



Master's Thesis

## **Accounting via BIM-models**

submitted for the purpose of obtaining the academic degree “Diplomin-  
Ingenieur”

of the Vienna University of Technology

---

Diplomarbeit

## **Bauabrechnung über BIM-Modelle**

ausgeführt zum Zweck der Erlangung des akademischen Grades eines  
Diplom-Ingenieur:in,

eingereicht an der Technischen Universität Wien  
Fakultät für Architektur und Raumplanung

von

**Aleksandra Majkanovic**

Matr.Nr.: 01228192

unter der Leitung von

**Arch. Dipl.-Ing. Dr.techn. Heinz Johann Priebernig**

Institut für Architektur und Entwerfen Technische Universität Wien  
Karlsplatz 13/253, A-1040 Wien

---

Ort, Datum

---

Aleksandra Majkanovic

## Danksagung

An dieser Stelle möchte ich die Gelegenheit nutzen, um all denjenigen zu danken, die mich während meiner Diplomarbeit unterstützt und ihr Wissen und ihre Erfahrungen mit mir geteilt haben.

Zunächst geht mein besonderer Dank an meinen Mentor, Arch. Dipl.-Ing. Dr.techn. Heinz Johann Priebering, für seine wertvolle Anleitung, das konstruktive Feedback und die kontinuierliche Unterstützung während der gesamten Arbeit. Seine Expertise und Erfahrungen waren für mich von unschätzbarem Wert und haben entscheidend zum Erfolg meiner Arbeit beigetragen.

Des Weiteren möchte ich den Expert:innen danken, die sich bereitwillig Zeit genommen haben, um als Interviewpartner an meiner Arbeit teilzunehmen und ihr fachliches Wissen mit mir zu teilen. Mein aufrichtiger Dank geht an:

- Jacqueline Tschida, Ansprechpartnerin von Vectorworks, für ihre hilfreichen Einblicke in die Software und ihre Anwendung in der Architektur,
- Dimitri Sonnenberg, BIM-Consulting von ComputerWorks GmbH, für seine Expertise im Bereich BIM und die wertvollen Ratschläge für die Umsetzung in meiner Arbeit,
- Dipl.-Ing. Tamara Gasteiger-Cornelio, Vertreterin von der AGA-BAU-PLANUNGS GmbH, für ihre fachkundigen Informationen über den Planungsprozess und die Zusammenarbeit in der Baubranche,
- Thomas Haidegger, Ausschreiber in der Firma Fritsch, Chiari und Partner ZT GmbH, für seine Kenntnisse im Ausschreibungs- und Vergabeverfahren und die daraus resultierenden Implikationen für die Praxis,
- und schließlich dem großzügigen Bauherrn, der bereit war, seine persönlichen Erfahrungen und Perspektiven als Klient im Bauwesen mit mir zu teilen.

## Abstract

In der vorliegenden Arbeit wird die Bauabrechnung über BIM-Modelle erforscht. Es wird ein Überblick auf die gegenwärtig angewandte Methodik gegeben. In weiterer Folge wird die Abrechnung der Bauleistungen mit Hilfe des „digitalen Zwilling“ thematisiert. Dazu werden für die Forschungsarbeit Expert:innen-Meinungen eingeholt und die Abrechnungsregeln der Normen und Regelwerke analysiert. Im Anschluss sollen eine Prozesssimulation sowie ein Workflow aufgestellt und im Rahmen eines konkreten Beispiels veranschaulicht werden.

Das Forschungsziel ist: Was spricht gegen die Verwendung eines BIM-Modells in der Ausschreibung und Abrechnung von Bauleistungen?

Als Abschluss der Arbeit soll ein Fazit gezogen werden, das aufzeigt, wie eine effizientere Abstimmung zwischen Projekt- und BIM-Management in der Zukunft ermöglicht werden kann, um eine simultane Abwicklung der Bauabrechnung unter Nutzung von BIM-Modellen zu gewährleisten. Dies könnte zu einer optimierten Zusammenarbeit, einer verbesserten Kommunikation und letztendlich zu einer gesteigerten Effizienz in der Bauwesen beitragen.

## Hinweis

Im vorliegenden Dokument werden Abläufe sowie Erläuterungen anhand dem Projekt „Modul 0“ im Rahmen des Moduls Planungs- und Baumanagement von der Technischen Universität Wien verwendet. Hierbei handelt es sich um eine Veranschaulichung, die dem besseren Verständnis für den Workflow-Design dienen soll.

Geschlechtsbezogene Aussagen in diesem Dokument sind auf Grund der Gleichstellung für beiderlei Geschlecht aufzufassen bzw. auszulegen.

## Abstract

In this Master thesis, construction accounting using BIM models is explored. An overview of the currently used method is given. Subsequently, the billing of construction services with the help of the "digital twin" is discussed. For this purpose, expert opinions are obtained for the research work and the accounting rules of the standards and regulations are analyzed. Subsequently, hypotheses are developed, whereby a leading hypothesis is taken and illustrated by a project example.

The research aim is: what is the argument against using the BIM model in the tendering and billing of construction services?

As a conclusion of the thesis, a summary will be drawn that shows how a more efficient coordination between project and BIM management can be enabled in the future to ensure a simultaneous handling of construction billing using BIM models. This could contribute to optimized collaboration, improved communication, and ultimately increased efficiency in the construction industry.

## Note

The present document uses processes and explanations based on the "Module 0" project as part of the Planning and Construction Management module from the Vienna University of Technology. This serves as an illustration for a better understanding of the workflow design.

Gender-related statements in this document should be understood or interpreted for both genders due to equal treatment.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1. EINLEITUNG.....</b>	<b>6</b>
<b>2. LITERATURÜBERSICHT .....</b>	<b>7</b>
2.1 FORSCHUNGSSTAND.....	7
2.2 IDENTIFIZIERTE LÜCKEN IM FORSCHUNGSSTAND.....	12
<b>3. METHODIKEN DER MODELBASIERTEN BAUABRECHNUNG.....</b>	<b>13</b>
3.1 FORSCHUNGSMETHODE: INTERVIEWS.....	13
3.2 DURCHFÜHRUNG DER INTERVIEWS .....	14
3.2.1 <i>BIM-Modellierung</i> .....	14
3.2.2 <i>Modelbasierte Mengenermittlung</i> .....	19
3.2.3 <i>Datenaustausch</i> .....	23
3.2.4 <i>Verwendung des digitalen Bauwerksmodels in der Bauabrechnung</i> .....	27
3.3 AUSWERTUNG DER INTERVIEWS .....	30
3.3.1 <i>BIM-Modellierung</i> .....	30
3.3.2 <i>Modelbasierte Mengenermittlung</i> .....	32
3.3.3 <i>Datenaustausch</i> .....	34
3.3.4 <i>Verwendung des digitalen Bauwerksmodels in der Bauabrechnung</i> .....	35
<b>4. PROZESSSIMULATION UND WORKFLOW .....</b>	<b>39</b>
4.1 DEFINITION UND ZIEL DER PROZESSSIMULATION .....	39
4.2 VERWENDETE WERKZEUGE UND SOFTWARE.....	41
4.3 PROZESSSIMULATION.....	42
4.4 WORKFLOW-DESIGN.....	58
4.5 ERGEBNISSE.....	82
<b>5. KONKLUSION .....</b>	<b>85</b>
5.1 BEANTWORTUNG DER FORSCHUNGSFRAGE .....	85
5.2 AUSBLICK.....	87
<b>LITERATURVERZEICHNIS.....</b>	<b>89</b>
<b>ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....</b>	<b>91</b>

# 1. Einleitung

Das Building Information Modeling (BIM) ist ein 3D-Modellierungswerkzeug, das immer häufiger im Bauwesen eingesetzt wird. Es ermöglicht eine effektivere Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen Projektbeteiligten und verbessert die Kommunikation und Koordination von Planung, Ausführung und Betrieb von Bauwerken.

Eine der wichtigsten Funktionen von BIM ist die Verwendung des digitalen Zwillings, welche eine exakte Kopie des realen Bauwerks darstellt. Dieser ermöglicht es, in Echtzeit auf Baufortschritte und Änderungen zu reagieren und die Auswirkungen dieser Veränderungen auf das gesamte Bauwerk zu visualisieren.

Hierbei geht es vor allem darum, wie der digitale Zwilling für den Abrechnungsprozess eingesetzt werden kann und welche Vorteile dies mit sich bringt. Zudem sollen mögliche Hindernisse und Probleme bei der Verwendung von BIM in der Bauabrechnung untersucht werden.

Um das Forschungsziel zu erreichen, werden Experten aus der Branche in Form von Interviews konsultiert und die Abrechnungsregeln von Normen und Regelwerken analysiert. Hierbei sollen Unterschiede und Gemeinsamkeiten zwischen der herkömmlichen Abrechnungsmethode und der Verwendung von BIM herausgearbeitet werden. Anhand der gewonnenen Erkenntnisse soll eine Prozesssimulation sowie ein Workflow aufgestellt und im Rahmen eines konkreten Beispiels veranschaulicht werden. Dabei soll insbesondere untersucht werden, was gegen die Verwendung von BIM bei der Ausschreibung und Abrechnung von Bauleistungen spricht und welche Herausforderungen bei der Einführung von BIM zu bewältigen sind.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass der Einsatz von BIM im Kontext der Bauabrechnung eine Vielzahl an Vorteilen mit sich bringt. Nichtsdestoweniger stehen bei der Implementierung von BIM in der Leistungsabrechnung des Bauwesens diverse Komplikationen und potenzielle Barrieren im Weg.

Die gewonnenen Erkenntnisse aus der Forschungsarbeit sollen dazu beitragen, diese Herausforderungen besser zu verstehen und eine Lösung für eine effektive Integration von BIM in dem Abrechnungsprozess zu finden.

## 2. Literaturübersicht

In der modernen Baubranche hat Building Information Modeling (BIM) tiefgreifende Veränderungen in Prozessen und Verfahren bewirkt. Die Implementierung von BIM hat zur Optimierung zahlreicher Prozesse beigetragen und Effizienzgewinne erzielt. Dieses Kapitel bietet einen Überblick über den bestehenden Forschungsstand und Literatur zum Thema BIM in der Baubranche.

Es besteht ein wachsendes Interesse an dieser Technologie, sowohl in der akademischen Welt als auch im Bauwesen. Institutionen und Vereine wie buildingSMART, die Österreichische Ingenieur- und Architekten-Verein (ÖIAV) und AustroBIM treiben die Entwicklung von BIM-Standards und -Praktiken voran.

### 2.1 Forschungsstand

Die Motivation der Forschungsarbeit hat ihren Ursprung aus dem Projekt „Modul 0“ im Rahmen des Moduls Planungs- und Baumanagement von der Technischen Universität Wien. Diese Untersuchung wird in einen breiteren Kontext gestellt durch die Einbeziehung verschiedener Vereine und Institutionen, die sich auf nationaler und internationaler Ebene für die Implementierung von BIM-Methoden einsetzen.

Die Organisation buildingSMART ist hierbei besonders zu erwähnen. Sie ist international anerkannt und setzt sich aktiv für die Förderung offener BIM-Standards ein. Die buildingSMART stellt ihre Forschungsbeiträge und Publikationen auf ihrer Webseite zur Verfügung, die dazu beitragen, das Verständnis und die Verwendung von BIM zu verbessern. Ihre Publikationen umfassen Forschungsarbeiten und Leitfäden zu verschiedenen Aspekten von BIM, wie beispielsweise das BIMcert Handbuch Grundlagenwissen openBIM 2023 <sup>1</sup> sowie der Endbericht: „Digitalisierung und Standardisierung der Immobilienwirtschaft unter Anwendung von BIM am Beispiel eines Neubaus<sup>2</sup>“. Sie hat auch wichtige Forschungen und Diskussionen zu Themen wie Interoperabilität, Datenmanagement und BIM-Einführung geführt: „Der Sitelife

---

<sup>1</sup> Eichler et al, *BIMcert Handbuch Grundlagenwissen openBIM, 2023, S.17*

<sup>2</sup> Schranz et al, *Digitalisierung und Standardisierung der Immobilienwirtschaft unter Anwendung von BIM am Beispiel eines Neubaus, 2021, S.8*

Bautagesbericht eine IFC-Basierte Baustellendokumentations-Plattform<sup>3</sup>“.

AustroBIM, eine österreichische Initiative, konzentriert sich ebenfalls auf die Förderung der BIM-Nutzung in der österreichischen Bauindustrie. In ähnlicher Weise tragen der Österreichische Ingenieur- und Architekten-Verein (ÖIAV) und die Kammer der ZiviltechnikerInnen für Wien, Niederösterreich und Burgenland dazu bei, die Vorteile von BIM für Ingenieure, Architekten und andere Fachleute in der Bauindustrie hervorzuheben.

Der ÖIAV betreibt insbesondere die Plattform 4.0<sup>4</sup>, eine Online-Ressource, die umfangreiche Informationen und Werkzeuge zur Verfügung stellt, um die Digitalisierung in der Baubranche zu fördern. Die Plattform bietet Zugang zu einer Vielzahl von Ressourcen, einschließlich Leitfäden, Forschungsberichten und Fallstudien zu BIM und verwandten Themen. Diese Thematiken sind unter anderem: „BIM in der Praxis-Digitalisierung und Recht<sup>5</sup>“, „AVVA radikal-digital<sup>6</sup>“, „Digitale Dokumentation und Beweissicherung<sup>7</sup>“, etc.

Darüber hinaus spielt „Digital findet Stadt<sup>8</sup>“, eine Initiative, die die Digitalisierung im städtischen Kontext fördert, eine wesentliche Rolle bei der Beschleunigung der digitalen Transformation der Städte und Gemeinden in Österreich.

Der aktuelle Forschungsstand weist auf das wachsende Interesse an der Anwendung von BIM in der Bauabrechnung hin.

Die Technische Universität München und die Technische Universität Darmstadt in Deutschland sind ebenfalls Vorreiter auf diesem Gebiet. Beide Universitäten bieten Studiengänge an, die sich intensiv mit BIM beschäftigen und führen dazu einschlägige Forschungsprojekte durch. In Großbritannien hat die University of Cambridge einen hervorragenden Ruf im Bereich BIM. Das dortige Cambridge Centre for Smart Infrastructure and Construction ist ein führendes Forschungszentrum, das sich unter anderem mit der Entwicklung und Anwendung von BIM-Technologien beschäftigt.

---

<sup>3</sup> Gasteiger et al, *Der Sitelife Bautagesbericht eine IFC-Basierte Baustellendokumentations-Plattform*, 2021, S.4

<sup>4</sup> OIAV, *Schriften der Plattform 4.0*, URL: <https://www.oia.v.at/plattform-4-0/schriften/>, abgerufen am 15.04.2023

<sup>5</sup> Anderl et al, *BIM in der Praxis Digitalisierung & Recht*, 2018, S.1

<sup>6</sup> Christalon et al, *AVVA radikal-digital*, 2019, S.3

<sup>7</sup> Rant et al, *Digitale Dokumentation und Beweissicherung*, 2018, S.1

<sup>8</sup> *Digital Findet Stadt*, *Die Plattform für digitale Innovationen der Bau- und Immobilienwirtschaft*, URL: <https://www.digitalfindetstadt.at/>, abgerufen am 15.04.2023



Ähnliche Schwerpunkte setzen auch die University of Salford und die University of Liverpool. Die Königliche Technische Hochschule (KTH) in Stockholm, ist bekannt für ihre Forschung und Lehre im Bereich digitale Bauverfahren einschließlich BIM.

Die Eidgenössische Technische Hochschule (ETH) in Zürich, führt auch umfangreiche Forschungsarbeiten im Bereich BIM durch, insbesondere im Kontext von Gebäudeinformationssystemen und nachhaltigem Bauen.

Die genannten Universitäten repräsentieren nur einen Ausschnitt der intensiven Forschung, die derzeit in Europa im Bereich BIM und Bauabrechnung stattfindet.

Die Technische Universität Wien stellt eine zentrale Plattform für die Untersuchung von BIM-Technologien dar. Die dort durchgeführten Forschungsarbeiten tragen zum aktuellen Verständnis von BIM und dessen Anwendung in der Bauabrechnung bei. Ein exemplarisches Beispiel hierfür ist die Diplomarbeit: „Modellbasierte Mengenermittlung Methodenvergleich und Workflow-Analyse<sup>9</sup>“ von David Stumpauer, BSc. In seiner Arbeit untersucht Stumpauer, wie BIM-Modelle eine präzise und automatisierte Mengenermittlung ermöglichen können, was zu einer verbesserten Genauigkeit und Effizienz bei der Bauabrechnung führen kann.

Ein anderes Beispiel ist die Diplomarbeit: „Mengenermittlung von Bauleistungen nach LB-HB und Werkvertragsnormen anhand Industry Foundation Classes (IFC)<sup>10</sup>“ von Stephan Schustereder, BSc. Diese Studie adressiert speziell das Problem des Informationsverlustes bei dem Modell-Export und konzentriert sich auf die Ermittlung von Bauleistungsmengen sowie gegenwärtige Defizite in der Informationsübertragung zu identifizieren.

„Eine BIM-Einführung beinhaltet jedoch auch Herausforderungen. Oft gibt es anfänglich eine temporär verringerte Produktivität, wobei diese von den Eingangsvoraussetzungen und Zielen abhängt. Die Akquise und Weiterbildung kompetenter Mitarbeiter muss bereits zu Beginn der Implementierung erfolgen. Es ergeben sich also erhöhte Anfangsinvestitionen für Weiterbildung, Hardware und BIM-fähiger Software. Genauso erfolgt dabei die Ermittlung der Anforderungen an die technische Infrastruktur. Diese Investitionen dürfen sich bereits zeitnah

---

<sup>9</sup> Stumpauer, *Modellbasierte Mengenermittlung Methodenvergleich und Workflow-Analyse*, 2020, S.IV

<sup>10</sup> Schustereder, *Mengenermittlung von Bauleistungen nach LB-HB und Werkvertragsnormen anhand Industry Foundation Classes (IFC)*, 2020, S.III

amortisieren. Etablierte Vertrags- und Vergütungsmodelle müssen neu definiert werden. Auch Abrechnungsregeln erfordern eine Adaption an die BIM-Software.<sup>11</sup>

„Für den AVA-Prozess ist die Beschreibung über die Abrechnung von Leistungen von großer Bedeutung. Die ÖNORM A 6241-2 weist ausdrücklich darauf hin, dass die Abrechnung über Modelle erfolgen kann und nicht nach den Werksvertragsnormen, wenn es vertraglich zuvor vereinbart wird.“<sup>12</sup> Wie im BIMcert Handbuch 2023 von der buildingSMART beschrieben.

Die ÖNORM A 6241-2 verweist darauf bezüglich den Kosten und deren Zuweisung zu tatsächlichen Leistungen die Standardisierten Leistungsbeschreibungen gemäß ÖNORM A 2063 anzuwenden. Bei Leistungen, die nicht mit der Standardisierten Leistungsbeschreibung vermerkt werden können, gilt eine freiformulierte Position laut dieser zu ergänzen.<sup>13</sup>

Die ÖNORM A 2063-2 definiert die Struktur von Datenbeständen, die für die Anwendung der Planungstechnik Building Information Modeling (BIM) notwendig sind, und bietet eine solide Basis für die Kooperation zwischen BIM-Modellentwicklern, Kostenkalkulatoren und allen involvierten Akteuren in den Phasen Ausschreibung, Vergabe und Abrechnung (AVA). Die Automatisierung der in der ÖNORM berücksichtigten Prozesse ist gegeben, wenn sowohl die Datenstrukturen als auch die wesentlichen Dateninhalte von allen Beteiligten einheitlich abgestimmt sind. Deshalb werden in dieser ÖNORM einige grundlegende Kerndaten festgelegt. Durch die Anwendung dieser ÖNORM können Parameterlisten und Klassifizierungssysteme, wie sie beispielsweise für Kostenplanung gemäß ÖNORM B 1801 (alle Teile) oder für Objektverwaltung genutzt werden, ausgetauscht werden.<sup>14</sup>

Einerseits basiert die Mengenermittlung auf den Werten, die nach der Nettomengenermittlung berechnet wurden. Andererseits stützt sie sich auf die kalkulierten Mengen, die in Übereinstimmung mit den Abrechnungsregeln der für die jeweiligen Positionen laut der standardisierten Leistungsbeschreibung Hochbau (LB-HB) und Haustechnik (LB-HT) relevanten Werkvertragsnormen (ÖNORM B 22xx und H 22xx) berechnet wurden. Zum Abschluss werden die errechneten Mengen für jede Position

---

<sup>11</sup> Eichler et al, *BIMcert Handbuch Grundlagenwissen openBIM*, 2023, Seite 28

<sup>12</sup> Eichler et al, *BIMcert Handbuch Grundlagenwissen openBIM*, 2023, S.54

<sup>13</sup>Vgl. Austrian Standards Institute, *ÖNORM A 6241-2*, 2015, S.8

<sup>14</sup> Vgl. Austrian Standards Institute, *ÖNORM A 2063-2*, 2021, S.4

verglichen und mögliche Abweichungen hervorgehoben.

„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 2018, 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.<sup>15</sup>“ Die ÖNORM A 2050 stellt Verfahrensanweisungen bereit, insbesondere Anleitungen für Erstellung von Ausschreibungen, Angeboten und Durchführung von Zuschlagsverfahren bei der Vergabe von Aufträgen über Leistungen, die nicht dem Bundesvergabegesetz unterliegen. Die Vorschriften zur Auftragsvergabe durch öffentliche und Sektoren-Auftraggeber sind nun vollumfänglich und endgültig im BVergG 2018 enthalten.<sup>16</sup>

---

<sup>15</sup> Pfersche, *Prozessdarstellung der konventionellen Bauabrechnung im Baubetrieb mit BIM*, 2019, S.35

<sup>16</sup> Vgl. Austrian Standards Institute, *ÖNORM A 2050*, 2006, S.3

## 2.2 Identifizierte Lücken im Forschungsstand

Trotz der Vorteile, die BIM in der Bauabrechnung bietet, ist die vollständige Implementierung von BIM in Österreich noch nicht flächendeckend erfolgt. Es besteht weiterhin Forschungsbedarf, um die bestehenden Arbeitsprozesse und Normen an die Anforderungen von BIM anzupassen und die Vorteile dieser Technologie bestmöglich zu nutzen.

Einerseits mangelt es an ausführlichen Informationen zur Interoperabilität verschiedener BIM-Software. Die Fähigkeit unterschiedlicher BIM-Tools, effizient miteinander zu interagieren, ist essenziell für eine durchgängige Bauabrechnung über BIM-Modelle.

Hierbei besteht ein Bedarf an Standardisierung und Ablaufoptimierung der BIM-gestützten Bauabrechnungsprozesse. Es ist unklar, welche standardisierten Methoden und Praktiken für die BIM-basierte Bauabrechnung angewendet werden sollten, insbesondere im Hinblick auf die komplexen Vertrags- und Abrechnungsmodelle.

Der jetzige Forschungsstand gibt keine ausreichenden Informationen darüber, wie die Implementierung von BIM die Arbeitspraktiken und die Organisationsstruktur der am Bau beteiligten Unternehmen beeinflusst. Insbesondere fehlen Untersuchungen über die Auswirkungen der BIM-Implementierung auf die Anfangsinvestitionen, die Mitarbeiterausbildung und die technische Infrastruktur der Unternehmen.

Schließlich scheint es wenig Klarheit darüber zu geben, wie die bestehenden Normen und Verordnungen für den Einsatz von BIM in der Bauabrechnung ausgeweitet oder angepasst werden müssen. Die Auswirkungen von BIM auf die bestehenden Rechtsvorschriften und Normen im Bauwesen sind ein weiterer Aspekt, der bisher wenig Beachtung gefunden hat.

Insgesamt zeigt sich, dass es notwendig ist, weiterhin Forschung und Entwicklung in diesem Bereich zu betreiben, um die Vorteile von BIM in der Bauabrechnung vollständig auszuschöpfen. Dies beinhaltet die Anpassung von Normen, die Einführung von BIM-Standards wie IFC, die Integration von BIM in bestehende Software-Tools und die Schulung von Projektbeteiligten in der Anwendung von BIM-Technologien.

## 3. Methodiken der modelbasierten Bauabrechnung

### 3.1 Forschungsmethode: Interviews

Interviews wurden als Methodik für die Datenerhebung genutzt. Der Grund dafür war, neben der Erweiterung des theoretischen Rahmens, die Absicht, praxisnahe Erfahrungen und Meinungen einzubeziehen. Im Zentrum der Untersuchung stand die Frage, warum die Bauabrechnung über BIM noch nicht vollständig funktioniert und wo die Schwierigkeiten liegen, jenseits gesetzlicher Hürden.

Die Auswahl der Interviewpartner erfolgte auf Basis ihrer Beteiligung in verschiedenen Branchen des Bauwesens. Zu ihnen zählen Vertreter aus Architektur- und Ingenieurbüros, BIM-Softwarehersteller sowie Auftraggeber. Insgesamt wurden fünf Interviews durchgeführt.

Die besagten Vertreter sind:

- Jacqueline Tschida, Ansprechpartnerin von Vectorworks (Architektur)
- Dimitri Sonnenberg, BIM-Consulting von ComputerWorks GmbH (Softwarehersteller)
- Dipl.-Ing. Tamara Gasteiger-Cornelio, Vertreterin von der AGA-BAU-PLANUNGS GmbH (Ingenieurbüro)
- Thomas Haidegger, Ausschreiber in der Firma Fritsch, Chiari und Partner ZT GmbH, (Ingenieurbüro)
- Bauherr

Es ist wichtig zu betonen, dass diese Meinungen nicht für den gesamten Sektor repräsentativ sein sollen, sondern eher eine Momentaufnahme des aktuellen Standes von BIM darstellen, welcher sich ständig weiterentwickelt.

Das Interview-Design wurde aus den identifizierten Lücken im Forschungsstand abgeleitet, der im Kapitel 2 dieser Arbeit dargelegt ist. Vier Themenbereiche sind festgelegt: BIM-Modellierung, modellbasierte Mengenermittlung, Datenaustausch und Verwendung des digitalen Bauwerksmodells in der Bauabrechnung. Die Fragen zu diesen Themenblöcken wurden vorab an die Interviewpartner geschickt und dienten als Leitfaden, um die Interviews mehr wie ein Gespräch gestalten zu können.

Alle Interviews wurden als ZOOM-Meetings durchgeführt, dabei aufgenommen und in weiterer Folge transkribiert. Die Transkripte wurden anschließend den Interviewpartnern zum Korrekturlesen und zur Bestätigung zugesandt.

Die Auswertung der Interviews zielt darauf ab, die wichtigsten Punkte aus dem zusammengefassten transkribierten Material hervorzuheben. Dies wird in Form von Bullet Points präsentiert, wobei der Fokus darauf liegt, was den Interviewpartnern bezüglich der definierten Themenbereiche wichtig war.

## 3.2 Durchführung der Interviews

### 3.2.1 BIM-Modellierung

Die BIM-Modellierung wurde als ein zentraler Themenbereich für die Interviews ausgewählt, da sie das Herzstück der BIM-Technologie darstellt. Die Art und Weise, wie ein Bauwerk modelliert wird, kann erheblichen Einfluss auf die Effizienz und Genauigkeit der Bauabrechnung haben. Durch das Verständnis der aktuellen Praktiken und Herausforderungen in der BIM-Modellierung können die Potenziale und Grenzen dieser Technologie in der Bauabrechnung besser eingeschätzt werden.

*Wie soll das BIM-Modell aufgebaut sein, um für die weitere Auswertung verwendet zu werden?*

Jacqueline betont in ihrem Interview, dass Bauteile so modelliert werden, sollen, wie sie später für die Mengenermittlung erfasst werden müssen. Dies hängt jedoch von den jeweiligen Anforderungen und Leistungsphasen ab. Viele Abrechnungsprogramme können bereits in einer Grobkostenschätzung eingesetzt werden. Dabei unterscheiden sich die Strukturen für Kostengruppen der ersten oder zweiten Ebene von denen für detailliertere Abrechnungen. Es ist wichtig, die Modellierung so zu gestalten, dass sie für die spätere Auswertung und Mengenermittlung verwendbar ist.

Zu Beginn des Projekts können beispielsweise projizierte Flächen für eine Grobkostenschätzung herangezogen werden. Später, in detaillierteren Phasen, stehen die Massen so zur Verfügung, wie sie im realen Bauwerk sind. Bei der Modellerstellung sollen die Bauteilkanten und Fugen so modelliert werden, wie sie auszuführen sind. Dabei gilt es auch zu beachten, wie das Abrechnungsprogramm die Objekte selektiert.

In Bezug auf Abrechnungsprogramme wurden Erfahrungen mit einer Kombination aus

Vectorworks und verschiedenen anderen Programmen gesammelt. Dimitri fügt hinzu, dass es für die Verwendung von BIM in der Abrechnung wichtig ist, nicht nur auf die Modellierung zu achten, sondern auch auf die Informationsdichte der einzelnen Bauteile. Es gibt bestimmte Modellierungsvorgaben von Softwareherstellern wie Vectorworks, an die man sich halten sollte, um eine effektive Zusammenarbeit und Integration mit Abrechnungssoftware zu ermöglichen.

