

Diplomarbeit

Digitalisierung der Bestandserhebung aus Sicht der Tragwerksplanung

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

Diploma Thesis

Building Examination in Context of Digitalisation for Structural Engineers

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

von

Alexander Urbas, BSc

Matr.Nr.: 01425670

unter der Anleitung von

Associate Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. **Christian Schranz**, M.Sc.

Univ.Ass. Dipl.-Ing. Dr.techn. **Harald Urban**, BSc

Institut für Interdisziplinäres Bauprozessmanagement
Zentrum Digitaler Bauprozess
Technische Universität Wien
Karlsplatz 13/234-1, 1040 Wien, Österreich

Wien, im März 2022



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

Bauen im Bestand ist ein wesentlicher Wirtschaftszweig der Baubranche, der in absehbarer Zukunft immer mehr an Bedeutung gewinnen wird – ebenso wie die Digitalisierung und *Building Information Modeling* (BIM). Bei der Planung von Änderungen an Bauwerken steht die bestehende Bausubstanz im Mittelpunkt. Hier kommt die Bestandserhebung (früher: Ingenieurbefund) aus Sicht der Tragwerksplanung ins Spiel. Damit eine Einschätzung des Tragverhaltens eines Bauwerks ermöglicht werden kann, ist eine umfassende Beurteilung des IST-Zustands anzufertigen. Dieser Prozess läuft für jedes Gebäude ähnlich ab und unterscheidet hauptsächlich nach den Konstruktionsregeln des Bauwerks. Der Fokus dieser Arbeit liegt dabei auf den Konstruktionsmerkmalen von sog. *Gründerzeithäusern*. Die Dokumentation erfolgt heutzutage auf Papier und kann unter derzeitigen Prozessmodalitäten nicht ohne Weiteres in eine moderne Arbeitsweise mit digitalen Gebäudemodellen übernommen werden. Die vorliegende Arbeit befasst sich deshalb mit dem bestehenden Prozess der Bestandserhebung und versucht, die vorherrschenden Prozessschritte zu beschreiben, zu analysieren und schlussendlich einer digitalen Transformation zu unterziehen. Das Ziel ist die Formulierung eines optimierten Prozessablaufs, der die Grundprinzipien der BIM-Methode erfüllt und somit die Einbindung in eine digitale Projektabwicklung ermöglicht.

Aufbauend auf eine Literaturrecherche werden die derzeitigen Rahmenbedingungen der Bestandserhebung aus rechtlicher, gesetzlicher und technischer Sicht beschrieben. Die Bedeutung für die allgemeine Projektabwicklung und Anwendungsfälle werden ebenso hervorgehoben wie die Grundlagen zur Digitalisierung im Bauwesen – speziell für Bauen im Bestand. Mithilfe von Leitfadenterviews wurden Experten aus der Tragwerksplanung zur aktuellen Durchführung und Vorstellungen zu digitalen Abwicklungen befragt. Die Ergebnisse der Befragungen gehen in die Darstellung des bestehenden Prozesses mit Business Process Model and Notation (BPMN) ein. Letztendlich erfolgt eine Bewertung des Gesamtprozesses, bei der speziell das Optimierungspotential durch die BIM-Methode hervorgehoben wird.

Im nächsten Schritt wird der Prozess der Bestandserhebung mit der BIM-Methode neu gedacht. Zuerst werden Voraussetzungen für die digitale Abwicklung festgelegt. Die Voraussetzungen reichen dabei von der Bereitschaft der Projektbeteiligten über die Verfügbarkeit eines Bestandsmodells bis hin zu den erforderlichen BIM-Applikationen. Um in weiterer Folge eine klare Trennung zwischen den einzelnen Leistungen zu schaffen, werden die wesentlichen Aufgaben einer Bestandserhebung in zwei Anwendungsfälle aufgeteilt: *Beurteilung des IST-Zustands (Bestandserhebung)* und *Feststellung des rechtmäßigen Bestands*. Für jeden Anwendungsfall werden Organisationsstrukturen, Informationsanforderungen und Prozessabläufe erarbeitet und näher beschrieben. Wesentliches Merkmal der Anwendungsfälle ist die Beschreibung von Beurteilungskriterien in PropertySets sowie die Berücksichtigung von Informationen zu den vorhandenen Planunterlagen in der IFC-Datenstruktur. Mithilfe von Dokumentationssoftware werden einzelne Prozessabläufe an einem Fachmodell simuliert und beschrieben. Dadurch soll die Praxistauglichkeit des aktuellen Stands der Technik hervorgehoben werden.

