

Diplomarbeit

# Prozessanalyse eines Kleinunternehmens – Umsetzungskonzepte zur Implementierung von openBIM-Lösungen

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grads

Diplom-Ingenieur

eingereicht an der TU Wien, Fakultät für Bau- und Umweltingenieurwesen

---

Diploma Thesis

## Process analysis of a small company – Realisation concepts for the implementation of openBIM solutions

submitted in satisfaction of the requirements for the degree

Diplom-Ingenieur

of the TU Wien, Faculty of Civil and Environmental Engineering

Mst. (BM) **Norbert Breitschopf**, BSc

Matr.Nr.: 11813864

Betreuung: Associate Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. **Christian Schranz**, M.S.  
Assistant Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. **Harald Urban**, BSc  
Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft  
Forschungsbereich Digitaler Bauprozess  
Technische Universität Wien  
Karlsplatz 13/235, 1040 Wien, Österreich

Wien, im März 2025

---



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar  
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

# Danksagung

An erster Stelle möchte ich mich ganz herzlich bei meinen beiden Betreuern, Herrn Associate Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Christian Schranz, M.S. und Herrn Assistant Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Harald Urban, BSc bedanken. Sie unterstützten mich stetig mit hilfreichen Anregungen und konstruktivem Feedback. Beide waren stets erreichbar und brachten mir die Grundsätze der wissenschaftlichen Arbeit bei. Für ihren unermüdlichen Einsatz bin ich äußerst dankbar!

Ohne ihnen und dem gesamten Team des Forschungsbereichs Digitaler Bauprozess wäre das Studium nicht eine solche inspirierende Phase meines Lebens gewesen, wie ich sie erleben durfte.

Den Arbeitskollegen des EDV-Labors gebührt mein inniger Dank für die tollen Ratschläge, Erfahrungsberichte und Tipps für das Studium. Sie stimmten mich oftmals zuversichtlich, wenn auch die Lage scheinbar aussichtslos schien.

An dieser Stelle möchte ich mich herzlich bei der Fa. Roombus Baudienstleistungs GmbH bedanken, die mir die Möglichkeit geboten haben, meine Diplomarbeit in Zusammenarbeit mit ihrem Unternehmen zu schreiben. Besonders danke ich den Inhabern, der Familie Pawelka, die mich beruflich sowie privat immer unterstützen.

Einen besonderen Dank gebührt meinem Studienkollegen Lukas Flamm. Seine Zusammenarbeit machte jegliche Herausforderung im Studium oder auch die Baumeisterprüfung bezwingbar. Durch den gemeinsamen „Kampf“ spornten wir uns stets gegenseitig an und machten die Zeit zu einer des „Nie-Vergessens“. Ich blicke mit einem Lächeln an diese Zeit zurück und freue mich einen wahren Freund gefunden zu haben.

Mein aufrichtiger Dank gilt meinen Eltern, meiner Schwester, meinen Großeltern, Taufpaten und besten Freunden, die mich während meines gesamten Studiums tatkräftig unterstützt und begleitet haben. Sie haben mir stets den Rücken gestärkt, mich motiviert und sind mir in vielen Lebenslagen mit gutem Vorbild vorangeschritten. Diese unermessliche Unterstützung hat mir alle Möglichkeiten zur Verwirklichung meiner Träume und Ziele eröffnet. Ohne sie alle, wäre dieser Erfolg nicht möglich gewesen und dafür bin ich ihnen aus ganzem Herzen dankbar.



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar  
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

# Kurzfassung

Die Bauwirtschaft ist derzeit mit großen Herausforderungen konfrontiert, die durch steigenden Preisdruck und die Notwendigkeit einer höheren Effizienz bedingt sind. Der Fokus verschiebt sich zunehmend von einer einseitigen Interessenwahrung zu einer stärkeren Kooperation und Transparenz zwischen allen Projektbeteiligten hin. Insbesondere in der Planungsphase sind verstärkte Kooperation und bessere Datenintegrität zwischen den Projektbeteiligten erforderlich, um das gemeinsame Projektziel erfolgreich zu erreichen. Technologien wie *Building Information Modeling* (BIM), *Augmented Reality* (AR) und *Künstliche Intelligenz* (KI) bieten Potenziale, um Ziele effizient zu erreichen. Dennoch gibt es in vielen Unternehmen noch Vorbehalte gegenüber den neuen Technologien, was an der Unsicherheit und Überforderung der Unternehmen liegt. In diesen Unternehmen findet die Implementierung der offenen openBIM-Standards, die eine höhere Effizienz und Datenkonstanz ermöglichen, deswegen noch nicht statt.

Die vorliegende Diplomarbeit befasst sich mit dem Ist-Prozess eines Kleinunternehmens, identifiziert Problemstellen im aktuellen Prozess hinsichtlich der Datenintegrität und präsentiert Optimierungsmöglichkeiten mit openBIM zur Behebung dieser Probleme. In Bezug auf die identifizierten Probleme und deren Lösungen wird zwischen prozess-übergreifenden und prozess-spezifischen Problemen differenziert. Die Lösung der prozess-übergreifenden Probleme bildet dabei die Grundlage für die Umsetzung der prozess-spezifischen Probleme. Die Relevanz und der Aufwand der entwickelten Optimierungen wurden mittels einer Umfrage ermittelt. Die Einstufung des Digitalisierungsgrads des Kleinunternehmens bildet die Grundlage für die Umsetzung aller weiteren Optimierungen. Ergänzend erfolgt die Erstellung von Reifegradmodellen zur Entwicklung einer Roadmap zur Implementierung von openBIM für die Hauptentwicklungsbereiche Mensch, Technologie und Prozess. Bei den prozess-spezifischen Optimierungen liegt ein besonderer Augenmerk auf der „gesetzlichen und behördlichen Informationsanforderung“ für Software-Produkte, die als wichtigste Optimierung aus der Umfrage hervorgegangen ist. Für diese werden zwei Umsetzungskonzepte entwickelt, die eine Schritt-für-Schritt-Anleitung darstellen, um eine Implementierung von openBIM-Lösungen im Unternehmen zu ermöglichen. Mit Hilfe von Datenstrukturwerkzeugen und dem Standard der *Information Delivery Specification* (IDS) kann die Optimierung umgesetzt werden. Im Rahmen der Umsetzung liegt der Fokus auf den Software-Produkten *BIMQ* als Datenstrukturwerkzeug und *Archicad* als Vertreter einer openBIM-fähigen Autorensoftware. Ziel ist es, die Hemmschwelle für Unternehmen zu senken und den Einstieg in openBIM zu erleichtern. Abschließend werden Tipps und Best Practices zusammengefasst und konkrete Empfehlungen zur Umsetzung der Optimierungen gegeben. Die Arbeit zeigt auf, dass durch den gezielten Einsatz von openBIM und modernen digitalen Tools die Datenintegrität im Prozess eines Kleinunternehmens nicht nur optimiert, sondern auch zukunftssicher gestaltet werden kann.



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar  
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

# Abstract

The construction industry is currently facing major challenges due to increasing price pressure and the need for greater efficiency. The focus is increasingly shifting from a one-sided defence of interests to greater cooperation and transparency between all project participants. Particularly in the planning phase, increased cooperation and better data integrity between project participants are required in order to successfully achieve the common project goal. Technologies such as *Building Information Modelling* (BIM), *Augmented Reality* (AR) and *Artificial Intelligence* (AI) offer the potential to achieve these goals efficiently. Nevertheless, many companies still have reservations about the new technologies due to the uncertainty and excessive demands placed on them. This is why many companies have not yet implemented the *openBIM*-standards, which enables greater efficiency and data consistency.

This diploma thesis deals with the current process of a small company, identifies problem areas in the current process with regard to data integrity and presents optimisation options with *openBIM* to solve these problems. With regard to the problems identified and their solutions, a distinction is made between cross-process problems and process-specific problems. The solution to the cross-process problems forms the basis for the implementation of the process-specific problems. The relevance and cost of the optimisations developed were determined by means of a survey. The classification of the degree of digitalisation of the small company forms the basis for the implementation of all further optimisations. In addition, maturity models are being created to develop a roadmap for the implementation of openBIM for the main development areas of people, technology and process. In terms of process-specific optimisations, particular attention is paid to the legal and regulatory template for software products, which emerged as the most important optimisation from the survey. Two implementation concepts are developed for this, which represent a step-by-step guide to enable the implementation of openBIM solutions in the company. The optimisations can be implemented with the help of data structure tools and the *Information Delivery Specification* (IDS) standard. As part of the implementation, the focus is on the software products *BIMQ* as a data structure tool and *Archicad* as a representative of openBIM-capable authoring software. The aim is to lower the inhibition threshold for companies and make it easier to get started with openBIM. Finally, tips and best practices are summarised and specific recommendations for implementing the optimisations are given. The work shows that the targeted use of openBIM and modern digital tools can not only optimise data integrity in the process of a small company, but also make it future-proof.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>10</b>
1.1	Aufbau der Diplomarbeit . . . . .	11
1.2	Forschungsfragen . . . . .	12
1.3	Forschungsabgrenzung . . . . .	12
<b>2</b>	<b>Grundlagen</b>	<b>13</b>
2.1	Begriffe . . . . .	13
2.2	openBIM-Verfahren . . . . .	15
2.2.1	openBIM-Projektdurchführung . . . . .	15
2.2.2	Einreichung BRISE-Vienna . . . . .	17
<b>3</b>	<b>Ist-Prozess-Darstellung</b>	<b>19</b>
3.1	Prozesserfassung . . . . .	19
3.1.1	Betrachtetes Unternehmen . . . . .	19
3.1.2	Ist-Prozesserfassung . . . . .	20
3.2	Prozessdarstellung . . . . .	21
3.2.1	Projektbeteiligte . . . . .	21
3.2.2	Prozessbeschreibung . . . . .	22
<b>4</b>	<b>Prozessanalyse</b>	<b>36</b>
4.1	Identifikation von Prozessproblemen . . . . .	36
4.1.1	Prozess-übergreifende Probleme . . . . .	37
4.1.2	Prozess-spezifische Probleme . . . . .	37
4.2	Prozessoptimierungen mit openBIM . . . . .	40
4.2.1	Prozess-übergreifende Optimierungen . . . . .	40
4.2.2	Prozess-spezifische Optimierungen . . . . .	41
4.3	Umfrage . . . . .	44
4.3.1	Methodik . . . . .	44
4.3.2	Ergebnisse . . . . .	44
<b>5</b>	<b>Umsetzungskonzept</b>	<b>47</b>
5.1	Priorisierte Umsetzungen . . . . .	47
5.2	Prozess-übergreifende Umsetzungskonzepte . . . . .	48
5.2.1	Einstufung im DigiCheck . . . . .	48
5.2.2	Stufenweise Reifegradmodell . . . . .	49
5.2.3	Darstellung der Reifegrade . . . . .	52
5.3	Prozess-spezifische Umsetzungskonzepte . . . . .	53
5.4	Implementierung gesetzlicher und behördlicher Informationsanforderung . . . . .	56
5.4.1	Ausgangslage . . . . .	56
5.4.2	Austausch-Informationsanforderungen . . . . .	57
5.4.3	Umsetzungskonzept mit Datenstrukturwerkzeug BIMQ . . . . .	58
5.4.4	Datenverarbeitung mit IDS . . . . .	64
5.4.5	Zusammenfassung – IDS und Datenstrukturwerkzeug . . . . .	68

---

5.4.6	Hilfestellung bei der Umsetzung . . . . .	69
5.4.7	Zeitliche Auswertung . . . . .	71
<b>6</b>	<b>Fazit und Ausblick</b>	<b>72</b>
6.1	Zusammenfassung . . . . .	72
6.2	Beantwortung der Forschungsfragen . . . . .	73
6.3	Resümee und Ausblick . . . . .	76
	<b>Anhang</b>	<b>82</b>
<b>A</b>	<b>Fragebogen Umfrage Prozessoptimierung mit openBIM</b>	<b>83</b>
<b>B</b>	<b>Fragebogen halbstandardisiertes Interview</b>	<b>93</b>
<b>C</b>	<b>Ergebnisse Fragebogen</b>	<b>96</b>
<b>D</b>	<b>Darstellung des Ist-Prozesses der Einreichung, Ausführungsplanung, Ausschreibung und Vergabe</b>	<b>97</b>

# Kapitel 1

## Einleitung

Die Bauwirtschaft befindet sich aktuell im Wandel. Der Preisdruck erfordert die Steigerung der Effizienz und Zusammenarbeit aller Projektbeteiligten zur Erreichung des gemeinsamen Projektziels. Die bisherige Fokussierung auf den eigenen Vorteil (Claim Management) weicht zunehmend der Kooperation [30]. Dieser Wandel erfordert eine neue Form der Kooperation, Interaktion und Transparenz, die durch den Einsatz von *Building Information Modeling* (BIM), *Künstlicher Intelligenz* (KI) und *Augmented Reality* (AR) ermöglicht wird [19, 48, 49, 53, 54]. Ein vielversprechender Ansatz zur Verbesserung der Zusammenarbeit und des Informationsaustauschs ist die Einführung von openBIM, basierend auf offenen und international etablierten Standards. openBIM ermöglicht den Austausch von digitalen Bauwerksinformationen zwischen verschiedenen Softwarelösungen und Fachdisziplinen, was zu einer effizienteren und fehlerärmeren Zusammenarbeit führt [15]. BIM verbessert die Koordination und Kommunikation zwischen den Projektbeteiligten erheblich, indem alle relevanten Informationen in einer gemeinsamen digitalen modellbasierten Umgebung zusammengeführt werden. Deshalb verlangen zahlreiche öffentliche Auftraggeber, aber auch private Bauherren, inzwischen die Anwendung von BIM in der Planungsphase. Große Unternehmen setzen bereits umfassend auf BIM-Methoden, während kleine Unternehmen oft vor besonderen Herausforderungen bei der Integration von openBIM stehen. Eine allgemeine Implementierung neuer Technologien und insbesondere von BIM erfolgt oft nur zögerlich, was zu einer langsamen Umstellung führt. Es werden immer wieder erhebliche Investitionsängste bezüglich Ausbildung, Einarbeitung und Softwarekosten sowie ein Mangel an Umsetzungsstrategien als Gründe dafür identifiziert. Ein zentraler Aspekt von openBIM ist die Gewährleistung der Datenintegrität, das heißt, dass Informationen während des gesamten Planungsprozesses korrekt, vollständig und konsistent bleiben. Insbesondere bei Kleinunternehmen, die mit unterschiedlichen Softwarelösungen arbeiten und häufig in kleineren Projektteams agieren, treten Probleme bei der Datenübergabe und Datenverarbeitung auf. In dieser Arbeit wird untersucht, welche Herausforderungen hinsichtlich der Datenintegrität bei der Durchführung von Projekten in Kleinunternehmen bestehen und wie openBIM-Lösungen zur Verbesserung dieser Situation beitragen können. Ziel ist es, durch die Analyse bestehender Prozesse und die Entwicklung gezielter Lösungsansätze die Datenqualität zu erhöhen und die Effizienz der Zusammenarbeit zu verbessern. Zur Erreichung des Ziels wird die Analyse des Ist-Prozesses und die Entwicklung von openBIM-Lösungen bei dem Kleinunternehmen Fa. Roombus Baudienstleistungen GmbH durchgeführt und die Ergebnisse dieses Fallbeispiels werden genauer untersucht und beschrieben. Die Integration von openBIM sowie die Verbesserung der Datenintegrität über das gesamte Projekt werden in Zukunft nicht nur die Effizienz und Qualität steigern [15], sondern auch die Zusammenarbeit über verschiedene Disziplinen hinweg verbessern. Die Arbeit leistet einen Beitrag zur digitalen Transformation in der Bauwirtschaft und zeigt praxisnahe Möglichkeiten auf, wie kleinere Unternehmen von den Vorteilen der BIM-Methode profitieren können. Die Schritt-für-Schritt-Anleitung zur Implementierung von openBIM-Lösungen soll die Hemmschwelle für Kleinunternehmen senken, den Einstieg in openBIM zu vollziehen.

## 1.1 Aufbau der Diplomarbeit

Der vorliegende Abschnitt gibt eine Übersicht über den Inhalt und die Struktur dieser Arbeit. Abb. 1.1 veranschaulicht den Aufbau der Diplomarbeit und dient der strukturellen und organisatorischen Orientierung. Kapitel 2 beinhaltet die Grundlagen und Definitionen wichtiger Fachbegriffe, die für das Verständnis der nachfolgenden Inhalte im Hauptteil notwendig sind. Kapitel 3 befasst sich mit der Erfassung des Ist-Prozesses der Fa. Roombuus Baudienstleistungs GmbH und dessen Darstellung. Der Prozess wurde in einem Workshop mit der Abteilungsleiterin und den Abteilungsleitern der Fa. Roombuus Baudienstleistungs GmbH erarbeitet und gestaltet. Die Analyse des erfassten Prozesses findet in Kapitel 4 statt. Zu diesem Zweck wurden Interviews mit der Abteilungsleiterin und den Abteilungsleitern der Fa. Roombuus Baudienstleistungs GmbH durchgeführt, um die kritischen, problematischen Bereiche des Prozesses genauer zu definieren. Der Fokus liegt dabei nicht auf der allgemeinen Prozessoptimierung oder der Implementierung von z. B. LEAN-Management, sondern auf der Identifikation von Problemen in der Datenintegrität. Bei den Problemen wird zwischen prozess-übergreifenden und prozess-spezifischen Problemen unterschieden. Die Vorstellung von Umsetzungskonzepten für openBIM-Lösungen erfolgt in Kapitel 5. Die Beurteilung der Konzepte in Bezug auf ihre Relevanz sowie des erforderlichen Aufwands erfolgt mittels einer Umfrage. Zuerst werden die Lösungen für die zuvor identifizierten prozess-übergreifenden Probleme präsentiert, da diese eine Voraussetzung für die Bearbeitung

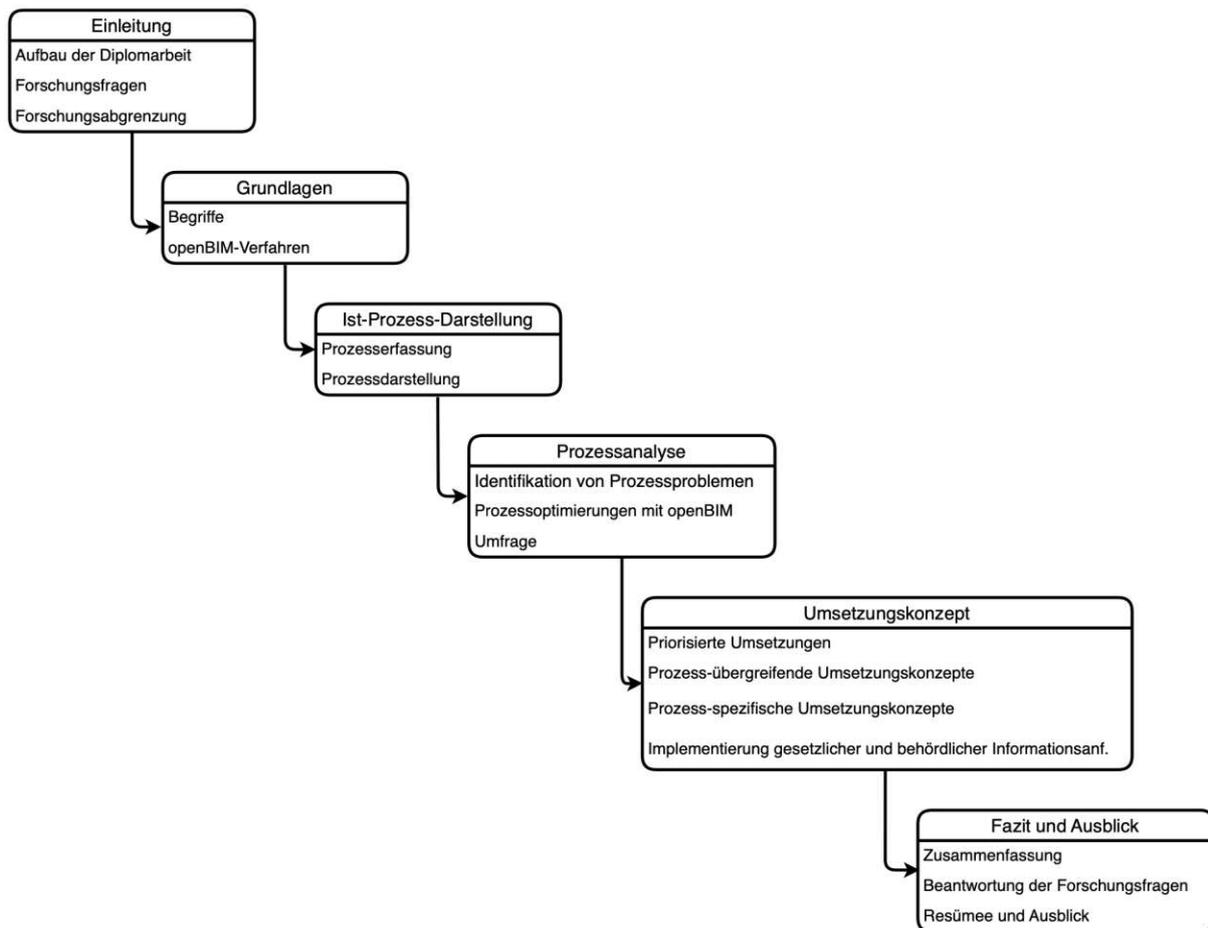


Abb. 1.1: Schematischer Aufbau der Diplomarbeit

spezifischer Probleme darstellen. Prozess-übergreifende Herausforderungen betreffen mehrere Bereiche und können sich auf verschiedene Einzelprobleme auswirken. Wenn diese übergeordneten Probleme nicht zuerst gelöst werden, könnten spezifische Maßnahmen ineffektiv bleiben oder sogar scheitern, da sie weiterhin von den übergreifenden Hindernissen beeinflusst werden. Durch die systematische Behebung dieser grundlegenden Probleme wird eine Basis geschaffen, auf der anschließend gezielt an einzelnen, spezifischen Herausforderungen gearbeitet werden kann. Aus diesem Grund werden zuerst Umsetzungskonzepte für die prozess-übergreifenden Probleme dargelegt. Für das wichtigste spezifische Problem im Prozess werden im Anschluss zwei Umsetzungskonzepte für die Lösung vorgestellt. Am Ende des Kapitels 5 finden sich Hinweise zur Umsetzung der openBIM-Lösungen aus der Praxis. Den Abschluss bildet Kapitel 6 durch eine Zusammenfassung der wesentlichen Erkenntnisse der vorliegenden Diplomarbeit.

## 1.2 Forschungsfragen

In der vorliegenden Diplomarbeit wird der Ist-Prozess eines Kleinunternehmens aufgenommen und analysiert sowie die Problemstellen identifiziert. Zur Behebung der identifizierten Problemstellen werden Lösungen entwickelt, validiert und nach Relevanz gereiht. Für die relevanteste Lösung werden in Abschnitt 5.4 Umsetzungskonzepte vorgestellt. Die im Rahmen dieser Arbeit zu beantwortenden Forschungsfragen lauten wie folgt:

- Wie sieht der Ist-Prozess der Hauptgeschäftsfelder eines typischen Kleinunternehmens aus?
- Welche Probleme sind in dem Ist-Prozess hinsichtlich der Datenintegrität erkennbar?
- Welche Lösungen können durch den Einsatz von openBIM entwickelt werden und welche sind am relevantesten?
- Wie sieht das Umsetzungskonzept für die relevantesten openBIM-Lösungen konkret aus?

## 1.3 Forschungsabgrenzung

In der vorliegenden Arbeit werden verschiedene Umsetzungskonzepte für die wichtigsten openBIM-Lösungen präsentiert. In der Arbeit wird der Ist-Prozess der Fa. Roombus Baudienstleistungs GmbH, einem Kleinunternehmen untersucht. Einige der Prozesse weichen aufgrund der geringen Größe des Unternehmens vom üblichen Standard großer Konzerne ab, weil z. B. eine Person die Aufgaben mehrerer Abteilungen durchführt, um effizient und flexibel zu bleiben. Dies hat allerdings in großen Projekten den Nachteil, dass die Nachvollziehbarkeit unter der Flexibilität leidet, da es keine klaren und vorgegebenen Abläufe gibt. Der Umfang der betrachteten Prozesse beschränkt sich dabei auf die Haupttätigkeitsfelder dieser Firma. Diese sind:

- Einreichung,
- Ausführungsplanung,
- Ausschreibung, Vergabe und Abrechnung (AVA) und
- Bauleitung/ÖBA.

Des Weiteren wird der Fokus beim Ist-Prozess auf die Verbesserung der Datenintegrität und Vermeidung von Medienbrüchen mittels der Umsetzung von openBIM-Lösung gelegt. In der Folge werden nur jene Prozesse und Inhalte betrachtet, die auch im openBIM-Verfahren vorkommen.

# Kapitel 2

## Grundlagen

Die Implementierung von openBIM-Lösungen in den Prozess eines Kleinunternehmens erfordert die Klärung einiger Grundbegriffe und Verfahren. Aus diesem Grund erfolgt in diesem Kapitel die Erläuterung der wichtigsten openBIM-Grundbegriffe. Aufbauend auf den Begriffen erfolgt die Beschreibung des openBIM-Prozesses. Im Anschluss wird das Forschungsprojekt „BRISE-Vienna“ beschrieben, welches ein openBIM-Einreichverfahren behandelte. Das Forschungsprojekt nimmt eine Vorreiterrolle in Europa ein, enthält praktische Umsetzungskonzepte für openBIM und wird deswegen im weiteren Verlauf der Arbeit oftmals als Referenz herangezogen.

### 2.1 Begriffe

#### **Auftraggeber-Informationsanforderungen (AIA)**

Austausch-Informationsanforderungen (international: EIR) regeln den Umfang für zu definierende Informationen. Nach Eichler et al. [15] ist die Austausch-Informationsanforderung ein Regelwerk bzw. eine Bestellanforderung zwischen dem Informationsbesteller/Auftraggeber (AG) und dem Informationsbereitsteller/Auftragnehmer (AN). Die Austausch-Informationsanforderung bildet die Grundlagen für den BIM-Abwicklungsplan (BAP). Im Dokument „BIM Leistungsbilder für den Hoch- und Tiefbau“ definiert Eichler [14, S. 17] die Austausch-Informationsanforderung als eine detaillierte Beschreibung der Informationsbedürfnisse des AGs an den AN. Die Informationsbesteller können lt. BIMcert Handbuch [15] im Projekt unterschiedliche sein: der Bauherr als oberste Instanz, aber auch z. B. Planer gegenüber deren Subunternehmen. In der Bauherren-Austausch-Informationsanforderung sind hauptsächlich die BIM-Anforderungen, BIM-Prozesse und BIM-Anwendungen zur Erreichung der Ziele des AGs festgelegt. In Österreich wird diese als Auftraggeber-Informationsanforderungen (AIA) bezeichnet.

#### **BPMN 2.0**

*Business Process Model and Notation 2.0* (BPMN 2.0) bildet eine Notationsbeschreibung zur Modellierung von Prozessen. Diese Methode ist ein häufig genutzter Standard in der Prozessdarstellung, weil dieser eine einfache, übersichtliche Erstellung ermöglicht, eine gute Übersicht über komplexe Prozesse verschafft und öffentlich zur Verfügung steht sowie jegliche Art von Prozessen abbilden lässt [18]. Der Standard BPMN 2.0 wurde in der ISO/IEC 19510:2013 [27] normiert. Für den openBIM-Prozess findet BPMN 2.0 in der Darstellung der UseCases Anwendung [15]. buildingSMART International bietet für die Erstellung von Anwendungsfällen und der Festlegung der Informationstiefe eine frei zugängliche Austauschplattform namens „bSI Use Case Management Service (UCMS)“ [6]. Für Visualisierungen der UseCases auf dieser Plattform wird ebenfalls BPMN 2.0 genutzt.

#### **Building Information Modeling (BIM)**

Der Begriff BIM umfasst eine Vielzahl von Prozessen im Bereich des digitalisierten Bauens. BIM hat sich im Laufe der Jahre durch Forschung und Entwicklung des Prozesses weiterentwickelt und gilt als vielversprechendste Optimierung in der Bauwirtschaft. Die Studie „Potenziale der

Digitalisierung im Bauwesen“ von Goger et al. [21, S. 34] fasst die kursierenden Definitionen auf die wesentlichen Merkmale zusammen:

- Ein interdisziplinärer Prozess über den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes.
- Ein 3D-Gebäudemodell besteht aus geometrischen und nicht-geometrischen Informationen und bildet die Basis.
- Alle Projektbeteiligten haben phasenübergreifend Zugriff auf ein zentrales Datenmodell.
- Die Zusammenarbeit am zentralen Datenmodell ist zeitgleich möglich.

### Datenintegrität

Der Terminus „Datenintegrität“ bezeichnet die Vollständigkeit, Korrektheit und Konstanz von Daten über den gesamten Prozess. Die Vollständigkeit beschreibt den Zustand, dass Daten vollkommen vorhanden sind. Die Korrektheit definiert, dass diese nicht doppelt oder falsch übertragen werden. Die Konstanz legt fest, dass die Daten permanent und immer mit dem gleichen Umfang maschinenlesbar vorhanden sind. In einer zunehmend digitalisierten Welt, in der die Datenmengen stetig wachsen, gewinnt die Datenintegrität stetig an Bedeutung. Sie gewährleistet die Qualität, Sicherheit und Verfügbarkeit von Informationen und verhindert Fehlentscheidungen, die auf fehlerhaften oder unvollständigen Daten basieren [47].

### Datenstrukturwerkzeuge

Datenstrukturwerkzeuge werden für die Verwaltung und das Management von Informationsanforderungen im openBIM-Prozess verwendet. Sie ermöglichen die Transformation von textlichen Anforderungen in computerlesbare Formate. Eichler et al. [15, S. 45] haben im BIMcert-Handbuch eine sehr treffende Beschreibung gefunden:

*Datenstrukturwerkzeuge sind webbasierte BIM-Werkzeuge zur Erstellung und Modifikation von individuellen Datenstrukturen [...]. Datenstrukturwerkzeuge unterstützen bei der Definition der Austausch-Informationsanforderungen ... und Erstellung projektspezifischer BIM-Leitfäden. Sie erlauben eine direkte Ableitung der Prüfreden für die BIM-Prüfsoftware. Dies verbessert das Qualitätsmanagement und die Qualitätskontrolle der BIM-Modelle.*

### Information Delivery Specification (IDS)

Bei IDS handelt es sich grundsätzlich um alphanumerische Informationsanforderung (LOI) in computerlesbarer Form. IDS basiert auf dem XML-Datenschema und ermöglicht die genaue Definition der Eigenschaften (IDS: Requirements) von Elementen sowie die Anwendung von Filtern (IDS: Applicability). IDS ist ein öffentlich zugänglicher Standard von buildingSMART International, der bereits von den neuen Autorensoftware-Produkten unterstützt wird (z. B. die Autorensoftware *Archicad* und die Prüfsoftware *Solibri*).

### Reifegradmodelle

Die Digitalisierung von Prozessen erfolgt in der Regel schrittweise, wie Urban [53] in seiner Dissertation beschreibt. Reifegradmodelle legen eben diese Entwicklungsschritte fest und schaffen Klarheit für alle Beteiligten. In der Diplomarbeit von Flamm [16, S. 15] findet sich eine treffende Formulierung:

*Die Akteure erkennen, in welcher Stufe sie sich gerade befinden, und wissen gleichzeitig über die nächsten Schritte Bescheid. Dies ermöglicht eine gezielte Weiterentwicklung und Optimierung der Abläufe. Daher ist die Entwicklung eines Reifegradmodells von großer Bedeutung.*

## 2.2 openBIM-Verfahren

Bei den vorherrschenden BIM-Verfahren wird zwischen closedBIM und openBIM unterschieden. Die beiden Verfahren unterscheiden sich dadurch, dass bei closedBIM nur eine einzige Software zum Einsatz kommt, während openBIM eine offene Lösung ermöglicht. Die verschiedenen Prozessbeteiligten können untereinander kompatible Dateien austauschen, wenn sie BIM-fähige Software-Produkte einsetzen. Der Datenaustausch zwischen den Formaten erfolgt über offene Datenformate wie *Industry Foundation Classes (.ifc)* und *BIM Collaboration Format (.bcf)*. Der Austausch der Modelle zwischen den Fachplanern besteht bei openBIM aus zwei Bereichen: den individuell wählbaren Software-Produkten, aus denen Daten in einem offenen Datenformat exportiert werden und den Plattformen für den Datenaustausch. Auf diesen Plattformen erfolgt der Austausch, die Ablage und die Abstimmung der Modellversionen [15].

### 2.2.1 openBIM-Projektdurchführung

Die openBIM-Prozessbeschreibung beginnt mit der Definition der Rollen im Prozess. Abb. 2.1 stellt den openBIM-Prozess vor. Die wichtigsten Rollen im Prozess sind das BIM-Management und die BIM-Gesamtkoordination, mittig angeordnet in Abb. 2.1. Falls BIM-Projektleitung und BIM-Projektsteuerung zusammengelegt sind, wird dies als BIM-Management bezeichnet. Die BIM-Projektleitung und BIM-Projektsteuerung findet in diesem Fall im BIM-Management statt. Die BIM-Projektleitung und die BIM-Projektsteuerung vertreten die Interessen des Auftraggebers. Die BIM-Projektleitung ist frühzeitig in das Projekt eingebunden, verantwortlich für die Erreichung der gesetzten Projektziele und für die Durchsetzung der Anforderungen an die Datenstruktur sowie die Definition der Leistungsbilder. Sie erstellt die AIA, in der die Anforderungen des Auftraggebers definiert werden. Die AIA ist durch die ÖNORM EN ISO 19650-1 [42] normiert. Die AIA wird im Rahmen von openBIM unter Anwendung von Standardisierungen und Normen erstellt, in diesem Fall unter Anwendung der Standards von buildingSMART. Die BIM-Projektsteuerung ist für die Umsetzung der AIA verantwortlich. Sie erstellt den vorläufigen BIM-Abwicklungsplan (preBAP), in dem Mindestanforderungen und die Projektstruktur definiert sind. Daraus erstellt der Auftragnehmer unter Anleitung der BIM-Gesamtkoordination einen BIM-Abwicklungsplan (BAP), der während des Projektverlaufs fortgeschrieben wird. In der Praxis hat sich als nützlich erwiesen, die Informationstiefe über die Projektlaufzeit zu definieren. Diese kann zu- oder abnehmen, je nach Anwendungsfall, wie z. B. der Einreichung, Ausführungsplanung, Ausschreibung oder des Betriebs. Hierfür gilt es zu klären:

- warum,
- was,
- wann und
- wer

Informationen in welchem Detaillierungsgrad liefert. Zur Klärung der Frage *Warum* werden die Anwendungsfälle definiert, um den Zweck der Informationen zuzuordnen. *Was* wird mit dem *Level of Information Need (LOIN)* definiert. Der LOIN definiert die Tiefe des Informationsbedarfs für verschiedene Anwendungsfälle, was die Frage *Wann* klärt. Teil des LOIN sind Dokumente, der *Level of Geometry (LOG)*, der die geometrische Informationstiefe vorgibt und der *Level of Information (LOI)*, der die alphanumerischen Informationsanforderungen regelt. Zusammenfassend regelt der LOG, wie detailliert ein Element modelliert werden muss, und der LOI legt fest, welche Informationen das Modell zu enthalten hat.

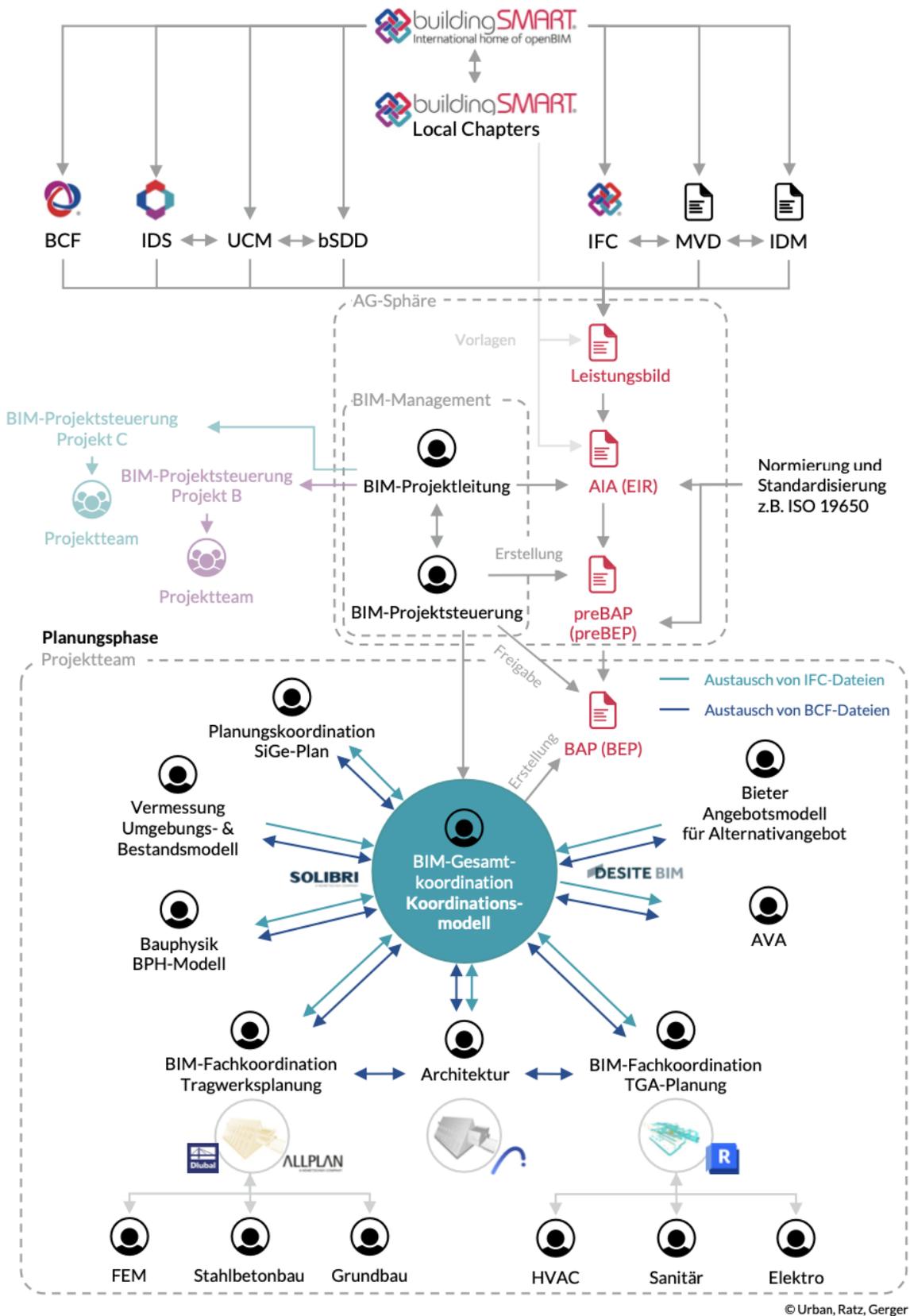


Abb. 2.1: openBIM Prozessdarstellung, Quelle: Eichler et al. [15, S. 166]

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar  
 The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Der BAP bildet die Grundlage für die BIM-basierte Zusammenarbeit im Projektverlauf und definiert die Projektverantwortlichkeiten, Rollen, Schnittstellen und Anforderungen an die Softwareprodukte. Diese Festlegung sorgt für die Klärung der Frage *Wer*. Mit dieser sind nun die wichtigsten Fragen beantwortet, die Informationstiefe und die Verantwortlichkeiten der Erstellung über den gesamten Projektverlauf definiert. Die BIM-Gesamtkoordination, als zentrales Element in der unteren Hälfte der Abb. 2.1 abgebildet, koordiniert die Inhalte der einzelnen Fachkoordinatoren, ist verantwortlich für das zentrale Koordinationsmodell und überwacht die Aufgabenerfüllung der Fachkoordinatoren. Diese verwalten die spezifischen Inhalte der einzelnen Disziplinen. Die Gesamtkoordination führt die einzelnen Fachmodelle zu einem Gesamtkoordinationsmodell zusammen und prüft diese auf Kompatibilität. Die einzelnen Gewerke tauschen Referenzmodelle über *.ifc* aus. Die modellbasierte Kommunikation basiert auf dem Datenstandard *.bcf*. Der Austausch erfolgt über eine standardisierte Plattform *Common Data Environment* (CDE). Nicht modellführende Planer, wie z. B. Ingenieurbüros für Brandschutztechnik, ergänzen die Architekturplanung mit deren Anmerkungen in Form eines *.bcfs*. Durch diese Schritte entsteht ein Koordinationsmodell mit allen Informationen der einzelnen Projektbeteiligten. Dabei können einzelne Personen auch mehrere Rollen übernehmen [15].

### 2.2.2 Einreichung BRISE-Vienna

Beim Forschungsprojekt BRISE-Vienna handelt es sich um ein Forschungsprojekt der Stadt Wien. BRISE heißt *Building Regulations Information for Submission Involvement*. Das Ziel ist, die Baueinreichung und Baubewilligung in der Verwaltung der Stadt Wien zu beschleunigen und effizienter zu gestalten. Im Projekt BRISE-Vienna wird die Baueinreichung in Wien digitalisiert und das Projekt entwickelt sich aufgrund der modernen und fortschrittlichen Ansätze zu einem Vorzeigeprojekt in Europa. Die Erkenntnisse aus der Digitalisierung von Verwaltungsprozessen können später als standardisierte Elemente direkt auf andere Bereiche der Verwaltung übertragen werden. Dabei kommen BIM, Augmented Reality und Künstliche Intelligenz zum Einsatz. Durch die Kombination dieser neuen Technologien können alle Projektphasen vereinfacht werden – von der Einreichung bis zur Baustellenkontrolle und Bauabnahme. Das Forschungsprojekt wurde in folgende Phasen unterteilt:

1. Vorbereitung,
2. Laufendes Projektmanagement,
3. Begleitende Kommunikation,
4. BIM-Implementierung: Umwandlung von Gesetzestexten in die BIM-Methode,
5. Unterstützung durch maschinelles Lernen,
6. Design und Implementierung von technischem Kernprozess und
7. Verifikation der Prozessgestaltung und Implementierung der Testergebnisse – Prozessanalyse, IT-Infrastruktur, Schulungen, Tests, Pilotbetrieb.

Der aufwendigste und anspruchsvollste Bereich des Projekts ist die Implementierung der Gesetze durch die Formulierung von Prüfregelein für die Prüfsoftware-Produkte [31]. Im Rahmen des Projekts wurden Unternehmen aus der Praxis und eine Vielzahl von Studierenden eingeladen, um bereits eingereichte Projekte der Stadt Wien nach den Vorgaben des Forschungsprojekts BRISE-Vienna zu modellieren und die Projekte testweise digital einzureichen. Zur Definition des Informationsgehalts wurde von der Behörde eine Informationsanforderung (inkl. LOI und LOG)

für den Anwendungsfall der digitalen Einreichung erstellt, die mittlerweile öffentlich zugänglich ist. Unter Berücksichtigung dieser wurden die Modelle, die sogenannten Bauantragsmodelle (BAM), erstellt und eingereicht. Flamm [16] berichtet in seiner Diplomarbeit über den genauen Ablauf des Forschungsprojekts und die Effizienzsteigerung des Einreichprozesses durch den Einsatz von BIM. Der Autor der vorliegenden Arbeit war ebenfalls am Projektablauf beteiligt und berichtet auf Basis seiner gesammelten Erfahrungen in Abschnitt 5.4.6 über hilfreiche Tipps zur Umsetzung von openBIM-Lösungen. In den folgenden Abschnitten der Arbeit wird immer wieder auf BRISE-Vienna verwiesen, da dieses Forschungsprojekt einzigartig in Europa, zukunftsorientiert und fortschrittlich ist und bereits viele Fundamente für die Implementierung von openBIM-Lösungen in Unternehmen bietet [50].

# Kapitel 3

## Ist-Prozess-Darstellung

Mehrere Studien und wissenschaftliche Publikationen [4, 53, 55] zeigen, dass eine erfolgreiche digitale Transformation im Bauwesen eine vorhergehende Erhebung des Ist-Prozesses erfordert. Durch die Erstellung des Ist-Prozesses können Stärken und Schwächen des bestehenden Prozesses leichter identifiziert werden. Aus diesem Grund beginnt die vorliegende Arbeit bei der Erfassung des Ist-Prozesses, wie auch in der Studie von Becker [4] empfohlen wird. Es handelt sich bei der Prozessfassung um den Ist-Prozess eines Klein- und Mittelbetriebs (KMU). Ziel ist die Schaffung eines Überblicks über den Ablauf des Prozesses und den Datenaustausch zwischen den verschiedenen Projektbeteiligten.

### 3.1 Prozessfassung

In diesem Abschnitt wird die Erfassung des Ist-Planungsprozesses der Fa. Roombus Baudienstleistungs GmbH dargelegt. Zunächst erfolgt eine Beschreibung des Unternehmens, seiner Struktur und seiner Tätigkeitsbereiche, um ein tieferes Verständnis der Prozesse im Unternehmen zu ermöglichen. Anschließend wird die Methodik zur Erfassung des Ist-Prozesses beschrieben. Abschließend erfolgt die abschnittsweise Darstellung des Prozesses und die Beschreibung der Vorgänge in diesem. Die vollständige grafische Darstellung des erfassten Ist-Prozesses ist im Anhang D enthalten.

#### 3.1.1 Betrachtetes Unternehmen

Das betrachtete Unternehmen ist die Fa. Roombus Baudienstleistungs GmbH, Teil der Roombus Holding GmbH, gegründet 2002. Das Unternehmen bietet Baudienstleistungen für alle Phasen eines Projekts (gemäß ÖNORM B 1801-1 [38]) an – von der Entwicklungs- bis zur Abschlussphase. Die Kernkompetenzen der Fa. Roombus Baudienstleistungs GmbH umfassen die Einreichung, Ausführungsplanung, Ausschreibung, Vergabe, Abrechnung, Bauleitung und Örtliche Bauaufsicht. Zur Schaffung eines Überblicks und zur Darstellung der zeitlichen Verteilung dieser einzelnen Tätigkeitsfelder über den Projektverlauf dient Abb. 3.1. In dieser Abb. sind die Tätigkeiten der Ausschreibung, der Vergabe und der Abrechnung zu dem Kürzel „AVA“ im Sinne der Übersichtlichkeit zusammengefasst. Die Projektphasen gemäß ÖNORM B 1801-1 [38] sind in Abb. 3.1 oben dargestellt, um eine Korrelation zu dieser Norm herzustellen, welche die Phasen eines Projekts genau definiert. Gemäß der Definition der Wirtschaftskammer Österreich ist das beschriebene Unternehmen als Kleinunternehmen einzustufen, das aktuell 13 Personen beschäftigt [57]. Der Autor dieser Arbeit zählt zum Zeitpunkt der Verfassung der vorliegenden Arbeit zur Belegschaft. Das Unternehmen ist in fünf Abteilungen unterteilt:

- Projektleitung (4),
- Architektur (2),
- Elektrotechnik/Haustechnik (2),

- Bauleitung/Örtliche Bauaufsicht (4) und
- Sekretariat (1).

Es gibt eine Abteilungsleiterin (Sekretariat) und vier Abteilungsleiter.

