

Diplomarbeit

Studie zur Qualifizierung der Kostenplanung und Kostensteuerung im BIM-geprägten Planungsprozess.

Abgabe am: 21.08.2017

Von: **Jacqueline Neubert**
Gartenweg 14a
08118 Hartenstein

Studiengang: Bauingenieurwesen
Studienrichtung: Hochbau

Seminargruppe: HB14

Matrikelnummer: 4001873

Praxispartner: C&E Consulting und Engineering GmbH
Jagdschänkenstr. 52
09117 Chemnitz
Telefon: 0371/ 881 43 80
info@cue-chemnitz.de

Gutachter: Herr Dipl.-Ing. Axel Stahringer
C&E Consulting und Engineering GmbH
Telefon: 0371 / 881 45 82
axel.stahringer@cue-chemnitz.de

Herr Prof. Andreas Wellner
Staatliche Studienakademie Glauchau
Telefon: 03763 / 173 184
wellner@ba-glauchau.de

Themenblatt Diplomarbeit

Studiengang Bauingenieurwesen
Studienrichtung Hochbau

Studentin: **Jacqueline Neubert**
Matrikelnummer: **4001873**
Seminargruppe: **4HB14-1**

Thema der Diplomarbeit

**Studie zur Qualifizierung der Kostenplanung und Kostensteuerung im BIM-
geprägten Planungsprozess**

Gutachter/ Betreuer: **Dipl.-Ing. Axel Stahringer**
Gutachter (Studienakademie): **Prof. Andreas Wellner**

Ausgabe des Themas: **29.05.2017**
Abgabe der Arbeit an den SG am: **21.08.2017, 14:00 Uhr**



Prof. Dagmar Menzel
Vorsitzende des Prüfungsausschusses
Technik

Berufsakademie Sachsen
Staatl. Studienakademie Glauchau
Kopernikusstraße 51
08371 Glauchau
Tel. (0 37 63) 173 - 121
Fax (0 37 63) 173 - 163

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	III
Abbildungsverzeichnis	V
Tabellenverzeichnis	VI
Formelverzeichnis	VII
Abkürzungsverzeichnis	VIII
1. Einleitung	1
1.1 Problemstellung und Zielsetzung	1
1.2 Aufbau der Arbeit	2
2. Kostenplanung und Kostensteuerung im klassischen Planungsprozess ...	3
2.1 Definition der Kostenbegriffe nach DIN 276-1:2008-12	3
2.2 Kostengliederung nach DIN 276-1:2008-12	4
2.3 Kostenplanung nach DIN 276-1:2008-12	6
2.3.1 Kostenvorgabe	6
2.3.2 Kostenermittlung	7
2.3.3 Stufen der Kostenermittlung nach DIN 276-1:2008-12	8
2.3.4 Kostenkontrolle und Kostensteuerung	10
2.4 Verfahren der Kostenermittlung	13
2.4.1 Planungsorientierte Einwert-Verfahren	13
2.4.2 Planungsorientierte Mehrwert-Verfahren	15
2.4.3 Ausführungsorientierte Verfahren	17
2.4.4 Kombinierte Verfahren	18
2.5 Vergleich der Vorschriften zur Kostenplanung nach HOAI 2013 und DIN 276-1:2008-12	19
2.5.1 Vergleich mit dem neuen Entwurf der DIN 276	21
2.5.2 Passfähigkeit zur HOAI 2013	23
2.6 Struktur der Kostenplanung und Kostensteuerung im Unternehmen C&E Consulting und Engineering GmbH	24
2.6.1 Kostenrahmen	24
2.6.2 Kostenschätzung	25
2.6.3 Kostenberechnung	26
2.6.4 Kostenanschlag	27
2.6.5 Kostenverfolgung	28
2.6.6 Kostenfeststellung	30

3.	Building Information Modeling im Bereich der Kostenplanung und Kostensteuerung.....	31
3.1	Definition Building Information Modeling.....	31
3.1.1	Level des Building Information Modeling	34
3.1.2	Organisation des BIM – Informationsmanagements	37
3.2	Building Information Modeling im Bereich Kosten.....	40
3.3	Building Information Modeling im Unternehmen C&E Consulting und Engineering GmbH	42
3.4	Einsatz von Building Information Modeling im Bereich Kostenplanung und Kostensteuerung im Unternehmen C&E Consulting und Engineering GmbH	44
4.	Erhöhung der Kostensicherheit mit Building Information Modeling.....	49
4.1	Erhöhung der Kostensicherheit durch Genauigkeit.....	55
4.2	Erhöhung der Kostensicherheit durch Schnelligkeit.....	57
5.	Ausblick für den Einsatz von Building Information Modeling im Bereich Kostenplanung und Kostensteuerung im Planungsprozess.....	58
	Literaturverzeichnis	61
	Anlagenverzeichnis	64
	Anlage:	65
	Ehrenwörtliche Erklärung.....	70
	Erklärung zur Prüfung wissenschaftlicher Arbeiten	71

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Kostenplanung / Stufen der Kostenermittlung nach DIN 276-1:2008-12.....	3
Abbildung 2	Bedeutung Ordnungszahl - Kostengruppe	4
Abbildung 3	Ausschnitt - Ausführungsorientierte Kostengruppengliederung der DIN 276-1/12-2008.....	5
Abbildung 4	Beispiel - Kostenbericht	11
Abbildung 5	Beispiel - Planungsorientiertes Mehrwertverfahren.....	15
Abbildung 6	Anwendungsbeispiel des Mischverfahrens (KGR 350 Decken)	18
Abbildung 7	Kostenplanung / Stufen der Kostenermittlung nach E DIN 276:2017-07	21
Abbildung 8	Mögliche Einsparpotentiale	25
Abbildung 9	Ausschnitt aus der Gegenüberstellung Kostenberechnung & Kostenanschlag von C&E	27
Abbildung 10.1	Beispiel einer Kostenverfolgung von C&E.....	28
Abbildung 10.2	Beispiel einer Kostenverfolgung von C&E.....	28
Abbildung 10.3	Beispiel einer Kostenverfolgung von C&E.....	29
Abbildung 11	Was ist Building Information Modeling?	32
Abbildung 12	Level der digitalen Planung.....	34
Abbildung 13	Derzeitige BIM-Standards	35
Abbildung 14	BIM-Fluss	35
Abbildung 15	Kollisionsprüfung.....	36
Abbildung 16	Organisation des BIM-Einsatzes	37
Abbildung 17	Baugruppe erstellen mit mehreren Elementen	47
Abbildung 18	Ansicht iTWO von Modell und Kosten.....	48
Abbildung 19.1	frühzeitige Kostensicherheit durch BIM – Teil 1	50
Abbildung 19.2	frühzeitige Kostensicherheit durch BIM – Teil 2	51
Abbildung 19.3	frühzeitige Kostensicherheit durch BIM – Teil 3	52
Abbildung 20	kritischer Bereich bei dem klassischen Planungsverlauf.....	55
Abbildung 21.1	Koordinierung mit BIM.....	56
Abbildung 21.2	Koordinierung im klassischen Planungsprozess	56

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Kostengruppen 1. Ebene DIN 276-1:2008-12	4
Tabelle 2	Unterscheidung Grob- und Feielementverfahren	16
Tabelle 3	Neuerungen der HOAI 2013 im Bereich Kostenplanung	19
Tabelle 4	Vergleich Kostenermittlung HOAI - DIN 276	23

Formelverzeichnis

Formel 1	Formel Einwert-Verfahren	13
Formel 2	Formel Einwert-Verfahren	14
Formel 3	Inhalte für 4D-, 5D-, 6D- und 7D-BIM.....	34

Abkürzungsverzeichnis

– AG	Auftraggeber
– AKS	Anweisung zur Kostenberechnung von Straßenbaumaßnahmen
– AVA	Ausschreibung, Vergabe, Abrechnung
– BEP	BIM Execution Plan (BIM Projektabwicklungsplan)
– BIM	Building Information Modeling
– BKI	Baukosteninformationszentrum Deutscher Architektenkammern GmbH
– BMVI	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
– bzw.	beziehungsweise
– C&E	C&E Consulting und Engineering GmbH
– CDE	Common Data Environment
– DBD	dynamische Baudaten
– DIN	Deutsches Institut für Normung e.V.
– Dipl.-Ing.	Diplomingenieur
– DWG	Drawing (Konstruktions-Datenformat)
– EIR	Employer Information Requirements (Auftraggeber Informationsanforderung)
– e.V.	eingetragener Verein
– etc.	et cetera
– FE	Finite Elemente
– FEM	Finite-Elemente-Methode (numerisches Verfahren zur Festkörperberechnung)
– GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
– HOAI	Honorarordnung für Architekten und Ingenieure
– i.d.F.	in der Fassung
– IFC	Industry Foundation Classes (digitale Beschreibung von Gebäudemodellen)
– KGR	Kostengruppe (nach DIN 276-1:2008-12)
– LOD	Level of Developments / Level of Detail
– LPH	Leistungsphase nach HOAI
– m.E.	meines Erachtens
– MIDP	Master Information Delivery Plan
– o.ä.	oder Ähnliches
– PIM	Project Information Model

-
- SE „Societas Europaea“ – Europäische Aktiengesellschaft
 - STL-Bau Standardleistungsbuch Bau
 - TGA Technische Gebäudeausrüstung
 - Vgl. Vergleiche
 - VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen
 - VOL Vergabe- und Vertragsordnung für Leistungen
 - WDVS Wärme-Dämm-Verbundsystem
 - z.B. zum Beispiel

1. Einleitung

1.1 Problemstellung und Zielsetzung

Das Unternehmen „C&E Consulting und Engineering GmbH steht für über 65 Jahre Planungserfahrungen in Umwelt und Bergbau, Hoch- und Tiefbau“¹.

1994 wurde C&E als ein privatisiertes und unabhängiges Nachfolgeunternehmen des Planungs-, Forschungs- und Geologischen Betriebes des ehemaligen Bergbauunternehmens WISMUT gegründet. Als Nachfolgeunternehmen kann heute auf anspruchsvolle Referenzen in den Geschäftsfeldern „Umweltengineering“ und „Bau-technische Planung“ verwiesen werden.

Wie auch andere Unternehmen unterliegt C&E Consulting und Engineering GmbH einem Wandel. Durch schnellere technologische Entwicklungen sowie Neuerungen im Einsatz von Software und steigenden Ansprüchen der Kunden ist ein Wandel nicht zu verhindern. Die Herausforderung des Unternehmens besteht keines Falls darin, diesen Umschwung aufzuhalten, sondern aus den für das Unternehmen bedeutenden Ansätzen mit bisherigen Arbeitsweisen zu verknüpfen.

Sowohl im Planungsbüro als auch in anderen Geschäftszweigen kommt es durch wiederkehrende Abläufe und fehlendes Hinterfragen dieser Rituale zu Problemen bei der Bearbeitung von Aufgaben. Es wird nicht hinterfragt, warum etwas mit einer bestimmte Methode ausgeführt wird. Jedoch kann nur durch solche Hinterfragungen und Analysen ermittelt werden, ob nicht vielleicht etwas anderes zur Verbesserung und Vereinfachung des Arbeitsablaufes getan werden kann. Bei einem Planungsprozess im Bauwesen gibt es im groben immer dieselben wichtigen Faktoren, welche bearbeitet werden müssen. So beispielsweise die Kosten. Hierbei werden Kostenschätzungen, Kostenberechnungen und Kostenplanungen erstellt. Vor allem im Bereich der Kostenplanungen kommt es immer wieder zu Problemen und enormen Arbeitsaufwänden, welche durch den richtigen Einsatz verschiedener Software vereinfacht und dennoch präzisiert werden könnten.

Deshalb ist es wichtig diese nicht erfolgsbringenden Handlungen zu erkennen und dann Lösungswege zu suchen, um diese Probleme zu vermeiden.

Auch im Unternehmen der C&E Consulting und Engineering GmbH gibt es natürlich Abläufe, welche verbesserungswürdig sind. Das bedeutet, es sollen hier hauptsächlich Methoden zur Prozessoptimierung, vor allem im Bereich der Kostenplanung und –steuerung, untersucht werden.

¹ Online: C&E Consulting und Engineering GmbH, 2016

1.2 Aufbau der Arbeit

Die vorliegende Diplomarbeit gliedert sich in 5 Hauptkapitel.

Zunächst werden dem Leser alle Schwerpunkte des Themas Kosten im theoretischen Sinn erläutert. Es wird ein Überblick über den Bereich der Kostenplanung und –steuerung im Planungsprozess gegeben. Neben Definitionen sollen auch Tabellen und Abbildungen das Verstehen der komplexen Erläuterungen erleichtern. Zunächst werden die Kostenbegriffe an sich, danach die Kostenermittlung und Kostenplanung mithilfe der DIN 276-1:2008-12 definiert. Die DIN 276-1:2008-12 spielt in dem Bereich der Kostenplanung eine sehr große Rolle, weshalb sie in fast allen Kapiteln mit einbezogen wird. Im ersten Teil der Arbeit werden außerdem auch die unterschiedlichen Verfahren einer Kostenermittlung dargestellt. Der zweite Teil soll die praktische Anwendung der Begriffe und Verfahren aus Teil eins darstellen, bezogen auf das Unternehmen C&E Consulting und Engineering GmbH. Die Hauptfrage dieses Teils besteht darin: „Wie erfolgt die Kostenplanung derzeit im Unternehmen?“. Auch hier werden zunächst die einzelnen Bestandteile der Planung noch kurz definiert und dann anhand eines ausgewählten Projektes von C&E praktisch widergespiegelt.

Im anschließenden dritten Teil dieser Diplomarbeit wird der zweite Schwerpunkt der Themenstellung, nämlich das Thema BIM – Building Information Modeling, erläutert. Ebenso wie bei Teil 1 und Teil 2 gibt es hierbei zunächst einen eher theoretischen Teil und danach folgend die praktische Anwendung. Building Information Modeling ist in der Baubranche schon seit etwa 10 Jahren bekannt, jedoch eher selten angewendet worden. Daraus resultieren viele unterschiedliche Kenntnisstände, wodurch es auch eine Vielzahl an Definitionen und Vorstellungen gibt. Im Vergleich zu anderen Ländern ist Deutschlands Baubranche bei diesem Thema noch eher Außenseiter. Nun gibt es, auch durch die Politik gesteuert, eine Umdenken der Baubranche im Thema Anwendung von BIM. Der dritte Teil dieser Diplomarbeit soll einen groben Überblick über die theoretischen Möglichkeiten mit BIM, vor allem im Bereich der Kostenplanung darstellen und zeigen, was BIM eigentlich ist.

Der letzte Teil ab Kapitel 3.3 bildet den Praxisbezug, erneut bezogen auf das Unternehmen C&E. Welche Möglichkeiten hat das Unternehmen bereits mit BIM genutzt und welche Erfahrungen wurden gemacht. Welche Möglichkeiten gibt es, die Kostenplanung im Planungsbüro durch BIM zu vereinfachen? Ist die geplante Einführung der „i TWO-Software“ zielführend und welche Funktionen erfüllt diese Software? Diese Diplomarbeit legt den Fokus auf die Einführung von BIM im Bereich der Kostenplanung und Kostensteuerung im Planungsunternehmen. Letztlich kann sie allerdings nur einen Vorschlag zu dieser Problematik darstellen. Das wirkliche Potential, welches hinter der Anwendung steckt, ergibt sich erst in der Beobachtung und Anwendung über mehrere Jahre hinweg und kann angesichts der großen Tragweite in dieser Arbeit nicht analysiert werden.

2. Kostenplanung und Kostensteuerung im klassischen Planungsprozess

Kostenplanung bildet neben räumlicher, gestalterischer oder konstruktiver Planung einen der Hauptbestandteile der Architektenleistung. Je nach Leistungsphase nach HOAI werden in den Kostenermittlungen unterschiedliche Anforderungen und Detaillierungsgrade erforderlich. Die Kostenermittlung ist ein Überbegriff für beispielsweise Kostenschätzungen, Kostenvergleiche oder Kostenkontrolle.

2.1 Definition der Kostenbegriffe nach DIN 276-1:2008-12

Kosten werden in der DIN 276-1:2008-12 als „Aufwendungen für Güter, Leistungen, Steuern und Abgaben, die für die Vorbereitung, Planung und Ausführung von Bauprojekten erforderlich sind“², definiert.

Die DIN-Vorschrift definiert beispielsweise auch die Begriffe Kostenplanung, Kostenvorgabe, Kostenermittlung, Kostenkontrolle, Kostengruppe und Kostenrisiko.

Die Kostenplanung bildet die Gesamtheit aller Maßnahmen der Kostenermittlung, der Kostenvorgabe, der Kostenkontrolle und der Kostensteuerung. Hierbei kann die Kostenermittlung entsprechend dem Planungsfortschritt in folgende Phasen unterteilt werden:

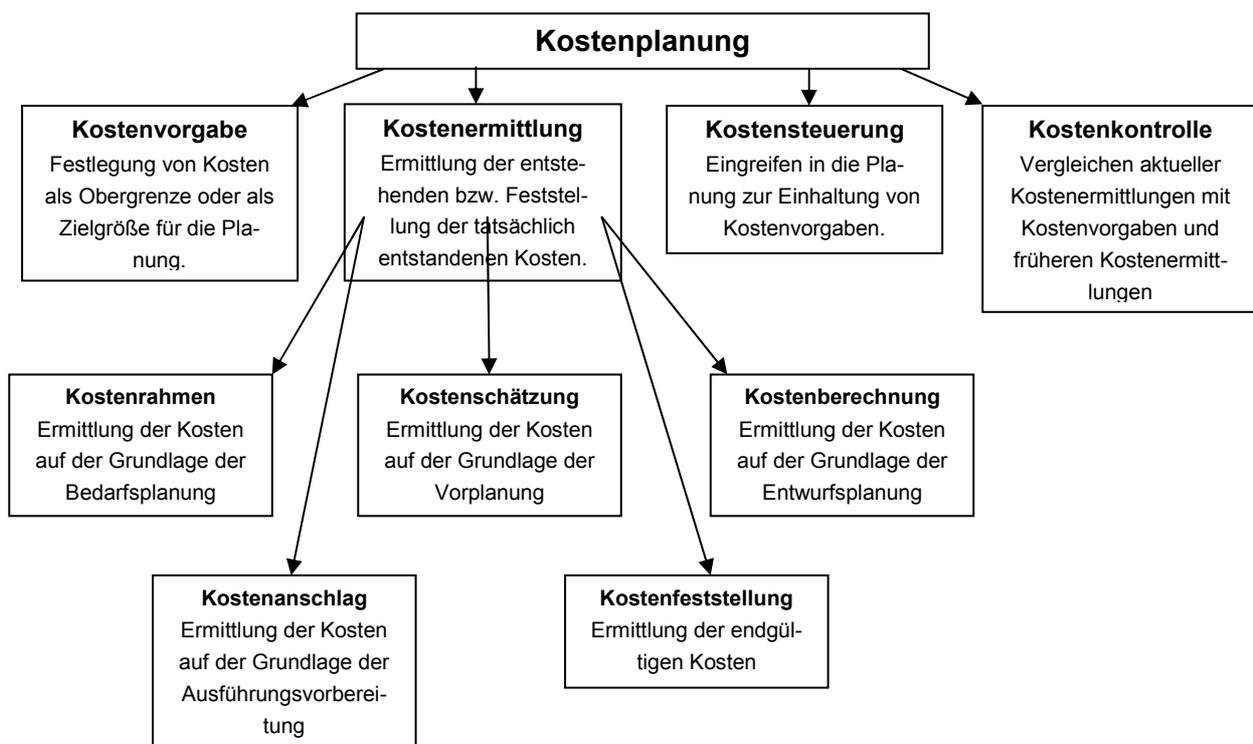


Abbildung 1 Kostenplanung / Stufen der Kostenermittlung nach DIN 276-1:2008-12

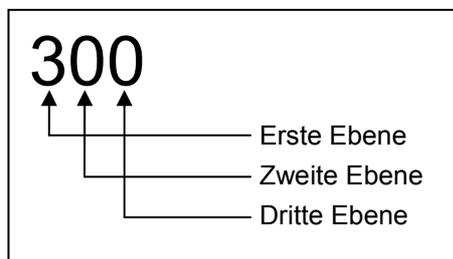
²DIN 276-1:2008-12, 2008; S.4

2.2 Kostengliederung nach DIN 276-1:2008-12

Eine Gliederung der Kosten nach DIN 276-1:2008-12 sieht drei Ebenen vor. Die erste Ebene unterteilt die Gesamtkosten in folgende Kostengruppen:

Kostengruppe	Bezeichnung
100	Grundstück
200	Herrichten und Erschließen
300	Bauwerk – Baukonstruktion
400	Bauwerk – Technische Anlagen
500	Außenanlagen
600	Ausstattung und Kunstwerke
700	Baunebenkosten

Tabelle 1 Kostengruppen 1. Ebene DIN 276-1:2008-12



In den Ebenen zwei und drei werden diese Kostengruppen weiter unterteilt. In der zweiten Ebene wird die zweite Ordnungszahl geändert und dem entsprechend in der dritten Gliederungsebene die dritte Ordnungszahl.

Abbildung 2 Bedeutung Ordnungszahl - Kostengruppe

Außer der Norm können die Kosten beispielsweise ebenso nach technischen Merkmalen oder herstellungsmäßigen Aspekten gegliedert werden. Ab der vierten Stufe der Kostenermittlung, dem Kostenanschlag, sollten die Kostengruppen in den jeweiligen Vergabeeinheiten entsprechend der im Projekt angelegten Vergabestruktur geordnet werden. So ist eine zeitnahe Kontrolle von Angeboten, Abrechnungen und auch Nachträgen möglich.

Eine Gliederung der Kosten sollte vorrangig ausführungsorientiert, beispielsweise nach Gewerken, Vergabeeinheiten, gegliedert werden. Das erfordert schon in der ersten Ebene der Kostengliederung eine Strukturierung nach Gewerken. Desweiteren bedarf es einer weiteren Unterteilung in Leistungsbereiche, Lose, etc. Nur so können alle Leistungen nach Inhalt, Eigenschaften oder Mengen erfasst werden. Eine Gliederungsorientierung nach Ausführung oder Gewerken entspricht der zweiten Kostengliederungsebene nach DIN 276-1:2008-12. In der Kostengruppe 300 – Bauwerk / Baukonstruktion zum Beispiel folgen in der zweiten Gliederungsebene 310-Baugrube; 320 – Gründung; 330 – Außenwände etc. Für die 2. Ebene der Kostengliederung „kann eine Gliederung in Leistungsbereiche entsprechend dem Standardleistungsbuch für das Bauwesen (Internet unter www.gaeb.de) verwendet den.“³Die dritte Kostengliederungsebene entspricht der Einordnung in z.B. Teilleistungen. So gibt es die Kostengruppen 311 – Baugrubenherstellung; 321 – Baugrundverbesserung; 331 – tragende Außenwände oder 334 – Außentüren und -fenster.

Ausführungsorientierte Kostengruppengliederung der DIN 276-1/12-2008		Seite 4
		Stand: 24.10.2013
KGR. NR 300	BAUWERK - BAUKONSTRUKTIONEN	
3100000	BAUGRUBE	
3110000	Baugrubenherstellung	
	3111000 Mutterboden Ab- und Auftrag	
	3112000 Bodenaushub Baugrube einschl. Arbeitsräume und Böschungen	
	3113000 Bodenlagerung	
	3114000 Boden hinterfüllungen	
	3115000 Abfuhr von Boden	
	3116000 Anfuhr von Boden	
	3119000 Bodenaushub Sonstiges	
3120000	Baugrubenumschließung	
	3121000 Schlitzwände einschl. Verankerung/Absteifung	
	3122000 Pfahlwände einschl. Verankerung/Absteifung	
	3123000 Spundwände einschl. Verankerung/Absteifung	
	3124000 Trägerbohlwände einschl. Verankerung/Absteifung	
	3125000 Injektionswände einschl. Verankerung/Absteifung	
	3126000 Spritzbetonwände einschl. Verankerung/Absteifung	
	3127000 Unterwasserbetonsohlen	
	3128000 Injektionssohlen	
	3129000 Baugrubenumschließung Sonstiges	
3130000	Wasserhaltung	
	3131000 Offene Wasserhaltung zur Grundwasserbeseitigung	
	3132000 Geschlossene Wasserhaltung zur Grundwasserbeseitigung	
	3133000 Offene Wasserhaltung zur Schichtenwasserbeseitigung	
	3134000 Geschlossene Wasserhaltung zur Schichtenwasserbeseitigung	
	3139000 Wasserhaltung Sonstiges	
3190000	Baugrube Sonstiges	
	3191000 Aufschlussbohrungen	
	3192000 Sprengungen	
	3199000 Baugrube Sonstiges	
3200000	GRÜNDUNGEN	
3210000	Baugrundverbesserung	
	3211000 Bodenaustausch	
	3212000 Bodenverdichtung	
	3213000 Einpressungen	
	3219000 Baugrundverbesserung Sonstiges	

Abbildung 3 Ausschnitt - Ausführungsorientierte Kostengruppengliederung der DIN 276-1/12-2008⁴

Durch spezifischere Einteilung der Kosten können Leistungen hinsichtlich Eigenschaften und Menge genauer erfasst werden.

Alle Kosten sollten, wenn möglich, getrennt und eindeutig zu den einzelnen Kostengruppen beigeordnet werden. Gibt es mehrere Möglichkeiten der Zuordnung beziehungsweise ist eine genaue Aufteilung nicht möglich, so sind die Kosten gemäß der überwiegenden Verursachung zuzuordnen, das bedeutet, diese werden nur bis zur zweiten Kostengliederungsebene unterteilt.

³DIN 276-1:2008-12, 2008; S.10

⁴Richter-Projekt, 2013, S.4

2.3 Kostenplanung nach DIN 276-1:2008-12

Die Kostenplanung eines Bauvorhabens hat als oberstes Ziel die Einhaltung des vom Auftraggeber vorgegebenen Budgets. Außerdem ist die Realisierung wirtschaftlich, kostentransparent und kostensicher durchzuführen. Der Sinn einer solchen Kostenplanung ist es außerdem rechtzeitig, eingreifen und umplanen zu können, sollte es sich abzeichnen, dass das Budget überschritten wird. Auf Grundlage von Planungsvorgaben oder Kostenvorgaben soll die Kostenplanung über alle Phasen eines Bauprojektes kontinuierlich und systematisch durchgeführt werden.