Abschließend werden die formulierten Forschungsfragen beantwortet und ein Ausblick auf zukünftige Entwicklungen gegeben: z. B. die Einbindung der Bestandserhebung in ein openBIM-Bewilligungsverfahren, die Erarbeitung von Prüfregeln zur (teil-)automatischen Datenauswertung von Fachmodellen bis hin zur Dokumentation von Bauwerksinformationen mit Augmented Reality (AR).



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

Refurbishment of existing buildings is an essential branch of the construction industry that will become increasingly important in the foreseeable future – just like digitalization and *Building Information Modeling* (BIM). For planning of changes to existing structures, the focus lies within the condition of the structure. This is where the building examination (formerly: engineering report) comes into play from the perspective of structural engineers. In order to enable an assessment of the load-bearing behavior of a structure, a comprehensive evaluation of the as-built condition has to be made. This process is similar for each building and differs mainly according to the design rules of the structure. The focus of this work is on the construction characteristics of so-called *Gründerzeithäuser* (buildings of the founding era of Vienna). Nowadays, the documentation is done on paper and cannot easily be transferred to a modern way of working with digital building models under current process modalities. The present work therefore deals with existing process of the building examination and tries to describe and analyze the prevailing process steps and finally subject them to a digital transformation. The goal is to formulate an optimized process flow that fulfills the basic principles of the BIM method and thus enables integration into a digital project execution.

Based on a literature review, the current framework conditions of the building examination are explained from a legal, statutory and technical point of view. The importance for general project management and use cases are highlighted as well as the basics for digitalization in construction – especially for refurbishment of existing buildings. Using guided interviews, experts from the structural engineering sector were asked about current implementation and ideas for digital processing. The results of the interviews are incorporated into the representation of the existing process using Business Process Model and Notation (BPMN). Ultimately, an assessment of the overall process is made, specifically highlighting the potential for optimization through the BIM method.

The next step is to rethink the building examination using the BIM method. First and foremost, requirements for processing with the BIM method are defined. The requirements range from the readiness of the project participants, to the availability of an as-built model, to the required BIM applications. In order to subsequently create a clear separation between the individual services of essential tasks of the building examination, two use cases are highlighted: *assessment of the as-is state* and *determination of building law consensus*. For each use case, organizational structures, information requirements and process flows are elaborated and described in more detail. The essential feature of the use cases is the description of assessment criteria in PropertySets as well as the consideration of information on the existing planning documents in the IFC data structure. With the help of documentation software, individual process flows are simulated and described on a specialized model. This is intended to highlight the practicality of the current state of the art.

Finally, the formulated research questions are answered and an outlook on future developments is given: e. g. the integration of the as-built survey into the openBIM submission process, the development of rules for the (semi-)automatic data evaluation of specialized models up to the documentation of building information with augmented reality (AR).



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

Bestandserhebungen erzählen Geschichten von Bauwerken, während diese Diplomarbeit die Geschichte meiner universitären Laufbahn erzählt. Alle Lehrveranstaltungen, Ereignisse und Entscheidungen meiner Ausbildung haben mich letztendlich zur Verfassung dieser Arbeit motiviert. Ich möchte mich bei allen Personen bedanken, die mich während meines Studiums unterstützt haben und mir auch in schwierigen Zeiten zur Seite gestanden sind.

Besonderer Dank geht an *Associate Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn.* Christian Schranz, *M.Sc.* und *Univ.Ass Dipl.-Ing. Dr.techn.* Harald Urban, *BSc* vom Zentrum Digitaler Bauprozess für den herausragenden und freundlichen Kontakt während der Betreuung meiner Diplomarbeit. Trotz der pandemiebedingten Umstände waren die Diskussionen während der Besprechungen sehr spannend und lehrreich.