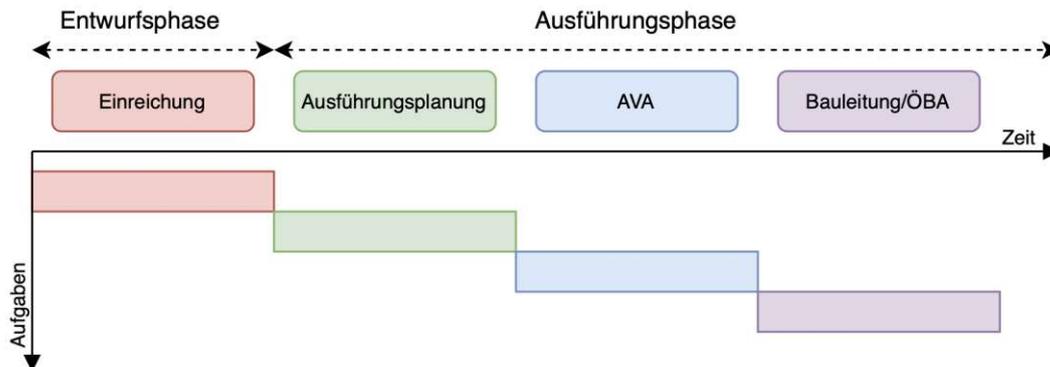


Abb. 3.1: Hauptgeschäftsfelder der Fa. Roombus Baudienstleistungs GmbH

### 3.1.2 Ist-Prozesserfassung

Zur Erfassung des Ist-Prozesses der Fa. Roombus Baudienstleistungs GmbH existieren eine Vielzahl an Methoden, die in der Arbeit von Gumpinger [24] detailliert beschrieben werden. Für die Erfassung von Daten in kleineren Gruppen und zur Konzepterstellung bietet der Workshop den erfolgversprechendsten Rahmen. Die sogenannte *Brown-Paper-Methode*, ein Verfahren auf in dem Setting eines Workshops, wurde in diesem Kontext erfolgreich angewandt, da sie sich lt. Gumpinger [24, S. 37–38] insbesondere zur Erhebung und Darstellung geschlossener Prozesse eignet. Die Abteilungsleiterin und Abteilungsleiter der Fa. Roombus Baudienstleistungs GmbH waren die Workshop-Teilnehmenden. Der Autor dieser Arbeit übernahm die Moderation des Workshops und führte durch den Prozess. Ziel war es, den Ist-Prozess in Zusammenarbeit mit allen Projektbeteiligten zu erfassen und darzustellen. Der Fokus lag auf der Datenintegrität. Das Betrachtungsfeld umfasste die Haupttätigkeiten gem. Abb. 3.1. Beschränkt wurde der Prozess auf Standardprozesse, wie diese in mindestens 75 % der Projekte in der Fa. Roombus Baudienstleistungs GmbH vorkommen. Dadurch können später Probleme in den Standardroutinen erfasst werden, deren Verbesserung deutlich wirksamer ist, als die Behebung eines Problems, das z. B. nur einmal in 20 Projekten auftritt. Der Rechnungsversand, die Rechnungskontrolle, Rechnungsbuchung, Terminplanung und die Kostenkalkulation werden in der Prozessdarstellung nicht oder nur bedingt dargestellt. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die vorliegende Arbeit sich auf die Erfassung von Problemen hinsichtlich der Datenintegrität konzentriert und die Lösungen auf openBIM bezogen werden. Rechnungen, Terminpläne und Kostenkalkulationen werden in openBIM aktuell noch nicht erfasst oder die bereitgestellten Lösungen sind hierfür nicht geeignet. Die sogenannte *Brown-Paper-Methode* sieht vor, dass zu Beginn der Prozesserrfassung alle Workshop-Teilnehmenden in einen Raum gebracht werden. In der Mitte wird ein großes, leeres Blatt Papier bereitgestellt, auf dem der Prozess gemeinsam erarbeitet wird. Die einzelnen Prozess-Aktivitäten werden dabei auf kleine Zetteln geschrieben, um diese während der Prozesserrfassung einfach im Prozessverlauf verschieben zu können. Nach der Festlegung der Aktivitäten erfolgt die Benennung der Projektbeteiligten zu jeder Aktivität. Im Zuge des Workshops wurde zudem eine Festlegung der Dateiformate vorgenommen, die im Prozess zur Übermittlung von Informationen verwendet werden. Insbesondere erfolgte eine Bestimmung jener Dateiformate, die primär beim Austausch von Daten mit den jeweiligen Projektbeteiligten zum Einsatz kommen. Nach der

gemeinsamen Erstellung des Prozesses im Workshop erstellte der Autor mithilfe des Programms *draw.io* (Version 26.0.4) [29] Prozessgrafiken gemäß BPMN 2.0 [17]. Das Ziel bestand darin, den Prozess erneut in einer übersichtlichen Art und Weise darzustellen, um den Workshop-Teilnehmenden eine umfassendere Übersicht zu ermöglichen. Abschließend wurde die Prozessgrafik zur Validierung erneut vorgelegt und Änderungen eingearbeitet. Mit diesem Schritt endete der Workshop und die Prozessgrafik wurde erstellt.

## 3.2 Prozessdarstellung

Die Erstellung der Ist-Prozessgrafik erfolgte auf Basis des Workshops. Nach der Beschreibung der Projektbeteiligten erfolgt in diesem Kapitel eine detaillierte Erläuterung des erfassten Ist-Prozesses der Fa. Roombuus Baudienstleistungs GmbH. Der Fokus liegt auf den ausgetauschten Daten zwischen den Projektbeteiligten.

### 3.2.1 Projektbeteiligte

Der Ist-Prozess umfasst nicht nur Abläufe und Aktivitäten, sondern auch die Projektbeteiligten. Die aufgeführten Projektbeteiligten stellen alle notwendigen Unterlagen für die Abwicklung des Projekts zur Verfügung und tragen somit zum Projekterfolg bei. Es wird eine Unterscheidung zwischen internen Projektbeteiligten (der Fa. Roombuus Baudienstleistungs GmbH) und externen Projektbeteiligten (Subunternehmen) vorgenommen. Die nachfolgend genannten Projektbeteiligten gehören im Standardprozess zu den internen:

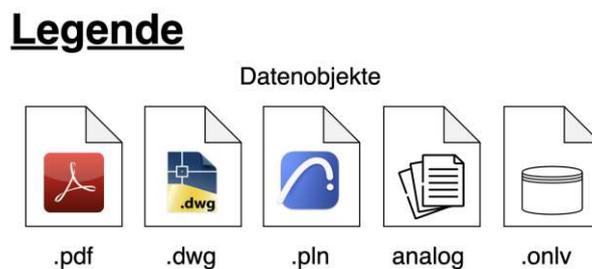
- Architektur (als zentraler Projektbeteiligter),
- Bauleitung/Örtliche Bauaufsicht (ÖBA),
- Elektrotechnik (ET) und
- Haustechnik (HT).

Der Auftraggeber/Bauherr und die Behörde zählen in der Regel zu den externen Projektbeteiligten. Zu den externen Subunternehmen zählen im Standardprozess:

- ausführende Firmen,
- Bauphysik,
- Geologie,
- Geometer,
- Ingenieurbüros für Brandschutz,
- Ingenieurbüros für technischen Umweltschutz,
- Produkthersteller,
- Tragwerksplanung und
- Versorgungsunternehmen (Strom, Gas, Wasser, Abwasser, Telekom etc.).

### 3.2.2 Prozessbeschreibung

In diesem Abschnitt erfolgt die detaillierte Beschreibung der einzelnen Schritte des Prozesses. Aufgrund der Größe der Darstellung des Prozesses erfolgt die Darstellung abschnittsweise in mehreren Abb. (Abb. 3.3 bis Abb. 3.11). Der Prozess wurde nach der *Business Process Modelling Notation (BPMN)* in der Version 2.0 erstellt, welcher in vielen Unternehmen als Standard dient und zur einheitlichen, herstellerunabhängigen Darstellung von Prozessen beiträgt [24]. Eine detaillierte Beschreibung zur richtigen Handhabung des Standards wurde in dem Praxishandbuch von Freund und Rücker [17] zusammengefasst. Abweichend vom BPMN-Standard werden Symbole für Datenobjekte mit spezifischen Bedeutungen verwendet. Um eine Differenzierung dieser Objekte zu gewährleisten und eine lesbare Darstellung in der Grafik zu ermöglichen, wurden Logos in die standardisierten Symbole für Datenobjekte integriert. Die Beschriftung der Datenobjekte mit den jeweiligen Dateieindungen würde eine unübersichtliche Darstellung des Prozesses zur Folge haben. Die Bedeutung der spezifizierten Datenobjekte ist in Abb. 3.2 dargestellt. Unter den jeweiligen Datenobjekten ist das Kürzel der Datei genannt.



**Abb. 3.2:** Legende der Dateieindungen in der Prozessdarstellung

Die genaue Beschreibung der einzelnen Dateiformate erfolgt in der nachfolgenden Auflistung. Zusätzlich werden charakteristische Softwareanwendungen aufgeführt, die in der Fa. Roombus Baudienstleistungen GmbH für die entsprechenden Dateiformate zum Einsatz kommen. In den textlichen Prozessbeschreibungen werden ausschließlich die Dateiformat-Kürzel verwendet, um die Lesbarkeit zu verbessern.

- Portable Document Format (*.pdf*)
  - Adobe Acrobat Pro [1]
- Drawing (*.dwg*)
  - Archicad [22]
  - Trimble Nova (ehemals Plancal) [52]
- Archicad Solo Projekt (*.pln*)
  - Archicad
- Ausgedruckte Form (*analog*)
  - Plotter
- Datenträger nach ÖNORM A 2063-1 [35] (*.onlv*)
  - Auer Success [34]

**Einreichung**

Die Prozessgrafik der Einreichung im Folgenden wird in mehrere Abschnitte unterteilt, um eine lesbare Darstellung des Prozesses zu ermöglichen. Die Abschnitte reichen von *Phase Einreichung 1* bis *Phase Einreichung 4*.

Der erste Abschnitt, *Phase Einreichung 1*, in Abb. 3.3 umfasst die Vergabe des Auftrags bis zur Prüfung der Unterlagen durch die Architektur und ist durch einen roten Rahmen begrenzt. Die Entwurfsplanung bildet den Ausgangspunkt für die Einreichung und wird in der Regel von externen Planenden erstellt. Der Prozess beginnt beim Auftraggeber(AG)/Bauherren mit der Beauftragung der Einreichung. Die Akquise, die der Beauftragung vorausgeht, wird in der Darstellung nicht erwähnt, da sich für diese kein standardisierter Prozess finden lässt. Sie

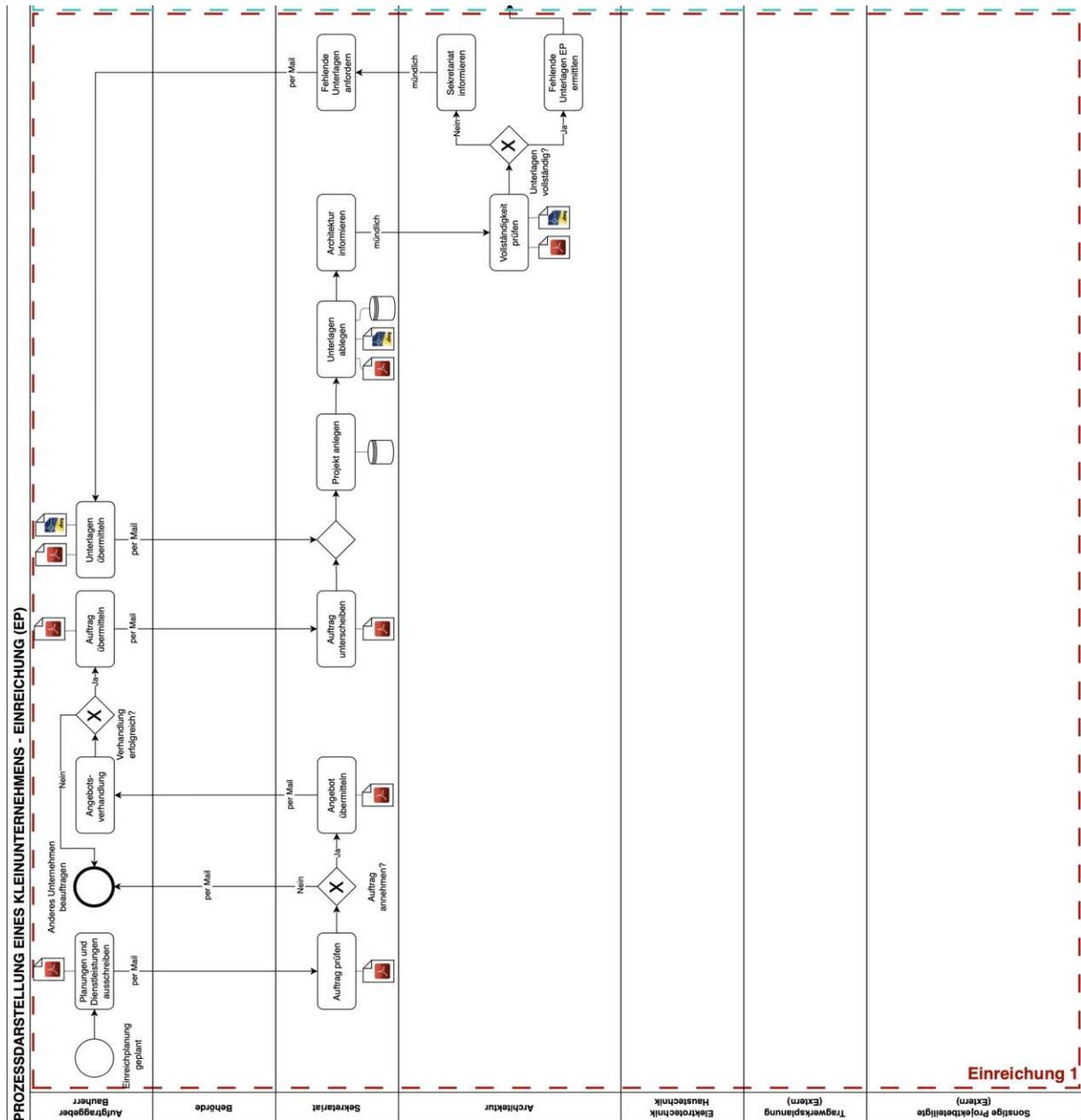


Abb. 3.3: Ist-Prozessdarstellung Einreichung Phase Einreichung 1

erfolgt entweder durch Bewerbungen oder durch den direkten Kontakt der Geschäftsführung zu den Auftraggebern. Der direkte Kontakt kann bei einem geplanten Meeting, Telefonat, einem spontanen Treffen bei Events, einem Geschäftsessen oder über den Kontakt über Freunde und Bekannte stattfinden. Im Regelfall werden bei der Auftragsvergabe nicht nur die Einreichung, sondern auch gleichzeitig die Ausführungsplanung, Elektrotechnik-Planung, Haustechnik-Planung, Ausschreibung, Vergabe, Abrechnung sowie die Bauleitung/Örtliche Bauaufsicht gemeinsam vergeben. Daher findet in der Prozessgrafik zur Ausführungsplanung keine erneute Beauftragung statt. Zu Beginn der Einreichung werden die erhaltenen Unterlagen nach der Beauftragung vom Sekretariat als *.dwg* oder *.pdf* auf dem lokalen Server der Fa. Roombus Baudienstleistungs GmbH abgelegt und eine Ordnerstruktur erstellt. Es folgt eine detaillierte Analyse der vorhandenen Entwurfsunterlagen durch die Architektur. Fehlende Dokumente aus der Entwurfsplanung werden beim AG eingefordert. Im Anschluss erfolgt die Erstellung einer Liste der für die Einreichung erforderlichen Dokumente. Damit endet die *Phase Einreichung 1* und *Phase Einreichung 2* beginnt.

Der zweite Abschnitt, *Phase Einreichung 2*, in Abb. 3.4 begrenzt durch einen türkisen Rahmen, dient einerseits der Anfrage notwendiger Unterlagen und andererseits dem Anlegen des Projekts in der Autorensoftware *Archicad (Version 28)* [22]. Auf Basis der Liste der erforderlichen Unterlagen werden Subunternehmen von der Architektur eingeladen, Angebote zu legen. Die Anfrage erfolgt durch die Übermittlung eines Werkvertrags per Mail als *.pdf*. In diesem *.pdf* können die Subunternehmen ihre Preise für die abgefragten Leistungen einfügen. Die Subunternehmen lehnen die Anfrage ab oder übermitteln ein unterzeichnetes Angebot. Die Architektur erstellt einen Preisspiegel zur übersichtlichen Darstellung und zum Vergleich der Angebote. Auf Basis dieser Analyse erstellt die Architektur eine Vergabeempfehlung, die zusätzlich auf den Erfahrungen mit den Firmen in der Vergangenheit basiert. Diese Empfehlung wird durch das Sekretariat per Mail als *.pdf* an den AG übermittelt. Der AG begutachtet die Unterlagen, bestätigt oder ändert die Vergabeempfehlung und retourniert seine Entscheidung per Mail. Eine Absage und Neuanfrage der Angebote, aufgrund nicht passender Leistungen, findet bei der Fa. Roombus Baudienstleistungs GmbH in der Regel nicht statt. Im Anschluss erfolgt die Beauftragung der Subunternehmen durch die Unterzeichnung der Werkverträge. Parallel dazu beginnt die Architektur bereits mit der Planung. Im ersten Schritt wird ein neues Projekt in *Archicad* angelegt und anschließend der Bürostandard importiert. In diesem Bürostandard sind wesentliche Systemeinstellungen enthalten, wie z. B. die korrekte, länderspezifische, farbliche Darstellung der Materialien. Im nächsten Schritt werden die Aufbauten, die als *.pdf* zur Verfügung stehen, manuell in den Aufbauten von *Archicad* angelegt. Der Entwurf wird entweder als *.pdf* oder *.dwg* importiert und das 3D-Gebäudemodell erstellt. Nach Abschluss der Modellierung erfolgt die Einarbeitung und Kontrolle auf Einhaltung der Gesetze und Vorschriften. Diese stehen als *.pdf* oder *analog* in der Fa. Roombus Baudienstleistungs GmbH zur Verfügung. Im Falle von Fragen zum Entwurf, die im Zuge der Einarbeitung entstehen, findet eine Abstimmung mit der Entwurfsplanung statt. Nach Einarbeitung aller Erkenntnisse entsteht der firmeninterne „Erstentwurf zur Einreichung“. Mit diesem Schritt endet die *Phase Einreichung 2* und *Phase Einreichung 3* beginnt.

Der dritte Abschnitt, *Phase Einreichung 3*, in Abb. 3.5 begrenzt durch einen grünen Rahmen befasst sich mit der Einarbeitung der Unterlagen der Subunternehmen, des Bauherrns sowie der Erstellung der restlichen Unterlagen für die Einreichung. Dieser Abschnitt beginnt mit der Einforderung der Unterlagen der Subunternehmen. Die Tragwerksplanung erhält Angaben zur Grundstückslage sowie die Entwurfspläne als *.pdf* und erstellt ein Baugrubensicherungs- und Gründungskonzept. Der Geometer übernimmt die Aufnahme des Bestands (Grundstück und wenn vorhanden Gebäude). Die Vermessungsunterlagen werden als *.pdf* und *.dwg* übermittelt. Nach Kontaktaufnahme mit den Versorgungsunternehmen werden Leitungserhebungen für Gas-, Strom-, Abwasser-, Trinkwasser-, Telekom- und Fernwärmeleitungen als *.pdf* und *.dwg* bereitgestellt.

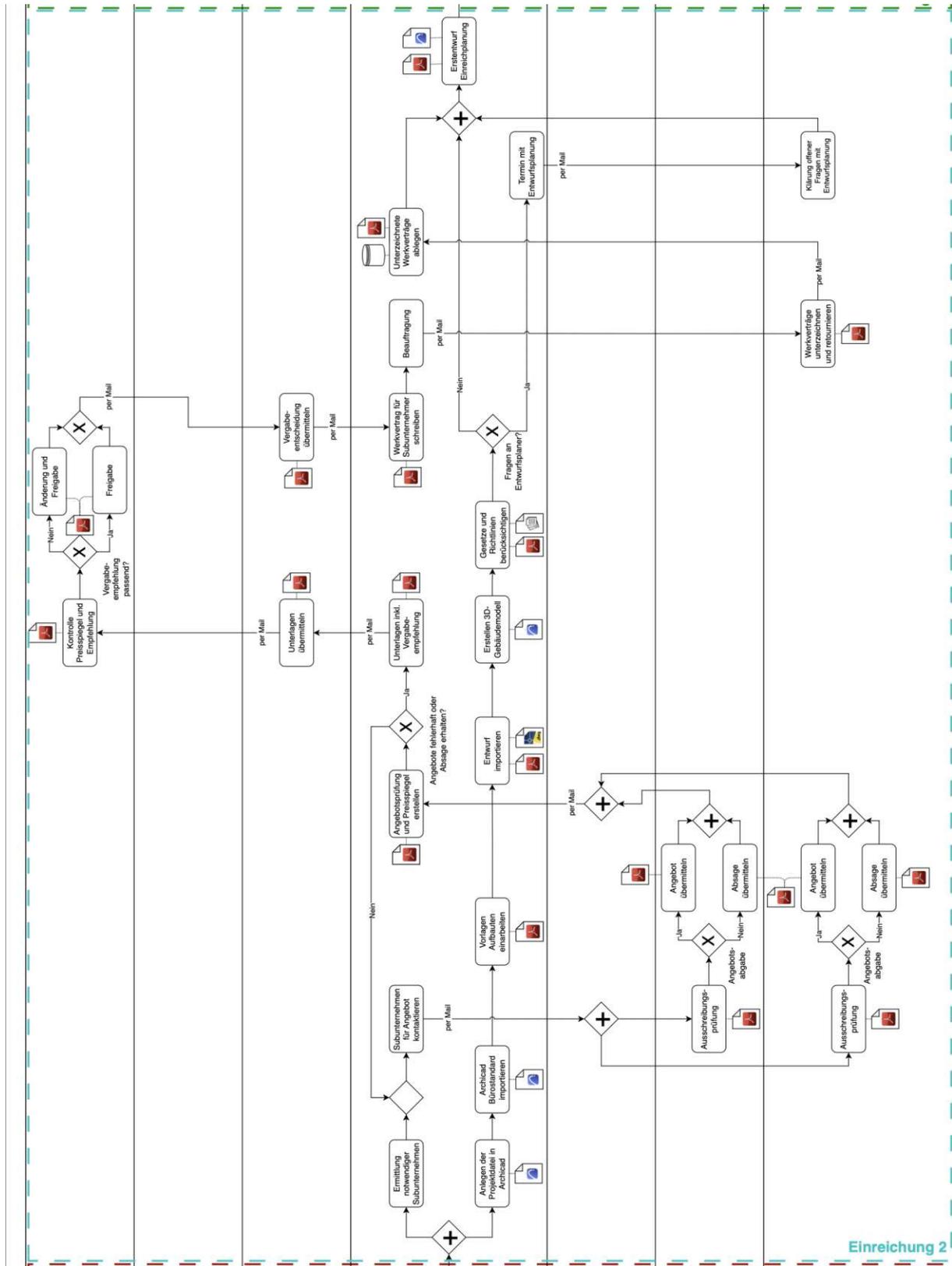


Abb. 3.4: Ist-Prozessdarstellung Einreichung Phase Einreichung 2

Die Erstellung eines hydrologischen und geotechnischen Gutachtens des Baugrunds ist Gegenstand des Auftrags der Geologie. Die Geologie übermittelt die Gutachten als *.pdf*. Das bauphysikalische Gutachten wird von der Bauphysik als Bericht in dem Dateiformat *.pdf* übermittelt. All die erhaltenen Unterlagen werden in die Einreichung eingearbeitet und gestalten das Gebäudemodell mit. Sollten die Unterlagen von Subunternehmen nicht vollständig sein, so werden diese nochmals aufgefordert, die fehlenden Unterlagen zu übermitteln. Die gesamte Kommunikation und der Datentransfer findet dabei per Mail statt. Im Anschluss finden zwei Vorgänge parallel statt. Einer davon ist die Generierung der Pläne aus dem 3D-Modell und der Versand an Elektrotechnik, Haustechnik und ein Ingenieurbüro für Brandschutz, der andere ist die Erstellung der Bau- und Ausstattungsbeschreibung (BAB) mit dem Bauherren. Der Versand der Grundrisse, Schnitte und Ansichten an Elektrotechnik, Haustechnik und ein Ingenieurbüro für Brandschutz erfolgt als *.pdf* und *.dwg*. Die Erstellung haus- und elektrotechnischer Pläne findet ausschließlich intern statt und wird durch das Programm *Trimble Nova* [52] realisiert. In das Programm werden *.dwg*-Dateien eingespielt, in denen die elektro- und haustechnischen Anlagen geplant werden. Anschließend werden diese als *.dwg* exportiert und an die Architektur retourniert. Zwar besteht grundsätzlich die Möglichkeit das 3D-Modell (z. B. als *.pln*, *.ifc* etc.) zu übermitteln, jedoch besteht von Seiten der Projektbeteiligten kein Bedarf an dieser Option. Das Programm *Trimble Nova* unterstützt zwar das Dateiformat *.ifc*, was eine Bearbeitung in 3D dadurch grundsätzlich ermöglicht, jedoch treten beim Import von 3D-Modellen z. B. als *.ifc* von *Archicad* Schwierigkeiten auf. Aus diesem Grund erstellt die Haustechnik ein neues, eigenständiges 3D-Modell in *Trimble Nova* zur Bemessung und Planung der technischen Ausstattung. Das Ingenieurbüro für Brandschutz liefert das Brandschutzkonzept als *.pdf*. Während die Subunternehmen, Elektrotechnik und Haustechnik deren Unterlagen bearbeiten, findet ein Termin zwischen Bauherren und der Architektur statt, in dem die BAB festgelegt wird. In der BAB werden Ausführungsqualitäten (beispielsweise Trockenbauwände einfach oder doppelt beplankt) und Produkte für die spätere Ausführung definiert. Nicht alle Entscheidungen der BAB wirken sich direkt auf die Einreichplanung aus, so ist z. B. die Festlegung der Materialien für die Zwischenwände, ob Ziegel oder Trockenbau, mit Auswirkungen auf die Wanddicken und die Darstellung im Plan verbunden. Hingegen ist die Festlegung der Fliesenfarbe zu diesem Zeitpunkt für die Architektur irrelevant. Nach Erhalt sämtlicher Unterlagen, arbeitet die Architektur die Informationen aus den Unterlagen ein und finalisiert die Einreichplanung. Im Abschluss der *Phase Einreichung 3* erstellt die Architektur sämtliche für die Einreichung erforderlichen Unterlagen, darunter die Baubeschreibung, das Bauansuchen, der Energieausweis und der Versickerungsnachweis. Mit der Fertigstellung der Einreichplanung und der erforderlichen Unterlagen für die Einreichung endet die *Phase Einreichung 3* und *Phase Einreichung 4* beginnt.

Der letzte Abschnitt, bezeichnet als *Phase Einreichung 4*, in Abb. 3.6 wird durch einen blauen Rahmen begrenzt und befasst sich mit der Abgabe der Einreichunterlagen bei der Behörde, der Verbesserung dieser Unterlage und dem Erhalt des Bescheids sowie dem Abschluss der Einreichung. Zu Beginn werden alle Unterlagen dreifach ausgedruckt und unterzeichnet. Diese Unterlagen liegen dabei in *analoger* Form vor. Das Sekretariat übergibt diese Unterlagen der zuständigen Behörde vor Ort, woraufhin der behördliche Fortgang eingeleitet wird. Die Behörde nimmt eine Prüfung der *analogen* Unterlagen auf Vollständigkeit und Einhaltung der geltenden Gesetze und Richtlinien vor. Entsprechen die Unterlagen nicht den Anforderungen, so übermittelt die Behörde dem Sekretariat einen Verbesserungsauftrag als *.pdf* per Mail oder *analog* per Post. Das Sekretariat legt diesen Bescheid *analog* und als *.pdf* ab, die Architektur arbeitet die Auflagepunkte ein, druckt die Unterlagen erneut dreifach aus und lässt die Exemplare unterzeichnen. Nur in seltenen Ausnahmefällen sind an dieser Stelle auch andere Fachplaner involviert, um die Mängel auszubessern. Der Prozess der Einreichung beginnt erneut, jedoch müssen diesmal nur die geänderten Unterlagen als Austauschplanung abgegeben werden. Somit



ist eine erneute Prüfung aller Unterlagen durch die Behörde nicht erforderlich, sondern es werden nur die neu eingereichten Unterlagen kontrolliert. Die Behörde prüft, ob subjektiv-öffentliche Rechte durch das Bauvorhaben verletzt werden und führt bei Bedarf, eine Bauverhandlung durch. Die Leitung der Bauverhandlung obliegt der Behörde. Nach der Vorstellung des geplanten Projekts haben die Nachbarn in der Bauverhandlung die Möglichkeit ihre Rechte geltend zu machen. Schlussendlich werden sämtliche Auflagepunkte aus der Bauverhandlung und der Behörde in dem Bescheid zusammengefasst und dieser an das Sekretariat übermittelt. Dies geschieht als *.pdf* per Mail oder *analog* per Post. Das Sekretariat legt den Bescheid am Server der Fa. Roombus Baudienstleistungs GmbH ab und übermittelt diesen an den Bauherren und die Architektur. An dieser Stelle ist die Einreichung abgeschlossen.

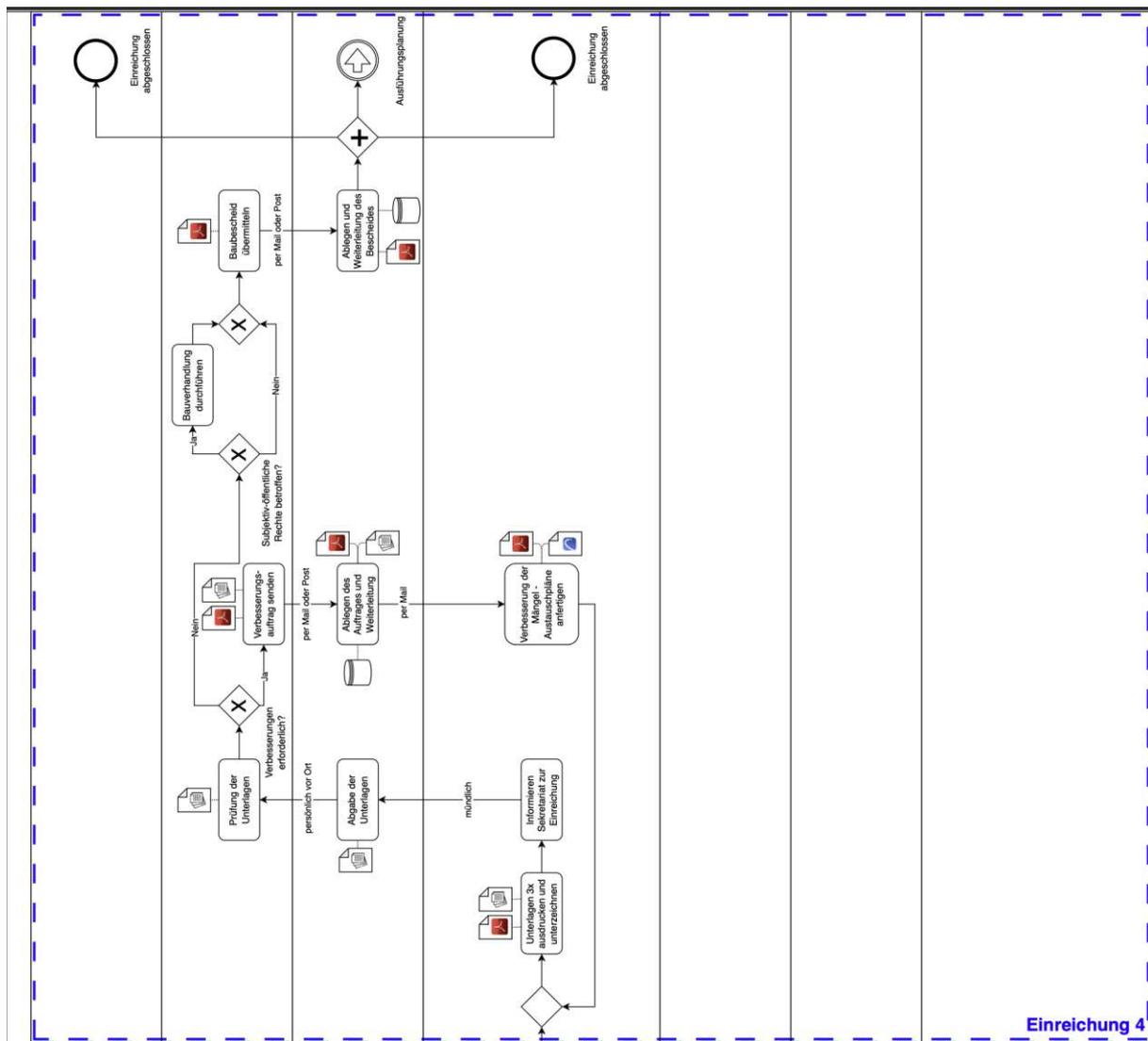


Abb. 3.6: Ist-Prozessdarstellung Einreichung Phase Einreichung 4

### Ausführungsplanung

Die Prozessgrafik der Ausführung im nachfolgenden Abschnitt wird aufgrund ihrer Größe in mehrere Abschnitte unterteilt. Diese reichen bei der Ausführungsplanung von *Phase Ausführungsplanung 1* bis *Phase Ausführungsplanung 5* und ermöglichen eine lesbare Darstellung des Prozesses. Aufgrund der direkten Zusammenhänge zwischen der Ausführungsplanung, Aus-

schreibung und Vergabe wurden diese Tätigkeiten auch in den gleichen Grafiken dargestellt. Die textliche Beschreibung erfolgt allerdings in einem eigenen Abschnitt. Der erste Abschnitt, *Phase Ausführungsplanung 1*, in Abb. 3.7 wird durch einen orangefarbenen Rahmen begrenzt und behandelt den Beginn der Ausführungsplanung, die Ermittlung der notwendigen Subunternehmen und deren Beauftragung. Die Akquise wird, wie bereits in der Einreichung erwähnt, nicht dargestellt, da sich für diese in der Fa. Roombuus Baudienstleistungs GmbH kein standardisierter Prozess finden lässt. Im Regelfall ist die Beauftragung der Ausführungsplanung, Ausschreibung und Vergabe bereits bei der Vergabe der Einreichung inbegriffen, sodass eine erneute Beauftragung im Prozess nicht vorhanden ist. Der Bauherr erteilt lediglich den Auftrag, dass mit der Ausführungsplanung begonnen werden soll. Die Umstellung der Systemeinstellung der Autorensoftware *Archicad* auf die Ausführungsplanung bildet den ersten Schritt. In der *.pln*-Datei, einer Projektdatei von *Archicad*, ist bereits die Einreichplanung aus der Einreichphase eingespielt. Der Maßstab und die Darstellung der Materialien passen sich an. Im Anschluss werden Standarddetails, die im Büro als *.pdf* vorhanden sind, zusammengesucht und alle relevanten Details im Projekt abgelegt. Sämtliche Gutachten, Unterlagen und Bescheidsauflagen werden analysiert und eine Liste der fehlenden Unterlagen wird erstellt. Für die fehlenden Unterlagen werden die Subunternehmen durch die Architektur kontaktiert, Angebote eingeholt und ein Preisspiegel sowie eine Vergabeempfehlung erstellt. Der Bauherr erhält die Empfehlung als *.pdf* und retourniert diese korrigiert. Die Forderung einer neuen Angebotseinholung aufgrund unpassender Leistungen durch den Bauherren gibt es in der Regel nicht. Die Architektur beauftragt die Subunternehmen durch den Versand der Werkverträge als *.pdf*, welche von den Firmen unterzeichnet retourniert werden. Im nächsten Schritt erhalten die Tragwerksplanung, Haustechnik und Elektrotechnik erneut die Planunterlagen als *.pdf* und *.dwg*, präzisieren und korrigieren deren Angaben und Planungen auf einen finalen Stand. In diesem Schritt erstellt die Tragwerksplanung die Ausführungsstatik und legt z. B. die Betongüten, Bewehrungsgehälter und finalen Dimensionen der Bauteile fest. Zeitgleich erfolgt die Erstellung der Führungspläne durch die Haustechnik und Elektrotechnik. Die fertigen Unterlagen der Tragwerksplanung werden als *.pdf*, jene der Haustechnik und Elektrotechnik als *.pdf* und *.dwg* an die Architektur versandt. Die Architektur integriert die erhaltenen Unterlagen in das Gebäudemodell. Mit Abschluss dieses Schrittes endet *Phase Ausführungsplanung 1* und *Phase Ausführungsplanung 2* nimmt ihren Anfang.

Der zweite Abschnitt, als *Phase Ausführungsplanung 2* bezeichnet und in Abb. 3.8 in einem grünen Rahmen dargestellt, umfasst die Erstellung der Detailplanung sowie die Abstimmung mit Subunternehmen und Bauherren. Nach der Einarbeitung der in *Phase Ausführungsplanung 1* erhaltenen Unterlagen erfolgt die Übermittlung der Unterlagen durch die Architektur an die Bauleitung. Diese beginnt mit der Einarbeitung in das Projekt. Im Anschluss erfolgt die Erstellung der Detailplanung sowie die Klärung offener Fragen mit Subunternehmen und dem Bauherren. Damit endet *Phase Ausführungsplanung 2* und *Phase Ausführungsplanung 3* beginnt. Der dritte Abschnitt, in Abb. 3.9 als *Phase Ausführungsplanung 3* bezeichnet, wird durch einen türkisen Rahmen begrenzt und behandelt die Abstimmung der Architektur mit der Bauleitung. Zu diesem Zweck wird ein Meeting durchgeführt, in dem die Bauleitung/ÖBA und die Architektur sämtliche Pläne durchsehen und überarbeiten. Die Bauleitung/ÖBA erarbeitet im Zuge dessen wirtschaftlichere Lösungen, listet die notwendigen Änderungen der Pläne in einer Planungskorrekturliste auf und übermittelt diese per Mail als *.pdf* an die Architektur. Diese Lösungen tragen sowohl zu einem reibungslosen Ablauf in der Ausführung als auch zu Kosteneinsparungen bei. Die Architektur passt die Planung an die Änderungen der Bauleitung/ÖBA an. Dieser Schritt schließt *Phase Ausführungsplanung 3*.

In *Phase Ausführungsplanung 4*, umrandet in der Farbe Lila, in Abb. 3.10 erhält die Architektur nochmals von der Bauleitung/ÖBA eine Planungskorrekturliste per Mail als *.pdf*. In dieser Liste

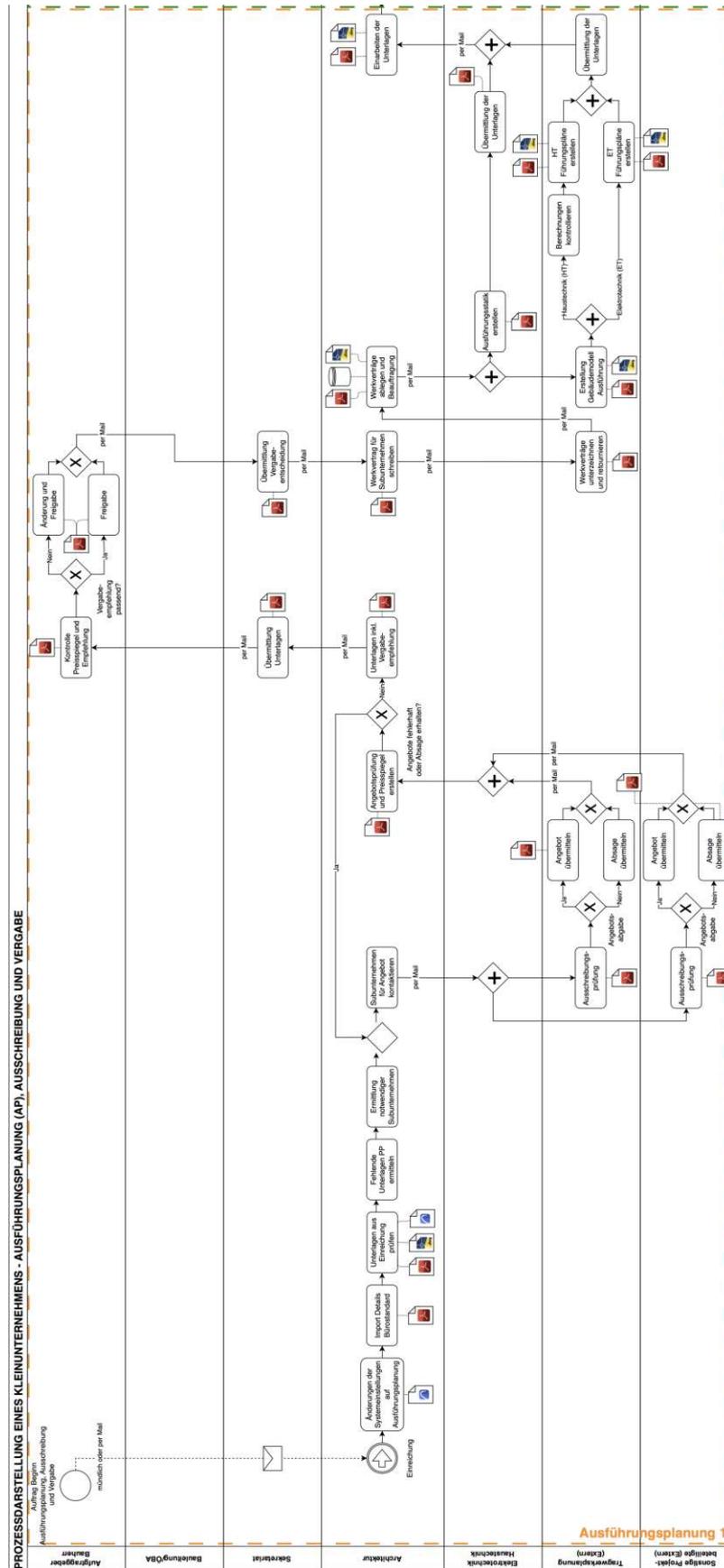


Abb. 3.7: Ist-Prozessdarstellung Ausführungsplanung Phase Ausführungsplanung 1

werden die letzten Ausführungsvarianten aufgeführt, die im Ausschreibungsverfahren entschieden wurden. Nach der Einarbeitung durch die Architektur, übermittelt diese den finalen Planstand als *.pdf* an die Bauleitung/ÖBA.

Im letzten Abschnitt, der sogenannten *Phase Ausführungsplanung 5*, begrenzt durch einen braunen Rahmen in Abb. 3.11, werden der Architektur seitens der Subunternehmen Ausführungsvarianten und Werkspäne übermittelt, welche in die Details und Ausführungspläne integriert werden. Schlussendlich werden sämtliche Unterlagen auf dem Server der Fa. Roombuus Baudienstleistungs GmbH gespeichert, womit der Prozess der Ausführungsplanung seinen Abschluss findet.

