

Master's Thesis

## **BIM2COST**

Submitted in satisfaction of the requirements for the degree of  
Diplom-Ingenieur / Diplom-Ingenieurin  
of the TU Wien, Faculty of Civil Engineering

---

DIPLOMARBEIT

## **BIM2COST**

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades eines / einer  
Diplom-Ingenieurs/ Diplom-Ingenieurin  
eingereicht an der Technischen Universität Wien, Fakultät für Bauingenieurwesen

von

**Raoul Ellmer**

Matr.Nr.: 01126401

unter der Anleitung von

Univ.Prof.in Dipl.-Ing. Dr.in techn. **Iva Kovacic**  
Mag.rer.soc.oec. Dr.rer.soc.oec **Marijana Sreckovic**

E210-01 Institut für Hoch- und Industriebau  
Forschungsbereich Integrale Bauplanung und Industriebau  
Technische Universität Wien,  
Karlsplatz 13/210, A-1040 Wien

Wien, im März 2023

---

## Abstract

The BIM technology is not yet used to its full potential in the planning of construction costs. The lack of national and/or global object libraries and (modelling) standards and software incompatibility remain problems. BIM models need to be information rich with comprehensive and accurate data to take advantage of the benefits the model can offer. The different problem-solving approaches taken in the construction industry have made it difficult to capitalize on the significant benefits of a coordinated approach based on trust, communication and commitment.

As part of this diploma thesis, an in-depth single case study was carried out using ATP architekten ingenieure. By studying the company's internal templates, documents, software tools and knowledge databases, as well as by observing, questioning and feedback from colleagues as part of an internship, the cost planning processes were compiled in the integral planning with BIM. Process weaknesses in the areas of workflows and project participants, software and surveying the costs of non-modeled elements were presented and optimization potentials derived from them. By pointing out possible improvements but also recurring problems, the basis for the automated and model-based cost determination is created for a larger proportion of all elements.

## Kurzfassung

Die BIM-Technologie wird in der Baukostenplanung noch nicht in ihrem vollen Potential ausgenutzt. Das Fehlen nationaler und/oder globaler Objektbibliotheken und (Modellierungs-)Standards und die Software-Inkompatibilität stellen nach wie vor Probleme dar. BIM-Modelle müssen reich an Informationen mit umfassenden und genauen Daten sein, um die Vorteile, die das Modell bieten kann, voll auszuschöpfen. Die unterschiedlichen Problemlösungsansätze, die in der Baubranche verfolgt werden, haben es schwierig gemacht die erheblichen Vorteile eines koordinierten Ansatzes zu nutzen, der auf Vertrauen, Kommunikation und Engagement basiert.

Im Rahmen dieser Diplomarbeit wurde eine In-depth Single Case Study anhand von ATP architekten ingenieure durchgeführt. Durch Studium der unternehmensinternen Vorlagen, Dokumente, Software Tools und Wissensdatenbanken, sowie durch Beobachtung, Befragung und Feedback von Kollegen im Rahmen eines Praktikums wurden die Kostenplanungsprozesse in der integralen Planung mit BIM erarbeitet. Prozessschwachstellen zu den Schwerpunkten Workflows und Projektbeteiligte, Software und Erfassung der Kosten von nicht modellierten Elementen wurden dargestellt und daraus folgend Optimierungspotentiale abgeleitet. Indem auf mögliche Verbesserungen aber auch wiederkehrende Probleme hingewiesen wird, wird die Grundlage für die mögliche automatisierte und modellbasierte Kostenermittlung für einen größeren Anteil aller Elemente geschaffen.

## Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Bedeutung
ARCH	Fachbereich Architektur
ATP	ATP architekten ingenieure ATP Wien Planungs GmbH
AVA	Fachbereich Ausschreibung, Vergabe und Abrechnung
BGF	Brutto-Grundfläche
BIM	Building Information Modeling
BIM Mgr	BIM-Manager eines Standortes
BIM MV	BIM-Modellverantwortlicher des Bauprojektes
BRI	Brutto-Rauminhalt
ELT	Fachbereich Elektrotechnik
GPL	Gesamtprojektleiter eines Bauprojektes
GRL	Gruppenleiter eines Fachbereiches eines Standortes
HKLS	Fachbereich Heizung, Klima, Lüftung, Sanitär
LB-HB-022	Leistungsbeschreibung Hochbau, Version 022, 2021
LB-HT-013	Leistungsbeschreibung Haustechnik, Version 013, 2021
LM.VM 2014	Leistungs- und Vergütungsmodelle 2014
LPH	Leistungsphase
LV	Leistungsverzeichnis
NGF	Netto-Grundfläche
ÖBA	Örtliche Bauaufsicht
PL	Projektleiter eines Fachbereiches eines Bauprojektes
PPH	Projektphase
PSI	Projekt Support Intern
QM	Qualitätsmanagement
QTO	Quantity Take-Off (Mengenermittlung)
TGA	Technische Gebäudeausrüstung (HKLS + ELT)
TWP	Fachbereich Tragwerksplanung

## Inhaltsverzeichnis

Abstract .....	2
Kurzfassung .....	2
Abkürzungsverzeichnis .....	3
Inhaltsverzeichnis .....	4
1 Einleitung und Problemstellung .....	6
1.1 Forschungsziel, Forschungsfragen und Forschungsdesign.....	6
2 Forschungsstand und Theorie .....	7
2.1 Erfassung der Kosten im Bauwesen .....	7
2.2 Verbindung von BIM und Kosten .....	15
2.2.1 Kostenberechnungstools.....	20
2.2.2 Kostenermittlungen mit BIM.....	20
3 Methodik und Vorgehensweise .....	22
3.1 Forschungsmethode & Untersuchungsdesign .....	22
3.1.1 Beschreibung und Begründung der Methodenwahl .....	22
3.1.2 Beschreibung des Untersuchungsgegenstandes und der Erhebungsinstrumente .....	22
4 Fallbeispiel und empirische Datenanalyse .....	24
4.1 Organigramm und Aufgaben der Projektbeteiligten.....	24
4.1.1 Organigramm.....	24
4.1.2 BIM-Modellverantwortlicher (BIM-MV).....	24
4.1.3 BIM Manager (BIM-Mgr) .....	25
4.1.4 Gesamtprojektleiter (GPL).....	25
4.1.5 Project Support Intern (PSI).....	25
4.1.6 Revit-Superuser .....	26
4.1.7 Fachbereiche .....	26
4.2 Prozessbild Gesamtplanung und Workflows der Leistungsphasen.....	27
4.2.1 Leistungsphase 1: Grundlagenermittlung .....	29
4.2.2 Leistungsphase 2: Vorplanung.....	31
4.2.3 Leistungsphase 3: Entwurfsplanung.....	34
4.2.4 Leistungsphase 4: Genehmigungsplanung .....	36
4.2.5 Leistungsphase 5: Ausführungsplanung.....	38
4.3 Workflows der leistungsphasenspezifischen Kostenermittlungen .....	40
4.3.1 Kostenrahmen (Leistungsphase 1: Grundlagenermittlung) .....	40
4.3.2 Kostenschätzung (Leistungsphase 2: Vorplanung).....	44

4.3.3	Kostenberechnung (Leistungsphase 3: Entwurfsplanung) .....	48
4.3.4	Leistungsverzeichnis-Erstellung (Leistungsphase 6: Vorbereitung der Vergabe) .....	51
4.3.5	automatisierte und modellorientierte Mengenermittlung .....	54
4.3.6	Beispiele der automatisierten und modellorientierten Mengenberechnung .....	57
5	Ergebnisse aus der Analyse der Fallstudie .....	62
5.1	Schwerpunkt Workflows und Projektbeteiligte .....	62
5.2	Schwerpunkt Software .....	64
5.3	Schwerpunkt Erfassung der Kosten von nicht modellierten Elementen .....	64
6	Optimierungspotentiale in der integralen Kostenplanung mit BIM .....	69
7	Conclusio .....	72
8	Literaturverzeichnis .....	75

# 1 Einleitung und Problemstellung

In der Baubranche werden immer mehr Projekte mithilfe von Building Information Modeling (BIM) geplant. Viele Planungsbüros geben an, die theoretisch möglichen Vorteile von BIM zu kennen, allerdings sind zahlreiche aufgrund hoher Investitionskosten, der fehlenden Optimierung und praktischen Erprobung davon abgeschreckt oder es scheitert an der Umsetzung. Die BIM Technologie wird noch nicht in ihrem vollen Potential ausgenutzt. Dies liegt unter anderem an der Schnittstellenproblematik und der Software-Inkompatibilität unterschiedlicher Planungsdisziplinen und an der fehlenden Erfahrung und Standardisierung, sowohl in Bezug auf die derzeitigen Normen als auch unternehmensintern. Die Integration von BIM bei Kostenermittlungsprozessen in der Kostenplanung führt zu veränderten oder aber auch neuen Vorgehensweisen (Workflows), Kollaborations- und Organisationsformen in der Architecture Engineering Construction (AEC)-Industrie. Bei der Implementierung neuer Herangehensweisen treten deshalb oft Probleme auf.

Im Rahmen dieser Diplomarbeit werden bestehende Kostenermittlungsprozesse in der integralen BIM-gestützten Gebäudeplanung anhand einer Fallstudie erforscht und analysiert und mögliche Optimierungspotentiale aufgezeigt.

## 1.1 Forschungsziel, Forschungsfragen und Forschungsdesign

Das Ziel der Arbeit ist die Analyse und die Bewertung der interdisziplinären BIM-Planungsprozesse und der Softwarelösungen anhand einer empirischen Untersuchung (In-depth Single Case Study<sup>1</sup>) mit Schwerpunkt auf Kostenermittlungsprozessen in der Kostenplanung. Dabei sollen Prozessabläufe in der Gebäudeplanung und Teilprozesse der BIM2Cost Workflows in einem Architektur- und Ingenieurbüro dokumentiert und beschrieben werden. Es wird hierbei auf die Unterschiede zwischen dem „Ist-Stand“ in der Praxis und dem definierten „Ideal-Workflow“ in der Kostenplanung des Büros eingegangen. Prozessschwachstellen werden aufgezeigt mit Bezug auf die Schnittstellenproblematik und Software-Interoperabilität, wie auch Kommunikationsprozesse zwischen den fachspezifischen Projektbeteiligten. Daraus folgend werden Optimierungspotentiale in den Workflows der Kostenplanung entwickelt.

Folgende Forschungsfragen werden in dieser wissenschaftlichen Arbeit behandelt:

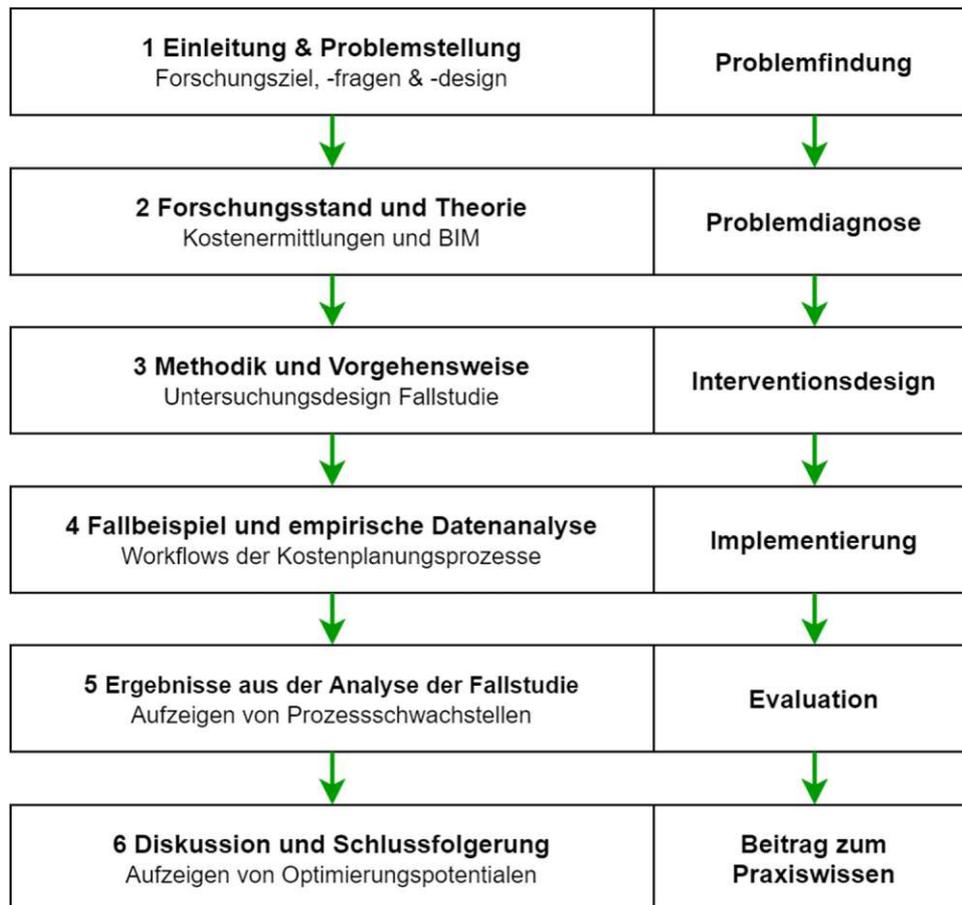
- 1) Wie sehen Kostenplanungsprozesse in der integralen Planung mit BIM aus?
- 2) Welche Herausforderungen und daraus folgend Optimierungspotentiale für die Kostenplanungsprozesse lassen sich demnach ableiten?

Abbildung 1.1 zeigt das Forschungsdesign der Fallstudie.

In Kapitel 4 Fallbeispiel und empirische Datenanalyse werden die vorgesehenen Kostenermittlungsprozesse („Ideal-Workflows“) in der Kostenplanung des untersuchten Unternehmens dargestellt. In Kapitel 5 Ergebnisse aus der Analyse der Fallstudie werden Prozessschwachstellen und Abweichungen von den „Ideal-Workflows“ aufgezeigt. Daraus folgend werden in Kapitel 6 Optimierungspotentiale in der integralen Kostenplanung mit BIM Optimierungspotentiale veranschaulicht. Kapitel 7 schließt den Rahmen der vorliegenden Diplomarbeit, indem zusammenfassend die Forschungsfragen erneut aufgefasst werden und ein Ausblick für einen optimierten generischen Kostenplanungsprozess mit BIM gegeben wird.

---

<sup>1</sup> Vgl. Yin, 2014

Abbildung 1.1 – Forschungsdesign<sup>2</sup>

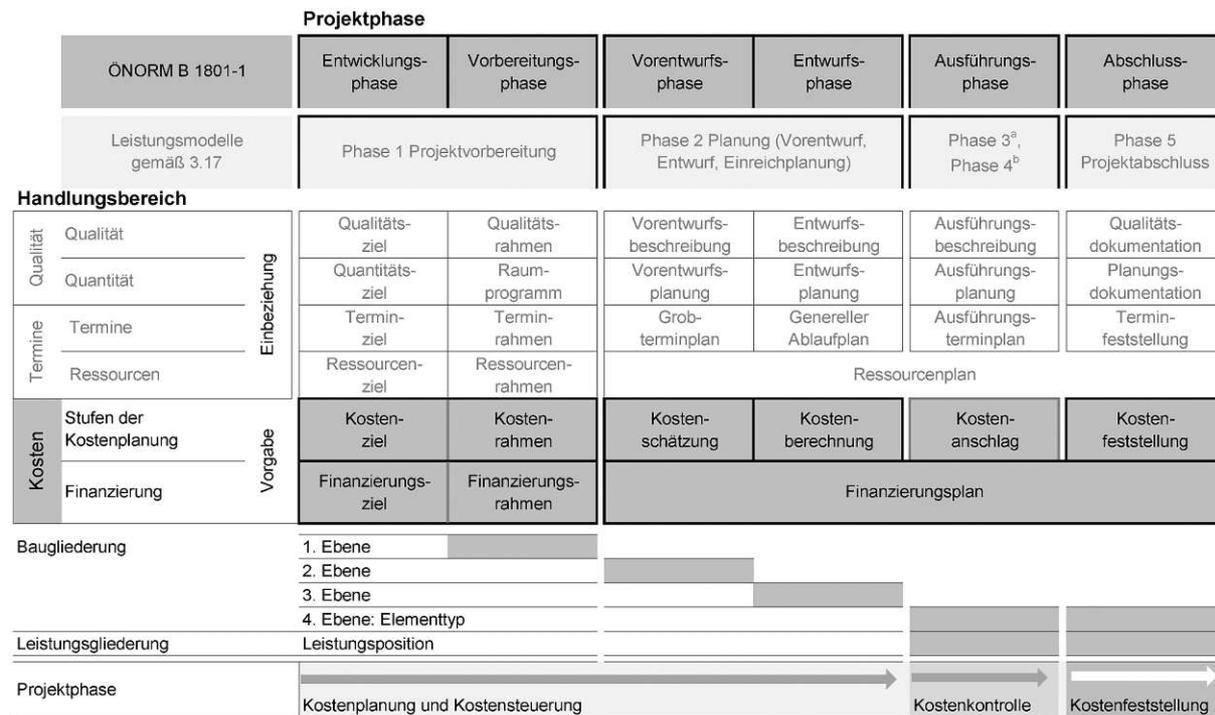
## 2 Forschungsstand und Theorie

### 2.1 Erfassung der Kosten im Bauwesen

Die ÖNORM B 1801-1 Bauprojekt- und Objektmanagement – Teil 1: Objekterrichtung dient als standardisierte Grundlage für die Planung und Gliederung der Handlungsbereiche Qualität, Termine und Kosten sowie für die Gliederung der Dokumentation bei Baumaßnahmen in allen Projektphasen der Errichtung von Bauobjekten. In ihr werden Begriffe und Unterscheidungsmerkmale festgelegt und damit die Voraussetzungen für die Vergleichbarkeit der Ergebnisse der zuvor genannten Handlungsbereiche geschaffen.

In der ÖNORM B 1801-1 werden Planungssysteme dargelegt, welche als Grundlage für ein systematisches Projektmanagement dienen. Es wird unterteilt in Qualitätsplanung, Terminplanung und Kostenplanung. Insbesondere die Kostenplanung ist im Rahmen dieser Diplomarbeit von Bedeutung. Sie wird in Abbildung 2.1 dargestellt.

<sup>2</sup> Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an Dul & Hak, 2008, S.272-273



<sup>a</sup> Phase 3: Ausführungsvorbereitung

<sup>b</sup> Phase 4: Ausführung

**Abbildung 2.1 – Kostenplanung<sup>3</sup>**

Abbildung 2.2 veranschaulicht die Kostengruppierung der ÖNORM 1801-1. Letztere sieht vor, dass Kosten möglichst getrennt und eindeutig den Kostengruppen zuzuordnen sind.

Kostenbereiche			Kostengruppierung			
			Bauwerkskosten <i>BWK</i>	Baukosten <i>BAK</i>	Errichtungskosten <i>ERK</i>	Gesamtkosten <i>GEK</i>
Baugliederung 1.Ebene	Abk.					
0 Grund	GRD					
1 Aufschließung	AUF					
2 Bauwerk-Rohbau	BWR	100 %				
3 Bauwerk-Technik	BWT					
4 Bauwerk-Ausbau	BWA					
5 Einrichtung	EIR					
6 Außenanlagen	AAN					
7 Planungsleistungen	PLL					
8 Projektnebenleistungen	PNL					
9 Reserven	RES					

**Abbildung 2.2 – Kostengruppierung<sup>4</sup>**

Für die Kostenplanung eines Bauprojekts sind die Errichtungskosten relevant, also die Kostenbereiche 1 bis 9.

Abbildung 2.3 zeigt das Gliederungssystem der ÖNORM B 1801-1, das Vorgaben hinsichtlich der systematischen Gliederung, Bezeichnung und Zuordnung von Informationen und Daten liefert. Es schafft

<sup>3</sup> Quelle: ÖNORM B 1801-1, S.11

<sup>4</sup> Quelle: ÖNORM B 1801-1, S.14

eine Verbindung zwischen den Gliederungsstufen der Baugliederung und Leistungsgliederung in den 1. und 4. Gliederungsebenen.

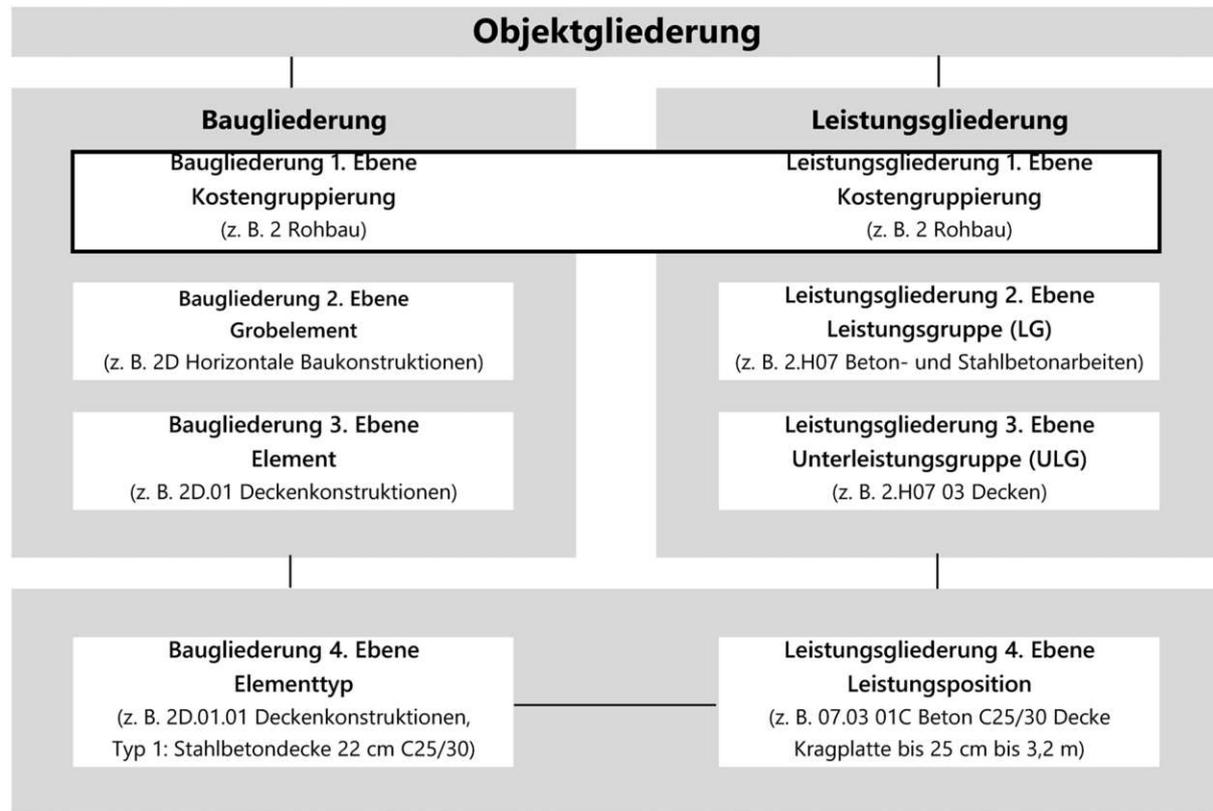


Abbildung 2.3 – Gliederungssystem<sup>5</sup>

Die Tabelle 1 der ÖNORM B 1801-1 stellt den gesamten Aufbau und Inhalt der Baugliederung der 1., 2. und 3. Ebenen dar. Die 4. Ebene ist projektspezifisch frei formulierbar.<sup>6</sup>

Die Ebenen der Baugliederung mit ihrem Bezeichnungssystem sind in Tabelle 2.1 veranschaulicht.

Ebenen der Baugliederung		Stellen		Bezeichnung
1. Ebene	Kostenbereich	1. Stelle	2	Rohbau
2. Ebene	Grobelement	1. und 2. Stelle	2D	Horizontale Baukonstruktionen
3. Ebene	Element	1., 2. und 3. Stelle	2D.01	Deckenkonstruktionen
4. Ebene	Elementtyp	1., 2., 3. und 4. Stelle	2D.01.01	Deckenkonstruktionen, Typ 1: Stahlbetondecke 22 cm C25/30

Tabelle 2.1 – Ebenen der Baugliederung<sup>7</sup>

Bezüglich der Leistungsgliederung erklärt die ÖNORM B 1801-1, dass Leistungsgruppen in Anlehnung an vorhandene standardisierte Unterlagen zusammengefasst werden können. Sie verweist unter anderem auf die Leistungsbeschreibungen Hochbau (LB-HB-022)<sup>8</sup> und Haustechnik (LB-HT-013)<sup>9</sup> und auf

<sup>5</sup> Quelle: ÖNORM B 1801-1, S.18

<sup>6</sup> Vgl. ÖNORM B 1801-1, Tabelle 1

<sup>7</sup> Quelle: eigene Darstellung unter Verwendung von ÖNORM B 1801-1

<sup>8</sup> Vgl. LB-HB-022

<sup>9</sup> Vgl. LB-HT-013

die Leistungsmodelle und Vergütungsmodelle (LM.VM 2014)<sup>10</sup>. Anhang A der ÖNORM B 1801-1 zeigt ein Beispiel für eine Leistungsgliederung für den Hochbau.

Die ÖNORM B 1801-1 zeigt ein Beispiel für die Bildung eines Elementtyps für eine Betondecke mit 30 cm Dicke und 120 kg/m<sup>3</sup> Bewehrung (siehe Abbildung 2.4). Dabei wird der Elementtyp (Baugliederung 4. Ebene) aus einzelnen Leistungspositionen (Leistungsgliederung 4. Ebene) gebildet. Dadurch werden die beiden Gliederungen direkt verknüpft. Auch die Ermittlung der Kosten ist dargestellt.<sup>11</sup>

Leistungsgliederung			Baugliederung		
1. Ebene	2	Bauwerk-Rohbau	1. Ebene	2	Bauwerk-Rohbau
2. Ebene	2.H07	LG Beton- und Stahlbetonarbeiten	2. Ebene	2D	Horizontale Baukonstruktionen
3. Ebene	2.H07...	ULG Beton für Decken ULG Schalung für Decken ULG Bewehrung	3. Ebene	2D.01	Deckenkonstruktionen

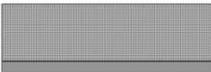
Leistungsposition	Anteil pro m <sup>2</sup> Decke:	Elementtyp	Betondecke 30 cm, 120 kg/m <sup>3</sup>
	Beton für Decke 0,30 m <sup>3</sup> x € 130,--/m <sup>3</sup> : € 39,--	=	
	Deckenschalung 1,0 m <sup>2</sup> x € 34,--/m <sup>2</sup> : € 34,--		
	Bewehrung (120 kg/m <sup>3</sup> ) 120 x 0,3 = 36,0 kg x € 1,36/kg : € 49,--		
	Nebenpositionen ca. 8 % € 122,-- : € 10,--		
<b>Kosten pro m<sup>2</sup> Decke</b>		<b>€ 132,--</b>	
		<b>Kosten pro m<sup>2</sup> Decke</b>	
		<b>€ 132,--</b>	

Abbildung 2.4 – Beispiel Elementtyp<sup>12</sup>

Tabelle 2.2 zeigt die Vorgaben der ÖNORM B 1801-1 hinsichtlich der Stufen der Kostenplanung (Kostenermittlungen).

Die Ermittlung der geplanten Kosten erfolgt durch eine Multiplikation der geplanten Einheiten mit den entsprechenden Kostenkennwerten.<sup>13</sup>

Bei der Verwendung von Kennwerten sind die Definitionen von Zähler und Nenner sowie die Einheit anzugeben. Es ist immer anzugeben, ob und in welcher Form die Umsatzsteuer bei den Kosten enthalten ist.<sup>14</sup>

<sup>10</sup> Vgl. LM.VM.2014

<sup>11</sup> Vgl. ÖNORM B 1801-1

<sup>12</sup> Quelle: ÖNORM B 1801-1, S.47

<sup>13</sup> Vgl. ÖNORM B 1801-1

<sup>14</sup> Vgl. ÖNORM B 1801-1

Phase	Stufen der Kostenplanung	geplante Einheiten	Gliederung
Entwicklungsphase	Kostenziel	geplante Nutzungseinheiten	frei wählbar
Vorbereitungsphase	Kostenrahmen	geplante Flächen und/oder Rauminhalte	Baugliederung 1. Ebene Kostengruppierung
Vorentwurfsphase	Kostenschätzung	geplante Flächen und/oder Rauminhalte	Baugliederung 2. Ebene Grobelement
Entwurfsphase	Kostenberechnung	geplante Elementmengen	Baugliederung 3. Ebene Element
Ausführungsphase	Kostenanschlag	geplante Elementtypenmengen bzw. Positionsmengen	Baugliederung 4. Ebene Elementtyp bzw.
Abschlussphase	Kostenfeststellung	geplante Elementtypenmengen bzw. Leistungspositionsmengen	Leistungsgliederung 4. Ebene Leistungsposition

Tabelle 2.2 – Stufen der Kostenplanung<sup>15</sup>

Tabelle 2.3 zeigt Beispiele für Kostenkennwerte.

Stufen der Kostenplanung	geplante Einheiten	Kostenkennwerte
Kostenziel	geplante Nutzungseinheiten	$\frac{\text{Errichtungskosten (ERK)}}{\text{Nutzungseinheit}}$
Kostenrahmen	geplante Flächen und/oder Rauminhalte	$\frac{\text{Kosten Rohbau (BWR)}}{\text{Bruttogrundfläche (BGF)}}$
Kostenschätzung	geplante Flächen und/oder Rauminhalte	$\frac{\text{Kosten Horizontale Baukonstruktionen}}{\text{Fläche Horizontale Baukonstruktionen}}$
Kostenberechnung	geplante Elementmengen	$\frac{\text{Kosten Deckenkonstruktionen}}{\text{Fläche Deckenkonstruktionen}}$
Kostenanschlag	geplante Elementtypenmengen bzw. Leistungspositionsmengen	$\frac{\text{Kosten Stahlbetondecke 22cm C25/30}}{\text{Fläche Stahlbetondecke 22cm C25/30}}$

Tabelle 2.3 – Beispiele Kostenkennwerte<sup>16</sup>

Zum Beispiel wären die Errichtungskosten eines Hotels mit 100 Zimmern beim Kostenziel

$$100 \text{ Zimmer} \cdot \frac{x \text{ € Errichtungskosten}}{\text{Zimmer}} = 100 \cdot x \text{ € Errichtungskosten.}$$

Die Normenreihe ÖNORM B 1801 führt Vorschläge für Kennwerte an. Es ist zulässig darüber hinaus zur Bildung von Kennwerten sämtliche Daten (z. B. Objektdaten, Quantitäten, Verbräuche, Kosten, Flächen) zu kombinieren, sofern es im Projekt sinnvoll erscheint und der Aufwand wirtschaftlich gerechtfertigt ist.<sup>17</sup>

Im Rahmen der Kostenplanung kommen deshalb eine Vielzahl von Kostenkennwerten zum Einsatz, welche aufgrund mangelnder Standardisierung – insbesondere auf der 4. Gliederungsebene – von Unternehmen zu Unternehmen variieren.

Kostenkennwerte werden meist in eigenen Datenbanken gehalten. Einerseits führen Planungsbüros und Bauunternehmen eigene, unternehmensinterne Datenbanken, in welchen Kostenfeststellungen

<sup>15</sup> Quelle: eigene Darstellung unter Verwendung von ÖNORM B 1801-1

<sup>16</sup> Quelle: eigene Darstellung unter Verwendung von ÖNORM B 1801-1

<sup>17</sup> Vgl. ÖNORM B 1801-1

von Referenzprojekten erfasst und dokumentiert werden. Oft liegen allerdings aufgrund unzureichender Daten von Referenzprojekten oder bei neuen Gebäude- oder Projektarten einem Unternehmen keine unternehmensinternen Kostenkennwerte zur Kostenplanung vor. In solchen Fällen kommen andererseits die Datenbanken von Unternehmen wie unter anderem dem Baukosteninformationszentrum Deutscher Architektenkammern (BKI)<sup>18</sup> oder SIRADOS<sup>19</sup> zum Einsatz. In diesen Datenbanken werden fertiggestellte Bauprojekte inklusive aller Kosten erfasst und die statistischen Kostenkennwerte zur Kostenplanung in Form von Fachbüchern, Software und Downloads angeboten. Diese Kostenkennwerte basieren allerdings auf der deutschen Norm DIN 276<sup>20</sup> und sind nach ihr gegliedert und in entsprechende Kostengruppen unterteilt.

Die ÖNORM B 1801-1 zeigt in Anhang C eine Gegenüberstellung der Kostengruppierungen nach ÖNORM B 1801-1, DIN 276:2018 und SN 506 511:2020 in ihren Kostengliederungen.<sup>21</sup> Gegebenenfalls sind ältere Kostenkennwerte mithilfe eines Index anzupassen.<sup>22</sup> Kennwerte sind einer Projektphase zuzuordnen.<sup>23</sup>

In der Praxis ist es üblich, anstatt der Phasen aus der ÖNORM B 1801-1, die Projektphasen (PPH) aus den Leistungsmodellen und Vergütungsmodellen (LM.VM 2014)<sup>24</sup> oder die Leistungsphasen (LPH) aus der Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI)<sup>25</sup> zu verwenden, um das Projekt in Phasen zu unterteilen. Tabelle 2.4 zeigt eine Gegenüberstellung dieser Phasen.