Großer Dank geht auch an die Teilnehmer der Experteninterviews ohne deren Hilfe diese Arbeit nicht möglich gewesen wäre. Besonders möchte ich mich bei *Dipl.-Ing.* Gerhard Kidery für die spontane Mitwirkung am Interview mit *Dipl.-Ing. Dr.techn.* Michael Palka bedanken. Alle Gespräche waren sehr hilfreich für die Bearbeitung der Diplomarbeit und werden mir immer in Erinnerung bleiben – auch wenn die Durchführung pandemiebedingt nicht immer persönlich war.

Ein großer Dank gebührt dem gesamten Team von FRÖHLICH & LOCHER und Partner ZT GmbH. Alle Erfahrungen zur Bestandserhebung hätte ich ohne euch niemals sammeln können. Ganz besonders möchte ich mich bei *Dipl.-Ing. Dr.techn.* Helmut Zehentner und *Dipl.-Ing.* Manfred Weninger bedanken, die mich während der Diplomarbeit unterstützt haben. Last but not least möchte ich mich vor allem bei *Dipl.-Ing. Dr.techn.* Maximilian Billmaier für die zahlreichen Besprechungen, Gespräche und Diskussionen bedanken. Du hast mich immer wieder motiviert das Beste aus mir und der Arbeit herauszuholen. Danke!

Herzlicher Dank geht auch an meine Eltern Michael und Martina Urbas und meine Großmutter Erika Kanderer, die mich trotz aller Umstände immer unterstützen und mir die eingeschlagene Laufbahn an der TU Wien ermöglicht haben. Dank geht auch an *Dr.* Susanne Führlinger, für die nicht selbstverständliche Unterstützung während des Studiums und speziell für die Korrektur der Diplomarbeit.

Dank gebührt auch meiner langjährigen Freundin *Dipl.-Ing.* Verena Berger, die mich von der HTL bis zum Abschluss meines Studiums unterstützt hat und immer ein offenes Ohr für mich hatte.

Abschließend möchte ich mich bei meinen Studienkollegen bedanken, mit denen ich nicht nur spannende Lehrveranstaltungen besuchen durfte sondern auch gute Freundschaften schließen konnte. Ganz besonders bedanke ich mich bei meinen langjährigen Freunden Nikolaus Ebermann und Bernhard Staud!

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung	3
Abstract	5
Danksagung	7
1 Einleitung	11
1.1 Motivation	11
1.2 Forschungsfragen	12
1.3 Forschungsmethodik	12
1.4 Aufbau der Arbeit	12
2 Grundlagen	14
2.1 Baurechtliche Rahmenbedingungen	14
2.2 Gesetzliche Rahmenbedingungen	15
2.2.1 Bestandserhebung gemäß OIB-Richtlinie 1	15
2.2.2 Rechtmäßiger Bestand	16
2.2.3 Bewertung der Tragfähigkeit	17
2.3 Technische Rahmenbedingungen	17
2.4 Kenntnisstände	19
2.5 Umfang der Untersuchungen	19
2.5.1 Geometrie der Bauteile	19
2.5.2 Konstruktive Einzelheiten	22
2.5.3 Werkstoffeigenschaften	24
2.5.4 Aufbauten	25
2.5.5 Fundierungen	26
2.6 Anwendungsgebiet der Bestandserhebung	27
2.6.1 Grundlage für statische Vorbemessungen	27
2.6.2 Due Diligence	27
2.6.3 Gebäudedokumentation	28
2.7 Bedeutung für die Projektentwicklung	32
2.8 Bedeutung für die Tragwerksplanung	35
2.9 Konstruktionsmerkmale von Gründerzeithäusern	36
2.9.1 Geschichtliche Entwicklung	37
2.9.2 Bauformen von Gründerzeithäusern	38
2.9.3 Statische Besonderheiten von Gründerzeithäusern	40
2.9.4 Beurteilungskriterien	54
2.10 Digitalisierung im Bauwesen	59
2.10.1 Building Information Modelling (BIM)	59
2.10.2 BIM für Bauen im Bestand	63
2.10.3 Bauaufnahme	64