2.3.1 Kostenvorgabe

Die Kostenvorgabe dient zum Einen der Erhöhung der Kostensicherheit zum Anderen der Minderung von Investitionsrisiken und der frühzeitigen Erkennung von Alternativüberlegungen während der Planung. Eine Kostenvorgabe kann auf der Grundlage von Budget- oder Kostenermittlungen ausgemacht werden. Bevor es zu einer Festlegung kommt, muss jedoch die Realisierbarkeit im Hinblick auf weitere Planungsziele überprüft werden. Eine Kostenvorgabe kann als Obergrenze oder als Zielstellung der Planung festgelegt werden, dies ist bei der Festlegung mit zu bestimmen. Die Kostenobergrenze stellt das Kostenlimit dar. Wird eine Obergrenze vertraglich festgesetzt, darf es auf keinen Fall zu einer Überschreitung dieser Grenze kommen, da keinerlei Toleranzen zulässig sind. Dies drückt aus, dass die Kostenobergrenze die schärfste Form einer Kostenvorgabe darstellt. Die Festlegung einer Zielstellung oder Zielgröße ermöglicht dagegen einen gewissen Toleranzbereich, da hierbei keine Ober- oder Untergrenze klar definiert wird. So ist es dem Architekten oder Ingenieur möglich, diese Zielkosten zu überschreiten, aber auch zu unterschreiten. Die Kostenvorgabe entspricht dem Gedanken einer Zielkostenrechnung, diese als oberstes Ziel die Ermittlung: „Was darf ein Produkt kosten?“⁵

Durch die Vorgabe der Kosten kann der Auftraggeber seine wirtschaftlichen Anforderungen an die Planung ausdrücken.

Eine Kostenvorgabe sollte stets mit definierten Werten wie Baubeschreibung mit Qualitätsmerkmalen, Nutzflächenangaben durch ein Raumbuch oder gestalterische Anforderungen vereinbart werden. Kommt es ohne jegliche Grundlagen zu einer solchen vertraglichen Kostenvorgabe, so kann dies auch mächtig schief gehen. Da es so niemals zu einer detaillierten Kostenaufstellung kommen kann beziehungsweise immer neue Wünsche und somit zusätzliche Kosten anfallen können, welche bei einer Überschreitung der Obergrenze nicht als vertragswidrig o.ä. nachgewiesen werden könnten. Somit sollte eine solche Vorgabe nur mit genau bestimmten Grundlagen vereinbart werden.

⁵ Vgl. KALUSCHE, 2012, S. 205

2.3.2 Kostenermittlung

Die Kostenermittlungen dienen als Ausgangspunkte für „Finanzierungsüberlegungen und Kostenvorgaben, für Maßnahmen der Kostenkontrolle und der Kostensteuerung, für Planungs-, Vergabe- und Ausführungsentscheidungen sowie zum Nachweis der entstandenen Kosten.“⁶ Bei der Ermittlung der Kosten ist die Systematik der Kostengliederung anzuwenden. Alle für die Kostenermittlung maßgebenden Grunddaten, welche zur Aufstellung einer solchen Kostenermittlung nötig sind, müssen angegeben werden. Anmerkungen zum jeweiligen Bauvorhaben sind in der Systematik der Kostengliederung zu regeln. Bei einer Gliederung des Bauprojektes in mehrere Abschnitte, beispielsweise funktional, zeitlich, räumlich oder wirtschaftlich, sind gesonderte Kostenermittlungen für jeden Abschnitt anzufertigen. Handelt es sich um Sanierungsvorhaben oder andere Bauprojekte im Bestand, empfiehlt die DIN 276-1:2008-12, die Kosten für einen besseren Überblick nach Abbruch-, Instandsetzungs- und Neubaumaßnahmen zu unterscheiden. Außerdem sollte der Wert vorhandener Bausubstanz und wiederverwendeter Teile, aber auch von Eigenleistungen in den betreffenden Kostengruppen gesondert ausgewiesen werden. Als Eigenleistungen werden die Personal- und Sachkosten bezeichnet, welche für die entsprechenden Unternehmerleistungen anfallen würden. Bei den betreffenden Kostengruppen sind ebenso Kosten, welche durch außergewöhnliche Bedingungen des Standortes, durch besondere Umstände des Bauprojekts oder durch Forderungen außerhalb der Zweckbestimmung des Bauwerks verursacht werden, besonders auszuweisen.

Ist mit sogenannten Kostenrisiken zu rechnen, so sind diese nach ihrer Art, ihrem Umfang und ihrer Eintrittswahrscheinlichkeit zu benennen. Neben dieser Benennung sollten zweckmäßige Schritte zur Reduzierung, Vermeidung, Überwälzung und Steuerung von Kostenrisiken aufgezeigt werden.

Bei der Aufstellung einer Kostenermittlung ist von einem Kostenstand zum Zeitpunkt der Ermittlung auszugehen; dieser Stand ist durch die Zeitpunktangabe zu belegen.

Werden Kosten durch Prognose auf den Zeitpunkt der Fertigstellung angesetzt, so sind sie gesondert auszuweisen.

Nach DIN 276-1:2008-12 kann die Umsatzsteuer gemäß den jeweiligen Erfordernissen berücksichtigt werden:

- „Brutto-Angabe“⁷; in den Kostenangaben ist die Umsatzsteuer enthalten
- „Netto-Angabe“; in den Kostenangaben ist die Umsatzsteuer nicht enthalten
- bei einzelnen Kostenangaben, wie übergeordneten Kostengruppen, ist die Umsatzsteuer ausgewiesen.

Die Art der Berücksichtigung der Umsatzsteuer ist in der Kostenermittlung und bei Kostenkennwerten allezeit anzuzeigen.

⁶ DIN 276-1:2008-12, 2008; S.6

⁷ DIN 276-1:2008-12, 2008

2.3.3 Stufen der Kostenermittlung nach DIN 276-1:2008-12

Im folgenden Abschnitt werden die Stufen einer Kostenermittlung (siehe Abbildung 1) nach ihrem Zweck, erforderlichen Grundlagen und dem Detaillierungsgrad erläutert. Die erste Stufe bildet der Kostenrahmen. Dieser dient als Basis für die Entscheidung über eine Bedarfsplanung sowie für grundsätzliche Wirtschaftlichkeits- und Finanzierungsüberlegungen. Desweiteren dient sie der Festlegung einer Kostenvorgabe.

Folgende Informationen werden bei einem Kostenrahmen zugrunde gelegt:

- quantitative, also mengenmäßige Bedarfsangaben, zum Beispiel mittels eines Raumprogrammes mit Nutzeinheiten, Funktionselemente und deren Flächen
- qualitative Bedarfsangaben, wie bautechnische Anforderungen, Funktionsanforderungen, Ausstattungsstandards
- ansonsten möglicherweise auch Angaben zum Standort.

Innerhalb der Gesamtkosten müssen bei einem Kostenrahmen wenigstens die Bauwerkskosten getrennt ausgewiesen werden.

Die Kostenschätzung bildet die nächste Stufe einer Kostenermittlung. Sie dient als Grundlage für die Entscheidung über die Vorplanung, der Leistungsphase 2 nach HOAI. Insbesondere folgende Angaben werden in dieser Schätzung zugrunde gelegt:

- Ergebnisse der Vorplanung, speziell Planungsunterlagen und, zeichnerische Darstellungen
- Mengenberechnungen mit Bezugseinheiten der Kostengruppen
- aufschlussreiche Aussagen zu den planerischen Zusammenhängen, Vorgängen und Bedingungen
- Angaben zum Baugrundstück und zur Grundstückerschließung.

Die Gesamtkosten einer Kostenschätzung müssen nach Kostengruppen mindestens bis zur ersten Ebene (siehe Kapitel „Kostengliederung nach DIN 276-1:2008-12“) der Kostengliederung ermittelt werden.

Stufe 3 der Kostenermittlung nach DIN 276-1:2008-12 bildet die Kostenberechnung.

Die Kostenberechnung dient der Entscheidung über die Leistungsphase 3 nach HOAI, der Entwurfsplanung. Gleich den voran gegangenen Stufen werden der Kostenberechnung ebenfalls bestimmte Informationen zugrunde gelegt, wie:

- Planungsunterlagen, so z. B. durchgearbeitete Entwurfszeichnungen (im Maßstab)
- Mengenberechnungen mit Bezugseinheiten der Kostengruppen
- Erläuterungen, wie beispielsweise Beschreibung der Einzelheiten der Systematik der Kostengliederung, welche aus Zeichnungen und Berechnungsunterlagen nicht ersichtlich, jedoch für Berechnung und Beurteilungen der Kosten von Bedeutung sind.

Die Kostenermittlung in der Kostenberechnung muss nach Kostengruppen mindestens bis zur zweiten Ebene der Kostengliederung ermittelt werden.

Die nächste Stufe einer Kostenermittlung bildet der Kostenanschlag, welcher als eine Grundlage für die Entscheidung über die Ausführungsplanung und die Vorbereitung der Vergabe dient. Dieser kann entsprechend dem Projektablauf in einem oder mehreren Schritten aufgestellt werden. Folgende Informationen werden zugrunde gelegt:

- Planungsunterlagen, etwa endgültige vollständige Ausführungs-, Detail- und Konstruktionszeichnungen
- Berechnungen für Standsicherheit, Wärmeschutz, technische Anlagen etc.
- Mengenermittlungen mit Bezugseinheiten der Kostengruppen
- Erläuterungen zur Bauausführung, z. B. Leistungsbeschreibungen
- Zusammenstellungen von Angeboten, Aufträgen und bereits entstandenen Kosten, z. B. für die Grundstücks-, Baunebenkosten.

Die Gesamtkosten nach Kostengruppen müssen in dieser Stufe der Kostenermittlung mindestens bis zur dritten Ebene der Kostengliederung ermittelt und nach den vorgesehenen Vergabeeinheiten geordnet werden.

Die letzte, jedoch nicht weniger wichtige Ebene der Kostenermittlung bildet die Kostenfeststellung. Diese dient dem Nachweis der tatsächlich entstandenen Kosten sowie einem möglichen Vergleich und der Dokumentation der Kostenermittlung. Zugrunde gelegt werden folgenden Daten:

- geprüfte Abrechnungsbelege, wie Schlussrechnungen und Nachweise der Eigenleistungen (angefallene Personal- und Sachkosten)
- Planungsunterlagen
- Erläuterungen.

Die Unterteilung der Gesamtkosten nach Kostengruppen muss bis zur 3. Ebene der Kostengliederung durchgeführt werden.

2.3.4 Kostenkontrolle und Kostensteuerung

Sowohl die Kostenkontrolle als auch die Kostensteuerung unterstützen die Überwachung der Kostenentwicklung und der Einhaltung der Kostenvorgabe. Grundsatz dieser beiden Kostenelemente ist es, die Planungs- und Ausführungsmaßnahmen eines Bauvorhabens bezüglich ihrer resultierenden finanziellen Belastungen fortlaufend zu bewerten. Im Allgemeinen handelt es sich bei der Kostenkontrolle um den aktuellen Vergleich der zu diesem Zeitpunkt ermittelten Kosten mit den Kosten von früheren Kostenermittlungen wie der Kostenschätzung, -Berechnung etc. Wird eine Abweichung bei der Kostenkontrolle diagnostiziert, insbesondere bei dem Eintreten von Kostenrisiken, sind diese zu benennen. Durch diese Diagnose, ist dann eine Entscheidung über die Planungsfortsetzung, beziehungsweise über den Einsatz von zielgerichteten Maßnahmen der Kostensteuerung zu treffen. Eine Kostenkontrolle ist auch während der Vergabe und Ausführung wichtig. Angebote, Aufträge und Abrechnungen sind stets aktuell in der für das Bauprojekt festgelegten Struktur zusammenzustellen. Durch regelmäßige Vergleiche mit vorherigen Ergebnissen werden die aktuellen Kosten kontrolliert. Jegliche Ergebnisse der Kostenkontrolle sowie vorgeschlagene und eingesetzte Maßnahmen der Kostensteuerung sind zu dokumentieren. Während der Planung kann eine Kostenkontrolle nur vorkalkulatorisch stattfinden das bedeutet, alle voraussichtlichen Faktoren aus Kostenschätzung und Kostenberechnung können nur angenommen werden. Während der Ausführung der geplanten Baumaßnahmen werden die Soll-Kosten in Ist-Kosten umgewandelt und man bezeichnet die Kostenkontrolle als nachkalkulatorisch. Die Basis einer Kostenkontrolle bildet der Kostenanschlag, welcher sich durch Angebote und Aufträge zusammenstellt wird. Sobald es um kostensteuernde Elemente geht, müssen die Ursachen der angefallenen Kostenänderungen, ebenso wie die Vor- und Nachteile bekannt sein. Die Kosten steuern bedeutet eine zielgerichtete Beeinflussung der Kostenentwicklung. Das oberste Ziel einer Kostensteuerung ist die Einhaltung der Kostenvorgaben. Die Kostensteuerung ist eng mit der Kostenkontrolle verbunden, sie bewertet die erkannten Abweichungen der Kostenkontrolle. Die Bewertung hilft bei der Entscheidung über den weiteren Planungs- bzw. Ausführungsverlauf. Ist es möglich, die Planung bzw. Ausführung im gleichen Maße fortzuführen oder müssen andere Lösungen gefunden werden? „Maßnahmen zur Kostensteuerung werden dann notwendig, wenn die Wirtschaftlichkeit und Finanzierbarkeit des Bauvorhabens nicht mehr garantiert werden können.“⁸ Zu den kostensteuernden Maßnahmen gehören vorwiegend Planungs- oder Ausführungsänderungen. Wichtig ist ebenso, wie bei der Kostenkontrolle, die Dokumentation der Bewertungen und die daraus resultierenden Entscheidungen.

⁸ Vgl. MÖLLER, KALUSCHE, 2008, S.184

Die nächsten Spalten enthalten die gestellten Nachträge, welche beispielsweise durch Änderungswünsche des Auftraggebers oder aus einer fehlerhaften Leistungsbeschreibung resultieren können. Dabei enthält die Spalte 4 die Nachträge, welche beauftragt wurden und Spalte 5 die, welche noch in Bearbeitung sind. Bei den sich in Bearbeitung befindlichen Nachträgen werden auch diese erfasst, welche eventuell nicht beauftragt oder gekürzt werden. Das Einbeziehen dieser Nachträge (in Bearbeitung) resultiert daraus, dass sie einen kostenverändernden Faktor darstellen bzw. eine Ergänzung der Ausführung und somit mit einem eventuellen Anfallen der Kosten nicht komplett auszuschließen ist. Geprüfte und anerkannte Abschlagszahlungen, Teilrechnungen und zum Ende Schlussrechnungen werden in der sechsten Spalte erfasst. Die abgerechneten Leistungen dürfen die vom Auftraggeber und der Bauleitung anerkannten Leistungen nicht überschreiten. In Spalte 7 steht die Summe aller Zahlungen, der sogenannte „Zahlungsstand“¹⁰. Dieser ist im Normalfall kleiner als der eigentliche Abrechnungsstand. Diese Unterschiede hängen von der zeitlichen Spanne zwischen Rechnungsfreigabe und Zahlung, aber auch eventuellen Vorauszahlungen oder Einbehalten ab. Die Summe von Aufträgen und Nachträgen ergibt sich in Spalte 8. Die Auftragswerte sind im Normalfall größer als der Abrechnungsstand, Abweichungen können jedoch durch Vorauszahlungen oder abgerechnete Mengenerhöhungen, welche nicht in einem Nachtrag erfasst wurden, zustande kommen. Die Spalte 9 bildet die Prognose, das bedeutet, dort sind alle Kosten sowohl die geplanten noch nicht beauftragten Kosten, als auch die beauftragten Leistungen, Nachträge jeder Art und alle voraussichtlichen abweichenden Zahlungen erfasst. Im Allgemeinen ist die Prognose eine Hochrechnung nach DIN 276. Nach der Definition der DIN 276-1:2008-12 ist die Kostenprognose eine Kostenermittlung auf den Zeitpunkt der Fertigstellung. Es handelt sich sozusagen um eine Vorausberechnung der Fertigstellungskosten bzw. sie soll einen Ausblick auf die erwartete Kostenentwicklung darstellen. Die Auswertung des Vergleiches zwischen Kostenrahmen und Prognose wird in der letzten Spalte, der Spalte 10 dargestellt. Die auftretenden Abweichungen werden absolut und in Prozent angegeben. Kommt es zu einer Kostenunterschreitung bzw. -überschreitung, so stellt dies mögliche Risiken für den weiteren Projektlauf in Form von beispielsweise Preiserhöhungen dar.

Es lässt sich anhand dieses Musters für einen Kostenbericht erkennen, dass alle Kostenermittlungen ihre Funktion haben und mit einbezogen werden müssen. Desweiteren wird deutlich, dass der Kostenbericht immerzu fortzuschreiben ist, um den wirklich aktuellen Stand darstellen zu können. Der Kostenbericht stellt vor allem für den Auftraggeber einen schönen Überblick, sowohl über aktuelle Kostenstände auf als auch über die zu erwartenden Kostenentwicklung.

¹⁰ KALUSCHE, 2012, S. 226

2.4 Verfahren der Kostenermittlung

Die Verfahren zur Kostenermittlung sind unterschiedliche praktische Anwendungen, welche zur Kennwertbildung und Mengenermittlung dienen¹¹. Die einzelnen Verfahren sind in der DIN 276-1 nicht geregelt, es gibt jedoch einige Verfahren, welche sich in der Praxis entwickelt haben:

- Einwert-, Mehrwert-Verfahren
- Ausführungsorientierte Verfahren und
- Kombinierte Verfahren.

All diese Verfahren unterscheiden sich in verschiedenen Planungsständen, das bedeutet, vor allem im Detaillierungsgrad oder im Kenntnisstand über Gegenstände der Planung. In den folgenden Kapiteln werden diese Verfahren kurz beleuchtet, um einen Überblick über die unterschiedlichen in der Planung angewendeten Vorgehensweisen zu schaffen. Außerdem gibt es noch statistische Verfahren, diese beziehen sich auf das Prinzip der „Gauß’schen Normalverteilung“. Die erforderlichen Kosten werden bei diesem Verfahren durch Kostengleichungen und Rundungen mittels Basiswerten ermittelt. Im Allgemeinen kann bei statistischen Verfahren nicht von rechnerischer Genauigkeit ausgegangen werden, desweiteren sind diese in Architekturbüros nicht alltagstauglich¹². Gut anwendbar sind diese Verfahren jedoch bei Baumaßnahmen, welche sehr ähnlich bzw. vielfach wiederkehrend sind.

2.4.1 Planungsorientierte Einwert-Verfahren

Planungsorientiert bedeutet, dass Informationen aus frühzeitigen Planungsphasen wie der Vorplanung bzw. Entwurfsplanung für die weiteren Bearbeitungen verwendet werden. Vor allem bei einer Kostenermittlung sollten solche Informationen einbezogen werden. Das Einwertverfahren bedeutet, dass nur ein Bezugswert maßgebend Einfluss nimmt. Dieser Bezugswert oder auch Bezugsmenge genannt wird dann im weiteren Verfahren mit einem Kostenkennwert multipliziert und daraus ergeben sich die zu ermittelten Gesamtkosten:

$$\text{Bezugsmenge} \times \text{Kostenkennwert} = \text{Gesamtkosten}$$

Formel 1 Formel Einwert-Verfahren¹³

Für den Kostenkennwert werden alle relevanten Planungsparameter auf einen Faktor reduziert. Bei der Ermittlung dieses Kennwertfaktors ist eine objektive Ermittlung nur in den seltensten Fällen möglich. Oftmals werden sogenannte Erfahrungswerte oder Baukostendatenbanken verwendet.

¹¹ Vgl. KALUSCHE, 2012; S. 214-223

¹² Vgl. SEIFERT / PREUSSER, 2009; S.76

¹³ SEIFERT / PREUSSER, 2009; S.57

Durch diese Wahl kann es schon frühzeitig zu einem gewissen Kostenrisiko kommen. Das bedeutet, weicht der eingesetzte Wert von der geplanten Maßnahme ab, wird dieser so mit der ermittelten Menge multipliziert, was zu einem erheblichen Kostenunterschied zwischen Ist- und Sollkosten führen kann. Umso wichtiger ist es, einen solchen Faktor genau auf die geplante Maßnahme bezogen zu ermitteln. Das Einwert-Verfahren hat den Vorteil, dass es eine relativ schnelle Kostenermittlung zulässt. Ein solches Verfahren ermöglicht es, dass bereits vor dem eigentlichen Planungsbeginn bezogen auf die vom Bauherrn übermittelten Bedarfsangaben eine grobe Ermittlung stattfinden kann. Aus diesem Grund sollte ein solches Verfahren für die Ermittlung des Kostenrahmens angewendet werden. Zu beachten ist hierbei, dass die DIN 276 einen Einsatz dieses Verfahrens zwar in der Kostenschätzung noch erlaubt, jedoch der Planer, sobald eine höhere Kostensicherheit gefordert ist, dieses nicht mehr anwenden sollte. Durch das Einwert-Verfahren ist es dem Auftraggeber bzw. dem Projektsteuerer möglich, eine Plausibilitätskontrolle durchzuführen. Das bedeutet, er kann durch die Ermittlung eines Kostenkennwertes mittels vergleichbarer Objekte einen Überblick über die Stimmigkeit der Kostenplanung erreichen.

$$\text{Gesamtkosten} / \text{Bezugsmenge} = \text{Kostenkennwert}$$

Formel 2 Formel Einwert-Verfahren¹⁴

Bei dem Einwert-Verfahren kann noch zwischen geometrischem und funktionalem Verfahren unterschieden werden.

Geometrische Einwert-Verfahren

Bei der Anwendung eines geometrischen Verfahrens werden die gesuchten Gesamtkosten anhand von Flächen und Rauminhalten des geplanten Objektes ermittelt. Diese Verfahrensart ist mit dem Bezugswert „Rauminhalt“ das in der heutigen Praxis am meisten angewendete. Zu den geometrischen Bezugswerten können Brutto-rauminhalt (BRI), Brutto-Grundfläche (BGF) oder die Nutzfläche (NF) gehören. Die Ermittlung und Definition dieser Bezugswerte ist in der DIN 277-1 geregelt.

Funktionale Einwert-Verfahren

Die Gesamtkosten bei einem funktionalen Verfahren werden durch die festgelegten Nutzungseinheiten eines Objekts ermittelt. Hierbei können Wohneinheiten, Schülerplätze oder Arbeitsplätze eine funktionale Nutzungseinheit darstellen. Stehen vergleichbare Nutzungseinheiten zur Verfügung, so können diese für die Planung als Vorgaben angenommen werden. Wichtig hierbei ist es, dass es sich um qualitative und quantitative Vergleichsobjekte handelt.

¹⁴ SEIFERT / PREUSSER, 2009; S.57

2.4.2 Planungsorientierte Mehrwert-Verfahren

Die Kostenermittlung durch ein planungsorientiertes Mehrwertverfahren leitet sich durch die Erfahrung ab, dass in frühen Planungsphasen keine Unterteilung nach handwerklichen Gewerken stattfindet, sondern nach Bauelementen. Aus diesem Grund wird das Mehrwertverfahren auch als Elementverfahren bezeichnet. Diese Elemente sind insbesondere bei Baukonstruktionen gut geometrisch abgrenzbar und somit klar zu unterteilen, wie Baugrube, Außenwand, Dach o.ä. Desweiteren sind sie fest definiert, somit ist eine Eingliederung der einzelnen Bauteile mit ähnlicher oder gleicher Konstruktion möglich. Die unterschiedlichen Bauelemente werden im Allgemeinen durch qualitative, wie Kostenkennwerte der Elemente, und quantitative Merkmale, wie Elementmengen, gebildet. Diese einzelnen Kostenelemente fließen dann in die Kostenermittlung ein und bilden die erforderlichen Kostengruppen. Die Bildung der Elemente wird mit Fortschreiten der Leistungsphasen präzisiert. Das bedeutet, zunächst werden in der zweiten Leistungsphase nach HOAI (Vorplanung) sogenannte Grobelemente entwickelt, welche in den darauf folgenden Phasen zu Feinelementen entwickelt werden. Hierbei ist es nicht nötig, ein vergleichbares Vorgängerprojekt zu Rate zu ziehen, sondern bei dieser Methode genügen einzelne Elemente, welche zur Ermittlung der einzelnen Kosten vergleichbar sind.

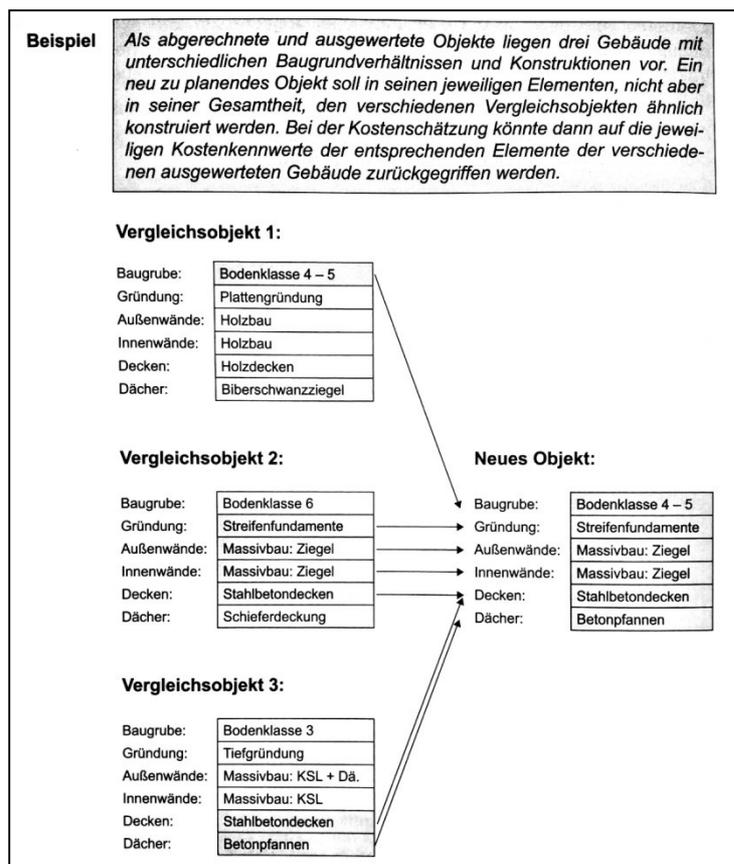


Abbildung 5 Beispiel - Planungsorientiertes Mehrwertverfahren¹⁵

¹⁵SEIFERT / PREUSSER, 2009; S.60

Durch die Multiplikation der Elementmengen mit dem jeweiligen Kostenkennwert ergeben sich die Elementkosten. Durch die Summierung aller Elementkosten ergeben sich dann die Gesamtkosten des Bauprojektes. Durch diese Methoden werden im Gegensatz zu dem Einwertverfahren spezifische Gebäudegeometrien beachtet. Ein weiterer Vorteil gegenüber dem Einwertverfahren ist, dass der Kostenkennwert spezifischer ermittelt und gewählt werden kann, wodurch das Risiko einer totalen Kostenfehlerschätzung reduziert wird.