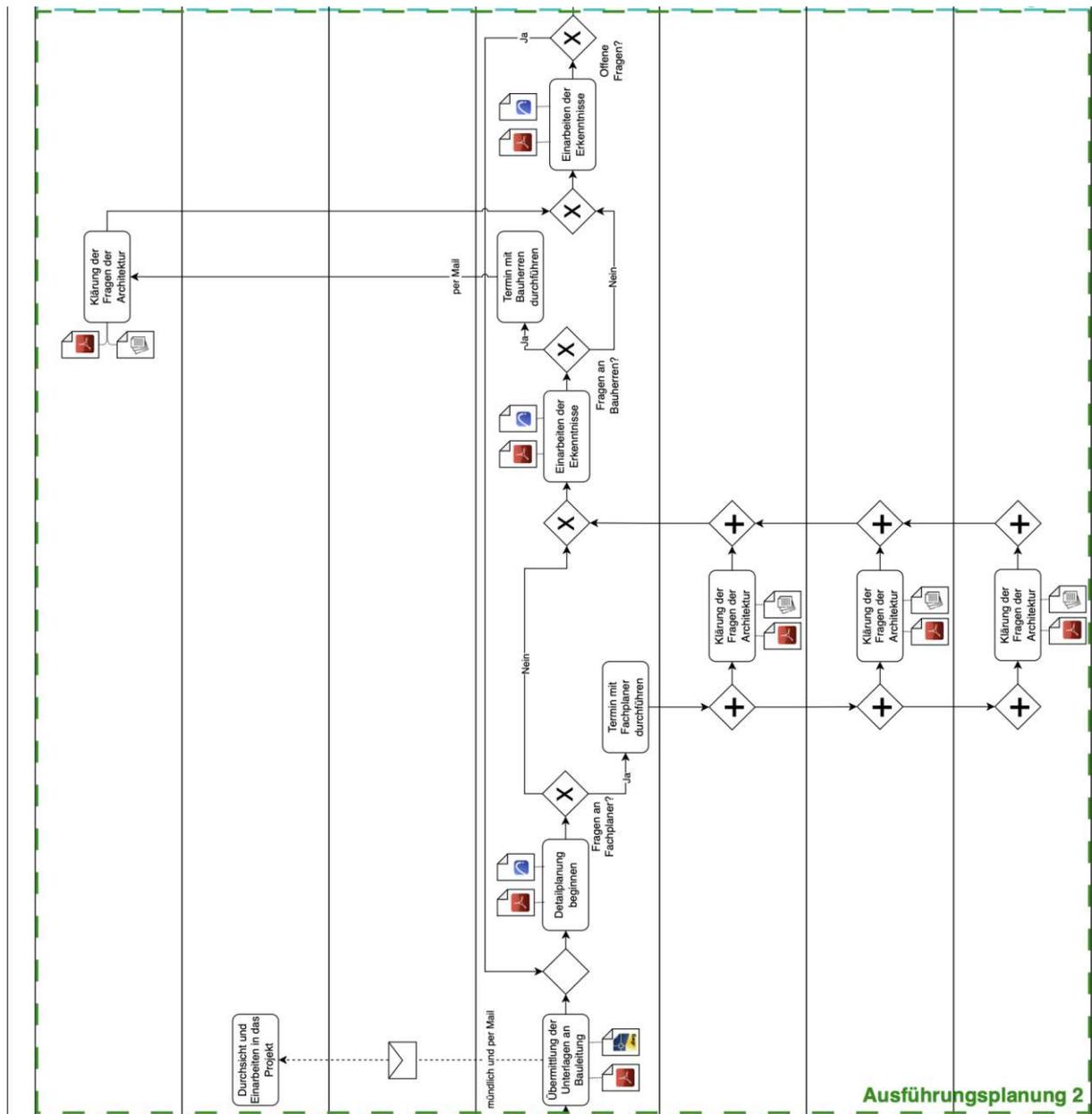


Abb. 3.8: Ist-Prozessdarstellung Ausführungsplanung Phase Ausführungsplanung 2

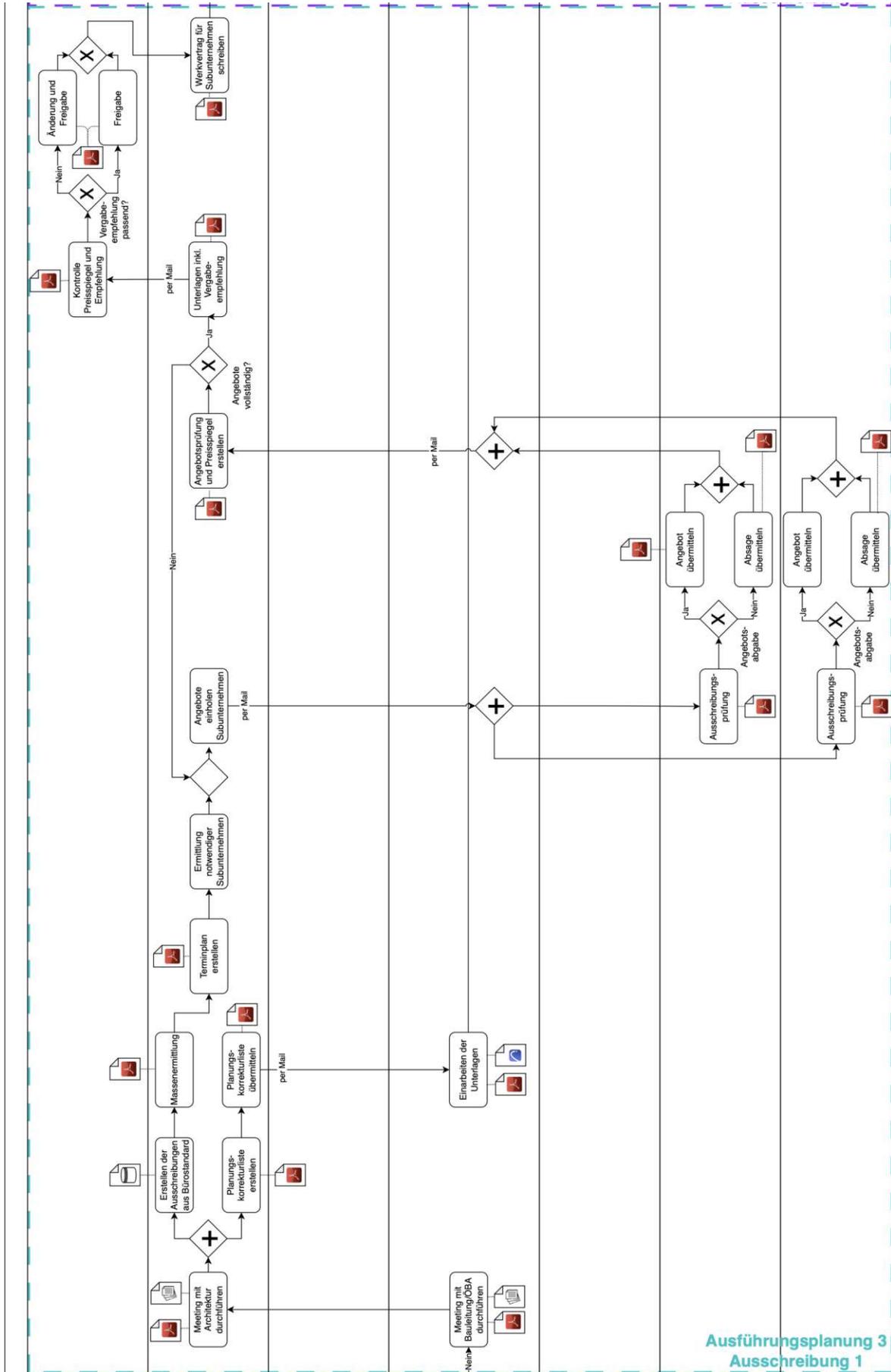


Abb. 3.9: Ist-Prozessdarstellung Ausführungsplanung Phase Ausführungsplanung 3

### Ausschreibung und Vergabe

Die Phase der Ausschreibung beginnt in Abb. 3.9 mit der *Phase Ausschreibung 1*. Nach der Durchführung eines Meetings mit der Architektur und der Übermittlung einer Planungskorrekturliste mit Änderungen zur wirtschaftlicheren Umsetzung an die Architektur wird mit der Ausschreibung begonnen. Im ersten Schritt werden die Ausschreibungen aus dem Bürostandard zusammengefügt,

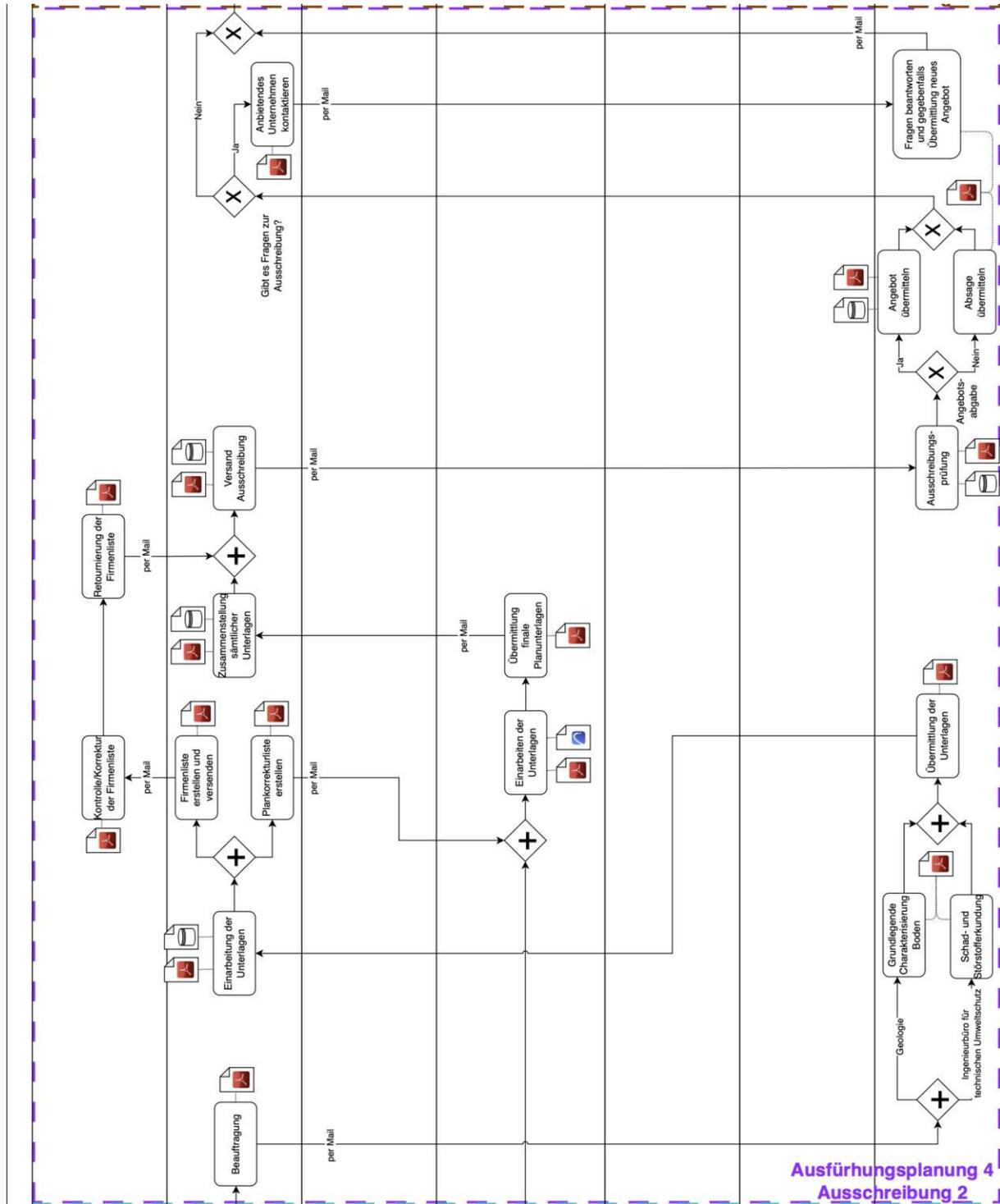


Abb. 3.10: Ist-Prozessdarstellung Ausführungsplanung Phase Ausführungsplanung 4

sodass diese maßgeschneidert für das Projekt sind und alle Positionen enthalten. Die Bauleitung verwendet hierfür das Programm *Auer Success* [34]. Der Bürostandard basiert größtenteils auf der Leistungsbeschreibung Hochbau 22 (LB-HB-22) [9], enthält zusätzlich weitere Positionen, die in der LB-HB fehlen, und klärt in Vorbemerkungen Schnittstellen zwischen Gewerken sowie Details der Ausführung. Anschließend wird mit der Massenermittlung begonnen, die auf Basis von *.pdfs* durchgeführt wird. In diesen werden durch das Programm *Adobe Acrobat Pro* sämtliche Elemente wie z. B. Wände und Decken durchnummeriert und fehlende Bemaßungen ergänzt. Im Anschluss erfolgt die Erstellung eines Terminplans als *.pdf*. Der nächste Schritt besteht in der Ermittlung der notwendigen Subunternehmen zur Erstellung von Ausschreibungsgrundlagen. In der Regel ist eine Schad- und Störstofferkundung, sowie eine grundlegende Bodencharakterisierung durchzuführen. Die eingeholten Angebote werden durch den Bauherren freigegeben. Mit der Freigabe der Subunternehmen für die Unterlagen der Ausschreibung endet *Phase Ausschreibung 1* und *Phase Ausschreibung 2* beginnt.

Die Beauftragung ist in Abb. 3.10 dargestellt, bildet die *Phase Ausschreibung 2* ab und ist lila umrahmt. Die erhaltenen Unterlagen werden in die Ausschreibung eingearbeitet. Anschließend stellt die Bauleitung/ÖBA eine Firmenliste von ausführenden Unternehmen zusammen und

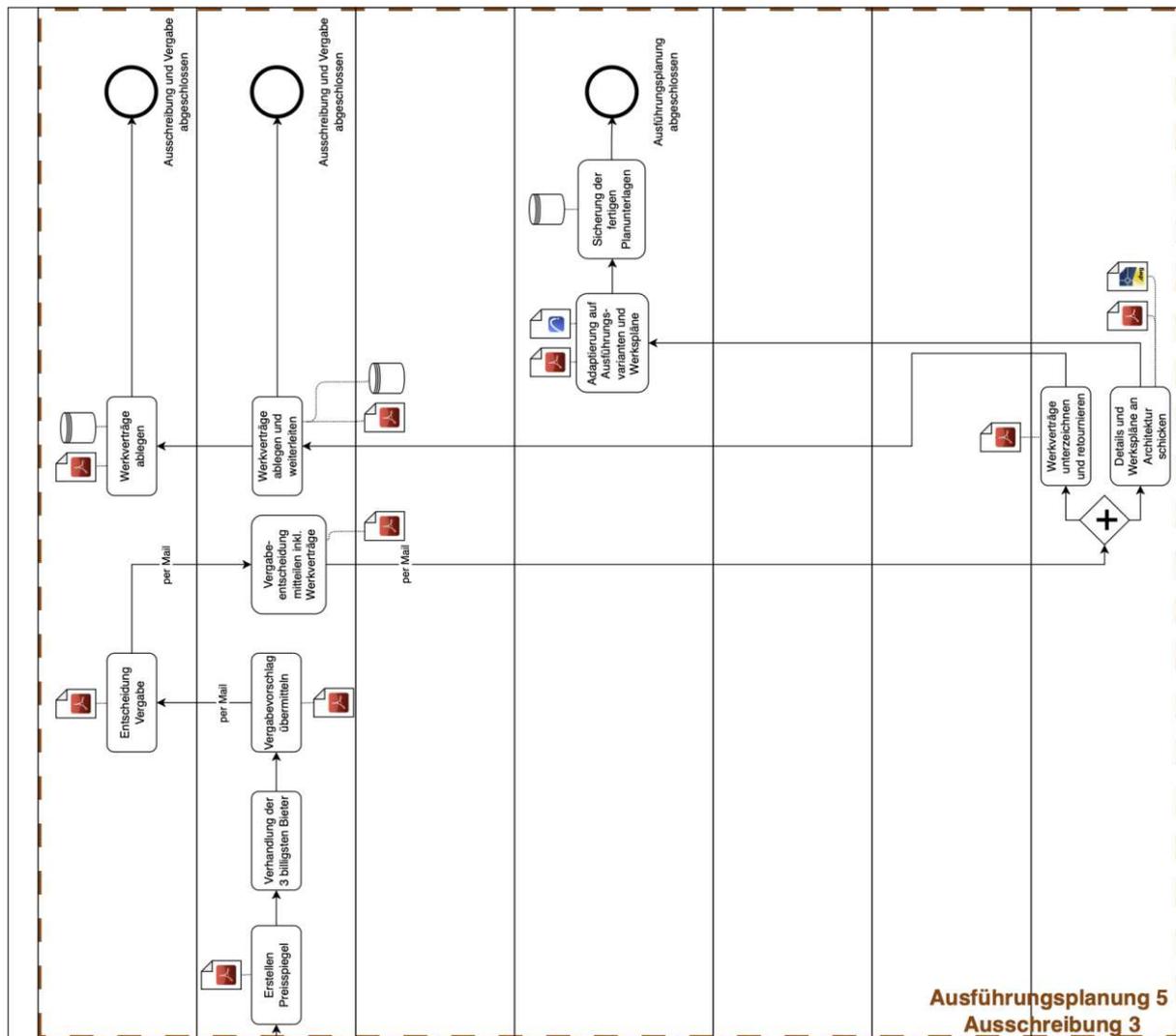


Abb. 3.11: Ist-Prozessdarstellung Ausführungsplanung Phase Ausschreibung 5

übermittelt diese dem Bauherren per Mail als *.pdf*. Dieser fügt seine Korrekturen in die Liste ein und retourniert sie. Parallel dazu findet eine erneute Übermittlung einer Planungskorrekturliste statt, da sich im Zuge der Ausschreibung häufig neue Änderungen ergeben. Die Bauleitung/ÖBA ist für die Zusammenstellung aller Ausschreibungsunterlagen sowie die Erstellung eines Datenträgers des Dateiformates *.onlv* (ÖNORM A 2063-1 [35]) zuständig. Die ausführenden Firmen erhalten die Ausschreibungsunterlagen mit der Bitte um Angebotslegung als *.onlv* und *.pdf*. In der Regel erfolgt nach einer Frist von zwei Wochen die Retournierung von Absagen oder Angeboten als *.pdf* und *.onlv* durch die Firmen per E-Mail. Nach Erhalt der vollständigen Angebote erfolgt die Angebotsprüfung durch die Bauleitung/ÖBA. Bei Fragen werden diese direkt durch die Bauleitung/ÖBA geklärt. Im Anschluss an die Klärung der Fragen endet die *Phase Ausschreibung 2* und die letzte *Phase Ausschreibung 3* beginnt.

In der braunen Umrahmung in Abb. 3.11 ist die Erstellung des Preisspiegels als *.pdf*, der Verhandlung mit den Subunternehmen und die Übermittlung der Vergabeempfehlung an den Bauherren dargestellt. Dieser trifft die Entscheidung über die Vergabe, die Bauleitung kontaktiert die ausführenden Unternehmen, die den Zuschlag erhalten haben per Mail und übermittelt den Werkvertrag als *.pdf*. Die ausführenden Subunternehmen erstellen Werkspläne als *.pdf*, *.dwg* und retournieren die unterzeichneten Werkverträge als *.pdf* an die Bauleitung. Die Bauleitung speichert die Verträge am Server der Fa. Roombus Baudienstleistungs GmbH ab und leitet die Pläne an den Bauherren weiter. Dieser Akt stellt das Ende der Ausschreibung und Vergabe dar.

### **Abrechnung, Bauleitung und Örtliche Bauaufsicht**

Die in dieser Arbeit dargestellten Prozesse umfassen die Standardprozesse der Fa. Roombus Baudienstleistungs GmbH. Die Abrechnung, Bauleitung und Örtliche Bauaufsicht sind als hoch volatile und individuelle Prozesse einzustufen, die sich im Zeitpunkt oder der Reihenfolge nicht als Standardprozess in der Fa. Roombus Baudienstleistungs GmbH darstellen lassen. Einzelne Elemente, wie z. B. die wöchentliche Durchführung von Baubesprechungen mit allen Projektbeteiligten, sind zwar regelmäßig, alle anderen Aktivitäten hängen von den Gegebenheiten und dem Projekt an sich ab. Durch die Anwendung der *Brown-Paper-Methode* konnte auch nach einer Stunde des Brainstormens kein standardisierter Prozess ermittelt werden, der auf mindestens 75 % der Projekte zutrifft. Aus diesem Grund wird auf eine Darstellung der Abrechnung, der Bauleitung und der Örtlichen Bauaufsicht in dieser Diplomarbeit verzichtet.

# Kapitel 4

## Prozessanalyse

Dieser Abschnitt behandelt die Analyse des in Kapitel 3 präsentierten Prozesses. Der Fokus der Evaluierung liegt auf der Optimierung der Datenintegrität und der Vermeidung von Medienbrüchen, da diese insbesondere in kleineren Unternehmen aufgrund der Nutzung individueller Softwarelösungen nur unzureichend gewährleistet sind. In diesem Zusammenhang sollen openBIM-Lösungen lt. BIMcert-Handbuch [15] zur Optimierung des Prozesses zur Anwendung kommen. Im ersten Schritt erfolgte auf Grundlage des Ist-Prozesses, die Indizierung der Problematik. Auf Basis dieser erfolgt im nächsten Schritt die Entwicklung von Vorschlägen zur Prozessoptimierung hinsichtlich der Datenintegrität. Abschließend wurde die Relevanz und der Aufwand der evaluierten openBIM-Verbesserungsvorschläge mittels Umfrage erhoben.

### 4.1 Identifikation von Prozessproblemen

In diesem Abschnitt erfolgt die Beschreibung der identifizierten Medienbrüche und Datenintegritätsprobleme im Ist-Prozess. Die Identifizierung der Prozessprobleme wurde im Anschluss an den Workshop aus Abschnitt 3.1 durchgeführt. Zur Anwendung kam ein „halbstandardisiertes Interview“, das ein Fragengerüst umfasst, von dem situativ abgewichen werden kann. Diese Form des Interviews dient dazu, dass die Befragten frei zu Wort kommen, aber die Fokussierung auf eine Problemstellung weiterhin besteht. Somit können unerwartete Themen oder neue Aspekte integriert und Unklarheiten durch den Interviewer direkt geklärt werden [25]. Zu Beginn des Interviews wurden die Teilnehmenden einzeln in einen Raum gebeten, gemeinsam mit dem Autor dieser Arbeit. Die einzelne Durchführung der Interviews dient dazu, eine Anpassung der Meinungen an die Aussagen anderer Personen zu verhindern. Die Teilnehmenden bekamen die Prozessgrafiken der Ist-Prozesse vorgelegt, um ihnen diesen nochmals vor Augen zu führen. Vor der Beantwortung wurden die Teilnehmenden eingeladen, in einer 10-minütigen Phase des Brainstormings ihre letzten fünf Projekte Revue passieren zu lassen. Die Intention des Verfahrens bestand darin, die Erinnerungen der Teilnehmenden aufzufrischen und den Fokus auf den Prozess zu richten. Die Ergebnisse werden in ihrer Gesamtheit im Folgenden zusammengefasst, ohne einen Bezug zu den Personen herzustellen. Dieses Vorgehen ermöglichte es den Teilnehmenden, sich ehrlich zu äußern und auch interne Prozesse kritisch zu reflektieren. Aus diesem Grund sind im Anhang dieser Diplomarbeit keine ausgewerteten Fragenkataloge enthalten. Wurde ein Problem von mehr als der Hälfte der Personen angesprochen, so wurde dieses in die Liste aufgenommen, da es somit häufiger auftritt und als relevant einzustufen ist. Bei den Problemen wurde dabei zwischen prozess-spezifischen Problemen und prozess-übergreifenden Problemen unterschieden. Die prozess-spezifischen Probleme beziehen sich nur auf einen bestimmten Bereich im Prozess, die prozess-übergreifenden über den gesamten Prozess. Die letztgenannten Probleme kamen in der Regel bei längeren Abschweifungen der Teilnehmenden zum Vorschein. Bei der Durchführung wurde speziell der Fokus darauf gelegt, dass nicht die Qualität des Prozesses an sich verbessert werden sollte, sondern die Datenintegrität und die Identifikation von Medienbrüche gefördert

wird. Die Reihenfolge der folgenden aufgelisteten Probleme entspricht dabei nicht der Größe des Problems, sondern ihrer zeitlicher Abfolge im Prozess.

#### 4.1.1 Prozess-übergreifende Probleme

Prozess-übergreifende Probleme wurden im Rahmen des Interviews erfasst, wenn allgemein über Probleme ohne Bezug zu einer Phase berichtet wurde.

**Fehlende Einschätzung zum internen Digitalisierungsgrad und Entwicklungsfahrplan** In den Gesprächen wurde darauf hingewiesen, dass die Teilnehmenden keine Einschätzung darüber haben, in welchem Ausmaß das Unternehmen digitalisiert ist. Dies führt zu Schwierigkeiten bei der Einschätzung, ob neue Ideen zur Verbesserung der Datenverarbeitung umgesetzt werden können oder ob zur Umsetzung dieser Ideen zunächst grundlegende Schritte der Digitalisierung durchgeführt werden müssen. Für die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter gibt es derzeit keinen klaren Fahrplan, welche Schritte zur Steigerung der Digitalisierung des Unternehmens sinnvoll und zielführend sind oder als nächstes angestrebt werden. Dies liegt an der fehlenden Zielsetzung innerhalb des Unternehmens, was auch zu internen Diskrepanzen und Verweigerungen hinsichtlich der Nutzung neuer oder alter Technologien je nach Entwicklungsstadium der einzelnen Abteilungen führt.

**Nicht-Verwendung des BIM-Prozesses** Das Interview ergab, dass die wesentlichen Elemente und Verfahren des BIM-Prozesses bekannt sind, jedoch nicht in die Praxis umgesetzt werden. Als Ursachen wurden einerseits der Widerstand aufgrund von Bequemlichkeit, neue Prozesse zu erlernen, genannt. Andererseits wurde von den Teilnehmenden angegeben, dass das Problem darin besteht, dass der Prozess und das Ziel zwar bekannt, die Schritte dazwischen jedoch unklar sind und die Innovationen deswegen zurückgehalten werden.

#### 4.1.2 Prozess-spezifische Probleme

Die nachfolgende Auflistung präsentiert eine Übersicht über die im Interview erfassten prozess-spezifischen Probleme, systematisiert nach dem Prozessverlauf. Am Ende jeder Beschreibung findet sich ein Kürzel, das die Phase spezifiziert, in der die identifizierten Probleme vorhanden sind. Das Kürzel *EP* kennzeichnet die Einreichung, *PP* die Ausführungsplanung und *AVA* steht für die Phasen der Ausschreibung, Vergabe und der Abrechnung. In der Projektphase der Bauleitung konnte der Standardprozess aufgrund fehlender Standardisierungen nicht abgebildet werden, weshalb in dieser Phase keine Probleme der Datenintegrität identifiziert wurden.

**Fehlende Kompatibilität der Aufbauten und Details – EP** Die Bürostandards in der Fa. Roombus Baudienstleistungs GmbH sind als *.pdf* verfügbar. Die Aufbauten sind in textlicher Form und Details als *.pdf*-Zeichnung vorhanden. Die Standardaufbauten werden typischerweise zu Beginn des Projekts manuell in die Autorensoftware übertragen, wobei Fehler bei der manuellen Übertragung auftreten können. Im Anschluss wird die textliche Beschreibung in *Microsoft Word* erstellt und als *.pdf* gespeichert. Zu diesem Zeitpunkt stimmt die textliche Beschreibung mit den Aufbauten im Plan überein. Im Rahmen der Modellerstellung modifiziert die Architektur die Aufbauten, um den Anforderungen des Projekts gerecht zu werden. Diese Änderungen werden allerdings nicht mehr in die textliche Festlegung einbezogen. Eine Inkompatibilität der Daten ist vorhanden, was dazu führt, dass Projektbeteiligte nicht wissen, welche Ausführungsvariante korrekt ist. Die Details werden auch aus einer Sammlung als *.pdf* zusammengestellt und den Planunterlagen beigelegt. Hier besteht die Gefahr, dass diese nicht den Gegebenheiten des Projekts entsprechen, weil es sich um standardisierte Details handelt. Ein Widerspruch kann vorhanden sein. Diese

Inkonsistenz der Aufbauten und Details ermöglichen den ausführenden Firmen, Mehrkosten anzumelden.

**Gesetzliche Vorgaben nicht konsistent eingehalten – EP** Bei der Umsetzung von Projekten ist es unerlässlich, die gesetzlichen Vorgaben in der Projektplanung zu berücksichtigen. Aufgrund der Vielzahl an Vorschriften kann es zu Beanstandungen im Plan seitens der Behörde kommen, wenn die Planunterlagen nicht den gesetzlichen Vorgaben entsprechen. Die Architektur verfügt aktuell über keine Möglichkeit zur eigenständigen Überprüfung der Einhaltung gesetzlicher Anforderungen, abgesehen von der Durchsicht durch andere Mitarbeiterinnen oder Mitarbeiter. Aufgrund des damit verbundenen hohen zeitlichen Aufwands und des Zeitdrucks in Projekten kommt die Durchsicht selten zur Anwendung. Die aktuelle Bearbeitungsdauer der Behörde für die Prüfung der Unterlagen beträgt ca. sechs Monate. Fehler in der Planung führen zu einer deutlichen Verlängerung der Bearbeitungsdauer um weitere sechs Monate, was die Bedeutung einer fehlerfreien Einreichung erheblich erhöht.

**Geotechnisches Gutachten im Plan nicht verifiziert – EP** Nach Auftragserteilung beginnt die Geologie oder Geotechnik mit der Erstellung des geotechnischen Gutachtens, welches eine wesentliche Grundlage für die weitere Planung des Bauvorhabens darstellt. Ein Hauptbestandteil des Gutachtens ist die Durchführung von Bodenproben, welche in der Regel in Form von Probebohrungen mit Probenahme und Rammsondierungen erfolgen. Beide Verfahren erlauben die Erstellung einer punktuellen Aufnahme der Bodenschichten, welche im geotechnischen Gutachten enthalten sind. Die Tragwerksplanung, die Bauleitung und die ausführenden Firmen fordern, dass in den Schnitten der Architektur auch die Bodenschichten eingezeichnet werden. Aus diesem Grund muss die Architektur auf Basis der erhaltenen, punktuellen Bodenaufbauten als *.pdf* in jedem Schnitt manuell die Bodenschichten einzeichnen. Dabei muss die Architektur die Bodenschichten zwischen den punktuellen Aufnahmen der Geologie interpolieren, um die Bodenschichten einzeichnen zu können. Dieser Schritt ist mit einem hohen zeitlichen Aufwand verbunden und es liegt keine abschließende Freigabe durch die Geologie vor. Aus diesem Grund fehlt eine Überprüfung der Korrektheit der Daten.

**Baugrubensicherungskonzept im Plan nicht verifiziert – EP** Das vorliegende Problem weist Ähnlichkeiten mit der Thematik des geotechnischen Gutachtens auf. Mit dem Erhalt des Auftrags initiiert die Tragwerksplanung die Erstellung des Baugrubensicherungskonzepts. Im Rahmen dessen erfolgt die Konzeption und Bemessung der Baugrubensicherung. Die ermittelten Berechnungen und erarbeiteten Vorgaben werden in einem Bericht zusammengefasst und als *.pdf* übermittelt. Die Bauleitung benötigt diese Angaben für die Ausschreibung und die ausführenden Firmen für den Bau. Daher zeichnet die Architektur die Angaben der Tragwerksplanung ein, ohne einige der Angaben verifizieren zu können. So ist es z. B. ein entscheidender Unterschied, wie die Lage der Bohrpfähle im Grundriss ist. Muss ein Pfahl exakt im Eck des Gebäudes sitzen oder liegt dieser mit einem Abstand von der Ecke? Diese Informationen sind nicht in den Baugrubensicherungskonzepten der Tragwerksplaner enthalten. Die Tragwerksplanung liefert im Regelfall nur eine händisch gezeichnete Skizze als *.pdf*, aus dieser die genaue Lage nicht hervorgeht. Auf Rückfragen reagiert die Tragwerksplanung häufig damit, dass die genaue Lage sowieso in der Ausführungsphase durch die beauftragten Firmen festgelegt wird. Dies stellt ein Problem dar, da die Tiefgaragen in der Regel bis auf den letzten Zentimeter ausgenutzt sind. Durch die Umpositionierung eines Bohrpfahls in der Ausführung kann es dazu kommen, dass ein lt. Bauordnung erforderlicher Parkplatz keinen Platz mehr findet. In diesem Fall muss bei der Behörde in der Ausführung umständlich um Nachsicht gebeten werden und es kann eine Strafzahlung verhängt werden.

**Fehlerhafte Umsetzung der Bau- und Ausstattungsbeschreibung (BAB) – EP** In der Bau- und Ausstattungsbeschreibung definiert der Bauherr/Auftraggeber die Ausführungsqualitäten des Gebäudes. Je größer und komplexer das Projekt ist, desto umfangreicher wird auch die Bau- und Ausstattungsbeschreibung. Die Anforderungen an ein Gebäude lassen sich aufgrund unterschiedlicher Nutzungsarten (z. B. Gewerbe, Wohnen oder Büro), Veräußerungsmethoden (z. B. Vermietung oder Verkauf) und Bauherren/Auftraggeber nicht standardisieren. In der Konsequenz kommt es bei der Implementierung der Anforderungen in den Plänen zu Fehlern, die in der Ausführungsphase zu Mehrkosten führen. Dies ist darauf zurückzuführen, dass in den meisten Fällen mit den ausführenden Firmen eine unechte Pauschale vereinbart wird. Der Plan ist somit die Vertragsgrundlage für die Werkverträge mit den ausführenden Firmen. In der Regel ist dieser auch in den Verträgen vor der BAB gereiht, was zur Konsequenz hat, dass Angaben im Plan vor der BAB gelten. Fehlen Angaben im Plan, so sind diese nicht in der vereinbarten Pauschale inkludiert und die ausführenden Firmen haben einen Anspruch auf die Forderung von Mehrkosten.

**Eigenes 3D-Modell für Haustechnik und Elektrotechnik – EP & AP** Bei der Erstellung der Haus- und Elektrotechnikpläne wird in der Fa. Roombus Baudienstleistungs GmbH das Programm *Trimble Nova* benutzt. Der Soll-Prozess wäre, dass die Architektur ein 3D-Modell in einem offenen Dateiformat exportiert und die Elektrotechnik und Haustechnik dieses Modell in deren Programm importieren. Das Programm *Trimble Nova* hat jedoch Probleme damit, die Daten aus *Archicad*, übermittelt als *.ifc*, richtig zu interpretieren. Speziell springende Wandsegmente oder unterschiedliche Dicken einer Wand führen zu Problemen im Programm. Diese Probleme können aktuell in der Fa. Roombus Baudienstleistungs GmbH nicht gelöst werden. Daher wird ein eigenes Gebäudemodell in *Trimble Nova* angelegt, um die Anlagen für Elektrotechnik und Haustechnik zu berechnen, dimensionieren und zu planen. Der Prozess der Neuerstellung des Gebäudemodells auf Basis von *.pdf*-Plänen der Architektur ist fehleranfällig in der Umsetzung und zeitaufwendig. Werden nun im weiteren Prozess der Architekturplanung Änderungen in den Plänen vorgenommen, so müssen diese von der Elektrotechnik und Haustechnik ebenfalls in deren Modell geändert werden. In der Praxis gehen jedoch einige Änderungen von der Architektur zur Elektrotechnik- und Haustechnik-Planung verloren, die nur schwer oder gar nicht aus den *.pdf*-Plänen ersichtlich sind, weil z. B. kein Schnitt das geänderte Bauteil abbildet. Es ist auch oftmals schwer nachzuvollziehen, welche Änderungen zwischen Planständen durchgeführt wurden, da eine Veränderung einer Kleinigkeit, oft die Adaption weiterer Elemente zur Folge hat. Dies führt zu Problemen in der Ausführung, weil z. B. geplante Anlagen kollidieren. Mehrkosten und Probleme in der Ausführung sind die Folge.

**Bescheidsauflagen nicht konsistent eingehalten – AP** Die manuelle Einarbeitung der textlichen Auflagen der Behörde ist, wie bei den gesetzlichen Anforderungen, mit einem hohen zeitlichen Aufwand verbunden und birgt ein signifikantes Risiko für Fehler. Darüber hinaus lassen die Anforderungen einen gewissen Handlungsspielraum zu. Die Behörde nimmt eine zeitnahe Klärung von Rückfragen zu den Auflagen des Bescheids nicht vor und verweist darauf, dass die Auflagen aus ihrer Sicht eindeutig im Bescheid formuliert sind. Dies führt zu Schwierigkeiten bei der Abnahme des Gebäudes durch die Behörde. Darüber hinaus entstehen Mehrkosten, da nach der Fertigstellung des Gebäudes Änderungen vorgenommen werden müssen, um den Bescheidsauflagen zu entsprechen.

**Fehlerhafte Ausschreibung – AVA** Zur Ermittlung der Massen und Mengen werden aktuell *.pdf*-Pläne verwendet, in welchen alle Elemente (z. B. Wände, Stützen, Decken...) durchnummeriert werden. Fehlende Bemaßungen werden direkt im *.pdf* mit dem Programm

*Adobe Acrobat Pro* ergänzt. Allerdings sind diese nicht sehr genau, da es keine Fangpunkte für die Anfangs- und Endpunkte der Bemaßung gibt. Durch die Ergänzung manueller Bemaßungen sind die Pläne schnell überladen. In der Konsequenz kann es zu dem Verlust von Elementen kommen, die aufgrund der Fülle an Informationen und der komplexen Pläne übersehen oder falsch erfasst werden.

Unter Betrachtung sämtlicher Problemstellen ist auffällig, dass an den identifizierten Problemstellen wiederholt Datenverluste, fehlende Informationen und inkonsistente Daten auftreten. Also genau jene Aspekte, die sich nachteilig auf die Datenintegrität auswirken oder einen Medienbruch darstellen. Die Fokussierung im Interview auf ebendiese beiden Elemente ist daher gelungen.

## 4.2 Prozessoptimierungen mit openBIM

In diesem Abschnitt erfolgt auf Basis der in Abschnitt 4.1 gewonnenen Erkenntnisse die Entwicklung von Optimierungen des Prozesses hinsichtlich der Datenintegrität durch die Anwendung von openBIM. An dieser Stelle erfolgt eine Differenzierung zwischen den prozess-übergreifenden und prozess-spezifischen Problemen sowie deren Optimierungen. Die prozess-übergreifenden Probleme müssen zuerst behoben werden, um die prozess-spezifischen beheben zu können. Wenn diese übergeordneten Probleme nicht zuerst gelöst werden, könnten spezifische Maßnahmen ineffektiv bleiben oder sogar scheitern, da sie weiterhin von den übergreifenden Hindernissen beeinflusst werden. Durch die systematische Behebung dieser grundlegenden Probleme wird eine Basis geschaffen, auf der anschließend gezielt an einzelnen, spezifischen Herausforderungen gearbeitet werden kann. Das openBIM-Verfahren findet Anwendung bei der Optimierungsentwicklung, um effiziente, zukunftssichere und interoperable Optimierungen zu entwickeln. Die Optimierungen werden in der ersten Spalte der Tabelle 4.1 mit einem Stichwort versehen und in der zweiten Spalte kurz beschrieben. Es sei darauf hingewiesen, dass es sich bei den dargestellten Optimierungen um konzeptionelle Überlegungen handelt. Detaillierte Ausführungen zur Umsetzung dieser Optimierungen werden in Kapitel 5 behandelt.

### 4.2.1 Prozess-übergreifende Optimierungen

Dieser Abschnitt beschreibt die prozess-übergreifenden Optimierungen. Diese werden benötigt, um die Voraussetzungen zur Implementierung der prozess-spezifischen openBIM-Lösungen zu schaffen. Die folgenden Optimierungen adressieren die prozess-übergreifenden Probleme und tragen zu einer Lösung derselben bei.

**Durchführung Einstufungstestung für Digitalisierung** Zur Einschätzung des Digitalisierungsgrads der Fa. Roombuus Baudienstleistungen GmbH wird ein valider Test durchgeführt. Dieser Test ermöglicht eine präzise Analyse der Fortschritte in den Bereichen Technik, Dienstleistungen, Prozesse, Personal und Zukunftsorientierung.

**Reifegradmodelle** Für die drei Sparten Mensch, Technologie und Prozess werden Reifegradmodelle erstellt. Die Entwicklung der Anwendung von openBIM wird anhand dieser Modelle schrittweise dargestellt und daraus ein Fahrplan abgeleitet. Die vorab durchgeführten Einstufungstests, Befragungen und der Ist-Prozess dienen der Festlegung der aktuellen Stufe der Fa. Roombuus Baudienstleistungen GmbH in den Reifegradmodellen. Die weiteren Entwicklungsschritte werden somit definiert und ein einheitlicher Weg zur Steigerung des Digitalisierungsgrads ist vorhanden.

**Lösungskombination** Die Darlegung des Entwicklungspfads mit den Reifegradmodellen sowie die detaillierte Erläuterung eines Umsetzungskonzepts der priorisierten, prozess-spezifischen

openBIM-Lösung verringern die Hemmschwelle zur Umsetzung von weiteren openBIM-Lösungen und legen den Grundstein für die Implementierung von openBIM im gesamten Verfahren.

#### 4.2.2 Prozess-spezifische Optimierungen

In Tab. 4.1 werden die Optimierungen der prozess-spezifischen Probleme beschrieben. Die Reihenfolge orientiert sich an jener des Prozessverlaufs, wie in Abschnitt 4.1.2. Im ersten Satz jeder Optimierung folgt eine Definition, welches Problem durch die Umsetzung behoben wird.

**Tab. 4.1:** Mögliche Prozessoptimierung mit openBIM zur Behebung der Probleme im Ist-Prozess

Bezeichnung	Beschreibung
Aufbautenvorlage	Diese Optimierung behebt einen Teil des Problems „Fehlende Kompatibilität der Aufbauten und Details – EP“. Vorlagen sollen nicht nur in Form einer digitalen Aufbautenliste als <i>.pdf</i> vorhanden sein, sondern implementieren Standardaufbauten bereits direkt in das Programm. Dadurch entfällt ein manuelles Übertragen der Aufbauten in Archicad und die textlichen Beschreibungen der Aufbauten können direkt mit den gezeichneten Aufbauten verknüpft werden. Dies verhindert eine Diskrepanz zwischen den textlichen und grafischen Aufbauten. Die Realisierung erfolgt entweder durch das Anlegen einer Produktbibliothek in der Autorensoftware oder durch das Einspielen computerlesbarer Konfigurationsdateien.
Detailvorlage	Diese Optimierung behebt einen Teil des Problems „Fehlende Kompatibilität der Aufbauten und Details – EP“. Vorlagen sollen nicht nur in Form einer Detailsammlung als <i>.pdf</i> vorhanden sein, sondern implementieren Standarddetails bereits direkt in das Programm. Durch das Anlegen von Profilen ermöglicht Archicad die Transformation von 2D-Skizzen zu 3D-Körpern. Somit wird das betreffende Detail einmal in 2D inkl. sämtlicher Anschlüsse etc. modelliert, in ein 3D-Modell transformiert und im Gebäudemodell integriert. Ein Fehler des Profils oder dessen Inkompatibilität wird dadurch in jedem Schnitt ersichtlich. Details würden sich durch die simple Steigerung des Maßstabs erzeugen lassen.

Fortsetzung auf der nächsten Seite

**Tab. 4.1:** Mögliche Prozessoptimierung mit openBIM zur Behebung der Probleme im Ist-Prozess (Fortsetzung)

Bezeichnung	Beschreibung
Gesetzliche und behördliche Informationsanforderung	Diese Optimierung behebt das Problem „Gesetzliche Vorgaben nicht konsistent eingehalten – EP“. Gemäß der länderspezifischen Bauordnungen, Gesetze, Verordnungen und der Raumplanung erstellen Behörden computerlesbare Auflagen für den Anwendungsfall der Einreichung, die frei zur Verfügung stehen. Diese sollen einerseits als Konfigurationsdatei in die Autorensoftware eingespielt werden können, sodass Elemente die jeweiligen Eigenschaften entweder bereits aufweisen oder diese Eigenschaften als Optionensets zumindestens zur Auswahl stehen. Später kann durch das Einspielen der Konfigurationsdatei in eine Prüfsoftware das Projekt auf die Konformität vom Autor selbst überprüft werden. Die Einhaltung der rechtlichen Rahmenbedingungen durch eine strukturierte Kontrolle in einer Prüfsoftware vermeidet Fehler und beschleunigt dadurch den Einreichprozess.
Geotechnisches Gutachten mit LOG	Diese Optimierung behebt das Problem „Geotechnisches Gutachten im Plan nicht verifiziert – EP“. Übermittlung des geotechnischen Gutachtens erfolgt in Form eines 3D-Modells. Dies umfasst die Darstellung der Bodenaufbauten, des Grundwasserspiegels, mögliche Verunreinigungen im Boden, der Aufschlüsse sowie der Interpolation zwischen den Messstellen als 3D-Modell, erstellt durch die Geologie. Die Übermittlung des 3D-Modells erfolgt in einem standardisierten, offenen Datenformat (z. B. <i>.ifc</i> ), um einen Datenaustausch zwischen verschiedenen Autorenprogrammen (openBIM) zu ermöglichen. Somit kann das verifizierte Bodenmodell durch die Architektur in die Planung übernommen werden.
3D-Baugrubensicherungskonzept	Diese Optimierung behebt das Problem „Baugrubensicherungskonzept im Plan nicht verifiziert – EP“. Die Elemente der Baugrubensicherung sind von der Tragwerksplanung naturgetreu modelliert. Dabei sind sämtliche Informationen wie z. B. Bewehrungsgrad, Betongüten und Abmessungen in den Eigenschaften der Elemente zu berücksichtigen. Auch die exakte Festlegung der Lage der Elemente ist von der Tragwerksplanung vorzugeben. Die Übermittlung des 3D-Modells erfolgt in einem standardisierten, offenen Datenformat (z. B. <i>.ifc</i> ), um einen Datenaustausch zwischen verschiedenen Autorenprogrammen (openBIM) zu ermöglichen. Die exakte Lage der Baugrubensicherung ist für die Architektur, die Bauleitung und die ausführenden Firmen definiert.

Fortsetzung auf der nächsten Seite

**Tab. 4.1:** Mögliche Prozessoptimierung mit openBIM zur Behebung der Probleme im Ist-Prozess (Fortsetzung)

Bezeichnung	Beschreibung
Vorlage BAB	Diese Optimierung behebt das Problem „Fehlerhafte Umsetzung der Bau- und Ausstattungsbeschreibung – EP“. Die BAB, welche z. B. die Qualitäten der verwendeten Materialien sowie Abmessungen der Türen festlegt, soll als Konfigurationsdatei in die Autorensoftware eingespielt werden können. Die Erstellung der Konfigurationsdatei hat durch den Bauherren zu erfolgen, der sich Unterstützung bei der Umsetzung von der Architektur holen kann. Durch das Einspielen der Konfigurationsdatei in eine Prüfsoftware kann der Autor die Einhaltung der festgelegten Qualität selbst überprüfen. Dadurch werden Planfehler reduziert werden und Mehrkosten aus diesem Ursprung vermieden.
openBIM-Autorensoftware für ET und HT	Diese Optimierung behebt das Problem „Eigenes 3D-Modell für Haustechnik und Elektrotechnik – EP & AP“. Statt der Verwendung einer Autorensoftware, die den Import eines 3D-Modells aus einer openBIM-fähigen Software nicht oder nur fehlerhaft erlaubt, erfolgt der Umstieg auf eine kompatible Software für Elektrotechnik und Haustechnik. Durch den Umstieg muss nicht mehr in einem eigenen Arbeitsschritt ein eigenes Gebäudemodell erstellt werden. Kollisionen können frühzeitig erkannt werden und zusätzlich besteht die Möglichkeit der weiteren Nutzung, wie z. B. eine zeiteffizientere Abnahme durch <i>Augmented Reality</i> , wie Urban et al. [54] feststellen konnten.
Digitale Bescheidsauflagen	Diese Optimierung behebt das Problem „Bescheidsauflagen nicht konsistent eingehalten – AP“. Nach erfolgreicher Einreichung der relevanten Dokumente sollen die Auflagen des Bescheids von der Behörde als computerlesbare Konfigurationsdatei erstellt werden. Die Architektur kontrolliert die Einhaltung der vorgeschriebenen Auflagen durch das Einspielen einer Konfigurationsdatei in eine Prüfsoftware. Einerseits sind die Auflagen konkret definiert und lassen keinen Handlungsspielraum mehr offen, andererseits können diese nicht in der Planung vergessen werden. Mehrkosten können dadurch vermieden werden.
Ausschreibung BIM-basiert	Diese Optimierung behebt das Problem „Fehlerhafte Ausschreibung – AVA“. Die Autorensoftware ermöglicht nicht nur die automatisierte Erstellung von Massen und Auswertungen (z. B. Türenlisten), sondern auch die automatisierte Auswahl von Positionen aus der Leistungsbeschreibung Hochbau (LB-HB) anhand ihrer Elemente und Eigenschaften. Das Leistungsverzeichnis erstellt das Programm in diesem Fall automatisiert. Die Ausschreibung wird schneller erstellt und Massen durchgehend vollständig erfasst. Der Datenverlust wird in dieser Umsetzung dadurch verhindert.

Abschluss der Liste

## 4.3 Umfrage

Im Rahmen der Bewertung der Priorität und des geschätzten Aufwands der prozess-spezifischen Optimierungsmaßnahmen erfolgte eine Umfrage innerhalb der Fa. Roombus Baudienstleistungs GmbH. Die prozess-übergreifenden Optimierungen sind Voraussetzung für die Umsetzung der prozess-spezifischen Optimierungen und werden in Kapitel 5 erläutert. Ziel der Umfrage ist die Ermittlung der wichtigsten prozess-spezifischen Optimierung. Für die wichtigste Optimierung werden in Kapitel 5 detaillierte Umsetzungskonzepte erläutert. Der vorliegende Abschnitt beginnt zuerst mit der Erläuterung der Methodik und stellt die Ergebnisse der Umfrage tabellarisch und grafisch dar.

### 4.3.1 Methodik

Die Durchführung der Umfrage erfolgte mittels eines Fragenkatalogs, dessen Ziel die Skalierung der Priorität sowie die Einschätzung des Aufwands war. An der Umfrage nahmen die Abteilungsleiterin und Abteilungsleiter der Fa. Roombus Baudienstleistungs GmbH teil. Für die Befragung der Teilnehmenden erfolgte die Erstellung eines Fragenkatalogs mit 19 Fragen. Die erste Frage diente der Erfassung der Namenskürzel der Teilnehmenden, um für Rückfragen eine Zuordnung der Antworten zu den Personen herstellen zu können. Im weiteren Verlauf des Fragebogens wurden inhaltliche Fragen gestellt. Jede Frage präsentiert eine der openBIM-Optimierung mit einem Titel und einer Beschreibung gefolgt von einer Skala zur Einstufung. Die Optimierungen sind jene, die in Tab. 4.1 aufgeführt sind. Im ersten Teil des Fragenkatalogs wurde die Priorität der Umsetzung der jeweiligen Optimierung erfragt. Im zweiten Abschnitt wurden die gleichen Optimierungen hinsichtlich des Aufwands der Umsetzung abgefragt. Die Teilnehmenden schätzten die Priorität und den Aufwand auf einer Skala ein. Bei der Umfrage kam eine eindimensionale Likert-Skala zu Anwendung. Wie in der Studie von Döring [13] beschrieben, bietet sich die Likert-Skala an, um Intensitäten der Zustimmung abzufragen. Die Skala des ersten Abschnitts war 5-stufig und reichte von 1 (nicht wichtig) bis 5 (sehr wichtig). Die 5-stufige Skala des zweiten Abschnitts reichte von 1 (schwer umsetzbar) bis 5 (leicht umsetzbar). Bei der Durchführung der Umfrage in der Fa. Roombus Baudienstleistungs GmbH wurde auf einen ausgedruckten Fragenkatalog zurückgegriffen. Die Umfrage wurde vor Ort durchgeführt, um etwaige Unklarheiten beim Beantworten der Fragen sofort klären zu können. Der Fragenkatalog wurde mithilfe von *GoogleForms* erstellt, ausgedruckt und den teilnehmenden Personen der Fa. Roombus Baudienstleistungs GmbH vorgelegt. Die Auswertung erfolgte lokal und wurde im Sinne des Datenschutzes nicht in *GoogleForms* hochgeladen. Der Fragenkatalog ist im Anhang A zu finden. Die Beantwortung der Fragebögen erfolgte durch die Befragten unabhängig und selbstständig.