3	Experteninterviews	68
3.1	Teilnehmer	68
3.2	Gesprächsführung	69
3.3	Ergebnisse und Zusammenfassung	69
3.3.1	Block 1: „Status Quo“ der Bestandserhebung	70
3.3.2	Block 2: Konflikt- und Verbesserungspotenzial	72
3.3.3	Block 3: Digitalisierungspotenzial	72
3.4	Fazit	76
4	Bestandserhebung (IST-Zustand)	77
4.1	Vorbemerkungen	77
4.1.1	BPMN 2.0	77
4.1.2	Beispielprojekt	77
4.2	Prozessanalyse	79
4.2.1	Projektbeteiligte	79
4.2.2	Bestandserhebung	84
4.3	Bewertung und Optimierungspotenzial	97
4.3.1	Datenqualität	97
4.3.2	Informationsverluste	98
4.3.3	Datenverfügbarkeit- und Transparenz	99
4.3.4	Verschwendung im Prozess	100
5	Bestandserhebung mit der BIM-Methode	103
5.1	Voraussetzungen für die Erhebung mit der BIM-Methode	103
5.1.1	Bereitschaft der Projektbeteiligten	103
5.1.2	Bestandsmodell	103
5.1.3	BIM-Applikationen	106
5.2	Klassifizierung der Beurteilungskriterien	107
5.2.1	Einteilung der Untersuchungspunkte	107
5.2.2	Berücksichtigung in der IFC-Datenstruktur	107
5.3	Anwendungsfall 1a: Bestandserhebung im IFC-Format	109
5.3.1	Anwendungsbereich	110
5.3.2	BIM-Organisationsstruktur	110
5.3.3	BIM-Informationsanforderungen (AIA und BAP)	111
5.3.4	Prozessablauf	119
5.4	Anwendungsfall 1b: Bestandserhebung mit BCF-Kommentaren	124
5.4.1	Anwendungsbereich	124
5.4.2	BIM-Organisationsstruktur	124
5.4.3	BIM-Informationsanforderungen (AIA und BAP)	125
5.4.4	Prozessablauf	129
5.5	Anwendungsfall 2: Feststellung des rechtmäßigen Bestands im IFC-Format	132
5.5.1	Anwendungsbereich	132
5.5.2	Anmerkungen zum Anwendungsfall	134
5.5.3	BIM-Organisationsstruktur	136
5.5.4	BIM-Informationsanforderungen (AIA und BAP)	138
5.5.5	Prozessablauf	143
6	Forschungsergebnisse und Ausblick	147
6.1	Beantwortung der Forschungsfragen	147

6.2 Ausblick	149
Literaturverzeichnis	151
Anhang A: Leitfaden der Interviews	156
Anhang B: Prozessgrafiken	158
Anhang C: Beurteilungskriterien von Gründerzeithäusern	163
Anhang D: PropertySets	177

Kapitel 1

Einleitung

Der Tätigkeitsbereich von Ingenieur:innen ist von einem hohen Grad an Verantwortung und Komplexität geprägt. Das Aufgabengebiet umfasst in der Regel mehrere Fachbereiche und stellt die handelnden Personen im Zusammenspiel mit allen beteiligten Projektpartnern vor hohe zeitliche und organisatorische Herausforderungen. Die rasant steigende Tendenz zur Digitalisierung macht auch vor der Baubranche nicht Halt: Der Ruf nach Erleichterung des Arbeitsalltags, bei gleichzeitiger hoher Arbeitsqualität, wird immer größer.

In diesem Kapitel wird der persönliche Antrieb zur Verfassung der Arbeit, die Forschungsmethodik und die Formulierung der Forschungsfragen behandelt. Im Anschluss wird der Aufbau der Diplomarbeit erläutert sowie die Inhalte der folgenden Kapitel beschrieben.