Die Schnittstelle zwischen BIM-Software und Abrechnungssoftware ist immer gleich, aber die Anforderungen der einzelnen Abrechnungsprogramme können variieren. Daher ist es wichtig, im Arbeitsprozess Anpassungen vorzunehmen und sich an Empfehlungen der Softwarehersteller zu orientieren, um optimale Ergebnisse zu erzielen.

Tamara erklärt, dass sie in ihrem Büro BIM-Modelle erstellen, die sie für Ausschreibungen und den gesamten Bauprozess verwenden. Ihr Ansatz besteht darin, das Modell so aufzubauen, wie es tatsächlich gebaut wird. Das bedeutet, dass Wände und Geschossdecken pro Geschoss modelliert werden und die Modellierung zwischen tragenden und nicht tragenden Bauteilen unterscheidet.

Ein wichtiges Element bei der Modellierung ist der Detaillierungsgrad. Je nach Anforderungen des Projekts werden verschiedene Schichten und Elemente separat modelliert, wie zum Beispiel Putz, Malerarbeiten oder Wärmedämmung. Diese separaten Elemente berücksichtigen unterschiedliche geometrische Ausdehnungen, die auf der Baustelle auftreten können.

Es wird die Wichtigkeit betont, die Bauteile so zu modellieren, wie sie auf der Baustelle tatsächlich ausgeführt werden, damit die ermittelten Mengen (Länge, Fläche, Volumen) den realen Gegebenheiten entsprechen. Obwohl es in der Praxis immer Unschärfen und Bautoleranzen gibt, sollte das Modell im Grunde kollisionsfrei und so genau wie möglich sein. Dies erleichtert die Umsetzung des Modells auf der Baustelle und hilft, die Genauigkeit der Mengenermittlung zu gewährleisten.

Thomas betont die Wichtigkeit des Frameworks, in das das Modell eingebettet ist, und nennt drei Hauptpunkte, die beachtet werden sollten:

1. Die Anforderungen des Auftraggebers: Es ist wichtig, die Bedürfnisse des Auftraggebers zu verstehen, ob er ein einfaches Modell für Renderings und 2D-Pläne oder ein voll funktionsfähiges BIM-Modell für das Facility Management und

den gesamten Lebenszyklus des Gebäudes benötigt.

2. State of the Art und Standards: Building Smart und ÖNormen sind Beispiele für Standards, die als Leitfaden für die Modellerstellung dienen können.
3. Die Zusammenarbeit im Projektteam: Hierbei geht es um die Wahl zwischen openBIM oder closedBIM, die Anforderungen des Auftraggebers (AIA) und die Zusammenarbeit mit verschiedenen Programmen wie Revit, Archicad, ABK und iTWO.

Es ist nicht einfach, diese Punkte in Einklang zu bringen. Jedoch betont er, dass ein Modell ausreichend Informationen enthalten sollte, vor allem in Bezug auf den Level of Information (LOI). Grafische Elemente müssen nicht unbedingt modelliert sein, solange die Informationen in Listen oder Aufbaukatalogen hinterlegt sind. So kann man Platz im Modell sparen und dadurch größere Gebäude oder mehrere Ausschnitte darstellen.

In seiner persönlichen Meinung ist es wichtig, dass die Elemente im Modell vorhanden sind und alle erforderliche Informationen enthalten oder diese daraus abgeleitet werden können. Zum Beispiel kann eine Wand auf einen Bauteilkatalog verweisen, der Informationen über Dämmung, Fliesen oder Anstrich enthält. Solche Informationen können dann anhand der Wandfläche abgeleitet werden. Dabei ist der „Design follows function“-Ansatz bei der Erstellung von BIM-Modellen essenziell.

Dem Bauherren wurde erwähnt, dass es unterschiedliche Meinungen darüber gibt, wie BIM-Modelle in Bezug auf die Bauabrechnung und die Vertragsnormen erstellt werden sollten. Einige halten sich an die Werkvertragsnormen und integrieren die Abrechnungsregeln in den Vertrag, während andere aufgrund der Genauigkeit von BIM-Modellen davon abweichen.

Der Bauherr erklärt, dass viele Auftraggeber nicht tief genug in der Materie stecken, um die Bauabrechnung über das BIM-Modell abschätzen zu können, da sie selbst oft nicht ausschreiben und somit nicht mit Regelungen wie Wandhöhen und Flächen vertraut sind. Das führt zu unterschiedlichen Anforderungen, die es für Konsulenten schwierig machen, immer wieder auf die jeweiligen Anforderungen einzugehen.

Es wird auf Standards wie Werknormen oder buildingSMART zurückgegriffen, von denen jedoch manchmal abgewichen wird, um auf die Planerseite Rücksicht zu nehmen. Dabei wird es versucht, so viele Aufgaben wie möglich mit Hilfe des BIM-Modell



abzudecken, und gleichzeitig zu beobachten, dass Planer damit vertraut, werden und die notwendige Expertise im Unternehmen haben.

Ehe man zu den Fragen des zweiten Themenbereichs übergang, war es wesentlich, die Einschätzungen der Interviewpartner bezüglich der AIA und des BAP als vertragliche Grundlagen in Erfahrung zu bringen.

Jacqueline berichtet aus ihrer Erfahrung, hauptsächlich aus dem deutschsprachigen Raum, dass es zwei verschiedene BIM-Abwicklungspläne gibt. In der Praxis geht es dabei meistens bis zur Einreichung und Ausführung, wobei der State of the Art im Plan festgelegt wird. In der Leistungsphase fünf wird dann tiefer in die Materie eingegangen. Es wird erwähnt, dass die Base-Quantities normalerweise kompakt gehalten werden und viele AVA-Programme diese selbst ermitteln. Bei der Verwendung von Psets werden zunächst standardisierte Felder bevorzugt, jedoch wird oft auf eigene Psets zurückgegriffen, da der Standard noch nicht so ausformuliert ist. Dies führt zu bauteilorientierten Psets, die anstelle einer großen Datenbank verwendet werden. Es wird darauf hingewiesen, dass dies auch damit zusammenhängt, dass der Anwender oder der 3D-Modellierer es einfacher hat, wenn er nur eine begrenzte Anzahl von Feldern hat, die er bestücken muss.

Dimitri stimmt zu und betont, dass dies ein fester Bestandteil eines BIM-Abwicklungsplans ist. Der Auftraggeber ist verpflichtet, solche Einschränkungen oder Extrawünsche im BAP festzulegen. Er fügt hinzu, dass in ihrer BIM-Consulting-Abteilung oft festgestellt wird, dass Auftraggeber selbst noch nicht genau wissen, was sie wollen und daher eine Grundlage wählen, die alles abbildet. Dies führt häufig zu mehr Leistung, ohne einen tatsächlichen Effekt. Es ist wichtig die Mengenermittlung bereits zu Beginn eines BIM-Abwicklungsplans als Anwendungsfall festzulegen, um die Verantwortlichkeiten der verschiedenen Parteien festzuhalten. Dies muss auf jeden Fall dokumentiert werden, damit der Prozess reibungslos funktioniert.

Tamara erklärt, dass der BAP während des Projekts häufig angepasst und erweitert wird, weil zu Beginn selten genau bekannt ist, was benötigt wird und was gewünscht ist. In ihrem Büro werden Projekte oft ohne BAP abgewickelt, da sie ihren eigenen Bürostandard und Modellierrichtlinien haben. Die Namensgebung der Bauteile ist ebenfalls wichtig, um entsprechende Auswertungen durchführen zu können.

Die Schwierigkeit besteht dabei, dass diejenigen, die die Dokumente verfassen, oft nicht genau wissen, wie die tatsächliche Arbeit in der Praxis aussieht. Dies führt dazu, dass es zwar möglich ist, die Anforderungen abzubilden, aber die wenigsten wissen, wie sie tatsächlich zum gewünschten Ziel kommen. Dies stellt häufig eine Herausforderung dar.

Die Erfahrung vom Thomas ist, dass es in der Vergangenheit oft Diskussionen darüber gab, wann sie als Ausschreiber in den Planungsprozess einsteigen sollten. Eine vertretbare Meinung ist, dass es am besten wäre von Anfang an beteiligt zu sein. Denn je später sie einsteigen, desto mehr Probleme sich ergeben, da das Level of Information (LOI) bereits definiert sind und möglicherweise nicht den Anforderungen für ihre Schnittstellen und Prozesse entsprechen.

Um Planern die Angst vor den vielen Informationen zu nehmen, konzentrieren sie sich zunächst auf die LOIs 100 und 200, die mit etwa 20 Parametern relativ überschaubar sind. Diese Parameter werden als Grundlage für den Vertrag oder die Übereinkunft verwendet, um von Anfang an den benötigten Informationsgehalt des Modells klarzustellen.

Es wird hervorgehoben, dass es besser ist, von Anfang an alle erforderlichen Informationen bereitzustellen, anstatt später Anpassungen vorzunehmen, da dies zu Frustration bei den Planern führen kann. Besser ist es, zu Beginn eine kleine Herausforderung zu bewältigen, als später weitere Informationen nachzufordern und den Planer mit der Nacharbeit zu belasten.

Der Bauherr erklärt, dass das AIA als Vertragsgrundlage dient und bei der Ausschreibung gleich mitgeschickt wird. Es wird jedoch im Laufe des Projekts an die Bedürfnisse des Projekts angepasst. Wichtig ist, dass die Planer Mitspracherecht haben und der Bauherr nicht einfach Anforderungen aufsetzt, die später nicht verwendet werden. In deren Unternehmen gibt es eine große Expertise im Bereich BIM, was die Erstellung von standardisierten AIAs und deren Anpassung an projektspezifische Anforderungen erleichtert.

Einige der Anwendungsfälle, die erwähnt werden, sind die Entwurfsfreigabe, die Ableitung von Kennzahlen aus dem Modell und die Mengen- und Massenermittlung. Das AIA darf nicht zu umfangreich werden und die Transkription in den BAP soll einfacher vollzogen werden, der gemeinsam mit der Projektsteuerung und den Fachplanern

erstellt wird. In einem Workshop wird das AIA durchgearbeitet, und alle wichtigen Aspekte werden im BAP festgehalten, der als Grundlage für die Planung dient.

Der Bauherr hat auch die neuen BIM-Leistungsbilder von buildingSMART in den AIA integriert, um eine bessere Übersicht über die Anforderungen zu bieten.

BIM-Projekte können unterschiedliche und vielseitige Herangehensweisen haben, daher sollte man stets nach Möglichkeiten suchen, effizienter zu arbeiten, insbesondere bei der Erstellung von LOI-Tabellen. Die buildingSMART soll als Standard und Leitfaden dienen, aber bei der Anpassung der Psets an die Anforderungen der Auftraggeber können eigene Gruppen kreiert werden.

Es wird noch hinzugefügt, dass zusätzliche Merkmale für die Brise (digitales Genehmigungsverfahren) in dem Standard-LOI berücksichtigt werden müssen, und betonte die Wichtigkeit, diese leicht filterbar zu gestalten. Excel-Tabellen werden als Werkzeug verwendet, um dies zu erreichen. Obwohl es Herausforderungen beim Erhalt des Überblicks gibt, werden die Tools immer besser, um die Daten leichter filterbar zu machen und Doppelungen zu vermeiden. Als Auftraggeber ist es wichtig, den Aufwand für den Planer so gering wie möglich zu halten und kontinuierlich daran zu arbeiten, um einen effizienten Workflow zu gewährleisten.

### **3.2.2 Modelbasierte Mengenermittlung**

Der Bereich der BIM-modellbasierten Mengenermittlung ist eine der wesentlichen Anwendungen von BIM in der Bauabrechnung darstellt. Durch den automatisierten Datenaustausch können die Mengen für die Abrechnung direkt aus dem Modell ermittelt werden, was zu einer erheblichen Zeit- und Kostenersparnis führen kann. Es ist jedoch wichtig, die Wirksamkeit und Genauigkeit dieser Methode zu beurteilen, um ihre Eignung für den Einsatz in verschiedenen Projektumgebungen zu verstehen.

*Wie erfolgt bei Ihnen die Mengenermittlung aus den BIM-Plandaten in die Leistungsverzeichnisse?*

*Wie gehen Sie z. B. mit den Aufzählungspositionen der LB-H um, wenn Sie die Mengen (Vordersätze) aus den BIM-Plandaten einlesen?*

Jacqueline erklärt, dass es viele verschiedene Systeme und Ansätze gibt, um automatische oder manuelle Zuweisungen von Informationen und Daten in einem

Projekt zu ermöglichen. Die meisten Programme versionieren und können Updates durchführen, um veränderte Daten zu übernehmen.

Zusätzlich wurde nach konkreten Erfahrungen oder Präferenzen bei der Arbeit mit verschiedenen Software-Schnittstellen gefragt. Im Grunde genommen werden alle als gut befunden und dass die Wahl der Software oft von Büro- oder Projektanforderungen abhängig ist. Dabei spielen die verschiedenen Herangehensweisen von Architekturbüros und großen Bauunternehmen wie Strabag oder Porr eine wichtige Rolle. Dimitri fügt hinzu, dass es oft schwierig ist, ein festes Regelwerk für die Arbeit mit BIM zu finden, da jedes Projekt anders ist.

Die Diskussion wendet sich dann dem IFC-Standard und den individuellen Anforderungen in dem BAP zu. Es wird erklärt, dass das IFC4-Format spezifischere Container für Bauteile bietet, aber manchmal auch Probleme bereitet. Jacqueline ergänzt, dass es von großer Bedeutung ist, in die Tiefe der Mengen und Quantitäten zu gehen, um präzise Informationen für die Leistungsbeschreibung Hochbau zu erhalten.

In Bezug auf die Modellierung und die Verwendung von Aufzählungspositionen in der Leistungsbeschreibung Hochbau teilen Jacqueline und Dimitri ihre Meinung. Sie betonen, dass die Komplexität des Modells irrelevant ist und es mehr auf die Informationen ankommt, die daran hängen. Gesprochen wird auch über die Unterschiede in den Vertragsnormen zwischen Österreich und Deutschland, insbesondere die Einbindung der VOBs in Deutschland und die daraus resultierende Unschärfe in der Mengenermittlung.

In dem Büro von Tamara werden die Modelle mit der Autodesk-Software Revit erstellt, teilweise in mehreren Teilmodellen, je nach Projektgröße. Sie haben festgestellt, dass größere Dateien schwerfälliger sind, und daher werden die Projekte oft in separate Dateien für Gebäude, Tiefgaragen usw. aufgeteilt. Diese werden dann mit dem tatsächlichen Gebäude verknüpft und entsprechend modelliert. Hierbei werden eigene Abrechnungsparameter statt der klassischen Revit-Parameter verwendet und die Schnittstelle zur iTWO-Software für Leistungsverzeichnisse genutzt.

Revit und iTWO sind in unterschiedlichen Einheiten programmiert, was zu Ungenauigkeiten in der Mengenermittlung führen kann. Daher verwenden sie die selbst angelegten Parameter aus dem Revit-Modell und werten diese in iTWO aus. Bei bestimmten Elementen, die schwer modellierbar oder nicht eindeutig auswertbar sind,

verwenden sie sogenannte Dummy-Dateien, um Mengen entsprechend nachvollziehbar zu machen.

Es stellt sich die Frage, wie sie mit Massen umgehen, die nicht aus dem BIM-Modell entnommen werden können. Entweder werden sie manuell ins Leistungsverzeichnis eingetragen oder als Dummy-Objekte modelliert, je nach Bedarf. Die Dummy-Objekte können später aktualisiert oder gelöscht werden, je nach Fortschritt des Modells und der Planungsphasen.

Das Modell muss entsprechend angepasst werden, abhängig von der jeweiligen Position. Ein Beispiel für eine Aufzählungsposition, die oftmals genutzt wird, ist die Betongüte. In diesem Fall sei es einfach, die Daten auszuwerten und zu filtern, da die Betongüte im Elementtyp des Bauteils enthalten ist. Allerdings kann es komplizierter werden, wenn es um andere Aspekte wie Sichtbeton geht.

Als Ergänzung wurde noch die Frage gestellt, ob es sinnvoll wäre, solche Punkte frühzeitig im BIM-Anwendungsfall festzulegen und ob es Unterschiede zwischen konstruktiven und funktionalen Ausschreibungen gibt. Es wird zugestimmt, dass es hilfreich sein könnte, solche Aspekte frühzeitig zu definieren. Oft sei es schwierig, solche Definitionen im Voraus festzulegen, ohne genau zu wissen, welche Leistungsverzeichnis-Positionen benötigt werden. In Bezug auf den Unterschied zwischen konstruktiven und funktionalen Ausschreibungen sieht man keine signifikanten Unterschiede, da in beiden Fällen die Mengen bekannt sein müssen, um die Kosten kalkulieren zu können.

Sie fügt hinzu, dass bei den meisten Projekten, an denen sie beteiligt war, die Mengen immer relevant und interessant waren. Die Kenntnis der Mengen ermöglicht es, Preise festzulegen und zu sehen, wo gespart oder optimiert werden kann. Ohne diese Mengeninformationen wäre es schwierig, solche Entscheidungen zu treffen.

Insgesamt wird die Wichtigkeit der Mengenermittlung bei beiden Ausschreibungsarten und die Notwendigkeit, das BIM-Modell entsprechend anzupassen, um die Anforderungen der jeweiligen Leistungsverzeichnis-Positionen zu erfüllen hervorgehoben.

Seit zwei bis drei Jahren ist Thomas intensiv im Prozess der BIM-adaptierten Mengenermittlung tätig. Der Workflow soll für alle Beteiligten bequemer gestaltet werden, da ein angenehmer Arbeitsprozess die Bedienung erleichtert. Ausschreiber möchten von Anfang an in den Prozess einbezogen werden, um den Informationsgrad

mitzubestimmen und sicherzustellen, dass die benötigten Informationen im Modell enthalten sind.

Leider werden von buildingSMART definierte Parameter für Entities in verschiedenen Softwareanwendungen nicht immer korrekt ausgefüllt. Deshalb haben sie ein eigenes Pset von der FCP-Ausschreibung entwickelt, das ihnen bei der Weiterverarbeitung hilft. Sie unterstützen den Planer bei der Erstellung einer Mapping-Tabelle für Programme wie Revit oder Archicad.

Die Entscheidung wurde getroffen eine Mengenermittlung über IFCs anzuwenden, um mögliche Probleme mit der Programmkapazität oder menschlichem Versagen zu vermeiden. Mithilfe von BIMcollabZOOM und vordefinierten Filtern prüfen sie die Parameter und erstellen eine erste Mengenermittlung. Anschließend wird die Excel-Tabelle mit PowerQuery nachbearbeitet, um die benötigte Formatierung für die Mengenermittlungstools zu erhalten.

Schließlich werden die Mengen in ABK oder iTWO eingelesen und mit automatisierten Formeln ausgewertet. Dieser Prozess funktioniert gut für Standardpositionen, aber bei detaillierteren Informationen kann es unschärfer werden und erfordert möglicherweise Anpassungen für jedes Projekt. Dies ist ein ständiger Prozess des Wachsens und Lernens, um die Mengen in die Ausschreibung zu integrieren.

Es wird bevorzugt, wenn das Modell so gestaltet ist, dass Informationen daraus abgeleitet werden können, wie zum Beispiel die Dämmung einer Wand. Jedoch wird es schwieriger, wenn es um schwer greifbare Dinge geht, für die keine logischen Regeln erstellt werden können. In solchen Fällen sind Fachkräfte notwendig, um Entscheidungen zu treffen und Positionen anzupassen. Er erwähnt auch, dass Veränderungen in der Leistungsbeschreibung für Hochbau (LBH) eine Herausforderung darstellen können, wenn beispielsweise Positionen verschoben werden oder neue Themen eingeführt werden.

Für Mengen in BIM-Plandaten wird erklärt, dass logische Ableitungen möglich sind, wenn bestimmte Bedingungen erfüllt sind. Projektspezifische Mengen erfordern jedoch manuelle Anpassungen und die Erstellung einer Z-Position oder einer Aufzählungsposition. Es wird empfohlen, das Vorgehen zu dokumentieren, um die Herangehensweise nachvollziehbar zu machen. Manuelle Workarounds und die Zusammenarbeit mit Softwareherstellern sind notwendig, um auf spezifische Themen aufmerksam zu machen und sie zu verbessern. Trotzdem wird die Rolle der Fachkraft

und das gelegentliche manuelle Anpassen und Arbeiten mit Technologien niedrigerer Stufen weiterhin bestehen bleiben.

Der Bauherr achtet darauf, die Kalkulanten so früh wie möglich ins jede Projekt einzubinden, obwohl dies nicht immer gelingt. BIM-basierte Mengen- und Massenermittlung funktioniert meist gut für Rohmassen wie Beton und Stahlbeton. Er erwähnt jedoch einen Fall, in dem in Revit doppelte Massen auftraten, weil eine Decke durchmodelliert wurde, die eigentlich aus zwei Decken besteht. Mehrschichtige Modellierung vor allem im Innenausbau, insbesondere Gipskartonwände, sind kompliziert und es gibt noch keine gute Lösung dafür. Aufzählungspositionen werden meistens händisch oder über 2D-Pläne argumentiert, da es schwierig ist, sie im Modell zu verankern.

### 3.2.3 Datenaustausch

Der Datenaustausch wurde als Themenbereich ausgewählt, da er für den effektiven Einsatz von BIM in der Bauabrechnung von zentraler Bedeutung ist. Die Fähigkeit, Daten effizient und präzise zwischen verschiedenen Stakeholdern und Softwaresystemen auszutauschen, ist entscheidend für die Verwendung von BIM. Daher war es wichtig, die Erfahrungen und Herausforderungen im Zusammenhang mit dem Datenaustausch in der Praxis zu erkunden.

*Wie werden die Daten abgeglichen und ergänzt?*

Jacqueline äußert ihre Meinung, dass in der Praxis die Nutzung eines konsolidierten Gesamtmodells, welches aus verschiedenen Teilmodellen besteht, eher selten vorkommt. Obwohl das Facility Management solche Modelle verwendet, handelt es sich dabei meist um selbst erstellte Zusammenstellungen und nicht um das idealisierte, saubere Gesamtmodell, das man sich grundsätzlich vorstellen würde.

Dimitri stimmt Jacquelines Ansicht zu und ergänzt, dass im Rahmen des Open BIM-Prozesses die spezifische Softwareumgebung keine Rolle spielt, da das Austauschformat immer einheitlich ist. Der Fokus des BIM-Koordinators liegt hauptsächlich auf der Überwachung der Einhaltung der im BIM Abwicklungsplan (BAP) festgeschriebenen Vorgaben. Bei Ausschreibungen und Abrechnungen im Bereich der Angebots- und

Vertragsabwicklung (AVA) geht es vor allem darum, welche Informationen übermittelt werden. Das Bauwerksmodell kann dabei nach individuellen Vorlieben gestaltet sein.

Tamara erklärt, wie sie in ihren Projekten mit dem Baufortschritt und der Abrechnung umgeht. Sie nutzen Revit zur Modellerstellung und iTWO für die Ausschreibung und Leistungsverzeichnis-Verknüpfung. Das Unternehmen hat gemeinsam mit der Firma Contact ein Online-Tool namens „Sitelife“ entwickelt. In dieses Tool wird das Revit-Modell hochgeladen, um digitale Bautagesberichte zu erstellen und den Baufortschritt zu dokumentieren. Die Plattform speichert diese Informationen und ermöglicht eine Schnittstelle zu Revit, um die Daten in definierte Parameter zurückzuführen.

Durch diese Integration können sie den Beginn und das Ende der Baustelle sowie den Fortschritt in Prozent ablesen. Das angereicherte Modell wird dann erneut in iTWO importiert, und der Prozess, der bereits für die Ausschreibung durchgeführt wurde, wird mit dem aktuellen Fertigstellungsgrad wiederholt. Am Ende des Monats, nachdem die Bautagesberichte abgeschlossen sind, werden die fertiggestellten Bauteile in das System eingelesen und mit dem Fertigstellungsgrad multipliziert. Anschließend wird ein Abrechnungs-Leistungsverzeichnis erstellt, das die fertiggestellten Mengen pro Monat enthält. Auf dieser Grundlage können Prüfrechnungen erstellt und an die ausführenden Firmen gesendet werden, damit sie ihre Rechnungen basierend auf den Modellmengen erstellen können. Manuelle Mengen müssen jedoch separat ergänzt werden, da diese nicht über das Modell ermittelt werden können.

Es wird das Problem thematisiert, dass externe Unternehmen, die Ausschreibungen und Abrechnungen vornehmen, oft keine BIM-Software besitzen und deshalb die Arbeiten manuell durchführen. Die Frage stellt sich, ob kostenlose Programme wie Solibri und BIMcollabZOOM, die in erster Linie als Prüfprogramme bekannt sind, solchen Fachleuten bei der Überprüfung und Mengenauswertung helfen könnten. Tamara sieht das als eine machbare Möglichkeit, ist aber unsicher, ob kostenlose Versionen der Programme ausreichend sind. IFC-Dateien sind oft schwer verständlich und werden von Planern ohne BIM-Erfahrung oft nicht genutzt.

Es wird nach der Meinung über das Level of Development (LOD) und die Bedeutung der richtigen Informationen im Modell gefragt. Wichtig wäre es, die korrekten Informationen im Modell bereitzustellen. Allerdings weist Tamara darauf hin, dass externe Ausschreiber möglicherweise nicht wissen, welche spezifischen Positionen sie



benötigen, bevor sie sich gründlich mit dem Projekt beschäftigt haben. Das Gespräch konzentriert sich weiterhin auf die Zusammenarbeit und Kommunikation zwischen verschiedenen Beteiligten im Projekt und die Notwendigkeit, Informationen im Modell auszutauschen und anzupassen, um eine effiziente Bewertung und Abrechnung zu ermöglichen.

Während des Prüflaufs, erklärt Thomas, die Probleme im BIM-Modell über das BCF (BIM Collaboration Format) an die Architektur zurückgemeldet werden. Das BCF ermöglicht das Markieren spezifischer Bauteile und eine detaillierte Problembeschreibung. Für die Planung kommt häufig ein Common Data Environment (CDE) zum Einsatz, um Kommunikation und Informationsaustausch zwischen den Projektbeteiligten zu optimieren. CDEs basieren oft auf gängigen Microsoft-Produkten und tragen dazu bei, die Menge an E-Mails zu reduzieren und Informationen besser zu organisieren.

Bei der Weitergabe von Informationen an den Generalunternehmer (GU) ist es entscheidend, zumindest grundlegende Modellinformationen bereitzustellen, damit der GU Mengen prüfen und nachrechnen kann. Die Weitergabe eines IFCs mit grundlegenden Informationen wird als unproblematisch erachtet. Bei Problemen oder Unstimmigkeiten sollte der GU diese über das CDE und das BIM-Modell rückmelden.

Rechtliche Aspekte werden bewusst nicht behandelt, da Unsicherheit darüber besteht, wie diese in jedem Fall funktionieren, insbesondere bei öffentlichen Vergaben. Produktive und konstruktive Rückmeldungen sollten jedoch stets berücksichtigt und in die Planung integriert werden.

In einer idealisierten Situation würde der GU das zentrale BIM-Modell erhalten, um es weiterbearbeiten und anpassen zu können. In der Realität erhält der GU wahrscheinlich ein detailliertes IFC, mit dem er möglicherweise ein neues zentrales Modell erstellen muss. Es wird erwartet, dass IFCs in Zukunft weiter bearbeitbar sein werden oder der GU ein bereinigtes zentrales Modell erhält, das nur die relevanten Informationen enthält. In der Diskussion wird die Idee erörtert, ob es sinnvoll wäre, das Ausschreibungs- oder Abrechnungsmodell als separates Teilmodell hinzuzufügen oder zu exportieren, um problemlos daran arbeiten zu können. Zudem wird gefragt, ob es einen Unterschied macht, ob eine Ausschreibung funktional oder konstruktiv ist, und ob ein Ausschreibungs-Teilmodell von Nutzen wäre.

Die Idee eines Ausschreibungs- und Abrechnungsmodells ist interessant, da bereits mit

vielen fachlichen Teilmodellen gearbeitet wird. Es wird betont, dass es noch nicht üblich ist, solche Modelle im Bereich der Konstruktion und Ausschreibung einzusetzen, aber es definitiv eine Möglichkeit sei. Bezüglich der funktionalen und konstruktiven Ausschreibung spricht er nicht für die gesamte Meinung des Unternehmens, aber persönlich sieht er keinen großen Unterschied in der Systematik, da beide Mengen oder Massen benötigen, um einen Eurobetrag festlegen zu können.

Bisher wurde hauptsächlich mit elementbasierten Ausschreibungen gearbeitet und noch keine funktionale BIM-Ausschreibung durchgeführt. Dennoch kann man sich vorstellen, dass ein Ausschreibungs- und Abrechnungsmodell nützlich wäre, insbesondere für die Kollegen auf der Baustelle, die das Modell möglicherweise in einer Augmented Reality-Anwendung verwenden könnten. Es müsste jedoch auch bedacht werden, wie die ÖBA und andere Programme das Modell auslesen und nutzen können.

Ein Programm wie Docu Tools wird als Beispiel genannt, wobei zugestimmt wird, dass solche Programme zwar vielversprechend sind, aber auch noch ihre Nachteile haben. Es wird angenommen, dass ein solches Modell sinnvoll sein kann, insbesondere als Dokumentation für die Abrechnung und in Richtung Facility Management. Entscheidend sei jedoch, dass das zugrunde liegende Koordinationsmodell gut ist, damit die fachspezifischen Modelle funktionieren.