Bei dem Elementverfahren können mehrere Elementgliederungen angewendet werden, zwei dieser zahlreichen Möglichkeiten haben sich am besten bewährt; das Grobelement-Verfahren und das Feinelement-Verfahren:

Grobelement-Verfahren	Feinelement-Verfahren
<p>„Elemente gemäß 2. Ebene nach DIN 276-1:2008-12 Der Informationsstand der LPH 2 lässt eine Anwendung dieses Verfahrens bereits in der Kostenschätzung zu“¹⁶.</p>	<p>„Elemente gemäß 3. Ebene nach DIN 276-1:2008-12 Der Informationsstand der LPH 3 lässt eine Anwendung dieses Verfahrens bereits in der Kostenberechnung zu“¹⁷.</p>
<p>Zweite Gliederungsebene nach Kosten- gruppen der DIN276-1:2008-12 (dafür vorgesehene Mess- und Ermitt- lungsvorschriften in DIN 277-3:2005-04 Tab. 1)</p>	<p>Dritte Gliederungsebene nach Kosten- gruppen der DIN276-1:2008-12 (dafür vorgesehene Mess- und Ermitt- lungsvorschriften in DIN 277-3:2005-04 Tab. 1)</p>

Tabelle 2 Unterscheidung Grob- und Feinelementverfahren

¹⁶ Vgl. SEIFERT / PREUSSER, 2009; S.61

¹⁷ Vgl. SEIFERT / PREUSSER, 2009; S.63

2.4.3 Ausführungsorientierte Verfahren

Bei Verfahren, welche sich an der Ausführung eines Bauvorhabens orientieren, wird eine Gliederung nach Gewerken, Leistungsbereichen, Losen oder Vergabeeinheiten erstellt. Diese werden nach VOB Teil C oder dem Standardleistungsbuch definiert. Je nach Erfordernis werden diese Leistungen unterschiedlich fein gegliedert. Eine Kostenaufstellung nach handwerklichen Gewerken empfiehlt sich erst ab der LPH 3 nach HOAI, da in den früheren Planungsphasen meist noch keine genauere Einschätzung der jeweiligen Gewerkanteile möglich ist. Die ausführungsorientierte Kostenermittlung kann in zwei wesentliche Verfahren unterteilt werden.

Zum einen gibt es das Verfahren nach Leistungspositionen, hierbei werden die Einheitspreise in die jeweiligen Leistungspositionen eingesetzt und diese ergeben nach der Zusammenfassung in den Gewerken oder Vergabeeinheiten die benötigten Gesamtkosten. Zum anderen gibt es das Verfahren nach Leitpositionen. Leitpositionen sind der geringe Anteil der Leistungspositionen, welche jedoch die meisten Kosten ergeben. Alle Kosten dieser sogenannten Leitkosten werden zusammengefasst. Die anderen Kosten, für viele weitere aber weniger kostenintensive Positionen werden nur durch einen Zuschlag auf die Kosten dieser Leitpositionen berücksichtigt. Jedes dieser Verfahren ermöglicht eine hohe Genauigkeit bei der Kostenermittlung, jedoch benötigen beide einen relativ hohen Aufwand. Sollen diese Verfahren in den frühen Leistungsphasen angewendet werden, so ist ein Vorgriff auf bestimmte Daten der Leistungsphasen 5 und 6 nicht vermeidbar.

2.4.4 Kombinierte Verfahren

Bei kombinierten Verfahren zur Kostenermittlung handelt es sich um die Vereinigung von planungsorientierten und ausführungorientierten Verfahren. Durch diese Kombination haben sich in der Praxis neue „Mischverfahren“ entwickelt. So können die Gesamtkosten, welche zunächst planungsorientiert ermittelt wurden, über einen Prozentschlüssel in Teilkosten, beispielsweise nach Gewerken oder Vergabeeinheiten unterteilt werden. Eine weitere Möglichkeit ist es die Kostengliederungsebene nach DIN 246 zu verfeinern. Das bedeutet in die vierte Gliederungsebene zu gehen und somit vor allem bei größeren, komplexeren Baumaßnahmen besser differenzierbare Kostenelemente zu erstellen. Wichtig hierbei ist es, dass die Struktur der Kostenermittlung stets an die jeweiligen Baumaßnahmen angepasst wird. In der folgenden Abbildung ist ein Beispiel eines solchen Mischverfahrens dargestellt.

1	2	3	LB
300	Bauwerk – Baukonstruktionen		
...	...		
350	Decken		
	351	Deckenkonstruktionen	
		013	Beton- und Stahlbetonarbeiten
		Treppenbau:	
		031	Metallbau- und Schlosserarbeiten
		027	Tischlerarbeiten
	352	Deckenbeläge	
		014	Natur-, Betonwerksteinarbeiten
		024	Fliesen- und Plattenarbeiten
		025	Estricharbeiten
		028	Parkettarbeiten, Holzpflasterarbeiten
		036	Bodenbelagsarbeiten
	353	Deckenbekleidungen	
		023	Putz- und Stuckarbeiten
		034	Maler- und Lackierarbeiten
		037	Tapezierarbeiten
		039	Trockenbauarbeiten
	359	Decken, sonstiges	
		027	Tischlerarbeiten
		031	Metallbauarbeiten
...	...		

Abbildung 6 Anwendungsbeispiel des Mischverfahrens (KGR 350 Decken)¹⁸

Die ersten drei Spalten sind nach den Gliederungsebenen der DIN 246 erstellt worden. Die vierte Spalte „LB“ gliedert die vorherigen drei Spalten in die Leistungsbereiche nach Standardleistungsbuch. Durch diese weitere Unterteilung ist es möglich, die Kostenermittlung z. B. nach Leistungsbereichen, beliebig um zu sortieren. Somit können bei einer Kostenkontrolle die Kosten der Kostenberechnung mit Angebotskosten einfacher verglichen werden. Es muss bei einem solchen Vergleich nur festgestellt werden, welche Kostengruppen sind im jeweiligen zu vergleichendem Gewerk enthalten.

¹⁸ SEIFERT / PREUSSER, 2009; S.74

2.5 Vergleich der Vorschriften zur Kostenplanung nach HOAI 2013 und DIN 276-1:2008-12

Die neue Fassung der Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI) aus dem Jahr 2013 richtet sich bei der Kostenberechnung nach der DIN 276-1:2008-12.

Das Honorar darf auch nach der sogenannten „Baukostenvereinbarung“ berechnet werden. Dies darf allerdings nur ausgeführt werden, wenn Folgendes eintrifft:

„Wenn zum Zeitpunkt der Beauftragung noch keine Planungen als Voraussetzung für eine Kostenschätzung oder Kostenberechnung vorliegen, können die Vertragsparteien abweichend von Absatz 1 schriftlich vereinbaren, dass das Honorar auf der Grundlage der anrechenbaren Kosten einer Baukostenvereinbarung nach den Vorschriften dieser Verordnung berechnet wird. Dabei werden nachprüfbare Baukosten einvernehmlich festgelegt.“¹⁹

Im Vergleich zu der älteren Fassung der HOAI von 2009 lassen sich einige Erweiterungen in den Leistungsbildern feststellen. In der folgenden Tabelle²⁰ werden nur die Neuerungen der einzelnen Leistungsphasen für Gebäude und Innenräume in Bezug auf die Kostenplanung aufgelistet:

Leistungsphase	Neuerung gegenüber HOAI 2009
1 - Grundlagenermittlung	/
2 - Vorplanung	<ul style="list-style-type: none"> – Vergleich der Kostenschätzung mit den finanziellen Rahmenbedingungen – Dokumentieren der Ergebnisse
3 - Entwurfsplanung	/
4 - Genehmigungsplanung	/
5 - Ausführungsplanung	/
6 - Vorbereitung der Vergabe	<ul style="list-style-type: none"> – Ermitteln der Kosten auf der Grundlage vom Planer bepreister Leistungsverzeichnisse – Kostenkontrolle durch Vergleich der vom Planer bepreisten Leistungsverzeichnisse mit der Kostenberechnung
7 - Mitwirken bei der Vergabe	<ul style="list-style-type: none"> – Vergleichen der Ausschreibungsergebnisse mit den vom Planer bepreisten Leistungsverzeichnissen oder der Kostenberechnung
8 - Objektüberwachung	/
9 - Objektbetreuung	/

Tabelle 3 Neuerungen der HOAI 2013 im Bereich Kostenplanung

¹⁹ HOAI i.d.F. vom 10.07.2013, § 6 Abs.3

²⁰ Vgl. HOAI i.d.F. vom 10.07.2013, Anlage 10 (zu §34 Abs. 1, §35 Abs.6)

Aus den Neuerungen (siehe Tabelle 3) lassen sich deutliche Präzisierungen zur Durchführungen der Kostenplanung erkennen.

Die HOAI regelt die Kostenplanung Schritt für Schritt durch den Ablauf einer Planung nach Leistungsphasen. Das bedeutet als erste kommt in der Leistungsphase 2 die Kostenschätzung, dann in LPH 3 die Kostenberechnung, in LPH 6 die Kostenermittlung auf der Basis der bepreisten LVs des Planers. Diese wird mit der Kostenberechnung der LPH 3 verglichen, in LPH 7 wird dann ein Kostenvergleich zwischen Angeboten und Kostenberechnung (LPH 6) erstellt und in der Leistungsphase 8 wird dann eine Kostenkontrolle, -feststellung durchgeführt. Das bedeutet, es ist klar geregelt welche Art der Kostenermittlung wann stattzufinden hat. In der DIN 276-12:2008-12 hingegen werden solche klaren Regelungen nicht formuliert. Es wird lediglich beschrieben, wie die einzelnen Ermittlungen durchzuführen sind und worauf zu achten ist. Weiterhin wird in der DIN 276-1:2008-12 lediglich darauf verwiesen „die Kostenplanung auf der Grundlage von Planungsvorgaben (Quantitäten und Qualitäten) oder von Kostenvorgaben kontinuierlich und systematisch über alle Phasen eines Bauprojekts durchzuführen.“²¹

Die HOAI 2013 bezieht sich wie ihre vorangegangene Auflage nur auf den ersten Teil der DIN 276. Bei der Untersuchung der Passfähigkeit zwischen der aktuellen Fassung von HOAI und DIN 276 fällt unter anderem auf, dass in der im Jahre 2013 erschienenen Fassung der HOAI der Kostenanschlag für entbehrlich eingestuft wurde. So heißt es: „[...]Im Rahmen der Kostenkontrolle sind diese bepreisten Leistungsverzeichnisse mit der Kostenberechnung und den Ausschreibungsergebnissen zu vergleichen. Durch diese präzisierte Kostenermittlung und Kontrolle wurde der Kostenanschlag entbehrlich. Der Kostenanschlag umfasst nämlich gemäß DIN 276 – 1: 2008-12 lediglich die Kostenermittlung bis zur dritten Ebene und die Ordnung nach Vergabeeinheiten.“²² Unter den amtlichen Begründungen der HOAI 2013 wird die Maßgeblichkeit der DIN 276-1: 2008-12 relativiert, so wird erläutert, dass auch andere konkrete Kostenvorgaben für die Kostenermittlung verwendet werden können. Im Straßenbau könnte beispielsweise die AKS – Kostenberechnung für Straßenbaumaßnahmen zur Anwendung kommen. Für die anrechenbaren Kosten der Honorare jedoch wird die DIN 276-1:2008-12 nach HOAI 2013 maßgebend.

²¹ Vgl. DIN 276-1:2008-12, 2008; S.5

²² HOAI i.d.F. vom 10.07.2013, amtl. Begründungen Teil B; zu Teil 3

2.5.1 Vergleich mit dem neuen Entwurf der DIN 276

Im Juni 2017 wurde vom DIN-Normenausschuss Bauwesen E DIN 276:2017-07 veröffentlicht. Die Öffentlichkeit soll nun die Änderungen prüfen und Stellung dazu beziehen.

Änderungen im Neuentwurf E DIN 276:2017-07 zur DIN 276-1:2008-12

Die DIN 276-1 und die DIN 276-4 wurden zusammengefasst, was eine Änderung des Titels dieser Neufassung verursacht. Bereits bei den Begriffsdefinitionen des DIN-Entwurfs fällt auf, dass neue Begriffe hinzukommen. Kostenvoranschlag, Kostensicherheit und Kostentransparenz, Kosteneinfluss, Bezugseinheit und Kostenermittlungsverfahren werden neu eingeführt und definiert. Dagegen werden Begrifflichkeiten wie Kostenprognose und Kostenrisiko entfernt. Neben einigen Umformulierungen kommt es auch zu neuen Begriffen und Definitionen im Kapitel der Kostenermittlung. Zu den neu eingesetzten Definitionen gehören der Kostenstand, prognostizierte Kosten, Kostenermittlungsverfahren und Kostenkennwerte sowie Kostenermittlung bei mehreren Bauwerken oder bei Bauabschnitten. Bei den Stufen der Kostenermittlung gibt es vorwiegend bei den vorliegenden Informationen, welche zur jeweiligen Ermittlung der einzelnen Stufen erforderlich sind, Anpassungen. Jedoch auch eine neue Ermittlungsstufe, nämlich den Kostenvoranschlag (siehe Abbildung).

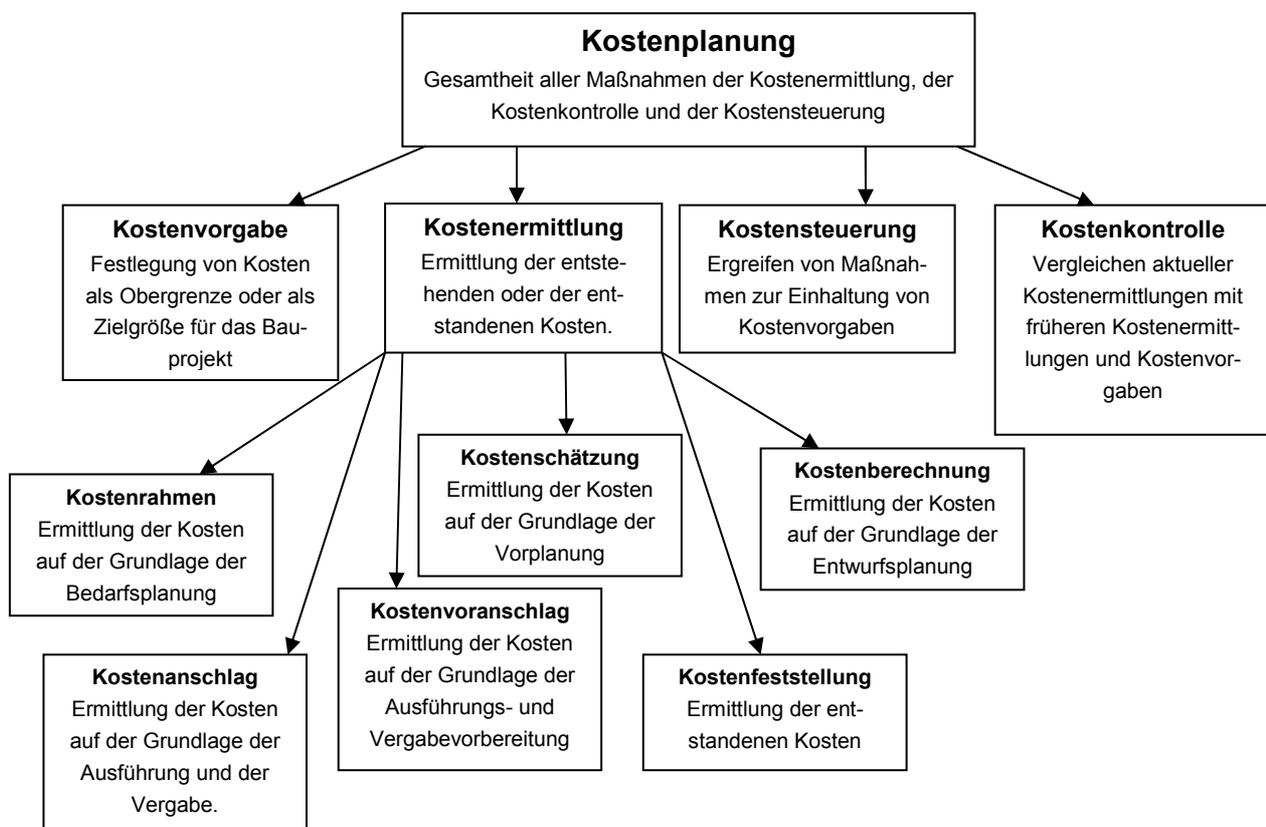


Abbildung 7 Kostenplanung / Stufen der Kostenermittlung nach E DIN 276:2017-07

Zu den Änderungen der geforderten Informationen gehört beispielsweise, dass die frühere „kann-Bestimmung“ zu den Angaben des Standortes zu einer geforderten Information wird. Außerdem können nun gegebenenfalls Mengenerhebungen nach DIN 277-1 und Angaben zur Organisation und Terminplanung des Bauprojektes als Vorgaben für einen Kostenrahmen gefordert werden. Neben den bereits nach DIN 276-1:2008-12 erforderlichen Vorinformationen werden nach dem neuen Entwurf die Angaben zur Organisation und Terminplanung des Bauprojektes und die Zusammenstellung von bereits angefallenen Kosten, wie beispielsweise Grundstückskosten, für die Erstellung einer Kostenberechnung maßgebend. Die dem Kostenanschlag zugrunde zu legenden Informationen wurden ebenfalls erweitert. So sollen beispielsweise die Angebote der ausführenden Unternehmen sowie deren Vertragsunterlagen ab der Einführung der Neufassung von DIN 276 ebenfalls zu den Grundlagen des Kostenanschlages zählen. In der Fassung von 2008 werden Kostenkontrolle und Kostensteuerung relativ kurz in einem gemeinsamen Kapitel erläutert. In der Neufassung sollen die beiden Kostenbegriffe jedoch einzeln in Kapiteln beschrieben und deren Grundsätze geklärt werden. Der Entwurf enthält außerdem Erweiterungen im Bereich der Kostengliederung. Zum einen gibt es nun noch eine neue Kostengruppe gegenüber der DIN 276-1:2008-12, die 800 – Finanzierung. Somit wurde in der ersten Ebene die Kostengliederung auf acht Kostengruppen erweitert. Desweiteren wurden die Kostengruppen 300 und 400 überarbeitet, damit eine einheitliche Kostengliederung für Hoch- und für Ingenieurbauwerke entsteht. Die Neufassung der Kostengruppe 500 hat zur Folge, dass diese sich nun auf Außenanlagen, selbstständige Freianlagen, Verkehrsanlagen und selbstständige Anlagen der technischen Infrastruktur bezieht. Die Anwendung dieser Kostengliederung wird ebenfalls als Neuerung in einem Kapitel erläutert.

2.5.2 Passfähigkeit zur HOAI 2013

Wie schon zuvor erläutert, hält die HOAI 2013 einen Kostenanschlag, aufgrund der präzisierten Kostenermittlung und Kontrolle innerhalb der Kostenkontrolle für entbehrlich. Auch die neue DIN 276 fordert weiterhin einen Kostenanschlag und zusätzlich noch einen Kostenvoranschlag, was den Widerspruch zur HOAI 2013 bestehen lässt. Desweiteren forderte die DIN 276 – 1: 2008-12 nur eine Kostenermittlung bis zur dritten Gliederungsebene und die Ordnung nach den Vergabeeinheiten. Der neue Entwurf fordert ebenfalls eine Gliederung nach den für das Projekt festgelegten Vergabeeinheiten, jedoch ist keinerlei Gliederungstiefe gefordert. Als weitere Neuerung wird eine Begründung für die schrittweise Erstellung eines Kostenanschlages aufgeführt, nämlich: „Der Kostenanschlag wird entsprechend dem für das Bauprojekt gewählten Projektablauf in mehreren Schritten aufgestellt, indem die Kosten auf dem jeweils aktuellen Kostenstand zusammengestellt werden.“²³

Leistungsphasen nach HOAI 2013	Leistungsbild Gebäude nach HOAI 2013	Kostenermittlung nach DIN 276-1:2008-12	Kostenermittlung nach E DIN 276:2017-07
LPH 1 - Grundlagen-ermittlung		Kostenrahmen	Kostenrahmen
LPH 2 - Vorplanung	Kostenschätzung	Kostenschätzung	Kostenschätzung
LPH 3 - Entwurfsplanung	Kostenberechnung, Vgl. mit Kostenschätzung	Kostenberechnung	Kostenberechnung
LPH 4 - Genehmigungsplanung			
LPH 5 - Ausführungsplanung		Kostenanschlag	Kostenvoranschlag
LPH 6 - Vorbereitung der Vergabe	Kostenermittlung durch bepreiste Leistungsverzeichnisse, Kostenkontrolle		
LPH 7 - Mitwirken bei der Vergabe	Kostenkontrolle		Kostenanschlag, Kostenfeststellung
LPH 8 - Objektüberwachung	Kostenkontrolle, Kostenfeststellung	Kostenfeststellung	
LPH 9 - Objektbetreuung			

Tabelle 4 Vergleich Kostenermittlung HOAI - DIN 276

²³ E DIN 276:2017-07, 2017, S.10

2.6 Struktur der Kostenplanung und Kostensteuerung im Unternehmen C&E Consulting und Engineering GmbH

Das Unternehmen C&E Consulting und Engineering GmbH arbeitet derzeit mit dem Kostenplanungsprogramm ARRIBA. „ARRIBA wird nach Angaben von RIB-Software GmbH als wirtschaftliches Werkzeug für AVA, Projektsteuerung und Baukalkulation eingesetzt. Es bietet maßgeschneiderte Prozessbausteine für alle Phasen der HOAI.“²⁴ Mittels dieser Software wird eine durchgängige Kostenplanung von der Kostenschätzung bis zur Schlussrechnung erstellt. Als weiteres Instrument für die Aufstellung von beispielsweise Kostenverfolgungen wurde Microsoft Excel verwendet. Jedes Projekt bei C&E ist im Bereich der Kostenplanung grundlegend in sechs Schritte aufgeteilt; zunächst der Kostenrahmen, darauf folgen dann Kostenschätzung, Kostenberechnung, Kostenanschlag, Kostenverfolgung und die Kostenfeststellung.

2.6.1 Kostenrahmen

Grundsätzlich bildet der Kostenrahmen zum einen die Basis für eine Entscheidung über die Bedarfsplanung sowie für Wirtschaftlichkeits- und Finanzierungsüberlegungen. Er unterstützt außerdem die Definition einer Kostenvorgabe. In einem Großprojekt des Unternehmens mit der einer namhaften deutschen Fluggesellschaft wurde ein solcher Rahmen anhand des Vergleichs von Grobkostenschätzung nach BKI und dem Budgetangaben des Auftraggebers erstellt. 1996 wurde durch einen Zusammenschluss aller Architektenkammern der Bundesländer, dem BKI, eine sogenannte Baukostendatenbank erstellt. Diese ermöglicht den Planern, Baukosten einfacher zu finden und sie passend zu ihren ausgeschriebenen Arbeiten einzusetzen. Tabellarisch wurde dann in dem Kostenrahmen von C&E gelistet, welche Kosten zu erwarten sind. Diese wurden außerdem nach Kostengruppen nach DIN 276-1:2008-12 sortiert und sorgten sofort für einen Überblick. Festzustellen war, dass alle Kosten, welche anhand von BKI ermittelt wurden, die Budgetangaben überstiegen. Dies musste dem Auftraggeber erläutert werden. In der Erläuterung hieß es unter anderem: „Die Kostermittlung über BKI liegt aktuell ~ 6,5% über den Budgetangaben des Bauherren. Diese Abweichung ist zum derzeitigen Zeitpunkt der Planung normal. Im Rahmen der weiteren Leistungsphasen und der damit verbundenen Detaillierung werden die Kosten konkretisiert und auftretende Abweichungen adressiert.“²⁵ Da der Kostenrahmen durch grob geschätzte Baukosten erstellt wird und somit keinen hohen Detaillierungsgrad besitzt, ist er nur für eine grobe Orientierung zu verwenden. Er gilt nicht als absoluter Richtwert für die zu erwartenden Kosten. Hierfür folgen Kostenschätzung und Kostenberechnungen in den folgenden Leistungsphasen.

²⁴ online: Vgl. RIB Software SE (10.07.2017)

²⁵ C&E Consulting und Engineering GmbH, 2015

2.6.2 Kostenschätzung

Die Kostenschätzung findet nach der Regelung der HOAI 2013 in der zweiten Leistungsphase statt. Sie soll bei der Entscheidung über die Vorplanung helfen. Für die Kostenschätzung werden nun Mengenermittlungen erforderlich. Nach DIN 276-1:2008-12 wird für die Aufstellung einer Kostenschätzung eine Kostengliederung der Gesamtkosten mindestens bis zur ersten Ebene gefordert.

Das Chemnitzer Unternehmen C&E Consulting und Engineering GmbH benutzt zur Ermittlung der Mengen meist das Programm Microsoft Excel. Dort werden dann die einzelnen Mengen für z.B. Innenwandflächen, Fenster, Türen, Fußbodenflächen eingetragen und aufsummiert. Diese werden danach in das Kostenprogramm ARRIBA eingepflegt. Dort wurde das Projekt neu angelegt und ein zunächst sehr allgemein gehaltenes Leistungsverzeichnis erstellt. Schätzung bedeutet eine genäherte Bestimmung von beispielsweise Zahlenwerten, das bedeutet, während einer Kostenschätzung bedarf es noch nicht ganz genauer gestalterischer Informationen wie dann später zu einer Kostenberechnung. Für das schon im vorhergehenden Unterkapitel erwähnte Großprojekt verfasste das Unternehmen einen Erläuterungsbericht zur Kostenschätzung. Das bedeutet, es wird beschrieben, welche Kosten in den einzelnen Kostengruppen enthalten sind. Wie beispielsweise: „320 Gründung: In der Kostengruppe enthalten sind die Arbeiten von dem Fundament bis hin zur Bodenplatte und deren Belägen. Die Beläge wurden anhand der Vorgabe im Raumbuch des AGs ermittelt. Für das Verwaltungsgebäude und den Meisterbereich sind die jeweilig notwendigen Abdichtarbeiten auf der Bodenplatte, die Dämmung sowie der Estrich mit enthalten.“²⁶ Im Kostenerläuterungsbericht wird also zu jedem der Hauptgruppen allgemein formuliert, welche Arbeiten darin enthalten sind.

Mögliche Einsparpotentiale
KGR 300
<ul style="list-style-type: none">▪ Gründung Baugrundrisiko, nach Vorlage des Baugrundgutachtens Einsparungen von ca. 84.000 - 126.000 € (netto) als möglich eingeschätzt▪ Krananlagen und SLW 60<ul style="list-style-type: none">1) Wegfall von SLW 60 in den nicht für Krane vorgerüsteten Bereichen, hier werden gemäß PN 026 Einsparungen von ~ 172.000 € (netto) als möglich eingeschätztoder2) Wegfall von SLW 60 überall und somit auch keine Krane, hier werden gemäß PN 026 Einsparungen von ~ 232.000 € (netto) eingeschätzt▪ Entfall der Vorsorge für Aufstockung des Bürogebäudes, hier werden gemäß PN 029 Einsparungen von ~ 33.000 € (netto) als möglich eingeschätzt▪ Fassade durch eine einfachere Bauweise der Fassade wird eine Einsparung von ~84.000 € (netto) als möglich eingeschätzt

C&E entwickelte für den Auftraggeber noch einige Einsparungsmaßnahmen und stellte diese in einem Dokument zusammen(siehe Abbildung).