1.1 Motivation

Im Bereich der Tragwerksplanung wird eine Vielzahl von Projekten am Markt bearbeitet. Dabei handelt es sich entweder um die statische Beurteilung von Neu- und Zubauten oder baulichen Änderungen im Bestand. Die häufigsten Änderungen im Bestand von Bauwerken stellen unter anderem Dachgeschoßaus- und zubauten dar. Im Jahr 2021 ist die Nachfrage nach typischen Altbauten mit Ausbaupotenzial im Dachgeschoß vor allem in Wien sehr stark gestiegen [23]. Doch nicht jedes Bauwerk ist für eine derartige Lasterhöhung geeignet. Dadurch fällt das Augenmerk der Tragwerksplanung besonders auf die Bausubstanz von bestehenden Gebäuden – in Wien handelt es sich dabei nach einem Bericht der Statistik Austria [71] in etwa 20 % der Fälle um Bauwerke aus der Gründerzeit, sog. *Gründerzeithäuser* [8]. Die Begutachtung dieser Häuser spielt nicht nur für die weitere Planung eine wichtige Rolle, sondern ist für die statisch-konstruktive Beurteilung eines Bestandsgebäudes unbedingt erforderlich und stellt eine „wiederkehrende“ Aufgabe für Ingenieur:innen im Rahmen der Bestandserhebung dar.

Die Motivation der vorliegenden Diplomarbeit ist es, den Alltag der Ingenieur:innen durch die fortschreitende Digitalisierung zu erleichtern und so effizient wie möglich zu gestalten. In weiterer Folge steht die Transformation der vorhandenen Prozessabläufe und die praxistaugliche Aufnahme von Bauwerksinformationen in das digitale Umfeld von *Building Information Modeling* (BIM) im Mittelpunkt. Die Vision eines „digitalen Gebädezwillings“ rückt dadurch nicht weiter in die Ferne, sondern kann durch den Mut der Beteiligten Wirklichkeit werden. Fachkundige Personen sollen in Zukunft ein Gebäude betreten und alle erforderlichen Informationen für die weitere Projektbearbeitung digital vor Ort erfassen und in einem zentralen Gebäudemodell bereitstellen können. Dadurch kann nicht nur die Planungsqualität durch die Reduktion von Informationsverlusten gesteigert, sondern in Zukunft auch behördliche Vorschriften und sonstige Vorgaben direkt im Modell kontrolliert werden. Alle Projektbeteiligten können das Bestandsgebäude auf derselben Grundlage bearbeiten und damit planen. Informationen gehen nicht mehr verloren, denn sie sind für alle gleichermaßen zugänglich und abrufbar. Der weitere Gebäudebetrieb kann nahtlos Bezug auf das digitale Gebäudemodell nehmen. Mithilfe der BIM-Methode und dem Fokus auf die Datenerfassung ist der gesamte Lebenszyklus eines Bauwerks dadurch digital abbildbar.

Planungsprozesse werden nach einer Studie von Heinrich [34] in zahlreichen Ländern Europas bereits mit der BIM-Methode abgewickelt. Im Neubau finden sie auch in Österreich bereits Anwendung [25, 64]. Bestandsgebäude stehen nach derzeitigem Stand nicht im Mittelpunkt der BIM-Methode, wobei in den letzten Jahren die Entwicklung von Pilotprojekten im Bestand vorangetrieben wird [3, 67]. Das Potential für die zukünftige Digitalisierung ist auf Basis von El Jazzar et al. [26, 27] immens und beschränkt sich nicht nur auf Gründerzeithäuser, sondern betrifft die gesamte bestehende Bausubstanz im Hochbau.

1.2 Forschungsfragen

Folgende Fragen werden in den Vordergrund gestellt:

- Wie wird die Bestandserhebung derzeit durchgeführt und wo liegt das größte Optimierungspotenzial für zukünftige Betrachtungen?
- Wie muss ein zukünftiger Prozess gestaltet werden, um die Aufnahme von Bauwerksinformationen in einem digitalen Gebäudemodell zu ermöglichen?
- Welche Informationsanforderungen werden von den Projektbeteiligten an eine Bestandserhebung mit der BIM-Methode gestellt?
- Wie kann die Aufnahme von Bauwerksinformationen in einem digitalen Gebäudemodell nach dem aktuellen Stand der Technik umgesetzt werden?