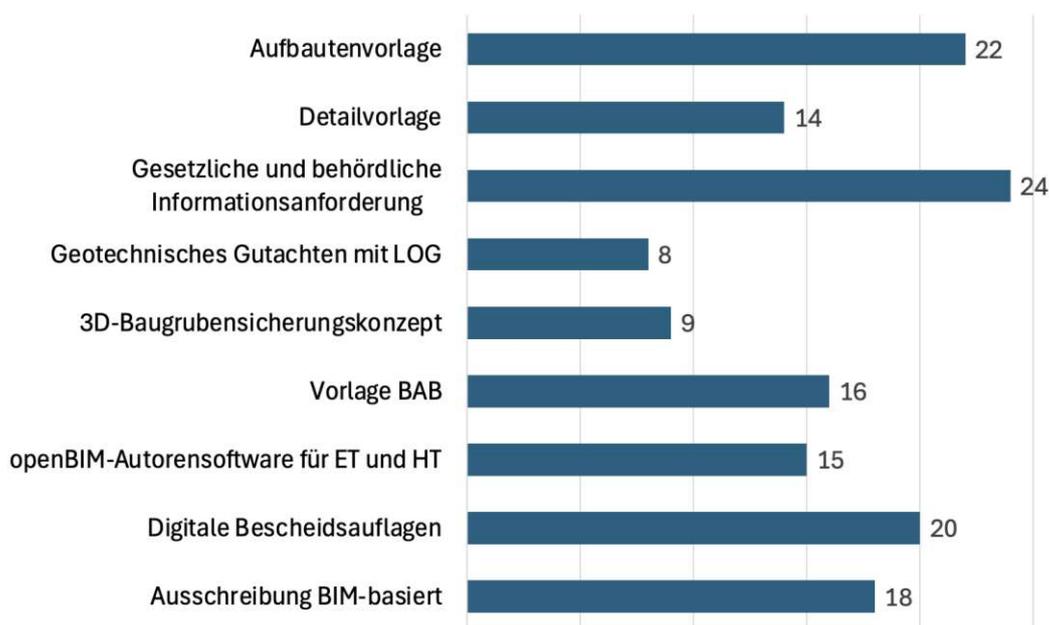
### 4.3.2 Ergebnisse

Tab. 4.2 legt die Auswertung der Ergebnisse des Fragenkatalogs dar. Die genaue Berechnung des Mittelwerts und die einzelnen Ergebnisse der Fragenkataloge sind im Anhang C zu finden. Frage 1 wird in der Auflistung nicht erwähnt, da es sich um die Frage des Namenskürzels handelt und diese für das Ergebnis nicht weiter relevant ist.

**Tab. 4.2:** Befragungsergebnis – Priorität der Optimierungen

Frage	Priorisierung		
	Mittelw.	Median	in Worten
Aufbautenvorlage	4,4	5,0	sehr wichtig
Detailvorlage	2,8	3,0	eher wichtig
Gesetzliche und behördliche Informationsanforderung	4,8	4,0	wichtig
Geotechnisches Gutachten mit LOG	1,6	1,0	nicht wichtig
3D-Baugrubensicherungskonzept	1,8	2,0	weniger wichtig
Vorlage BAB	3,2	3,0	eher wichtig
openBIM-Autorensoftware für ET und HT	3,0	3,0	eher wichtig
Digitale Bescheidsauflagen	4,0	4,0	wichtig
Ausschreibung BIM-basiert	3,6	3,0	eher wichtig

Abb. 4.1 veranschaulicht die Auswertung des Fragenkatalogs durch die Darstellung der Summen der Ergebnisse hinsichtlich der Priorität der jeweiligen Optimierungen. Eine hohe Bewertung (max. 5) zeigt an, dass die Optimierung als wichtig eingestuft wird. Die erreichte Summe gibt Aufschluss über die Reihung der Prioritäten. Die wichtigste Optimierung „Gesetzliche und behördliche Informationsanforderung“ erreicht mit 24 Punkten die höchste Priorität, gefolgt von „Aufbautenvorlage“ mit 22 Punkten und „Digitale Bescheidsauflagen“ mit 20 Punkten. Am wenigsten relevant sind „Geotechnisches Gutachten mit LOG“ (8 Punkte), gefolgt von „3D-Baugrubensicherungskonzept“ (9 Punkte) und „Detailvorlage“ (14 Punkte).

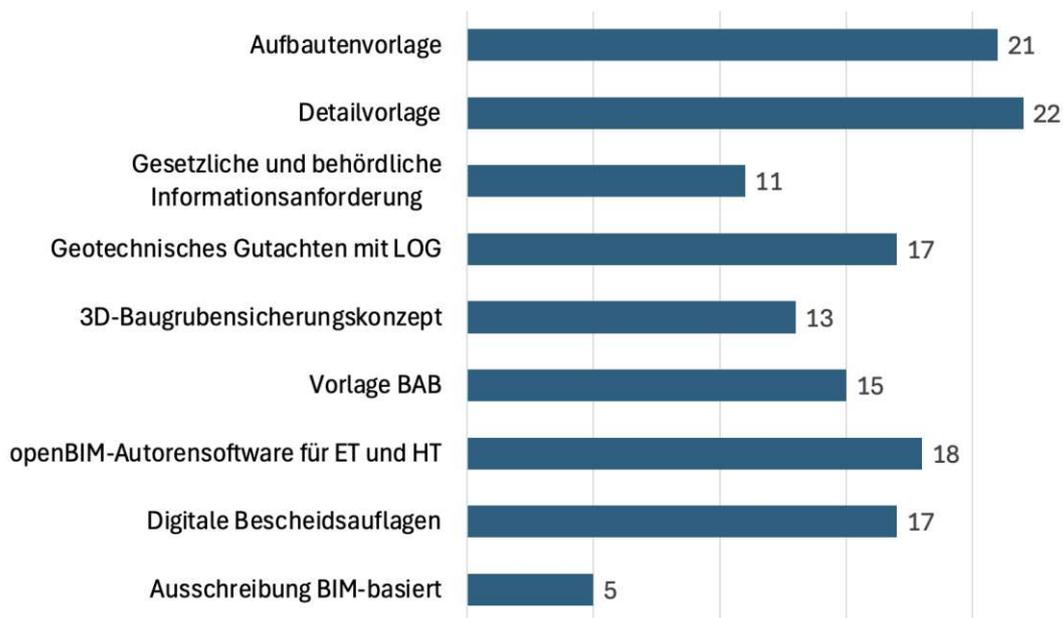
**Abb. 4.1:** Befragungsergebnis – Priorität der Optimierungen (Summe)

Im zweiten Abschnitt wurde die Einschätzung der Befragten hinsichtlich des Aufwands der Umsetzung der Optimierung abgefragt. Diese ermittelten Daten dienen als Grundlage für die Evaluierung der Umsetzungskonzepte. Der tatsächliche Aufwand wird mit der Einschätzung aus der Befragung am Ende der Arbeit abgeglichen. Tab. 4.3 veranschaulicht die Ergebnisse der Befragung und zeigt dessen Mittelwerte und Mediane.

**Tab. 4.3:** Befragungsergebnis – Aufwand der Optimierungen

Frage	Aufwand		
	Mittelw.	Median	in Worten
Aufbautenvorlage	4,2	4,0	eher einf. umsetzbar
Detailvorlage	4,4	4,0	eher einf. umsetzbar
Gesetzliche und behördliche Informationsanforderung	2,2	2,0	eher schw. umsetzbar
Geotechnisches Gutachten mit LOG	3,4	4,0	eher einf. umsetzbar
3D-Baugrubensicherungskonzept	2,6	3,0	weder noch
Vorlage BAB	3,0	3,0	weder noch
openBIM-Autorensoftware für ET und HT	3,6	4,0	eher einf. umsetzbar
Digitale Baubeschreibung	3,4	4,0	eher einf. umsetzbar
Ausschreibung BIM-basiert	1,0	1,0	schwer umsetzbar

Im Diagramm in Abb. 4.2 werden die Summen der Ergebnisse der Fragen dargestellt. Die Höhe der Summe steht dabei in direktem Zusammenhang mit der Einschätzung des Aufwands. Hohe Summen repräsentieren eine einfache, niedrige demnach eine schwierige Umsetzung. Zu den am einfachsten umsetzbaren Optimierungen zählen „Detailvorlage“ mit 22 von 25 Punkten, „Aufbautenvorlage“ (21) und „openBIM-Autorensoftware für ET und HT“ (18). Die „Ausschreibung BIM-basiert“ (5), „Gesetzliche und behördliche Informationsanforderung“ (11) und „3D-Baugrubensicherungskonzept“ (13) scheinen am schwierigsten zu sein.

**Abb. 4.2:** Befragungsergebnis – Aufwand der Optimierungen (Summe)

# Kapitel 5

## Umsetzungskonzept

Auf der Grundlage der in Kapitel 4 gewonnenen Erkenntnisse erfolgt im vorliegenden Abschnitt die Beschreibung der Umsetzungskonzepte. Zunächst werden die Verbesserungsvorschläge nach ihrer Priorität geordnet und analysiert. Im Anschluss erfolgt die detaillierte Beschreibung der Optimierungen der prozess-übergreifenden Lösungen, da diese die Basis für die weiteren Lösungen bilden. Schließlich werden die prozess-spezifischen openBIM-Lösungen erläutert. Aufgrund der mit der Implementierung verbundenen Komplexität wird in dieser Arbeit lediglich auf die wichtigste prozess-spezifische Optimierung detaillierter eingegangen. Für diese erfolgt die Ausarbeitung und Erläuterung zweier ausführlicher Umsetzungskonzepte. Für alle weiteren Lösungen erfolgt eine grundsätzliche Beschreibung der Umsetzung.

### 5.1 Priorisierte Umsetzungen

Die in Tab. 5.1 angegebene Reihenfolge basiert auf den Ergebnissen der durchgeführten Umfrage. In jeder Zeile ist zuerst der Rang, die Kurzbezeichnung, der Mittelwert der Priorität und des Aufwands dargestellt.

**Tab. 5.1:** Reihung der Optimierungen nach der Priorisierung

Rang	Bezeichnung	Priorität	Umsetzbarkeit
1	Gesetzliche und behördliche Informationsanforderung	4,8	2,2
2	Aufbautenvorlage	4,4	4,2
3	Digitale Bescheidsauflagen	4,0	3,4
4	Ausschreibung BIM-basiert	3,6	1,0
5	Vorlage BAB	3,2	3,0
6	openBIM-Autorensoftware für ET und HT	3,0	3,6
7	Detailvorlage	2,8	4,4
8	3D-Baugrubensicherungskonzept	1,8	2,6
9	Geotechnisches Gutachten mit LOG	1,6	3,4

Bei näherer Betrachtung der Tab. 5.1 zeigt sich, dass die als „eher schwer umsetzbar“ eingestufte Optimierung „Gesetzliche und behördliche Informationsanforderung“ am relevantesten ist. Die Dringlichkeit der Umsetzung lässt sich durch den Umstand erklären, dass aktuell Gesetze, Verordnungen und technische Richtlinien nur *analog* oder als *.pdf* in der Fa. Roombus Baudienstleistungs GmbH vorliegen. Gesetze, Verordnungen und technische Richtlinien sind umfangreiche Schriftstücke, sodass bei größeren Projekten öfters eine Regelung in einem Spezialbereich übersehen werden kann. Eine Überprüfung der Einhaltung der rechtlichen Vorgaben ist nur durch die Behörde im Rahmen einer Einreichung möglich und eine fehlende oder falsche Berücksichtigung führt zu einer Verzögerung des Einreichprozesses.

## 5.2 Prozess-übergreifende Umsetzungskonzepte

In diesem Abschnitt erfolgt die Beschreibung der prozess-übergreifenden Umsetzungskonzepte. Genauer werden die Lösungskonzepte zur Einstufung des Digitalisierungsgrads mit einem validen Test und der Entwicklung von Fahrplänen zur Implementierung von openBIM präsentiert.

### 5.2.1 Einstufung im DigiCheck

Zur Evaluierung des Digitalisierungsgrads der Fa. Roombus Baudienstleistungs GmbH wurde der unabhängige DigiCheck der Bundesagentur für Arbeit (Deutschland) [7] durchgeführt. Dieser Test basiert auf einem Online-Fragebogen, der zur Ermittlung des Digitalisierungsgrads eines Unternehmens dient. Zu Beginn des DigiChecks wurde der Tätigkeitsbereich „Bauwirtschaft“ ausgewählt, während alle nicht relevanten Unternehmensleistungen ausgeschlossen wurden, wie z. B. Einkauf, Produktion und Vertrieb. Die Auswertung umfasst einen 52-seitigen Bericht, der im Folgenden zusammengefasst wird. Für die Fa. Roombus Baudienstleistungs GmbH erfolgt die genauere Betrachtung der Digitalisierungsgrade für die Bereiche Mensch, Technologie und Prozess. Diese Bereiche repräsentieren die wesentlichen Entwicklungsbereiche zur Steigerung der Digitalisierung und Entwicklung von openBIM [28]. Diese Aufteilung findet sich in Abschnitt 5.2.2 in den Reifegraden ebenfalls wieder. Aus diesem Grund werden diese wesentlichen Entwicklungsbereiche in den Kontext der erfassten Bereiche aus dem DigiCheck gebracht. Der Bereich *Mensch* wird unter dem Punkt *Personal und Kompetenzen* in der unteren Reihe der Abb. 5.1 repräsentiert. Der Reiter links oben *Ausstattung und technische Voraussetzungen* beschreibt das Thema *Technologie*. Der Bereich *Prozess* wird durch den Reiter *Interne Prozesse* in der unteren Reihe, links dargestellt. Der Digitalisierungsgrad des gesamten Unternehmens liegt dem Bericht zufolge bei 78 %, was bei dem DigiCheck zu der Einstufung „Fortgeschritten“ führt. Zum Vergleich: Der

### Ergebnis-Überblick

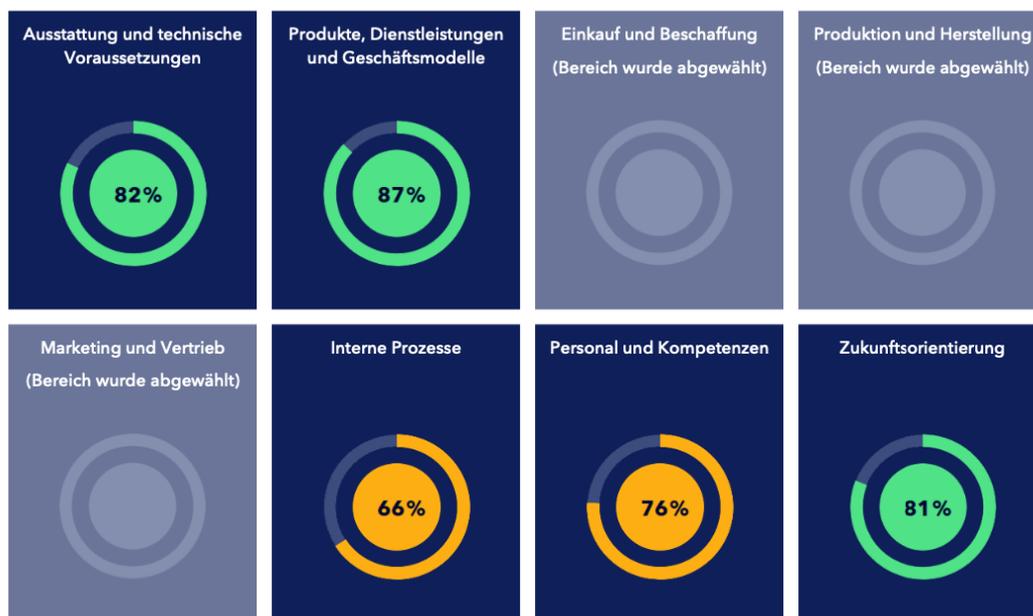


Abb. 5.1: DigiCheck-Digitalisierungsgrad der Fa. Roombus Baudienstleistungs GmbH

Mittelwert in der Baubranche liegt bei 34 %. Der DigiCheck liefert basierend auf der Analyse Handlungsempfehlungen, welche in der folgenden Aufzählung beschrieben sind.

**Mensch** Fortbildungen im Bereich der Softwarebedienung durch Erstellung eines Fortbildungskatalogs und verpflichtende Schulungen für Grundlagenkurse der Softwarebedienung und zur Schulung der Grundbegriffe.

**Technologie** Ganzheitliche Umstellung auf neue, aktualisierte Software. Entfernung von einigen, wenigen Insellösungen.

**Prozess** Steigerung von Automationen und die Erhöhung des Einsatzes softwaregestützter Auswertungen.

Auf Basis der Einschätzung des DigiChecks, Befragungen in der Fa. Roombuus Baudienstleistungs GmbH und des Ist-Prozesses erfolgt im Abschnitt 5.2.2 eine Einstufung der Fa. Roombuus Baudienstleistungs GmbH in den jeweiligen Reifegraden. Dies erleichtert die Identifizierung der nächsten Schritte zur Implementierung von openBIM.

### 5.2.2 Stufenweise Reifegradmodell

Die Implementierung neuer Technologien, wie z. B. openBIM, in einem Unternehmen hat signifikante Auswirkungen und führt zu tiefgreifenden Veränderungen in Bezug auf Menschen und Prozesse [56]. Speziell openBIM erfordert einen Anpassungsbedarf, da es einen hohen Digitalisierungsgrad voraussetzt und die Baubranche eine der am wenigsten digitalisierten Branchen ist [20]. Zur Entwicklung eines Unternehmensfahrplans mit dem Ziel der Steigerung des Digitalisierungsgrads werden verschiedene Reifegradmodelle herangezogen. Das von Paulk et al. [46] konzipierte CMM-Modell, ursprünglich zur Einschätzung der Reife von Softwareentwicklungsprozessen konzipiert, bildet die Grundlage für viele Reifegradmodelle im Bereich BIM. Im Laufe der Zeit haben sich zahlreiche Reifegradmodelle entwickelt, um den Fortschritt der BIM-Implementierung in Unternehmen zu bewerten (vgl. Deubel und Halter [12]). Diese Modelle unterscheiden sich in ihren Ansätzen und Detailgraden. In dieser Arbeit wurden drei 5-stufige Reifegradmodelle für die Fa. Roombuus Baudienstleistungs GmbH entwickelt – mit den Bereichen Mensch, Technologie und Prozess. Die Grundlage dieser entwickelten Reifegradmodelle bilden die Modelle von Steimel [51]. Die einzelnen Reifegrade der Bereiche wurde gemeinsam mit Fa. Roombuus Baudienstleistungs GmbH definiert und anschließend eingeschätzt.

#### Reifegradmodell-Mensch

Das Reifegradmodell für den Menschen fokussiert sich auf die Kompetenzen und die Weiterentwicklung von Fachkräften, die für eine erfolgreiche Implementierung von openBIM-Prozessen im Unternehmen essenziell sind. Es bietet eine strukturierte Einschätzung vorhandener Fähigkeiten und zeigt auf, welche Kompetenzen noch ausgebaut werden müssen. Zudem dient es als Orientierungshilfe für die Einstufung neuer Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter und ermöglicht eine gezielte Förderung ihres Potenzials.

**Stufe 1: Bewusstsein** Die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter kennen die Beschreibung von BIM und die grundlegenden Chancen und Herausforderungen von BIM, aber es werden noch keine Standards oder Prozesse verfolgt. Schulungen und Mentoring-Programme sind noch nicht etabliert.

**Stufe 2: Grundverständnis** Die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter haben erste Kenntnisse von BIM gewonnen. Sie beginnen Standards und Normen wie z. B. ÖNORM A 6241-2 [37],

ÖNORM EN ISO 19650-1 [42], ÖNORM EN ISO 19650-2 [43] und offene Datenformate (wie z. B. *.ifc*, *.bcf*) zu verstehen und punktuell anzuwenden. Grundbegriffe und der grundsätzliche Ablauf der Implementierung sind bekannt.

**Stufe 3: Kompetenz und Zusammenarbeit** Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter sind kompetent im Umgang mit BIM und offenen Standards. Sie können den openBIM-Prozess gemäß BIMcert Handbuch und ÖNORM EN ISO 19650-1 und ÖNORM EN ISO 19650-2 durchgängig anwenden. Sie kennen und wenden die LM.BIM 2025 [5] an. Sie arbeiten somit in interdisziplinären Teams modellbasiert zusammen. Es gibt aktive Schulungen und Wissensaustauschprogramme. Das Erreichen dieser Stufe ermöglicht die Implementierung von openBIM-Lösungen und -Prozessen.

**Stufe 4: Expertenstatus und Vorbildrolle** Die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter verfügen über eine hohe BIM-Expertise und übernehmen eine zentrale Rolle als Mentorinnen und Mentoren. Sie fördern aktiv die Anwendung offener Standards, unterstützen die interdisziplinäre Zusammenarbeit und treiben durch eigene Optimierungen die Effizienz (Evolution) der Prozesse voran. Darüber hinaus sind sie in der Lage, Organisations- und Projekt-Informationsanforderungen zu definieren sowie Betreiber-Informationsanforderungen zu erarbeiten und daraus fundierte Auftraggeber-Informationsanforderungen (AIA) abzuleiten.

**Stufe 5: Führungsrolle und Innovation** Die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter spielen eine zentrale Rolle in der strategischen Ausrichtung des Unternehmens im Bereich BIM. Sie sind in der Lage, aktiv an der Entwicklung neuer nationaler und internationaler Standards mitzuwirken und tragen so zur Weiterentwicklung der Branche bei. Darüber hinaus konzipieren und implementieren sie Strategien zur Einführung neuer internationaler Entwicklungen, wie beispielsweise ÖNORM EN ISO 23386 [44], ÖNORM EN ISO 23387 [45] für digitale Produktdatenbanken oder den *Information Delivery Specification* (IDS)-Standard. Dies trägt zur weiteren digitalen Transformation der Prozesse und die Reduktion von fragmentierte Prozesse bei (Revolution).

Auf Basis von Gesprächen mit den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern ist das Unternehmen auf Stufe 2 einzuordnen, weil bereits das Grundverständnis vorhanden ist und in manchen Prozessen offene Datenformate benutzt werden.

### Reifegradmodell-Technologie

Im Bereich Technologie liegt der Fokus auf der Förderung und Anwendung offener sowie interoperabler Softwarelösungen. Es entstehen Systemen, die im BIM-Prozess eine Kompatibilität, digitale Verarbeitung und eine Zusammenarbeit ermöglichen.

**Stufe 1: Isolierte Technologien** Vorwiegende Nutzung isolierter Insel-Softwarelösungen ohne Anwendung etablierter BIM-Standards. Es gibt zu wenig bis keine Interoperabilität zwischen den Systemen. Die Unterstützung standardisierter Dateiformate ist kaum vorhanden.

**Stufe 2: Erste Integration** Einige offene Standards (wie z. B. *.ifc*) werden angewandt, aber die Systeme sind noch nicht vollständig miteinander verbunden. Die Softwarelösungen bieten eine eingeschränkte Interoperabilität.

**Stufe 3: Standardisierte und interoperable Systeme** Laufende Verwendung offener Standards (wie z. B. *.ifc*, *.bcf* etc.) findet statt. Die Systeme sind miteinander verbunden und ermöglichen einen nahtlosen Datenaustausch. Dieser Standard wird erfordert, um die openBIM-Lösungen dieser Arbeit umsetzen zu können.

**Stufe 4: Vernetzte und automatisierte Technologien** Technologien sind vollständig integriert und ermöglichen einen medienbruchfreien Datenaustausch. Es kann gleichzeitig an gemeinsamen Modellen im lokalen Netzwerk oder per Cloud gearbeitet werden.

**Stufe 5: Digitale Transformation** Die gesamte Technologiearchitektur ist vollständig auf Interoperabilität ausgelegt und nutzt fortschrittliche Technologien wie z. B. Künstliche Intelligenz. Alle Prozesse sind durchgängig digitalisiert und optimiert. Der Fokus auf openBIM steht dabei im Vordergrund.

Auf Basis des in Kapitel 3 dargestellten Prozesses befindet sich die Fa. Roombus Baudienstleistungs GmbH im Reifegradmodell-Technologie auf der Stufe 2, in manchen Aspekten auch schon auf Stufe 3.

### Reifegradmodell-Prozess

Das Reifegradmodell der Prozesse beschreibt Arbeitsabläufe, die zur Planung, Konstruktion und Verwaltung von Bauprojekten in der Planung und Ausführungsphase zum Einsatz kommen. Das Ziel besteht darin, einen offenen Prozess und standardisierte Arbeitsabläufe zu etablieren, die eine effiziente Zusammenarbeit und den uneingeschränkten Austausch von Informationen verschiedenster Beteiligten ermöglichen.

**Stufe 1: Fehlende Prozesse** Es gibt keine klar definierten BIM-Prozesse. Die Arbeiten werden größtenteils mit isolierten Softwarelösungen und ohne die Anwendung von openBIM-Prozessen durchgeführt.

**Stufe 2: Grundlegende Prozessdefinition** Erste BIM-Prozesse werden definiert, basierend auf offenen Standards wie *.ifc*. Es gibt jedoch noch keine vollständige Integration in alle Phasen des Projekts.

**Stufe 3: Standardisierte Prozesse** Es existieren klare und strukturierte BIM-Prozesse, die auf offenen Standards basieren. BIM ist vollständig in die Arbeitsabläufe integriert und Daten werden konsistent über verschiedene Disziplinen hinweg ausgetauscht.

**Stufe 4: Optimierte Prozesse und Automatisierung** BIM-Prozesse sind vollständig standardisiert, automatisiert und auf Effizienz ausgelegt. Regelmäßige Prozessverbesserungen und das Einbeziehen neuer Technologien werden aktiv vorangetrieben. Es existieren bereits die Auftraggeber-Informationsanforderung (AIA) und der BIM-Abwicklungsplan (BAP), die überwiegend zur Anwendung kommen. Mit dieser Stufe ist die Implementierung der openBIM-Lösungen empfehlenswert. Eine Umsetzung kann selbstständig und ohne externe Unterstützung durchgeführt werden.

**Stufe 5: Vollständige digitale Integration und kontinuierliche Verbesserung** Alle Prozesse im Unternehmen sind vollständig auf BIM ausgerichtet und darauf optimiert. Es gibt eine Kultur der ständigen Verbesserung und Innovation, unterstützt durch Feedback und technologische Weiterentwicklungen. AIA und BAP kommen vollständig zur Anwendung.

Die Prozessdarstellung und Gespräche in der Fa. Roombus Baudienstleistungs GmbH lassen darauf schließen, dass das Unternehmen im Standardprozess in Stufe 1 einzustufen ist. Die Implementierung von BIM-Abläufen und offenen Datenschnittstellen wie *.ifc* fehlen im Ist-Prozess.

### 5.2.3 Darstellung der Reifegrade

Zur übersichtlicheren Darstellung der Einstufung der Fa. Roombus Baudienstleistungs GmbH in den jeweiligen Reifegraden dient Abb. 5.2. Jede Stufe aus den Reifegradmodellen wird durch eine Linie und einem Sprung von 20 % dargestellt. Die blaue Darstellung zeigt die Einschätzung des Ist-Reifegrads. Der Soll-Reifegrad, der die Implementierung von openBIM-Lösungen ermöglicht, ist in grün dargestellt. Es wird deutlich, dass im Bereich „Mensch“ eine Stufe und im Bereich „Technologie“ eine halbe Stufe zur Erreichung des erforderlichen Soll-Reifegrads Unterschied ist. Das größte Delta ist im Bereich „Prozess“ zu verzeichnen. Hier beträgt die Differenz zwischen dem Ist- und dem Soll-Reifegrad drei Stufen. Dies bedeutet, dass der Entwicklungsfokus der Fa. Roombus Baudienstleistungs GmbH auf der Steigerung des Reifegrads „Prozess“ liegen soll. In diesem Bereich besteht der größte Entwicklungsbedarf, wobei auch in den beiden anderen Bereichen weitere Fortschritte erzielt werden müssen, um eine reibungslose openBIM-Lösung Implementierung zu ermöglichen.

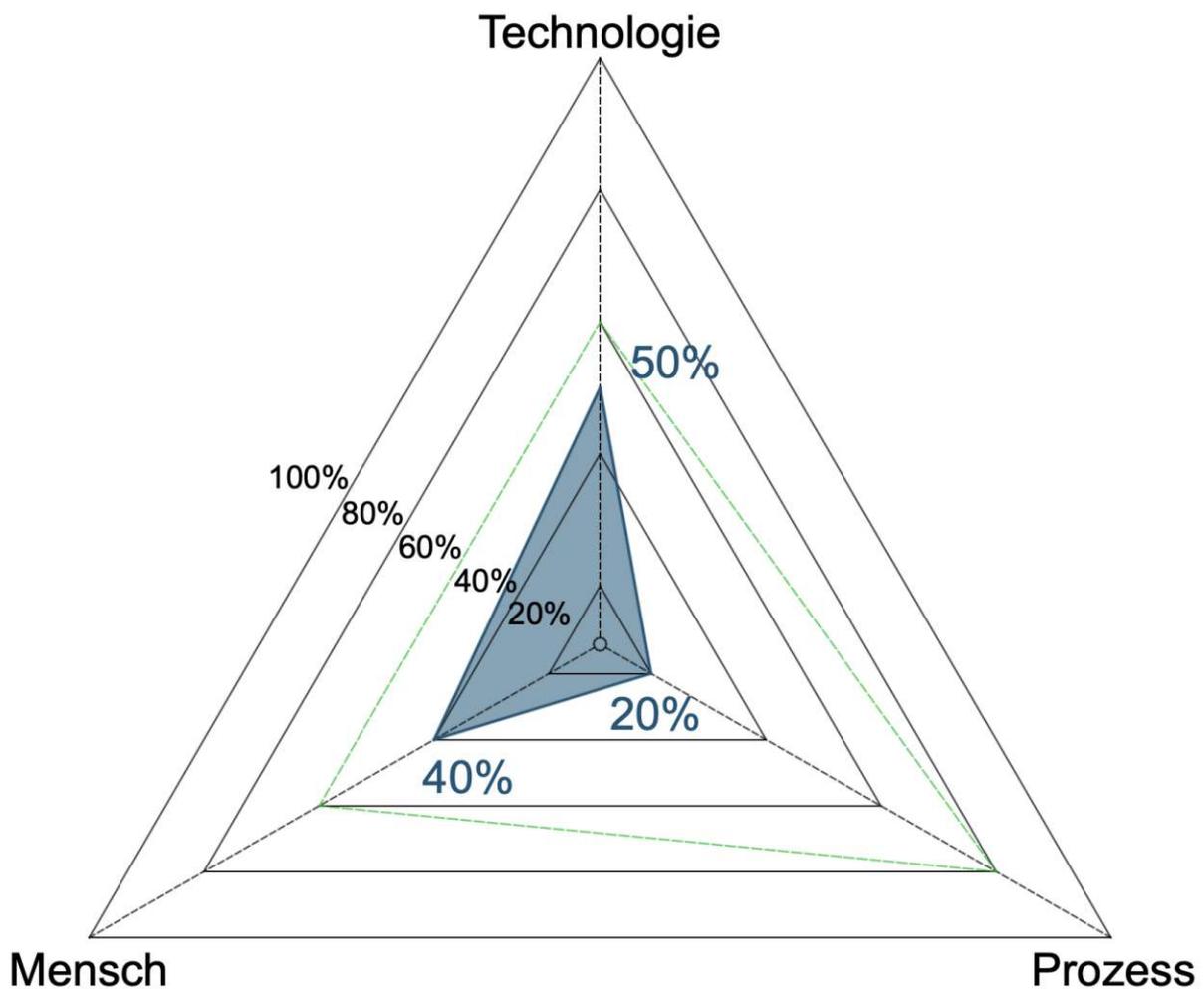


Abb. 5.2: Darstellung der Soll- und Ist-Reifegrade

## 5.3 Prozess-spezifische Umsetzungskonzepte

In diesem Abschnitt erfolgt die Beschreibung der grundlegenden Konzepte zur Umsetzung von prozess-spezifischen openBIM-Lösungen. Die Optimierung mit höchster Priorität wird in einem separaten Abschnitt detailliert anhand zweier Umsetzungskonzepte dargestellt. Im Anschluss an die ausführliche Beschreibung werden Empfehlungen zur Umsetzung gegeben, die auftretende Probleme adressieren. Die Reihenfolge der Auflistung orientiert sich an der Priorität der Optimierungen.

### Gesetzliche und behördliche Informationsanforderung

Die Beschreibung des Umsetzungskonzepts ist in Abschnitt 5.4 genau erläutert.

### Aufbautenvorlage

Die Implementierung von Vorlagen für Aufbauten kann auf vielfältige Weise erfolgen. Derzeit erfolgt die Übertragung der Aufbauten aus anderen Projekten als *.pdf*. Eine geeignete Alternative ist, die Aufbauten in *Archicad* bereits als Vorlagen (*.tpl*) abzuspeichern. Für eine bessere Interoperabilität kann aber in Zukunft ein offener Datentransferstandard wie *IDS* verwendet werden. Dadurch können die Aufbauten softwareübergreifend eingesetzt werden. Ein wesentlicher Vorteil wäre, dass sich Änderungen in den Aufbauten sowohl grafisch als auch textlich anpassen, da diese Elemente verknüpft sind.

### Digitale Bescheidsauflagen

Im Zuge der Umsetzung der Bescheidsauflagen in digitaler Form, ist es erforderlich, dass die Anmerkungen von der Behörde in einem offenen Datenformat übermittelt werden. Die Behörden können als ersten Schritt deren Auflagepunkte als *BIM Collaboration Format (.bcf)* retournieren. Dies hat den Vorteil, dass die Auflagepunkten spezifischen Orten im Plan zugeordnet und bereits maschinenlesbar sind. Die Auflagepunkte können in der Autorensoftware digital abgearbeitet werden. Dies lässt jedoch immer noch eine unpräzise Formulierung der Auflagepunkten zu, wie dies aktuell das Problem ist. Eine softwarespezifische Überprüfung der Einhaltung der Bescheidspunkte ist nicht möglich. Aus diesem Grund ist es sinnvoll, dass die Bescheidsauflagen durch die Behörde über ein Datenstrukturwerkzeug (in Form einer Informationsanforderung) erstellt werden. Die Bescheidsauflagen könnten z. B. mittels *IDS* in die Autoren- und Prüfsoftware integriert werden, um einerseits die Auflagen in das Projekt zu übertragen und um andererseits eine Vorprüfung durchführen zu können. Somit hat die Architektur jederzeit die Möglichkeit, das gesamte Projekt selbstständig auf Einhaltung der Bescheidsauflagen zu überprüfen. Zusätzlich erfolgt eine klare Festlegung der Auflagen, sodass diese eindeutig definiert sind. Die Erstellung obliegt in diesem Umsetzungskonzept der Behörde, wie dies ähnlich im Forschungsprojekt BRISE-Vienna durchexerziert wurde. Beim Forschungsprojekt BRISE-Vienna werden die Gesetze, Bauordnungen etc. maschinenlesbar formuliert, in unserem Beispiel erfolgt die Erstellung der Bescheidspunkte durch die Behörde.

### Ausschreibung BIM-basiert

Die BIM-basierte Ausschreibung ist eine der umfangreichsten Umsetzungen, die in mehreren Schritten zu betrachten ist. Die Umsetzung innerhalb der Fa. Roombus Baudienstleistungs GmbH kann im ersten Schritt mit Ausschreibungsprogrammen wie z. B. ABK [11] oder Success X [33] durchgeführt werden. In diesen Programmen kann das Modell als *.ifc* importiert werden. Anschließend werden die Massen innerhalb der Ausschreibungsprogramme teilautomatisch ermittelt. Durch die manuelle Integration von Regeln in den Ausschreibungsprogrammen können die Massen den einzelnen Leistungspositionen der Leistungsbeschreibung-Hochbau (LB-HB) [9] zugeordnet werden. Die LB-HB ist gemäß ÖNORM A 2063-1 [35] gegliedert und enthält Standard-Leistungspositionen für den Hochbau. Eine Ausschreibung lässt sich diese Ausschreibungsprogramme automatisch

generieren. Diese ermöglichen den Export eines *.onlv*-Datenträgers gemäß ÖNORM A 2063-1. Die Ausschreibung wird zusätzlich als *.pdf* versandt, damit sichergestellt ist, dass auch Unternehmen ohne ÖNORM A 2063-1-kompatibler Software die Ausschreibung bearbeiten können. Der nächste Schritt in der Entwicklung ist die Implementierung der Ausschreibung im openBIM-Prozess.

Dies erfolgt durch den Einsatz der ÖNORM A 2063-2 [36]. Diese Norm stellt das Bindeglied zwischen *.ifc*-Datenstruktur und den Leistungspositionen aus der LB-HB dar. Die ÖNORM A 2063-2 definiert dabei eine standardisierte Schnittstelle für den digitalen Austausch von Bauausschreibungen, Angeboten und Vergaben. Dies ermöglicht eine direkte Zuordnung der Leistungspositionen zu den digitalen Gebäudemodellen in *.ifc*. Dabei bleiben die einzelnen Leistungspositionen erhalten und können über sogenannte AVA-Elemente mit *.ifc* verbunden werden. AVA-Elemente dienen als Verknüpfungspunkte zwischen den *.ifc-Entities* im digitalen Modell und den zugehörigen Leistungsbeschreibungen. Dadurch können Informationen zu Mengen und Kosten bereits frühzeitig aus dem Modell abgeleitet und für die Ausschreibung genutzt werden. Dies verbessert die Konsistenz der Daten und minimiert Fehler, die durch manuelle Übertragungen entstehen können. Ein wesentlicher Vorteil dieser Methode liegt in der Möglichkeit, teilautomatische, maschinengestützte Rechenregeln für jede Position zu definieren. Ähnlich wie in BRISE-Vienna müssen für jede Position spezifische (Prüf-)Berechnungsvorschriften festgelegt werden, um Mengen automatisiert aus dem Modell ableiten zu können. Dies erfordert zudem eine präzise Definition der Informationsanforderungen (LOI), um sicherzustellen, dass alle relevanten Merkmale im IFC-Modell vorhanden sind und für die Ausschreibung verwendet werden können. Diese Definition von Informationsanforderungen ist jedoch sehr aufwendig.

Daher wäre es sinnvoll, ähnlich zur LB-HB eine standardisierte Informationsanforderung für AVA-Prozesse zu erstellen, die, wie die LB-HB, über das Bundesministerium downloadbar wäre. Dies würde den AVA-Prozess wesentlich effizienter und standardisierter gestalten. In Verbindung mit dem Projekt BRISE-Vienna werden projektübergreifende Standards bis zum Beginn der Bauausführung geschaffen. Dies reduziert projektspezifische Merkmale, die einen Mehraufwand bei der Anpassung erfordern würden. Dadurch könnte der gesamte Prozess effizienter gestaltet und die Datenintegrität verbessert werden. Die Tatsache, dass öffentliche Unternehmen des Staats gem. Veröffentlichung vom Bundesministerium für Arbeit und Wirtschaft [10, S. 2] dazu verpflichtet sind, ihre Ausschreibungen mit der LB-HB auszuschreiben, führt dazu, dass sich diese Technologie in der Baubranche erfolgreich durchsetzen würde. Die Umsetzung auf Seite der ausführenden Unternehmen ist als schwierig zu betrachten, da diese vom Auftraggeber abhängig sind. Speziell private Auftraggeber weichen oft in einigen Aspekten von der LB-HB ab. Somit verändern sich für die Unternehmen ständig die Abrechnungsregeln, je nachdem welche Normen definiert sind oder ob Vorbemerkungen Teile aus der Norm für ungültig erklären. Es muss in diesem Fall wieder eine Übersetzung der textlichen Festlegungen in eine computerlesbare Form, für jedes individuelle Projekt durchgeführt werden, um daraus die Berechnungsvorschriften zur automatisierten Massenableitung aus dem Modell erstellen zu können. Eine Standardisierung würde somit einen enormen Vorteil erzielen.

### Vorlage BAB

Die Bau- und Ausstattungsbeschreibung ist derzeit als digitales *.pdf*-Dokument verfügbar und definiert die Qualitäts- und Ausführungsvarianten eines Gebäudes. Die Implementierung als Vorlage für Autorensoftware-Produkt kann in ähnlicher Weise erfolgen, wie es bei Informationsanforderungen durch Gesetze vorkommt. Ein sinnvolles Format wäre z. B. *IDS*, um die BAB herstellerübergreifend als Konfigurationsdatei in das Projekt zu laden. Zusätzlich wird eine Implementierung in die Prüfsoftware möglich, um die Einhaltung der Qualitäten zu überprüfen. Ein anschauliches Beispiel wäre die Vorgabe, dass sämtliche Türen innerhalb der Wohnung, die in einen Aufenthaltsraum münden, eine Durchgangslichte von 90 cm und die Schallschutzklasse SK2

aufweisen müssen. Bei großen Projekten der Fa. Roombus Baudienstleistungs GmbH können in einem Projekt mehrere hundert Türen vorkommen. Die manuelle Überprüfung der Türen auf deren Durchgangslichte ist sehr zeitaufwendig und aufgrund der Monotonie auch fehleranfällig. Die Konfigurationsdatei würde in der Autorensoftware dafür sorgen, dass bereits eine Türe mit einer Durchgangslichte von 90 cm und einer Schallschutzklasse SK2 vorhanden ist. Die Überprüfung, ob alle Türen zu Aufenthaltsräumen in Wohnungen die Anforderungen erfüllen, findet in der Prüfsoftware statt. Durch dieses Prozedere ist das Fehlerrisiko deutlich geringer als bei der manuellen Überprüfung.

### openBIM-Autorensoftware für ET und HT

Die Umsetzung dieser Maßnahme bedeutet eine Umstellung und Anpassungsphase für die Nutzerinnen und Nutzer. Vor Umstieg auf eine neue Software ist es erforderlich, eine umfassende Schulung durchzuführen, um die Mitarbeiterinnen und Mitarbeitender bestmöglich auf eine neue, kompatible Autorensoftware wie z. B. *DDScad* [23] umzuschulen. In der Anfangsphase ist ein hoher Abstimmungsaufwand zwischen Haustechnik, Elektrotechnik und Architektur erforderlich, da nun erstmals die 3D-Gebäudemodelle direkt aus *Archicad* importiert werden können. Es ist anfangs zu kontrollieren, ob alle Elemente aus *Archicad* identisch von der Autorensoftware für Haus- und Elektrotechnik interpretiert werden und keine Daten verloren gehen. Es muss kein eigenes Modell mehr durch die Haustechnik oder Elektrotechnik erstellt werden. Somit wäre die Datenkonsistenz über den gesamten Prozess verbessert, da nun Änderungen in der Architektur garantiert durch den Import des Architekturmodells von Elektrotechnik und Haustechnik übernommen werden.

### Detailvorlage

Derzeit erfolgt die Übertragung der Details aus anderen Projekten als *.pdf*. Eine geeignete Alternative ist, die Details als Profile in *Archicad* bereits als Vorlage (*.tpl*) abzuspeichern. Diese Vorlage kann zu Beginn jedes Projekts integriert werden. Änderungen der Details werden direkt in der Vorlage erstellt, was dazu führt, dass die Änderungen auch automatisch in den *Archicad*-Projekten übertragen werden. Aus den 2D-Details können in *Archicad* 3D-Elemente durch Profile transformiert werden. Dies hat den großen Vorteil, dass sämtliche Anschlüsse bereits dauerhaft im Modell und allen Schnitten vorhanden sind. Details werden durch die simple Maßstabsvergrößerung erzeugt.

### 3D-Baugrubensicherungskonzept

Die Elemente des Baugrubensicherungskonzepts werden zusätzlich zur textlichen Beschreibung in einem 3D-Modell von der Tragwerksplanung modelliert. Für die Tragwerksplanung bietet dies den Vorteil, dass sie das Konzept bereits zukunftsicher erstellen und auch deren Berechnungen in 3D durchführen können. Die Elemente sind lage- und formrichtig im Projekt anzulegen. Die genaue Festlegung der Elemente in der Lage, Ausführung und Größe bereits vor Baubeginn ermöglicht der Baufirma, sich einen guten Überblick über den Aufwand bei der Baugrubensicherung zu verschaffen. Die grafische Veranschaulichung von Konflikten und Risiken vereinfacht die Kommunikation und führt zu einer effizienteren Zusammenarbeit. Die Umsetzung wird erleichtert, wenn die Tragwerksplanung in die Schulung der BIM-Kompetenzen der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter und der Anschaffung von Technologie investieren. Die Architektur muss in den Ausschreibungen zur Angebotslegung ganz klar definieren, in welcher Genauigkeiten die Angaben zu liefern sind. Eine AIA zur Festlegung der Informationstiefe und der Anwendungsfälle ist sinnvoll.

### Geotechnisches Gutachten mit LOG

Ziel ist es, dass die Geologie ein 3D-Bodenmodell in einem offenen Datenformat erstellt. Seitens der Architektur ist es sinnvoll, eine AIA zu erstellen, um festzulegen, welche Informationen den Elementen der Bodenschichten für welche Anwendungsfälle zuzuordnen sind. Für eine einheitliche

Darstellung über alle Projekte hinweg ist auch die grafische Darstellung der Bodenschichten zu definieren. Da die Bodenschichten aus den punktuellen Messungen von der Geologie interpoliert werden, findet eine Verifizierung durch diese statt und die Daten sind valide für die weitere Bearbeitung im Projekt. Der Datenaustausch hat über offene Datenformate zu erfolgen.

## 5.4 Implementierung gesetzlicher und behördlicher Informationsanforderung

Die Umsetzung der gemäß Kapitel 5 wichtigsten Optimierung „Gesetzliche und behördliche Informationsanforderung“ wird in diesem Abschnitt näher erläutert. Zunächst folgen die Grundlagen, anschließend werden zwei Umsetzungsmöglichkeiten und Hilfestellungen zu diesen vorgestellt.

### 5.4.1 Ausgangslage

Bei der Umsetzung behördlicher und gesetzlicher Informationsanforderungen bilden Gesetze, technische Richtlinien, Bauordnungen und Verordnungen die Basis. Das Rechtsinformationssystem des Bundes (RIS) [8] ermöglicht den Zugang zu den Gesetzen und Verordnungen, die in Österreich öffentlich verfügbar sind. Technische Richtlinien sind auf den Websites der jeweiligen Herausgeber als Download verfügbar. Das Normenportal *Austrian Standards* [3] ermöglicht gegen die Entrichtung einer Gebühr das Einsehen von Normen. Die Herausforderung ist es nun, diese textlichen Anforderungen in eine computerlesbare Informationsanforderungen umzuwandeln, um mit diesen Anforderungen eine teilautomatische Prüfung der Rechtsmaterie durchzuführen. Die teilautomatische Prüfung erfordert daher, dass die Informationsanforderungen (LOI und LOG) in die Software integriert und als *.ifc*-Datei exportiert werden. Es gibt zwei Möglichkeiten zur Implementierung der gesetzlichen Informationsanforderungen in die Software-Produkte. Die erste Möglichkeit besteht darin, die vorhandenen Anforderungen direkt in die Autorensoftware manuell zu integrieren. Diese Methode ist jedoch sehr zeitaufwendig, da eine Automatisierung nicht möglich ist und für jede verwendete Software individuell durchgeführt werden muss. Eine effizientere Alternative ist die Integration der Informationsanforderungen in ein Datenstrukturwerkzeug. In diesem Werkzeug werden die Informationsanforderungen der Gesetze, Verordnungen und technischen Richtlinien einmalig definiert und als Konfigurationsdatei für die verschiedenen Software-Produkte exportiert. Die Erstellung der Anforderungen müsste nur einmalig erfolgen und könnte unabhängig der Software in die Autoren- und Prüfsoftware importiert werden. Idealerweise liefert die Behörde die Informationsanforderungen der Gesetze, technischen Richtlinien, Bauordnungen und Verordnungen selbst, da diese später auch die Überprüfung auf rechtliche Zulässigkeit der Einreichunterlagen durchführt. In dem Forschungsprojekt BRISE-Vienna [50] liefert die Behörde die Informationsanforderung zur Vorgabe der Informationstiefe. Aus diesem Grund wird der Prozess der Umsetzung von Anforderungen anhand des openBIM-Bewilligungsverfahren BRISE-Vienna als Exempel herangezogen.

Dieses wurde ausgewählt, da es eine standardisierte, öffentlich zugängliche Informationsanforderung einer Behörde behandelt. Die Informationsanforderung legt fest, welchen *Entities* (Elementen) welche *Properties* (Eigenschaften) zugeordnet werden müssen. Außerdem kann für jedes Merkmal ein Optionenset an erlaubten Datenwerten ebenfalls vorgegeben werden. Durch die Festlegung des Umfangs der Informationen ist eine spätere Überprüfung des gezeichneten Modells auf Rechtmäßigkeit möglich. Der Umfang dieses Forschungsprojekts umfasste den openBIM- Einreichprozess – von der Vorgabe einer Informationsanforderung der Behörde, über die Verarbeitung dieser in einem Datenstrukturwerkzeug, der Implementierung in das Modell, bis zur Kontrolle des Modells in einer Prüfsoftware. Eine Pilotphase mit echten eingereichten Bauwerken diente

damals im Rahmen des Forschungsprojekts dazu, die erstellten Unterlagen und den Prozess zu testen und zu optimieren. Im Zuge dessen erfolgte die Erstellung, Prüfung und Einreichung von Bauantragsmodellen (BAM). Der Autor dieser Arbeit war ebenfalls Teil dieser Pilotphase und erstellte anhand der Informationsanforderung des Forschungsprojekts BRISE-Vienna mit einem Datenstrukturwerkzeug die Konfigurationsdateien für Autorensoftware-Produkte. Hilfreiche Tipps bei der Verwendung von verschiedener Datenstrukturwerkzeuge und Autorensoftware-Produkte werden in Abschnitt 5.4.6 beschrieben. Die folgenden Abschnitt erläutern die wichtigsten Elemente der Umsetzung für eine Optimierung konkreter.