ÖNORM B 1801-1	PPH	LM.VM 2014	LPH	HOAI 2021
Entwicklungsphase, Vorbereitungsphase	1	Projektvorbereitung		Grundlagenermittlung
	2a	Grundlagenanalyse	1	
Vorentwurfsphase	2b	Vorentwurfsplanung	2	Vorplanung
Entwurfsphase	2c	Entwurfsplanung	3	Entwurfsplanung
	2d	Einreichplanung	4	Genehmigungsplanung
Ausführungsphase	3a	Ausführungsplanung	5	Ausführungsplanung
	3b	Ausschreibung (LVs)	6	Vorbereitung der Vergabe
	3c	Mitwirkung an Vergabe		
	4	Begleitung der Bauausführung	7	Mitwirkung bei der Vergabe
	4	örtliche Bauaufsicht und Dokumentation	8	Objektüberwachung – Bauüberwachung und Dokumentation
	5	Objektbetreuung	9	Objektbetreuung
Abschlussphase	5	Projektabschluss	10	

Tabelle 2.4 – Leistungsphasen<sup>26</sup>

Aus Tabelle 2.2 – Stufen der Kostenplanung ist ersichtlich, welche Kostenkennwerte und welche Gliederung in den jeweiligen Leistungsphasen grundsätzlich einzuhalten sind. Hervorzuheben ist, dass die

<sup>18</sup> Vgl. BKI – Baukosteninformationszentrum Deutscher Architektenkammern – Kostenplanung

<sup>19</sup> Vgl. SIRADOS – Kostenplanung

<sup>20</sup> Vgl. DIN 276:2018-12

<sup>21</sup> Vgl. ÖNORM B 1801-1, Anhang C

<sup>22</sup> Vgl. WKO – Baukosten- und Baupreisindex

<sup>23</sup> Vgl. ÖNORM B 1801-1

<sup>24</sup> Vgl. LM.VM 2014

<sup>25</sup> Vgl. HOAI 2021

<sup>26</sup> Quelle: eigene Darstellung unter Verwendung von ÖNORM B 1801-1, LM.VM 2014, HOAI 2021

Gliederung und die zugrundeliegenden Einheiten der Kostenkennwerte mit Voranschreiten des Projektes immer detaillierter werden.

Beim Kostenrahmen in der Leistungsphase 1 Grundlagenermittlung werden die Kosten mit Kostenkennwerten für geplante Flächen und/oder Rauminhalte von Kostengruppierungen gemäß der Baugliederung 1. Ebene (z. B. 2 Rohbau) berechnet. Aufgrund des fehlenden Detaillierungsgrades ist zu dieser Planungsphase mit einer gewissen Ungenauigkeit hinsichtlich der Kosten zu rechnen (z. B. Genauigkeit  $\pm 20\%$ ). Mit zunehmendem Planungsfortschritt und somit auch Detaillierungsgrad können die Kosten immer genauer ermittelt werden.

Bei der Kostenschätzung in der Leistungsphase 2 Vorplanung werden die Kosten mit Kostenkennwerten für geplante Flächen und/oder Rauminhalte von Grobelementen gemäß der Baugliederung 2. Ebene (z. B. 2D Horizontale Baukonstruktionen) berechnet, die Genauigkeit nimmt zu (z. B. Genauigkeit  $\pm 15\%$ ).

Bei der Kostenberechnung in der dritten Leistungsphase Entwurfsplanung werden die Kosten mit Kostenkennwerten für Elementmengen für Elemente gemäß der Baugliederung 3. Ebene (z. B. 2D.01 Deckenkonstruktionen) berechnet, die Genauigkeit nimmt weiter zu (z. B. Genauigkeit  $\pm 10\%$ ).

Im Leistungsverzeichnis und beim Kostenanschlag in der Leistungsphase 5 Ausführungsplanung werden die Kosten schließlich mit Kostenkennwerten für Positionsmengen von Leistungspositionen (z. B. 07.03 01C Beton C25/30 Decke Kragplatte bis 25 cm bis 3,2 m) berechnet. Der Detaillierungsgrad hat schlussendlich das Niveau der „Ausführungsreife“ erreicht (z. B. Genauigkeit  $\pm 5\%$ ).

Diese beispielhafte, mit dem Projektfortschritt abnehmende Streubreite erinnert an einen Trichter (siehe Abbildung 2.5), welcher im Fachjargon als Kostentrichter bezeichnet wird. Die genauen Werte der Ungenauigkeiten sind derzeit allerdings nicht (mehr) in der ÖNORM B 1801-1, da die Frage allfälliger Planerhaftung zu Streitigkeiten geführt hat. Die Ungenauigkeiten sind also im Sinne der Prognose-schärfe mit der ABC-Analyse (siehe Abbildung 2.5) zu verstehen, welche einen „normalen“ Wettbewerb und keine Marktverengungen voraussetzen. Insbesondere bei einem volatilen Markt, wie es 2022 der Fall war, müsste ein Kostenplaner unter Planerreserven mögliche Preissteigerungen von 20 bis 30% auflisten, was bei Auftraggebern vermutlich zu Unverständnis führen würde.<sup>27</sup>

Bei der ABC-Analyse (Paretoanalyse) werden alle zu planenden Positionen entsprechend ihrer zu erwartenden Kosten sortiert und in Klassen geordnet.<sup>28</sup>

Eine ABC-Einstufung ist die Einstufung der Positionen in drei Kategorien in Reihenfolge der Kosten:

- A eine kleine Gruppe von Positionen, die einen Großteil der Kosten bildet. Dieser Kategorie wird die größte Aufmerksamkeit gewidmet;
- B eine Zwischengruppe, der weniger Aufmerksamkeit gewidmet wird;
- C eine große Gruppe von Positionen, die nur einen kleinen Teil der Kosten bildet. Diese Kategorie erhält die geringste Aufmerksamkeit<sup>29</sup>

Eine solche ABC-Einstufung wird von Planern oft genutzt, denn meist macht bereits ein geringer Anteil der Positionen (20%) den Großteil der Kosten (80%) aus (z. B. Kategorie A).<sup>30</sup> Deshalb wird diesen Positionen bereits in den ersten Phasen eines Bauprojektes eine große Aufmerksamkeit gewidmet, weil dadurch mit einem geringen Planungsaufwand bereits der Großteil der zu erwartenden Kosten relativ

<sup>27</sup> Vgl. derPlan 56 Juni 2022

<sup>28</sup> Vgl. ÖNORM EN 14943, S.6, Begriff 3.2 ABC-Analyse (Paretoanalyse)

<sup>29</sup> Vgl. ÖNORM EN 14943, S.6, Begriff 3.3 ABC-Einstufung

<sup>30</sup> Vgl. ÖNORM EN 14943, S.41, Begriff 3.337 Achtzig-zwanzig-Regel (Paretoregel)

genau bestimmt wird. Mit einer ABC-Einstufung ist es auch möglich, das geplante Bauvorhaben phasenweise zu erarbeiten (z. B. alle Positionen der Kategorie A in LPH 1+2, alle Positionen der Kategorie B in LPH 3 und alle Positionen der Kategorie C in LPH 4-7).

Abbildung 1:  
Kostentoleranzen / Prognoseschärfe /  
Vertrauensbereich bei „normaler“  
Kostenplanung und -kontrolle

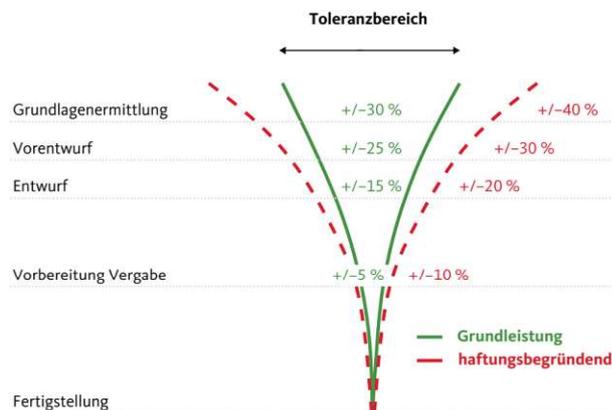


Abbildung 2:  
Kostentoleranzen / Prognoseschärfe /  
Vertrauensbereich bei vertiefter  
Kostenplanung und -kontrolle

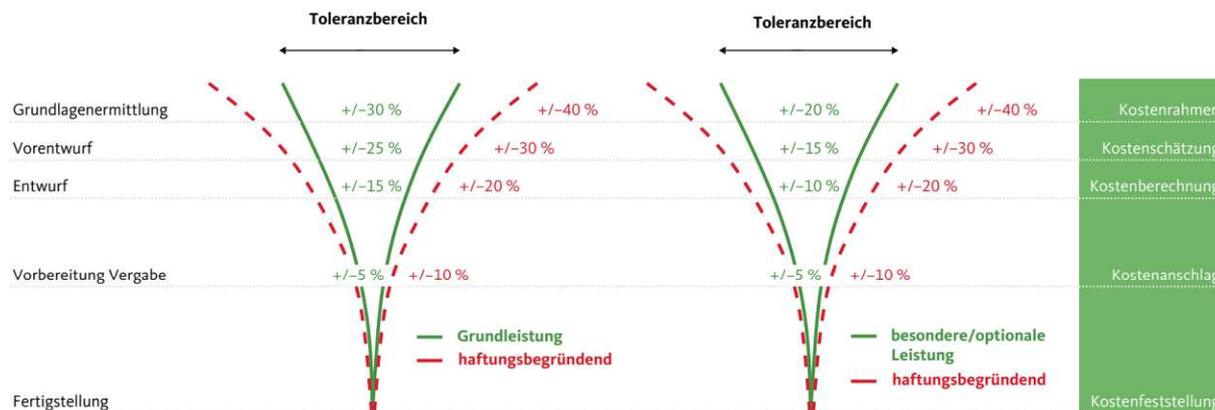


Abbildung 3:  
ABC-Analyse der Prognoseschärfe  
nach Grundleistung

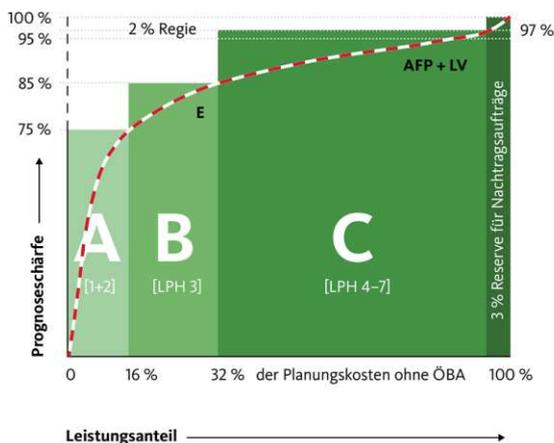


Abbildung 4:  
ABC-Analyse der Prognoseschärfe  
bei vertiefter Kostenplanung

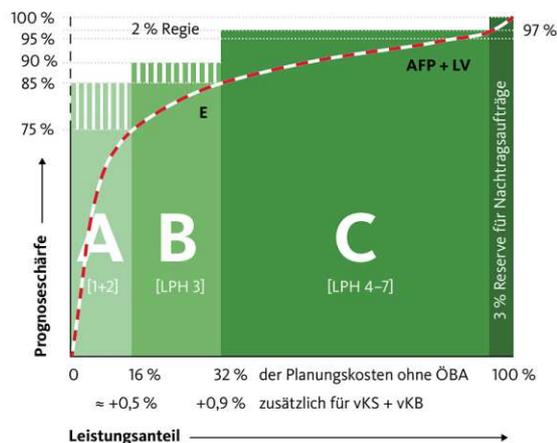


Abbildung 2.5 – Prognoseschärfe (Kostentrichter, ABC Analyse)<sup>31</sup>

Die Kostenplanung sollte über die gesamte Dauer des Bauprojektes durchgeführt werden. Sie sollte den Kosten- und Finanzierungsvorgaben des Bauherrn folgen und mit den Handlungsbereichen Qualität und Termine abgestimmt werden.<sup>32</sup> Werden im Laufe der Planungs- und Errichtungsmaßnahmen

<sup>31</sup> Quelle: derPlan 56 Juni 2022, S.11

<sup>32</sup> Vgl. ÖNORM B 1801-1

Abweichungen von den Kostenvorgaben festgestellt, sieht die ÖNORM B 1801-1 folgende Grundsätze zur Kostensteuerung vor:

- ◆ Einhaltung der Kosten durch Anpassung der Qualität und/oder der Quantität
- ◆ Anpassung der Kosten zur Einhaltung der Qualität und/oder der Quantität

Die Kostensteuerung ist über alle Planungsphasen hinweg zu dokumentieren. Alle vorgeschlagenen und durchzuführenden bzw. durchgeführten Maßnahmen zur Kostensteuerung sind ebenfalls zu dokumentieren.<sup>33</sup> So kann die Kostensteuerung und Kostenentwicklung über die gesamte Dauer des Projektes von Planungsphase zu Planungsphase nachvollzogen werden.

## 2.2 Verbindung von BIM und Kosten

Building Information Modeling (BIM) und automatisierte Mengenermittlungen bieten sowohl Möglichkeiten als auch Herausforderungen. Die BIM-Modelle werden immer umfangreicher und entwickeln sich. Im Gegensatz zu gewöhnlichen 2D Plänen, ermöglicht die BIM Technologie neben der dreidimensionalen Modellierung (3D) auch die Verknüpfung von weiteren Daten bzw. Informationen. Die Integration der 4. Dimension „Zeit“ bietet weitere Möglichkeiten zur Terminplanung. Durch die Integration der 5. Dimension „Kosten“ in das BIM-Modell entsteht das 5D-Modell, das sofortige automatisierte Mengen- und Kostenermittlungen mithilfe eines Formelapparates ermöglicht. Dies reduziert die benötigte Zeit für Kostenermittlungen auf wenige Minuten, verbessert die Genauigkeit der Schätzungen und minimiert die Fälle von Streitigkeiten aufgrund von Unklarheiten in CAD-Daten.<sup>34</sup>

Die Hauptmotivation für die Implementierung der BIM-Technologie sind die potenziellen wirtschaftlichen Vorteile, während mangelndes Kundeninteresse, notwendige Schulungen der Mitarbeiter und eine unzureichende Software-Interoperabilität als größte Hindernisse genannt werden.<sup>35</sup> Aber auch andere Herausforderungen entstehen, wenn modellbasiert und automatisiert Mengen zur Kostenplanung ausgewertet werden sollen.

Die Qualität des BIM-Modells spielt eine tragende Rolle, wenn es zur automatisierten Mengenauswertung verwendet werden soll. Für ein qualitativ hochwertiges BIM-Modell müssen im Zuge der Kostenplanung große Mengen miteinander verbundener Daten und Informationen eingetragen werden, die typischerweise komplex sind. Trotz Fortschritten bei der Kollisionserkennung in BIM-Modellen wird die Überprüfung der hinterlegten Informationen nicht einfacher. Die ältere Generation der Modellierer verbrachte in der Vergangenheit, zu Zeiten der „2D Planung“, viel Zeit damit, die Projektinformationen bis ins kleinste Detail auszuarbeiten und das Projekt zu „verinnerlichen“. Die jüngere Generation der Modellierer ist allerdings nicht mit einer papierbasierten 2D-Planung aufgewachsen oder hat nie wirklich damit gearbeitet und verfügt deshalb teilweise nicht über die solide Grundausbildung und hat möglicherweise nicht die Erfahrung und das notwendige Fachwissen, um Probleme in BIM-Modellen zu identifizieren. Die ordnungsgemäße Entwicklung eines qualitativ hochwertigen Modells ist entscheidend für den Erfolg. Das Konzept „garbage in, garbage out“ (GIGO<sup>36</sup>), wo die Qualität des Inputs die Qualität des Outputs bestimmt, trifft auf BIM-Modelle, welche zur Kostenplanung genutzt werden sollen, zu. Formelapparate berechnen nur die Mengen jener Objekte, die im Modell detailliert sind. Für eine automatisierte und modellbasierte Mengenermittlung ist es daher notwendig, Informationen und Mengen, die nicht im Modell enthalten sind, zu identifizieren. Das Modell und deren Informationen

---

<sup>33</sup> Vgl. ÖNORM B 1801-1

<sup>34</sup> Vgl. Smith P. (2014) BIM & the 5D Project Cost Manager

<sup>35</sup> Vgl. Smith P. (2014) BIM & the 5D Project Cost Manager

<sup>36</sup> Vgl. GIGO

müssen auf Fehler und Inkonsistenzen überprüft werden, da anderenfalls den automatisch erzeugten Mengen aufgrund von Qualitätsproblemen mit dem Modell nicht vertraut wird. Wenn Modellierer nicht vollständig mit der Software der automatisierten Mengenermittlung vertraut sind, kann es zu Falscheingaben kommen, welche nicht korrekt ausgewertet werden. Um Fehler bei den automatisierten Mengenermittlungen auszumachen, sind Erfahrung und Fachwissen oder intuitive Überprüfungsmöglichkeiten notwendig. Die Identifizierung solcher Fehler wird erschwert, wenn fremde BIM-Modelle zur Kostenplanung herangezogen werden. Bei der Zusammenarbeit mehrerer Unternehmen, ist die Hauptverantwortung für ein gemeinsames BIM-Modell und die Frage der Haftung für ein Modell mit unzureichenden oder falschen Informationen zu klären.<sup>37</sup>

„Die rechtlichen und vertraglichen Fragen rund um BIM-Projekte sind noch in Bearbeitung und sorgen für erhebliche Unsicherheit unter BIM-Beteiligten. [Es herrscht Konsens; Anm. d. Verf.] [...], dass diese Fragen geklärt werden müssen, bevor das volle kollaborative Potential von BIM realisiert werden kann. Dies beginnt mit der eindeutigen Festlegung des rechtlichen Eigentums am Modell und der rechtlichen Verantwortung für Fehler und Probleme mit dem Modell über den gesamten Lebenszyklus des Modells. Die Ungewissheit über die gesetzliche Haftung schafft auch Probleme für Versicherer in der Branche, [...] schafft Unsicherheit über den Versicherungsschutz und kann zu einem Versicherungsausschluss für BIM-Projekte führen.“<sup>38</sup>

Die Implementierung automatisierter Mengenermittlungen wird von vielen Unternehmen als stetiger Prozess angesehen. Viele entwickeln sich mit Voranschreiten der Technologie und nutzen sie, wo es praktisch und nützlich ist. Der Einsatz der automatisierten Mengenermittlung nahm in den letzten Jahren immer weiter zu. Viele Unternehmen verwenden automatisierte Mengenauswertungen nur in einem kleinen Umfang – zum Beispiel im Rahmen der Kostenermittlungen in den ersten Stufen der Kostenplanung. Insbesondere im Rahmen der Leistungsverzeichnis-Erstellung und des Nachtragsmanagements wird immer noch zu einem beträchtlichen Teil ohne automatisierte Mengen gearbeitet.<sup>39</sup>

„[...] Das Fehlen einheitlicher Standards und die Software-Inkompatibilität [...] stellen trotz großer Verbesserungen in den letzten Jahren nach wie vor Probleme dar. Eine vollständig integrierte Projektabwicklung mit interdisziplinären Projektteams, die an einem einzigen integralen und kompatiblen BIM-Modell arbeiten, ist für die optimale Nutzung von BIM essenziell. [...] Der Einsatz von BIM gilt derzeit allgemein als geeigneter für größere Projekte [...], [wo die Möglichkeit besteht, zu verlangen; Anm. d. Verf.], dass alle Projektbeteiligten die erforderliche technologische Leistungsfähigkeit und kompatible Software haben.“<sup>40</sup>

Bei einigen Projekten besteht allerdings das Problem, dass nicht alle Projektbeteiligte über die erforderlichen Fähigkeiten verfügen. Eine voranschreitende Standardisierung und Software-Kompatibilität sind entscheidend für eine erfolgreiche BIM-Implementierung in der gesamten Branche.<sup>41</sup>

„Während die BIM-Software und -Technologie erhebliche Vorabinvestitionen erfordern, entstehen die größten Kosten in der Mitarbeiterschulung und Entwicklung.“<sup>42</sup>

Viele Unternehmen geben an, dass der Konservatismus und die Resistenz gegen Veränderungen der älteren Mitarbeiter ein Hindernis darstellen. In den letzten Jahren kam es allerdings zu deutlichen Veränderungen in deren Einstellung, da sie erkennen, dass sie zurückbleiben werden, wenn sie nicht die

<sup>37</sup> Vgl. Smith P. (2014) BIM & the 5D Project Cost Manager

<sup>38</sup> Smith P. (2014) BIM & the 5D Project Cost Manager, S.483

<sup>39</sup> Vgl. Smith P. (2014) BIM & the 5D Project Cost Manager

<sup>40</sup> Smith P. (2014) BIM & the 5D Project Cost Manager, S.482

<sup>41</sup> Vgl. Smith P. (2014) BIM & the 5D Project Cost Manager

<sup>42</sup> Smith P. (2014) BIM & the 5D Project Cost Manager, S.482f

neue BIM-Technologie annehmen, sich mit ihr weiterentwickeln und Fachwissen aufbauen. Die jüngere Generation stellt in vielerlei Hinsicht eine Bedrohung für ältere Mitarbeiter, die sich gegen die Neuerungen wehren, dar, da sie offener für digitale Technologien und Veränderungen ist. Auf der anderen Seite stellt sich die Frage, ob die jüngere Generation zu schnell voranschreitet und nicht die analytischen und prüfenden Fähigkeiten und Kompetenzen entwickelt, die erforderlich sind, um die automatisch generierten Informationen zu bewerten und zu kritisieren.<sup>43</sup>

„Architekten, Ingenieure und andere Planungsberater zögern normalerweise, Vollversionen ihrer Modelle an Baukostenplaner, Auftragnehmer und dergleichen weiterzugeben. Es gibt eine Reihe von Gründen, [...] [hervorzuheben ist; Anm. d. Verf.] die potenzielle Haftung. Viele Modellierer stellen deshalb nur eingeschränkte Versionen ihrer Modelle zur Verfügung, welche nur Informationszwecken dienen sollen. Einige führen Gründe für geistiges Eigentum an, aber dies widerspricht dem Konzept von BIM (Informationen so effektiv und effizient wie möglich zu teilen) [...]. [Es ist wichtig, eine; Anm. d. Verf.] [...] starke Zusammenarbeit mit allen Projektbeteiligten aufzubauen, ihr Vertrauen im Laufe der Zeit zu gewinnen und den Mehrwert aufzuzeigen, den diese Zusammenarbeit für alle Parteien bieten kann. Je mehr Details im BIM-Modell bereitgestellt werden, desto mehr Möglichkeiten bieten sich dem Kostenplaner, Fehler, Auslassungen oder Konflikte zu identifizieren, die dem Modellierer zur Korrektur zurückgemeldet werden können. In der 2D-Welt war dies schon immer eine der traditionellen Aufgaben des Kostenplaners, und in der BIM-Welt gibt es keinen grundlegenden Unterschied.“<sup>44</sup>

Die vollständige Implementierung von BIM in Projekten beinhaltet den Informationsaustausch zwischen den Projektbeteiligten. Die Kostendatenbank eines Planungsunternehmens bildet die Grundlage für die Qualität und den Wert der von ihr erbrachten Dienstleistungen und kann einen erheblichen Wettbewerbsvorteil bieten. Dementsprechend wird das Konzept, diese Kostendaten mit dem Projektteam zu teilen, von Unternehmen immer noch diskutiert.“<sup>45</sup>

Das verbleibt ein Problem, das nicht leicht zu lösen ist. Wenn BIM im Laufe der Zeit immer mehr zum Mainstream wird, stehen Unternehmen vor einem Dilemma – entweder sie teilen ihre Daten oder sie sind nicht an Projekten beteiligt.<sup>46</sup>

Die Integration von BIM führt zu veränderten oder aber auch neuen Vorgehensweisen (Workflows), Kollaborations- und Organisationsformen. Die Implementierung neuer Herangehensweisen kann ein hohes Risiko darstellen, da die Vorreiter unter den Unternehmen zu „Testpiloten“ für bestimmte Technologien werden, während ihre Konkurrenten warten, um zu sehen, ob die Implementierung von BIM zu kommerziellem Wert und Wettbewerbsvorteil führt. Es herrscht allerdings Konsens, dass Unternehmen, die eine Schlüsselrolle in der AEC-Industrie einnehmen wollen, insbesondere im oberen Segment, nicht mehr die Testversuche ihrer Konkurrenten abwarten können.<sup>47</sup>

Kostenplaner sollten den Modellierern erklären, welche Daten und Informationen in welcher Form sie benötigen und wie das Modell verbessert werden kann. Eine klare Artikulation ist wichtig und die Vorteile, die die Bereitstellung solcher Daten und Informationen mit sich bringt, sind aufzuzeigen.<sup>48</sup>

<sup>43</sup> Vgl. Smith P. (2014) BIM & the 5D Project Cost Manager

<sup>44</sup> Smith P. (2016) Project cost management with 5D BIM, S.195

<sup>45</sup> Smith P. (2014) BIM & the 5D Project Cost Manager, S.482

<sup>46</sup> Vgl. Smith P. (2014) BIM & the 5D Project Cost Manager

<sup>47</sup> Vgl. Smith P. (2014) BIM & the 5D Project Cost Manager

<sup>48</sup> Vgl. Smith P. (2016) Project cost management with 5D BIM

„Um die potenziellen Vorteile von BIM-Modellen vollständig auszunutzen, müssen die Modelle reich an Informationen mit umfassenden und genauen Daten sein. Dies erfordert viel Zeit und Fachwissen seitens der BIM-Modellierer und dem BIM-Team. Bei vielen Projekten wird das BIM-Modell aufgrund unvollständiger oder ungenauer Daten nicht zu seinem vollen Potential genutzt. [...] [Meist sind die Honorare für die Eingabe aller erforderlichen und korrekten Daten unzureichend bemessen; Anm. d. Verf.]. Viele Kunden sehen keinen Mehrwert darin, die erforderlichen Gebühren für ein umfassendes Modell zu zahlen oder verfügen nicht über ausreichende Kenntnisse, ein solches zu überprüfen.“<sup>49</sup>

„Es wurde vorhergesagt, dass der Beruf des Kostenplaners aufgrund des Aufkommens von BIM aussterben wird. Die Ursache waren die geringe Bekanntheit von BIM unter Kostenplanern. Diese Prognose erweist sich als falsch. Die Fähigkeit von BIM, automatisiert und modellbasiert Mengen zu ermitteln, ermöglicht Kostenplanern, der Bereitstellung wissens- und erfahrungsinintensiver Beratung des Projektteams mehr Aufmerksamkeit zu widmen.“<sup>50</sup>

Ein BIM-basierter Kostenermittlungsprozess ist in Abbildung 2.6 dargestellt.

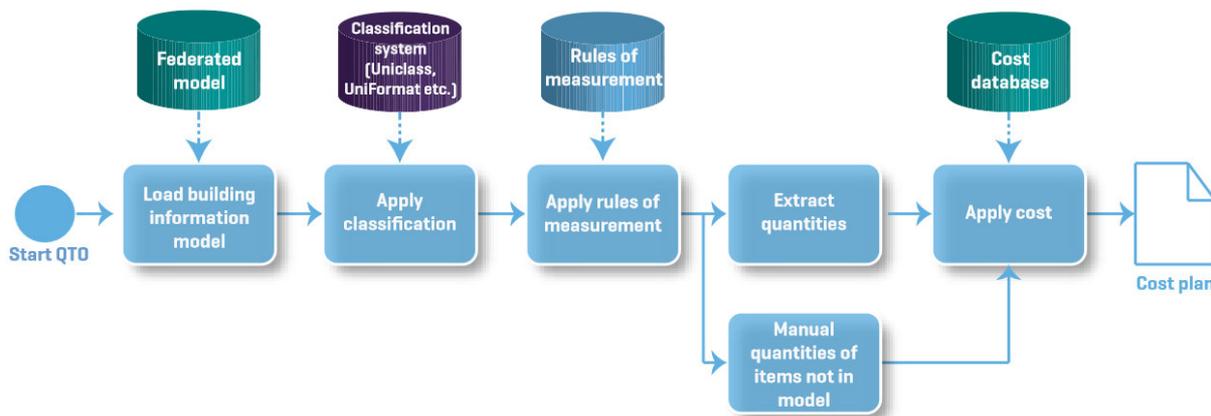


Abbildung 2.6 – Cost planning process using BIM<sup>51</sup>

„Der Kostenplaner nutzt das Modell in BIM-Authoring Tools<sup>52</sup> [wie Autodesk Revit, Nemetschek Allplan oder Graphisoft ArchiCAD; Anm. d. Verf.] oder speziellen BIM-basierten Kostenplanungstools. Falls noch nicht festgelegt, wird das Klassifizierungssystem für das Modell festgelegt, damit die Elemente anhand eines branchenweit akzeptierten Klassifizierungsstandards klassifiziert und quantifiziert werden können. Anhand von anerkannten Mengenermittlungsregeln werden Mengenlisten für verschiedene Objekte [...] erstellt. Nicht modellierte oder mit dem Modell nicht quantifizierbare Elemente werden durch manuelle Verfahren separat berechnet. Dies führt zur Erstellung einer Mengenliste, welche bepreist werden kann, um einen Kostenplan für das Projekt zu erstellen.“<sup>53</sup>

<sup>49</sup> Vgl. Smith P. (2016) Project cost management with 5D BIM, S.196

<sup>50</sup> Vgl. RICS (2016) International BIM implementation Guide, S.61

<sup>51</sup> Quelle: RICS (2016) International BIM implementation Guide, Figure 57, S.42

<sup>52</sup> Vgl. BIMpedia - BIM Authoring Tool

<sup>53</sup> RICS (2016) International BIM implementation Guide, S.41

Laut der Royal Institution of Chartered Surveyors (RICS) sind unter anderem folgende Probleme im Zusammenhang mit der Kostenplanung hervorzuheben:<sup>54</sup>

- 1) „Kostenplaner erhalten Modelle, die von anderen Projektbeteiligten entwickelt wurden, und sollen ihre Aufgaben anhand dieser Modelle ausführen.
- 2) Da die Modelle von anderen Projektbeteiligten entwickelt werden, besteht die erste wichtige Aufgabe von Kostenplanern darin, das Modell auf Genauigkeit und Informationsreichtum zu überprüfen. Es wurden viele Fälle gemeldet, in denen das Modell nicht über die erforderlichen Informationen verfügt, um modellbasierte Messungen und Mengenermittlungen zu ermöglichen.
- 3) Für Kostenplaner ist es wichtig sicherzustellen, dass die automatisiert und modellbasierten Mengenermittlungen den örtlich anerkannten Standards entsprechen.
- 4) [...]
- 5) Der Detaillierungsgrad (LOD) des Modells muss dem Kostenplaner klar verständlich sein, um sicherzustellen, dass die Kostenplanung dem Informationsstand entspricht, der im Modell verfügbar ist.
- 6) Modelle können sich in der BIM-Umgebung häufig ändern. Das hat sowohl positive als auch negative Auswirkungen. Durch die modellbasierte Mengenermittlung können Kostenplaner den Kunden bessere Kostenplanungsinformationen zur Verfügung stellen. Häufige Änderungen können jedoch den Arbeitsablauf stören, der normalerweise von Kostenplanern erwartet wird.“<sup>55</sup>

„Um diesen Problemen gerecht zu werden und den Einsatz von BIM in der Baubranche zu verbessern, können folgende Änderungen erforderlich sein:

- ◆ eine breitere Vision und Verhaltensänderungen aller Stakeholder, um mit der BIM-Technologie in einem integralen Ansatz zusammenzuarbeiten
- ◆ Kapazitätsaufbau, Aus- und Weiterbildung für die BIM-Implementierung
- ◆ bessere Wertversprechen für alle Stakeholder (einschließlich der Artikulation des Wertversprechens)
- ◆ Entwicklung nationaler Standards und Richtlinien
- ◆ Investitionen in Forschung und Entwicklung
- ◆ Beteiligung der akademischen Gemeinschaft durch laufend aktualisierte Lehrpläne
- ◆ prozess- und nutzerorientierter Wandel und kein technologiegetriebener Wandel
- ◆ eine Lebenszyklusansicht für die BIM-Implementierung mit starker Integration der Lieferkette und des Asset-Managements“<sup>56</sup>

„Führung ist erforderlich, um die AEC-Branche voranzubringen. Benutzer von BIM verfolgen unterschiedliche Ansätze, um die dargestellten Probleme zu lösen, und der daraus resultierende fragmentierte Ansatz in der gesamten Branche hat es schwierig gemacht, die erheblichen Vorteile eines koordinierten Ansatzes zu nutzen, der auf Vertrauen, Kommunikation und Engagement basiert.“<sup>57</sup>

„Das volle Potential von BIM-Modellen wird in der Regel nicht ausgeschöpft. Den Objekten im Modell fehlen häufig die wesentlichen Daten, die für Kostenplaner und andere Fachleute erforderlich sind, um die Vorteile, die das Modell bieten kann, voll auszuschöpfen. Dies erfordert die

<sup>54</sup> Vgl. RICS (2016) International BIM implementation Guide

<sup>55</sup> RICS (2016) International BIM implementation Guide, S.61-62

<sup>56</sup> RICS (2016) International BIM implementation Guide, S.64

<sup>57</sup> Vgl. AIA (2010) BIM IN Australia, S.2

Eingabe umfassender und genauer Daten durch ausreichend Personal mit den erforderlichen Kompetenzen, Erfahrungen und Fachkenntnissen und die Bereitstellung angemessener Gebühren, um sicherzustellen, dass dies geschieht. Die wichtigsten Parteien, die in diese Dateneingabe investieren müssen, sind Kunden, Entwickler und Auftragnehmer. Nationale und/oder globale Objektbibliotheken und Modellierungsstandards müssen ebenfalls entwickelt werden, um das zu ermöglichen. Die genannten Probleme bleiben die größten Herausforderungen für die Bauindustrie und stehen in direktem Zusammenhang mit der Fähigkeit von Kostenplanern, das Potential von BIM auszuschöpfen.<sup>58</sup>

### 2.2.1 Kostenberechnungstools

Das Dateiformat IFC (Industry Foundation Classes) ist ein auf der openBIM-Methode basierendes, offenes, standardisiertes, herstellerunabhängiges und praxistaugliches Dateiformat. Es ist ein geeignetes Format für den Austausch von Bauprojektinformationen, wenn verschiedene Software-Anwendungen zum Einsatz kommen.<sup>59</sup>

Zur Erfassung der Kosten im Bauwesen gibt es eine Vielzahl an Kostenberechnungstools auf dem Markt. Die in Österreich führenden Bausoftwarehersteller für ausführung- oder leistungsorientierte Baukalkulation sind NEVARIS<sup>60</sup> (früher bekannt als AUER) und ABK<sup>61</sup>. Mit über 100.000 Kunden ist vor allem iTWO von RIB Software international bekannt.<sup>62</sup> Die Kalkulationssoftware iTWO costX ist die Technologie der Wahl für eine Vielzahl von Bauunternehmen jeder Größe weltweit.<sup>63</sup> Auch Microsoft Excel kommt – als wohl bekannteste Tabellenkalkulationssoftware – im Rahmen der Kostenplanung vermehrt zur Berechnung und Datenbearbeitung zum Einsatz, da es für viele intuitiv nutzbar ist. Obwohl es keine direkte Schnittstelle zu BIM-Programmen bietet, kommt es oft im Rahmen der Kostenplanung zum Einsatz. So werden beispielsweise Datentabellen wie Türlisten in Excel geführt, aus BIM-Programmen exportierte Tabellen wie Bauteillisten eingespielt und weiterbearbeitet oder sonstige Berechnungen mit Excel durchgeführt.