1.3 Forschungsmethodik

Literaturrecherchen und leitfadengestützte Interviews nach Bogner und Menz [11] mit Experten aus der Tragwerksplanung bilden die Grundlage der Prozessanalyse von Bestandserhebungen nach dem aktuellen Stand der Technik. Die Entwicklung einer Prozessgrafik und die Beschreibung der wesentlichen Aufgaben stellen die zentralen Themen der Analyse dar. Darauf aufbauend wird der bestehende Prozess bewertet und mögliches Optimierungspotenzial für zukünftige Projektabwicklungen hervorgehoben. In weiterer Folge werden Anwendungsfälle vorgeschlagen, die eine Durchführung von Bestandserhebungen mit der BIM-Methode ermöglichen. Dabei steht die Formulierung von Informationsanforderungen und die Darstellung der Prozessabläufe im Mittelpunkt. Abschließend wird ein Ausblick auf weiteres Entwicklungspotential mit digitalen Methoden gegeben.

1.4 Aufbau der Arbeit

Kapitel 2 beschreibt die Grundlagen der Bestandserhebung im Bereich der Tragwerksplanung. Es werden vorherrschende Rahmenbedingungen aus rechtlichen und technischen Aspekten betrachtet, wobei die besonderen Bestimmungen der Stadt Wien im Vordergrund stehen. Weiterführend wird auf wesentliche Merkmale von Bestandserhebungen und den Umfang der Untersuchungen eingegangen. Zusätzlich werden Anwendungsfälle von Bestandserhebungen, die zeitliche Einordnung im Projektverlauf und die Bedeutung für die Tragwerksplanung thematisiert. Im Anschluss werden statische Besonderheiten von klassischen Gründerzeithäusern beschrieben und Beurteilungskriterien für die Bestandserhebung formuliert. Die Beschreibung der BIM-Methode und die Besonderheiten in Hinblick auf Bestandsbauwerke bilden den Abschluss des Kapitels.

Kapitel 3 widmet sich der Durchführung und Auswertung der Experteninterviews.

Kapitel 4 analysiert den bestehenden Prozess der Bestandserhebung auf Basis eines fiktiven Beispielprojekts. Auf Grundlage der erstellten Prozessgrafik werden die Aufgaben der beteiligten Personen im Allgemeinen und die Abläufe der Bestandserhebung im Speziellen beschrieben. Des Weiteren werden die wesentlichen Verknüpfungen zur statischen Berechnung in der Prozessgrafik dargestellt. Die Bewertung des bestehenden Prozesses der Bestandserhebung sowie die Beschreibung von Optimierungspotenzial durch die BIM-Methode schließen das Kapitel ab.

Kapitel 5 behandelt die Beschreibung von Anwendungsfällen für die Durchführung der Bestandserhebung mit der BIM-Methode. Zu Beginn werden Voraussetzungen formuliert, um den Prozessablauf mit der BIM-Methode nach dem aktuellen Stand der Technik zu ermöglichen. In weiterer Folge erfolgt die Klassifizierung der Beurteilungskriterien von Gründerzeithäusern. Unter diesen Randbedingungen wird die Aufteilung der Bestandserhebung in zwei Anwendungsfälle vorgeschlagen: *Erhebung des IST-Zustands (Bestandserhebung)* und *Feststellung des rechtmäßigen Bestands*. Die Bestandserhebung wird zusätzlich in zwei Varianten nach dem Umfang der Leistungen untersucht. Jeder Anwendungsfall wird in Hinblick auf die Organisationsstruktur, Informationsanforderungen und den Prozessablauf näher beschrieben. Die Berücksichtigung der wesentlichen Merkmale in der IFC-Datenstruktur und die Erarbeitung von Prozessgrafiken für die Durchführung der Bestandserhebung stehen dabei im Mittelpunkt.

Kapitel 6 beantwortet die Forschungsfragen und gibt einen Ausblick auf den weiteren Forschungsbedarf. Die Nutzung der Fachmodelle im Lebenszyklus, die Entwicklung von (teil-)automatischen Auswertungen und weiteres Entwicklungspotenzial durch die Digitalisierung stehen im Vordergrund.