### 5.4.2 Austausch-Informationsanforderungen

Der grundsätzliche Ablauf eines BIM-Projekts ist schon aus Kapitel 2 bekannt. Die AIA und der BIM-Abwicklungsplan (BAP) bilden die Grundlage der BIM-Regelwerke. In der Praxis hat sich als nützlich erwiesen, die Informationstiefe über die Projektlaufzeit zu definieren. Je nach Anwendungsfall werden unterschiedliche Informationsanforderungen verlangt, wie z. B. der Einreichung, Ausführungsplanung, Ausschreibung oder des Betriebs. Hierfür gilt es zu klären,

- warum,
- was,
- wann und
- wer

Informationen in welchem Detaillierungsgrad liefert. Zur Klärung der Frage *Warum* werden die Anwendungsfälle definiert, um den Zweck der Informationen zuzuordnen. *Was* wird mit dem *Level of Information Need* (LOIN) definiert. Der LOIN definiert die Tiefe des Informationsbedarfs für verschiedene Anwendungsfälle, was die Frage *Wann* klärt. Teil des LOIN ist der *Level of Geometry* (LOG), der die geometrische Informationstiefe, der *Level of Information* (LOI), der die alphanumerischen Informationsanforderungen regelt und die Dokumente. Abb. 5.3 stellt einen Ausschnitt der Informationsanforderung des Forschungsprojekts BRISE-Vienna, erstellt von der Stadt Wien dar. Diese gliedert sich nach *Entities/Elementklassen* und wurde für den

#### Elementklasse: Balken/Unterzug (IfcBeam)

TypeEnumeration: NOTDEFINED

Datenstruktur Grundlage:

Link zu IfcBeam: IFC4\_Add2 TC1: [https://standards.buildingsmart.org/IFC/RELEASE/IFC4/ADD2\\_TC1/HTML/link/ifcbeam.htm](https://standards.buildingsmart.org/IFC/RELEASE/IFC4/ADD2_TC1/HTML/link/ifcbeam.htm)

Link zu IfcBeam: IFC2x3: <https://standards.buildingsmart.org/IFC/RELEASE/IFC2x3/FINAL/HTML/ifcshared/bldgelements/lexical/ifcbeam.htm>

#### LOG – Level of Geometry (IfcBeam)

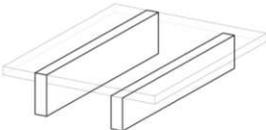
Geometrische Definition:		Beispiel:
<p><b>Definition:</b> Ein Balken/Unterzug/Träger entspricht geometrisch der Definition gem. seiner IFC-Klasse (IFC = Industry Foundation Classes, ISO 16739:2018).</p> <p><b>Modellervorgabe:</b> Balken/Träger/Unterzüge sind inkl. ihrer Bekleidungen zu modellieren bis zu den relevanten Schichten ab 1cm.</p>	<p><b>Erläuterung Elementklasse:</b> Ein Balken/Unterzug/Träger ist ein horizontales oder nahezu horizontales Strukturelement, das in der Lage ist, Lasten hauptsächlich durch Biegefestigkeit zu widerstehen. Gemäß ÖNORM A 6241-2 Anhang A ist ein Balken/Unterzug/Träger ein Sekundäres Bauelement.</p>	

Abb. 5.3: Informationsanforderung (BRISE) - Übersicht über das die Elementklasse Balken/Unterzug (*ifcBeam*), Quelle [50]

Anwendungsfall „openBIM-Behördenverfahren Einreichung“ erstellt. Abb. 5.3 zeigt ein Beispiel der Übersichtsseite der *Entity* „Balken/Unterzug (ifcBeam)“. Auf der Übersichtsseite ist der LOG, eine genaue Erläuterung, welche Elemente im Modell zur *Entity* zählen, und ein grafisches Beispiel definiert.

Für das Forschungsprojekt BRISE-Vienna erfolgte eine Zuordnung von *Propertysets* zu *Entities*. Den *Propertysets* sind wiederum *Properties* zugeordnet. Die Zuordnung (LOI) ist in Abb. 5.4 tabellarisch dargestellt. Basierend auf der ÖNORM EN ISO 16739-1 [41] erfolgt die Verwendung der *Entities*, *Propertysets* und *Properties*. Der Bezug zur ÖNORM EN ISO 16739-1 dient grundsätzlich dazu, einen einheitlichen Austausch von Produktinformationen zu ermöglichen. Im Rahmen des Forschungsprojekts BRISE-Vienna fand eine Ergänzung der standardisierten ÖNORM EN ISO 16739-1-Komponenten durch eigene, individuelle Komponenten statt. Ein Beispiel für ergänzte *Properties* ist in Abb. 5.4 vorhanden. Standardisierte *Properties* aus der ÖNORM EN ISO 16739-1 sind in Abb. 5.4 in der Spalte „Verortung“ durch den Namen des *Propertysets* mit dem Schema „Pset\_XXXCommon“ ersichtlich, hingegen sind individuelle *Properties* den *Propertysets* mit der schematischen Bezeichnung „WienBV\_XXX“ erkennbar.

#### LOI – Level of Information (IfcBeam)

BRISE spez.	Merkmal zu übergeben	Merkmal Hilfestellung deutsch	Werttyp	Werteinheit	Verortung	Auswahl-Set	Anmerkung
(Standard)	<b>IsExternal</b>	Außenbauteil	IfcBoolean	Wahrheitswert	Pset_BeamCommon	-	Defaultwert: FALSCH
(Standard)	<b>Status</b>	Status	IfcLabel	Text	Pset_BeamCommon	Auswahl-Set	Defaultwert: Bestand
(Standard)	<b>LoadBearing</b>	Tragendes Bauteil	IfcBoolean	Wahrheitswert	Pset_BeamCommon	-	Defaultwert: FALSCH
(Standard)	<b>FireRating</b>	Feuerwiderstandsklasse	IfcLabel	Text	Pset_BeamCommon	Auswahl-Set	Defaultwert: ND; Beispiel: EI 60
(Standard)	<b>ElementMainMateriality</b>	Hauptmaterialität Element	IfcLabel	Text	Pset_BeamSpecific	Auswahl-Set	Defaultwert: ND; Beispiel: Beton
x	<b>Fassadengestaltung</b>	Fassadengestaltung	IfcLabel	Text	WienBV_BauwerberObjektdaten	Auswahl-Set	Defaultwert: ND; Beispiel: Rankhilfe
x	<b>Aufbautennummer</b>	Aufbautennummer	IfcLabel	Text	WienBV_BeamSpecific	-	Defaultwert: XX-00; Beispiel: AW-01
x	<b>ObjektArt</b>	ObjektArt	IfcLabel	Text	WienBV_BauwerberObjektdaten	Auswahl-Set	Defaultwert: ND; Beispiel: Schwimmbecken oder BebauteFlaecheOberdlich

Die Kennzeichnung in der Spalte „BRISE spez.“ stellt die Unterscheidung zw. Standard-IFC-Merkmalen (aus Standard-BIM-Projekten) und BRISE-spezifischen Merkmalen = X dar. Eine Beschreibung jedes Merkmals findet sich im unter „Merkmal-Beschreibung (Hilfestellung)“.

**Abb. 5.4:** Informationsanforderung (BRISE) – LOI mit erforderlicher *Propertysets* und *Properties*, Quelle [50]

### 5.4.3 Umsetzungskonzept mit Datenstrukturwerkzeug BIMQ

Datenstrukturwerkzeuge erlebten in den letzten Jahren eine signifikante Weiterentwicklung. In verschiedenen Publikationen mit Datenstrukturwerkzeugen von Huber [26], Eichler et al. [15] oder Mellenthin Filardo et al. [32] werden diese vorgestellt. Für die Umsetzung von Forschungsarbeiten kam meistens das Datenstrukturwerkzeug *BIMQ* (Version 3.0.1) der Fa. AEC3 GmbH [2] zur Anwendung. Aus diesem Grund und der Erfahrung einiger Beteiligten im Forschungsprojekt wurde ebenso *BIMQ* im Forschungsprojekt BRISE-Vienna verwendet. In den folgenden Abschnitten erfolgt die schrittweise Erläuterung der Vorgehensweise in *BIMQ*. Eine detailliertere Erklärung befindet sich in der Diplomarbeit von Huber [26]. Die wesentlichen Schritte zur Umsetzung der Optimierung mit dem Datenstrukturwerkzeug *BIMQ* sind

1. das Anlegen des Projekts im Datenstrukturwerkzeug,
2. die Anlage der Komponenten (*Entities*, *Propertysets* und *Properties*),
3. die Verknüpfung der Komponenten untereinander,
4. der Export aus *BIMQ* und
5. der Import in *Archicad*.

### Allgemeiner Bereich

Die Startseite von *BIMQ* präsentiert eine Übersicht der verschiedenen verfügbaren Projekte. Durch einen Doppelklick auf den Projektnamen öffnet sich die jeweilige Übersicht der einzelnen Projekte. In der Übersicht werden Projektinformationen dargelegt, wie in Abb. 5.5 in der linken unteren Hälfte dargestellt. Bei der Projektübersicht gibt es ganz oben eine Titelleiste (roter Rahmen) mit den Menüpunkten *Einstellungen*, *Vorlagen*, *Projektkonfiguration*, *Projektanforderungen* und *Dokumentation*. Unter dem Reiter *Einstellungen* können die *Projektübersicht* (dargestellt in Abb. 5.5) oder die *Projekteinstellungen* ausgewählt werden. Unter *Projekteinstellungen* gibt es eine Auswahl der Version der Autorensoftware, von *.ifc* (z. B. IFC4.3 oder IFC4 Add2), der Klassifizierungsdatenbanken (z. B. bsDD) und der Sprache. Die Festlegung der Autorensoftware mit deren Version ist erforderlich, um Software-Mappings zu erstellen. Somit ist am Ende des Prozesses die jeweilige Software in der hier gewählten Version für den Export der Konfigurationsdateien aus *BIMQ* auswählbar. Unter dem Dropdown-Menü *Vorlage* erfolgt die Definition der *Leistungsbilder*, *Projektphasen*, *Anwendungsvorlagen* und *Komponentenvorlage*. Unter *Alle Komponentenvorlagen* befindet sich die Möglichkeit, *Entities*, *Propertysets* und *Properties* in *BIMQ* anzulegen. Dort ist auch das Mapping der Autorensoftware durchzuführen. Das Mapping umfasst die Verknüpfung der *Entities* (z. B. aus dem bsDD) mit den Elementen aus der Autorensoftware. Der Menüpunkt *Projektkonfiguration* enthält die *Definition der Anwendungsfälle* und die *Zuweisung der Fachmodelle*. Bei der *Zuweisung der Fachmodelle* erfolgt die Zuordnung der *Entities*, *Propertysets* und *Properties* zu den jeweiligen Fachmodellen. Fachmodelle können z. B. für verschiedene Fachplaner, wie Tragwerksplanung, Geologie, Haustechnik, Elektrotechnik etc. festgelegt werden und haben je nach Gewerk andere Elemente und Anforderungen. Unter *Projektanforderungen* besteht die Möglichkeit die Fachmodelle den Leistungsbildern zuzuweisen. Unter *Dokumentation* können die Konfigurationsdateien exportiert werden, die den Import in die Autoren- oder Prüfsoftware erlauben.

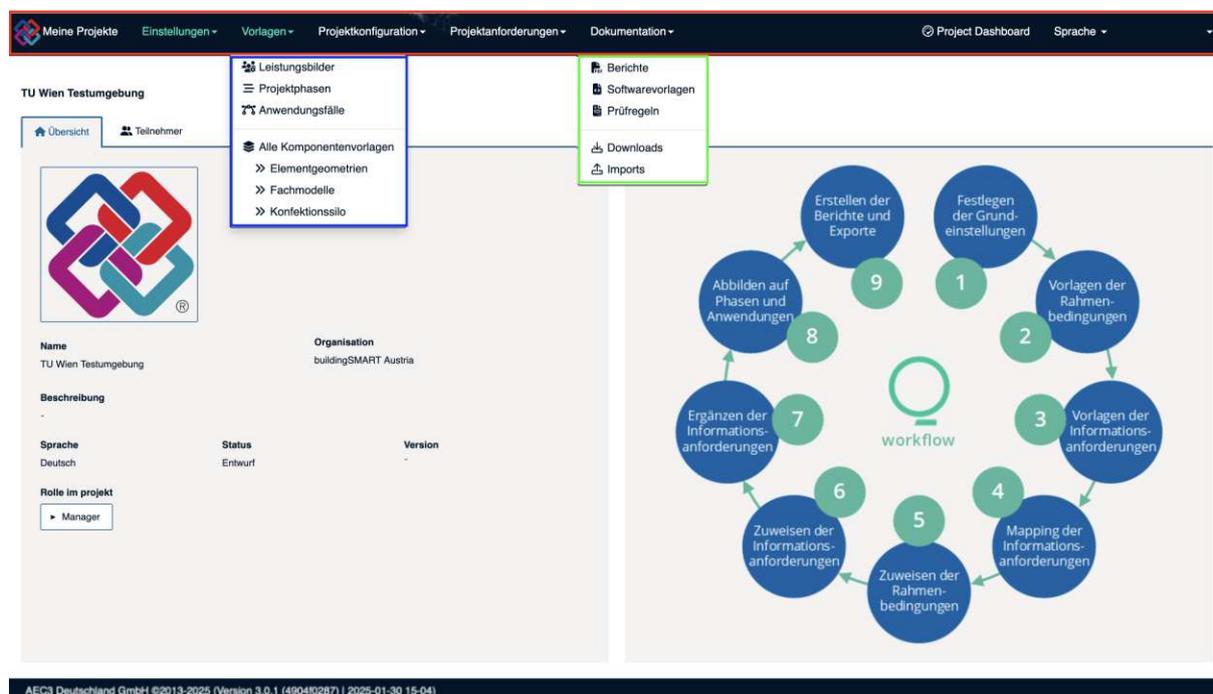


Abb. 5.5: Projektübersicht *BIMQ*, Quelle [2]

## Komponentenvorlage und Software-Mapping

Im Rahmen des Forschungsprojekts BRISE-Vienna kam bei der Anlage der Eigenschaften unter dem Menüpunkt *Alle Komponentenvorlagen* die Methode der Silodenkweise zur Anwendung. Bei dieser Methode geht es darum, dass Silos für die einzelnen Teilbereiche (*Entities*, *Propertysets* und *Properties*) isoliert angelegt werden. Die Hierarchie in der folgenden Beschreibung ist immer gleich aufgebaut. Es gibt die *Entities*, also Elemente, denen *Propertysets* (Eigenschaften-Sets) zugeordnet werden. Den *Propertysets* sind wiederum *Properties*, also Eigenschaften, zugeordnet. Dazu erfolgt die Anlage eines *Entity-Silos*, *Propertyset-Silos* und *Property-Silos*. Im Anschluss erfolgt die Verknüpfung der Elemente aus dem *Property-Silo* mit jenen des *Propertyset-Silos*. Nach der ersten Verknüpfung folgt die Zuordnung der Komponenten aus dem *Propertyset-Silo* mit allen Elementen aus dem *Entity-Silo*. Somit ist sichergestellt, dass in jedem Silo jedes Element nur einmal vorkommt. Änderungen an den *Properties*, die in mehreren *Propertysets* vorkommen, können im Nachhinein an einer zentralen Stelle (dem *Property-Silo*) vollzogen werden.

In dem Datenstrukturwerkzeug *BIMQ* ist jedoch die Silodenkweise nicht praktikabel umsetzbar. Hierfür müsste jedes *Propertyset* und *Property* einzeln per Drag&Drop den *Entities* zugewiesen werden, was im Forschungsprojekt BRISE-Vienna mehreren tausend Vorgängen entspricht. Um diesen Prozess der Zuordnung zu vereinfachen, erfolgte die Erstellung eines sogenannten Konfektionssilos. In dem Konfektionssilo sind den *Propertysets* bereits alle zugehörigen *Properties* zugeordnet, was den Aufwand der nachträglichen Zuordnung in *BIMQ* erspart. Dies hat zum Nachteil, dass eine Änderung eines *Properties* in allen Eintragungen vorgenommen werden muss, in dem das *Property* vorkommt, anstatt einmal an einer zentralen Stelle im Silo. In Abb. 5.6 ist ein solches Konfektionssilo als Export aus *BIMQ* in *Excel* dargestellt. So müssen unter dem Menüpunkt *Projektanforderungen* in *BIMQ* nur mehr die fertig gefüllten *Propertysets* den *Entities* zugeordnet werden. Die Siloerstellung jeglicher Art erfolgt unter dem Menüpunkt *Alle Komponentenvorlagen*, wie in Abb. 5.7 dargestellt. Die Erstellung der Silos oder einzelner Elemente kann manuell auf der Website erfolgen oder per Export in *Excel* und späterem Import der bearbeiteten *Excel*-Datei. In Abb. 5.7 wurde der Menüpunkt *Alle Komponentenvorlagen* geöffnet und ein Beispiel für „ifcBeam“ aus der Informationsanforderung von Abb. 5.4 dargestellt. Es wurde die *Entity* „ifcBeam“, das *Propertyset* „Pset\_BeamCommon“ mit den *Properties* „ElementMainMateriality“, „FireRating“, „IsExternal“, „LoadBearing“ und „Status“ angelegt. In der Zeile „ifcBeam“, Spalte „Archicad“ ist das Archicad-Element auswählbar, das anschließend als „ifcBeam“ behandelt wird. Bei *Archicad* gibt es hier wenige Einschränkungen. So kann z. B. auch ein Fenster oder eine Türe ein „ifcBeam“ sein, wenn dies im Software-Mapping vorher ausgewählt wurde. Die Sinnhaftigkeit der Eingaben wird durch *Archicad* nicht überprüft. Bei der Verarbeitung größerer Datenmengen in *BIMQ* empfiehlt sich der Export als *Excel*-Datei. Der Export eines Konfektionssilos ist in Abb. 5.6 dargestellt. Die Verwendung von *Excel* bietet die Möglichkeit, mehrere Zeilen gleichzeitig mit Funktionen zu bearbeiten. In der Konfektionsdatei gibt es drei Ebenen: Ebene 1 des *Propertysets*, Ebene 2 des *Properties* und Ebene 3 die Einschrän-

1.Ebene	2.Ebene	3.Ebene	Code	Beschreibung	Typ	Einheiten	Kommentar
<b>Pset_ActionRequest</b>			KS-001		Gruppe		
		RequestComments	KS-001-01		Eigenschaft	Text	
		RequestSourceLabel	KS-001-02		Eigenschaft	Kennzeichen	
		RequestSourceName	KS-001-03		Eigenschaft	Kennzeichen	
<b>Pset_ActorCommon</b>			KS-002		Gruppe		
		ActorCategory	KS-002-01		Eigenschaft	Kennzeichen	
		NumberOfActors	KS-002-02		Eigenschaft	Anzahl	
		SkillLevel	KS-002-03		Eigenschaft	Kennzeichen	
<b>Pset_ActuatorPHistory</b>			KS-003		Gruppe		
		PositionHistory	KS-003-01		Eigenschaft	Kennzeichen	
		QualityHistory	KS-003-02		Eigenschaft	Kennzeichen	
		StatusHistory	KS-003-03		Eigenschaft	Kennzeichen	

Abb. 5.6: Konfektionssilo im Programm *Microsoft Excel*

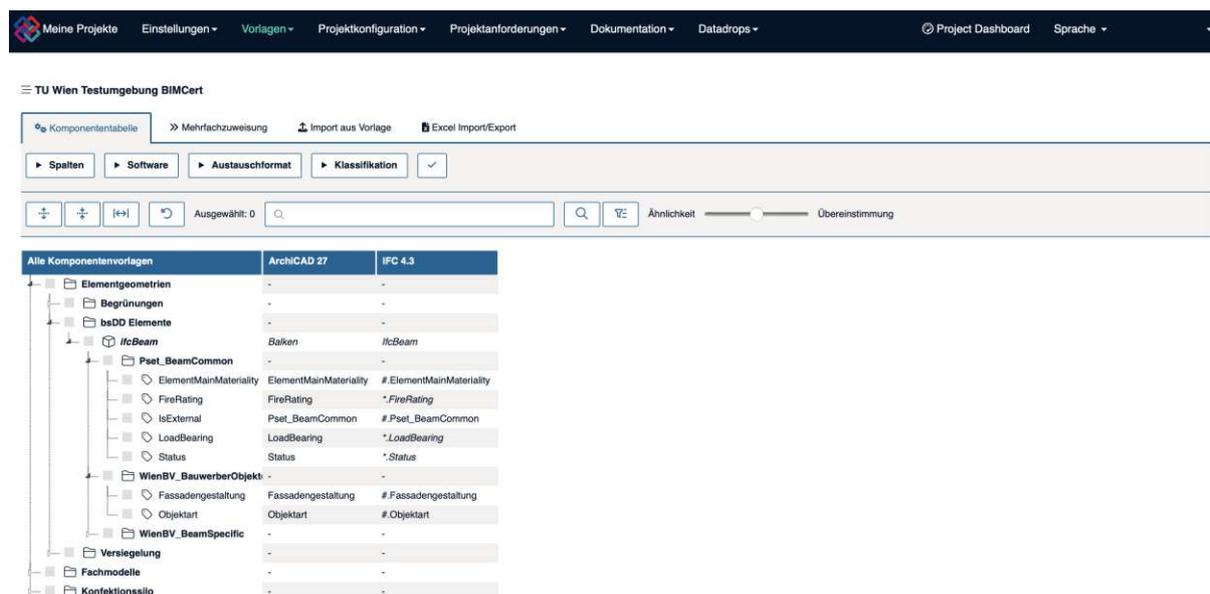


Abb. 5.7: Vorlagen *BIMQ* – Mapping der *Entities*, *Propertysets* und *Properties*, Quelle [2]

kung der *Properties*, wenn nur eine begrenzte Auswahl an *Properties* im Element auswählbar sein soll.

### Zuordnung Komponenten zu Entities

Die Zuordnung der Komponenten zu den *Entities* und anschließend zu den Fachmodellen erfolgt im Menüpunkt *Projektkonfiguration*, siehe Abb. 5.5 innerhalb des roten Rahmen. In Abb. 5.8 ist die geöffnete Seite der *Projektkonfiguration* dargestellt. Im ersten Schritt findet die Definition des Fachmodell als Projektanforderung statt. Dafür wird das Fachmodell aus der Vorlage mit der rechten Maustaste angeklickt und unter „Als Anforderung hinzufügen“ als Projektanforderung definiert. Das geöffnete Rechtsklick-Menü ist in Abb. 5.8 links unten ersichtlich. Es können dabei verschiedene Fachmodelle für z. B. Gewerke erstellt werden. Beispielsweise benötigt die Architektur andere Elemente und Informationen in diesen als die Elektrotechnik. Danach können per Drag&Drop die *Entities* sowie *Propertysets* dem Fachmodell zugewiesen werden. Abschließend folgt die Zuordnung des Projekts unter dem Menüpunkt *Projektanforderungen* zu den Leistungsbildern (roter Rahmen in Abb. 5.9). Hier muss auf *Struktur der Anforderung* die richtige Projektphase ausgewählt werden. Die gewünschten Eigenschaften müssen mit einem Klick auf die grauen Bindestriche angewählt werden. Sind diese gewählt, so erscheint ein grünes Häkchen, wie in Abb. 5.9 ersichtlich. An dieser Stelle ist es möglich, dass die Informationstiefe, also welche Informationen das *Entity* bereits enthalten muss, entsprechend der Anwendungsfälle festgelegt wird. Es ist z. B. nicht sinnvoll, dass im Erstentwurf eine Türe bereits die Türnummer enthalten muss, da es in dieser Phase der Planung um die grundsätzliche Gestaltung des Gebäudes geht. In der Ausführungsplanung hingegen ist diese Information für die Ausführung essentiell, um eine Türe im Projekt wieder zu finden und Anforderungen dieser Türe festlegen zu können.

### Export der Konfigurationsdatei

Beim Export der Konfigurationsdatei ist es essenziell, die richtige Konfigurationsdatei für den gedachten Anwendungszweck auszuspielen. In Abb. 5.5 im grünen Rahmen werden hierfür mehrere Optionen geboten. Unter dem Punkt *Bericht* kann eine Informationsanforderung als *.pdf* exportiert werden. Unter *Softwarevorlage*, wie in Abb. 5.10 im roten Rahmen links gezeigt, ist

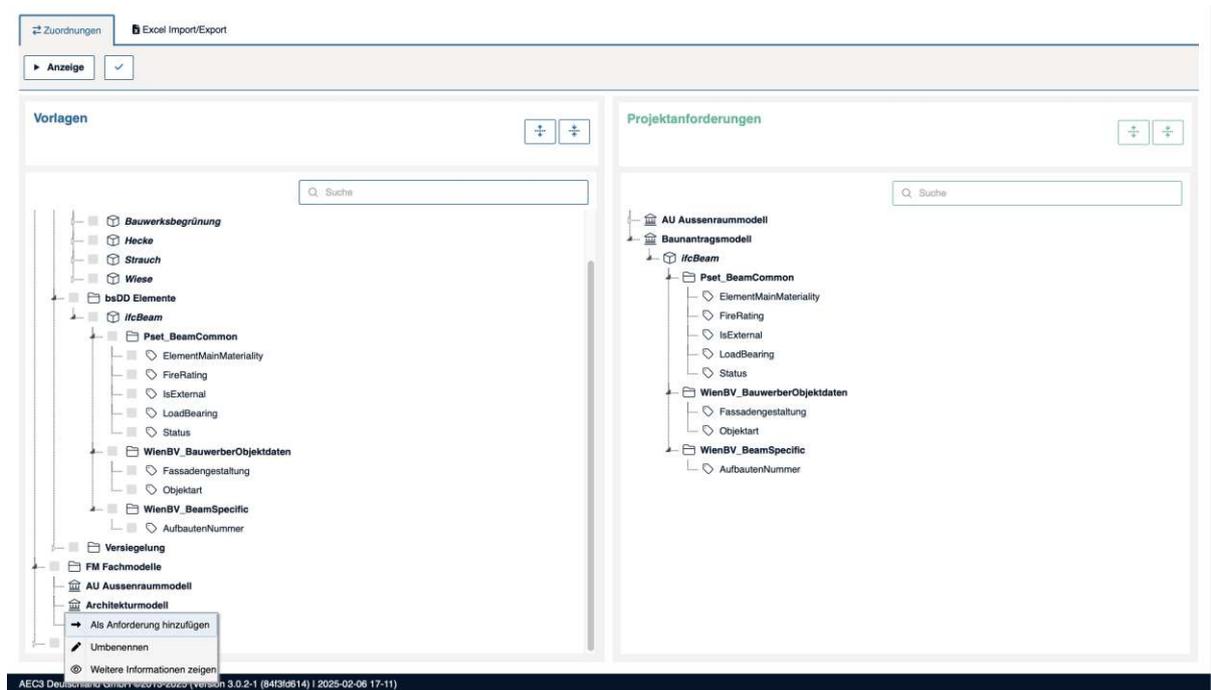


Abb. 5.8: Projektkonfiguration *BIMQ* – Zuweisung zu Fachmodellen, Quelle [2]

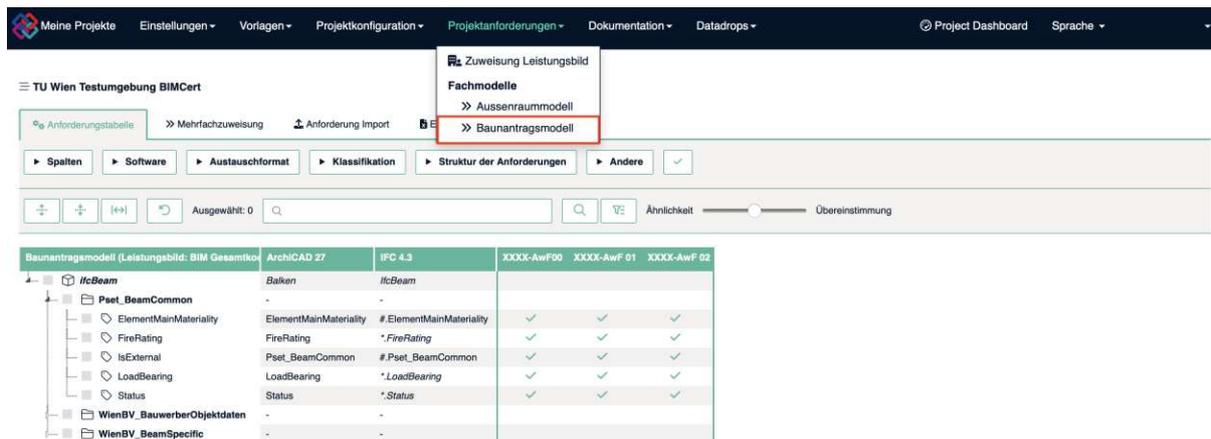


Abb. 5.9: Projektanforderung *BIMQ* – Zuordnung Anwendungsfälle, Quelle [2]

es nach der Auswahl des Fachmodells, Leistungsbilds, der Projektphasen und Software möglich, die Konfigurationsdatei für die Autorensoftware auszuspielen. Für den Import in *Archicad* werden die Konfigurationsdateien „Element-Eigenschaften“, „Eigenschaften-Zuordnung“ und „Type Assignment“ benötigt. Unter dem Punkt *Prüfregel* können Konfigurationsdateien für die Prüfsoftware-Produkte erstellt werden. Dies ist in Abb. 5.10 rechts im blauen Rahmen veranschaulicht. Es besteht auch die Möglichkeit eine *IDS*-Datei als XML-Datei zu exportieren. Diese findet im Abschnitt 5.4.4 eine nähere Behandlung.

### Import der Vorlage in Archicad

Der Import der Konfigurationsdateien „Element-Eigenschaften“, „Eigenschaften-Zuordnung“ und „Type Assignment“ erfolgt in „Archicad“. Der IFC-Übersetzer ist unter folgendem Menüpfad zu finden: Ablage/Interoperabilität/IFC/IFC-Übersetzer. Das Menü in Abb. 5.11 öffnet sich. In diesem

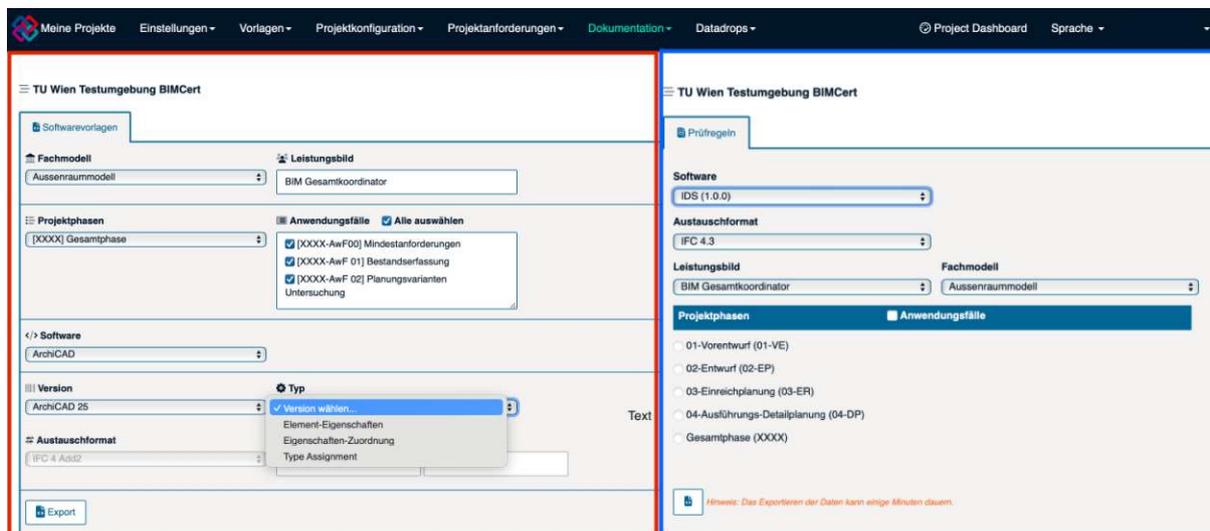


Abb. 5.10: Dokumentation BIMQ – Export der Konfigurationsdateien, Quelle [2]

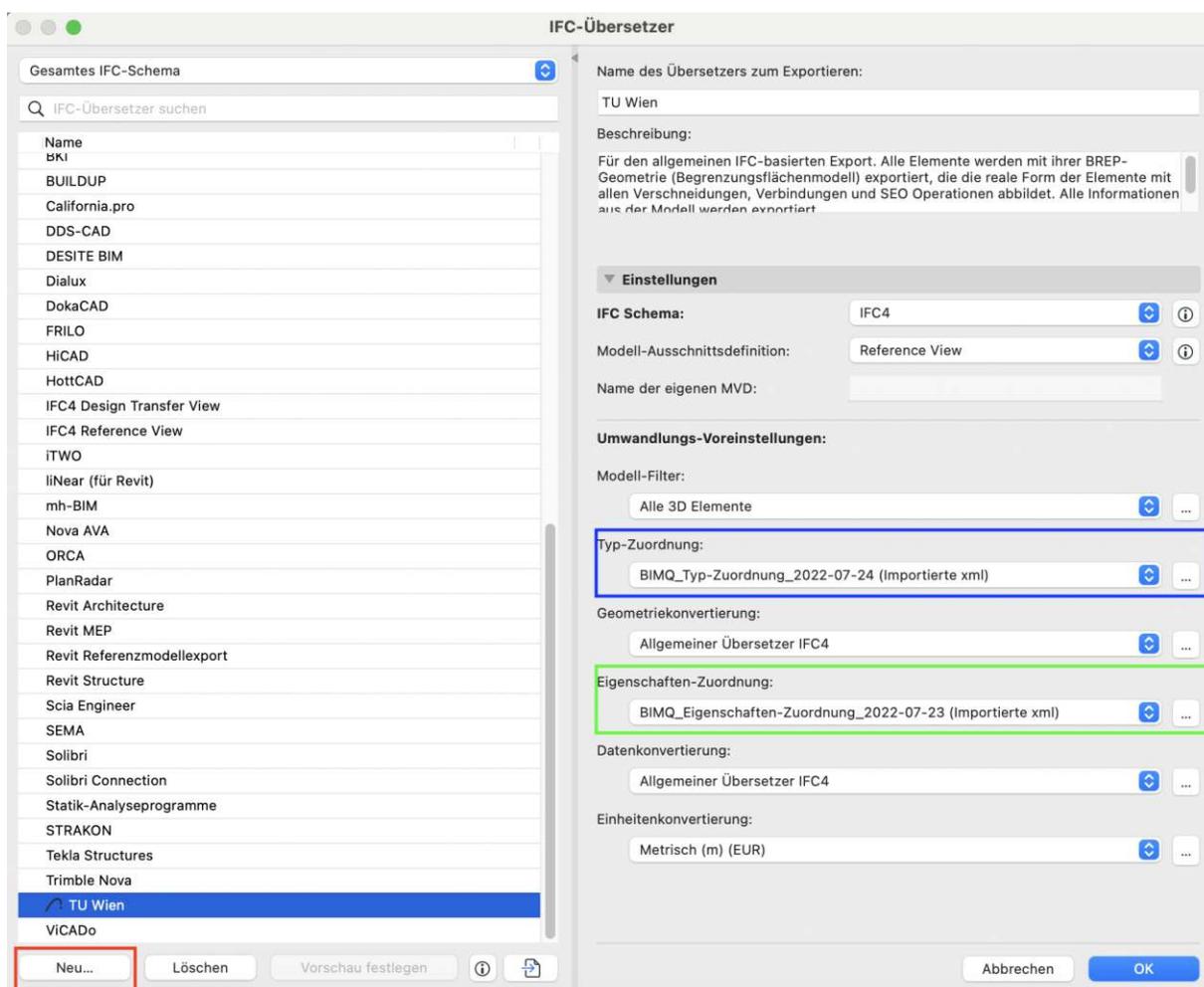


Abb. 5.11: Import Archicad – IFC-Übersetzer

Menü erfolgt die Erstellung eines neuen Übersetzers. Dafür links unten auf „Neu“ (roter Rahmen) klicken und einen neuen Übersetzer zum Exportieren erstellen. Bei der Typ-Zuordnung (blauer Rahmen) erfolgt die Zuordnung der Datei „Element-Eigenschaften“. Bei Eigenschaften-Zuordnung (grüner Rahmen) erfolgt der Import der Datei „Eigenschaften-Zuordnung“. Abschließend müssen die Klassifikationen (Zuordnung der *Entities* zu den *Archicad*-Elementen) importiert werden. Dies erfolgt über den Menüpunkt Optionen/Klassifizierungs-Manager. In Abb. 5.12 ist der Manager dargestellt. Die Klassifikation *ARCHICAD Klassifizierung – Versionsnummer* ist stets vorhanden, um die Standard-Archicad-Elemente zu definieren. In Abb. 5.12, hervorgehoben durch einen roten Rahmen, besteht die Möglichkeit des Imports der Datei „Type Assignment“. Im Anschluss entsteht eine neue Klassifizierung mit den *Entities* und zugeordneten *Properties* aus *BIMQ*. Der Import der Konfigurationsdateien ist abgeschlossen. Die Informationsanforderungen sind in *Archicad* enthalten.

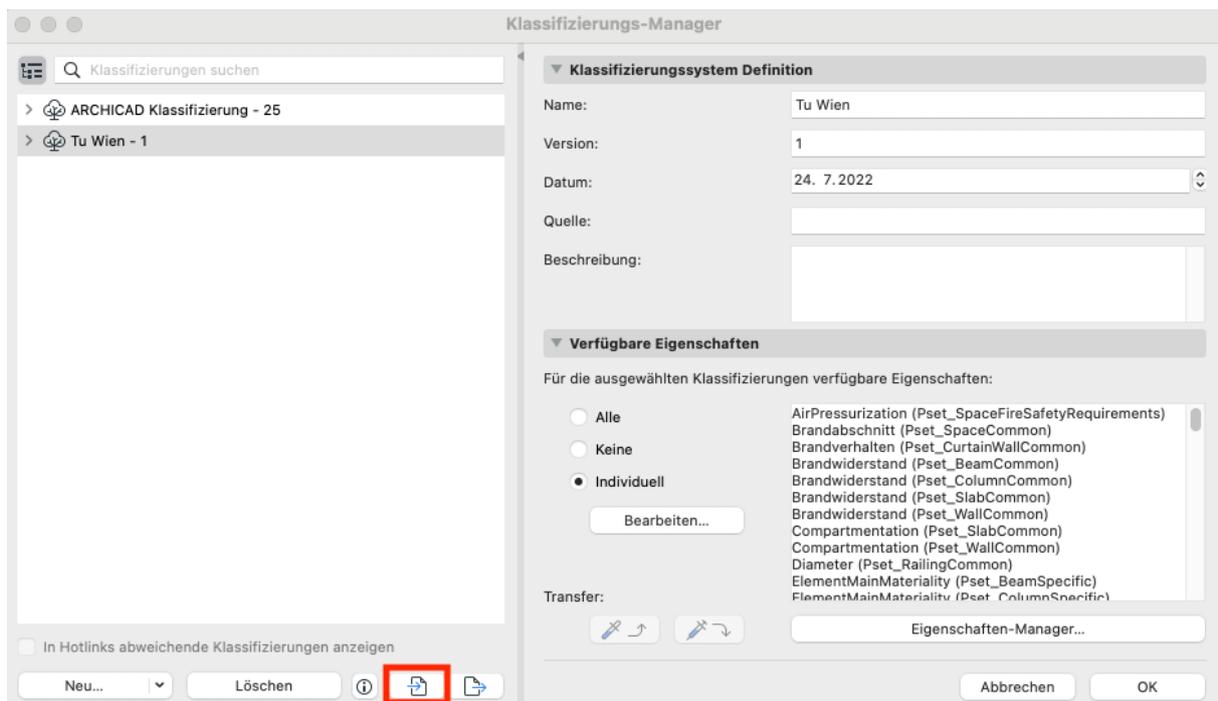


Abb. 5.12: Import *Archicad* – Klassifizierungs-Manager

#### 5.4.4 Datenverarbeitung mit IDS

Dieser Abschnitt behandelt das zweite Umsetzungskonzept zur Implementierung der gesetzlichen und behördlicher Informationsanforderung. Es handelt sich um eine Umsetzung mit einer *Information Delivery Specification (IDS)*. *IDS* ist ein von buildingSMART International veröffentlichter Standard, der für jeden User frei zugänglich ist [15]. Ziel dieses Standards ist es, dass Informationsanforderungen sowohl computerlesbar als auch für die maßgebenden Stakeholder interpretierbar sind. Der Vorteil von *IDS* im Vergleich zur Erstellung von einzelnen Konfigurationsdateien mit den Datenstrukturwerkzeugen besteht darin, dass die Konfigurationsdateien auf einem offenen Standard beruhen, der darauf abzielt, softwareübergreifend Anwendung zu finden, und eine präzisere Definition der *Properties* zu ermöglichen. *IDS* regelt rein den LOI, beispielsweise welche Limitierungen für die *Properties* z. B. hinsichtlich Einheiten bestehen. Diese Restriktion der *Properties* sind vergleichbar mit einer Filterung. In der *IDS*-Umgebung heißt diese Filterung *Applicability* – also des Anwendungsbereichs.

### Aufbau einer IDS

Eine *IDS* entspricht dem XML-Format. Genauer handelt es sich um das Format XSD (XML Schema Definition). In diesem Schema ist festgelegt, welche Informationen eine *IDS*-Datei enthalten muss. Der Aufbau einer *IDS* lässt sich in zwei Bereiche unterteilen: den Header und den Spezifikationsbereich. Im Header sind allgemeine Daten wie Titel, Copyright und die *IDS*-Version definiert und in den Spezifikationen erfolgt die Festlegung der *Applicability*. Bei der *Applicability* kann dabei nicht nur auf *Entities*, sondern auch auf z. B. Materialien bezogen werden. Dies geschieht über sogenannte *Facets*. *Facets* legen Informationen fest, die *Entities* im *.ifc*-Schema haben können. Hierfür werden 6 *Facets* festgelegt, die maschinenlesbar sind und auf Basis dieser die Festlegung von *Applicabilities* möglich ist. Eichler et al. [15] zählt diese auf:

- Entity Facet
- Attribute Facet
- Classification Facet
- Property Facet
- Material Facet
- PartOf Facet

Zuerst muss immer die *Applicability* definiert werden. Somit ist festgelegt, auf welche *Entities* die *Requirements* angewandt werden. *Requirements* schränken die Eigenschaften ein oder geben diese durch *Optionsets* (Optionensets) vor. In Abb. 5.13 ist im orange-hinterlegten Bereich zuerst der Datentyp der *Property* „IfcBoolean“ angegeben. Dies bedeutet, dass der Datenwert nur die beiden *Propertyvalues* „True“ oder „False“ enthalten kann. Die *Requirement* ist für das *Propertysets* „Pset\_WallCommon“ definiert und betrifft die *Property* „LoadBearing“. Übersetzt bedeutet die Abfrage, dass bei der *Entity* Wand abgefragt wird, ob diese tragend ist oder nicht. Dies kann mit „Wahr“ oder „Falsch“ beantwortet werden.

```

<specifications>
  <specification name="IfcWall General" ifcVersion="IFC4">
    <applicability>
      <entity>
        <name>
          <simpleValue>IFCWALL</simpleValue>
        </name>
      </entity>
    </applicability>
    <requirements>
      <property datatype="IfcBoolean">
        <propertySet>
          <simpleValue>Pset_WallCommon</simpleValue>
        </propertySet>
        <name>
          <simpleValue>LoadBearing</simpleValue>
        </name>
      </property>
      <!--further properties-->
    </requirements>
  </specification>
</specifications>

```

Abb. 5.13: Aufbau einer *IDS*-Datei, Quelle: Eichler et al. [15, S. 132]

## Erstellen einer IDS

Eine Möglichkeit, um eine *IDS* zu erstellen, ist die manuelle Erstellung direkt in der XML-Datei unter Einhaltung der XSD. Alternativ kann die *IDS* in *BIMQ* erstellt und ausgespielt werden. Dies ist in Abb. 5.10 dargestellt und im Abschnitt 5.4.3 beschrieben. Bei größeren Datenmengen ist die Erstellung in einem Datenstrukturwerkzeug übersichtlicher und nachvollziehbarer als in der XML-Datei. Zur Wahrung der Übersicht, um Fehler zu vermeiden und für eine benutzerfreundlichere und schnellere Bedienung wurde vom *Forschungsbereich Digitaler Bauprozess (ZDB)* der TU Wien von Simon Fischer ein Konverter entwickelt. Dieses Tool ermöglicht die einfache Erstellung von *IDS*-Dateien in einer *Excel*-Datei mit dem Namen „IDS4ALL-Generator“. *Microsoft Excel* erleichtert durch seine tabellarische Darstellung ein übersichtliches Arbeiten. Außerdem ist Excel im Bauwesen immer noch weit verbreitet und daher können *Excel*-Dateien in fast jeder Organisation geöffnet und bearbeitet werden. Durch die Funktionen in *Excel* können größere Datenmengen effizient bearbeitet werden. Die *Excel*-Datei verhindert strukturelle Fehler, die bei der manuellen Bearbeitung auftreten. Die *Excel*-Datei des ZDB kann in folgenden zwei Workflows Anwendung finden.

**Workflow 1:** Die Erstellung der *IDS*-Datei findet direkt in der *Excel*-Datei statt. Alle Anforderungen werden aus bestehenden Projekten kopiert oder manuell angelegt. Schlussendlich erfolgt der Export der *IDS*-Datei.

**Workflow 2:** Die *IDS*-Datei wird entweder manuell oder mit einem Datenstrukturwerkzeug erstellt, enthält bereits grundlegende Eigenschaften und wird in die *Excel*-Datei importiert. Die *Excel*-Datei analysiert den Quellcode der XML-Datei und erstellt eine übersichtliche tabellarische Darstellung zum Bearbeiten und Exportieren. Dieser Workflow ist noch in Entwicklung.