Die Unterstützung von BIM ist bei den Programmen unterschiedlich. NEVARIS bietet Modellierungs-Plug-Ins für die CAD Programme Revit<sup>64</sup> oder ArchiCAD<sup>65</sup>.<sup>66</sup> ABK bietet eine Software, welche das Einlesen eines IFC-Dateiformats vorsieht.<sup>67</sup> iTWO unterstützt neben dem softwareneutralen IFC-Dateiformat auch eine Vielzahl an anderen gängigen BIM-Dateiformaten. Für eine modellbasierte Mengenauswertung gibt es ein eigenes Plug-In für Revit.<sup>68</sup>

### 2.2.2 Kostenermittlungen mit BIM

Für eine Kostenplanung mit BIM ist es essenziell, projekt- bzw. leistungsphasenorientiert zu modellieren. Hierfür führen Unternehmen Standardelemente im Sinne von Objektbibliotheken in Programmen

<sup>58</sup> Smith P. (2016) Project cost management with 5D BIM, S.200

<sup>59</sup> Vgl. buildingSMART - IFC

<sup>60</sup> Vgl. NEVARIS Bausoftware

<sup>61</sup> Vgl. ABK Bausoftware

<sup>62</sup> Vgl. RIB Software

<sup>63</sup> Vgl. iTWO costx

<sup>64</sup> Vgl. Autodesk - Revit

<sup>65</sup> Vgl. Graphisoft - ArchiCAD

<sup>66</sup> Vgl. NEVARIS BIM Support FAQ

<sup>67</sup> Vgl. ABK Bausoftware

<sup>68</sup> Vgl. RIB Software, iTWO costX

(Revit, ArchiCAD, Allplan) ein, deren Attribute und Parameter von den Modellierern mit Voranschreiten des Projektes immer weiter erarbeitet und befüllt werden.

Da beim **Kostenziel** und **Kostenrahmen** in der Leistungsphase Grundlagenermittlung die Kosten mit Kostenkennwerten für geplante Flächen und/oder Rauminhalte von Kostengruppierungen gemäß der Baugliederung 1. Ebene (z. B. 2 Rohbau) berechnet werden, sollten entsprechende Flächen- und Kubaturwerte aus dem Modell auslesbar sein.

Bei der **Kostenschätzung** in der Leistungsphase Vorplanung sind die Kosten mit Kostenkennwerten für geplante Flächen und/oder Rauminhalte von Grobelementen gemäß der Baugliederung 2. Ebene (z. B. 2D Horizontale Baukonstruktionen) zu berechnen. Hierfür sind die modellierten Objekte entsprechenden Grobelementen zuzuordnen. Im BIM-Sinn erfolgt dies über einen Formelapparat, welcher die Parameter bzw. die Merkmale der modellierten Objekte untersucht und die Objekte den entsprechenden Grobelementen zuordnet. Es ist bei der Modellierung akribisch darauf zu achten, dass sämtliche dafür notwendigen Parameter bzw. Merkmale vorhanden, richtig benannt und befüllt sind. Bei inkorrekten Schreibweisen versagen die Formelapparate, da die Parameter bzw. Merkmale nicht erkannt und die Objekte nicht korrekt zugeordnet werden.

Bei der **Kostenberechnung** in der Leistungsphase Entwurfsplanung sind die Kosten mit Kostenkennwerten für Elementmengen für Elemente gemäß der Baugliederung 3. Ebene (z. B. 2D.01 Deckenkonstruktionen) zu berechnen. Die modellierten Objekte sind entsprechenden Elementen zuzuordnen, was bei Ausnutzung der Möglichkeiten der BIM-Technologie ebenfalls über einen Formelapparat erfolgt, welcher die Parameter bzw. die Merkmale der modellierten Objekte untersucht und die Objekte den entsprechenden Elementen zuordnet. Im Vergleich zu der Zuordnung zu Grobelementen in der vorhergehenden Leistungsphase Vorplanung ist ein höherer Detaillierungsgrad der Modellierung mit mehr Parametern bzw. Merkmalen notwendig.

Bei der **Leistungsverzeichnis-Erstellung** und beim **Kostenanschlag** in der Leistungsphase Ausführungsplanung sind die Kosten mit Kostenkennwerten für Positionsmengen von Leistungspositionen (z. B. 07.03 01C Beton C25/30 Decke Kragplatte bis 25 cm bis 3,2 m) zu berechnen. Auch hier werden die modellierten Objekte entsprechenden Leistungspositionen zugeordnet, was ebenfalls über einen Formelapparat erfolgt, welcher die Parameter bzw. die Merkmale der modellierten Objekte untersucht und die Objekte den entsprechenden Leistungspositionen zuordnet. Der Detaillierungsgrad der Modellierung hat schlussendlich das Niveau der „Ausführungsreife“, mit allen dafür notwendigen Parametern bzw. Merkmalen, erreicht.

Bei Verwendung der Standardisierten Leistungsbeschreibung Hochbau in der aktuellen Version 022 (LB-HB-022)<sup>69</sup>, herausgegeben vom Bundesministerium für Arbeit und Wirtschaft (BMAW), für die Leistungsgruppe (LG) 07 - Beton- und Stahlbetonarbeiten als Vorlage für das Leistungsverzeichnis sollen beispielsweise alle modellierten Wände aus (Stahl-)Beton mit einer Dicke über 20 cm bis 30 cm, der Betonfestigkeitsklasse C25/30 und einer Bauteilhöhe von 0 m bis 3,2 m der Position „0702011 Beton Wand ü.20-30cm C25/30 b.3,2m“ zugeordnet werden und ihr Gesamtvolumen in der Mengeneinheit Kubikmeter [m<sup>3</sup>] berechnet werden.

---

<sup>69</sup> Vgl. LB-HB-022

## 3 Methodik und Vorgehensweise

### 3.1 Forschungsmethode & Untersuchungsdesign

#### 3.1.1 Beschreibung und Begründung der Methodenwahl

Im Rahmen der Diplomarbeit wird eine empirisch-qualitative Exploration mithilfe einer Fallstudie (In-depth Single Case Study<sup>70</sup>) eines großen Architektur- und Ingenieurbüros durchgeführt. Eine empirisch-qualitative Exploration trägt dazu bei „durch besondere Darstellung und Aufbereitung von qualitativen Daten [...], bislang vernachlässigte Phänomene, Wirkungszusammenhänge, Verläufe etc. erkennbar zu machen“<sup>71</sup>.

#### 3.1.2 Beschreibung des Untersuchungsgegenstandes und der Erhebungsinstrumente

Die Untersuchung der Fallstudie wurde im Rahmen eines Praktikums im Jahr 2020 in einem der weltweit größten<sup>72</sup> international tätigen Architektur- und Ingenieurbüro durchgeführt. Das Unternehmen ATP hat eine Vorreiterstellung in Integraler Planung mit Building Information Modeling (BIM) in Europa, wodurch es ein geeigneter Untersuchungsgegenstand für dieses wissenschaftliche Vorhaben war.

Um einen Überblick über die unternehmensinternen vorgesehenen Kostenermittlungsprozesse und -workflows in der Kostenplanung zu bekommen, wurden im Zuge der Tätigkeit die unternehmensinternen Vorlagen, Dokumente, Softwarelösungen und Wissensdatenbanken studiert. Die Unterlagen wurden durch die Befragung und durch das Feedback von Kollegen aufbereitet und gegebenenfalls hinsichtlich des Einsatzes von BIM aktualisiert. Danach wurden vier weitere offene oder semi-strukturierte Experteninterviews vorbereitet und geführt, um die Unterlagen zu den vorgesehenen Kostenermittlungsprozessen und -workflows in der Kostenplanung zu verifizieren. Dadurch wurden iterativ die vorgesehenen Kostenermittlungsprozesse („Ideal-Workflows“) in der Kostenplanung ausgearbeitet, welche in Kapitel 4 Fallbeispiel und empirische Datenanalyse näher erläutert werden.

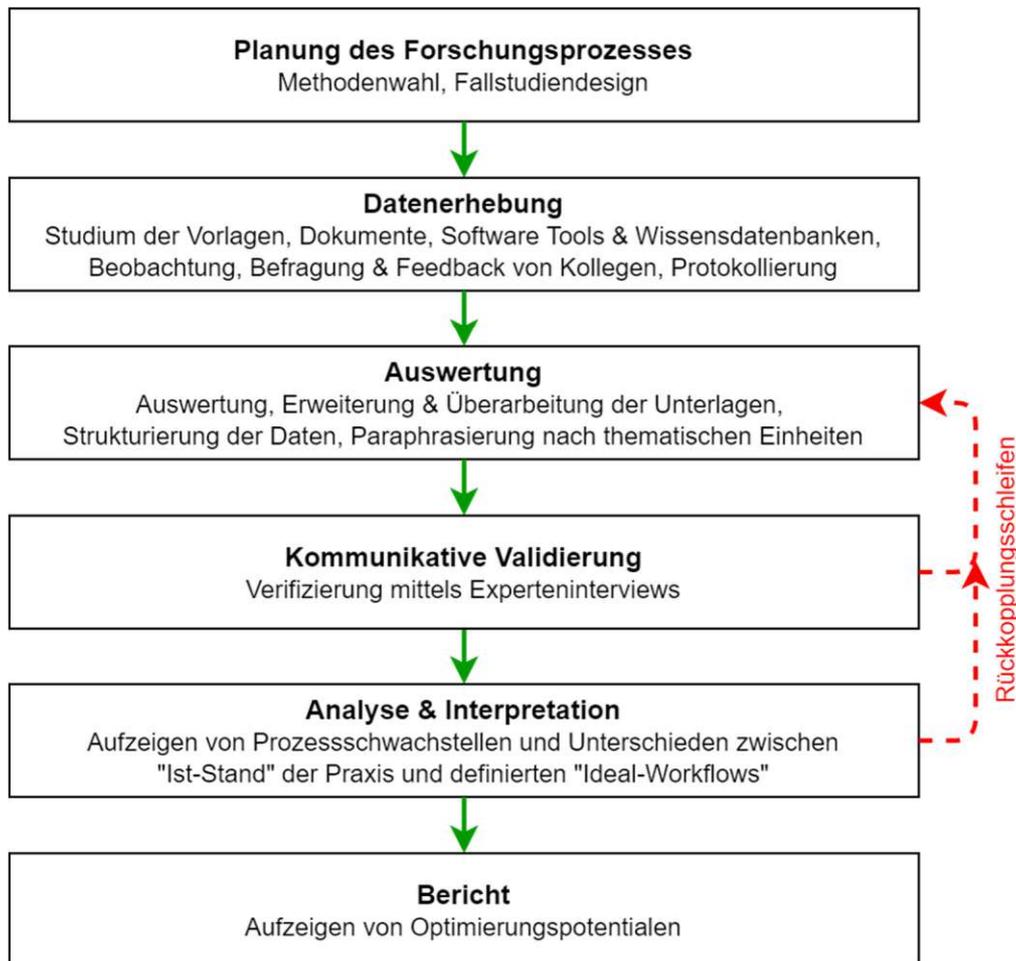
Abbildung 3.1 zeigt das Untersuchungsdesign der Fallstudie mit der iterativen Ausarbeitung der unternehmensinternen vorgesehenen Kostenermittlungsprozesse („Ideal-Workflows“) in der Kostenplanung.

---

<sup>70</sup> Vgl. Yin, 2014

<sup>71</sup> Döring, Bortz, 2016, S.380

<sup>72</sup> Building Design – WA100 2022

Abbildung 3.1 – Untersuchungsdesign Fallstudie<sup>73</sup>

Im Rahmen des Praktikums wurden außerdem die tatsächlichen Workflows und Prozessabläufe (Ist-Stand) in der Praxis beobachtet, dokumentiert und Protokolle erstellt. Dies geschah einerseits durch eigene Tätigkeiten, wie die Mithilfe an mehreren integralen Projekten, und andererseits durch die Beobachtung und durch die Interaktion mit Kollegen. In den Protokollen wurden die Prozessschwachstellen und die Unterschiede zwischen dem „Ist-Stand“ in der Praxis und den „Ideal-Workflows“ in der Kostenplanung des Büros festgehalten, mit Bezug auf die Schnittstellenproblematik und Software-Interoperabilität, wie auch Kommunikationsprozesse zwischen den fachspezifischen Projektbeteiligten. Das Ziel war die Identifikation von Prozessschwachstellen und das Aufzeigen der Abweichungen von den „Ideal-Workflows“. Diese werden in Kapitel 5 Ergebnisse aus der Analyse der Fallstudie genauer aufgezeigt. Es werden Schwerpunkte zu Workflows und Projektbeteiligte, Software und Erfassung der Kosten von nicht modellierten Elementen gebildet.

Daraus folgend werden in Kapitel 6 Optimierungspotentiale in der integralen Kostenplanung mit BIM Optimierungspotentiale hinsichtlich der Workflows, der Softwarelösungen, der Schnittstellenproblematik und der Software-Interoperabilität der Kostenplanung aufgezeigt.

<sup>73</sup> Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an Albers et al., 2009, S.44

## 4 Fallbeispiel und empirische Datenanalyse

In diesem Kapitel werden die, gemäß der in Abbildung 3.1 gezeigten Vorgangsweise, iterativ ausgearbeiteten unternehmensinternen vorgesehenen Kostenermittlungsprozesse („Ideal-Workflows“) in der Kostenplanung näher erläutert.

Sofern nicht anders gekennzeichnet, sind sämtliche Daten in Kapitel 4 Fallbeispiel und empirische Datenanalyse aus dem Studium der Unterlagen der ATP Wien Planungs GmbH, welche gegebenenfalls hinsichtlich des Einsatzes von BIM aktualisiert wurden.

Die folgenden Ausführungen beziehen sich auf den Zeitpunkt des Praktikums – es kann zum Zeitpunkt der Fertigstellung dieser Arbeit zu Abweichungen in den Workflows kommen.

### 4.1 Organigramm und Aufgaben der Projektbeteiligten

#### 4.1.1 Organigramm

Abbildung 4.1 zeigt das Organigramm zur Organisation und Abwicklung eines integralen Projektes. Anschließend werden die vom Unternehmen definierten Verantwortlichkeiten der Projektbeteiligten erläutert.

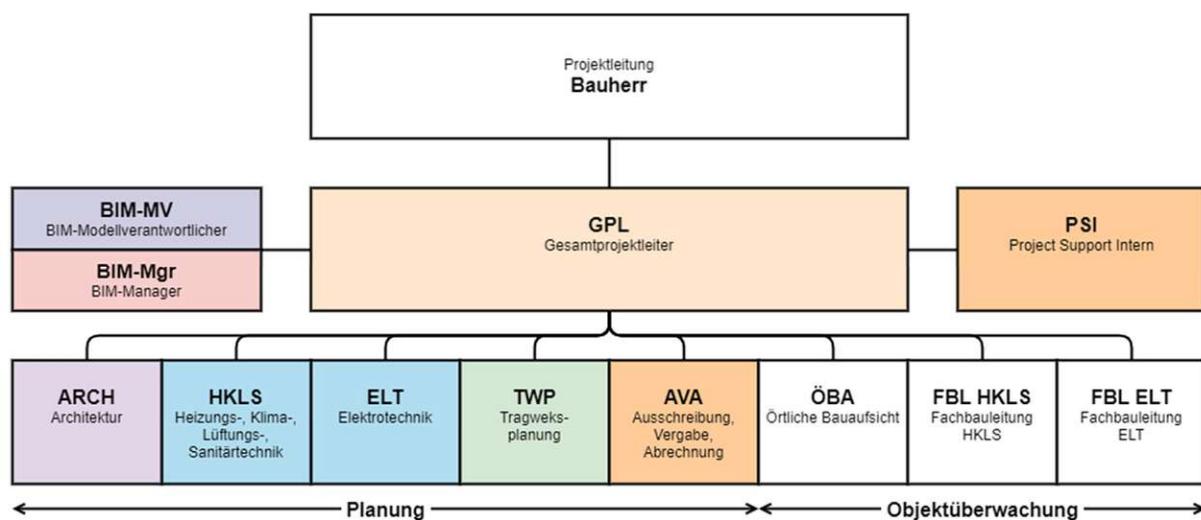


Abbildung 4.1 – Organigramm zur Organisation und Abwicklung eines integralen Projektes<sup>74</sup>

#### 4.1.2 BIM-Modellverantwortlicher (BIM-MV)<sup>75</sup>

Die Rolle des BIM-Modellverantwortlichen wird außerhalb von ATP auch BIM-Gesamtkoordinator genannt und ist mit diesem zu vergleichen.

Im Projektteam ist der BIM-Modellverantwortliche normalerweise der (Haupt-)Konstrukteur und somit der erste Ansprechpartner für Probleme im Revit-Modell. Er koordiniert die Modelle aller Fachbereiche, führt regelmäßige Qualitätskontrollen und Fehlerbehebungen am Modell durch und ist für die Sicherstellung eines fehlerfreien und phasengerechten Modells verantwortlich. Er ist für die Durchführung und die Dokumentation von Kollisionsprüfungen verantwortlich. Durch Sicherung des

<sup>74</sup> Quelle: ATP, Projektorganisation, 2020, modifiziert

<sup>75</sup> Quellen: ATP, BIM Organisation, 2020; ATP, Projektverantwortlichkeiten, 2020

unternehmensinternen BIM-Standards über die gesamte Projektlaufzeit sollte das Modell von allen Fachbereichen verwendet werden können und für Zusatzfunktionen, wie beispielsweise den Prozess der modellbasierten Mengenauswertung, geeignet sein. Der BIM-Modellverantwortliche ist zusammen mit den Projektleitern der Fachbereiche (ARCH, TGA, TWP) für die Vorbereitung und die Befüllung aller für den Prozess der modellbasierten Mengenauswertung erforderlichen Parameter gemäß den Content Sheets verantwortlich.

Der BIM-Modellverantwortliche legt im Rahmen des Projektstartgespräches in Abstimmung mit dem BIM-Manager das BIM-Modell an, richtet dieses ein und definiert den projektbezogenen BIM-Workflow. Somit wird von Anfang an die Grundlage für eine weitere Bearbeitung in späteren Projektphasen geschaffen.

Der BIM-Modellverantwortliche legt in Abstimmung mit dem BIM-Manager und dem Gesamtprojektleiter die Bearbeitungstiefe des Modelles in den einzelnen Projektphasen fest.

Innerhalb des Unternehmens werden zweiwöchentliche Gruppengespräche („SCRUMS“) abgehalten, bei denen ausgewählte Mitarbeiter (BIM-Manager, BIM-Modellverantwortliche, Revit-Superuser etc.) durch Erfahrungs- und Informationsaustausch problematische oder verbesserungswürdige BIM-Workflows, -Werkzeuge und -Standards erfassen und Lösungen ausarbeiten.

#### 4.1.3 BIM Manager (BIM-Mgr)<sup>76</sup>

Der BIM-Manager ist die zentrale Ansprechperson für alle BIM-relevanten Fragen und führt die BIM-Modellverantwortlichen verschiedener Projekte eines Standorts übergeordnet. Er fungiert als Schnittstelle zwischen den BIM-Modellverantwortlichen, den Superusern und anderen Mitarbeitern des Standortes. Er unterstützt bei der korrekten Umsetzung des unternehmensinternen BIM-Standards, überprüft die BIM-Kompetenzlevels der Mitarbeiter, erfasst den Schulungsbedarf und koordiniert die Schulungen im BIM-Bereich. Dem BIM-Manager obliegen die Qualitätssicherung und die Überprüfung aller Standortprojekte auf Einhaltung der unternehmensinternen BIM-Standards.

Hinsichtlich der Weiterentwicklung von BIM-relevanten Arbeitsprozessen stellt der BIM-Manager Supportanfragen an externe Partner und übermittelt die zusammen mit den Projektteams ausgearbeiteten Entwicklungsaufgaben, -ziele und -wünsche.

#### 4.1.4 Gesamtprojektleiter (GPL)<sup>77</sup>

Der Gesamtprojektleiter ist für die Planung, Organisation und Steuerung des Projektes verantwortlich. Er ist die Ansprechperson des Bauherrn. Er koordiniert die Projektbeteiligten und ist fachübergreifend für die Qualitätskontrolle verantwortlich. Dem Gesamtprojektleiter obliegt die Aufgabe der Freigabe der Leistungsphasen Vorplanung, Entwurfsplanung, Genehmigungsplanung und Ausführungsplanung. Der Gesamtprojektleiter übernimmt bei den Kostenermittlungsprozessen in der Kostenplanung die Aufgabe der Koordination, des Zusammenstellens, der fachübergreifenden Prüfung und Freigabe.

#### 4.1.5 Project Support Intern (PSI)<sup>78</sup>

Der Project Support Intern (PSI) ist eine der Geschäftsleitung direkt unterstellte Stabstelle. Seine Aufgabe ist es den Gesamtprojektleiter, insbesondere in den Bereichen Kostenplanung, -steuerung und -kontrolle, Terminplanung und -steuerung und Organisationsplanung, sowie bei der Konzeption

---

<sup>76</sup> Quellen: ATP, BIM Organisation, 2020; ATP, Projektverantwortlichkeiten, 2020

<sup>77</sup> Quellen: ATP, BIM Organisation, 2020; ATP, Projektverantwortlichkeiten, 2020

<sup>78</sup> Quellen: ATP, PSI Aufgaben, 2020; ATP, Projektverantwortlichkeiten, 2020

wirtschaftlicher Planungskonzepte, zu unterstützen. In Zusammenarbeit mit den Fachbereichen erstellt er die Kostenermittlungen der ersten Leistungsphasen (Kostenrahmen, -schätzung und -berechnung). Dabei zeigt er nach Möglichkeit Einsparungspotentiale auf.

Darüber hinaus fallen Sonderaufgaben aus den Tätigkeitsfeldern Akquisition, Projektentwicklung, Qualitätsmanagement, Versicherungs- und Rechtsfälle, sowie die Betreuung und Weiterentwicklung von hauseigenen Softwarelösungen wie COSTline (unternehmensinterne Baukostenmanagement-Software) und WORKline (unternehmensinteres Tool für Workflows, Prozesse, Leitfäden und Checklisten). Bei all diesen Tätigkeiten liegt der Fokus auf Sicherstellung und laufender Optimierung von Dienstleistungsqualität und Produktivität.

#### 4.1.6 Revit-Superuser<sup>79</sup>

Revit-Superuser sind üblicherweise Modellierer eines Projekts. Durch ihr Expertenwissen wird ihnen meist die Verantwortung über das Teilmodell des jeweiligen Fachbereichs übertragen. Sie stimmen sich mit dem BIM-Modellverantwortlichen über die Modelltiefe in den einzelnen Leistungsphasen ab und unterstützen ihn bei der Koordination der Modelle aller Fachbereiche. Bei den zweiwöchentlichen „SCRUMS“ bringen sie die Verbesserungsvorschläge ihres jeweiligen Fachbereichs ein und informieren ihren Bereich über Informationen aus den Meetings. Sie sind an der Weiterentwicklung des BIM-Standards involviert und führen nach Beauftragung eines BIM-Managers Tests und Beurteilungen neuer Arbeitsmethoden, Werkzeugen und Familien aus Entwicklungsprojekten durch. Sie nehmen beim Projekt Mock-Up und Startgesprächen teil und erstellen in Absprache mit dem BIM-Manager und dem BIM-Modellverantwortlichen die für das Projekt erforderlichen Vorlagedateien (Templates). Sie sichern die Qualitätsstandards und kontrollieren und unterstützen die Einhaltung der definierten BIM-Prozesse und -Standards. Sollten Abweichungen auftreten, melden sie diese an den BIM-Modellverantwortlichen.

#### 4.1.7 Fachbereiche<sup>80</sup>

Die Projektleiter der Fachbereiche (ARCH, HKLS, ELT, TWP) sind während der Planungsphase für die Erstellung aller Planungsunterlagen mittels BIM-Modells verantwortlich. Sie sind in Zusammenarbeit mit dem BIM-Modellverantwortlichen für die Interpretation der Kollisionsprüfungsberichte und die Fehlerbehebung verantwortlich.

Die Projektleiter sind zusammen mit dem BIM-Modellverantwortlichen für Vorbereitung und die Befüllung aller für den Prozess der modellbasierten Mengenauswertung erforderlichen Parameter gemäß den Content Sheets verantwortlich und haben die für den Prozess notwendigen Elemente vorzubereiten.

Die Projektleiter tragen die Verantwortung für die Qualitätskontrolle des jeweiligen Fachbereichs selbst und sind auch für die Durchführung der fachspezifischen Kostenermittlungsprozesse der Kostenplanung verantwortlich. Die Gruppenleiter der Fachbereiche übernehmen die Aufgabe der fachspezifischen Prüfung und Freigabe.

Die Technische Gebäudeausrüstung (TGA) umfasst die beiden Fachbereiche HKLS und ELT.

Für den Standort Wien ist der Project Support Intern auch der Gruppenleiter des Fachbereiches Ausschreibung, Vergabe, Abrechnung (AVA). Die AVA-Mitarbeiter Wiens steigen deshalb bereits vor der Ausschreibung als PSI-Mitarbeiter in ein Bauprojekt ein und sind somit bei den

---

<sup>79</sup> Quelle: ATP, BIM Organisation, 2020

<sup>80</sup> Quellen: ATP, Projektverantwortlichkeiten, 2020; ATP, Workline, 2020

Kostenermittlungsprozessen der ersten Leistungsphasen tätig. Dadurch wird eine spätere Einarbeitung zum Zeitpunkt der Ausschreibungsvorbereitung hinfällig.

Die Fachbereiche der Objektüberwachung Örtliche Bauaufsicht (ÖBA), Fachbauleitung Heizungs-, Klima-, Lüftungs- Sanitärtechnik (FBL HKLS) und Fachbauleitung Elektrotechnik (FBL ELT) haben betreffend der Kostenermittlungsprozesse in der Kostenplanung eine untergeordnete Rolle.

## 4.2 Prozessbild Gesamtplanung und Workflows der Leistungsphasen

Grundsätzlich wird für die Abwicklung eines integralen Projekts folgendes Prozessbild für die Gesamtplanung eines Bauprojektes vorgesehen:

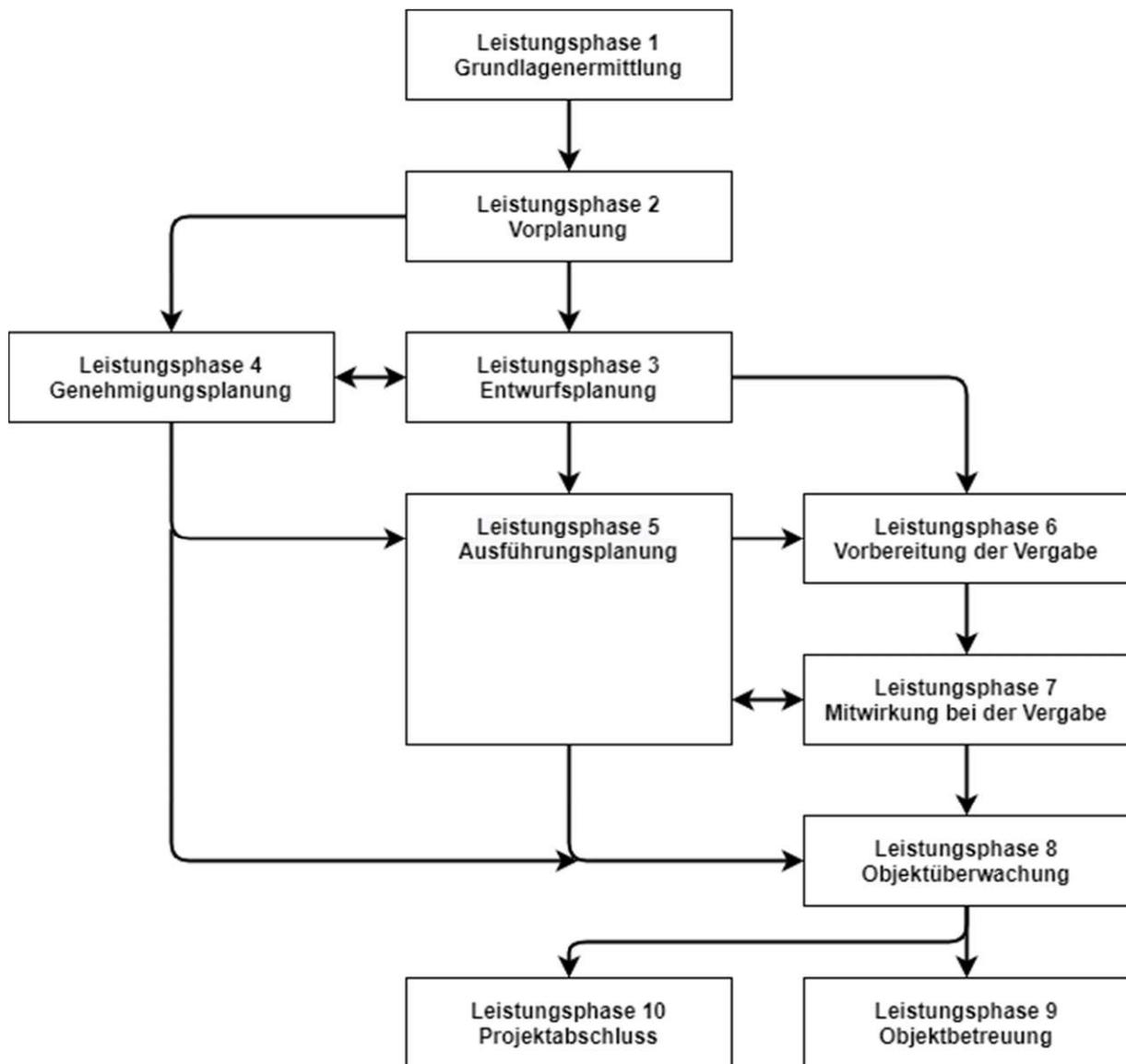


Abbildung 4.2 – Workflow Gesamtplanung<sup>81</sup>

<sup>81</sup> Quelle: ATP, Workline: Gesamtplanung, 2020, modifiziert

Es werden also folgende Leistungsphasen vorgesehen:

- 1) Grundlagenermittlung
- 2) Vorplanung
- 3) Entwurfsplanung
- 4) Genehmigungsplanung
- 5) Ausführungsplanung
- 6) Vorbereitung der Vergabe
- 7) Mitwirkung bei der Vergabe
- 8) Objektüberwachung
- 9) Objektbetreuung
- 10) Projektabschluss

Hierbei ist die Anlehnung an die neun Leistungsphasen der Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI) hervorzuheben, lediglich die abschließende Leistungsphase 10: Projektabschluss kommt in der HOAI so nicht vor und ist eine unternehmensinterne Erweiterung.

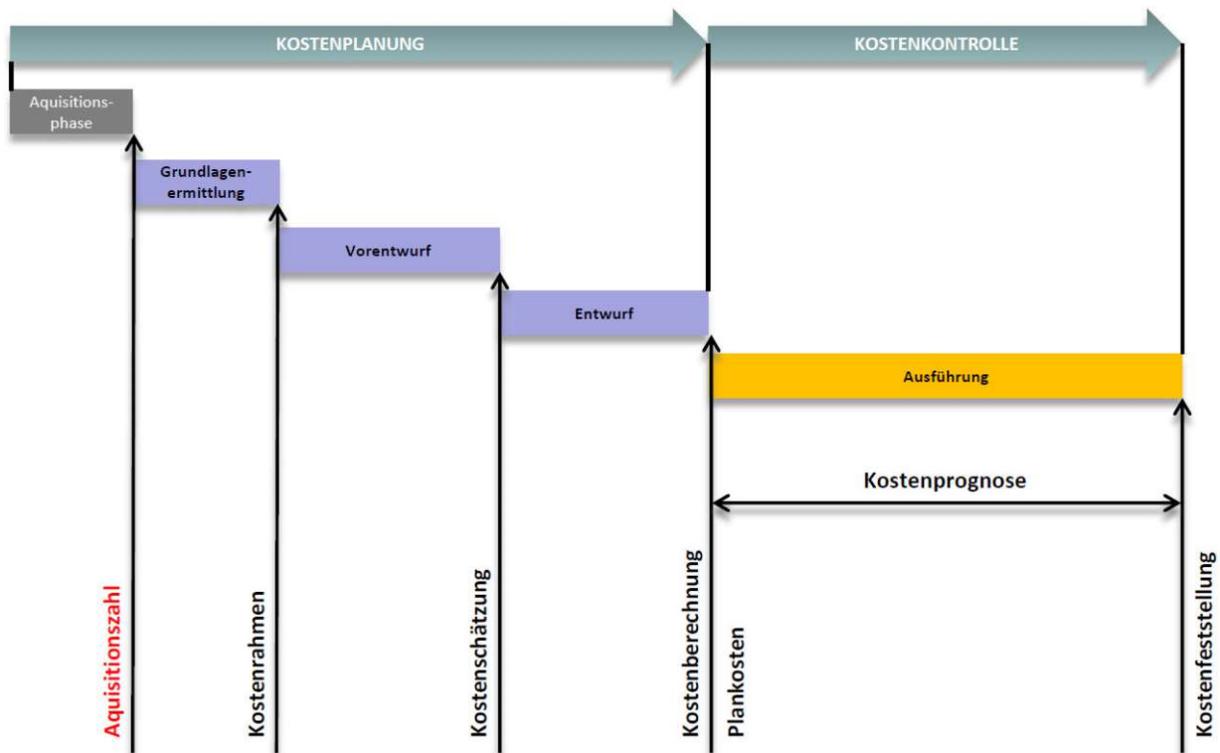
Da für die Kostenplanung in erster Linie die ersten fünf Leistungsphasen maßgebend sind, werden die Workflows dieser Leistungsphasen in den folgenden Unterkapiteln 4.2.1 bis 4.2.4 näher ausgearbeitet.

Leistungsphase 6: Vorbereitung der Vergabe stellt den Workflow der Leistungsverzeichnis-Erstellung detaillierter dar und wird im folgenden Kapitel der detaillierteren Workflows der leistungsphasenspezifischen Kostenermittlungen abgehandelt.

Da Leistungsphase 7: Mitwirkung bei der Vergabe, Leistungsphase 8: Objektüberwachung, Leistungsphase 9: Objektbetreuung und Leistungsphase 10: Projektabschluss für die Kostenermittlungsprozesse in der Kostenplanung eine untergeordnete Rolle spielen, werden die Workflows dieser Leistungsphasen in der Diplomarbeit auch nicht näher ausgearbeitet.