Abbildung 8 Mögliche Einsparpotentiale²⁷

²⁶ C&E Consulting und Engineering GmbH, 2015

²⁷ C&E Consulting und Engineering GmbH, 2015

2.6.3 Kostenberechnung

Eine Kostenberechnung wird nach HOAI 2013 in der Leistungsphase 3 - Entwurfsplanung erstellt. Die Berechnung der Kosten wird in der DIN 276-1:2008-12 allgemein als eine Ermittlung der Gesamtkosten beschrieben, welche auf der Grundlage der Entwurfsplanung beruht. Für eine Kostenberechnung sind nun weitere Informationen notwendig, wie beispielsweise Informationen von durchgearbeiteten Entwurfszeichnungen und Beschreibungen von Einzelheiten, welche aus den Zeichnungen und den Berechnungsunterlagen nicht ersichtlich, jedoch für die Berechnung und Einteilung der Kosten notwendig sind. Die dritte Leistungsphase fordert im Allgemeinen das Ausarbeiten der Entwurfsplanung. Das bedeutet, wesentliche Zusammenhänge, Vorgaben und Bedingungen für das Bauvorhaben müssen ausführlicher betrachtet und berücksichtigt werden. Dies führt bei der Kostenberechnung zu besseren und detaillierteren Leistungsbeschreibungen und somit zu spezifischeren Preisbildungen. Durch das genauere Festlegen von Materialien, Bauarten, etc. kommt es zu Abweichungen gegenüber der Kostenschätzung aus der vorhergehenden Leistungsphase. Aus diesem Grund wird auch in den Leistungsbildern der HOAI 2013 ein Vergleich von Kostenberechnung und Kostenschätzung gefordert.

Für die Kostenberechnung verwendet das Planungsbüro C&E sowohl Microsoft Excel als auch ARRIBA. Zunächst werden neue Erkenntnisse aus der Entwurfsplanung in die zunächst für die Kostenschätzung erstellte Leistungsbeschreibung eingepflegt und somit ein Leistungsverzeichnis erstellt. Anhand dieser Positionen werden dann meist mit Excel die erforderlichen genaueren Mengen ermittelt. Diese werden dann mit den neuen ermittelten Einheitspreisen in ARRIBA eingepflegt und mittels diesem Programms werden die Kosten der Kostenberechnung ausgegeben. Auch hierbei müssen die Kostengruppen angegeben werden. Die Gegenüberstellung von Kostenberechnung und Kostenschätzung wird meist mithilfe des Microsoftprogrammes Excel entwickelt. Ein Vergleich dieser zwei Kostenermittlungen kann nach Kostengruppen oder auch nach Gewerken bzw. Vergabeeinheiten erfolgen.

2.6.4 Kostenanschlag

Der Kostenanschlag zählt nach HOAI 2013 als eine Grundleistung des Planers in der Leistungsphase 7. Die Erstellung eines Kostenanschlages soll eine Entscheidungshilfe über die Ausführungsplanung sein und als Vorbereitung für die Vergabe als eine Kostenrichtungsvorgabe dienen. Die Ermittlung findet auf der Grundlage von endgültigen und vollständigen Ausführungs-, Detail- und Konstruktionszeichnungen, sowie Berechnungen, z. B. für Standsicherheit und weiteren in der DIN 276-1:2008-12 aufgeführten Grundlagen statt. Die Gliederung nach Kostengruppe ist beim Kostenanschlag bis mindestens zur dritten Gliederungsebene zu führen und die Gliederung der Kosten allgemein geschieht nach Vergabeeinheiten. Ein Kostenanschlag wird durch die Zusammenstellung von Einheits- und Pauschalpreisen der ausgewerteten Angebote erstellt.

Die HOAI 2013 fordert in ihren Leistungsbildern bereits in der Leistungsphase 6 eine Ermittlung der Kosten auf der Grundlage von bepreisten Leistungsverzeichnissen. Zusätzlich soll in LPH 6 eine Kostenkontrolle durch den Vergleich dieser bepreisten Leistungsverzeichnisse mit der Kostenberechnung erfolgen. In der Praxis wird dies oftmals durch sogenannte „vorgezogene Kostenanschläge“²⁸ erfüllt. Diese beruhen auf den vollständigen Leistungsverzeichnissen, welche mit Schätzpreisen aufgestellt werden. Diese können dann mit der vorangegangenen Kostenberechnung oder im Anschluss an die Vergabe mit den ausgewerteten Angeboten verglichen werden.

Der Kostenanschlag stellt sozusagen die „Weichen der Beeinflussbarkeit“²⁹. Das bedeutet, Abweichungen dieser ermittelten Kosten können nun nur noch durch Mehrmengen bzw. Mindermengen oder gestellten Nachträgen erscheinen.

In dem Großprojekt von C&E in Frankfurt wurde eine solche Gegenüberstellung von Kostenberechnung und Kostenanschlag mithilfe von Microsoft Excel (siehe Abbildung) erstellt.

Gegenüberstellung KoBe - Verpreistes LV (mit Z2-Massen)																																			
Summe aus Kostenberechnung					21.240.242,40 €																														
Nicht im LV ausgeschrieben Leistungen aus öffentlicher Erschließung					260.900,00 €																														
Budget verpreistes LV					20.979.342,40 €																														
OZ	Art	Kurztext	Menge	ME																															
		GU - Ausschreibung																																	
					<table border="1"> <thead> <tr> <th>Kostenberechnung 07.05.2015</th> <th>Kostenanschlag 03.07.2015</th> <th>Abweichung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>20.979.342,40</td> <td>22.602.665,68</td> <td>1.623.323,28 €</td> </tr> <tr> <td>1. Sicherheitseinrichtungen, Baustelleneinrichtung</td> <td>113.054,00 €</td> <td>113.300,00</td> <td>246,00 €</td> </tr> <tr> <td>2. Gerüstarbeiten</td> <td>186.876,04 €</td> <td>185.645,00</td> <td>-1.231,04 €</td> </tr> <tr> <td>3. Erdarbeiten</td> <td>949.568,39 €</td> <td>966.400,00</td> <td>16.831,61 €</td> </tr> <tr> <td>4. Wasserhaltungsarbeiten</td> <td>185.617,66 €</td> <td>178.450,00</td> <td>-7.167,66 €</td> </tr> <tr> <td>5. Medienver- und Entsorgung</td> <td>372.640,69 €</td> <td>831.105,50</td> <td>458.464,81 €</td> </tr> <tr> <td>6. Maurerarbeiten</td> <td>251.446,00 €</td> <td>267.350,50</td> <td>15.904,50 €</td> </tr> </tbody> </table>	Kostenberechnung 07.05.2015	Kostenanschlag 03.07.2015	Abweichung	20.979.342,40	22.602.665,68	1.623.323,28 €	1. Sicherheitseinrichtungen, Baustelleneinrichtung	113.054,00 €	113.300,00	246,00 €	2. Gerüstarbeiten	186.876,04 €	185.645,00	-1.231,04 €	3. Erdarbeiten	949.568,39 €	966.400,00	16.831,61 €	4. Wasserhaltungsarbeiten	185.617,66 €	178.450,00	-7.167,66 €	5. Medienver- und Entsorgung	372.640,69 €	831.105,50	458.464,81 €	6. Maurerarbeiten	251.446,00 €	267.350,50	15.904,50 €
Kostenberechnung 07.05.2015	Kostenanschlag 03.07.2015	Abweichung																																	
20.979.342,40	22.602.665,68	1.623.323,28 €																																	
1. Sicherheitseinrichtungen, Baustelleneinrichtung	113.054,00 €	113.300,00	246,00 €																																
2. Gerüstarbeiten	186.876,04 €	185.645,00	-1.231,04 €																																
3. Erdarbeiten	949.568,39 €	966.400,00	16.831,61 €																																
4. Wasserhaltungsarbeiten	185.617,66 €	178.450,00	-7.167,66 €																																
5. Medienver- und Entsorgung	372.640,69 €	831.105,50	458.464,81 €																																
6. Maurerarbeiten	251.446,00 €	267.350,50	15.904,50 €																																

Abbildung 9 Ausschnitt aus der Gegenüberstellung Kostenberechnung & Kostenanschlag von C&E

²⁸ Online: f:data GmbH – bauprofessor.de (17.07.2017)

²⁹ Online: f:data GmbH – bauprofessor.de (17.07.2017)

2.6.5 Kostenverfolgung

Die in der Praxis als Kostenverfolgung bezeichnete Kostenkontrolle hat die Aufgabe, die Kostenentwicklung zu überwachen und zu prüfen, dass die Kostenvorgabe eingehalten wird. Die Kostenkontrolle stellt eine kontinuierliche Bewertung der Kosten während der Baumaßnahmen dar. Werden Abweichungen zur Kostenvorgabe festgestellt oder treten Kostenrisiken ein, so sind diese unverzüglich zu benennen und dem Auftraggeber zu melden. Daraufhin ist zu entscheiden, ob die Planung so weitergeführt wird oder ob Gegenmaßnahmen ergriffen werden. Zu dem Punkt Kostenkontrolle wird unter Kapitel 2.3.4 ein Muster eines sogenannten Kostenberichtes abgebildet. Ähnlich dieser Vorlage bearbeitete das Unternehmen C&E Consulting und Engineering GmbH die Kostenverfolgung mit Hilfe von Microsoft Excel.

KGR	Los	Beschreibung	Verpreistes LV (brutto) EUR	Vergabe- summe (brutto) EUR	Nachtrag (brutto) EUR	Zusatz- leistung (brutto) EUR	Auftrags- summe (brutto) EUR	Rechnungs- summe (brutto) EUR	Schluss- rechnungs- summe EUR	Prognose EUR	Netto- summe EUR	Be- merkung
300		Bauwerk - Baukonstruktion	1.429.027,17	1.222.880,12	#BEZUG!	0,00	#BEZUG!	1.747.886,64	49.657,78	0,00	0,00	
310		Baugrube	2.664,80	3.130,57	0,00	0,00	3.130,57	7.619,64	0,00	0,00	0,00	
	Los 13	Rohbau	2.664,80	3.130,57	0,00	0,00	3.130,57	7.619,64	0,00	0,00	0,00	
320		Gründung	16.657,93	22.963,03	0,00	0,00	22.963,03	73.395,90	0,00	0,00	0,00	
	Los 12	Fliesen	13.001,10	19.862,00	0,00	0,00	19.862,00	65.757,84	0,00	0,00	0,00	
	Los 13	Rohbau	3.656,83	3.101,03	0,00	0,00	3.101,03	7.638,06	0,00	0,00	0,00	
330		Außenwände	829.128,59	634.044,24	-159,30	0,00	633.884,94	369.992,58	0,00	0,00	0,00	
	Los 3	Fenster/Außentüren	579.761,00	391.630,00	-3.011,00	0,00	388.619,00	281.359,84	0,00	0,00	0,00	
	Los 6	WDVS	242.949,66	235.966,92	2.035,00	0,00	238.001,92	26.877,80	0,00	0,00	0,00	
	Los 13	Rohbau	6.417,93	6.447,32	816,70	0,00	7.264,02	61.754,94	0,00	0,00	0,00	

Abbildung 10.1 Beispiel einer Kostenverfolgung von C&E

Zunächst werden alle verwendeten Kostengruppen aufgelistet und sortiert. In der zweiten Spalte werden dann alle Gewerke den Kostengruppen zugeordnet. Hierbei ist darauf zu achten, dass ein Gewerk mehrere Kostengruppen enthalten kann, wie beispielsweise das Los 13 Rohbau (siehe Abbildung). Für die folgenden Spalten werden im Programm einzelne Tabellenblätter für jedes Gewerk erstellt. In diesen Tabellenblättern werden dann sortiert nach Kostengruppen unter anderem die Kosten von den Leistungsverzeichnissen, den Abschlagszahlungen und Nachträgen tabellarisch aufgeführt.

Los 10 - Bodenbelagsarbeiten										
KGR	Beschreibung	Grobschätzung	Kostenberechnung (brutto)	Verpreistes LV	Auftrags LV	Nachträge	1. AR	2. AR	3. AR	Rechnungen gesamt
350	Decken									
390	sonstige Maßnahmen für Baukonstruktion									
Summe 300	Bauwerk - Baukonstruktion									
720	Vorbereitung der Objektplanung									
Summe 700	Baunebenkosten									
Nachlass										
abzügl. Zahlungen										
Kosten (netto)										
Mehrwertsteuer 19%										
Gesamtkosten (Brutto)										
Zahlung (netto)										
Mwst 19%										
Zahlung (Brutto)										

Abbildung 10.2 Beispiel einer Kostenverfolgung von C&E

Diese Kosten werden dann mit der Übersicht verknüpft und somit ständig aktualisiert. Sobald eine neue Rechnung bzw. ein neuer Nachtrag geprüft und anerkannt wurde, wird dieser eingetragen und automatisch in die Übersichtstabelle übernommen.

Eine Kostenverfolgung kann auch durch das Kostenprogramm ARRIBA erstellt werden. Jedoch wird dort nicht nach Kostengruppen, sondern nach Gewerken sortiert. Da ARRIBA als Standardprogramm für Ausschreibung, Aufmaßkontrolle, Rechnungsprüfung etc. fortlaufend verwendet wird, ist es natürlich leichter, sich automatisch eine Kostenverfolgungstabelle (siehe untere Abbildung) erstellen zu lassen. Die Kostenverfolgung mit Excel erfordert vom Planer, Bauleiter zusätzliche Arbeit.

Schlüssel	Bezeichnung	Hauptauftrag	Nachträge (gen.)	Nachträge (n.g.)	Rückstellungen	Gesamt	SR	Rechnungen	Einbehalte
	Vergabeeinheiten	1.176.702,29 €	95.052,75 €	0,00 €	0,00 €	1.271.755,04 €		286.246,86 €	0,00 €
Los 01	Baustelleneinrichtung	10.153,44 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	10.153,44 €	0	4.712,52 €	0,00 €
Los 02	Abbruch	40.441,92 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	40.441,92 €	0	17.070,71 €	0,00 €
Los 03	Fenster-Aussentüren	408.068,50 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	408.068,50 €	0	114.115,23 €	0,00 €
Los 04	Gerüst	30.917,70 €	142,50 €	0,00 €	0,00 €	31.060,20 €	0	16.156,57 €	0,00 €
Los 05	Dacharbeiten	81.935,29 €	74.267,15 €	0,00 €	0,00 €	156.202,44 €	0	10.162,55 €	0,00 €
Los 06	Fassade, WDVS	251.399,53 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	251.399,53 €	0	23.259,97 €	0,00 €
Los 07	Innentüren Bestand	36.615,12 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	36.615,12 €	0	0,00 €	0,00 €
Los 08	Brandschutzzinnentüren	108.383,07 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	108.383,07 €	0	0,00 €	0,00 €
Los 09	Trockenbau	50.370,50 €	5.859,91 €	0,00 €	0,00 €	56.230,41 €	0	23.519,93 €	0,00 €
Los 10	Bodenbelagsarbeiten	28.108,05 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	28.108,05 €	0	0,00 €	0,00 €
Los 11	Malerarbeiten	55.007,43 €	7.657,05 €	0,00 €	0,00 €	62.664,48 €	0	40.809,97 €	0,00 €
Los 12	Fliesenarbeiten	39.802,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	39.802,00 €	0	13.002,85 €	0,00 €
Los 13	Rohbauarbeiten	15.917,74 €	7.126,14 €	0,00 €	0,00 €	23.043,88 €	0	23.436,56 €	0,00 €
Los 14	Baureinigung	19.582,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	19.582,00 €	0	0,00 €	0,00 €
Los 16	Schließanlage	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0	0,00 €	0,00 €

Abbildung 10.3 Beispiel einer Kostenverfolgung von C&E

Die Problematik bei einer eigens erstellten Tabelle für die Kostenverfolgung ist, dass sich die Tabellen stark unterscheiden könnten, was für ein Planungsbüro kein allzu gutes Bild, vor allem bei öffentlichen Auftraggebern, abgibt. Daher wurden innerhalb der Planungsbereiche sogenannte Muster entwickelt. Dennoch könnte jeder Planer das Aussehen und Aufstellen einer solchen Tabelle verändern. Dies bildet einen weiteren Punkt, neben der Beschleunigung von Kostenermittlungen, weshalb das Unternehmen C&E eine Standardisierung wünscht. Vielleicht ist dies, neben vielen weiteren Funktionen, mithilfe von dem, im späteren Kapitel erläuterten Building Information Modeling und der Neueinführung der Software iTWO, möglich.

2.6.6 Kostenfeststellung

Eine Kostenfeststellung dient, wie schon in früheren Kapiteln definiert, dem Nachweis der tatsächlich entstandenen Kosten und einem möglichen Vergleich der Kostenermittlung. Mittels einer Feststellung der entstandenen Kosten lassen sich Angaben über beispielsweise statistische Baupreiserhebungen oder Erkenntnisse für künftige ähnliche Bauvorhaben machen. Die Kostenfeststellung stellt den letzten Teil einer Kostenplanung dar, sie wird nach Abrechnung des Unternehmers erstellt. Da eine Feststellung der Kosten erst nach dem Bauprojekt erstellt wird, hat sie für den Auftraggeber meist nur einen dokumentarischen Wert. Für den Planer bzw. Architekten hingegen bildet die Kostenfeststellung zum einen die endgültige Auswertung, ob die geplanten Kosten große Abweichungen zu den abgerechneten aufweisen und zum anderen stellt sie eine Grundlage der Honorarermittlung dar. Desweiteren sind Kostenfeststellung beispielsweise für:

- Abrechnung von Fördermitteln
- Berücksichtigung bei steuerlichen Abschreibungen

erforderlich. Die Auswertung einer Kostenfeststellung hilft bei der Findung von Kostenkennwerten. Diese können dann für nachfolgende vergleichbare Bauvorhaben angewendet werden. Vor allem für Kostenermittlungen nach der Elementmethode (siehe Kapitel 2.4.2) führen diese ermittelten Kennwerte oftmals zu zuverlässigen Ermittlungen. Wenn die Gliederung vom Auftraggeber nicht explizit gefordert wird, ist die Feststellung nach den Kostengruppen der DIN 276 bis zur dritten Ebene oder nach Vergabeeinheiten in derselben Weise sinnvoll. Durch die Anwendung einer Software lässt sich diese Gliederungen noch einfacher erfassen.

3. Building Information Modeling im Bereich der Kostenplanung und Kostensteuerung

„Am 15.12.2015 stellte Bundesminister Alexander Dobrindt auf dem Zukunftsforum digitales Planen und Bauen in Berlin seine Pläne zur Einführung von Building Information Modeling (BIM) bei der Planung und Realisierung großer Verkehrsprojekte vor. Er machte den Einsatz des Building Information Modeling für den Bereich der Infrastruktur ab dem Jahr 2020 verbindlich und bezeichnete dies als eine Modernisierungsoffensive für die weltweit tätige deutsche Bauindustrie.“³⁰

3.1 Definition Building Information Modeling

Schwerpunkt des Building Information Modelings ist die Anfertigung von digitalen mehrdimensionalen Bauwerksmodellen mit ihren physikalischen und funktionellen Eigenschaften. Für diese dreidimensionalen Modelle benötigt man vordefinierte Bauteile und Räume. Dafür werden den modellierten Bauteilen viele Informationen zugeteilt, welche Aussagen über z.B. Material, Farbe aber auch über brandschutztechnische oder energetische Eigenschaften geben. Diese Informationen bilden die Datengrundlage während allen Phasen eines Bauwerks, Planung, Bauausführung, Betrieb und Erhaltung des Bauvorhabens / Gebäudes. Das heißt BIM kann über den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes verwendet werden. Spricht man von BIM, so fallen oftmals auch Bezeichnungen von vier- oder fünfdimensional. Davon spricht man, sobald noch Terminierung und Kosten dazu kommen. Ein weiterer Vorteil von Building Information Modeling ist, dass in der Planung, während dem Bau oder im Betrieb bedeutsame ökonomische und ökologische Auswirkungen wie beispielsweise Qualität, Kosten, und Umwelt simuliert, beurteilt und optimiert werden können.

Nach dem Stufenplan des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur wird BIM zusammenfassend wie folgt definiert:

„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.“³¹

³⁰ Online: Vgl. BMVI-Pressemitteilung 15.12.2015; (10.07.2017)

³¹ BMVI - Stufenplan Digitales Planen und Bauen, 2015 (10.07.2017)

Das Wichtige bei BIM ist, dass diese Gebäude nicht nur gezeichnet werden, sondern modelliert. Jedes einzelne Bauteil (Wand, Wärmedämmung, Fenster, etc.) wird modelliert und mit Informationen, wie in der folgenden Abbildung dargestellt, versehen.

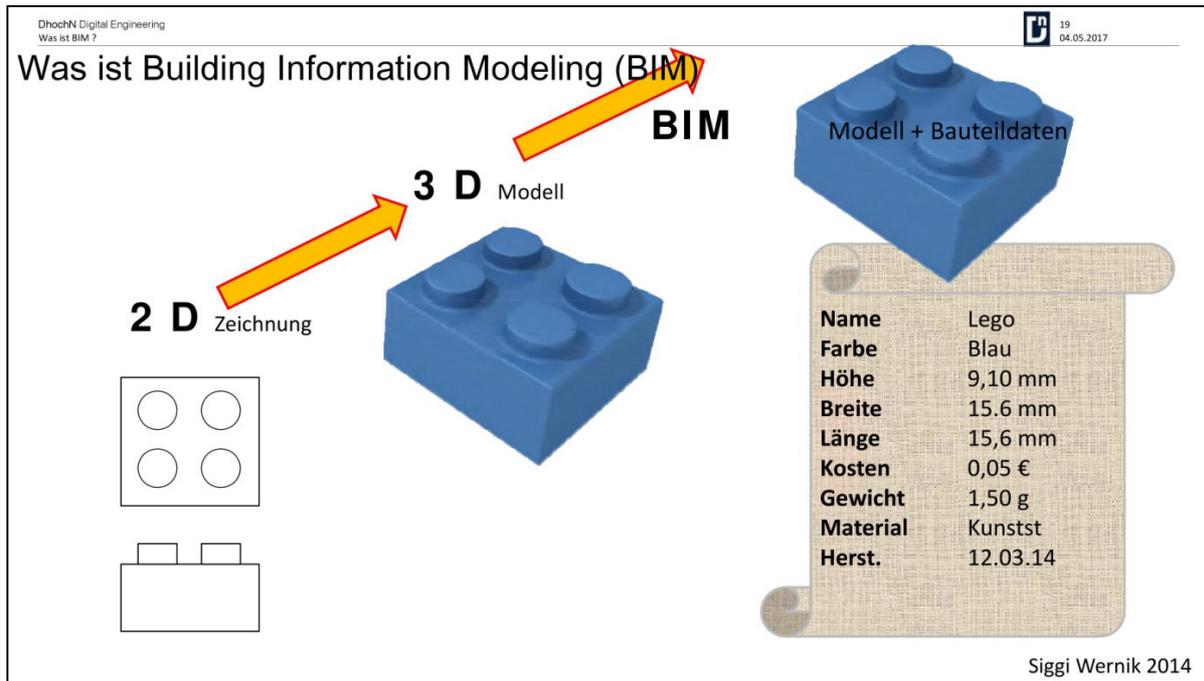


Abbildung 11 Was ist Building Information Modeling?³²

Je nach Einsatzart und-gebiet wird BIM noch mit anderen Verfahrensbezeichnungen differenziert:

„little BIM“

Erstellt ein Unternehmen selbst ein BIM-Modell und nutzt dies stets für den Eigenbedarf, beispielsweise für Kalkulation oder Dokumentation, so spricht man von „little BIM“. Das bedeutet, „little BIM“ bezeichnet die auf BIM basierende Planung in einem einzelnen Büro. Diese Bezeichnung wird auch angewendet, wenn ein Projektteam sich ausschließlich auf die Grundfunktionen von BIM bezieht, wie den reinen Modellieren der Bauteile bzw. des Gebäudes. „Little BIM“ bildet die Grundlage für „big BIM“.

„big BIM“

Bei „big BIM“ spricht man von einem Datenaustausch mit Modellen auch außerhalb eines Büros. Bei „big BIM“ bedarf es einer Koordination mehrerer Beteiligter beziehungsweise mehrerer Disziplinen.

³² OLTMANN, 2017, VORTRAGSBILD 18

„open BIM“

Mit „open BIM“ bezeichnet man den offenen modell- und informationsbasierten Datenaustausch. Als Basis dafür werden Referenzmodelle verwendet, das bedeutet, der Architekt, der sogenannte „Hauptplaner“, entwirft als erstes das Architekturmodell, dieses dient allen weiteren Planern als Grundgerüst. Dieses Modell wird dann über IFC-Schnittstellen zur Verfügung gestellt. „IFC ist ein herstellerunabhängiges Datenformat für digitale Bauwerksmodelle, darüber können CAD-Daten im 2D- und 3D-Format übertragen werden.“³³ Das bedeutet, es kann auch mit verschiedenen Softwarelösungen gearbeitet werden. Bei der Datenübergabe wird nun herausgefiltert, welcher Planer welche Informationen erhält. Das bedeutet zum Beispiel, dass der Tragwerksplaner keine Türen und Fenster benötigt, sondern lediglich die Öffnungen dafür. So differenziert zum Beispiel der Tragwerksplaner das Hauptmodell des Architekten so, dass es für sein eigenes Teilmodell alle für ihn erforderlichen Informationen enthält, jedoch keine für ihn irrelevanten Informationen. Alle Planer, TGA-Planer, Tragwerksplaner etc. erstellen nun ihre eigenen Teilmodelle bzw. Fachmodellen und geben diese wieder über IFC-Schnittstellen weiter, somit ist jeder Beteiligte für sein eigenes Modell und seine Planung verantwortlich.

„closed BIM“

Der Begriff „closed BIM“ beschreibt eine begrenzte Anwendung der BIM Methode innerhalb eines Projektes. Diese Begrenzung ergibt sich in erste Linie aus der Anwendung eines Softwareherstellers. Das bedeutet, alle beteiligten Planer arbeiten mit derselben Softwarelösung an einem Projekt. Durch diese Eingrenzung können für einige Projektbeteiligte im Vergleich zu Open BIM Qualitätseinbußen entstehen.

Ein weiteres Problem stellt die Haftungsfrage bei der Anwendung von „closed BIM“ dar, denn wenn mehrere Planer an einem Projekt arbeiten und an allem Änderungen vornehmen können, ist später nicht mehr nachvollziehbar, wer welche Änderungen vorgenommen hat. So ist es beispielsweise möglich, dass ein Planer der Haustechnik einfach eine Öffnung verschiebt, ohne dies mit dem Architekten zuvor abzusprechen, wodurch es später zu Komplikationen am Bau kommen könnte. Außerdem sind die Anforderungen eines Modells für jeden Planer unterschiedlich, das heißt ein Tragwerksplaner benötigt nicht die Angaben von Türen und Fenster wie vielleicht der Architekt, sondern nur die Lage und Größe dieser Öffnungen. Bei Verwendung der selben Software für alle Planer kann es dadurch natürlich auch zu Qualitätsverlust kommen, das die eine Software zwar für die Architektur ideal ist, jedoch für die Haustechnik eine andere Software einfacher und detaillierter arbeiten würde.