Die *Excel*-Datei ist so aufgebaut, dass sie über einen Import-Bereich, einen Verarbeitungsbereich und einen Export-Bereich verfügt. Die XML-Datei wird mit dem Quellcode in den Importbereich eingespielt. Die importierten Daten werden in einem eigenen Tabellenblatt bearbeitet. Dort sind Spalten für die *Entity*, das *Propertyset* und die *Property* verfügbar. Die Spalten sind entsprechend den in Abb. 5.14 dargestellten Farben mit grün (*Applicability*) und gelb (*Requirement*) gekennzeichnet. Links, *Applicability*, entspricht dem gleichen Bereich wie in Abb. 5.13 (blau) veranschaulicht. In diesem Bereich erfolgt die Definition, auf welche *Entities* die *Requirements* angewandt werden – links, also jene Bereiche die definieren, auf welche Bereiche die Regeln angewandt werden und rechts die Vorgaben, welche Auswahl an *Properties* bei Erfüllung der

A.Entity	A.PropertySet	A.Property	A.PropertyValue	R.PropertySet	R.Property	R.PropertyDatatype	R.PropertyValue
ifc.Slab							
ifc.Slab				Pset_SlabCommon			
ifc.Slab				Pset_SlabCommon	Compartmentation	ifcBoolean	
ifc.Slab	Pset_SlabCommon	LoadBearing	True False	Pset_SlabCommon	FireRating	ifcLabel	ND NE
ifc.Slab	Pset_SlabCommon	LoadBearing	False	Pset_SlabCommon	FireRating	ifcLabel	EI 30 EI 60 EI 90
ifc.Slab	Pset_SlabCommon	LoadBearing	True	Pset_SlabCommon	FireRating	ifcLabel	R 30 R 60 R 90 REI 30 REI 60 REI 90
ifc.Slab				Pset_SlabCommon	IsExternal	ifcBoolean	
ifc.Slab				Pset_SlabCommon	LoadBearing	ifcBoolean	
ifc.Slab				Pset_SlabCommon	Status	ifcLabel	Abbruch Bestand Neu Temporär
ifc.Slab				Pset_SlabCommon	SurfaceSpreadOffFlame	ifcLabel	ND NE A1 A2 B C D E F
<b>ALTERNATIVEN</b>							
ifc.Slab	Pset_SlabCommon	LoadBearing	False	Pset_SlabCommon	FireRating	ifcLabel	EI 30
ifc.Slab	Pset_SlabCommon	LoadBearing	False	Pset_SlabCommon	FireRating	ifcLabel	EI 60
ifc.Slab	Pset_SlabCommon	LoadBearing	False	Pset_SlabCommon	FireRating	ifcLabel	EI 90
ifc.Slab	Pset_SlabCommon&Pset_SlabCommon	LoadBearing&Compartmentation	True&True	Pset_SlabCommon	FireRating	ifcLabel	pattern=REI\{0-9\}(2,3)
ifc.Slab				Pset_SlabCommon	ThermalTransmittance	ifcThermalTransmittanceMeasure	<=0.3
ifc.Slab				Pset_SlabCommon	SurfaceSpreadOffFlame	ifcLabel	length<=2

Abb. 5.14: IDS4ALL – Ansicht in *Microsoft Excel* mit Beispielen

Regeln vorhanden sein soll. Bei der Betrachtung einiger Beispiele in Abb. 5.14 zeigen sich einige Muster der Regelanwendung. Verschiedene Auswahlmöglichkeiten werden durch das Symbol | getrennt, welches für ein *Oder* steht. Beim Beispiel des „FireRatings“ (roter Rahmen, oben) sind die Anforderungen durch das Symbol | getrennt, welche die Darstellung in einer Zeile ermöglichen. Die gleichen Daten sind im roten Rahmen unten in Abb. 5.14 aufgelistet. Der Output der beiden Darstellungen ist identisch. Die erste Darstellung ist jedoch übersichtlicher.

Das türkis hervorgehobene Beispiel veranschaulicht die Anwendung der weiteren *Applicabilities* (Filterungen). Textlich bedeutet die *Applicability*: Ist das Bauteil tragend (LoadBearing) oder nicht-tragend, dann stehen die *Propertyvalues* ND (nicht definiert) und NE (nicht erforderlich) als Auswahl zur Verfügung. Ist das Element nicht-tragend, so sind zusätzlich die *Propertyvalues* EI30, EI60 oder EI90 entsprechend der Festlegungen in der ÖNORM EN 13501-1 [39] und ÖNORM EN 13501-2 [40] verfügbar. Ist das Element hingegen tragend, so sind die *Propertyvalues* R30, R60, R90, REI30, REI60 und REI90 als *Optionset* auswählbar. Somit verkürzen sich Listen von beispielsweise 30 Einträgen auf 10. Dropdownfelder erlauben in den Autorensoftware-Produkten die Auswahl der Werte aus dem *Optionset*. Soll kein *Oder*, sondern ein *Und* zur Anwendung kommen, wie im blau umrandeten Beispiel, wird dies durch das Symbol & implementiert. Damit die im blauen Beispiel gezeigte Regel zur Anwendung kommt, müssen beide Anforderungen *LoadBearing* und *Compartmentation* erfüllt werden. In diesem Fall wird durch *pattern* ein Muster für die *Propertyvalues* vorgegeben, das eingehalten werden muss. Die Buchstabenfolge muss demnach „REI“ sein, gefolgt von einer Zahlenfolge mit mindestens zwei bis maximal drei Ziffern. Im grün umrandeten Beispiel wird der *Propertyvalue* mit  $\leq 0.3$  eingeschränkt, sodass der Wert kleiner 0,3 sein muss. Im letzten Beispiel, rosa umrandet, ist vorgegeben, dass die Eingabe eine maximale Länge von zwei Zeichen haben darf.

### Implementierung einer IDS

Die exportierte Konfigurationsdatei aus *IDS* kann direkt in *Archicad* implementiert werden. In *Archicad* ist die Implementierung einer *IDS*-Datei ab Version 28 verfügbar. Der Import erfolgt über den dargestellten Menüpfad: Ablage/Interoperabilität/IDS/IDS-Datei importieren in Abb. 5.15. Nach Auswahl der *IDS*-Datei mit dem Kürzel (.ids) erscheint eine Übersicht über die enthaltenen *Propertysets*, dargestellt in Abb. 5.16. Diese können an- oder abgewählt werden.

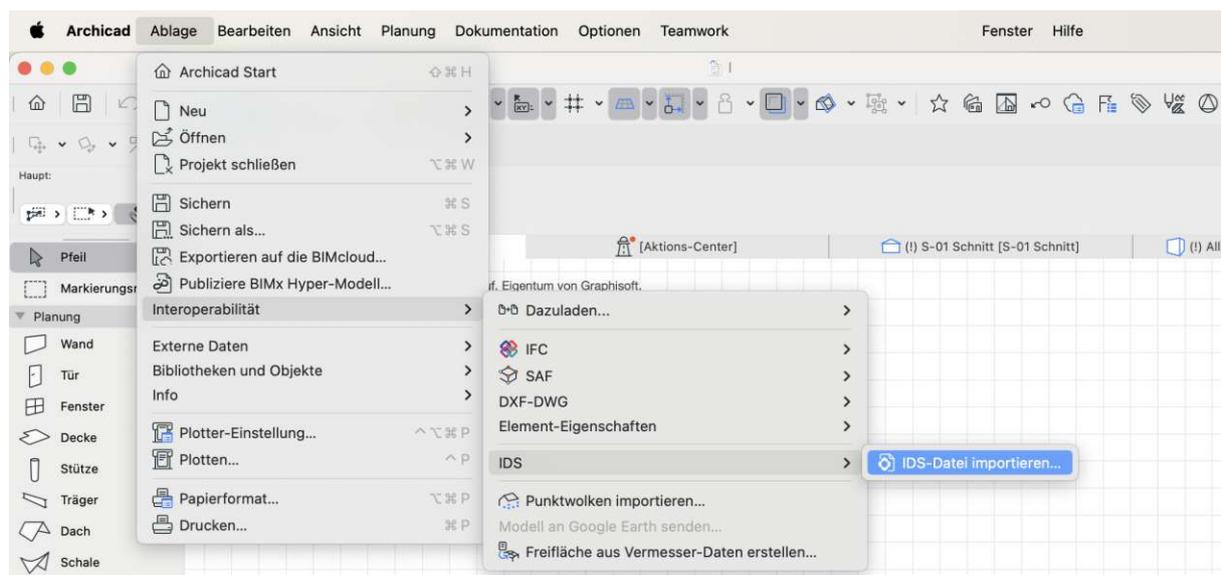


Abb. 5.15: Import *IDS* in *Archicad* – Menüpfad

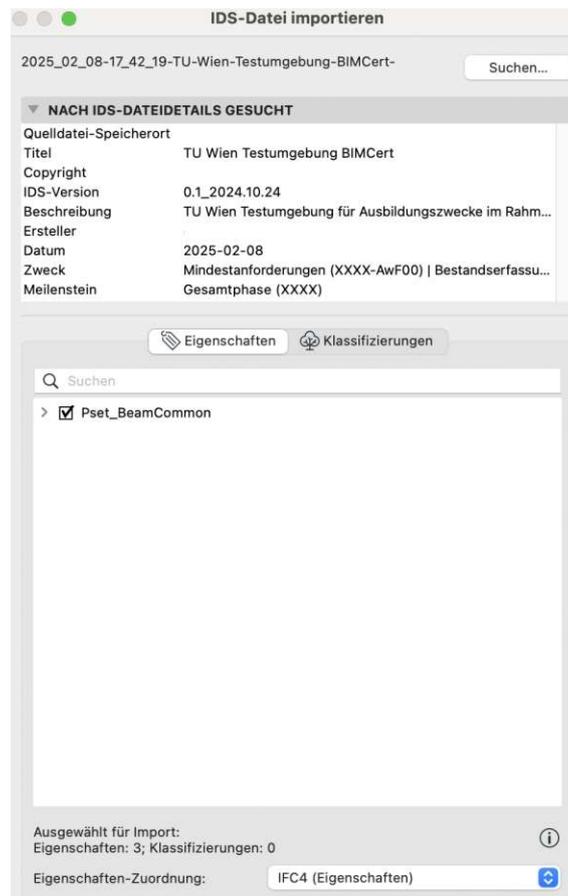


Abb. 5.16: Import *IDS* in *Archicad* – Importübersicht

Die erfolgreiche Implementierung lässt sich im Menüpunkt Optionen/Eigenschaften-Manager überprüfen. Hier sind alle *Propertysets* mit den dazugehörigen *Properties* aus der *IDS*-Datei enthalten. Es gilt zu beachten, dass eine Verknüpfung mit den *Entities* oder die Implementierung der Klassifikationen noch nicht erfolgt ist. Die Zuordnung der *Propertysets* zu den *Archicad*-Elementen muss manuell erfolgen. Die *Applicabilities*, wie im Beispiel „FireRating“ in Abb. 5.14 dargestellt, übernimmt *Archicad* aktuell noch nicht.

#### 5.4.5 Zusammenfassung – *IDS* und Datenstrukturwerkzeug

Das Ziel von beiden ist die Implementierung textlicher Anforderungen in computerlesbarer Form in den Autorensoftware-Produkten und Prüfsoftware-Produkten. Ein wesentlicher Vorteil des Datenstrukturwerkzeugs besteht darin, die Einbindung von AIAs zu ermöglichen. Sie bieten eine benutzerfreundliche Oberfläche und ermöglichen die Erstellung verschiedener LOIs, Anwendungsfälle und Modelle. Ein Nachteil ist allerdings, dass Vorlagen nur für bestimmte Autorensoftware-Produkte zur Verfügung stehen. Ebenfalls zu erwähnen sind die anfallenden Kosten. Das Dateiformat von *IDS* ist hingegen öffentlich zugänglich, kostenfrei und ebenfalls übersichtlich aufgebaut. Es ist nicht auf bestimmte Software-Produkte limitiert. Es können sowohl gesetzliche und behördliche Informationsanforderungen, als auch z. B. Bauteilaufbauten eingearbeitet werden. In neuen Autorensoftware-Produkten, Prüfsoftware-Produkten und auch Datenstrukturwerkzeugen, wie beispielsweise *BIMQ*, ist das Dateiformat bereits verwendbar, sodass keine spezifischen Softwarevorlagen erforderlich sind. Zudem besteht die Möglichkeit, dass

eine einzige XML-Datei sowohl als Vorlage für eine Autorensoftware als auch für eine Prüfsoftware verwendet werden kann. Der Nachteil besteht aktuell darin, dass *IDS* noch nicht vollständig in die BIM-Autorensoftware-Produkte implementiert ist und nicht alle Zuordnungen der *IDS* auch im Programm übernommen werden.

### 5.4.6 Hilfestellung bei der Umsetzung

In diesem Kapitel werden hilfreiche Tipps und Problembehebungen erläutert. Diese basieren auf den Erfahrungen des Autors aus dem Feldversuch im Forschungsprojekt BRISE-Vienna.

#### Datenstrukturwerkzeug BIMQ

Beim Arbeiten mit *BIMQ* sind einige Hilfestellungen zur leichteren Bearbeitung und Lösung eines Problems entwickelt worden.

**Große Datenmengen** Beim Verarbeiten großer Datenmengen empfiehlt sich ein Import/Export einer *Excel*-Datei, um diese mit Funktionen schneller bearbeiten zu können. Dabei besteht die Möglichkeit nur Teilbereiche wieder hochzuladen und *BIMQ* korrigiert nur die hochgeladenen Datensätze.

**Eingaben gehen verloren** Bei der manuellen Bearbeitung in *BIMQ* kommt es vor, dass Eingaben nicht im Programm angezeigt werden. Sollte der Eindruck entsteht, dass Eingaben in der Website nicht übernommen wurden oder die Website eingefroren ist, dann verschaffe das simple Aktualisieren der Website Abhilfe.

#### Autorensoftware Archicad

Eine große Erleichterung bietet das Arbeiten mit vorausgefüllten Vorlagen. Mit der Favoritenliste können in *Archicad* häufig verwendete Elemente vorbereitet werden. Typische Eigenschaften können schon vorab mit *Properties* ausgefüllt werden. Eine Außenwand hat u. a. die Eigenschaften, dass sie außen liegt und tragend ist. Somit kann beim Modellieren viel Zeit gespart werden. Es empfiehlt sich, eine regelmäßige Überprüfung während der Modellierung des Modells mit einer Prüfsoftware durchzuführen. Speziell am Anfang sollte, nach der Fertigstellung eines Geschosses, eine Überprüfung durchgeführt werden, um die Anforderungen beim Modellieren besser zu verstehen.

Bei der Implementierung vom LOI in *Archicad* gab es im Rahmen des Forschungsprojekts BRISE-Vienna nur wenig Komplikationen. Das Hauptproblem war die fehlerhafte Einspielung des *Properties* „FireRating“. *Archicad* hat dieses *Property* nicht sachgemäß übernommen. Die Problembehebung wird in Abb. 5.17 gezeigt. In Abb. 5.17, oben links, werden die Eigenschaften einer Decke („ifcSlab“) dargestellt. Hervorgehoben durch einen roten Rahmen ist der Wert „REI90“ bei „FireRating“. In Abb. 5.17, oben rechts, wird weiter nach unten zu den IFC-Eigenschaften gescrollt, die sich in der Regel mit den Eigenschaften des Elements decken. Es ist in rot umrahmt, dass bei *FireRating* der Wert *REI90* nicht Wert übernommen wurde. In Abb. 5.17, unten links, werden die IFC-Eigenschaften geöffnet und kontrolliert. Hier wird ein roter Pfeil bei „FireRating“ angezeigt. Wenn in *Archicad* ein Programmwert nicht ordnungsgemäß geändert wird, erscheint dieser rote Pfeil. Bei der Durchführung der Zuordnung der Informationen wurde allerdings alles identisch zu den anderen Eingaben durchgeführt, trotzdem glaubt *Archicad* zu erkennen, dass die Daten hierbei nicht ordnungsgemäß eingegeben wurden. Dies geschieht jedoch auch nicht konsistent bei allen *Entities*, sondern nur beim *Entity* „ifcSlab“. Das Problem mit dem „FireRating“ trat bei allen Studierenden auf, die an der Pilotphase des Forschungsprojekts BRISE-Vienna teilnahmen und auf *Archicad* modellierten. Durch einmaliges Anklicken des Pfeils in Abb. 5.17, unten links, wird der ursprüngliche Wert wieder hergestellt und die in Abb. 5.17,

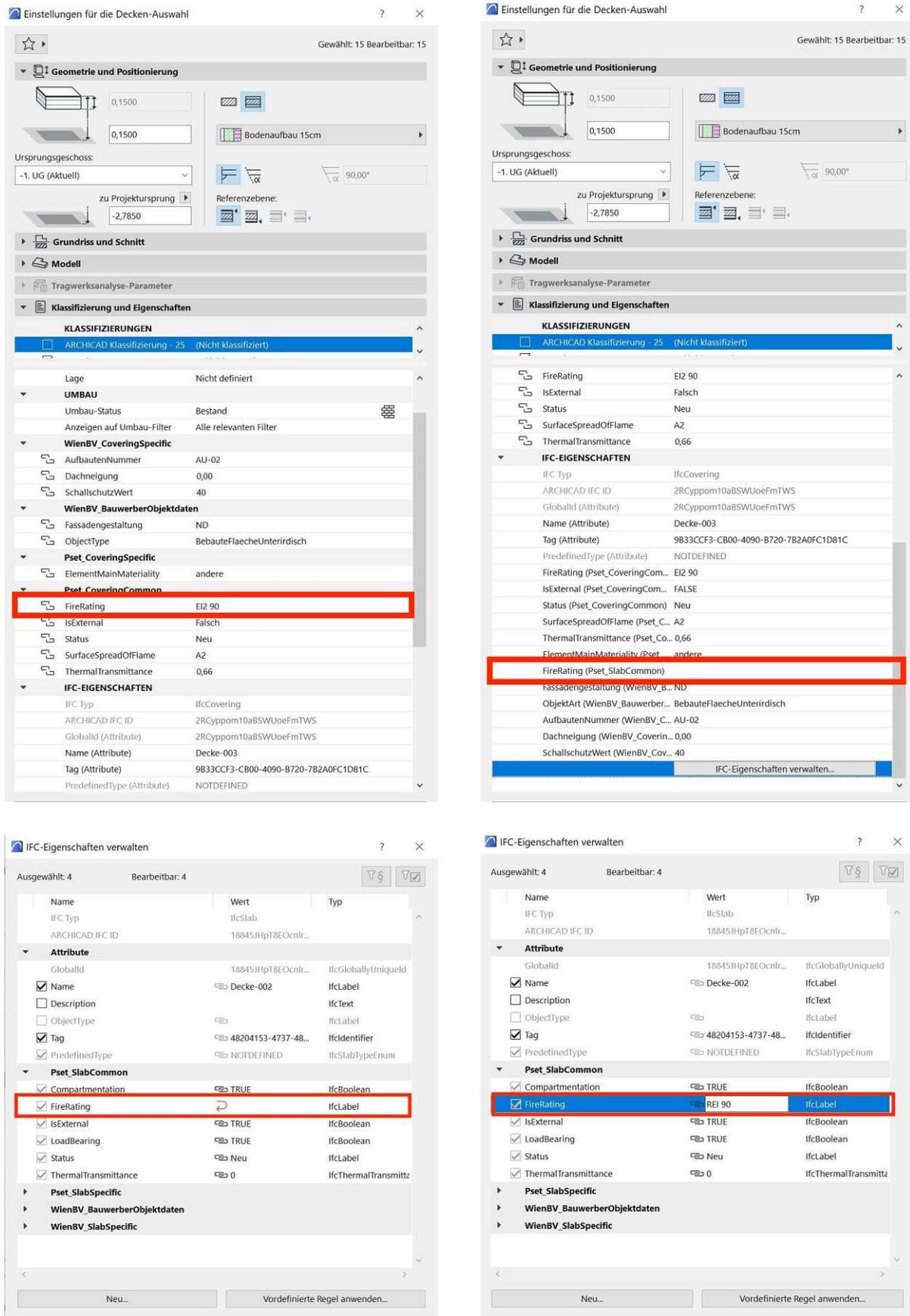


Abb. 5.17: Archicad – Eigenschaftsfenster (oben links), IFC-Eigenschaften (oben rechts), veränderter Wert (unten links) und Lösung (unten rechts)

oben links, ausgewählte Eigenschaften für „FireRating“ richtig übernommen. Die gelöste Situation ist in Abb. 5.17, unten rechts, veranschaulicht. Das Problem konnte vom Autor nicht identifiziert werden. Es fand eine erneute Erstellung der betroffenen *Entities*, *Propertysets* und *Properties* in *BIMQ* und ein Import in *Archicad* statt, allerdings blieb der Fehler bestehen. Der *Archicad*-Support konnten den Fehler auch nicht erklären. Es handelt sich laut Auskunft von *Archicad*, um einen Software-Fehler und keine Fehlbedienung oder Falscheingabe.

### 5.4.7 Zeitliche Auswertung

Im Kapitel 4 fand in der Umfrage neben der Priorität auch die Abfrage des Aufwands statt. Der Aufwand für die Optimierung „Gesetzliche und behördliche Informationsanforderung“ wurde in der Umfrage mit „eher schwer umsetzbar“, also aufwendig, bewertet. Zur Einschätzung des tatsächlichen Aufwands wird Bezug auf die Diplomarbeit von Flamm [16] genommen. Die Diplomarbeit begleitete die Erstellung der Bauantragsmodelle (BAM) in der Pilotphase des Forschungsprojekts BRISE-Vienna und erfasste den zeitlichen Aufwand. Für die Erfassung der zeitlichen Aufwände in der genannten Diplomarbeit wurde der Autor dieser Arbeit als Teilnehmer des Forschungsprojekts interviewt. Der Autor gab an, dass für die Implementierung der Austausch-Informationsanforderungen in *BIMQ* und die Erstellung der Konfigurationsdateien für die Autorensoftware-Produkte ca. 90 h benötigt wurden. Dieser Zeitaufwand ist im Durchschnitt für die Überführung der Informationsanforderungen in die Konfigurationsdatei anzunehmen. Der Autor dieser Arbeit führte die Übertragung der Informationsanforderung in *BIMQ* das erste Mal durch. Der Einarbeitungseffekt und die Übernahme bestehender Datensätze bei einer erneuten Implementierung der Austausch-Informationsanforderungen würden den Prozess deutlich beschleunigen. Eine genaue Abschätzung zur Beschleunigung kann nicht erfolgen, weswegen im Folgenden mit den Werten der ersten Erstellung gerechnet wird. Verglichen mit der durchschnittlichen Modellierungszeit von 190 h [16] ist die Implementierung der Informationsanforderung sehr hoch (47%). Es ist jedoch zu beachten, dass die Erstellung dieser Vorlagen einen einmaligen Aufwand darstellt und diese für mehrere Projekte verwendet werden kann. Bezogen auf nur ein Projekt ist der Aufwand sehr hoch, weil nochmals knapp die Hälfte der Modellierzeit zusätzlich für die Erstellung der Konfigurationsdateien benötigt wurde. Wird der Aufwand auf die durchschnittlich jährliche Anzahl von acht Projekten der Fa. Roombus Baudienstleistungs GmbH bezogen, ist der Aufwand deutlich geringer (6%). Die Einschätzung der Abteilungsleiterin und Abteilungsleiter, dass die Anwendung als „eher schwer umsetzbar“, d.h. aufwendig eingeschätzt wurde, ist daher nicht zutreffend. Zusammenfassend gilt es zu erwähnen, dass der zeitliche Aufwand am Anfang sehr hoch, auf ein Jahr mit mehreren Projekten gerechnet, in einem überschaubarem Umfang liegt.

# Kapitel 6

## Fazit und Ausblick

In diesem Abschnitt erfolgt eine Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse der vorliegenden Diplomarbeit. Anschließend werden die Forschungsfragen aus Abschnitt 1.2 anhand der erarbeiteten Inhalte beantwortet. Abschließend gibt ein Ausblick eine Idee über die zukünftige Entwicklung der Baubranche.

### 6.1 Zusammenfassung

In den Kapiteln 1 und 2 wurde ein Bezug zwischen der vorliegenden Diplomarbeit und aktuell relevanten Themen hergestellt. Der Fokus der Arbeit liegt auf der Betrachtung der Datenintegrität in Prozessen und der Einführung von openBIM. Im weiteren Verlauf erfolgt die Erläuterung grundlegender Begriffe, der openBIM-Projektdurchführung und des Forschungsprojekts BRISE-Vienna. Im Kapitel 3 findet die Erläuterung des aktuellen Prozesses eines Kleinunternehmens statt. Die vorliegende Untersuchung fokussiert sich auf die Fa. Roombuus Baudienstleistungs GmbH, deren Hauptgeschäftsfelder in der Einreichung, Ausführungsplanung, Ausschreibung, Vergabe, Abrechnung, Bauleitung und der Örtlichen Bauaufsicht liegen. Die Erfassung des Ist-Prozesses erfolgt mittels Workshop, genauer gesagt mit der *Brown-Paper-Methode*. Eine detaillierte Prozessgrafik war das Resultat dieses Workshops. Der Gesamtprozess ist in Anhang D dargestellt. Im Anschluss an die Ist-Prozesserfassung werden im Kapitel 4 gemeinsam mit der Abteilungsleiterin und den Abteilungsleitern der Fa. Roombuus Baudienstleistungs GmbH Problemstellen im Planungsprozess identifiziert. Die Analyse ergibt, dass an den identifizierten Problemstellen wiederholt Datenverluste, fehlende Informationen und inkonsistente Daten auftreten. Dabei wird zwischen prozess-übergreifenden und prozess-spezifischen Problemen unterschieden. Die prozess-übergreifenden Probleme werden zuerst gelöst, damit die Lösung der prozess-spezifischen Probleme vorangetrieben werden kann. Auf Basis der identifizierten prozess-spezifischen Problemstellen im Ist-Prozess erfolgt in Abschnitt 4.2 die Entwicklung von Optimierungen zur Behebung der Problemstellen durch die Anwendung von openBIM. Diese Lösungen zielen auf die Steigerung der Datenqualität im Prozess und die Erleichterung des Einstiegs für Kleinunternehmen in das openBIM-Verfahren ab. Die vorgestellten prozess-spezifischen Optimierungen werden in einer Umfrage hinsichtlich ihrer Priorität und des Aufwands bewertet. Im Abschnitt 5 werden die Ergebnisse der Umfrage dargestellt und die Optimierungen nach Priorität geordnet. Die wichtigsten Bereiche sind die Umsetzung der „gesetzlichen und behördlichen Informationsanforderung“, gefolgt von der „Aufbautenvorlage“ und den „digitalen Bescheidsauflagen“. Zur Behebung der prozess-übergreifenden Probleme wurde der DigiCheck zur Einstufung des Digitalisierungsgrads der Fa. Roombuus Baudienstleistungs GmbH eingesetzt. Im Anschluss erfolgte die Entwicklung von Reifegradmodellen, die als Roadmap für eine schrittweise Implementierung von openBIM in den Bereichen Mensch, Technologie und Prozess dient. Für die gesetzliche und behördliche Informationsanforderung wurden, als wichtigste Optimierung, im Abschnitt 5.4 zwei Umsetzungskonzepte vorgestellt. Die erste Variante behandelt die Umsetzung der „Gesetzlichen und behördlichen Informationsanforderung“ mit Hilfe eines Datenstrukturwerkzeugs, in unserem Beispiel *BIMQ*.

Datenstrukturwerkzeuge bieten den Vorteil, dass die Daten aus der Informationsanforderung strukturiert verarbeitet werden können. Die Informationsanforderungen kommen in diesem Fall von der Behörde. Diese erstellt eine Informationsanforderung, für den Anwendungsfall „Digitale Baueinreichung“, in der der LOIN geregelt ist. Nach der Implementierung der Daten in das Datenstrukturwerkzeug erfolgt der Export für die jeweiligen Softwareprodukte und der Import in diese. Die Softwarevorlagen können in die Autorensoftware-Produkte und Prüfsoftware-Produkte eingespielt werden. Damit ist die erste Variante des Implementierungskonzepts abgeschlossen.

Die zweite Variante befasst sich mit der Umsetzung mit Hilfe der *Information Delivery Specification* (IDS) umgesetzt wird. IDS ist ein neuer Standard von buildingSMART International und öffentlich verfügbar. Die Daten werden nicht in ein Datenstrukturwerkzeug eingegeben, sondern direkt in eine XML-Datei, die nach einem XSD-Schema aufgebaut ist. Zur Vereinfachung der Bearbeitung dieser Daten wird die Verwendung der Excel „IDS4ALL-Generator“ näher erläutert, entwickelt von Simon Fischer vom *Forschungsbereich Digitaler Bauprozess* der TU Wien. Nach Abschluss der Bearbeitung erfolgt die Implementierung der IDS-Datei in die Autorensoftware-Produkte. Ein wesentlicher Vorteil von IDS besteht darin, dass lediglich eine einzige Vorlage für Prüf- und Autorensoftware erstellt werden muss und diese unabhängig vom jeweiligen Softwarehersteller ist. Die Auswertung der Umfrage ergab, dass die Umsetzbarkeit der „Gesetzlichen und behördlichen Informationsanforderung“ als „eher schwer umsetzbar“, also aufwendig eingeschätzt wurde. Bei der Erstellung mehrerer Projekte kann die identische Vorlage verwendet werden, was zu einem Aufwand von 6 % im Vergleich zur Modellierung der Modelle führt. Die Einschätzung der Befragten ist daher nicht zutreffend. Am Ende des Kapitels 5 werden einige Tipps und Tricks für die Anwendung präsentiert, die auf Erfahrungen des Autors basieren, der am Forschungsprojekt BRISE-Vienna beteiligt war.

## 6.2 Beantwortung der Forschungsfragen

Der folgende Abschnitt listet die Forschungsfragen aus Abschnitt 1.2 und deren Antworten auf. Die Antworten fassen die Erkenntnisse der Arbeit zusammen.

### Wie sieht der Ist-Prozess eines typischen Kleinbetriebs aus?

Der ermittelte Ist-Prozess des Kleinunternehmens Fa. Roombus Baudienstleistungs GmbH wird an dieser Stelle als Referenz herangezogen. Der Standardprozess wurde mittels eines Workshops festgelegt, wobei der Fokus bei der Prozesserstellung auf der Datenintegrität über den gesamten Prozess lag. Für die Einreichung, Ausführungsplanung, Ausschreibung und die Vergabe war es möglich, einen Standardprozess zu ermitteln. Für die Abrechnung, Bauleitung und die Örtliche Bauaufsicht konnte kein Standardprozess ermittelt werden, da die individuelle Abwicklung der Prozesse und die Berücksichtigung verschiedener Rahmenbedingungen dies nicht ermöglichen. Der Planungsprozess für die Einreichung beginnt für ein Kleinunternehmen mit der Beauftragung durch den Auftraggeber und dem Erhalt der Entwurfsunterlagen. Die Architektur prüft die Entwurfsunterlagen, fordert gegebenenfalls fehlende Unterlagen an und beginnt mit der Erstellung des Modells. Zu Beginn erfolgt der Import des Bürostandards in die Autorensoftware. Im Anschluss werden Standardaufbauten aus einem *.pdf* übertragen, bestehende Entwurfsunterlagen implementiert und das Gebäudemodell unter Berücksichtigung der Gesetze und behördlicher Vorschriften erstellt. Die notwendigen Unterlagen werden bei der Tragwerksplanung, dem Geometer, dem Versorgungsunternehmen, der Geologie, der Bauphysik, der Elektrotechnik, der Haustechnik und dem Bauherren/Auftraggebern angefordert. Gutachten und Unterlagen werden ausschließlich als *.pdf* übermittelt. Lediglich die Pläne des Geometers, der Haus- und Elektrotechnik werden zusätzlich als *.dwg* übermittelt. Diese Unterlagen, die Bürovorlagen und die gesetzlichen und behördlichen Vorlagen bilden die Basis des ersten Entwurfs

für die Einreichung. Für die Einreichung erstellt die Architektur ergänzend die Baubeschreibung, das Bauansuchen, den Energieausweis und den Versickerungsnachweis und reicht alle Unterlagen gesammelt bei der Behörde ein. Nach Abschluss der Bauverhandlung erfolgt die Rücksendung eines Bescheids oder eines Verbesserungsauftrags durch die zuständige Behörde. Die Architektur nimmt die Behebung der Mängel vor und tauscht die entsprechenden Dokumente aus. Die Behörde prüft nach Erhalt die korrekten Unterlagen nochmals. Nach positiver Begutachtung stellt die Behörde den rechtsgültigen Bescheid aus. Der Erhalt des Bescheids definiert das Ende der Einreichphase und den Beginn der Ausführungsphase.

In der Ausführungsphase erfolgt eine Verfeinerung des Modells auf Grundlage der erstellten Unterlagen aus der Einreichung. Die Erstellung der Führungspläne obliegt der Haustechnik und Elektrotechnik, während die Tragwerksplanung die exakten Abmessungen der Bauteile bereitstellt. Es findet eine Klärung der Fragen zwischen Architektur und Bauherren bzw. der Subunternehmen sowie die Erstellung der Detailplanung statt. Planungskorrekturen werden in Abstimmung mit der Bauleitung/Örtlichen Bauaufsicht (ÖBA) eingearbeitet. Nach Vergabe der ausführenden Subunternehmen übermitteln diese deren Werkspläne, welche in die Ausführungsplanung eingearbeitet werden. Damit ist die Ausführungsplanung abgeschlossen.

Parallel zur Ausführungsplanung wird die Ausschreibung von der Bauleitung/ÖBA erstellt. Die Bauleitung/ÖBA beginnt zum Beginn der Ausführungsplanung, sich in das Projekt einzuarbeiten. Im Anschluss findet ein Meeting mit der Architektur statt, um das Projekt hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit zu optimieren. Parallel dazu werden die Ausschreibung, Massenermittlung und die Terminplanung erstellt. Die erforderlichen Unterlagen für die Ausschreibung werden bei den Subunternehmen angefordert. Aufgrund der intensiven Auseinandersetzung der Bauleitung/ÖBA mit dem Projekt werden nach der Fertigstellung der Ausschreibung nochmals Planungskorrekturen für eine wirtschaftlichere Ausführung vorgenommen. Die Bauleitung/ÖBA versendet sämtliche Unterlagen, Pläne und die Ausschreibung als *.pdf* und *.onlv*. Die ausführenden Subunternehmen retournieren deren Angebote als *.pdf* und *.onlv*, welche von der Bauleitung/ÖBA geprüft und nach Rücksprache mit dem Bauherren beauftragt werden. Mit der Vergabe der Gewerke endet die Ausschreibung und Vergabe und damit die Prozessdarstellung der standardisierten Prozessbeschreibungen.

### **Welche Probleme sind in dem Ist-Prozess hinsichtlich der Datenintegrität erkennbar?**

Im Rahmen der Analyse des Ist-Prozesses mit der Abteilungsleiterin und den Abteilungsleitern der Fa. Roombus Baudienstleistungs GmbH konnten einige Probleme in Bezug auf die Datenintegrität identifiziert werden. Es erfolgte eine Differenzierung zwischen prozess-übergreifenden und prozess-spezifischen Problemen. Die prozess-übergreifenden Probleme sind nicht einer einzelnen Prozessphase zuzuordnen und bilden die Voraussetzung für die Umsetzung der prozess-spezifischen Optimierungen, da erst nach deren Umsetzung openBIM im Unternehmen ermöglicht wird. In der ersten Aufzählung erfolgt die Darlegung der identifizierten prozess-übergreifenden Probleme.

1. Fehlende Einschätzung zum internen Digitalisierungsgrad und Entwicklungsfahrplan
2. Nicht-Verwendung des BIM-Prozesses

Die folgende Aufzählung der prozess-spezifischen Probleme im Ist-Prozess verschafft einen Überblick über Bereiche mit Verbesserungspotential bezüglich der Datenintegrität. Am Ende des Problemmamens wird die Verortung des Problems im Projekt angegeben. *EP* deutet auf die Einreichung, *AP* auf die Ausführungsphase und *AVA* auf die Phase der Ausschreibung, Vergabe und Abrechnung hin. Fehler in der Phase der Bauleitung/ÖBA konnten nicht identifiziert werden, da die individuelle Projektabwicklung die Identifizierung von Standardprozessen und die Untersuchung dieser auf Probleme unmöglich machte.

1. Fehlende Kompatibilität der Aufbauten und Details – EP
2. Gesetzliche Vorgaben nicht konsistent eingehalten – EP
3. Geotechnisches Gutachten im Plan nicht verifiziert – EP
4. Baugrubensicherungskonzept im Plan nicht verifiziert – EP
5. Fehlerhafte Umsetzung der Bau- und Ausstattungsbeschreibung (BAB) – EP
6. Eigenes 3D-Modell für Haustechnik und Elektrotechnik – EP & AP
7. Bescheidsauflagen nicht konsistent eingehalten – AP
8. Fehlerhafte Ausschreibung – AVA

Die genauen Ausführungen zu den einzelnen Problemen sind in Abschnitt 4.1 zu finden.

### **Welche Lösungen können durch den Einsatz von openBIM entwickelt werden und welche sind am relevantesten?**

Auf Basis der identifizierten Prozessprobleme wurden im Abschnitt 4.1 Optimierungen entwickelt, um den Prozess mit openBIM-Lösungen zu verbessern und die identifizierten Problempunkte zu beheben. Die genauen Umsetzungskonzepte wurden in Abschnitt 5.4 erläutert. Die folgende Aufzählung listet die entwickelten Umsetzungskonzepte auf:

1. Aufbautenvorlage
2. Detailvorlage
3. Gesetzliche und behördliche Informationsanforderung
4. Geotechnisches Gutachten mit LOG
5. 3D-Baugrubensicherungskonzept
6. Vorlage BAB
7. openBIM-Autorensoftware für ET und HT
8. Digitale Bescheidsauflagen
9. Ausschreibung BIM-basiert

Auf Basis der vorgestellten Umsetzungskonzepte wurde eine Umfrage durchgeführt, in der die Optimierungen nach Priorität und Aufwand eingestuft wurden. Als wichtigste Optimierung wird die „gesetzliche und behördliche Informationsanforderung“ befunden.

### **Wie sieht das Umsetzungskonzept für die relevantesten openBIM-Lösungen konkret aus?**

Bei den relevantesten openBIM-Lösungen erfolgt die Unterscheidung zwischen prozess-übergreifenden und prozess-spezifischen Lösungen. Prozess-übergreifende Herausforderungen betreffen mehrere Bereiche und können sich auf verschiedene Einzelprobleme auswirken. Wenn diese übergeordneten Probleme nicht zuerst gelöst werden, könnten spezifische Maßnahmen ineffektiv bleiben oder sogar scheitern, da sie weiterhin von den übergreifenden Hindernissen beeinflusst werden. Deswegen erfolgt zuerst die Behandlung der prozess-übergreifenden Probleme.

Zur Lösung des Problems „Fehlende Einschätzung zum internen Digitalisierungsgrad und Entwicklungsfahrplan“ kamen zwei Lösungen zur Anwendung. Zuerst fand die Durchführung eines

validierten Online-Tests für die Fa. Roombus Baudienstleistungs GmbH statt. Dieser lieferte eine detaillierte Auswertung über den Digitalisierungsgrad des Unternehmens. Im Anschluss erfolgte die Entwicklung von Reifegradmodellen. Diese zielten auf die Behebung des Problems „Nicht-Verwendung des BIM-Prozesses“ und die Implementierung von openBIM in die Fa. Roombus Baudienstleistungs GmbH ab. Bei der Entwicklung der Reifegrade erfolgte eine Unterteilung in die drei Sparten Mensch, Technologie und Prozess. Für jeden individuellen Bereich wurden 5-stufige Reifegrade erarbeitet. Durch die Durchführung dieser Lösungsansätze ist die Implementierung der folgenden prozess-spezifischen openBIM-Lösung möglich.

In der vorliegenden Arbeit werden in Abschnitt 5.4 zwei Umsetzungskonzepte näher erläutert. Das erste Umsetzungskonzept widmet sich der Umsetzung der gesetzlichen und behördlichen Informationsanforderung unter Verwendung des Datenstrukturwerkzeugs *BIMQ*. Zunächst wird das Projekt angelegt, die Komponenten (*Entities*, *Propertysets* und *Properties*) erstellt und in *BIMQ* dem Fachmodell zugeordnet. Nach der Fertigstellung können Softwarevorlagen exportiert werden. Der Export kann entweder ein Bericht in Form eines *.pdfs* oder Softwarevorlagen für eine Prüf- oder Autorensoftware sein. Ein Datenstrukturwerkzeug bietet in der Regel den Vorteil der Übersichtlichkeit, ist jedoch kostenpflichtig und nur für die spezifische Softwareprodukte ausgelegt. Die zweite Variante ist die Implementierung mit der *Information Delivery Specification* (IDS). Die IDS kann direkt als XML-Datei oder mit Hilfe eines *Excel*-Tools erstellt und bearbeitet werden. Im Rahmen der Erstellung einer IDS wird zwischen dem Bereich der *Applicability* und der *Requirements* unterschieden. Die *Applicability* regelt, für welche Elemente die Regelung gilt. Die Definition dieser Regelungen erfolgt in den *Requirements*. Die *Requirements* erlauben eine Filterung, welche bei IDS als „Anwendungsfall“ bezeichnet wird. Diese Anwendungsfälle ermöglichen eine logische Einschränkung der auszuwählenden *Propertyvalues* anhand spezifischer *Entity*-Informationen. Dadurch kann die Eingabe der *Properties* vereinfacht und nur ein sinnvoller Datensatz in der Autorensoftware zur Auswahl angeboten werden. Eine Implementierung von IDS in neuere Softwareprodukte ist möglich, auch wenn diese noch nicht vollständig realisiert ist. Die Zuordnung von *Propertysets* zu *Entities* ist in *Archicad 28* noch nicht möglich. Der Vorteil von IDS ist, dass eine Datei für alle Software-Produkte, Prüf- und Autorensoftware verwendet werden kann und nicht herstellerspezifisch erstellt werden muss. Ein Nachteil besteht jedoch darin, dass eine vollständige Integration von IDS in die Softwareprodukte derzeit noch nicht gewährleistet ist.

### 6.3 Resümee und Ausblick

In der vorliegenden Diplomarbeit werden die zentralen Problemstellen im Planungsprozess eines Kleinunternehmens, der Fa. Roombus Baudienstleistungs GmbH, identifiziert und durch gezielte openBIM-Prozessoptimierungen adressiert. Der Fokus liegt dabei auf der Verbesserung der Datenintegrität durch die Integration von openBIM und die Anwendung moderner Datenstrukturwerkzeuge wie *BIMQ* und *IDS*. Die Implementierung dieser Optimierungen stellt nicht nur eine effektive Lösung für die aktuellen Herausforderungen des Unternehmens dar, sondern leistet auch einen wesentlichen Beitrag zu einer zukunftsfähigen und digitalen Bauplanung. Die durchgeführte Umfrage diente dazu, die Relevanz der Maßnahmen für die Praxis zu evaluieren. Insbesondere die Umsetzung der „gesetzlicher und behördlicher Informationsanforderung“ stellt zentrale Punkte für eine erfolgreiche Implementierung dar.

Die Digitalisierung in der Baubranche steht noch am Anfang und die Chancen, die sich daraus ergeben, sind weitreichend. Die Integration von openBIM sowie die Vollständigkeit, Korrektheit und Konstanz der Daten über das gesamte Projekt werden in Zukunft nicht nur die Effizienz und Qualität steigern, sondern auch die Zusammenarbeit über verschiedene Disziplinen

hinweg revolutionieren [15]. Doch die Reise geht noch weiter: Die Baubranche steht kurz vor der Herausforderung, bestehende Denkweisen aufzubrechen und neue innovative Lösungen zu finden, die nicht nur den technischen, sondern auch den menschlichen Faktor in den Vordergrund stellen. Ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Technologie, Prozessen und menschlichem Wissen ist entscheidend, um eine nachhaltige und zukunftsfähige Baukultur zu schaffen. Die gegenwärtige Arbeit fungiert als erster Schritt auf einem langen Weg, der Unternehmen dazu motivieren soll, kontinuierliche Optimierung zu forcieren und Weiterentwicklung zu realisieren. Die Fragestellung, die sich in diesem Zusammenhang ergibt, ist die nach der erforderlichen Transformation der Baubranche, um eine Zukunft zu ermöglichen, die von Zusammenarbeit, Nachhaltigkeit und digitaler Innovation geprägt ist.

# Literatur

- [1] Adobe Systems Software Ireland Limited. *Adobe Acrobat Pro*. Adobe Systems Software Ireland Limited. URL: <https://www.adobe.com/at/acrobat/acrobat-pro.html> (Zugriff am 07.02.2025).
- [2] AEC3 GmbH. *BIMQ – Datenstrukturwerkzeug*. AEC3 GmbH. URL: <https://www.bimq.de> (Zugriff am 08.02.2025).
- [3] Austrian Standards International – Standardisierung und Innovation. *Austrian Standards International – Zugang zu Normen in Österreich*. URL: <https://www.austrian-standards.at/de> (Zugriff am 08.02.2025).
- [4] Becker, T. *Prozesse in Produktion und Supply Chain optimieren*. 3. Auflage. Heidelberg: Springer-Verlag GmbH, 2018. ISBN: 978-3-662-49074-7.
- [5] buildingSMART Austria. *BIM Leistungsbilder LM.BIM 2025*. URL: <https://knowledgebase.buildingsmart.co.at/docs/bim-leistungsbilder-lm-bim-2025/> (Zugriff am 13.02.2025).
- [6] buildingSMART International. *bSI Use Case Management Service (UCMS)*. URL: <https://ucm.buildingsmart.org> (Zugriff am 02.02.2025).
- [7] Bundesagentur für Arbeit (Deutschland). *DigiCheck – Ermitteln Sie den Digitalisierungsgrad Ihres Unternehmens*. URL: <https://mein-now.de/unternehmen/online-tests/digi-check> (Zugriff am 07.02.2025).
- [8] Bundeskanzleramt der Republik Österreich. *RIS – Rechtsinformationssystem des Bundes*. URL: <https://www.ris.bka.gv.at> (Zugriff am 08.02.2025).
- [9] Bundesministerium für Arbeit und Wirtschaft. *LB Hochbau*. URL: <https://www.bmaw.gv.at/Services/Bauservice/Hochbau.html> (Zugriff am 13.02.2025).
- [10] Bundesministerium für Arbeit und Wirtschaft. *LB-HB 10 – Verpflichtung staatlicher Unternehmen zur Anwendung der LB-HB*. URL: <https://www.bmaw.gv.at/dam/jcr:865c15ff-dcab-428c-a905-ad4df44ceff2/LB-HB10.pdf&ved=2ahUKEwiSqZ0j3P2LAXVTVPEDHXd8DyAQFnoECB8QAQ&usg=AOvVawOKb36eDxUsr5PbcXCFCjBW> (Zugriff am 13.02.2025).
- [11] ib-data GmbH. *ABK*. ib-data GmbH. URL: <https://www.abk.at/home> (Zugriff am 07.02.2025).
- [12] Deubel, M. und Halter, J. „Identifikation, Analyse und Vergleich von Reifegradmodellen für Building Information Modeling (BIM)“. In: *30. BBB-Assistententreffen 2019 in Karlsruhe* (2019), S. 70–86. DOI: 10.5445/KSP/1000091800.
- [13] Döring, N. *Forschungsmethoden und Evaluation*. 6. Auflage. Heidelberg: Springer-Verlag Berlin, 2023. ISBN: 978-3-662-64761-5.
- [14] Eichler, C. C. *BIM Leistungsbilder für Hoch- und Tiefbau*. URL: <https://cloud.buildingsmart.co.at/s/25YbmKc6xxX5qdW> (Zugriff am 13.02.2025).
- [15] Eichler, C. C., Schranz, C., Krischmann, T., Urban, H., Hopferwieser, M. und Fischer, S. *BIMcert Handbuch: Grundlagenwissen openBIM. Ausgabe 2024*. Niederfrohna: Mironde-Verlag, Jan. 2024. ISBN: 978-3-96063-059-3. DOI: 10.34726/5384.