Kapitel 2

Grundlagen

Eine Bestandserhebung (früher: Ingenieurbefund) ist in Pech [63] als eine technisch-konstruktive Beschreibung eines Gebäudes in Form einer Dokumentation definiert. Statische Berechnungen über ein Bestandsobjekt können erst angefertigt werden, wenn die Bauwerksabmessungen und die maßgebenden Eigenschaften der Materialien und Aufbauten bekannt sind. In diesem Sinne setzt ÖNORM B 4008-1 [61] eine Beschreibung des Bauwerks als Grundlage für die Bewertung der Tragfähigkeit voraus. Das folgende Kapitel legt den Fokus auf die Rahmenbedingungen und Vorschriften aus den Blickwinkeln der derzeit gültigen Normen und Richtlinien. Die wesentlichen Merkmale und Parameter der Bestandserhebung werden angeführt und der komplexe Themenbereich zusammengefasst. Der Fokus liegt dabei auf der Betrachtung eines klassischen Gründerzeithauses, weshalb die wesentlichen Merkmale dieser Bauart beschrieben werden. Am Ende des Kapitels wird auf die Grundlagen der Digitalisierung im Bauwesen eingegangen und die Besonderheiten für den Bestand hervorgehoben.

Im allgemeinen Sprachgebrauch gibt es mehrere Synonyme für die Bezeichnung einer „Bestandserhebung“. Darunter fallen z. B. „Bestandsaufnahme“, „Zustandsaufnahme“ oder „Ingenieurbefund“. Alle Wörter haben eines gemeinsam: Sie meinen die klassische Definition der Bestandserhebung nach Pech [63].

2.1 Baurechtliche Rahmenbedingungen

In Österreich ist das Baurecht und die erforderliche Bewilligung von Bauverfahren gemäß Bundesministerium für Digitalisierung und Wirtschaftsstandort [19] dem Kompetenzbereich der jeweiligen Bundesländer zugeordnet. Jedes Bundesland ist somit berechtigt landeseigene Gesetze und Vorschriften für das Bauwesen festzulegen. Es existieren zum Zeitpunkt der Bearbeitung neun verschiedene Bauordnungen und mehrere Bautechnikverordnungen. Zur Vereinheitlichung der Vielzahl an unterschiedlichen technischen Bestimmungen wurde 2008 die Einhaltung der OIB-Richtlinien (Österreichisches Institut für Bautechnik) in den Bauordnungen für verbindlich erklärt, um die Bautechnikverordnungen zu vereinheitlichen. Teil 1 der OIB-Richtlinien sieht die Erkundung der bestehenden Bausubstanz vor.

Rechtsvorschriften für Wien

In Wien gelten umfangreiche Rechtsvorschriften für Bauvorhaben, die bei der Planung und Ausführung zu berücksichtigen sind. Auf Grundlage der aktuellen Richtlinien der Baupolizei [70] sind folgende Vorschriften für die Bestandserhebung besonders hervorzuheben: Bauordnung für Wien (WBO) und die Wiener Bautechnikverordnung (WBTV).

Gemäß den Rechtsvorschriften nach § 88 Abs. 2 WBO muss ein Bauwerk so geplant und ausgeführt sein, dass die bautechnischen Anforderungen nach den Hauptbestandteilen der OIB-Richtlinien erfüllt werden. Die Notwendigkeit einer Bestandserhebung ergibt sich aus § 63 Abs. 1 lit. h WBO, der besagt, dass bei bewilligungspflichtigen Bauvorhaben eine statische Vorbemessung und ein Fundierungskonzept unbedingt erforderlich sind. Die Magistratsabteilung MA37S

hat ergänzend zu den Vorschriften ein Merkblatt [20] veröffentlicht, dass die gesetzeskonforme Interpretation der Inhalte für die statische Vorbemessung definiert. Das Merkblatt sieht unter anderem vor, dass zusätzlich zu den statischen Berechnungen ein Ingenieurbefund als „Beilage zum Bauansuchen“ insbesondere im Zusammenhang mit Dachgeschoßaus- und zubauten vorhanden sein muss. Ein wesentlicher Hintergrund dieser Anforderungen liegt darin, dass Dachgeschoßausbauten nicht auf Gebäuden erfolgen dürfen, die von vorneherein nicht ausreichend tragfähig oder gebrauchstauglich sind [14].