³³ Vgl. IAI – Anwenderhandbuch, 2006

3.1.1 Level des Building Information Modeling

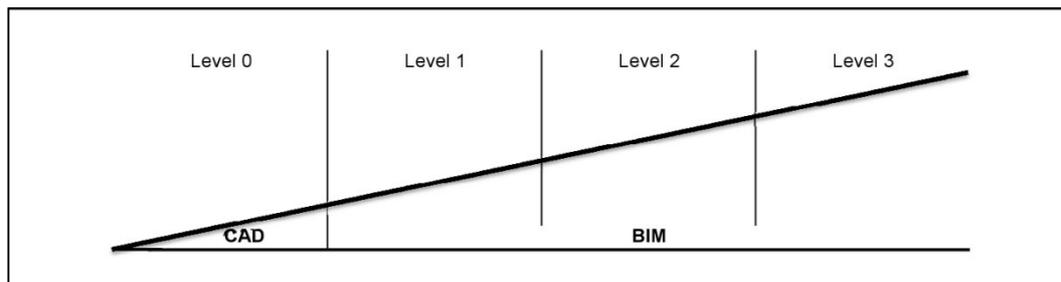


Abbildung 12 Level der digitalen Planung³⁴

Der Einsatz von BIM kann durch seine verschiedenen Möglichkeiten in Stufen eingeteilt werden, diese Entwicklungsstufen werden als sogenannte BIM-Levels bezeichnet. Die BIM-Levels wurden von Mark Bew und Mervyn Richards im Jahre 2008 zum ersten Mal formuliert und in einem viel zitierten Diagramm (vgl. obere Abbildung) dargestellt.

Das Level 0 beschreibt die Zeichnungsanfertigung mittels CAD-Software. „Es stellt die Stunde null für BIM und somit das papierbasierte 2D-CAD dar“³⁵. Für die folgenden Entwicklungsstufen von BIM wird oft der Begriff objektbasiertes Modellieren verwendet. Das bedeutet gemeinsames Modellieren vieler Projektbeteiligter an einem Modell und über ein Netzwerk trotz unterschiedlicher Software.

Das Level 1 beinhaltet die Erstellung von Modellen mit hoher Qualität und frei von Kollisionen mithilfe der BIM-Methodik. In den Levels 0 und 1 werden keine weiterführenden Verfahren wie etwa zur Mengenauswertung eingesetzt. Diese zusätzlichen Materialinformationen werden erst ab dem Level 2 genutzt. Das bedeutet, bestimmte Informationen werden bewusst in das Modell eingepflegt und für weitere Auswertungen verwendet. Es kommt zum sogenannten 4D-BIM, das heißt, der Faktor Zeit wird dem eigentlichen 3D-Modell zugefügt. Durch Einpflegen der erforderlichen zeitlichen Daten in die einzelnen Modelle ist eine Visualisierung des Bauablaufes möglich. Spricht man von 5D-BIM, so werden Massen und daraus resultierende Kosten mittels BIM ermittelt.

3D-Modell + Zeit = 4D-BIM
3D-Modell + Zeit + Kosten = 5D-BIM
3D-Modell + Zeit + Kosten + Simulation = 6D-BIM
3D-Modell + Zeit + Kosten + Simulation + Facility Management = 7D-BIM

Formel 3 Inhalte für 4D-, 5D-, 6D- und 7D-BIM

Derzeit endet die Praxis noch beim 5D-BIM, man kann jedoch davon ausgehen, dass eine Umsetzung der 6D- und 7D-BIM-Theorie folgen wird.

³⁴ Vgl. SOMMER, 2014, S. 130

³⁵ Vgl. SCHILLER, 2014

Das 6D-BIM beinhaltet die Simulationen, welche eine Optimierung beispielsweise von Energieeffizienz oder Funktionsbeziehungen ermöglichen. Das Facility Management ist im 7D-BIM enthalten, somit wird die Basis für den Gebäudebetrieb gelegt. Durch ein zum Beispiel entwickeltes Raumbuch wird der Gebäudebetrieb gestützt, desweiteren bildet BIM in diesem Status eine gute Grundlage für spätere Wartungen und Instandhaltungen. Die Einstufungen unterscheiden sich jedoch in unterschiedlichen Literaturen und dienen hier nur als Vereinfachung der Einteilung. Befindet man sich in Level 3 der BIM-Entwicklung, befindet man sich im sogenannten Projektraum. In diesem Level greifen alle Projektbeteiligten auf das Zentralmodell zu, wodurch ein interdisziplinäres, also fachübergreifendes und interoperables Arbeiten möglich wird. Interoperabel ist die Möglichkeit, trotz unterschiedlicher Systeme nahtlos zusammen arbeiten zu können. Derzeit gibt es nur wenige Projekte, welche all diese Ansprüche erfüllen können. Das bedeutet, es werden noch Standardisierungen gebraucht. Aktuell gibt es fünf Standards, auf denen man in Zukunft aufbauen kann, diese sind bereits durch ISO-Normen belegt. In der folgenden Abbildung sind diese Standards aufgeführt:

Begriff	Inhalt	Standard
IDM – Information Delivery Manual	beschreibt Prozesse	ISO 29481-1 / ISO 29481-2
IFC – Industry Foundation Class	Format und Struktur für Modellinformationen	ISO 16739
IFD – International Framework for Dictionaries	Begriffsbestimmung	ISO 12006-3
BCF – BIM Collaboration Format	Mittel zur Koordination	buildingSMART Standard
MVD – Model View Definition	Überführt die Prozesse in technische Vorschriften	ISO 29481-3

Abbildung 13 Derzeitige BIM-Standards³⁶

Über die IFC-Schnittstellen können alle Informationen von 4D, 5D, 6D oder 7D zusammengeführt werden. Klaus Schiller beschreibt es in seinem Vortrag „Webbasierte integrierte Daten für BIM-Level 3“ zum BIM-Kongress am 30.04.2014 als einen BIM-Fluss, welcher die unterschiedlichen Softwarelandschaften verbindet. Folgende Darstellung wird von ihm als Verdeutlichung benutzt:

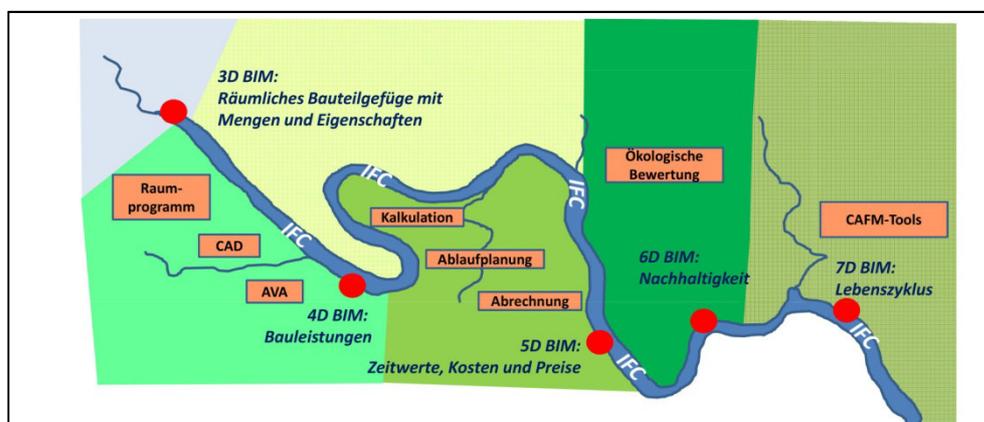
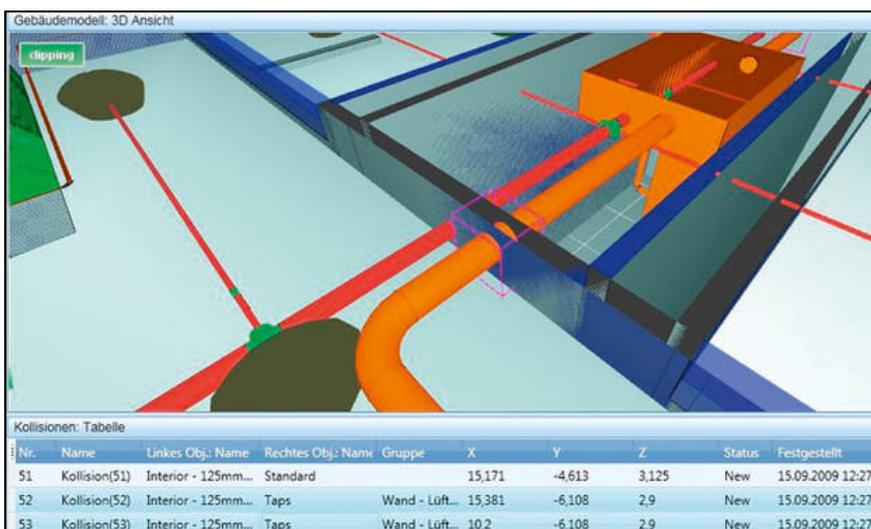


Abbildung 14 BIM-Fluss

³⁶ SOMMER, 2014, S. 130

Building Information Modeling

Ein digitales Gebäudemodell wird aus verschiedenen einzelnen Teilmodellen entwickelt. Das heißt, die Teilmodelle werden von unterschiedlichen Planern, wie Tragwerksplanern, TGA-Planern, Architekten, erstellt und anschließend zu einem großen Modell zusammengefügt, wobei meist der Architekt mit dem Erstellen eines räumlichen Gebäudemodells beginnt. Teilmodelle können noch in sogenannte Submodelle unterteilt werden, das bedeutet, es wird zum Beispiel noch in ein Rohbaumodell oder Schalungsmodell unterteilt. Über den sogenannten „BIM-Execution-Plan“³⁷ wird koordiniert, in welchem Umfang die Teilmodelle freigegeben werden. „So kann das eigentliche Tragwerksmodell beispielsweise in der Hoheit des Tragwerksplaners bleiben und alle anderen Beteiligten können sich ein Abbild davon in ihr Modell laden.“³⁸ Bauteile aus eingelesenen Teilmodellen können von keinem anderen Planer verändert werden, das bedeutet, nur der eigentliche Ersteller legt alle Daten seiner erstellten Elemente fest. Durch BIM werden Planungskollisionen noch vor Baubeginn sichtbar gemacht. Durch die Verknüpfung aller Teilmodelle und einem Blick auf das daraus entstehende Gesamtmodell kann eine sogenannte Kollisionsprüfung durchgeführt werden.



Das bedeutet, es kann ermittelt werden, ob wie in der Abbildung beispielsweise ein Wanddurchbruch für ein vom Lüftungsplaner vorgesehenes Rohr fehlt.

Abbildung 15 Kollisionsprüfung³⁹

Das BIM-Qualitätsmanagement ermöglicht zusätzlich noch weitere Prüfungen, welche bei der Koordination im Hintergrund geprüft werden können, so zum Beispiel Raumbezeichnungen übereinstimmen oder ob die erforderlichen und zuvor festgelegten Fluchtweglängen, -breiten in allen Teilmodellen eingehalten sind. Kommt es zu einer Kollision, so kann jeder Beteiligte in seinem Modell an die jeweilige kritische Stelle navigiert werden und wenn es durch sein Modell zum Problem kam, dieses beheben.

³⁷ SOMMER, 2014, S.123

³⁸ Vgl. SOMMER, 2014, S.123

³⁹ online: Vgl. RIB Software SE (10.07.2017)

3.1.2 Organisation des BIM – Informationsmanagements

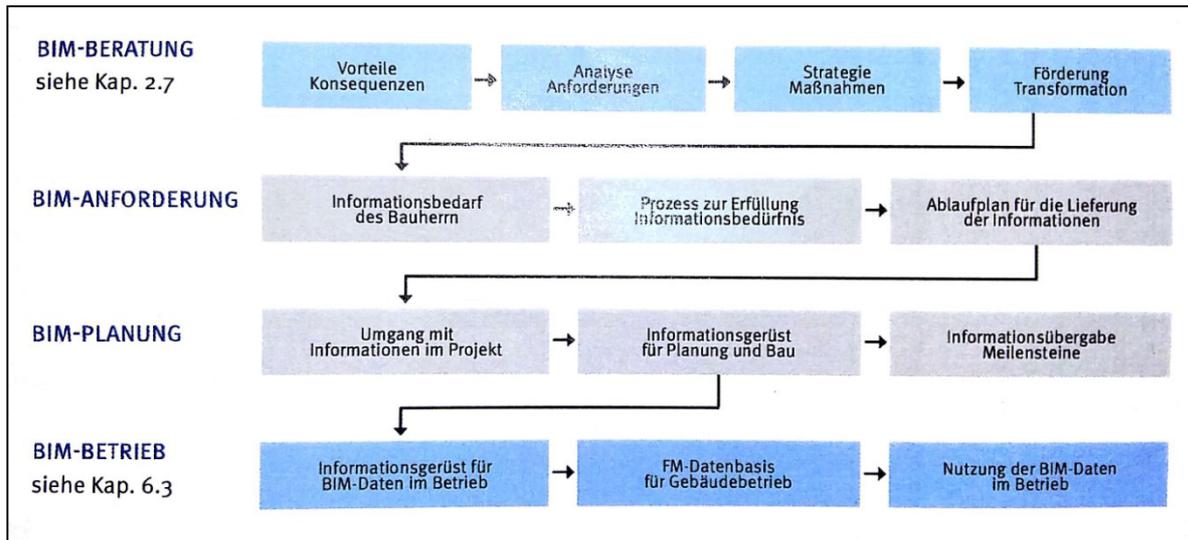


Abbildung 16 Organisation des BIM-Einsatzes⁴⁰

BIM-Beratung

Um ein Bauvorhaben erfolgreich mittels Building Information Modeling umsetzen zu können bedarf es neben dem Anwenden von Software ebenso einer guten Organisation aller nötigen Prozesse. Dies sollte durch eine intern festgesetzte Strategie erfolgen. Die Entwicklung einer solchen Strategie soll den Umgang mit BIM leiten und wird in der sogenannten „BIM-Beratung“⁴¹ in vier Schritten entwickelt.

- Schritt 1: Aufzeigen von Vorteilen und Konsequenzen
(Möglichkeiten, Prozesse, Aufwand, Nutzen etc. müssen dem Bauherrn aufgezeigt werden)
- Schritt 2: Analyse und Anforderungen
(Analyse über eventuelle vorhandene BIM-Ansätze des Bauherrn oder über den Informationsbedarf des organisatorischen bzw. technischen Gebäudemanagements → optimale Unterstützung)
- Schritt 3: Strategie und Maßnahme
(alle Grundlagen vorhanden, Strategie, um im vorliegenden Fall optimal mit BIM arbeiten zu können → Unterscheidung nach Nutzen für den Bauherrn; erforderliche Simulationen wie Personenbewegung, Energiesimulation, Luftmassensimulation o.ä.)
- Schritt 4: Förderung und Transformation
(Bewertung des jeweiligen Modellstandes mittels z.B.: Reifegradmodells, wie aktuelle Situation, angestrebter Zustand, erreichter Zustand,...)

Alle darauf folgenden Steuerungsmittel richten sich nach dieser Strategie aus.

⁴⁰ SOMMER, 2014, S. 126

⁴¹ SOMMER, 2014, S. 74

BIM-Anforderung

Nach der Strategiefindung folgt die Klärung über die BIM-Anforderungen. Hierbei gibt es im Wesentlichen 3 Schritte. Der erste Schritt ist die Formulierung des Informationsbedarfes des Bauherrn. Bestimmte Bedürfnisse des Bauherrn werden an bestimmte Punkte, auch genannte Meilensteine im Projekt gestellt. Das bedeutet, zu diesem Zeitpunkt müssen Entscheidungen getroffen werden, welche für das Erreichen der BIM-Ziele und der Nutzungsbeschreibungen des Bauherrn nötig sind. Hierzu gehört das „EIR - Employer Information Requirements“⁴².

Der „Prozess zur Erfüllung des Informationsbedürfnisses“⁴³ bildet den zweiten Schritt der BIM-Anforderungen. Der BIM Execution Plan (BEP) beschreibt alle Prozesse, welche zur Beantwortung des Employer Information Requirements nötig sind. Weiterhin wird beschrieben wie diese Prozesse organisiert und umgesetzt werden. Wichtig für BIM ist ein konsequentes Informationsverarbeitungsgerüst und ein funktionierender Informationsaustausch. Der BEP ist ein sogenanntes Richtliniendokument, es legt die Grundlage einer BIM-basierten Zusammenarbeit dar.

Im zweiten Schritt werden außerdem LODs festgelegt. LODs sind Levels of Developments oder auch Levels of Details, diese geben den „Detailierungsgrad der Bauteile des 3D-Modells bezogen auf die gewählte Phase der Planung“⁴⁴ an. Beispielsweise gibt der erste LOD vor, dass nur die reine Geometrie, Länge, Dicke, Höhe einer Wand dargestellt werden soll und der folgende LOD besagt, dass es sich nun um eine Wand mit Öffnung handelt. Der nächste LOD stellt dann auch noch die Stützen, Stürze und weiteren Befestigungspunkte dieser Wand dar. Eine weitere wichtige Aufgabe in diesem Schritt ist die Festlegung wie das Projekt und das Team koordiniert wird und kooperieren soll.

Den letzten Schritt der BIM-Anforderungen bildet der Ablaufplan für die Informationslieferung. Dies wird in den Unterlagen des MIDP – Master Information Delivery Plan geregelt. Diese Unterlagen sind auch Bestandteil des BEP – BIM Execution Plans (siehe Schritt 2), sie verwalten die Bereitstellung der Informationen während eines Projekts. Es wird außerdem dargestellt, welcher Lieferumfang von Modellen, Zeitplänen oder Zeichnungen gefordert wird.

⁴² SOMMER, 2014, S.126

⁴³ SOMMER, 2014, S.126

⁴⁴ Online: BIM-Blog Glossar, 2016 (11.07.2017)

BIM-Planung

Wie auch BIM-Anforderung ist die BIM-Planung von bestimmten Regeln abhängig und sie wird ebenfalls in drei wesentliche Schritte eingeteilt. Den ersten Schritt beschreibt das CDE – Common Data Environment, dieses regelt den Umgang von Information innerhalb des Projektes. Dazu gehört die Regelung über den Umgang mit Zeichnungen, Modellen, aber auch von Listen und Dokumenten. Da unterschiedliche Arten von Daten mittels unterschiedlichen Austauschmethoden übermittelt werden, ist eine Organisation umso wichtiger. Grafische Daten wie Zeichnungen werden beispielsweise über sogenannte Modellserver ausgetauscht, wohingegen alphanumerische Daten wie Türlisten oder Raumbücher allen Beteiligten oftmals über Datenbanken zur Verfügung gestellt werden.

Die Schaffung eines Informationsgerüsts für die Planung und den Bau geschieht im zweiten Schritt der BIM-Planung. Das sogenannte „Project Information Model (PIM)“ entwickelt sich vom einfachen Design-Modell zum komplexen Modell, welches für die Bauausführung mit allen nötigen Informationen versehen wurde

Dieses Project Information Model wird innerhalb des CDE gesteuert, dadurch können unterschiedliche Status definiert werden, das bedeutet zum Beispiel, wenn ein Dokument mit „in Bearbeitung“ belegt wurde, dass es noch nicht zur weiteren Verwendung freigegeben ist oder es wird als „veröffentlicht“ gekennzeichnet, dann ist es vom Bauherrn so freigegeben. Durch solche Statuskennzeichnungen ist der Aufbau des BIM-Projekts auf gesicherten Daten gewährleistet. Im letzten BIM-Planungsschritt wird die Informationslieferung bzw. –übergabe durch Meilensteine geregelt. Die Meilensteine werden als Zeitpunkte festgelegt, an denen dem Bauherrn bestimmte Informationen übermittelt werden müssen. Diese zu übermittelnden Informationen sollen dem Bauherrn als Entscheidungsgrundlage dienen. Oftmals gibt es zwei solcher Meilensteine pro Lieferung. Zunächst kommt die Information zur Prüfung und Kommentierung zum jeweiligen Projektmanager und danach zum Bauherrn selbst. Diese Zwischenabstimmungen sind auch für BIM maßgebend, da sich bei zu späten Entscheidungen bzw. Änderungswünschen massive Änderungen ergeben können, welche sich im schlechtesten Fall auf alle Teilmodelle auswirken. Durch diesen Schritt wird Planung und Terminierung direkt verknüpft.

3.2 Building Information Modeling im Bereich Kosten

Durch das modellorientierte Arbeiten ist ein Gebäudemodell nach BIM mehr als nur ein 3D-Modell.

Nach der „closed BIM“-Lösung gibt es fünf Modellstände:⁴⁵

- Modell 1: Ende der LPH 2 mit allen Ergebnissen zu DIN 276 und DIN 277, Kostenschätzung
- Modell 2: Ende der LPH 3 mit allen Ergebnissen zu DIN 276 und DIN 277, Kostenberechnung
- Modell 3: Ende der LPH 4 mit allen Ergebnissen zu DIN 276 und DIN 277, Kostenberechnung (kann auch mit Modell 2 zu einem zusammengefasst werden)
- Modell 4: Ende der LPH 5 mit allen Ergebnissen für Werk- und Aufmaßplänen mit kompletter Mengenermittlung
- Modell 5: Ende der LPH 8 mit allen Revisionsplänen und Kostenübersicht

Bei der „open BIM“ Lösung wird über IFC-Schnittstellen ein regelmäßiger Austausch von Modellständen und eine ständige Kommunikation während aller Leistungsphasen erforderlich.

Nach HOAI ist in Sachen Kosten als erstes eine Kostenschätzung in der Leistungsphase 2 gefordert. Die LPH 1 wird wie gewohnt mit Sammeln der Vorinformationen, Klären der Aufgabenstellung und ohne weitere Aufgaben durch BIM durchgeführt. In der zweiten Leistungsphase nach HOAI wird mit dem Modellieren begonnen, jedoch handelt es sich mehr um die Erarbeitung eines Planungskonzepts und noch keine Erstellung von Modelle, aus welchen die erforderlichen Zeichnungen abgeleitet werden. Es werden den einzelnen Teilen meist nur eine Information zugeteilt, z.B. Außenwand. Diese zu dieser Zeit noch oberflächlichen Informationen sollen die Erstellung einer Kostenschätzung durch die automatische Mengenermittlung unterstützen. Darauf folgt die LPH 3, sie wird oft als eine der wichtigsten Leistungsphasen im Umgang mit Building Information Modeling bezeichnet. Da nun mehr Informationen und genauere Parameter in das Modellieren einfließen müssen, um daraus eine Kostenberechnung erstellen zu können. Das bedeutet, es kommen nun gewerkespezifische Eigenschaften und Qualitäten dazu, beispielsweise Beton, Mauerwerk, Fliesen. In den Leistungsphasen 5 – 6 werden genauere Mengenermittlungen benötigt, um bepreiste Leistungsverzeichnisse entwickeln zu können. Um eventuelle Berechnungsfehler aus den Zeiten von 2D-CAD zu umgehen, soll nun BIM helfen. Durch das Modellieren können in geeigneten Kostensoftwares eigene integrierte und mit dem Modell verknüpfte Modelle erstellt werden, aus diesen können dann alle Mengen direkt und aktuell überspielt werden. Dafür muss das Modell sehr detailliert erstellt werden und dem Planungs- und Leistungsphasenstand entsprechen.

⁴⁵ Vgl. VOSNIDIS, 2017

Das heißt, es müssen nun zur Detaillierung weitere Informationen hinzugefügt werden, so beispielsweise auch detaillierte Angaben aus der Tragwerksplanung wie die Betonfestigkeitsklassen (C25/30,...) oder Kalksandsteinklasse der Außenwand. Mittels Software werden dann die unterschiedlichen Mengen den zugewiesenen Eigenschaften und späteren LV-Positionen zugeordnet. Das bedeutet, durch BIM, wenn ein sehr gut ausgestattetes Modell vorliegt, werden dann alle Mengen beispielsweise der als Trockenbauinnenwand definierten Teile zusammen gefasst und unter der Position aufgelistet. Dies bedeutet zunächst während dem Modellieren sehr viel Arbeit, jedoch bei Mengenermittlung, Kostenberechnung und bei der Erstellung von Leistungsverzeichnissen kann deutlich an Zeit eingespart werden. Während der Leistungsphasen 8 und 9 kann das Building Information Modeling ebenfalls sehr hilfreich sein. Die komplette Informationsdatenbank, welche sich während der ersten Leistungsphasen entwickelt hat, steht ebenfalls auf der Baustelle zur Verfügung. Anhand des Modells können bereits abgerechnete Bereiche markiert werden, es kommt somit zu keiner übersehenen doppelten Abrechnung und desweiteren wird das Nachtragsmanagement durch die Unterstützung des Modells übersichtlicher und vereinfacht. Auch der Baufortschritt kann am Modell verknüpft werden, sodass es vom Büro aus zeitnah eine Auskunft in Sachen Terminplanung geben kann, wodurch auch die Kostenfeststellung und Kostenkontrolle automatisch stets in Verknüpfung mit dem Modell entsteht. Durch das aktuelle Einarbeiten von Ausführungsständen im Modell, werden Positionen als erfüllt aufgenommen und in der Kostenkontrolle auch als solche angezeigt.

Wichtig beim Einsatz von BIM ist eine gute Datenbank. BIM greift auf eine Datenbank, in welcher das BIM-Modell abgelegt ist, zurück. Mit z.B. Revit, Plancal werden die Teilmodelle, durch den Zugriff auf die Datenbanken der Teilmodelle ermöglicht. Die Teilmodelle stellen einen Teildatenbestand dar, während der 3D-BIM Phase handelt es sich bei diesen Daten meist nur um geometrische bzw. materielle Daten. Durch die Nutzung von iTWO wird der zentrale Datenbestand dort gehalten, um diese Daten um Kostendaten oder Termindaten, das bedeutet 4D und 5D, zu erweitern. Damit werden dann alle folgenden Prozesse wie Kosten- oder Mengenermittlung leicht gemacht. Durch die Belegung der Bauteilmodelle mit Informationen können diese einfach mittels Schnittstellen in Kostenprogramme überführt und ausgewertet / erweitert werden.

3.3 Building Information Modeling im Unternehmen C&E Consulting und Engineering GmbH

Das Unternehmen hat im Dezember des Jahres 2014 den ersten Auftrag für eine BIM-Generalplanung erhalten. Im Jahr 2015 begann C&E die Planung für das Bauvorhaben der namhaften deutschen Fluggesellschaft. Im April 2015 wurde der Bauantrag abgegeben, im Juli des Jahres wurden die Bauleistungen an einen Generalunternehmer vergeben. Daraufhin startete im September 2015 der Bau. Alle Bauarbeiten und Bauüberwachungsaufgaben wurden im Dezember 2016 abgeschlossen.

