

Diploma Thesis

Modeling the conventional billing process in construction projects with BIM

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

DIPLOMARBEIT

Prozessdarstellung der konventionellen Bauabrechnung im Baubetrieb mit BIM

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

von

Nicole PFERSCHÉ

Matr.Nr.: 0825315

unter der Anleitung von

Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. **Gerald GÖGER**

Univ.-Ass.ⁱⁿ Dipl.-Ing.ⁱⁿ **Melanie PISKERNIK**

Institut für Interdisziplinäres Bauprozessmanagement
Forschungsbereich Baubetrieb und Bauverfahrenstechnik
Technische Universität Wien,
Karlsplatz 13/234-1, A-1040 Wien

Wien, im Februar 2019

Die reinste Form des Wahnsinns ist es, alles beim Alten zu lassen und gleichzeitig zu hoffen, dass sich etwas ändert.
(Albert Einstein)

Vorwort¹

An dieser Stelle möchte ich mich bei all jenen Personen bedanken, die mich während der Ausarbeitung meiner Diplomarbeit und meines gesamten Studiums unterstützt haben.

Bedanken möchte ich mich bei Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Gerald Goger, der mir das Verfassen dieser Diplomarbeit im Forschungsbereich Baubetrieb und Bauverfahrenstechnik am Institut für Interdisziplinäres Bauprojektmanagement ermöglicht hat.

Ein weiteres Dankschön gilt Univ.-Ass.ⁱⁿ Dipl.-Ing.ⁱⁿ Melanie Piskernik, die mich bei der Erstellung meiner Diplomarbeit außerordentlich gut und engagiert unterstützt hat und sich viel Zeit für mich genommen hat.

Ein besonderer Dank gebührt meinen Vorgesetzten Dipl.-Ing.ⁱⁿ Sabine Wimmer und Dipl.-Ing. Matthias Vogler, die es mir ermöglicht haben, dieses spannende Thema in Kooperation mit den Wiener Linien zu erarbeiten und mich mit ihrem fachlichen Wissen unterstützt haben.

Des Weiteren möchte ich mich bei allen Interviewpartnern bedanken, die sich mitunter viel Zeit für die Beantwortung meiner Fragen genommen und damit entscheidende Informationen für die Bearbeitung dieses Themas geliefert haben.

Ganz besonders bedanken möchte ich mich bei meinen Eltern, die während meines gesamten Studiums immer an mich geglaubt und mich stets motiviert und unterstützt haben.

Ein herzliches Dankeschön gilt vor allem meinem Freund Albert, der mich besonders in den letzten und durchaus sehr schwierigen Phasen meines Studiums und bei meiner Diplomarbeit mit aller Kraft unterstützt hat.

Schlussendlich möchte ich mich noch bei meinen Freunden und Studienkollegen, die mich während meines Studiums begleitet haben und mit deren Hilfe ich diverse Hindernisse des Studiums erfolgreich bewältigen konnte, recht herzlich bedanken.

¹ Genderhinweis:

Die Autorin legt großen Wert auf Diversität und Gleichbehandlung. Im Sinne einer besseren Lesbarkeit wurde jedoch oftmals entweder die maskuline oder feminine Form gewählt. Dies impliziert keinesfalls eine Benachteiligung des jeweils anderen Geschlechts.

Kurzfassung

Schlagwörter: standardisierte Leistungsbeschreibung, Bauabrechnung, Abrechnungsprozess, BIM, Mengenermittlung, öffentlicher Auftraggeber

Die korrekte und vertragskonforme Abrechnung von Bauleistungen spielt in der Bauausführung eine große Rolle. Bei konventionellen Bauprojekten ist der Abrechnungsprozess oft langwierig, die zahlreichen Schnittstellen sowie die genaue und nachvollziehbare Mengenermittlung stellen häufig Herausforderungen dar. Durch den Einsatz von Building Information Modeling (BIM) könnte der Abrechnungsprozess in der Bauausführung effizienter gestaltet werden. Die vorliegende Diplomarbeit greift diesen Gedanken auf und beschäftigt sich mit der Analyse der Abrechnungsprozesse von Bauleistungen und den Möglichkeiten diese mit BIM weiterzuentwickeln.

Zu Beginn dieser Arbeit werden die Grundlagen der BIM-Methode auf Basis einer Literaturrecherche dargestellt. Es werden darin unter anderem die allgemeinen Vor- und Nachteile von BIM aufgezeigt sowie die neuen Rollen und Datenschnittstellen beschrieben. Anschließend werden die Grundlagen der Bauabrechnung erläutert. Da standardisierte Leistungsbeschreibungen und Leistungsverzeichnisse die Basis für die Abrechnung von Bauleistungen bilden, werden diese detailliert beschrieben.

Die Darstellung und Erläuterung der aktuellen Abrechnungsprozesse im Baubetrieb bildet den Hauptteil dieser Arbeit. Zur Erhebung wurde auf das umfangreiche Fachwissen von Experten zurückgegriffen, Abrechnungsleitfäden von öffentlichen Auftraggebern analysiert und die eigene Vorerfahrung eingebracht. Aus diesen Recherchen wurden vier Standardprozesse ermittelt. Unterschieden werden dabei der Prozess einer zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer abgestimmten und einer nicht abgestimmten Rechnung jeweils unter Einsatz einer externen und internen Örtlichen Bauaufsicht. Die Analyse dieser Prozessdarstellungen dient in weiterer Folge der Entwicklung von Abrechnungsprozessen mit BIM-Einsatz.

Um einen möglichen Abrechnungsprozess und die dafür zu schaffenden Rahmenbedingungen und Herausforderungen abbilden zu können, wurden Experteninterviews mit verschiedenen Personenkreisen durchgeführt. In dieser Arbeit wird aufgezeigt, wie BIM derzeit bereits für die Bauabrechnung genutzt wird, welches Potential hier noch vorhanden ist und welche Effizienzsteigerung zukünftig durch den Einsatz von BIM bei den Abrechnungsprozessen möglich ist.

Abstract

Keywords: standardised technical specifications, construction billing, billing processes, BIM, quantity determination, public client

The billing of construction works, which has to be correct and in accordance with the agreement, is playing a major part in the execution of the project. In conventional construction projects, the billing process is often lengthy. The numerous interfaces and the accurate and traceable quantity determination often pose a great challenge. By using Building Information Modeling (BIM) the billing process could be more efficient. Due to this, the present diploma thesis deals with the analysis of the billing process of construction works and the possibilities of further developing them with BIM.

At the beginning of this thesis, the basics of the BIM-method are explained, based on a literature research. Among other things, the advantages and disadvantages of BIM are outlined in this chapter. Furthermore, the new roles and data interface is described. In the following chapter the basics of construction billing are explained. The first step is a detailed explanation of the standardised technical specification and the bills of quantities, since they form the basis for the billing of construction works.

The illustration and explanation of the current accounting process of construction works forms the main part of this thesis. In addition to the own professional experience the extensive knowledge of experts as well as the analysis of guidelines for billing from various contracting authorities, was used for the survey. Out of this research, four standard processes were identified. A distinction is made here between the process of a reconciled invoice between the client and the contractor and uncoordinated billing, each with an external and internal local building inspection. The presentation of the current processes subsequently serves the analysis of these processes through the use of BIM.

Expert interviews are conducted with different groups of people in order to be able to map out a possible billing process, the framework conditions which need to be created for it and the challenges which may arise. This thesis shows how BIM is currently being used for construction billing, what further potential exists and what increase in efficiency through the application of BIM in billing processes is possible in the future.

Inhaltsverzeichnis

VORWORT	III
KURZFASSUNG	IV
ABSTRACT	V
INHALTSVERZEICHNIS.....	VI
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	IX
1 EINLEITUNG	1
1.1 Motivation	1
1.2 Forschungsfragen.....	1
1.3 Forschungsmethoden.....	2
1.4 Forschungsabgrenzung.....	2
2 GRUNDLAGEN BIM.....	4
2.1 Definition	4
2.2 Vorteile von BIM	4
2.3 Nachteile und Herausforderungen von BIM.....	7
2.4 BIM-Entwicklungsstufen	8
2.5 BIM-Reifegrade	9
2.6 Randbedingungen für BIM	10
2.7 IFC und buildingSMART.....	12
2.8 Modellierungsgrade	13
2.9 Organisation von BIM-Projekten	15
2.9.1 Auftraggeber-Informations-Anforderungen	16
2.9.2 BIM-Projektentwicklungsplan	17
2.10 BIM-Normen in Österreich.....	17
2.10.1 ÖNORM A 6241-1:2015 „Digitale Bauwerksdokumentation – Teil 1: CAD-Datenstrukturen und Building Information Modeling (BIM) – Level 2“	18
2.10.2 ÖNORM A 6241-2:2015: „Digitale Bauwerksdokumentation – Teil 2: Building Information Modeling (BIM) – Level 2-iBIM“	19
2.11 BIM bei öffentlichen Auftraggebern.....	19
2.11.1 Laservermessungen.....	20
2.11.2 Vorteile für öffentliche Auftraggeber als Bauherr und Betreiber	21
3 GRUNDLAGEN KONVENTIONELLE BAUABRECHNUNG	24
3.1 Standardisierte Leistungsbeschreibung.....	24
3.1.1 Funktionale Leistungsbeschreibung.....	25
3.1.2 Konstruktive Leistungsbeschreibung	25
3.1.3 Aufbau von standardisierten Leistungsbeschreibungen	25
3.2 Leistungsverzeichnis	27
3.2.1 Gliederung eines Leistungsverzeichnisses	27
3.2.2 Formen eines Leistungsverzeichnisses	28
3.2.3 Arten von Leistungsverzeichnissen.....	29
3.2.4 Lücken	30
3.2.5 Positionsarten.....	30
3.2.6 Kennzeichen für Positionen	31
3.2.7 Der Preis	32
3.3 Abrechnung von Bauleistungen im Baubetrieb.....	33
3.4 Regelwerke für die Abrechnung von Bauleistungen.....	34

3.4.1	ÖNORM B 2110 – Allgemeine Vertragsbestimmungen für Bauleistungen.....	35
3.4.2	ÖNORM A 2063 – Austausch von Leistungsbeschreibungs-, Elementkatalogs-, Ausschreibungs-, Angebots-, Auftrags- und Abrechnungsdaten in elektronischer Form	35
3.4.3	Werkvertragsnormen B 22xx und H 22xx	36
3.4.4	Abrechnungsbestimmungen im Leistungsverzeichnis	36
3.4.5	Technische und rechtliche Unterlagen	37
3.5	Rechnungsarten	37
3.6	Zahlungsfristen	38
3.6.1	Verzugszinsen.....	38
3.6.2	Bauzinsen.....	39
3.7	Sicherstellungen	39
3.8	Mengenermittlung.....	40
3.9	Abrechnungsprogramme.....	41
3.9.1	AUER Success.....	41
3.9.2	RIB iTWO	42
3.9.3	ABK	42
3.10	Aufmaßblätter	43
4	PROZESSERMITTLUNG UND -DARSTELLUNG DER KONVENTIONELLEN BAUABRECHNUNG	45
4.1	Prozessmodellierung mit BPMN	46
4.2	Prozessbereich Abrechnung von Bauleistungen im Baubetrieb	49
4.3	Abrechnungsstartgespräch	50
4.4	Standardprozesse bei externer ÖBA	51
4.4.1	Prozessablauf für eine abgestimmte Rechnung	51
4.4.2	Prozessablauf für eine nicht abgestimmte Rechnung.....	62
4.5	Standardprozesse bei interner ÖBA	64
4.5.1	Prozessablauf für eine abgestimmte Rechnung	64
4.5.2	Prozessablauf für eine nicht abgestimmte Rechnung.....	69
4.6	Weitere Prozesse der Abrechnung	Fehler! Textmarke nicht definiert.
4.6.1	Monatliches Controlling.....	72
4.6.2	Schlussrechnung.....	72
4.7	Schnittstellen der konventionellen Bauabrechnung.....	72
4.8	Herausforderungen der konventionellen Bauabrechnung.....	73
5	ABRECHNUNG MIT BIM IM BAUBETRIEB	76
5.1	Experteninterviews	76
5.2	Auswertung.....	79
5.2.1	Themenkomplex 1: Allgemeine Daten	79
5.2.2	Themenkomplex 2: Ist-Stand BIM.....	80
5.2.3	Themenkomplex 3: Abrechnungsprozess mit BIM – Blick in die Zukunft.....	87
5.3	Abrechnungsprozess bei BIM-Projekten.....	96
5.3.1	Abrechnungsstartgespräch	97
5.3.2	Monatlicher Abrechnungsprozess mit BIM bei externer ÖBA.....	97
5.3.3	Monatlicher Abrechnungsprozess mit BIM bei interner ÖBA.....	102
5.4	Weitere Prozesse der Abrechnung	104
5.4.1	Monatliches Controlling.....	104
5.4.2	Schlussrechnung.....	105
5.5	Wesentliche Unterschiede zur konventionellen Bauabrechnung.....	105
6	ERGEBNISSE	107
6.1	Beantwortung der Forschungsfragen.....	108
6.2	Ausblick.....	113

7 VERZEICHNISSE	114
Literaturverzeichnis	114
Abbildungsverzeichnis.....	119
Tabellenverzeichnis.....	119
8 ANHANG	120
Interviewleitfaden Experteninterview	120

Abkürzungsverzeichnis

2D	zweidimensional
3D	dreidimensional
5D	fünfdimensional
6D	sechsdimensional
Abs.	Absatz
AG	Auftraggeber
AGV	Auftraggebervertreter
AIA	Auftraggeber-Information-Anforderung
AMBL	Aufmaßblatt
AN	Auftragnehmer
AVA	Ausschreibung, Vergabe und Abrechnung
BAP	BIM-Abwicklungsplan
BIM	Building Information Modeling
BPMN	Business Process Model and Notation
BVergG	Bundesvergabegesetz
CAFM	Computer-Aided Facility Management
DT	Datenträger
FAMBL	Feldaufnahmeblatt
HG	Hauptgruppe
HOA	Honorarordnung für Architekten
LB	Leistungsbeschreibung
LV	Leistungsverzeichnis
LG	Leistungsgruppe
OG	Obergruppe
ÖBA	Örtliche Bauaufsicht
ÖBV	Österreichische Bautechnik Vereinigung
PA	Pauschale
Pos.	Position
RE	Rechnung
STK	Stück
StLB	Standardisierte Leistungsbeschreibung
ULG	Unterleistungsgruppe
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
VE	Verrechnungseinheit

1 Einleitung

Die Einleitung führt an das Thema der Diplomarbeit heran. Es werden das persönliche Interesse und die Motivation beschrieben, die verwendeten Forschungsmethoden, die Forschungsabgrenzung und die Forschungsfragen erläutert.

1.1 Motivation

Die korrekte und vertragskonforme Abrechnung von Bauleistungen spielt bei der Abwicklung von Bauvorhaben eine große Rolle. In den ÖNORMEN sind Abrechnungsregeln und Bestimmungen vorgegeben, die bei der Abrechnung von Bauleistungen eingehalten werden müssen. Vor allem öffentliche Auftraggeber sind an einer nachvollziehbaren und gut dokumentierten Abrechnung interessiert, da es hier zu Prüfungen des Rechnungshofes kommen kann und daher zu einem späteren Zeitpunkt eine problemlose Überprüfung möglich sein muss. Oft gestaltet sich die genaue Mengen- bzw. Aufmaßermittlung schwierig und die herangezogenen Hilfsmittel, wie 2D-Pläne und Feldaufnahmen sind nicht ausreichend genau. Der Abrechnungsprozess, mit diversen digitalen und analogen Schnittstellen, verläuft nicht immer problemlos. Abhilfe könnte hier die Verwendung von Building Information Modeling (BIM), insbesondere der 5D BIM-Prozess schaffen.

Meine persönliche Motivation, mich in meiner Diplomarbeit mit der Abrechnung von Bauleistungen zu beschäftigen, stammt aus meiner bisherigen beruflichen Erfahrung. Bei der Abrechnung des Betonbaus zweier Infrastrukturprojekte konnte ich Einblick gewinnen, welche Schwierigkeiten im Abrechnungsprozess auftreten können. Ich möchte mit dieser Diplomarbeit dazu beitragen, den Abrechnungsprozess durch das Aufzeigen von Optimierungsmöglichkeiten zu verbessern.

1.2 Forschungsfragen

Diese Diplomarbeit beschäftigt sich mit der Fragestellung, inwiefern sich der Abrechnungsprozess bei Projekten im Zuge der Bauausführung mit BIM verändert. Ziel ist es, ausgehend von den aktuellen Ist-Prozessen, aufzuzeigen, welche Randbedingungen und Veränderungen in der Ausschreibung notwendig sind, um eine Abrechnung mit einem BIM-Modell zu ermöglichen und welche Vor- und Nachteile sich dadurch ergeben.

Die zentrale Forschungsfrage dieser Arbeit lautet daher:

„Wie kann die Bauabrechnung eines BIM-Projektes erfolgen?“

Um diese Frage beantworten zu können, wurden folgende leitende Fragestellungen erarbeitet:

- 1) Wie stellt sich der aktuelle Abrechnungsprozess von Bauprojekten dar?
- 2) Welche Randbedingungen müssen geschaffen werden, um eine Ausschreibung und Abrechnung mit BIM zu ermöglichen?
- 3) Wie verändern sich die Prozessabläufe der Bauabrechnung mit BIM für die Projektbeteiligten vor Ort?
- 4) Wo liegen dabei Effizienzsteigerungspotenziale?

1.3 Forschungsmethoden

Bei der zentralen Forschungsfrage und den daraus abgeleiteten Fragestellungen handelt es sich um aktuelle Themen, welche sich derzeit in der Entwicklung befinden. Um die Forschungsfragen zu beantworten, werden neben einer facheinschlägigen Literaturrecherche Experteninterviews geführt. Für diese Fachgespräche werden aus den Bereichen Auftragnehmer, Auftraggeber, Planung und örtliche Bauaufsicht erfahrene Personen ausgewählt. Wichtig bei der Auswahl der Experten war neben einer mehrjährigen beruflichen Erfahrung in der Baubranche – vorzugsweise im Bereich Abrechnung – Kenntnisse im baupraktischen Einsatz von BIM. Die befragten Personen arbeiten selbst mit der BIM-Methode, sind in diversen Arbeitskreisen, und/oder Normungskomitees vertreten, oder arbeiten in ihrem Unternehmen als BIM-Beauftragte.

Der Beginn dieser Arbeit widmet sich intensiv den Grundlagen der Themen BIM und Bauabrechnung. Diese Kapitel basieren auf diversen Veröffentlichungen und Normen. Anschließend werden die aktuellen Ist-Prozesse der Bauabrechnung erhoben und ausgewertet. Hierfür wird die eigene berufliche Vorerfahrung genutzt und zusätzlich Informationen bei Planern und Auftraggebern eingeholt. Ausgehend von den Erfahrungen und Erhebungen werden die Ist-Prozesse der Bauabrechnung mit Hilfe von BPMN 2.0 visualisiert und die Fragestellungen für die Experteninterviews erarbeitet. Durch die Auswertung dieser Interviews kann ein Soll-Prozess für die zukünftige Abrechnung von Bauleistungen gebildet werden, woraus sich Schwerpunkte für Entwicklungen ableiten lassen.

1.4 Forschungsabgrenzung

Die Grundlage der in weiterer Folge ausgeführten Erhebungen und Überlegungen bilden Einheitspreisverträge mit Leistungspositionen. Pauschalpreisverträge und Verträge auf Regiebasis sind bei öffentlichen Auftraggebern derzeit nicht weit verbreitet. Daher wird auf diese Art von Verträgen nicht eingegangen. In weiterer Folge soll die Entwicklung der Bauabrechnung mit BIM in der Bauausführung untersucht werden. Hierbei liegt das Hauptaugenmerk auf den Randbedingungen die geschaffen werden müssen, um eine solche Abrechnung zu ermöglichen. Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf dem Mehrwert, den eine BIM gestützte Abrechnung liefern kann. Ziel dabei soll sein, vor allem für Auf-

traggeber herauszuarbeiten, welche Änderungen in der Ausschreibung bzw. in der gesamten Projektumsetzung mit BIM vorgenommen werden müssen und welche Effizienzsteigerung durch den Einsatz von BIM beim Abrechnungsprozess möglich ist. Im Fokus steht dabei die Erarbeitung von Standardprozessen für die konventionelle Abrechnung bei der Bauausführung und deren Weiterentwicklung durch die Anwendung von BIM.

In dieser Arbeit wird nicht auf die rechtlichen Rahmenbedingungen, die bei der BIM-Arbeitsmethode notwendig sind eingegangen. Auf die technische Umsetzung mit Softwarelösungen wird nur am Rande eingegangen, da es zahlreiche technische Möglichkeiten gibt, sich jedoch selbst Experten noch nicht darüber im Klaren sind wie diese später umgesetzt werden können.

2 Grundlagen BIM

In diesem Kapitel wird Building Information Modeling (BIM) definiert und die Vor- und Nachteile dieser Arbeitsmethode beschrieben. Es werden die verschiedenen BIM-Entwicklungsstufen und Reifegrade erläutert. Anschließend werden die Randbedingungen für BIM vorgestellt. Ein wichtiger Schritt für die durchgängige Verwendung von BIM ist die Schaffung einer standardisierten Schnittstelle, daher wird die Organisation buildingSMART und die von ihr entwickelte Datenschnittstelle vorgestellt. Des Weiteren werden die Modellierungsgrade, die Organisation von BIM-Projekten und die aktuellen BIM-Normen erläutert. Abschließend wird auf das Thema BIM bei den Wiener Linien näher eingegangen. Es wurden diverse Gespräche mit dem BIM-Beauftragten Mitarbeiter der Wiener Linien geführt um den aktuellen Stand der BIM-Implementierung und die Vorteile für einen öffentlichen Auftraggeber zu erheben.

2.1 Definition

BIM stellt in der Baubranche derzeit das aktuellste und zukunftsweisendste Thema dar. Die Entwicklung in diesem Bereich wird von Auftraggebern, Auftragnehmern, Planern und Betreibern vorangetrieben. Mittlerweile finden sich dazu verschiedene Definitionen. Austrian Standards definiert BIM folgendermaßen:

„Unter Building Information Modeling (BIM) oder Gebäudedatenmodellierung versteht man die optimierte Planung und Ausführung von Gebäuden mit Hilfe entsprechender Software. BIM ist ein intelligentes digitales Gebäudemodell, das es allen Projektbeteiligten – vom Architekten und Bauherrn über den Haustechniker bis hin zum Facility Manager – ermöglicht, gemeinsam an diesem integralen Modell zu arbeiten und dieses zu realisieren.“ [4]

Oftmals wird BIM fälschlicherweise als ein reines 3D-Modell verstanden. Das alleine zeichnet BIM jedoch nicht aus, vielmehr handelt es sich dabei um eine, auf einem digitalen Gebäudemodell basierende Arbeitsmethode, die im gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks eingesetzt werden kann. [4, 11]

2.2 Vorteile von BIM

Bei der Verwendung der BIM-Methode werden dem digitalen Gebäudemodell bzw. den digitalen Gebäudeteilen wie Wänden, Decken, Fenstern usw. alphanumerische Informationen angeheftet. Zusätzlich besitzen die Bauteile definierte Beziehungen zu anderen Bauteilen. Das ermöglicht eine automatische Plausibilitätsprüfung im Programm. Des Weiteren können, wenn für jedes Gewerk ein eigenes Teilmodell erstellt wird, die Modelle miteinander verknüpft und dadurch eine Kollisionsprüfung durchgeführt werden. Arbeiten

alle Gewerke an einem gemeinsamen Modell und nicht an einzelnen Teilmodellen, spricht man von einem integralen Modell. [11, 30]

Das Modell und die damit verknüpften Daten und Informationen können über geeignete Softwarelösungen allen Projektbeteiligten zur Verfügung gestellt werden, wodurch die Projektkoordination und -kommunikation vereinfacht werden kann. Zukünftig soll es möglich sein, dass wenn Änderungen im Modell durchgeführt werden, diese direkt für alle Beteiligten ersichtlich sind. Damit kann garantiert werden, dass von allen immer am aktuellen Modell gearbeitet wird. [11, 50]

BIM ermöglicht nicht nur allen Projektbeteiligten gemeinsam an einem integralen Modell zu arbeiten, sondern eine Nutzung dieses Modells über den gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks. Dargestellt wird diese durchgängige Nutzung eines BIM-Modells in Abb. 2.1. [11, 35]



Abb. 2.1: Nutzung von BIM über den gesamten Lebenszyklus [11]

Erhebliche Vorteile bringt die Weitergabe des digitalen Gebäudemodells durch alle Projektphasen hindurch mit sich. Auftraggeber, die ihre Bauwerke nach Fertigstellung weiter betreiben und instandhalten, können von diesen Vorteilen besonders profitieren. Bereits in der Planungsphase kann der Auftraggeber definieren, welche Anforderungen und Informationen er später für das Betreiben des Bauwerks benötigt und diese im BIM-Modell integrieren. Mit Hilfe eines BIM-Modells kann in der Planungsphase eine sehr genaue Mengenermittlung durchgeführt werden, woraus sich eine zuverlässige Kostenschätzung errechnen lässt. In späteren Projektphasen, wie etwa der Bauausführung und dem Ge-

bäudebetrieb, bringt BIM ebenfalls Vorteile mit sich. In der Bauausführung können beispielsweise Probleme frühzeitig erkannt und dadurch aufwendige Nacharbeiten vermieden werden. Des Weiteren kann durch die Verknüpfung der Bauteile mit der Bauzeit der Bauablauf besser geplant und die Baustellenlogistik dementsprechend koordiniert werden. [11, 17]

Betrachtet man die Lebenszykluskosten eines Bauwerks, stellt man fest, dass diese beispielsweise in der Bau- und der Betriebsphase am höchsten sind. Aus Sicht des Auftraggebers liegt daher gerade in diesen Projektphasen besonderes Optimierungspotential. Bei einem BIM-Projekt müssen bereits in der Planungs- und Erstellungsphasen strategische Entscheidungen betreffend den späteren Betrieb getroffen werden, um dieses Optimierungspotential später tatsächlich nutzen zu können. Das bedeutet, dass der Planungsaufwand in den Entwurfsphasen zwar höher ist, in den späteren Projektphasen jedoch im Vergleich zu konventionell durchgeführten Bauvorhaben deutlich reduziert werden kann. Der Planungsaufwand wird insgesamt gesehen nicht geringer, sondern verlagert sich von späteren in frühere Projektphasen. Zu sehen ist das in Abb. 2.2, wobei die blaue Linie die Aufwandsentwicklung mit BIM darstellt und im Vergleich dazu die gelbe Linie den Aufwand bei einer konventionellen Planung zeigt. Weiteres ist in dieser Abbildung ersichtlich, dass Änderungen in den späteren Projektphasen deutlich mehr Einfluss auf die Kosten haben als das in früheren Phasen der Fall ist. [11, 17]

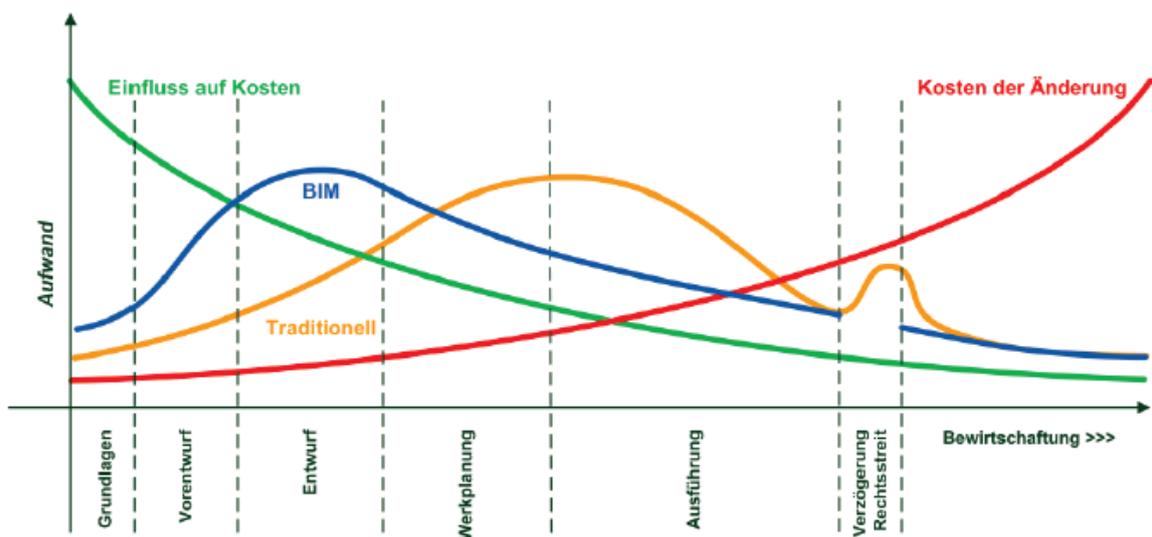


Abb. 2.2: Einfluss von BIM auf den Planungsaufwand und Kosten [17]

Mittlerweile gibt es verschiedene Ausprägungen von BIM. 3D-BIM bezeichnet das digitale Gebäudemodell in seiner Geometrie. Bei der Nutzung von 4D-BIM wird das 3D-Modell zusätzlich mit der Zeitplanung verknüpft. Durch diese Verknüpfung kann die Bauzeitplanung erleichtert und etwaige Terminkollisionen und -Verschiebungen frühzeitig erkannt und darauf reagiert werden. So lässt sich der Baufortschritt gut dokumentieren und nachverfolgen. Bei 5D-BIM werden zusätzlich zur Bauzeit die Kosten in das Modell eingebun-

den. Damit kann, auf Grundlage der genauen Mengenermittlung, eine sehr genaue Kostenermittlung durchgeführt werden und schließlich kann daraus und aus dem dargestellten Baufortschritt die Abrechnung der Bauleistung erfolgen. Für Auftraggeber, welche die Bauwerke nach Fertigstellung weiter betreiben, ist vor allem 6D-BIM interessant. In der Literatur finden sich verschiedene Definitionen zur sechsten Dimension. Meistens wird angeführt, dass bei 6D-BIM Aspekte, welche das Facility Management betreffen, in das Modell mit einbezogen werden. In anderen Literaturen werden häufig die Nachhaltigkeit und Effizienz als sechste Modelldimension definiert. In diesen Fällen enthält erst die siebente Dimension die Informationen für das Facility Management. Werden diese für den Betrieb hilfreichen Zusatzinformationen in das Modell eingepflegt, sind zum Beispiel bei späteren Baumaßnahmen bzw. bei Abriss des Bauwerks, die notwendigen Informationen zu den verbauten Materialien vorhanden und können dadurch umweltgerecht entsorgt werden. Es erfolgt somit die Weitergabe des BIM-Modells von der Planung, über die Ausführung und Bewirtschaftung bis zum Rückbau des Bauwerks. Derzeit ist die Informationsweitergabe häufig fehleranfällig und verlustreich, das kann durch den Einsatz von BIM weitestgehend reduziert werden. Das Ziel der Arbeitsmethode BIM ist es eine vereinfachte Art der Projektabwicklung unter Einbeziehung aller Beteiligten und aller Projektphasen zu ermöglichen. [11, 50]

2.3 Nachteile und Herausforderungen von BIM

Den erwähnten Vorteilen stehen ebenso einige Herausforderungen und Nachteile gegenüber. Wie bereits beschrieben, kommt es bei der Anwendung von BIM zu einem erhöhten Planungsaufwand in den frühen Projektphasen. Vor allem zu Beginn eines Projektes geraten die Planer dadurch in erhöhten Zeitdruck und können sich unter Umständen anderen Aufgaben, wie zum Beispiel der Prüfung von Alternativen, in verringertem Ausmaß widmen. Um den Zeitdruck während der Planungsphase zu reduzieren und eine detailliertere Planung durchführen zu können müssen die Auftraggeber zukünftig den Planern mehr Zeit zur Verfügung stellen. Generell erfolgt bereits früh eine sehr detaillierte Planung, daher ist es erforderlich, sich frühzeitig mit Detailfragen auseinanderzusetzen. Aus diesem Grund sollte während der Planung bereits feststehen, welche Daten im späteren Betrieb notwendig sind. [60]

Bei der erstmaligen Implementierung von BIM entstehen durch Mitarbeiterschulungen erhebliche Kosten. Diese Schulungen sind allerdings wichtig, da nur bei vollständiger und richtiger Anwendung von BIM die Vorteile genutzt werden können. Die Kosten für die Anschaffung von Softwarelösungen sollten nicht außer Acht gelassen werden. Generell ist bei der Einführung von BIM mit hohen Investitionskosten zu rechnen, die sich unter anderem durch einen erhöhten personellen Aufwand begründen. Um das ordnungsgemäße

Funktionieren des Datenmodells und die Umsetzung der Anforderungen an das BIM-Modell ausreichend kontrollieren zu können, müssen bei allen beteiligten Unternehmen zusätzliche personelle Kapazitäten geschaffen werden. [18, 35]

Ein erheblicher Nachteil ist derzeit, dass es erst wenige Richtlinien, Normen und Standards für die Anwendung von BIM gibt. In Österreich wurden 2015 die ersten zwei Normen für die BIM-Arbeitsmethode veröffentlicht. Diese Normen werden im Kapitel 2.10 näher ausgeführt. [18, 60]

Die Österreichische Bautechnik Vereinigung (ÖBV) arbeitet derzeit an der Herausgabe einer Richtlinie für BIM, die voraussichtlich 2019 veröffentlicht wird. Sie soll den Projektbeteiligten als Hilfestellung dienen wie eine Auftraggeber-Information-Anforderung (AIA) in Österreich zu erstellen ist. Neben der Ausarbeitung von weiteren Normen und Richtlinien müssen die Softwarelösungen weiterentwickelt werden, um so einen verlustfreien Datenaustausch zu ermöglichen können. [49]

Im Kapitel 5.2.2 werden die aktuellen Herausforderungen bei BIM-Projekten und der dabei durchgeführten Abrechnung detailliert beschrieben.

2.4 BIM-Entwicklungsstufen

Je nach Umsetzung von BIM unterscheidet man zwischen *Little BIM* und *Big BIM*. Bei *Little BIM* wird von einer Fachdisziplin ein digitales Gebäudemodell verwendet, jedoch die Möglichkeit, Daten über zusätzliche Softwarelösungen zwischen den Projektbeteiligten auszutauschen, wird hier nicht genutzt. In diesem Zusammenhang spricht man bei *Little BIM* oft von einer „*Insellösung*“. Diese Lösung bringt bereits eine Effizienzsteigerung mit sich, es werden jedoch die erheblichen Vorteile beim Datenaustausch und der Kommunikation nicht genutzt. Im Gegensatz dazu versteht man unter *Big BIM* die durchgängige und interdisziplinäre Nutzung des Modells über den gesamten Lebenszyklus hinweg. Hierbei findet der, für die BIM-Arbeitsmethode bezeichnende Datenaustausch zwischen allen Beteiligten statt. Dieser wird durch die Verwendung geeigneter Softwareprodukte ermöglicht. Werden Softwareprodukte von verschiedenen Herstellern verwendet, so spricht man von sogenanntem *Open BIM*. Der Datenaustausch erfolgt hier durch offene Datenformate. Wird hingegen nur die Software eines Herstellers angewendet, handelt es sich um *Closed BIM*. Mittlerweile bieten einzelne Softwarehersteller zwar umfangreiche Softwarelösungen an, diese decken trotzdem nicht alle Aufgaben bzw. Anforderungen ab. Deshalb ist in der Baubranche eher eine Tendenz in Richtung *Open Big BIM* zu erkennen. In Abb. 2.3 werden die Kombinationen der BIM Varianten dargestellt. [11, 51]

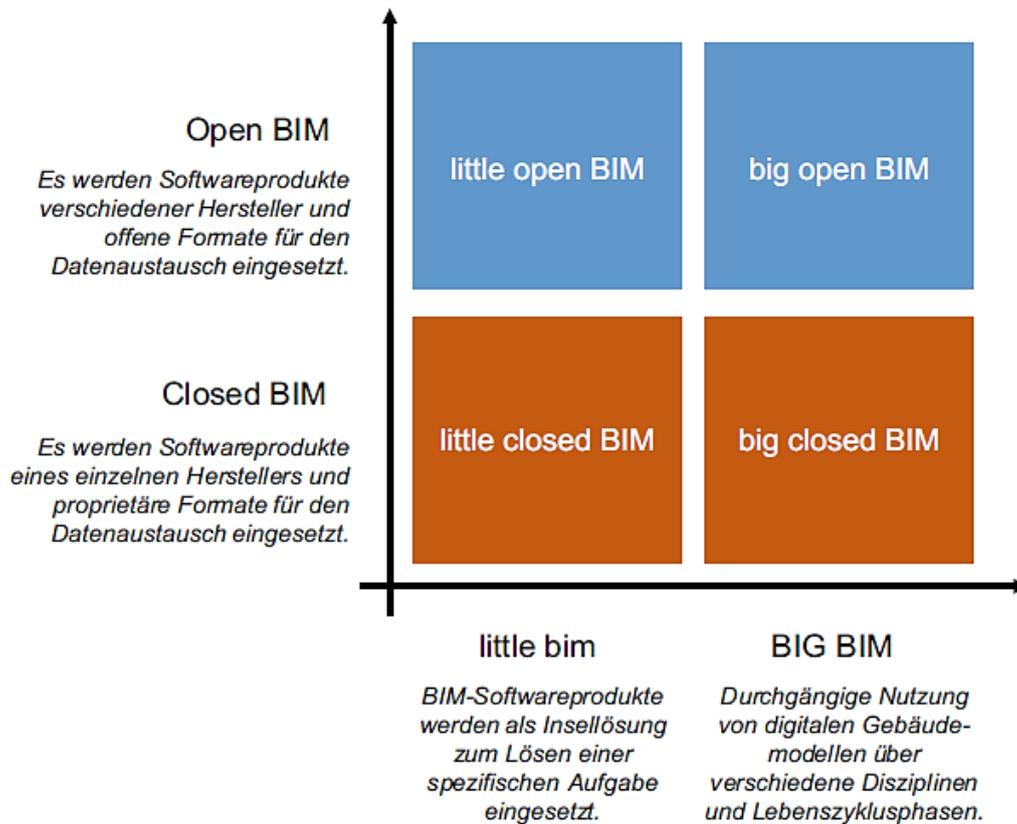


Abb. 2.3: Kombinationen der Varianten von BIM im Überblick [11]

2.5 BIM-Reifegrade

Die Implementierung von BIM erfolgt schrittweise in verschiedenen Reifegradstufen. Diese Stufen zur Einführung von *Big Open BIM* wurden von der britischen BIM Task Group entwickelt und gliedern sich wie in Abb. 2.4 dargestellt, in vier Reifegrade (Level 0 bis Level 3). Diese unterschiedlichen Reifegrade werden in der folgenden Aufzählung beschrieben. [10, 11]

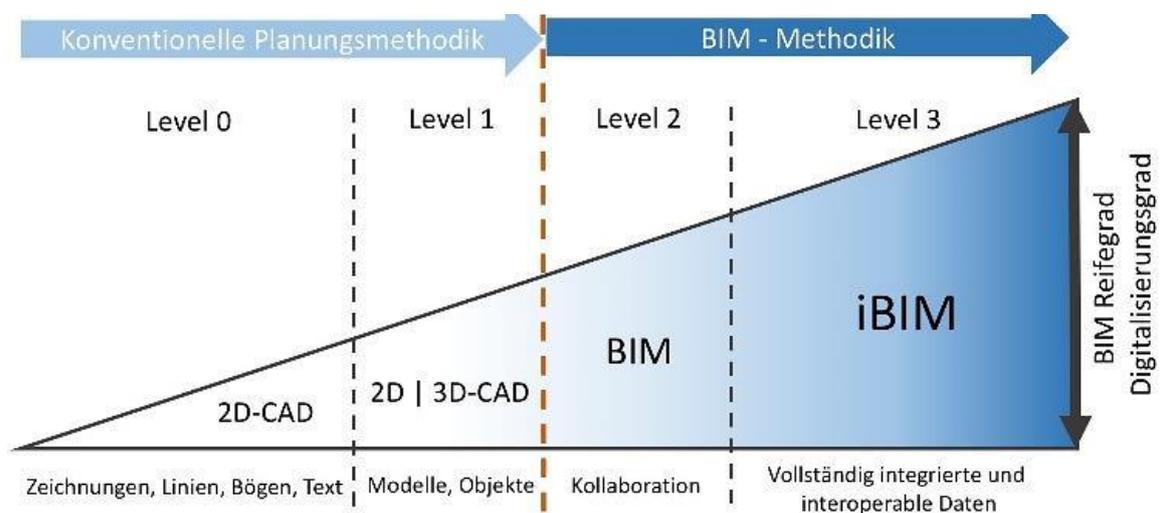


Abb. 2.4: BIM-Reifegrade [10]

- ◆ **Level 0:** in dieser Stufe wird noch mit 2D-CAD-Plänen gearbeitet. Diese Pläne werden in Papierform oder digital als PDF ausgetauscht. Es findet kein modellbasiertes Zusammenarbeiten aller Projektbeteiligten statt.
- ◆ **Level 1:** hier wird bereits ein 3D-Gebäudemodell erstellt, dieses wird zwischen den Projektbeteiligten nicht ausgetauscht. Pläne werden in 2D weitergegeben oder digital versendet.
- ◆ **Level 2:** jede Fachdisziplin erstellt ein eigenes 3D-Modell. Es wird eine BIM-Software für die Erstellung dieser Modelle verwendet und die einzelnen Modelle miteinander abgeglichen. Dieser Abgleich erfolgt auf gemeinsamen Projektplattformen und dient dazu etwaige Kollisionen und andere Probleme zwischen den Modellen zu eruieren und anschließend zu lösen. Aktuell ist in vielen europäischen Ländern, allen voran in Großbritannien, BIM-Level 2 der verwendet oder zumindest angestrebte Reifegrad.
- ◆ **Level 3:** erst in diesem Level findet eine durchgehende Umsetzung von Big Open *BIM* statt. Es erfolgt ein durchgängiger und verlustfreier Datenaustausch zwischen allen Beteiligten und über den gesamten Lebenszyklus hinweg. [10, 11, 30]

2.6 Randbedingungen für BIM

Im BIM Leitfaden für Deutschland ist folgendes nachzulesen:

„Der Erfolg einer neuen Methode im Bauwesen (Planung, Bau und Nutzung) hängt im Wesentlichen von den vier Randbedingungen Menschen, Prozesse, Technologie und Richtlinien ab. So ist es bei BIM zielführend, möglichst alle diese Randbedingungen entsprechend aufeinander abzustimmen und langfristig zu fördern. Nur so ist eine effiziente, nachhaltige Anwendung und Nutzung der Methode möglich.“ [17]

Vor allem bei der Implementierung von BIM in Unternehmen und bei Bauprojekten muss man sich mit allen vier Randbedingungen gleichermaßen beschäftigen. Es gilt herauszufinden, welche Technologien für die Verwendung von BIM notwendig sind, Richtlinien zu schaffen, die aktuellen Ist-Prozesse und wie sie sich verändern genauestens zu analysieren und die Menschen, die zukünftig hinter diesen Prozessen stehen, miteinzubeziehen. Nur wenn alle diese Aspekte berücksichtigt werden, kann die BIM-Methode erfolgreich implementiert und ausgeführt werden. Diese vier Randbedingungen werden in der Abb. 2.5 dargestellt und anschließend kurz erläutert.