- [16] Flamm, L. „Evaluierung der Modellieranforderungen für ein openBIM-Bewilligungsverfahren“. Diplomarbeit. Wien: TU Wien, 2024. DOI: 10.34726/hss.2024.126321.
- [17] Freund, J. und Rücker, B. *Praxishandbuch BPMN: mit Einführung in CMMN und DMN*. 5., aktualisierte Auflage. München: Hanser, 2017. 282 S. ISBN: 978-3-446-45078-3.
- [18] Geiger, M., Harrer, S., Lenhard, J. und Wirtz, G. „BPMN 2.0: The state of support and implementation“. In: *Future Generation Computer Systems* 80 (2018), S. 250–262. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.future.2017.01.006>.
- [19] Gerger, A., Urban, H. und Schranz, C. „Augmented Reality for Building Authorities: A Use Case Study in Austria“. In: *Buildings* 13(6), 1462 (4. Juni 2023). DOI: 10.3390/buildings13061462. (Zugriff am 06.06.2023).
- [20] Goger, G., Breitwieser, K., Schranz, C., Bisenberger, T., Chylik, B., Huymajer, M. und Urban, H. „Digitalisierung in der Bauindustrie — Status Quo, Vision, Potenziale und Voraussetzungen“. In: *Bauingenieur* (19. Sep. 2019), S. 115–123.
- [21] Goger, G., Piskernik, M. und Urban, H. *Studie: Potenziale der Digitalisierung im Bauwesen*. Forschungsber. Wirtschaftskammer Österreich Geschäftsstelle Bau, 2018. 151 S.
- [22] Graphisoft Österreich GmbH. *Archicad 28*. URL: <https://graphisoft.com/at/archicad> (Zugriff am 07.02.2025).
- [23] Graphisoft Österreich GmbH. *DDScad*. URL: <https://graphisoft.com/at/dds-cad> (Zugriff am 09.02.2025).
- [24] Gumpinger, F. „Business Process Reengineering anhand des Produktfreigabeprozesses eines österreichischen Automobil-Zulieferers“. Diplomarbeit. Wien: TU Wien, 2014. DOI: 10.34726/hss.2014.24758.
- [25] Hölzl, E. „Qualitatives Interview“. In: *Verführung zum Qualitativen Forschen: Eine Methodenwahl* (1994). Hrsg. von Arbeitskreis Qualitative Sozialforschung und Chorherr, O., S. 51–60.
- [26] Huber, K. „Datenstrukturwerkzeuge im openBIM-Prozess – Prozessoptimierung – Fallstudie mit Allplan und BIMQ“. Diplomarbeit. Wien: TU Wien, 2023. DOI: 10.34726/hss.2023.112902.
- [27] *ISO/IEC 19510:2013: Information technology — Object Management Group Business Process Model and Notation*. International Organization for Standardization, Juli 2013.
- [28] Issa, R. R. und Flood, I. „Evaluations of BIM: Frameworks and Perspectives“. In: *Computing in Civil and Building Engineering*. Hrsg. von Nepal, M. P., Jupp, J. R. und Aibinu, A. A. American Society of Civil Engineers, 2014, S. 769–776. ISBN: 978-0-784-41361-6. DOI: 10.1061/9780784413616.096.
- [29] JGraph Ltd und draw.io A. *draw.io*. JGraph Ltd & draw.io A. URL: <https://www.drawio.com> (Zugriff am 02.02.2025).
- [30] Karasek, G. „Bauvertrag: Klassisches Modell oder...?“ In: *Agile Digitalisierung im Baubetrieb: Grundlagen, Innovationen, Disruptionen und Best Practices*. Hrsg. von Hofstadler, C. und Motzko, C. Springer Fachmedien Wiesbaden, 2021, S. 511–525. ISBN: 978-3-658-34107-7. DOI: 10.1007/978-3-658-34107-7\_24.
- [31] Kruschmann, T., Urban, H. und Schranz, C. „Entwicklung eines openBIM-Bewilligungsverfahrens“. In: *Bauingenieur* 95(9) (2020), S. 335–344. DOI: 10.37544/0005-6650-2020-09-61.

- [32] Mellenthin Filardo, M., Debus, P., Melzner, J. und Bargstädt, H.-J. „XML-based Automated Information Requirement Import to a Modelling Environment“. In: *EG-ICE 2023 Conference Papers*. The 30th EG-ICE: International Conference on Intelligent Computing in Engineering. London, 2023. URL: [https://www.ucl.ac.uk/bartlett/construction/sites/bartlett\\_construction/files/xml-based\\_automated\\_information\\_requirement\\_import\\_to\\_a\\_modelling\\_environment.pdf](https://www.ucl.ac.uk/bartlett/construction/sites/bartlett_construction/files/xml-based_automated_information_requirement_import_to_a_modelling_environment.pdf) (Zugriff am 31.01.2024).
- [33] Nevaris Bausoftware GmbH. *Auer Success X*. Nevaris Bausoftware GmbH. URL: <https://bausoftware.com/success-x/> (Zugriff am 07.02.2025).
- [34] Nevaris Bausoftware GmbH. *AuerSuccess*. Nevaris Bausoftware GmbH. URL: <https://bausoftware.com/success/> (Zugriff am 07.02.2025).
- [35] *ÖNORM A 2063-1:2021 03 15: Austausch von Daten in elektronischer Form für die Phasen Ausschreibung, Vergabe und Abrechnung (AVA) – Teil 1: Austausch von Leistungsbeschreibungs-, Ausschreibungs-, Angebots-, Auftrags- und Abrechnungsdaten*. Wien: Austrian Standards International, März 2021.
- [36] *ÖNORM A 2063-2:2021 03 15: 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*. Wien: Austrian Standards International, März 2021.
- [37] *ÖNORM A 6241-2:2015 07 01: Digitale Bauwerksdokumentation – Teil 2: Building Information Modeling (BIM) – Level 3-iBIM*. Austrian Standards International, Juli 2015.
- [38] *ÖNORM B 1801-1:2022 03 01: Bauprojekt- und Objektmanagement – Teil 1: Objekterrichtung*. Wien: Austrian Standards International, März 2022.
- [39] *ÖNORM EN 13501-1:2020 01 15: Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten – Teil 1: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten*. Wien: Austrian Standards International, Jan. 2020.
- [40] *ÖNORM EN 13501-2:2023 09 01: Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten – Teil 2: Klassifizierung mit Ergebnissen aus Feuerwiderstandsprüfungen und/oder Rauchschutzprüfungen, mit Ausnahme von Lüftungsanlagen*. Wien: Austrian Standards International, Sep. 2023.
- [41] *ÖNORM EN ISO 16739-1:2020 11 01: Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries - Part 1: Data schema (ISO 16739-1:2018, HTML format only)*. Austrian Standards International, Nov. 2020.
- [42] *ÖNORM EN ISO 19650-1:2019 04 15: Organisation von Daten zu Bauwerken – Informationsmanagement mit BIM – Teil 1: Konzepte und Grundsätze (ISO 19650-1:2018)*. Austrian Standards International, Apr. 2019.
- [43] *ÖNORM EN ISO 19650-2:2019 04 15: Organisation und Digitalisierung von Information zu Bauwerken und Ingenieurleistungen, einschließlich Bauwerksinformationsmodellierung (BIM) - Informationsmanagement mit BIM - Teil 2: Planungs-, Bau- und Inbetriebnahmephase (ISO 19650-2:2018)*. Austrian Standards International, Apr. 2019.
- [44] *ÖNORM EN ISO 23386:2020 09 01: Bauwerksinformationsmodellierung und andere digitale Prozesse im Bauwesen – Methodik zur Beschreibung, Erstellung und Pflege von Merkmalen in miteinander verbundenen Datenkatalogen (ISO 23386:2020)*. Austrian Standards International, Sep. 2020.

- [45] *ÖNORM EN ISO 23387:2024 07 01: Bauwerksinformationsmodellierung (BIM) – Daten-vorlagen für Objekte während des Lebenszyklus von Assets (ISO/DIS 23387:2024)*. Austrian Standards International, Juli 2024.
- [46] Paulk, M., Curtis, B., Chrissis, M. und Weber, C. „Capability maturity model, version 1.1“. In: *IEEE Software* (1993), S. 18–27. DOI: 10.1109/52.219617.
- [47] Schmitt, R., König, N., Jung, S. und Peterek, M. „Architektur einer vernetzten, adaptiven Produktion“. In: *Internet of Production – Turning Data into Value/Statusberichte aus der Produktionstechnik 2020*. Hrsg. von Bergs, T., Brecher, C., Schmitt, R. H. und Schuh, G. Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT und Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen, 2020, S. 3–79. DOI: 10.24406/ipt-n-589615.
- [48] Schranz, C., Gerger, A. und Urban, H. „Augmented Reality im Bauwesen: Teil 1 – Anwendungs- und Anforderungsanalyse“. In: *Bauingenieur* 95(10) (2020), S. 379–388. DOI: 10.37544/0005-6650-2020-10-49.
- [49] Schranz, C., Urban, H. und Gerger, A. „Potentials of Augmented Reality in a BIM based building submission process“. In: *Journal of Information Technology in Construction* 26 (26. Juli 2021), S. 441–457. DOI: 10.36680/j.itcon.2021.024.
- [50] Stadt Wien. *BRISE-Vienna – Smarte und innovative Verwaltung*. URL: <https://digitales.wien.gv.at/projekt/brisevienna/> (Zugriff am 30.01.2025).
- [51] Steimel, B. „Reifegradstufen der digitalen Transformation“. In: *Digital Transformation Report 2014*. Hrsg. von Azhari, P., Faraby, N., Rossmann, A., Steimel, B. und Wichmann, K. S. Köln: neuland GmbH Co. KG, 2014, S. 40–41.
- [52] Trimble Germany GmbH. *Trimble Nova*. Trimble Germany GmbH. URL: <https://get.trimble.com/mep-nova-bim-software.html> (Zugriff am 10.03.2025).
- [53] Urban, H. „Digitale Transformation von Bauprozessen anhand von Augmented Reality und openBIM“. Dissertation. TU Wien, 2022. DOI: 20.500.12708/79667.
- [54] Urban, H., Breitschopf, N. und Schranz, C. „Entwicklung und Validierung eines AR-Abnahmetools für die örtliche Bauaufsicht am Beispiel der Technischen Gebäudeausrüstung“. In: *Bauingenieur* (2022), S. 353–361. DOI: 10.37544/0005-6650-2022-11-35.
- [55] Urban, H., Fischer, S. und Schranz, C. „Adapting to an OpenBIM Building Permit Process: A Case Study Using the Example of the City of Vienna“. In: *Buildings* 14(4), 1135 (Apr. 2024). DOI: 10.3390/buildings14041135.
- [56] Winkelhaus, S., Sutter, A., Grosse, E. und Morana, S. „Soziotechnische Systeme: Der Mensch in der Industrie 4.0 – Ein Vorgehensmodell zur Analyse“. In: *Industrie 4.0 Management, Ausgabe 3* (2021), S. 45–48. DOI: 10.30844/I40M\_21-3\_S45-48.
- [57] Wirtschaftskammer Österreich. *Klein- und Mittelbetriebe in Österreich – Definition: Was versteht man unter KMU in der Statistik*. URL: <https://www.wko.at/zahlen-daten-fakten/kmu-definition> (Zugriff am 02.02.2025).

# Anhang

Im folgendem Abschnitt werden Ergebnisse und Dokumente angefügt, die aufgrund des Umfangs nicht im Fließtext vorkommen, dennoch wichtig für die Vollständigkeit der Arbeit sind.

# Anhang A

## Fragebogen Umfrage Prozessoptimierung mit openBIM

# Umfrage zur Prozessoptimierung mit openBIM



**B** *I* U ↻ ✕

In folgendem Dokument soll der aktuelle Planungsprozess durch die Anwendung von openBIM verbessert werden. Es werden zahlreiche Optimierungen vorgestellt. Diese sollen hinsichtlich der Wichtigkeit bzw. Priorität und des Aufwandes eingeschätzt werden. Dies geschieht auf einer Skala von 1 (nicht wichtig) bis 5 (sehr wichtig) bzw. 1 (schwer umsetzbar) bis 5 (einfach umsetzbar).

## Namenskürzel

Bitte geben Sie in der folgenden Frage ihren Namenskürzel ein bestehend aus dem ersten Buchstaben des Vornamens und dem ersten Buchstaben des Nachnamens.

Beispiel: Norbert Breitschopf -> NB

Kurzantwort-Text

---

# Umfrage zur Prozessoptimierung mit openBIM

\* Gibt eine erforderliche Frage an

## Priorisierung

Bitte geben Sie in den folgenden Fragen an, wie wichtig (auf einer Skala von 1 bis 5) Sie eine Umsetzung der Optimierung erachten.

### Aufbautenvorlage \*

Vorlagen sollen nicht nur in Form einer digitalen Aufbautenliste als .pdf vorhanden sein, sondern implementieren Standardaufbauten bereits direkt in das Programm. Dadurch entfällt ein manuelles Übertragen der Aufbauten in Archicad und die textlichen Beschreibungen der Aufbauten können direkt mit den gezeichneten Aufbauten verknüpft werden. Dies verhindert eine Diskrepanz zwischen den textlichen und grafischen Aufbauten. Die Realisierung erfolgt entweder durch das Anlegen einer Produktbibliothek in der Autorensoftware oder durch das Einspielen computerlesbarer Konfigurationsdateien.

	1	2	3	4	5	
nicht wichtig	<input type="radio"/>	sehr wichtig				

### Detailvorlage \*

Vorlagen sollen nicht nur in Form einer Detailsammlung als .pdf vorhanden sein, sondern implementieren Standarddetails bereits direkt in das Programm. Durch das Anlegen von Profilen ermöglicht Archicad die Transformation von 2D-Skizzen zu 3D-Körpern. Somit wird das betreffende Detail einmal in 2D inkl. sämtlicher Anschlüsse etc. modelliert, in ein 3D-Modell transformiert und im Gebäudemodell integriert. Ein Fehler des Profils oder dessen Inkompatibilität wird dadurch in jedem Schnitt ersichtlich. Details würden sich durch die simple Steigerung des Maßstabs erzeugen lassen.

	1	2	3	4	5	
nicht wichtig	<input type="radio"/>	sehr wichtig				

**Gesetzliche und behördliche Informationsanforderung \***

Gemäß der länderspezifischen Bauordnungen, Gesetze, Verordnungen und der Raumplanung erstellen Behörden computerlesbare Auflagen für den Anwendungsfall der Einreichung, die frei zur Verfügung stehen. Diese sollen einerseits als Konfigurationsdatei in die Autorensoftware eingespielt werden können, sodass Elemente die jeweiligen Eigenschaften entweder bereits aufweisen oder diese Eigenschaften als Optionensets zumindestens zur Auswahl stehen. Später kann durch das Einspielen der Konfigurationsdatei in eine Prüfsoftware das Projekt auf die Konformität vom Autor selbst überprüft werden. Die Einhaltung der rechtlichen Rahmenbedingungen durch eine strukturierte Kontrolle in einer Prüfsoftware vermeidet Fehler und beschleunigt dadurch den Einreichprozess.

	1	2	3	4	5	
nicht wichtig	<input type="radio"/>	sehr wichtig				

**Geotechnisches Gutachten mit LOG \***

Übermittlung des geotechnischen Gutachtens erfolgt in Form eines 3D-Modells. Dies umfasst die Darstellung der Bodenaufbauten, des Grundwasserspiegels, mögliche Verunreinigungen im Boden, der Aufschlüsse sowie der Interpolation zwischen den Messstellen als 3D-Modell, erstellt durch die Geologie. Die Übermittlung des 3D-Modells erfolgt in einem standardisierten, offenen Datenformat (z.B. .ifc), um einen Datenaustausch zwischen verschiedenen Autorenprogrammen (openBIM) zu ermöglichen. Somit kann das verifizierte Bodenmodell durch die Architektur in die Planung übernommen werden.

	1	2	3	4	5	
nicht wichtig	<input type="radio"/>	sehr wichtig				

**3D-Baugrubensicherungskonzept \***

Die Elemente der Baugrubensicherung sind von der Tragwerksplanung naturgetreu modelliert. Dabei sind sämtliche Informationen wie z.B. Bewehrungsgrad, Betongüten und Abmessungen in den Eigenschaften der Elemente zu berücksichtigen. Auch die exakte Festlegung der Lage der Elemente ist von der Tragwerksplanung vorzugeben. Die Übermittlung des 3D-Modells erfolgt in einem standardisierten, offenen Datenformat (z.B. .ifc), um einen Datenaustausch zwischen verschiedenen Autorenprogrammen (openBIM) zu ermöglichen. Die exakte Lage der Baugrubensicherung ist für die Architektur, die Bauleitung und die ausführenden Firmen definiert.

	1	2	3	4	5	
nicht wichtig	<input type="radio"/>	sehr wichtig				

**Vorlage BAB \***

Die BAB, welche z.B. die Qualitäten der verwendeten Materialien sowie Abmessungen der Türen festlegt, soll als Konfigurationsdatei in die Autorensoftware eingespielt werden können. Die Erstellung der Konfigurationsdatei hat durch den Bauherren zu erfolgen, der sich Unterstützung bei der Umsetzung von der Architektur holen kann. Durch das Einspielen der Konfigurationsdatei in eine Prüfsoftware kann der Autor die Einhaltung der festgelegten Qualität selbst überprüfen. Dadurch werden Planfehler reduziert werden und Mehrkosten aus diesem Ursprung vermieden.

	1	2	3	4	5	
nicht wichtig	<input type="radio"/>	sehr wichtig				

**openBIM-Autorensoftware für ET und HT \***

Statt der Verwendung einer Autorensoftware, die den Import eines 3D-Modells aus einer openBIM-fähigen Software nicht oder nur fehlerhaft erlaubt, erfolgt der Umstieg auf eine kompatible Software für Elektrotechnik und Haustechnik. Durch den Umstieg muss nicht mehr in einem eigenen Arbeitsschritt ein eigenes Gebäudemodell erstellt werden. Kollisionen können frühzeitig erkannt werden und zusätzlich besteht die Möglichkeit der weiteren Nutzung, wie z.B. eine zeiteffizientere Abnahme durch Augmented Reality.

	1	2	3	4	5	
nicht wichtig	<input type="radio"/>	sehr wichtig				

**Digitale Bescheidsauflagen \***

Nach erfolgreicher Einreichung der relevanten Dokumente sollen die Auflagen des Bescheids von der Behörde als computerlesbare Konfigurationsdatei erstellt werden. Die Architektur kontrolliert die Einhaltung der vorgeschriebenen Auflagen durch das Einspielen einer Konfigurationsdatei in eine Prüfsoftware. Einerseits sind die Auflagen konkret definiert und lassen keinen Handlungsspielraum mehr offen, andererseits können diese nicht in der Planung vergessen werden. Mehrkosten können dadurch vermieden werden.

	1	2	3	4	5	
nicht wichtig	<input type="radio"/>	sehr wichtig				

Ausschreibung BIM-basiert \*

Die Autorensoftware ermöglicht nicht nur die automatisierte Erstellung von Massen und Auswertungen (z.B. Türenlisten), sondern auch die automatisierte Auswahl von Positionen aus der Leistungsbeschreibung Hochbau (LB-HB) anhand ihrer Elemente und Eigenschaften. Das Leistungsverzeichnis erstellt das Programm in diesem Fall automatisch. Die Ausschreibung wird schneller erstellt und Massen durchgehend vollständig erfasst. Der Datenverlust wird in dieser Umsetzung dadurch verhindert.

	1	2	3	4	5	
nicht wichtig	<input type="radio"/>	sehr wichtig				

# Umfrage zur Prozessoptimierung mit openBIM

\* Gibt eine erforderliche Frage an

## Aufwand

Bitte geben Sie in den folgenden Fragen an, wie Sie den Aufwand der Umsetzung der Optimierung erachten. Die Optimierungen sind inhaltlich und in der Reihenfolge ident zum Abschnitt zuvor.

### Aufbautenvorlage \*

Vorlagen sollen nicht nur in Form einer digitalen Aufbautenliste als .pdf vorhanden sein, sondern implementieren Standardaufbauten bereits direkt in das Programm. Dadurch entfällt ein manuelles Übertragen der Aufbauten in Archicad und die textlichen Beschreibungen der Aufbauten können direkt mit den gezeichneten Aufbauten verknüpft werden. Dies verhindert eine Diskrepanz zwischen den textlichen und grafischen Aufbauten. Die Realisierung erfolgt entweder durch das Anlegen einer Produktbibliothek in der Autorensoftware oder durch das Einspielen computerlesbarer Konfigurationsdateien.

schwer umsetzbar      1      2      3      4      5      einfach umsetzbar

### Detailvorlage \*

Vorlagen sollen nicht nur in Form einer Detailsammlung als .pdf vorhanden sein, sondern implementieren Standarddetails bereits direkt in das Programm. Durch das Anlegen von Profilen ermöglicht Archicad die Transformation von 2D-Skizzen zu 3D-Körpern. Somit wird das betreffende Detail einmal in 2D inkl. sämtlicher Anschlüsse etc. modelliert, in ein 3D-Modell transformiert und im Gebäudemodell integriert. Ein Fehler des Profils oder dessen Inkompatibilität wird dadurch in jedem Schnitt ersichtlich. Details würden sich durch die simple Steigerung des Maßstabs erzeugen lassen.

schwer umsetzbar      1      2      3      4      5      einfach umsetzbar

**Gesetzliche und behördliche Informationsanforderung \***

Gemäß der länderspezifischen Bauordnungen, Gesetze, Verordnungen und der Raumplanung erstellen Behörden computerlesbare Auflagen für den Anwendungsfall der Einreichung, die frei zur Verfügung stehen. Diese sollen einerseits als Konfigurationsdatei in die Autorensoftware eingespielt werden können, sodass Elemente die jeweiligen Eigenschaften entweder bereits aufweisen oder diese Eigenschaften als Optionensets zumindestens zur Auswahl stehen. Später kann durch das Einspielen der Konfigurationsdatei in eine Prüfsoftware das Projekt auf die Konformität vom Autor selbst überprüft werden. Die Einhaltung der rechtlichen Rahmenbedingungen durch eine strukturierte Kontrolle in einer Prüfsoftware vermeidet Fehler und beschleunigt dadurch den Einreichprozess.

	1	2	3	4	5	
schwer umsetzbar	<input type="radio"/>	einfach umsetzbar				

**Geotechnisches Gutachten mit LOG \***

Übermittlung des geotechnischen Gutachtens erfolgt in Form eines 3D-Modells. Dies umfasst die Darstellung der Bodenaufbauten, des Grundwasserspiegels, mögliche Verunreinigungen im Boden, der Aufschlüsse sowie der Interpolation zwischen den Messstellen als 3D-Modell, erstellt durch die Geologie. Die Übermittlung des 3D-Modells erfolgt in einem standardisierten, offenen Datenformat (z.B. .ifc), um einen Datenaustausch zwischen verschiedenen Autorenprogrammen (openBIM) zu ermöglichen. Somit kann das verifizierte Bodenmodell durch die Architektur in die Planung übernommen werden.

	1	2	3	4	5	
schwer umsetzbar	<input type="radio"/>	einfach umsetzbar				

**3D-Baugrubensicherungskonzept \***

Die Elemente der Baugrubensicherung sind von der Tragwerksplanung naturgetreu modelliert. Dabei sind sämtliche Informationen wie z.B. Bewehrungsgrad, Betongüten und Abmessungen in den Eigenschaften der Elemente zu berücksichtigen. Auch die exakte Festlegung der Lage der Elemente ist von der Tragwerksplanung vorzugeben. Die Übermittlung des 3D-Modells erfolgt in einem standardisierten, offenen Datenformat (z.B. .ifc), um einen Datenaustausch zwischen verschiedenen Autorenprogrammen (openBIM) zu ermöglichen. Die exakte Lage der Baugrubensicherung ist für die Architektur, die Bauleitung und die ausführenden Firmen definiert.

	1	2	3	4	5	
schwer umsetzbar	<input type="radio"/>	einfach umsetzbar				

**Vorlage BAB \***

Die BAB, welche z.B. die Qualitäten der verwendeten Materialien sowie Abmessungen der Türen festlegt, soll als Konfigurationsdatei in die Autorensoftware eingespielt werden können. Die Erstellung der Konfigurationsdatei hat durch den Bauherren zu erfolgen, der sich Unterstützung bei der Umsetzung von der Architektur holen kann. Durch das Einspielen der Konfigurationsdatei in eine Prüfsoftware kann der Autor die Einhaltung der festgelegten Qualität selbst überprüfen. Dadurch werden Planfehler reduziert werden und Mehrkosten aus diesem Ursprung vermieden.

	1	2	3	4	5	
schwer umsetzbar	<input type="radio"/>	einfach umsetzbar				

**openBIM-Autorensoftware für ET und HT \***

Statt der Verwendung einer Autorensoftware, die den Import eines 3D-Modells aus einer openBIM-fähigen Software nicht oder nur fehlerhaft erlaubt, erfolgt der Umstieg auf eine kompatible Software für Elektrotechnik und Haustechnik. Durch den Umstieg muss nicht mehr in einem eigenen Arbeitsschritt ein eigenes Gebäudemodell erstellt werden. Kollisionen können frühzeitig erkannt werden und zusätzlich besteht die Möglichkeit der weiteren Nutzung, wie z.B. eine zeiteffizientere Abnahme durch Augmented Reality.

	1	2	3	4	5	
schwer umsetzbar	<input type="radio"/>	einfach umsetzbar				

**Digitale Bescheidsauflagen \***

Nach erfolgreicher Einreichung der relevanten Dokumente sollen die Auflagen des Bescheids von der Behörde als computerlesbare Konfigurationsdatei erstellt werden. Die Architektur kontrolliert die Einhaltung der vorgeschriebenen Auflagen durch das Einspielen einer Konfigurationsdatei in eine Prüfsoftware. Einerseits sind die Auflagen konkret definiert und lassen keinen Handlungsspielraum mehr offen, andererseits können diese nicht in der Planung vergessen werden. Mehrkosten können dadurch vermieden werden.

	1	2	3	4	5	
schwer umsetzbar	<input type="radio"/>	einfach umsetzbar				

**Ausschreibung BIM-basiert \***

Die Autorensoftware ermöglicht nicht nur die automatisierte Erstellung von Massen und Auswertungen (z.B. Türenlisten), sondern auch die automatisierte Auswahl von Positionen aus der Leistungsbeschreibung Hochbau (LB-HB) anhand ihrer Elemente und Eigenschaften. Das Leistungsverzeichnis erstellt das Programm in diesem Fall automatisiert. Die Ausschreibung wird schneller erstellt und Massen durchgehend vollständig erfasst. Der Datenverlust wird in dieser Umsetzung dadurch verhindert.

	1	2	3	4	5	
schwer umsetzbar	<input type="radio"/>	einfach umsetzbar				

----- ENDE -----

# Anhang B

## Fragebogen halbstandardisiertes Interview

## **Fragengerüst: Problemidentifikation im Ist-Prozess**

Interviewtyp: halbstandardisiertes Interview

Interviewer: Norbert Breitschopf

Allgemeiner Bereich

---

10 Minuten Brainstormen über die letzten 5 Projekte lassen.

Die Teilnehmenden sollen darüber nachdenken, wo es zu Komplikationen in den Problemen gekommen ist, und diese aufschreiben.

Danach sollen die Probleme analysiert werden, wo der Ursprung lag.

Menschliches Versagen oder höhere Gewalt wird dabei ausgeschlossen.

Einreichprozess

---

Im Folgenden werden die Prozesse der Einreichung einer detaillierten Betrachtung unterzogen, um etwaige Probleme, die auf unzulängliche oder unklare Daten zurückzuführen sind, zu identifizieren. Dies beinhaltet die Analyse der Effizienz und Zuverlässigkeit der Datenübertragung unter Berücksichtigung des Verbrauchs an Ressourcen. Des Weiteren werden Bereiche identifiziert, in denen bewährte Lösungen existieren, jedoch in der Fa. Roombus Baudienstleistungs GmbH keine Anwendung finden. Die Teilnehmenden präsentieren den Prozess, während der Autor kritische Fragen stellt.

1. Beauftragung durch den Bauherren/AG?
  - a. Erhaltene Unterlagen?
  - b. Angebot bzw. Auftrag?
2. Anlegen der Zeichnungsdatei als .pln-Datei durch die Architektur
  - a. Implementieren des Bürostandards?
  - b. Aufbautenvorlagen?
  - c. Importierung des Entwurfes?
  - d. Berücksichtigung der Gesetze und Richtlinien?
3. Angebotseinholung der Subunternehmen, der Erstellung des Preisspiegels, der Vergabeempfehlung und der Freigabe durch den Bauherren?
4. Unterzeichnung der Werkverträge?
5. Der Einholung der Unterlagen der Subunternehmen?
  - a. In welchem Format liefern diese die Daten und wie sieht die Weiterverarbeitung aus?
6. Erstellung der BAB?
7. Erstellung der ET- und HT-Pläne?
  - a. Wie genau läuft diese ab, da diese intern abgewickelt wird?
  - b. Wie werden Daten importiert und exportiert?
8. Erstellung der notwendigen Unterlagen für die Einreichung und deren Einreichung?
  - a. Verbesserungsauftrag einarbeiten und neu übermitteln?
9. Erhalt des Bescheides?

### Ausführungsplanungsprozess

---

Im Folgenden werden die Prozesse der Ausführungsplanung einer detaillierten Betrachtung unterzogen, um etwaige Probleme, die auf unzulängliche oder unklare Daten zurückzuführen sind, zu identifizieren. Dies beinhaltet die Analyse der Effizienz und Zuverlässigkeit der Datenübertragung unter Berücksichtigung des Verbrauchs an Ressourcen. Des Weiteren werden Bereiche identifiziert, in denen bewährte Lösungen existieren, jedoch in der Fa. Roombus Baudienstleistungs GmbH keine Anwendung finden. Die Teilnehmenden präsentieren den Prozess, während der Autor kritische Fragen stellt.

1. Import der Details, Unterlagenprüfung der Einreichung?
2. Angebotseinholung der Subunternehmen, der Erstellung des Preisspiegels, der Vergabeempfehlung und der Freigabe durch den Bauherren?
3. Unterzeichnung der Werkverträge?
4. Der Einholung der Unterlagen der Subunternehmen?
  - a. In welchem Format liefern diese die Daten und wie sieht die Weiterverarbeitung aus?
5. Bei der Detailplanung und den daraus resultierenden Fragen?
  - a. Welche Fragen sind dies typischerweise?
  - b. Wer wird hierfür kontaktiert?
6. Meeting mit der Bauleitung/ÖBA inkl. Planungskorrekturliste?
7. Bei der Einarbeitung der Werkspläne und Ausführungsvarianten der ausführenden Firmen.

### Ausschreibungs- und Vergabeprozess

---

Im Folgenden werden die Prozesse der Ausschreibung und Vergabe einer detaillierten Betrachtung unterzogen, um etwaige Probleme, die auf unzulängliche oder unklare Daten zurückzuführen sind, zu identifizieren. Dies beinhaltet die Analyse der Effizienz und Zuverlässigkeit der Datenübertragung unter Berücksichtigung des Verbrauchs an Ressourcen. Des Weiteren werden Bereiche identifiziert, in denen bewährte Lösungen existieren, jedoch in der Fa. Roombus Baudienstleistungs GmbH keine Anwendung finden. Die Teilnehmenden präsentieren den Prozess, während der Autor kritische Fragen stellt.

1. Einarbeitung in das Projekt
2. Meeting mit der Architektur zur wirtschaftlicheren Ausführung
  - a. Erstellung der Planungskorrekturliste?
3. Erstellung der Ausschreibung, der Massenermittlung und der Erstellung des Terminplans.
4. Angebotseinholung der Subunternehmen, der Erstellung des Preisspiegels, der Vergabeempfehlung und der Freigabe durch den Bauherren?
5. Unterzeichnung der Werkverträge?
6. Dem Versand der Ausschreibung?
7. Der Angebotsprüfung, der Erstellung der Preisspiegel und der Verhandlung?
8. Der Vergabe?

# Anhang C

## Ergebnisse Fragebogen

Der Mittelwert in folgenden Tabellen C.1 und C.2 mit folgender Formel berechnet:

$$\text{Mittelwert} = \frac{\text{Summe der Ergebnisse}}{\text{Anzahl Befragungen}} \quad (\text{C.1})$$

**Tab. C.1:** Ergebnisse des Fragebogens (Priorität) und Auswertung

Frage	Priorisierung					Mittelw.	Median
	SM	DB	SW	LP	HK		
Aufbautenvorlage	5,0	5,0	4,0	3,0	5,0	4,4	5,0
Detailvorlage	3,0	4,0	2,0	2,0	3,0	2,8	3,0
Gesetzliche und behördliche Informationsanforderung	5,0	5,0	4,0	5,0	5,0	4,8	5,0
Geotechnisches Gutachten mit LOG	1,0	1,0	2,0	3,0	1,0	1,6	1,0
3D-Baugrubensicherungskonzept	2,0	1,0	3,0	2,0	1,0	1,8	2,0
Vorlage BAB	3,0	4,0	3,0	3,0	3,0	3,2	3,0
openBIM-Autorensoftware für ET und HT	4,0	4,0	3,0	2,0	2,0	3,0	3,0
Digitale Bescheidsauflagen	4,0	4,0	4,0	5,0	3,0	4,0	4,0
Ausschreibung BIM-basiert	4,0	3,0	5,0	3,0	3,0	3,6	3,0

**Tab. C.2:** Ergebnisse des Fragebogens (Aufwand) und Auswertung

Frage	Umsetzung					Mittelw.	Median
	SM	DB	SW	LP	HK		
Aufbautenvorlage	4,0	5,0	4,0	3,0	5,0	4,2	4,0
Detailvorlage	5,0	4,0	5,0	4,0	4,0	4,4	4,0
Gesetzliche und behördliche Informationsanforderung	2,0	2,0	3,0	1,0	3,0	2,2	2,0
Geotechnisches Gutachten mit LOG	4,0	4,0	3,0	2,0	4,0	3,4	4,0
3D-Baugrubensicherungskonzept	3,0	3,0	4,0	2,0	1,0	2,6	3,0
Vorlage BAB	3,0	2,0	3,0	4,0	3,0	3,0	3,0
openBIM-Autorensoftware für ET und HT	4,0	5,0	4,0	3,0	2,0	3,6	4,0
Digitale Bescheidsauflagen	3,0	4,0	4,0	4,0	2,0	3,4	4,0
Ausschreibung BIM-basiert	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

## Anhang D

# Darstellung des Ist-Prozesses der Einreichung, Ausführungsplanung, Ausschreibung und Vergabe

Die Prozessgrafiken befinden sich aufgeteilt im folgenden Anhang. Die erste Prozessgrafik bildet dabei den Ist-Prozess für die Einreichung ab, die zweite für die Ausführungsplanung, Ausschreibung und Vergabe.

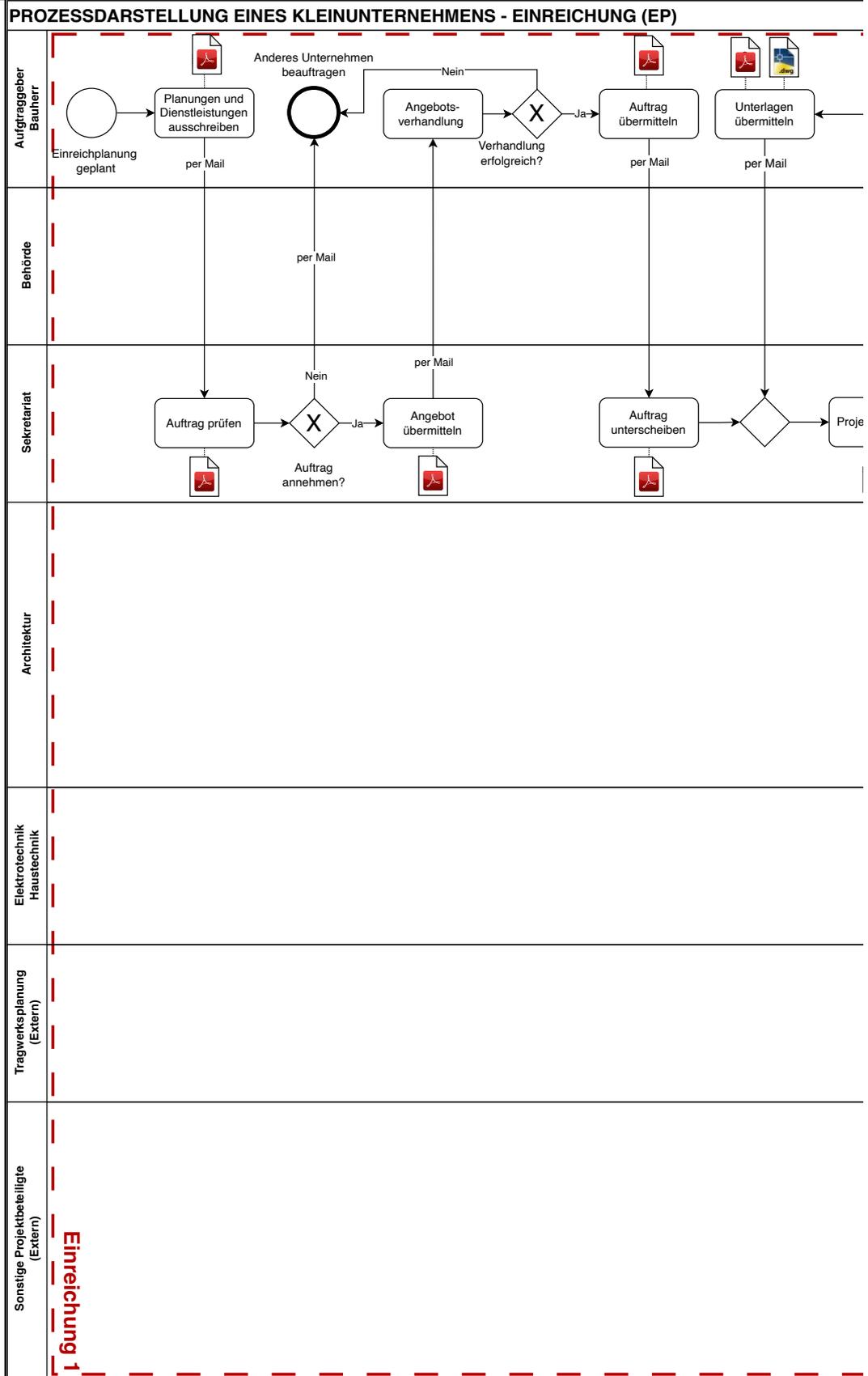
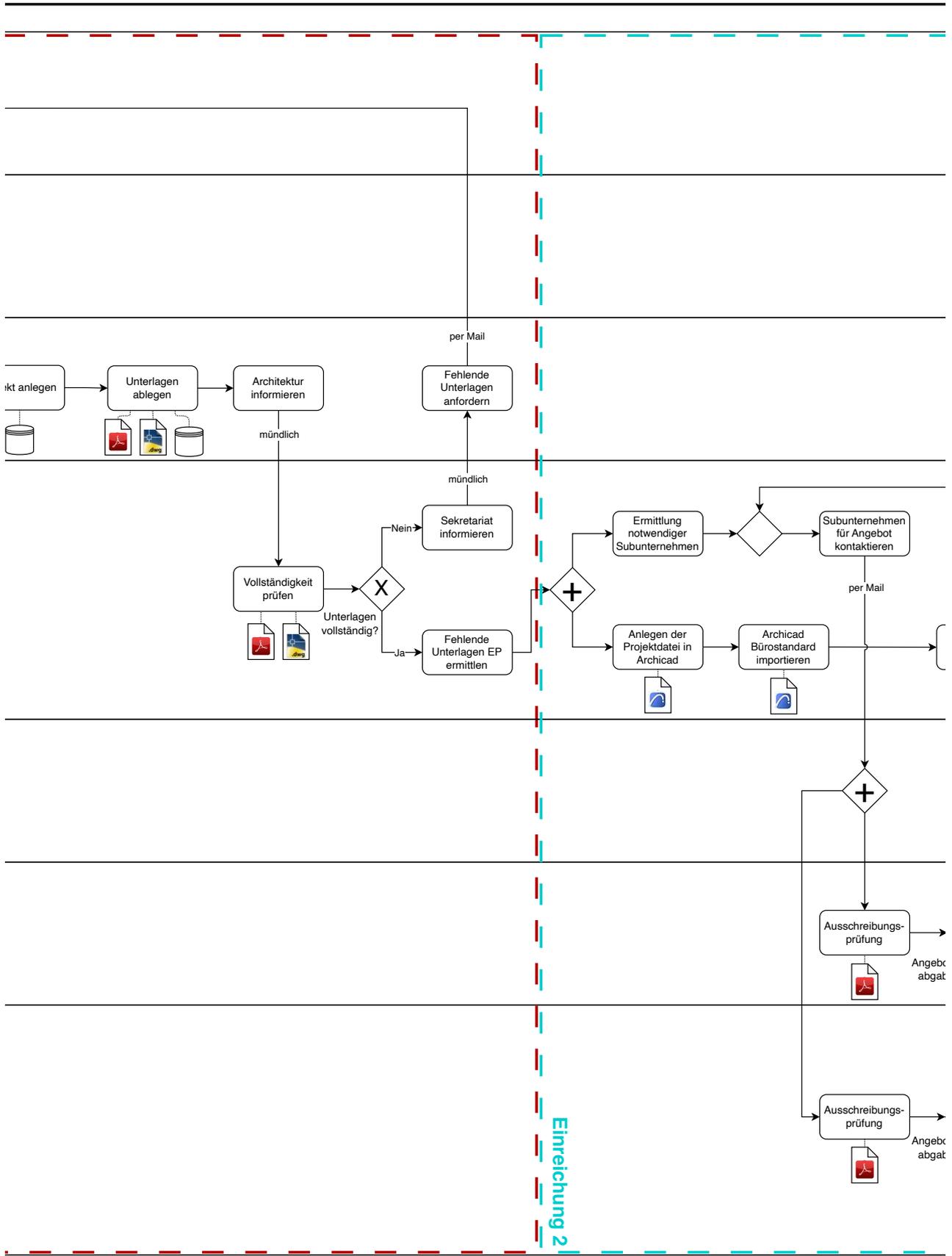


Abb. D.1: Prozessdarstellung Einreichung



Einreichung 2

Abb. D.2: Prozessdarstellung Einreichung (Fortsetzung)

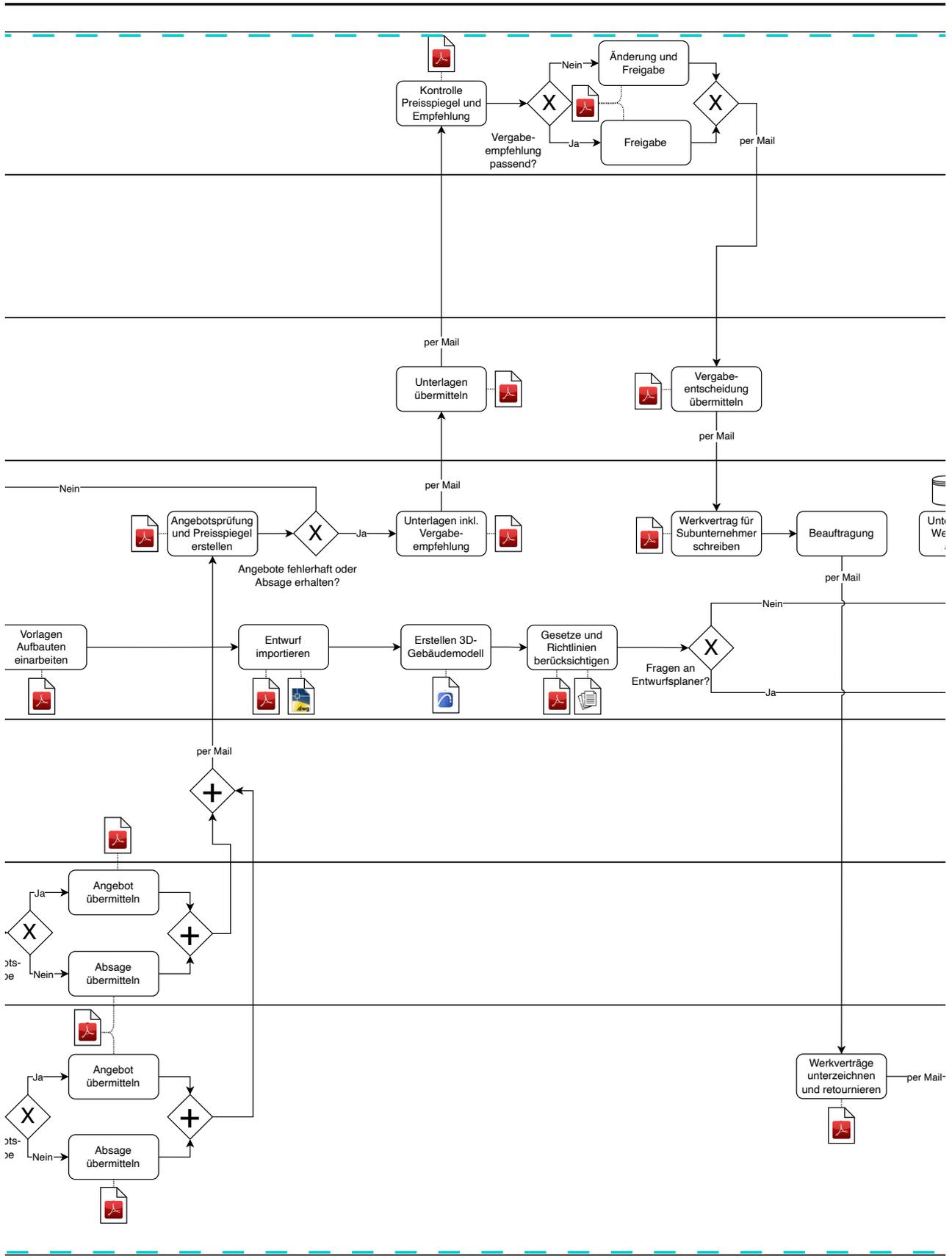


Abb. D.3: Prozessdarstellung Einreichung (Fortsetzung)

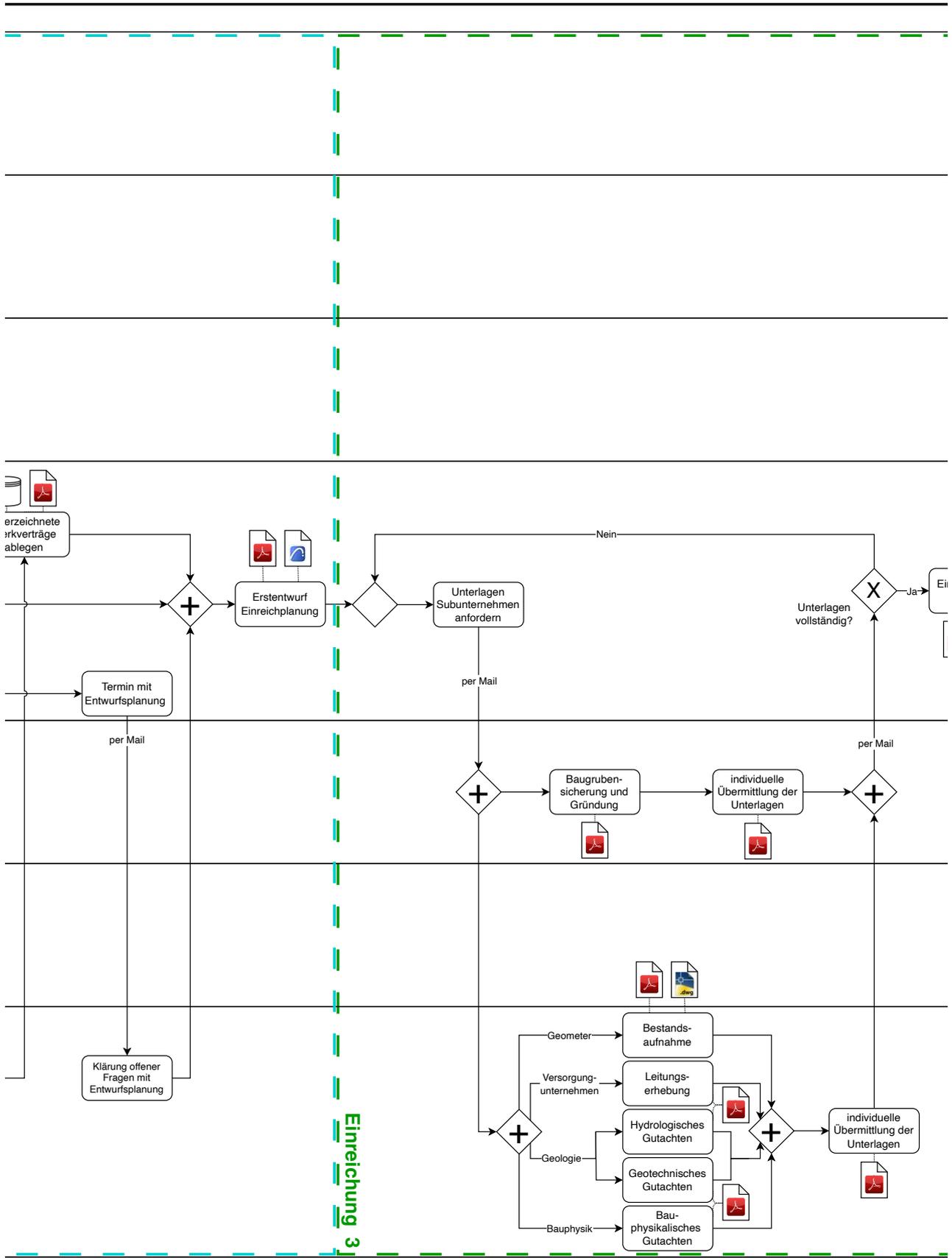


Abb. D.4: Prozessdarstellung Einreichung (Fortsetzung)