In der Diskussion ging es um die Bedeutung der Implementierung von BIM-Projekten in Ausschreibungen und die Notwendigkeit, zwischen 3D-Modellen und BIM-Modellen zu unterscheiden. Des Weiteren wurde die Frage aufgeworfen, welche Erfahrungen hinsichtlich Datenaustausch und Datenschutz in verschiedenen Programmen und Plattformen gemacht wurden.

Der Bauherr teilt seine Erfahrungen mit der Nutzung einer konventionellen CDE-Plattform, die von Planern als kompliziert empfunden wurde. Um den Prozess für die Auftragnehmer zu erleichtern, entwickelte das Unternehmen schließlich eine eigene CDE. Diese Plattform basierte auf einer bereits etablierten Software, die in vielen Unternehmen eingesetzt wurde. Hinsichtlich des Datenschutzes wurde betont, dass die Grundlage der Plattform bereits im Unternehmen integriert und datenschutztechnisch überprüft war.

Es wurde angemerkt, dass eine gewisse Skepsis gegenüber neuen Technologien, wie früher für AutoCAD oder heute für BIM-Modellen, normal sei und es Zeit benötige, um

sich an solche Veränderungen anzupassen. Der Bauherr stimmte dieser Ansicht zu und verwies darauf, dass Softwarehersteller bestrebt seien, die Sicherheit und den Datenschutz für Unternehmen zu verbessern, beispielsweise durch die Platzierung von Servern in Europa.

### 3.2.4 Verwendung des digitalen Bauwerksmodells in der Bauabrechnung

Die Nutzung des digitalen Bauwerksmodells in der Bauabrechnung ist eine der vielversprechendsten Anwendungen von BIM. Das digitale Modell kann dazu beitragen, die Bauabrechnung effizienter, genauer und transparenter zu gestalten. Es ist jedoch wichtig, die praktische Umsetzbarkeit und den tatsächlichen Nutzen dieser Methode zu untersuchen, um eine fundierte Beurteilung ihrer Eignung und Wirksamkeit im Kontext der Bauabrechnung zu ermöglichen.

*Wie werden die Daten umgesetzt?*

*Wie gehen Sie mit den Divergenzen einer BIM-kompatiblen Ausschreibung und Bauabrechnung zu den Abrechnungsregeln der Werkvertragsnormen B 22xx und H 22xx und der Standardleistungsbeschreibungen LB-H um?*

Es wurde darauf hingewiesen, dass es in Österreich möglicherweise machbar wäre, mit solchen Diskrepanzen umzugehen, indem man sich entscheidet, bestimmte Dinge nicht zu tun. Ein wichtiger Aspekt sind die Abrechnungsregeln, die in Deutschland aufgrund ihrer Einbindung in die VOB problematisch sind. In Österreich besteht hingegen die Möglichkeit, in den allgemeinen vorbereitenden Bemerkungen eigene Abrechnungsregeln festzulegen. Dabei ist es wichtig, die Anzahl der erhaltenen Angebote und die Reaktionen der beteiligten Unternehmen zu berücksichtigen. Die menschliche Komponente spielt ebenfalls eine Rolle, insbesondere in Bezug auf die Zusammenarbeit mit Unternehmen, Professionisten und Fachplanern. Österreich hat großes Potenzial, sich in dieser Hinsicht weiterzuentwickeln.

Jaqueline fügt ebenfalls hinzu, dass ein weiterer Aspekt ist die Notwendigkeit, Prioritäten zu setzen und sich auf gut entwickelte Schnittstellen zu verlassen. Dennoch besteht die Herausforderung darin, dass es noch keine ausgereifte offizielle Datenstruktur für den Austausch gibt.

Vorteilhaft wäre aber frühzeitig in einem Projekt alle notwendigen Informationen im BIM-Abwicklungsplan (BAP) zu definieren, damit alle Beteiligten wissen, was erwartet wird und welche Informationen zu welchem Zeitpunkt geliefert werden müssen.

Während der Diskussion betonte Tamara die Bedeutung des Verständnisses für die Elemente, die in einem Projekt ausgewertet werden sollen. Sie wies darauf hin, dass Unklarheiten bei der Benennung und Klassifizierung der Elemente den Prozess der Filterung und Auswertung erschweren können.

Die Verfügbarkeit von Informationen ist entscheidend und es hängt von der Kenntnis des Projekts und des Ausschreibers ab, welche Informationen benötigt werden. Sie fügte hinzu, dass die Definition der erforderlichen Informationen im BAP möglicherweise nicht immer zu einem frühen Zeitpunkt möglich ist.

Im weiteren Verlauf der Unterhaltung wurde die Problematik der Standardisierung und Automatisierung von Prozessen in BIM-Projekten angesprochen. Es wurde festgestellt, dass es schwierig ist, eine allgemeingültige Lösung zu finden.

Sie erläuterte, dass ihr Unternehmen Modellmengen in den Leistungsverzeichnissen verwendet, ohne die Abrechnungsregeln aus den Normen zu berücksichtigen. Dies wird in den Vorbemerkungen des Leistungsverzeichnisses festgehalten.

In der Diskussion wurde die Komplexität des Umgangs mit Divergenzen bei Building Information Modeling (BIM) kompatiblen Ausschreibungen und Bauabrechnungen im Vergleich zu Abrechnungsregeln und Werkvertragsnormen hervorgehoben. Es wurde darauf hingewiesen, dass es zwar Standards und Normen gibt, die diese Themen gut behandeln, aber ihre Anwendung im täglichen Leben so komplex sein kann, dass sie nicht immer genau befolgt werden können. Die Notwendigkeit, das Potenzial von BIM und den technischen Möglichkeiten voll auszuschöpfen und Fehler zu dokumentieren, um sie nachvollziehen zu können, wurde von Thomas betont.

Des Weiteren wurde die Meinung zu den Anforderungen des Auftraggebers, wie sie in den Anwendungsfällen definiert sind, insbesondere im Hinblick auf die modellbasierte Mengenermittlung und das As-Built-Modell, erfragt. Die Erfahrungen mit dem BIM-Abwicklungsplan (BAP) und die Rolle von Ausschreibern in diesem Prozess wurden ebenfalls diskutiert.

Die Wichtigkeit des Grundsatzes „Design follows function“ wurde betont und darauf

hingewiesen, dass die Anforderungen des Auftraggebers (AIA) für das Verständnis dessen, was er möchte, und die Umsetzung im BAP von entscheidender Bedeutung sind. Einige Gruppen seien geistig bereits weiter fortgeschritten in Bezug auf BIM als der aktuelle technische Stand, was zu einer erhöhten Komplexität des BAP führen könne. Ein idealer BAP sollte für alle Beteiligten klar verständlich sein und als Leitfaden für den gesamten Prozess dienen.

Er fügt noch hinzu, dass bei der Gestaltung des BAP sowohl technische als auch soziale Aspekte berücksichtigt werden sollten. Der BAP sollte verständlich und anwendungsorientiert sein und den Beteiligten Sicherheit bieten. Um dies zu erreichen, wurde empfohlen, den BAP weniger komplex und einfacher zu gestalten, um möglichst viele Akteure in den Prozess einzubeziehen.

Der Bauherr sprach über die Wiener Bauordnung und die Nutzung von Building Information Modeling (BIM). Etwa 40% der Bauordnung kann durch BIM-Modelle überprüft werden, was eine Zeitersparnis von etwa einem Drittel bedeutet. Allerdings gibt es noch Unklarheiten bezüglich der Anwendung von digitalen Bauwerksmodellen, insbesondere bei der Übergabe in den Bestand. Die zentrale Rolle der CDE (Common Data Environment) für die Sammlung aller relevanten Informationen wurde hervorgehoben, wobei auch die Herausforderung besteht, Datenblätter und Modelle optimal miteinander zu verbinden.

Es wurde festgestellt, dass sich viele Planer bei der As-Built-Dokumentation übertreffen, ohne den Prozess vollständig durchdacht zu haben. Die Schwierigkeiten besteht darin beim Datenaustausch zwischen den beteiligten Parteien die Frage zu klären, wer die Änderungen im Modell anpassen soll.

Der Bauherr erklärt, dass es für ihn von großem Wert ist, ein As-Built-Modell zu haben, das genau den tatsächlich gebauten Zustand widerspiegelt. Das ermöglicht eine bessere Verwendung des Modells bei zukünftigen Sanierungen oder Umbauten. Allerdings ist dies im Moment noch nicht das Hauptziel, da die Expertise für die Verwendung als CAFM-Modell (Computer Aided Facility Management) noch fehlt.

## 3.3 Auswertung der Interviews

### 3.3.1 BIM-Modellierung

In diesem Abschnitt steht die praktische Bedeutung von BIM bei Mengenermittlung und Bauabrechnung im Fokus. Basierend auf den geführten Interviews mit Experten aus verschiedenen Bereichen des Bauwesens, wird ein umfassendes Bild ihrer Erfahrungen, Herausforderungen und Lösungsansätze im Umgang mit BIM und entsprechenden Abrechnungsprogrammen veranschaulicht. Speziell die Interaktionen innerhalb von Projektteams im Kontext von BIM-Modellen und der damit verbundenen Arbeitsprozesse werden detailliert beleuchtet.

Die wichtigsten Punkte, die aus dem Text hervorgehen, sind:

#### 1. Bedeutung der „korrekten“ Modellierung von Bauteilen

Die Modellierweise von Bauteilen spielt eine entscheidende Rolle: Bauteile sind stets so zu modellieren, wie sie später für die Mengenermittlung erfasst werden müssen. Dies dient dazu, die Genauigkeit der Mengenermittlung zu gewährleisten und mögliche Abweichungen zu minimieren.

Ein konkretes Beispiel ist das Modellieren einer Wand. Diese enthält genaue Informationen wie Material, Dicke und Höhe, um eine präzise Mengen- und Kostenermittlung zu ermöglichen.

Der Grad der Detaillierung in der Modellierung ist den spezifischen Projektanforderungen entsprechen. Tragende und nicht tragende Bauteile müssen dabei unterschieden und Schichten sowie Elemente separat modelliert werden. Hierdurch kann die Präzision der Mengenermittlung verbessert werden. Ein Projekt könnte beispielsweise die Anforderung haben, dass sämtliche elektrische Installationen detailliert modelliert werden. In diesem Fall sind Schalter, Steckdosen, Lampen und andere Elemente einzeln modelliert und nicht nur als zusammenfassende Blöcke zu betrachten

#### 2. Abrechnungsprogramme und Informationsdichte

Die Wahl des Abrechnungsprogramms und die Informationsdichte der einzelnen Bauteile: Nicht nur die korrekte Modellierung, sondern auch die Qualität und Dichte der in den Bauteilen enthaltenen Informationen sind für eine effektive

Bauabrechnung von Bedeutung. Bei der Verwendung eines Abrechnungsprogramms wie etwa ABK oder iTWO ist auf die Informationsdichte jedes Bauteils zu achten. So enthält beispielsweise ein Fenster nicht nur die Abmessungen, sondern auch Informationen wie Material, Hersteller und technische Eigenschaften, um eine genaue Abrechnung zu ermöglichen.

### **3. Anforderungen des Auftraggebers, Standards und Zusammenarbeit im Projektteam**

Die Anforderungen des Auftraggebers, festgelegte Standards und die Zusammenarbeit im Projektteam prägen den Rahmen, in dem das BIM-Modell entwickelt und genutzt wird. Ein gemeinsames Verständnis und konsistente Arbeitsweisen sind hierfür unabdingbar.

Bei einem Projekt mit einem sehr spezifischen Rahmen, wie z.B. der Bau eines Krankenhauses, sind technisch spezifische Anforderungen, wie das Einhalten der Designkriterien für stationäre Räume an das BIM-Modell zu stellen. Hier muss das Projektteam eng zusammenarbeiten, um sicherzustellen, dass das Modell alle notwendigen Details für eine präzise Abrechnung enthält.

### **4. Anwendungsfälle in BIM-Abwicklungsplänen**

Die modellbasierte Mengenermittlung ist einer der Standard BIM-Anwendungsfälle im AIA sowie auch im BAP: Um optimale Ergebnisse zu erzielen, ist der Arbeitsprozess entsprechend dem Anwendungsfall anzupassen und auf diese spezielle Anforderung auszurichten. Bei der Planung eines Bürogebäudes verwendet man Mengenermittlungen im BIM-Abwicklungsplan dazu den Arbeitsprozess so anzupassen, dass der Material- und Zeitaufwand minimiert wird.

Der BAP und die AIA fungieren als vertragliche Grundlagen. Diese sind im Laufe eines Projekts anzupassen und zu erweitern, um die Anforderungen des Projekts kontinuierlich zu erfüllen und den Nutzen von BIM optimal zu entfalten.

In einem Projekt könnte es vorkommen, dass sich während der Bauphase die Anforderungen an das BIM-Modell ändern. Durch Anpassungen im BAP und AIA sind diese Änderungen vertraglich festgehalten und die Bauabrechnung entsprechend anzupassen.

### 3.3.2 Modelbasierte Mengenermittlung

In Anlehnung an die Interviews mit Branchenexperten wird ein vielseitiges Bild der tatsächlichen Anwendung von BIM in diesen Schlüsselbereichen des Bauwesens festgehalten. Die Dynamiken innerhalb der Projektteams und die Anpassungen der Arbeitsabläufe, die durch den Einsatz von BIM notwendig werden, stehen im Vordergrund. Das Spektrum dieser Anpassungen reicht von der Änderung von Prozessabläufen über die Schulung der Teammitglieder bis hin zur Implementierung neuer Softwarelösungen und Standards. Durch das Aufzeigen von konkreten Anwendungsfällen und Erfahrungen aus der Praxis wird angestrebt, ein umfassendes Verständnis der Praxis der modellbasierten Mengenermittlung und Bauabrechnung zu vermitteln.

Die zentralen Aspekte, die sich aus dieser Auswertung ergeben, beinhalten:

#### 1. **Verschiedene Ansätze in Architektur- und Ingenieurbüros**

Die Gesprächspartner berichten von unterschiedlichen Herangehensweisen, die sich durch die Zusammenarbeit zwischen Architektur- und Ingenieurbüros ergeben. Zum Beispiel legen die Architekten in der Modellierung häufig einen größeren Fokus auf das visuelle Design, während Ingenieure sich stärker auf die technischen Aspekte und die Materialmengen konzentrieren. Ein praxisnahes Beispiel dafür ist ein Hochbauprojekt, bei dem das Architekturbüro ein ästhetisch ansprechendes BIM-Modell entwickelte, das jedoch manuelle Anpassungen für die Bauabrechnung durch das Ingenieurbüro erfordert.

#### 2. **IFC-Standard**

Der Standard des Industry Foundation Classes (IFC) ermöglicht es den Austausch von Daten zwischen verschiedenen BIM-Softwareanwendungen. Es werden die Vor- und Nachteile des IFC4-Formats betont. Ein häufig anzutreffendes Problem hierfür ist die Übertragung von Daten von Revit zu ArchiCAD, bei der das IFC-Format zwar als gemeinsame Sprache angedacht ist, aber nicht alle spezifischen Daten korrekt übersetzt.



### 3. **Anpassung von BIM-Modellen an Leistungsverzeichnis-Positionen**

Es wurde klar, dass Fachleute oftmals eine entscheidende Rolle bei der Ermittlung von Mengen und Massen spielen und, dass manuelle Anpassungen und Workarounds häufig notwendig sind. Die Interviewpartner erwähnten die Rolle von buildingSMART und die Notwendigkeit, eigene Property-Sets zu entwickeln. Beispielweise ermöglicht die Nutzung eines BIM-Modells eine präzise Mengenermittlung, jedoch sind manuelle Anpassungen erforderlich, um die Modellinformationen an die spezifischen Anforderungen des Leistungsverzeichnisses anzupassen.

### 4. **Zusammenarbeit mit Softwareherstellern**

Die Wahl der BIM-Software ist oft von den spezifischen Anforderungen eines Büros oder Projekts abhängig. Die unterschiedlichen Software-Schnittstellen spielen dabei keine entscheidende Rolle. Beispielsweise stellt sich die Herausforderung, Mengen in Programmen wie Autodesk Revit nachvollziehbar zu ermitteln. Die Nutzung von Dummy-Dateien und manuellen Eingaben sollen als Lösungsansatz für Leistungspositionen, die nicht aus dem BIM-Modell ermittelt werden können, dienen.

### 5. **Bedeutung von frühzeitiger Projektbeteiligung und Einbindung von Ausschreibern**

Es besteht die Notwendigkeit, die Ausschreiber frühzeitig in das Projekt einzubinden, um sicherzustellen, dass die benötigten Informationen im Modell enthalten sind.

Ein konkretes Beispiel hierfür ist ein Bauen in Bestand Projekt, bei dem Kalkulanten in der Entwurfsphase involviert waren und es sichergestellt wurde, dass der Umbau-Status der Wände (Bestand, Neubau oder Abbruch) für die Mengenermittlung eingetragen ist.

Es wurde klar, dass Fachkräfte trotz der technologischen Unterstützung durch BIM oft manuelle Anpassungen vornehmen müssen sowie auch oftmals immer noch konventionell mithilfe der 2D Planung ausschreiben müssen.

### 3.3.3 Datenaustausch

In der folgenden Auswertung steht der facettenreiche Bereich des Datenaustauschs im Kontext von Building Information Modeling (BIM) im Vordergrund. Es wird ein differenziertes Bild der Erfahrungswelt, aufgetretenen Schwierigkeiten sowie angewandter Problemlösungen im Umgang mit BIM und den dazugehörigen Datentransfermechanismen gezeichnet.

Besonderes Augenmerk liegt auf der Interaktion innerhalb von Projektteams, wenn es um die Übermittlung von Informationen und Daten in Bezug auf BIM geht. Dabei wird deutlich, wie vielfältig die Anpassungen und Strategien ausfallen können, die den Umgang mit datenbezogenen Herausforderungen erleichtern.

Durch den Bezug auf konkrete Fallstudien und Praxiserfahrungen wird nicht nur der gegenwärtige Stand des datenbasierten Austauschs im Bauwesen veranschaulicht:

#### 1. Konsolidiertes Gesamtmodell und der openBIM-Prozess

Die praktische Anwendung von konsolidierten Gesamtmodellen wird eingehend beleuchtet, insbesondere die Rolle des BIM-Gesamtkoordinators zur Einhaltung der im BIM-Abwicklungsplan (BAP) festgeschriebenen Vorgaben. Ein beispielhaftes Szenario ist ein großes Bauprojekt, bei dem mehrere Teilmodelle von unterschiedlichen Projektbeteiligten erstellt und dann zu einem konsolidierten Gesamtmodell bzw. Koordinationsmodell zusammengeführt werden. Dabei ist die Aufgabe des BIM-Gesamtkoordinators, die Einhaltung der im BAP festgelegten Anforderungen zu überwachen und die Modelle auf Kollisionen zu prüfen.

#### 2. Einsatz von BIM-Software

Die Verwendung verschiedener Softwareprogramm-Kombinationen wie, Revit, iTWO und „Sitelife“, und die Herausforderungen der manuellen Ergänzung von Mengen wird als Beispiel genommen. Eine Verwendung der unterschiedlichen BIM-Softwares bei einem Bauprojekt, bei dem die Mengenermittlung mithilfe von iTWO erfolgt, während Revit für die Modellierung und „Sitelife“ für das Baustellenmanagement eingesetzt wird. Darüber hinaus bestehen die Schwierigkeiten bei der Zusammenarbeit mit Unternehmen, die keine BIM-Software verwenden. Eine Lösung wäre die Verwendung von Tools wie Solibri-

Anywhere und BIMcollabZOOM, da hierfür keine Lizenzen benötigt werden und dadurch die Flexibilität der Programmnutzung gewährleistet wird.

### **3. CDE (Common Data Environment) und BCF-Kommunikation**

Die Qualität der Zusammenarbeit und Kommunikation zwischen den Projektbeteiligten ist der Grundstein, um eine klare Definition des Datenaustausches schaffen zu können. Die Verbesserung der Kommunikation und des Informationsaustauschs durch BCF (BIM Collaboration Format) und CDE (Common Data Environment) wird besonders hervorgehoben.

Der Ablauf hierfür ist eine CDE-Plattform entsprechend der ÖNORM EN ISO 19650<sup>17</sup><sup>18</sup> einzurichten, um einen gemeinsamen Ablageort für die Projektbeteiligten zur Verfügung zu stellen. Neben den Teilmodellen werden auch die BCF-Dateien die als modellbasierte Kommunikation, oder auch modellbasierte Protokolle genannt, zwischen den Planern fungiert, hochgeladen.

### **4. Implementierung von BIM-Projekten in Ausschreibungen**

Die Notwendigkeit besteht darin den Unterscheidung zwischen 3D-Modellen und BIM-Modellen zu erkennen. Dies manifestieren sich beispielsweise in einem Ausschreibungsprozess, bei dem kargestellt werden muss, dass ein vollwertiges BIM-Modell und nicht nur ein 3D-Modell gefordert ist.

#### **3.3.4 Verwendung des digitalen Bauwerksmodells in der Bauabrechnung**

Durch die Zusammenführung verschiedener Expertenperspektiven aus der Baubranche wird deutlich, wie bedeutend die Einbindung von BIM in den Abrechnungsprozess ist. Dabei wird vor allem der Wert von effizienter Teamarbeit und konstruktivem Austausch in Verbindung mit der Anwendung des digitalen Bauwerksmodells unterstrichen. Trotz benötigter Anpassungen offenbart sich die steigende Effizienz und Genauigkeit in der Bauabrechnung, die durch die Nutzung digitaler Modelle erreicht wird:

---

<sup>17</sup> Vgl. Austrian Standards Institute, ÖNORM EN ISO 19650-2, 2019, S.6

<sup>18</sup> Vgl. Austrian Standards Institute, ÖNORM EN ISO 19650-1, 2019, S.8

## **1. Abrechnungsregeln und länderspezifische Unterschiede**

Es ist die Unterscheidung der Abrechnungsregeln zwischen Deutschland und Österreich hervorzuheben, insbesondere die Flexibilität, eigene Abrechnungsregeln in den allgemein vorbereitenden Bemerkungen zu definieren. Dies wirft die Frage nach der Standardisierung und Automatisierung in BIM-Projekten auf, bei der die Suche nach einer universellen Lösung eine Herausforderung darstellt. Ein praxisnahes Beispiel ist die Anwendung der Wiener Bauordnung mit BIM. Schätzungsweise 40% der Bauordnung können durch BIM-Modelle geprüft werden, was zu einer beträchtlichen Zeitersparnis von etwa einem Drittel führt. Hierbei nimmt die CDE (Common Data Environment) eine zentrale Rolle ein, indem sie alle relevanten Informationen sammelt. Doch das optimale Verzahnen von Datenblättern und Modellen bleibt nach wie vor eine eindeutige Insuffizienz.

## **2. Prioritäten und Schnittstellen in BIM-Projekten**

Die Auswertung unterstreicht die Notwendigkeit, Prioritäten zu setzen und sich auf gut entwickelte Programm-Schnittstellen zu verlassen. Die Schwierigkeit besteht jedoch darin, dass es noch keine ausgereifte offizielle Datenstruktur für den Austausch von den Daten gibt. Ein tieferes Verständnis für die Elemente, die in einem Projekt bewertet werden sollen, insbesondere angesichts der Unklarheiten, die sich in der Benennung und Klassifizierung der Elemente für den Filter- und Bewertungsprozess ergeben, soll dadurch geschaffen werden.

## **3. Projektinformationen im BIM-Abwicklungsplan (BAP)**

Eine frühzeitige Definition aller erforderlichen Informationen im BAP ist anzustreben. Ein klarer BAP gewährleistet, dass alle Beteiligten wissen, was wann erwartet wird und welche Informationen zu welchem Zeitpunkt bereitgestellt werden müssen. Der Grundsatz „Design follows function“ und die Anforderungen des Auftraggebers zur Verständigung über seine Erwartungen und deren Umsetzung ist eindeutig klarzustellen und bindend festzuhalten. Jedoch ist auf der anderen Seite im Hintergrund zu beachten, dass das BAP ein lebendes Dokument ist und hier eine Kollision der Vorgehensweisen entsteht.

## Zusammenfassung

Es zeigt sich deutlich, dass die korrekte Modellierung von Bauteilen entscheidend ist, um die Genauigkeit der Mengenermittlung zu gewährleisten und mögliche Abweichungen zu minimieren. Unklarheiten können entstehen, wenn Bauteile nicht entsprechend ihren tatsächlichen Eigenschaften und Funktionen modelliert werden, was zu Ineffizienzen in der Mengen- und Kostenermittlung führt.

Des Weiteren ergeben sich durch die Wahl des Abrechnungsprogramms und die Informationsdichte der einzelnen Bauteile weitere Herausforderungen. Nicht nur die korrekte Modellierung, sondern auch die Qualität und Dichte der in den Bauteilen enthaltenen Informationen sind für eine effektive Bauabrechnung von Bedeutung. Unzureichende Informationen können die Genauigkeit der Abrechnung beeinträchtigen und den Gesamtprozess ineffizient gestalten.

In Bezug auf die Zusammenarbeit im Projektteam und die Einhaltung der Auftraggeberanforderungen zeigt sich ein weiterer Problemkomplex. Es bedarf eines gemeinsamen Verständnisses und konsistenten Arbeitsweisen, um die spezifischen Anforderungen des Projekts kontinuierlich zu erfüllen. Ein Mangel an klaren Standards und unzureichende Kommunikation führt zu Verzögerungen und Unklarheiten.

Fehlende Anpassungsfähigkeit und Flexibilität führen dazu, dass der volle Nutzen von BIM nicht realisiert wird.

Die Interviews verdeutlichen auch, dass unterschiedliche Ansätze in Architektur- und Ingenieurbüros zu Missverständnissen und Ineffizienzen führen. Die Herausforderungen reichen von technischen Aspekten bis hin zu visuellen Designanforderungen. Die Verwendung des Industry Foundation Classes (IFC) Standards ermöglicht zwar den Austausch von Daten zwischen verschiedenen BIM-Softwareanwendungen, führt aber nicht immer zu einer korrekten Übersetzung spezifischer Daten.

Ein weiteres Problemfeld ist die Anpassung von BIM-Modellen an Leistungsverzeichnis-Positionen, wobei die Rolle von buildingSMART und die Notwendigkeit, eigene Property-Sets zu entwickeln, hervorgehoben wird. Das Anpassungsproblem ist auch bei der Zusammenarbeit mit Softwareherstellern zu beobachten, wobei trotz technologischer Unterstützung durch BIM oft manuelle Anpassungen vorzunehmen sind.

Schließlich beleuchtet die Auswertung die Herausforderungen im Umgang mit der fortschreitenden Digitalisierung in der Baubranche. Viele der Befragten äußern

Bedenken hinsichtlich der schnellen technologischen Veränderungen und betonen in diesem Zusammenhang die Notwendigkeit, sich kontinuierlich weiterzubilden, um mit den neuesten Entwicklungen Schritt zu halten. Es herrscht ein allgemeiner Konsens darüber, dass der effektive Einsatz von BIM sowohl technisches Wissen als auch ein grundlegendes Verständnis für Bauprozesse erfordert.

Die Analyse der Interviews hebt die Bedeutung der Qualifikation und Schulung der Mitarbeiter hervor, um den erfolgreichen Einsatz von BIM sicherzustellen. Die Einbeziehung aller Beteiligten in die BIM-Prozesse, einschließlich der Auftraggeber und Subunternehmer, ist von entscheidender Bedeutung. Es wird festgestellt, dass es oft an einer klaren Kommunikation und dem gemeinsamen Verständnis der BIM-Verfahren fehlt, was zu Fehlern und Unklarheiten in den Projekten führen kann.

Insgesamt zeigt die Auswertung der Interviews ein komplexes Bild der Probleme im Zusammenhang mit der Anwendung von BIM im Bereich der modellbasierten Mengenermittlung. Es ist klar, dass die Einführung und der effektive Einsatz von BIM umfassende Kenntnisse, eine konstant weitreichende Weiterbildung und eine effektive Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen Akteuren erfordert.

## 4. Prozesssimulation und Workflow

### 4.1 Definition und Ziel der Prozesssimulation

In der ersten Phase, der Datenaufbereitung, werden die aus vorherigen Kapiteln stammenden Informationen zusammengestellt und für den weiteren Prozess vorbereitet. Diese Informationen, die unter anderem aus technischen Spezifikationen, architektonischen Plänen und anderen relevanten Datenquellen stammen, werden dann in einer strukturierten und einheitlichen Form zusammengeführt.

Der nächste Schritt besteht darin, einen definierten Prozess für die Behandlung und Verwendung dieser Daten zu erstellen. Dies beinhaltet die Entwicklung eines klaren und effizienten Ablaufs für die Nutzung der aufbereiteten Daten, um eine effektive und reibungslose Prozessführung sicherzustellen. Nachdem dieser Prozess etabliert ist, werden die aufbereiteten Daten weiterverarbeitet und auskristallisiert. Dies ist die Identifizierung von Schlüsseldatenpunkten und die Bestimmung ihrer Rolle und ihres Einflusses auf den gesamten Prozess einzuschließen. Schließlich werden die verarbeiteten und verfeinerten Daten in einen Workflow integriert.