Bezüglich des Themas der Kostenplanung sei allerdings hervorzuheben, dass in der Leistungsphase 10: Projektabschluss die Kostenfeststellung, ein Projektreview und eine Erfolgsbilanz durchgeführt werden. Die dort gewonnenen Erfahrungswerte und Preise werden in die unternehmensinterne Datenbank der Kostenkennwerte rückgespielt, über welche die Kosten in der Kostenplanung ermittelt werden.

Abbildung 4.3 stellt das Kostenmanagement in der zeitlichen Abfolge dar. Zu sehen sind der Zeitpunkt des Übergangs zwischen Kostenplanung und Kostenkontrolle und die Zeitpunkte der Kostenermittlungen am Ende der jeweils zugehörigen Leistungsphase.

Abbildung 4.3 – Kostenmanagement in der zeitlichen Abfolge<sup>82</sup>

#### 4.2.1 Leistungsphase 1: Grundlagenermittlung<sup>83</sup>

In diesem Unterkapitel wird der Workflow der Leistungsphase 1: Grundlagenermittlung mit der zugehörigen Abbildung 4.4 – Workflow Leistungsphase 1: Grundlagenermittlung näher erläutert.

Nach der Auftragsentscheidung für ATP gibt der Bauherr bei der Auftragserteilung ein Budget vor. Dieses kann nach der ÖNORM B 1801-1 als das Kostenziel der Entwicklungsphase verstanden werden.

Im Teilprozess Projektübergabe und Teambildung wird der GPL benannt und sein Projektteam festgelegt. In einem Übergabegespräch mit dem GPL werden bereits vorhandene Projektunterlagen an den GPL übergeben. Der Vertrag und die Leistungsbilder werden durchgesprochen, ein Projektname festgelegt und das Projekt innerhalb ATPs angelegt. Dabei wird das Projekt auch vom Gesamtprojektleiter oder dem Project Support Intern in COSTline (hauseigene Baukostenmanagement-Softwarelösung) aufgesetzt.

Anschließend erstellt der Gesamtprojektleiter die Aufwandsplanung. Letztere ist in Feedbackrunden mit den beteiligten Gruppenleitern des Projektteams freizugeben. Passend zu den Bauherrnerwartungen (Kosten, Quantitäten, Qualitäten, Termine) wird ein Aufwandskonzept und eine Vorgabenstundenermittlung erstellt. In der Aufwandsplanung ist ein BIM Startgespräch zu führen, in dem vom Projektteam die grundsätzlichen Systemfestlegungen für das geplante Modell des Bauprojektes (Template, Grundgerüst des Modells, Bauteile, Ebenenmodell, Aufbauten, ...) festzulegen sind.

Im nächsten Schritt ist die Aufwandsplanung von der Geschäftsführung freizugeben und die Vorgabenstunden sind von ihr festzulegen.

<sup>82</sup> VO-Unterlagen, LVA Kostenrelevanz im Planungsprozess, 2021, S.55

<sup>83</sup> Quelle: ATP, Workline: Projektstart Grundlagenermittlung, 2020, inkl. Erläuterungen

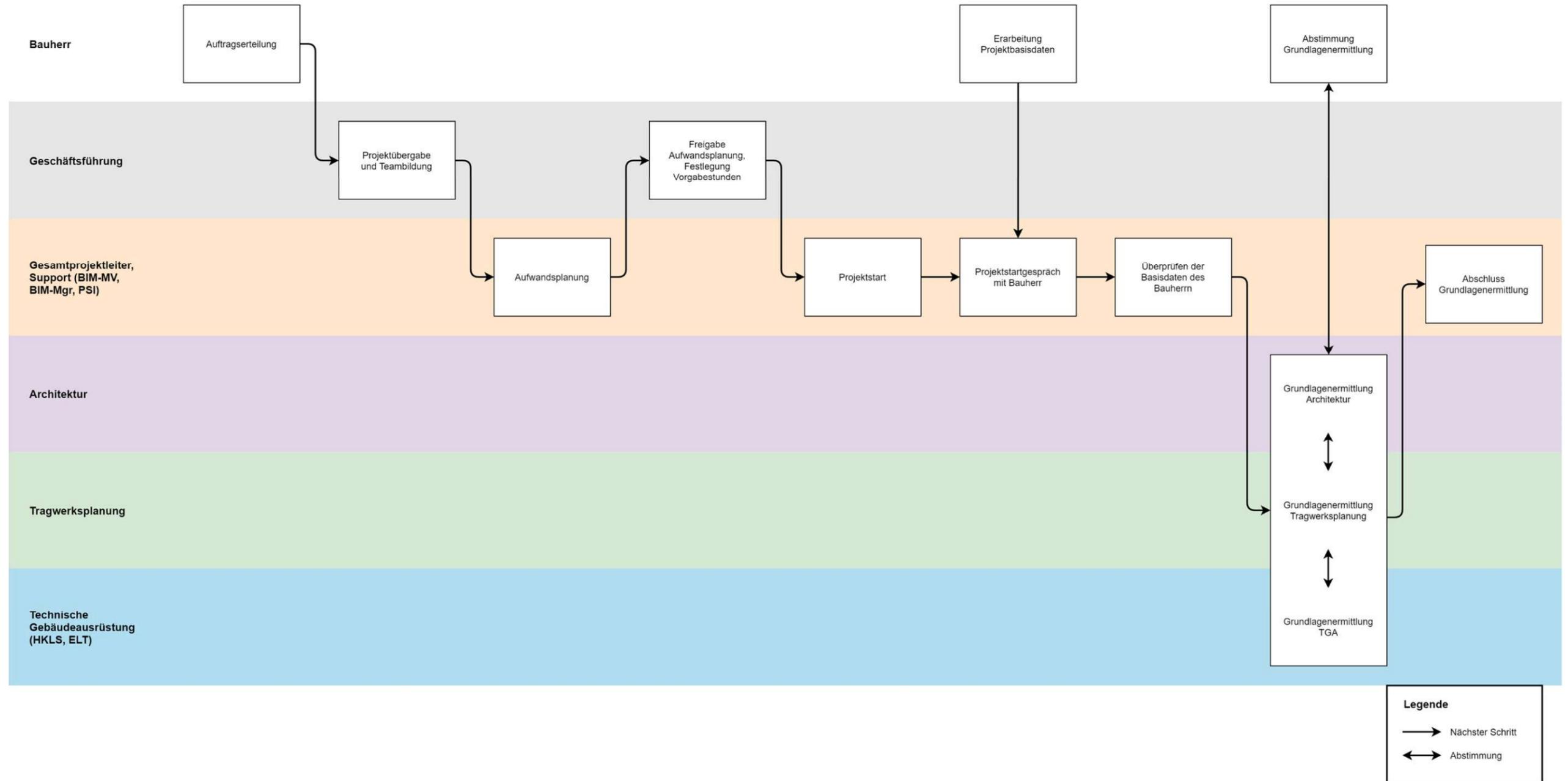


Abbildung 4.4 – Workflow Leistungsphase 1: Grundlagenermittlung<sup>84</sup>

<sup>84</sup> Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an ATP, Workline: Projektstart Grundlagenermittlung, 2020

Im anschließenden Prozessschritt Projektstart findet das Startgespräch mit dem Projektteam statt und es werden die Informationen über das Projekt an das Team weitergegeben. Der Startworkshop (s. LPH 2) ist zu terminisieren. Es sind Informationen über die Projektverantwortlichkeiten beim Bauherrn und weitere externe Dokumente (Gesamtprojektorganigramm, Rahmenterminplan, etc.) einzuholen.

Bei der Erarbeitung der Projektbasisdaten ist vom Bauherrn die Projektaufgabe zu formulieren. Diese umfasst unter anderem die Erstellung einer Projektstrategie, einer Bedarfsplanung und einer Machbarkeitsstudie, die Bekanntgabe einzuhaltender Rahmenbedingungen und die Information über die Projektverantwortlichkeiten seitens des Bauherrn.

Beim Projektstartgespräch wird der GPL beim Bauherrn vorgestellt. Je nach Projekterfordernis und Entscheidung des GPL können auch weitere Projektbeteiligte daran teilnehmen. Im Projektstartgespräch wird die zuvor vom Bauherrn formulierte Projektaufgabe abgeklärt und es wird die weitere Vorgangsweise (Bauherrnbesprechungen, Bauherrn-Freigaben, etc.) abgestimmt.

Die bauherrnseitigen Unterlagen zu den Projektbasisdaten sind im nächsten Schritt zu überprüfen und es muss eine eindeutige Abklärung der Aufgabenstellung durch Festlegung von Projektzielen im Bereich Qualitäten (z. B. durch Definition von Referenzobjekten o.ä.), im Bereich Termine und im Bereich Kosten geben.

Im nächsten Schritt sind von den Fachbereichen die fachspezifischen Grundlagen zu ermitteln, welche mit den jeweils anderen Fachbereichen abzustimmen sind (integrale Planung). Die Fachbereiche wirken alle bei der Auswertung der Basisdaten des Bauherrn mit und es sind fachspezifische Kostenrahmen zu erstellen. Die fachspezifischen Ergebnisse sind zusammengefasst an den GPL zu verteilen. Dieser hat diese zu prüfen und freizugeben und dem Bauherrn zu übermitteln.

Der Bauherr hat die Grundlagen und Basisdaten abzustimmen und freizugeben, weitere Unterlagen und Informationen sind zu ergänzen.

Um die Grundlagenermittlung abzuschließen, sind die gesicherten Basisdaten des Bauherrn, sowie die Grundlagen aller Fachdisziplinen zusammenzustellen. Die gesamte Grundlagenermittlung, inklusive des Rahmenterminplans und des Kostenrahmens muss erstellt sein und die Vorgabestunden sind (in Abstimmung mit den Gruppenleitern der Fachbereiche) auf die Fachbereiche zu verteilen.

## 4.2.2 Leistungsphase 2: Vorplanung<sup>85</sup>

In diesem Unterkapitel wird der Workflow der Leistungsphase 2: Vorplanung mit der zugehörigen Abbildung 4.5 – Workflow Leistungsphase 2: Vorplanung näher erläutert.

Zu Beginn der Vorplanung wird der Startworkshop organisiert und das Projektteam und gegebenenfalls andere Beteiligte (interne- & externe Know-How-Träger) eingeladen und über die abgestimmten Projektziele und die projektspezifischen Anforderungen informiert.

Bei der Organisation der Vorplanung werden von den Fachbereichen die Grundlagen analysiert und der Startworkshop vorbereitet.

Im nächsten Schritt wird der Startworkshop durchgeführt. Dieser kann als „Runde der besten Köpfe“ verstanden werden. Sein Ziel ist die Ideenfindung, die Erarbeitung von konkreten Aufgabenstellungen für die Konzeptphase und das Herausarbeiten von konkreten Aufgabenstellungen an die Fachbereiche für die folgende Konzeptphase.

---

<sup>85</sup> Quelle: ATP, Workline: Vorplanung Vorentwurfsplanung, 2020, inkl. Erläuterungen

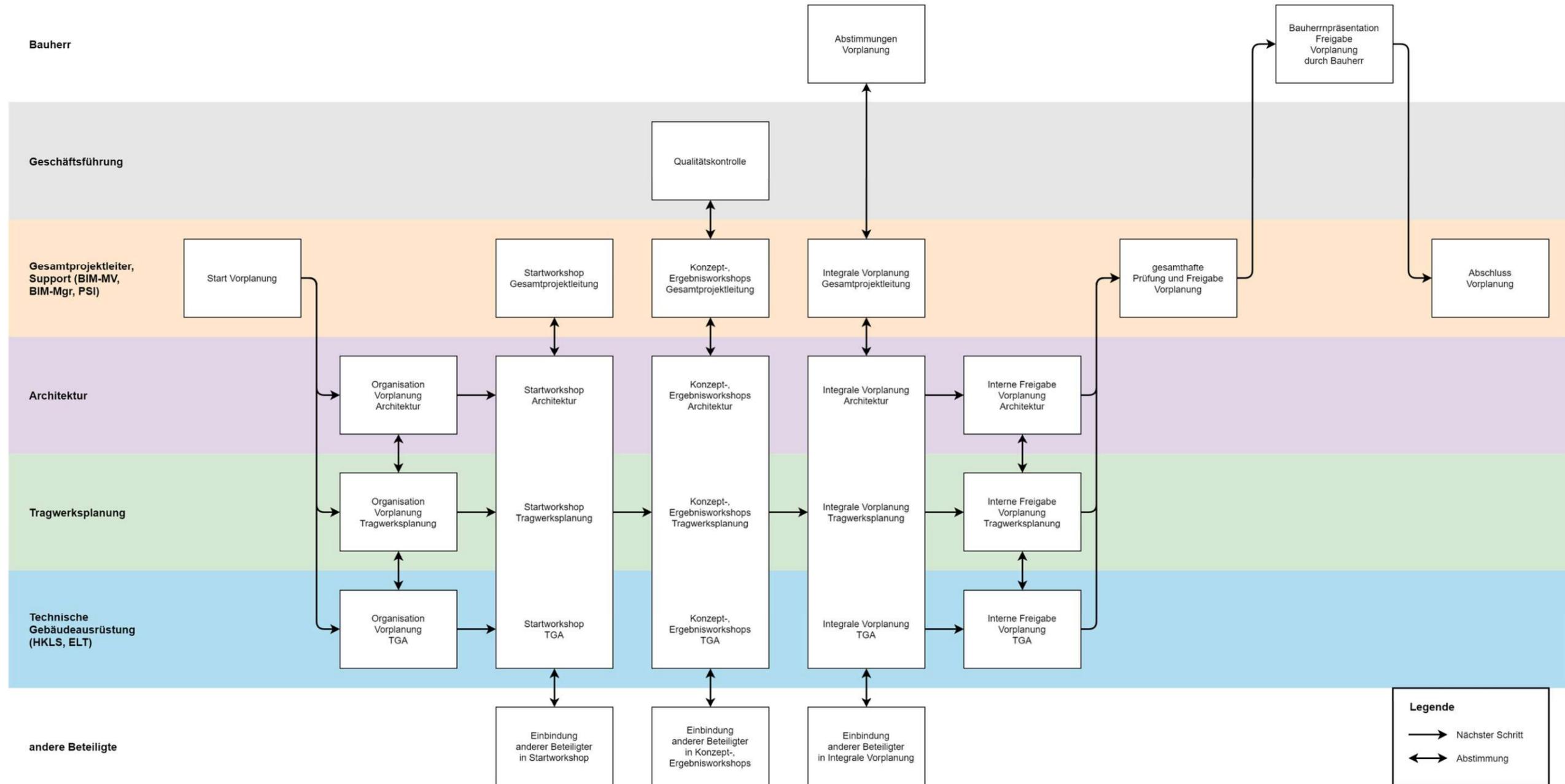


Abbildung 4.5 – Workflow Leistungsphase 2: Vorplanung<sup>86</sup>

<sup>86</sup> Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an ATP, Workline: Vorplanung Vorentwurfsplanung, 2020

In der Konzeptphase werden in den einzelnen Fachbereichen „denk- und undenkbar“ Lösungsvorschläge erarbeitet und visualisiert.

Nach der Vorbereitung findet der Konzeptworkshop statt. Projektbezogen können auch mehrere Konzeptworkshops stattfinden. Das Ziel ist die Erarbeitung eines gesamthaften Lösungsansatzes als Basis für die eigentliche Vorentwurfsplanung. Nach Abschluss des Konzeptworkshops wird die Qualität von den Gruppenleitern und dem Gesamtprojektleiter kontrolliert.

Danach werden die Ergebnisse des Konzeptworkshops umgesetzt. Dies geschieht in einer fachbereichsweisen Durcharbeitung der Ergebnisse aus dem Konzeptworkshop zu einem in sich schlüssigen, abgestimmten „Conceptual Design“.

In den Workshops wird der Bauherr über die Kostendifferenzen der verschiedenen vom Projektteam ausgearbeiteten Varianten aufgeklärt und soll somit vom Projektteam ein „Gefühl für Kosten“ vermittelt bekommen. Dies ist ein wichtiger Bestandteil, der zur Kostenplanung beiträgt.

Dieses „Conceptual Design“ wird beim Ergebnisworkshop, der auch als letzter Konzeptworkshop verstanden werden kann, präsentiert und die ausgearbeitete Lösung auf Übereinstimmung mit den Zieldefinitionen und Projektzielen aus dem Startworkshop überprüft. Beim Ergebnisworkshop sollten die Ergebnisse strukturiert und zu einem schlüssigen Conceptual Design Handbuch zusammengestellt werden. Nach Abschluss des Ergebnisworkshops wird die Qualität von dem Vorstand, den Gruppenleitern und dem Gesamtprojektleiter kontrolliert.

Auf Basis des Conceptual Design Handbuchs wird die Integrale Vorplanung fertiggestellt, welche als die klassische Vorentwurfsplanung verstanden werden kann. Diese wird in Besprechungen mit dem Bauherrn abgestimmt. Die Abweichungen von den ursprünglichen Bauherrnvorgaben sind in einem Änderungsmanagement zu dokumentieren. Die Vorplanung wird (eventuell zeitlich gestaffelt nach Bauteilen) von den Fachbereichen aufeinander abgestimmt (integrale Planung) erstellt. Als wesentliche Planungsbestandteile der Vorplanung sind unter anderem das Planungskonzept der Architektur, die Lastenpläne der Tragwerksplanung, die Kostenschätzung und ein aktualisierter Rahmenterminplan zu nennen. Vom Gesamtprojektleiter werden monatliche Soll-Ist-Vergleiche der Planstunden zu den Ist-Stunden gemacht und bei Abweichungen Steuerungsmaßnahmen ergriffen.

Die mit dem Bauherrn abgestimmte Vorplanung wird fachbereichsweise zusammengestellt und von den Gruppenleitern der Fachbereiche intern freigeben.

Die Ergebnisse der fachbereichsweisen Vorplanung werden vom Gesamtprojektleiter zusammengestellt und gesamthaft freigegeben. Hierbei ist zu überprüfen, ob die Projektaufgabe des Bauherrn gemäß der Grundlagenermittlung erfüllt ist und das Ergebnis mit dem Conceptual Design Handbuch übereinstimmt. Des Weiteren muss eine grundlegende Genehmigungsfähigkeit gewährleistet sein. Die Kostenschätzung wird vom Gesamtprojektleiter finalisiert.

Die zusammengestellte Vorplanung wird zunächst intern der Geschäftsführung und dem Vorstand präsentiert, ehe dem Bauherrn die Ergebnisse der Integralen Vorplanung durch den Gesamtprojektleiter und/oder der Geschäftsführung präsentiert werden.

Nach der Bauherrnfreigabe der Vorplanung (inklusive der Kostenschätzung) kann diese dokumentiert und abgeschlossen werden. Abschließend wird das Projektteam über die Bauherrnfreigabe informiert.

### 4.2.3 Leistungsphase 3: Entwurfsplanung<sup>87</sup>

In diesem Unterkapitel wird der Workflow der Leistungsphase 3: Entwurfsplanung mit der zugehörigen Abbildung 4.6 – Workflow Leistungsphase 3: Entwurfsplanung näher erläutert.

Zu Beginn der Entwurfsplanung werden die Vorgabestunden, die Projektinformationen (Projektdateien, Termine, Kosten, etc.) und der Steuerungsterminplan erstellt/aktualisiert und an das Projektteam verteilt. Bei Bedarf werden Konsultanten und Sonderfachleute von dem Gesamtprojektleiter eingebunden.

Bei der Organisation der Entwurfsplanung werden von den Gruppenleitern der Fachbereiche die spezifischen Kapazitätsplanungen aktualisiert und Personal disponiert.

Im nächsten Schritt, der Integralen Entwurfsplanung, wird zunächst von allen Fachbereichen beim Plan-Mock-up die Planung vorbereitet und die spezifischen Aufgaben zugeteilt. Danach wird die Entwurfsplanung von den Fachbereichen aufeinander abgestimmt (integrale Planung) durchgeführt. Diese wird in Besprechungen mit dem Bauherrn abgestimmt. Die Abweichungen von den ursprünglichen Bauherrnvorgaben sind in einem Änderungsmanagement zu dokumentieren. Wesentliche Planungsbestandteile der Entwurfsplanung sind unter anderem Verhandlungen mit den zuständigen Behörden unter Führung des Gesamtprojektleiters, die überschlägige statische Berechnung mit der Bemessung der maßgeblichen Konstruktionselemente, die grundlegende Festlegung der konstruktiven Details und der Hauptabmessungen des Tragwerks in den Entwurfszeichnungen, die Festlegung aller Systeme, Anlagen und Anlagenteile der technischen Gebäudeausrüstung und deren Berechnung und Bemessung, die Kostenberechnung und die Terminplanung. Vom Gesamtprojektleiter werden monatliche Soll-Ist-Vergleiche der Planstunden des Projektteams durchgeführt und bei Abweichungen Steuerungsmaßnahmen ergriffen.

Die mit dem Bauherrn abgestimmte Entwurfsplanung wird fachbereichsweise zusammengestellt und von den Gruppenleitern der Fachbereiche intern freigegeben. Diese führen auch einen letzten Soll-Ist-Vergleich der Planstunden zu den Ist-Stunden im Fachbereich durch.

Die Ergebnisse der fachbereichswisen Entwurfsplanung werden vom Gesamtprojektleiter zusammengestellt und gesamt freigegeben. Hierbei ist zu überprüfen, ob das Ergebnis mit der vom Bauherrn freigegebenen integralen Vorplanung übereinstimmt und die Projektziele (Qualität, Kosten, Termine) eingehalten wurden. Die Kostenberechnung wird vom Gesamtprojektleiter finalisiert.

Die zusammengestellte integrale Entwurfsplanung wird dem Bauherrn durch den Gesamtprojektleiter und/oder der Geschäftsführung präsentiert.

Nach der Bauherrnfreigabe der Entwurfsplanung (inklusive der Kostenberechnung) kann diese dokumentiert und abgeschlossen werden. Das Projektteam wird über die Bauherrnfreigabe informiert und vom Gesamtprojektleiter ein letzter Soll-Ist-Vergleich der Planstunden zu den Ist-Stunden durchgeführt.

---

<sup>87</sup> Quelle: ATP, Workline: Entwurfsplanung, 2020, inkl. Erläuterungen

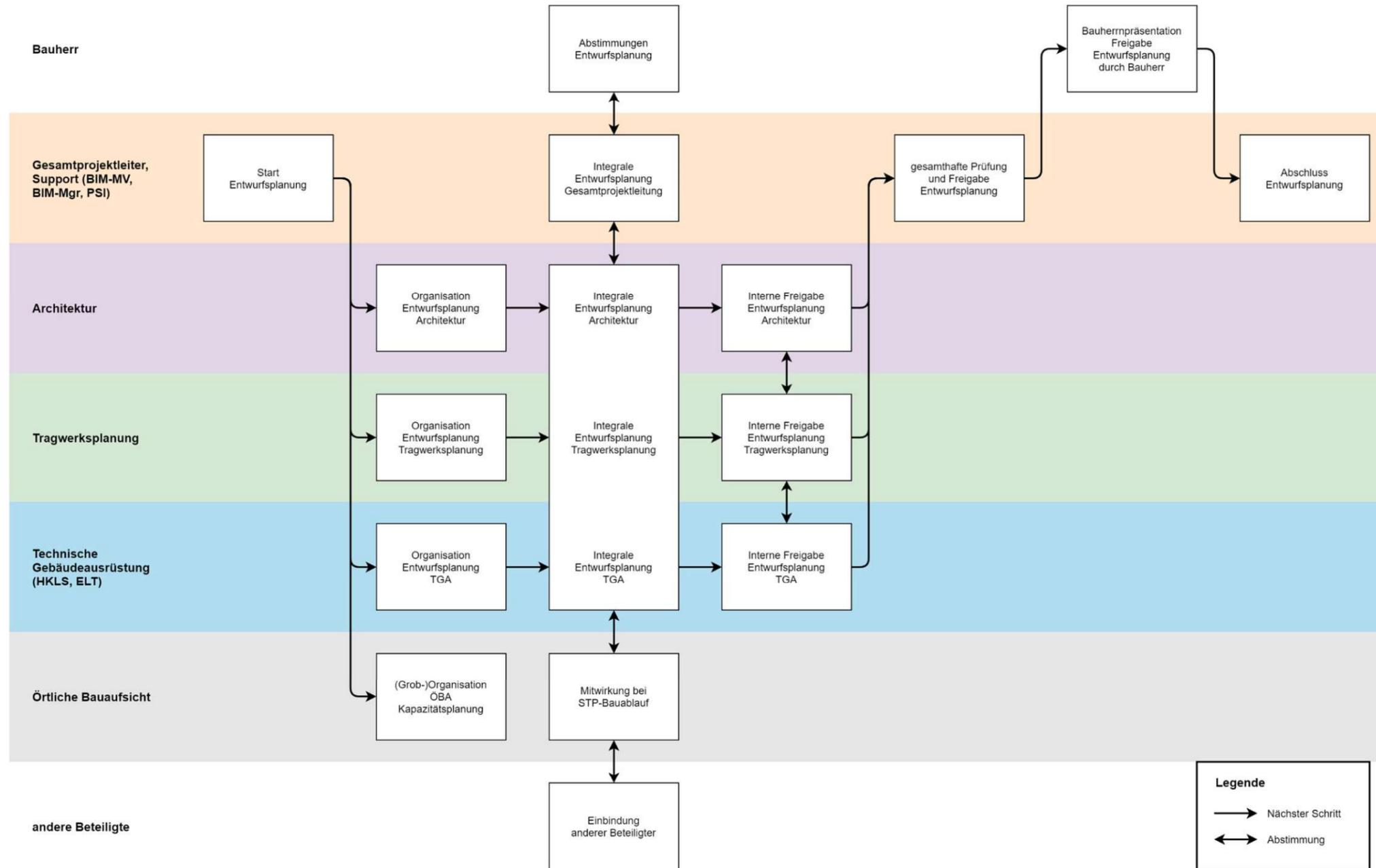


Abbildung 4.6 – Workflow Leistungsphase 3: Entwurfsplanung<sup>88</sup>

<sup>88</sup> Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an ATP, Workline: Entwurfsplanung, 2020

#### 4.2.4 Leistungsphase 4: Genehmigungsplanung<sup>89</sup>

In diesem Unterkapitel wird der Workflow der Leistungsphase 4: Genehmigungsplanung mit der zugehörigen Abbildung 4.7 – Workflow Leistungsphase 4: Genehmigungsplanung näher erläutert.

Die Genehmigungsplanung wird parallel zur Entwurfsplanung durchgeführt. Die Mindestvoraussetzung ist die vom Bauherrn freigegebene Vorplanung und erste erfolgte Behördenabstimmungen.

Zum Start der Genehmigungsplanung klärt der Gesamtprojektleiter die Termine der Einreichung mit dem Bauherrn und legt die Detailtermine für die Genehmigungsplanung mit den Fachbereichen fest. Der Gesamtprojektleiter stimmt die erforderlichen Genehmigungsunterlagen mit den Behörden und den Fachbereichen ab und legt den Planstand für die Genehmigungsplanung fest.

Bei der Organisation der Entwurfsplanung werden von den Gruppenleitern der Fachbereiche die spezifischen Kapazitätsplanungen aktualisiert und Personal disponiert.

Danach beginnt die integrale Genehmigungsplanung. In diesem Schritt werden die Unterlagen der Behörden von den Fachbereichen übernommen und überprüft. Die Einreichunterlagen werden mit den Behörden abgestimmt und von den Fachbereichen aufeinander abgestimmt (integrale Planung) erstellt. In diesem Schritt finden auch die Behördenverhandlungen statt.

Die Genehmigungsplanung wird fachbereichsweise zusammengestellt und von den Gruppenleitern der auf Übereinstimmung mit dem aktuellen Planstand, der vom Bauherrn freigegebenen Vorplanung bzw. der laufenden Entwurfsplanung und den örtlichen Vorlagevorschriften überprüft. Bei Vollständigkeit der erforderlichen Unterlagen werden diese fachbereichsweise intern freigegeben und an den Gesamtprojektleiter übergeben.

Die Ergebnisse der fachbereichswisen Genehmigungsplanung werden vom Gesamtprojektleiter zusammengestellt, erneut hinsichtlich der zuvor genannten Übereinstimmungen überprüft und gesamthaft freigegeben. Die Genehmigungsunterlagen werden anschließend an den Bauherrn zur Unterzeichnung weitergegeben.

Nach Unterzeichnung des Bauherrn, des Grundstückseigentümers sowie eventuell Nachbarn werden die Genehmigungsunterlagen den zuständigen Behörden vorgelegt.

Diese führen das behördliche Genehmigungsprocedere durch und fertigen die Genehmigung aus.

Nach erfolgreicher Genehmigung wird diese vom Bauherrn und dem Gesamtprojektleiter dokumentiert und das Projektteam über die Genehmigung inklusive der Behördenauflagen informiert.

Sofern durch die Behördenauflagen keine Planungsänderungen auftreten, hat die Genehmigungsplanung keine Relevanz für die Kostenermittlungsprozesse in der Kostenplanung.

---

<sup>89</sup> Quelle: ATP, Workline: Genehmigungsplanung, 2020, inkl. Erläuterungen

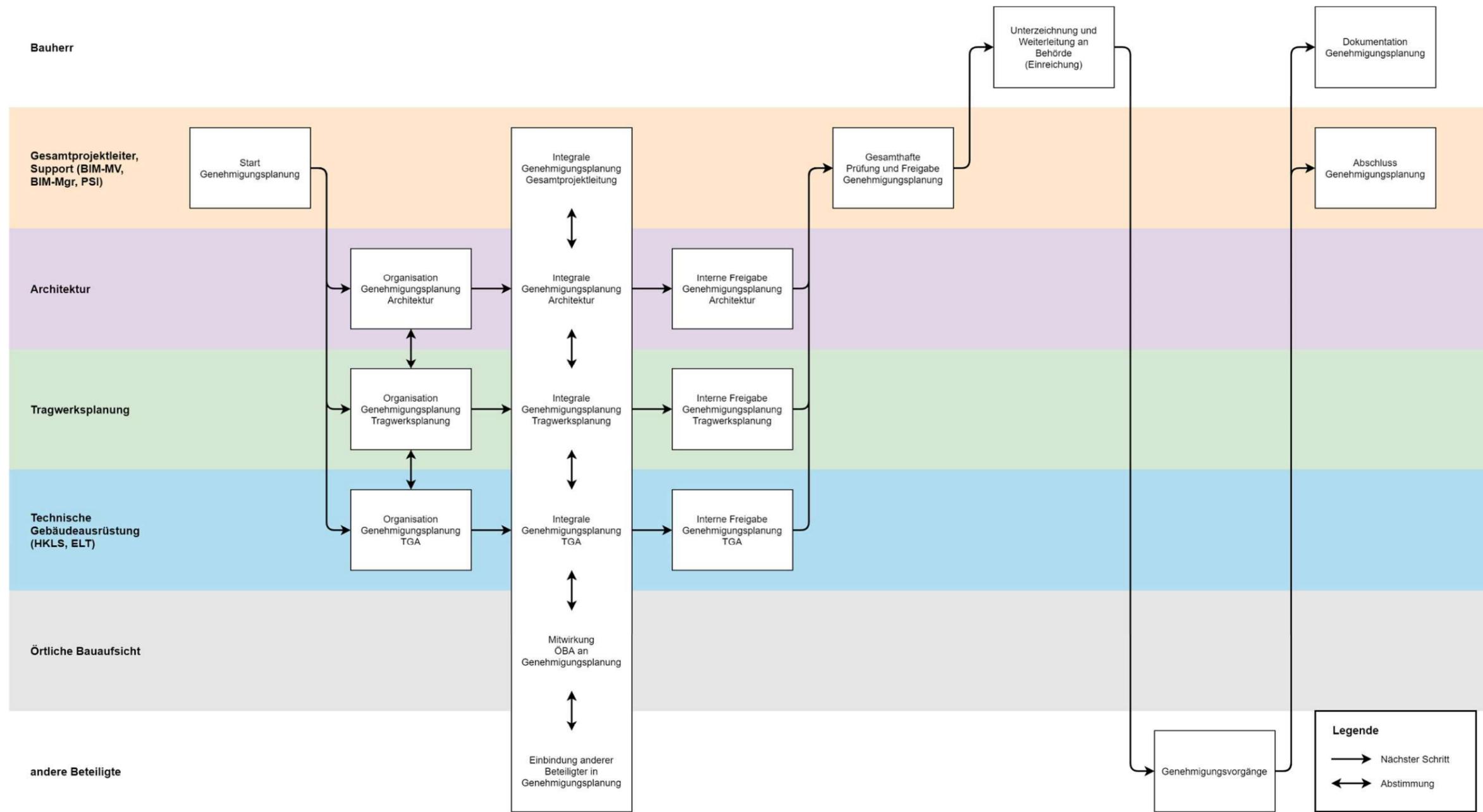


Abbildung 4.7 – Workflow Leistungsphase 4: Genehmigungsplanung<sup>90</sup>

<sup>90</sup> Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an ATP, Workline: Genehmigungsplanung, 2020

#### 4.2.5 Leistungsphase 5: Ausführungsplanung<sup>91</sup>

In diesem Unterkapitel wird der Workflow der Leistungsphase 5: Ausführungsplanung mit der zugehörigen Abbildung 4.8 – Workflow Leistungsphase 5: Ausführungsplanung näher erläutert.

Zu Beginn der Ausführungsplanung werden die Vorgabestunden, die Projektinformationen (Projektdateien, Termine, Kosten, etc.) und der Steuerungsterminplan aktualisiert (Festlegung der Fertigstellungstermine der Ausführungsplanung für die AVA zur termingerechten Finalisierung der Ausschreibungen) und an das Projektteam verteilt. Der Gesamtprojektleiter stimmt die Vergabetermine als Übergabezeitpunkte des Ausführungs-Planstandes ab und legt diese fest.

Bei der Organisation der Ausführungsplanung werden von den Gruppenleitern der Fachbereiche in Abstimmung mit den Projektleitern der Fachbereiche die spezifischen Kapazitätsplanungen aktualisiert und Personal disponiert.