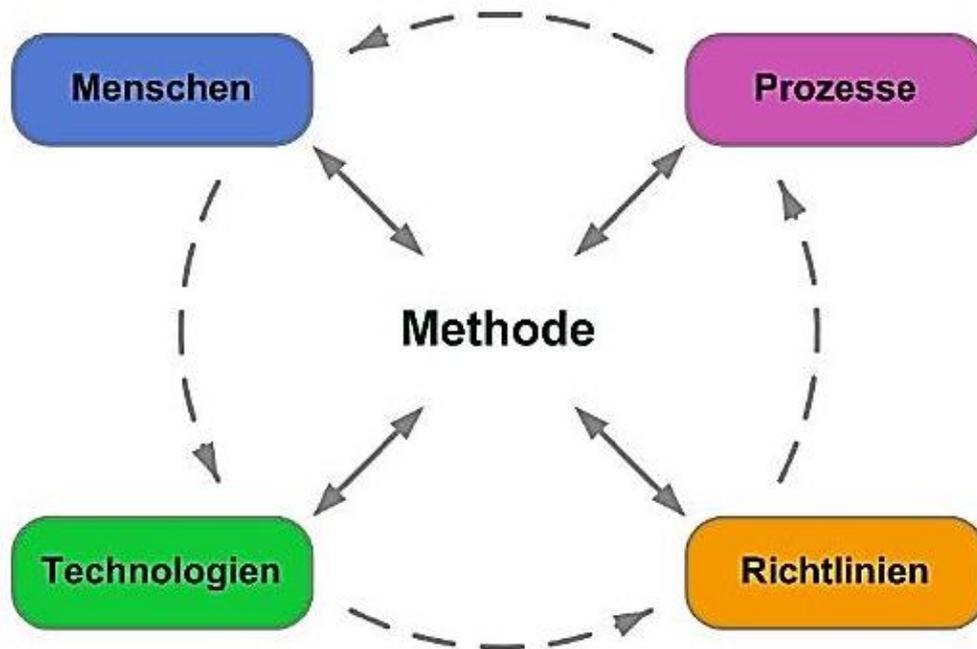


Abb. 2.5: Randbedingungen der BIM-Methode [17]

Menschen

Spricht man mit diversen BIM-Experten, kristallisiert sich heraus, dass der Mensch bzw. der Mitarbeiter, der schließlich mit der BIM-Methode arbeiten soll, besonders wichtig für den Erfolg dieser Methode ist. Man muss die Menschen bereits frühzeitig einbinden und ihnen die erforderlichen Schulungen ermöglichen. Viele Unternehmen sehen davon ab, Mitarbeiter für das Mitwirken an BIM-Pilotprojekte zu verpflichten, da sie der Meinung sind, dass dies den Erfolg dieser Projekte erheblich verringern würde. Denn es ist wichtig, dass die Menschen bereit sind sich auf diese neue Methode und die damit verbundenen neuen Aufgaben einzulassen, neuen Technologien gegenüber aufgeschlossen sind und freiwillig und gerne mit BIM arbeiten. [17]

Prozesse

Bei der Implementierung von BIM ist es wichtig, dass in einem ersten Schritt die Ist-Prozesse aufgeschlüsselt und genau analysiert werden. Es sollten Überlegungen getroffen werden, welche Prozessschritte sich wie verändern bzw. welche bei der Anwendung von BIM überhaupt noch benötigt werden. Generell verändern sich die Prozesse vor allem in der Kommunikation und Zusammenarbeit der Projektbeteiligten erheblich. Der Grund dafür ist die zentrale Verwaltung von Informationen bei der BIM-Methode. [17]

Richtlinien

Ausführende Bauunternehmen und Planer sind oftmals international tätig. Es ist daher wichtig, dass es Unternehmensrichtlinien für die Anwendung von BIM gibt, die international gleich sind und bei Bedarf auf die nationalen Gegebenheiten adaptiert werden. Nicht nur unternehmensintern bedarf es Vorgaben, sondern generell ist es notwendig für die erfolgreiche Projektabwicklung mit BIM gewisse Richtlinien, wie etwa für die Zusammenarbeit, den Datenaustausch und die Modellierungsanforderungen zu schaffen. Es müssen die gemeinsamen Ziele aller Projektbeteiligten und Regeln definiert werden. Diese Regelungen sind im Bauvertrag zu verankern. [17]

Technologie

In jedem Bereich, unabhängig davon ob Auftraggeber, Auftragnehmer, Planer oder Örtliche Bauaufsicht, werden die Softwareanforderungen durch den Einsatz von BIM wesentlich höher. Die Softwarelösungen sollten über eine offene Schnittstelle miteinander kompatibel sein und einen verlustfreien Informationsaustausch zwischen den Beteiligten ermöglichen. [17]

2.7 IFC und buildingSMART

Für die Verwendung von *Big Open BIM* werden Formate benötigt, mit denen ein Datenaustausch zwischen verschiedenen Softwarelösungen möglich ist. Um ein solches Datenformat zu definieren wurde 1995 die non-profit Organisation buildingSMART International ins Leben gerufen. Gegründet wurde sie in den USA, etablierte sich jedoch bereits kurze Zeit später in einigen anderen Ländern wie Großbritannien, Skandinavien, Japan und Australien. [11, 13]

Mittlerweile wurde in Österreich ein Austrian Chapter gegründet. Dieses steht in enger Abstimmung mit den Chapters in Deutschland und der Schweiz, sowie buildingSMART International. [12]

BuildingSMART hat es sich zum Ziel gemacht „den modellbasierten Ansatz für die Optimierung der Planungs-, Ausführungs-, und Bewirtschaftungsprozesse im Bauwesen [...] zu etablieren.“ [13]

Um dieses Ziel zu erreichen, wurde von buildingSMART ein Datenformat – namentlich Industry Foundation Classes (IFC) – entwickelt. BuildingSMART beschreibt IFC folgendermaßen:

„[...] stellt ein allgemeines Datenschema dar, das einen Austausch von Daten zwischen verschiedenen proprietären Software-Anwendungen ermöglicht. Dieses Datenschema

umfasst Informationen aller am Bauprojekt mitwirkender Disziplinen über dessen gesamten Lebenszyklusses.“ [13]

Bei IFC handelt es sich um eine standardisierte Schnittstelle, die es ermöglicht, Daten zwischen unterschiedlichen Programmen auszutauschen. Es kann das Gebäudemodell inklusive der darin enthaltenen Modellelemente und angehefteten Eigenschaften, wie Materialangaben oder technischen Spezifikationen, übertragen werden. Die Beschreibung der Bauteile erfolgt über Attribute, welche immer mindestens die aus der 3D-Geometrie ableitbaren Informationen, wie Höhe, Breite und Länge beinhalten. Des Weiteren können Beziehungen zwischen den Bauteilen mit übertragen werden. Dadurch ist erkennbar, wo in einer Wand ein Fenster liegt oder welchen Räumen welche Nutzung zugeordnet ist. Um einen gewissen Qualitätsstandard einzuhalten, hat buildingSMART ein Zertifizierungsprogramm entwickelt, in dem die Softwarehersteller ihre IFC-Schnittstelle überprüfen lassen können. Die Liste der kompatiblen Softwarelösungen wird in regelmäßigen Abständen veröffentlicht. [13, 17, 22]

2.8 Modellierungsgrade

In der Planungskultur hat sich ein Grundverzeichnis über die Informationstiefe von 2D-Pläne in der jeweiligen Projektphase entwickelt. Beispielsweise wird der Vorentwurf im Maßstab 1:200, der Entwurf 1:100 und Ausführungspläne 1:50 angefertigt. Diese Zeichenmaßstäbe geben dabei Auskunft darüber, welche grafischen Details eines Bauelements dargestellt werden und definieren die Detaillierung der Planangaben. Bei BIM-Modellen wird dies durch den Detaillierungs-, Informations-, Abstimmungs- und Fertigstellungsgrad definiert. Diese werden nachfolgend erläutert. [26]

Level of Detail (LoD) – Detaillierungsgrad: bezieht sich auf die Detaillierung von Elementen. Es wird definiert, wie detailliert ein Element dargestellt werden soll. Muss zum Beispiel ein Stuhl bereits als Stuhl erkennbar sein oder reicht es, ein Element mit den richtigen Abmessungen und Informationen zu modellieren. [49]

Level of Information (LoI) – Informationsgehalt: dadurch wird der Informationsgrad der Elemente definiert. Es wird somit bestimmt, welche Attribute für ein bestimmtes Element angegeben werden müssen. [49]

Level of Coordination (LoC) – Abstimmungsgrad: gibt, abhängig von der Projektphase, Auskunft über den Abstimmungsgrad eines Elements. [8]

Level of Development (LOD) – Fertigstellungsgrad: dieser setzt sich aus dem LoD, LoI und LoC eines Elements zusammen. Die Fertigstellungsgrade LOD 100 bis LOD 400 werden nachfolgend kurz erläutert und in Abb. 2.6 grafisch dargestellt. [26]

- ◆ LOD 100: im Modell werden die Elemente grafisch durch ein Symbol dargestellt. Auf das Element bezogene Informationen, wie etwa Kosten pro Fläche, können von anderen Modellelementen abgeleitet werden. [11]
- ◆ LOD 200: dabei wird das Element im Modell grafisch als ein allgemeines System, Objekt oder eine Baugruppe mit ungefähren Mengen, Größe, Lage und Orientierung dargestellt. Es können dem Element nicht-grafische Informationen hinzugefügt werden. [17]
- ◆ LOD 300: hier wird das Element im Modell grafisch als ein System, Objekt oder eine Baugruppe mit bereits spezifischen Mengen, spezifischer Größe, Lage und Orientierung dargestellt. Des Weiteren können hier nicht-grafische Informationen dem Element hinzugefügt werden. [17]
- ◆ LOD 350: bei diesem Fertigstellungsgrad wird das Element im Modell grafisch als ein System, Objekt oder eine Baugruppe mit spezifischer Größe, Lage und Orientierung und Schnittstelle zu anderen Gebäudesystemen dargestellt. Hier können dem Modell nicht-grafische Informationen hinzugefügt werden. [17]
- ◆ LOD 400: das Element wird grafisch als ein System, Objekt oder eine Baugruppe mit spezifischen Mengen, spezifischer Größe, Lage und Orientierung dargestellt. Zusätzlich besitzt das Element Informationen zur Detaillierung, Herstellung, Installation und zum Aufbau. Es können nicht-grafische Informationen hinzugefügt werden. [17]
- ◆ LOD 500: dabei stellt das Element in Sachen Größe, Aussehen, Lage, Mengen und Orientierung das tatsächlich Eingebaute dar. Diese Darstellung ist überprüfbar. Den Elementen können nicht-grafische Informationen hinzugefügt werden. [17]

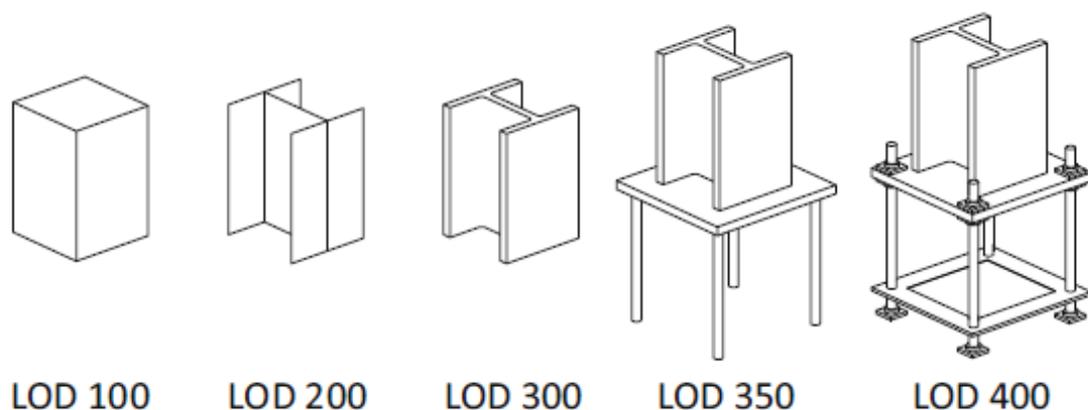


Abb. 2.6: Levels of Development – grafische Darstellung [11]

2.9 Organisation von BIM-Projekten

Prinzipiell unterscheidet sich eine Projektorganisation eines BIM-Projektes nicht von jener eines konventionellen Projektes, allerdings ergeben sich einige zusätzliche Aufgaben. Diese Aufgaben werden von BIM-Manager, BIM-Gesamtkoordinator und BIM-Fachkoordinatoren übernommen.

Derzeit werden diese Rollen oft von externen BIM-Experten ausgeübt, die von Auftraggebern und Auftragnehmern engagiert werden. Zukünftig sollten diese BIM-Rollen intern in den Unternehmen vorhanden sein. Die Mitarbeiter werden nach und nach geschult und auf diese Aufgaben vorbereitet. [17, 30]

Die Abb. 2.7 zeigt eine Projektorganisation eines BIM-Projektes. Dabei liegt das BIM-Management auf Auftraggeberseite und die BIM-Koordination auf Auftragnehmerseite. Wie in der Abbildung ersichtlich ist, gib es einen Gesamtkoordinator und zusätzlich für jedes Gewerk einen BIM-Koordinator.

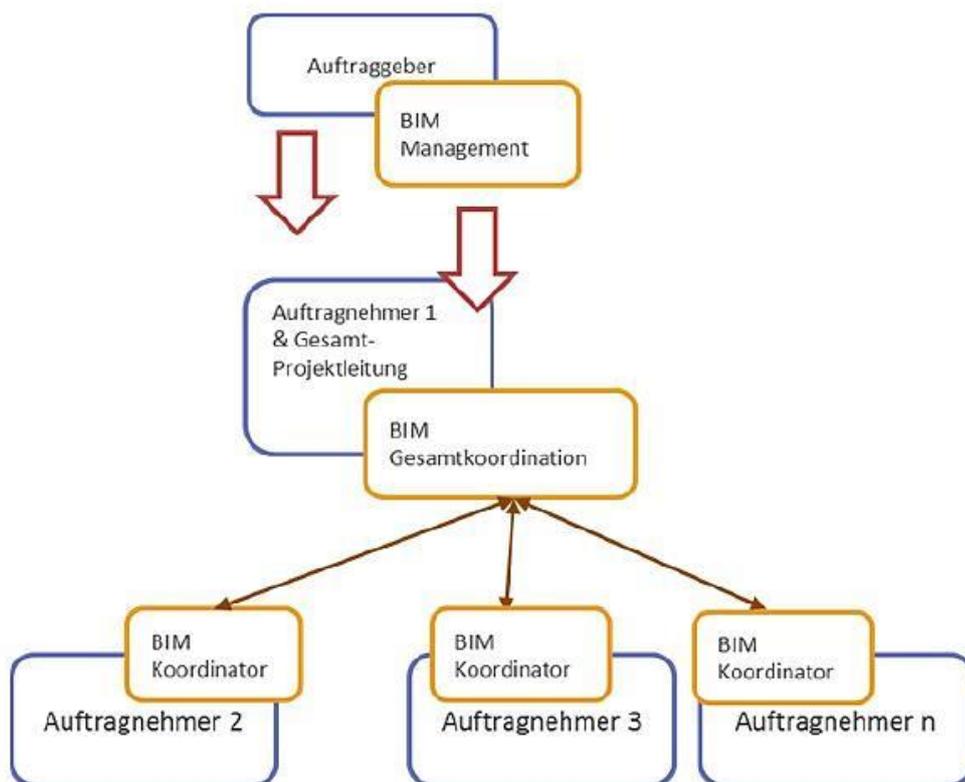


Abb. 2.7: Projektorganisation bei BIM-Projekten [17]

Die Erstellung einer Auftraggeber-Information-Anforderung (AIA) wird eine neue Aufgabe der Auftraggebervertreter darstellen. Des Weiteren wird darauf aufbauend vom Auftragnehmer ein BIM-Projektentwicklungsplan (BAP) erstellt. Im Folgenden werden die neuen Rollen des BIM-Managers und BIM-Koordinators erläutert. [17]

BIM-Manager

Ist verantwortlich für die strategische und projektbegleitende Steuerung der BIM-Prozesse sowie für die Erfüllung der BIM-Ziele. Er erstellt gemeinsam mit dem Bauherrn die BIM-Strategie, definiert die vertraglichen Anforderungen und ist für die Einhaltung dieser Anforderungen und der BIM-Standards verantwortlich. Die Rolle des BIM-Managers kann durch die Projektleitung auf Bauherrnseite übernommen werden. Da bei den Projektleitern derzeit noch häufig das notwendige BIM-Know-how fehlt, wird der BIM-Manager meist durch Externe besetzt. Zu seinen Aufgaben zählt die Erstellung der AIA und die Prüfung und Freigabe des BIM-Abwicklungsplanes. [17, 49]

BIM-Koordinator und BIM-Gesamtkoordinator

Neben der Erstellung des BAP, kontrolliert der BIM-Gesamtkoordinator während des Projektes die Einhaltung dieser Vorgaben und der gesamten BIM-Prozesse. Der BIM-Koordinator ist für die Koordinierung und Planung des jeweiligen Fachwerks verantwortlich. Die Fachkoordinatoren sind verantwortlich für die Erstellung der BIM-Modelle, dessen Dokumentation und müssen sich mit den anderen Gewerken koordinieren. Der BIM-Gesamtkoordinator koordiniert die BIM-Inhalte aller Fachplaner. Er ist primärer Ansprechpartner für den BIM-Manager. Weitere Aufgaben sind die Sicherung der Qualität der BIM-Modelle durch Festlegung von Prüfroutinen, Prüfung auf inhaltliche Vollständigkeit aller Teilmodelle und des Gesamtmodells. [17, 49]

2.9.1 Auftraggeber-Informations-Anforderungen

Auftraggeber-Informations-Anforderungen dienen dem Auftraggeber dazu, die Anforderungen und Ziele des Einsatzes von BIM für das jeweilige Projekt zu definieren. Die zentrale Frage hierbei lautet: „**Wann** wird **welche** Information benötigt?“ Die Erstellung der AIA ist für den Erfolg eines BIM-Projekts wichtig, da ohne vollständige Angabe von allen Anforderungen keine Modelle in der gewünschten Qualität und mit den erforderlichen Informationen erstellt werden können. Je nachdem, welche Ziele der Auftraggeber verfolgt und welche Gebäudeart und Gebäudenutzung vorgesehen ist, können die AIAs stark variieren. Bei der Erstellung sollte der Fokus nicht auf der technischen Umsetzung liegen, sondern auf der Formulierung von Rahmenbedingungen und auf den angestrebten Zielen. Der Auftraggeber soll definieren, welche Information er in welcher Detailtiefe wann benötigt. [15, 54]

Des Weiteren muss vorgegeben werden, welches Datenformat verwendet werden muss. Um die Vorteile von BIM vollumfänglich zu nutzen, sollte ein offenes Datenformat verwendet werden. Die AIAs können durch die verschiedenen Projektphasen hindurch unterschiedliche BIM-Ziele aufweisen. Wenn sich der Errichter vom späteren Betreiber unter-

scheidet, ist bei der Erstellung der AIAs eine enge Zusammenarbeit beider wünschenswert. Ist dies nicht möglich, sollten die Anforderungen für den späteren Betrieb so genau wie möglich definiert werden. Denn gerade die Datenübergabe nach Fertigstellung des Bauwerks zum Betrieb stellt eine große Herausforderung dar. [15, 54]

Die Prüfkriterien, um festzustellen ob die gelieferten Daten den AIAs entsprechen, sind zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer jedenfalls vertraglich zu vereinbaren. Somit kann der Auftragnehmer selbst überprüfen, ob er die geforderten Anforderungen und Ziele mit der Datenübergabe erfüllt. [17, 54]

In den AIAs werden die erforderlichen Detaillierungs-, Informations-, Abstimmungs- und Fertigstellungsgrade für die jeweilige Projektphase angegeben.

2.9.2 BIM-Projektentwicklungsplan

Die durch den Auftraggeber erstellten AIAs bilden die Grundlage für die Erarbeitung eines BIM-Projektentwicklungsplans, kurz BAP oder BIM-Pflichtenheft genannt. Prinzipiell ist für die Erstellung eines BAP der Auftraggeber verantwortlich, er kann das jedoch vertraglich an den Auftragnehmer übertragen. Es ist zumindest zu empfehlen, den Auftragnehmer bei der Entwicklung eines BAP miteinzubeziehen, da dieser oft wichtige Erfahrungswerte miteinbringen kann. Aus diesem Grund wird die Erstellung eines BAP oft als eigenständiger Auftrag an einen BIM-Manager oder BIM-Koordinator vergeben. [50, 54]

So wie in der AIA gibt es im BAP eine zentrale Frage: „**Wer** stellt die geforderten Daten und Informationen **wie** und **wo** zur Verfügung?“ Es wird hier genau definiert, wie die in den AIAs genannten Forderungen und Ziele erreicht werden sollen. Die organisatorischen Strukturen und die Verantwortlichkeiten werden im BAP angegeben. Damit werden die Grundlagen für die Zusammenarbeit zwischen den Projektbeteiligten in einem BIM-Projekt geschaffen. Es empfiehlt sich, die Inhalte des BAP als Vertragsbestandteil zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer festzulegen. Der BAP ist ein dynamischer Vertragsbestandteil, der während des Projektes im Einvernehmen der Projektbeteiligten fortgeschrieben und angepasst werden kann. [50, 54]

Der zukünftige ÖBV-Leitfaden „BIM in der Praxis“ sieht vor, dass der BAP im Zuge der Angebotslegung, seitens des AN, ausgearbeitet wird. [49]

2.10 BIM-Normen in Österreich

Im Jahr 2014 wurde die EU-Beschaffungsrichtlinie angepasst, wodurch es für öffentliche Bauherren seither ausdrücklich erlaubt ist, digitale Formate für die Datenübergabe zu fordern. In den beiden internationalen Normen ISO 16739 und ISO 29481 werden das

Datenformat und Datenschema für den Austausch von Daten für BIM und die Anwendung von IFC festgelegt. [11]

Bereits im Jahr 2015 wurde in Österreich die Normengruppe ÖNORM A 6241, welche Standards der digitalen Modellierung enthält, veröffentlicht. Damit wurde die erste Standardisierung für BIM-Projekte geschaffen. Dieser Schritt ist wichtig, da die Europäische Kommission empfiehlt bei Ausschreibungen und Vergaben von öffentlichen Bauaufträgen BIM verpflichtend einzuführen. In Deutschland gibt es eine solche Verpflichtung, ab 2020 sollen bei allen neu zu planenden Projekten des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur BIM eingesetzt werden. In Österreich besteht derzeit eine solche Verpflichtung nicht.

Austrian Standards plant weitere ÖNORMEN der Normengruppe A 6241 zu entwickeln, wozu es bereits Normungskomitees gibt. Auf diese geplanten ÖNORMEN und deren Inhalt wird im Kapitel 5.2.3 näher eingegangen. [4, 15]

Um weitere Standardisierungen und Vorgaben für die Anwendung von BIM zu schaffen arbeitet der ÖBV-Arbeitskreis „BIM in der Praxis“ derzeit an einer Richtlinie, die voraussichtlich 2019 veröffentlicht werden soll. Des Weiteren entwickeln gerade einige öffentliche Auftraggeber ihre AIAs und versuchen diese für zukünftige Projekte zu standardisieren.

2.10.1 ÖNORM A 6241-1:2015 „Digitale Bauwerksdokumentation – Teil 1: CAD-Datenstrukturen und Building Information Modeling (BIM) – Level 2“

Diese ÖNORM ersetzt seit Juli 2015 die ÖNORM A 6240-4:2012 „Technische Zeichnungen für das Bauwesen – Teil 4: Digitale Dokumentation“. Laut Austrian Standards wird darin *„[...] die technische Umsetzung des Datenaustausches und der Datenhaltung von Gebäudeinformationen des Hochbaues und verwandter, raumbildender Konstruktionen des Tiefbaues, die während der Planung und im Zuge des lebenszyklischen Managements von Immobilien erforderlich sind, einschließlich der in diesen Gebäudemodellen enthaltenen alphanumerischen Daten“* geregelt. [47]

Im Anwendungsbereich der ÖNORM ist des Weiteren folgendes angegeben: *„In der vorliegenden ÖNORM werden die wichtigsten Begriffe, Strukturen und Darstellungsgrundlagen für die grundlegenden Techniken des Datentransfers zweidimensionaler CAD-Dateien und für das „Building Information Modeling“ (BIM) festgelegt.“* [47]

Die ÖNORM legt grundlegende Anforderungen an Dateibenennung, Planaufbau, Planstrukturierung und die Techniken des Datentransfers fest. Es wird festgelegt mit welchem Datenformat der Austausch von unterschiedlichen CAD-Datenformaten erfolgt. Durch die in der ÖNORM angegebenen Anwendungsregeln wird eine datenbanktechnische Auswer-

tion von enthaltenen Sachdaten (Attributen/Merkmalen) und die Kompatibilität zum Teil 2 dieser ÖNORM ermöglicht. [49]

2.10.2 ÖNORM A 6241-2:2015: „Digitale Bauwerksdokumentation – Teil 2: Building Information Modeling (BIM) – Level 2-iBIM“

Im Anwendungsbereich der ÖNORM wird angegeben, dass sie *„die technische Umsetzung eines einheitlichen, strukturierten mehrdimensionalen Datenmodells für Bauwerke des Hochbaus und verwandter, raumbildender Konstruktionen des Tiefbaus, basierend auf dem Building Information Modeling (BIM) Level 3“* regelt. [48]

Es werden die für BIM notwendigen Technologien beschrieben und für deren Anwendung normative Voraussetzungen geschaffen. Das Ziel dieser ÖNORM besteht nicht nur darin, die mehrdimensionalen Datenmodelle zu definieren, sondern deren Einsatz und Austausch für die Zusammenarbeit aller Projektbeteiligten zu regeln. Die ÖNORM soll zur vereinheitlichten Handhabung von BIM dienen. Ein wesentlicher Bestandteil dabei ist der ASI-Merkmalserver. Dabei handelt es sich um eine Datenbank, die festlegt wie Bauelemente und Materialien beschrieben werden sollen. Es wird angegeben welche Attribute für ein Bauelement oder Material im Modell vorhanden sein müssen. Zusätzlich ist bereits bei vielen Attributen des Merkmalservers definiert, zu welcher Projektphase diese im Modell eingepflegt werden müssen. Der Merkmalserver ist eine dynamische und beliebig erweiterbare Datenbank. Oft steht diese Datenbank in der Kritik, da sie zwar für jeden zugänglich, jedoch schwer lesbar ist. Es können keine Übersichten über alle Bauteile generiert werden, welche Attribute zu welchem Zeitpunkt und von wem zu liefern und einzupflegen sind. [22, 48]

2.11 BIM bei öffentlichen Auftraggebern

Öffentliche Auftraggeber die Bauwerke planen, bauen und später betreiben haben ein großes Interesse die BIM-Methode im Unternehmen und bei zukünftigen Bauprojekten zu implementieren. Die Wiener Linien sind einer der größten öffentlichen Auftraggeber von Infrastrukturbauwerken in Wien. Daher wurden die Vorteile die sich für öffentliche Auftraggeber mit BIM ergeben durch mehrere Gespräche mit dem zuständigen BIM-Beauftragten und der eigenen Beteiligung an der Implementierung bei den Wiener Linien erhoben.

Derzeit beschäftigen sich die Wiener Linien intensiv mit der Digitalisierung und im Zuge dessen mit der Implementierung von BIM. Um BIM im Unternehmen erfolgreich zu integrieren, beauftragten die Wiener Linien renommierte externe Berater. Zusätzlich wird die Implementierung wissenschaftlich durch die TU Wien begleitet. [21]

Das Hauptaugenmerk von öffentlichen Auftraggebern, als Bauherr und Betreiber, liegt dabei darauf die Informationen nach Bauende für den Betrieb nutzen zu können. Daher ist es wichtig und notwendig, herauszufinden welche Informationen sinnvoll und nützlich für den späteren Betrieb sind. Bei den Wiener Linien wurde daher mit Hilfe von externen Beratern und Mitarbeitern der TU Wien eine Ist-Analyse und ein Soll-Konzept erstellt. Ziel war eine Analyse des Prozesses „Planen und Errichten“ und die Neukonzeption dieser unter Berücksichtigung der BIM-Methode. Auf dieser Grundlage erarbeiten die Wiener Linien derzeit eine „BIM-Strategie“. Darin sollen die zukünftigen Rollenbilder und Tätigkeiten der Fachabteilungen und mögliche Effizienzsteigerungspotenziale mit BIM erläutert werden. Diese Strategie soll das Ziel und die Auswirkungen aufzeigen und welche Maßnahmen zukünftig gesetzt werden. Dadurch kann die derzeit teilweise unvollständige Bestandsdokumentation, mit der nahezu alle Betreiber konfrontiert sind, wesentlich verbessert werden und der Datenverlust reduziert werden. [21]

Ein weiterer wichtiger Schritt ist die Beschaffung und Einführung einer Projektkollaborationsplattform für größere Projekte. Das übergeordnete Ziel ist eine durchgängige Datenkette von der Planung bis in den Betrieb. Das oberste Ziel dabei ist es einen geordneten Datenaustausch aller Projektbeteiligten zu ermöglichen und die Projektabwicklung durch eine elektronische Baudokumentation effizienter zu gestalten. [21]

2.11.1 Laservermessungen

Bei den Wiener Linien wurden 2017 in einem ersten Schritt drei Laservermessungen durchgeführt und daraus Bestandsmodelle erstellt. Für öffentliche Infrastrukturbetreiber besonders wichtig ist die Verwendung von Bestandsmodellen für den Betrieb und die Instandhaltung von Bauwerken. Durch die Laservermessungen konnten schnell Informationen gewonnen werden welche Daten für ein Bestandsmodell notwendig sind. Daher wurde bei den Wiener Linien nicht sofort ein BIM-Pilotprojekt bei einem Neubau initiiert. Wichtige für das Bestandsmodell sind dabei vor allem erhaltungs- und sicherheitsrelevante Daten wie Lebenserwartung, Wartungsintervalle, Gewährleistungsdauer, Abmessungen und verbaute Materialien.

Die Bestandsmodelle aus den Laservermessungen wurden im nativen Datenformat und als IFC geliefert. Die IFC Dateien konnten dann in die Facility-Management Software (CAFM²-System) der Wiener Linien übernommen werden. Dies diente dazu herauszufinden, welche Modellierungskonventionen getroffen werden müssen und wie die Modelle generell erstellt werden sollen. Dadurch konnte wertvoller Erfahrungen gesammelt wer-

² Computer-Aided Facility Management (CAFM) – ist ein Computerprogramm für die Datenverwaltung, in dem unter anderem Raumbücher und Anlagendokumentationen vorhanden sind.

den, wie die Daten in der geforderten Qualität erstellt und in ein CAFM-System übernommen werden können. [22]

Für die Laservermessung wurden Stationen mit unterschiedlichem Alter und Bauweise ausgewählt. Dabei handelte sich um folgende Stationen: [22]

- ◆ U1-Aderklaaer Straße: bei dieser U-Bahnstation der Linie U1 handelt es sich um eine Station in Hochlage, die seit 2006 in Betrieb ist und eine gesamte Nutzfläche von 3.700 m² aufweist
- ◆ U1-Taubstummengasse: ist eine U-Bahnstation der Linie U1 in Tieflage die eine gesamte Nutzfläche von 5.450 m² aufweist. Fertiggestellt und in Betrieb genommen wurde diese Station 1978.
- ◆ U6-Gumpendorfer Straße: diese U-Bahnstation befindet sich in Hochlage und ist denkmalgeschützt. Sie ist bereits seit 1898 in Betrieb und hat eine Nutzfläche von 1.800 m².

Erkenntnisse aus den Laservermessungen

Um die gewonnenen Daten in ein CAFM-System importieren zu können, musste eine Schnittstelle zwischen dem System und den IFC-Daten geschaffen werden. Eine von den Wiener Linien beauftragte Firma entwickelte hierfür ein Tool, welches es ermöglicht die gewonnen IFC-Daten in ein CAFM-System einzuspielen. Dies ist für die standardisierte Datenverarbeitung und für durchgängige Prozessketten ein Meilenstein. Es konnten alle Daten zu Bauteilen sowie deren Struktur, inklusiver aller Attribute ohne Medienbruch innerhalb von wenigen Minuten importiert und die weitere Vernetzung der Daten sichergestellt werden. Dadurch konnte die Grundlage geschaffen werden, baubegleitende Simulationen auf Basis von Erfahrungen aus dem Betrieb zu erstellen, im Facility Management auf der umfassenden Projektinformation aufzusetzen und bei Instandhaltungsmaßnahmen die Daten des gesamten bisherigen Lebenszyklus einfach abrufen zu können.

Wichtig bei der Verknüpfung zwischen dem CAFM-Systems mit den IFC-Daten ist das Festlegen von gewissen Modellervorschriften. Damit kann angegeben werden für welche Betriebsdaten welche Konventionen notwendig sind, um die Daten anschließend ins CAFM-System importieren zu können. Es muss zukünftig für allgemeine Konventionen gewisse Standardisierungen geben, allerdings wird es weiterhin notwendig sein diese projekt- bzw. betreiberspezifisch zu ergänzen.

2.11.2 Vorteile für öffentliche Auftraggeber als Bauherr und Betreiber

Wenn es sich bei Auftraggebern um einen Bauherrn handelt, der nach Fertigstellung Eigentümer und Betreiber bleibt, ergeben sich für die Planung, Bauausführung und den späteren Betrieb viele Vorteile. Für alle Bauherren ermöglicht BIM eine Visualisierung der

Planunterlagen und dadurch ein besseres Nachvollziehen der Planung. Das Verständnis für die Planung wird durch eine 3D-Darstellung wesentlich verbessert und komplizierte Details können bereits frühzeitig dargestellt und so Missverständnisse in der Entwurfsphase beseitigt werden. Die Anwendung von BIM bringt eine höhere Sicherheit bei Terminen und Kosten mit sich. Es können bereits in einer frühen Phase genaue Mengenermittlungen und damit einhergehend Kostenschätzungen erbracht werden. Der Auftraggeber gewinnt somit erheblich an Kostensicherheit. Bei Planungsänderungen können die Kosten leicht angepasst werden und so ist für den Auftraggeber rasch erkennbar um welche Mehrkosten es sich dabei handelt. [26]

Der größte Mehrwert der BIM-Methode für öffentliche Auftraggeber liegt allerdings in der Nutzung des BIM-Modells für das Facility Management. Nach Abschluss eines Bauvorhabens oder bei den Bestandsbauwerken leiden die Betreiber häufig an erheblichem Datenmangel. Informationen betreffend der technischen Anlagen sind entweder nicht vorhanden oder nur mühsam aus den Bestandsunterlagen herauszulesen. Die Digitalisierung der Daten und die Verwendung von BIM bei neuen Bauvorhaben könnte dabei Abhilfe schaffen. Voraussetzung dafür ist, dass das Modell während der Bauausführung aktuell gehalten wird und zu Bauende als Bestandsmodell das tatsächlich Gebaute darstellt. Kommt es zu Änderungen im Bestand ist es wichtig das übergebene Bestandsmodell zu aktualisieren und weiterzuführen. Für das Facility Management stehen nicht nur die Zeichnungen, sondern die Raumbücher und Anlagendokumente im Vordergrund, die aus dem aktuellen Modell jederzeit abgeleitet werden können. Dadurch wird der Betrieb mit einer optimalen Datengrundlage versorgt. [26]

Eine wichtige Anforderung des Betriebs betrifft beispielsweise die Durchführung und Dokumentation von Wartungsintervallen. Durch die Anwendung von BIM können erhaltungs- und sicherheitsrelevante Daten, wie Wartungsintervalle und Gewährleistungsdauer, an die jeweiligen Bauteile angeheftet und die Daten über eine Schnittstelle in das CAFM-System übergeben werden. Dadurch kann über das CAFM-System ermittelt werden welche Wartungen und Inspektionen wann durchzuführen sind und die zuständigen Mitarbeiter automatisch verständigt werden. Die Dokumentation der Durchführung kann ebenfalls im CAFM-System erfolgen. Für die Instandhaltung ist es wichtig, dass Informationen betreffend der verwendeten Baumaterialien und Raum- und Flächendaten ebenfalls vom BIM-Modell in das CAFM-System übernommen werden. Sind Instandhaltungsmaßnahmen durchzuführen kann auf diese Informationen und auf das Bestandsmodell zurückgegriffen werden. [22]

Wichtig ist, dass die zukünftigen Anforderungen des Facility Management bereits früh in den Entscheidungs- und Planungsprozess miteinbezogen werden. Sich dadurch ergebende Vorteile sind unter anderem die Optimierung der Lebenszykluskosten während der

Planungsphase und eine wesentlich bessere Planung der Bewirtschaftungsaufgaben durch das Vorhandensein von strukturierten und konsistenten Daten. [26]

Zusammenfassung

BIM besteht aus einem digitalen Gebäudemodell, worin alle Bauteile mit einer Vielzahl an Informationen verbunden sind. Durch die Verknüpfung von Bauteilen und den verschiedenen Fachmodellen ist es möglich, automatische Kollisionsprüfungen am gesamten Modell durchzuführen und damit Probleme frühzeitig zu erkennen und zu beheben. Die wichtigsten Randbedingungen für BIM betreffen die Menschen, Prozesse, Richtlinien und Technologien.

Um allen Beteiligten, unabhängig von ihrer verwendeten Softwarelösung, den Datenzugang zu ermöglichen, wurde eine standardisierte Schnittstelle (IFC) entwickelt. Damit können Daten zwischen den Projektbeteiligten ausgetauscht und der Datenverlust deutlich reduziert werden. Wird BIM so angewendet, spricht man von *Big Open BIM*. Dabei arbeiten alle Projektbeteiligten an einem BIM-Modell und tauschen Daten über die IFC-Schnittstelle aus.

Um die Anforderungen und BIM-Ziele zu definieren, wird vom Auftraggeber eine Auftraggeber-Information-Anforderung erstellt, welche die Basis für den BIM-Abwicklungsplan bildet. In diesem werden die Prozesse, die notwendig sind um die definierten Ziele und Anforderungen zu erfüllen, vereinbart. Für die Anwendung der BIM-Methode werden neue Rollenbilder erforderlich. Diese Rollen betreffen das BIM-Management und die BIM-Koordination

Für öffentliche Auftraggeber, wie die Wiener Linien, die Bauwerke über den gesamten Lebenszyklus hinweg betreiben bietet BIM durch alle Projektphasen hindurch Vorteile.

3 Grundlagen konventionelle Bauabrechnung

Bei diesem Kapitel handelt es sich um einen bauwirtschaftlichen Exkurs worin erläutert wird, welche Arten von Leistungsbeschreibungen unterschieden werden, was eine standardisierte Leistungsbeschreibung (StLB) ist und wie diese aufgebaut ist. Anschließend wird genauer auf die Inhalte eines Leistungsverzeichnisses eingegangen. Diese bauwirtschaftlichen Themen dienen als Grundlage für die Abrechnung in der Bauausführung, auf welche im letzten Teil dieses Kapitels eingegangen wird.

3.1 Standardisierte Leistungsbeschreibung

Laut dem Bundesvergabegesetz (BVerG) 2018 § 103 können in Österreich Leistungen entweder über konstruktive oder funktionale Leistungsbeschreibungen beschrieben werden. Bei konstruktiven Leistungsbeschreibungen sind gemäß BVerG die Leistungen eindeutig und vollständig zu beschreiben. Im Gegensatz dazu wird bei einer funktionalen Leistungsbeschreibung die Leistung als Aufgabenstellung durch die Festlegung von Leistungs- und Funktionsanforderungen beschrieben. [47]

Für die Leistungsbeschreibung aller gängigen Bauleistungen existieren sogenannte Standardleistungsbücher. Darunter versteht man eine Sammlung von standardisierten Texten bzw. Textteilen für die technischen und rechtlichen Bestimmungen und die möglichen Positionen eines Leistungsverzeichnisses. Wenn solche Beschreibungen vorhanden sind, sind diese lt. BVerG 2018 § 105 Abs. 3 und § 110 Abs. 2 für die Ausschreibung heranzuziehen. Standardisierte Leistungsbeschreibungen helfen dabei, die Ausschreibung klar und übersichtlich zu formulieren und eine Vergleichbarkeit der Leistungen sicherzustellen. Für ein zu erstellendes Leistungsverzeichnis können die zutreffenden Positionen und Vorbemerkungen ausgewählt und übernommen werden. Das hat gerade für den Auftraggeber erhebliche Vorteile, da nicht für jede Ausschreibung Positionen neu formuliert werden müssen. Für den Auftragnehmer bietet ein Leistungsverzeichnis gemäß StLB ein erhöhtes Maß an Sicherheit. In der ONR 12010:2008 „Standardisierte Leistungsbeschreibung“ wird geregelt, wie eine Standardleistungsbeschreibung beschaffen sein muss. Darin sind die wichtigsten Merkmale einer StLB beschrieben. Welche lauten: [16, 29]

- ◆ Die Interessen aller Beteiligten müssen ausgewogen berücksichtigt werden.
- ◆ Zwischen den beteiligten Verkehrskreisen muss Einstimmigkeit herrschen.
- ◆ Es müssen normkonform kalkulierbare Angebote ohne Übernahme nicht kalkulierbarer Risiken möglich sein.
- ◆ Die Verwendung von Ausschreibungslücken soll auf ein Minimum reduziert werden.

3.1.1 Funktionale Leistungsbeschreibung

Bei der funktionalen Leistungsbeschreibung muss die Vergleichbarkeit der Angebote ohne Vorlage eines Leistungsverzeichnisses möglich sein. Die technischen Spezifikationen müssen das Leistungsziel hinreichend genau und neutral beschreiben, so dass für die Bieter zur Erstellung des Angebotes alle maßgebenden Bedingungen und Umstände erkennbar sind. Die vom Auftraggeber festgelegten Leistungs- und Funktionsanforderungen müssen so genau beschrieben werden, dass sie den Bietern eine eindeutige Vorstellung über den Auftragsgegenstand vermitteln und es dem öffentlichen Auftraggeber ermöglicht, die Angebote zu vergleichen. Um die Leistungen ohne Leistungsverzeichnis hinreichend genau beschreiben zu können, sind technische Spezifikationen und gegebenenfalls Pläne, Zeichnungen, Modelle, Proben, Muster und dergleichen notwendig. Das Ziel einer funktionalen Leistungsbeschreibung liegt darin, eine Bandbreite an Lösungen für die Bauausführung zu erhalten. [2, 14]

3.1.2 Konstruktive Leistungsbeschreibung

Im Unterschied zur funktionalen Leistungsbeschreibung ist hier die Leistung in einem Leistungsverzeichnis aufgegliedert. Die konstruktive Leistungsbeschreibung mittels Leistungsverzeichnis ist in Österreich die gängigste Art der Leistungsbeschreibung. Der Auftraggeber legt fest, wie die Leistung ausgeführt werden soll. Die Leistungen müssen vollständig und eindeutig beschrieben werden, so dass die Vergleichbarkeit der Angebote gegeben ist. Konstruktive Leistungsbeschreibungen enthalten oft funktionale Bestandteile. Ein klassisches Beispiel dafür sind die Positionen für die Baustelleneinrichtung nach Wahl des Auftragnehmers. Bei standardisierten Leistungsbeschreibungen, wie im nachfolgenden beschrieben, handelt es sich ebenfalls um konstruktive Leistungsbeschreibungen. [2, 14]

3.1.3 Aufbau von standardisierten Leistungsbeschreibungen

Eine Leistungsbeschreibung ist laut ÖNORM A 2063:2015 „Austausch von Leistungsbeschreibungs-, Elementkatalogs-, Ausschreibungs-, Angebots-, Auftrags- und Abrechnungsdaten in elektronischer Form“ folgendermaßen zu gliedern: [16]

- ◆ ständige Vorbemerkungen der Leistungsbeschreibung
- ◆ Leistungsgruppen (LG)
- ◆ Unterleistungsgruppen (ULG)
- ◆ wählbare Vorbemerkungen bzw. Positionen

Die ständigen Vorbemerkungen sind Bestimmungen und Erläuterungen zu den nachstehenden Texten und Positionen. Des Weiteren geben sie Auskunft darüber, welche Vertragsbestandteile bei Widersprüchen in welcher Reihenfolge Gültigkeit haben. Erfolgt die

Ausschreibung auf Basis eines Standardleistungsbuches, so müssen die darin enthaltenen ständigen Vorbemerkungen in das Leistungsverzeichnis übernommen werden. Eine Änderung der ständigen Vorbemerkungen ist nicht gestattet. [16]

Die ONR 12010 für standardisierte Leistungsbeschreibungen gibt Auskunft darüber, wie ständige Vorbemerkungen beschaffen sein dürfen:

„(...) können auf Ebene der LG und der Unterleistungsgruppe (ULG) verfasst werden und dürfen nur zur Vorwegnahme von allgemein gültigen Inhalten der zugeordneten Positionstexte dienen.“ [41]

Zusätzlich zu den ständigen gibt es wählbare Vorbemerkungen, die vom Auftraggeber übernommen werden können. Diese Vorbemerkungen können entweder Leistungs-, Unterleistungsgruppen oder einzelnen Positionen zugeordnet sein. In der ONR 12010 wird zusätzlich folgendes angegeben:

„Es darf in diesen Texten zu keiner Vorwegnahme besonderer Vertragsbestimmungen des Auftraggebers kommen. Weiters dürfen sie keine Angebotsbestimmungen enthalten.“ [41]

Die Leistungsgruppe (LG) 00 beschreibt die allgemeinen und besonderen Vertragsbestimmungen. Die hier enthaltenen ständigen und wählbaren Vorbemerkungen gelten für alle Leistungen im Leistungsverzeichnis. Des Weiteren gelten die angegebenen Bestimmungen der Unterleistungsgruppe (ULG) 00 jeder LG für alle Positionen der entsprechenden LG. In den Leistungsgruppen werden die einzelnen Gewerke erfasst und in den Unterleistungsgruppen die Untergewerke. Für die Unterleistungsgruppen gibt es ebenso Vorbemerkungen wie für die Leistungsgruppen. Der hierarchische Aufbau muss eingehalten werden, jede Leistungsgruppe enthält mindestens eine Unterleistungsgruppe und diese wiederum mindestens eine Position. In den Positionen der Leistungs- und Unterleistungsgruppen erfolgt die Beschreibung der Einzelleistungen. Hier sind die Mengenangaben, die technischen Anforderungen und die Umstände der zu erbringenden Leistung angegeben. [16, 43]

Die Positionen und Vorbemerkungen von Leistungsbeschreibungen bestehen aus Positionsnummer, Überschrift (Positionsstichwort), Beschreibung, Lücken und Preisgliederung. Abb. 3.1 zeigt eine Position der LB-U-Bahn-Bau. Die siebenstellige Zahl ist die Positionsnummer, die Überschrift enthält eine Stichwortlücke und wird fett dargestellt und darunter befindet sich die Positionsbeschreibung. Am linken Rand befindet sich die Angabe einer Mengeneinheit. Dabei kann es sich beispielsweise um Längeneinheiten (cm, m, km), Flächeneinheiten (cm², m²), Volumina (cm³, m³), Zeitangaben (h, d, Wo, Mo) oder Gewichtsangaben (g, kg, t) handeln. [16, 43]

Position	Überschrift (Positionsstichwort) mit Lücke	ausgeschriebene Einheit
326522A	TRENNW.LUFTK. C25/30/XC3/BL/RS/PB/GK16/F66 DI. CM: _____ Trennwand Luftkanal mit Betonsorte C25/30/XC3/BL/RS/PB/GK16/F66 herstellen.	m ²
	Beschreibung	

Abb. 3.1: Beispiel einer Position (aus LB-U-Bahn-Bau) [57]

Jeder Position ist einer LB-Positionsnummer zugeordnet. Die Positionsnummer in Abb. 3.1 besteht aus zwei Stellen für die Leistungsgruppennummer, zwei Stellen für die Unterleistungsgruppe und drei Stellen für die Position selbst. In der Überschrift wird die Beschreibung zusammengefasst. Die Beschreibung einer Position oder Vorbemerkung erläutert, welche Leistung darin enthalten ist, die Umstände für die Leistungserbringung und in manchen Fällen Angaben wie die Leistung abzurechnen ist. Lücken können Ausschreiberlücken, Stichwortlücken oder Bieterlücken sein. Dabei wird in der Beschreibung für einzelne Anforderungen bzw. Angaben eine Lücke im Text freigelassen. In den meisten Fällen wird der Preis als Einheitspreis angegeben. Oft erfolgt zusätzlich zur Angabe des Einheitspreises eine Aufgliederung in zwei Preisanteile (z. B.: Lohn und Sonstiges). Zulässige Mengeneinheiten sind in der ÖNORM A 2063 geregelt. Mit der Verrechnungseinheit (VE) können jedoch alle gewünschten, nicht in der ÖNORM angeführten Einheiten, abgebildet werden. In solchen Fällen wird im Positionstext angegeben was einer VE entspricht. Neben den zulässigen Mengeneinheiten wie zum Beispiel m³, m², STK, usw. spielt die Pauschale (PA) eine wichtige Rolle. In der Regel werden einmalige und zeitabhängige Kosten, wie etwa Baustellengemeinkosten, als Pauschalen ausgeschrieben. Bei solchen Positionen werden keine vorgegebenen Mengen gefordert, sondern ein Leistungsumfang, der mittels Pauschale abgegolten wird. [16, 34, 43]

3.2 Leistungsverzeichnis

In einem Leistungsverzeichnis (LV) sind alle Leistungsbeschreibungen für ein konkretes Bauvorhaben enthalten. Bei öffentlichen Auftraggebern baut das LV auf den StLB der jeweiligen Sachgebiete wie Hochbau, U-Bahnbau, Verkehrsinfrastruktur usw. auf.