Die Entscheidung für eine Prozesssimulation ist damit begründet in den Vorteilen, die eine solche Methode mit sich bringt. Eine Prozesssimulation ermöglicht eine modellhafte Darstellung von realitätsnahen Abläufen. Dabei fungiert sie als visuelles Hilfsmittel, um die Dynamik und Interaktionen innerhalb eines Prozesses besser zu verstehen und zu analysieren. Durch die Abbildung des Prozesses können Auswirkungen von einzelnen Komponenten und Änderungen innerhalb des Prozesses besser sichtbar gemacht werden. Dies hilft nicht nur bei der Identifizierung von möglichen Engpässen oder Ineffizienzen, sondern erlaubt es auch, geplante Veränderungen im Voraus zu evaluieren. In diesem Sinne dient die Prozesssimulation als Werkzeug für die Entscheidungsfindung. Es ermöglicht eine fundierte Beurteilung der Auswirkungen von Änderungen, bevor diese tatsächlich umgesetzt werden.

Für die Darstellung der Prozesssimulation wurde die Business Process Model and Notation Methode gewählt. Die BPMN ist eine grafische Spezifikationssprache, die in der vor allem im Prozessmanagement weit verbreitet ist. Dabei stellt sie eine Reihe von Symbolen zur Verfügung (siehe Abbildung 1), die eine klare Darstellung der verschiedenen Elemente und Interaktionen innerhalb eines Prozesses ermöglichen.

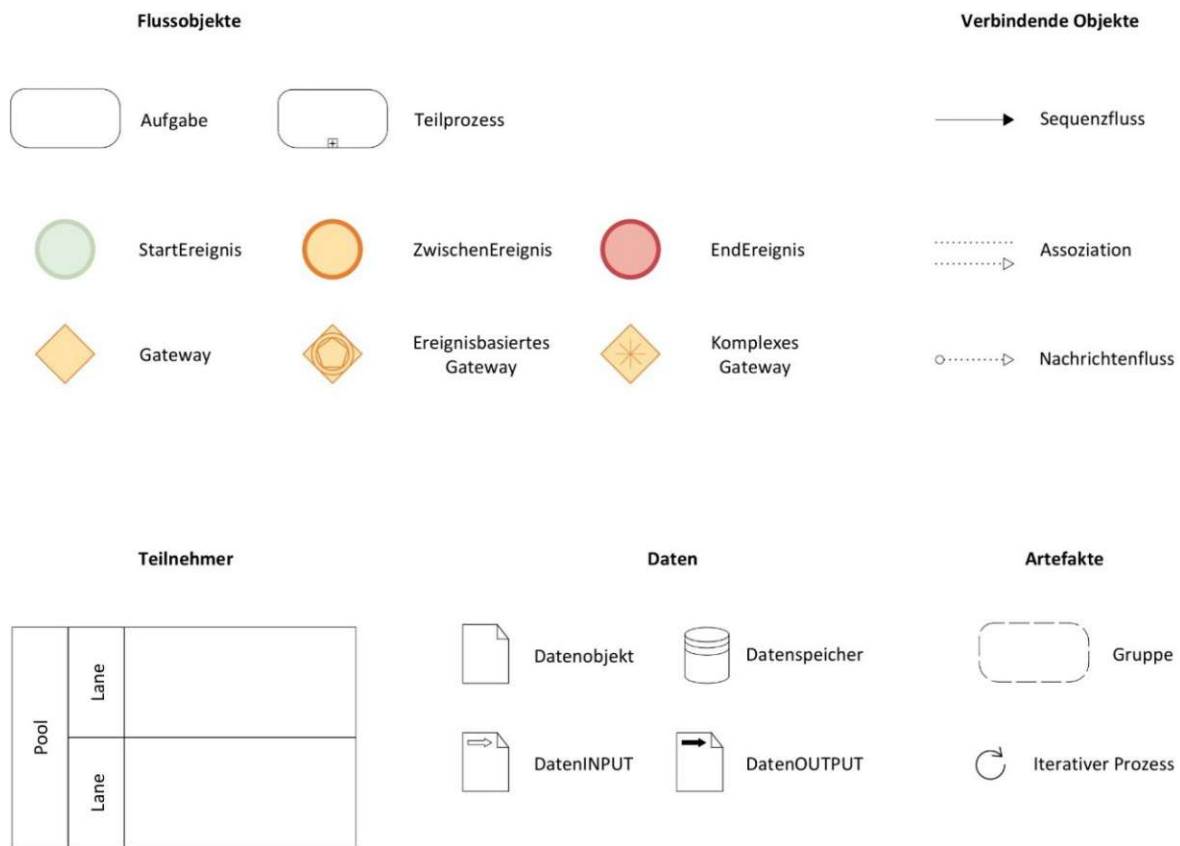


Abb. 1: BPMN-Basiselemente<sup>19</sup>

Grundsätzlich beinhaltet ein Prozess spezifische Aufgaben (Aktivitäten), die möglicherweise nur unter bestimmten Voraussetzungen (Gateways) ausgeführt werden, und es können bestimmte Situationen auftreten (Ereignisse). Diese drei Prozesselemente werden durch Sequenzflüsse miteinander verknüpft, allerdings nur innerhalb eines definierten Bereichs (Pools) oder einer spezifischen Spur (Lane). Wenn eine Verbindung über die Grenzen dieser Bereiche hinweg erforderlich ist, werden Nachrichtenflüsse verwendet. Es gibt zusätzlich Artefakte, die weitere Informationen zum Prozess bereitstellen, ohne jedoch die Abfolge der Prozesselemente direkt zu beeinflussen. Jedes Artefakt kann theoretisch mit jedem Prozesselement verbunden werden, dies geschieht über Assoziationen.

Schließlich ist der Aspekt der „Daten“ von Bedeutung. Dabei geht es um die Generierung, Verarbeitung und Speicherung von Informationen, die während der Durchführung des Prozesses relevant werden können. Aus diesem Grund werden die Symbole dieser

<sup>19</sup> Eigene Darstellung in Anlehnung an Freund, Rücker, Praxishandbuch BPMN Mit Einführung in DMN, 2019, S.29



Kategorie normalerweise mittels Assoziationen mit Aktivitäten verknüpft.

Dies erleichtert die Kommunikation und das Verständnis des Prozesses für alle beteiligten Akteure.<sup>20</sup>

Das Ziel der Prozesssimulation und der Etablierung eines spezifischen Workflows ist es, eine Umgebung zu schaffen, in der alle Beteiligten eines Bauprojekts - vom Bauherrn über den Generalplaner bis hin zum Ausschreiber - effektiv das BIM-Modell nutzen können. In der idealen Umsetzung wird dieses Modell als zentrales Kommunikationsmittel dienen, um Informationen zu teilen, Änderungen zu verfolgen und ein besseres Gesamtverständnis des Projekts zu ermöglichen.

## 4.2 Verwendete Werkzeuge und Software

Beginnend mit Revit 2019, einer weit verbreiteten BIM-Software, die im Zentrum unserer Prozesse steht, ist ein leistungsfähiges Tool zur Erstellung detaillierter dreidimensionaler BIM-Modelle und liefert die erforderlichen Daten für die Bauabrechnung. Es ermöglicht die effiziente Erstellung und Bearbeitung von Gebäudemodellen und erzeugt automatisch Grundrisse, Schnitte und Ansichten aus dem 3D-Modell, was für eine präzise Mengenermittlung essenziell ist.

Die AVA-Software ORCA 23 bietet eine effiziente Plattform für die Ausschreibung, Vergabe und Abrechnung von Bauleistungen. Es erlaubt, die aus Revit exportierten Mengen direkt mittels IFC 2x3 zu importieren und zu verarbeiten. Zudem bietet es eine automatisierte Preisermittlung basierend auf hinterlegten Datenbanken, was eine effiziente und präzise Kostenschätzung ermöglicht.

Eine Schlüsselrolle in dem Prozess spielt die IFC, eine offene, standardisierte Datenstruktur zur Darstellung, zum Austausch und zur Archivierung von BIM-Modellen. IFC ermöglicht es, die in Revit erstellten Modelle problemlos in andere Softwaretools zu übertragen.

Schließlich dient Solibri zur Unterstützung des Ausschreibungsprozesses. Es ist ein BIM-Qualitätssicherungstool, das in der Lage ist, IFC-Modelle zu analysieren und auf Inkonsistenzen und Fehler zu überprüfen. Mithilfe dieses Tools können neben Prüfungen auch Auswertungen über definierte Klassifikationen, die zur Filterung von Informationen von Massen und Mengen dienen, durchgeführt werden.

---

<sup>20</sup> Vgl. Freund, Rücker, *Praxishandbuch BPMN Mit Einführung in DMN*, 2019, S.28f

## 4.3 Prozesssimulation

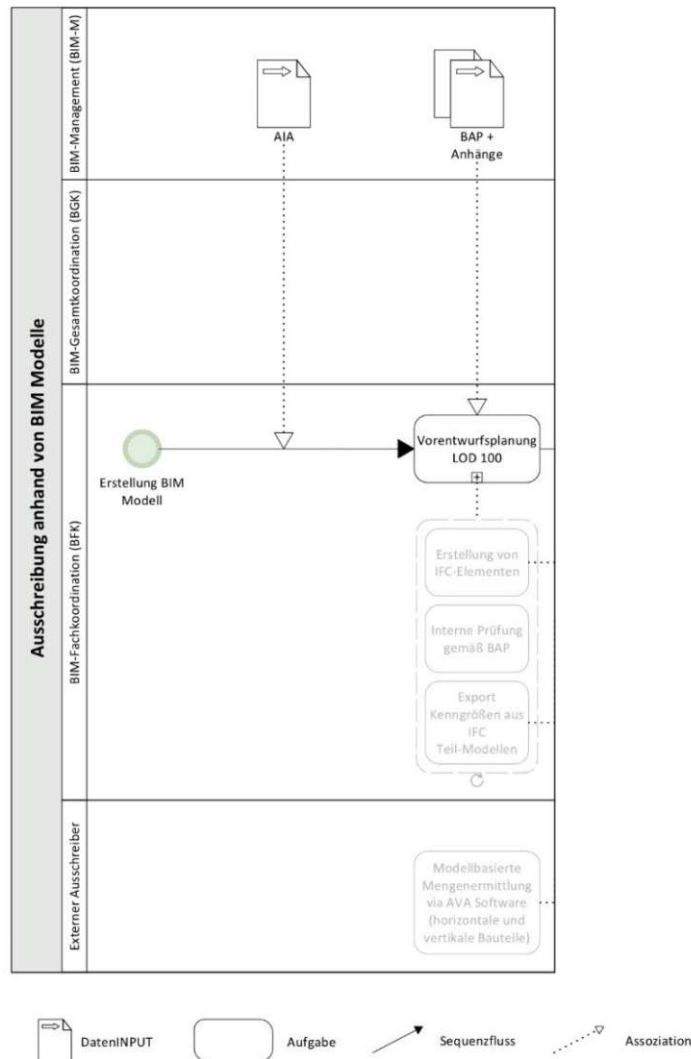


Abb. 2: Pool Ausschreibung anhand von BIM-Modellen, Prozessstart<sup>21</sup>

Die Abbildung 2 zeigt den Pool *Ausschreibung anhand von BIM-Modellen*, der sich aus vier Swimlanes zusammensetzt. Folgende Swimlanes stellen die Akteure BIM-Management (BIM-M), BIM-Gesamtkoordination (BGK), BIM-Fachkoordination (BFK) sowie den externen Ausschreiber in der Prozesssimulation dar.

Der Prozess startet mit der Grundeinstellung des BIM-Modells der anhand des BIM-Abwicklungsplans (BAP) für den Vorentwurf gelegt wird und dient als Regelwerk für die BIM-Fachkoordination. Das BAP basiert auf der Grundlage der Auftraggeber-

<sup>21</sup> Eigene Darstellung

Informationsanforderung (AIA) die vom BIM-Management in Absprache mit der BIM-Gesamtkoordination festgelegt wird.

Die Projektziele von Auftragnehmern können je nach Vertragsart von denen des Auftraggebers abweichen. Die unterschiedlichen Projektziele von AG und AN verdeutlichen die Notwendigkeit, dass der AG die Modellerfordernisse festlegt, um die Projektziele klar zu formulieren.

Typische Projektziele und Modellerfordernisse bei BIM-Projekten sind Gewerkekoordination, Kollisionsprüfungen, Mengenermittlung, Bauablaufplanung und Berechnungen. Zur Festlegung der Erfordernisse und Beschreibung der Projektdurchführung wird ein BIM-Projektentwicklungsplan erstellt, der vor Beginn der Planungsleistungen vorhanden sein muss.

Öffentliche Auftraggeber müssen Projekte unter Wahrung von Wettbewerben, Gleichbehandlung und Transparenz beauftragen. Dazu nutzen sie offene und produktneutrale Datenformate und Schnittstellen wie das IFC-Format. Private Auftraggeber haben in der Wahl der technischen Randbedingungen mehr Freiheiten, können dadurch aber den Wettbewerb einschränken.

Eine wesentliche Änderung in der Organisationsstruktur von BIM-Projekten ist die Einführung des BIM-Managers und die geänderte Aufgabe der zentralen Koordination des Gesamtmodells.

Die Koordination des Gesamtmodells erfolgt auf höchster Ebene der Gesamtprojektleitung des Auftragnehmers und besteht darin, die Vorgaben des BIM-Managers umzusetzen. Dies betrifft die terminliche, wirtschaftliche und technische Koordination. Die einzelnen Fachbereiche erstellen Teil-Modelle, die zu einem bestimmten Zeitpunkt und Detaillierungsgrad an den BIM-Gesamtkoordinator zur Prüfung und Freigabe übergeben werden.

Der AG ist verantwortlich für die Festlegung der übergeordneten Projektziele und die Definition der BIM-Koordination und -Umsetzung zusammen mit dem BIM-Manager. Um die einzelnen Teil-Modelle eindeutig zuordnen zu können, sollten die Schreibrechte beim Ersteller des jeweiligen Modells bleiben, während die Koordination der Modelle nur mit Leserechten erfolgen sollte. Das Zusammenfügen der Modelle muss auf der Grundlage eines gemeinsam definierten Koordinatensystems erfolgen, das am besten

bereits im BAP des AGs festgelegt ist. Bis zur Übergabe des Gesamtmodells sollte auch der AG nur mit Leserechten ausgestattet sein.<sup>22</sup>

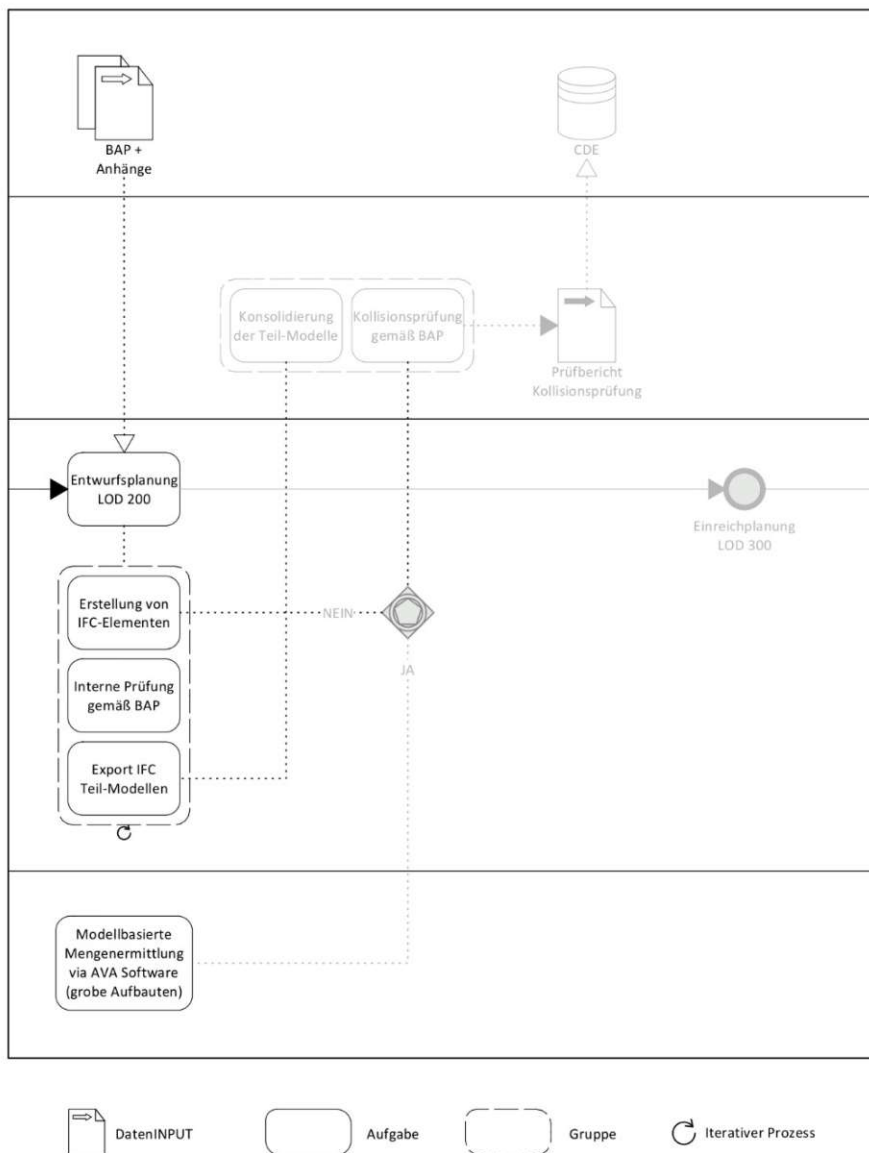


Abb. 3: Iterativer Arbeitsprozess der Erstellung, Prüfung und Export des BIM-Modells in der Entwurfsplanung<sup>23</sup>

Um ein besseres Verständnis für den Ablauf und den Informationsgehalt der Teilmodelle zu bekommen wir in der Abbildung 3 der Iterative Prozess der Modellierung, internen Prüfung sowie Datenaustausch dargestellt.

Welche Faktoren machen Gebäudemodelle verwertbar?

<sup>22</sup> Vgl. Tauschnig et al, *What's BIM? -Neue Trends im Planungs-, Bau- und Abwicklungsprozess*, 2014, S.26ff

<sup>23</sup> Eigene Darstellung

Um verwertbare Gebäudemodelle zu erstellen, wurden Rahmenbedingungen auf verschiedenen Ebenen geschaffen. Dazu gehören neben technischen Anforderungen im Bereich der Software, Hardware und Infrastruktur auch die Entwicklung von Richtlinien und Standards, die festlegen, wie Gebäudemodelle in verschiedenen Phasen des Lebenszyklus erstellt und welche alphanumerischen Informationen nach welchen Kriterien bereitgestellt werden müssen, um den Ausführungsprozess damit abwickeln zu können.

Dabei werden nicht nur koordinierte Planungsmethoden, die auf digitalen Gebäudemodellen basieren, betrachtet, sondern auch die Arbeitsweisen, die anschließend auf der Baustelle zum Einsatz kommen. Vom Kalkulieren über die Ausschreibung von Gewerken bis hin zur Vermessung, Leistungsfeststellung und Abrechnung wird das BIM-Modell erfolgreich eingesetzt, um sowohl aus Unternehmenssicht als auch aus Sicht des Bauherrn einen spürbaren Mehrwert zu schaffen.

Letzten Endes ist das Endprodukt ein dreidimensionales Bauwerksmodell (unabhängig davon, ob Hoch- oder Tief- und Ingenieurbau), das neben seiner geometrischen Konfiguration bauteilbeschreibende Informationen in Form von alphanumerischen Daten in einer datenbankähnlichen Struktur enthält.<sup>24</sup>

In einer Kultur, die von „Big Data“ und dem Potenzial von Fakten durchdrungen ist, scheint ein computerbasierter Ansatz zur Bewältigung des komplexen Designprozesses nur natürlich.

„Ein oder mehrere genaue virtuelle Modelle“ ist das erste bedenkliche Problem. Das BIM ist nicht ein einzelnes Modell, auch wenn es aus einer einzigen Datenbank stammt. Je nach den spezifischen Aufgaben oder Fragen, die anstehen, wird ein Berater oder Ingenieur wahrscheinlich (a) einige Aspekte des Designs vereinfachen und (b) andere Aspekte des Designs detaillierter gestalten. Werkstattzeichnungen, Energieanalysen und Bauzeitenpläne konzentrieren sich auf bestimmte Details und ignorieren andere.

Damit ein Einzelmodell in den vielen unterschiedlichen Analysen der AEC-Branche (Architektur, Ingenieure, Bauwesen) funktionieren kann, muss das Modell unbekannte und möglicherweise unvorhergesehene Analysepfade mit Daten versorgen. Die meisten

---

<sup>24</sup> Vgl. Tauschnig et al, *What's BIM? -Neue Trends im Planungs-, Bau- und Abwicklungsprozess*, 2014, S.47ff

spezialisierten Aufgaben beinhalten Teilmengen des Gesamtmodells, ergänzt durch bereichsspezifische Informationen, die sich auf die Analyse beziehen. Die Tendenz bestand darin, alle Details aller Aspekte einzubeziehen. Das Speichern und Transportieren all dieser Daten ist eine gewaltige Aufgabe, selbst in einer Zeit, in der die Kosten für Datenspeicherung rapide sinken. Die Berechnung damit kann unmöglich sein.

Es mag nur ein fertiges Gebäude geben, aber verschiedene Akteure konstruieren unterschiedliche Darstellungen davon, je nach den Details, die ihnen wichtig sind. Das Konstruktionsmodell ist nicht dasselbe wie das Entwurfsmodell, und das Entwurfsmodell ist nicht dasselbe wie das Analysemodell.

Die Verwendung von Software im Entwurf reduziert zwar einige Probleme, führt jedoch auch neue Komplexitätsquellen ein. Im Gegensatz zu Papierunterlagen, die für Menschen sofort lesbar sind, befinden sich BIM-Dateien in proprietären Formaten, die von lizenzierter Software vermittelt werden. Auch wenn man Hardwarefehler ignoriert, entstehen dadurch Kräfte, die gegen Einzelmodellansätze wirken.<sup>25</sup>

Die Industry Foundation Classes (IFC) bieten ein umfassendes, standardisiertes Datenformat für den herstellerneutralen Austausch von digitalen Gebäudemodellen. Dementsprechend ist es eine wesentliche Grundlage für die Etablierung von Big Open BIM.

Die Idee des Building Information Modeling basiert auf der konsistenten Nutzung eines umfassenden Gebäudemodells als Grundlage für alle Datenaustauschoperationen. Dies vermeidet die Notwendigkeit, bereits erstellte Daten oder Informationen manuell erneut einzugeben und reduziert das damit verbundene Fehlerrisiko. Neben den zahlreichen Datenaustauschszenarien zwischen den Teilnehmern im Planungsprozess ermöglicht dieses Prinzip auch die digitale Übergabe von Gebäudedaten an die Auftragnehmer in der Bauphase und nach Fertigstellung für die „Übergabe“ von Gebäudedaten an den Bauherrn oder Betreiber des Gebäudes.

Es gibt bereits eine Vielzahl von Softwaretools für die verschiedenen Aufgaben bei der Planung von Gebäuden, zum Beispiel für die geometrische Gestaltung des Gebäudes, für die Durchführung einer Reihe von Analysen und Simulationen (Tragwerksplanung,

---

<sup>25</sup>Vgl. Kensek, Noble, *Building Information Modeling-BIM in current and future practice*, 2014, S.177ff, (Englisch) eigene Übersetzung

Heizbedarf, Kostenberechnung usw.), für den Betrieb des Gebäudes (Facility Management) sowie für andere Anwendungen. Diese Tools adressieren unterschiedliche Aufgaben und Anwendungsbereiche und erfüllen ihren Zweck größtenteils gut.

Ein Problem besteht jedoch darin, dass viele dieser Tools noch Inseln der Automation sind, d.h. keine oder nur eingeschränkte Unterstützung für den Datenaustausch zwischen den einzelnen Anwendungen bieten. Daher müssen vorhandene Daten und Informationen, die bereits in digitaler Form vorliegen, manuell erneut eingegeben werden, was zeitintensiv ist und zu neuen Fehlern führen kann.

Um diese Situation zu beheben, ist ein Datenaustauschformat erforderlich, das den Transport von Gebäudedaten zwischen Softwareprodukten mit möglichst geringen Datenverlusten ermöglicht. Ein solches Format muss einheitliche, eindeutige Beschreibungen von geometrischen Informationen enthalten, die in ihrer Bedeutung klar und daher nicht interpretationsfähig sind. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die detaillierte Beschreibung von semantischen Informationen, einschließlich der Klassifizierung von Gebäudekomponenten innerhalb einer gemeinsamen Hierarchie von Typen, der Beschreibung der Beziehungen zwischen ihnen und der Definition ihrer relevanten Eigenschaften (Material, Bauzeiten usw.).<sup>26</sup>

Bei der Modellierung von Gebäuden und Infrastruktursystemen reicht es nicht aus, sich nur auf geometrische Daten zu konzentrieren, auch semantische Daten müssen berücksichtigt werden (Bauverfahren, Materialien und Raumfunktionen, ...). Um diese Art von Informationen richtig zu beschreiben und zu strukturieren, werden derzeit mehrere unterschiedliche Datenmodellierungskonzepte angewendet.

Bei der Modellierung von Gebäudedaten stellt sich die Frage, warum es nicht ausreicht, nur die dreidimensionale Geometrie eines Gebäudes oder Infrastrukturelements zu beschreiben. Die Antwort: Weil es an wesentlichen, semantischen Daten fehlt, die es umfassend beschreiben, wie Daten über die verwendeten Bauverfahren, die verwendeten Materialien, die Funktionen von Räumen und Flächen sowie Wartungsverfahren. Aus diesem Grund spielen die Semantik von Gebäude- und Infrastrukturkomponenten neben ihrer Geometrie eine bedeutende Rolle.

Der Entwurf, der Bau und der Betrieb einer realen Gebäude- oder Infrastruktureinrichtung beinhalten komplexe Informationen und Beziehungen, die wir

---

<sup>26</sup>Vgl. *Borrmann et al, Building Information Modeling-Technology Foundations and Industry Practice, 2015, S.81ff, (Englisch) eigene Übersetzung*

in einem Computer strukturieren und speichern müssen, um bestimmte Aufgaben zu lösen. In diesem Sinne stellt ein digitales Gebäudemodell eine computerbasierte Abstraktion einer realen Einrichtung dar, die sich auf einen vereinfachten und reduzierten Ausschnitt des gesamten verfügbaren Informationssets konzentriert.

Digitale Gebäudemodelle ermöglichen einen angemessenen Überblick über ein sehr komplexes und unübersichtliches System. Mit Hilfe von digitalen Gebäudemodellen können Informationen digital erfasst, strukturiert, analysiert, zusammengefasst, verglichen und bewertet werden, um den Entwurf, die Planung, den Bau und den Betrieb einer realen Einrichtung zu unterstützen.

Im Zusammenhang mit Building Information Modeling spielen digitale Gebäudemodelle eine wichtige Rolle im Kontext von rechnergestützter Konstruktions- und Ingenieursoftware sowie im Kontext von Datenaustauschformaten.<sup>27</sup>

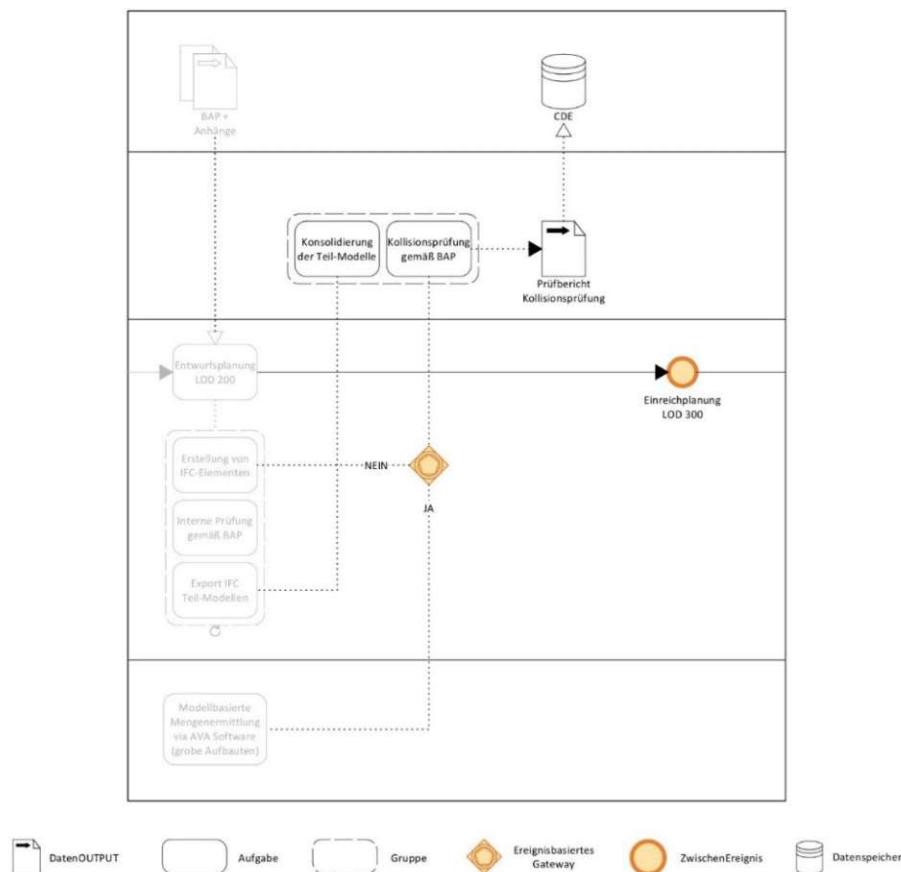


Abb. 4: Prüfprozess Gesamtmodell, Entscheidung ob die Prüfung bestanden wurde, Export Prüfbericht sowie Ablage auf CDE-Plattform<sup>28</sup>

<sup>27</sup> Vgl. Borrmann et al, *Building Information Modeling-Technology Foundations and Industry Practice*, 2015, S.42ff, (Englisch) eigene Übersetzung

<sup>28</sup> Eigene Darstellung



Neben digitalen Gebäudemodellen gibt es eine Reihe weiterer Informationsressourcen, die durch die Koordination und Verifizierung von Modellen, durch deren Auswertung und weitere Nutzung entstehen.