Im nächsten Schritt, der integralen Ausführungsplanung, wird zunächst – sofern nötig – die Entwurfsplanung nachgeführt und die Behördenauflagen eingearbeitet. Es wird ein Planverzeichnis und eine Planlieferliste erstellt und betroffene Fachbereiche informiert. Die Ausführungsplanung wird (eventuell zeitlich gestaffelt nach Bauteilen) von den Fachbereichen aufeinander abgestimmt (integrale Planung) erstellt. Die Leistungen anderer an der Planung fachlich Beteiligter und die Planungen des Arbeitnehmers (Ausführungs-, Werk- und Montagepläne) werden integriert. Allfällige Korrekturen werden eingearbeitet und die Übereinstimmung mit den aktuellen Zwischenständen der anderen Fachbereiche überprüft. Die Ausführungsplanung wird in Besprechungen mit dem Bauherrn abgestimmt. Die Abweichungen von den ursprünglichen Bauherrnvorgaben sind in einem Änderungsmanagement zu dokumentieren. Die Honorarangebote für zusätzliche Planungsleistungen werden erstellt und die Kostenberechnung nachgeführt. Vom Gesamtprojektleiter werden monatliche Soll-Ist-Vergleiche der Planstunden zu den Ist-Stunden gemacht und bei Abweichungen Steuerungsmaßnahmen ergriffen.

Die mit dem Bauherrn abgestimmte Ausführungsplanung wird fachbereichsweise von den Gruppenleitern der Fachbereiche hinsichtlich der Einhaltung des Zeichenstandards, des Inhalts, der Form und der Vollständigkeit geprüft und freigegeben.

Der Gesamtprojektleiter koordiniert anschließend die Weitergabe der Ausführungsplanung der einzelnen Bereiche und die Verteilung an die ausführenden Unternehmen und stellt durch eine terminliche Überwachung sicher, dass die Planlieferungen zum Vergabezeitpunkt erfolgen. Die Planlieferliste wird aktualisiert und die freigegebenen Ausführungsplanungen der Fachbereiche dokumentiert und abgelegt.

---

<sup>91</sup> Quelle: ATP, Workline: Ausführungsplanung, 2020, inkl. Erläuterungen

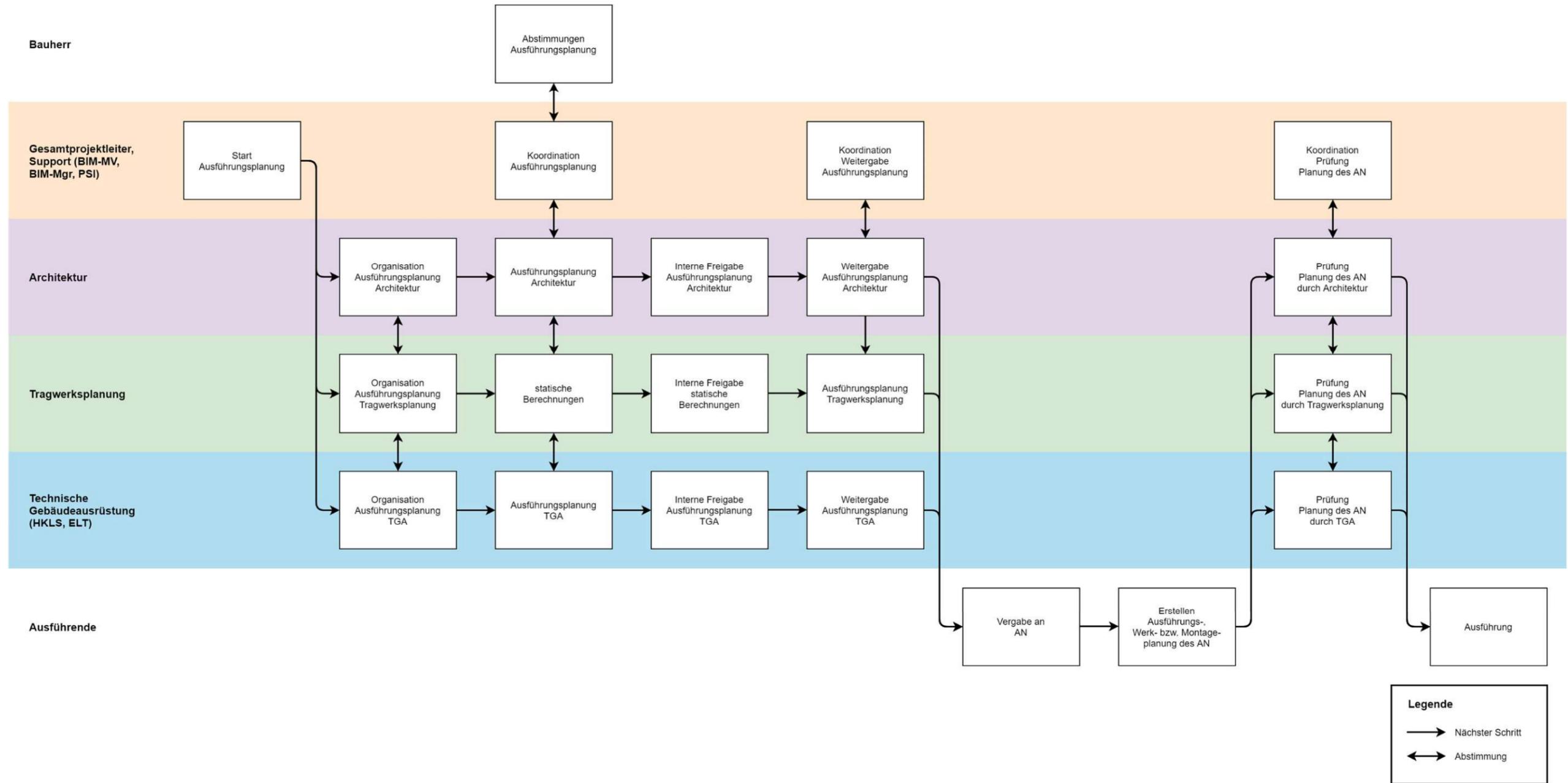


Abbildung 4.8 – Workflow Leistungsphase 5: Ausführungsplanung<sup>92</sup>

<sup>92</sup> Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an ATP, Workline: Ausführungsplanung, 2020

### 4.3 Workflows der leistungsphasenspezifischen Kostenermittlungen

In den folgenden Unterkapiteln 4.3.1 bis 0 werden vertiefend die Workflows der leistungsphasenspezifischen Kostenermittlungen erläutert.

Für standardmäßig nicht modellierte Elemente gibt es keinen vorgesehenen „Ideal-Workflow“ unter Einsatz von der BIM-Technologie. Da die Elemente nicht standardmäßig modelliert werden, kann es auch keine automatische Erfassung im Sinne einer modellbasierten Ermittlung mithilfe eines Formelapparates geben. Die daraus resultierenden Probleme und Prozessschwachstellen für standardmäßig nicht modellierte Elemente werden in Unterkapitel 5.3 Schwerpunkt Erfassung der Kosten von nicht modellierten Elementen aufgezeigt.

#### 4.3.1 Kostenrahmen (Leistungsphase 1: Grundlagenermittlung)<sup>93</sup>

In diesem Unterkapitel wird der Workflow des Kostenrahmens aus der Leistungsphase 1: Grundlagenermittlung mit der zugehörigen Abbildung 4.9 – Workflow Kostenrahmen näher erläutert.

Um den Prozess der Kostenermittlung einzuleiten, findet sich das Projektteam zu einem Startgespräch Kostenrahmen zusammen, um den derzeitigen Stand des Projektes und weitere notwendige Schritte für die Kostenermittlung abzuklären. Die Voraussetzungen für den Kostenrahmen und die zu ermittelnden Grundlagen sind:

- ◆ Analyse der Aufgabenstellung (Projektbasisdaten des Bauherrn)
- ◆ Grundlagenermittlung
- ◆ Anzahl der Nutzungseinheiten (TG- Stellplätze, Büroarbeitsplätze ect.)
- ◆ funktionales Konzept (Flächenlayout, abgestimmtes Raumprogramm)
- ◆ Optional überschlägige Ermittlung der BGF/ BRI aus den Nettogrundflächen
- ◆ geforderte Qualitätsstandards: grundsätzliche qualitative Festlegungen
- ◆ besondere Erschwernisse bzw. zusätzliche Aufwände (Rodungen, Erdbewegungen, Baugrund, Grundwasser, Altlasten, Medientrassen ect.)
- ◆ Art und Umfang der Außenanlagen (Projektgrenzen, Anteil befestigt/unbefestigt, Umbau/Verlegung von bestehenden Verkehrsflächen)
- ◆ Leistungsbedarfsermittlung H, K, L, S, E
- ◆ Festlegung von Sonderanlagen<sup>94</sup>

Die zugrundeliegenden Einheiten der Kostenkennwerte des Kostenrahmens sind:

- ◆ Anzahl der Nutzungseinheiten (Hotelzimmer, Garagenstellplätze, Arbeitsplätze etc.) oder
- ◆ überschlägige Ermittlung von Flächenbedarf (m<sup>2</sup> BGF) oder Kubaturen (m<sup>3</sup> BRI) gesamthaft

Nach Zusammenstellung aller Unterlagen, der Festlegung der Qualitäten und der Systeme werden die Kosten ermittelt.

<sup>93</sup> Quellen: ATP, Kostenfahrplan Teil 1-Kostenplanung, 2020, durch Experteninterviews hinsichtlich des Einsatzes von BIM aktualisiert

<sup>94</sup> ATP, Kostenfahrplan Teil 1-Kostenplanung, 2020, S.5 und VO-Unterlagen, LVA Kostenrelevanz im Planungsprozess, 2021, S.59, durch Experteninterviews hinsichtlich des Einsatzes von BIM aktualisiert

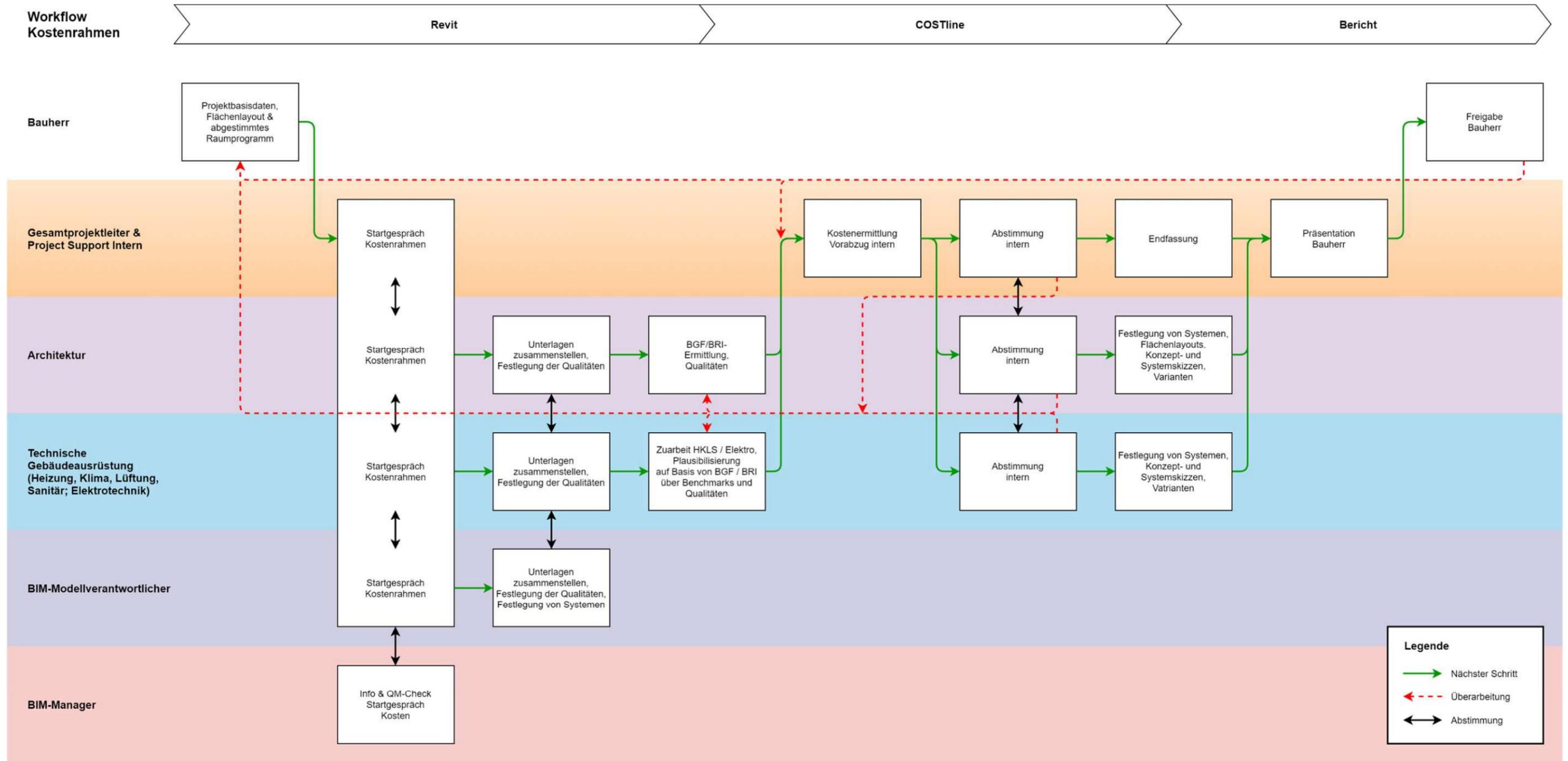


Abbildung 4.9 – Workflow Kostenrahmen<sup>95</sup>

<sup>95</sup> Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an ATP, Kostenfahrplan Teil 1-Kostenplanung, 2020, S.11, durch Experteninterviews hinsichtlich des Einsatzes von BIM aktualisiert

Verschiedene Projekte erfordern unterschiedliche Vorgehensweisen bei den Kostenermittlungen und folglich bei der Modellierung (z. B. Unterschied zwischen ÖNORM B 1801-1 und DIN 276). Über solche Feinheiten wissen Modellierer meist nicht Bescheid. Deshalb gibt es bei jedem Projekt ein BIM2COST Startgespräch, bei dem den Modellierern – bevor mit dem Modellieren begonnen wird – erklärt wird, wie zu modellieren ist, damit die PSI- oder AVA-Abteilung eine ordentliche Auswertung durchführen kann. Grundsätzlich ist es nicht Sache des Modellierers, sich Gedanken zu machen, wie die PSI- oder AVA-Abteilungen die Kosten ermittelt. Sollte sich im Zuge der Planung allerdings ergeben, dass die die PSI- oder AVA-Abteilung noch etwas modelliert haben möchte, wird dies von den Modellierern durchgeführt, da die PSI- oder AVA-Abteilung möglichst wenig am Modell verändern möchte.

Beim Kostenrahmen existiert oft noch kein BIM-Modell, das für eine (automatische) Mengenermittlung der Einheiten der Kostenkennwerte eingesetzt werden könnte.

Die für den Kostenrahmen notwendigen Mengen der Einheiten der Kostenkennwerte sind den Projektbasisdaten des Bauherrn, dem Flächenlayout und dem abgestimmten Raumprogramm zu entnehmen.

Bei der Kostenermittlung werden standardmäßig nicht modellierte Objekte nicht explizit erfasst, sondern über die Kostenkennwerte umgelegt erfasst.

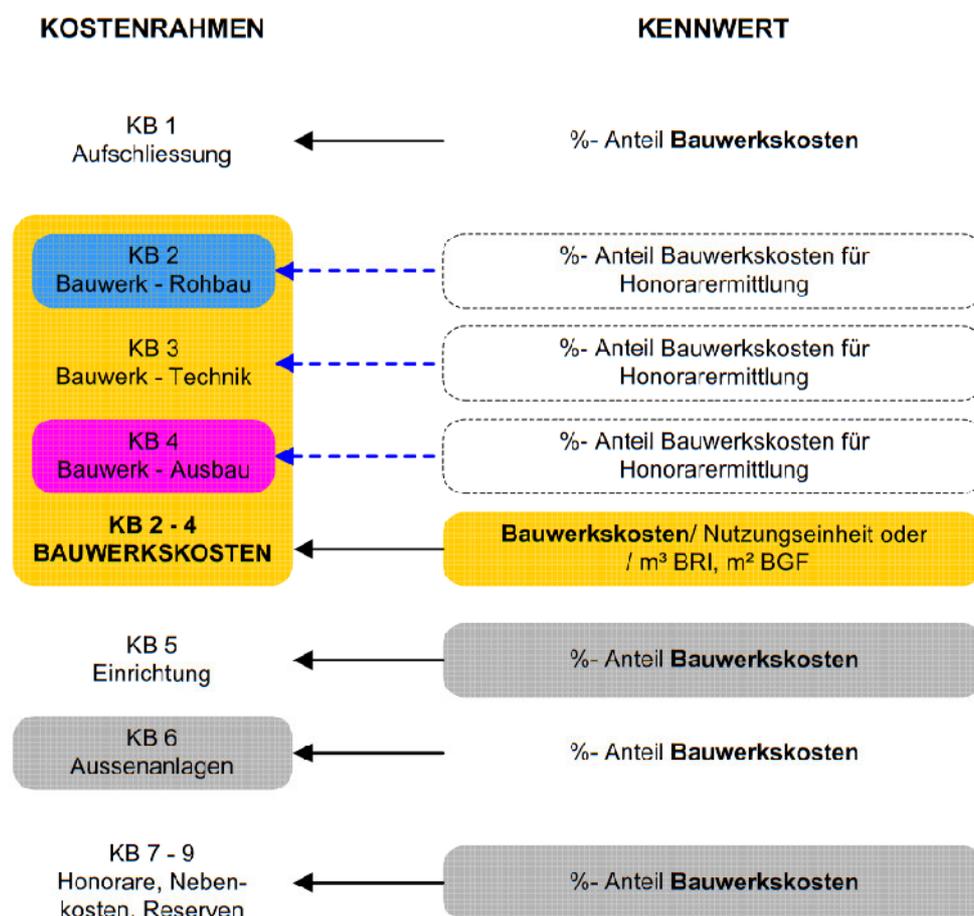


Abbildung 4.10 –Berechnungsmethodik Kostenrahmen<sup>96</sup>

Im ersten Schritt erfolgt die Berechnung der Bauwerkskosten über die Einheiten der Kostenkennwerte.

<sup>96</sup> ATP, Kostenfahrplan Teil 1-Kostenplanung, 2020, S.6

Im zweiten Schritt werden die Kosten der Kostenbereiche 1 bis 9 jeweils über einen Prozentanteil der Bauwerkskosten ermittelt.

Für die Kostenermittlung selbst kommt die hauseigene Baukostenmanagement-Softwarelösung COSTline zum Einsatz. Es gibt keine Schnittstelle zwischen Revit und COSTline, es ist allerdings eine Schnittstelle in Arbeit und in den nächsten Jahren ist ein Umstieg von COSTline auf iTWO geplant. Eine automatische Ermittlung der Mengen mittels unternehmensinternen, dafür zugeschnittenen Formelapparaten gibt es nicht. Die Zuordnung der Einheiten zu entsprechenden Kategorien und die Mengenermittlung der Einheiten der Kostenkennwerte erfolgt entweder direkt in COSTline oder zunächst in Microsoft Excel. Das Eintragen der Mengen erfolgt manuell. Der Aufwand des Eintragens ist jedoch – im Vergleich zu den Kostenermittlungen der folgenden Leistungsphasen – auch am geringsten.

Die Schwierigkeit in dieser Phase liegt darin, die richtigen Preise und Prozentsätze aus der unternehmensinternen Datenbank für die Kostenkennwerte aufgrund der Projektbasisdaten des Bauherrn und seinen geforderten Qualitätsstandards anzusetzen. Hierbei sind die Erfahrung und das Fingerspitzengefühl des Gesamtprojektleiters und des Project Support Intern gefragt. In dieser Phase ist es auch wichtig, dem Bauherrn ein Bewusstsein über die Kosten des Projektes zu vermitteln, da sich dadurch spätere kostspielige Änderungen verhindern lassen.

Die Kostenermittlung wird intern abgestimmt. Sollten die berechneten Kosten über dem vorgegebenen Budget liegen, können zur Einhaltung des Budgets unter anderem folgende Werkzeuge herangezogen werden:

- ◆ **Einsparungen:**
  - ohne Einschränkungen der Funktionalität (z. B. günstigerer Bodenbelag)
  - durch Verringerung der Qualität (z. B. geringerer Fensteranteil)
  - durch Änderung der Funktionalität bzw. Flächenoptimierung, (z. B. Großraumbüro statt Einzelbüro)
  - durch Verkleinerung der Projektgröße (z. B. eine Achse weniger, ein Geschoss weniger)
- ◆ **Finanzierung:**
  - mehrere Baustufen

Nach erfolgreicher interner Abstimmung wird der Kostenrahmen finalisiert und zusammen mit den ausgearbeiteten Systemen, Flächenlayouts, Konzept- und Systemskizzen und Varianten dem Bauherrn präsentiert.

Der Prozess des Kostenrahmens ist nach der Freigabe durch den Bauherrn abgeschlossen.

### 4.3.2 Kostenschätzung (Leistungsphase 2: Vorplanung)<sup>97</sup>

In diesem Unterkapitel wird der Workflow der Kostenschätzung aus der Leistungsphase 2: Vorplanung mit der zugehörigen Abbildung 4.11 – Workflow Kostenschätzung näher erläutert.

Um den Prozess der Kostenermittlung einzuleiten, findet sich das Projektteam zu einem Startgespräch Kostenschätzung zusammen, um den derzeitigen Stand des Projektes und weitere notwendige Schritte für die Kostenermittlung abzuklären. Die Voraussetzungen für die Kostenschätzung und die zu ermittelnden Grundlagen sind:

- ◆ Raum und Funktionsprogramm
- ◆ koordiniertes, qualitätsgeprüftes BIM Modell mit Detaillierungstiefe Vorplanung
  - Befüllung aller Parameter der LPH 2 nach HOAI gemäß Content Sheets
- ◆ Bruttogrundfläche (m<sup>2</sup> BGF) getrennt nach Bauteilen und Nutzungsbereichen
- ◆ Bruttorauminhalt (m<sup>3</sup> BRI) getrennt nach Bauteilen und Nutzungsbereichen
- ◆ geforderte Qualitätsstandards: qualitative Festlegungen hinsichtlich Tragsystem, Hülle, Innenausbau, Gebäudetechnik, etc.
- ◆ besondere Erschwernisse bzw. zusätzliche Aufwände (Rodungen, Erdbewegungen, Baugrund, Grundwasser, Altlasten, Medientrassen ect.)
- ◆ Art und Umfang der Außenanlagen (Projektgrenzen, Anteil befestigt/ unbefestigt, Umbau/ Verlegung von bestehenden Verkehrsflächen)<sup>98</sup>

Die zugrundeliegenden Einheiten der Kostenkennwerte der Kostenschätzung sind:

- ◆ Bruttogrundflächen (m<sup>2</sup> BGF) oder Bruttorauminhalte (m<sup>3</sup> BRI) getrennt nach Bauteilen und Nutzungsbereichen

Nach Zusammenstellung aller Unterlagen, der Festlegung der Qualitäten und der Systeme werden die Kosten ermittelt.

Bei der Kostenschätzung gibt es schon ein BIM-Modell mit der Detaillierungstiefe Vorplanung. Aus ihm werden das Raumbuch und die Flächenlisten modellbasiert erstellt.

Die für die Kostenschätzung notwendigen Mengen der Einheiten der Kostenkennwerte sind dem Raumbuch und den Flächenlisten, welche modellbasiert erstellt wurden, zu entnehmen.

Bei der Kostenermittlung werden standardmäßig nicht modellierte Objekte nicht explizit erfasst, sondern über die Kostenkennwerte umgelegt erfasst.

<sup>97</sup> Quellen: ATP, Kostenfahrplan Teil 1-Kostenplanung, 2020, durch Experteninterviews hinsichtlich des Einsatzes von BIM aktualisiert

<sup>98</sup> ATP, Kostenfahrplan Teil 1-Kostenplanung, 2020, S.7 und VO Unterlagen, LVA Kostenrelevanz im Planungsprozess, 2021, S.64, durch Experteninterviews hinsichtlich des Einsatzes von BIM aktualisiert

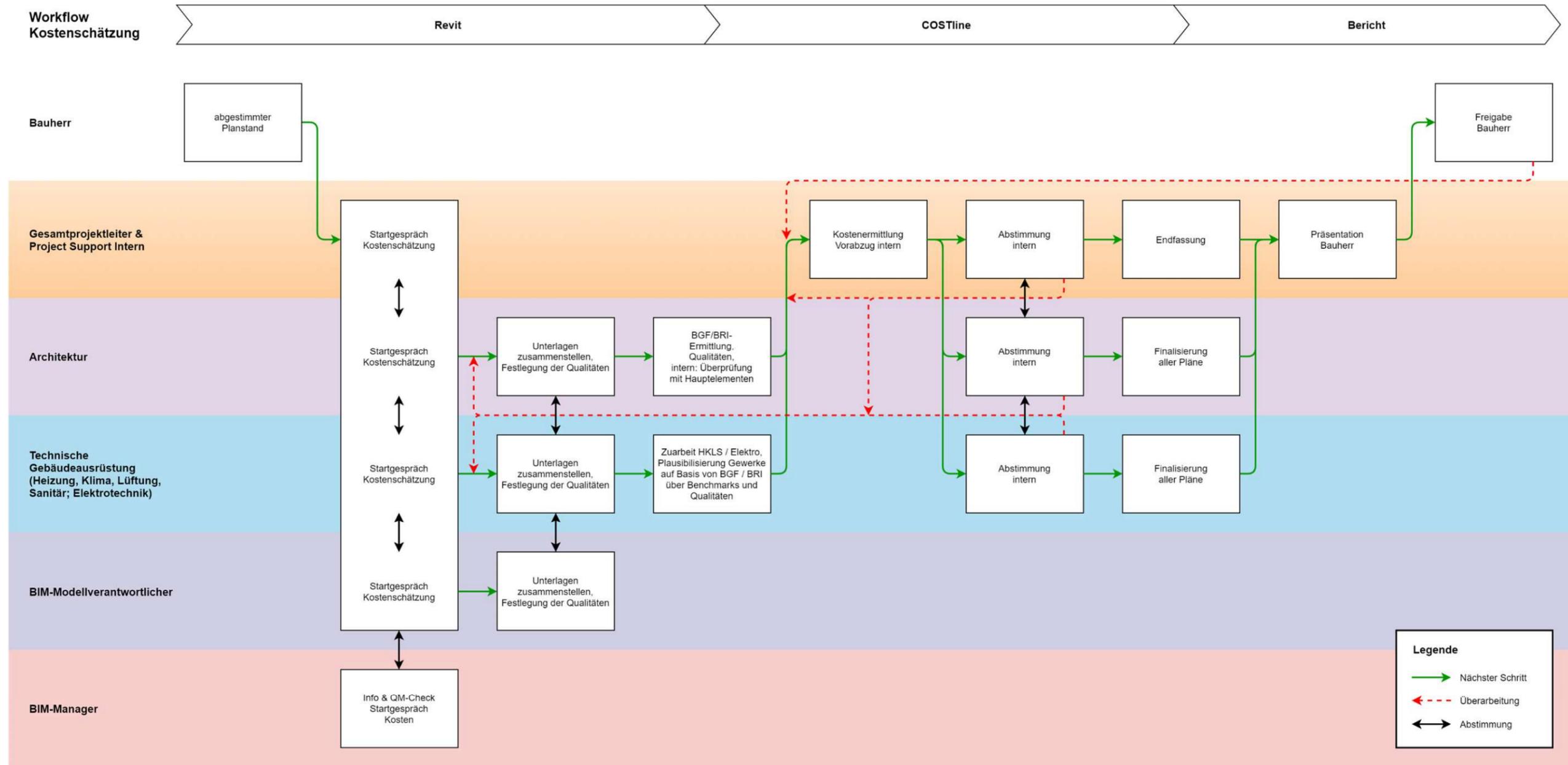
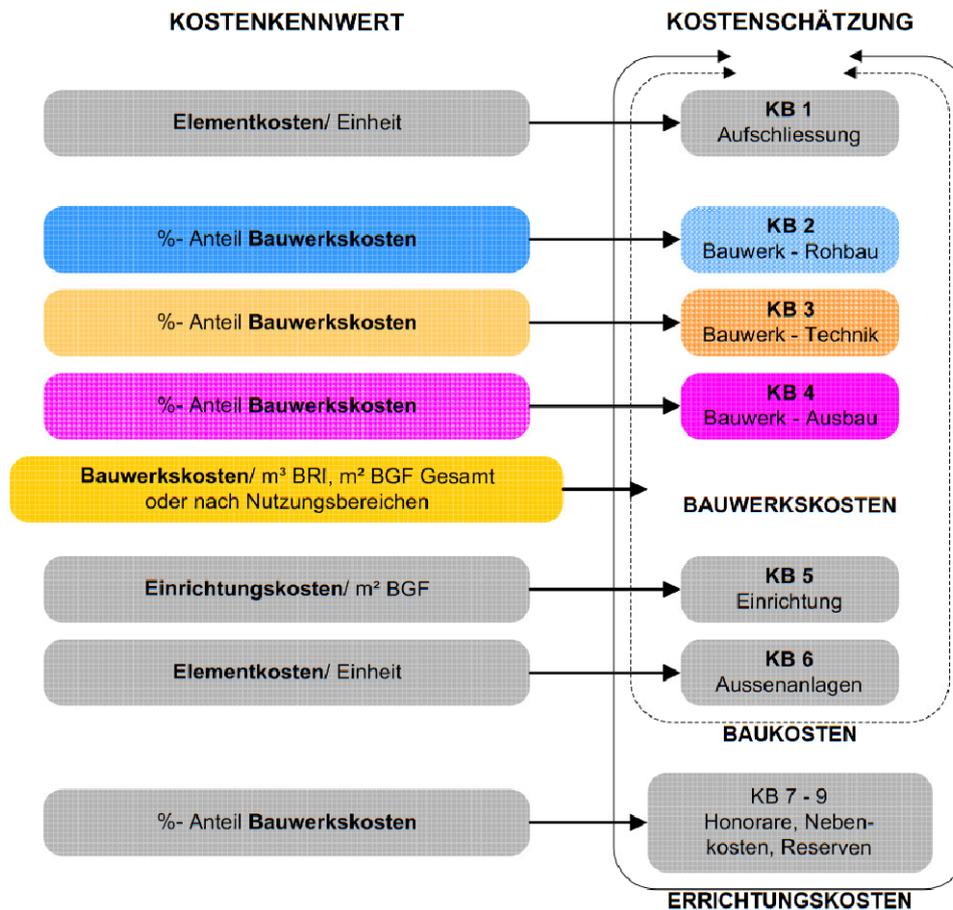


Abbildung 4.11 – Workflow Kostenschätzung<sup>99</sup>

<sup>99</sup> Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an ATP, Kostenfahrplan Teil 1-Kostenplanung, 2020, S.11, durch Experteninterviews hinsichtlich des Einsatzes von BIM aktualisiert

Abbildung 4.12 –Berechnungsmethodik Kostenschätzung<sup>100</sup>

Im ersten Schritt erfolgt die Berechnung der Bauwerkskosten über die Einheiten der Kostenkennwerte.

Im zweiten Schritt werden die Kosten der Kostenbereiche 2 bis 4 und die Kosten der Kostenbereiche 7 bis 9 jeweils über einen Prozentanteil der Bauwerkskosten ermittelt. Die Kosten der Kostenbereiche 1 und 6 werden bereits über Elementkosten pro Einheit berechnet. Die Einrichtungskosten werden anhand von Benchmarks und Qualitäten pro m<sup>2</sup> BGF ermittelt.

Für die Kostenermittlung selbst kommt die hauseigene Baukostenmanagement-Softwarelösung COSTline zum Einsatz. Es gibt keine Schnittstelle zwischen Revit und COSTline, es ist allerdings eine Schnittstelle in Arbeit und in den nächsten Jahren ist ein Umstieg von COSTline auf iTWO geplant. Eine automatische Ermittlung der Mengen mittels unternehmensinternen, dafür zugeschnittenen Formelapparaten gibt es nicht. Die Zuordnung der Einheiten zu entsprechenden Kategorien und die Mengenermittlung der Einheiten der Kostenkennwerte erfolgt entweder direkt in COSTline oder zunächst in Microsoft Excel. Das Eintragen der Mengen erfolgt manuell. Der Aufwand des Eintragens ist jedoch immer noch gering.

Zur internen Überprüfung werden die Kosten im Sinne der ABC-Analyse<sup>101</sup> anhand der groben Mengen von Bauwerk-Rohbau (z. B. m<sup>2</sup> GK-Wände, m<sup>3</sup> Stahlbeton etc.), Bauwerk-Technik (z. B. größere

<sup>100</sup> ATP, Kostenfahrplan Teil 1-Kostenplanung, 2020, S.8

<sup>101</sup> Vgl. ÖNORM EN 14943, S.6, Begriff 3.2 ABC-Analyse (Paretoanalyse)

Elemente und Geräte, Lüftungskanäle etc.) und Bauwerk-Ausbau (z. B. Anzahl der Fenster und Türen) überprüft.

Die Kostenermittlung wird intern abgestimmt. Sollten die berechneten Kosten über dem vorgegebenen Budget liegen, können zur Einhaltung des Budgets unter anderem folgende Werkzeuge herangezogen werden:

- ◆ Änderungsmanagement:
  - bauherrnseitige Änderungen der ursprünglichen Projektbasisdaten, Qualitätsforderungen oder zusätzliche Wünsche
- ◆ Einsparungen:
  - ohne Einschränkungen der Funktionalität (z. B. günstigerer Bodenbelag)
  - durch Verringerung der Qualität (z. B. geringerer Fensteranteil)
  - durch Änderung der Funktionalität bzw. Flächenoptimierung, (z. B. Großraumbüro statt Einzelbüro)
  - durch Verkleinerung der Projektgröße (z. B. eine Achse weniger, ein Geschoss weniger)
- ◆ Finanzierung
  - mehrere Baustufen

Nach erfolgreicher interner Abstimmung wird die Kostenschätzung finalisiert und zusammen mit den Ergebnissen der integralen Vorplanung dem Bauherrn präsentiert.

Der Prozess der Kostenschätzung ist nach der Freigabe des Bauherrn abgeschlossen.

### 4.3.3 Kostenberechnung (Leistungsphase 3: Entwurfsplanung)<sup>102</sup>

In diesem Unterkapitel wird der Workflow der Kostenberechnung aus der Leistungsphase 3: Entwurfsplanung mit der zugehörigen Abbildung 4.13 – Workflow Kostenberechnung näher erläutert.