Revit®-Software

Das Unternehmen verwendete für die Teilmodelle Gebäudeplanung, Tragwerk, TGA, Elektrotechnik, durch Softwareschwächen von 3D-Civil wurde ebenfalls ein Teilmodell des Geländes über Revit® erstellt. Mit der Software Revit® hat die Autodesk GmbH eine weit verbreitete BIM-Software entwickelt. Mit Revit® kann der „modellbasierte Prozess für Planung, Entwurf, Konstruktion und Verwaltung von Gebäuden und Infrastruktur angewendet werden.“⁴⁶ Diese BIM-Software gewährleistet die Erfüllung eines der obersten Anforderungen von BIM, nämlich der Zusammenarbeit mehrerer Teilnehmer an einem Zentralmodell. Revit ermöglicht das Importieren, Exportieren und Verknüpfen aller Daten mit den aktuellen Dateiformaten wie beispielsweise IFC und DWG. Für die Architekten ermöglicht diese Software die Entwicklung vom Entwurfskonzept bis zur Baudokumentation in nur einer Software. Der Tragwerksplaner kann spezifische Werkzeuge zur Erstellung von Konstruktionsmodellen verwenden und innerhalb des Programms prüfen, ob diese den Gebäude- und Sicherheitsbestimmungen entsprechen. Die Gebäudetechnik-Ingenieure können durch die Koordination baulicher und tragender Daten mit höherer Genauigkeit die Gebäudetechniksysteme planen.

Die Gebäudeplanung wurde komplett über die vorher erläuterte Software erstellt. In der Tragwerksplanung wurde das Modell von C&E ebenfalls über Revit erstellt. Die Berechnungen wurden jedoch durch ViCADo.ing der mb AEC Software GmbH und durch TRIMAS® der RIB Software SE unterstützt. ViCaDo wird als ein modernes CAD-System für die Tragwerksplanung beschrieben. Es unterstützt die Tragwerksplanung von der Ermittlung der Massen bis hin zur Bearbeitung von Positions-, Schal- und Bewehrungsplanung.

⁴⁶ Online: Autodesk GmbH / Revit, (26.07.2017)

TRIMAS® ist ein allgemeines, räumliches Programm gestützt auf der FE-Methode. Durch diese Software können die erstellten 3D-Bauteile, aber auch die Lagerbedingungen und die Lasten beschrieben werden. Desweiteren können durch spezielle Funktionen anspruchsvolle räumliche Tragwerksmodelle erstellt werden. In der Planung von Haus- und Elektrotechnik wurde, wie bereits erwähnt, das Modell als Revit®-Datei erstellt. Die Bemessung der erforderlichen Haustechnik wurde mittels Planca Nova erarbeitet. Planca Nova ist eine CAD –Softwarelösung Heizung, Sanitär, Lüftung und Elektro. Sie ist komplett unabhängig, besitzt eine eigene CAD-Basis und entsprechende Berechnungen. Durch die 3D-Modellierfähigkeit ist ein reibungsloser bidirektionaler Datenaustausch und der Einsatz für BIM möglich.

Durch C&E wurde mit BIM bis zu Leistungsphase 4 - Genehmigungsplanung modelliert, teilweise auch noch in der darauf folgenden Ausführungsplanung. Die sogenannte Weitermodellierung ab der Leistungsphase 5 - Ausführungsplanung wurde von den Planern des Generalunternehmers durchgeführt.

In diesem ersten BIM-Projekt wurde durch C&E noch kein 4D-BIM oder höher angewendet. Lediglich eine 3D-Modellierung wurde erstellt. Ein Grund dafür war, dass es zu dieser Zeit im Büro keine Schnittstellen zum Kostenprogramm ARRIBA gab. Dies soll nun durch die Einführung durch iTWO (siehe folgendes Kapitel) geändert werden.

3.4 Einsatz von Building Information Modeling im Bereich Kostenplanung und Kostensteuerung im Unternehmen C&E Consulting und Engineering GmbH

Zukünftig plant das Unternehmen C&E Consulting und Engineering GmbH in Chemnitz, die Nutzung von Building Information Modeling weiter auszubauen, vor allem im Hinblick auf die Kostenplanung und- steuerung. Derzeit werden alle Mengen aus den Modellen bzw. Zeichnungen händig ermittelt und in das derzeitige Kostenprogramm ARRIBA eingepflegt. Hierbei kann es natürlich zu Ungenauigkeiten kommen oder bei nachträglichen Modelländerungen zu falschen Werten. Um dies in Zukunft einfacher und zuverlässiger zu gestalten, soll das Programm iTWO eingeführt werden. Nach Herstellerangaben soll es damit fast wie ein Kinderspiel sein, alle Mengen aus dem Modell zu übernehmen und daraus Kostenschätzungen, -ermittlungen o.ä. zu erstellen.

iTWO

iTWO wurde von RIB-Software entwickelt, um die modellbasierte Arbeitsweise im Bauwesen zu unterstützen. „RIB iTWO vereint klassisches Baumanagement und zukunftsweisende 5D-Planung.“⁴⁷ iTWO ergänzt die komplette Planung um visuelle, modellbasierte Verfahren. Diese ermöglichen die Mengenermittlung anhand des Modells, grafische Bemusterung und die Bauablaufsimulation. iTWO soll herkömmliche Projektrisiken vorwiegend in Sachen Mengen und Kosten minimieren. Durch die Verknüpfung von Modell und Kostenprogramm wird ein weiterer Grundsatz von BIM, die „Optimierung der Planungsprozesse“, ermöglicht. Die neue RIB-Software bietet sogenannte „Content-Plug-ins“ an, diese bilden die Bausteine des Bauvorhabens in Bezug auf Mengen, Ausstattung und Kontrolle. Desweiteren verbessern sie die erforderliche Datenbasis zum einen für die Bemusterung, zum anderen für die Erstellung von Leistungsverzeichnissen und Kalkulation. Das Wichtigste bei der Bearbeitung eines BIM-Projektes in 5D ist die Integration der 3D-Daten, iTWO ermöglicht diese von unterschiedlichen CAD-Systemen. Die 3D-Daten der Geometrie werden somit in 5D-Modelldaten, welche der Projektsteuerung als Basis dienen, umgewandelt. Durch die Synchronisierung des Modells mit diesem Programm wird die durchgängige und transparente Mengenermittlung für jede Planungsstufe gewährleistet. Sie wird vor allem für Kalkulation, Ausschreibung, Vergabe, Abrechnung oder auch für die Bauablaufsteuerung von Bedeutung. Die Ausgestaltungen der Objekte werden einzeln mit den CAD-Objekten im Modell verknüpft, wodurch Änderungen auch in den Mengen automatisch aktualisiert werden.

⁴⁷ Online: RIB Software SE (12.07.2017)

„iTWO bietet eine hochflexible Kostenermittlung nach allgemeinen Kennwerten, DIN 276 oder frei definierten Kostengliederungsstrukturen.“⁴⁸

Je nach Planungsbereich bietet RIB unterschiedliche Textangebote mit eigenen und regionalen Preisinformationen. iTWO ermöglicht die Nutzung von Text- und Preisdaten aus eigenen laufenden bzw. abgeschlossenen Projekten neben den Preisdatenbanken. Nicht nur die Kosten während der ersten Leistungsphasen wie Kostenschätzung, Kostenberechnung etc. sind mit iTWO möglich, sondern auch die komplette Rechnungs- und Zahlungsverwaltung. Somit ist eine Verwaltung der Abrechnung ähnlich der von ARRIBA, dies wird auch begünstigt, dass iTWO nach dem Vorbild von ARRIBA weiterentwickelt wurde. Dies ist vor allem in der Schulung der Mitarbeiter schon eine Erleichterung, da diese bereits mit ARRIBA arbeiten. Der Abrechnungsstand eines Projektes kann beispielsweise über einen Soll-Ist-Vergleich jederzeit eingesehen werden. Auch Budget, Aufträge, Nachträge etc. können gegenübergestellt und verglichen werden.

Eine Simulation des Baufortschritts ist über eine Zeitschiene mit Anzeige von Ressourcen und Kosten ebenfalls in diesem Programm möglich. Durch die Hinterlegung des Kalenders von beispielsweise PowerProject® oder MS-Project kann durch iTWO der Bauablaufplan erstellt werden oder man erstellt sie wie gewohnt im externen Programm und lädt diesen dann in das Vorgangsmodell ein. Daraufhin werden die Teilleistungen aus dem erstellten Leistungsverzeichnis mit den entsprechenden Teilmengen zu den Vorgängen und werden visuell zugeteilt. Mittels der verknüpften Vorgänge, Ressourcen, Zahlungen etc. lassen sich unterschiedliche Übersichten wie beispielsweise ein Terminplan für Materialbedarf, erstellen. Im Bereich der Kostenüberwachung bietet iTWO umfangreiche Auftragskostenübersicht, egal ob Stand der Submissionen, der Aufträge mit Nachträgen, der Abnahme oder der Gewährleistungsfristen. All diese Punkte können über diese Software verwaltet werden.

Jede Einführung einer neuen Software erfordert, wenn sie schnell und effizient angewendet werden soll, eine spezielle Schulung des Personals. Auch bei iTWO ist dies erforderlich. Wie schon zuvor kurz erwähnt, ist es ein großer Vorteil für C&E, dass viele Mitarbeiter, vor allem in Ausschreibung und Abrechnung, mit dem Vorgänger ARRIBA gearbeitet und eine gewisse Sicherheit erlangt haben. Die Ansicht von iTWO kann ähnlich wie die von ARRIBA eingestellt werden, sodass bekannte Funktionen sofort gefunden und verwendet werden können und es nicht noch zu mehr Neuerungen kommt. Die neue Software ermöglicht neben dem Einsatz für BIM auch die Verwendung zweier Monitore, das bedeutet, man kann beispielsweise auf einem Monitor seine Leistungsverzeichnisse erstellen und gleichzeitig auf dem zweiten Monitor in den vorherigen Projekten eventuelle Vorlagen verwenden und mit einbeziehen, ohne mehrmals Fenster öffnen und schließen zu müssen.

⁴⁸ Schnupperkurs iTWO, (06.04.2017)

Eine weitere sehr hilfreiche Funktion von iTWO ist, dass automatisch nach Fehlern, beispielsweise in Ausschreibungen gesucht werden kann. Man wird sofort zu der Position geleitet, in welcher ein Fehler gemeldet wurde, und kann diesen sofort beheben, bevor der Auftraggeber diese feststellt und daraus Unzuverlässigkeit und Ungenauigkeit vermuten könnte. Auch einige dem Tabellenprogramm Microsoft- Excel nachempfundene Funktionen, wie das Setzen von Filtern, sind möglich. Durch eine Suchfunktion ist es möglich, bestimmte Positionen oder Begriffe suchen zu lassen. Durch das zur Verfügung stellen von DBD-Kostenelementen und dem STLB-Bau unterstützt iTWO die Erstellung von Leistungsverzeichnissen. Diese Kostenelemente entwerfen mit den Benutzerangaben eine Vielzahl an Varianten verschiedener Bauteilbeschreibungen. Nach den Verantwortlichen dieser Datenbank der DBD-Kostenelemente ist die Gliederung der Kostenelemente kompatibel für den Datenaustausch mit IFC (im Rahmen für Building Information Modeling).

iTWO und Building Information Modeling für C&E

Nach Angaben von RIB Software empfiehlt sich eine Einarbeitung der Mitarbeiter von 6-24 Monaten. In dieser Zeit sollten die Mitarbeiter stets mit BIM und iTWO arbeiten, um eine reibungslose und effiziente Nutzung zu erzielen. Durch die Austauschformate von iTWO, nämlich zum Beispiel IFC, 3D-DWG und CPIXML, ist ein Arbeiten mit AutoCAD, Revit und Plancal, wie bei C&E im Gebrauch ohne Probleme möglich. Eine Kostenermittlung bzw. Mengenermittlung, beispielsweise mit den Programmen Revit und iTWO, läuft über das Modell wie folgt ab:

Schritt 1: Durch den sogenannten BIM Qualifiers werden die Daten des CAD-Systems, das bedeutet auch alle im Modell hinterlegten Informationen, importiert. Der BIM Qualifier prüft die Qualität des Modells und die enthaltenen Daten. Werden Fehler gefunden, so gibt diese Funktion dem Anwender die Möglichkeit diese zu korrigieren. Bei vorgenommenen Änderungen der 3D-Daten (CPIXML-Format) müssen die Daten nochmals neu in iTWO eingeladen werden, um diese zu aktualisieren.

Die Auflistung geschieht zunächst über die Selektion nach Bauteilen. Werden Raumstempel im Modell verwendet, so gibt es auch die Möglichkeit die Mengen nach Räumlichkeiten und Bauteilen aufzulisten. In dieser Phase ist es nicht notwendig, dass der Konstrukteur des Modells genau weiß wie die einzelnen Bauteile bemustert werden, denn iTWO ermöglicht dem Planer, diese später durchzuführen.

Erforderlich ist eine genaue Konstruktion der einzelnen Bauteile, so ist es beispielsweise für eine Wand mit WDVS nötig, mehrere Schichten als einzelne Bauteile zu erstellen, wie zum Beispiel:

Innenputz = 1 Bauteil
 Wand = 1 Bauteil
 Dämmung = 1 Bauteil
 Außenputz = 1 Bauteil

Oder die Außenwand wird direkt als ein mehrschichtiges Bauteil im Modell definiert und alle Schichten werden einzeln hinterlegt.

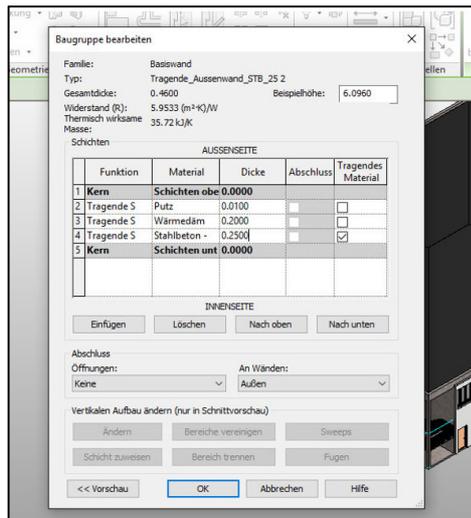


Abbildung 17 Baugruppe erstellen mit mehreren Elementen⁴⁹

Schritt 2: Der zweite Schritt wird als „Ausstattung“ bezeichnet und beinhaltet den Aufbau eines Contents. Das bedeutet den Aufbau einer sogenannten Stammdatenbank. Diese Stammdaten werden von den Anwendern meist selbst erstellt, beispielsweise für eine Außenwand: Mauerwerk und Dämmung. Diese Grunddaten werden natürlich dann noch weiter detailliert mit Wanddicke, Leistungsbereiche, Kostengruppen etc. So entstehen später Positionen wie beispielsweise:

Pos. 3.1 Fußboden
 Pos. 3.1.10 Zementestrich
 Pos. 3.1.20 Trittschalldämmung
 Pos. 3.1.30 Laminat

Das Erstellen eines Contents erfordert vor allem zu Beginn der Einführung von 4D-BIM oder 5D-BIM einen sehr großen Aufwand und eine große Genauigkeit. Jedoch sind alle in diese Datenbank aufgenommen Informationen für folgende Projekte abrufbar und stellen für eine BIM-basierenden Kostenplanung eine sichere und schnell abrufbare Basis dar.

⁴⁹ AHMAD, 29.03.2016, Abb. 18 S.41

Schritt 3: Nun folgt die Verknüpfung zwischen Leistungsverzeichnis und den Bauteilen. Das bedeutet, jede Position wird mit dem dazugehörigen Bauteil verknüpft, wenn es nicht durch die im Modell bereits angegebenen Informationen bereits automatisch verknüpft wurde. Mit iTWO werden die bereits verknüpften Bauteile im Modell markiert, außerdem ist es möglich, im Modell nur die Bauteile einer oder mehrerer bestimmter Positionen darstellen zu lassen.

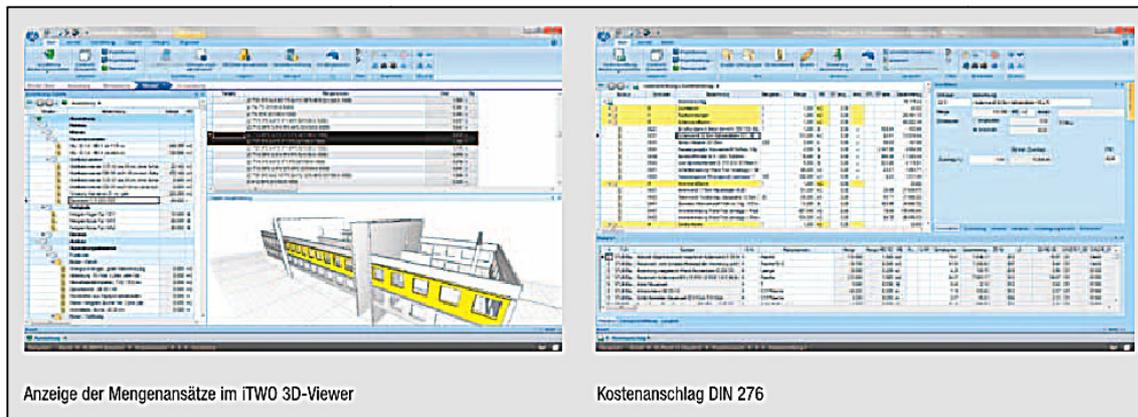


Abbildung 18 Ansicht iTWO von Modell und Kosten⁵⁰

Schritt 4: Wurden alle Bauteile mit den jeweiligen Positionen verknüpft, so kann nun die Mengenermittlung stattfinden. Hierfür gibt es einen bestimmten „Befehl“ bei iTWO und dann ermittelt die Software anhand der hinterlegten Bauteile / Modelle die Mengen für die erwünschten Positionen. Wichtig bei der Übernahme der Mengen sind die Einrichtung von Befehlen wie beispielsweise „Fenster übermessen“, nur so weiß die Software bei der Ermittlung, dass beispielsweise bei der Ermittlung der Putzfläche die Fensterflächen nicht abgezogen werden sollen.

Schritt 5: Sind alle Positionen mit Mengen gefüllt, werden nun noch die gewünschten Vergabeeinheiten erstellt. Auch hierfür gibt iTWO Möglichkeiten vor, jedoch kann jeder Anwender die Gliederung auch selbst erstellen.

iTWO bietet ein breites Spektrum für die Verwendung mit BIM. Es erweitert den Einsatz von BIM auf die Ausführungsphase. iTWO bildet keinen direkten Bezug zur Gestaltungs- und Planungsphase, sondern erstellt ein eigenes, integriertes graphisches Modell aus den importierten 3D-Daten. Mithilfe von iTWO werden Bauvorhaben modellbasiert virtuell geplant und kontrolliert. Außerdem wird durch die zuvor beschriebenen Schritte eine genauere und sicherere Anfertigung von beispielsweise Kalkulation, Ausschreibung und der Kostenplanung möglich. Die Verwendung bzw. Übernahme vorheriger Kostendaten ist möglich und kann in einem neuen Modell von iTWO angewendet werden. Durch diese Weiterverwendung wird die Qualität der Kalkulationsprozesse zusätzlich optimiert.

⁵⁰ RIB Software GmbH, Broschüre AVA S. 7, 2017

4. Erhöhung der Kostensicherheit mit Building Information Modeling

Natürlich bedeutet der Einsatz von BIM zunächst mehr Aufwand. Das bedeutet, vor allem bei dem ersten oder auch noch bei dem zweiten BIM-Projekt müssen die Planer den Umgang mit BIM lernen. Das Modellieren und das Aufbauen einer geeigneten Datenbank erfordert Schulungen und Übungsprojekte für die Mitarbeiter, welche vorwiegend an diesen Projekten mitarbeiten sollen. Vor allem wenn es über das Visualisieren hinaus zur Kostenmodellierung gehen soll. Für die Kostenmodellierung müssen jedem Bauteil die erforderlichen Informationen zugeteilt werden, dass es kostenrelevant erfasst werden kann. Dies bedeutet, es genügt nicht, eine Außenwand als Außenwand zu bezeichnen, sondern es muss zusätzlich festgelegt sein aus welchem Material, welche Stärke hat sie und wenn ein Wärme-Dämm-Verbundsystem vorgesehen wird, müssen diese natürlich auch als einzelne Schichten auf der Wand zusätzlich modelliert werden. Um all diese Daten Schritt für Schritt einzupflegen und das Einpflegen relativ schnell und zuverlässig zu absolvieren, bedarf es geschulten Personals.

„Der klassische Planungsprozess, das bedeutet ohne Building Information Modeling verlief im Allgemeinen immer mit dem Wechsel aus Analyse und Synthese.“⁵¹ Bei der Analyse werden alle Informationen von außen auf das eigene Projekt verarbeitet. Die Synthese folgt darauf und wertet die Ergebnisse aller Beteiligten im Gesamten aus und schafft somit die Grundlage einer neuen Analyse. Durch Building Information Modeling werden die Intervalle von Analyse- und Synthesephasen verkürzt. Dies wird durch den schnelleren Zugang an Informationen, was durch die Vernetzung aller Beteiligten gewährleistet wird, ermöglicht. Das bedeutet, die Suchzeit für bestimmte benötigte Informationen wird verkürzt und es bleibt mehr Zeit, um am Projekt weiterzuarbeiten und mit den anderen Beteiligten zu kommunizieren. Wie in den vorangegangenen Kapiteln deutlich wurde, ist der Informationsaustausch und die Kommunikation unter allen am Projekt Beteiligten das Wichtigste bei der Bearbeitung eines BIM-Projektes.

⁵¹ Vgl. SOMMER, 2014, S. 131

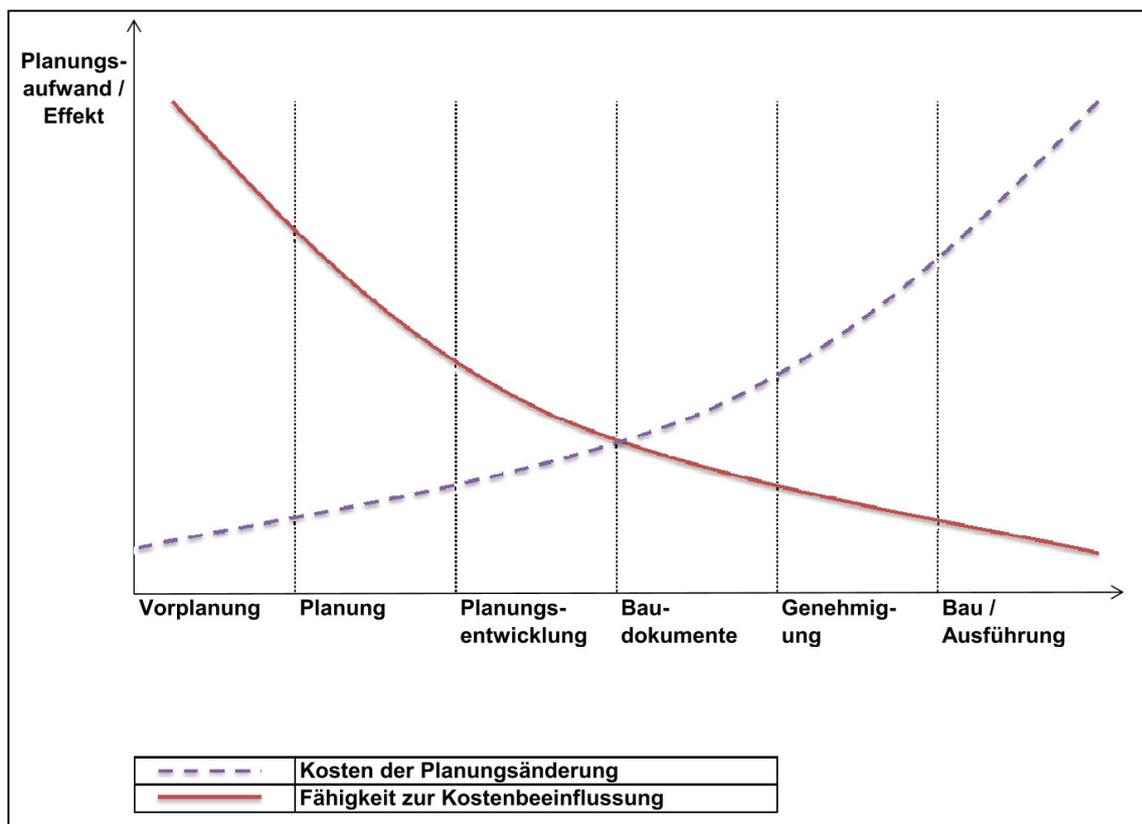


Abbildung 19.1 frühzeitige Kostensicherheit durch BIM – Teil 1

Diese Abbildung soll den Unterschied zwischen der herkömmlichen Planung und der Planung mit Building Information Modeling im Laufe dieses Kapitels Schritt für Schritt verdeutlichen. Zunächst sind nur zwei Kurven dargestellt.

Die rote Kurve verbildlicht den Effekt der Kostenbeeinflussung während eines Projektes. Das bedeutet in den frühen Phasen ist die Beeinflussung noch sehr effektiv. Wohingegen in späteren Planungsphasen die Beeinflussung schwieriger und beinahe ineffizient wird. Beim „Überschreiten“ dieser Linie hat die Einflussnahme auf die Kosten Folgen auf die anfallenden Kosten. Das bedeutet, es kommt zu größeren Kostenanstiegen, welche im schlimmsten Fall das Projekt nicht ausführbar machen, da der Auftraggeber diese Kosten nicht tragen kann. Die gestrichelte violette Linie stellt die anfallenden Kosten dieser Änderungen dar. Je später Änderungen am Projekt / an der Planung vorgenommen werden, umso höher sind die Kosten und steigt der Aufwand. Bis ungefähr zur Mitte der Phase, in der die Baudokumente zusammengefasst und eingereicht werden, verläuft diese Kostenkurve noch recht tief und bleibt somit auch unterhalb der Beeinflussungskurve. Dies bedeutet, jede Veränderung in diesen Planungsphasen beeinflusst den Kostenverlauf noch so stark, dass es zu maßgebenden Kostenanstiegen kommt. Das zeigt auf, dass es im voranschreitenden Projekt zunehmend schwieriger wird, großartige Veränderungen ohne Einfluss auf die anfallenden Kosten zu bewirken.