Ein Koordinationsmodell ist ein Modell, das mehrere Teilmodelle sammelt und als zentrale Ressource für die modellbasierte Zusammenarbeit dient. Koordinationsmodelle können für sehr unterschiedliche Zwecke erstellt werden und haben in der Regel einen eigenen Autor und Lebenszyklus.

Das Hauptziel eines Koordinationsmodells besteht darin, zu überprüfen, ob separat erstellte Teilmodelle miteinander übereinstimmen und keine geometrischen Überschneidungen oder andere Arten von Konflikten zwischen Domänen aufweisen. (siehe Abbildung 4) Für die kombinierte Überprüfung mehrerer Gebäudemodelle sollen verschiedene BIM-Anwendungen, sogenannte Viewer oder Model Checker, verwendet werden. Weitere Anwendungsmöglichkeiten umfassen beispielsweise den Vergleich von Versionen, Varianten und tatsächlichen gegenüber beabsichtigten Modellzuständen sowie die „Ortung“ bestimmter Prozesse und Dokumente im Gesamtmodell.

Die Ergebnisse der Modellprüfung sind ebenfalls wichtige Informationsressourcen. Typischerweise wird ein manuelles oder (semi-)automatisches Prüfverfahren, z. B. zur Kollisionsdetektion, 3D-Marker mit Kommentaren in einem Koordinationsmodell setzen, um Kollisionen und Unsicherheiten zu markieren. In kollaborativen Prozessen müssen diese Qualitätskontrollen zu Checklisten zusammengefasst werden, um ihre Ausführung und/oder Klärung zu koordinieren. Die entsprechenden 3D-Marker werden in einem neutralen BIM-Kollaborationsformat (BCF) gespeichert, ausgetauscht und verwaltet.

Neben solchen Checklisten stellen alle Dokumente, die sich auf die Gebäudemodelle beziehen, wichtige Informationsressourcen dar. Dies können Zeichnungen und Leistungsverzeichnisse sein, die aus den Gebäudemodellen generiert wurden und bei jeder neuen Modellversion überprüft und aktualisiert werden müssen. Oder es können unabhängig erstellte Dokumente und Modelle sein, die mit dem Gebäudemodell verknüpft sind, beispielsweise Baudetails oder Lieferpläne, die sich auf ausgewählte Modellelemente beziehen.

Darüber hinaus resultiert die kollaborative Arbeit an Projektdateien in einer großen Anzahl von Abhängigkeiten über verschiedene Aggregationsebenen. Diese müssen von

Datenmanagementsystemen berücksichtigt werden, um Inkonsistenzen und Konflikte zu vermeiden. Beispielsweise müssen Zugriffsrechte auf eine Elementbaugruppe auch bestimmen, ob dies auch das Recht zur Bearbeitung der einzelnen Bestandteilelemente verleiht, und ob Änderungen an diesen auch die Eigentumsverhältnisse und die Version der bearbeiteten Elemente oder der gesamten Elementbaugruppe ändern.

Die hohe technische Komplexität, die erforderlich ist, um das konfliktfreie Management von Abhängigkeiten sicherzustellen, und der damit verbundene Mehraufwand und/oder die Einschränkungen, die dies für die Benutzer mit sich bringt, stehen oft in keinem Verhältnis zu den Vorteilen eines solchen umfassenden Änderungskontrollmanagements.<sup>29</sup>

Ein wesentlicher Aspekt des Datenmanagements von digitalen Bauprozessen ist die Zentralisierung von Daten und Informationen als Grundlage für alle kollaborativen Prozesse.

Die ISO 19650 spezifiziert zwei Teile der BIM-basierten Ausführung von Bauprojekten: Projektmanagement und Informationslieferung. Projektmanagement beschreibt alle Prozessschritte, die notwendig sind, um ein BIM-Projekt aufzusetzen, einschließlich der Definition der Anforderungen des Auftraggebers an die Informationen (AIA), und die nachfolgenden Ausschreibungs- und Vertragsprozesse, sowie die Vorbereitung des BAPs. Die Informationslieferung beschreibt wiederum alle Schritte, die für die Modellerstellung und -lieferung erforderlich sind, einschließlich der Nutzung einer gemeinsamen Datenumgebung (CDE).

Die CDE stellt einen zentralen Raum für die Sammlung, Verwaltung, Auswertung und den Austausch von Informationen dar. Alle Projektteilnehmer holen Eingangsdaten aus der CDE und speichern ihrerseits ihre Ausgangsdaten darin. Die gemeinsame Datenumgebung speichert alle bereichsspezifischen Teilmodelle und Dokumente, die für die Koordination und Ausführung eines Projekts notwendig sind. Die Hauptaufgabe besteht darin, eine Plattform für den Informationsaustausch bereitzustellen, während gleichzeitig ein konsistentes Datenmodell gewährleistet wird, das die erforderlichen Kriterien erfüllt. Zu diesem Zweck erzwingt das Datenmanagementsystem Verfahren und Techniken, an die sich alle Beteiligten halten müssen, um die hohe Qualität der

---

<sup>29</sup> Vgl. Borrmann et al, *Building Information Modeling-Technology Foundations and Industry Practice*, 2015, S.257ff, (Englisch) eigene Übersetzung

benötigten Daten zu gewährleisten. Am wichtigsten ist, dass die CDE formelle Zustände den einzelnen Datenobjekten zuweist und Qualitätskontrollverfahren definiert, die nach jeder Zustandsänderung durchgeführt werden, um die Reife und Zuverlässigkeit der bereitgestellten Informationen richtig zu verwalten. Die CDE dient daher als Grundlage für eine gut definierte Art der Zusammenarbeit unter allen beteiligten Stakeholdern.

Die Zentralisierung der Datenspeicherung innerhalb der CDE reduziert das Risiko von Datenredundanz und stellt die Verfügbarkeit aktueller Daten zu jeder Zeit sicher. Darüber hinaus führt die CDE zu einer höheren Rate an Wiederverwendbarkeit von Informationen, vereinfacht die Aggregation von Modellinformationen und dient gleichzeitig als zentrales Archiv für die Dokumentation. Da diese Umgebung für alle Projektteilnehmer zugänglich ist, sollte sie als Plattform für BIM-basierte kollaborative Prozesse genutzt werden.

Der Kern des gesamten Systems ist das Datenrepository, das den technischen Raum beschreibt, in dem alle Daten physisch gespeichert sind. Da alle Informationen, die während der BIM-Prozesse über den Lebenszyklus des Bauprojekts erstellt werden, in der Umgebung gespeichert sind, sollte eine große Menge an Daten berücksichtigt werden, wenn eine CDE eingerichtet wird. Grundsätzlich gibt es keine Vorgaben, wo Daten genau lokalisiert sein sollten oder welche Technologie zu verwenden ist.

Ein zentrales Kriterium ist jedoch, dass die Daten jederzeit von jedem Ort aus für die beteiligten Stakeholder zugänglich sein sollten. Aus diesem Grund sollten Technologien, die Inhalte einfach und direkt über das Internet zugänglich machen (insbesondere Cloud-Systeme), als technologische Grundlage in Betracht gezogen werden.

Neben dem Datenrepository ist die Struktur der gespeicherten Informationen ein wesentlicher Teil der CDE. Diese Struktur muss zu Beginn eines Projekts vereinbart und soll kontinuierlich aktualisiert und überprüft werden. Aufgrund der komplexen Eigenschaften eines Bauprojekts und der identifizierbaren Ressourcen können BIM-Daten auf verschiedene Weisen strukturiert werden.

Für ein effizientes Management werden Informationsressourcen hierarchisch gruppiert und zu übergeordneten Informationsressourcen zusammengefasst.

Der Inhalt und die Struktur, der von den verschiedenen Ressourcen benötigten Informationen basieren auf Metadaten, die häufig verwendet werden, um

Dateibenennungskonventionen zu definieren. Die projektspezifische Anwendung von Metadaten für verschiedene Informationsressourcen sollte, falls notwendig, vertraglich vereinbart werden. Darüber hinaus hat jede Informationsressource eine Kennung (GUID), die ein Datenobjekt eindeutig identifiziert und danach nicht mehr geändert werden sollte. Dies ermöglicht es, Datenobjekte zu referenzieren, ohne die vollständigen Daten übertragen zu müssen, was das Gesamtsystem effizienter macht.

Im BIM-Kontext soll die ausgewählte Struktur konsistent und entsprechend den gegebenen Projektvoraussetzungen angewendet werden, um trotz hoher Datenvolumina eine effiziente Informationsverwaltung und die Kombination von Teilmodellen zu ermöglichen.

Der Ansatz und das Detaillierungsgrad bei der Strukturierung von Projektdaten hängen von der Projektgröße, dem Gebäudetyp, den unterstützten BIM-Anwendungsfällen sowie den verwendeten Softwaretools ab. Die Minimierung des Aufwands, der für die Strukturierung von Informationen erforderlich ist, soll eine Schlüsselüberlegung bei der Definition von Methoden für die Strukturierung einer projektspezifischen CDE sein.

Die grundlegende Idee besteht darin, den Datensatz, der bei der Ausführung eines BIM-basierten Bauprojekts erstellt wird, in mehrere logische Einheiten zu unterteilen, die als Container bezeichnet werden. Jeder Container repräsentiert eine spezifische Phase, Domäne oder Zone des Projekts und kann aufgrund seiner eindeutigen Kennung und Metadaten einfach gefunden und abgerufen werden. Die Verwendung von Containern ermöglicht es, die Datenstruktur an den tatsächlichen Bedürfnissen und Anforderungen der beteiligten Akteure auszurichten.<sup>30</sup>

Die Einreichplanung ist als Zwischenereignis zu verstehen, wobei hier das komplette BIM-Modell gemäß den Anforderung wie im BAP definiert, als IFC-Format der zuständigen Behörde zu Freigabe digital eingereicht wird.

---

<sup>30</sup> Vgl. Borrmann et al, *Building Information Modeling-Technology Foundations and Industry Practice*, 2015, S.281ff, (Englisch) eigene Übersetzung

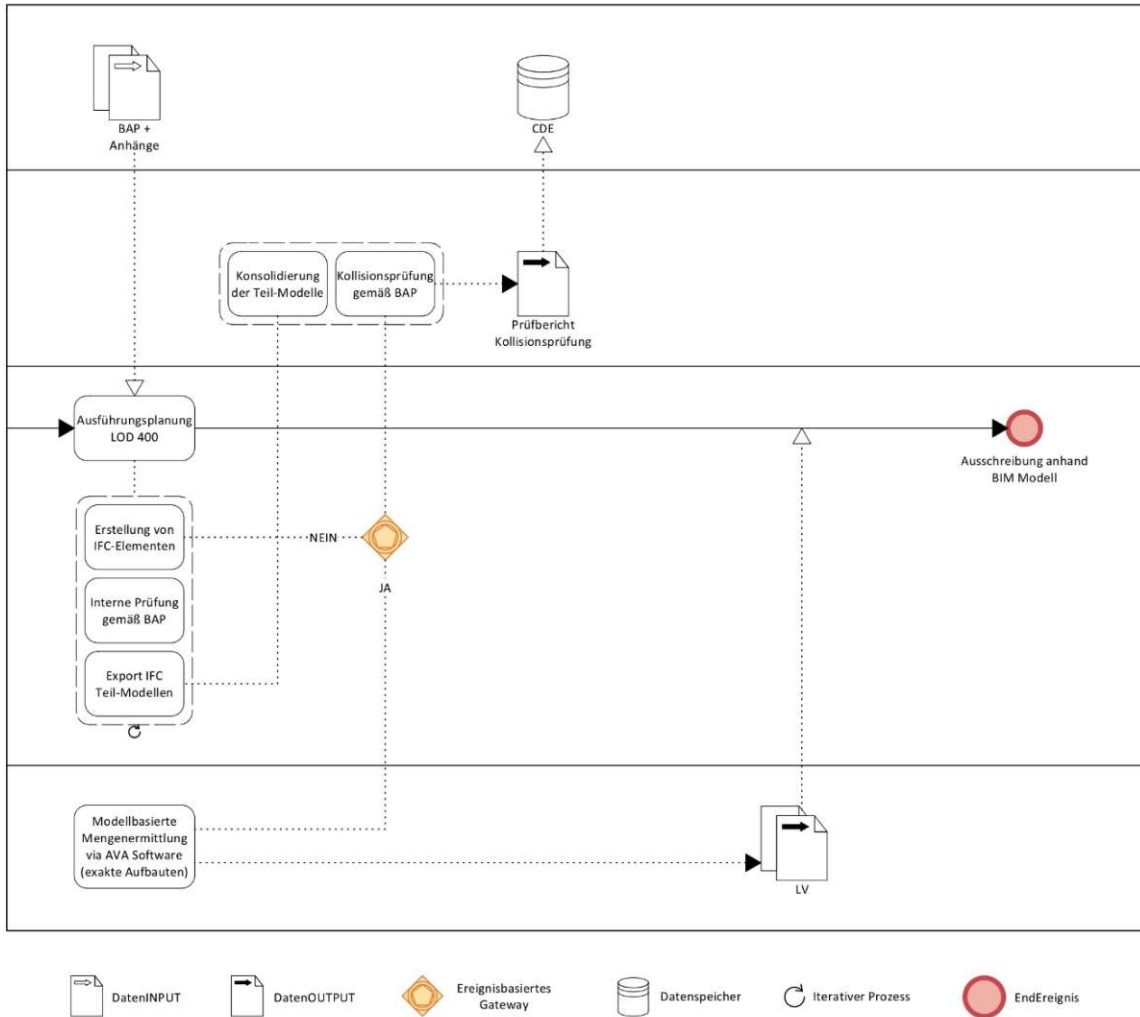


Abb. 5: Erstellung eines LV anhand des geprüften Gesamtmodells, Prozessende<sup>31</sup>

Nachdem die Koordinationsprüfung seitens BGK am Ende der Phase erfolgt, wird dieses Modell als IFC dem externen Ausschreiber auf der CDE-Plattform zur Verfügung gestellt. Im Anschluss darauf wird auf Basis der modellbasierten Mengenermittlung mit den exakten Aufbauten in der AVA-Software ein Leistungsverzeichnis generiert.

Dieses wird für die Leistungsphase Ausschreibung und Mitwirkung an der Vergabe verwendet, was das Ende der Prozesssimulation kennzeichnet. (siehe Abbildung 5)

Die Kostenverfolgung in der Baubranche erfolgt in der Regel durch die Durchführung einer Mengenermittlung (QuantitySet - Qto) auf der Grundlage der verfügbaren Informationen innerhalb der aktuellen Projektphase. Kalkulanten überprüfen Baupläne und zusätzliche Anforderungen, um die Mengen der Bauarbeiten zu berechnen.

<sup>31</sup> Eigene Darstellung

Diese Mengen bilden die Grundlage für die Preisbildung und anschließend für das Leistungsverzeichnis (LV). Angesichts des allgemein gestörten Informationsflusses und häufiger Änderungen des Designs in den frühen Projektphasen wird deutlich, dass die manuelle Erstellung von QTOs eine zeitaufwändige und ineffiziente Aufgabe ist

Die Idee einer engen Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Projektteams durch den Einsatz von BIM-Methoden unterstützt die QTO-Schätzung erheblich. Das kontinuierlich aktualisierte Datenmodell und eine halbautomatische QTO führen zu einer unkomplizierten Kostenverfolgung während des gesamten Projektzyklus.

Die Automatisierung von Kostenschätzungsprozessen in der Bauindustrie erfordert ein strukturiertes Informationsmanagement, das die Identifizierung der für einen speziellen Anwendungsfall erforderlichen Informationen unterstützt und sicherstellt, dass diese Informationen stets verfügbar und aktuell sind. Insbesondere in den frühen Planungsphasen hilft eine sogenannte „Arbeitsteilungsstruktur“ (Work Breakdown Structure, WBS) dabei, das Design und die Konstruktion eines Projekts trotz begrenzter Informationen zu organisieren.

Die Auswahl einer geeigneten WBS ist notwendig und beeinflusst die Anforderungen an Modelle und Datenstrukturen des Projekts erheblich.

Die Durchführung einer QTO sollte immer auf der Struktur der WBS basieren und daher sollte die Modellstruktur mit der WBS übereinstimmen.

Die Verwendung von BIM reduziert erheblich den Zeitaufwand für die Durchführung einer QTO. Um jedoch eine halbautomatische QTO zu unterstützen, muss das Modell Anforderungen erfüllen, die während des Modellierungsprozesses und dem laufenden Projektfortschritt berücksichtigt werden müssen.

Häufig stimmen die Struktur des BIM-Modells oder der implementierte Informationsgrad nicht genau mit diesen Anforderungen überein. Dies kann auf ein unstrukturiertes Informationsmanagement oder auf einen zunehmenden Informationsgrad während des Modellierungsprozesses zurückzuführen sein. Dies führt folglich zu Schwierigkeiten für die Kalkulanten, alle notwendigen Mengen zu ermitteln. Daher ist die Frage, welche Informationen in welcher spezifischen Projektphase und wie diese Informationen strukturiert sind, von besonderer Bedeutung.

Bei der Einrichtung eines Bauprojekts stehen in den frühen Projektphasen nur wenige Informationen zur Verfügung oder die vorhandenen Informationen können sich noch ändern. Zum Beispiel ist die Bruttofläche einer Dachstruktur bereits im Modell

verfügbar, Informationen darüber, ob diese Fläche Dachöffnungen einschließt oder nicht, fehlen jedoch noch. Um das zu verhindern, müssen in der Anfangsphase eines Projekts strenge Modellierungsregeln definiert werden. Diese Modellierungsrichtlinien müssen Informationen über die Modellstruktur enthalten, z. B. über die Geschossstruktur oder Raumstruktur, um eine ausreichende halbautomatische QTO zu ermöglichen.

Mögliche Schnittstellen von Elementen müssen im Voraus durch die Durchführung von Kollisionserkennungsmethoden erkannt werden. Dies ist besonders wichtig, wenn mit einem zusammengefügt Modell gearbeitet wird, das von verschiedenen Projektteams erstellt wurde. Darüber hinaus bieten verschiedene Modellierungstools dem Benutzer Alternativen bei der Modellierung der Geometrie.

Im Allgemeinen bildet eine QTO die Grundlage für verschiedene Prozesse im Bauwesen. Darüber hinaus kann die Qualität und Transparenz der resultierenden QTO erhöht werden, während gleichzeitig eine einfache Wiederverwendung und Anpassung der QTO an Änderungen im Projektdesign ermöglicht wird.

Es muss jedoch berücksichtigt werden, dass die aufgeführten Verbesserungen nur erreicht werden können, wenn die Beteiligten die grundlegenden Prinzipien von BIM einhalten, die die Definition, den Austausch und die Handhabung von Daten strukturieren.<sup>32</sup>

---

<sup>32</sup> Vgl. Borrmann et al, *Building Information Modeling-Technology Foundations and Industry Practice*, 2015, S.383ff, (Englisch) eigene Übersetzung

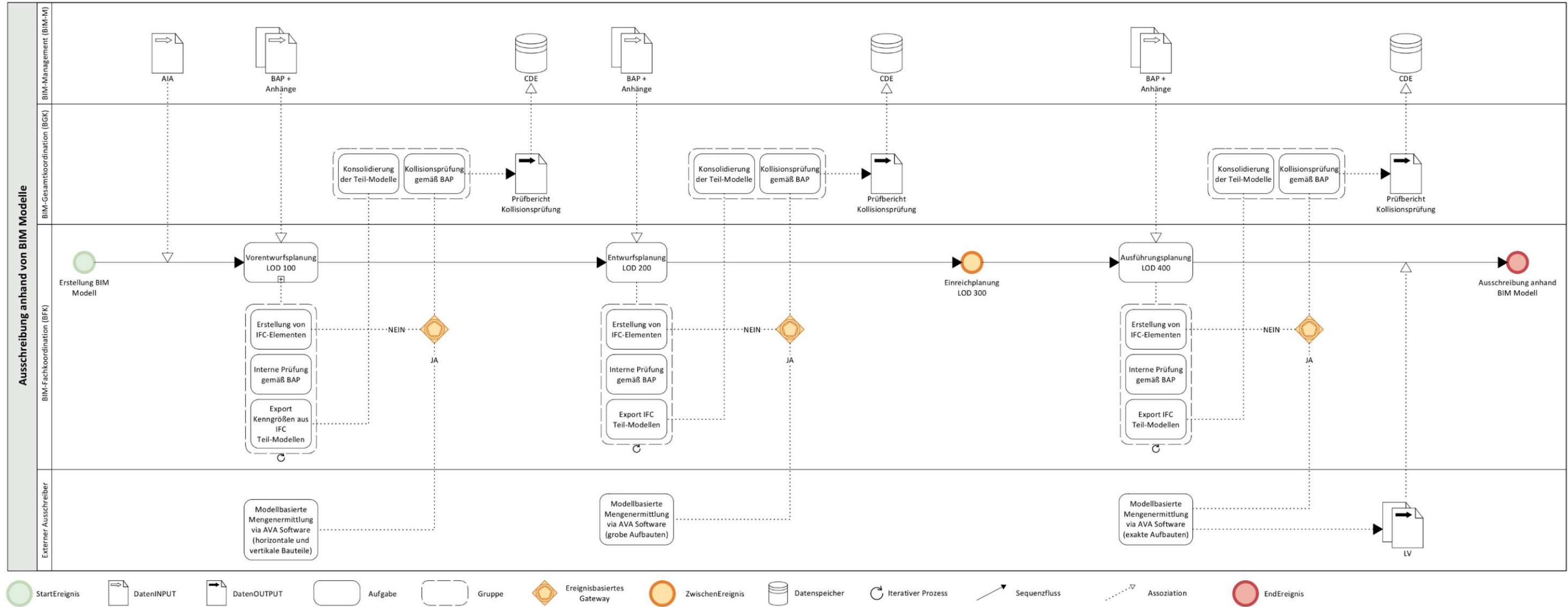


Abb. 6: Gesamter BPMN-Prozess „Ausschreibung anhand vom BIM-Modell“<sup>33</sup>

<sup>33</sup> Eigene Darstellung



## 4.4 Workflow-Design

Das Projekt „Modul 0“, welches im Rahmen des Moduls Planungs- und Baumanagement als Gruppenarbeit an der Technischen Universität Wien durchgeführt wurde, dient in diesem Kontext als praxisnahes Beispiel. Diese Arbeit zielt darauf ab, die während des Moduls erworbenen Kenntnisse zu vertiefen und durch intensive Analyse zu erweitern. Die Motivation hierfür ergibt sich aus der initialen Herausforderung, die wir als Gruppe im Modul zu bewältigen hatten: Die Darstellung eines Prozesses von der Vorplanung bis zur Ausschreibung mittels BIM.

Die Präsentation und Analyse des Workflow-Designs des „Modul 0“-Projekts unterstützt das tiefgreifende Verständnis für die Thematik. Es stellt somit ein Beispiel dar, welches die Komplexität und Vielschichtigkeit des Workflow-Designs in realen BIM-Prozessen hervorhebt und das Verständnis dieser wichtigen Komponente fördert.



Abb. 7: Visualisierung Projekt Modul 0<sup>34</sup>

<sup>34</sup> Eigene Darstellung

Beginnend für den Workflow dient die Projektstartseite als zentrale Informationsquelle und stellt grundlegende Projektdaten zur Verfügung (siehe Abbildung 8). Sie beinhaltet den Namen des Projekts, die Projektnummer, die Adresse und wichtige Informationen über den Auftraggeber und die Planer. Vor der Lieferung des Plans und des Modells kann die Startseite mit einem Index und dem aktuellen Datum aktualisiert werden, um die neuesten Entwicklungen im Projekt zu reflektieren.

Zusätzlich zur Präsentation der grundlegenden Informationen bietet die Projektstartseite auch eine Übersicht über die Unterteilung des Projekts in verschiedene Planungsphasen, insbesondere die Vor-Entwurfsphase (VE), Entwurfsphase (EN) und Ausführungsphase (AF).

Im weiteren Verlauf des Projekts sorgt ein Projektbrowser für Struktur und Übersicht. Der Browser ist in verschiedene Projektsichten unterteilt:

- 01\_VORENTWURF
- 02\_ENTWURF
- 03\_AUSFÜHRUNG

Jede dieser Projektsichten wird weiter in spezifische Arbeitsbereiche oder Teilmodelle wie Tragwerkspläne, Grundrisse, Deckenpläne, Ansichten und Schnitte untergliedert. Diese Teilmodelle sind mit den dazugehörigen Planlayouts verknüpft, um einen direkten und unkomplizierten Zugriff auf relevante Informationen zu gewährleisten. Dadurch wird eine effektive und transparente Projektverwaltung ermöglicht, die den Projekterfolg unterstützt.

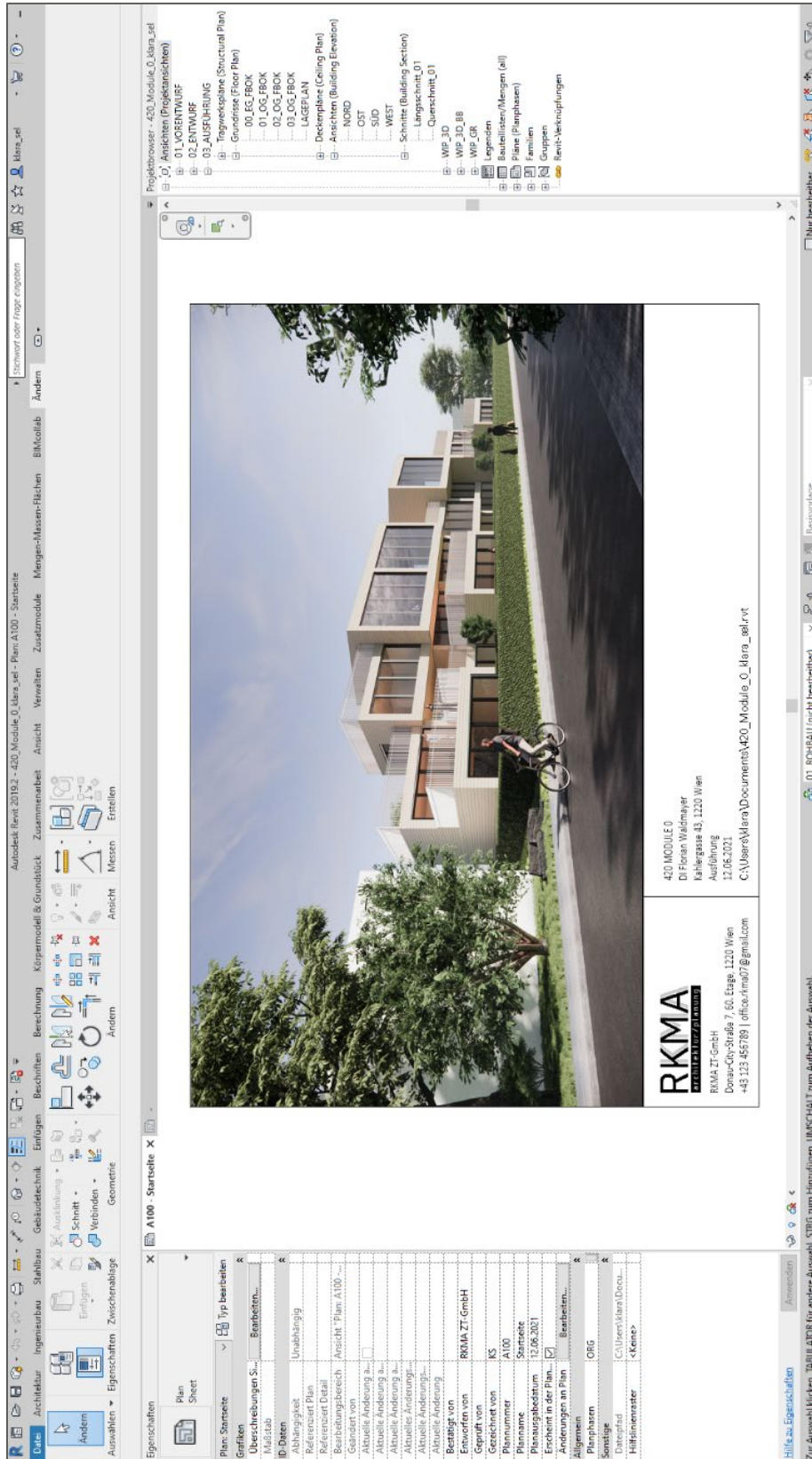


Abb. 8: Revit Interface, Projektstartseite<sup>35</sup>

<sup>35</sup> Eigene Darstellung

Die Abbildung 9 konzentriert sich auf den Aspekt der internen Kollaboration, einem entscheidenden Faktor für den erfolgreichen Verlauf jedes Projekts. Eine der Regeln dieser Zusammenarbeit beinhaltet die spezifische Modellierung der Bauteile in verschiedene Bearbeitungsbereiche (BB). Dieses Vorgehen ermöglicht es mehreren Personen, gleichzeitig am Modell zu arbeiten, ohne sich gegenseitig zu behindern. Bei der Modellierung wird also in einem entsprechenden BB, z. B. Rohbau oder Ausbau, gearbeitet und eine benutzerspezifische Ansicht, eine sogenannte „Work in Progress“ (WIP)-Ansicht, genutzt.