Um den Prozess der Kostenermittlung einzuleiten, findet sich das Projektteam zu einem Startgespräch Kostenberechnung zusammen, um den derzeitigen Stand des Projektes und weitere notwendige Schritte für die Kostenermittlung abzuklären. Die Voraussetzungen für die Kostenberechnung und die zu ermittelnden Grundlagen sind:<sup>103</sup>

- ◆ koordiniertes, qualitätsgeprüftes BIM Modell mit Detaillierungstiefe Entwurfsplanung
  - Befüllung aller Parameter der LPH 3 nach HOAI gemäß Content Sheets
- ◆ geforderte Qualitätsstandards: detaillierte qualitative Festlegungen
- ◆ Bruttogrundfläche (m<sup>2</sup> BGF)
- ◆ Bruttorauminhalt (m<sup>3</sup> BRI)
- ◆ Elementmengen für alle Kostenbereiche

Die zugrundeliegenden Einheiten der Kostenkennwerte der Kostenberechnung sind:

- ◆ Elementmengen für alle Kostenbereiche

Nach Zusammenstellung aller Unterlagen werden die Kosten ermittelt.

Bei der Kostenberechnung gibt es ein BIM-Modell mit der Detaillierungstiefe Entwurfsplanung. Aus dem BIM-Modell werden Bauteillisten modellbasiert erstellt.

Das BIM-Modell hat hinsichtlich der Kostenermittlung bereits seine Zielschärfe erreicht und alle maßgeblichen Elemente sind im Modell vorhanden. Es besteht der weit verbreitete Irrtum, dass je kleiner die Elemente bzw. die Positionen sind, in die man das Projekt zerlegt, desto genauer würde eine Kostenermittlung werden. Das ist in der Praxis nicht der Fall. Die maximale Genauigkeit wird rasch erreicht und nimmt nicht weiter zu.<sup>104</sup>

Die für die Kostenberechnung notwendigen Mengen der Einheiten der Kostenkennwerte sind den modellbasiert erstellten Bauteillisten zu entnehmen.

Bei der Kostenermittlung werden standardmäßig nicht modellierte Objekte entweder manuell ermittelt, anders planlich erfasst oder über Längen, Flächen oder Kubaturen abgeschätzt oder sie werden über die Kennwerte von Hauptpositionen als umgelegte inkludierte Nebenposition erfasst. Außerdem wird eine Position „noch zu Planendes“ in der Kostenermittlung angeführt, um unter anderem auch noch nicht modellierte Objekte zu erfassen. Dabei wird bei der Kostenberechnung meist ein Prozentsatz von etwa 5% der Baukosten angenommen.

Die Kostenberechnung ist folglich eine Mischung aus einer elementbasierten Ermittlung für alle Elemente, die modelliert sind und einer kennwertbasierten Ermittlung für alle Elemente, die nicht modelliert, aber anderwärtig definiert sind.

<sup>102</sup> Quellen: ATP, Kostenfahrplan Teil 1-Kostenplanung, 2020, durch Experteninterviews hinsichtlich des Einsatzes von BIM aktualisiert

<sup>103</sup> ATP, Kostenfahrplan Teil 1-Kostenplanung, 2020, S.9 und VO Unterlagen, LVA Kostenrelevanz im Planungsprozess, 2021, S.69, durch Experteninterviews hinsichtlich des Einsatzes von BIM aktualisiert

<sup>104</sup> Quelle: Experten-Interview Dipl.-Ing. Klaus Gebhart

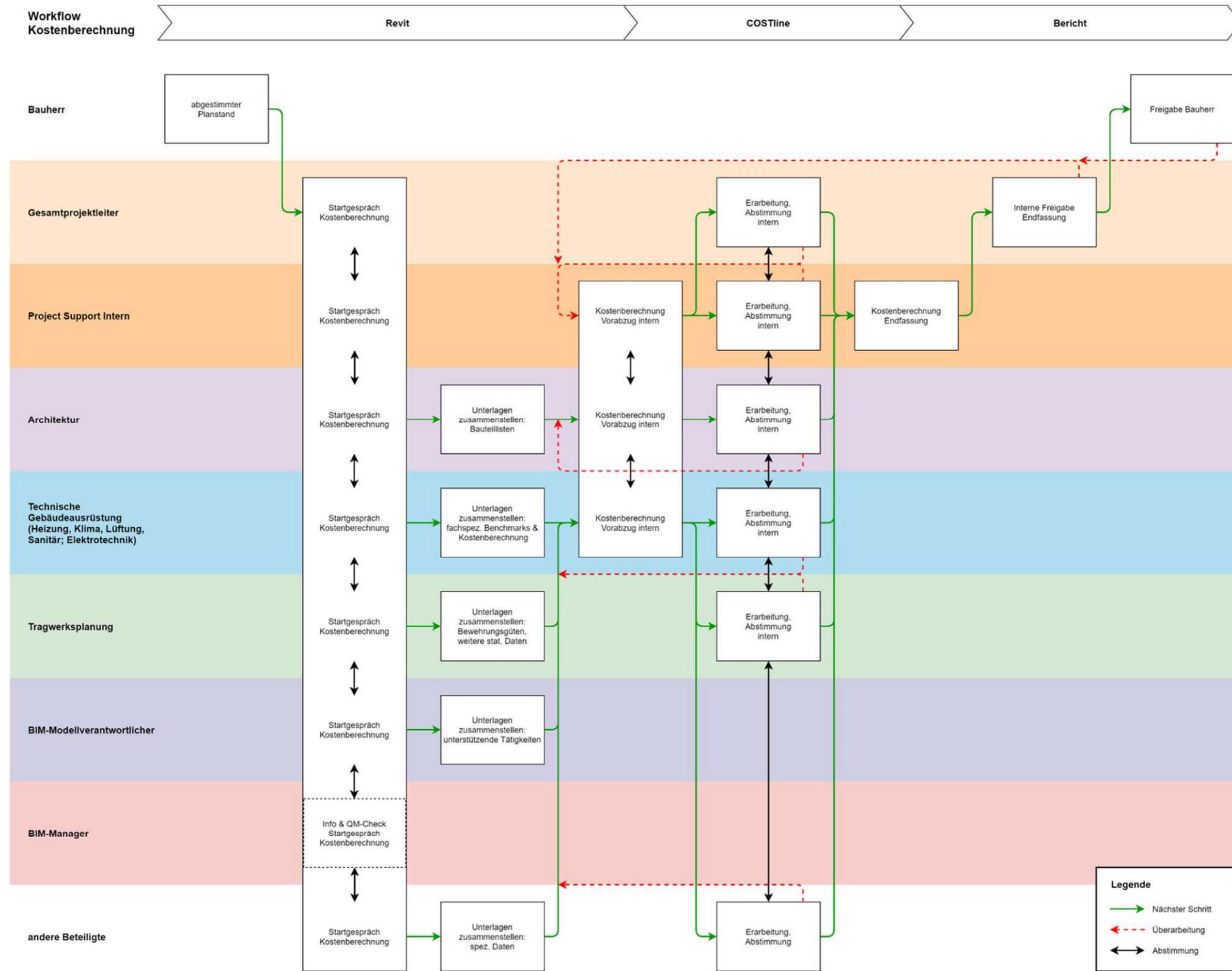
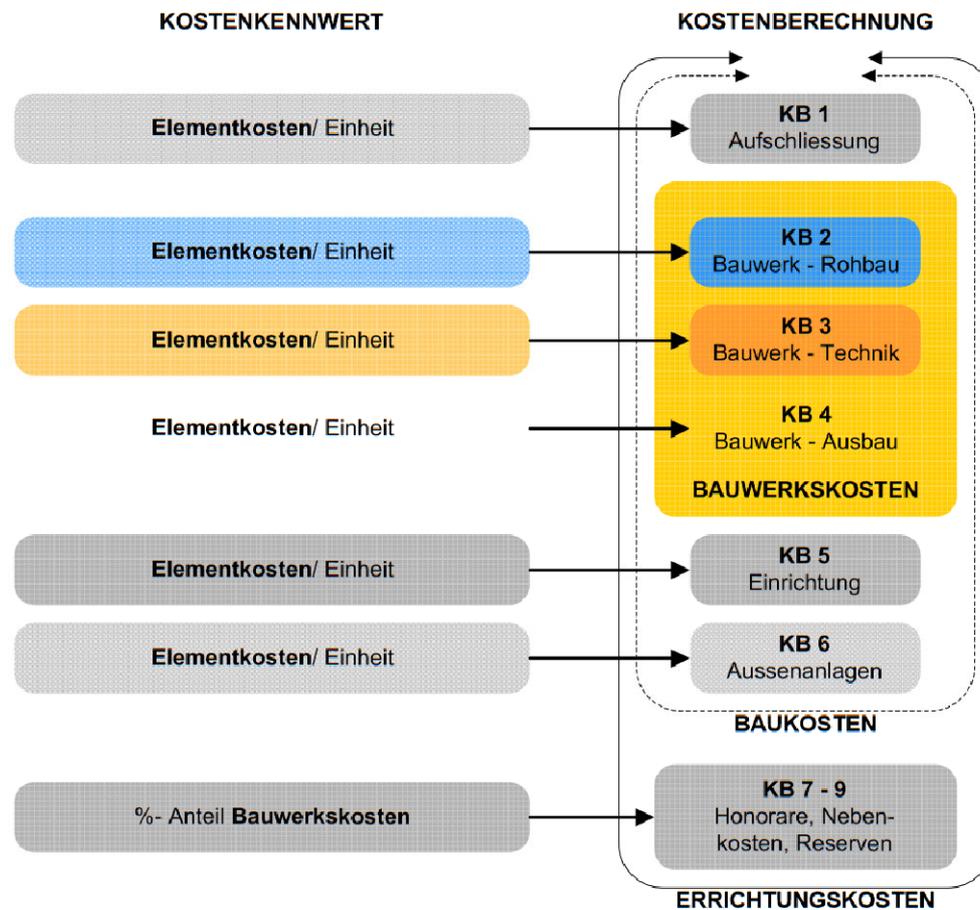


Abbildung 4.13 – Workflow Kostenberechnung<sup>105</sup>

<sup>105</sup> Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an ATP, Kostenfahrplan Teil 1-Kostenplanung, 2020, S.12f, durch Experteninterviews hinsichtlich des Einsatzes von BIM aktualisiert

Abbildung 4.14 –Berechnungsmethodik Kostenberechnung<sup>106</sup>

Im ersten Schritt werden die Kostenbereiche 1 bis 6 einzeln über die Elementkosten pro Einheit berechnet.

Im zweiten Schritt werden die Kostenbereiche 2 bis 4 als Bauwerkskosten aufsummiert und anschließend die Kostenbereiche 7 bis 9 jeweils über einen Prozentanteil der Bauwerkskosten ermittelt.

Für die Kostenermittlung selbst kommt die hauseigene Baukostenmanagement-Softwarelösung COSTline zum Einsatz. Es gibt keine Schnittstelle zwischen Revit und COSTline, es ist allerdings eine Schnittstelle in Arbeit und in den nächsten Jahren ist ein Umstieg von COSTline auf iTWO geplant. Eine automatische Ermittlung der Mengen mittels unternehmensinternen, dafür zugeschnittenen Formelapparaten gibt es nicht. Für die Mengenermittlung werden die modellbasiert erstellten Bauteillisten meist zuvor in Microsoft Excel mit Pivot-Tabellen gefiltert und anschließend die resultierenden Mengen bei den entsprechenden Positionen in COSTline manuell eingetragen.

Die Kostenermittlung wird intern abgestimmt. Sollten die berechneten Kosten über dem vorgegebenen Budget liegen, können zur Einhaltung des Budgets unter anderem die bereits im vorigen Unterkapitel angeführten Werkzeuge herangezogen werden.

Nach erfolgreicher interner Abstimmung wird die Kostenberechnung finalisiert und zusammen mit den Ergebnissen der Entwurfsplanung dem Bauherrn präsentiert.

Der Prozess der Kostenberechnung ist nach der Freigabe des Bauherrn abgeschlossen.

<sup>106</sup> ATP, Kostenfahrplan Teil 1-Kostenplanung, 2020, S.10

#### 4.3.4 Leistungsverzeichnis-Erstellung (Leistungsphase 6: Vorbereitung der Vergabe)<sup>107</sup>

In diesem Unterkapitel wird der Workflow der Leistungsverzeichnis-Erstellung aus der Leistungsphase 6: Vorbereitung der Vergabe mit der zugehörigen Abbildung 4.15 – Workflow Leistungsverzeichnis-Erstellung näher erläutert.

Zu Beginn der Vorbereitung der Vergabe werden die Kapazitätsplanung und der Steuerungsterminplan vom Gesamtprojektleiter in Abstimmung mit dem Gruppenleiter der AVA-Abteilung aktualisiert. Die Kosten gemäß (freigegebener) Kostenberechnung werden auf Budgetwerte für die Vergabeeinheiten (Leistungsverzeichnisse) aufgeteilt. Die Informationen werden an das Projektteam weitergegeben.

Es folgt eine Organisation der Ausschreibung, bei der der Gesamtprojektleiter mit dem Bauherrn folgende Punkte abstimmt:

- ◆ „die Art der Ausschreibung und Vergabe
  - GU / Einzelgewerke
  - Ausschreibung mit Vorauswahl / offenes Verfahren (bei öffentlichen Auftraggebern)
  - Abrechnung nach Aufmaß- bzw. Vorausmaßpreis / Abrechnung nach Pauschalpreis
  - Leistungsbeschreibung mit ATP-Stammtext-Positionen / Leistungsbeschreibung nach Standard- Leistungsbuch
- ◆ grundsätzliche Abklärungen über
  - Beistellungen (Material/Leistung) durch Bauherrn
  - Ausschreibungssprachen
  - Gewährleistungszeiträume
  - Zahlungsmodalitäten und kaufmännische Bedingungen (Skonto, Fristen etc.)
  - Vertragserfüllungsgarantie und Sicherheitsleistungen
  - Abschluss einer Bauwesen- oder Contractor-All-Risk-Versicherung
- ◆ das Vergabeprozedere
  - genaue Bezeichnung und Adresse Bauherr
  - Angebots-Abgabeort bzw. Angebots-Öffnung
  - Festlegen Freigabeprozess des Bauherrn für
    - \* Firmenliste bzw. Bieterliste
    - \* und LV-Vorabzüge
- ◆ die Ausschreibungs- bzw. LV-Paketierung
  - Vor-Abstimmung innerhalb des Planungsteams
  - endgültige Abstimmung mit dem Bauherrn
- ◆ allgemeine Vertragsbedingungen
  - Abstimmung der Allgemeinen Vergabe und Vertragsbedingungen (AVVB's) mit dem Bauherrn
  - evtl. Abstimmung über bauherrn- bzw. länderspezifische Vertragsbedingungen als Zusatzteil zu den AVVB's<sup>108</sup>

<sup>107</sup> Quelle: ATP, Workline: Vorbereitung der Vergabe, 2020, inkl. Erläuterungen

<sup>108</sup> ATP, Workline: Organisation Ausschreibung GPL, 2020

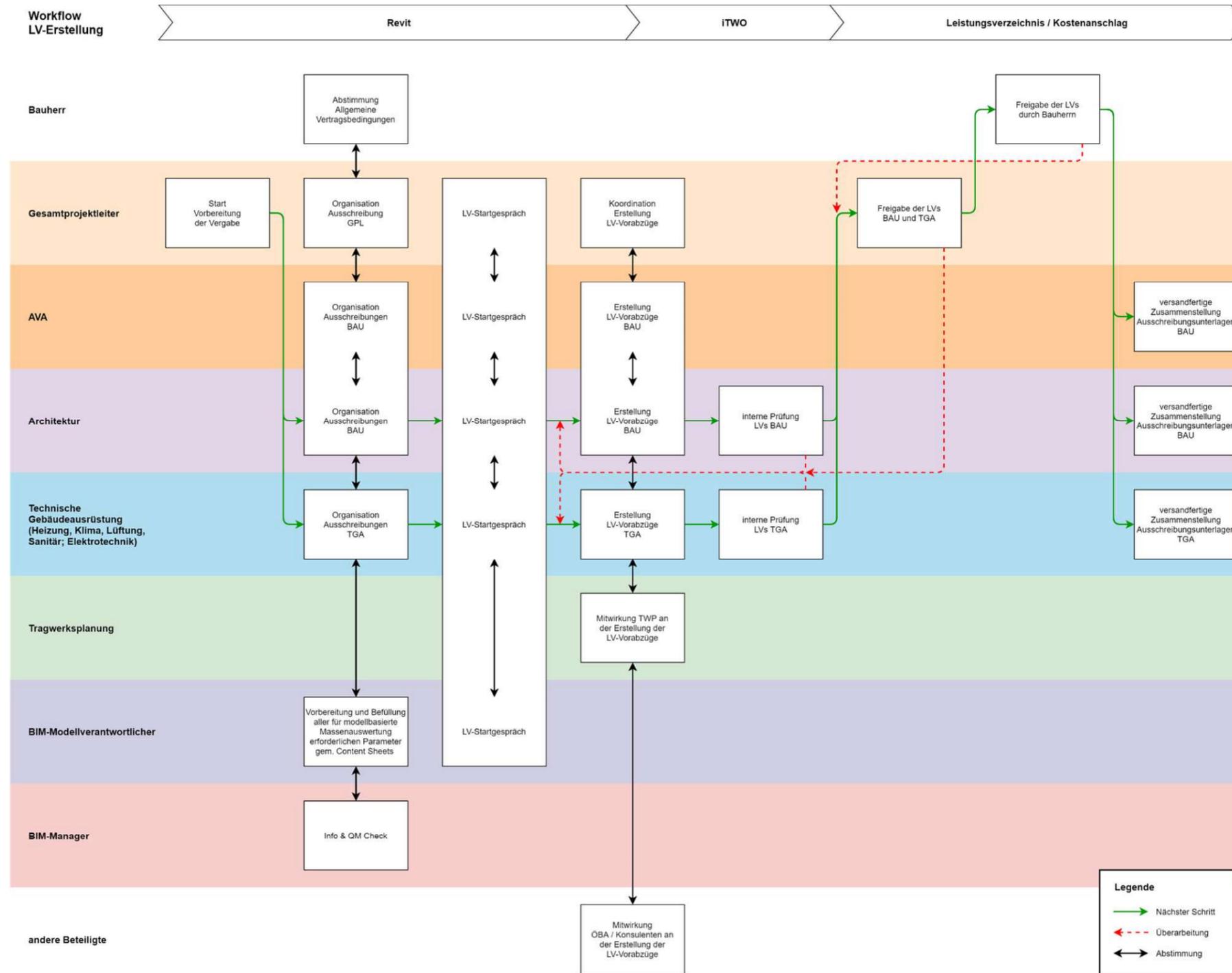


Abbildung 4.15 – Workflow Leistungsverzeichnis-Erstellung<sup>109</sup>

<sup>109</sup> Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an ATP, Workline: Vorbereitung der Vergabe, 2020, durch Experteninterviews hinsichtlich des Einsatzes von BIM aktualisiert

Außerdem legt der Gesamtprojektleiter mit den Projektleitern der Fachbereiche die Termine für die Leistungsverzeichnisse fest und stimmt die Standard-Bestandteile (LV-Deckblatt, Projektkurzbeschreibung, Vorabfrage-, Einladungs- und Absage-Schreiben an Unternehmen) mit ihnen ab. Die Projektleiter der Fachbereiche wirken bei der Objektgliederung (Festlegung Vergabeeinheiten, Zuordnung des Budgets und der Termine) und der Strukturvorgabe (Gliederung der LVs) mit.

Beim LV-Startgespräch wird im Projektteam der Umfang des jeweiligen Leistungsverzeichnisses abgeklärt, von den Fachplanungsbereichen die LV-Planungen und die fachspezifischen Unterlagen an den Fachbereich AVA übergeben und erläutert und die spezifischen Aufgaben zugeteilt. Diese sind:

- ◆ „Firmenvorschlag, -vorabfrage
- ◆ Beratung zu allfälligen Leitprodukten
- ◆ LV-Erstellung (ev. auch als Schreibauftrag), Massenermittlung
- ◆ Versand der Ausschreibungsunterlagen
- ◆ Angebotsöffnung bzw. Erstellung Öffnungsprotokoll
- ◆ (rechnerische) Prüfung der Angebote
- ◆ Erstellen eines Preisspiegels
- ◆ ev. Teilnahme am 1. Vergabegespräch (techn. Vergabeverhandlung)
- ◆ Absageschreiben
- ◆ Erstellung des Vergabe-LVs bzw. Auftrag-LVs“<sup>110</sup>

In der Leistungsphase 3: Entwurfsplanung wurden bereits alle Elemente mit den erforderlichen Qualitäten hinterlegt – die Ergebnisse der LV-Planung sind vertiefende Bearbeitungen, vor allem auch mit Hinterlegung von Datenblättern und Leitprodukten. Alle erforderlichen Detaildarstellungen müssen ausgearbeitet werden.

Die LV-Vorabzüge werden in weiterer Folge durch das Projektteam unter Koordination des Gesamtprojektleiters erstellt. Der Gesamtprojektleiter stellt durch eine terminliche Überwachung einen termingerechten LV-Versand sicher.

Die zugrundeliegenden Einheiten bei der LV-Erstellung sind:

- ◆ Leistungspositionsmengen (unter Beachtung der LV-Paketierung) für alle Kostenbereiche

Die LV-Erstellung ist bei ATP keine Kostenermittlung mehr, sondern nur eine Überprüfung, ob das, was ausgeschrieben wird, mit dem übereinstimmt, was zuvor bei der Kostenberechnung ermittelt wurde. Die Kalkulationsstrategien eines ausführenden Unternehmens lassen sich nicht über Mittelpreise bei der LV-Erstellung nachbilden und erreichen, weil die Herangehensweisen anders sind. Eine Kostenermittlung bei der LV-Erstellung würde keinen Genauigkeitsgewinn gegenüber der Kostenberechnung bringen. In der Praxis ist eine Kostenberechnung genauer als der Kostenanschlag.<sup>111</sup>

Derzeit ist eine automatisierte Erfassung mit einer modellbasierten Modellermittlung für unternehmensintern standardisierte Hauptelemente (60-70%) möglich bzw. in Arbeit. Dieser Prozess wird im folgenden Unterkapitel 4.3.5 automatisierte und modellorientierte Mengenermittlung erläutert. Für die restlichen Sonderelemente (30-40%) sind die Leistungsverzeichnisse manuell zu erstellen. Dies entspricht nach Aussagen des PSI bzw. des Gruppenleiters des Fachbereichs AVA vermutlich auch der tatsächlichen sinnvollen Umsetzbarkeit. Ein Hauptelement wäre beispielsweise eine Stahlbetonwand, währenddessen eine Treppe meist ein Sonderelement ist, da sich der Grundtext (Konstruktionsart, Po-deste, Gitterrost, Geländer, Handläufe, Material, Oberflächenbehandlung,

<sup>110</sup> ATP, Workline: Organisation Ausschreibungen BAU, 2020

<sup>111</sup> Quelle: Experten-Interview Dipl.-Ing. Klaus Gebhart, 2022

Konstruktionsbeschreibung) bzw. Folgetexte (Laufbreite, Anzahl und Größe der Trittstufen, Steigungsverhältnis, Bauteil, Stiege Nr., Ort, Geländerhöhe, Geländer Gesamtlänge, etc.) mit den Parametern mitändern müssen oder manuell beschrieben und befüllt werden müssen. Die Erarbeitung von Sonderelementen erfolgt entweder von Grund auf neu oder unter Vorlage von Leistungsverzeichnissen aus Altprojekten, damit eine Vollständigkeit und der korrekte Wortlaut der Grund- und Folgetexte gewährleistet werden.

Bei der Mengenermittlung werden standardmäßig nicht modellierte Objekte entweder manuell ermittelt, anders planlich erfasst oder über Längen, Flächen oder Kubaturen abgeschätzt oder sie werden über die Kennwerte von Hauptpositionen als umgelegte inkludierte Nebenposition erfasst.

Es folgt eine interne Prüfung durch die Fachbereiche auf Plausibilität, Vollständigkeit und Qualität und abschließend eine gesamthafte Prüfung durch den Gesamtprojektleiter. Bei erfolgreicher interner Freigabe werden die intern freigegebenen Leistungsverzeichnisse und Firmenlisten dem Bauherrn zur Freigabe zugesendet.

Abschließend werden die Ausschreibungsunterlagen versandfertig zusammengestellt (Finalisierung, Vervollständigung der Ausschreibung mit Plänen usw.).

Mit dem Erstellen des Leistungsverzeichnisses und dessen Auspreisung durch Bieterangebote (entspricht dem Kostenanschlag) sind die Kostenermittlungsprozesse in der Kostenplanung abgeschlossen.

#### 4.3.5 automatisierte und modellorientierte Mengenermittlung

Bei der Leistungsverzeichnis-Erstellung (Leistungsphase 6: Vorbereitung der Vergabe) werden die Mengen der Leistungspositionen für alle Kostenbereiche zu einem Teil computerunterstützt ermittelt. Für den Prozess der automatisierten und modellbasierten Mengenermittlung im Rahmen der LV-Erstellung sieht ATP einen eigenen Workflow namens BIM2AVA vor. Ziel dieses Workflows ist eine vollautomatisierte Zuordnung von modellierten Objekten zu Positionen im Leistungsverzeichnis, um diese in Folge ausschreiben zu können. Derzeit ist eine automatisierte und modellbasierte Mengenermittlung für den Teil der Hauptelemente (entspricht 60-70% aller Positionen) möglich bzw. in Arbeit. Für den Teil der restlichen Sonderelemente (entspricht 30-40% aller Positionen) sind die Leistungspositionen manuell zu erarbeiten. Dies erfolgt entweder von Grund auf neu oder unter Vorlage von Leistungsverzeichnissen aus Altprojekten, damit eine Vollständigkeit und der korrekte Wortlaut der Grund- und Folgetexte gewährleistet werden.

In diesem Unterkapitel wird der Workflow BIM2AVA, der in Abbildung 4.16 dargestellt ist, näher erläutert. Abbildung 4.17 zeigt ein Konzept für die Vergabe und die Ausführung von Bauleistungen unter Einsatz der BIM-Technologie.

Die Schritte des Prozesses BIM2AVA sind:

- 1) BIM-Modell in Revit (Bauelemente mit Parametern & Attributen)
- 2) Export des BIM-Modells aus Revit (Exportdatei Format .cpi oder .ifc)
- 3) Import des BIM-Modells nach iTWO (Datenüberprüfung & Datenübergabe)
- 4) Bemusterung in iTWO (Zuordnung der Bauelemente gemäß Bau- und Leistungsgliederung)
- 5) Berechnungsformeln
- 6) Mengenberechnung in iTWO (Formelapparat)
- 7) Zuordnung zu standardisierten Leistungspositionen in iTWO
- 8) automatische modellorientierte LV-Erstellung inkl. Kostenanschlag, manuelle Zuweisung zu den vertraglich gewünschten Ausschreibungspositionen in iTWO

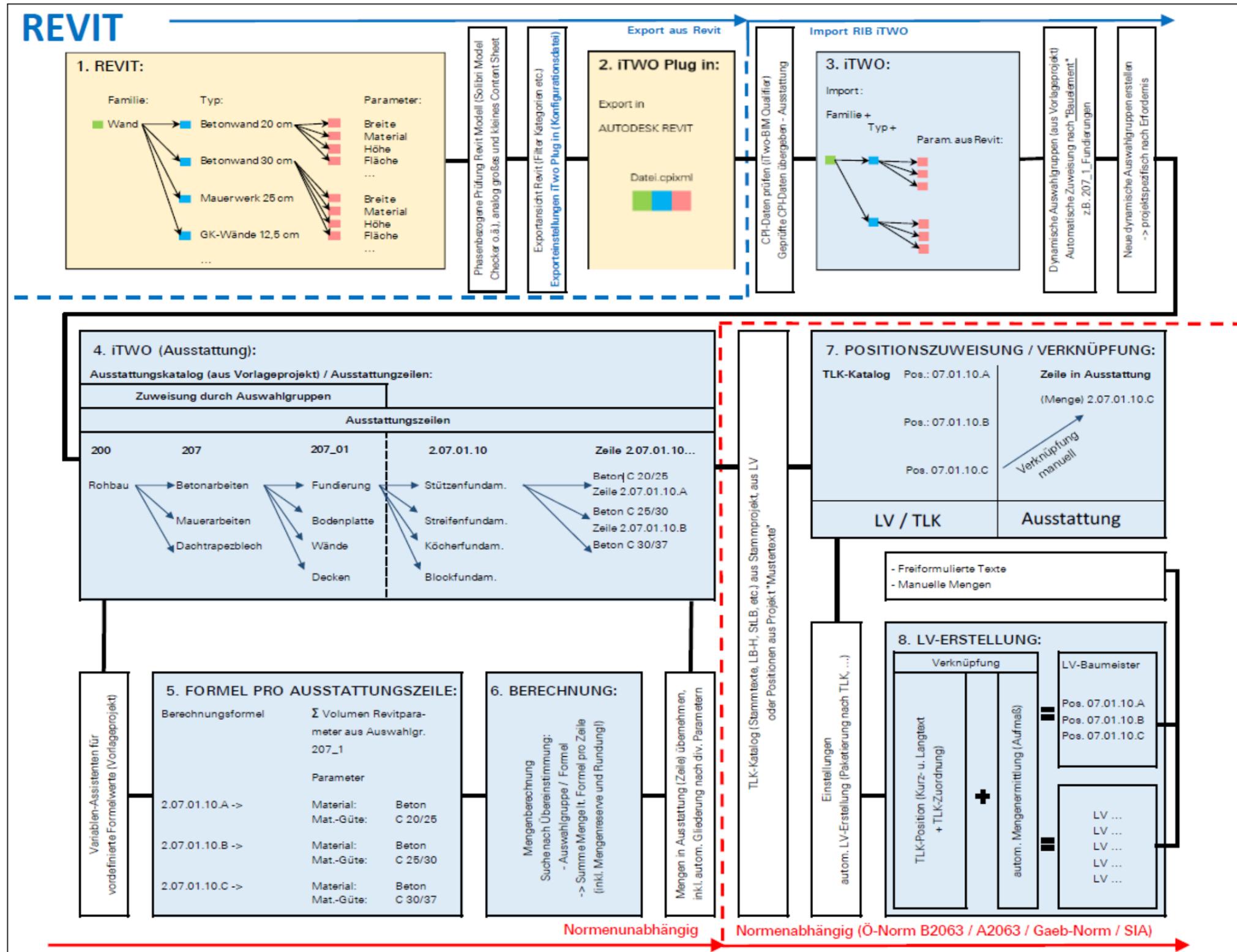


Abbildung 4.16 – Workflow Autodesk Revit – RIB iTWO<sup>112</sup>

<sup>112</sup> Quelle: ATP, Workflow\_Revit\_iTwo\_20200302, 2020

### 3. Methodische Herangehensweise an die Aufgabenstellung

#### 3.1 Konzept für die Vergabe und Ausführung der Bauleistungen

Inhaltliche Übereinstimmung zwischen den Beteiligten



Abbildung 4.17 – Konzept für die Vergabe und Ausführung von Bauleistungen<sup>113</sup>

Eine korrekte Modellierung gibt Ausschlag über den Erfolg einer automatisierten Zuordnung. Diese erfolgt über einen Formelapparat, welcher die den Objekten zuvor vom Planer zugewiesenen Parameter bzw. Merkmale untersucht und nach diesen die Objekte zuteilt. Das BIM-Modell sollte von Beginn an mit Standardelementen (Objektbibliotheken) aus den Vorlagedateien (Templates) modelliert werden. Bei der Modellierung ist akribisch auf die den Vorlagedateien entsprechende Vorgehensweise zu achten, da bei inkorrekten Schreibweisen der Formelapparat ansonsten die Parameter bzw. Merkmale nicht erkennt und die Objekte nicht korrekt zuordnet. Als Vorlage dient beispielsweise das unternehmensinterne Template der BIM Office Administration (BOA).

Für den Export muss das koordinierte, qualitätsgeprüfte BIM-Modell die Detaillierungstiefe Ausführungsplanung haben. Daher müssen sämtliche Parameter (bis inklusive die der LPH 5 gemäß den Content Sheets) befüllt sein.

Vor dem Export ist für das Modell grundsätzlich eine Qualitätsprüfung vorzunehmen. Diese wird beispielsweise mit dem Programm Solibri durchgeführt. Die Qualitätsprüfung umfasst unter anderem Kollisionsprüfungen und eine Überprüfung hinsichtlich mangelhaft befüllter Parameter.

Ist die Qualität zufriedenstellend, so sind noch Vorbereitungen vor dem eigentlichen Export zu treffen. Im ersten Schritt ist in Revit die 3D-Ansicht BIM2AVA zu wählen. Im zweiten Schritt kann gegebenenfalls eine weitere Filterung, wie beispielsweise nur Stahlbetonfertigteile, vorgenommen werden, um die Anzahl der zu exportierenden Objekte und folglich die Größe der Daten klein zu halten. Im dritten Schritt sind über den Formelapparat MultiPushTool sämtliche Abrechnungs-Parameter zu befüllen

<sup>113</sup> Quelle: ATP, E-Mail von Ing. Markus Schläffer, 2020

bzw. neu zu berechnen, da diese statisch sind und nicht in Echtzeit berechnet werden. Im vierten Schritt erfolgt die Synchronisation des Modells mit der Zentraldatei. Abschließend sind im fünften Schritt noch sämtliche ungewünschte Auswahlboxen, wie beispielsweise der 3D-Schnittbereich, zu deaktivieren.

Beim eigentlichen Export wird über das iTWO-Plugin in Revit die Datei vom .rvt-Format in das von iTWO gewünschte .cpixml-Format transformiert.

Diese kann anschließend in iTWO importiert werden. Dies geschieht über das Werkzeug „BIM Qualifier“. Dieses Modul führt eine Qualitätsprüfung der .cpixml-Datei durch. Verläuft diese zufriedenstellend, können die Daten anschließend übergeben und der Import damit abgeschlossen werden.