3.2.1 Gliederung eines Leistungsverzeichnisses

Werden Bauvorhaben ausgeschrieben die mehrere Sachgebiete umfassen, können mehrere Leistungsbeschreibungen verwendet werden. Dabei ist eine zusätzliche Gliederung in Obergruppen notwendig. Es erfolgt eine Gliederung über Leistungsgruppen hinaus. Bei sehr großen und komplexen Bauvorhaben kann eine weitere Gliederung in Hauptgruppen (z. B.: nach Bauteilen) sinnvoll sein. Die hierarchische Gliederung eines LV stellt sich in der Regel wie folgt dar: [16, 43]

- ◆ Hauptgruppe (HG)
- ◆ Obergruppe (OG)
- ◆ Leistungsgruppe (LG)
- ◆ Unterleistungsgruppe (ULG)
- ◆ Wählbare Vorbemerkung bzw. Position (Pos)

Diese Gliederung spiegelt sich in der Nummerierung der LV-Positionen wieder. Das wird in Abb. 3.2 dargestellt. Die ersten beiden Zahlen geben die HG an, die nächsten beiden die OG, anschließend folgend die Nummer der LG, ULG und abschließend die der Position.

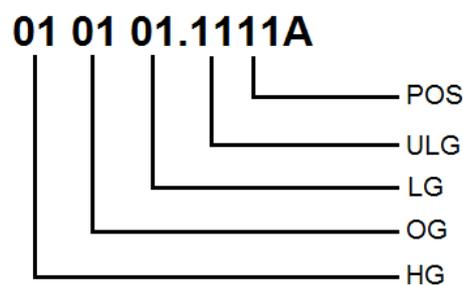


Abb. 3.2: Nummerierung LV-Positionen

3.2.2 Formen eines Leistungsverzeichnisses

Laut ÖNORM A 2063 lassen sich zwei Formen von Leistungsverzeichnissen unterscheiden, LV mit Gliederung und LV ohne Gliederung. [16, 43]

LV mit Gliederung

Ein Leistungsverzeichnis mit Bezug zu einem Standardleistungsbuch ist gemäß diesem zu gliedern. Wie bereits erwähnt, sind dabei die ständigen Vorbemerkungen und die für das Leistungsziel notwendigen Positionen ohne Änderung zu übernehmen. Sollten zusätzliche Positionen oder zusätzliche Vertragsbestimmungen erforderlich sein, werden diese mit dem Buchstaben „Z“ für Zusatzposition gekennzeichnet. Diese Zusatzpositionen sind frei formuliert und individuell auf das konkrete Bauvorhaben abgestimmt. Wenn ein sehr umfangreiches Leistungsverzeichnis vorliegt, aber zum ausgeschriebenen Sachgebiet keine standardisierte Leistungsbeschreibung vorhanden ist, kann dennoch eine Gliederung der LB erfolgen. Hierbei werden die ausgeschriebenen Positionen allerdings nicht mit einem „Z“ für Zusatzposition gekennzeichnet. [16, 43]

LV ohne Gliederung

Bei einem Leistungsverzeichnis das keinen Bezug zu einer standardisierten Leistungsbeschreibung hat, ergibt sich die Sortierung aus einer maximal 12-stelligen, eindeutigen Positionsnummer. [43, 59]

3.2.3 Arten von Leistungsverzeichnissen

Es gibt mehrere Arten von Leistungsverzeichnissen, die lt. ÖNORM A 2063 elektronisch mittels Datenträger zwischen den Projektbeteiligten ausgetauscht werden können. Diese werden nachfolgend erläutert: [7, 16, 43]

- ◆ **Entwurfs-LV:** dient während der Planungsphase dem Austausch zwischen Planern und Auftraggebern. Zusätzlich zu den erforderlichen Positionen und Vorbemerkungen kann diese LV Anmerkungen und Mengenermittlungen der Beteiligten enthalten.
- ◆ **Kostenschätzungs-LV:** ein vom Planer erstelltes LV, um dem Auftraggeber einen Kostenanschlag nach ÖNORM B 1801-1:2015 „Bauprojekt und Objektmanagement – Teil 1: Objektterrichtung“ zu übermitteln. Hier sind zusätzlich zum Entwurfs-LV Preisangaben und Bieterlücken enthalten.
- ◆ **Ausschreibungs-LV:** enthält die gesamte Beschreibung der Leistung und kann mittels Datenträger vom Bieter eingelesen werden. Im Gegensatz zum Kostenschätzungs-LV sind die Mengenermittlungen, Notizen und Preisangaben nicht enthalten.
- ◆ **Angebots-LV:** das Ausschreibungs-LV wird durch den Bieter um Preise, Bieterlücken und Angaben über Nachlässe und Aufschläge ergänzt.
- ◆ **Alternativangebots-LV:** dieses LV wird als Alternative zum Ausschreibungs-LV vom Bieter erstellt und ist nicht ident mit dem Ausschreibungs-LV, es enthält ein alternatives Angebot.
- ◆ **Abänderungsangebots-LV:** ähnlich wie beim Alternativangebots-LV wird dieses LV als Alternative zum ausgeschriebenen LV vom Bieter erstellt.
- ◆ **Vertrags-LV:** diese LV bekommt den Zuschlag und enthält die vorgesehenen Positionen inkl. Mengen- und Preisangaben, gegebenenfalls mit Berücksichtigung von angebotenen Alternativen und Abänderungen. Das Vertrags-LV wird zum Vertragsbestandteil.
- ◆ **Zusatzangebots-LV:** kommt bei Mehrkostenforderungen und Zusatzangeboten zum Einsatz.
- ◆ **Vertragsanpassungs-LV:** entsteht durch die Ergänzung bzw. Abänderung des Vertrags-LV.
- ◆ **Abrechnungs-LV:** ist ein LV, welches sich durch beauftragte Zusatzangebote mit dem Projektfortschritt ändern kann. Zu Beginn ist es ident mit dem Vertrags-LV.

3.2.4 Lücken

Wie bereits erwähnt, können in Leistungsbeschreibungen Lücken für einzelne Angaben freigelassen werden. Bei sogenannten Stichwortlücken handelt es sich um Lücken im Stichwort (Überschrift) der Position. Diese müssen beim Erstellen des Leistungsverzeichnisses von der ausschreibenden Stelle ausgefüllt werden. Dargestellt wird dies in Abb. 3.3 anhand einer Position der LB-U-Bahn-Bau.

Abb. 3.4 zeigt eine Ausschreiber- und Bieterlücke in einer Standardposition der LB-U-Bahn-Bau. Es handelt sich hierbei um eine unechte Bieterlücke, diese kann vom Bieter ausgefüllt werden. Vom Ausschreiber ist ein Produktvorschlag eingesetzt, welcher bei einem Nichtausfüllen als angeboten gilt. [16, 43]

326521A LÜFT.ZW.DECKE C25/30/XC4/RS/PB/BBG/GK16, DICKE CM: _____ m²
Zwischendecke in der Stationsröhre, Dicke in Feldmitte mit Betonsorte C25/30/XC4/RS/PB/BBG/GK16 gemäß Plan des Ausschreibungsprojektes herstellen.

Abb. 3.3: Beispiel für eine Stichwortlücke aus LB-U-Bahn-Bau [57]

354526 DECKENANSCHLÜSSE KONSTRUKTIV 10CM EI90 m
Bei nur bis ca. 10 cm an die Untersichten (Tragwerk) herangeführten Wänden zur Abdichtung und Abdeckung dieser Fuge (Dilatation), sowie für den Anschluss Wand an die Stütze, inkl. Erzielung der entsprechenden Brandwiderstandsklasse. Aufdopplung des oberen Wandabschlusses mit aufgeklebten Brandschutzplatten als Auflage für das Brandschott.

Ausgeschriebenes Erzeugnis: _____ Ausschreiberlücke
Angebotenes Erzeugnis: Bieterlücke

Abb. 3.4: Beispiel für eine Ausschreiber- und Bieterlücke aus der LB-U-Bahn-Bau [57]

3.2.5 Positionsarten

In einem Leistungsverzeichnis können drei verschiedene Arten von Positionen enthalten sein. [16, 43]

- ◆ **Normalposition:** in diesen Positionen wird eine Leistung beschrieben, die zur Ausführung vorgesehen ist. Bei solchen Positionen hat der Auftragnehmer ein gesetzliches Anrecht auf die Durchführung dieser Leistung. Sollte diese Leistung entfallen oder sich eine Mengenänderung ergeben, kann dies zu einer Nachkalkulation und eventuell zu Mehrkosten führen. In der ÖNORM A 2063 ist festgehalten, dass es sich dabei um eine Normalposition einer Variante handeln kann. Des Weiteren ist beschrieben, dass sich eine Variante aus Wahl- und Normalpositionen zusammensetzt. [16, 43]
- ◆ **Wahlposition:** dabei handelt es sich um eine Leistung, die als Teil einer Variante vorgesehen ist. Da solche Positionen eine Variante zu einer Normalposition darstellen und gegebenenfalls statt dieser beauftragt werden, sind sie nicht in der Normalangebotssumme enthalten. [16, 43]

- ◆ **Eventualposition:** Leistungen die mit dieser Position beschrieben sind, kommen nur auf besondere Anordnung des Auftraggebers zur Ausführung. Zum Einsatz kommen sie meistens dann, wenn nicht klar ist, ob eine bestimmte Position zur Ausführung kommt oder nicht. Bei Eventualpositionen ist besonderes Augenmerk auf die angebotenen Preise zu legen. Da sie nicht in den Gesamtpreis mit einfließen, kommt es öfters zu hohen, betriebswirtschaftlich nicht nachvollziehbaren Preisen. [16, 43]

3.2.6 Kennzeichen für Positionen

Im Folgenden wird erläutert welche besonderen Kennzeichnungen es für Positionen gibt und wie diese anzuwenden sind:

- ◆ **Wesentliche Positionen:** sind Positionen, die für die Gesamtleistung von großer Bedeutung sind oder bei einer Mengenänderung eine Änderung der Bieterreihung ergeben könnten. Der Auftraggeber kann im LV Positionen als wesentlich kennzeichnen, sie müssen dann einer vertieften Angebotsprüfung unterzogen werden. Wesentliche Positionen sind im LV mit dem Buchstaben „w“ gekennzeichnet. [16, 43]
- ◆ **Garantierte Angebotssumme:** für Leistungen die auf der Grundlage eines Alternativangebots vereinbart wurden, gilt laut ÖNORM B 2110:2013 „Allgemeine Vertragsbestimmungen für Bauleistungen“ eine sogenannte garantierte Angebotssumme. Diese ist auf Grundlage der Mengen und Preise des Vertrages zu ermitteln und kann nur überschritten werden, wenn eine Mengenänderung der Sphäre des AG zuzuordnen ist. Positionen die einer garantierten Angebotssumme unterliegen müssen im LV gekennzeichnet werden, um diese bei der Abrechnung nicht zu überschreiten. [16, 45]
- ◆ **Teilangebot:** diese Kennzeichnung kann verwendet werden, um Positionen zu beliebigen Gruppen zusammenzufassen. Es müssen alle Positionen einer Teilangebotsgruppe das gleiche Kennzeichen „Teilangebot“ erhalten. Sind Teilangebote in einem LV vorgesehen, sind alle Positionen eindeutig zu kennzeichnen. Wenn es sich um ein LV mit Gliederung handelt, muss für jeweils eine LG das gleiche Kennzeichen verwendet werden. [16, 43]
- ◆ **Leistungsteil:** ist eine in der Ausschreibung festgelegte Zusammenfassung von Positionen, Leistungs- oder Ober- oder Hauptgruppen. Können Teile der Leistungen gesondert beauftragt werden, sind bei Preisumrechnung nach ÖNORM B 2111:2007 „Umrechnung veränderliche Preise von Bauleistungen“ alle Positionen einem Leistungsteil zuzuordnen. [16, 46]

- ◆ **Umsatzsteuersatz:** diese Kennzeichnung ist dann anzuwenden, wenn in einem LV mehr als ein Umsatzsteuersatz vorgesehen ist. In diesem Fall sind alle Positionen mit dem jeweiligen Umsatzsteuersatz zu kennzeichnen. [16, 43]

3.2.7 Der Preis

In der Regel werden in einem LV die Preisanteile Lohn und Sonstiges und der Einheitspreis angegeben. Sollte keine Aufspaltung erfolgen, ist nur der Einheitspreis anzugeben. Wenn eine Position des Ausschreibungs-LV nicht angeboten wird, muss das Kennzeichen „nicht angeboten“ gesetzt werden. [16]

Laut BVergG 2018 § 29 Abs. 1 ist der Preis entweder nach dem Preisangebotsverfahren oder nach dem Preisaufschlags- und Preisnachlassverfahren anzugeben. Grundsätzlich ist eine Mischung dieser beiden Preisermittlungsverfahren innerhalb eines LV gestattet. Hierbei muss allerdings eine LV-Gliederung in OG erfolgen, da ein Wechsel zwischen den beiden Verfahren nur auf Ebene einer solchen erfolgen darf. [16, 43]

- ◆ **Preisangebotsverfahren:** hier geben die Bieter die Preise für die vom Auftraggeber beschriebene Leistung aufgrund der Ausschreibungsunterlagen in ihrem Angebot bekannt.
- ◆ **Preisaufschlags- und Preisnachlassverfahren:** der Auftraggeber gibt neben der beschriebenen Leistung einen Bezugspreis bekannt. Für diesen Bezugspreis vergibt der Bieter in seinem Angebot Aufschläge oder Nachlässe. Die Angabe dieser erfolgt in der Regel in Prozent. Dieses Verfahren kommt nur in Ausnahmefällen – beispielsweise bei Rahmenverträgen – zur Anwendung.

Des Weiteren werden in der ÖNORM A 2050:2006 „Vergabe von Aufträgen über Leistungen“ und in der ÖNORM B 2110 drei Arten von Preisen unterschieden. Je nachdem wie genau Art, Güte, Umfang und die Umstände einer Leistung zum Zeitpunkt der Ausschreibung bekannt sind, wird entweder zu Einheits-, Pauschal- oder Regiepreisen ausgeschrieben. [45]

Lässt sich eine Leistung nach Art und Güte genau und zumindest annähernd dem Umfang nach bestimmen, so ist zu Einheitspreisen auszuschreiben, anzubieten und zuzuschlagen. Dabei handelt es sich um einen Preis für eine Einheit einer Leistung, die in einer spezifischen Mengeneinheit angegeben ist. [16, 43]

Sind die Art, Güte und der Umfang einer Leistung, sowie die Umstände für die Leistungserbringung hinreichend genau bekannt und ist während der Ausführung nicht mit einer Änderung zu rechnen, so muss laut BVergG § 29 Abs. 3 zu Pauschalpreisen ausgeschrieben, angeboten und zugeschlagen werden. Pauschalen umfassen die gesamte

Leistung einer Position und werden nicht in einer bestimmten Mengeneinheit angegeben bzw. verrechnet. [16, 43]

Regiepreise werden nach tatsächlichem Aufwand abgerechnet. Es handelt sich um Preise für eine Einheit, meistens Leistungsstunden oder Materialeinheiten. Nur in Fällen, wenn Art, Güte und Umfang der Leistung oder die Umstände der Leistungserbringung nicht genau genug erfasst werden können, ist eine Vergabe zu Regiepreisen durchzuführen. [16, 43]

Bei allen drei Preisarten kann es sich entweder um feste oder um veränderliche Preise handeln. Werden Festpreise vereinbart, gelten diese Preise beim Eintreten von Veränderungen bezüglich der Preisgrundlage. Der Geltungszeitraum für diese Preise darf die Dauer von zwölf Monaten nicht überschreiten. Im Gegensatz dazu können veränderliche Preise mit Veränderung der Preisgrundlage angepasst werden. Wie oft eine Preisanpassung erfolgt, ist in der ÖNORMEN B 2111 festgelegt oder kann zwischen AG und AN in den Vertragsbestimmungen vereinbart werden. [16, 43]

Im BVergG 2018 § 29 Abs. 5 ist hierzu folgendes geregelt:

„Zu Festpreisen ist auszuschreiben, anzubieten und zuzuschlagen, wenn den Vertragspartnern nicht durch langfristige Verträge oder durch preisbestimmende Kostenanteile, die einer starken Preisschwankung unterworfen sind, unzumutbare Unsicherheiten entstehen. In diesem Fall ist zu veränderlichen Preisen auszuschreiben, anzubieten und zuzuschlagen. Der Zeitraum für die Geltung fester Preise darf grundsätzlich die Dauer von zwölf Monaten nicht übersteigen.“ [14]

Sind Nachlässe und Aufschläge im Ausschreibungs-LV zugelassen, können diese entweder auf die Summen oder auf einzelne Preisanteile des gesamten LV sowie HG, OG, LG und ULG in Prozent angeführt werden. Die angegebenen Nachlässe und Aufschläge im Angebots-LV gelten für die Normalausführung und für eventuelle Variantenzusammenstellungen und Teilangebote. Im Gegensatz zu einem Preisnachlassverfahren werden dabei vom Auftraggeber keine Bezugspreise angegeben, sondern der Bieter vergibt auf seine angebotenen Preisanteile zusätzliche Nachlässe oder Aufschläge. [43]

3.3 Abrechnung von Bauleistungen im Baubetrieb

Standardisierte Leistungsbeschreibungen bilden die Grundlage zur Erstellung eines Leistungsverzeichnisses und dieses wiederum jene für die Abrechnung der erbrachten Leistungen.

Laut ÖNORM B 2110 sind alle Leistungen die vertragsgemäß erbracht wurden zu den vereinbarten Preisen abzurechnen. Bei Einheitspreisen ist nach den Mengen der erbrach-

ten Leistung, bei Pauschalen nach dem vereinbarten Leistungsumfang und bei Regiepreisen nach dem tatsächlichen Aufwand abzurechnen. [45]

Sofern nichts anderes vereinbart ist, sind Rechnungen in einfacher Ausfertigung vorzulegen. Die Rechnungen müssen vom AN so erstellt werden, dass dem AG eine Prüfung mit zumutbarem Aufwand möglich ist. Ist das nicht der Fall, ist der AG berechtigt, die Rechnung dem AN binnen 30 Tagen zur Verbesserung zurückzustellen. Anschließend ist die verbesserte Rechnung binnen 30 Tagen vom AN erneut vorzulegen. Der Rechnung sind alle notwendigen Unterlagen wie Mengenerhebungen, Abrechnungspläne, Aufmaßfeststellungen usw. beizulegen. Sollten Teile der Unterlagen fehlen hat der AG diese umgehend vom AN nachzufordern. [45]

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der Abrechnung von Bauleistungen, die auf Basis eines Einheitspreisvertrages mit Leistungspositionen beruht. Die Grundlage für einen Einheitspreisvertrag bildet das Leistungsverzeichnis. Die Vergütung von Leistungen denen solche Verträge zu Grund liegen, erfolgt nach den tatsächlich ausgeführten Mengen multipliziert mit den angebotenen Einheitspreisen. Demzufolge werden Ist-Mengen abgerechnet, diese sollten sich im Idealfall mit den ausgeschriebenen Soll-Mengen decken oder zumindest annähernd übereinstimmen. [34]

Eine Ausschreibung zu Pauschalpreisen sollte laut ÖNORM A 2050 nur dann erfolgen, wenn die Art, Güte und der Umfang einer Leistung sowie die Umstände, unter denen sie zu erbringen ist, zur Zeit der Ausschreibung zumindest hinreichend genau bekannt sind und mit einer Änderung nicht zu rechnen ist. Die Abrechnung von Bauleistungen zu Einheitspreisen stellt daher den Regelfall dar. [34, 42]

Generell ist ein Einheitspreis daran erkennbar, dass die geforderte Leistung in den Positionen des Leistungsverzeichnisses detailliert beschrieben wird, die voraussichtlich eintretenden Mengen angegeben sind und die Abrechnung nach den tatsächlich erbrachten Mengen zu den vereinbarten Einheitspreisen nach Erbringung der Leistung erfolgt. [34]

3.4 Regelwerke für die Abrechnung von Bauleistungen

Vor allem in den ÖNORMEN B 2110, A 2063 und den Werkvertragsnormen der Serie B22xx und H22xx sind wichtige Regelungen betreffend die Abrechnung von Bauleistungen festgelegt. Im Leistungsverzeichnis und in den technischen und rechtlichen Vertragsbestandteilen werden ebenfalls Festlegungen für die Abrechnung getroffen.

3.4.1 **ÖNORM B 2110 – Allgemeine Vertragsbestimmungen für Bauleistungen**

Bei der ÖNORM B 2110 handelt es sich um eine Werkvertragsnorm für Bauverträge. Darin sind allgemeine Vertragsbestimmungen für Bauleistungen formuliert, die zwischen den Vertragspartnern als Vertragsbestandteile vereinbart werden können. Als Ergänzung zur ÖNORM A 2050 und zum BVergG 2006, enthält diese ÖNORM im Abschnitt 4 insbesondere Hinweise für die Ausschreibung und die Erstellung von Angeboten, diese sind allerdings nicht dazu bestimmt, Vertragsbestandteil zu werden. Es werden Bestimmungen für die Rechnungslegung, Zahlung und Sicherstellungen angeführt. Darin ist angegeben wie bei Einheits-, Pauschal- und Regiepreisen die Abrechnung zu erfolgen hat. In der ÖNORM werden für die Abrechnung von Bauleistungen Vorgaben betreffend Mengenermittlung definiert. Wie die Mengenermittlung laut ÖNORM zu erfolgen hat wird in Kapitel 3.8 angeführt. In der ÖNORM B 2110 wird auf die verschiedenen Rechnungsarten und die Anforderungen und Bestimmungen, die bei der Rechnungslegung einzuhalten sind, eingegangen. Die verschiedenen Rechnungsarten werden im Kapitel 3.5 näher beschrieben. Des Weiteren enthält der Abschnitt „Zahlung“ der ÖNORM Angaben über die Fälligkeiten der verschiedenen Rechnungsarten. In der ÖNORM B 2110 werden mögliche Arten von Sicherstellungen angegeben und deren Höhe festgelegt. Die definierten Fälligkeiten und Sicherstellungsarten der ÖNORM werden in den Kapiteln 3.6 und 3.7 erläutert. Wenn die ÖNORM B 2110 Vertragsbestandteil ist, sind mit den darin enthaltenen Bestimmungen einige Festlegungen für die Abrechnung getroffen. [45]

3.4.2 **ÖNORM A 2063 – Austausch von Leistungsbeschreibungs-, Elementkatalogs-, Ausschreibungs-, Angebots-, Auftrags- und Abrechnungsdaten in elektronischer Form**

„Diese ÖNORM regelt den Aufbau von Datenbeständen, die automationsunterstützt in den Phasen Ausschreibung, Vergabe und Abrechnung (AVA) zwischen allen Beteiligten, wie LB-Herausgeber, EK-Herausgeber, Planer, Auftraggeber, Bieter oder Auftragnehmer, ausgetauscht werden.“ [43]

Folgende ÖNORMEN wurden durch die ÖNORM A 2063 im Jahr 2009 ersetzt:

- ◆ ÖNORM B 2062:1996 „Aufbau von Standardisierten Leistungsbeschreibungen unter Berücksichtigung automationsunterstützter Verfahren“
- ◆ ÖNORM B 2063:1996 „Ausschreibung, Angebot und Zuschlag unter Berücksichtigung automationsunterstützter Verfahren“
- ◆ ÖNORM B 2114:1996 „Vertragsbestimmungen bei automationsunterstützter Abrechnung von Bauleistungen“

Diese ÖNORM hat die Kennbuchstabengruppe „A“, da sie nicht nur für das Bauwesen, sondern ebenfalls für Liefer- und Dienstleistungen anwendbar ist. [59]

Der Abschnitt 7 der ÖNORM A 2063 widmet sich dem Datenaustausch von Abrechnungsdaten. Darin wird unter anderem festgelegt welche Daten bei welcher Rechnungsart übergeben werden müssen und welche Rechnungsdaten im Datenbestand einer Rechnung auszugeben sind. Weiteres wird in diesem Abschnitt empfohlen, dass die Mengenermittlung durch eine getrennte Berechnung beider Vertragspartner erfolgen soll. Des Weiteren werden in der ÖNORM A 2063 Bestimmungen für die elektronische Mengenermittlung festgelegt. Demzufolge die Ermittlung der Abrechnungsmengen entweder mit Hilfe frei formulierter Rechenansätze oder mit Hilfe eines Formelkataloges erfolgen kann. Für die Anwendung frei formulierter Rechenansätze werden in der ÖNORM Regelungen betreffend Rechenoperationen, Variablen, Konstanten, Funktionen und Vorzeichen getroffen. [45]

3.4.3 Werkvertragsnormen B 22xx und H 22xx

Die ÖNORMEN der Serie B22xx und H22xx beinhalten für das jeweilige Gewerk Bestimmungen für die Ausmaßerstellung und die Abrechnung. Wird die ÖNORM B 2110 Vertragsbestandteil, so gelten die Werkvertragsnormen B 22xx und H 22xx und die darin enthaltenen Abrechnungsbestimmungen automatisch als vereinbart. Diese Abrechnungsbestimmungen erlangen allerdings nur dann Gültigkeit, wenn in den Vertragsbestimmungen keine anderen Regelungen betreffend der Abrechnung der Leistungen getroffen wurden.

Diese ÖNORMEN enthalten Abrechnungsvereinfachungen, welche beispielsweise festlegen, dass Öffnungen und Hohlräume bis zu einer gewissen Größe nicht abgezogen werden müssen („hohl für voll“). Dadurch können sich erhebliche Unterschiede zwischen den tatsächlich ausgeführten Mengen und den abgerechneten ergeben. Das sollte bereits bei der Mengenermittlung für die LV-Erstellung und bei der Kostenschätzung berücksichtigt werden. [37]

3.4.4 Abrechnungsbestimmungen im Leistungsverzeichnis

Wie bereits erwähnt bildet das LV die Grundlage für die Abrechnung. Im Abrechnungs-LV sind alle Leistungspositionen enthalten, die zur Abrechnung der ausgeführten Leistung heranzuziehen sind. Abrechnungsbestimmungen können im LV in den jeweiligen Vorbemerkungen der Leistungs- oder Unterleistungsgruppe enthalten sein. Sind sie in den Vorbemerkungen der LG 00 enthalten haben sie für das gesamte Leistungsverzeichnis Gültigkeit. Häufig werden, wie in Abb. 3.5 ersichtlich, Bestimmungen zur Abrechnung im Positionstext angegeben.

328111C	BEWEHRUNG DURCHSCHNEIDEN Durchschneiden von Armierungseisen unabhängig vom Kaliber.	VE
---------	---	----

Verrechnet wird:

+ in VE. 1 VE = 1 cm² Schnittfläche Bewehrung.

Abb. 3.5: Abrechnungsbestimmung im Positionstext [57]

3.4.5 Technische und rechtliche Unterlagen

In technischen Unterlagen wie zum Beispiel dem technischen Bericht oder den freigegebenen Ausführungsplänen können Abrechnungsbestimmungen enthalten sein. Vor allem im Infrastrukturbereich wird oft mit Regelprofilen oder verrechenbaren Querschnitten gearbeitet, um eine komplizierte und aufwendige Naturaufnahme zu verhindern. In den rechtlichen Vertragsbestimmungen können Abrechnungsfestlegungen enthalten sein, worin beispielsweise bestimmte Leistungen als nicht gesondert verrechenbar festgelegt werden. Hier sind außerdem meistens die Festlegungen betreffend die Legung und Prüfung von Rechnungen enthalten. Generell werden in den technischen und rechtlichen Bedingungen die Vorgaben für den Abrechnungsprozess festgelegt. Des Weiteren können Regelungen betreffend die Abrechnung von zeitgebundenen Kosten der Baustelle enthalten sein. [37]

3.5 Rechnungsarten

Im Regelfall stellt der Auftragnehmer nach erbrachter Leistung eine Rechnung an den Auftraggeber. Dabei kann es sich um eine Abschlags-, Teilschluss-, Schluss- oder Regierechnung handeln. Diese Rechnungsarten werden in der folgenden Aufzählung näher erläutert. [45]

- ◆ **Abschlagsrechnung:** Der AN ist laut ÖNORM B 2110 dazu berechtigt, bereits während der Ausführung für erbrachte Leistungen eine Abschlagsrechnung zu legen. Wie oft eine solche Rechnung gelegt werden darf, kann vom Auftraggeber vertraglich festgelegt werden. Der Abstand zwischen den Rechnungen kann nicht kürzer als ein Monat sein. Akzeptiert und begleicht der Auftraggeber die Abschlagsrechnung, stellt dies jedoch noch keine endgültige Zustimmung über die abgerechneten Ansätze (z.B.: Positionszuordnungen) und Mengen dar. Eine Korrektur dieser ist jederzeit bis zum Bezahlen der Schlussrechnung zulässig. [45]
- ◆ **Teilschlussrechnung:** Wenn vertraglich bereits vor der Gesamtfertigstellung eine Übernahme von Teilen der Leistung vereinbart wird, hat der AN nach erfolgter Abnahme das Recht für diese Leistungen eine Teilschlussrechnung zu legen. Sie ist wie eine Schlussrechnung zu behandeln. [45]

- ◆ **Schlussrechnung:** Ist die gesamte Leistung fertiggestellt und abgenommen, wird vom Auftragnehmer eine Schlussrechnung gelegt. Dabei sind Abschlagsrechnungen, Haftungsrücklass, Vertragsstrafen, Prämien usw. auszuweisen und gegebenenfalls abzuziehen. Wenn im Vertrag nichts anderes vereinbart wurde, sind Teilschluss- und Schlussrechnungen spätestens zwei Monate nach der vertragsgemäßen Leistungserbringung vorzulegen. [45]
- ◆ **Regierechnung:** Regien sind laut ÖNORM B 2110 monatlich abzurechnen. Die Basis dafür bilden Regieberichte, in denen die erbrachte Leistung und die verwendeten Geräte und Materialien aufgeschlüsselt sind. Genaue Festlegungen betreffend dem Ablauf und der Abrechnung von Regieleistungen sind in ÖNORM B 2110 geregelt. [45]

3.6 Zahlungsfristen

In der ÖNORM B 2110 sind die Fälligkeiten wie folgt festgelegt:

- ◆ **Abschlagsrechnungen und Regierechnungen:** 30 Tage nach Rechnungseingang.
- ◆ **Schluss- oder Teilschlussrechnungen:** 60 Tage, das reduziert sich auf 30 Tage bei Aufträgen mit einer maximalen Auftragssumme von brutto 100.000 Euro. Die Zahlungsfrist beginnt erst ab dem Tag der Übernahme der Leistung.

Bei zurückgestellten Rechnungen beginnt der Fristenlauf erst mit der Vorlage einer neuen Rechnung. Können einzelne Rechnungsteile aufgrund von fehlenden Unterlagen nicht geprüft werden, verlängert sich die Zahlungsfrist um jene Anzahl an Tagen, die mit der Prüfung ausgesetzt werden musste. Werden Zahlungen vom AG nicht fristgerecht geleistet und liegen die Gründe hierfür in der Sphäre des AG, stehen dem AN Verzugszinsen zu. Die Höhe dieser Verzugszinsen ist in der ÖNORM B 2110 geregelt und wird nachfolgend erläutert. [45]

3.6.1 Verzugszinsen

Werden die Zahlungen durch den AG nicht fristgerecht geleistet, stehen dem AN vom Ende der Zahlungsfrist an, sofern vertraglich nichts anderes vereinbart wurde, Zinsen in der Höhe von 9,2 Prozentpunkten über dem jeweils geltenden Basiszinssatz zu. Der Basiszinssatz der am ersten Kalendertag eines Halbjahres gilt, ist für das jeweilige Halbjahr maßgebend. Dies ist in der ÖNORM B 2110 geregelt und entspricht den Angaben im Zahlungsverzugsgesetz (ZVG) § 456. In der ÖNORM ist des Weiteren festgelegt, dass bei Verzögerungen für die der AG nicht verantwortlich ist nur 4 % Zinsen p.a. zu entrichten sind. [34, 45]

3.6.2 Bauzinsen

Bei Bauzinsen handelt es sich um Kosten des für die Durchführung eines Bauauftrages erforderlichen Kapitals, mit dem der Auftragnehmer in Vorlage treten muss, einschließlich der Kosten für Sicherstellungen. Die für die Betriebsführung und die Gerätebeistellung notwendigen Zinsen zählen nicht zu den Bauzinsen. Als Teil des Gesamtzuschlages werden die Bauzinsen im K3-Blatt angegeben. Der Auftragnehmer muss die Leistungserbringung vorfinanzieren und erhält erst nach erbrachter Leistung das Entgelt. Umso länger der Vorfinanzierungszeitraum ist, desto höher sind die Bauzinsen. Es besteht somit ein direkter Zusammenhang zwischen den Abrechnungsmodalitäten – wie Abrechnungsperioden und Zahlungsfristen – und der Höhe der Bauzinsen. [36, 44]

3.7 Sicherstellungen

Sicherstellungen dienen dem Auftraggeber im Bedarfsfall als Sicherheit. Je nachdem, was abgesichert werden soll, unterscheidet man folgende Sicherstellungsvarianten:

- ◆ **Kaution:** während der Leistungsfrist ist der AG berechtigt vom AN eine Sicherstellung für die zu erbringende Leistung bis zur Höhe von 20 % der Auftragssumme zu verlangen. Wird vom AG eine Kaution gefordert, ist diese binnen vierzehn Tagen nach Aufforderung zu leisten. Ein Anspruch auf diese besteht nur, wenn über das Vermögen des AN ein Insolvenzverfahren eröffnet wurde oder ein rechtskräftiges Urteil über die besicherte Leistung zugunsten des AG ergangen ist. [34, 45]
- ◆ **Deckungsrücklass:** liegen einer Rechnung nur annähernd genau berechnete Mengen zugrunde, dient der Deckungsrücklass als Sicherstellung vor Überzahlung. Des Weiteren ist dies eine Sicherstellung für die Vertragserfüllung des AN, sofern dies nicht bereits durch eine Kaution abgesichert ist. Laut ÖNORM B 2110 Pkt 8.7.2 ist ein Deckungsrücklass nur von Abschlagsrechnungen, nicht aber von Regierechnungen, in der Höhe von 5 % des Rechnungsbetrages einzubehalten. Mit Fälligkeit der Schluss- bzw. Teilschlussrechnung ist der Deckungsrücklass durch den Haftungsrücklass zu ersetzen. Voraussetzung dafür ist die Mängelfreiheit der Leistung. [42, 45]
- ◆ **Haftungsrücklass:** ist für den AG eine Sicherstellung, falls der AN die ihm aus der Gewährleistung oder aus dem Titel des Schadensersatzes obliegenden Pflichten nicht erfüllt. [34, 42]

Wird der Haftungsrücklass nicht durch ein Sicherstellungsmittel abgelöst, sind von der Schlussrechnung (Gesamtpreis zuzüglich USt) 2 % des Rechnungsbetrages einzubehalten. Ist ein Vertrag ohne Gewährleistungsansprüche vereinbart, ist vom AG kein Haftungsrücklass einzubehalten. Wird der Haftungsrücklass

nicht in Anspruch genommen, ist er spätestens 30 Tage nach Ablauf der Gewährleistungsfrist freizugeben. [42, 45]

- ◆ **Sicherstellungsmittel:** man unterscheidet zwischen baren (Bargeld, Spargbücher) und unbaren (Bankgarantien, Versicherungen) Sicherstellungsmitteln. Die Wahl hierbei liegt bei dem zur Sicherstellung Verpflichteten, kann also nicht vorgeschrieben werden. In begründeten Fällen, zum Beispiel bei einer angebotenen Sicherstellung durch Bargeld in einer ausländischen, wertinstabilen Währung, dürfen die angebotenen Sicherstellungen abgelehnt werden. [34, 45]

3.8 Mengenermittlung

Wie die Mengenermittlung einer Leistung erfolgt, wird zwischen AN und AG in den Vertragsbestimmungen festgelegt bzw. ist in einschlägigen ÖNORMEN geregelt. Sind keine Vereinbarungen getroffen, so ist grundsätzlich nach Planmaß abzurechnen. Laut ÖNORM B 2110 muss die Prüfung der Mengen und Rechnungsbeträge zusätzlich manuell erfolgen können. Es ist sicherzustellen, dass eine Überprüfung unabhängig von automationsunterstützender Software möglich ist. Für die Nachvollziehbarkeit hat der AN alle erforderlichen Informationen in prüfbarer Form vorzulegen. Der Austausch von Abrechnungsdaten in elektronischer Form wird in ÖNORM A 2063 geregelt. [45]

Die Mengenermittlung und die Aufmaßerstellung spielen in der Bauabrechnung während der Bauausführung eine zentrale Rolle. Generell erfolgt die Ermittlung der abzurechnenden Menge von erbrachten Leistungen nach den vertraglich festgelegten Vereinbarungen entweder nach Planmaß oder nach Aufmaß. Bei einer Abrechnung nach Planmaß, bilden die zur Ausführung freigegeben Pläne die Grundlage für die Mengenermittlung. Wird hingegen nach Aufmaß abgerechnet, sind die abzurechnenden Mengen mittels Naturaufnahmen festzustellen. Dies erfolgt im Regelfall gemeinsam zwischen AN und AG oder dessen Vertreter (ÖBA). Ist eine gemeinsame Aufnahme aus triftigem Grund nicht möglich, ist das ermittelte Aufmaß dem nicht anwesenden Vertragspartner ehest möglich schriftlich mitzuteilen. Verweigert dieser die Anerkennung, ist eine erneute Aufmaßfeststellung gemeinsam durchzuführen. Die Naturaufnahme wird in den meisten Fällen in sogenannten Feldaufnahmeblättern eingetragen und von AN und AG oder dessen Vertreter unterschrieben. [37, 45]

Werden vom AG für Leistungen die erforderlichen Materialien beigestellt, so hat der AN über diese übernommenen Materialien, in Form eine Materialbilanz, Buch zu führen. Diese Aufzeichnungen bilden die Grundlage für die Abrechnung. [37, 45]

Regieleistungen werden nach dem tatsächlichen Aufwand abgerechnet. Dabei müssen Art und Aufmaß vom AG anerkannt sein. Es erfolgt hier eine Art der Aufmaßfeststellung, welche die Grundlage für die Abrechnung der erbrachten Leistungen darstellt. [37, 45]

Eine Korrektur der abgerechneten Mengen ist bis zur Bezahlung der Schlussrechnung möglich. Um späteren Korrekturen und Änderungen vorzubeugen sollten die Mengenermittlungen von Beginn an „schlussrechnungsfähig“ also vollständig, genau und endgültig festgelegt und abgerechnet werden. Wird die laufende Abrechnung gewissenhaft erstellt und die Aufmaßfeststellungen und Mengenermittlungen vom AG oder dessen Vertreter genau geprüft, so können nachträgliche Korrekturen reduziert werden. Allerdings stellt die Dokumentation der Prüfung bzw. der durchgeführten Korrekturen oft eine große Herausforderung dar, da es hierzu in den ÖNORMEN keine oder nur wenige Regelungen gibt. [37, 45]

3.9 Abrechnungsprogramme

Mittlerweile erfolgt die Ausschreibung, Kalkulation und Abrechnung in diversen elektronischen Abrechnungsprogrammen. Die bekanntesten und in Österreich zumeist verwendeten sind AUER Success, RIB iTWO und ABK. Darüber hinaus steht mittlerweile eine Vielzahl an Programmen zur Verfügung, mit denen eine normgerechte Abrechnung elektronisch möglich ist. Neben der Rechnungserstellung bieten diese Abrechnungsprogramme diverse Controllingfunktionen, mit denen zahlreiche Auswertungen durchgeführt werden können. Der Austausch von Abrechnungsdaten in elektronischer Form wird in der ÖNORM A 2063 geregelt. Nachfolgend werden die Abrechnungsprogramme AUER Success, RIB iTWO und ABK beschrieben.