Darüber hinaus stellt die interne Kollaboration und die zugehörige Aufteilung des Modells in verschiedene Bearbeitungsbereiche eine essenzielle Strategie dar, um eine übersichtliche und strukturierte Arbeitsumgebung zu schaffen. Insbesondere in größeren Teams, wo unterschiedliche Fachdisziplinen und Kompetenzen aufeinandertreffen, sorgt diese Form der Organisation für Klarheit und Transparenz. Die Arbeit in benutzerspezifischen „Work in Progress“ (WIP)-Ansichten ermöglicht den individuellen Projektmitgliedern, sich auf ihre spezifischen Aufgabenbereiche zu konzentrieren, ohne von den Aktivitäten der anderen Teammitglieder abgelenkt zu werden.

Ebenso fördert die Aufteilung des Modells in Bearbeitungsbereiche die Qualitätssicherung, da sie eine klare Verantwortungs- und Zuständigkeitsverteilung im Team ermöglicht. Jedes Teammitglied ist somit für seine jeweiligen Bearbeitungsbereiche und die darin enthaltenen Bauteile verantwortlich. Diese Struktur unterstützt sowohl die individuelle Arbeit am Modell als auch die gemeinsame Projektarbeit.

Die Einführung von WIP-Ansichten trägt zudem dazu bei, eine effiziente und fehlerarme Modellierung zu gewährleisten. Durch die Verwendung von WIP-Ansichten können einzelne Teammitglieder Änderungen und Anpassungen an ihren spezifischen Teilen des Modells vornehmen, ohne die Arbeit anderer zu beeinträchtigen. Sie ermöglichen somit eine gleichzeitige, aber unabhängige Arbeit am Modell, wodurch der Modellierungsprozess insgesamt beschleunigt und optimiert wird. Dieses Vorgehen unterstützt eine agile und reibungslose Zusammenarbeit und trägt maßgeblich zum erfolgreichen Projektverlauf bei.

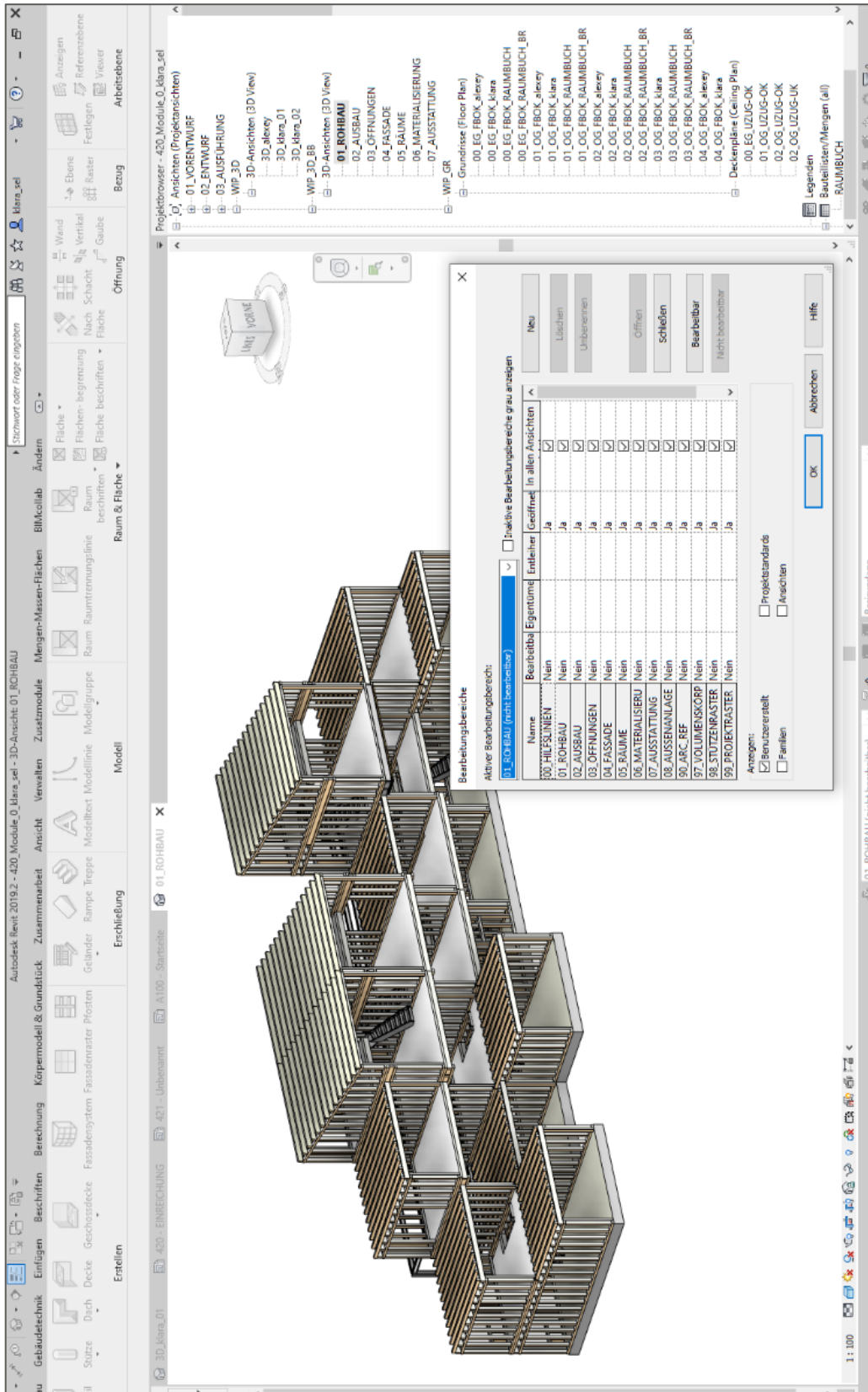


Abb. 9: Revit Interface, Bearbeitungsbereich Rohbau<sup>36</sup>

<sup>36</sup> Eigene Darstellung

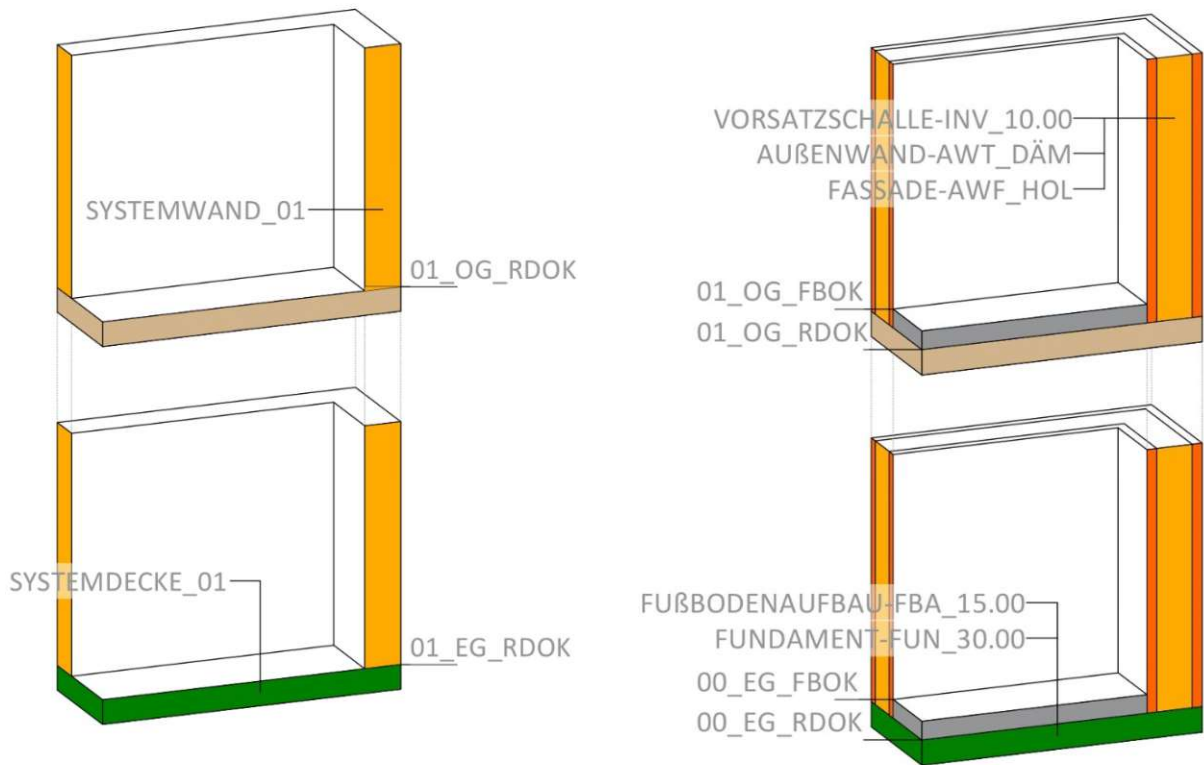


Abb. 10: Detaillierungsgrad VE-Phase LOD 100 (li.), Detaillierungsgrad in der EN-Phase LOD 200 (re.)<sup>37</sup>

Die einzelnen Arbeits- bzw. Modellierungsschritte sind anhand folgender Projektphasen zu sehen: Zunächst, in der Vorentwurfsphase (VE-Phase), liegt der Schwerpunkt auf der Erstellung eines einfachen Volumenmodells zur Berechnung der Raumflächen. Hierbei werden grundlegende Geschossebenen definiert, was den oberen Rand der Rohdecken entspricht. Einfache Systemfamilien werden für Decken und Wände genutzt. Mit Fortschreiten des Projekts erhöht sich der Detaillierungsgrad der Bauteilschichten und die Informationstiefe der Bauteile. Das Level of Development (LOD) setzt sich aus Level of Information (LOI) und Level of Geometrie (LOG) zusammen. Die Informationen werden benötigt, um eine Projektschärfe für die später Ausführung zu erreichen.

<sup>37</sup> Eigene Darstellung

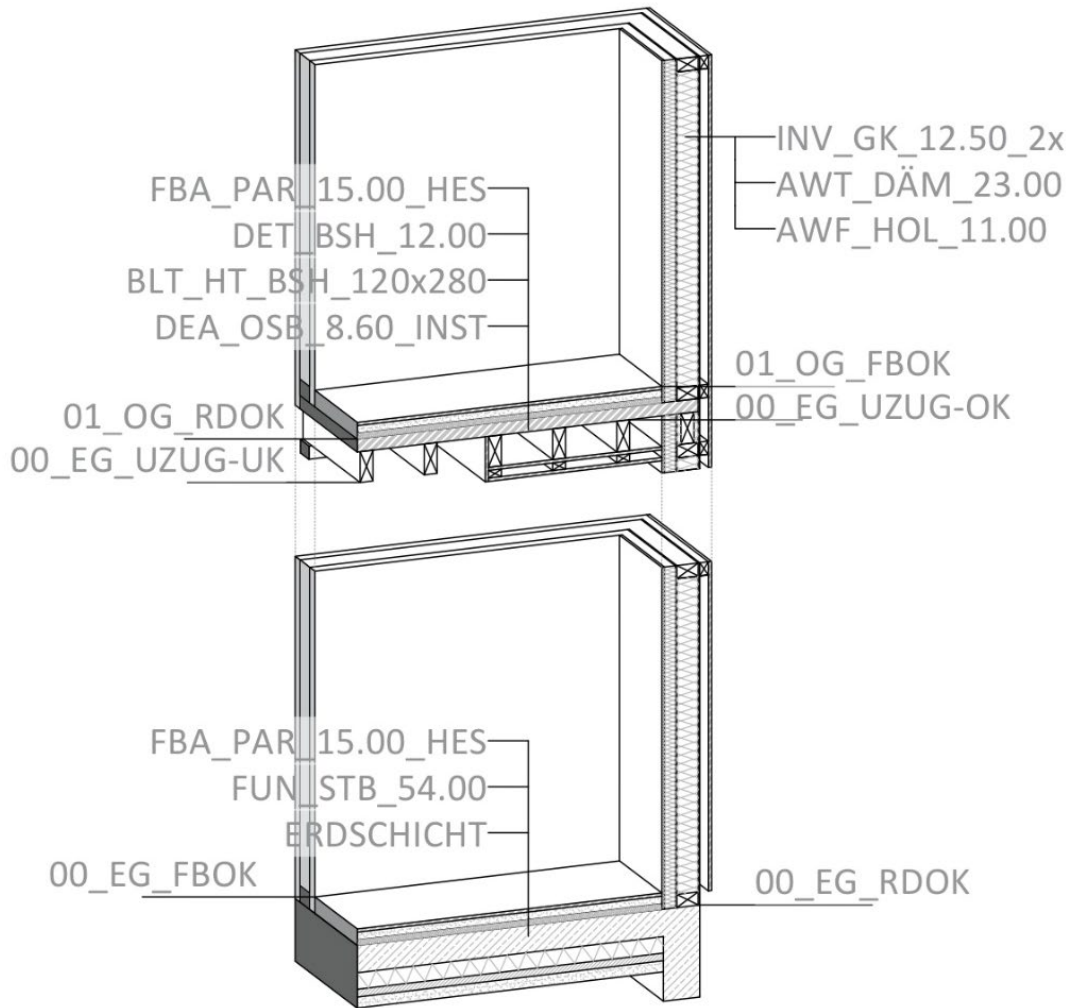


Abb. 11: Detaillierungsgrad AUS-Phase LOD 400<sup>38</sup>

Das einfache Volumenmodell entwickelt sich zu einem mehrschichtigen BIM-Modell, während wir von der Vorentwurfsphase in die Entwurfsphase übergehen. In dieser Phase werden zusätzliche Geschossebenen (Fertigbodenoberkanten - FBOK) erstellt und die einzelnen Wand- und Deckenfamilien nach ihren spezifischen Schichten benannt. Dieses mehrschichtige BIM-Modell wird dann mit dem Rohbaumodell ergänzt, was zusätzliche Geschossebenen erfordert (Unterzug-OK/UK).

<sup>38</sup> Eigene Darstellung

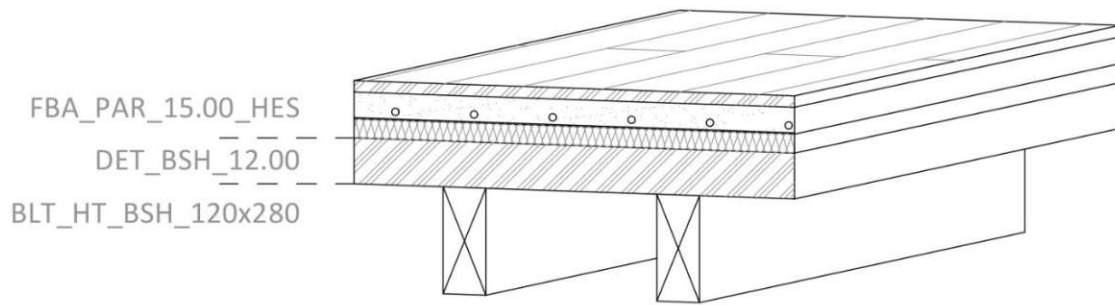


Abb. 12: Leitdetail aus Projektelementkatalog (PEK)<sup>39</sup>

Jedes Bauteil wird anhand von Leitdetails angepasst, einschließlich entsprechender Materialien, deren Stärken und Schraffuren.

Das endgültige Planungsergebnis ist das As-Built-Modell, das unter Verwendung von konsolidierten Teilmodellen von Fachplanern erstellt wurde. Dieses Modell wird später für detaillierte Visualisierungen, 4D-BIM, Kostenermittlung und als Grundlage für das Facility Management verwendet.

Im BIM-Modell können Informationen über spezifische Eigenschaften, wie bauphysikalische Merkmale, Brandschutz und sogar den CO<sub>2</sub>-Fußabdruck, direkt als Parameter den Objekten zugeschrieben werden. Materialkonzepte stellen daher den Handlungsrahmen für die Modellerstellung, die spätere Produktauswahl und die Erstellung von Raumb্লättern dar.

Das Raumprogramm und die Raumb্লätter liefern Informationen über die Art und Menge der Elemente, die im BIM-Modell hinterlegt sind, sowie über die mit diesen Elementen verknüpften Informationen. Um gezieltes Extrahieren von Informationen zu ermöglichen, werden den Objekten, oder im Falle von komplexen, mehrschichtigen Strukturen, den Objektteilen, individuelle Element-IDs zugewiesen. Bei der Vergabe der IDs sind logische Namen sinnvoll, um den Einstieg in das Projekt zu erleichtern und mögliche Fehlerquellen zu reduzieren.


Es ist ratsam, Nomenklaturen über alle Projektphasen hinweg beizubehalten. Auf diese Weise bleibt die Nachvollziehbarkeit von Abhängigkeiten und Zugehörigkeiten erhalten, auch wenn das Detaillierungsgrad (Level of Development - LOD) der Elemente zunimmt und die Objektparameter verdichtet werden.

<sup>39</sup> Eigene Darstellung




Typ	Feuchtraum Ausstattung rollstuhlgerecht	
WE-Einheit	TOP	06

### Böden

Pos	Bezeichnung	ID	Material	Produkt	Oberfläche	Menge
1	Feuchtraum Bodenfliese	FBI_MAT_FLIE_SAN	Fliesen	DATILE, Steinzeugfliese B/W 600x300, rutschhemmend gemäß ÖNORM Z 1261	 Sandalo Castilian Grey	gemäß ARCHP

### Decken

Pos	Bezeichnung	ID	Material	Produkt	Oberfläche	Menge
1	Innendecke Feuchtraum	WA_MAT_DISP	Innendispersion auf Feuchtraum-Platte	AURO Profi Kalkfarbe 344 Weiß	 344, Weiß	gemäß ARCHP

### Wände

Pos	Bezeichnung	ID	Material	Produkt	Oberfläche	Menge
1	Innenwand	WA_MAT_DISP	Innendispersion	AURO Profi Kalkfarbe 344 Weiß	 344, Weiß	gemäß ARCHP
2	Feuchtraum Wandfliese	WA_MAT_FLIE_SAN	Fliesen	DATILE, Exquisite Steinzeug Fliese B/W 50x50	 Serene White	gemäß ARCHP

### Türen


Pos	Bezeichnung	ID	Material	Produkt	Oberfläche	Menge
1	Innentür, einfach	TUE_IN_90	Röhrenspan, Melaninbeschichtung	AGS-systems GmbH, Modell TPL, Zimmertür Arctic Weiß	RAL 9010, Reinweiß	gemäß FTL
2	Innentür Zarge	TUE_IN_ZRG_90	Holz, Aluminium	Block-Zarge für stumpf einschlagende Tür AGS-systems GmbH, Modell TPL Artikel Nr. 10150	RAL 9010, Reinweiß	gemäß FTL
3	Innentür Drücker + Buntbartzylinder	TUE_IN_DR	Edelstahl	FSB Edelstahl, 12-1035 Rosettengarnitur ASL®	 Edelstahl feinmatt	gemäß FTL

Abb. 13: Auszug aus dem BIM-Modell generierten Raumbblatt<sup>40</sup>

<sup>40</sup> Eigene Darstellung

Die individuellen Element-IDs spielen insbesondere bei der Weitergabe und Weiterverarbeitung von Informationen eine zentrale Rolle, dies geschieht in der Regel über das IFC-Format.

Im Revit-Interface können Benutzer den IFC-Export steuern und die Exporteigenschaften an die spezifischen Anforderungen der verschiedenen Projektphasen anpassen. Dies ermöglicht eine flexible und effiziente Nutzung der im BIM-Modell gespeicherten Daten und trägt zur Verbesserung der Zusammenarbeit und Koordination im Projekt bei.

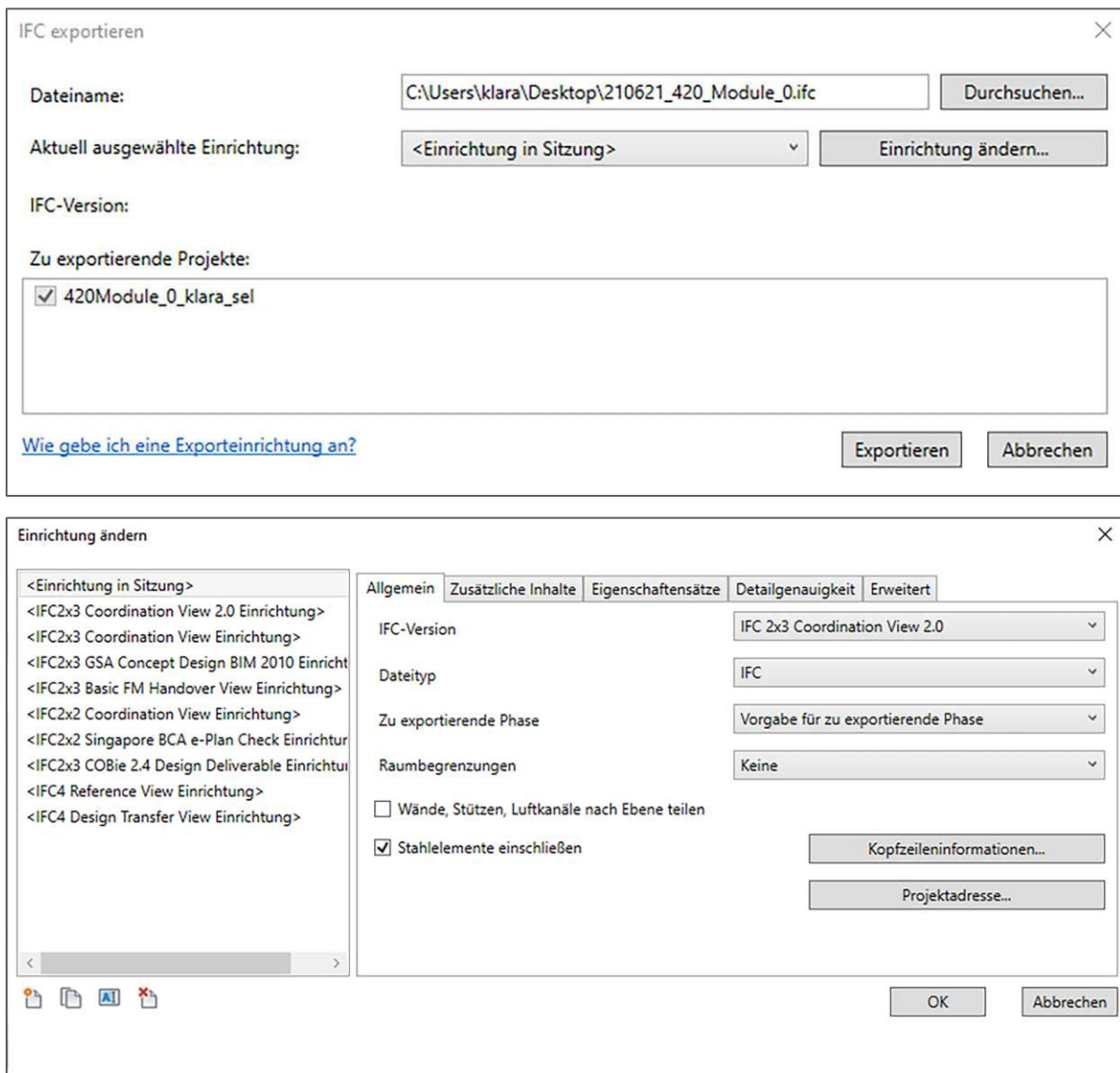


Abb. 14: IFC-Export aus Revit<sup>41</sup>

<sup>41</sup> Eigene Darstellung

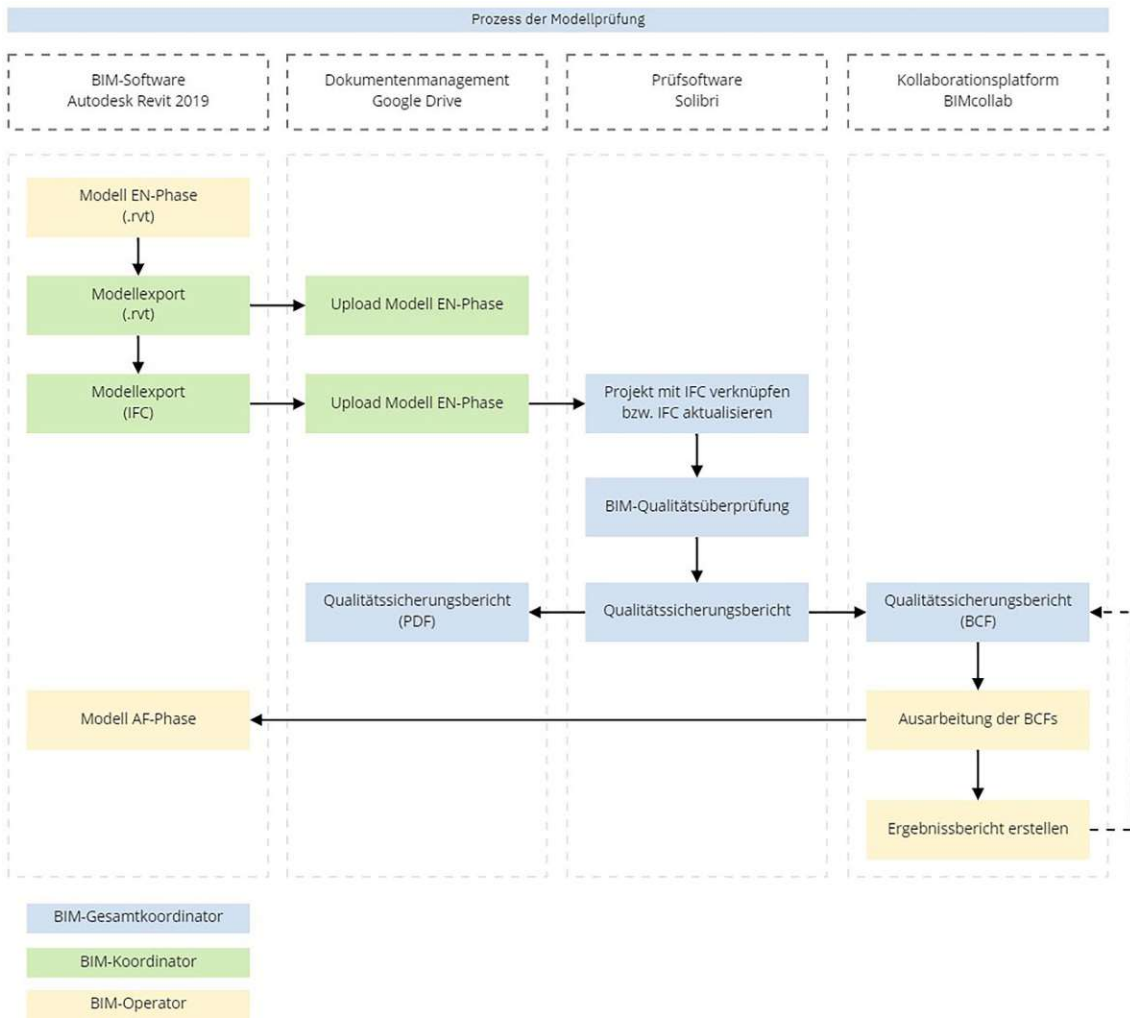


Abb. 15: Prozess der Modellprüfung<sup>42</sup>

Auf der Abbildung 15 ist der Prozess der Modellprüfung graphisch dargestellt. Oben wird die Einteilung nach der verwendeten Software oder dem System vorgenommen. Darunter sind die einzelnen Prozesse zu sehen, die farblich den jeweiligen Verantwortlichen zugeordnet sind.

Der Modellprüfungsprozess beginnt mit der Erstellung einer gelösten Revit-Datei, aus der anschließend das IFC-Modell exportiert wird. Beide Modelle werden daraufhin auf die Cloud-Plattform hochgeladen.

Das IFC-Modell wird dann von einem BIM-Gesamtkoordinator in Solibri geprüft. Im Anschluss daran erstellt der Koordinator einen Qualitätssicherungsbericht. Dieser wird in Form einer PDF-Datei auf der Cloud-Plattform gespeichert und als BCF-Datei (BIM Collaboration Format) mit BIMcollab synchronisiert.

<sup>42</sup> Eigene Darstellung

Die einzelnen BCFs werden daraufhin von den BIM-Operatoren bearbeitet und zurück an den BIM-Gesamtkoordinator geschickt, der sie abschließend überprüft und schließt. Auf diese Weise wird mit einem bereinigten und aktualisierten Modell in die nächste Planungsphase eingetreten.

Die Überprüfung des IFC-Modells auf Kollisionen erfolgt mithilfe von Solibri. Dieses Programm verfügt über vordefinierte Regelwerke, die je nach Bedarf angepasst oder individuell erstellt werden können.