Die Zuweisung der Objekte zu den LV-Positionen sowie die Mengenermittlung erfolgt über das Werkzeug Ausstattung. Dabei werden die Objekte des importierten Modells zunächst mit dem Formelapparat „Bemusterung“ grundsätzlich nach der Baukostengliederung gemäß der ÖNORM B 1801-1 Bauprojekt- und Objektmanagement – Teil 1: Objekterrichtung eingeteilt und einer Auswahlgruppe zugeordnet. Hierfür wird in den meisten Fällen nach dem Parameter „Baelement“ gesucht. Die möglichen Parameter „Baelement“ sind unternehmensintern in Bauelementschlüssel-Tabelle festgehalten, welche im BOA-Template implementiert ist und stark an die Baukostengliederung angelehnt ist.

Innerhalb der bereits zugewiesenen Auswahlgruppen werden anschließend mit dem Formelapparat Mengenberechnung anhand von QTO-Formeln (Quantity Take-Off) die Objekte der jeweiligen Leistungsposition automatisiert und modellorientiert zugeordnet und ihre Mengen in der gewünschten Einheit berechnet. Die Ergebnisse können direkt am Modell integral überprüft werden.

In der Modellierung wird zunächst über Familien (z. B. Wand), Typen (z. B. Betonwand 20 cm, Betonwand 30 cm Mauerwerk 25 cm oder GK-Wände 12,5 cm) und abschließend Parametern (z. B. Höhe, Breite, Material, Fläche, ...) ein zu modellierendes Objekt definiert. Nach diesem Muster (Familie → Typ → Parameter) erfolgt auch die Zuordnung durch den Formelapparat.

Anschließend werden die Bauelemente mit standardisierten Leistungspositionen und der zugehörigen unternehmensinternen Preisdatenbank mit Preisindexierung verknüpft. Abschließend erfolgt eine automatisierte modellorientierte LV-Erstellung mit einer internen Kostenprognose anhand der Preisdatenbank zur Überprüfung und Plausibilisierung der Bieterangebote. Die endgültige Positionszuweisung und LV-Erstellung mit der Paketierung einzelner Leistungspositionen erfolgt gemäß Bauherrnwunsch.

#### 4.3.6 Beispiele der automatisierten und modellorientierten Mengenberechnung

In diesem Unterkapitel soll die automatisierte und modellorientierte Mengenberechnung der Bauelemente mit iTWO anhand von drei Beispielen erläutert werden. Diese sind:

- ◆ eine Betonwand
- ◆ eine Schalung einer Betonwand
- ◆ eine abgehängte Gipsmontagedecke.

Beispiel	Positionsnummer	Positionbeschreibung	Einheit
Beispiel 1	2.07.04.05.H	Beton Wand ü.20-30cm C30/37 b.3,5m	m <sup>3</sup>
Beispiel 2	2.07.04.05.S	Betonwand Schalung b.3,5m Klasse 2	m <sup>2</sup>
Beispiel 3	55.01.01.A	Abgeh.D. 1xGKB 12,5mm h<=50cm b.3,5m	m <sup>2</sup>

Tabelle 4.1 – Beispiele automatisierte und modellorientierte Mengenermittlung<sup>114</sup>

Abbildung 4.18, Abbildung 4.19 und Abbildung 4.20 zeigen die Variablenassistenten für die Auswahl von Bauteilen und für den Ausschluss von Bauteilen der drei Beispiele.

Die Beschreibungen der Vorgänge sind das Resultat aus dem Studium der jeweiligen Formeln aus RIB iTWO.

**Beispiel 1 Beton Wand ü.20-30cm C30/37 b.3,5m** wird aufgrund des Parameters „Baelement“ „207\_04\_Waende, Beton und Schalung“ der Auswahlgruppe „207\_04“ zugeordnet.

Bei Beispiel 1 wird die Menge des Attributs „Abrechnungsvolumen“ abgenommen, allerdings nur für als Wand modellierte Objekte, deren Attribut „Abrechnungsbreite“ größer 0,20 m und kleiner gleich 0,30 m ist, deren Attribut „Abrechnungshöhe“ größer 0 m und kleiner gleich 3,50 m ist und deren Attribut „Materialgüte“ „C30“ beinhaltet. Zusätzlich erfolgt noch ein Ausschluss von Objekten anhand der Typ-Bezeichnung. So darf letztere bei Beispiel 1 unter anderem nicht „hohl“, „konisch“, „geneigt“ oder „Attika“ beinhalten, da beispielsweise Hohlwände und Attiken einer anderen Leistungsposition zuzuordnen wären. Für eine Betonwand mit einer Breite bis 0,20 m wäre die Formel ident, allerdings wären bei der entsprechenden Leistungsposition im Variablenassistent für die Grenzwerte des Attributs „Abrechnungsbreite“ nicht 0,20 m und 0,30 m, sondern beispielsweise 0 m und 0,20 m eingetragen. Sollte der Bauherr eine andere Zuordnung wünschen, zum Beispiel für die Betonwand eine Höhe bis 3,2 m statt 3,5 m, so kann dies über die Variablenassistenten der Positionen ebenfalls geändert werden.

**Beispiel 2 Betonwand Schalung b.3,5m Klasse 2** wird aufgrund des Parameters „Baelement“ „207\_04\_Waende, Beton und Schalung“ der Auswahlgruppe „207\_04“ zugeordnet.

Bei Beispiel 2 wird die Menge des Attributs „Schalungsfläche“ abgenommen, allerdings nur für als Wand modellierte Objekte, deren Attribut „Abrechnungsbreite“ größer 0 m und kleiner gleich 100 m ist und deren Attribut „Abrechnungshöhe“ größer 0 m und kleiner gleich 3,50 m ist. Zusätzlich erfolgt noch ein Ausschluss von Objekten anhand der Typ-Bezeichnung.

**Beispiel 3 Abgeh.D. 1xGKB 12,5mm h<=50cm b.3,5m** wird aufgrund des Parameters „Baelement“ „455\_01“ der Auswahlgruppe „455\_01\_Gipsmontagedecken“ zugeordnet.

Bei Beispiel 3 wird die Menge des Attributs „Abrechnungsfläche“ abgenommen, allerdings nur für nicht als Wand modellierte Objekte, deren Attribut „Abrechnung Abhanghöhe“ größer 0 m und kleiner gleich 0,50 m ist, deren Attribut „Abrechnung Montagehöhe“ größer 0 m und kleiner gleich 3,50 m ist, deren Attribut „Feuerwiderstandsklasse\_“ nicht befüllt ist und deren Attribut „Oberfläche 1. Seite“ „1xGKB“ enthält. Zusätzlich erfolgt noch ein Ausschluss von Objekten anhand der Typ-Bezeichnung. So darf letztere bei Beispiel 3 nicht „E190“ beinhalten.

<sup>114</sup> Quelle: eigene Darstellung

Auswahl von Bauteilen

Auswahl von Bauteilen	Ausschluß von Bauteilen	Schalung
<b>EINSCHRÄNKUNGEN:</b> - FAMILIEN-BEZEICHNUNG (RevitFamilyName) - TYP-BEZEICHNUNG (RevitTypeName) - TYPENKOMMENTAR (V_TYPE COMMENT) - BREITE (V_GEO3 / V_GEO4) - HÖHE (V_GEO1 / V_GEO2) - MATERIALGÜTE (V_Quality) - MATERIALGÜTE Zusatz (V_ADD. Quality)		
RevitFamilyName		*
RevitTypeName		*
Typenkommentar		*
Breite in m: >	0,20	▼
Breite in m: <=	0,30	▼
Höhe in m: >	0	▼
Höhe in m: <=	3,50	▼
Materialgüte	*C30*	
Materialgüte_Zusatz		▼

Ausschluss von Bauteilen

Auswahl von Bauteilen	Ausschluß von Bauteilen	Schalung
<b>AUSSCHLUSS VON BAUTEILEN (RevitTypeName):</b>		
V_EXCLUSION_01 =	*Hohl*	
V_EXCLUSION_02 =	*konisch*	
V_EXCLUSION_03 =	*geneigt*	
V_EXCLUSION_04 =	*Unterf*	
V_EXCLUSION_05 =	*Attika*	
V_EXCLUSION_06 =	*Br*stung*	
V_EXCLUSION_07 =		
V_EXCLUSION_08 =		
V_EXCLUSION_09 =		
V_EXCLUSION_10 =		
V_EXCLUSION_11 =		
V_EXCLUSION_12 =		

Abbildung 4.18 – Variablenassistenten Beispiel 1 Beton Wand ü.20-30cm C30/37 b.3,5m<sup>115</sup>

<sup>115</sup> Quelle: ATP, iTWO (Screenshot), 2020

Auswahl von Bauteilen

Auswahl von Bauteilen	Ausschluß von Bauteilen	Schalung
<b>EINSCHRÄNKUNGEN:</b> - FAMILIEN-BEZEICHNUNG (RevitFamilyName) - TYP-BEZEICHNUNG (RevitTypeName) - TYPENKOMMENTAR (V_TYPE COMMENT) - BREITE (V_GEO3 / V_GEO4) - HÖHE (V_GEO1 / V_GEO2) - MATERIALGÜTE (V_Quality) - MATERIALGÜTE Zusatz (V_ADD. Quality)		
RevitFamilyName		*
RevitTypeName		*
Typenkommentar		*
Breite in m: >	0	▼
Breite in m: <=	100	▼
Höhe in m: >	0	▼
Höhe in m: <=	3,50	▼
Materialgüte		*
Materialgüte_Zusatz		*

Ausschluss von Bauteilen

Auswahl von Bauteilen	Ausschluß von Bauteilen	Schalung
<b>AUSSCHLUSS VON BAUTEILEN (RevitTypeName):</b>		
V_EXCLUSION_01 =		*Unterf*
V_EXCLUSION_02 =		*Hohl*
V_EXCLUSION_03 =		*Br*stung*
V_EXCLUSION_04 =		*Attika*
V_EXCLUSION_05 =		
V_EXCLUSION_06 =		*Konisch*
V_EXCLUSION_07 =		*Geneigt*
V_EXCLUSION_08 =		
V_EXCLUSION_09 =		*St*tz*
V_EXCLUSION_10 =		*Erd*
V_EXCLUSION_11 =		*Giebel*
V_EXCLUSION_12 =		*Schutz*

Abbildung 4.19 – Variablenassistenten Beispiel 2 Betonwand Schalung b.3,5m Klasse 2<sup>116</sup>

<sup>116</sup> Quelle: ATP, iTWO (Screenshot), 2020

Auswahl von Bauteilen

Auswahl von Bauteilen	Ausschluß von Bauteilen
EINSCHRÄNKUNGEN: - Aufbautennummer (V_AUFBAU) - RevitTypeName (V_TYPE_NAME) - Abrechnung Abhanghöhe (V_ABHANGHÖHE) - Abrechnung Montagehöhe (V_MONTAGEHÖHE) - Höhe (V_GEO1 / V_GEO2) - Feuerwiderstandsklasse_ (V_FEUER) - Materialgüte (V_QUALITY) - Oberfläche 1.Seite (V_SURFACE_S1)	
Aufbautennummer	<input type="text" value="*"/>
RevitTypeName	<input type="text" value="*"/>
Abhanghöhe in m: >=	<input type="text" value="0"/>
Abhanghöhe in m: <=	<input type="text" value="0,50"/>
Montagehöhe in m: >=	<input type="text" value="0"/>
Montagehöhe in m: <=	<input type="text" value="3,50"/>
Feuerwiderstandsklasse_	<input type="text"/>
Materialgüte	<input type="text"/>
Oberfläche 1.Seite	<input type="text" value="*1xGKB*"/>

Ausschluss von Bauteilen

Auswahl von Bauteilen	Ausschluß von Bauteilen
AUSSCHLUSS VON BAUTEILEN : - RevitTypeName (V_TYPE_NAME) - Feuerwiderstandsklasse_ (V_FEUER)	
V_EXCLUSION_01 =	<input type="text" value="EI90"/>
V_EXCLUSION_02 =	<input type="text"/>
V_EXCLUSION_03 =	<input type="text"/>
V_EXCLUSION_04 =	<input type="text"/>
V_EXCLUSION_05 =	<input type="text"/>
V_EXCLUSION_06 =	<input type="text"/>
V_EXCLUSION_07 =	<input type="text"/>
V_EXCLUSION_08 =	<input type="text"/>
V_EXCLUSION_09 =	<input type="text"/>
V_EXCLUSION_10 =	<input type="text"/>
V_EXCLUSION_11 =	<input type="text"/>
V_EXCLUSION_12 =	<input type="text"/>

Abbildung 4.20 – Variablenassistenten Beispiel 3 Abgeh.D. 1xGKB 12,5mm h<=50cm b.3,5m <sup>117</sup>

<sup>117</sup> Quelle: ATP, iTWO (Screenshot), 2020

## 5 Ergebnisse aus der Analyse der Fallstudie

In diesem Kapitel werden die Unterschiede zwischen den tatsächlichen Workflows und Prozessabläufen (Ist-Stand) in der Praxis mit den im vorigen Kapitel erläuterten vorgesehenen Kostenermittlungsprozessen in der Kostenplanung („Ideal-Workflows“) aufgezeigt. Außerdem werden Prozessschwachstellen hinsichtlich der Workflows, der Softwarelösungen und der Schnittstellenproblematik und der Software-Interoperabilität veranschaulicht.

Der zugrundeliegende Ist-Stand in der Praxis wurde im Rahmen des Praktikums beobachtet und dokumentiert, außerdem wurden Protokolle erstellt. Dies geschah einerseits durch eigene Tätigkeiten, wie die Mithilfe an mehreren integralen Projekten, und andererseits durch die Beobachtung und durch die Interaktion mit Kollegen. In den Protokollen wurden die Prozessschwachstellen und die Unterschiede zwischen dem Ist-Stand in der Praxis und den definierten „Ideal-Workflows“ in der Kostenplanung des Büros festgehalten, mit Bezug auf die Schnittstellenproblematik und Software-Interoperabilität, wie auch Kommunikationsprozesse zwischen den fachspezifischen Projektbeteiligten. Das Ziel war die Identifikation von Prozessschwachstellen und das Aufzeigen der Abweichungen von den „Ideal-Workflows“.

In den folgenden Abschnitten werden die Schwachstellen und Optimierungspotentiale der Kostenermittlungsprozesse Schwerpunkten zugeteilt.

### 5.1 Schwerpunkt Workflows und Projektbeteiligte

Die in der Praxis beobachteten Abweichungen vom „Ideal-Workflow“ bei der Kostenberechnung oder bei der LV-Erstellung und die Prozessschwachstellen sind:

- 1) Bei der Kostenberechnung werden Stahlkonstruktionen über ihre Masse bepreist. Der „Ideal-Workflow“ gemäß Abbildung 4.13 – Workflow Kostenberechnung sieht vor, dass zunächst die Unterlagen zusammengestellt werden und Bauteillisten von Modellierern (ARCH/TWP) zur Mengenermittlung aus Revit exportiert werden. Anschließend wird die Masse mittels Pivot-Tabellen in Microsoft Excel ermittelt. Die resultierende Menge wird den PSI- bzw. AVA-Mitarbeitern übergeben und abschließend von ihnen in COSTline eingetragen.

In der Praxis erfolgt die Übergabe der Mengen von Modellierern zu den PSI- bzw. AVA-Mitarbeitern allerdings nicht immer rechtzeitig. Letztere könnten die Bauteillisten mit Einschulung zwar selbst aus dem Revit-Modell erstellen, allerdings können sie – im Gegenzug zu den Modellierern – nicht die Vollständigkeit des Modells garantieren. So könnten beispielsweise einige Träger noch nicht modelliert oder falsch dimensioniert sein. Folglich wäre auch die ermittelte Masse falsch.

Das Resultat von verspäteten Übergaben sind Verzögerungen, da im Workflow folgende Mitarbeiter nicht wie vorgesehen arbeiten können.

- 2) Der „Ideal-Workflow“ gemäß Abbildung 4.15 – Workflow Leistungsverzeichnis-Erstellung sieht vor, dass zum Zeitpunkt des LV-Startgesprächs bereits sämtliche, die Ausschreibung betreffende Unterlagen mit der Detaillierungstiefe Ausführungsplanung organisiert und erarbeitet sind.

In der Praxis sind allerdings zu diesem Zeitpunkt noch nicht alle Unterlagen zu Sonderelementen vollständig ausgearbeitet. So werden beispielsweise Pläne von einzelnen Treppen mit Geländern erst die folgenden Tage bzw. Wochen erarbeitet. Da der Schaden größer wäre, wenn die Position des Sonderelements nicht erfasst werden würde, als diese falsch zu erfassen, werden die Positionen nach Vorlage von Altprojekten oder in Anlehnung an bereits fertiggestellte Positionen von AVA-Mitarbeitern erstellt. Die eigentlichen Detailpläne der Positionen sind zu diesem Zeitpunkt jedoch noch gar nicht von den Modellierern fertig erstellt, sondern werden erst kurz vor dem vertraglichen Ausschreibungstermin fertiggestellt, damit diese wie vorgesehen den Ausschreibungsunterlagen hinzugefügt werden können.

Die Folge ist ein Mehraufwand der AVA-Mitarbeiter, da diese Vorlagen suchen müssen und es kann passieren, dass im Nachhinein der Grundtext oder der Folgetext dieser Position geändert werden müssen oder die Pläne nicht mit den Texten übereinstimmen.

- 3) Ein weiteres Problem aus der Praxis ist, dass bei der LV-Erstellung die für die Mengenermittlung notwendigen Parameter der modellierten Objekte (noch) unvollständig befüllt sind. Abbildung 4.18 zeigt, dass der Formelapparat bei einer Betonwand beispielsweise nach einem befüllten Attribut „Materialgüte“ sucht. Abbildung 4.19 zeigt, dass der Formelapparat bei der Schalung kein befülltes Attribut „Materialgüte“ erfordert.

Ist zum Zeitpunkt der automatisierten und modellorientierten Mengenberechnung der Bauelemente mit iTWO bei einer Betonwand das Attribut „Materialgüte“ nicht befüllt, so wird vom Formelapparat lediglich die Menge der Schalung, jedoch nicht die Menge der Betonwand erfasst – die resultierende Gesamtkubatur der betreffenden Betonwände fällt folglich zu gering aus. Dieser Fehler führt dazu, dass nach den Objekten gesucht werden muss, deren Parameter (noch) unvollständig befüllt sind.

- 4) Ein anderer Mangel ist, dass bei der LV-Erstellung die für die Mengenermittlung notwendigen Parameter der modellierten Objekte nicht mit für den Formelapparat korrekten Werten befüllt wurden.

Die standardisierte Leistungsbeschreibung Hochbau sieht beispielsweise eine Unterscheidung von Unterzügen hinsichtlich der Unterstellhöhe vor (z. B. 070218E Beton Balk/Rost b.20cm C30/37 b.3,2m). Ein Formelapparat würde diese Position unter anderem finden, indem er nur jene Objekte übernimmt, deren Unterstellhöhe größer 0 m und kleiner gleich 3,2 m ist.

In der Praxis wird bei Unterzügen über Fenstern als Unterstellhöhe 0 m eingetragen – vermutlich deshalb, weil über einem Fenster noch eine Wand ist und deshalb nicht klassisch unterstellt wird. Der Formelapparat sucht allerdings ausschließlich nach Werten größer (und nicht größer gleich) 0 m, weshalb der betreffende Unterzug nicht zugeordnet wird.

Die Folge ist die Suche nach den nicht korrekt befüllten Objekten.

- 5) Des Weiteren ist im Laufe des Praktikums aufgefallen, dass bei der manuellen Erarbeitung der Leistungspositionen für den Teil der Sonderelemente (entspricht 30-40% aller Positionen) oft Leistungspositionen aus Ausschreibungen von Altprojekten herangezogen werden und als Vorlage verwendet werden. Die Ausschreibungen von Altprojekten sind allerdings nicht in einer zentralen Datenbank gespeichert, sondern in den jeweiligen Projektordnern. Es besteht folglich nicht die Möglichkeit, sämtliche Leistungsverzeichnisse von Altprojekten zum Beispiel nach einer Leistungsposition einer Kühlzelle zu durchsuchen, sondern es bedarf des Wissens von Projektbeteiligten, bei welchem Altprojekt tatsächlich eine Kühlzelle Inhalt des Projektes war, um gezielt die entsprechende Ausschreibung suchen zu können. Dies ist insbesondere für neuere Mitarbeiter problematisch, da diese auf die Tipps von erfahreneren Projektbeteiligten angewiesen sind, welche über solche Altprojekte Bescheid wissen. Sind eben diese Know-How-Träger allerdings nicht verfügbar, oder aber auch schlicht nicht zum Zeitpunkt der Erarbeitung der Leistungsposition verfügbar, um den entscheidenden Tipp zu geben, geht die potenziell bereits erarbeitete Leistungsposition in der Vielzahl von Projektordnern unter. Sie muss folglich erneut erarbeitet werden, was stets das Risiko einer unzureichenden Formulierung nach sich zieht. Entstehen durch letztere eine geänderte und/oder zusätzliche Leistung und/oder eine längere Bauzeit, sind Nachträge die Folge.

## 5.2 Schwerpunkt Software

Die in der Praxis beobachteten Prozessschwachstellen hinsichtlich der Software sind:

- 1) Es gibt keine direkte Schnittstelle zwischen Revit und COSTline, es ist allerdings eine Schnittstelle in Arbeit und in den nächsten Jahren ist ein Umstieg von COSTline auf iTWO geplant.
- 2) In der Praxis wurde bei der Kostenberechnung beobachtet, dass nur ausgewählte Mitarbeiter Bearbeitungsrechte in COSTline besitzen, weshalb andere Mitarbeiter keine neuen Positionen erstellen können, sie können lediglich bereits in der Datenbank vorhandene Positionen verwenden. Ebenso dürfen einige Mitarbeitern nicht die Kostenzusammensetzungen ändern und können daher nicht die Preise der Positionen anpassen. Im Rahmen des Praktikums hat sich gezeigt, dass für ein Projekt unzureichend Positionen in der Datenbank vorhanden waren und die Zuordnung der in der Datenbank vorhandenen Positionen nicht eindeutig war. Auch haben die Datenbanken der Bauelemente nicht den Umfang und die Reife wie die Datenbanken der Leistungspositionen der Hauptelemente bei der LV-Erstellung in der nächsten Leistungsphase.  
Es kam daher zu Verzögerungen aufgrund mehrerer Nachfragen hinsichtlich der korrekten Zuordnung von Objekten, der Bearbeitung vorhandener Positionen und der Einführung neuer Positionen.
- 3) Für die schnelle und intuitive Überprüfung einer korrekten und vollständigen leistungsphasengerechten Befüllung der Parameter und Modellierung fehlen den Planern in der Praxis derzeit noch Möglichkeiten, wie beispielsweise Ansichten in Revit oder iTWO.

## 5.3 Schwerpunkt Erfassung der Kosten von nicht modellierten Elementen

Für Elemente, bei denen es nicht vorgesehen ist, dass sie standardmäßig modelliert werden, gibt es keine „Ideal-Workflows“. Dieses Unterkapitel erläutert die Ermittlung der Mengen und die Erfassung der Kosten solcher Elemente näher und zeigt die Probleme und Prozessschwachstellen auf, welche bei der Mengen- und Kostenermittlung von standardmäßig nicht modellierten Elementen entstehen.

Für einen tieferen Einblick in dieses Gebiet wurden zwei Experteninterviews geführt. Das erste Experteninterview wurde mit Herrn Dipl.-Ing. Klaus Gebhart geführt. Er ist bei der ATP Innsbruck Planungs GmbH als Project Support Intern tätig. Das zweite Experteninterview wurde mit Herrn Dipl.-Ing. Lars Oberwinter geführt. Er ist Geschäftsführer der Plandata GmbH, deren Unternehmensgegenstand die „Erbringung von Dienstleistungen der automatischen Datenverarbeitung und Informationstechnik“<sup>118</sup> ist. Plandata ist einer der wichtigsten Partner von ATP hinsichtlich der Weiterentwicklung und Implementierung von BIM und betreut die Plattform BIMpedia (bimpedia.eu), welche die BIM-Standards von ATP führt, die in Zusammenarbeit von Plandata und ATP entwickelt werden.

Sofern nicht anders gekennzeichnet, stammen sämtliche Informationen in Unterkapitel 5.3 Schwerpunkt Erfassung der Kosten von nicht modellierten Elementen aus den Experteninterviews.

Beispiele für nicht modellierte Elemente sind unter anderem der Baugrubenaushub, Baugrubenumschließungen, Baustelleneinrichtungen und Sondergründungen. Diese werden – teils auch von externen Planern, die BIM nicht nutzen – in einer anderen Weise planlich dargestellt. Es entstehen unterschiedlichste Unterlagen – eine standardisierte Bearbeitung im Sinne eines immer gleichen Workflows ist nicht möglich.

Auch kleinere Positionen, wie unter anderem Sockelleisten, kleinere Aufhängungen, aber auch die Schrauben zur Befestigung von Steckdosen, werden standardmäßig nicht modelliert. Diese sind – bezogen auf das gesamte Projekt – kostenmäßig keine maßgebenden Positionen, weshalb ihnen im Sinne der ABC-Analyse<sup>119</sup> weniger Aufmerksamkeit gewidmet wird.

Beim Kostenrahmen (Leistungsphase 1: Grundlagenermittlung) und bei der Kostenschätzung (Leistungsphase 2: Vorplanung) kommen standardmäßig nicht modellierte Objekte nicht explizit als Kostenkennwerte vor, sondern ihre Kosten werden über die Kostenkennwerte der jeweiligen Leistungsphase umgelegt erfasst. In diesen beiden Leistungsphasen spielen standardmäßig nicht modellierte Objekte folglich nur eine untergeordnete Rolle hinsichtlich der Kostenermittlungen.

Bei der Kostenberechnung (Leistungsphase 3: Entwurfsplanung) und bei der Leistungsverzeichnis-Erstellung (Leistungsphase 6: Vorbereitung der Vergabe) sind Mengenermittlungen für standardmäßig nicht modellierte Objekte vorgesehen. Die Mengen werden entweder manuell ermittelt, anders planlich erfasst, mithilfe von Längen, Flächen, Kubaturen oder anderer Parameter modellierter Elemente berechnet oder sie werden als umgelegte Nebenposition in einer Hauptposition inkludiert bzw. gemeinsam ausgeschrieben.

Ein Beispiel für eine manuelle Mengenermittlung wäre die Längenermittlung für Handläufe bei Treppen, da eine automatisierte Berechnung derzeit aufgrund der Komplexität der Form nicht mithilfe eines Formelapparats implementiert ist.

Sondergründungen werden oft nicht im Modell geplant, sondern sie sind ein Beispiel für anders planlich dargestellte Positionen. Da die Positionen bei größeren Projekten einen relevanten Anteil der Gesamtkosten ausmachen können, wird ihnen im Sinne der ABC-Analyse<sup>120</sup> auch mehr Aufmerksamkeit gewidmet. Ihre Planung wird teils von externen Planern, die BIM oft nicht nutzen, übernommen. Sondergründungen werden – falls nötig und nicht anders möglich – außerhalb des Modells geplant, anders planlich dargestellt und ihre Kosten gesondert ermittelt.

---

<sup>118</sup> Impressum Plandata, <https://plandata.eu/impressum/> [Zugriff am 2022-08-02]

<sup>119</sup> Vgl. ÖNORM EN 14943, S.6, Begriff 3.2 ABC-Analyse (Paretoanalyse)

<sup>120</sup> Vgl. ÖNORM EN 14943, S.6, Begriff 3.2 ABC-Analyse (Paretoanalyse)

Bodenständer von einem Hohlboden werden ebenfalls oft nicht modelliert, sie sind ein Beispiel für eine Position, deren Menge mithilfe von Längen, Flächen, Kubaturen oder anderer Parameter modellierter Elemente berechnet wird. Der Hohlboden ist dabei modelliert, die Bodenständer nicht. Die Anzahl der Bodenständer wird über die Fläche des Hohlbodens berechnet (diese Fläche ist automatisiert und modellbasiert ermittelbar), beispielsweise x Stück Steher auf 1 m<sup>2</sup> Hohlboden.

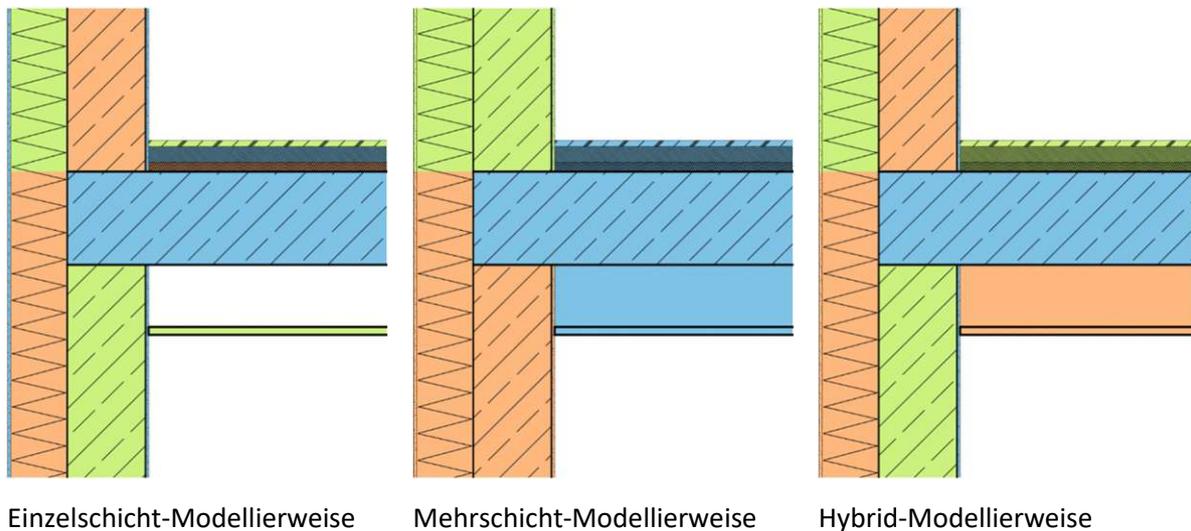
Ein Beispiel für eine umgelegte Position wäre, dass bei der Kostenberechnung etwa 30% der Auspreiung der Hauptposition eines Fußbodens Nebenpositionen sind. In dem Kostenansatz für 1 m<sup>2</sup> Parkettboden ist unter anderem ein Mengenansatz für x Laufmeter Sockelleisten inkludiert. Der modellierte Parkettboden wird dabei als Element bei der Kostenermittlung erfasst, die nicht modellierten Sockelleisten explizit nicht.

Eine andere Möglichkeit wäre, zur Mengenermittlung von standardmäßig nicht modellierten Objekten eine Verbindung zwischen nicht modellierten Objekten und modellierten Objekten (baulicher Zusammenhang) oder logischen Elementen (z. B. Räume) herzustellen. Bei Sockelleisten wäre beispielsweise die Berechnung der Menge (Länge) möglich, indem Parameter bei Wänden (baulicher Zusammenhang) eingeführt werden, die angeben, ob an der Wand eine Sockelleiste vorgesehen ist, oder nicht. Hierbei entsteht allerdings das Problem, dass zwischen der linken und der rechten Wandseite zu unterscheiden ist. In der Praxis müsste der Modellierer also wieder jede Wand im Modell überprüfen, ob die linke Wandseite auch tatsächlich die gewünschte Seite ist. Eine andere Lösung ist, dass die Ermittlung der Menge an logische Elemente wie Räume gehängt wird (z. B. Schlafzimmer und Flur ja – Küche und Badezimmer nein). Auch eine Kopplung an den Bodenbelag ist denkbar (z. B. Parkett ja – Fliesen nein). Die Berechnung der Länge der Sockelleisten ist aus der Summe der Längen der gewünschten Wände (über Parameter definiert) oder der Summe der Umfänge der gewünschten Räume (Definition über Raumlogik oder Bodenbelag) möglich. Abzüge wie Türen oder bodentiefe Fenster sind zu beachten. Sonderfälle wie Aussparungen für Möbel wie Kästen oder Theken sind allerdings schwer automatisiert zu erfassen. Die Möglichkeiten der Berechnung (über Wand, Räume, Bodenbelag etc.) sind ebenfalls von den eingesetzten Softwarelösungen abhängig, da nicht alle Möglichkeiten in jeder Softwarelösung bzw. in jedem Tool umsetzbar sind.

Bei der LV-Erstellung werden standardmäßig nicht modellierte Positionen wie beispielsweise Befestigungen auch oft erfasst, indem sie direkt mit der zu befestigten Position gemeinsam ausgeschrieben werden. Dies geschieht beispielsweise durch Formulierungen wie „inkl. normgerechter Befestigung“ im Grund- bzw. Folgetext der Leistungsposition. Je nach gewünschter Paketierung können dabei mehr oder weniger Positionen zu einer Position zusammengefasst werden.

Aufgrund der fehlenden Standardisierung und Normierung, gibt es für den Umgang von standardmäßig nicht modellierten Objekten keine „richtigen“ Musterlösungen. Für Unternehmen sinnvolle Lösungen sind abhängig von den eingesetzten Softwarelösungen, selbst innerhalb einer Softwarelösung gibt es von Unternehmen zu Unternehmen starke Differenzen bezüglich den Modellierstandards.

Abbildung 5.1 gibt einen Überblick über mögliche Modellierweisen. Während in einem Tool eine Einzelschicht-Modellierweise sinnvoll ist, ist in einem anderen Tool eine Mehrschicht- oder Hybrid-Modellierweise sinnvoller und effektiver. Teilweise wird auch beim Projektfortschritt von einer Leistungsphase zur darauffolgenden die Modellierweise geändert. Oft gibt es auch Unstimmigkeiten zwischen verschiedenen Fachbereichen. So hat beispielsweise die Architektur andere Herangehensweisen und Bedürfnisse als die Tragwerksplanung.