3.9.1 AUER Success

Ist eine baubetriebliche Software und deckt die Aufgaben in der Ausschreibung, Vergabe und Abrechnung (AVA) ab. Es ist ein Produkt der NEVARIS Bausoftware GmbH und bereits seit vielen Jahren in der Baubranche etabliert. AUER Success ist sehr bedienerfreundlich und speziell auf die Bedürfnisse des österreichischen Architektur- und Baugeswerbes ausgelegt. Die Mengenberechnungen erfolgen im Zuge der Bauausführung in Aufmaßblättern, welche einem Bauteil, Leistungs- und Abrechnungszeitraum zugeordnet werden. Die Berechnungen können entweder in freier Schreibweise oder durch Verwendung der 170 Formeln erfolgen. In jeder Rechenzeile ist es möglich Kommentare und Skizzen zu ergänzen. Zusätzlich zu den Formeln der ÖNORM stehen weitere praxisgerechte Formeln zur Verfügung. Bei der Verwendung von freien Schreibweisen können einfach Variablen vergeben und für das gesamte Aufmaßblatt genutzt werden. Werden vorhandene Formeln verwendet, generieren sich aus dieser Berechnung automatisch die

passenden Zeichnungen. Sind die Mengenerrechnungen erstmal erstellt, können daraus automatisch sämtliche Auswertungen, wie Summenblätter oder Mengenervergleiche erzeugt werden. Der Datenaustausch kann entsprechend der ÖNORM A 2063 erfolgen. Mittlerweile ist die Version 7.1 auf dem Markt und Kunden mit einem Wartungsvertrag können kostenlos auf diese Version updaten. Da jedoch nicht alle Unternehmen eine Lizenz inklusive Wartungsvertrag haben, werden derzeit noch häufig veraltete Versionen verwendet. AUER Success ist bei vielen Baufirmen die vorherrschende AVA-Software, da diese allerdings laut Aussagen einiger Experten in naher Zukunft nicht weiterentwickelt und serviciert wird, steigen bereits immer mehr Unternehmen auf Konkurrenzprodukte um. Das Nachfolgeprodukt NEVARIS wird derzeit von der NEVARIS Bausoftware GmbH nach und nach am österreichischen Markt eingeführt. [39, 40]

3.9.2 RIB iTWO

RIB iTWO ist eine AVA-Software welche von der Firma RIB Software SE entwickelt wurde. Diese Software ist mittlerweile in Österreich verbreitet und löst AUER Success nach und nach als meistverwendetes Produkt ab. Die Vielzahl an Funktionen und die moderne Weiterentwicklung Richtung BIM 5D machen diese Software zurzeit vor allem für Auftragnehmer attraktiv. Das Programm bietet die gleichen Funktionen wie AUER Success, allerdings ist die Handhabung in manchen Fällen etwas komplizierter und Bedarf daher intensiveren Schulungen. Es gibt eine Vielzahl an praxisgerechten Formeln die bei der Mengenerrechnung verwendet werden können. Zusätzlich können Variablen für die Berechnungen vergeben werden. Es ist ein normgerechter Datenaustausch, nach ÖNORM A 2063 mittels Datenträgers möglich. Bei Projekten ohne 3D-Modell wird iTWO Baseline verwendet. Wird ein Projekt modellbasiert abgewickelt, kann iTWO 5D benutzt werden. Damit werden eine modellbasierte Ausschreibung, Vergabe und Abrechnung unterstützt.

3.9.3 ABK

Die ABK-Software wurde von der Firma ib-data GmbH entwickelt und ist eine datenbankbasierte Lösung für Projektmanagement, AVA, Kalkulation, Angebot und Abrechnung. Sie wird von zahlreichen – vor allem öffentlichen – Bauherren, Planern und Auftragnehmern verwendet. Die Softwarefirma ib-data GmbH arbeitet ständig an Verbesserungen und hat 2018 die aktuellste Version ABK 8 auf den Markt gebracht. Wenn Kunden bzw. Lizenznehmer einen Wartungsvertrag abschließen, haben sie die Möglichkeit kostenlos auf die neueste Version upzudaten. Viele Anwender nutzen diese Möglichkeit und verfügen dadurch immer über die aktuellsten Funktionen. Wie bei AUER Success werden dadurch verschiedene Versionen von ABK verwendet. Mit den Routinen der Software können die Abrechnungsmengen einfach ermittelt werden. Mengenerabrechnungen können in Aufmaßblättern oder Abrechnungsmengen in einer Kreuztabelle je Position und bei Bedarf je

Bauteil aufgenommen werden. Für die Mengenermittlung stehen zahlreiche Unterstützungsmöglichkeiten zur Verfügung. Für die Berechnungen können entweder Formeln aus dem Formelkatalog nach ÖNORM A 2063 oder freie Eingaben verwendet werden. Die Daten können bei dieser Softwarelösung im Format der ÖNORM A 2063 ausgetauscht werden. Es besteht die Möglichkeit wichtige Auswertungen wie Summenblätter oder Leistungsübersichten einfach zu erstellen. [32, 33]

3.10 Aufmaßblätter

Aufmaßblätter sind digital oder händisch verfasste Mengenermittlungen der zu verrechnenden Bauleistung im Zuge der Bauausführung. Durch die eigene berufliche Erfahrung und geführten Gespräche mit Auftragnehmern und Auftraggebern hat sich gezeigt, dass heute die Erstellung solcher Blätter hauptsächlich digital in diversen Abrechnungsprogrammen erfolgt. Meistens wird zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer für die Aufmaßblätter eines Bauvorhabens eine bestimmte Nummerierungsstruktur festgelegt. Hierbei verwendet man oft eine Kombination aus Zahlen und Buchstaben, die auf die jeweiligen Bauteile und Arbeitsbereiche, wie zum Beispiel Betonbau oder Erdbau, hinweisen. Die Nummerierung soll auf jeden Fall fortlaufend sein.

Der Titel sollte Auskunft über den Ort und die Art der Leistung geben und ist dahingehend sinnvoll zu wählen. Außerdem empfiehlt es sich, innerhalb eines Aufmaßblattes nur zusammenhängende Leistungen abzurechnen.

Neben der entsprechenden Nummerierung und dem Titel werden der Leistungs- und Abrechnungszeitraum der verrechneten Leistung in jedem Aufmaßblatt angegeben.

Erfolgen die Erstellung und der Austausch der Aufmaßblätter auf elektronischem Weg, so ist unbedingt die ÖNORM A 2063 zu beachten. In dieser Norm wird unter anderem ein Formelkatalog angeführt, der bei der Mengeneingabe verwendet werden kann und in den aktuell gängigen Abrechnungsprogrammen hinterlegt ist. Zusätzlich zu diesem Formelkatalog können freiformulierte Formeln und Variablen für die Mengenermittlung verwendet werden.

Genauere Festlegungen für die Aufmaßblätter werden meist in einem Abrechnungsstartgespräch zwischen dem AN und AG getroffen und in einem Protokoll festgehalten. Diese notwendigen Festlegungen werden im Kapitel 4.3 näher beschrieben.

Zusammenfassung

In den meisten Fällen basiert die Abrechnung eines Bauvorhabens auf Leistungspositionen, die in einem Leistungsverzeichnis ausgeschrieben werden. Häufig bedienen sich die Auftraggeber für die Erstellung des Leistungsverzeichnisses einer standardisierten Leis-

tungsbeschreibung. Für Auftragnehmer ermöglichen Standardleistungsbeschreibungen eine effiziente Angebotslegung und eine höhere Kalkulationssicherheit.

In den meisten Fällen erfolgt jedoch die Abwicklung von Bauvorhaben mittels Einheitspreisverträgen. Bei dieser Art von Verträgen werden die ausgeführten Leistungen nach den tatsächlich ausgeführten Mengen abgerechnet. Die Ermittlung dieser Mengen erfolgt entweder nach Planmaß oder nach Aufmaß.

Wie die Abrechnung von Bauleistungen zu erfolgen hat, wird in diversen ÖNORMEN geregelt. In der ÖNORM B 2110 wird unter anderem angegeben wie die Mengenermittlung zu erfolgen hat und welche Zahlungsfristen einzuhalten sind. Wird eine elektronische Abrechnung verwendet, müssen die Bestimmungen der ÖNORM A 2063 eingehalten werden. In den jeweiligen Werkvertragsnormen sind Abrechnungsregeln definiert, die prinzipiell dazu dienen die Abrechnung von komplexen Bauteilen zu vereinfachen. Zusätzlich zu den ÖNORMEN werden in den Vertragsbestimmungen und im Leistungsverzeichnis Festlegungen betreffend Abrechnung getroffen. Die in Österreich meist verwendeten Abrechnungsprogramme sind derzeit AUER Success, RIB iTWO und ABK. Bei allen Programmen handelt es sich um AVA-Softwarelösungen, die einen normgerechten Datenaustausch ermöglichen.

Die Mengenberechnungen erfolgen in Aufmaßblättern die mit diversen Abrechnungsprogrammen, die eine normgerechte Rechnungserstellung ermöglichen erstellt werden.

4 Prozessermittlung und -darstellung der konventionellen Bauabrechnung

Das folgende Kapitel widmet sich den aktuellen Prozessabläufen bei der Abrechnung von Bauleistungen im Zuge der baubetrieblichen Ausführung. Es werden die Standardprozesse beschrieben und grafisch mit der Modellierungssprache „Business Process Model and Notation“ (BPMN) in einem Flussdiagramm dargestellt. Unter einem Prozess wird eine Abfolge von untereinander abhängigen Tätigkeiten, die direkt einer am Prozess beteiligten Prozesseinheit zugeordnet ist verstanden. [20, 27]

Bei öffentlichen Auftraggebern werden die Leistungen der Örtlichen Bauaufsicht (ÖBA) entweder vom AG selbst oder von externen Auftragnehmern erbracht. Wird die Leistung einer Örtlichen Bauaufsicht vom Auftraggeber an einen externen Dienstleister vergeben, übernimmt dieser die Koordination und Überwachung vor Ort auf der Baustelle. Es wird daher in diesem Kapitel zwischen den Standardprozessen bei einer externen und internen ÖBA unterschieden. Die Grundlagen für die Prozessdarstellungen bei einer internen ÖBA wurden bei einem öffentlichen Auftraggeber im Infrastrukturbereich erhoben. Hier werden die Leistungen der ÖBA intern von erfahrenen Mitarbeitern erbracht.

Die aktuellen Prozessabläufe wurden auf Basis von Gesprächen mit Auftraggebern, Auftragnehmern, Planern und Örtlichen Bauaufsichten und durch eigene Erfahrung erhoben. Zusätzlich zu diesen Erhebungen diente der ASFINAG Abrechnungsleitfaden für Bauleistungen und Dienstleistungen, in welchem verschiedenen Abrechnungsprozesse dargestellt sind, als Grundlage für die Prozessermittlung und -darstellung. Der Prozessdarstellung bei den Wiener Linien wurden Gespräche mit Mitarbeitern und das interne Beschaffungshandbuch zu Grunde gelegt.

Bei der Ist-Erhebung stellte sich heraus, dass eine händische Erstellung von Aufmaßblättern bzw. der Rechnung heutzutage nicht mehr üblich ist. Die Aufmaßblätter werden in Abrechnungsprogrammen erstellt und bei der Rechnungslegung wird ein ÖNORM-Datenträger übergeben. Daher wird im Folgenden nur auf den Prozessablauf bei der elektronischen Abrechnungserstellung eingegangen.

Bei der Erstellung und Prüfung der Rechnung spielt die Nachvollziehbarkeit eine sehr wichtige Rolle. Die Aufmaßblätter und sonstigen Abrechnungsgrundlagen sind logisch und nachvollziehbar aufzubauen. Die Abrechnungsprüfung ist in jedem Fall zu dokumentieren, sodass Prüfschritte und Korrekturen durch Dritte nachvollziehbar sind. [1]

4.1 Prozessmodellierung mit BPMN

Business Process Model and Notation ist eine weltweit normierte Methode zur Prozessmodellierung. Mit BPMN lassen sich Arbeitsabläufe festlegen und grafisch in einem Flussdiagramm darstellen. Diese Methode wurde im Jahr 2002 von einem IBM³ Mitarbeiter entwickelt und wird seit 2006 als ein offizieller Standard der Object Management Group (OMG) veröffentlicht. Für die Erstellung der Prozessdiagramme wurde die aktuelle Version BPMN 2.0 verwendet und kann auf der Webseite der OMG heruntergeladen werden. [20, 27]

Bei dieser Modellierungssprache werden Ereignisse, Tätigkeiten und logische Verzweigungen durch Symbole und ihre Abfolge durch verschiedene Pfeile zwischen den Symbolen dargestellt. Mit den Pfeilen wird der Informationsfluss symbolisiert, daher werden sie auch als „Flüsse“ bezeichnet. Im Folgenden werden die für die Prozessdarstellungen verwendeten Symbole und Flüsse erläutert. [20, 27]

Pools und Lanes

Pools stellen die am Prozess beteiligten Geschäftseinheiten dar. Für jeden Geschäftsbereich ist ein eigener Pool anzulegen, der die Verantwortlichkeiten repräsentiert. Die Geschäftseinheiten können durch Lanes in verschiedene Organisationseinheiten bzw. Verantwortlichkeiten unterteilt werden. Diese Unterteilung wird in Abb. 4.1 dargestellt. [20, 27]

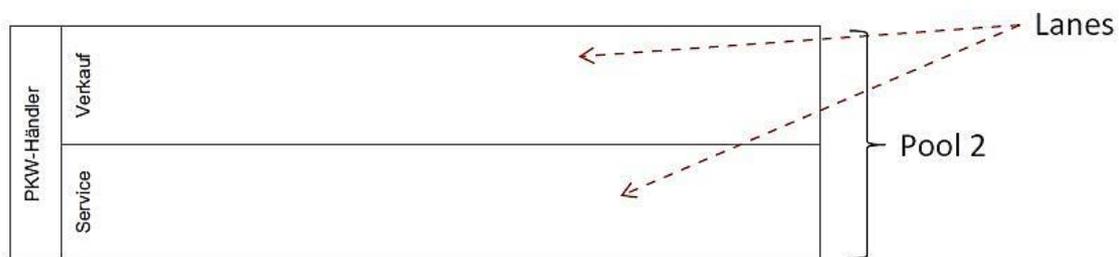


Abb. 4.1: Darstellung von Pools und Lanes im BPMN 2.0 [20]

Startereignisse

Es stehen verschiedene Symbole für Startereignisse zur Verfügung. Handelt es sich um ein nicht weiter definiertes Startereignis ist das Symbol ein unausgefüllter Kreis mit einfacher Randlinie. Der Start eines Prozesses kann nicht weiter definiert oder zeitlich bedingt sein. Weiters kann ein Prozess durch den Empfang einer Nachricht gestartet werden. Dargestellt werden die verschiedenen Symbole in Abb. 4.2. [20, 27]

³ International Business Machines Corporation (IBM) ist ein US-amerikanisches IT- und Beratungsunternehmen.



Abb. 4.2: Symbole für Startereignisse [27]

Aktivitäten

Als Aktivität wird eine Tätigkeit bzw. Aufgabe bezeichnet, die nicht weiter unterteilt werden kann. Dargestellt werden Aktivitäten wie in Abb. 4.3 ersichtlich durch ein abgerundetes Rechteck. [20, 27]



Abb. 4.3: Symbol für Aktivitäten [52]

Konnektoren

Die Informationsweitergabe zwischen Aktivitäten, Ereignissen, usw. werden durch Sequenz-, Nachrichtenflüsse und Assoziationen symbolisiert. Sequenzflüsse stellen die Abfolge von Aktivitäten dar. Nachrichtenflüsse symbolisieren die Informationsweitergabe zwischen verschiedenen Pools oder zwischen einem Pool und einer externen Einheit. Durch eine Assoziation lassen sich Aktivitäten mit Datenobjekte oder Datenspeicher verknüpfen. Dargestellt werden die Symbole von Konnektoren in Abb. 4.4. [20, 27]

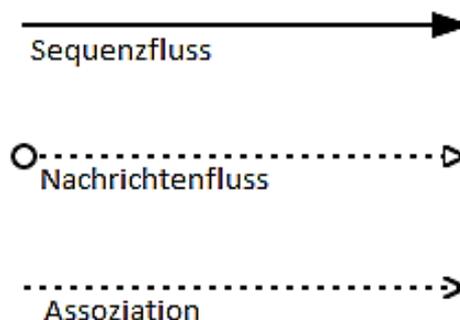


Abb. 4.4: Symbole für Konnektoren [52]

Nachricht-empfangendes Zwischenereignisse

Das in Abb. 4.5 dargestellte Symbol wird für Zwischenereignisse die durch den Empfang einer Nachricht gekennzeichnet sind verwendet. Eine Nachricht kann dabei nicht innerhalb eines Pools, sondern nur zwischen verschiedenen Pools versendet werden. Die Informationsweitergabe innerhalb eines Pools wird durch einen Sequenzfluss dargestellt. [27]



Abb. 4.5: Symbol für Nachricht-empfangendes Zwischenereignis [52]

Artefakte

Artefakte wie Datenobjekte, Datenspeicher oder IT-Systeme haben keinen Einfluss auf den Prozess, sondern dienen zur Information. Datenobjekte stellen Dokumente in Papier oder in Form einer elektronischen Datei dar. Ein Datenspeicher symbolisiert einen digitalen Speicherort. Durch eine Assoziation kann eine Aktivität mit einem IT-System verbunden werden und zeigt dabei eine im Prozess verwendete Software. [27]



Abb. 4.6: Symbole für Artefakte [52]

Gateways

Mit Hilfe von Gateways können Verzweigungen eines Prozessflusses oder Zusammenführungen von Prozessflüssen dargestellt werden. In den nachfolgenden Prozessdarstellungen werden exklusive und parallele Gateways verwendet, diese werden in Abb. 4.7 dargestellt. [27]



Abb. 4.7: Symbole für Gateways [52]

Ein exklusives Gateway stellt alternative Flüsse dar, wobei nur einer der ein- bzw. ausgehenden Flüsse weitergeleitet wird und entspricht somit einem „oder“. Bei einem verzweigenden exklusiven Gateway muss somit genau eine der Alternativen gewählt werden. Bei einem Zusammenführenden darf nur einer der ankommenden Flüsse eingehen. Ein paralleles Gateway hingegen entspricht einem „und“, wodurch ein Sequenzfluss in zwei oder mehr Flüsse geteilt werden kann. Bei einem zusammenführenden parallelen Gateway wird auf alle eingehenden Flüsse gewartet bevor der Prozess weiterläuft. [27]

Endereignis

Ein Endereignis hat einen eingehenden jedoch keinen ausgehenden Sequenzfluss und kennzeichnet das Ende eines Prozesses. Dargestellt wird ein Endereignis mit dem Symbol in Abb. 4.8. [27]



Abb. 4.8: Symbol für Prozessende [52]

4.2 Prozessbereich Abrechnung von Bauleistungen im Baubetrieb

Bei der Abwicklung von Bauvorhaben kommt es zu verschiedenen Prozessbereichen, wie der Ausschreibung und Bauausführung. Die Abrechnung von Bauleistungen stellt ebenfalls einen Prozessbereich dar. Die Abb. 4.9 zeigt, dass dieser mit der Durchführung eines Abrechnungsstartgesprächs beginnt. Anschließend daran findet die monatliche Abrechnung, ein monatliches Controlling und abschließend die Legung der Schlussrechnung statt. An dem gesamten Abrechnungsprozess von Abrechnungsstartgespräch bis zur Schlussrechnung sind sowohl Auftragnehmer als auch Auftraggeber und dessen Vertreter beteiligt. Der Fokus dieser Diplomarbeit liegt auf dem monatlichen Abrechnungsprozess, weshalb das Abrechnungsstartgespräch, das monatliche Controlling und die Schlussrechnung zwar beschrieben, aber auf eine ausführliche Prozessdarstellung und Erläuterung verzichtet wird. [27]

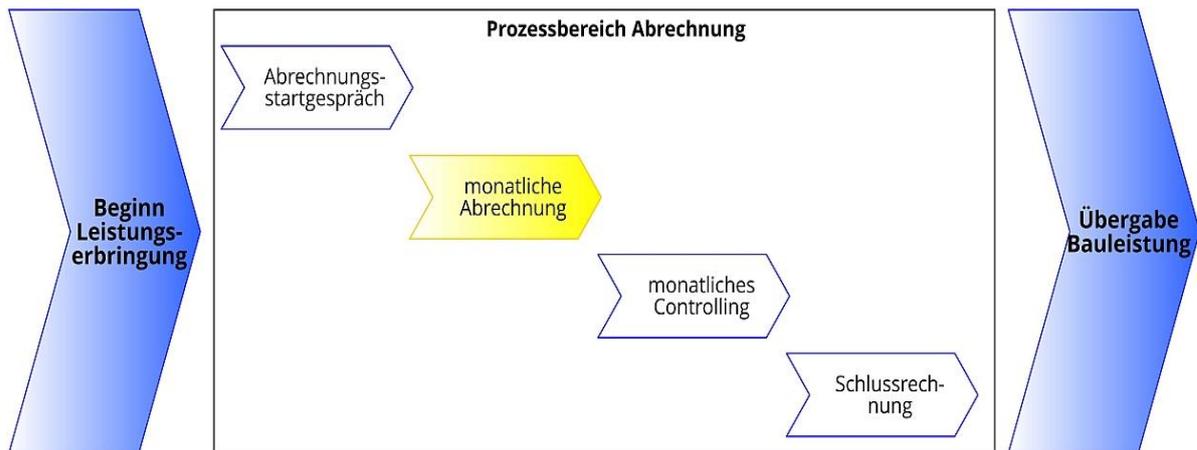


Abb. 4.9: Darstellung Prozessbereich Abrechnung

4.3 Abrechnungsstartgespräch

Vor Beginn der Bauarbeiten findet ein Abrechnungsstartgespräch zwischen den Beteiligten statt. Oft erfolgt dies im Zuge der Baueinleitung. Viele Auftraggeber nutzen dieses Gespräch, um den Auftragnehmer über die Vorgaben und Anforderungen, die bei der Abrechnung einzuhalten sind, aufzuklären. Im Abrechnungsstartgespräch werden einvernehmliche Festlegungen zwischen AN, ÖBA und AG getroffen. Diese sind über den gesamten Bauablauf hinweg konsequent beizubehalten und nur bei Zustimmung aller Vertragsbeteiligten abzuändern. Die wichtigsten Festlegungen betreffen folgende Punkte: [1]

- ◆ **Nummerierung der Aufmaßblätter und Abrechnungsgrundlagen:** Laut ÖNORM A 2063 kann die Aufmaßblattnummer bis zu 25 Zeichen lang sein und aus Zahlen und Buchstaben bestehen. Um die Übersichtlichkeit der Abrechnung zu gewährleisten, sollte die Nummerierung immer fortlaufend und lückenlos sein. Oft wird eine Kombination aus Zahlen und Buchstaben verwendet. Die Nummer des Aufmaßblattes gibt über die Zahlen- und Buchstabenkombination Auskunft über die enthaltenen Bauteile bzw. Arbeitsbereiche. Für Korrekturaufmaßblätter gibt es unterschiedliche Regelungen. In manchen Fällen werden sie numerisch fortlaufend in die Systematik eingegliedert und im Aufmaßblatttitel der Bezug zum ursprünglichen Blatt hergestellt. Eine andere Möglichkeit besteht darin, die Nummerierung des ursprünglichen Blattes zu übernehmen und durch ein „K“ zu ergänzen. Abrechnungsgrundlagen wie Beilagen (z. B.: Planausschnitte) und Feldaufnahmeblätter sind fortlaufend zu nummerieren. [1]
- ◆ **Aufbau von Aufmaßblättern:** Der Aufbau eines Aufmaßblattes muss logisch und nachvollziehbar sein. Am Beginn sind die verwendeten Abrechnungsgrundlagen anzugeben. Es empfiehlt sich in einem Aufmaßblatt nur Positionen von zusammengehörigen Leistungen abzurechnen. Der Titel ist so zu wählen, dass er

Auskunft über den Ort und die Art der Leistung gibt. Jedem Blatt ist ein Abrechnungs- und Leistungszeitraum zuzuordnen. [1]

- ◆ **Zeitlicher Ablauf zur Erstellung der abgestimmten Rechnung:** Es sind die Übergabezeitpunkte für die Abrechnungsbeilagen und Aufmaßblätter einvernehmlich festzulegen. Dabei ist darauf zu achten, dass für die Erstellung, die Prüfung und die Abstimmung der Unterlagen genügend Zeit zur Verfügung steht. Generell ist es üblich, dass während dem Abrechnungszeitraum die Unterlagen laufend abgestimmt werden oder es eine einmalige Abstimmung am Monatsende gibt. [1]
- ◆ **Abrechnungszeitraum:** Ist jener Zeitraum, in dem eine Leistung abgerechnet wird. In den meisten Fällen wird ein Monat als Abrechnungszeitraum festgelegt. Jedes Aufmaßblatt muss einem Abrechnungszeitraum zugewiesen werden.
- ◆ **Leistungszeitraum:** Als Leistungszeitraum wird jener Zeitraum bezeichnet, in dem die Leistung erbracht wird. In ÖNORM A 2063 ist festgelegt, dass dieser Zeitraum jeweils mit dem Letzten jedes Kalendermonats endet. Jeder Leistung und somit jedem Aufmaßblatt muss bei der Abrechnung ein Leistungszeitraum zugeordnet sein. [43]
- ◆ **Zuständige Personen:** Es ist schriftlich festzuhalten welche Personen für die Abrechnung zuständig sind. Des Weiteren ist von diesen Personen eine Unterschriftenprobe vorzulegen. [1, 3]
- ◆ **Vorlagen:** Wenn nicht bereits vorhanden werden gemeinsam Vorlagen für Feldaufnahmeblätter, Regieberichte und diverse andere Abrechnungsunterlagen festgelegt. [1, 3]

4.4 Standardprozesse bei externer ÖBA

Bei den angeführten Abläufen handelt es sich um Standardprozesse bei der Abrechnung von Bauleistungen. Generell ist hier anzumerken, dass vor allem bei kleineren bzw. Bauprojekten mit kurzer Bauzeit der Abrechnungsprozess oft vereinfacht erfolgt. Bei Bauvorhaben von öffentlichen Auftraggebern sind die erhobenen Abläufe in den meisten Fällen allerdings der Standard.

4.4.1 Prozessablauf für eine abgestimmte Rechnung

Von öffentlichen Auftraggebern wird häufig gefordert, dass die Abrechnung vor Rechnungslegung zwischen AN und Prüfer (AG oder dessen Vertreter) abgestimmt ist. Eine abgestimmte Rechnungslegung bedeutet, dass die erstellten Aufmaßblätter bereits vor Legung der Rechnung vom AN erstellt und mit dem Prüfer akkordiert werden. Herrscht bereits vor Rechnungslegung Einvernehmen betreffend Positionsnummer, Abrechnungs-

menge, Leistungszeitraum, Strukturierung des Aufmaßblattes usw. werden nachträgliche Korrekturen deutlich reduziert. Weitere Vorteile dieser Vorgehensweise sind der Schutz vor Überzahlung und die Zeitersparnis bei der Rechnungslegung und -prüfung. Dargestellt wird der Prozessablauf einer abgestimmten Rechnung in der nachfolgenden Abb. 4.10. Anschließend an die Abbildung werden die Prozessschritte beschrieben. [1]

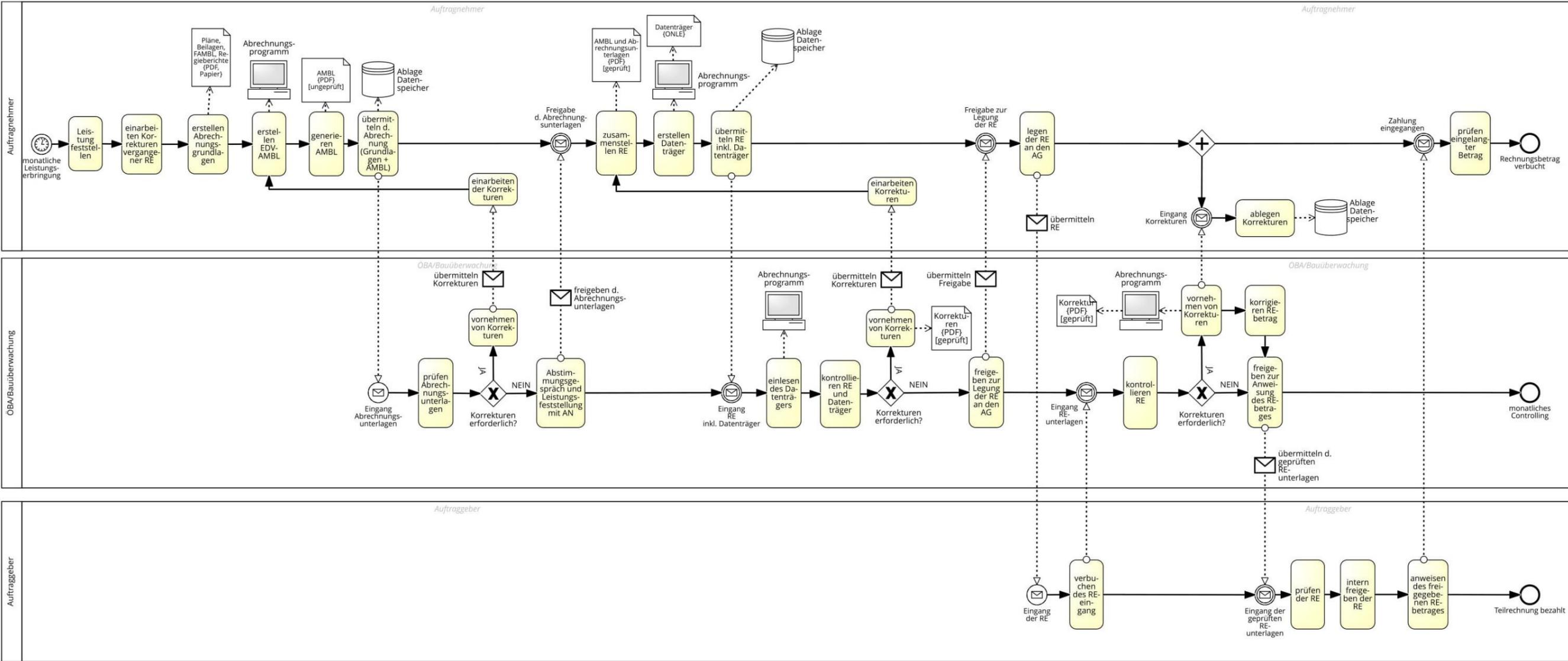


Abb. 4.10: Abrechnungsprozess abgestimmte Rechnung bei externer ÖBA

Leistungsfeststellung

In eine Abschlagsrechnung dürfen nur Leistungen abgerechnet werden, welche bereits erbracht wurden. Daher muss der AN vor der Erstellung der Unterlagen wissen, welche Leistungen im abzurechnenden Abrechnungszeitraum erbracht wurden bzw. noch erbracht werden. Um die Aufmaßblätter während dem Abrechnungszeitraum erstellen und abstimmen zu können, bedient sich der Abrechnungstechniker des AN oftmals dem Wochenprogramm. Damit wird festgestellt, welche Leistungen bis zum Ende des Abrechnungszeitraumes hergestellt werden und der Techniker erstellt für diese bereits vor Leistungserbringung die Aufmaßblätter. Sind die Leistungen am Ende der Abrechnungsperiode wider Erwarten nicht erbracht, wird das betreffende Aufmaßblatt nicht in die Rechnung aufgenommen. Daher findet nach Abstimmung und vor Rechnungslegung eine endgültige Leistungsfeststellung gemeinsam zwischen AN und ÖBA bzw. AG statt. [1, 45]

Erstellung der Abrechnungsgrundlagen

Der AN ist für die Erstellung der Abrechnungsgrundlagen verantwortlich. Als Grundlage für die Aufmaßblätterstellung dienen Pläne, Beilagen (z. B.: Planauszüge), Feldaufnahmeblätter, Regieberichte oder der Bauvertrag. Alle Abrechnungsgrundlagen werden in der Regel analog erstellt, unterschrieben, eingescannt und anschließend digital – häufig als PDF-Datei – übermittelt. Meist erfolgt erst bei der Übermittlung der Abschlagsrechnung oder bei der Schlussrechnung eine Übergabe der Abrechnungsgrundlagen in Papierform an die ÖBA bzw. an den AG. Die geprüften und abgestimmten Unterlagen sind allenfalls vom Prüfer gegenzuzeichnen. [1, 45]

- ◆ **Pläne und Beilagen:** Wie bereits erwähnt wird in vielen Fällen nach Planmaß abgerechnet. Dabei sind die letztgültigen Ausführungspläne heranzuziehen und die Planbezeichnung im Aufmaßblatt anzuführen. Fehlen in einem Plan notwendige Bemaßungen für die Aufmaßberechnung, können Planauszüge erstellt und die fehlenden Angaben ergänzt werden. Auszüge aus Besprechungsprotokollen oder aus anderen Dokumenten können als Beilage verwendet werden. Diese Beilagen sind mit einer, beim Abrechnungsstartgespräch festzulegenden, Nummerierung zu versehen und im Aufmaßblatt anzugeben. Es empfiehlt sich, die für die Abrechnung verwendeten Werte in den Abrechnungsplänen und in den Beilagen zu markieren, um eine eindeutige Zuordnung zu ermöglichen. Viele Auftragnehmer erstellen sogenannte Abrechnungspläne, in denen die betreffende Leistung des Aufmaßblattes dargestellt ist. [1]

- ◆ **Feldaufnahmeblätter (FAMBL):** sind für die Aufmaßermittlung keine Pläne vorhanden, können Naturaufnahmen herangezogen werden. Diese Naturaufnahmen werden in Form von Feldaufnahmen gemeinsam zwischen AN und AG bzw. ÖBA durchgeführt. Viele Auftraggeber stellen Vorlagen zur Verfügung. Abb. 4.11 zeigte eine solche Vorlage für ein Feldaufnahmeblatt. Das Bauvorhaben, falls vorhanden die Bestellnummer und der Auftragnehmer sind auf jeden Fall anzuführen, um eine eindeutige Zuordnung zu gewährleisten. Feldaufnahmeblätter müssen durchgehend nummeriert werden. Genauso wie bei anderen Beilagen ist hier darauf zu achten, dass keine Nummer doppelt vergeben wird. Um die abzurechnende Leistung einem Leistungs- und Abrechnungszeitraum zuordnen zu können, sind diese im FAMBL anzugeben. Damit eine Verbindung zum Aufmaßblatt hergestellt werden kann, sollte im FAMBL die Aufmaßblattnummer angegeben werden. Die abzurechnende Positionsnummer und die zugehörigen Pläne sind am FAMBL einzutragen. Zur Veranschaulichung können Fotos beigelegt werden. Nach erfolgter Aufnahme wird das Original von beiden Seiten unterzeichnet und verbleibt danach beim AG bzw. bei dessen Vertreter. [1]
- ◆ **Regieberichte:** Regieleistungen werden immer nach tatsächlichem Aufwand abgerechnet und müssen vorher beim Auftraggeber angemeldet und genehmigt werden. Das erfolgt in der Regel durch eine vorhergehende Regieanmeldung. Der tatsächliche Aufwand wird im Regiebericht dokumentiert und an den AG bzw. dessen Vertreter in regelmäßigen Abständen – meist wöchentlich – zur Gegenzeichnung bzw. Bestätigung übergeben. [1]
- ◆ **Bauvertrag:** Vor allem für die Verrechnung von zeitgebundenen Kosten befinden sich oft Angaben im Bauvertrag. Wenn diese die Grundlage für die Berechnung der verrechneten Mengen bilden, ist im Aufmaßblatt auf den jeweiligen Vertragstext hinzuweisen. [1]

4 Prozessermittlung und -darstellung der konventionellen Bauabrechnung

Bauvorhaben:		Auftragnehmer:	
Bestell-Nr.:		Leistungsmonat:	
(F E L D) A U F N A H M E B L A T T NR.:			
Bauteil:		Ort:	
Plan Nr.	Foto.	Pos. Nr.	
Verrechnet in AMBL: _____		AZ: _____	
Auftragnehmer: Datum und Unterschrift		Örtliche Bauaufsicht: Datum und Unterschrift	

Abb. 4.11: Vorlage für Feldaufnahmeblatt

Erstellen der (EDV)-Aufmaßblätter

Im Abrechnungsstartgespräch werden Festlegungen bezüglich dem Aufbau und der Nummerierung von Aufmaßblättern getroffen und bis zum Projektende konsequent eingehalten. Damit die Berechnungen prüfbar und nachvollziehbar sind, müssen die verwendeten Werte eindeutig auf den angegebenen Abrechnungsbeilagen wiederzufinden sein. Der zuständige Abrechnungstechniker des AN erstellt die Aufmaßblätter in einem elektronischen Abrechnungsprogramm. Für die Berechnung der Mengen können die im Programm hinterlegten Formeln der ÖNORM A 2063 oder freie Eingaben verwendet werden. Die Rechenergebnisse sind laut ÖNORM B 2114 auf drei Nachkommastellen zu runden. Sollten zwischen AN und AG andere Vereinbarungen getroffen werden, ist es in den Abrechnungsprogrammen möglich, die Ergebnisse auf mehr oder weniger Nachkommastellen zu runden. Abb. 4.12 zeigt ein Aufmaßblatt, erstellt im Abrechnungsprogramm AUER Success. In der obersten Zeile sind die Aufmaßblattnummer und der Titel angeführt. Jedem Aufmaßblatt ist rechts oben ein Abrechnungs- und Leistungszeitraum zugeordnet. Für die einzelnen Bauteile werden für eine bessere Zuordenbarkeit häufig Bauteilcodes (BTCODE) vergeben und in den Aufmaßblättern angegeben. Wird das Blatt im AUER Success als geprüft markiert, können darin nachträglich keine Änderungen durchgeführt werden. Jedes Aufmaßblatt muss vom AN und vom Prüfer unterschrieben werden, das erfolgt in der Regel erst nach erfolgter Abstimmung. Prinzipiell ist es möglich verschiedene Positionen wie Beton, Schalung und Bewehrung, eines Bauteils in einem Aufmaßblatt abzurechnen. Dabei empfiehlt es sich, wie in Abb. 4.12 dargestellt, alle Mengen einer Position untereinander zu berechnen, um damit die Übersichtlichkeit und Nachvollziehbarkeit zu garantieren.

Die erstellten Aufmaßblätter werden vom AN entweder in Papierform oder digital als PDF-Datei an den zuständigen Prüfer übermittelt. Die Übergabezeitpunkte sind zwischen AN und AG zu vereinbaren bzw. werden in den Vertragsbedingungen festgelegt. In vielen Fällen werden die Aufmaßblätter während des Abrechnungszeitraumes laufend übermittelt und geprüft. Dadurch sind die Unterlagen bereits am Ende des Abrechnungszeitraumes abgestimmt und es kann die Rechnung gelegt werden. Eine andere Vorgehensweise ist, dass der AN während der Abrechnungsperiode die Aufmaßblätter und Abrechnungsgrundlagen erstellt und dies gesammelt an einem vereinbarten Stichtag übergibt. Der Prüfer hat anschließend die Unterlagen innerhalb einer festgelegten Prüffrist zu prüfen und wieder an den AN zu übergeben. In vielen Fällen findet anschließend ein Abstimmungsgespräch zwischen Prüfer und AN statt. Danach kann der AN mit den abgestimmten Abrechnungsunterlagen die Rechnung legen. Durch diese Vorgehensweise verlängert sich die Vorfinanzierungszeit für bereits erbrachte Leistungen, was sich wiederum in höheren Bauzinsen widerspiegelt.

AUER - Die Bausoftware GmbH		Aufmaßblattnummer	Aufmaßblatttitel		
Positionsnummer	Positionstext	Leistungszeitraum		Ergebnis	EH
Aufmaßblatt 0004		Bodenplatte		Abrechnungszeitraum	
Übungsbeispiel - Abrechnung		BTCODE :	LZ : 001	AZ : 001	Geprüft : N
Einfamilienhaus					
Fundament- Sohlen und Bodenkonstr it PlanNr 5		abzurechnende Position		Abrechnungsmenge	
07 01 02 A	Sauberkeitsschicht C12/15				
	$((7,48+2*0,1)*(10,18+2*0,1))*0,1$	=		7,972	m3
	$((3,08+2*0,1)*(11,88-10,18))*0,1$	=		0,558	m3
	Summe Position Sauberkeitsschicht C12/15			8,530	m3
07 01 07 F	Beton Fundamentplatte C25/30 über 30-50cm				
	$((7,48)*(10,18))*0,35$	=		26,651	m3
	$((3,08)*(11,88-10,18))*0,35$	=		1,833	m3
	Summe Position Beton Fundamentplatte C25/30 über 30-50cm			28,484	m3
07 01 07 S	Seitliche Schalung Stb.Fundamentplatte				
	$(10,18+7,48+11,88+3,08)*0,35$	=		11,417	m2
	$((11,88-10,18)+(7,48-3,08))*0,35$	=		2,135	m2
	Summe Position Seitliche Schalung Stb.Fundamentplatte			13,552	m2
07 01 07 V	Bewehrung Stabstahl Stb.Fundamentplatte				
	28,484/0,35*10	;[Summ Pos. 070107F]/[d BP]*10kg/m2 =		813,829	kg
07 01 07 W	Bewehrung Matten Stb.Fundamentplatte				
	28,484/0,35*35	;[Summ Pos. 070107F]/[d BP]*35kg/m2 =		2.848,400	kg
07 01 81 B	AFB waagr.Fund/Bodenkonstr.25cm				
	$(7,48-2*0,1)+(10,18-2*0,1)+(11,88-2*0,1)$	=		28,940	m
	$(3,08-2*0,1)+(11,88-10,18)+(7,48-3,08)$	=		8,980	m
	Summe Position AFB waagr.Fund/Bodenkonstr.25cm			37,920	m

erstellt 28.04.2017	für den Auftragnehmer	geprüft	für den Auftraggeber
---------------------	-----------------------	---------	----------------------

Abb. 4.12: Aufmaßblatt erstellt im Abrechnungsprogramm AUER Success

Übergabe der Abrechnungsunterlagen

Je nachdem wie die Übergabe im Abrechnungsstartgespräch vereinbart wurde, sind die Aufmaßblätter inklusive alle notwendigen Abrechnungsgrundlagen für die Rechnungsabstimmung digital oder in Papierform an die ÖBA zu übergeben. Oft werden die Unterlagen während der Abrechnungsperiode als PDF-Dateien per E-Mail übermittelt. Bei manchen Bauvorhaben werden onlinebasierende Projektplattformen genutzt um die Unterlagen auszutauschen. [1]

Prüfung und Kontrolle der Abrechnungsunterlagen

Die ÖBA muss die übermittelten Aufmaßblätter auf inhaltliche und formale Vollständigkeit und Richtigkeit überprüfen. Im Aufmaßblatt müssen die Positionszuordnungen und Mengenerrechnungen geprüft und bei Fehlern korrigiert werden. In jedem Aufmaßblatt muss eine Abrechnungsgrundlage angeführt sein. [1]

Die angeführten und beigelegten Abrechnungsgrundlagen sind von der ÖBA zu prüfen. Wird in den Aufmaßblättern auf Ausführungspläne verwiesen ist sicherzustellen, dass es sich dabei um die letztgültigen Pläne handelt und die Leistung entsprechend dieser abgerechnet wurde. Beilagen und Planauszüge sind inhaltlich zu überprüfen. Werden externe Hilfsprogramme wie Excel oder AutoCAD verwendet, müssen von der ÖBA unabhängige Kontrollberechnungen durchgeführt und dokumentiert werden. [1]

Es empfiehlt sich die Anmerkungen und Korrekturen der ÖBA dem AN vor der Durchführung eines Abstimmungsgesprächs zu übermitteln. Somit kann sich der AN mit den Korrekturen auseinandersetzen und diese gegebenenfalls bereits einarbeiten. Fragen zu den Korrekturen können anschließend beim Abstimmungsgespräch geklärt werden.

Abstimmungsgespräch

Um die erstellten und geprüften Aufmaßblätter endgültig zwischen AN und ÖBA abzustimmen findet ein Abstimmungsgespräch statt, dabei sollen letzte Unklarheiten und Fragen aufgelöst werden. Generell ist es nicht empfehlenswert, ein Abstimmungsgespräch ohne vorherige Aufmaßblattprüfung durchzuführen. Die Prüfung durch die ÖBA sollte immer unabhängig erfolgen. Damit kann sichergestellt werden, dass eine nachvollziehbare Prüfung ohne zusätzliche Erklärungen des AN möglich ist und dadurch die Abrechnung durch unabhängige Dritte jederzeit nachvollziehbar und nachprüfbar ist.

Beim Abstimmungsgespräch erfolgt eine gemeinsame Leistungsfeststellung zwischen AN und ÖBA. In die Rechnung aufgenommen werden nur jene Leistungen, die während der Abrechnungsperiode hergestellt wurden. Können sich AN und ÖBA über den Inhalt eines Aufmaßblattes nicht einigen, ist dieses nicht in die Rechnung mitaufzunehmen. In die Rechnung dürfen demnach nur abgestimmte Aufmaßblätter, über deren kompletten Inhalt Einigkeit zwischen AN und ÖBA herrscht, aufgenommen werden. Bei einigen Auftragge-

bern wird die Rechnung in mehrere Teile unterteilt, so dass diese strittigen Aufmaßblätter einem eigenen Rechnungsteil zugeordnet werden können. Dadurch hat der AN die Möglichkeit, diese strittigen Leistungen in Rechnung zu stellen, sie werden aber vom AG grundsätzlich nicht vergütet. [1]

Abgestimmte Aufmaßblätter werden in der Regel vom AN und dem Prüfer gegengezeichnet.