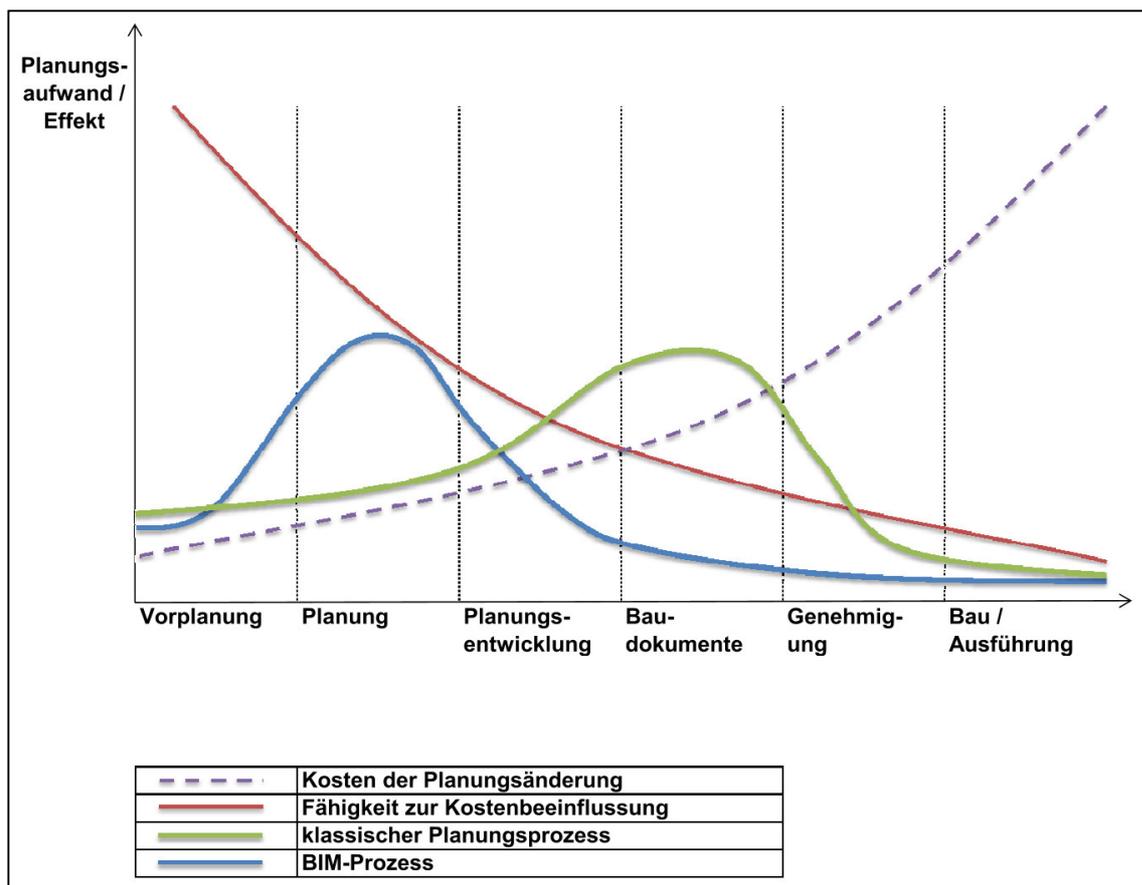


Abbildung 19.2 frühzeitige Kostensicherheit durch BIM – Teil 2⁵²

In diesem Diagramm kommen nun zwei weitere Kurven hinzu. Die Grüne zeigt den idealisierten Verlauf des herkömmlichen Planungsprozess und die blaue Kurve zeigt den Verlauf der Planung mit BIM.

Auffällig bei der grünen Kurve ist, dass sie im Vergleich zur BIM-Planung ihre größten Auswirkungen in den späteren Planungsphasen hat. Das bedeutet, im Bereich der Kostenplanung kommt es in der herkömmlichen Planung erst in späteren Projektphasen zu Auswirkungen auf die Kosten. Eine Ursache dafür können zu späte Informationen sein. Genaue Erläuterungen und Ursachenuntersuchungen folgen mit Hilfe der kommenden Abbildung. Die Kostenplanung mit BIM zeigt schon viel früher Auswirkungen, jedoch stets unterhalb der Kurve für die Kostenbeeinflussung, was dies aussagt, wird ebenfalls in den folgenden Abschnitten erläutert.

⁵²Vgl. OTTE, SCHEIBNER, 2014

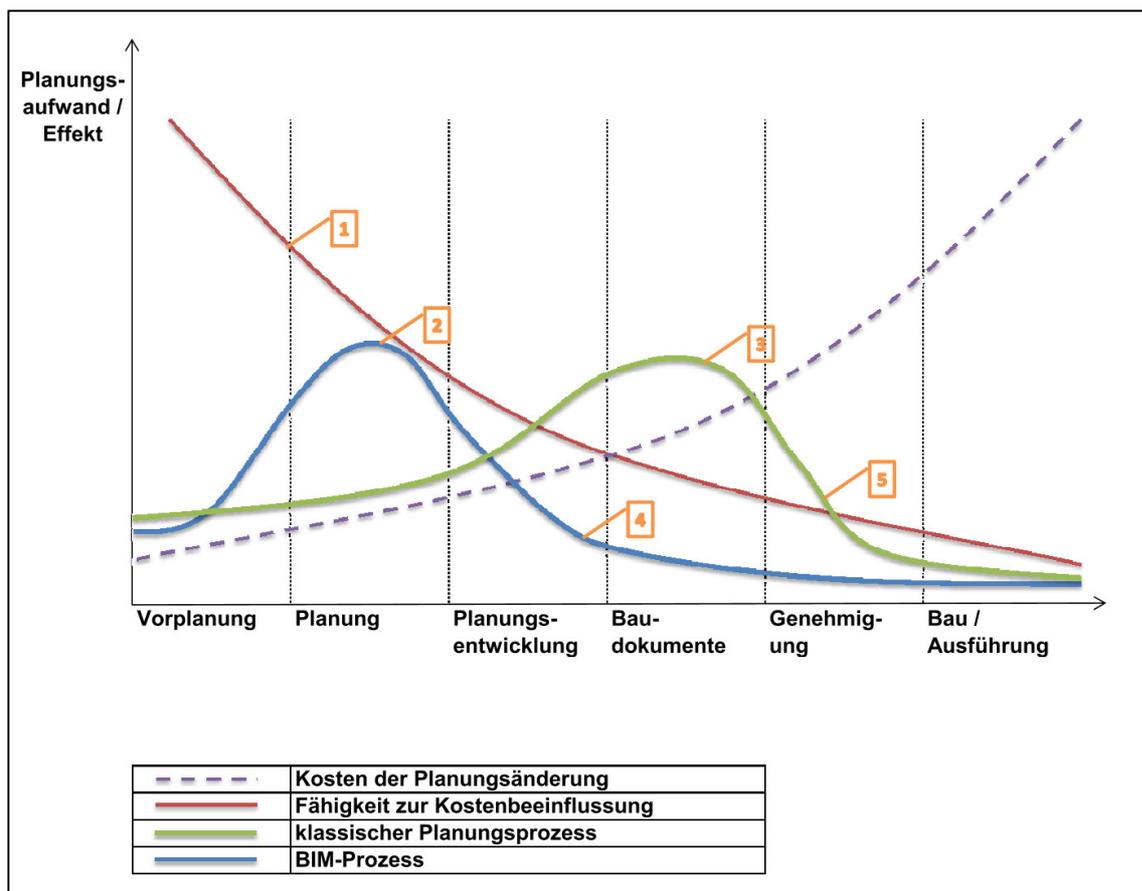


Abbildung 19.3 frühzeitige Kostensicherheit durch BIM – Teil 3

Diese Abbildung zeigt verschiedene Punkte (1 - 5), welche zur Interpretation des Diagrammes helfen sollen.

- Punkt 1: Zu diesem Zeitpunkt können die Kosten ohne großartige Folgen beeinflusst werden. Das bedeutet, während der Vorplanung kann es immer wieder zu neuen Entscheidungen und Änderungen kommen, diese beeinflussen natürlich die Kostenermittlung, -berechnung etc., jedoch beeinflusst es die anfallenden Kosten (violette Kurve) zu diesem Zeitpunkt noch nicht zu stark und es kommt zu keinem enormen Anstieg dieser.
- Punkt 2: Der Punkt 2 soll verdeutlichen, dass auch der größte Anstieg der BIM-Kurve (blau) unterhalb der roten Kurve bleibt. Das bedeutet, durch die Arbeitsweise mit BIM gibt es bereits in frühen Phasen schon bedeutend mehr Informationen. Diese Informationen beeinflussen das Projekt schon bedeutend früher als im herkömmlichen Planungsprozess, weil das Zusammenarbeiten aller Planer an nur einem Hauptmodell (zusammengesetzt aus unterschiedlichen Teilmodellen der unterschiedlichen Planer) transparenter und ausgeprägter möglich ist.

zu Punkt 2: Informationen, welche zuvor vielleicht erstmal zurückgestellt wurden und im schlimmsten Fall somit in Vergessenheit gerieten, werden hier sofort in den Modellen verankert und einbezogen. Somit ist schon früher eine genauere Kostenbeeinflussung möglich. Durch Building Information Modeling können schon in frühen Planungsphasen mehrere Varianten schnell abgeglichen werden und es kommt zu einer schnelleren Entscheidung und Kostenermittlung als herkömmlich. Die Gefahr, dass sich in späteren Phasen große Änderungskosten ergeben, ist bei BIM aufgrund dessen stark minimiert. Der Aufwand in den ersten Projektphasen ist mit BIM zwar auffallend größer als bei der klassischen Planung, aber genau aus diesem Aufwand werden nachfolgende Berechnungen oder Ermittlungen, vor allem in Sachen Kostenplanung, stark „vereinfacht“. Mithilfe des zunächst mit großem Aufwand entwickelten Modells lassen sich genaue Kosten / Mengen fast automatisch berechnen. Das Kostenrisiko in den folgenden Planungsphasen besteht bei BIM fast nur in den geschätzten Einheitspreisen, welche nach wie vor aus Erfahrung gewählt oder aus Standardleistungsbüchern übernommen werden.

Punkt 3: Wie schon zuvor kurz beschrieben, steigt die Amplitude des Verlaufes der herkömmlichen Planung über die rote Kurve. Das zeigt, wie fatal zu späte Informationen auf den Verlauf der anfallenden Kosten werden können. Durch die Detaillierung und aufwändigere Planung in späteren Phasen kommt es bei der klassischen Planung häufig zu späten Kostenbeeinflussungen, welche zu Kostenerhöhungen führen. Späte Beeinflussung der Kosten ergeben sich daraus, dass zuvor die Planung zu allgemein und ungenau geführt wurde. Dies wiederum kann auch durch Berechnungsfehler in Kostenschätzung oder Kostenberechnung entstehen. Das Risiko ist ohne BIM größer, da alles händig abgemessen bzw. abgelesen (aus Plänen, Zeichnung) und später zusammen gestellt werden musste. Hierbei kann es stets zu Ungenauigkeiten kommen, welche dann später bestimmte Kostenrisiken hervorrufen und zu Mehrkosten während der folgenden Leistungsphasen (Ausführung,...) führen kann.

Punkt 4: Dieser Punkt zeigt den Verlauf ab der Planungsentwicklung. Mittels BIM ist zu diesem Zeitpunkt ersichtlich, dass der Aufwand für die weiteren Phasen bis zur Ausführung zunächst stark abnimmt und dann relativ gleich bleibend weiterläuft. Dies ist aufgrund der frühen Informationsverarbeitung möglich, es kommt nun zu keinen allzu großen Änderungs-, Anpassungs- oder Bearbeitungsaufwänden mehr. Durch BIM ist das Modell schon frühzeitiger genauer und detaillierter als 2D-Pläne der herkömmlichen Planung, somit kommt es auch zu keinen großen Kostenveränderungen oder –beeinflussungen mehr in diesen Phasen.

Punkt 5: In diesem Punkt ist der Verlauf der grünen Kurve dargestellt. Der Aufwand der bisherigen Planung ohne BIM sinkt erst nach der Erstellung und Einreichung der Genehmigungsplanung. Bis dahin jedoch kann es noch zu großen Kostenveränderungen kommen (siehe Punkt 3).

4.1 Erhöhung der Kostensicherheit durch Genauigkeit

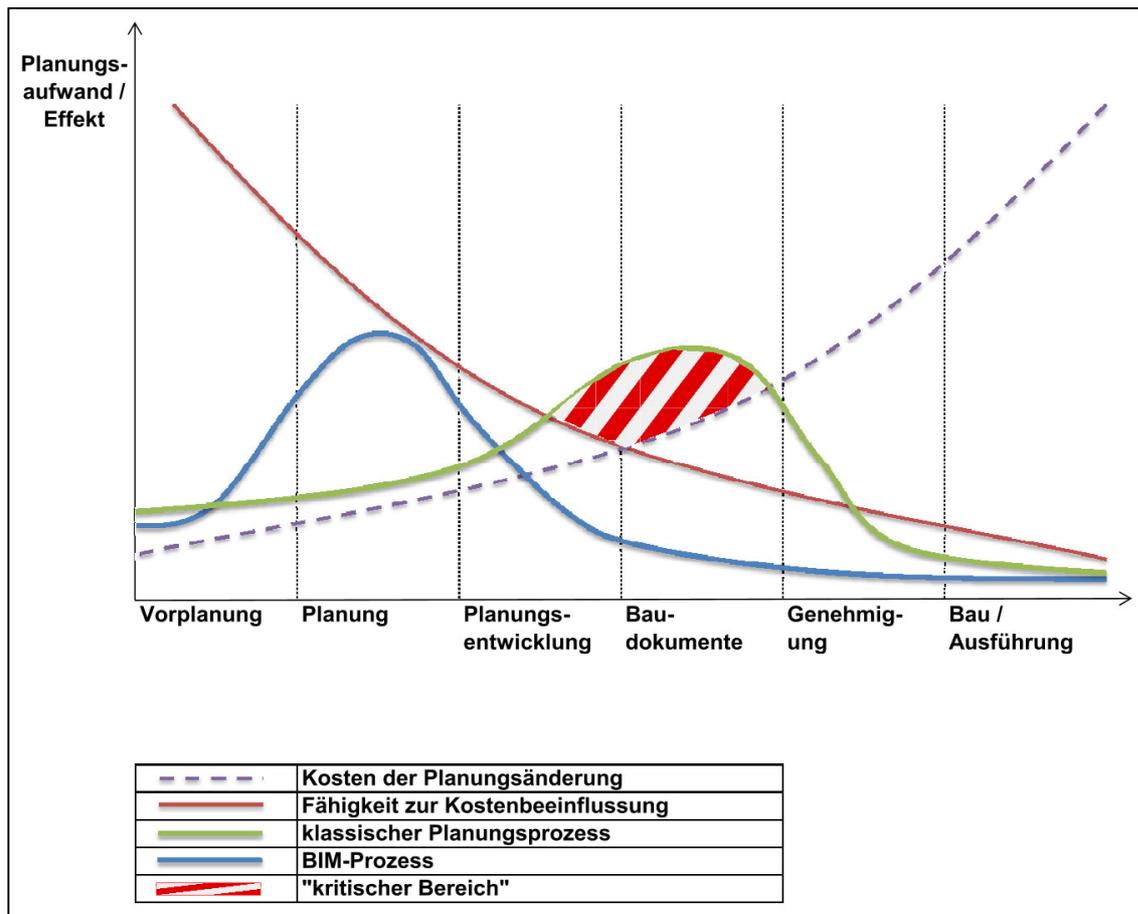


Abbildung 20 kritischer Bereich bei dem klassischen Planungsverlauf

Während dem Verlauf der klassischen Planung (grüne Kurve siehe Abbildung) überschreitet die Amplitude die rote Kurve. Die bildet einen sogenannten kritischen Bereich, da die Kostenbeeinflussungen durch Änderungen der Planung in späten Planungsphasen zu großen Kostenerhöhungen führen können. Durch die Genauigkeit von BIM-Planung in frühen Phasen kommen solche gravierenden Kostenbeeinflussungen in späten Phasen nicht mehr vor, sodass es zu keinem nicht eingeplanten Kostenanstieg kommt. Mittels BIM wird schon in der Entwurfsplanung ein hoher Detaillierungsgrad angewendet, was teilweise auch dazu verleitet schon zu viele Informationen entgegen den geforderten (siehe Leistungsphasen nach HOAI 2013, siehe Anlage) einzuarbeiten. Durch die frühzeitige Einarbeitung und Abstimmung der Information aller beteiligten Planer ist der Bearbeitungsstand in früheren Leistungsphasen qualitativ höher als bei der herkömmlichen Planung und dies durch nicht unbedingt mehr Aufwand. Desweiteren verringert BIM durch das digitale Arbeiten den Verlust von Daten. Die Informationen bleiben während aller Phasen eines Projekts, durch die Mehrfachverwendung und Einpflegung in BIM erhalten und können jeder Zeit zur Verfügung gestellt werden.

Die erhöhte Genauigkeit durch BIM resultiert auch aus der koordinierten Informationsablage über die BIM-Datenbank, auf diese kann jeder zugreifen und es wird meist gleich ins Modell eingearbeitet. Bei der klassischen Planung werden die Informationen vielleicht auf einem Server abgelegt und später verarbeitet oder im schlimmsten Fall gehen sie verloren. Jeder Planer hat eigene Informationen seine Fachrichtung betreffend, durch das sofortige Einarbeiten in sein eigenes Teilmodell bei BIM gehen diese Informationen nicht verloren und werden sofort verarbeitet und sind zusätzlich für den späteren Zugriff für alle Beteiligten noch auf der Datenbank zu finden. BIM koordiniert durch die einzelnen Verknüpfungen der Planer anhand der Modelle die Kommunikation und Informationsverarbeitung. Die ist in der klassischen Planungsmethode jedoch nicht der Fall, die einzelnen Planer sprechen unter sich über ihre Erkenntnisse oder Problemstellung, hierbei sind aber möglicherweise nicht alle im Bilde und einen Planer, den es ebenfalls betreffen könnte, erreichen diese Informationen nicht. In Sachen Kosten kommt die Genauigkeit durch BIM vor allem dadurch, dass die Mengen automatisch vom modellierten Gebäude übernommen werden. Diese werden dann in eine Software, z.B. iTWO, importiert und zu einem Leistungsverzeichnis, einer Kostenschätzung, Kostenberechnung etc. verarbeitet. In der klassischen Planung lauert die Ungenauigkeit beim Ablesen, Ermitteln der Mengen aus den unterschiedlichen Zeichnungen.

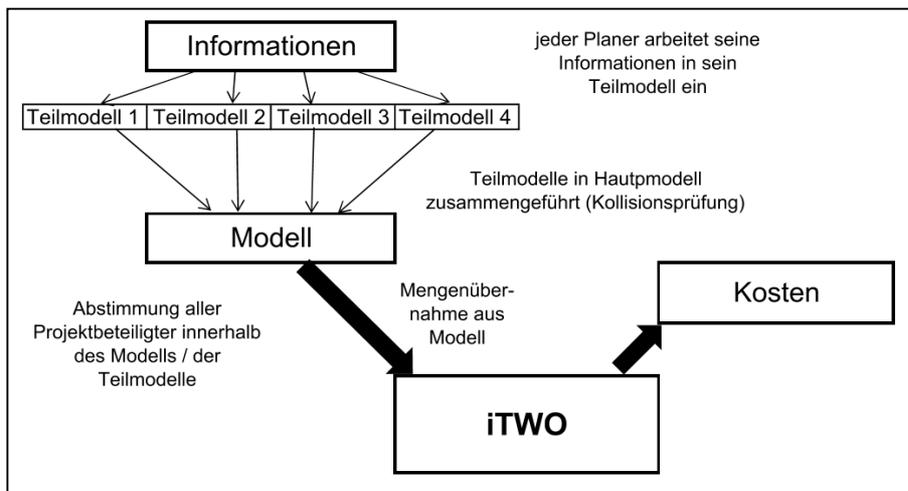


Abbildung 21.1 Koordinierung mit BIM

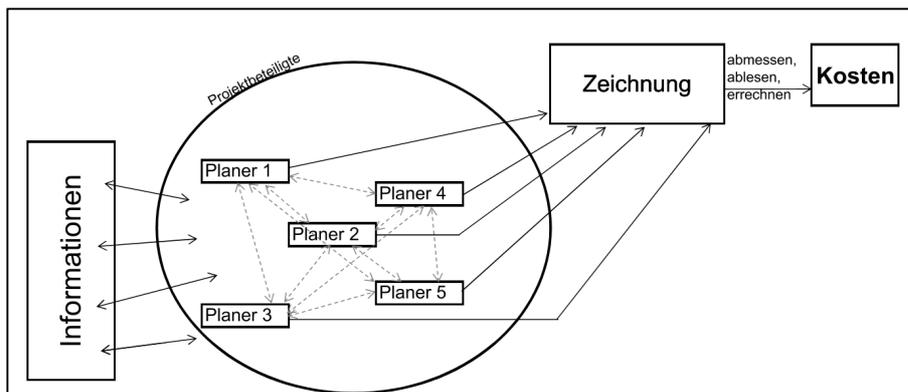


Abbildung 21.2 Koordinierung im klassischen Planungsprozess

4.2 Erhöhung der Kostensicherheit durch Schnelligkeit

Bei BIM werden eventuelle Fehler, welche durch die Verarbeitung vieler Informationen und Modelle auftreten können durch die Simulation und die Kollisionsprüfungen (siehe Kapitel 3.1) sichtbar und können behoben werden. Durch die vielen Simulationsmöglichkeiten von Building Information Modeling können beispielsweise auch Vorhersagen über die wahrscheinlichen Verhaltensweisen bestimmter Bauteile / Baustoffe dargestellt werden. Das bedeutet, es können schon frühzeitig Aussagen und Bewertungen über Leistungsfähigkeit bestimmter Funktionen oder Zustände getroffen werden. Dadurch können mehrere Varianten schnell entworfen / modelliert und abgeglichen werden. Die Entwicklung unterschiedlicher Varianten im klassischen Planungsprozess verlangt von den Planern durch neue Zeichnungen und danach folgende händige Kostenberechnungen viel mehr Zeit und Aufwand.

Die Schnelligkeit der Kostenermittlung entsteht bei BIM durch die automatische Mengenermittlung durch die Modelle. Diese Mengen werden, wie zuvor bereits beschrieben, in einer Software, z.B. iTWO, importiert und mit einigen Handgriffen des Planers zu einer Kostenschätzung, Kostenberechnung etc. verarbeitet. Dies wird auch in den Abbildungen 21.1 und 21.2 dargestellt. Natürlich bedarf es auch für diese Kostenermittlung noch Arbeiten zum Aufstellen der einzelnen Positionen und Leistungsbeschreibungen, jedoch kann hierfür das Modell, wenn Daten bauteilspezifisch hinterlegt / modelliert werden, eine große Hilfe darstellen. In der klassischen Planung ist die Kostenermittlung eine der Aufgaben, welche die meiste Zeit und den größten Aufwand erfordert, da hierfür alle Mengen händig durch Ablesen, Abmessen und Errechnen aus den unterschiedlichen Zeichnungen ermittelt werden müssen.

5. Ausblick für den Einsatz von Building Information Modeling im Bereich Kostenplanung und Kostensteuerung im Planungsprozess

„BIM – Planen und Bauen 4.0. Für uns ein absoluter Gewinn!“⁵³, dies ist das Fazit von Dipl.-Ing. Frank Nestler zu seinem Vortrag der 3. Leipziger BIM-Fachtagung in Leipzig. Dieser Meinung sind sehr viele in der Baubranche. In der Theorie ist BIM sicherlich ein großer Gewinn und Fortschritt für das Bauen und Planen. Theoretisch zeigen sich nur Vorteile auf, wie eine erhöhte Kosten- und Terminalsicherheit, eine verbesserte und effektivere Zusammenarbeit aller Beteiligten, eine verbesserte Planungs- und Ausführungsqualität etc. In der Praxis jedoch stellen sich einige Fragen zu dieser neuen, modellbasierenden Planungsmethode. Eine der obersten Frage ist, wie groß ist der Umstellungsaufwand, vor allem für Planungsbüros, welche bis jetzt nur mit 2D planen? Wie hoch ist der Aufwand für Schulungen der Mitarbeiter und wie lang dauert dieser, um effektiv BIM einsetzen zu können? Großunternehmen und Großbüros sehen den Investitionsbedarf vermutlich nicht so problematisch wie kleinere Büros, für welche dies eine tiefgründige Überlegung darstellt. Befragt man Büros zur Nutzung von BIM, wie es die Zeitschrift „TGA Fachplaner – Magazin für technische Gebäudeausrüstung“ getan hat, so stellt man fest, dass alle zunächst die Vorzüge von BIM schätzen. Wie bereits erwähnt sind das meist die Kostensicherheit, bessere Kommunikation und Mengenübernahmen in Berechnungsprogramme. Ein weiterer Vorteil wird immer wieder erwähnt, dies ist die Kollisionsprüfung. Diese verbessert aus Sicht der befragten Büros die Qualität deutlich. Natürlich wird auch der Zeitaufwand für die Einführung ein wichtiger Kritikpunkt oder besser ein Schwerpunkt im Thema BIM. Für Unternehmen, welche bereits in 3D gearbeitet haben, ist der Umstieg sicherlich nicht so aufwendig und kompliziert, wie für 2D-Planungsbüros. Für einige Unternehmen liegt das Problem noch in den IFC-Schnittstellen, da bei manchen Konvertierungen noch einige Nachbearbeitungen nötig werden. Auch das Mangeln an Material- und Profilkatalogen empfinden viele Planer als schwierig, eine herstellerübergreifende Datenbank mit entsprechend hinterlegten Attributen wäre hilfreich und ist nach Informationen auch schon in Arbeit. Die größten Unklarheiten bestehen im Bezug auf BIM im Bereich der Haftung und Honorierung der Leistungen. Dazu gibt es noch keinerlei Regelung. Wer übernimmt die Kosten des Mehraufwandes? Wer ist rechtlich haftbar für Modelländerungen? All diese Fragen müssen nun für eine zukünftige Forderung des BIM-Einsatzes zusätzlich geklärt werden.

⁵³ NESTLER, 2017, Vortragbild S. 18

Ein Zusammenschluss aus in der Baubranche tätigen Personen (Architekten, Planer etc.) hat die „planen-bauen 4.0 – Gesellschaft zur Digitalisierung des Planens, Bauens und Betreibens mbH“ gegründet. „Diese haben sich zum Ziel gesetzt BIM-Standards zu vereinheitlichen, Lücken im Bereich der Forschung zu schließen und Hilfestellungen zur Marktimplementierung zu leisten.“⁵⁴

Gefahren bestehen bei BIM außerdem darin, zu früh zu viel zu erwarten. Es könnte passieren, dass schon im frühen Planungsprozess erwartet wird alle Informationen zu besitzen und alle Fragen beantwortet zu haben, vor allem in Bezug auf die kostenrelevanten Informationen. Dies könnte zu einer sogenannten „Scheingenauigkeit“⁵⁵ führen, was sozusagen die Genauigkeit des Planungsstandes missdeutet.

Oftmals wird gesagt, auch der Vorentwurf mit Building Information Modeling hat bereits eine hohe Kostengenauigkeit, m. E. ist diese Aussage gewagt, denn auf Grund der in dieser Phase vorliegenden Informationen kann es noch zu keiner allzu hohen Kostensicherheit gekommen sein. Der Begriff „Entwurf“ besagt, dass etwas noch nicht ausgereift und fertig durchgeplant ist. Somit kann auch kein komplettes Durchplanen der Kosten in dieser Phase erwartet werden. Sicherlich ist eine höhere Genauigkeit im Vergleich zur Entwurfsphase in der klassischen Planung da, denn aufgrund der genaueren Mengen bildet sich ein Vorteil. Man sollte beachten, dass zu Beginn der Planung, z.B. der Vor- und Entwurfsplanung (LPH 2 und LPH 3) noch nicht alle Informationen vorliegen können, da sich vieles erst im Voranschreiten noch ergibt und auch noch viele Fragen in dieser Zeit auftreten werden, welche zu neuen Erkenntnissen und Modellanpassungen führen werden. Aus diesem Grund kann man von einer hohen Kostensicherheit erst in den späten Leistungsphasen (vor Ausführung) sprechen. Vor allem für den Auftraggeber bedeutet das eine große Zurückhaltung des Umsetzungsdranges, da dennoch der Planungsprozess nach den Leistungsbildern der HOAI (siehe Anlage) verläuft und nicht in der Vorplanung eine detaillierte Ausführungsplanung erwartet werden kann.