Nach der Überprüfung generiert Solibri eine Liste mit allen aufgetretenen Problemen, sogenannten Issues. Diese werden farblich nach ihrer Relevanz klassifiziert (klein, mittel, groß, ok). Zusammenhängende Probleme werden in einer Übersicht zusammengefasst. Ein Beispiel hierfür wäre die Darstellung mehrerer Kollisionen zwischen Balken und einer Decke als Deckenkollision auf einer Übersichtsfolie.

Aus diesen Übersichtsfolien wird eine Präsentation erstellt, die als BCF-Bericht exportiert und auf BIMcollab sowie die CDE-Plattform hochgeladen wird. Dort bearbeiten die BIM-Operatoren die einzelnen Issues. Auf diese Weise kann die Qualität des Modells systematisch verbessert und auf die nächste Planungsphase vorbereitet werden.

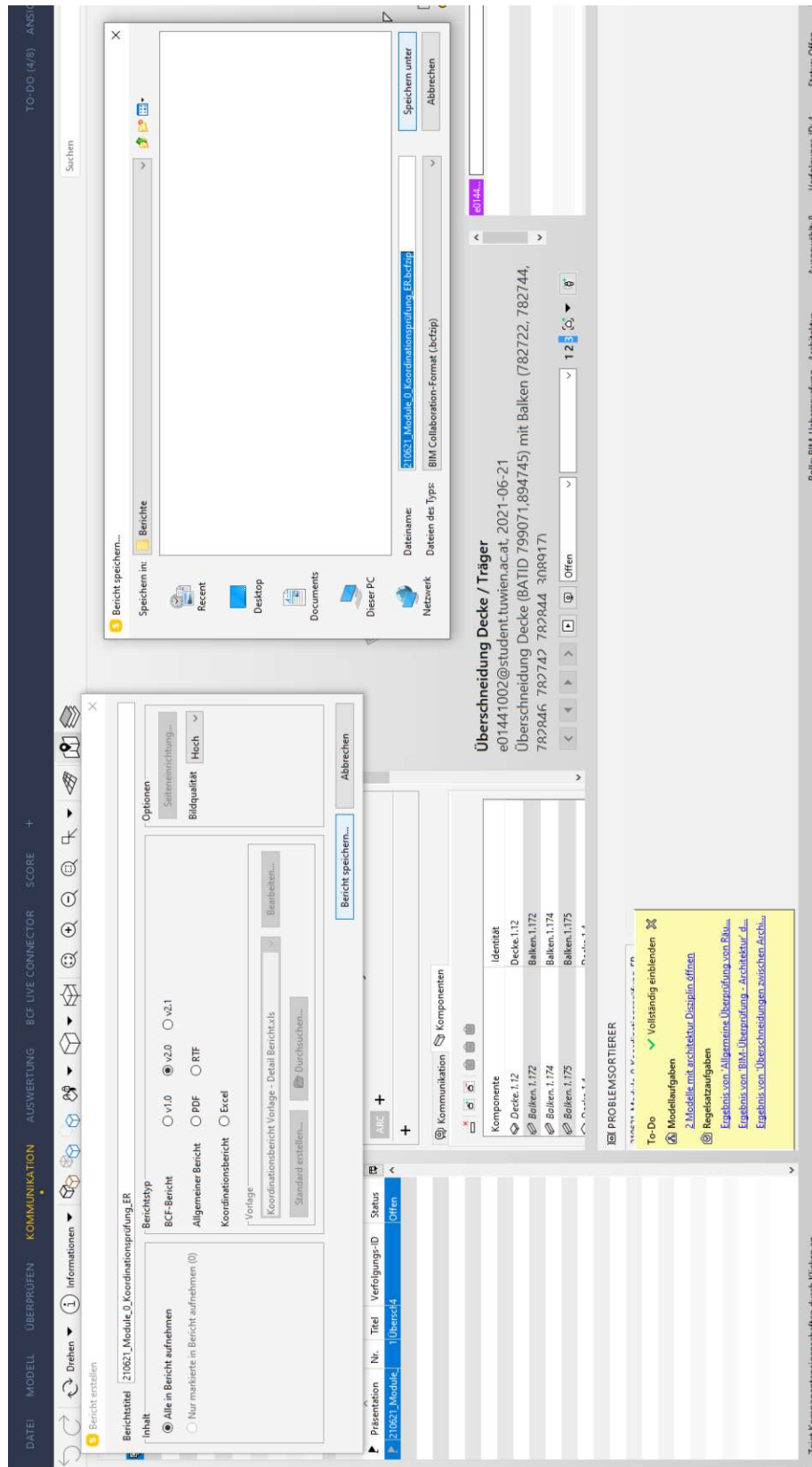


Abb. 16: Solibri Interface, BCF-Export<sup>43</sup>

<sup>43</sup> Eigene Darstellung

Im Kontext der fortschreitenden Digitalisierung im Bauwesen bietet die Integration von Building Information Modeling (BIM) und Ausschreibung, Vergabe und Abrechnung (AVA) eine effizientere und beschleunigte Lösung für Prozesse wie Kostenverfolgung, Vergabe und Ausschreibung.

Die Interaktion zwischen BIM und AVA innerhalb von Orca ist zwar nutzerfreundlich gestaltet, jedoch nicht automatisch. Dies impliziert, dass bei jedem Import eines neuen Modells eine Anpassung der neu akquirierten Werte unerlässlich ist.

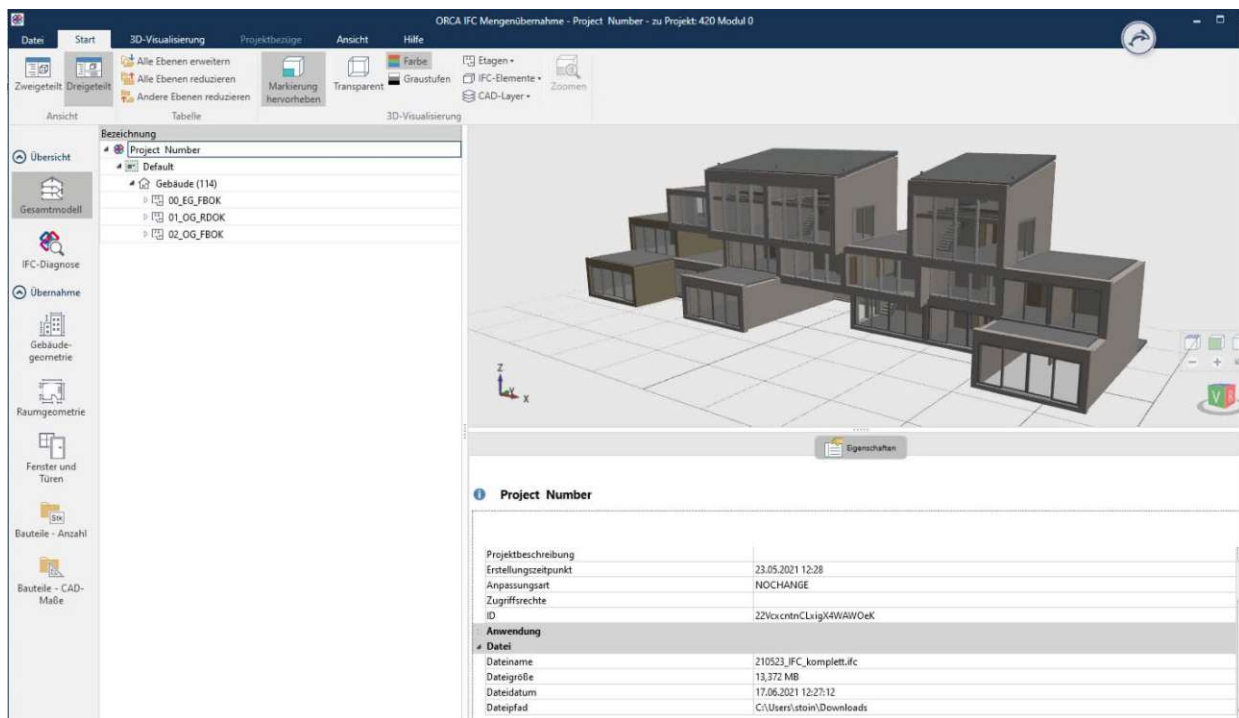


Abb. 17: ORCA Interface, IFC-Import<sup>44</sup>

<sup>44</sup> Eigene Darstellung

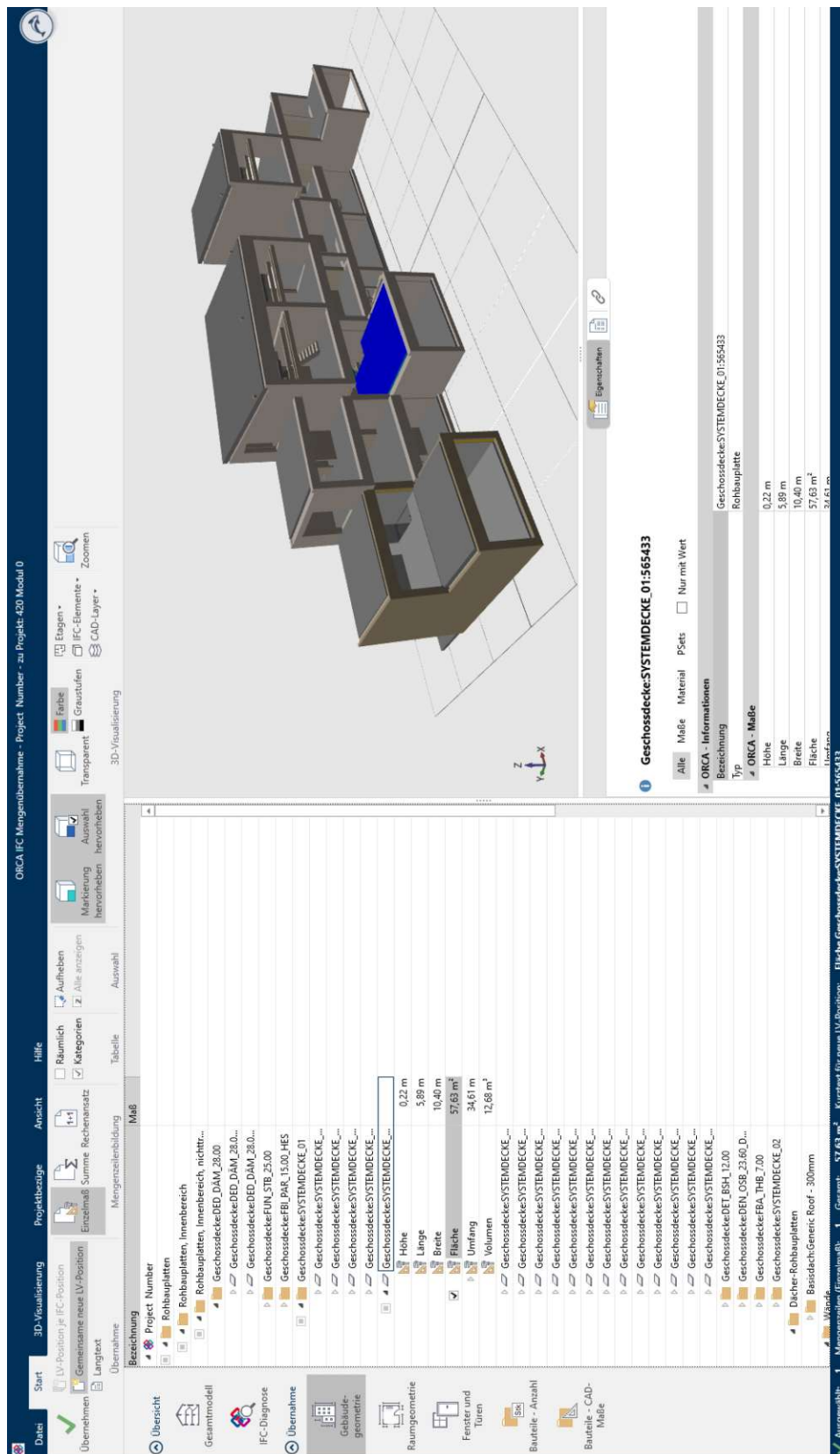


Abb. 18: Mengenerhebung vom IFC<sup>45</sup>

<sup>45</sup> Eigene Darstellung

Ein wesentlicher Aspekt im Arbeitsablauf ist die Mengenübernahme. Hierbei werden die ermittelten Mengen als Projektvariablen in Orca exportiert und für künftige Kostenschätzungen auf unterschiedlichen Ebenen archiviert. Durch das Zusammenfassen aller relevanten Elemente können beispielsweise Parameter wie Fläche, Volumen und Länge in die Projektvariablen importiert werden. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, diese Projektvariablen manuell zu ergänzen.

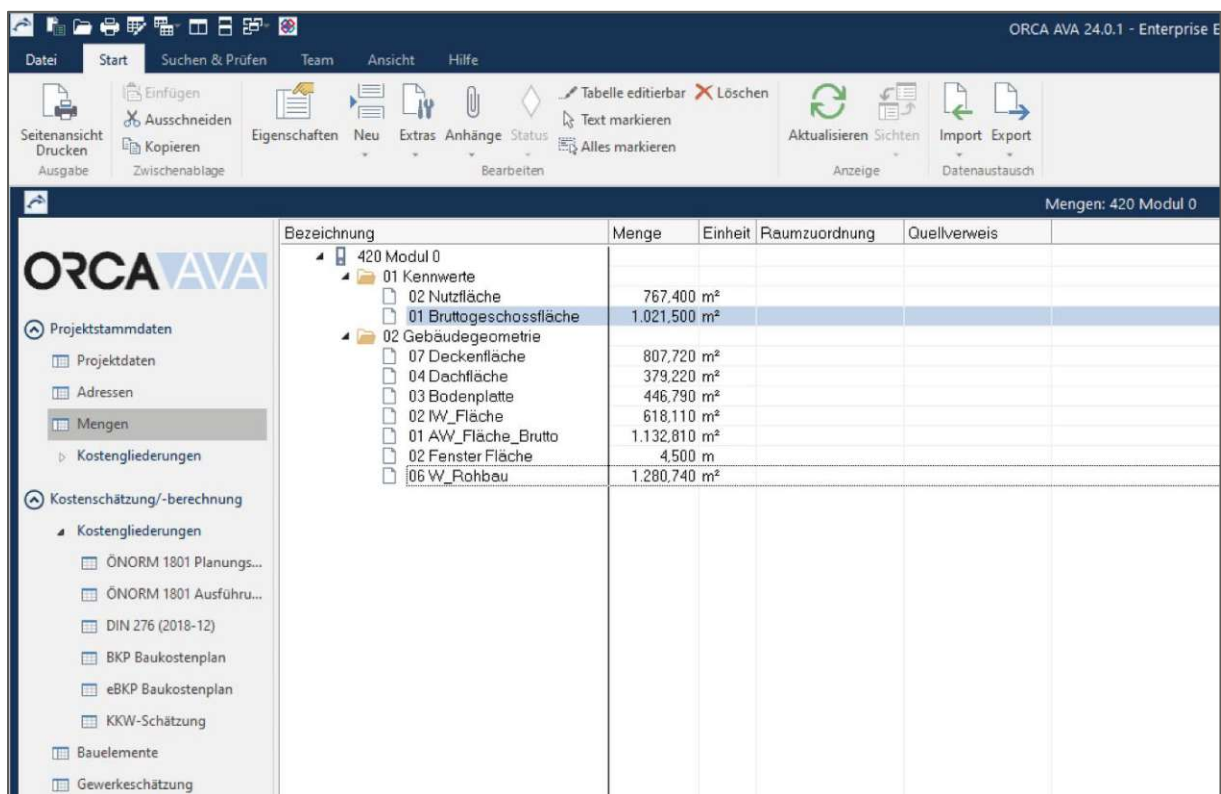


Abb. 19: Mengenübernahme vom IFC, Auswahl der Parameter<sup>46</sup>

<sup>46</sup> Eigene Darstellung



ORCA AWA 24.0.1 - Enterprise Edition

Kostenberechnung - ÖNORM 1801 Planungsorientierte KG- 420 Modul 0

KG+Bezeichnung	MwSt. %	Basisbetrag (€)	Bezugsbeitrag (f %Anteil)	Unverteilt (EUR)	Verteilt (EUR)	Gesamt (EUR)	Gesamt brutto (€)
ÖNORM 1801 Planungsorientierte KG	20,0	5.275.000,00			5.687.894,91	5.687.894,91	6.325.473,90
0 Grund	0,0	2.500.000,00		2.500.000,00		2.500.000,00	2.500.000,00
1 Aufschließung		60.000,00			67.700,00	67.700,00	81.240,00
2 Bauwerk-Rohbau		781.890,00			904.195,72	904.195,72	1.085.034,87
2A Allgemein und Sonstiges					50.967,50	50.967,50	61.161,00
2B Erdarbeiten/Baugrube					12.090,33	12.090,33	14.508,40
2C Gründungen/Bodenkonstruktionen					145.531,75	145.531,75	174.638,10
2D Horizontale Baukonstruktionen					244.242,32	244.242,32	293.090,79
2D.01 Deckenkonstruktionen				167.198,04		167.198,04	200.637,85
2D.02 Treppenkonstruktionen				11.060,00		11.060,00	13.272,00
2D.03 Dachkonstruktionen				65.984,28		65.984,28	79.181,14
2D.04 Spezielle Konstruktionen							
2D.05 Elementierte Deckenkonstrukt							
2E Vertikale Baukonstruktionen					439.363,82	439.363,82	527.236,58
2F Spezielle Baukonstruktionen					12.000,00	12.000,00	14.400,00
2G Rohbau zu Bauwerk-Technik							
3 Bauwerk-Technik		353.601,00			469.745,75	469.745,75	563.694,90
4 Bauwerk-Ausbau		688.530,00			543.293,44	543.293,44	651.952,13
5 Einrichtung		103.863,00			110.500,00	110.500,00	132.600,00
6 Außenanlagen		160.000,00			129.400,00	129.400,00	155.280,00
7 Planungsleistungen					456.963,00	456.963,00	548.355,60
8 Projektarbeitenleistungen				46.097,00		46.097,00	55.316,40
9 Reserven					460.000,00	460.000,00	552.000,00

Abb. 20: Kostengliederung und Mengenverknüpfung<sup>47</sup>

<sup>47</sup> Eigene Darstellung

Der Prozess der Mengenverknüpfung ist ein weiterer zentraler Baustein. Hierbei ist zu beachten, dass Projektvariablen statisch sind, das heißt, sie passen sich nicht selbstständig an eventuelle Änderungen an. Daher ist eine manuelle Anpassung bei Änderungen unverzichtbar. Dies stellt einen zusätzlichen Aufwand dar, jedoch bietet dieser Prozess auch die Möglichkeit, die Genauigkeit und Relevanz der Daten sicherzustellen.

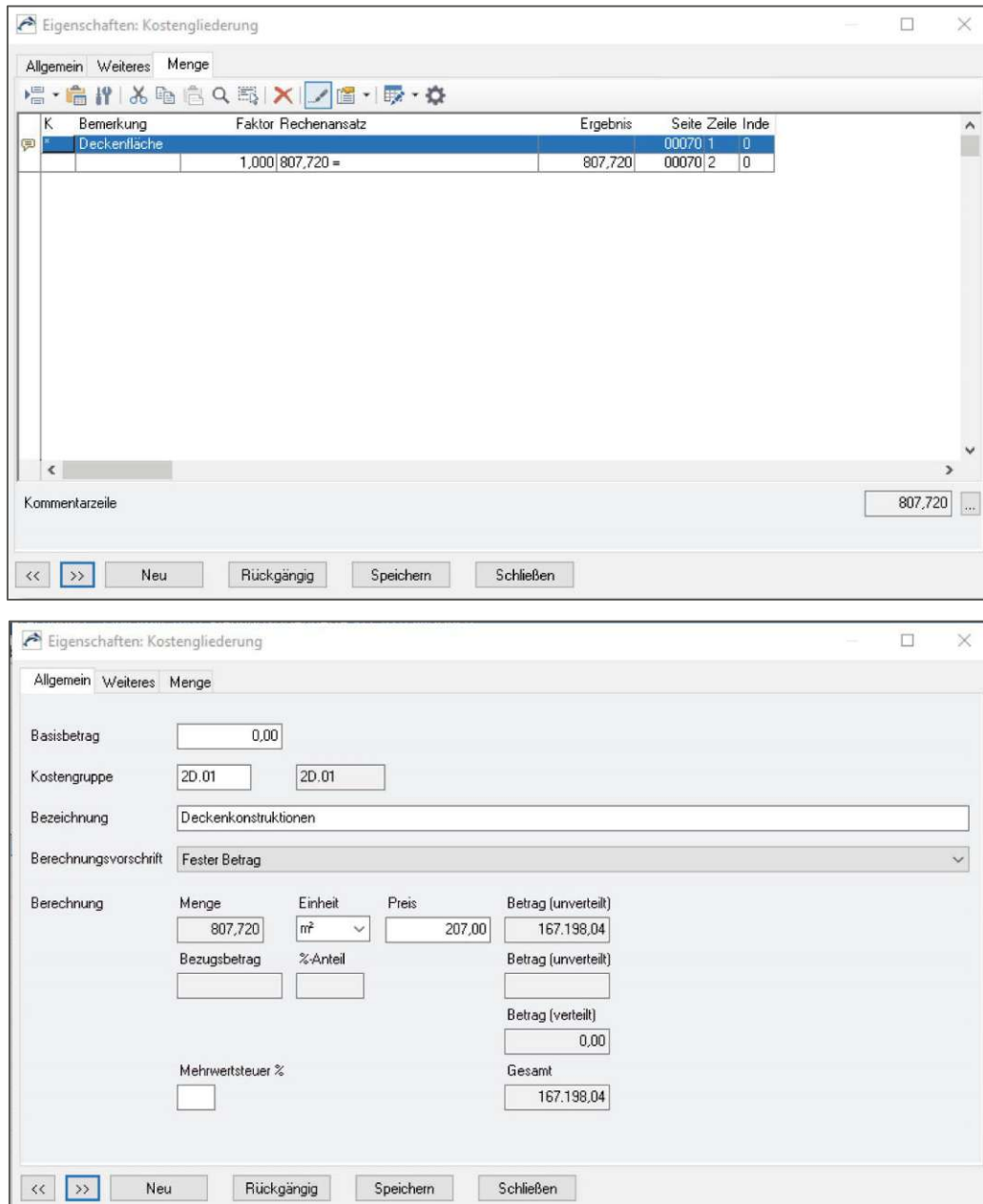


Abb. 21: Verknüpfung von Einheitspreisen<sup>48</sup>

<sup>48</sup> Eigene Darstellung

Im Rahmen des Projekts wird die Erstellung von Leistungsverzeichnissen und Ausschreibungen als parallellaufender Prozess zur Kostenschätzung betrachtet. Für die Ausschreibung werden die Gewerke gemäß der LBH 22, der standardisierten Leistungsbeschreibung, verwendet. Diese wird im Rahmen der Softwarenutzung als Bibliothek in das Programm ORCA importiert, wobei anschließend die entsprechenden Positionen übernommen werden.

Im Speziellen werden dabei die Gewerke des Holzbaus, des Trockenbaus und der Estricharbeiten in Betracht gezogen. Jedes Bauelement beinhaltet dementsprechend die für seine Errichtung notwendigen Gewerke. Dies wird beispielsweise anhand eines Dämmpakets für Wände oder Fassaden veranschaulicht, bei dem Dämmung, Lattung, Windschutz und Anarbeiten der Dampfbremsen als separate Einzelpositionen ausgeschrieben werden. Im Kontrast dazu wird die Holzrahmenwand als eine Position ausgeschrieben, welche den gesamten Herstellungsprozess umfasst.

Der Detailgrad des Beschreibungstextes variiert hierbei: Während der Wandaufbau im Grundtext beschrieben wird, werden die genauen Schichtdicken im Positionstext festgehalten. Obwohl das Projekt nur einen Wandtyp aufweist, besteht die Möglichkeit, mehrere Typen zu definieren, bei denen lediglich die Stärken der Schichten D und E variiert, während die Schichten C und F unverändert bleiben.

Einheit	Preis (EUR)	Gesamt (EUR)	Art	Bedarfspositio ZZ	Suchschlüssel	KG (ÖNÖ Qualverweis)	SLB-Nummer
420 Modul 0	589.208,34	589.208,34	Projekt				
10 Hochbau	32.582,50	32.582,50	LG				
11 Estricharbeiten							
Vorbemerkung							
22 Trenn- und Dämmschichten	19.126,24	19.126,24	ULG				HB21 11 SYB
24 Umrüstungsarbeiten	13.456,26	13.456,26	ULG				HB21 11.22
38 Holzbau	415.376,57	415.376,57	LG				HB21 36
Vorbemerkung							HB21 36 SYB
00 Wählbare Vorbemerkungen							HB21 36.00
10 Rohbauelement Holzrahmenwand							HB21 36.10
Vorbemerkung							HB21 36.10 SYB
01 Vorbearbeiten							HB21 36.10.01
01 E Dichtungsbund f/Schwellenabdichtung (zu ULG10)	12,97	4.824,32	Normalpositio				HB21 36.10.01E
03 Wandrohbauelement Holzrahmenbau							HB21 36.10.03
03 B Wandrohbauelement OSB-OSB 22,7cm	107,52	83.043,07	Normalpositio				HB21 36.10.03B
15 Dämmpaket Wand							HB21 36.15
Vorbemerkung							HB21 36.15 SYB
03 Dampfsperre bzw. Dampfsperre bei Wänden							HB21 36.15.03
03 Z Wand Dampfsperre Windpappe	13,13	11.289,96	Normalpositio				
04 Anarbeiten der Dampfsperren bzw. Dampfsperren	3,68	3.164,28	Normalpos				
04 B Wand Anschlüsse verkleben m Klebeflächen							
30 Wärmedämmung von Leitungsebenen	13,90	11.952,05	Normalpos				
30 C Dämmung Leitung 40-60cm MW 6cm							
19 Fassade							
Vorbemerkung							
05 Leitung, Kontertleitung und Tragleitung							
05 E Kunterleitung							
10 Unterkonstruktionen, Einbauten und Insekenschutz							
10 D Insekenschutz							

Nr.	Wandrohbauelement Holzrahmenbau	Menge	Einheit	Preis (EUR)	Gesamt (EUR)
03	Wandrohbauelement Holzrahmenbau	859,860	m <sup>2</sup>	107,52	92.350,00
03	Wandrohbauelement Holzrahmenbau	859,860	m <sup>2</sup>	13,13	11.289,96
03	Wandrohbauelement Holzrahmenbau	859,860	m	3,68	3.164,28
03	Wandrohbauelement Holzrahmenbau	859,860	m <sup>2</sup>	13,90	11.952,05
03	Wandrohbauelement Holzrahmenbau	859,860	m <sup>2</sup>	8,33	7.162,63
03	Wandrohbauelement Holzrahmenbau	859,860	m <sup>2</sup>	9,55	8.211,86

Eigenschaften: Position HB21 36.10.03 B

Wandrohbauelement Holzrahmenbau

• Außen OSB - innen OSB beplankt

• Rohbauelement bestehend aus

C: 12 mm OSB ?=0,130 - ?=min - max=200; ?=650; c=1,700;

Brandverhaltensklasse EN: D1

D: Konstruktionsholz (b=60 mm; e=625 mm) ?=0,120; ?=min - max=50; ?=450; c=1,600; Brandverhaltensklasse EN: D1

E: Dämmstoff ?=0,040 - ?=min - max=1; ?=16; c=1,030;

Brandverhaltensklasse EN: A11

F: 15 mm OSB ?=0,130 - ?=min - max=200; ?=650; c=1,700;

Brandverhaltensklasse EN: D

Abb. 22: ORCA-Interface, Erstellung der Ausschreibung<sup>49</sup>

<sup>49</sup> Eigene Darstellung

Im Hinblick auf die Kalkulation werden die Positionskosten sowie die Gesamtkosten in einer Leistungsgruppe zusammengefasst, wobei die berechnete Gesamtsumme an oberster Stelle steht. Die Mengenangaben für die Positionen werden dabei aus den Projektvariablen abgeleitet, welche ihrerseits aus dem IFC-Modell stammen. In der Ausschreibungsphase ist bereits ein detailliertes Modell vorhanden, aus dem genaue Mengen und bauteilschichtspezifische Massen erhoben und als Projektvariablen gespeichert werden können.

Als Beispiel wird die Gesamtfläche der Dämmung der Holzrahmenwand gezeigt, die aus mehreren Modellelementen - den Teilwänden - besteht. Diese Schicht wird als separate Elemente und nicht als Teil der Wandkonstruktion modelliert. Um eine doppelte Übernahme zu vermeiden, werden bereits übernommene Mengen markiert. Das Programm ORCA zeigt dabei direkt die für die Projektvariable relevante Einheit an und verhindert somit etwaige Fehler, etwa die versehentliche Übernahme von Längen statt Flächen.