Zusammenstellung der (Teil-)Rechnung

Sind alle Aufmaßblätter und zugehörigen Abrechnungsgrundlagen zwischen AN und ÖBA abgestimmt, kann die Rechnung zusammengestellt und der Rechnungsdatenträger erstellt werden. Der ÖBA sollten zu diesem Zeitpunkt, spätestens aber bei Rechnungslegung durch den AN, alle abgestimmten Aufmaßblätter inklusive der notwendigen Abrechnungsgrundlagen in Papier bzw. in digitaler Form vorliegen. [1]

Übermittlung der (Teil-)Rechnung und des Datenträgers

Nach erfolgter Abstimmung und Zusammenstellung der Rechnung ist diese zusammen mit dem Datenträger an die ÖBA zu übermitteln. [1]

Einlesen des Datenträgers, Rechnungsprüfung und Rechnungskorrektur

Für den elektronischen Datenaustausch zwischen AN und dem zuständigen Prüfer muss die ÖNORM A 2063 eingehalten werden, daher ist die Übermittlung eines ÖNORM-Datenträgers⁴ zwingend erforderlich. [43]

Nachdem der Prüfer den Datenträger eingelesen hat, muss der Rechnungsinhalt auf Übereinstimmung mit den abgestimmten Aufmaßblättern geprüft werden. [1]

Ist diese Übereinstimmung bei allen Blättern gegeben, wird die Rechnung an den AG weitergeleitet. Sollten Korrekturen notwendig sein, sind diese durch den Prüfer im „Korrekturmodus“ des Abrechnungsprogrammes vorzunehmen und schriftlich an den AN zu übermitteln. Der Anweisungsbetrag der Rechnung ist dahingehend zu korrigieren.

Bei einigen öffentlichen Auftraggebern wird hier optional noch ein weiterer Schritt eingeführt. Dabei hat der AN die Möglichkeit die Korrekturen einzuarbeiten, den Datenträger erneut zu übermitteln und erst anschließend erfolgt die Rechnungslegung an den AG. Diese Vorgehensweise kann dazu beitragen, dass weniger Korrekturaufmaßblätter erstellt werden müssen und eine bessere Übersichtlichkeit der Abrechnung gegeben ist. Es erfordert allerdings einen weiteren Prüfschritt der ÖBA nach Rechnungslegung.

Unabhängig von dieser Vorgehensweise muss der Prüfer die vorgenommenen Rechnungskorrekturen ausführlich begründen und dokumentieren, damit diese zu einem späte-

⁴ Datenträger der den Vorgaben der ÖNORM A 2063 entspricht.

ren Zeitpunkt, zum Beispiel bei Legung der Schlussrechnung, nachvollziehbar und prüfbar sind. Diese Dokumentation erfolgt zumeist direkt in den korrigierten Aufmaßblättern.

Nach erfolgter Prüfung werden von der ÖBA die Forderungsrechnung des AN, die Prüfrechnung der ÖBA und sämtliche Abrechnungsgrundlagen an den AG zur weiteren Prüfung und Anweisung übermittelt. Für die originale Forderungsrechnung des AN und für die Prüfrechnung der ÖBA sind die Abrechnungsdatenträger und die jeweiligen Summenblätter zu übermitteln. Häufig verlangen die Auftraggeber zusätzlich einen Mengenvergleich und aufbauend auf diesem eine voraussichtliche Massenentwicklung aller Positionen des Leistungsverzeichnisses. Diese Mengenprognosen dienen als Grundlage für eine Kostenverfolgung bzw. Kostenprognose. [1]

Einarbeitung der Korrekturen durch den AN

Die vorgenommenen Korrekturen der ÖBA müssen vom AN in der Folgerechnung eingearbeitet werden. Dies erfolgt in der Regel im folgenden Abrechnungszeitraum durch die Erstellung eines Korrekturaufmaßblattes. In diesen Fällen darf im bestehenden Blatt keine Änderung mehr durchgeführt werden. Häufig werden die betroffenen Aufmaßblätter in der Folgerechnung durch Anlegen von Korrekturaufmaßblättern zuerst auf „0“ gesetzt und anschließend die korrigierten Leistungen in neuen Blättern verrechnet. Im Korrekturaufmaßblatt werden die gleichen Mengen, mit entgegengesetztem Vorzeichen, des ursprünglichen Aufmaßblattes verrechnet. Damit wird die Menge der verrechneten Leistung auf „0“ gesetzt. Für einen besseren Überblick empfiehlt es sich, nicht nur die korrigierte Leistung, sondern das komplette Aufmaßblatt auf „0“ zu setzen und anschließend im neuen Aufmaßblatt die richtigen Mengen abzurechnen. Die beiden neu erstellten Aufmaßblätter müssen demselben Leistungszeitraum zugeordnet werden wie das ursprüngliche Aufmaßblatt.

Um eine doppelte Korrektur zu vermeiden, müssen vom AN übernommene Korrekturen im „Korrekturmodus“ des Abrechnungsprogramm der ÖBA entfernt werden. [1]

Rechnungsprüfung, -freigabe und Anweisung durch den AG

Nachdem die Rechnungsprüfung der ÖBA abgeschlossen ist, wird die Rechnung samt den durchgeführten Korrekturen und Anmerkungen der ÖBA an den AG weitergeleitet. Üblicherweise wird die Rechnung vom AG geprüft und anschließend zur Anweisung freigegeben.

Eingangsprüfung durch den AN

Der eingelangte Betrag wird vom AN geprüft und verbucht. Damit ist die Leistungserbringung für die in diesem Leistungszeitraum erbrachte Leistung abgeschlossen. In seltenen Fällen kommt es zu einem späteren Zeitpunkt zu Korrekturen von Aufmaßblättern aus

vergangenen Abrechnungszeiträumen. Ist dies der Fall, muss der AN die Korrekturen, wie oben beschrieben, in der Folgerechnung einarbeiten. Der monatliche Abrechnungsprozess ist mit der Bezahlung und anschließenden Eingangsprüfung beendet.

4.4.2 Prozessablauf für eine nicht abgestimmte Rechnung

Bei einigen Bauvorhaben findet vor Rechnungslegung keine Abstimmung der Aufmaßblätter und Abrechnungsgrundlagen statt. Diese Art der Abrechnung erfolgt in den meisten Fällen bei Bauvorhaben mit kurzer Bauzeit oder geringem Umfang. Dabei entfällt der komplette Abstimmungsprozess während der Abrechnungsperiode und verkürzt somit den Prozess. Dadurch kann der Abrechnungsprozess zwar vereinfacht dargestellt werden, es kommt allerdings zu anderen Herausforderungen die anschließend erläutert werden. In der Abb. 4.13 wird der Prozessablauf bei einer nicht abgestimmten Rechnung grafisch dargestellt. [1]

Im Unterschied zum Prozessablauf einer abgestimmten Rechnung findet hier vor Rechnungslegung an den AG zwischen den Projektbeteiligten keine Abstimmung der Unterlagen statt. Der AN erstellt die Abrechnungsunterlagen und EDV-Aufmaßblätter, arbeitet die Korrekturen der vorangegangenen Abrechnungsperiode ein und legt die Rechnung an den AG. Es werden sämtliche Abrechnungsunterlagen wie Beilagen, Feldaufnahmeblätter und Regiescheine beigelegt und ein ÖNORM-Datenträger übermittelt. Anschließend verbucht der AG den Rechnungseingang und übergibt die eingelangte Rechnung inklusive aller Unterlagen und des Datenträgers an die ÖBA zur Prüfung. Die ÖBA muss die übermittelten Aufmaßblätter und Abrechnungsgrundlagen auf inhaltliche und formale Vollständigkeit und Richtigkeit überprüfen. Sollten Korrekturen notwendig sein, sind diese durch den Prüfer im „Korrekturmodus“ des Abrechnungsprogrammes vorzunehmen und schriftlich an den AN zu übermitteln. Der Anweisungsbetrag der Rechnung ist dahingehend zu korrigieren. Die vorgenommenen Korrekturen der ÖBA müssen vom AN in der Folgerechnung eingearbeitet werden. Dabei ist das korrigierte Aufmaßblatt durch Anlegen eines Korrekturaufmaßblattes auf „0“ zu setzen und anschließend die korrigierte Leistung in einem neuen Aufmaßblatt zu verrechnen.

Dieser Prozessablauf und die fehlende Abstimmung zwischen AN und AG führen häufig zu Korrekturaufmaßblättern, worunter die Übersichtlichkeit der gesamten Abrechnung leidet. Besonderes Augenmerk ist daher auf die im Kapitel 4.3 beschriebene Nummerierung bzw. Betitelung des Korrekturaufmaßblattes zu legen.

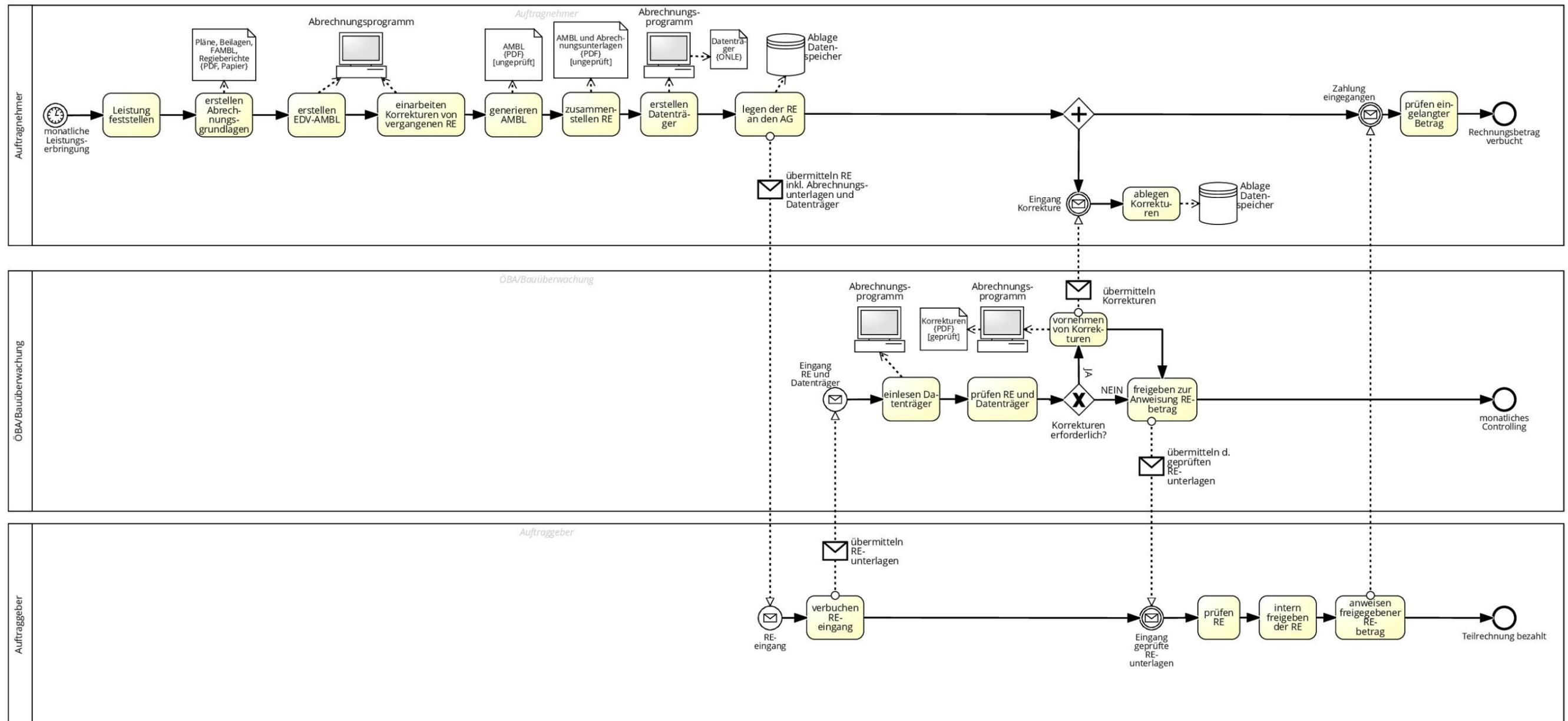


Abb. 4.13: Abrechnungsprozess nicht abgestimmte Rechnung bei externer ÖBA

4.5 Standardprozesse bei interner ÖBA

Die Standardprozesse bei Auftraggebern mit einer internen ÖBA wurden beispielhaft bei den Wiener Linien erhoben. Die Wiener Linien GmbH & Co KG ist ein Verkehrsunternehmen in der Bundeshauptstadt Wien welches das öffentliche Verkehrsnetz baut und betreibt. Die Wiener Linien sind damit einer der größten Arbeitgeber in Wien. [56]

4.5.1 Prozessablauf für eine abgestimmte Rechnung

Prinzipiell stimmt der momentane Ist-Abrechnungsprozess für Bauleistungen bei den Wiener Linien mit dem Prozessablauf einer abgestimmten Rechnung überein. Die Wiener Linien beauftragen wie einige andere öffentliche Auftraggeber keine externe ÖBA, sondern übernehmen selbst die Bauaufsicht. Zusätzlich gibt es bei den Wiener Linien eine Fachdienststelle für Kollaudierung. Unter Kollaudierung wird hier die laufende Begleitung des Beschaffungsvorgangs von der Ausschreibungsvorbereitung über die Ausschreibung bis hin zur Vertragsabwicklung verstanden. Das heißt, die Beschaffung bei den Wiener Linien liegt in der Kompetenz der zuständigen Abteilung, vertreten durch einen zuständigen Mitarbeiter und wird bei vielen Bauvorhaben zusätzlich durch einen Mitarbeiter der Fachdienststelle für Kollaudierung begleitet. [56]

Der Auftraggebervertreter (AGV) ist jener Mitarbeiter der Wiener Linien, der innerhalb der beauftragenden Abteilung für die Vergabe der zu beschaffenden Leistung und die Abwicklung des dazugehörigen Vertrages zuständig ist. Unterstützt wird der AGV in den meisten Fällen durch einen Werkmeister, der vermehrt auf der Baustelle ist und dort die Aufsichtstätigkeiten übernimmt. [56]

In Abb. 4.14 wird der aktuelle Abrechnungsprozess bei Bauvorhaben der Wiener Linien, inklusive der internen Prozessschritte dargestellt. Da der Prozess in einigen Punkten dem Prozess der abgestimmten Rechnung ähnelt, wird anschließend vermehrt auf die Besonderheiten eingegangen.

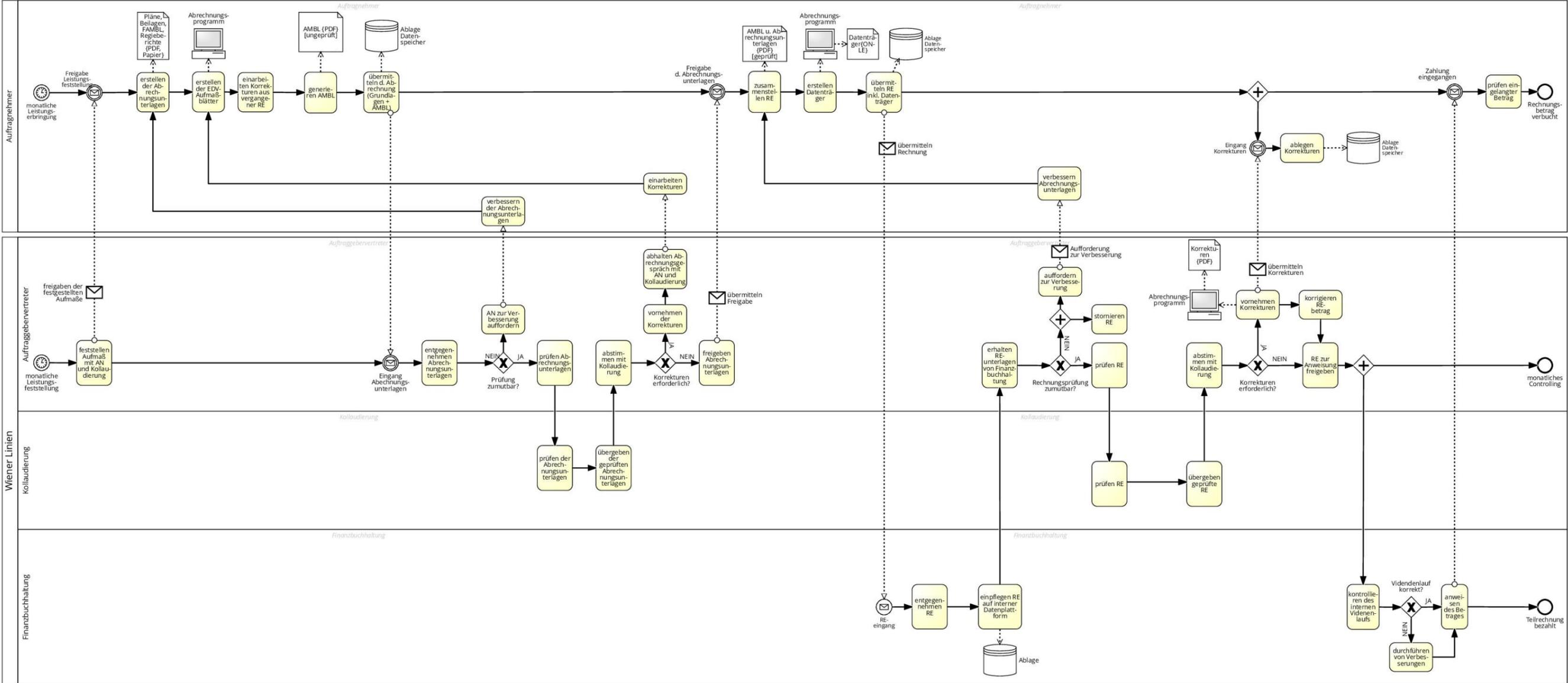


Abb. 4.14: Abrechnungsprozess abgestimmte Rechnung bei interner ÖBA

Abrechnungsstartgespräch

Bei den Wiener Linien findet in der Regel vor Beginn der Bauarbeiten eine Baueinleitung und im Zuge dieser ein Abrechnungsstartgespräch zwischen den Beteiligten statt. Meist werden bereits in den Vertragsbestimmungen Festlegungen für die Abrechnung getroffen und im Abrechnungsstartgespräch noch einmal durchgesprochen. Die wichtigsten Festlegungen für die Abrechnung betreffen die bereits in Kapitel 4.3 erläuterten Themen. Den Verträgen der Wiener Linien liegt nicht die ÖNORM B 2110 zu Grunde, sondern eigens von den Wiener Linien verfassten Vertragsbestimmungen. Diese enthalten Wiener-Linien-spezifische Änderungen die beispielsweise die Fristen der Rechnungslegung betreffen.

Aufmaßfeststellung durchführen

Laut den Richtlinien der Wiener Linien hat die Aufmaßfeststellung entweder nach Planmaß oder nach Aufmaß zu erfolgen. Die Feststellungen nach Aufmaß haben gemeinsam durch den AN, AGV sowie einem Mitarbeiter der Kollaudierungsdienststelle zu erfolgen. Die Aufmaßfeststellungen sind in Feldaufnahmeblättern zu dokumentieren und bei Anerkennung von allen Beteiligten (AN, AGV und Mitarbeiter Kollaudierung) zu unterfertigen. Das Original verbleibt beim AGV. In folgenden Fällen ist es gestattet die Aufmaßfeststellungen durch den AGV und den Mitarbeiter der Kollaudierung ohne AN durchzuführen: [54]

- ◆ bei Gefahr in Verzug,
- ◆ zur Abwendung eines gravierenden Nachteils und
- ◆ bei Säumigkeit des Auftragnehmers.

Regieleistungen werden nach tatsächlich festgestelltem Aufwand abgerechnet. Vorab ist für die Durchführung einer Regieleistung eine Regieanmeldung erforderlich. Der tatsächliche Aufwand muss vom AN mittels Regiescheinen dokumentieren und dem AGV und Kollaudierungsmitarbeiter zur Prüfung vorgelegt werden. Die geprüften Regiescheine bilden später die Grundlage für die Abrechnung. In vielen Fällen ist entweder der AGV oder der zuständige Werkmeister bei der Erbringung von Regieleistungen anwesend. Ist dies nicht der Fall, hat die Prüfung der Regiescheine durch nachträgliche Plausibilisierung zu erfolgen. [54]

Erstellung der Abrechnungsunterlagen und Übermittlung

Auf Grundlage der Aufmaßfeststellungen erstellt der AN die Abrechnungsunterlagen und Aufmaßblätter und übergibt sie zur Prüfung an den AGV und Mitarbeiter der Kollaudierung. [54]

Abrechnungsunterlagen prüfen

Wird durch den AGV festgestellt, dass die Prüfung der Unterlagen, zum Beispiel auf Grund von fehlenden Unterlagen, nicht zumutbar ist wird der AN vom ihm aufgefordert die vorgelegten Abrechnungsunterlagen zu verbessern bzw. zu ergänzen. [55]

Die gesamten übermittelten Abrechnungsunterlagen sind vom AGV und vom Mitarbeiter der Kollaudierung auf inhaltliche Vollständigkeit und Richtigkeit zu überprüfen. Des Weiteren müssen die Positionszuordnungen und Mengen auf Nachvollziehbarkeit geprüft werden. Prinzipiell ist es vorgesehen, dass der AGV und der Kollaudierungsmitarbeiter die Prüfung der Unterlagen unabhängig voneinander durchführen, sie sich allerdings betreffend Korrekturen abstimmen. In der Praxis erfolgt die Prüfung jedoch oft gemeinsam, um dadurch Unklarheiten schneller beseitigt zu können. Häufig wird der AGV bei der Prüfung der Unterlagen vom zuständigen Werkmeister unterstützt, da dieser während der Leistungserbringung auf der Baustelle anwesend ist. [55]

Kommt es durch den AGV oder Mitarbeiter der Kollaudierung zu Korrekturen, so sind diese dem AN nachweislich mitzuteilen. Bei den meisten Projekten beträgt die Prüffrist der Abrechnungsunterlagen 30 Tage. Der AN hat anschließend die Unterlagen gemäß den Korrekturen zu verbessern bzw. zu ergänzen. Strittige Aufmaßblätter bzw. Positionen sind in einem Abrechnungsgespräch zu klären. [55]

Abrechnungsgespräch führen

Strittigen Themen, wie zum Beispiel die richtige Positionszuordnung, und allenfalls auftretende Fragen werden zwischen dem AGV, Kollaudierungsmitarbeiter und AN im Abrechnungsgespräch geklärt. Werden sich die Beteiligten nicht einig, werden die strittigen Aufmaßblätter oder Positionen nicht zur Abrechnung freigegeben und nicht in die Rechnung mitaufgenommen. Werden die strittigen Themen vom AN trotzdem in Rechnung gestellt, sind sie vom AGV zu streichen. Erst wenn Einigung herrscht, kann der AN die strittigen Themen erneut in eine Rechnung aufnehmen. [55]

Rechnung legen

Herrscht Einigkeit über die Abrechnungsunterlagen und konnten strittige Themen im Vorfeld ausgeräumt werden, erfolgt die Freigabe und der AN kann die Rechnung an die Wiener Linien legen. [55]

Rechnung entgegennehmen

Abschlags-, Teilschluss- und Schlussrechnungen sind an die Finanzbuchhaltung der Wiener Linien zu legen, diese werden dort entgegengenommen und eingebucht. Die eingelangte Rechnung wird anschließend über eine Datenplattform an den zuständigen AGV zur weiteren Bearbeitung weitergeleitet. [55]

Rechnungsprüfung

Nach Einlagen der Rechnung hat der AGV diese auf Vollständigkeit aller Unterlagen zu prüfen. Sind die Rechnungsunterlagen unvollständig so kann der AGV mit der Prüfung fortfahren und die fehlenden Teile zeitgleich beim AN nachfordern. Für den Fall, dass die Rechnung nicht prüfbar ist, wird diese sofort storniert und der AN aufgefordert die Rechnung in prüffähiger Form vorzulegen. [55]

Laut den Richtlinien der Wiener Linien hat die Prüfung der Rechnung durch den AGV nach folgenden Punkten zu erfolgen:

- ◆ Inhaltliche und formale Vollständigkeit und Richtigkeit
- ◆ Positionsprüfung (Positionszuordnungen)
- ◆ Mengenprüfung (korrekte Mengenermittlung)
- ◆ Prüfung ob die verrechnete Leistung in der vorgeschriebenen Qualität erbracht wurde
- ◆ Prüfung ob die Rechnungskorrekturen eingepflegt wurden
- ◆ Entgegennahme und Prüfung des Abrechnungsdatenträgers
- ◆ Prüfung ob die rechnerische Richtigkeit gegeben ist
- ◆ Kontrolle der richtigen Kontierung der Rechnung

Kommt es zu Korrekturen, müssen diese dem AN nachweislich mitgeteilt werden. Ist es innerhalb der Zahlungsfrist möglich die Korrekturen einzuarbeiten so sind diese unter Beachtung des vereinbarten Zahlungsziels durchzuführen. Wenn dies nicht möglich ist, wird der Rechnungsbetrag entsprechend den vorgenommenen Korrekturen gekürzt und anschließend durch den Anweisungsberechtigten (Abteilungsleiter oder bevollmächtigter Projektverantwortlicher) zur Zahlung freigegeben. [55]

Nach Prüfung und Freigabe der Rechnung erfolgt durch den AGV ein Projektcontrolling, welches ein Reporting, Aktualisierungen der Daten und Prognosen betreffend Bauzeit und Kosten enthält. [55]

Rechnung begleichen

Die Buchhaltung der Wiener Linien überprüft, ob die notwendigen Freigaben erteilt und der Videndenlauf⁵ eingehalten wurde. Nach erfolgter Prüfung und durchgeführter Korrekturbuchungen wird der Rechnungsbetrag durch die Buchhaltung freigegeben und der Betrag per Überweisung beglichen. [55]

⁵ Die Rechnung ist von mehreren Stellen freizugeben. Der Videndenlauf gibt an welche Stelle die Rechnung freigegeben und mit einer Unterschrift genehmigt hat.

4.5.2 Prozessablauf für eine nicht abgestimmte Rechnung

Bei einigen Auftraggebern findet vor Rechnungslegung keine Abstimmung statt. Ab den neuen Bauvorhaben des Linienkreuzes der U2xU5 wird der Abrechnungsprozess bei den Wiener Linien ebenfalls so angepasst, dass es in Zukunft keine vorabgestimmte Rechnung mehr geben wird. Die Rechnung wird zukünftig ohne vorangehende Abstimmung gelegt und erst im Anschluss daran die Rechnungsprüfung durch die zuständige Fachabteilung und die Kollaudierung durchgeführt.

Dieser Abrechnungsprozess wird in den Abb. 4.15 dargestellt. Im Anschluss daran werden die Unterschiede zum derzeitigen Ist-Prozess erläutert.

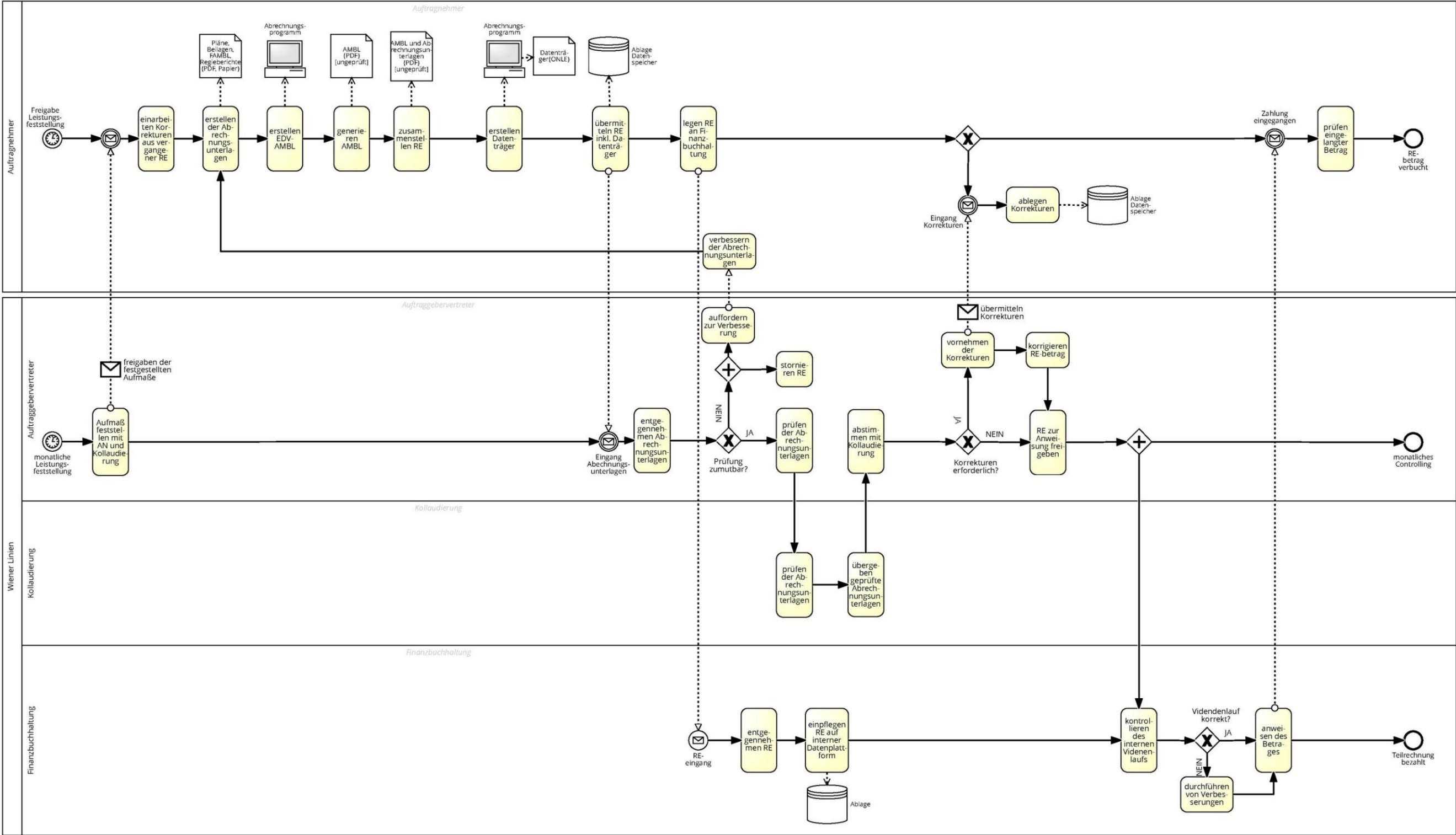


Abb. 4.15: Abrechnungsprozess nicht abgestimmte Rechnung bei interner ÖBA

Unterschiede zum Ist-Prozess

Wie bereits erwähnt findet beim neuen Abrechnungsprozess vor Rechnungslegung keine Abstimmung statt. Genau wie beim derzeitigen Ist-Prozess wird zu Beginn des Bauvorhabens ein Abrechnungsstartgespräch geführt, um die Grundlagen der Abrechnung festzulegen. Vorgaben betreffend die Rechnungslegung und Aufmaßerstellung sind in den Vertragsbestimmungen der Wiener Linien, die sich an der ÖNORM B 2110 anlehnen, festgelegt. Bei der gemeinsamen Aufmaßfeststellung soll sich zukünftig nichts ändern, da die Anwesenheit beider Vertragspartner dabei unabdingbar ist. Nach erfolgter Feststellung der Aufmaße werden die Abrechnungsunterlagen und die darauf aufbauenden EDV-Aufmaßblätter in einem Abrechnungsprogramm vom AN erstellt. Der AN stellt die Rechnung inklusive aller Abrechnungsunterlagen zusammen, generiert einen ÖNORM-Datenträger und legt die Rechnung an die Finanzbuchhaltung der Wiener Linien. Zusätzlich zur elektronischen Rechnungslegung an die Finanzbuchhaltung, erfolgt die Übermittlung der Rechnung inklusive sämtlicher Abrechnungsbeilagen an den zuständigen Mitarbeiter der Fachabteilung. Bei den Bauabschnitten des Linienkreuzes U2xU5 wird ein Planserver eingerichtet, auf dem eine digitale Ablage der Rechnungsunterlagen erfolgt. Die Rechnung wird von der Finanzbuchhaltung in die interne Datenplattform der Wiener Linien eingepflegt. Anschließend erfolgt die Rechnungsprüfung durch den AGV und den Mitarbeiter der Kollaudierung. Die festgestellten Korrekturen werden digital und nachweislich an den AN übermittelt. Des Weiteren muss der AGV die Korrekturen im Korrekturmodus des Abrechnungsprogramms eingeben und dem AN einen Korrekturdatenträger übermitteln. Der AGV hat die geprüfte Rechnung elektronisch freizugeben und den Anweisungsbetrag entsprechend den vorgenommenen Korrekturen anzupassen. Werden die vom AG vorgenommenen Korrekturen seitens des AN nicht anerkannt, so hat der AG die Korrekturen schriftlich nachvollziehbar zu begründen und aus der aktuellen Rechnung zu streichen. Bei strittigen Positionen und Mengen tritt keine Fälligkeit und somit kein Anspruch auf Verzugszinsen ein. Erst nach Einigung über die strittigen Positionen ist der AN berechtigt über den nun unstrittigen Betrag erneut eine Rechnung zu legen. Kommt es zwischen den Beteiligten vor Ort zu keiner Einigung, wird im ersten Schritt vom AGV eine interne Stellungnahme eingeholt. Akzeptiert der AN diese nicht wird eine externe Stelle mit der Schlichtung beauftragt. Die Ergebnisse der externen Stelle sind vom AGV und AN zu akzeptieren und in die nächste Abrechnung zu übernehmen. [58]

4.6 Weitere Prozesse der Abrechnung

Anschließend wird kurz der Prozess des monatlichen Controllings und der Schlussrechnung erläutert.

4.6.1 Monatliches Controlling

Seitens des AN und der ÖBA wird monatlich ein Controlling durchgeführt. Dabei werden für Mengen und Kosten Soll-Ist-Vergleiche erstellt. Es können Kosten- und Mengenprognosen erstellt und damit Aussagen, über die kostenmäßige Entwicklung der Baustelle getroffen werden. [38]

4.6.2 Schlussrechnung

Sind alle Leistungen des Auftrages abgeschlossen und abgenommen so kann die Schlussrechnung gelegt werden. Diese berücksichtigt alle vorangegangenen Abschlagsrechnungen und hat eine erneute Prüfung der Abrechnungsunterlagen zur Folge. Der Aufwand für die Schlussrechnung kann wesentlich reduziert werden, wenn bereits die Teilrechnungen „schlussrechnungsfähig“ abgestimmt wurden.

4.7 Schnittstellen der konventionellen Bauabrechnung

Wie die Standardprozesse zeigen, gibt es zahlreiche digitale und analoge Schnittstellen zwischen Auftragnehmer, Auftraggeber und ÖBA. Bereits vor Beginn der Abrechnung werden dem AN oftmals durch die ÖBA oder den AG Vorlagen für Feldaufnahmeblätter, Regieberichte usw. digital übermittelt. Feldaufnahmeblätter werden in der Regel gemeinsam zwischen den Beteiligten aufgenommen, händisch ausgefüllt und abschließend vom AN und AG bzw. dessen ÖBA unterfertigt. Die Originale verbleiben immer beim AG oder dessen Vertreter. Meist wird im Anschluss an die Begehung das Feldaufnahmeblatt eingescannt, als PDF abgespeichert und per E-Mail an den AN übermittelt. Eine andere Möglichkeit besteht darin, dass der AN eine Kopie in Papierform bekommt. Theoretisch funktionieren diese Abläufe gut, in der Praxis sieht das allerdings meist anders aus. Oft nimmt der AN das Original mit, um Informationen wie Positionsnummern, Aufmaßblattnummer usw. zu ergänzen und übergibt es erst anschließend zur Unterschrift an die ÖBA. Hierbei vergeht häufig viel Zeit oder es kommt vor, dass das ausgefüllte Feldaufnahmeblatt verloren geht. Viele Abrechnungstechniker behelfen sich damit, dass sie bereits im Vorfeld das Feldaufnahmeblatt ausfüllen, Skizzen anfertigen, aufmessen und direkt auf der Baustelle diese Werte gemeinsam mit der ÖBA kontrollieren und ergänzen. So enthält das Feldaufnahmeblatt alle notwendigen Informationen, erkennbare Skizzen und kann direkt an die ÖBA übergeben werden. Eine weitere Schnittstelle besteht später bei der Übergabe der Abrechnungsunterlagen und Aufmaßblätter. In den meisten Fällen werden die händisch angefertigten Regiescheine, Feldaufnahmeblätter und Beilagen eingescannt, digital als PDF-Datei abgespeichert und entweder an die ÖBA per E-Mail versendet oder auf eine Projektplattform hochgeladen. Für die EDV-Aufmaßblätter werden PDF-Dateien generiert und verschickt bzw. hochgeladen. Wenn diese Dateien groß sind können sie

nicht in einer E-Mail versendet werden, sondern werden auf mehrere E-Mails aufgeteilt oder mit einem USB-Stick übergeben. Ein weiteres Problem stellt oft die Qualität bzw. Lesbarkeit der eingescannten Dokumente dar. Nachdem der Prüfer die Unterlagen geprüft hat, scannt er sie meist erneut und übermittelt sie als PDF-Dateien an den AN retour, wodurch die Qualität und Lesbarkeit sich weiter verschlechtert. Anschließend erfolgt die Erstellung der Rechnung und des Datenträgers durch den AN, diese werden in der Regel digital an den Prüfer übermittelt. Hierbei handelt es sich meist um große Datenmengen, die wieder per E-Mail verschickt oder per USB-Stick übergeben werden. Bei umfangreichen Bauvorhaben sind in den ÖNORM-Datenträgern viele Aufmaßblätter enthalten. Dadurch kommt es beim Einspielen des Datenträgers häufig zu Problemen. Verwenden AN und AG verschiedene elektronische Abrechnungsprogramme kommt es häufig zum Verlust von Daten. Es kann des Weiteren vorkommen, dass Daten nicht richtig bzw. vollständig übernommen werden, daher muss der eingespielte Datenträger genau geprüft, abgeglichen und eventuell händisch nachbearbeitet werden.

4.8 Herausforderungen der konventionellen Bauabrechnung

Unabhängig davon, ob der Abrechnungsprozess abgestimmt oder nicht abgestimmt stattfindet, verlaufen die aktuellen Prozessabläufe nicht immer problemlos. Der derzeitige Prozess ist, wie die Prozessdarstellung bereits erahnen lässt, mit einem erheblichen Aufwand für alle Beteiligten verbunden. Die Erstellung der Abrechnungsunterlagen und Aufmaßblätter nimmt viel Zeit in Anspruch, weshalb der AN bei größeren Bauvorhaben gezwungen ist, einen eigenen Abrechnungstechniker auf der Baustelle zu beschäftigen. Häufig wird auf der Seite der ÖBA ein Techniker ausschließlich für die Abrechnung eingesetzt, um die umfangreiche Prüfung und Korrektur der Unterlagen durchführen zu können. Dadurch erhöhen sich die Personalkosten und damit verbunden die Baukosten für den AG. Bei Baustellen, ohne eigens für die Abrechnung zuständiges Personal kann der Erstellung und Prüfung der Abrechnungsunterlagen nicht genug Zeit gewidmet werden. Dies führt dazu, dass die Abrechnung nicht nachvollziehbar und unübersichtlich ist.

Zu lange Prüf- und Überarbeitungszyklen führen zu einer erhöhten Fehleranfälligkeit. Daher müssen alle Prüf- und Überarbeitungsschritte dokumentiert werden, um so die Nachvollziehbarkeit von Korrekturen und Änderungen gewährleisten zu können.

Prinzipiell werden die Abrechnungsprozesse vom AG vorgegeben, die wiederum interne Vorgaben haben. Gemeinhin wird man annehmen können, dass die Abrechnungsprozesse bei Bauvorhaben desselben Auftraggebers immer gleich erfolgen. Dies ist allerdings in der Praxis meist nicht der Fall, denn der Prozess ist stark vom beteiligten Personal abhängig. Vor allem bei Bauvorhaben, bei welchen der AG durch eine externe ÖBA vertreten wird, gibt es oft individuelle Anpassungen und Ergänzungen des Prozesses. Des

Weiteren werden von den verschiedenen ÖBA's unterschiedliche Abrechnungsprogramme verwendet. Dadurch treten wiederum Probleme beim Datenaustausch auf.

Eine weitere große Herausforderung ist die Erstellung von Mengenermittlungen. Diese nehmen viel Zeit in Anspruch. Vor allem da die Berechnung möglichst einfach und nachvollziehbar erfolgen soll und dies bei komplexen Bauteilen oft nur mit einem hohen Aufwand umgesetzt werden kann. Zusätzlich zu den Aufmaßblättern müssen aufwendige Beilagen, Abrechnungspläne und Feldaufnahmen angefertigt und zwischen den Beteiligten abgestimmt werden.

Die Abrechnungsregeln für die Mengenermittlungen unterscheiden sich in den verschiedenen Werkvertragsnormen je nach Gewerk, weshalb darauf geachtet werden muss, welche Regeln tatsächlich anzuwenden sind.

Ein weiteres Thema bei dem aktuellen Abrechnungsprozess sind die teilweise sehr langen Vorfinanzierungszeiträume. Wie diverse Gespräche mit Auftragnehmern, Auftraggebern und Örtlichen Bauaufsichten zeigten, findet der Prüf- und Abstimmungsprozess oft nicht kontinuierlich während des Abrechnungszeitraumes, sondern erst im Anschluss daran statt. Dies führt in vielen Fällen zu Vorfinanzierungszeiträumen von bis zu 85 Tagen. Dieser lange Zeitraum spiegelt sich wiederum in den Bauzinsen wieder und führt somit zu einem erhöhten Angebotspreis.

Zusammenfassung

Die dargestellten Prozesse für die Abrechnung von Bauleistungen haben sich in Österreich als Standardprozesse durchgesetzt und bewährt. Grundsätzlich unterscheidet man zwischen abgestimmten und nicht abgestimmten Rechnungen. Viele Auftraggeber fordern vor Rechnungslegung eine Abstimmung aller Abrechnungsunterlagen. Der Vorteil liegt darin, dass durch die Abstimmung die Anzahl von nachträglichen Korrekturen und damit verbunden Probleme deutlich reduziert werden können. Allerdings stößt man bei der Erstellung und Prüfung der Abrechnungsunterlagen immer wieder auf Probleme, welche häufig den Austausch der Daten betreffen. Der Abrechnungsprozess, unabhängig davon ob es sich um eine abgestimmte Rechnung handelt oder nicht, ist sehr zeitaufwändig.

In einem Abrechnungsstartgespräch werden am Beginn der Bauarbeiten Regelungen und Festlegungen betreffend die Abrechnung getroffen, welche nicht oder nur teilweise in den Vertragsbestimmungen verankert sind. Als Grundlagen für die Abrechnung der abgeschlossenen Leistungen dienen die vidierten Pläne, Feldaufnahmeblätter, Regiescheine und Abrechnungsbeilagen. Die Abrechnungsunterlagen müssen teilweise händisch erstellt und die Berechnungen danach in ein Abrechnungsprogramm eingegeben werden, um EDV-Aufmaßblätter generieren zu können. Das Prüfen dieser Abrechnungsunterlagen

und Berechnungen nimmt viel Zeit in Anspruch. Es müssen alle Unterlagen auf Richtigkeit und Vollständigkeit überprüft und des Weiteren ein besonderes Augenmerk auf die Übersichtlichkeit und Nachvollziehbarkeit der gesamten Abrechnung gelegt werden.

5 Abrechnung mit BIM im Baubetrieb

Durch die Einführung der BIM-Methode könnte man einige Herausforderungen und Probleme, welche sich bei den aktuellen Prozessen der Abrechnung ergeben, lösen. Der Abrechnungsprozess könnte sich dadurch erheblich vereinfachen, aber trotzdem die Nachvollziehbarkeit und Korrektheit der Mengenberechnungen gewährleisten.

Das Thema BIM und wie man die Methode bei der Abrechnung anwenden kann sind derzeit aktuelle Themen und befinden sich noch in der Entwicklung. Daher wurden zusätzlich zu einer Literaturrecherche und eigenen Erfahrungen – durch die Teilnahme an diversen Arbeitskreisen und Veranstaltungen – insgesamt neun Experteninterviews durchgeführt. In diesem Kapitel werden zu Beginn die Erkenntnisse aus diesen Interviews, den eigenen Erfahrungen und einer Literaturrecherche analysiert und zusammengeführt. Anschließend wird ausgehend von diesen Erkenntnissen ein Prozessablauf für die Abrechnung mit BIM entwickelt.

5.1 Experteninterviews

Für die Durchführung der Experteninterviews wurde im Vorfeld ein Interviewleitfaden inklusive einer Darstellung des Standardprozesses einer abgestimmten Rechnung (siehe Anhang) ausgearbeitet.

Alle Interviews fanden im Zeitraum von Juli bis August 2018 statt. Zwei Interviews wurden aufgrund der geografischen Distanz via Skype geführt, die restlichen wurden bei einem persönlichen Treffen durchgeführt. Um die Anonymität der Experten zu wahren, werden sie im Folgenden nicht namentlich genannt.