Die Einführung von iTWO zur Erweiterung der BIM-Fähigkeit ist ein Schritt in die richtige Richtung. Man sollte jedoch den erforderlichen Schulungsbedarf und den daraus resultierenden Aufwand und die Investitionskosten bedenken. Ohne eine Schulung wird niemals das möglich sein, was diese Software alles bietet. Nach Erfahrungsberichten von Wolff&Müller GmbH ist es bei der effizienten Nutzung möglich, den Zeitbedarf für den Prozess der Kostenermittlung zu reduzieren: „Mit iTWO haben wir sehr schnell unsere Projektdurchlaufzeiten verkürzt, sodass wir zu diesem frühen Zeitpunkt schon erste Erfolge verzeichnen können. Bei Rohbaumaßnahmen haben wir die Massenermittlung durch die digitale Arbeitsweise um rund 50 Prozent beschleunigt.“⁵⁶

⁵⁴ Vgl. online: ARCHmatic, 2015, (04.08.2017)

⁵⁵ Online: ZOEPFRITZ, 2014, (03.08.2017)

⁵⁶ Vgl. online: RIB Software GmbH, (04.08.2017)

Die Herausforderungen in Sachen Terminhaltung und Kostensicherheit bei einem Bauprojekt könnten jedoch noch verschärft werden. Hierzu führen Gründe, welche nicht vorhersehbar und standardisierbar sind, beispielsweise Schwankungen bei den Materialkosten, Arbeitsmarktprobleme und –schwankungen, aber auch Einschränkungen in Sachen Logistik. Um diese unvorhersehbaren Einflüsse abzufangen, ist ein Zugriff auf Informationen in Echtzeit eine große Unterstützung. Eine ständige Aktualisierung und Datenauswertungen, welche sowohl jede Planungs-, Terminierungsphase, also auch Kostenprozesse beinhalten, ermöglichen die zeitnahe Reaktion und eventuelle Kompromisslösung zu finden, um dennoch Termin- und Budgettreu zu bleiben.

Literaturverzeichnis

Bücher:

1. GIRMSCHEID, Gerhard: Projektentwicklung in der Bauwirtschaft – prozessorientiert. 5. Aufl. Berlin, 2016
2. KALUSCHE, Wolfdietrich: Projektmanagement für Bauherren und Planer. 3., überarb. Aufl. München, 2012
3. MÖLLER, Dietrich-Alexander / KALUSCHE, Dr.-Ing. Wolfdietrich: Planungs- und Bauökonomie – Band 2: Grundlagen der wirtschaftlichen Bauausführung. 5., überarb. Aufl. München, 2008
4. MÖLLER, Dietrich-Alexander / KALUSCHE, Dr.-Ing. Wolfdietrich: Übungsbuch zur Planungs- und Bauökonomie. 5., überarb. Aufl. München, 2009
5. MÖLLER, Dietrich-Alexander: Planungs- und Bauökonomie – Band 1: Grundlagen der wirtschaftlichen Bauplanung. 5., überarb. Aufl. München, 2007
6. SEIFERT, Werner / PREUSSER, Mathias: Baukostenplanung. 3. Aufl. Köln, 2009
7. SIEMON, Klaus D.: Baukosten bei Neu- und Umbauten (Planung und Steuerung). 4., überarb. Aufl. Wiesbaden, 2009
8. SOMMER, Hans: Projektmanagement im Hochbau mit BIM und Lean Management. 4. Aufl. Berlin Heidelberg, 2014

Dokumente / Berichte / Zeitschriften (teils online):

9. AHMAD, Abrar: Implementierung der BIM-Methode aus Sicht des Projektmanagements : Bachelorthesis, Technische Universität München, 29.03.2016
10. Architektenkammer Nordrhein-Westfalen; Praxishinweis Neue HOAI 2013 - Gebäude und Innenräume, Düsseldorf, 2013
11. BEHANECK, Marian: Building Information Modeling konkret - Fachplaner berichten aus ihrer BIM-Praxis. IN: TGA Fachplaner – Magazin für technische Gebäudeausrüstung, Ausgabe 04-2015
12. C&E Consulting und Engineering GmbH; unterschiedliche Dokumente, Chemnitz, 2006 - 2017
13. IAI – Industriallianz für Interoperabilität e.V.; Anwenderhandbuch Datenaustausch BIM/IFC; München, 2006
14. LIEBSCH, Peter: Building Information Modeling: So verändert BIM die Prozesse. IN: immobilienmanager, 13.02.2017
15. OTTE, Martin; SCHEIBNER, Reiner: Firmenpräsentation Folie 19 – frühzeitige Kostensicherheit durch BIM, 02.04.2014
16. RIB Software GmbH; (Broschüre) iTWO „5D-Unternehmenslösung für Integrales Planen und Bauen – Referenzen“; 2017
17. RIB Software GmbH; (Broschüre) iTWO „5D-Unternehmenslösung für Integrales Planen und Bauen“; 2017
18. RIB Software GmbH, (Broschüre) „iTWO für AVA, Planung, Kostenmanagement – Modellbasierte Projektsteuerung“, 2017
19. Richter-Projekt (Projektmanagement im Bauwesen), Ausführungsorientierte Kostengruppengliederung der DIN 276-1/12-2008, Braunschweig, 2013
IN: http://www.richter-projekt.de/upload/pdf_1385105753-r-pKostengruppen_DIN-276_HOAI-2013.pdf (18.07.2017)

-
20. SCHILLER, Klaus: Webbasierte integrierte Daten für „BIM-Level 3“, 02.06.2014
IN: <http://www.schillerblog.de/Default.aspx?TopicId=b76aeb33-994a-4937-9c5c-c37deb290003> (24.07.2017)
 21. SCHILLER, Klaus: Kostenberechnung gewinnt mit der Neufassung der HOAI 2009 an Bedeutung, 03.08.2009
IN: <http://www.schillerblog.de/Default.aspx?TopicId=bf46a4b6-981e-4367-92ac-9a47cbcf7216>
 22. SCHILLER, Klaus: Vortrag BIM-Kongress „Webbasierte integrierte Daten für BIM-Level 3“, 30.04.2014 IN: <https://www.bauprofessor.de/News/aba0b5b5-ef56-4908-835c-2462ab1f9050> (24.07.2017)
 23. SCHOOF, Jakob: BIM in der Architektur: Verweigern oder durchstarten? IN: DETAIL – Zeitschrift für Architektur und Baudetail, 09.12.2014

Lehrgangsunterlagen:

24. OLTMANN, Hans-Georg; VOSNIDIS, Sokratis; NESTLER, Frank: Building Information Modeling in Planung und Ausführung. - 3. Leipziger BIM-Fachtagung, 26.04.2017
25. WELLER, Steffen RIB Deutschland GmbH: Schnupperkurs iTWO 5D Technology, 06.04.2017

Gesetzestexte/Verordnungen:

26. DIN Deutsches Institut für Normungen [Hrsg.]: Kosten im Bauwesen: DIN 276-1:2008-12
27. DIN Deutsches Institut für Normungen [Hrsg.]: Kosten im Bauwesen: Entwurf neue Fassung DIN 276: E DIN 276:2017-07
28. HOAI - Honorarordnung für Architekten und Ingenieure i.d.F. vom 10.07.2013, Köln, 2013

Online-Quellen:

29. ARCHmatic - Alfons Oebbeke, IN: <http://www.baulinks.de/bausoftware/2015/0013.php4> (04.08.2017)
30. Autodesk GmbH / Revit, IN: <https://www.autodesk.de/products/revit-family/overview> (26.07.2017)
31. BIM-Blog, Glossar IN: <http://www.bim-blog.de/Glossar/> (11.07.2017)
32. BKI - Baukosteninformationszentrum Deutscher Architektenkammern GmbH;
IN: <http://www.bki.de/kostenplanung.html> (14.07.2017)
33. BMVI - Stufenplan Digitales Planen und Bauen; (Stufenplan BMVI 15-12-2015) In: https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/DG/stufenplan-digitales-bauen.pdf?__blob=publicationFile (10.07.2017)
34. BMVI-Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (Pressemitteilungen) IN: <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Pressemitteilungen/2015/152-dobrindt-stufenplan-bim.html> (10.07.2017)
35. C&E CONSULTING UND ENGINEERING GmbH Unternehmen
IN: <http://www.cue-chemnitz.de/unternehmen.html> (24.04.2017)
36. f:data GmbH – bauprofessor.de
IN: <https://www.bauprofessor.de/Kostenanschlag/f589f64c-b2d8-49dd-a2e3-116d1d60e586> (17.07.2017)
37. HOCHTIEF ViCon GmbH
IN: <http://www.hochtief-vicon.de/vicon/BIM-Welt/Fuenf-BIM-Elemente-43.jhtml> (12.07.2017)

-
38. RIB-Software SE In: <http://www.rib-software.com/de/landingpage/rib-itwo.html>
(10.-12.07.2017)
 39. RIB-Software SE
In: <https://www.rib-software.com/de/loesungen/architektur-und-bauplanung/arriba-ava.html>
(10.07.2017)
 40. RIB-Software SE
IN: <http://www.rib-software.com/de/ueber-rib/transparent-das-magazin/transparent-37/itwo-im-mittelstand.html> (04.08.2017)
 41. ZOEPFRITZ, Sebastian : Wir könnten es auch positiv sehen - Chancen und Risiken vom Building Information Modeling
IN: <https://www.akbw.de/berufspolitik/digitales-planen-und-bauen-bim/bim-chancen-und-risiken.html> (03.08.2017)

Anlagenverzeichnis

Anlage 1: "Leistungsbild Gebäude und Innenräume - Anlage 10 aus HOAI 2013" ...65

Anlage:

Anlage 1: "Leistungsbild Gebäude und Innenräume - Anlage 10 aus HOAI 2013"

Anlage 10 (zu § 34 Absatz 1, § 35 Absatz 6)

Anlage 10 (zu § 34 Absatz 1, § 35 Absatz 6)

Grundleistungen im Leistungsbild Gebäude und Innenräume, Besondere Leistungen, Objektlisten

10.1 Leistungsbild Gebäude und Innenräume

Grundleistungen	Besondere Leistungen
LPH 1 Grundlagenermittlung	
a) Klären der Aufgabenstellung auf Grundlage der Vorgaben oder der Bedarfsplanung des Auftraggebers b) Ortsbesichtigung c) Beraten zum gesamten Leistungs- und Untersuchungsbedarf d) Formulieren der Entscheidungshilfen für die Auswahl anderer an der Planung fachlich Beteiligter e) Zusammenfassen, Erläutern und Dokumentieren der Ergebnisse	– Bedarfsplanung – Bedarfsermittlung – Aufstellen eines Funktionsprogramms – Aufstellen eines Raumprogramms – Standortanalyse – Mitwirken bei Grundstücks- und Objekt-auswahl, -beschaffung und -übertragung – Beschaffen von Unterlagen, die für das Vorhaben erheblich sind – Bestandsaufnahme – technische Substanzerkundung – Betriebsplanung – Prüfen der Umwelterheblichkeit – Prüfen der Umweltverträglichkeit – Machbarkeitsstudie – Wirtschaftlichkeitsuntersuchung – Projektstrukturplanung – Zusammenstellen der Anforderungen aus Zertifizierungssystemen – Verfahrensbetreuung, Mitwirken bei der Vergabe von Planungs- und Gutachterleistungen
LPH 2 Vorplanung (Projekt- und Planungsvorbereitung)	
a) Analysieren der Grundlagen, Abstimmen der Leistungen mit den fachlich an der Planung Beteiligten b) Abstimmen der Zielvorstellungen, Hinweisen auf Zielkonflikte c) Erarbeiten der Vorplanung, Untersuchen, Darstellen und Bewerten von Varianten nach gleichen Anforderungen, Zeichnungen im Maßstab nach Art und Größe des Objekts d) Klären und Erläutern der wesentlichen Zusammenhänge, Vorgaben und Bedingungen (zum Beispiel städtebauliche, gestalterische, funktionale, technische, wirtschaftliche, ökologische, bauphysikalische, energiewirtschaftliche, soziale, öffentlich-rechtliche)	– Aufstellen eines Katalogs für die Planung und Abwicklung der Programmziele – Untersuchen alternativer Lösungsansätze nach verschiedenen Anforderungen einschließlich Kostenbewertung – Beachten der Anforderungen des vereinbarten Zertifizierungssystems – Durchführen des Zertifizierungssystems – Ergänzen der Vorplanungsunterlagen auf Grund besonderer Anforderungen – Aufstellen eines Finanzierungsplanes – Mitwirken bei der Kredit- und Fördermittelbeschaffung – Durchführen von Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen

Anlage 10 (zu § 34 Absatz 1, § 35 Absatz 6)

Grundleistungen	Besondere Leistungen
<p>e) Bereitstellen der Arbeitsergebnisse als Grundlage für die anderen an der Planung fachlich Beteiligten sowie Koordination und Integration von deren Leistungen</p> <p>f) Vorverhandlungen über die Genehmigungsfähigkeit</p> <p>g) Kostenschätzung nach DIN 276, Vergleich mit den finanziellen Rahmenbedingungen</p> <p>h) Erstellen eines Terminplans mit den wesentlichen Vorgängen des Planungs- und Bauablaufs</p> <p>i) Zusammenfassen, Erläutern und Dokumentieren der Ergebnisse</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Durchführen der Voranfrage (Bauanfrage) – Anfertigen von besonderen Präsentationshilfen, die für die Klärung im Vorentwurfsprozess nicht notwendig sind, zum Beispiel <ul style="list-style-type: none"> – Präsentationsmodelle – Perspektivische Darstellungen – Bewegte Darstellung/Animation – Farb- und Materialcollagen – digitales Geländemodell – 3-D oder 4-D Gebäudemodellbearbeitung (Building Information Modelling BIM) – Aufstellen einer vertieften Kostenschätzung nach Positionen einzelner Gewerke – Fortschreiben des Projektstrukturplanes – Aufstellen von Raumbüchern – Erarbeiten und Erstellen von besonderen bauordnungsrechtlichen Nachweisen für den vorbeugenden und organisatorischen Brandschutz bei baulichen Anlagen besonderer Art und Nutzung, Bestandsbauten oder im Falle von Abweichungen von der Bauordnung
LPH 3 Entwurfsplanung (System- u. Integrationsplanung)	
<p>a) Erarbeiten der Entwurfsplanung, unter weiterer Berücksichtigung der wesentlichen Zusammenhänge, Vorgaben und Bedingungen (zum Beispiel städtebauliche, gestalterische, funktionale, technische, wirtschaftliche, ökologische, soziale, öffentlich-rechtliche) auf der Grundlage der Vorplanung und als Grundlage für die weiteren Leistungsphasen und die erforderlichen öffentlich-rechtlichen Genehmigungen unter Verwendung der Beiträge anderer an der Planung fachlich Beteiligter. Zeichnungen nach Art und Größe des Objekts im erforderlichen Umfang und Detaillierungsgrad unter Berücksichtigung aller fachspezifischen Anforderungen, zum Beispiel bei Gebäuden im Maßstab 1:100, zum Beispiel bei Innenräumen im Maßstab 1:50 bis 1:20</p> <p>b) Bereitstellen der Arbeitsergebnisse als Grundlage für die anderen an der Planung fachlich Beteiligten sowie Koordination und Integration von deren Leistungen</p> <p>c) Objektbeschreibung</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Analyse der Alternativen/Varianten und deren Wertung mit Kostenuntersuchung (Optimierung) – Wirtschaftlichkeitsberechnung – Aufstellen und Fortschreiben einer vertieften Kostenberechnung – Fortschreiben von Raumbüchern

Anlage 10 (zu § 34 Absatz 1, § 35 Absatz 6)

Grundleistungen	Besondere Leistungen
<p>d) Verhandlungen über die Genehmigungsfähigkeit</p> <p>e) Kostenberechnung nach DIN 276 und Vergleich mit der Kostenschätzung</p> <p>f) Fortschreiben des Terminplans</p> <p>g) Zusammenfassen, Erläutern und Dokumentieren der Ergebnisse</p>	
LPH 4 Genehmigungsplanung	
<p>a) Erarbeiten und Zusammenstellen der Vorlagen und Nachweise für öffentlich-rechtliche Genehmigungen oder Zustimmungen einschließlich der Anträge auf Ausnahmen und Befreiungen, sowie notwendiger Verhandlungen mit Behörden unter Verwendung der Beiträge anderer an der Planung fachlich Beteiligter</p> <p>b) Einreichen der Vorlagen</p> <p>c) Ergänzen und Anpassen der Planungsunterlagen, Beschreibungen und Berechnungen</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Mitwirken bei der Beschaffung der nachbarlichen Zustimmung – Nachweise, insbesondere technischer, konstruktiver und bauphysikalischer Art, für die Erlangung behördlicher Zustimmungen im Einzelfall – Fachliche und organisatorische Unterstützung des Bauherrn im Widerspruchsverfahren, Klageverfahren oder ähnlichen Verfahren
LPH 5 Ausführungsplanung	
<p>a) Erarbeiten der Ausführungsplanung mit allen für die Ausführung notwendigen Einzelangaben (zeichnerisch und textlich) auf der Grundlage der Entwurfs- und Genehmigungsplanung bis zur ausführungsfähigen Lösung, als Grundlage für die weiteren Leistungsphasen</p> <p>b) Ausführungs-, Detail- und Konstruktionszeichnungen nach Art und Größe des Objekts im erforderlichen Umfang und Detaillierungsgrad unter Berücksichtigung aller fachspezifischen Anforderungen, zum Beispiel bei Gebäuden im Maßstab 1:50 bis 1:1, zum Beispiel bei Innenräumen im Maßstab 1:20 bis 1:1</p> <p>c) Bereitstellen der Arbeitsergebnisse als Grundlage für die anderen an der Planung fachlich Beteiligten, sowie Koordination und Integration von deren Leistungen</p> <p>d) Fortschreiben des Terminplans</p> <p>e) Fortschreiben der Ausführungsplanung auf Grund der gewerkeorientierten Bearbeitung während der Objektausführung</p> <p>f) Überprüfen erforderlicher Montagepläne der vom Objektplaner geplanten Baukonstruktionen und baukonstruktiven Einbauten auf Übereinstimmung mit der Ausführungsplanung</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Aufstellen einer detaillierten Objektbeschreibung als Grundlage der Leistungsbeschreibung mit Leistungsprogramm^{*)} – Prüfen der vom bauausführenden Unternehmen auf Grund der Leistungsbeschreibung mit Leistungsprogramm ausgearbeiteten Ausführungspläne auf Übereinstimmung mit der Entwurfsplanung^{*)} – Fortschreiben von Raumbüchern in detaillierter Form – Mitwirken beim Anlagenkennzeichnungssystem (AKS) – Prüfen und Anerkennen von Plänen Dritter, nicht an der Planung fachlich Beteiligter auf Übereinstimmung mit den Ausführungsplänen (zum Beispiel Werkstattzeichnungen von Unternehmen, Aufstellungs- und Fundamentpläne nutzungsspezifischer oder betriebstechnischer Anlagen), soweit die Leistungen Anlagen betreffen, die in den anrechenbaren Kosten nicht erfasst sind <p>^{*)} Diese Besondere Leistung wird bei Leistungsbeschreibung mit Leistungsprogramm ganz oder teilweise Grundleistung. In diesem Fall entfallen die entsprechenden Grundleistungen dieser Leistungsphase.</p>

Anlage 10 (zu § 34 Absatz 1, § 35 Absatz 6)

Grundleistungen	Besondere Leistungen
LPH 6 Vorbereitung der Vergabe	
<ul style="list-style-type: none"> a) Aufstellen eines Vergabeterminplans b) Aufstellen von Leistungsbeschreibungen mit Leistungsverzeichnissen nach Leistungsbereichen, Ermitteln und Zusammenstellen von Mengen auf der Grundlage der Ausführungsplanung unter Verwendung der Beiträge anderer an der Planung fachlich Beteiligter c) Abstimmen und Koordinieren der Schnittstellen zu den Leistungsbeschreibungen der an der Planung fachlich Beteiligten d) Ermitteln der Kosten auf der Grundlage vom Planer bepreister Leistungsverzeichnisse e) Kostenkontrolle durch Vergleich der vom Planer bepreisten Leistungsverzeichnisse mit der Kostenberechnung f) Zusammenstellen der Vergabeunterlagen für alle Leistungsbereiche 	<ul style="list-style-type: none"> – Aufstellen der Leistungsbeschreibungen mit Leistungsprogramm auf der Grundlage der detaillierten Objektbeschreibung^{*)} – Aufstellen von alternativen Leistungsbeschreibungen für geschlossene Leistungsbereiche – Aufstellen von vergleichenden Kostenübersichten unter Auswertung der Beiträge anderer an der Planung fachlich Beteiligter <p><small>*) Diese Besondere Leistung wird bei einer Leistungsbeschreibung mit Leistungsprogramm ganz oder teilweise zur Grundleistung. In diesem Fall entfallen die entsprechenden Grundleistungen dieser Leistungsphase.</small></p>
LPH 7 Mitwirkung bei der Vergabe	
<ul style="list-style-type: none"> a) Koordinieren der Vergaben der Fachplaner b) Einholen von Angeboten c) Prüfen und Werten der Angebote einschließlich Aufstellen eines Preisspiegels nach Einzelpositionen oder Teilleistungen, Prüfen und Werten der Angebote zusätzlicher und geänderter Leistungen der ausführenden Unternehmen und der Angemessenheit der Preise d) Führen von Bietergesprächen e) Erstellen der Vergabevorschläge, Dokumentation des Vergabeverfahrens f) Zusammenstellen der Vertragsunterlagen für alle Leistungsbereiche g) Vergleichen der Ausschreibungsergebnisse mit den vom Planer bepreisten Leistungsverzeichnissen oder der Kostenberechnung h) Mitwirken bei der Auftragserteilung 	<ul style="list-style-type: none"> – Prüfen und Werten von Nebenangeboten mit Auswirkungen auf die abgestimmte Planung – Mitwirken bei der Mittelabflussplanung – Fachliche Vorbereitung und Mitwirken bei Nachprüfungsverfahren – Mitwirken bei der Prüfung von wirtschaftlich begründeten Nachtragsangeboten – Prüfen und Werten der Angebote aus Leistungsbeschreibung mit Leistungsprogramm einschließlich Preisspiegel^{*)} – Aufstellen, Prüfen und Werten von Preisspiegeln nach besonderen Anforderungen <p><small>*) Diese Besondere Leistung wird bei Leistungsbeschreibung mit Leistungsprogramm ganz oder teilweise Grundleistung. In diesem Fall entfallen die entsprechenden Grundleistungen dieser Leistungsphase.</small></p>
LPH 8 Objektüberwachung (Bauüberwachung) und Dokumentation	
<ul style="list-style-type: none"> a) Überwachen der Ausführung des Objektes auf Übereinstimmung mit der öffentlich-rechtlichen Genehmigung oder Zustimmung, den Verträgen mit ausführenden Unternehmen, den Ausführungsunterlagen, den einschlägigen Vor- 	<ul style="list-style-type: none"> – Aufstellen, Überwachen und Fortschreiben eines Zahlungsplanes – Aufstellen, Überwachen und Fortschreiben von differenzierten Zeit-, Kosten- oder Kapazitätsplänen

Anlage 10 (zu § 34 Absatz 1, § 35 Absatz 6)

Grundleistungen	Besondere Leistungen
<p>schriften sowie mit den allgemein anerkannten Regeln der Technik</p> <p>b) Überwachen der Ausführung von Tragwerken mit sehr geringen und geringen Planungsanforderungen auf Übereinstimmung mit dem Standsicherheitsnachweis</p> <p>c) Koordinieren der an der Objektüberwachung fachlich Beteiligten</p> <p>d) Aufstellen, Fortschreiben und Überwachen eines Terminplans (Balkendiagramm)</p> <p>e) Dokumentation des Bauablaufs (zum Beispiel Bautagebuch)</p> <p>f) Gemeinsames Aufmaß mit den ausführenden Unternehmen</p> <p>g) Rechnungsprüfung einschließlich Prüfen der Aufmäße der bauausführenden Unternehmen</p> <p>h) Vergleich der Ergebnisse der Rechnungsprüfungen mit den Auftragssummen einschließlich Nachträgen</p> <p>i) Kostenkontrolle durch Überprüfen der Leistungsabrechnung der bauausführenden Unternehmen im Vergleich zu den Vertragspreisen</p> <p>j) Kostenfeststellung, zum Beispiel nach DIN 276</p> <p>k) Organisation der Abnahme der Bauleistungen unter Mitwirkung anderer an der Planung und Objektüberwachung fachlich Beteiligter, Feststellung von Mängeln, Abnahmeempfehlung für den Auftraggeber</p> <p>l) Antrag auf öffentlich-rechtliche Abnahmen und Teilnahme daran</p> <p>m) Systematische Zusammenstellung der Dokumentation, zeichnerischen Darstellungen und rechnerischen Ergebnisse des Objekts</p> <p>n) Übergabe des Objekts</p> <p>o) Auflisten der Verjährungsfristen für Mängelansprüche</p> <p>p) Überwachen der Beseitigung der bei der Abnahme festgestellten Mängel</p>	<p>– Tätigkeit als verantwortlicher Bauleiter, soweit diese Tätigkeit nach jeweiligem Landesrecht über die Grundleistungen der LPH 8 hinausgeht</p>
LPH 9 Objektbetreuung	
<p>a) Fachliche Bewertung der innerhalb der Verjährungsfristen für Gewährleistungsansprüche festgestellten Mängel, längstens jedoch bis zum Ablauf von fünf Jahren seit Abnahme der Leistung, einschließlich notwendiger Begehungen</p>	<p>– Überwachen der Mängelbeseitigung innerhalb der Verjährungsfrist</p> <p>– Erstellen einer Gebäudebestandsdokumentation,</p> <p>– Aufstellen von Ausrüstungs- und Inventarverzeichnissen</p>

Ehrenwörtliche Erklärung

"Ich erkläre hiermit ehrenwörtlich",

1. dass ich meine Diplomarbeit mit dem Thema

„Studie zur Qualifizierung der Kostenplanung und Kostensteuerung im BIM-geprägten Planungsprozess.“

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 Diplomarbeit bei keiner anderen Prüfung vorgelegt habe.

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

Hartenstein, 17.08.2017

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 hiermit 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:	Neubert
Vorname:	Jacqueline
Matrikelnummer:	4001873
Studiengang:	Bauingenieurwesen – HB14
Titel der Arbeit:	Studie zur Qualifizierung der Kostenplanung und Kostensteuerung im BIM-geprägten Planungsprozess.
Datum:	17.08.2017
Unterschrift:	