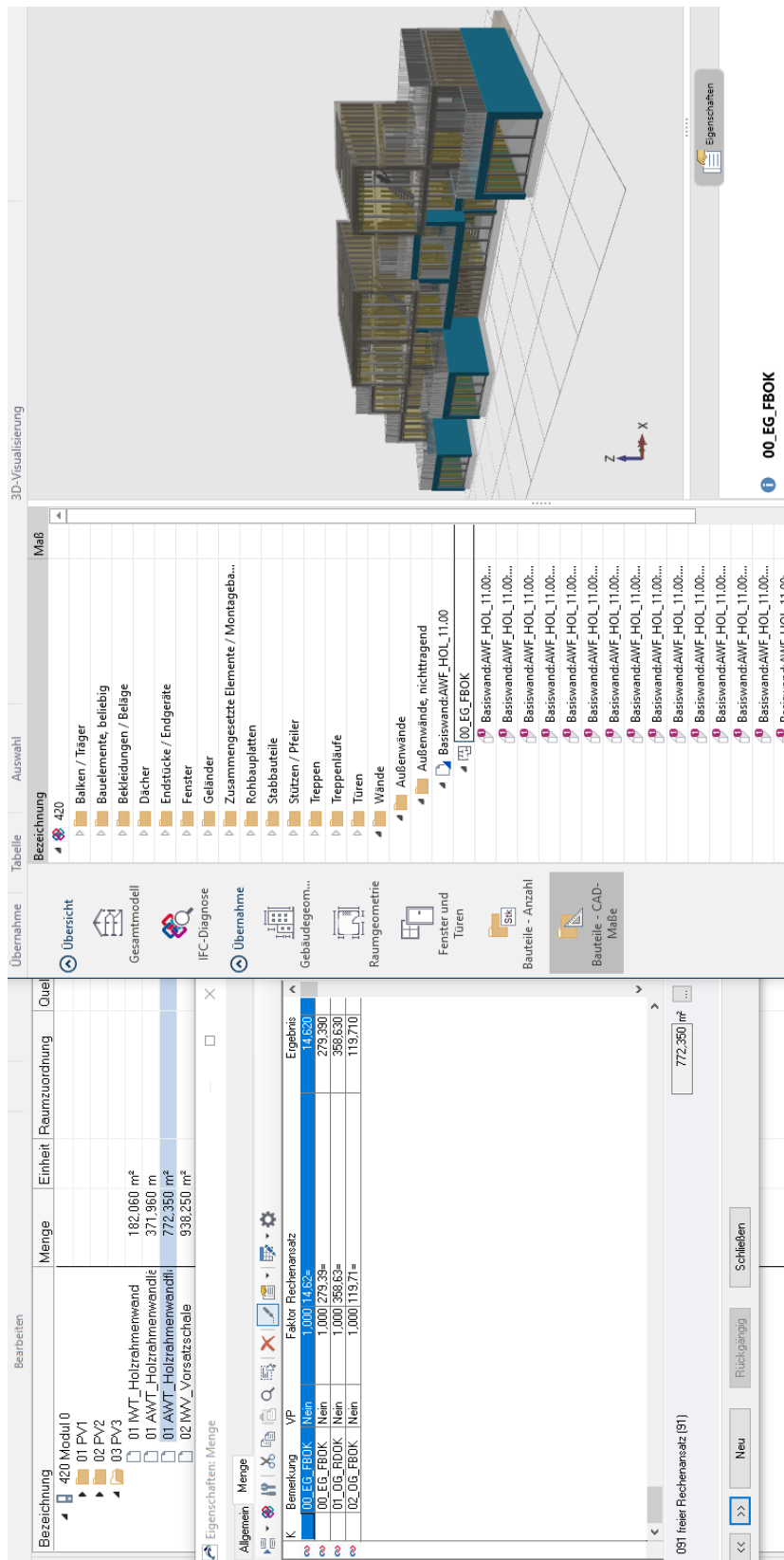


Abb. 23: Mengenübergabe aus IFC in die ORCA-Projektvariablen<sup>50</sup>

<sup>50</sup> Eigene Darstellung

Im nächsten Schritt des Prozesses werden die Mengen aus den Projektvariablen in die entsprechenden Positionen übernommen. Für die Dokumentation von positionsspezifischen Informationen, wie internen Anmerkungen oder Preisquellen, steht die Anhangsfunktion zur Verfügung. Diese ermöglicht eine detaillierte Darstellung der Preisbildung, die im Rahmen der Kostenschätzung vorgenommen wurde. Das Endergebnis dieses Prozesses ist das Leistungsverzeichnis, das als Grundlage für Angebote von ausführenden Firmen dient.

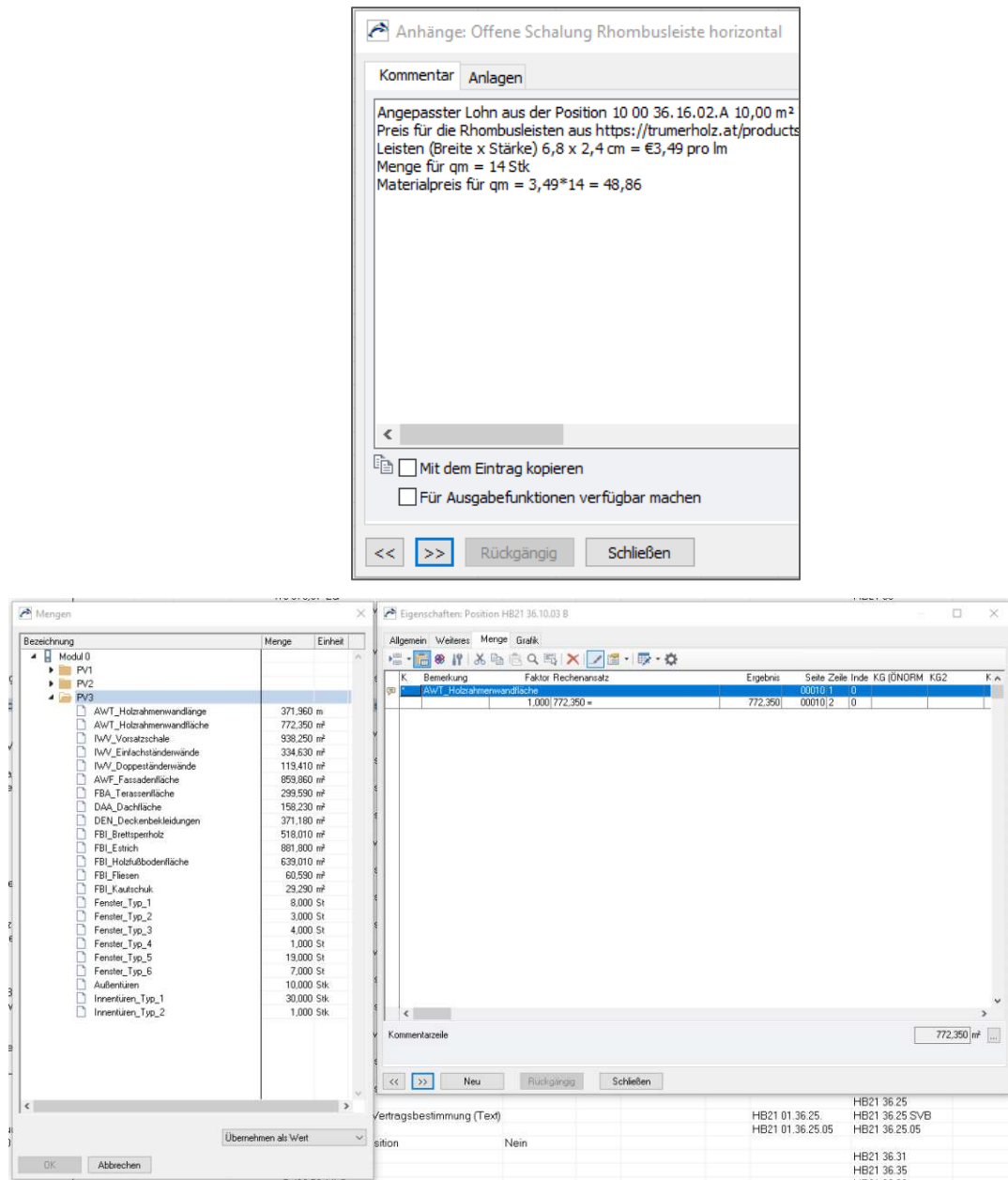


Abb. 24: Anmerkung als Anhang (ob.), Mengenkatalog (li.), Mengen (re.)<sup>51</sup>

<sup>51</sup> Eigene Darstellung

# Leistungsverzeichnis

Modul 0 (420)

Nr.	Leistungsbeschreibung	Menge/ Einh.	Preis (EP)	Gesamt (GP)
LG 36	<b>Holzbau</b>			
ULG 36.10	Rohbauelement Holzrahmenwand			
	Sonstiges	10,00	Lohn 2,97	
		<b>371,96 m</b>	EP 12,97	GP 4 824,32
<b>36.10.03</b>	<b>LB Wandrohbauelement Holzrahmenbau.</b> Wandrohbauelement Holzrahmenbau. • Außen OSB - Innen OSB beplankt Rohbauelement bestehend aus: C: 12 mm OSB ?=0,130; μ min – max=200; ?=650; c=1,700; Brandverhaltensklasse EN: D D: Konstruktionsholz (b=60 mm; e=625 mm) ?=0,120; μ min – max=50; ?=450; c=1,600; Brandverhaltensklasse EN: D E: Dämmstoff ?=0,040; μ min – max=1; ?=16; c=1,030; Brandverhaltensklasse EN: A1 F: 15 mm OSB ?=0,130; μ min – max=200; ?=650; c=1,700; Brandverhaltensklasse EN: D			
<b>36.10.03 B</b>	<b>LB Wandrohbauelement OSB-OSB 22,7cm</b> D: 200 mm Konstruktionsholz E: 200 mm Dämmung Mineralwolle			
	Sonstiges	51,90	Lohn 55,62	
		<b>955,41 m<sup>2</sup></b>	EP 107,52	GP 102 725,68
<b>ULG 36.10</b>	<b>Rohbauelement Holzrahmenwand</b>			<b>Summe ...107 550,00 EUR..</b>
<b>36.15</b>	<b>ULG Dämmpaket Wand</b>			
	<b>V Vorbemerkung</b> <b>1. Mehrlagige Ausführungen:</b> Mehrlagige Ausführungen bestehend aus kreuzweise verlegten Bahnen mit überdeckten Fugen. <b>2. Ausführung:</b> Nennwert der Wärmeleitfähigkeit 0,04 W/mK. Das dichte Verkleben bei Überlappungen in der Fläche ist in die Einheitspreise einkalkuliert.			
<b>36.15.03</b>	<b>LB Dampfbremse bzw. Dampfsperre bei Wänden.</b> Dampfbremse bzw. Dampfsperre bei Wänden. Überdeckungen mindestens 10 cm geheftet.			
<b>36.15.03 Z</b>	<b>Z Wand Dampfbremse Windpappe</b> Wand Dampfbremse Windpappe			
	Sonstiges	6,20	Lohn 6,93	
		<b>773,35 m<sup>2</sup></b>	EP 13,13	GP 10 154,09
				Übertrag: 10 154,09

Alle Einzelbeträge Netto in EUR

25.06.2021 - Seite 9

Abb. 25: Aus ORCA generiertes Leistungsverzeichnis<sup>52</sup>

<sup>52</sup> Eigene Darstellung



## 4.5 Ergebnisse

Die Verwendung von BIM und ergänzender Software wie ORCA hat gezeigt, dass es möglich ist, den gesamten Lebenszyklus eines Bauprojekts effizient und effektiv zu verwalten. Die Digitalisierung der Baubranche führt nicht nur zu Kosteneinsparungen und verbessertem Projektmanagement, sondern auch zu einem deutlich verbesserten Verständnis und Kontrolle des gesamten Bauprozesses.

Einer der wichtigsten Aspekte, der sich aus dem Prozess ergibt, ist die Notwendigkeit der fortwährenden Anpassung und Verbesserung der Modelle und deren Parameter. Diese werden in den verschiedenen Phasen des Projekts ständig verfeinert, um eine genaue Abbildung der realen Strukturen und Bedingungen zu gewährleisten. Element-IDs ermöglichen dabei ein gezieltes Abrufen von Informationen und bieten eine hohe Transparenz bei der Verfolgung von Änderungen.

Bei der Überprüfung und Qualitätssicherung der Modelle mittels Solibri zeigte sich die Wichtigkeit der effektiven Kommunikation und Koordination zwischen den verschiedenen Projektbeteiligten. Die regelmäßige Überprüfung der Modelle auf Kollisionen und andere potenzielle Probleme, die frühzeitig erkannt und korrigiert werden müssen, ist ein wesentlicher Bestandteil des BIM-basierten Arbeitsprozesses.

Die Nutzung von ORCA als Schnittstelle zwischen BIM und AVA ermöglicht eine effizientere und schnellere Kostenverfolgung und hilft dabei, mögliche Fehler bei der Mengenübernahme zu vermeiden.

Schlussendlich ist zu betonen, dass trotz der hohen Effizienz und Genauigkeit, die durch den Einsatz von BIM und ergänzenden Tools erreicht werden kann, ein ständiges Bewusstsein und Engagement für die Aktualisierung und Verbesserung der Modelle und Parameter erforderlich ist. Es ist notwendig, stets klar zu erkennen, was geändert werden muss, um die Qualität und Genauigkeit der Projektergebnisse zu gewährleisten.

Durch die Implementierung von Technologien wie BIM und begleitenden Softwaretools wie ORCA wird die Konzeption und Realisierung von Bauprojekten revolutioniert.

Die Effizienzsteigerung zeigt sich in mehreren Aspekten: Arbeitsprozesse werden beschleunigt, da eine zentrale Datensammlung in Echtzeit zur Verfügung steht und Aktualisierungen im Modell sofort für alle Beteiligten sichtbar sind. Zeit- und kostenaufwendige manuelle Aufgaben, wie z.B. die Mengenübernahme und -

verknüpfung, können teilweise oder vollständig automatisiert werden, wodurch menschliche Fehler minimiert, und Konsistenz gewährleistet wird.

In Bezug auf die Genauigkeit bietet BIM einen detaillierten Einblick in das Bauprojekt, was es den Stakeholdern ermöglicht, präzisere Entscheidungen zu treffen. Durch das Zuweisen individueller Element-IDs zu Bauelementen oder -teilen, können spezifische Informationen gezielt abgegriffen werden. Dies trägt zu einer besseren Qualitätssicherung und Kollisionskontrolle bei, was sich wiederum positiv auf die Projektergebnisse auswirkt.

Die Transparenz wird durch die durchgängige Dokumentation und Nachvollziehbarkeit der Projektentwicklung erhöht. Das BIM-Modell fungiert dabei als „single source of truth“, in der alle relevanten Informationen zentral gespeichert und abgerufen werden können. Dies vereinfacht die Kommunikation und Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen Projektbeteiligten und sorgt für eine verbesserte Übersichtlichkeit.

Durch diese Entwicklungen wird die Baubranche nicht nur effizienter, sondern auch nachhaltiger, da durch genaue Planung und Überwachung der Ressourcenverschwendung entgegengewirkt wird. Daher stellt die Digitalisierung, insbesondere die Integration von BIM und zugehörigen Werkzeugen, ein unverzichtbares Instrument für zukünftige Bauprojekte dar.



## 5. Konklusion

### 5.1 Beantwortung der Forschungsfrage

Um auf die Forschungsfrage: „Was spricht gegen die Verwendung eines BIM-Modells in der Ausschreibung und Abrechnung von Bauleistungen?“ zurückzuschließen, lässt sich feststellen, dass trotz der zahlreichen Vorteile und der verbesserten Genauigkeit, die durch die Verwendung von BIM-Modellen entstehen können, verschiedene Herausforderungen diesen Prozess erschweren.

Die Analyse der aktuellen Literatur und Forschung verdeutlicht mehrere Bereiche, in denen zusätzliche Untersuchungen und Entwicklung notwendig sind, um die volle Kapazität und Vorteile von BIM in der Bauabrechnung zu entfalten.

Zunächst wird deutlich, dass eine erhebliche Informationslücke in Bezug auf die Interoperabilität verschiedener BIM-Software besteht. Ein tieferes Verständnis der Fähigkeit unterschiedlicher BIM-Tools zur effizienten Interaktion ist entscheidend, um eine durchgängige Bauabrechnung über BIM-Modelle zu ermöglichen.

Ein weiterer Aspekt, der hervorgehoben werden muss, ist die Diskrepanz zwischen Forschung und Ausbildung im Bereich BIM. Während an Universitäten und Forschungseinrichtungen intensive Arbeit zur Entwicklung und Verbesserung von BIM-Technologien und -Prozessen geforscht wird, fehlen entsprechende Schulungsangebote an Universitäten, die es ermöglichen, diese Forschungsergebnisse in die Praxis umzusetzen. Die Entwicklung von BIM-Standards und -Praktiken in der Forschung ist nur dann wirklich wirksam, wenn sie durch eine ausreichende Ausbildung und Qualifizierung der am Bau beteiligten Akteure ergänzt wird. Daher ist entscheidend, das Angebot an entsprechenden Schulungen auszuweiten und anzupassen, um den Wissens- und Fähigkeitstransfer vom akademischen in den praktischen Bereich zu erleichtern.

Des Weiteren besteht ein klarer Bedarf an der Standardisierung und Optimierung von BIM-gestützten Bauabrechnungsprozessen. Es besteht eine erhebliche Unklarheit darüber, welche standardisierten Methoden und Praktiken am besten für die BIM-basierte Bauabrechnung geeignet sind. Insbesondere angesichts der komplexen

Vertrags- und Abrechnungsmodelle, der Werkvertragsnormen der H22xx und B22xx sowie die Leistungsbeschreibung HB und HT, die im Bauwesen üblich sind.

Außerdem fehlen ausreichende Informationen darüber, wie die Implementierung von BIM die Arbeitspraktiken und die Organisationsstruktur der am Bau beteiligten Unternehmen beeinflusst. Umfassendere Untersuchungen zu den Auswirkungen der BIM-Implementierung auf Aspekte wie Anfangsinvestitionen, Mitarbeiterausbildung und technische Infrastruktur von Unternehmen sind vonnöten.

Schließlich besteht ein Mangel an klaren Leitlinien, wie bestehende Normen und Vorschriften angepasst oder erweitert werden müssen, um die Anwendung von BIM in der Bauabrechnung zu unterstützen. Die möglichen Auswirkungen von BIM auf bestehende rechtliche und normative Rahmenbedingungen im Bausektor wurden bisher nur unzureichend erforscht. Hier besteht ein dringender Bedarf an weiterer Forschung, um die Möglichkeiten und Grenzen der Anwendung von BIM unter den aktuellen Normen und Gesetzen zu erkennen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass eine fortgesetzte Forschung und Entwicklung in diesen Bereichen unerlässlich ist. Diese umfasst die Anpassung von Normen, die Einführung von BIM-Standards wie IFC, die Integration von BIM in bestehende Software-Tools und die Schulung der Projektbeteiligten in der Anwendung von BIM-Technologien. Mit der Schließung dieser Forschungslücken können wir uns dem Ziel nähern, die Vorteile von BIM in der Bauabrechnung vollständig zu nutzen und einen Mehrwert für die gesamte Baubranche zu schaffen.

## 5.2 Ausblick

Im Ausblick auf die weiterführende Entwicklung und Anwendung von BIM in allen Phasen eines Bauprojekts wird die Vision klar: Die konsequente und flächendeckende Nutzung des BIM-Modells von der Planungsphase über die Ausschreibung und Ausführung bis hin zum Facility Management. Diese vollständige Anwendung von BIM ermöglicht eine durchgängige Datenkonsistenz und Effizienzsteigerung in allen Leistungsphasen.

Blickt man in die Zukunft der BIM-Anwendung, vor allem in der Ausschreibung und Abrechnung von Bauleistungen, so zeichnen sich wichtige Entwicklungsrichtungen ab, die aus der Konklusion dieses Forschungsprojektes hervorgehen.

Die Notwendigkeit, die Interoperabilität verschiedener BIM-Software zu verstehen und zu verbessern, ist ein wesentlicher Faktor, der die weitere Entfaltung der Vorteile von BIM beeinflusst. Es ist zu erwarten, dass in diesem Bereich zusätzliche Forschungs- und Entwicklungsarbeit erforderlich sein wird. Konkrete Lösungsansätze könnten hier die Weiterentwicklung und breitere Anwendung von offenen Datenstandards wie dem Industry Foundation Classes (IFC) Standard sein. Auch die Entwicklung universeller Datenkonvertierungs-Tools könnte dazu beitragen, die Interoperabilität zu verbessern. Ein weiterer entscheidender Punkt für die Zukunft ist die Ausbildung. Die Diskrepanz zwischen der aktuellen Forschung und den Schulungsangeboten in Universitäten und Fachhochschulen muss angegangen werden. Hier könnten Universitäten und Fachhochschulen beispielsweise BIM-bezogene Studiengänge einführen oder ausbauen, um den Fokus auf BIM zu legen und somit den Transfer von Forschungsergebnissen in die Praxis zu erleichtern.

Die Notwendigkeit der Standardisierung und Optimierung von BIM-gestützten Bauabrechnungsprozessen ist ein weiterer Aspekt, der den zukünftigen Kurs bestimmt. Es ist vorstellbar, dass sich Standardisierungsgremien und Fachverbände diesem Thema annehmen und durch die Entwicklung von spezifischen Leitfäden und Handbüchern, die standardisierte Verfahren zur Anwendung von BIM in der Bauabrechnung definieren, zu einem vereinfachten, genormten Ablauf beitragen.

Zudem ist zu erwarten, dass die Untersuchungen zur Auswirkung von BIM auf Arbeitspraktiken und Organisationsstrukturen intensiviert werden. Konkrete Möglichkeiten, dies zu untersuchen, könnten die Durchführung von Fallstudien in Unternehmen sein, die bereits BIM implementiert haben. Durch den direkten Einblick in diese Unternehmen könnten wertvolle Erkenntnisse gewonnen und Best Practices identifiziert werden.

Schließlich dürften rechtliche Aspekte und Normen einen Schwerpunkt der zukünftigen BIM-Forschung und -Praxis darstellen. Es ist zu erwarten, dass bestehende Vorschriften und Normen überprüft und angepasst werden müssen. Eine konkrete Maßnahme könnte hier die Gründung einer speziellen Arbeitsgruppe oder Kommission sein, die sich ausschließlich mit den rechtlichen und normativen Implikationen der BIM-Anwendung beschäftigt.

Insgesamt kann man sagen, dass die Entwicklung von BIM in der Bauabrechnung noch vor bedeutenden Herausforderungen steht, aber das Potenzial und die Vorteile, die diese Technologie bietet, sind erheblich. Durch kontinuierliche Forschung, Innovation und Anpassung wird die vollständige Nutzung von BIM in der Bauabrechnung immer greifbarer. Die Baubranche kann auf eine Zukunft blicken, in der BIM die Abläufe optimiert und die Effizienz in allen Phasen von Bauprojekten erhöht.

Es liegt eine spannende Zukunft vor uns, in der BIM nicht nur die Ausschreibung und Abrechnung von Bauleistungen, sondern die gesamte Bauindustrie transformieren könnte.

## Literaturverzeichnis

**Anderl Thomas [et al.]** BIM in der Praxis-Digitalisierung & Recht [Online] // ÖIAV . - 2018. - <https://www.oiaav.at/plattform-4-0/schriften/>.

**Borrmann Andre [et al.]** Building Information Modeling-Technology Foundations and Industry Practice [Buch]. - Cham : Springer Nature Switzerland AG, 2015.

**Christalon Harald, Goger Gerald und Reismann Wilhelm** AVVA radikal-digital [Online] // ÖIAV . - 2019. - <https://www.oiaav.at/plattform-4-0/schriften/>.

**Digital Findet Stadt** [Online]. - Letzter Zugriff: 27.05.2023. - <https://www.digitalfindetstadt.at/>.

**Eichler Christoph Carl [et al.]** BIMcert Handbuch // Grundlagenwissen openBIM. - [s.l.] : Mironde-Verlag, 24. 03 2023.

**Freund Jakob und Rücker Bernd** Praxishandbuch BPMN-Mit Einführung in DMN [Buch]. - [s.l.] : Carl Hanser Verlag München, 2019.

**Gasteiger Adriane, Gasteiger-Cornelio Tamara und Petsch David** Der Sitelife Bautagsbericht eine IFC-basierte Baustellendokumentations-Plattform [Bericht]. - 2021.

**Kensek Karen M. und Noble Douglas E.** Building Information Modeling-BIM in current and future practice [Buch]. - Hoboken : John Wiley & Sons, Inc, 2014.

**ÖIAV-Schriften der Plattform 4.0** [Online]. - Letzter Zugriff: 27.05.2023. - <https://www.oiaav.at/plattform-4-0/schriften/>.

**ÖNORM 1801:** Bauprojekt- und Objektmanagement Teil 1: Objekterrichtung. - 01. 03 2022.

**ÖNORM A 2050:** Vergabe von Aufträgen über Leistungen. - 01. 11 2006.

**ÖNORM A 2063:** Austausch von Daten in elektronischer Form für die Phasen Ausschreibung, Vergabe und Abrechnung (AVA) Teil 1: Austausch von Leistungsbeschreibungs-, Ausschreibungs-, Angebots-, Auftrags- und Abrechnungsdaten. - 15. 03 2021.



**ÖNORM A 2063:** Austausch von Daten in elektronischer Form für die Phasen Ausschreibung, Vergabe und Abrechnung (AVA) Teil 2: Berücksichtigung der Planungsmethode Building Information Modeling (BIM) Level 3. - 15. 03 2021.

**ÖNORM A 6241:** Digitale Bauwerksdokumentation Teil 2: Building Information Modeling (BIM) — Level 3-iBIM. - 01. 07 2015.

**ÖNORM B 2110:** Allgemeine Vertragsbestimmungen für Bauleistungen. - 01. 05 2023.

**ÖNORM EN ISO 19650-1:** Organisation von Daten zu Bauwerken-Informationsmagament mit BIM Teil 1: Konzepte und Grundsätze. - 15. 04 2019.

**ÖNORM EN ISO 19650-2:** Organisation und Digitalisierung von Informationen zu Bauwerken und Ingenieurleistungen, einschließlich Bauwerksinformationsmodellierung (BIM) - Teil 2: Planungs-, Bau- und Inbetriebnahmephase. - 15. 04 2019.

**Pfersche Nicole** Prozessdarstellung der konventionellen Bauabrechnung im Baubetrieb mit BIM. - [s.l.] : TU Wien, 2019.

**Rant Matthias [et al.]** Digitale Dokumentation und Beweissicherung [Online] // ÖIAV. - 2018. - <https://www.oiaav.at/plattform-4-0/schriften/>.

**Schranz Christian [et al.]** Digitalisierung und Standardisierung der Immobilienwirtschaft unter Anwendung von BIM am Beispiel eines Neuabus: BIO-Insitut der HBLFA Raumberg-Gumpenstein [Bericht]. - [s.l.] : TU-Verlag, 2021.

**Schustereder Stephan** Mengenermittlung von Bauleistungen nach LB-HB und Werkvertragsnormen anhand Industry Foundation Classes (IFC). - [s.l.] : TU Wien, 2020.

**Stumpauer David** Modellbasierte Mengenermittlung // Methodenvergleich und Workflow-Analyse. - [s.l.] : TU Wien, 2020.

**Tauschnig DI Dr. techn. Arnold, Fröch DI Dr. techn. Georg und Gächter DI Werner** What's BIM?-Neue Trends im Planungs-, Bau- und Abwicklungsprozess [Buch]. - Innsbruck : STUDIA Universitätsverlag, 2014. - 2. Auflage.

# Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: BPMN-Basiselemente .....	40
Abb. 2: Pool Ausschreibung anhand von BIM-Modellen, Prozessstart.....	42
Abb. 3: Iterativer Arbeitsprozess der Erstellung, Prüfung und Export des BIM-Modells in der Entwurfsplanung.....	44
Abb. 4: Prüfprozess Gesamtmodell, Export Prüfbericht sowie Ablage auf CDE-Plattform .....	48
Abb. 5: Erstellung eines LV anhand des geprüften Gesamtmodells, Prozessende .....	53
Abb. 6: Gesamter BPMN-Prozess „Ausschreibung anhand vom BIM-Modell“ .....	56
Abb. 7: Visualisierung Projekt Modul 0 .....	58
Abb. 8: Revit Interface, Projektstartseite.....	60
Abb. 9: Revit Interface, Bearbeitungsbereich Rohbau.....	62
Abb. 10: Detaillierungsgrad VE-Phase LOD 100 (li.), Detaillierungsgrad in der EN-Phase LOD 200 (re.) .....	63
Abb. 11: Detaillierungsgrad AUS-Phase LOD 400.....	64
Abb. 12: Leitdetail aus Projektelementkatalog (PEK) .....	65
Abb. 13: Auszug aus dem BIM-Modell generierten Raumbblatt.....	66
Abb. 14: IFC-Export aus Revit .....	67
Abb. 15: Prozess der Modellprüfung.....	68
Abb. 16: Solibri Interface, BCF-Export.....	70
Abb. 17: ORCA Interface, IFC-Import.....	71
Abb. 18: Mengenübernahme vom IFC .....	72
Abb. 19: Mengenübernahme vom IFC, Auswahl der Parameter .....	73
Abb. 20: Kostengliederung und Mengenverknüpfung.....	74
Abb. 21: Verknüpfung von Einheitspreisen.....	75
Abb. 22: ORCA-Interface, Erstellung der Ausschreibung.....	77

Abb. 23: Mengenübergabe aus IFC in die ORCA-Projektvariablen..... 79

Abb. 24: Anmerkung als Anhang (ob.), Mengenkatalog (li.), Mengen (re.) ..... 80

Abb. 25: Aus ORCA generiertes Leistungsverzeichnis ..... 81