Die ausgearbeiteten Fragen dienen dazu, die Abrechnung von BIM-Projekten in den Fokus zu stellen. Als Basis für den Interviewleitfaden wurden die Forschungsfragen dieser Diplomarbeit herangezogen. Jedem Experten wurde der Leitfaden vorab zugeschickt, um so eine optimale Vorbereitung zu ermöglichen. Zu den Fragen wurde ein Anhang mit dem Standardabrechnungsprozess (siehe Grafik im Anhang) einer abgestimmten Rechnung beigelegt. Die Fragen dazu werden in Abb. 5.1 dargestellt und die Themenkomplexe anschließend erläutert.

Themenkomplex 1	Themenkomplex 2	Themenkomplex 3
<p>Allgemeine Daten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Name: • Geschlecht: • In welcher Firma arbeiten Sie und welche Position/Aufgaben haben Sie dort? • Kurze Beschreibung Ihres beruflichen Werdeganges • Wie lange beschäftigen Sie sich bereits mit dem Thema BIM? • Arbeiten Sie selbst mit BIM-Programmen? Wenn ja: <ul style="list-style-type: none"> ○ Mit welchen? ○ Wie lange? • Wo sehen Sie die Vor- und Nachteile von der Anwendung der BIM-Arbeitsmethode? 	<p>IST-Stand BIM</p> <ul style="list-style-type: none"> • An welchen BIM Projekten waren Sie bereits beteiligt bzw. sind Sie derzeit beteiligt? • Welche Dimension von BIM hat man dort verwendet bzw. verwendet man bei heutigen Projekten? <ul style="list-style-type: none"> ○ Gibt es bereits Projekte wo BIM 5D umgesetzt wird? • Wenn ja: <ul style="list-style-type: none"> ○ Wie ist dabei der Prozessablauf? • Welche Variante (Open BIM, Closed BIM, Big BIM, Little BIM) wird angewendet? • Welches BIM-Level wird bei derzeitigen Projekten angewendet? • Was sind bei aktuellen BIM Projekten die Anforderungen des AG? • Worin sehen Sie aktuellen die Mehrwerte/Vorteile von BIM? • Wie erfolgt aktuell bei BIM-Projekten die Ausschreibung/Mengenermittlung/Aufmaßermittlung/Abrechnung? 	<p>Leitfragen zum Abrechnungsprozess mit BIM – Blick in die Zukunft:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Meinen IST-Standerhebungen zu Folge erfolgt der aktuelle Abrechnungsprozess ohne BIM wie im Anhang beschrieben. Ist dies bei Projekten in Ihrem Unternehmen auch der Standardfall? Wenn nicht, was sind die Unterschiede? • Wie erwähnt entspricht der angehängte Prozessablauf dem aktuellen Standard, was denken Sie wie sich dieser Prozess durch den Einsatz von BIM verändern wird? <ul style="list-style-type: none"> ○ Können Sie sich vorstellen, dass zukünftig nicht ein LV mit Leistungspositionen als Ausschreibungsgrundlage dient sondern ein 3D-Modell und man die Leistungen auf Elementebene vergibt? <p>Wenn ja:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Was müsste man Ihrer Ansicht nach bei solchen Ausschreibungen beachten bzw. welche Randbedingungen müssen gegeben sein um auf Basis eines BIM-Modells auszuschreiben und abzurechnen? ○ Wie definiert man dabei ein Bau-Soll? ○ Was wären die Vorteile für den Abrechnungsprozess auf der Baustelle? ○ Was wären die Nachteile für den Abrechnungsprozess auf der Baustelle? ○ Wie könnte dies technisch funktionieren? ○ Was würde sich für die Projektbeteiligten ändern und was wären die Anforderungen an Abrechnungstechniker? <p>Wenn nein:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Wie denken Sie werden zukünftig die Ausschreibung von BIM-Projekten erfolgen? Weiterhin mit LV mit Leistungspositionen? ○ Was wären dadurch die Vorteile für den Ausschreibungsprozess auf der Baustelle? ○ Was wären die Nachteile für den Abrechnungsprozess auf der Baustelle? ○ Wie würde dies technisch funktionieren?

Abb. 5.1: Fragen der einzelnen Themenkomplexe

Themenkomplex 1: Allgemeine Daten

Der erste Themenkomplex des Leitfadens dient dazu die persönlichen Daten des Experten zu erfassen. Die Befragten sollen dabei ihre aktuelle Position und Aufgabenbereich beschreiben. Die Fragen sollen dazu dienen herauszufinden, wie der Experte dem Thema BIM und digitalen Neuerungen in der Bauabrechnung gegenübersteht und wie lange er sich bereits mit dem Thema beschäftigt. Das Hauptziel dieses Themenkomplexes ist es, den Experten kennen zu lernen und sich einen Überblick über seine Einstellung gegenüber BIM zu verschaffen.

Themenkomplex 2: Ist-Stand BIM

In diesem Abschnitt wird neben den persönlichen Erfahrungen mit BIM der aktuelle Stand von BIM in Österreich besprochen. Die Fragen zielen darauf ab herauszufinden mit welchen BIM-Programmen gearbeitet wird, welche allgemeinen Vor-, Nachteile und vor allem Herausforderungen bei BIM derzeit gesehen werden und bei welchen Projekten die Befragten bereits beteiligt waren. Des Weiteren soll ermittelt werden, wie BIM bei diesen Projekten genau eingesetzt wurde. Hier soll der Experte erläutern wie die Ausschreibung, Mengenermittlung und Abrechnung bei derzeitigen BIM-Pilotprojekten erfolgt.

Themenkomplex 3: Abrechnungsprozess mit BIM – Blick in die Zukunft

Im Themenkomplex 3 wird zu Beginn die übermittelte Darstellung des aktuellen Standardprozesses der Abrechnung besprochen. Damit wird festgestellt ob der Befragte diesen Prozess als derzeitigen Standard sieht. Anschließend sollen die Experten beantworten, wie sich dieser Prozess durch die Anwendung von BIM verändern kann und wird. Je nachdem ob sich der Befragte eine Ausschreibung ohne Leistungspositionen vorstellen kann oder nicht werden weitere detaillierte Fragen gestellt.

Es sollen anschließend die notwendigen Randbedingungen für eine Ausschreibung und Abrechnung mit BIM beschrieben werden. Des Weiteren werden Fragen dazu gestellt, wie man zukünftig das Bau-Soll definiert und mit Änderungen umgegangen werden kann. Anschließend soll der Experte Vor- und Nachteil für den Abrechnungsprozess aufzählen und erläutern wie dieser technisch funktionieren könnte. Abschließend werden die Fragen, was sich für die Projektbeteiligten ändern wird und inwieweit sich die Anforderungen an einen Abrechnungstechniker verändern, gestellt.

5.2 Auswertung

In den nachfolgenden Unterkapiteln erfolgt eine Auswertung zu den einzelnen Themenkomplexen und den darin erarbeiteten Themen.

5.2.1 Themenkomplex 1: Allgemeine Daten

Wichtig bei der Auswahl der Experten war, dass sowohl Auftraggeber, Auftragnehmer als auch Planer und Örtliche Bauaufsichten vertreten waren. Für die Durchführung der Interviews stellten sich vermehrt Auftragnehmer und Auftraggeber zur Verfügung. Von Seiten der Planer und ÖBA erklärte sich jeweils ein Experte bereit an der Befragung teilzunehmen. Zusätzlich wurde ein unabhängiger BIM-Experte befragt, der bereits langjährige Erfahrung bei der Implementierung von BIM mitbringt und als BIM-Planer tätig war. Die Tab. 5.1 zeigt die Verteilung der teilnehmenden Personengruppe. Die neun befragten Experten beschäftigen sich alle beruflich mit der BIM-Methode und sind teilweise Mitglieder in ÖBV Arbeitskreisen und arbeiten in diversen Normungskomitees mit. Nachfolgend wird eine kurze Auswertung zu den allgemeinen Daten der Experten vorgenommen.

Teilnehmende Personengruppen						
Personengruppe	AN	AG	Planer	BIM-Experte	ÖBA	Gesamt
Anzahl der Experten	3	3	1	1	1	9

Tab. 5.1: Auswertung – Teilnehmende Personengruppen

Zum Beginn des Interviews war es wichtig herauszufinden, wie die Befragten dem Thema BIM und digitalen Neuerungen gegenüberstehen. Wie die Tab. 5.2 zeigt sind diesbezüglich alle Experten positiv bzw. sehr positiv eingestellt und sehen BIM und digitale Neuerungen als Bereicherung. Hier merken allerdings mehrere Experten an, dass BIM in Zukunft kein Mehraufwand, sondern ein Fortschritt sein sollte. Deshalb ist es besonders wichtig, dass bei der Verwendung von BIM der richtige Fokus gesetzt und daraus ein Nutzen bzw. eine Problemlösung gezogen wird. Des Weiteren wird von zwei Experten darauf hingewiesen, dass nicht alle Abläufe erneuert, sondern Neuerungen mit altbewährten Methoden zusammengeführt werden müssen.

Einstellung gegenüber BIM und digitalen Neuerungen			
Einstellung	sehr positiv	positiv	negativ
Anzahl der Experten	5	4	0

Tab. 5.2: Auswertung – Einstellung gegenüber BIM und digitalen Neuerungen

Besonders wichtig war es, dass die Experten über Erfahrung in der Baubranche verfügen und sich bereits mit dem Thema BIM beschäftigen. Wie der Tab. 5.3 zu entnehmen ist beschäftigen sich die meisten Experten seit ca. 1-3 Jahren mit der Thematik BIM. Dies hat dazu geführt, dass sie im Fragenkomplex 2 ihre Erfahrungen berichten konnten.

Erfahrung mit BIM			
Jahre	1-3 Jahre	3-5 Jahre	> 5 Jahre
Anzahl der Experten	6	1	2

Tab. 5.3: Auswertung – Erfahrung mit BIM

5.2.2 Themenkomplex 2: Ist-Stand BIM

Bei der Auswertung des derzeitigen Ist-Standes von BIM bei Projekten lag der Fokus darauf, herauszufinden wie BIM-Projekte aktuell abgewickelt werden, wie genau BIM dort eingesetzt wird und was dabei derzeit die größten Herausforderungen sind.

Wie die Auswertung der Befragungen in Tab. 5.4 zeigt, arbeitet bereits der überwiegende Teil der Experten mit BIM-Programmen. Vor allem auf Seiten der Auftraggeber, geben die Experten jedoch an, dass sie selbst beruflich nicht mit BIM-Programmen arbeiten. Zwei der Befragten die bei öffentlichen Auftraggebern bereits an BIM-Projekten beteiligt sind erklären, dass sie derzeit noch externe Dienstleister mit der Prüfung und Erstellung von BIM-Modellen beauftragen und selbst noch keine Lizenzen für BIM-Programme haben aber sie zukünftig hauptsächlich BIM-Viewer wie beispielsweise Solibri nutzen werden. Mehr als die Hälfte der Experten, die BIM-Programme verwenden, nutzen zum Modellieren die Softwareprodukte Revit und ArchiCAD. Als AVA-Software wird vom Großteil der Experten iTWO 5D benutzt. Daraus geht eindeutig hervor, dass die Programme ArchiCAD; Revit, Solibri und iTWO 5D die am häufigsten verwendeten BIM-Programme sind. Diese werden im Kapitel 5.2.3 näher erläutert.

Verwendung von BIM-Programmen		
Antwort der Experten	JA	NEIN
Anzahl der Experten	6	3

Tab. 5.4: Auswertung – Verwendung von BIM-Programmen

Mehr als Dreiviertel der Befragten sind bzw. waren bereits an BIM-Projekten beteiligt. Vor allem die Experten die derzeit an Projekten mitwirken konnten darüber berichten, wie BIM bei diesen Projekten eingesetzt wird. Auf Grundlage dieser Berichte und einer zusätzlichen Literaturrecherche wurde der aktuelle Einsatz von BIM bei Bauprojekten und der Bauabrechnung und der Status von aktuellen BIM-Projekten in Österreich erhoben. Ein

weiteres Thema, welches bei der Ist-Standerhebung von BIM-Projekten von großer Bedeutung ist, sind die aktuellen Herausforderungen bei der Durchführung dieser Projekte. Zu diesen Themen werden nachfolgend die Erkenntnisse aus den Experteninterviews und Literaturrecherchen analysiert und zusammengeführt.

Aktueller Einsatz von BIM bei Bauprojekten und der Bauabrechnung

BIM ist derzeit in der österreichischen Baubranche auf dem Vormarsch. Die Experten geben an, dass es im Hochbau bereits viele Projekte gibt, bei denen die BIM-Methode angewendet wird. Im Tief- und Ingenieurbau werden ebenfalls immer mehr BIM-Pilotprojekte umgesetzt. Generell ist BIM bei den großen österreichischen Baufirmen bereits etabliert. Laut den Experten nutzen diese jedoch meist ein *Closed BIM*. Um unabhängig von den Auftraggebern bereits Erfahrungen mit BIM sammeln zu können, arbeiten sie oft bei konventionellen Ausschreibungen mit BIM. Ein Experte auf Seite des AN beschreibt, dass sie in solchen Fällen aus den Ausschreibungsplänen ein Modell generieren und dies unter anderem bei der Kalkulation von Angebotspreisen für die Mengenermittlungen verwenden. Diese Modelle werden jedoch in der Regel nur für die Angebotsphase verwendet und danach nicht weitergeführt. Viele Planungsbüros arbeiten bereits mit BIM, das Leistungsspektrum der Planer endet mit der Planlieferung auf die Baustelle und das Modell wird weder in der Ausführung, noch später im Facility Management weiterverwendet. Um BIM erfolgreich in allen Projektphasen nutzen zu können ist es notwendig, dass alle Beteiligten die BIM-Methode durchgängig anwenden. Daher ist es für die branchenweite Weiterentwicklung zu *Open BIM* wichtig, dass die Auftraggeber BIM fordern und vermehrt ausschreiben.

Einige große öffentliche Auftraggeber sind mittlerweile dabei mehrere Pilotprojekte umzusetzen. Den Berichten der Experten zufolge wird BIM bei diesen Projekten jedoch in den meisten Fällen zusätzlich zu einer konventionellen Bauabwicklung mitgeführt oder nur einzelne Projektteile mit BIM abgewickelt. So gibt es, mehreren Experteninterviews zufolge, in Österreich kaum Projekte, wo BIM 5D eingesetzt wird. Bei Projekten, bei denen 5D eingesetzt wird, kommt es noch zu einigen Problemen bei der Verknüpfung der Bauteile und der Bauzeit. In den meisten Fällen sind Kosten- und Mengenermittlungen modellbasierend, allerdings fehlt die Verknüpfung mit der Bauzeit. Generell sind Pilotprojekte, bei denen tatsächlich das gesamte Projekt über alle Phasen hinweg mit BIM abgewickelt wird, derzeit kaum vorhanden. Bei den derzeitigen BIM-Projekten erfolgt die Ausschreibung meist konventionell und das BIM-Modell wird als Zusatz mitgeführt. Das Modell wird dabei von vielen Experten als „Add-on“ bezeichnet. Es werden zwar beispielsweise Mengen und Kosten für die Ausschreibung oder Angebotsphase direkt aus dem Modell ermittelt, aber eine durchgängige Verwendung des BIM-Modells in allen Bereichen der Projektabwicklung findet nicht statt.

Status aktueller BIM-Pilotprojekte in Österreich

Mehrere der befragten Experten sind beim Bauvorhaben „Autobahnmeisterei Bruck an der Leitha“ sowohl auf Auftraggeberseite als auch auf Auftragnehmerseite tätig und haben daher ausführlich über dieses Projekt berichtet. Es handelt sich dabei um eines von mehreren BIM-Pilotprojekten der ASFINAG. Bei diesem Projekt wird teilweise BIM 5D angewendet. Prinzipiell erfolgt die Mengenermittlung für die Abrechnung konventionell, es werden jedoch 40 % der Hauptmassen mit dem Modell kontrolliert bzw. verglichen. Die Planung dieses Projektes wurde mittels Architekturwettbewerb ausgeschrieben. Erst als der Architekt feststand, wurde das Projekt als BIM-Pilotprojekt ausgewählt. Für die Architekten und die Projektleitung des Auftraggebers handelt es sich dabei um das erste BIM-Projekt. Aus diesem Grund wurde vom AG zusätzlich ein BIM-Dienstleister zur Unterstützung beauftragt. Dieser externe Dienstleister ist für die Prüfung des Modells zuständig. Für die Planungsphase, in die alle Fachplaner miteinbezogen wurden, nahm man sich mehr Zeit als bei einer konventionellen 2D-Planung und legte bereits viele Details fest. Die Ausschreibung für die Bauausführung erfolgte konventionell. Das BIM-Modell und die AIAs für die Abwicklung wurden den Ausschreibungsunterlagen beigelegt. Um weitere Fragen und Unklarheiten der Bieter in Bezug auf BIM zu klären, wurde ein offizieller „Bieterstag“ veranstaltet. Dabei konnten nicht nur Fragen an den AG gestellt werden, sondern die Bieter konnten sich betreffend BIM untereinander austauschen. Über diesen „Bieterstag“ wurde ein Protokoll verfasst und veröffentlicht. Den Zuschlag bekam ein führendes österreichisches Bauunternehmen. Aufgrund von mangelnder Erfahrung im Bereich BIM bedient sich die beauftragte Baufirma eines externen Dienstleisters für die BIM-Planung. Der AN bzw. dessen externe Dienstleister müssen das Modell während der Ausführungsphase fortführen und dem AG monatlich zur Kontrolle vorlegen. Wie erwähnt erfolgt die Bauausführung konventionell. Die Kontrolle der Mengen mit dem Modell und das Weiterführen desselbigen, dienen dazu Erfahrungen zu sammeln und Vertrauen bei den Beteiligten in das BIM-Modell zu schaffen.

Ein Experte berichtet über die derzeitigen BIM-Pilotprojekte der ÖBB. Im Neu- und Ausbau gibt es circa vier bis fünf Projekte bei denen BIM eingesetzt wird. Ein Pilotprojekt ist der Bahnhof Lavanttal an der Koralmbahn. Dabei erfolgte die Einreichplanung konventionell mit 2D-Plänen und erst bei der Ausschreibungsplanung entschied man sich zu einem Umstieg auf BIM. Die Ausschreibung der Bauleistung erfolgte konventionell mit einem Leistungsverzeichnis, 2D-Plänen, Vertragsbestimmungen und einer Baubeschreibung. Die 2D-Pläne sind nicht unabhängig vom Modell, sondern werden aus diesem generiert. Zusätzlich zu den Plänen wird der Ausschreibung das Modell beigelegt. Während der Bauausführung soll dieses durch den Planer, im Auftrag des AG, fortgeschrieben werden. Dadurch soll zu Bauende ein Modell zur Verfügung stehen, welches das tatsächlich Ge-

baute abbildet. Die Terminfortschreibung soll im Modell erfolgen. Für die Abrechnung soll für einige Leistungsgruppen eine modellbasierte Mengenermittlung erfolgen. Die gesamte Abrechnung über das Modell abzuwickeln ist derzeit nicht geplant. Es handelt sich dabei um eine Zwischenlösung und eine Kombination aus konventioneller Ausführung und BIM. Man versucht bei diesem Pilotprojekt bereits alle Informationen für den späteren Betrieb und die Wartung in das Modell zu inkludieren um damit die Vorteile von BIM über die Bauausführung hinweg nutzen zu können. Bei allen Pilotprojekten der ÖBB-Infrastruktur AG liegt der Fokus auf dem Sammeln von Erfahrungen bei der Implementierung von BIM im Planungs- und Anlagenbereitstellungsprozess. [9]

Derzeit geht es, den Experten zufolge, bei allen BIM-Pilotprojekten hauptsächlich darum Praxiserfahrung zu sammeln und herauszufinden wie man BIM umsetzen kann. Die Auftraggeber versuchen dabei zu eruieren welche Anforderungen sie an den BIM-Prozess stellen müssen um über den gesamten Lebenszyklus hinweg die Vorteile nutzen und für den Betrieb alle notwendigen Informationen aus dem Modell generieren zu können. Zusätzlich tragen diese Pilotprojekte dazu bei, das Vertrauen der Projektbeteiligten in das Modell aufzubauen. Wenn die Projektbeteiligten beim Nachrechnen der Modellmengen erkennen, dass diese korrekt sind, stärkt dies erheblich das Vertrauen und erhöht die Bereitschaft sich auf die Neuerungen durch BIM einzulassen. Dies ist, laut den Experten, besonders wichtig, denn man muss bei den Projektbeteiligten das Vertrauen in die Mengen und in das Modell erst schaffen.

Aktuelle Herausforderungen bei der Abrechnung von BIM-Projekten

Vorweg sei noch einmal festgehalten, dass BIM ein Prozess ist und nicht allein durch eine 3D-Planung gekennzeichnet ist. Wie bereits im Kapitel 2.6 beschrieben ist der Erfolg von BIM von verschiedenen Randbedingungen abhängig. Diese betreffen die Technologie, die Prozesse, die Menschen und die Richtlinien. Diese Randbedingungen werden von den Experten ebenfalls genannt. Welche Herausforderungen noch bestehen um die Anwendung von BIM und in weiterer Folge die modellbasierte Abrechnung zu ermöglichen wird nachfolgend beschrieben.

Um in Zukunft das BIM-Modell für die Abrechnung von Bauleistungen verwenden zu können, müssen noch einige Rahmenbedingungen geschaffen werden. In den letzten Jahren hat es bereits viele Entwicklungen in diesem Bereich gegeben, sodass es mittlerweile in Österreich einige Pilotprojekte gibt, bei denen BIM erfolgreich eingesetzt wird. Bei diesen Projekten wird teilweise das BIM-Modell als Grundlage für die Bauabrechnung genutzt. Aus technischer Sicht ist es möglich aus den Modell Mengen zu generieren, die für eine Bauabrechnung herangezogen werden können, hierzu fehlen jedoch noch die notwendigen Standardisierungen wie diese Mengenermittlung zu erfolgen hat. Die öster-

reichischen BIM-Normen der Reihe 6241 bilden zwar erste Standards, generell fehlt es laut den Experten jedoch noch in einigen Bereichen an wichtigen Standardisierungen um die Abrechnung von BIM-Projekten zu regeln. Die Regelungen die in den ÖNORMEN festgelegt sind werden allerdings nicht bei allen Projekten einheitlich umgesetzt. Dies sollte jedoch laut den Experten zukünftig erfolgen, denn ob z. B.: Abrechnungsregeln eingehalten werden müssen sollte von jedem Auftraggeber nicht individuell geregelt werden. Für die Frage wie eine Mengenermittlung aus dem Modell erfolgen muss, ob Abrechnungsregeln der Werkvertragsnormen beachtet werden müssen oder ob Nettomengen abrechnet werden dürfen gibt es noch keine einheitlichen Regelungen. In der österreichischen BIM-Norm ist geregelt, dass die Abrechnungsregeln vom AG außer Kraft gesetzt werden können, allerdings gibt es dabei noch keine standardisierte Vorgehensweise, die vor allem unter den öffentlichen Auftraggebern wünschenswert wäre.

Die AIAs, vor allem von öffentlichen Auftraggebern, sollten einem gewissen Standard entsprechen. Der Bieter sollte sich darauf verlassen können, dass gewisse Informationen in einem AIA jedenfalls enthalten sind. Durch klar definierte und standardisierte Anforderungen in den AIAs wird eine Vergleichbarkeit der Angebote gewährleistet. Rein theoretisch kann man zwar so gut wie alles im Modell mit einem hohen Detaillierungsgrad darstellen, allerdings muss man dabei immer die Frage im Auge behalten was es für einen Nutzen hat und welchen Detaillierungsgrad man wo und in welcher Phase braucht. Dazu ist es wichtig, dass diese Angaben genau in einer AIA angegeben sind und der Bieter weiß was er anbieten und später liefern muss. In der AIA müssen zukünftig nicht nur die Modellierungsrichtlinien und Vorgaben zum geforderten Detaillierungsgrad vorhanden sein, sondern zusätzlich notwendige Prüf- und Qualitätssicherungen.

Als weitere wichtige Rahmenbedingung für die Anwendung von BIM nennen die Experten, die einfache Handhabung von Softwareprogrammen. Vor allem für das operative Personal ist es wichtig, dass die Programme problemlos und einfach zu bedienen sind. Ist das der Fall, steigt automatisch die Bereitschaft der beteiligten Personen diese Programme anzuwenden. Weiters ist es bei den verwendeten Softwareprogrammen von großer Bedeutung, dass es zu keinem Datenverlust kommt. Wie in Kapitel 2.7 beschrieben, können mittels einer IFC-Schnittstelle Daten zwischen verschiedenen Softwareprogrammen ausgetauscht werden. In der Praxis funktioniert dies bereits gut, es kommt laut einigen Experten trotzdem zu Problemen und zum Verlust von Daten. Dies gilt es durch die Weiterentwicklung der Programme und Schnittstellen in Zukunft zu vermeiden. Zusätzlich muss es eine größere Auswahl bzw. Flexibilität bei den Softwareprogrammen geben. Derzeit gibt es vor allem für AVA-Applikationen nur wenige BIM-fähige Produkte auf dem Markt. Dies liegt hauptsächlich daran, dass für Kostenermittlungswerkzeuge, die bei der Anwendung von BIM eingesetzt, im Moment noch keine normativen Regelungen vorhanden sind. Dies

führt dazu, dass die AVA-Applikationen, die am Markt verfügbar sind, in ihrer Funktionsweise extrem unterschiedlich sind.

Bei der Einführung von BIM bei Projekten wird man rasch feststellen, dass der kritische Punkt nicht das fehlende Angebot an Softwareprodukten ist, denn diese sind, wenn auch nicht immer zahlreich, bereits vorhanden. Eines der größten Probleme ist der Mangel an geeignetem Personal mit dem entsprechenden BIM-Know-how. In einem ersten Schritt ist es wichtig, dass zukünftige Projektbeteiligte geschult und damit versiert im Umgang mit BIM werden. Es müssen nicht nur in Unternehmen und in Büros BIM-Weiterbildungen stattfinden, sondern an den Universitäten, Hochschulen und in der beruflichen Ausbildung ist dafür eine bedarfsgerechte Ausbildung notwendig. Für diese Ausbildungen empfiehlt es sich einheitliche Qualitätsstandards zu entwickeln. Der Verein Deutscher Ingenieure (VDI) hat sich mit buildingSMART bereits 2017 zusammengeschlossen und einen technischen Regelentwurf für eine BIM-Ausbildungsrichtlinie herausgegeben. Dieser Entwurf wurde in der Richtlinie „VDI/buildingSMART 2552 Blatt 8.1 – Building Information Modeling – Qualifikationen – Basiskenntnisse“ veröffentlicht. In Österreich ist eine solche Richtlinie noch nicht vorhanden. Für die neuen Rollen des BIM-Managers und des BIM-Koordinators bedarf es Qualitätskriterien, denn derzeit kann sich jeder diese Bezeichnung zulegen. Es ist empfehlenswert für diese Personen ein Zertifizierungssystem, wodurch das notwendige Hintergrundwissen abgefragt wird, einzuführen. [26]

Weiters ist es von essentieller Bedeutung, dass ein Umdenken aller Projektbeteiligten stattfindet. Alle müssen konsequent mit der BIM-Methode arbeiten, denn nur so können die Vorteile genutzt werden.

Weiters ist es wichtig der Planungsphase eines Projektes viel Zeit einzuräumen und sich in einer frühen Projektphase mit Planungsdetails zu beschäftigen. Die Planungsqualität würde dadurch steigen und viele Probleme können bereits früh thematisiert und gelöst werden.

Von einem Experten, der als Tragwerksplaner tätig ist, wurde außerdem angemerkt, dass die aktuell gültige Honorarordnung der Planer für die BIM-Planung angepasst werden muss. Dieses Thema ist allerdings nicht einfach zu behandeln, denn viele Planer sind wie der Experte der Meinung, dass das Honorar der Planer bei Anwendung von BIM anzupassen ist, andere sind wiederum der Meinung, dass die aktuellen Regelungen ausreichen. Die Meinungen hierzu gehen in den Experteninterviews weit auseinander, daher wurden die Erkenntnisse aus den Interviews zusätzlich mit einer fach einschlägigen Literaturrecherche ergänzt. Prinzipiell sind die Leistungsbilder der Planer unabhängig davon mit welcher Planungsmethode gearbeitet wird. Somit sind die gängigen Leistungsbilder und Vergütungsmodelle grundlegend für die BIM-Planungen anwendbar. Andererseits muss

zukünftig berücksichtigt werden, dass es bei den Planungsleistungen zu einer Aufwandsverschiebung in frühe Projektphasen kommt. Diese Vorverlagerung kann unter Beachtung der momentanen HOA (Honorarordnung für Architekten) nur ausgeglichen werden, wenn alle Planungsleistungen, von der Grundlagenermittlung bis zur Fertigstellung von einem Planer durchgeführt werden. Zusätzlich zu diesen Veränderungen ergeben sich bei den Planern neue Leistungsbilder, wie etwa die Rolle des BIM-Managers. Diese Leistungen müssen in der Honorarordnung berücksichtigt werden. [26, 51]

Eine weitere Herausforderung liegt darin, Regelungen zu finden, wie mit Elementen umgegangen werden soll die in einem 3D-Modell nicht dargestellt werden und deren Mengen aus diesem Grund nicht automatisch aus dem Modell generiert werden können. Solche Elemente betreffen oft temporäre Maßnahmen, Rodungsmaßnahmen oder Baugrubensicherungen, die meist nicht modelliert werden.

Ein wichtiger Schritt für die Schaffung von Rahmenbedingungen und Standardisierungen für die Anwendung von BIM könnte die Herausgabe weiterer ÖNORMEN der Normengruppe A 6241 sein. Recherchen im Internet haben ergeben, dass laut Austrian Standards derzeit für die Erarbeitung der nachfolgenden ÖNORMEN ein Projektantrag vorliegt:

- ◆ ÖNORM A 6241-3 „Digitale Bauwerksdokumentation Teil 3 Building Information Modeling (BIM) – BIM basiertes Computer Aided Facility Management (CAFM)“,
- ◆ ÖNORM A 6241-4 „Digitale Bauwerksdokumentation Teil 4 Building Information Modeling (BIM) – Gebäudeautomation“,
- ◆ ÖNORM A 6241-10 „Digitale Bauwerksdokumentation Teil 10 Building Information Modeling (BIM) – Begriffsbestimmungen und Grundlagen“.

Im Teil 3 sollen zukünftig Definitionen und Merkmalserverweiterungen angegeben sein, mit denen für die Betriebsphase erforderliche Informationen identifiziert, aufbereitete und geliefert werden können. Dadurch sollen Voraussetzungen für gemeinsame Datenmodelle für die Bewirtschaftung und den Betrieb eines Bauwerks geschaffen werden. [6]

Teil 4 soll dazu dienen, dass Hersteller mit den ASI-Merkmalserverweiterungen Produktkataloge aufbauen können, die zueinander kompatibel sind. Zusätzlich zu den Merkmalen sollen „Meilensteine“ definiert werden, welche Ergänzungen bzw. Informationen in welcher Projektphase durch welchen Projektbeteiligten vorgenommen werden soll. [6]

Im Teil 10, werden erstmals die bereits in den ÖNORMEN A 6241-1 und A 6241-2 beschriebenen Begriffsbestimmungen und Grundlagen der Technologie von BIM für die Erstellung von „Digitalen Bauwerksdokumentationen“ von Bauwerksmodellen definiert.

Wichtig ist, dass in diesem Teil zusätzlich zu den Begriffen und Grundlagen von BIM, Prozessdarstellungen, Rollenbilder und Phasenmodelle beschrieben werden. [6]

Von einigen Experten wird erwähnt, dass von Austrian Standards geplant ist 2020 die ÖNORM A 2063-2 „Austausch von Leistungsbeschreibung-, Elementkatalogs-, Angebots-, Auftrags- und Abrechnungsdaten in elektronischer Form – Teil 2: Berücksichtigung der Planungsmethode Building Information Modeling (BIM) Level 3“ zu veröffentlichen. In dieser ÖNORM sollen die Bereiche Leistungsbeschreibung, Elementkatalog, Leistungsverzeichnis und Abrechnung abgedeckt werden. Des Weiteren soll die ÖNORM Regelungen für den Aufbau von Datenbeständen, die automationsunterstützt in den Phasen der Ausschreibung, Vergabe und Abrechnung zwischen allen Projektbeteiligten ausgetauscht werden, enthalten. [5]

5.2.3 Themenkomplex 3: Abrechnungsprozess mit BIM – Blick in die Zukunft

Um BIM für die Abrechnung nutzen zu können, müssen Festlegungen darüber getroffen werden, wie zukünftig die Ausschreibung und Vergabe von Bauleistungen erfolgt. Wichtig dabei ist die Frage, ob zukünftig weiterhin eine Ausschreibung von Leistungspositionen angewendet wird. Es muss der Umgang mit Standardleistungsbüchern, den Abrechnungsregeln der Werkvertragsnormen und Leistungsänderungen festgelegt werden. Des Weiteren müssen technische Rahmenbedingungen geschaffen werden. Diese Themen sind entscheidend für die Entwicklung eines Abrechnungsprozesses mit BIM und wurden im Zuge der Experteninterviews diskutiert. Für die Beschreibung der technischen Rahmenbedingungen wurde zusätzlich eine Literaturrecherche durchgeführt. Des Weiteren wurde erhoben, welche Effizienzsteigerungen und Vorteile die Experten bei einem Abrechnungsprozess mit BIM sehen. Nachfolgend werden zu diesen Themen die Meinungen der Experteninterviews zusammengeführt.

Ausschreibung von Leistungspositionen versus Ausschreibung auf Elementebene

Wie bereits in den Grundlagen beschrieben werden konventionell abgewickelte Bauvorhaben in Österreich hauptsächlich durch konstruktive Leistungsbeschreibungen in Form eines Leistungsverzeichnisses ausgeschrieben. Bei einer Ausschreibung auf Elementebene werden hingegen keine Leistungspositionen, sondern Elemente ausgeschrieben. Derzeit sind beispielsweise für die Herstellung einer Wand, je nach StLB, mehrere Positionen wie Schalung, Bewehrung und Beton im LV enthalten. Wird auf Elementebene ausgeschrieben, werden den Bauteilen keine Positionen mehr zugeordnet. Es erfolgt somit eine funktionale Ausschreibung auf Elementebene, worin die Anforderungen und Qualitäten für die Elemente, sprich für die Bauteile, festgelegt werden. Der AN würde

hierbei für ein Element eine Pauschale anbieten die alle Leistungen für die Erbringung des Leistungsziels enthält.

Eine der wichtigsten und interessantesten Fragen in Bezug auf BIM ist daher, wie diese Projekte zukünftig ausgeschrieben und vergeben werden. Derzeit erfolgt die Ausschreibung von BIM-Pilotprojekten in der Regel konventionell und die BIM-Methode wird als „Add On“ mitgeführt. Zukünftig soll sich dies jedoch ändern. Die Meinungen der Experten darüber, ob die Ausschreibung und Vergabe von Leistungspositionen auf Basis eines Leistungsverzeichnisses zukünftig beibehalten wird oder eine Umstellung auf eine Ausschreibung und Vergabe auf Elementebene erfolgen wird, gehen teilweise stark auseinander. Generell berichten die Experten, die derzeit an BIM-Pilotprojekten arbeiten, dass die Mengen zwar aus dem Modell generiert werden, aber anschließend in ein konventionelles Leistungsverzeichnis integriert werden.

Ein Drittel der Experten können sich durchaus vorstellen, dass es in Zukunft nur noch das Modell als Ausschreibungsgrundlage gibt und der Bieter das Angebot auf dieser Grundlage erstellt. Es wären somit keine Leistungspositionen vorhanden, sondern nur noch Elemente denen Preise zugeordnet werden, dabei würde es sich um eine Ausschreibung auf Elementebene handeln. Aus den Experteninterviews geht allerdings hervor, dass dies zu Schwierigkeit bei Leistungsänderungen und damit verbundenen Mehrkosten führt und die Frage aufwirft wie damit umgegangen wird. Sollte eine Ausschreibung und Vergabe auf Elementebene erfolgen, werden weiterhin Kalkulationsblätter für die einzelnen Elemente benötigt, um bei Änderungen darauf zurückgreifen zu können. Die Experten die sich dies vorstellen können sind der Meinung, dass es dabei eher in Richtung einer funktionalen Ausschreibung gehen wird, wo für die einzelnen Elemente Pauschalen angeboten werden. Laut Experten ist es dabei wichtig, dass das Ausschreibungsmodell „eingefroren“ wird um dadurch das Bau-Soll zu definieren und jederzeit die Änderungen zum aktuellen Modell feststellen zu können. Basiert die Ausschreibung auf einer funktionalen Leistungsbeschreibung mit dem Modell als Grundlage ist es für den Auftraggeber von essentieller Bedeutung, genau definierte Qualitäten und Anforderungen an das Bauwerk durch Attribute festzulegen. Nur so kann eine Vergleichbarkeit der Angebote gewährleistet und die Wahl der verschiedenen Ausführungsvarianten für den AN eingeschränkt werden. Jedoch nicht nur die Vergleichbarkeit von Angeboten, sondern ebenso die Vergleichbarkeit zwischen Projekten ist wichtig. Gerade für Auftraggeber ist es von Bedeutung die Erfahrungen, vor allem in Bezug auf Preise für einzelne Leistungen, aus den Projekten mitnehmen zu können. Dies stellt sich bei Ausschreibungen ohne Leistungspositionen wesentlich schwieriger dar, da die Inhalte in jedem Projekt individuell beschrieben werden und dadurch die Erfahrungen mit Preisen aus anderen Projekten nicht oder nur bedingt genutzt werden können.

Zwei Drittel der Experten sind jedoch der Meinung, dass wenn überhaupt, dann nur bei Pauschalpreisverträgen auf Elementebene ohne Leistungspositionen ausgeschrieben werden kann. Bei Einheitspreisverträgen, die sich in Österreich bewährt haben und die gängigste Vertragsart darstellen, wird es ihrer Meinung nach weiterhin ein Leistungsverzeichnis mit Leistungspositionen geben. Dabei ist es notwendig, dass mit der Ausschreibung die Rechenregeln für die Mengenermittlung und Positionszuordnung veröffentlicht werden. So soll genau definiert werden welche Elemente mit welchen Positionen verknüpft sind. Der Vorteil dabei ist, dass der Bieter genau sieht, welches Element vom Planer bzw. AG wo zugeordnet wurde und somit klar ist wie zu kalkulieren und später abzurechnen ist. Dadurch erhöht sich im Vergleich zur derzeitigen Ausschreibung die Transparenz für den Bieter erheblich. Es gibt betreffend Positionszuordnungen somit keine Unklarheiten und Streitigkeiten zwischen dem AN und AG. Diese genaue Zuordnung ist für die spätere Abrechnung von großem Vorteil, denn die definierten Rechenregeln für die Kalkulation können direkt für die Abrechnung übernommen werden. Kommt es zu Änderungen, ist es für die Bewertung der Änderungsposten von Vorteil, wenn K7-Blätter für einzelne Positionen vorhanden sind.

Ein Experte könnte sich vorstellen, dass es eine Mischform zwischen den Varianten geben wird. Das heißt, dass eventuell Elemente die immer gleich sind, wie zum Beispiel Steckdosen, modellbezogen ausgeschrieben werden und für andere Elemente trotzdem Positionen vorhanden sein werden.

Notwendigkeit und Umgang mit Standardleistungsbüchern

Geht man von einer Ausschreibung auf Elementebene aus, dann sind Standardleistungsbücher in Zukunft nicht mehr erforderlich. Die Grundlage für diese Arte der Ausschreibung bildet das Modell ohne zusätzliche Leistungsbeschreibung.

Aus den Experteninterviews geht hervor, dass die aktuell vorhandenen Standardleistungsbücher zwar für BIM adaptiert werden müssen aber weiterhin notwendig sind, da die Ausschreibung weiterhin mit Leistungsverzeichnissen erfolgen wird. Man möchte die Positionen bzw. Leistungen und damit die Angebote weiterhin vergleichbar halten, weshalb hier Standardisierungen dringend erforderlich sind. Die derzeitigen StLB können für die Anwendung mit BIM zukünftig vereinfacht werden.

Um allerdings weiterhin die Zuordnungen zu Positionen des StLB vornehmen zu können, ist es wichtig, festzulegen welche wesentlichen Attribute bei einem Bauteil angegeben werden müssen. Damit kann diese Zuordnung automatisiert in einem AVA-Programm erfolgen. Derzeit wird durch den ASI-Merkmalserver bereits festgelegt welche Attribute ein gewisses Bauteil haben muss. Ein Experte berichtet allerdings, dass die Anzahl dieser Attribute im Moment noch sehr hoch ist und oft weniger nützliche Attribute gefordert sind.

Als Beispiel gibt der Experte an, dass etwa bei einer Stahlbetonwand bis zu 70 Attribute angegeben werden müssen, um einen LOD 300 zu erreichen. Dabei muss unter anderem die genaue Herkunft des Zementes angegeben werden, was in vielen Fällen eine irrelevante Information ist. Es ist zu beachten, dass man sich auf die wichtigen und notwendigen Attributierungen beschränkt, damit keine unnötigen Informationen im Modell enthalten sind.

Sind die StLB und die damit verbundenen Attribute festgelegt und standardisiert können sich die Experten vorstellen, dass vom AG nur noch das Modell mit den notwendigen Attributen ohne LV zur Verfügung gestellt wird. Die Kalkulation erfolgt in diesem Fall durch Zuordnung zu Standardpositionen einer StLB die in einem AVA-Programm hinterlegt sind. Eine Durchführung von Bauvorhaben ohne die Zuordnung der Bauteile zu Positionen halten diese Experten allerdings nicht für möglich.

Umgang mit Abrechnungsregeln der Werkvertragsnormen B 22xx und H 22xx

In den österreichischen BIM-Normen ist festgelegt, dass der AG die Abrechnungsregeln der Werkvertragsnormen bei der Anwendung von BIM außer Kraft setzen kann. Die Abrechnungsregeln wurden generell dazu eingeführt die Abrechnung von Bauleistungen zu vereinfachen. Die Experten geben an, dass durch diese Vereinfachungen die tatsächlichen Mengen verfälscht werden. Die Regel „hohl für voll“ etwa lässt es zu, dass Durchbrüche bis zu einer gewissen Größe nicht abgezogen werden müssen, dadurch werden nicht die tatsächlich ausgeführten Mengen abgerechnet. Mit der Anwendung von BIM wäre eine solche Vereinfachung nicht mehr notwendig, da man aus dem Modell die Nettomengen generieren kann. Die Experten vertreten ebenfalls diese Meinung. Derzeit gibt es hier noch keine einheitliche Vorgehensweise. Den Experten zufolge zeigen sich die öffentlichen Auftraggeber bei den Pilotprojekten veränderungsbereit und sind bereit in ihren Verträgen die Abrechnungsregeln außer Kraft zu setzen. Auftragnehmer verwenden in der Angebotsphase, unabhängig davon ob das Projekt als BIM ausgeschrieben wurde, bereits häufig die BIM-Methode und programmieren dazu die Abrechnungsregeln der Werkvertragsnormen in das verwendete AVA-Programm.

Technisch ist es durchaus machbar, dass die Abrechnungsregeln weiterhin verwendet werden. Sie können im AVA-Programm als Rechenregeln hinterlegt werden. Sinnvoll ist dies jedoch nicht, da es erstens einen zusätzlichen Arbeitsaufwand darstellt und zweitens die Mengen verfälscht. Sollen die Abrechnungsmengen direkt aus dem Modell generiert werden, ist es umso wichtiger, das Modell über den gesamten Lebenszyklus hinweg aktuell zu halten.

Umgang mit Leistungsänderungen

Durch BIM wird den frühen Planungsphasen wesentlich mehr Zeit gewidmet, wodurch man sich bereits frühzeitig mit möglichen Problemen und deren Lösung beschäftigen kann. Dies heißt jedoch nicht, dass es während der Bauausführung zu keinerlei Änderungen kommen wird. Die Experten sind sich durchwegs einig, dass das Modell das Bau-Soll darstellt, welches der AN erfüllen muss. Die Experten erläutern, dass es eine Möglichkeit wäre das Ausschreibungsmodell zum Zeitpunkt des Vertragsabschlusses einzufrieren um Änderungen im Vergleich zur Ausschreibung einfach nachvollziehen zu können. Es wird den Experten zufolge weiterhin notwendig sein, dass Kalkulationsblätter für das Angebot erstellt werden. Für den Umgang mit Leistungsänderungen ist es von großem Vorteil, wenn die Ausschreibung weiterhin auf Positionsebene erfolgt. Denn so gibt es zu den einzelnen Positionen K7-Blätter, die für die Bewertung von Leistungsänderungen und eventuell damit verbundenen Mehrkostenforderungen herangezogen werden können. Erfolgt die Ausschreibung auf Elementebene und die Kalkulationsblätter enthalten alle Leistungen, die für ein Element erforderlich sind, ist eine Bewertung wesentlich schwieriger.

