industry, 2010

**Reif, Matthias**

BIM aus Sicht der Bauverwaltung, 2013

**Suter, Peter**

Haustechnik in der integralen Planung, 1986

**Wellensiek, Tobias ; Potpara, Milena ; Baier, Christian ; Franke, Lisa ; Scharfenberg, Philipp ; Herter, Leonid**

BIM-Ratgeber für Bauunternehmer : Grundlagen, Potenziale, erste Schritte., 2017

**Internetquellen**

[www.aecbytes.com](http://www.aecbytes.com)

[www.allplan.com](http://www.allplan.com)

[www.autodesk.de](http://www.autodesk.de), Stand: 15.08.2017

[www.graphisoft-suedwest.de](http://www.graphisoft-suedwest.de), Stand: 15.08.2017

[www.solidline.de](http://www.solidline.de)

[de.wikipedia.org/wiki/Level\\_of\\_Detail](http://de.wikipedia.org/wiki/Level_of_Detail)

**Publikationen**

Aktionsplan der Bundesregierung, Aktionsplan Großprojekte, 2015

Stufenplan Digitales Planen und Bauen, Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, 2015

Natspec National BIM Guide, 2011

NIBS (2012). National BIM Standard United States Version 2, National Institute of Building Sciences, Washington DC, USA,

---

## Ehrenwörtliche Erklärung

"Ich erkläre hiermit ehrenwörtlich",

1. dass ich meine ..... Bachelorarbeit ..... mit dem Thema  
..... Chancen und Risiken des Building Information  
..... Modeling in der Bauplanung und -ausführung  
.....  
.....

ohne fremde Hilfe angefertigt habe,

2. dass ich die Übernahme wörtlicher Zitate aus der Literatur sowie die Verwendung der Gedanken anderer Autoren an den entsprechenden Stellen innerhalb der Arbeit gekennzeichnet habe und
3. dass ich meine ..... Bachelorarbeit ..... bei keiner anderen Prüfung vorgelegt habe.

Ich bin mir bewusst, dass eine falsche Erklärung rechtliche Folgen haben wird.

Erfurt, 18.08.2017

\_\_\_\_\_  
Ort, Datum

\_\_\_\_\_  
Unterschrift

## Erklärung zur Prüfung wissenschaftlicher Arbeiten

Die Bewertung wissenschaftlicher Arbeiten erfordert die Prüfung auf Plagiate. Die hierzu von der Staatlichen Studienakademie Glauchau eingesetzte Prüfungskommission nutzt sowohl eigene Software als auch diesbezügliche Leistungen von Drittanbietern. Dies erfolgt gemäß § 7 des Gesetzes zum Schutz der informationellen Selbstbestimmung im Freistaat Sachsen (Sächsisches Datenschutzgesetz - SächsDSG) vom 25. August 2003 (Rechtsbereinigt mit Stand vom 31. Juli 2011) im Sinne einer Datenverarbeitung im Auftrag.

Der Studierende bevollmächtigt die Mitglieder der Prüfungskommission hiemit zur Inanspruchnahme o. g. Dienste. In begründeten Ausnahmefällen kann der Datenschutzbeauftragte der Staatlichen Studienakademie Glauchau sowohl vom Verfasser der wissenschaftlichen Arbeit als auch von der Prüfungskommission in den Entscheidungsprozess einbezogen werden.

Name:	Deutschmann
Vorname:	Fabian
Matrikelnummer:	4001908
Studiengang:	Baubetriebsmanagement
Titel der Arbeit:	Chancen und Risiken des Building Information Modeling in der Bauplanung und -ausführung
Datum:	18.08.2017
Unterschrift:	