Abbildung 5.1 – Modellierweisen<sup>121</sup>

Da es viele Möglichkeiten zur Erfassung von standardmäßig nicht modellierten Objekten gibt, sind effiziente Workflows über Softskills, Prozess- und Modellierstandards zu lösen. So ist es zum Beispiel möglich, dass festgelegt wird, dass Sockelleisten nicht modelliert werden, sondern dass den Kostenplanern nur gesagt wird, wo welche wären. Durch die Definition von Modellierstandards wird festgehalten, welche Dinge grundsätzlich zu modellieren sind und wie diese zu modellieren sind. Das ermöglicht den Kostenplanern, dass sie bei diesen grundsätzlich modellierten Objekten davon ausgehen können, dass eine modellbasierte Mengenermittlung möglich ist. Die Definition von standardmäßig nicht modellierten Objekten erfolgt im Negativverfahren: Alles, was bei Modellierstandards definiert wird, kann standardmäßig direkt ermittelt werden, alles andere ist zwischen den Planern abzusprechen. Bei den standardmäßig nicht modellierten Objekten müssen Kostenplaner davon ausgehen, dass die Mengen von ihnen selbst ermittelt werden müssen. Meist gibt es aber auch einige Dinge, bei denen bedarfsorientiert abgewogen wird, ob sie modelliert werden. Aufgrund dieser Varianz gibt es keine Musterlösung. Dadurch, dass es oft standardmäßig nicht modellierte Objekte gibt, muss von Kostenplanern der Spagat gemeistert werden, dass sie mit dem wenigen was modelliert ist, trotzdem das gesamte Projekt korrekt erfassen. Eine klare Kommunikation und eine Definition in einem Abwicklungsplan, wie mit Objekten umgegangen wird, die standardmäßig nicht modelliert werden, sind essenziell für den Erfolg der Mengenermittlungen.

Bei der Definition von Modellierstandards ist zwischen Benefits und Mehraufwand abzuwägen. Die Benefits sind einerseits die potenzielle Ersparnis von Aufwand und Kosten bei der einfacheren, schnelleren oder genaueren (automatisierten und modellorientierten) Kosten- und Mengenermittlung oder aber auch die zusätzliche Möglichkeit der Durchführung von Kollisionsprüfungen. Der Mehraufwand sind andererseits die Planerstunden und somit auch die Kosten der (zusätzlichen) Modellierung und Detaillierung. So könnte beispielsweise festgelegt werden, dass alle Dinge, die für eine Kollisionsprüfung nicht kritisch sind und deren Massen für die Kostenermittlungen einfach berechnet werden können, nicht modelliert werden müssen. Alle Dinge, die sinnvoll zu modellieren oder kritisch erscheinen, sollten modelliert werden. Generell ist das Ziel, mit so wenig Aufwand wie möglich, so viel Output wie möglich zu erhalten.

<sup>121</sup> Quelle: BIMpedia – Mehrschichtige Bauteile, <https://www.bimpedia.eu/artikel/1297-mehrschichtige-bauteile> [Zugriff am 2022-10-26]

Die genaue Modellierung jeder einzelnen Schraube bei Steckdosen ist zwar möglich, um die Mengen automatisiert und modellorientiert zu ermitteln, allerdings ist dies aufgrund des erhöhten Modellieraufwands wohl kaum wirtschaftlich, da die Kosten der Schrauben sicherlich unter den Kosten für den zusätzlichen Modellieraufwand (Planerstunden) liegen. Davon abgesehen wird das ausführende Unternehmen auf der Baustelle vermutlich so oder so genügend Packungen Schrauben zur Montage mitführen, und diese nicht extra zuvor – exakt der ermittelten Menge entsprechend – abzählen.

Laut Aussagen von Herrn Dipl.-Ing. Lars Oberwinter gibt es mehrere Lager in der Baubranche. Auf der einen Seite gibt es Unternehmen, die festgelegt haben, dass sie absolut alles modellieren. Dies ist in der Regel bei kleineren Projekten wie Einfamilienhäusern möglich. Auf der anderen Seite gibt es Unternehmen, die festgelegt haben, dass sie zwischen Planungsaufwand und Benefit abwägen. Vieles wird daher nur über Kennwerte berechnet (z. B. Baustelleneinrichtung, Einrichtungskosten).

Die Mengen von vielen standardmäßig nicht modellierten Objekten sind über modellierte Objekte berechenbar (z. B. Geländer, Sockelleisten, Fußbodenständer). Innerhalb eines Unternehmens mit mehreren Fachbereichen (Planer = Ausschreiber) können Workflows definiert und Formelapparate entwickelt werden, die die automatisierte und modellorientierte Ermittlung dieser Mengen ermöglichen. Bei Projekten mit mehreren beteiligten Unternehmen (Planer  $\neq$  Ausschreiber), sind allerdings alle Daten und Mengen, die das ausschreibende Unternehmen nicht modellbasiert ermitteln kann, von dem planenden Unternehmen alphanumerisch zu übergeben. Es sind folglich innerhalb eines Unternehmens mit mehreren Fachbereichen verschiedene Workflows notwendig, einerseits, wenn unternehmensintern geplant und ausgeschrieben wird und andererseits, wenn nur geplant wird und ein externes Unternehmen die Ausschreibung übernimmt.

Prinzipiell ist es den Kostenplanern unter Einsatz der BIM-Technologie möglich, Elementen zusätzliche Parameter zu geben, um sich Positionsmengen zu berechnen. Allerdings wollen die Kostenplaner laut Aussagen von Herrn Dipl.-Ing. Klaus Gebhart möglichst wenig mit dem Modell zu tun haben, weshalb solche Parameter nach Möglichkeit nicht in Revit selbst, sondern beispielsweise erst in iTWO über das Multipushtool eingeführt werden.

Laut Aussagen von Herrn Dipl.-Ing. Klaus Gebhart ist Revit prinzipiell auch nicht als Datenbank für sämtliche Daten, die im Laufe von Kostenermittlungen auftreten, geeignet. Vielmehr müssten Revit-Daten mit Daten von anderen Programmen zusammengeführt werden. In der Baubranche ist es seit Jahren üblich, dass Daten auf den Servern des Unternehmens abgelegt werden, um diese zu dokumentieren. Beispiele hierfür wären unter anderem die Tragwerks-, Bauphysik-, Brandschutz- und Lichtplanung. Diese Art der Dokumentation und Ablage ist auch für außerhalb des Modells geplante Elemente notwendig.

Ein weiteres Problem ist, dass Österreich dafür bekannt ist, dass bauseits noch einige Planungsänderungen vorgenommen werden. Beispielsweise wenn eine Wand keine Sockelleisten braucht, weil sie doch verfließt werden soll oder in einem Raum ein anderes Beleuchtungskonzept gewünscht wird. In solchen Fällen ist eine genaue Planung der Sockelleisten oder der Aufhängungen für geplante Leuchten allerdings nicht sinnvoll – besonders dann, wenn extra Detaillierungen vorgenommen werden.

## 6 Optimierungspotentiale in der integralen Kostenplanung mit BIM

In diesem Kapitel werden die Optimierungspotentiale hinsichtlich der Workflows, der Softwarelösungen, der Schnittstellenproblematik und der Software-Interoperabilität und Optimierungsmaßnahmen für einen generischer Kostenplanungsprozess mit BIM aufgezeigt.

Aus den im vorigen Kapitel 5 Ergebnisse aus der Analyse der Fallstudie gezeigten Abweichungen vom „Ideal-Workflow“ und Prozessschwachstellen wird ersichtlich, dass diese Verzögerungen, Mehraufwand oder zusätzliche Kosten zur Folge haben. Für einen optimierten generischen Kostenplanungsprozess mit BIM sind diese auf ein Minimum zu reduzieren.

Bereits zu Beginn der Entwurfsplanung sind Workshops betreffend des Prozesses BIM2AVA erforderlich, damit zu den richtigen Zeitpunkten fachübergreifend sämtliche Parameter korrekt befüllt sind und eine modellbasierte Mengenauswertung möglich ist. Die Befüllung hat entsprechend der Vorgaben durch den Gesamtprojektleiter bzw. der Projektleiter der Fachbereiche zu erfolgen und ist von den Mitarbeitern der Fachbereiche und dem BIM-Modellverantwortlichen durchzuführen. Der BIM-Manager hat den BIM-Modellverantwortlichen zu unterstützen und stellt sicher, dass in allen Projekten die gleichen Standards verwendet werden. Projektbeteiligte haben bis zu festgelegten Zeitpunkten ihre Leistung zu erbringen und freizugeben, um anderen Projektbeteiligten eine reibungslose Weiterarbeit zu ermöglichen. Es ist auf eine leistungsphasengerechte Modellierung inklusive der Befüllung aller Parameter der geforderten Leistungsphase gemäß den Content Sheets zu achten.

Die Nicht-Erfassung von Elementen ist normalerweise problematischer als eine Falsch-Erfassung. Wenn beispielsweise ein Unterzug durch den Formelapparat nicht erfasst wird, werden auch seine Menge und seine Kosten nicht erfasst. Würde der Unterzug hingegen einer falschen Position aufgrund einer inkorrekt erfassten Unterstellhöhe zugeordnet werden, würden immerhin die Kosten für diese Position erfasst werden. Diese wären zwar ebenfalls inkorrekt, allerdings wäre der Fehler – sofern die Kosten der falschen Position nicht über 200 % der korrekten Position ausmachen – geringer. Im Zuge der LV-Erstellung in iTWO könnte der Formelapparat überarbeitet werden, sodass bei Parametern beispielsweise auch nach Werten größer gleich Null statt größer Null gesucht wird. Null-Eingaben werden bei Parametern in der Praxis gerne als Platzhalter genutzt. Diese sind zwar falsch und sollten vor einer Mengenermittlung deshalb gesondert überprüft werden, allerdings würden Ihre Kosten zumindest inkorrekt erfasst werden. Außerdem könnten die Modellierer über die genauen Formeln aufgeklärt werden, damit sie wissen, dass die Eingabe des Wertes Null nicht korrekt erkannt wird.

Bezugnehmend auf das Problem, dass das Auffinden von Leistungspositionen aus Altprojekten an erfahrene Know-How-Träger gebunden ist, wäre ein Optimierungspotential die Indexierung von Altprojekten und die Implementierung einer unternehmensinternen Suchmaschine. Dadurch wäre ein Werkzeug geschaffen, um unternehmensintern sämtliche Ausschreibungen von Altprojekten intelligent zu durchsuchen und beispielsweise alle Grundtexte mit dem Inhalt Kühlraum, Kühlzelle, Kühlhaus oder Kühlanlage zu finden, um diese anschließend als Vorlage verwenden zu können. Damit wäre das Auffinden und somit die Verwendung von Leistungsverzeichnissen von Altprojekten nicht mehr von einzelnen Know-How-Trägern abhängig, sondern zentralisiert und allgemein verfügbar. Es würde ein Wissenstransfer von implizitem zu explizitem Wissen erfolgen.

Hinsichtlich der Software gibt es auch einige Optimierungspotentiale. Für die Implementierung einer automatisierten Mengenermittlung sollte eine Datenbank vorhanden sein, welche unternehmensintern definierte Positionen (beispielsweise alle Hauptelemente) abdeckt und eine eindeutige Zuordnung erlaubt. Es ist eine Schnittstelle zwischen dem Modellierungstool und dem

Kostenberechnungstool notwendig, damit die Erkennung der Einheiten der Kostenkennwerte und die automatisierte Mengenermittlung mithilfe eines Formelapparates möglich ist. Zum Zeitpunkt des Praktikums waren im Zuge der Kostenberechnung in COSTline einige Positionen nicht verfügbar oder nicht eindeutig zuordenbar und es gab keine Schnittstelle zwischen Revit und COSTline.

Eine andere Optimierungsmöglichkeit ist die Einführung von Ansichtseinstellungen in Revit oder iTWO, welche den Modellierern ermöglichen, das Modell hinsichtlich der Befüllung von Parametern zu filtern. So wäre beispielsweise eine Ansichtseinstellung von Vorteil, welche sämtliche Objekte in einem transparenten Rot einfärbt, bei denen ein bestimmter Parameter nicht befüllt oder gleich Null ist. Alle anderen Objekte würden für den Überblick und die Orientierung in einem transparenten Grau eingefärbt bleiben. Nachdem prinzipiell durch die Content Sheets festgelegt ist, welche Parameter in welcher Leistungsphase befüllt sein müssen, wäre sogar ein Filtern des Modells hinsichtlich der Modellierungsreife möglich. So könnte eine Ansichtseinstellung eingeführt werden, die die Objekte hinsichtlich der Befüllung der Parameter einfärbt. Ein Vorschlag wäre beispielsweise:

- ◆ transparent rot: Parameter der Leistungsphase 2 nicht vollständig befüllt
- ◆ transparent orange: alle Parameter der Leistungsphase 2 befüllt
- ◆ transparent gelb: alle Parameter der Leistungsphase 3 befüllt
- ◆ transparent grün: alle Parameter der Leistungsphase 5 befüllt

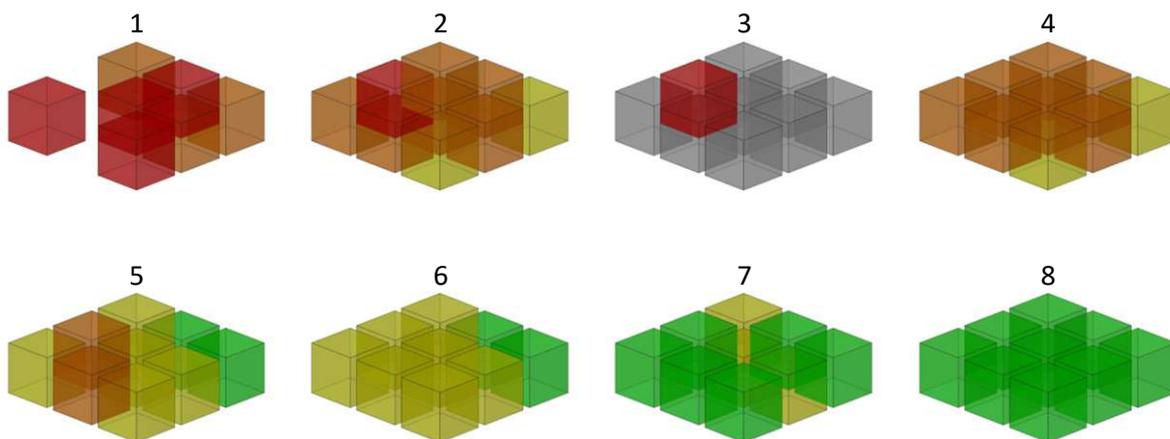


Abbildung 6.1 – Ansichtseinstellungen Beispiele<sup>122</sup>

Abbildung 6.1 stellt verschiedene Beispiele für Ansichtseinstellungen im Laufe eines Projektes dar:

- 1) 2 Objekte fehlen, 4 Objekte LPH<2, 3 Objekte LPH2
- 2) 1 Objekt LPH<2, 6 Objekte LPH2, 2 Objekte LPH3
- 3) 1 Objekt LPH<2 (zur Bearbeitung gefiltert), 8 Objekte gesperrt
- 4) 7 Objekte LPH2, 2 Objekte LPH3 → Modell hat Modellierungstiefe LPH2
- 5) 2 Objekte LPH2, 5 Objekte LPH3, 2 Objekte LPH5
- 6) 7 Objekte LPH3, 2 Objekte LPH5 → Modell hat Modellierungstiefe LPH3
- 7) 3 Objekte LPH3, 6 Objekte LPH5
- 8) 9 Objekte LPH5 → Modell hat Modellierungstiefe LPH5

Mit einer solchen Ansichtseinstellung wäre dem Modellierer eine Überprüfung des gesamten Modells oder auch nur eines zuvor gefilterten oder zugeschnittenen Teilbereichs hinsichtlich der

<sup>122</sup> Quelle: eigene Darstellung

Detaillierungstiefe möglich. Sowohl eine fachliche (z. B. alle Stahlbetonteile) als auch eine geometrische (z. B. Bauteil 1, 2. Obergeschoss) Unterteilung ist möglich. Vor der Leistungsverzeichnis-Erstellung müssten somit sämtliche Objekte grün eingefärbt sein. Alle anders eingefärbten Objekte wären sofort ersichtlich und könnten dementsprechend gefiltert bearbeitet werden.

Bezugnehmend auf die Probleme, die im Umgang mit standardmäßig nicht modellierten Objekten auftreten, bleibt es aufgrund der fehlenden Normierung derzeit an den beteiligten Unternehmen hängen, sich einen eigenen Standard zu schaffen und festzulegen, wie bei einem konkreten Bauprojekt vorzugehen ist und was die richtigen Vorgehensweisen dafür sind. Diese sind auch von den eingesetzten Softwarelösungen abhängig. Folgende grundsätzlichen Fragen sollten dabei beantwortet werden:

- 1) Wie wird mit Elementen umgegangen, die standardmäßig nicht modelliert werden?
- 2) Wer definiert das?
- 3) Wer kommuniziert das?

Die Berechnung der Mengen mithilfe von Attributen oder Parametern wirft auch einige Fragen auf, die beantwortet werden sollten:

- 1) Was darf in welchem Attribut oder Parameter stehen, was nicht?
- 2) Wie werden die Fehler (z. B. falsche Befüllungen) gefunden?
- 3) Wie werden die Lücken, die nicht beschrieben sind, gefunden?

Es ist festzuhalten, dass derzeit einige Objekte gesondert ausgeschrieben werden (Sonderelemente), obwohl das Potential für eine automatisierte Erfassung vorhanden wäre. So könnten beispielsweise Türen nach Parametern und Attributen (wie Größe, Material, Zargenart, Feuerwiderstandsklasse, einbruchshemmend etc.) gefiltert und anschließend entsprechenden Positionen zugeordnet werden. Auch Treppen könnten automatisiert verarbeitet werden – es wäre beispielsweise möglich, Parameter und Attribute (wie Konstruktionsart, Podeste, Gitterrost, Geländer, Handläufe, Material, Oberflächenbehandlung, Konstruktionsbeschreibung, Laufbreite, Anzahl und Größe der Trittstufen, Steigungsverhältnis, Bauteil, Stiege Nr., Ort, Geländerhöhe, Geländer Gesamtlänge etc.) zu erfassen, entsprechende Positionen zu erstellen und die Grund- sowie Folgetexte automatisch zu befüllen. Derzeit werden diese Positionen beispielsweise mit sehr ähnlichen Grund- und Folgetexten ausgeschrieben, lediglich die Parameter oder Attribute unterscheiden sich. So werden zwei Treppen, welche unterschiedliche Laufbreiten haben, aber ansonsten ident sind, einzeln manuell ausgeschrieben. Ein Formalapparat könnte dies auch, indem er die Positionsnummer laufend erweitert und die jeweiligen Parameter in den sonst gleich definierten Grund- oder Folgetexten ändert.

## 7 Conclusio

In diesem Kapitel werden abschließend zusammenfassend die Forschungsfragen erneut aufgefasst und ein Ausblick für einen optimierten generischen Kostenplanungsprozess mit BIM gegeben. Die Forschungsfragen der vorliegenden Arbeit sind:

- 1) Wie sehen Kostenplanungsprozesse in der integralen Planung mit BIM aus?
- 2) Welche Herausforderungen und daraus folgend Optimierungspotentiale für die Kostenplanungsprozesse lassen sich demnach ableiten?

Die erste Forschungsfrage wird in Kapitel 2 Forschungsstand und Theorie und Kapitel 4 Fallbeispiel und empirische Datenanalyse behandelt.

Kapitel 2 zeigt, wie Kosten im Bauwesen erfasst werden und wie die BIM-Technologie zur Kostenplanung (5D Kosten) eingesetzt werden kann. Es werden Kostenberechnungstools genannt und es wird gezeigt, worauf bei Kostenermittlungsprozessen mit BIM zu achten ist. Aufgrund der fehlenden Standardisierung gibt es viele Möglichkeiten, wie die BIM-Technologie bei der Kostenplanung zum Einsatz kommen kann.

In Kapitel 4 werden die Kostenplanungsprozesse in der integralen Kostenplanung mit BIM des untersuchten Unternehmens ATP architekten ingenieure dargestellt. Die vorgesehenen Kostenermittlungsprozesse („Ideal-Workflows“) in der Kostenplanung wurden bei der empirischen Untersuchung des Unternehmens (In-depth Single Case Study<sup>123</sup>) iterativ erarbeitet.

Abbildung 7.1 gibt einen Überblick über die Stufen der Kostenplanung (Kostenermittlungen) des untersuchten Unternehmens ATP architekten ingenieure.

Stufen der Kostenplanung	Programm	Einheiten der Kostenkennwerte	Mengenermittlung über
Kostenrahmen (LPH 1)	COSTline	Anzahl der Nutzungseinheiten oder m <sup>2</sup> BGF / m <sup>3</sup> BRI gesamt	Projektbasisdaten, Flächenlayout, Raumprogramm
Kostenschätzung (LPH2)	COSTline	m <sup>2</sup> BGF / m <sup>3</sup> BRI getrennt nach Bauteilen und Nutzungsbereichen	Raumbuch und Flächenlisten aus BIM-Modell
Kostenberechnung (LPH 3)	COSTline	Elementmengen für alle Kostenbereiche	Bauteillisten aus BIM-Modell, manuelles Filtern mit Pivot-Tabellen (Excel)
LV-Erstellung (LPH5+)	iTWO	Leistungspositionsmengen für alle Kostenbereiche	Export und Import BIM-Modell, automatische Erfassung der Hauptelemente über Formelapparat (iTWO)

Abbildung 7.1 – Überblick Kostenermittlungen<sup>124</sup>

Beim Kostenrahmen in der Leistungsphase 1: Grundlagenermittlung kommt die hauseigene Baukostenmanagement-Softwarelösung COSTline zum Einsatz. Die Kosten werden aufgrund der Anzahl der Nutzungseinheiten oder der m<sup>2</sup> BGF bzw. m<sup>3</sup> BRI gesamthaft ermittelt. In dieser Phase existiert oft noch kein BIM-Modell, das für eine (automatisierte) Mengenermittlung eingesetzt werden könnte. Die

<sup>123</sup> Vgl. Yin, 2014

<sup>124</sup> Quelle: eigene Darstellung

Mengen der Einheiten der Kostenkennwerte sind aus den Projektbasisdaten des Bauherrn, dem Flächenlayout und dem Raumprogramm zu entnehmen.

Die Kostenschätzung in der Leistungsphase 2: Vorplanung wird in COSTline durchgeführt. Die Kosten werden aufgrund der m<sup>2</sup> BGF bzw. m<sup>3</sup> BRI getrennt nach Bauteilen und Nutzungsbereichen ermittelt. In dieser Phase existiert bereits ein BIM-Modell. Bei der Modellierung kommt das BIM-Authoring Tool<sup>125</sup> Autodesk Revit<sup>126</sup> zum Einsatz. Die Mengen der Einheiten der Kostenkennwerte sind aus dem Raumbuch und den Flächenlisten, welche idealerweise mithilfe des BIM-Modells erstellt werden, zu entnehmen.

Die Kostenberechnung in der Leistungsphase 3: Entwurfsplanung wird in COSTline durchgeführt. Die Kosten werden aufgrund von Elementmengen für alle Kostenbereiche ermittelt. Diese sind aus Bauteillisten, welche idealerweise mithilfe des BIM-Modells erstellt werden, zu entnehmen. Gegebenenfalls erfolgt ein manuelles Filtern anhand von Pivot-Tabellen in Microsoft Excel.

Bei der Leistungsverzeichnis-Erstellung in der Leistungsphase 6: Vorbereitung der Vergabe kommt iTWO von RIB Software<sup>127</sup> zum Einsatz. Die Kosten werden aufgrund von Leistungspositionsmengen für alle Kostenbereiche ermittelt. Das Unternehmen ATP architekten ingenieure sieht für Ausschreibung unter Einsatz der BIM-Technologie einen eigenen Workflow namens BIM2AVA vor. Derzeit ist für den Teil der Hauptelemente (entspricht 60-70% aller Positionen) eine automatisierte und modellbasierte Mengenermittlung, eine Erfassung der Leistungspositionsmengen und eine Zuordnung zu entsprechenden Positionen im Leistungsverzeichnis mithilfe eines Formelapparats in iTWO möglich bzw. in Arbeit. Es gibt eine Schnittstelle in Form eines iTWO-Plugins in Revit, durch den ein Export des BIM-Modells aus Revit und der Import des BIM-Modells in iTWO vereinfacht wird. Für den restlichen Teil der Sonderelemente (entspricht 30-40% aller Positionen) sind die Leistungspositionen manuell zu erarbeiten.

Die zweite Forschungsfrage wird in Kapitel 5 Ergebnisse aus der Analyse der Fallstudie und in Kapitel 6 Optimierungspotentiale in der integralen Kostenplanung mit BIM behandelt.

Kapitel 5 zeigt die Abweichungen von den „Ideal-Workflows“ und Prozessschwachstellen. Es werden Schwerpunkte zu Workflows und Projektbeteiligte, Software und Erfassung der Kosten von nicht modellierten Elementen gebildet. Aus den gezeigten Abweichungen vom „Ideal-Workflow“ und Prozessschwachstellen wird ersichtlich, dass diese Verzögerungen, Mehraufwand oder zusätzliche Kosten zur Folge haben.

In Kapitel 6 werden anhand der in Kapitel 5 ausgearbeiteten Abweichungen und Prozessschwachstellen Optimierungspotentiale hinsichtlich der Workflows, der Projektbeteiligten, der Softwarelösungen, der Schnittstellenproblematik und der Software-Interoperabilität und Optimierungsmaßnahmen für einen generischer Kostenplanungsprozess mit BIM aufgezeigt.

Aufgrund der fehlenden Standardisierung müssen Unternehmen derzeit ihren eigenen Standard schaffen und für sich selbst festlegen, mit welchen Tools, auf welche Art und in welchem Umfang die BIM-Technologie im Zuge ihrer Kostenermittlungen genutzt werden soll oder wie bei einem konkreten Bauprojekt vorzugehen ist und was die richtigen Vorgehensweisen dafür sind. Entsprechende Workflows sind unternehmensintern oder projektbezogen festzulegen.

Wichtig dabei ist die fachübergreifende Zusammenarbeit aller Projektbeteiligten, mit einer leistungsphasengerechten Modellierung inklusive der Befüllung aller Parameter der geforderten

---

<sup>125</sup> Vgl. BIMpedia - BIM Authoring Tool

<sup>126</sup> Vgl. Autodesk - Revit

<sup>127</sup> Vgl. RIB Software

Leistungsphase und eine zeitgerechte Erbringung und Freigabe der Leistung, um anderen Projektbeteiligten eine reibungslose Weiterarbeit zu ermöglichen.

Bei der Implementierung eines Formelapparates zur automatisierten und modellbasierten Mengenermittlung im Rahmen der Stufen der Kostenplanung sollte ein besonderes Augenmerk auf die jeweiligen Formeln gelegt werden, damit alle zu erfassenden Objekte auch tatsächlich (möglichst gut) erfasst werden. Da das Auffinden von Fehlern in der Modellierung bei einer automatisierten Auswertung des Modells besonders wichtig ist, sollten Überprüfungen mit intuitiven Möglichkeiten, wie es beispielsweise Ansichtseinstellungen mit Filtern, ein fester Bestandteil der Workflows sein. Auch die Schnittstelle zwischen dem eingesetzten BIM-Authoring Tool und dem eingesetzten Kostenermittlungstool sollte beachtet werden, damit eine fehlerfreie Datenübergabe gewährleistet ist.

Auch der Umgang mit standardmäßig nicht modellierten Objekten sollte bedacht werden. Einerseits wie solche Objekte möglichst effizient manuell erfasst werden können, andererseits wie diese automatisiert über andere Objekte erfasst werden können.

Die BIM-Technologie liefert für die Kostenplanung viele Werkzeuge, um den Anteil der Sonderelemente zu reduzieren. Dies führt zu einer voranschreitenden Automatisierung. Ein höherer Anteil an Hauptelementen führt von dem – für die Baubranche typischen – Prototypen zu einem Baukastensystem, welches automatisiert bearbeitet werden kann.

Sofern interdisziplinär gewissenhaft gearbeitet wird, können abhängig von den eingesetzten Softwarelösungen sinnvolle Workflows entwickelt werden. Die Implementierung einer Objektbibliothek mit Standardelementen und einer dazu entsprechenden Kosten-Datenbank für alle gewünschten Leistungsphasen schafft die Grundlage für automatisierte und modellbasierte Mengen- und Kostenermittlungen. Durch die projekt- bzw. leistungsphasenorientierte Modellierung mit diesen Standardelementen, deren Attribute und Parameter von den Modellierern mit Voranschreiten des Projektes immer weiter erarbeitet und befüllt werden, werden automatisierte und modellbasierte Mengen- und Kostenermittlungen solcher Standardelemente ermöglicht.

## 8 Literaturverzeichnis

- ABK Bausoftware, <https://www.abk.at/produkte/projektmanagement/bim/> [Zugriff am 2022-09-02]
- AIA (2010), BIM IN Australia, Report on BIM/IPD Forums, October/November 2010, Consult Australia, Australian Institute of Architects, [https://www.geraldinestar.com/files/BIM%20in%20Australia-2010\\_%20Report.pdf](https://www.geraldinestar.com/files/BIM%20in%20Australia-2010_%20Report.pdf) [Zugriff am 2022-09-04]
- Albers S., Klapper D., Konradt U., Walter A., Wolf J., 2009: Methodik der empirischen Forschung, 3. Auflage
- ATP, BIM Organisation, 2020
- ATP, E-Mail von Ing. Markus Schlaffer, 2020
- ATP, iTWO (Screenshot), 2020
- ATP, Kostenfahrplan Teil 1 - Kostenplanung, 2020
- ATP, Projektorganisation, 2020
- ATP, Projektverantwortlichkeiten, 2020
- ATP, PSI Aufgaben, 2020
- ATP, Workflow\_Revit\_iTwo\_20200302, 2020
- ATP, Workline, 2020
- ATP, Workline: Ausführungsplanung, 2020
- ATP, Workline: Entwurfsplanung, 2020
- ATP, Workline: Genehmigungsplanung, 2020
- ATP, Workline: Gesamtplanung, 2020
- ATP, Workline: Organisation Ausschreibung GPL, 2020
- ATP, Workline: Organisation Ausschreibungen BAU, 2020
- ATP, Workline: Projektstart Grundlagenermittlung, 2020
- ATP, Workline: Vorbereitung der Vergabe
- ATP, Workline: Vorplanung Vorentwurfsplanung, 2020
- Autodesk - Revit, <https://www.autodesk.de/products/revit/> [Zugriff am 2022-09-02]
- BIMpedia - BIM Authoring Tool, <https://www.bimpedia.eu/artikel/1363-bim-authoring-tool> [Zugriff am 13.12.2022]
- BIMpedia – Mehrschichtige Bauteile, <https://www.bimpedia.eu/artikel/1297-mehrschichtige-bauteile> [Zugriff am 2022-10-26]
- BKI – Baukosteninformationszentrum Deutscher Architektenkammern – Kostenplanung, <https://bki.de/kostenplanung.html> [Zugriff am 2022-08-31]
- Building Design – WA100 2022, <https://www.bdonline.co.uk/wa100-2022-the-big-list/5115702.article> [Zugriff am 2022-09-04]
- buildingSMART - IFC, <https://technical.buildingsmart.org/standards/ifc> [Zugriff am 2022-09-02]

- derPlan 56 Juni 2022, [https://wien.arching.at/fileadmin/user\\_upload/redakteure\\_wnb/A\\_Aktuelles/derPlan\\_Jahresberichte/derPlan\\_56\\_Online.pdf](https://wien.arching.at/fileadmin/user_upload/redakteure_wnb/A_Aktuelles/derPlan_Jahresberichte/derPlan_56_Online.pdf) [Zugriff am 2022-08-08]
- DIN 276:2018-12 Kosten im Bauwesen
- Döring N., Bortz J., 2016: Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften, 5. Auflage
- Dul J., Hak T., 2008: Case Study Methodology in Business Research . Elsevier, Ltd.
- Experten-Interview Dipl.-Ing. Klaus Gebhart, 2022
- GIGO, <https://www.techtarget.com/searchsoftwarequality/definition/garbage-in-garbage-out> [Zugriff am 2022-09-04]
- Graphisoft - Archicad, <https://graphisoft.com/de/archicad> [Zugriff am 2022-09-02]
- Hans Lechner, 2014: LM.VM 2014, Leistungsmodelle – Vergütungsmodelle, [https://www.arching.at/mitglieder/552/leistungsmodelle\\_2014.html](https://www.arching.at/mitglieder/552/leistungsmodelle_2014.html) [Zugriff am 2022-03-01]
- HOAI 2021 (2021) <https://www.hoai.de/hoai/volltext/hoai-2021/> [Zugriff am 2022-08-07]
- Impressum Plandata, <https://plandata.eu/impressum/> [Zugriff am 2022-08-02]
- iTWO costx, <https://www.itwocostx.com/> [Zugriff am 2022-09-04]
- LB-HB-022, Standardisierte Leistungsbeschreibungen Hochbau – Version 22, <https://www.bmaw.gv.at/Services/Bauservice/Hochbau.html> [Zugriff am 2022-08-08]
- LB-HT-013, Standardisierte Leistungsbeschreibungen Haustechnik – Version 13, <https://www.bmaw.gv.at/Services/Bauservice/Haustechnik.html> [Zugriff am 2022-08-08]
- NEVARIS Bausoftware, <https://bausoftware.com/nevaris-build/> [Zugriff am 2022-09-02]
- NEVARIS BIM Support FAQ, <https://www.nevaris.com/support/nevaris-bim-support/#faq> [Zugriff am 2022-09-02]
- ÖNORM B 1801-1:2022-03-01 Bauprojekt- und Objektmanagement – Teil 1: Objekterrichtung
- ÖNORM EN 14943:2006-03-01 Transportdienstleistungen – Logistik – Glossar
- RIB Software, <https://www.rib-software.com/home> [Zugriff am 2022-09-02]
- Royal Institution of Chartered Surveyors (RICS), 2016: International BIM implementation Guide, 1st edition, <https://www.rics.org/globalassets/rics-website/media/upholding-professional-standards/sector-standards/construction/international-bim-implementation-guide-1st-edition-rics.pdf> [Zugriff am 13.12.2022]
- SIRADOS – Kostenplanung, <https://www.sirados.de/produkte/kostenplanung> [Zugriff am 2022-08-31]
- Smith P., 2014: BIM & the 5D Project Cost Manager. Procedia - Social and Behavioral Sciences, 119, S. 475–484
- Smith P., 2016: Project cost management with 5D BIM. Procedia - Social and Behavioral Sciences, 226, S. 193–200
- VO-Unterlagen, LVA Kostenrelevanz im Planungsprozess, TU Wien, M. Krautgartner/H. Reiner, ATP, 2021

WKO – Baukosten- und Baupreisindex, [https://www.wko.at/service/zahlen-daten-fakten/Baukosten-\\_und\\_Baupreisindex.html](https://www.wko.at/service/zahlen-daten-fakten/Baukosten-_und_Baupreisindex.html) [Zugriff am 2022-08-31]

Yin, R. K., 2014: Case Study Research: Design and Methods. 5. ed., SAGE Publ.