Kommt es zu Änderungen ist es vorteilhaft, wenn die Zuordnung der Elemente zu den Einzelpositionen bei der Ausschreibung veröffentlicht wurde. So sind Elemente, falls geeignete Positionen vorhanden sind, nach der Änderung eindeutig zuordenbar. Sind keine Positionen vorhanden muss wie bei konventionellen Projekten der Mehraufwand durch die Leistungsänderung bewertet werden, dies wird trotz der Anwendung von BIM nicht gänzlich ausbleiben. Selbst wenn Mehrkostenforderungen nicht komplett verschwinden, stellt BIM bei der Erstellung und Prüfen einer solchen Forderung einen großen Mehrwert dar. Sobald die Änderung im Modell eingetragen wurde, soll durch Verknüpfung mit einem AVA-Programm ein Export ermöglicht werden, der das geänderte Element, die weiteren damit verbundenen Änderungen und die aktualisierten Mengen und Kosten aufzeigt. Dadurch wird diese Änderung transparent und nachvollziehbar dargestellt und kann so einfacher geprüft werden. Laut den Erläuterungen eines Experten ist dies im AVA-Programm so noch nicht möglich. Der Experte erläutert daher welche Möglichkeit es, seines Wissens nach, gibt. Es ist beispielsweise möglich im iTWO verschiedene Versionen – mit und ohne Leistungsänderung – einzuspielen. Die zugeordneten Positionen, Mengen und Kosten der verschiedenen Versionen können anschließend in ein Excelfile exportiert und ausgewertet werden.

Technische Rahmenbedingungen

BIM ist nicht nur eine Software, sondern eine Methode. Trotzdem ist die technische Umsetzung von BIM ein wichtiges Thema. Im Kapitel 2.7 wurde bereits die Schnittstelle IFC und buildingSMART vorgestellt. Diese Schnittstelle für den Datenaustausch wird ständig weiterentwickelt und verbessert, wodurch es immer mehr verschiedene Applikationen für BIM gibt, die miteinander kompatibel sind. Dies ist eine wichtige Entwicklung um eine Flexibilität bei der Wahl der Softwarelösungen zu ermöglichen. Bei der Frage „Wie die Anwendung von BIM in Zukunft technisch umgesetzt wird?“ sind sich die Experten generell einig. Es werden zukünftig verschiedene Programme genutzt, um BIM über den gesamten Lebenszyklus hinweg anwenden zu können. Nahezu alle Befragten erachtet es nicht als zweckmäßig und sinnvoll Informationen wie Preise, LV-Positionen oder Termine direkt im Modell zu integrieren. Es wird neben der Modellierungssoftware jedenfalls eine AVA-Software benötigt. Dabei ist es erforderlich, dass beide Programme über die IFC-Schnittstelle miteinander kompatibel sind. Wird keine AVA-Software verwendet, sondern die Preise, LV-Positionen und Termine direkt im Modell hinterlegt, hat dies laut den Erläuterungen der Experten erhebliche Nachteile. Kommt es zu Änderungen in der Attributierung muss zusätzlich der Preis und die LV-Position händisch angepasst werden, da die Attribute nicht miteinander verknüpft sind. Verwendet man hingegen ein AVA-Programm, das mit den verknüpften Attributen eine automatisierte Positionszuordnung und Mengenermittlung durchführt, ist diese händische Anpassung nicht notwendig und die Fehleranfälligkeit wird reduziert.

Mittlerweile gibt es in allen Bereichen verschiedene BIM-fähige Softwarelösungen. Vor allem die gängigsten CAD-Softwarehersteller bieten bereits seit längerem BIM-fähige Produkte an. Für die in Österreich meist verwendeten AVA-Programme existieren bereits BIM-fähige Ausführungen. Des Weiteren gibt es diverse Viewer, die häufig von Auftraggebern oder Örtlichen Bauaufsichten verwendet werden. Abb. 5.2 zeigt einen Überblick über derzeit am Markt gängige Softwarelösungen für BIM.

Produktname	Hersteller	Produktname	Hersteller	Produktname	Hersteller
Architektur		FEM		Facility Management	
Revit	Autodesk	RFEM, RSTAB	Diubal	Allplan ALLFA	Nemetschek
AutoCAD Architecture, Civil 3D	Autodesk	Sofistik	Sofistik	archifm	Graphisoft
ArchiCAD	Graphisoft	Scia Engineer	Nemetschek	AssetWise	Bentley System
Allplan	Nemetschek	Prüf- und Analysesoftware		caFM ADVANCED	caFM Engineering
MicroStation	Bentley Systems	Navisworks	Autodesk	eTask	eTASK Immobilien
Novapoint	Trimble	Solibri Model Checker	Solibri	Keylogic	KeyLogic
Vectorworks	Vectorworks	RIB iTWO 5D	RIB Software	pit-Cup	pit-Cup
Haustechnik		Vico Office Suite	Trimble	wave Facilities	Lov & Hutz Solutions
Revit MEP	Autodesk	DESITE MD	Ceapoint	Datenmanagement	
DDS-CAD Elektro/SHKL	Nemetschek	Kosten- und Terminplanung		AWARO	AirITSystems GmbH
Allplan AX3000 Haustechnik	Nemetschek	RIB iTWO 5D	RIB Software	BIM Collab	Klubus
MagiCAD	Progman	isl-baustellenmanager	Isl-kocher	BIM+	Nemetschek
Plancal	Trimble	BIM4YOU	BRZ Deutschland	ProjectWise	Bentley System
SOLAR-Computer Calculation	SOLAR-Computer	Vico Office Suite	Trimble	Sablono	Sablono GmbH
ArchiCAD HKLSE-Modeller	Graphisoft	Allplan NEVARIS	Nemetschek	BIM 360 Team/ Plan	Autodesk
Tragwerksplanung		Planungs- und Baudokumentation		Sharxx	novaCapta
Tekla Structure	Trimble	PlanRadar	PlanRadar		
Aveva Bocad	Aveva Bocad	AWARO	AirITSystems		
Revit Structure	Autodesk	conject MI	Conject		
Allplan Ingenieurbau	Nemetschek	docu tools	Sustain Solutions		
		Dalux Field	Dalux		
		Sablono	Sablono		
		BIM 360 Field	Autodesk		
		Sharxx	novaCapta		

Abb. 5.2: Überblick über Softwarelösungen [23]

Durch die Abb. 5.2 wird gezeigt, dass es eine BIM-Software die alle Funktionen abdeckt nicht gibt, sondern viele verschiedene BIM-fähige Softwareprogramme für unterschiedliche Einsatzgebiete während eines Projektes notwendig sind. Das Ziel von BIM ist es nicht alle Funktionen in einer Software abzudecken, es wird somit für die erfolgreiche Durchführung von BIM-Projekten immer notwendig sein, verschiedene Softwarelösungen zu verwenden. Dabei unterscheidet man zwischen BIM-Modellierungssoftware, AVA-Software, BIM-Viewer und BIM-basierte Planungsqualitätsprüfertools. [26, 53]

Nachfolgend werden die von den Experten am häufigsten verwendeten BIM-Softwarelösungen kurz erläutert.

- ◆ **ArchiCAD:** Bei ArchiCAD handelt es sich um eine BIM-Modellierungssoftware, mit der die verschiedenen Fachmodelle erzeugt werden. Ursprünglich entwickelt wurde dieses Programm von der ungarischen Firma Graphisoft, wurde aber mittlerweile von der Nemetschek AG übernommen. Diese Software ist Mitte der 80er Jahre entstanden und wurde von vielen Planern bereits seit längerem für eine 3D-Planung verwendet. Mit ArchiCAD konnten bereits früh datenbankorientierte dreidimensionale Geometrie-, Material-, und andere Eigenschaften elementbasiert verknüpft werden. [26]

Neben einer speziell für vordefinierte Architekturobjekte programmierten, umfassenden Parametrik bietet ArchiCAD die Werkzeuge für die freie Formfindung und spätere Wandlung in Modellelemente. Mit der Programmiersprache „Graphic Description Language (GDL)“ können Produkthersteller ihre eigenen Produkte parametrisieren und in einer eigens erstellten Bauteildatenbibliothek einsetzen. ArchiCAD unterstützt die IFC-Schnittstelle über die der Datenaustausch mit anderen Fachdisziplinen und Softwareprogrammen erfolgt. [26]

- ◆ **Revit:** Ist wie ArchiCAD eine BIM-Modellierungssoftware für Planer. Die am meist verbreitete BIM-Software für den Architekturbereich ist Revit Architecture, die von dem Start-up Revit Technology Corporation entwickelt und 2002 von Autodesk übernommen wurde. Autodesk hat in die Weiterentwicklung dieses Programmes viel investiert. Revit MEP für die Haustechnik und Revit Structure für die Tragwerksplanung sind Produkte von Autodesk die auf Basis der gleichen Plattform entwickelt werden. Seit 2013 werden diese drei Produkte von Autodesk als all-in-one-Produkt Revit Building vertrieben. Mit Revit sind ein datenbankorientiertes Arbeiten mit vielfältig parametrisierbaren Komponenten und die Bearbeitung von Modellelementattributen im Modell und in den Listen möglich. Viele Produkte werden von Drittanbietern Revit-konform als parametrische Objekte erstellt und können übernommen werden. Zwischen Revit und iTWO können Daten, durch aktivieren eines Plug-in, über eine CPlxml-Schnittstelle ausgetauscht werden. Es werden von Revit zwar viele weitere offene Schnittstellen, wie IFC, unterstützt, allerdings wird es durch die all-in-one-Lösung Revit Building, als *Closed BIM* angesehen. [26, 51]
- ◆ **iTWO 5D:** Ist das in Österreich am häufigsten verwendete AVA-Programm bei der Anwendung von BIM. Es ist eine Software die zur Unterstützung der Mengenermittlung, Kalkulation, Bauablaufsteuerung und Bauleistungskontrolle mittels 5D-Technologie von der Firma RIB entwickelt wurde. Neben der Möglichkeit einer Mengen- und Kostenermittlung beinhaltet die Software für die Plausibilisierung der Mengenermittlung eine Kollisionsprüfung und unterstützt unter anderem die offene Datenschnittstelle IFC. [26]
- ◆ **Solibri:** Von der finnischen Firma Solibri wurde der Solibri Model Checker für die umfangreiche Qualitätsprüfung und Auswertung von BIM-Modellen entwickelt. Er unterstützt die offene Datenschnittstelle IFC. Es kann nicht nur die Einhaltung von Bauverordnungen geprüft werden, sondern ebenso eine Änderungskontrolle zwischen zwei Versionen des BIM-Modells und eine Kollisionsprüfung durchgeführt werden. [26]

Vorteile bzw. Effizienzsteigerung durch den Abrechnungsprozess mit BIM

Aufgrund der geführten Experteninterviews konnte festgestellt werden, dass einer der größten und wichtigsten Vorteile einer modellbasierten Abrechnung bei BIM-Projekten, eine wesentliche Zeitersparnis im Vergleich zu konventionell abgerechneten Projekten ist. Dadurch, dass die zeitintensive Mengenermittlung und -prüfung durch den Einsatz von BIM zukünftig wesentlich weniger Zeit in Anspruch nehmen wird, können sich die Techniker des AN und der ÖBA vermehrt anderen Aufgaben widmen. Aus den Befragungen der Experten geht hervor, dass die ÖBA die gewonnene Zeit wieder vermehrt für die Kontrolle

der Bauausführung direkt auf der Baustelle nutzen könnte und dadurch der eigentliche Tätigkeitsbereich der ÖBA, nämlich die Kontrolle der technisch und vertraglich richtigen Bauausführung wieder in den Mittelpunkt rückt. Wird auf den Baustellen für die Abrechnung vom AN weniger Personal benötigt, wirkt sich dies positiv auf die Kosten für den AG aus. Eine Zeitersparnis bei der Abrechnung hat somit einen positiven Einfluss auf die Baukosten, die sich durch einen geringeren Personalbedarf auf der Baustelle durchaus reduzieren.

Die Experten führen ebenfalls an, dass die derzeitigen Abrechnungsprozesse die Höhe der Bauzinsen beeinflussen. Die Auftragnehmer müssen oft mit langen Vorfinanzierungszeiten rechnen. Bei BIM-Projekten kann der monatliche Abrechnungsprozess erheblich verkürzt werden, wodurch sich die Vorfinanzierungszeiträume reduzieren und sich positiv auf die Bauzinsen auswirken. Die Reduzierung der Bauzinsen hat wieder eine Kosteneinsparung zur Folge, da sich der Gesamtzuschlag verringert.

Einen Vorteil den alle Experten nennen ist die höhere Genauigkeit bei Mengen und Kosten. Vor allem bei komplexen Bauteilen sind die generierten Mengenermittlungen wesentlich genauer als bei einer konventionellen Abrechnung. Durch die Festlegung und Bekanntgabe von Rechen- und Zuordnungsregelungen gibt es bei der Abrechnung erheblich weniger Streitpunkte. Wenn diese Regelungen bei der Ausschreibung offengelegt werden – wie es die Experten vorschlagen – ist zum Zeitpunkt der Kalkulation für den Bieter und späteren Auftragnehmer bereits eindeutig erkennbar, welche Positionen für welche Bauteile zu kalkulieren und später für die Abrechnung heranzuziehen sind. Die Abrechnung wird in ihrer Gesamtheit nachvollziehbarer und transparenter. Durch die genaue Zuordnung der Abrechnungsmenge zu einem Element, kann im Modell das entsprechende Element gefunden und dessen Abmessungen und Attribute überprüft werden. Ein weiterer Vorteil liegt darin, dass durch diese Verknüpfungen sofort ersichtlich ist um welches Element es sich handelt und wo sich dieses befindet. Es können damit Missverständnisse vermieden werden. Des Weiteren können durch die Hinterlegung im Programm, welche Elemente bereits abgerechnet wurden, Doppelverrechnungen ausgeschlossen werden.

Durch die Verrechnung von Nettomengen erspart man sich außerdem die Anwendung von Abrechnungsregeln.

Aus den Berichten der Experten geht hervor, dass bei den derzeitigen Prozessabläufen die Mengenermittlung nicht effizient ist, denn es werden die gleichen Mengen mehrmals berechnet. Das erste Mal vom Planer bzw. AG für die Ausschreibung, im Regelfall anschließend vom AN für die Kalkulation und während der Ausführung mindestens drei weitere Male. Der Polier ermittelt die Mengen für die Materialbestellungen, der Techniker für die Abrechnung und die ÖBA für die Prüfung. Der immense Zeitaufwand der damit

verbunden ist könnte, durch die modellbasierte Mengenermittlung wesentlich reduziert werden.

Nachteile durch den Abrechnungsprozess mit BIM

Die Experten sehen in der Anwendung von BIM für den Abrechnungsprozess überwiegend Vorteile. Dennoch werden in den Interviews Nachteile aufgezählt. Als Nachteil nennen einige der Befragten, dass derzeit bei den Projektbeteiligten häufig noch nicht das notwendige BIM-Know-how vorhanden ist und somit die Prozesse nicht reibungslos erfolgen. Des Weiteren weisen die Experten darauf hin, dass die Konsistenz und Vollständigkeit des Modells eine wichtige Voraussetzung für die modellbasierte Abrechnung ist. Fehlende bzw. mit falschen Attributen verknüpfte Bauteile im Modell führen zu keinen bzw. falschen Mengen und es müssen die Aufmaße manuell nachbearbeitet werden. Daher ist es von großer Bedeutung, dass das Abrechnungsmodell vor der Mengenermittlung auf Richtigkeit und Vollständigkeit überprüft wird. Des Weiteren gibt es Positionen, wie Baustellengemeinkosten oder Aufzahlungspositionen, die nicht im Modell erfasst werden. Dadurch können die Mengen nicht automatisch aus dem Modell generiert werden. Um Unklarheiten und Streitigkeiten bei der Abrechnung zu vermeiden, müssen die Auftraggeber genaue Rechen- und Zuordnungsregeln bereits bei der Ausschreibung festlegen. Dafür muss seitens der Auftraggeber mehr Zeit für die Planung und Ausschreibung verwendet werden.

Weiters sind für den Abrechnungsprozess mit BIM verschiedene Softwarelösungen und die dafür erforderlichen Mitarbeiterschulungen notwendig, dies führt bei Auftraggebern und Auftragnehmern zu zusätzlichen Kosten. Die Anwendung von BIM führt daher und auf Grund von fehlenden Standards und Erfahrungen derzeit häufig zu einem erhöhten Arbeitsaufwand und damit zu höheren Kosten.

5.3 Abrechnungsprozess bei BIM-Projekten

Auf Grundlage der Ergebnisse der geführten Experteninterviews, der gesammelten persönlichen Erfahrungen und einer zusätzlichen Literaturrecherche wurde ein Abrechnungsprozess von BIM-Projekten entwickelt. Ausgegangen wird dabei von einer Ausschreibung mit Leistungspositionen da die Mehrheit der Experten zu dieser Art der Ausschreibung tendiert. Im Gegensatz zu den derzeitigen Standardprozessen wird hier nicht zwischen einer abgestimmten und nicht abgestimmten Rechnung unterschieden. Eine Abstimmung der Abrechnungsunterlagen vor Rechnungslegung ist nicht notwendig, da die Leistungsfeststellung bereits von der ÖBA bestätigt und somit zur Abrechnung freigegeben wird.

5.3.1 Abrechnungsstartgespräch

Im Abrechnungsprozess von BIM-Projekten werden einige Schritte mehr oder weniger automatisiert ablaufen. Da es weiterhin Aufmaßblätter und einen Datenträger geben wird, ist es empfehlenswert ein Abrechnungsstartgespräch, wie es bei derzeitigen Projekten meist stattfindet, abzuhalten. Es sollten weiterhin Festlegungen betreffend die Nummerierung von Aufmaßblättern getroffen werden. Des Weiteren ist die allgemeine Vorgehensweise beim Abrechnungsprozess zu besprechen.

5.3.2 Monatlicher Abrechnungsprozess mit BIM bei externer ÖBA

Abb. 5.3 zeigt die Prozessdarstellung für eine modellbasierte Abrechnung bei BIM-Projekten. Die Prozessbestandteile, die sich bei den derzeitigen Prozessen bewährt haben wurden von diesen übernommen. Anschließend an das Diagramm werden die einzelnen Aktivitäten der Darstellung beschrieben und auf die Veränderungen durch die Anwendung von BIM eingegangen.

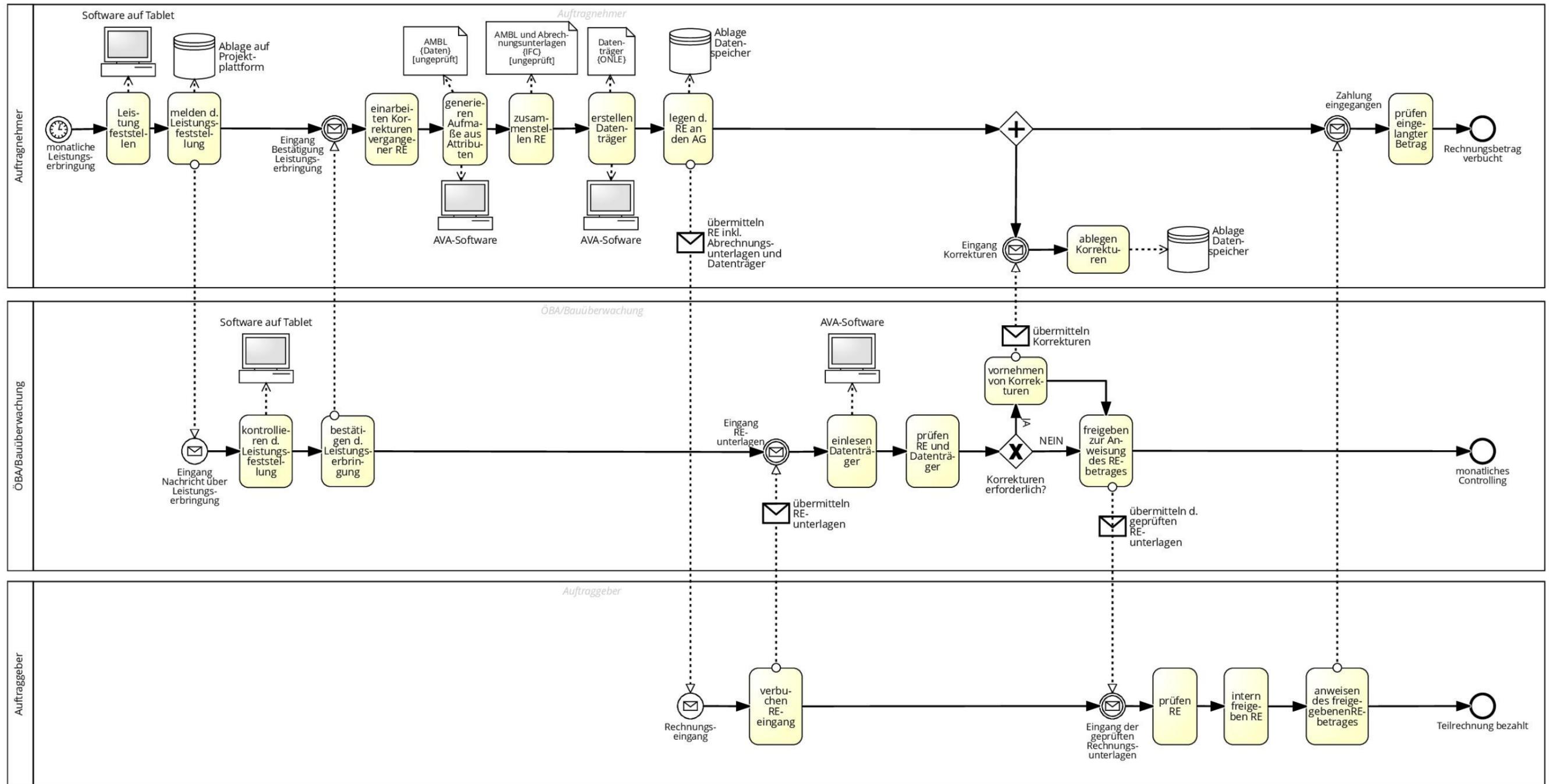


Abb. 5.3: Abrechnungsprozess BIM-Projekte bei externer ÖBA

Leistungsfeststellung

Die Bekanntgabe der Leistungserbringung durch den AN kann auf verschiedenste Weise erfolgen. Entweder durch Verknüpfung mit dem Bauzeitplan, wodurch alle fertiggestellten Leistungen der ÖBA automatisch zur Freigabe übermittelt werden oder durch manuelles anwählen der Elemente. Bei ersterem würde die ÖBA automatisiert eine Meldung bekommen sobald ein Element hergestellt ist. Die andere Möglichkeit wäre, dass die fertiggestellten Elemente im Modell vom AN markiert werden und die ÖBA darüber wieder automatisiert informiert wird. Die Markierung der fertiggestellten Elemente könnte über ein Tablet direkt auf der Baustelle durch den Polier, Techniker oder Bauleiter erfolgen. Die Softwarehersteller bieten bereits Softwarelösungen wie BIM 360 von Autodesk oder iTWO OnSite, womit auf mobilen Endgeräten 5D-Daten abgerufen und bearbeitet werden können. Mit diesen Programmen könnte die digitale Leistungsfeststellung direkt auf der Baustelle erfolgen. Laut dem Bericht eines Experten ist dies allerdings noch nicht problemlos möglich, da bei Modellen mit großen Datenmengen die mobilen Lösungen die Modelle nicht darstellen können.

Bei beiden Varianten der Leistungsfeststellung muss anschließend an die Meldung des AN über die Leistungserstellung von der ÖBA geprüft werden ob die Leistung vollständig und mängelfrei hergestellt wurde. Dies kann durch eine Begehung und anwählen der entsprechenden Elemente über ein Tablet erfolgen, hier können ebenfalls die mobilen Softwareprogramme BIM 360 oder iTWO OnSite verwendet werden.

Bei aktuellen Projekten, bei denen die Bauteile mit der Bauzeit verknüpft sind, ist es im iTWO 5D möglich, den Bauteilen je nach Fertigstellungsgrad unterschiedliche Farben zuzuordnen. Beispielsweise werden Bauteile die bereits hergestellt und abgerechnet wurden automatisch grün dargestellt, aktuell abzurechnende rot und in einem späteren Abrechnungszeitraum herzustellende Bauteile weiß. Damit dies allerdings korrekt ist muss der Bauzeitplan mitgeführt und ebenfalls laufend aktualisiert werden. Die Leistungsfeststellung der ÖBA erfolgt wie bei konventionellen Projekten durch Baustellenbegehungen und Freigabe im Zuge der Abrechnungsprüfung. Grundsätzlich ist es möglich Drohnen oder Laserscans einzusetzen um festzustellen welche Bauteile hergestellt wurden. Dabei ist allerdings die ÖBA trotzdem durch Begehungen auf der Baustelle gefordert um zu prüfen ob die Leistung ordnungsgemäß und mängelfrei hergestellt wurde.

Aufmaßerstellung

Beim bisherigen Abrechnungsprozess nahm die Aufmaßerstellung viel Zeit in Anspruch und stellte die Beteiligten bei komplexen Bauteilen oft vor Herausforderungen. Bei der Verwendung eines konsequent fortgeschriebenen und somit richtigen BIM-Modells können die Mengenermittlungen aus dem Modell abgeleitet werden. Werden im AVA-

Programm gewisse Rechenregeln für die Zuordnung zu den LV-Positionen hinterlegt, können automatisch daraus Mengen und gegebenenfalls Aufmaßblätter generiert werden. Wichtig dabei ist, dass die Mengen nicht auf Grundlage der Geometrie der Bauteile im AVA-Programm berechnet werden, sondern durch die angegebene Attributierung.

Zukünftig sollte das Modell vom Planer im Auftrag des AG aktuell gehalten werden und die ausführende Firma daraus die Mengen ermitteln. Wichtig dabei ist, dass zwischen dem Ausführungsmodell und einem Abrechnungsmodell unterschieden wird. Im Abrechnungsmodell sind nur jene Leistungen die vertraglich vereinbart sind abgebildet. Kommt es beispielsweise aus Gründen die der Sphäre des AN zuzuordnen sind zu einer anderen Ausführung als ursprünglich geplant und vertraglich vereinbart, ist dies für das Ausführungsmodell wichtig und daher dort abzubilden. Abgerechnet dürfen allerdings trotzdem nur die ursprünglich vereinbarten Leistungen werden. Daher ist es wichtig ein eigenes Abrechnungsmodell mitzuführen, worin das Ausschreibungsmodell durch tatsächlich angeordnete Leistungsänderungen adaptiert wird.

Nach erfolgter Leistungsfeststellung und Freigabe durch die ÖBA kann der AN Aufmaßblätter mit den entsprechenden und nachvollziehbaren Mengenermittlungen generieren. Aufmaßblätter müssen allerdings nicht zwangsläufig als PDF-Datei übergeben werden sondern es können die Daten aus der AVA-Software exportiert und Datenträger auf eine Plattform gestellt und die Daten vom Prüfer eingespielt werden. Wichtig ist, dass die Abrechnungsmengen direkt einem Element im Modell zugeordnet sind und die Berechnungen nachprüfbar pro LV-Position aufgelistet werden. Die Rechenregeln und genauen Positionszuordnungen müssen bereits bei der Ausschreibung für den Bieter und späteren Auftragnehmer transparent gemacht werden und bilden die Grundlage für eine modellbasierte Abrechnung. Durch diese Transparenz ist des Weiteren klar, welche Positionen nicht über das Modell abgerechnet werden können, da sie eventuell nicht darstellbar sind. Für diese Positionen müssen weiterhin manuelle Aufmaßblätter erstellt werden. Regieleistungen werden in manuell angefertigten Aufmaßblättern abgerechnet. Der Vorteil hierbei wäre jedoch, dass Regieanmeldungen und Regiescheine direkt auf der Projektplattform elektronisch erstellt, freigegeben und mit dem Modell und dem Aufmaßblatt verknüpft werden können.

Bei konventionellen Projekten werden Aufmaßblätter nach erfolgter Abstimmung von beiden Parteien gegengezeichnet. Dies könnte bei einer modellbasierten Abrechnung eventuell durch eine digitale Signatur der Aufmaßblätter erfolgen. Eine andere Lösung ist, dass Änderungen der auf die Projektplattform hochgeladenen Daten jederzeit nachverfolgt werden können. Es könnte daher ein digitaler Workflow vollzogen werden, dass die Prüfer die Aufmaßblätter bzw. Abrechnungsdaten auf der Plattform per Knopfdruck freigeben und Prüfanmerkungen hinzufügen können. Durch einen personenbezogenen Login

kann festgestellt werden, wer, wann, was geändert, geprüft, angemerkt oder freigegeben hat.

Rechnungslegung und -buchung

Sobald alle Unterlagen erstellt sind, erfolgt die Rechnungslegung durch den AN. Prinzipiell wird die Rechnungslegung weiterhin an den AG erfolgen, der die eingelangte Rechnung verbucht und an die ÖBA zur Prüfung weiterleitet. Die Übermittlung der Rechnung kann entweder per E-Mail erfolgen oder über eine Projektplattform. Die Rechnung ist jedenfalls auf der verwendeten Projektplattform abzulegen.

Rechnungsprüfung durch die ÖBA

Die Rechnung muss für die ÖBA weiterhin in prüfbarer Form vorliegen. Dies ist durch die Angabe der Berechnungen und der genauen Zuordnung zu den Elementen gewährleistet. Es muss somit ein Datenträger der die Mengenermittlung enthält abgegeben werden. Durch eine Schnittstelle zwischen der AVA-Software und dem Modell kann zusätzlich den Mengenermittlungen die Bauteile des Modells zugeordnet werden. Sollte das Abrechnungsmodell ebenfalls vom AN geführt werden so ist dieses als Abrechnungsbeilage ebenfalls abzugeben.

Ist das Modell konsistent, von der ÖBA oder einem externen BIM-Experten geprüft und sind die Rechenregeln im AVA-Programm richtig hinterlegt, sind damit die generierten Mengen aus dem Modell heraus ebenfalls korrekt. Die richtige Positionszuordnung kann durch Überprüfen der Rechenregeln geprüft werden. Die Prüfung der Mengen könnte (stichprobenartige) durch Nachrechnen oder durch die Verwendung einer Kontrollrechnung, bei der die Mengen ebenfalls aus dem Modell errechnet werden, erfolgen. Kommt es zu Korrekturen, was vor allem bei manuell abgerechneten Positionen weiterhin passieren kann, werden diese Korrekturen an den AN übermittelt und müssen bei der nächsten Rechnung eingearbeitet werden. Die Abrechnungssumme wird dementsprechend angepasst. Anschließend wird die Rechnung durch die ÖBA freigegeben und zur weiteren Prüfung und Anweisung an den AG übergeben. Die Dokumentation über die Rechnungsprüfung und die Weiterleitung an den AG wird direkt über die Projektplattform abgewickelt.

Rechnungsprüfung durch den AG

Nachdem die Rechnungsprüfung der ÖBA abgeschlossen ist, wird die Rechnung samt den Korrekturen und Anmerkungen der ÖBA an den AG weitergeleitet. Dies kann zukünftig direkt über die Projektplattform erfolgen, indem die ÖBA die Rechnung elektronisch freigibt und ihre Anmerkungen hinzufügt. Üblicherweise wird die Rechnung vom AG zumindest stichprobenartig geprüft und anschließend zur Anweisung freigegeben. Im Normalfall werden bei einer Abrechnung mit BIM von der ÖBA und dem AG hauptsächlich die

Rechenregeln und die manuell abgerechneten Positionen zu prüfen sein. Die wichtigste Voraussetzung dafür ist, dass die Richtigkeit des Modells zum Abrechnungszeitpunkt bereits geprüft und bestätigt ist. Durch die Verknüpfung von verschiedenen Softwareprogrammen würde zukünftig durch die Rechnungsfreigabe auf der Projektplattform automatisch die Anweisung des Betrages erfolgen.

5.3.3 Monatlicher Abrechnungsprozess mit BIM bei interner ÖBA

Zusätzlich zu einem zukünftigen Standardprozess wurde auf der Grundlage der Experteninterviews und den aktuellen Prozessen ein Abrechnungsprozess für BIM-Projekte bei öffentlichen Auftraggebern mit interner ÖBA erarbeitet. Der Prozess berücksichtigt dabei bereits die Verwendung einer Kollaborationsplattform. Dieser entwickelte Prozess wird in der Abb. 5.4 grafisch dargestellt. Anschließend werden kurz die Besonderheiten im Vergleich zum zukünftigen Standardprozess bei einer externen ÖBA erläutert.

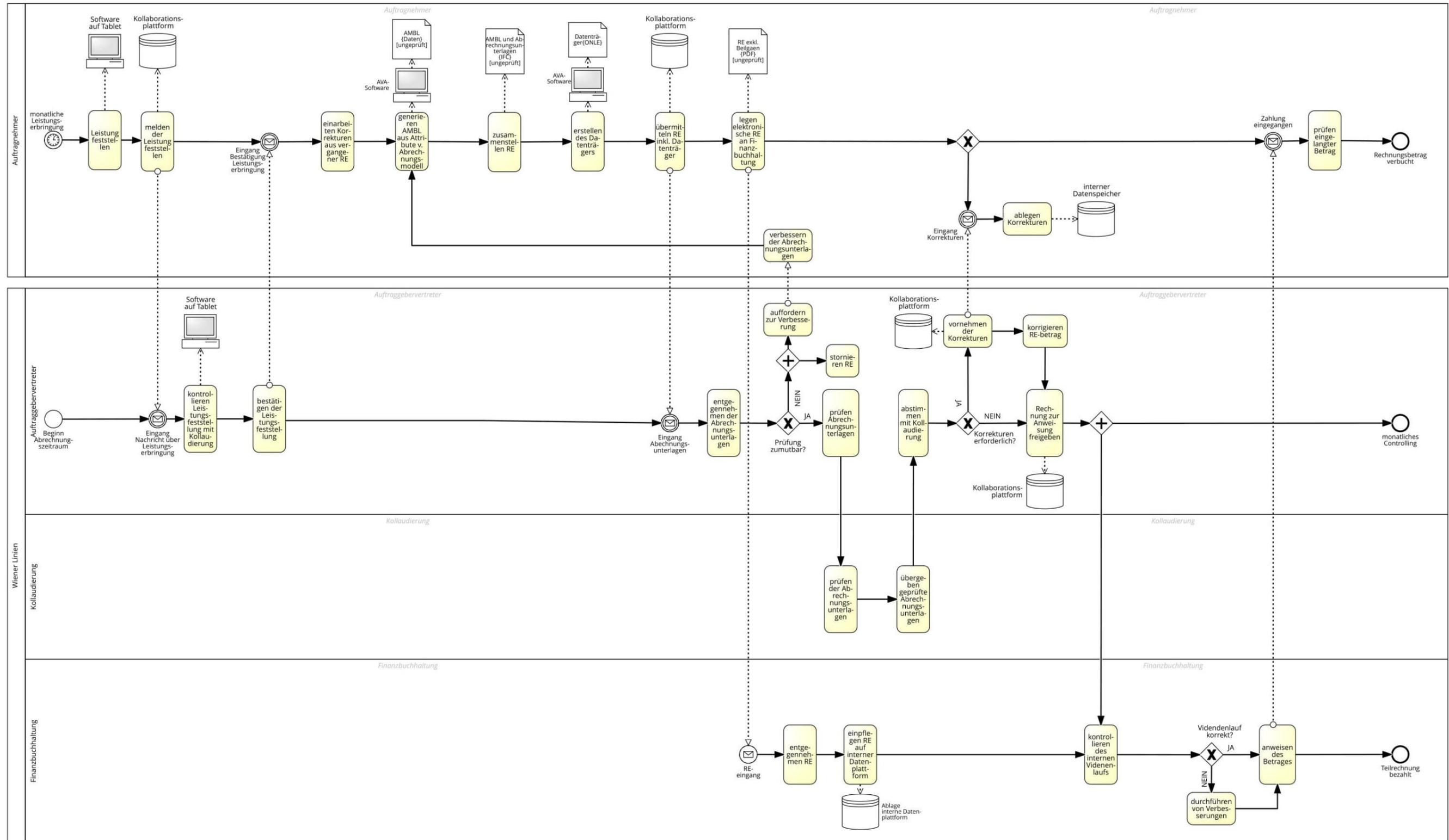


Abb. 5.4: Abrechnungsprozess BIM-Projekte bei interner ÖBA

Leistungsfeststellung

Die Leistungsfeststellung könnte bei den Wiener Linien wie beim vorherigen Prozess beschrieben erfolgen. Mit dem Unterschied, dass nicht die ÖBA sondern der AGV und Mitarbeiter der Kollaudierung die Leistungserbringung bestätigen müssen.

Aufmaßerstellung

Nachdem der AGV und der Kollaudierungsmitarbeiter die Leistungserbringung bestätigt haben, kann der AN die Aufmaßblätter für den entsprechenden Abrechnungszeitraum generieren. Die Mengenermittlungen erfolgen dabei direkt aus dem Modell. Voraussetzung dafür ist, dass das Modell im Vorfeld auf Richtigkeit und Vollständigkeit geprüft wird. Die Vorgehensweise bei der Aufmaßerstellung kann der vorherigen Prozessbeschreibung entnommen werden.

Rechnungslegung und -buchung

Die Rechnung ist weiterhin an die Finanzbuchhaltung der Wiener Linien zu übermitteln, muss allerdings zusätzlich auf der Kollaborationsplattform hochgeladen werden. Dort kann sie vom AGV und zuständigen Kollaudierungsmitarbeiter eingesehen und geprüft werden.

Rechnungsprüfung

Die Rechnungsunterlagen werden vom AGV und vom Mitarbeiter der Kollaudierung unabhängig voneinander geprüft, falls notwendig korrigiert und anschließend freigegeben. Dabei ist vor Freigabe eine Abstimmung über etwaige Korrekturen zwischen AGV und Kollaudierung erforderlich. Die Korrekturanmerkungen werden direkt über die Kollaborationsplattform dokumentiert und an den AN übermittelt. Nach erfolgter Prüfung und Freigabe kann die Anweisung durch die Finanzbuchhaltung der Wiener Linien erfolgen.

5.4 Weitere Prozesse der Abrechnung

Das monatliche Controlling und die Schlussrechnung stellen wie bei konventionellen Bauprojekten weitere Prozesse der Abrechnung dar.

5.4.1 Monatliches Controlling

Wie bei einer konventionellen Abrechnung ist am Ende des Abrechnungszeitraumes vom AN und dem AG bzw. dessen Vertreter ein monatliches Controlling durch Soll-Ist-Vergleiche zu führen. Wie dieser Prozess mit BIM aussehen kann wird in dieser Arbeit nicht erhoben.

5.4.2 Schlussrechnung

Sind alle Leistungen des Auftrages abgeschlossen und abgenommen, kann die Schlussrechnung gelegt werden. Diese berücksichtigt alle vorangegangenen Abschlagsrechnungen und hat eine erneute Prüfung der Abrechnungsunterlagen zur Folge. Wie bei den vorherigen Prüfungen ist hier wieder ein konsistentes Modell die Voraussetzung. Für die Schlussrechnung muss das Modell bereits das tatsächlich Gebaute darstellen.

5.5 Wesentliche Unterschiede zur konventionellen Bauabrechnung

Die erarbeiteten Prozessdarstellungen zeigen, dass viele Prozessschritte der konventionellen Bauabrechnung bei einer Weiterentwicklung mit BIM erhalten bleiben. Die Leistungsfeststellung, das Erstellen und Prüfen der Aufmaße und die Rechnungslegung sind weiterhin notwendig, werden jedoch in einer anderen Art und Weise durchgeführt.

Sind die Elemente im Modell mit der Bauzeit verknüpft, ist eindeutig erkennbar welche Leistungen erbracht wurden. Die entsprechenden Elemente können im Modell angezeigt werden und im AVA-Programm werden die zugehörigen Mengen generiert. Bei konventionellen Bauprojekten erfolgt die Leistungsfeststellung durch den AG bzw. dessen Vertreter im Zuge der Prüfung der Abrechnungsunterlagen. Im Gegensatz dazu wird bei BIM-Projekten die Leistungserbringung bereits vor Aufmaßerstellung vom AG bzw. dessen Vertreter geprüft und freigegeben. Ist die Leistungsfeststellung freigegeben können automatisch die abzurechnenden Mengen ermittelt werden. Die Aufmaße müssen nicht wie bei der konventionellen Bauabrechnung manuell anhand von vorliegenden 2D-Pläne erstellt werden, sondern können aus den hinterlegten Attributen des BIM-Modells generiert werden. Um die Berechnungen nachvollziehen und prüfen zu können muss ein Datenträger der die Mengenermittlungen und die zugeordneten Positionen enthält übergeben werden. Daraus können weiterhin Aufmaßblätter generiert werden. Ein großer Unterschied besteht darin, dass bei der Anwendung von BIM keine Dokumente in Papierform bzw. als PDF-Dateien ausgetauscht werden, sondern mittels geeigneten Datenaustauschformaten.

Bei einer modellbasierten Abrechnung stellt das Modell die wichtigste Abrechnungsgrundlage dar. Daher werden keine händisch aufbereiteten Planbeilagen mehr benötigt, sondern es wird dem Abrechnungsdatenträger ein IFC des aktuellen Abrechnungsmodells beigelegt. Die Prüfung der Mengen kann zukünftig über BIM-Viewer erfolgen. Im Vorfeld muss das Abrechnungsmodell geprüft und freigegeben werden. Nur wenn die Rechenregeln im AVA-Programm richtig hinterlegt sind und das Modell konsistent ist, sind die generierten Mengen korrekt und können zusätzlich stichprobenartig über die Bauteilabmessungen kontrolliert werden.

Zusammenfassung

Für die Erarbeitung dieses Kapitels wurden neun Experteninterviews mit ausgewählten Personen aus der Baubranche und eine Literaturrecherche durchgeführt. Der Fokus lag auf der Erhebung der aktuellen Entwicklung von BIM und den Möglichkeiten einer modellbasierten Bauabrechnung. Die Experten berichteten über aktuelle Pilotprojekte und Anwendungen von BIM. Bei einigen Pilotprojekten wird bereits versucht das BIM-Modell mit Kosten und Terminen zu verknüpfen und den Grundstein für eine modellbasierte Abrechnung zu legen. Derzeit gibt es mehrere Pilotprojekte bei denen versucht wird für die Abrechnung von einzelnen Leistungspositionen Mengen aus dem Modell zu generieren.

Es gibt noch einige Herausforderungen bei der Anwendung von BIM und einer modellbasierten Abrechnung. In erster Linie ist es wichtig, Standardisierungen in Form von Richtlinien, Normen und Vorschriften zu schaffen. Es müssen die Mitarbeiter gut geschult werden und bereit sein die BIM-Methode durchgehend und konsequent in Projekten anzuwenden. Es sind bereits viele Softwarelösungen auf dem Markt, jedoch bedarf es noch einigen Verbesserungen. Zwei Drittel der Experten sind sich darüber einig, dass es weiterhin Leistungspositionen geben wird, sich allerdings die Art der Leistungsfeststellung und Mengenermittlung ändern wird. Die derzeit gültigen Abrechnungsregeln der Werkvertragsnormen können mit den österreichischen BIM-Normen außer Kraft gesetzt werden.

Die einzelnen Prozessschritte werden prinzipiell erhalten bleiben, allerdings die Art der Durchführung wird sich durch die technischen Möglichkeiten von BIM verändern und eine erhebliche Zeitersparnis mit sich bringen. Durch eine modellbasierte Abrechnung können die Abrechnungsmengen genauer ermittelt und automatisch aus dem Modell generiert werden.

6 Ergebnisse

Die Digitalisierung und BIM halten in der Baubranche Einzug und lassen in vielen Bereichen auf eine Verbesserung und Vereinfachung der Prozesse hoffen. Das Ziel dieser Arbeit ist es die Weiterentwicklung des Abrechnungsprozesses mit BIM in der Bauausführung darzustellen. Dazu werden zu Beginn die Grundlagen der BIM-Methode erläutert. Bei BIM handelt es sich um eine Arbeitsweise, die zwar auf einem digitalen Gebäudemodell basiert, allerdings nicht alleine durch dieses gekennzeichnet ist. Dem digitalen Gebäudemodell können wichtige Informationen in Form von Attributen angeheftet werden. Die einzelnen Bauteilelemente können untereinander in Beziehung gebracht werden, wodurch eine automatische Plausibilitätskontrolle ermöglicht wird. Eines der wichtigsten Themen bei der Anwendung der BIM-Methode ist die Projektkommunikation, die sich durch den Einsatz von BIM vereinfachen und verbessern kann. Das BIM-Modell kann über den gesamten Lebenszyklus hinweg genutzt werden und bringt daher für den späteren Betrieb von Bauwerken viele Vorteile. Aus diesem Grund ist es für öffentliche Auftraggeber, die ihre Bauwerke später betreiben, von Nutzen BIM einzusetzen. Ihre Anforderungen und Ziele müssen in den AIA genau beschrieben und auf die Anforderungen des Betriebs anpasst sein.