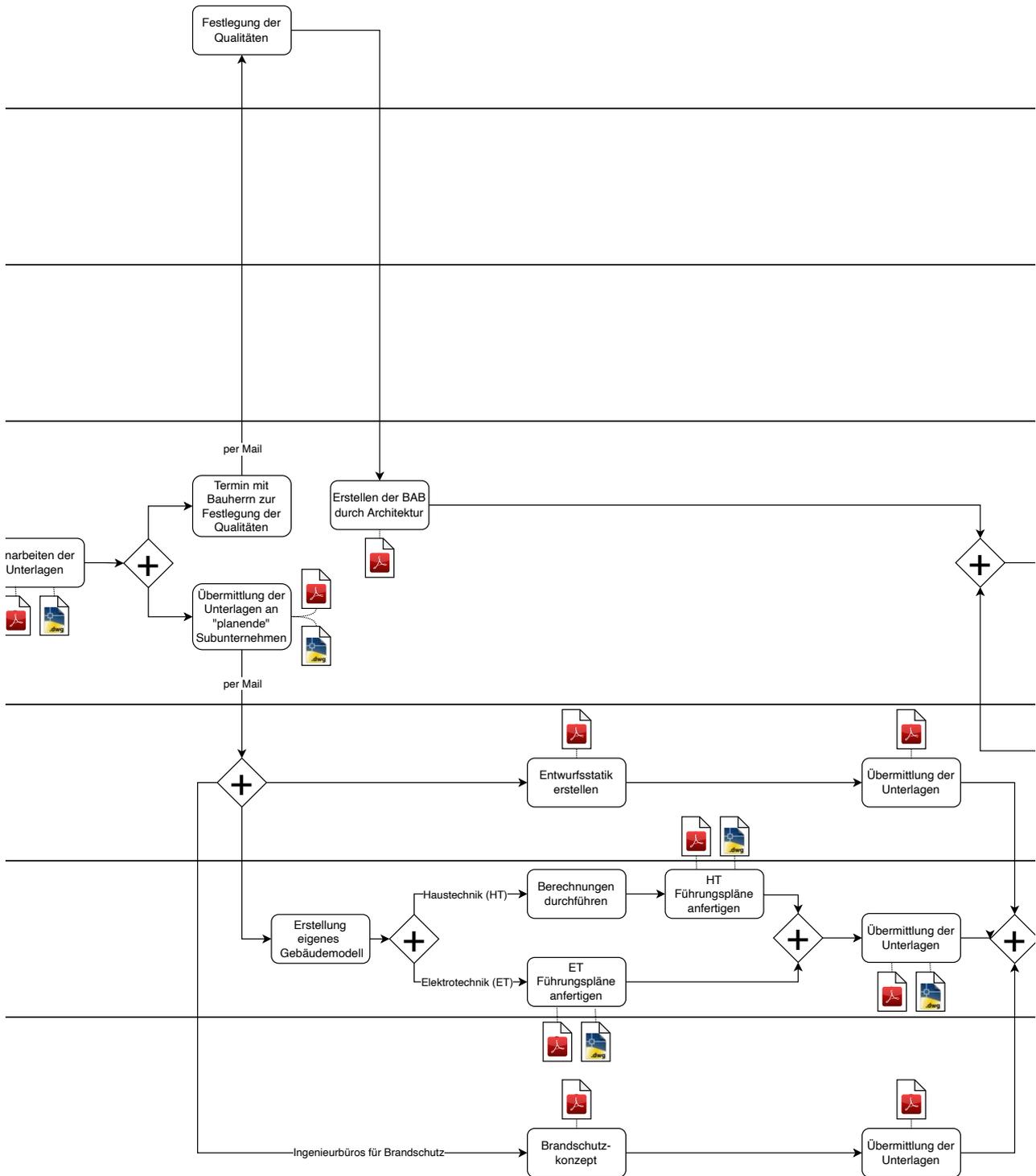


Abb. D.5: Prozessdarstellung Einreichung (Fortsetzung)

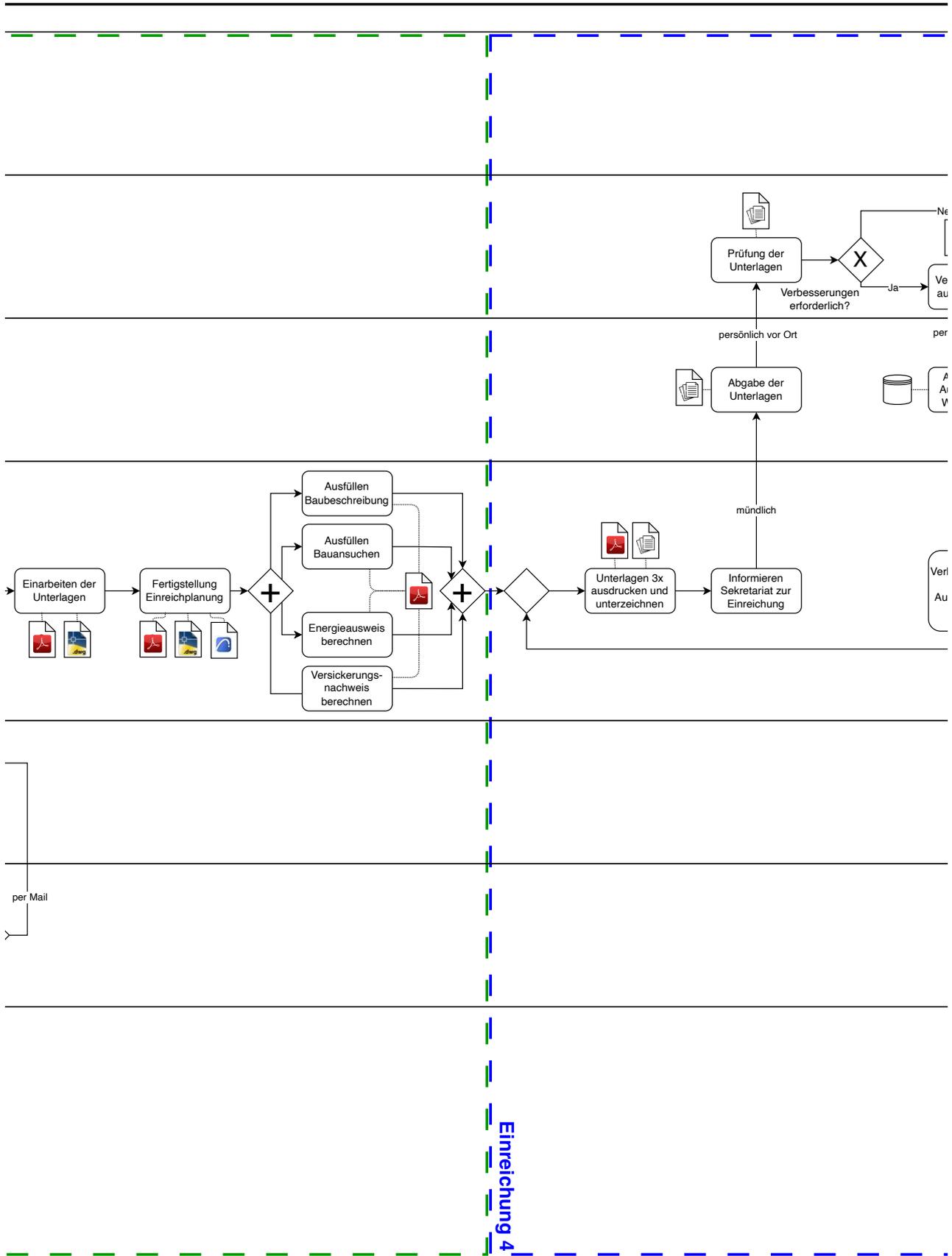


Abb. D.6: Prozessdarstellung Einreichung (Fortsetzung)

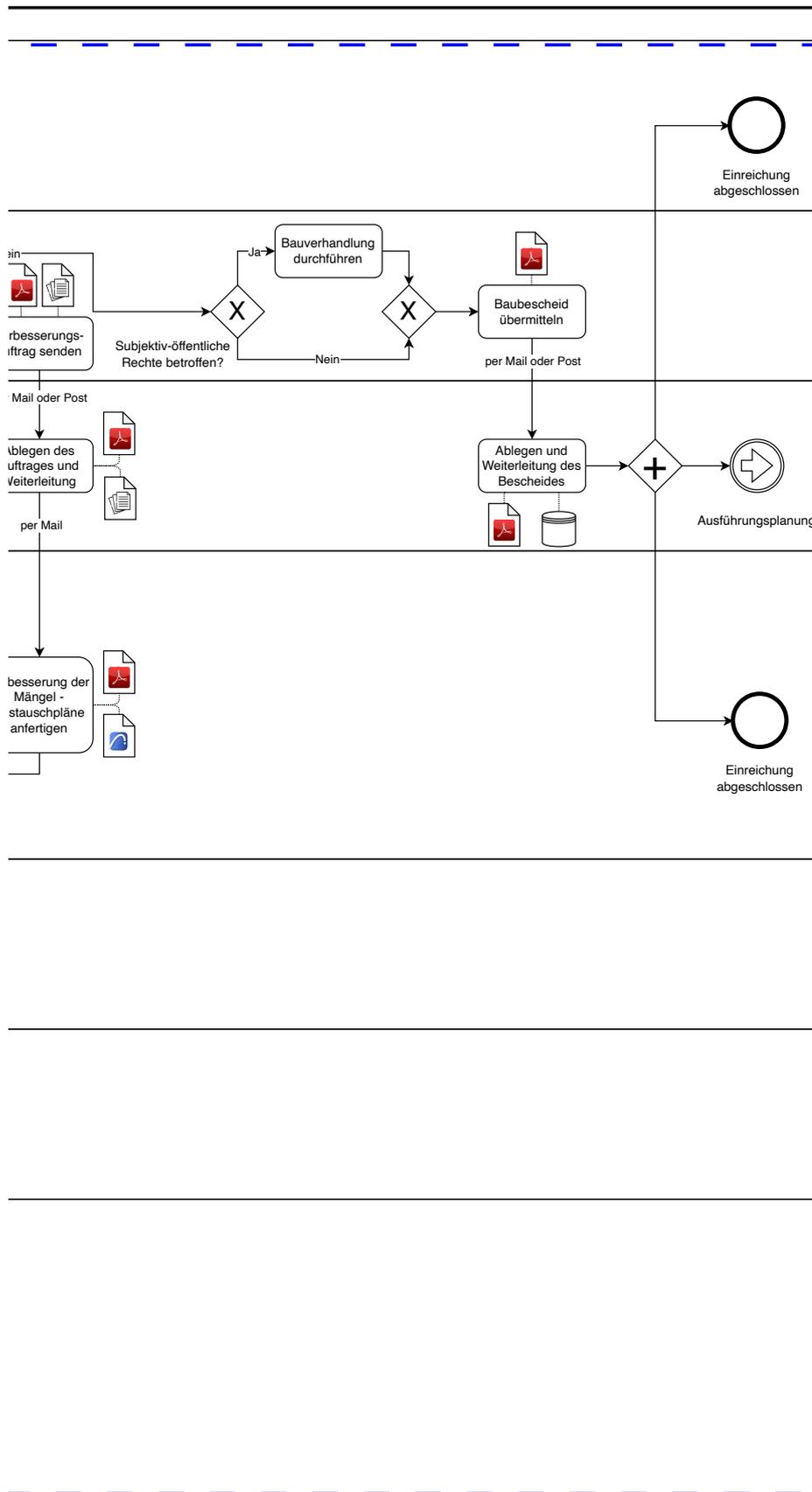


Abb. D.7: Prozessdarstellung Einreichung (Fortsetzung)

Prozessanalyse eines Kleinunternehmens - Umsetzungskonzepte zur Implementierung von openBIM-Lösungen von Norbert Breitschopf / Prozessgrafik 2 - Ausführungsplanung, Ausschreibung und Vergabe

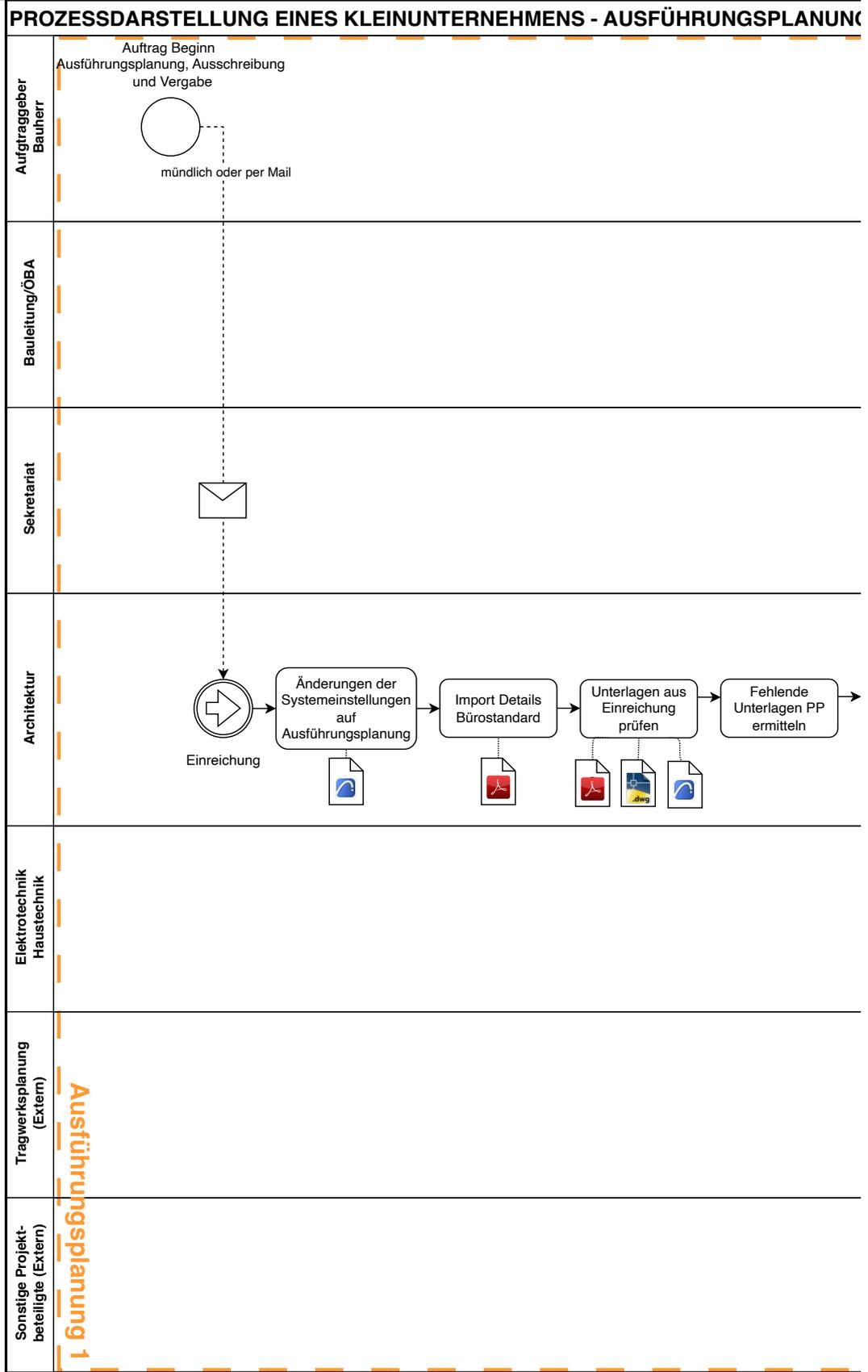


Abb. D.8: Prozessdarstellung Einreichung

### 3 (AP), AUSSCHREIBUNG UND VERGABE

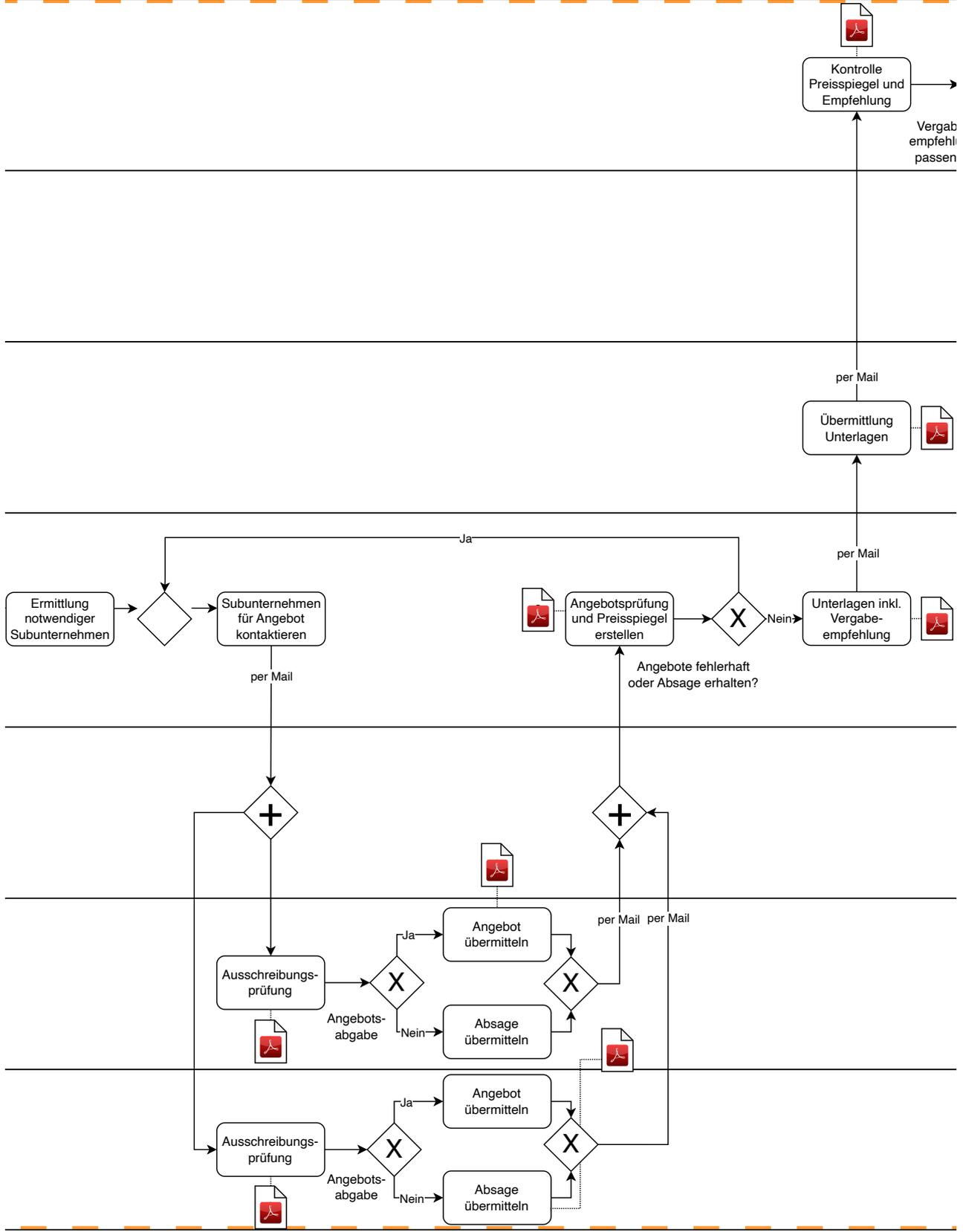


Abb. D.9: Prozessdarstellung Ausführungsplanung, Ausschreibung und Vergabe (Fortsetzung)

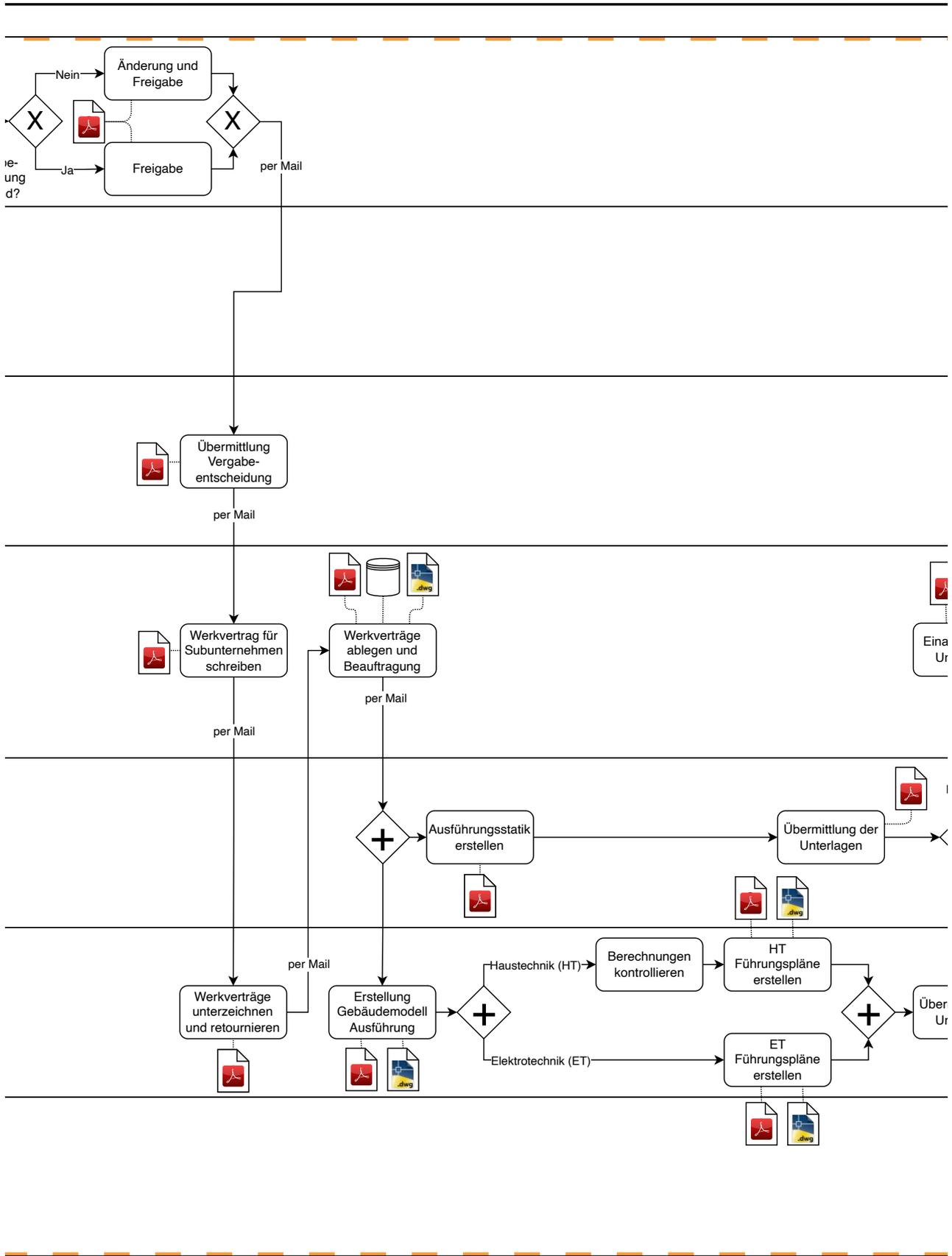


Abb. D.10: Prozessdarstellung Ausführungsplanung, Ausschreibung und Vergabe (Fortsetzung)

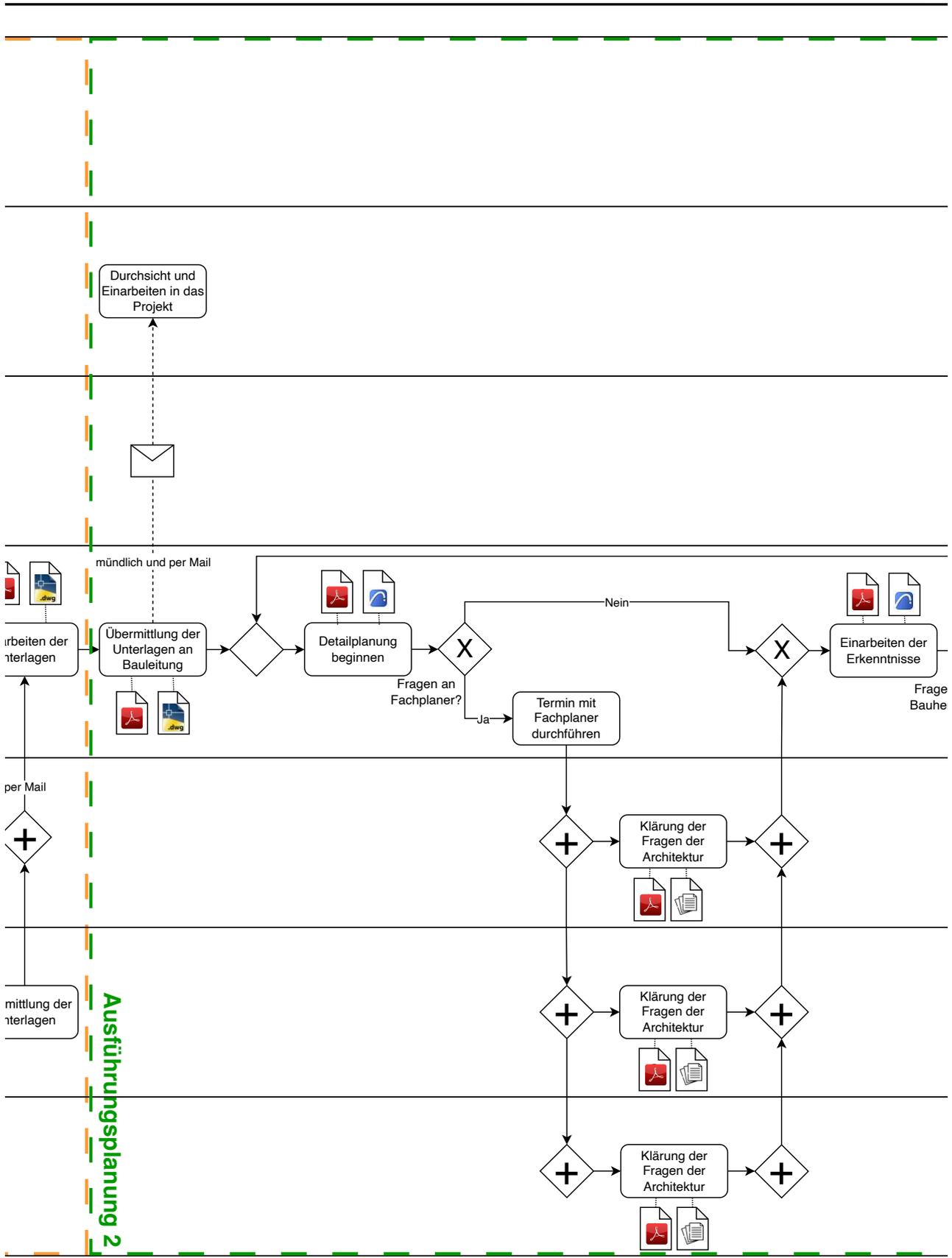


Abb. D.11: Prozessdarstellung Ausführungsplanung, Ausschreibung und Vergabe (Fortsetzung)

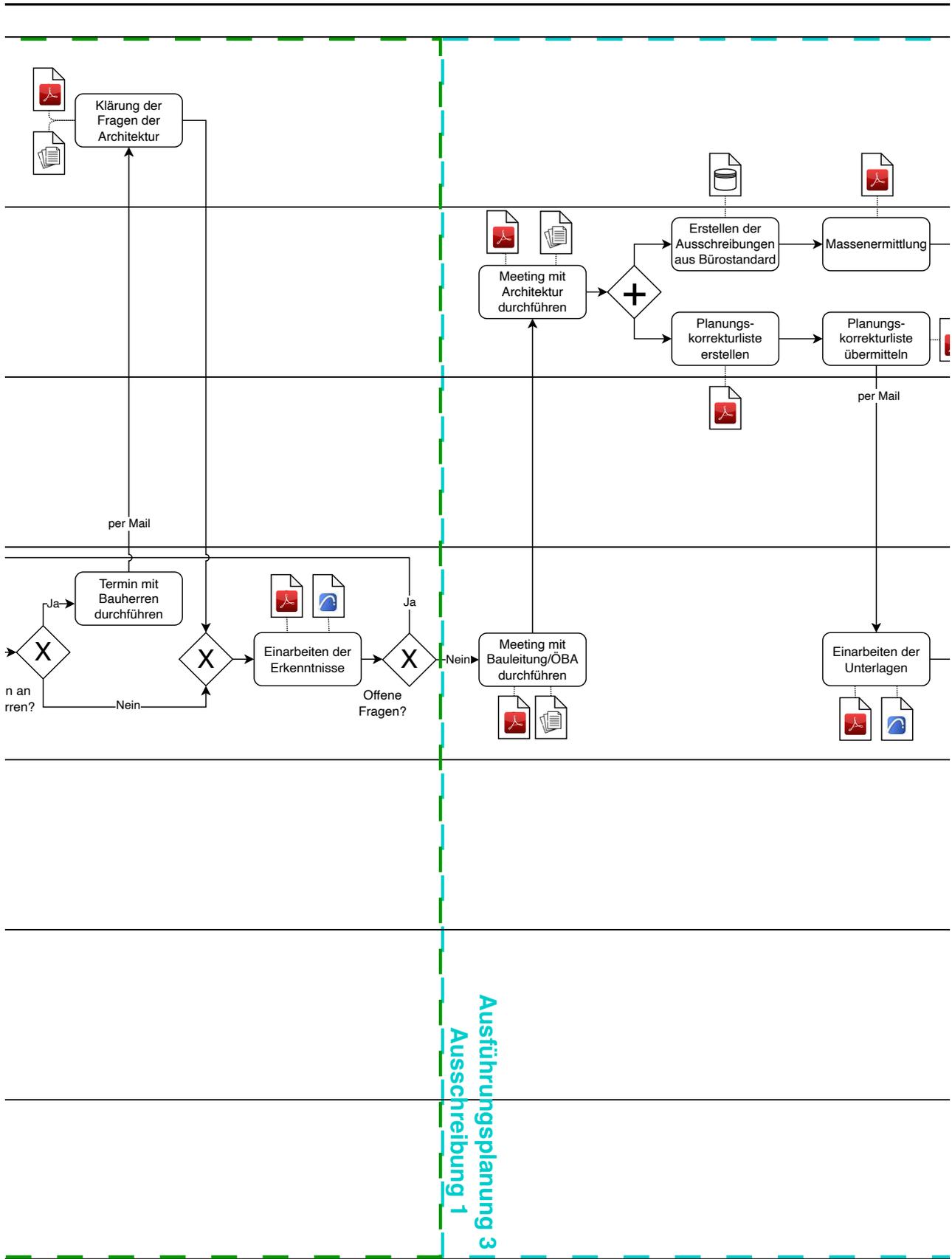


Abb. D.12: Prozessdarstellung Ausführungsplanung, Ausschreibung und Vergabe (Fortsetzung)

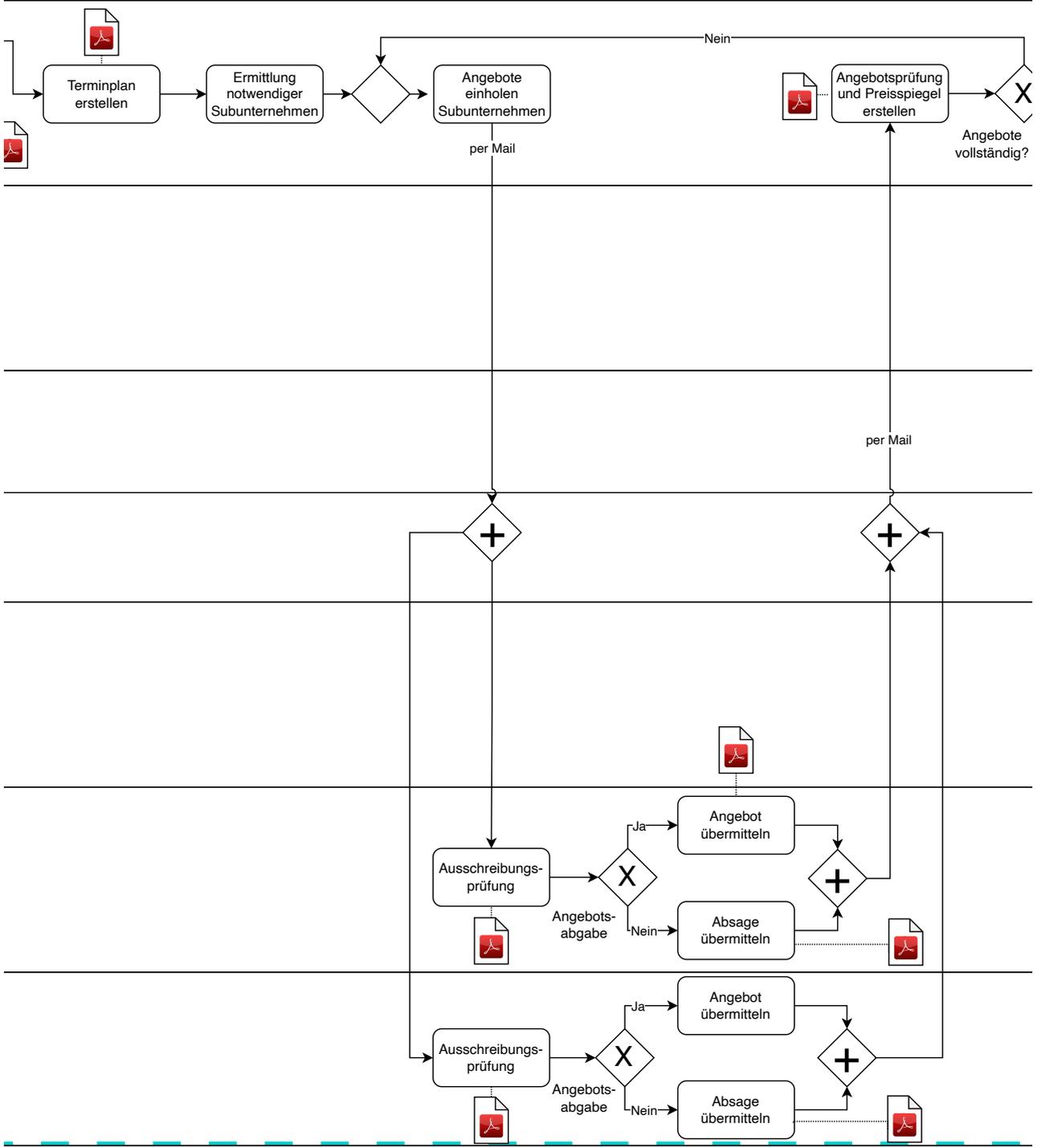


Abb. D.13: Prozessdarstellung Ausführungsplanung, Ausschreibung und Vergabe (Fortsetzung)

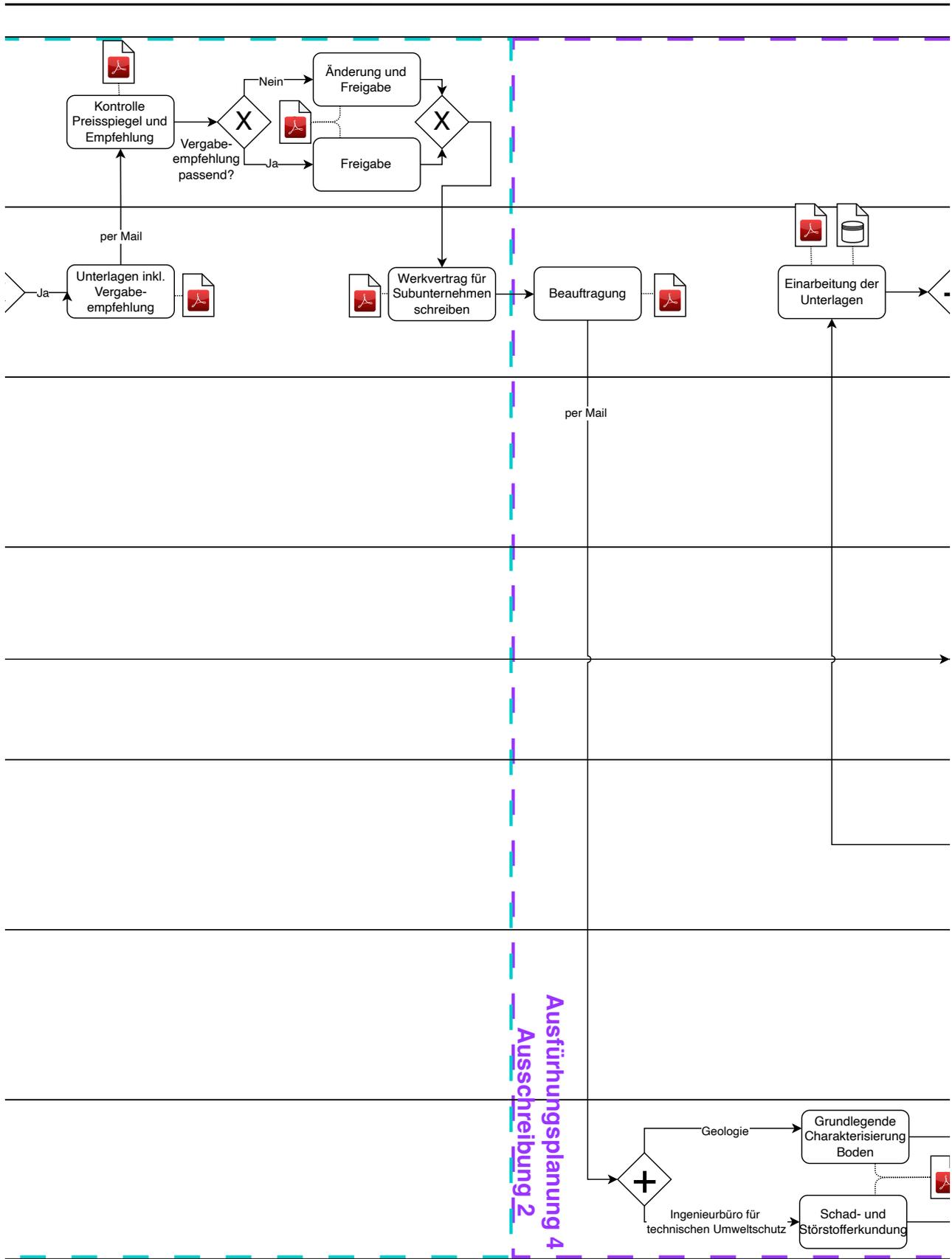


Abb. D.14: Prozessdarstellung Ausführungsplanung, Ausschreibung und Vergabe (Fortsetzung)

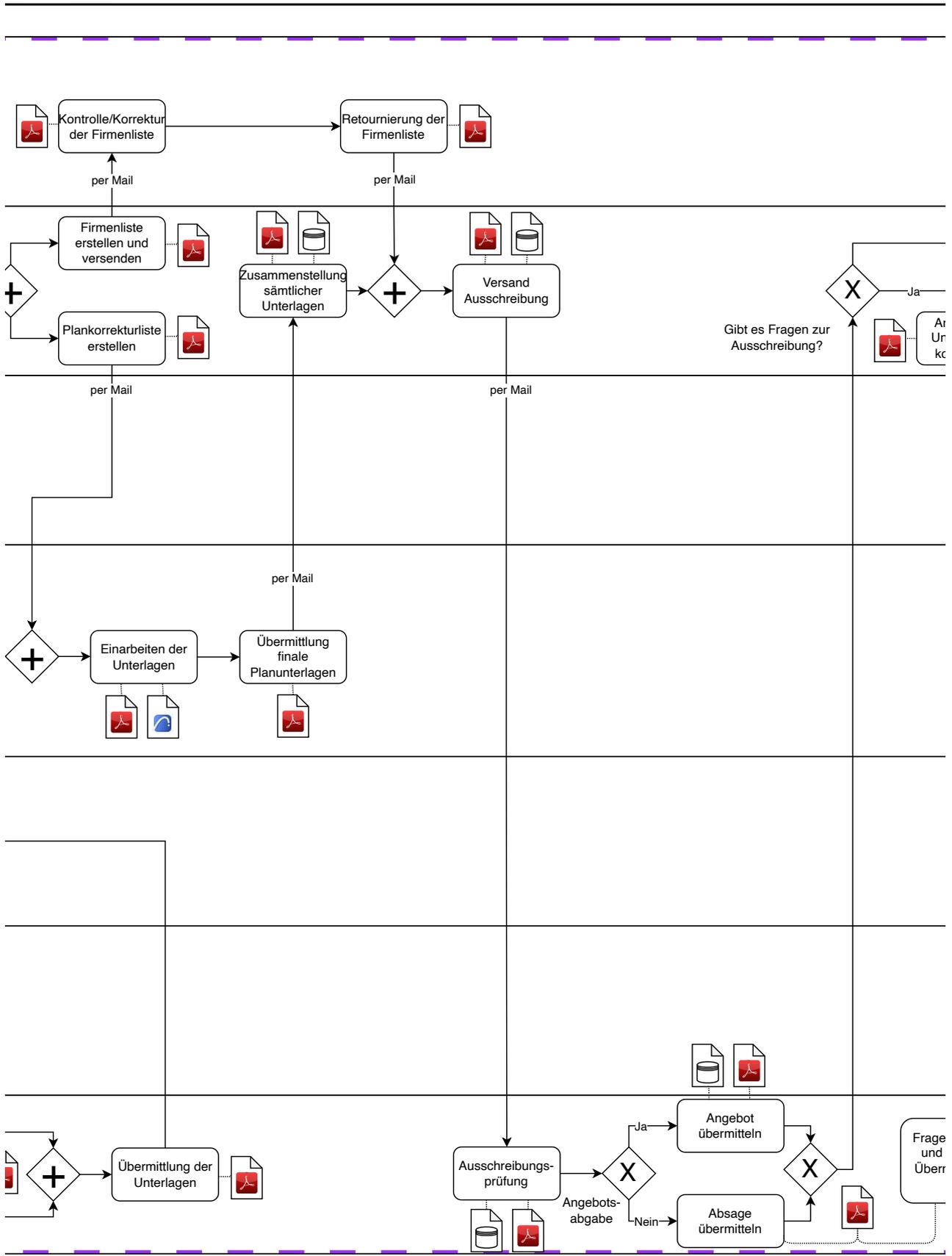


Abb. D.15: Prozessdarstellung Ausführungsplanung, Ausschreibung und Vergabe (Fortsetzung)

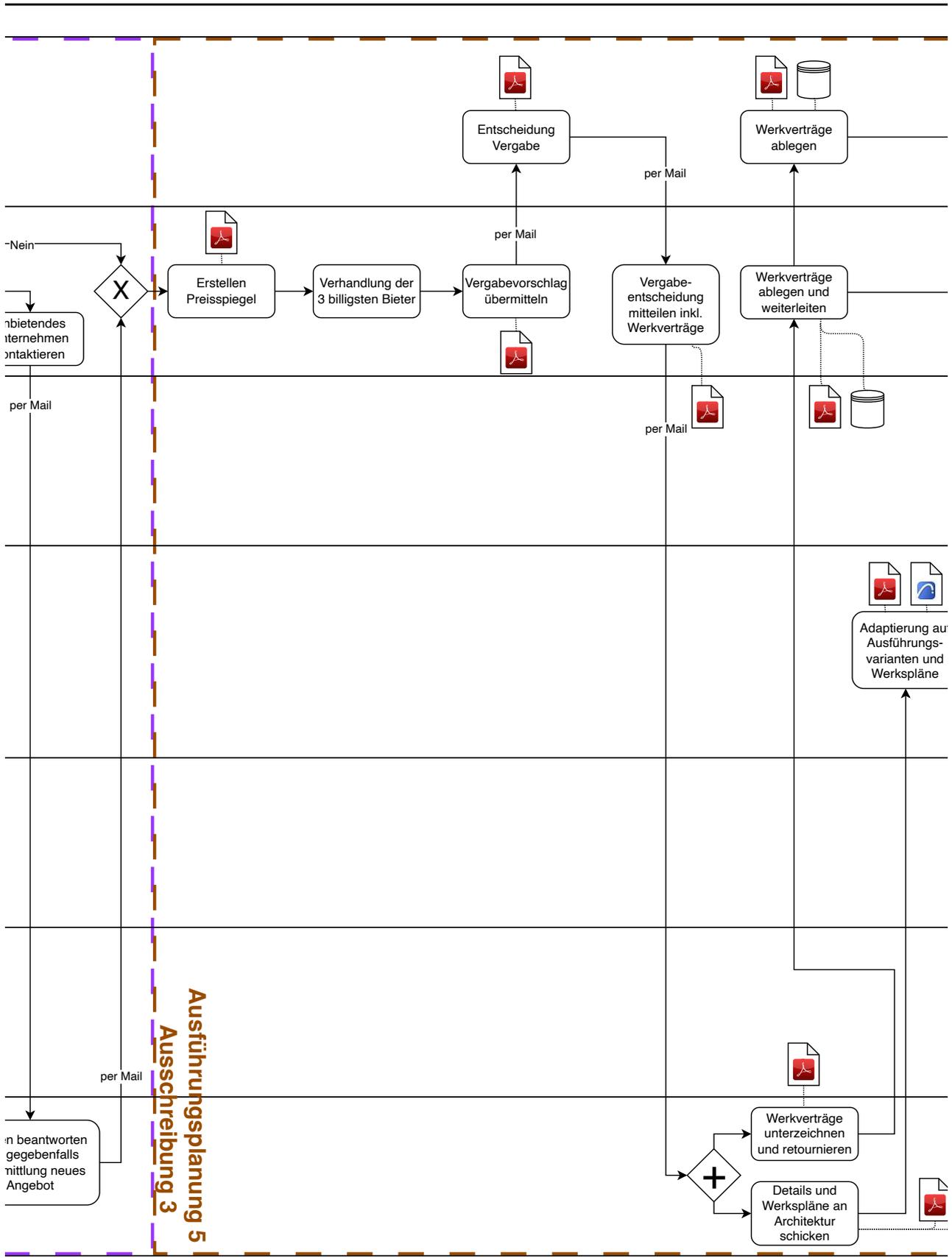


Abb. D.16: Prozessdarstellung Ausführungsplanung, Ausschreibung und Vergabe (Fortsetzung)

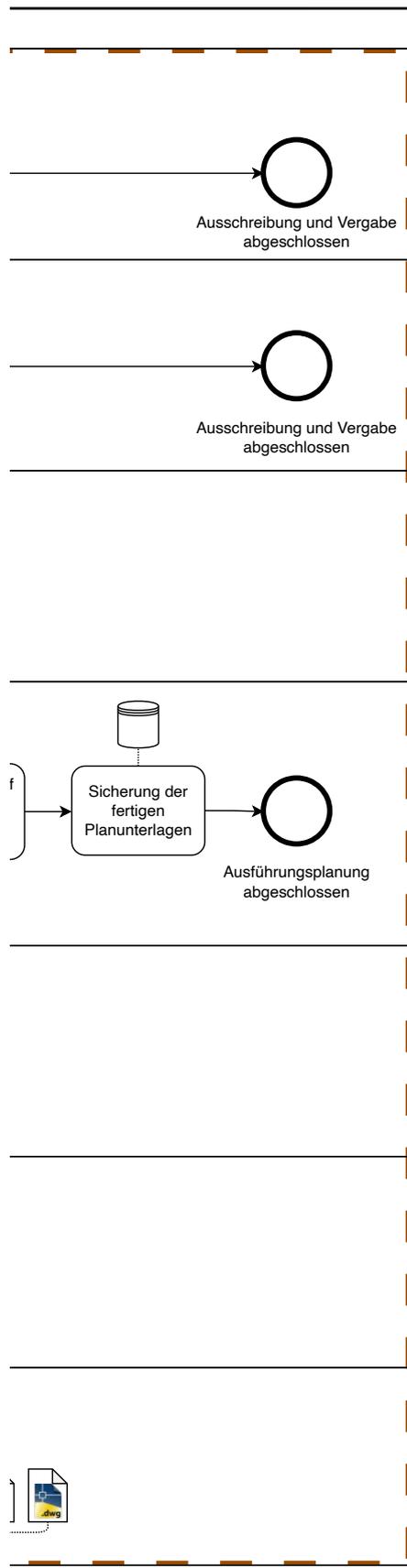


Abb. D.17: Prozessdarstellung Ausführungsplanung, Ausschreibung und Vergabe (Fortsetzung)