In Österreich liegen der Ausschreibung, Vergabe und Abrechnung von Bauleistungen in den meisten Fällen konstruktive Leistungsbeschreibungen zu Grunde. In der Regel werden Leistungspositionen zu Einheitspreisen ausgeschrieben und vergeben. Das Leistungsverzeichnis und die darin ausgeschrieben Positionen bilden die Grundlage für die Verrechnung und Vergütung der erbrachten Leistungen.

Diese Diplomarbeit untersucht die Standardabrechnungsprozesse bei Einheitspreisverträgen. Beim Einheitspreisvertrag werden die tatsächlich ausgeführten Mengen multipliziert mit dem angebotenen Einheitspreis abgerechnet. Für die Mengenermittlungen nutzen Auftragnehmer in der Regel die letztgültigen Ausführungspläne oder Feldaufnahmen. Regieleistungen werden nach dem Ist-Aufwand, auf Grundlage von Regieberichten, abgerechnet. Für die Erstellung der Abrechnungsunterlagen und der Berechnung der abzurechnenden Mengen gibt es diverse Regelungen in ÖNORMEN, Werkvertragsnormen und Vertragsbestimmungen der Auftraggeber.

Im Hauptteil dieser Diplomarbeit werden die aktuellen Standardprozesse der Abrechnung eruiert und visualisiert. Dafür wurden die eigene Berufserfahrung, Leitfäden von Auftraggebern und Experteninterviews herangezogen. Die Arbeit zeigt vier Standardprozesse, wobei eine Unterscheidung zwischen abgestimmter und nicht abgestimmter Rechnungslegung und interner sowie externer ÖBA getroffen wurde. Bei den Wiener Linien, als einen der größten öffentlichen Auftraggeber im Infrastrukturbereich, werden die ÖBA-Leistungen

von internen Mitarbeitern erbracht. Daher wurden die Prozesse bei einer internen ÖBA bei den Wiener Linien erhoben.

6.1 Beantwortung der Forschungsfragen

Die zentrale Forschungsfrage, wie die Bauabrechnung eines BIM-Projektes erfolgen kann wird anhand der vier zu Beginn der Diplomarbeit festgelegten leitenden Fragen beantwortet.

Forschungsfrage 1

Wie stellt sich der aktuelle Abrechnungsprozess von Bauprojekten dar?

Bei Bauprojekten gibt es verschiedene Standardprozesse, die davon abhängen ob eine abgestimmte oder nicht abgestimmte Rechnung erfolgt und ob die Leistungen der Örtlichen Bauaufsicht intern oder extern erbracht werden. Die Diplomarbeit stellt diese vier konventionellen Standardprozesse dar. Bei den Abrechnungsprozessen kommt es immer wieder zu kleineren projektspezifischen Abweichungen, die für diese Arbeit und den erarbeiteten Standards nicht relevant sind. Bei einer abgestimmten Rechnung werden die Abrechnungsunterlagen und Aufmaßblätter vor Rechnungslegung zwischen Auftragnehmer und Auftraggebervertreter (AG oder ÖBA) abgestimmt. Dieser Abstimmungsprozess ist oft langwierig und aufwendig, hat allerdings den Vorteil, dass es später zu wesentlich weniger Korrekturen kommt. Da die Erstellung und Prüfung der Mengenermittlungen viel Zeit in Anspruch nimmt, ist bei vielen Projekten ein eigener Abrechnungstechniker auf Auftragnehmer- und Auftraggeberseite notwendig.

Die erforderliche Nachvollziehbarkeit ist bei allen aktuellen Standardprozessen gegeben, allerdings fehlt oft die Übersichtlichkeit. Eine große Herausforderung sind die vielen Schnittstellen die es zwischen Auftragnehmer, Auftraggeber und Bauaufsicht bei der Abrechnung von Bauleistungen gibt. Oft werden zwischen den Beteiligten Dateien per E-Mail oder über Projektplattformen ausgetauscht. Vor allem bei Feldaufnahmeblätter und Abrechnungsbeilagen, werden die Dokumente oft eingescannt und als PDF-Dateien verschickt bzw. hochgeladen. Prüfvermerke und Korrekturen durch den Prüfer finden in der Regel handschriftlich auf den ausgedruckten Dokumenten statt und werden anschließend erneut eingescannt und an den AN verschickt bzw. hochgeladen. Durch diese Art des Datenaustausches kommt es vor, dass Dokumente unleserlich oder nicht am aktuellsten Stand sind. Der elektronische Austausch der Rechnung erfolgt mittels ÖNORM-Datenträger. Hierbei kommt es gelegentlich zu Datenverlusten, vor allem, wenn von den Beteiligten unterschiedliche Abrechnungsprogramme verwendet werden. Daher müssen die eingespielten Daten kontrolliert und mit vorangegangenen Rechnungen abgeglichen

werden. Dies nimmt einiges an Zeit in Anspruch. Die Hauptprozessschritte des Standardabrechnungsprozesses einer abgestimmten Rechnung sind folgende:

- 1) Führen eines Abrechnungsgesprächs zwischen AG, ÖBA und AN
- 2) Leistungsfeststellung durch AN
- 3) Erstellung der Abrechnungsunterlagen durch AN
- 4) Erstellen der EDV-Aufmaßblätter durch AN
- 5) Übergabe der Abrechnungsunterlagen vom AN an den AG
- 6) Prüfung und Kontrolle der Abrechnungsunterlagen durch AG bzw. ÖBA
- 7) Abstimmungsgespräch zwischen AG bzw. ÖBA und AN
- 8) Zusammenstellung und Übermittlung der Rechnung inkl. Datenträger durch AN
- 9) Rechnungsprüfung und Rechnungskorrektur durch ÖBA
- 10) Einarbeitung der Korrekturen durch AN
- 11) Rechnungsprüfung, -freigabe und Anweisung durch AG
- 12) Eingangsprüfung durch AN
- 13) Schlussrechnung durch AN, ÖBA und AG

Bei einer nicht abgestimmten Rechnung entfallen die Punkte 5), 6) und 7), da vor Rechnungslegung keine Prüfung der ÖBA stattfindet. Durch eine nicht abgestimmte Rechnung kommt es allerdings häufig zu nachträglichen Korrekturen worunter die Nachvollzieh- und Übersichtlichkeit leidet.

Bei einigen öffentlichen Auftraggebern werden die Leistungen der Örtlichen Bauaufsicht nicht extern vergeben, sondern intern übernommen. Die Standardprozesse bei einer internen ÖBA wurden bei den Wiener Linien erhoben. Neben den zuständigen Mitarbeiter der Fachabteilung muss bei den Wiener Linien bei ausgewählten Projekten und bei allen U-Bahnneubauprojekten die Rechnung zusätzlich von einem Mitarbeiter der Fachdienststelle für Kollaudierung geprüft und freigegeben werden.

Bei den Bauvorhaben des Linienkreuzes U2xU5 findet zukünftig vor Rechnungslegung keine Abstimmung statt. Erst nach erfolgter Rechnungslegung werden die Unterlagen geprüft und etwaige Korrekturen direkt vom AG im „Korrekturmodus“ des Abrechnungsprogrammes vorgenommen.

Forschungsfrage 2

Welche Randbedingungen müssen geschaffen werden, um eine Ausschreibung und Abrechnung mit BIM zu ermöglichen?

Voraussetzungen für die erfolgreiche Umsetzung von BIM sind funktionierende und einfach zu bedienende Softwarelösungen. Die Bedienerfreundlichkeit ist wichtig, damit BIM tatsächlich vom operativen Personal akzeptiert und konsequent angewendet wird. Die

IFC-Schnittstelle muss weiterentwickelt werden, um zukünftig beim Datenaustausch einen Datenverlust zu vermeiden. Es erweist sich im Rahmen der durchgeführten Erhebung als nicht sinnvoll, alle relevanten AVA-Daten wie LV-Positionen, Preise und Termine direkt in das Modell zu integrieren. Für diese Informationen werden weiterhin verschiedenen Softwarelösungen verwendet und mit dem BIM-Modell verknüpft.

Neben Standardisierungen für die Modellierung eines BIM-Modells und den AIAs ist es wichtig Standards für die Ausschreibung, Vergabe und Abrechnung von BIM-Projekten zu schaffen. Dabei ist es vor allem notwendig festzulegen ob weiterhin eine konstruktive Leistungsbeschreibung in Form eines Leistungsverzeichnisses für die Ausschreibungen von BIM-Projekten verwendet werden soll. Es müssen Standards entwickelt werden, wie die Mengenermittlung direkt aus dem Modell erfolgen kann und ob dabei die aktuellen Abrechnungsregeln der Werkvertragsnormen berücksichtigt werden müssen. Die Beantwortung dieser Fragestellungen wurden im Zuge von Experteninterviews erarbeitet. Bereits jetzt ist es durch die BIM-Normen möglich die Abrechnungsregeln außer Kraft zu setzen. Generell sind diese Regelungen zukünftig nicht mehr notwendig, da durch die modellbasierte Abrechnung die tatsächlich ausgeführten Mengen abgerechnet werden können. Hier ist eine einheitliche Vorgehensweise – anwenden der Abrechnungsregeln oder nicht – anzustreben. Aus den Erhebungen geht hervor, dass es bei der Verwendung von BIM nicht sinnvoll ist die derzeitigen Abrechnungsregeln zu verwenden. Es empfiehlt sich daher diese Regeln bei der Abrechnung nicht zu verwenden, sondern die tatsächlichen Mengen zu ermitteln. Eine weitere Möglichkeit für Standardisierungen wäre die Entwicklung eines Formelkataloges der ähnlich wie der derzeitige Formelkatalog der ÖNORM A 2063 aus Formeln für die Mengenermittlung mit BIM besteht.

Aus den Experteninterviews geht hervor, dass die Ausschreibung von BIM-Projekten zukünftig weiterhin mit Leistungspositionen in einem Leistungsverzeichnis erfolgen wird. Die aktuellen Standardleistungsbeschreibungen werden sich allerdings verändern und auf die BIM-Arbeitsweise angepasst werden. Durch eine bestimmte Attributierung der Elemente im Modell und festgelegten Rechenregeln für die Positionszuordnung können die Elemente den LV-Positionen in einem AVA-Programm zugewiesen und Mengenermittlungen generiert werden. Diese Ermittlungen erfolgen somit nicht aus der Geometrie der Elemente, sondern durch die entsprechende Attributierung. Durch die angegebenen Attribute lassen sich die Elemente den Positionen im AVA-Programm zuordnen und durch die hinterlegten Rechenregeln die Mengen ermitteln. Die Notwendigkeit von Abrechnungsregeln ist bei der Verwendung von BIM nicht mehr gegeben, da direkt aus dem Modell die Nettomengen ermittelt werden können. Würde man Abrechnungsregeln in den AVA-Programmen hinterlegen, würden die Nettomengen verfälscht werden. Es werden weiterhin Kalkulationsblätter für die Leistungspositionen erforderlich sein, die bei Leis-

tungsänderungen die Basis für die Bewertung von Mehrkostenforderungen bilden. Änderungen im Vergleich zur Ausschreibung können durch das Einfrieren des Ausschreibungsmodells jederzeit nachvollzogen werden.

Forschungsfrage 3

Wie verändern sich die Prozessabläufe der Bauabrechnung mit BIM?

Zukünftig werden das Modell und die damit verknüpften Daten wichtige Grundlagen für die Ausschreibung und Abrechnung von Bauleistungen sein. Die Ausschreibung und Abrechnung wird gemäß den durchgeführten Experteninterviews weiterhin nach Leistungspositionen mit Einheitspreisen erfolgen. Daher werden die einzelnen Prozessschritte, wie die Leistungsfeststellung, Mengenermittlung und Rechnungsprüfung grundsätzlich erhalten bleiben, sich aber in ihrer Durchführung verändern.

Die Leistungsfeststellung kann durch eine Verknüpfung mit dem fortgeschriebenen Bauzeitplan oder durch manuelles auswählen der fertiggestellten Elemente entweder direkt im Modell oder im AVA-Programm erfolgen. Weitere technische Möglichkeiten den Baufortschritt festzustellen sind beispielsweise Laserscans oder Drohnen. Die Prüfung der Qualitätsanforderungen der ausgeführten Leistungen erfolgt weiterhin analog dazu. Ist die Leistungsfeststellung vom AG oder dessen Vertreter bestätigt, können automatisch in einem AVA-Programm Mengenermittlungen und damit Aufmaßblätter generiert werden. Dabei ist es nicht erforderlich die Mengenermittlung händisch aufzustellen, sondern durch die Verknüpfung mit dem Modell und den hinterlegten Rechen- und Zuordnungsregeln können diese aus dem Modell automatisch ermittelt werden. Die aus dem Modell und den verknüpften Attributen ermittelten Mengen müssen weiterhin nachvollziehbar dargestellt werden. Die AVA-Software kann durch die hinterlegten Rechen- und Zuordnungsregeln automatisiert nachvollziehbare Berechnungen erstellen, die in einem Aufmaßblatt angegeben werden können. Dadurch wird die Nachprüfung durch unabhängigen Dritten ermöglicht. In den AVA-Programmen werden die zu berechnenden Mengen automatisch in einfache Flächen gegliedert. Zuerst in Rechtecke und bei komplexeren Bauteilen in Dreiecke und Trapeze. Sollte die generierte Berechnung nicht eindeutig nachvollziehbar sein können Kontrollberechnungen anhand der Abmessungen des Bauteils durchgeführt werden. Des Weiteren ist durch die Verknüpfung mit dem Modell eine eindeutige Zuordnung der Berechnungen zu einem Element möglich. Damit kann das Element im Modell identifiziert und die Berechnungen mit den Abmessungen verglichen oder im Modell die entsprechenden Mengen angezeigt werden. Ist das Modell aktuell, auf Richtigkeit und Vollständigkeit geprüft und sind die Bauteile durch eine entsprechende Attributierung den richtigen Positionen zugeordnet, sind die Mengen ebenfalls korrekt. Damit vereinfacht sich die Prüfung der Abrechnungsunterlagen. Das Modell bildet somit eine wichtige Beilage zur

Abrechnung, denn nur durch die Kombination von Abrechnungsdaten und Modelldaten kann die Abrechnung durch Dritte geprüft werden. Es ist daher wichtig, dass zu jedem Abrechnungsdatenträger ein IFC des aktuellen Abrechnungsmodells beigelegt wird. Für die Prüfung können zukünftig BIM-Viewer genutzt werden. Dort kann das Modell, alle notwendigen Informationen, Abmessungen und Attribute eingesehen und geprüft werden. Laut den Experten besteht ebenfalls die Möglichkeit, die Positionszuordnung der Elemente wieder ins Modell zurückzuspielen. Der Vorteil dabei ist, dass damit im Modell die Positionsnummer ersichtlich ist und im Viewer ebenfalls angezeigt wird. Es kann dadurch beispielsweise bei der Prüfung nach Elementen einer bestimmten Position gefiltert und die entsprechenden Mengen im Viewer angezeigt werden.

Forschungsfrage 4

Wo liegen dabei Effizienzsteigerungspotenziale?

Die Experteninterviews haben zu der Erkenntnis geführt, dass die größte Effizienzsteigerung einer Abrechnung mit BIM eine erhebliche Zeitersparnis bei der Erstellung und Prüfung der Rechnungsunterlagen ist. Durch die modellbasierte Abrechnung und der damit verbundenen Möglichkeit die Mengen direkt aus dem Modell ableiten zu können, wird der Zeitaufwand für die Mengenermittlung und -prüfung wesentlich reduziert. Dadurch ist auf den Baustellen ein effizienterer Personaleinsatz möglich. Die Bauaufsicht kann ihre Aufmerksamkeit wieder vermehrt auf die Kontrolle der korrekten Bauausführung und weniger auf die Prüfung der Abrechnung richten. Somit steht die Qualitätskontrolle wieder im Vordergrund. Des Weiteren könnten durch einen verringerten Personalaufwand beim Auftragnehmer Kosten eingespart werden. Wenn sich der Abrechnungsprozess verkürzt und sich damit verbunden die Vorfinanzierungszeiträume für den AN verringern, hat dies einen positiven Einfluss auf die Bauzinsen. Insgesamt werden sich durch eine effizientere Bauabrechnung die Baukosten für den AG reduzieren. Des Weiteren sind beispielsweise bei Änderungen durch den AG die möglichen Kosten klarer und einfacher ersichtlich. Die Kosten aufgrund von Änderungen sind dadurch für den AG leichter nachvollziehbar. Generell erhöht sich durch die Anwendung von BIM und den Modellbezug bei der Mengenermittlung die Nachvollziehbarkeit. Eine umfangreiche Abrechnungsdokumentation mittels Papierausdrucke ist damit nicht mehr erforderlich. Ein wesentlicher Vorteil einer modellbasierten Abrechnung ist die höhere Genauigkeit der ermittelten Mengen und Kosten. Bei komplexen Bauteilen sind die aus dem Modell generierten Mengen wesentlich genauer als bei einer konventionellen Mengenermittlung. Des Weiteren ist die Verwendung von Abrechnungsregeln nicht mehr notwendig und es werden die tatsächlich ausgeführten Nettomengen abgerechnet.

Werden vom AG für die Kalkulation und die spätere Abrechnung bereits bei der Ausschreibung Rechen- und Zuordnungsregelungen fest- und offengelegt führt das später zu weniger Unklarheiten und Streitigkeiten. Für den Bieter ist damit bereits bei Angebotslegung eindeutig erkennbar welche Positionen für welche Bauteile zu kalkulieren und später abzurechnen sind.

Die Abrechnungsmengen werden direkt einem Element zugeordnet, wodurch das entsprechende Element im Modell identifiziert und die Abmessungen überprüft werden können. Durch diese eindeutige Zuordnung und der Möglichkeit im AVA-Programm zu hinterlegen welche Elemente bereits abgerechnet wurden, können Doppelverrechnungen vermieden werden. Insgesamt wird durch die Anwendung von BIM die Abrechnung übersichtlicher und nachvollziehbarer.

6.2 Ausblick

Wie Bauleistungen zukünftig ausgeschrieben und abgerechnet werden, wird sich nicht wesentlich verändern. Es wird bei BIM-Projekten weiterhin mit Leistungspositionen ausgeschrieben und abgerechnet. Allerdings wird sich durch die Anwendung von BIM der Prozess vereinfachen und die Nachvollziehbarkeit und Transparenz von Kosten erhöhen. Der Zeitaufwand für die Leistungsfeststellung, Aufmaßermittlung und Rechnungsprüfung wird sich wesentlich reduzieren und ermöglicht dadurch eine Kosteneinsparung. Die Abrechnung von Bauleistungen, insbesondere die Mengenermittlung, führt derzeit in vielen Fällen zu Streitigkeiten zwischen AN und AG die sich mit der Anwendung von BIM verringern werden. Insgesamt wird sich der Abrechnungsprozess erheblich durch die technischen Möglichkeiten mit BIM verkürzen und vereinfachen. Deshalb ist es für die Experten unabdingbar, dass zukünftig die BIM-Arbeitsweise durchgehend bei allen Projekten angewendet wird.

Bis dies allerdings der Fall ist müssen noch einige Rahmenbedingungen geschaffen und Unklarheiten beseitigt werden. Ausgehend von den Experteninterviews ist es dabei wichtig, BIM aktiv bei Pilotprojekten umzusetzen und dabei technische Lösungen und Prozesse zu testen. Nur durch die dadurch gewonnenen Erfahrungen kann zukünftig BIM erfolgreich eingesetzt werden, denn selbst die Experten lernen erst durch die tatsächliche Anwendung wie BIM in welchen Projektphasen umgesetzt werden kann.

7 Verzeichnisse

Literaturverzeichnis

- [1] ASFINAG Autobahnen- und Schnellstraßen-Finanzierungs-Aktiengesellschaft: *Abrechnungslleitfaden für Bauleistungen und Dienstleistungen*. Version 3.00
- [2] Asinger, F.: *Funktionale Ausschreibung im Infrastruktur- und Verkehrswegebau*. Technische Universität Graz – Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft Projektentwicklung und Projektmanagement, 2010
- [3] AUER Die Bausoftware GmbH: *AUER Success.6 – Benutzerhandbuch*, 2010
- [4] Austrian Standards: *Building Information Modeling (BIM)*. <https://www.austrian-standards.at/infopedia-themencenter/specials/building-information-modeling-bim/> (Zugriff am 26.06.2018)
- [5] Austrian Standards: *ÖNORM A 2063-2: Austausch von Leistungsbeschreibungs-, Elementkatalogs-, Ausschreibungs-, Angebots-, Auftrags- und Abrechnungsdaten in elektronischer Form – Teil 2: Berücksichtigung der Planungsmethode Building Information Modeling (BIM) Level 3*. https://committees.austrian-standards.at/national_workprogramme/project/632835 (Zugriff am 22.11.2018)
- [6] Austrian Standards: *Zur Stellungnahme aufliegende Projektanträge*. <https://committees.austrian-standards.at/projectproposal/list?offset=0&max=10> (Zugriff am 15.11.2018)
- [7] Bammer, M.: *Bau(rechts)Lexikon – Technische Begriffe für Juristen – Leistungsverzeichnis („LV“)*. Wien: Zeitschrift für Recht des Bauwesens, Heft 2, 2012. http://www.ra-w.at/RA1/RA2-Pub/Publikationen/Ba-ZRB_2012-2VII.pdf (Zugriff am 30.11.2018)
- [8] Bauer, K. et al.: *Begriffe zu BIM und Digitalisierung*. Wien: Schriftenreihe der österreichischen Plattform 4.0, 2017
- [9] Bauer, K. et al.: *BIM Pilotprojekt ÖBB Bahnhof Lavanttal*. Wien: Schriftenreihe der österreichischen Plattform 4.0, 2017
- [10] BauNetz Media GmbH: *Was zeichnet BIM-Projekte aus?* <https://www.baunetzwissen.de/bim/fachwissen/grundlagen/was-zeichnet-ein-bim-projekt-aus-5262642> (Zugriff am 15.11.2018)
- [11] Bormann, A. et al.: *Building Information Modeling*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden Imprint: Springer Vieweg, 2015
- [12] buildingSMART Austria: <https://www.buildingsmart.co.at/> (Zugriff am 04.07.2018)

- [13] buildingSMART e.V.: <https://www.buildingsmart.de/> (Zugriff am 04.07.2018)
- [14] Bundesgesetz über die Vergabe von Aufträgen (Bundesvergabegesetz 2018 – BVergG 2018). StF: BGBl. I Nr. 65/2018
- [15] Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur: *Stufenplan Digitales Planen und Bauen*. Deutschland/Berlin, 2015
- [16] Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend. *Die Bauausschreibung – Leitfaden für die Anwendung der StLB*.
https://www.bmdw.gv.at/KulturellesErbe/Bauservice/Documents/LB-Allgemein/DIE%20BAUAUSSCHREIBUNG_HB19_HT10.pdf (Zugriff am 26.06.2018)
- [17] Egger, M. et al.: *BIM-Leitfaden für Deutschland*. Deutschland, 2013
- [18] Eschenbruch, K. et al.: *Maßnahmenkatalog zur Nutzung von BIM in der öffentlichen Bauverwaltung unter Berücksichtigung der rechtlichen und ordnungspolitischen Rahmenbedingung*. Gutachten zur BIM-Umsetzung, 2013/2014
- [19] Frank, C.: *BIM – Building Information Modeling*. München: Autodesk Kompendium
- [20] Gadatsch, A.: *Grundkurs Geschäftsprozess-Management: Analyse, Modellierung, Optimierung und Controlling von Prozessen*. 8. Auflage, Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden Imprint: Springer Vieweg, 2017
- [21] Gaudart, D.: *B6.Digi Arbeitsprogramm 2018+*. Wien: Wiener Linien GmbH & Co KG, 2018
- [22] Gaudart, D.: *BIM für den Betrieb von Infrastruktur*. FH Campus Wien, 2017
- [23] Goger, G.: *Potenziale der Digitalisierung*. Technische Universität Wien – Institut für Interdisziplinäres Bauprozessmanagement – Forschungsbereich Baubetrieb und Bauverfahrenstechnik. <https://www.buildingsmart.co.at/wp-content/uploads/2018/02/Vortrag-Prof.-Goger.pdf> (Zugriff am 30.11.2018)
- [24] Goubau, T.: *Was ist BIM? Welche Vorteile bietet es der Baubranche*.
<https://www.aproplan.com/de/blog/qualitaetsueberwachung-baustelle/ist-bim-welche-vorteile-bietet-es-der-baubranche> (Zugriff am 03.07.2018)
- [25] Günther, W. und Borrmann A.: *Digitale Baustelle – innovativer Planen, effizienter Ausführen*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2011.
- [26] Hausknecht, K. et al.: *BIM-Kompendium – Building Information Modeling als Planungsmethode*. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, 2016

- [27] Harder, A.: *Einführung in die Prozessdarstellung mit BPMN*. Universität Stuttgart, Stuttgart, 2011
- [28] Hayde, T.: *Warum wir durch BIM neue Leistungsbilder und Vergütungsmodelle brauchen*. <https://solidbau.at/index.php/a/warum-wir-durch-bim-neue-leistungsbilder-und-verguetungsmodelle-brauchen> (Zugriff am 17.11.2018)
- [29] Heimo, E.: *Standardisierte Leistungsbeschreibungen im Bauwesen*. <http://diglib.tugraz.at/download.php?id=4eae6d8da3f77&location=browse> (Zugriff am 11.05.2018)
- [30] Hiebl, E.: *Effizienzsteigerung durch den Einsatz von BIM in der Bauausführung*. Technische Universität Wien – Institut für Interdisziplinäres Bauprozessmanagement, 2018
- [31] ib-data GmbH – Softwareentwicklung für Architektur und Bauwesen: *Ausmaße erfassen für die Bauabrechnung in ABK 7*. Wien, 2013
- [32] ib-data GmbH – Softwareentwicklung für Architektur und Bauwesen: *AVA – Bauabrechnung für Auftragnehmer*. Produktdatenblatt
- [33] ib-data GmbH – Softwareentwicklung für Architektur und Bauwesen - <https://www.abk.at/> (Zugriff am 08.11.2018)
- [34] Karasek, G.: *ÖNORM B 2110 Allgemeine Vertragsbestimmungen für Bauleistungen – Werkvertragsnorm*. 2.Auflage, 2009
- [35] Kovacic, I. et al.: *BIM – Roadmap für integrale Planung*. Technische Universität Wien – Institut für Interdisziplinäres Bauprozessmanagement – Forschungsbereich Industriebau und interdisziplinäre Bauplanung, Koordination
- [36] Kropik, A.: *Baukalkulation und Kostenrechnung*. Perchtoldsdorf: Univ. Prof. DI Dr. Andreas Kropik, 2016
- [37] Lang, C.: *Die ÖNORM B 2110, Ausgabe 1.1.2009 (Teil 7)*. Wien: Zeitschrift für Vergaberecht und Bauvertragsrecht, Heft 10, 2011
- [38] Leimböck, E. et al.: *Baukalkulation und Projektcontrolling*. 12. Auflage, Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden Imprint: Vieweg+Teubner Verlag, 2011
- [39] Nevaris Bausoftware GmbH: *Bauabrechnung*. http://www.bausoftware.com/ftp/pdf/Auer_Abrechnung_neu.pdf (Zugriff am 08.11.2018)
- [40] Nevaris Bausoftware GmbH: <http://www.bausoftware.com/> (Zugriff am 08.11.2018)
- [41] ONR 12010:2008 03 01: *Standardisierte Leistungsbeschreibungen*. ON-Regel, 2008

- [42] ÖNORM A 2050:2006: *Vergabe von Aufträgen über Leistungen – Ausschreibung, Angebot, Zuschlag*. Verfahrensnorm, 2006
- [43] ÖNORM A 2063:2015: *Austausch von Leistungsbeschreibungs-, Elementkatalogs-, Ausschreibungs-, Angebots-, Auftrags- und Abrechnungsdaten in elektronischer Form*. 2015
- [44] ÖNORM B 2061:1999: *Preisermittlung für Bauleistungen*. Verfahrensnorm, 1999
- [45] ÖNORM B 2110:2013: *Allgemeine Vertragsbestimmungen für Bauleistungen*. Werkvertragsnorm, 2013
- [46] ÖNORM B 2111:2007: *Umrechnung veränderlicher Preise von Bauleistungen*. Werkvertragsnorm, 2007
- [47] ÖNORM A 6241-1:2015: *Technische Zeichnungen für das Bauwesen – Teil 1: CAD-Datenstruktur und Building Information Modeling (BIM) – Level 2*. 2015
- [48] ÖNORM A 6241-2:2015: *Digitale Bauwerksdokumentation – Teil 2: Building Information Modeling (BIM) – Level 2-iBIM*. 2015
- [49] Österreichische Bautechnik Vereinigung – Arbeitskreis BIM: *Richtlinie „BIM in der Praxis“*. Bearbeitungsstand April und November 2018
- [50] Plandata Datenverarbeitungs GmbH – BIMpedia: *Sammlung von Expertenwissen*. <https://www.bimpedia.eu> (Zugriff am 30.11.2018)
- [51] Simbgen, B.: *BIM – Building Information Modeling – Neue Planungsmethode im Bauwesen*. https://www.mbaec.de/fileadmin/dokumente/mb-news-Artikel/2016/mb-news_07-16_BIM.pdf (Zugriff am 03.07.2018)
- [52] Signavio GmbH: *Signavio Process Manager*
- [53] Strotmann, H.: *AVA – modellbasiert mit iTWO unter Verwendung eines Revitmodells*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden Imprint: Springer Vieweg, 2018
- [54] Verband Beratender Ingenieure VBI: *BIM-Leitfaden für die Planerpraxis*. Berlin, 2016
- [55] Wiener Linien GmbH & Co KG: *Beschaffungshandbuch Wiener Linien*. Wien, 2018
- [56] Wiener Linien GmbH & Co KG: <https://www.wienerlinien.at/> (Zugriff am 17.10.2018)
- [57] Wiener Linien GmbH & Co KG: *LB-U-Bahn-Bau – Leistungsbeschreibung U-Bahn*. Version 090, 2018
- [58] Wiener Linien GmbH & Co KG: *Teil B – Besondere Vertragsbestimmungen*. Wien, 2018

- [59] Wirtschaftskammer Österreich: *ÖNORM A 2063*.
https://www.wko.at/service/netzwerke/OeNORM_A_2063_AustriaPRO.pdf (Zugriff am 26.06.2018)
- [60] Zoepritz, S.: *Wir können es auch positiv sehen – Chancen und Risiken des Building Information Modeling*. Deutsches Architekturblatt Regionalteil Baden-Württemberg, 2014

Abbildungsverzeichnis

Abb. 2.1: Nutzung von BIM über den gesamten Lebenszyklus [11].....	5
Abb. 2.2: Einfluss von BIM auf den Planungsaufwand und Kosten [17]	6
Abb. 2.3: Kombinationen der Varianten von BIM im Überblick [11].....	9
Abb. 2.4: BIM-Reifegrade [10].....	9
Abb. 2.5: Randbedingungen der BIM-Methode [17]	11
Abb. 2.6: Levels of Development – grafische Darstellung [11].....	14
Abb. 2.7: Projektorganisation bei BIM-Projekten [17].....	15
Abb. 3.1: Beispiel einer Position (aus LB-U-Bahn-Bau) [57]	27
Abb. 3.2: Nummerierung LV-Positionen.....	28
Abb. 3.3: Beispiel für eine Stichwortlücke aus LB-U-Bahn-Bau [57]	30
Abb. 3.4: Beispiel für eine Ausschreiber- und Bieterlücke aus der LB-U-Bahn-Bau [57].....	30
Abb. 3.5: Abrechnungsbestimmung im Positionstext [57]	37
Abb. 4.1: Darstellung von Pools und Lanes im BPMN 2.0 [20]	46
Abb. 4.2: Symbole für Startereignisse [27]	47
Abb. 4.3: Symbol für Aktivitäten [52].....	47
Abb. 4.4: Symbole für Konnektoren [52].....	47
Abb. 4.5: Symbol für Nachricht-empfangendes Zwischenereignis [52].....	48
Abb. 4.6: Symbole für Artefakte [52]	48
Abb. 4.7: Symbole für Gateways [52].....	48
Abb. 4.8: Symbol für Prozessende [52].....	49
Abb. 4.9: Darstellung Prozessbereich Abrechnung	50
Abb. 4.10: Abrechnungsprozess abgestimmte Rechnung bei externer ÖBA.....	53
Abb. 4.11: Vorlage für Feldaufnahmeblatt	56
Abb. 4.12: Aufmaßblatt erstellt im Abrechnungsprogramm AUER Success	58
Abb. 4.13: Abrechnungsprozess nicht abgestimmte Rechnung bei externer ÖBA.....	63
Abb. 4.14: Abrechnungsprozess abgestimmte Rechnung bei interner ÖBA.....	65
Abb. 4.15: Abrechnungsprozess nicht abgestimmte Rechnung bei interner ÖBA.....	70
Abb. 5.1: Fragen der einzelnen Themenkomplexe	77
Abb. 5.2: Überblick über Softwarelösungen [23].....	93
Abb. 5.3: Abrechnungsprozess BIM-Projekte bei externer ÖBA	98
Abb. 5.4: Abrechnungsprozess BIM-Projekte bei interner ÖBA	103

Tabellenverzeichnis

Tab. 5.1: Auswertung – Teilnehmende Personengruppen	79
Tab. 5.2: Auswertung – Einstellung gegenüber BIM und digitalen Neuerungen.....	79
Tab. 5.3: Auswertung – Erfahrung mit BIM.....	80
Tab. 5.4: Auswertung – Verwendung von BIM-Programmen	80

8 Anhang

Interviewleitfaden Experteninterview

Erstellt von: Nicole Pfersche, BSc.

Zweck: Im Zuge der Diplomarbeit sollen die aktuellen Abrechnungsprozess von Bauleistungen und die Prozessabläufe bei einer Abrechnung von BIM-Projekten untersucht werden, umso mögliche Effizienzsteigerungen durch den Einsatz von BIM bei der Bauabrechnung herausarbeiten zu können. Zusätzlich sollen die notwendigen Rahmenbedingungen für eine Bauabrechnung von BIM-Projekten eruiert werden.

Kurze Einleitung und Vorstellung:

Mein Name ist Nicole Pfersche und ich schreibe derzeit meine Diplomarbeit mit dem Titel „Innovative Bauabrechnung mit BIM“ am Institut für Interdisziplinäres Bauprozessmanagement an der TU Wien. Seit März diesen Jahres arbeite ich in der Bauwirtschaftsabteilung der Wiener Linien und beschäftige mich unter anderem mit der Implementierung von BIM in unserem Unternehmen. Davor war ich bereits fast 4 Jahre bei der Firma Porr als Abrechnungstechnikerin tätig. Während dieser Tätigkeit konnte ich selbst Erfahrungen mit den Schwierigkeiten bei der Abrechnungserstellung sammeln und möchte daher in meiner Diplomarbeit herausarbeiten inwiefern man den Abrechnungsprozess durch BIM optimieren kann.

Themenkomplex 1 – Allgemeine Daten:

- ◆ Name:
- ◆ Geschlecht:
- ◆ In welcher Firma arbeiten Sie und welche Position/Aufgaben haben Sie dort?
- ◆ Kurze Beschreibung Ihres beruflichen Werdeganges?
- ◆ Wie stehen Sie BIM generell und digitalen Neuerungen im Bereich der Bauabrechnung gegenüber (von sehr positiv bis negativ)?
- ◆ Wie lange beschäftigen Sie sich bereits mit dem Thema BIM?

Themenkomplex 2 – Ist-Stand BIM:

- ◆ Arbeiten Sie selbst mit BIM-Programmen? Wenn ja:
 - Mit welchen?
 - Wie lange?

- ◆ Wo sehen Sie die Vor- und Nachteile bei der Anwendung von BIM?
- ◆ An welchen BIM-Projekten waren Sie bereits beteiligt bzw. sind Sie derzeit beteiligt?
- ◆ Wie wurde BIM dort eingesetzt (Dimensionen?; nur in der Planung?; Einsatz auf der Baustelle?; welche Informationen wurden aus dem Modell generiert? etc.) ?
 - Gibt es Projekte wo 5D eingesetzt wird/wurde? Wenn ja:
 - * Wo? Österreich? DACH-Raum etc.?
 - * Wie gestaltet sich die Umsetzung auf der Baustelle?
 - * Wie sieht der Abrechnungsprozess aus?
 - * Haben die Beteiligten Vertrauen in die modellbasiert ermittelten Massen? Werden daneben händische Aufzeichnungen geführt?
- ◆ Welche Variante (Open BIM, Closed BIM, Big BIM, Little BIM, Mischform) wird angewendet?
- ◆ Welches BIM-Level wird bei derzeitigen Projekten angewendet?
- ◆ Was sind bei aktuellen BIM-Projekten die Anforderungen des AGs (AIAs)?
- ◆ Worin sehen Sie aktuelle den Mehrwert/ die Vorteile / die Herausforderungen von BIM?
- ◆ Wie erfolgt aktuell bei BIM-Projekten die Ausschreibung/Mengenermittlung/Aufmaßermittlung/Abrechnung?

Themenkomplex 3 – Abrechnungsprozess mit BIM – Blick in die Zukunft

- ◆ Meinen Ist-Standerhebungen zufolge stellt sich der aktuelle Abrechnungsprozess ohne BIM wie im Anhang 1 beschrieben dar. Ist dies bei Projekten in Ihrem Unternehmen auch der Standardfall? Wenn nicht, wo erkennen sie Unterschiede?
- ◆ Wie erwähnt entspricht der angehängte Prozessablauf (meines Wissens) dem aktuellen Standard, was denken Sie wie sich dieser Prozess durch den Einsatz von BIM verändern wird?
 - Können Sie sich vorstellen, dass zukünftig nicht ein LV mit Leistungspositionen als Ausschreibungsgrundlage dient, sondern ein 3D-Modell und man die Leistungen auf Elementebene vergibt?

Wenn ja:

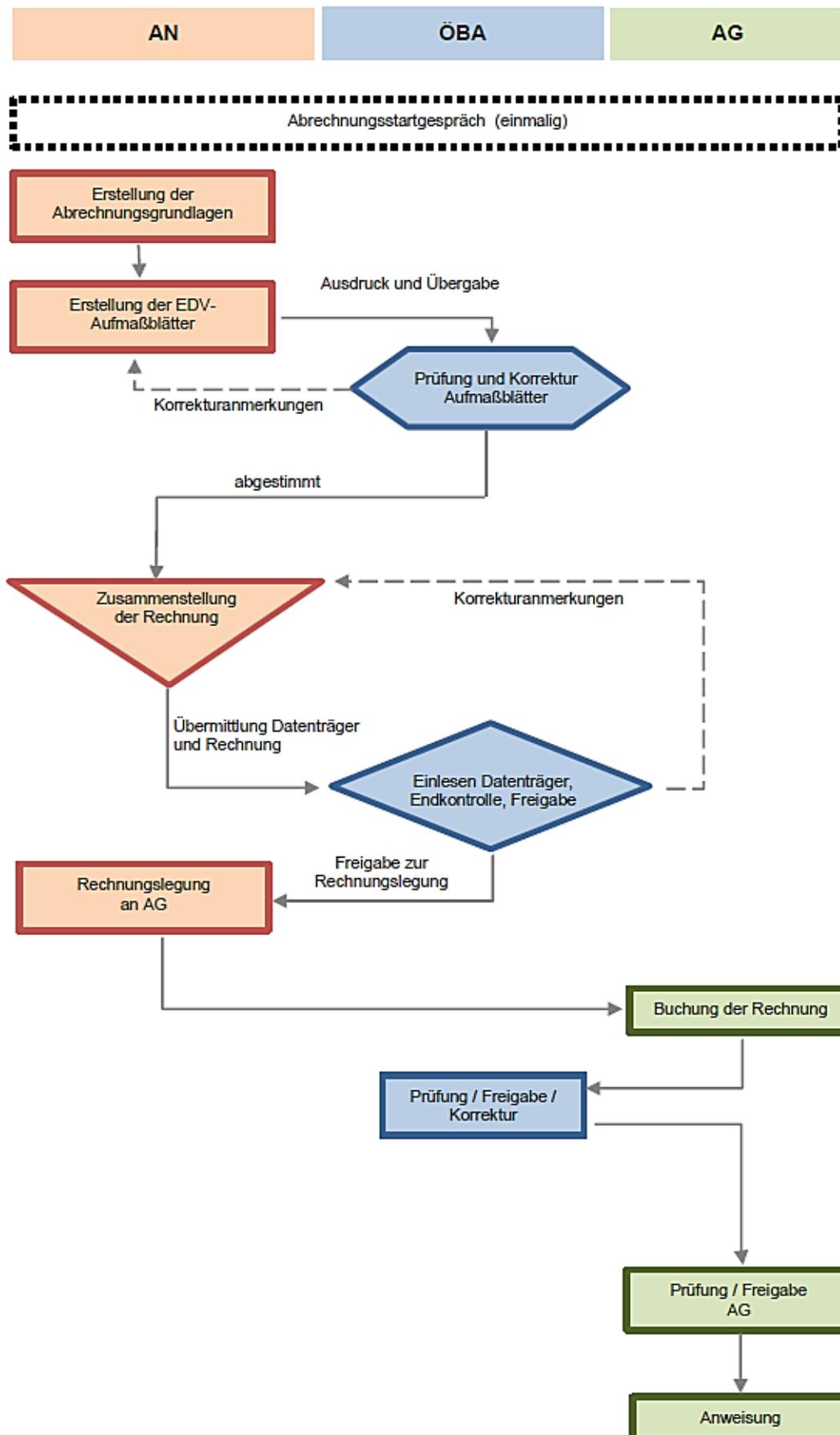
- Was müsste man Ihrer Ansicht nach bei solchen Ausschreibungen beachten bzw. welche Randbedingungen müssen gegeben sein um auf Basis eines BIM-Modells ausschreiben und abrechnen zu können?

- Wie definiert man dabei das Bau-Soll? Und wie wird mit Änderungen umgegangen?
- Was wären die Vorteile für den Abrechnungsprozess auf der Baustelle?
- Was wären die Nachteile für den Abrechnungsprozess auf der Baustelle?
- Wie könnte das technisch funktionieren (notwendige Datenschnittstelle etc.)?
- Was würde sich für die Projektbeteiligten ändern und was wären die Anforderungen an AbrechnungstechnikerInnen?

Wenn nein:

- Wie denken Sie werden zukünftig die Ausschreibung von BIM-Projekten erfolgen?
- Was wären dadurch die Vorteile für den Ausschreibungsprozess auf der Baustelle?
- Was wären die Nachteile für den Abrechnungsprozess auf der Baustelle?
- Wie könnte das technisch funktionieren (notwendige Datenschnittstelle etc.)?

Anhang zu Interviewleitfaden für Experteninterview: AKTUELLER STANDARDABRECHNUNGSPROZESS



Kurzbeschreibung Ist-Prozess:

- 1) Der AN erstellt die Abrechnungsgrundlagen wie Pläne, Beilagen/Planauszüge, Feldaufnahmeblätter und Regieberichte.
- 2) Anhand dieser Abrechnungsgrundlagen, erstellt der AN die EDV-Aufmaßblätter und übergibt diese an die ÖBA (Papierform oder digital als PDF)
- 3) Die ÖBA überprüft die Aufmaßblätter auf inhaltliche und formale Richtigkeit. Gegebenenfalls nimmt die ÖBA Korrekturen in den Aufmaßblättern vor. Meist finden zwischen ÖBA und AN Abrechnungsbesprechungen statt in denen die Aufmaßblätter geprüft und abgestimmt werden.
- 4) Nach Abstimmung stellt der AN die Rechnung (inkl. aller Abrechnungsgrundlagen) zusammen und übermittelt den Datenträger an die ÖBA.
- 5) Die ÖBA liest den Datenträger ein und prüft ob die erhaltenen Unterlagen mit den abgestimmten Aufmaßblättern übereinstimmen. Ist diese gegeben wird von der ÖBA die Freigabe zur Rechnungslegung erteilt.
- 6) Der AN legt die Rechnung an den AG.
- 7) Die Rechnung langt beim AG ein und wird dort im System verbucht.
- 8) Die Rechnung wird vom Prüfer der ÖBA nochmals geprüft, gegebenenfalls korrigiert und danach zur Anweisung freigegeben.
- 9) Die endgültige Prüfung und Freigabe der Rechnung erfolgt durch den AG (ggf. mit zusätzlicher Prüfung durch Vertretungsbefugte des AG -> PS, BK).
- 10) Nach erfolgter Freigabe wird der Rechnungsbetrag vom AG angewiesen.