Bewilligungspflichtige Bauvorhaben, für die eine statische Vorbemessung anzufertigen ist, werden nach § 60 WBO Abs. 1 lit. a, b und c definiert. Dabei werden folgende Arten von Bauvorhaben unterschieden:

- *lit. a:* Neu-, Zu- und Umbauten
- *lit. b:* Sonstige bauliche Anlagen
- *lit. c:* Änderung und Instandsetzung von Gebäuden und baulichen Anlagen

Der Ingenieurbefund ist sinngemäß nur für jene Bauvorhaben erforderlich, bei denen die bestehende Substanz verändert und/oder in ein neu zu errichtendes Bauwerk eingebunden wird. Nach *lit. a* gilt ein Bauwerk auch dann als Neubau, wenn die bestehenden Fundamente nach der Abtragung eines ursprünglich vorhandenen Gebäudes ganz oder teilweise weiter benutzt werden. In diesem Fall wäre eine Bestandserhebung auch bei einem Neubau vorgeschrieben.

2.2 Gesetzliche Rahmenbedingungen

OIB-Richtlinie 1 [53] sieht bei einer Veränderung von bestehenden Gebäuden, wenn dadurch Auswirkungen auf das bereits vorhandene Tragwerk zu erwarten sind, eine tolerierbare Abweichung der bestehenden Bauteile vom derzeit gültigen Stand der Technik vor. Diese Abweichung darf in Hinblick auf die mechanische Festigkeit und Standsicherheit so weit reichen, dass „*das erforderliche Zuverlässigkeitsniveau des rechtmäßigen Bestandes nicht verschlechtert wird*“ ([53], S. 2). Die Aufgabe der Planung ist es demnach, den rechtmäßigen Bestand festzustellen und die Tragfähigkeit des Bauwerks zu beurteilen. Die folgenden Abschnitte fassen die relevanten Inhalte von OIB-Richtlinie 1 [53] und dem dazugehörigen Leitfaden [52] zusammen.

2.2.1 Bestandserhebung gemäß OIB-Richtlinie 1

Die Bestandserhebung ist im Leitfaden zu OIB-Richtlinie 1 [52] beschrieben und befasst sich mit der Dokumentation des „IST-Zustands“ eines Gebäudes. Das Hauptaugenmerk liegt dabei auf der Standsicherheit der wichtigsten Bauteile. Das Resultat der Erhebung hat einerseits eine konstruktive Darstellung der bestehenden Bausubstanz aufzuweisen und andererseits eine zusammenfassende gutachterliche Stellungnahme zur Standsicherheit der maßgebenden Bauteile zu enthalten. Der Zustand der untersuchten Bauteile ist zu beschreiben und in weiterer Folge sowohl die Tragfähigkeit als auch die Gebrauchstauglichkeit zu analysieren. Bestenfalls ist deren Einhaltung zu bestätigen.

Eine Bestandserhebung wird je nach Art der geplanten Baumaßnahmen und dem Umfang des Untersuchungsaufwands in drei Stufen untergliedert. Tabelle 2.1 zeigt die verschiedenen Stufen der Erhebung und die dazugehörigen Befundungen bei typischen Baumaßnahmen. Die Bestandserhebung nach Stufe 3 sieht die Befundung des gesamten Bauwerks und aller wesentlichen Bestandteile vor. Darunter werden nach Leitfaden zu OIB-Richtlinie 1 [52] folgende Bauteile verstanden:

Tab. 2.1: Stufen der Bestandserhebung und Umfang der Untersuchungen (basierend auf [52])

	Befundung	Baumaßnahmen
Stufe 1	- lokale Befundung (betroffene Bereiche) - augenscheinliche Untersuchung der allgemein zugänglichen Bereiche	- geringfügige Baumaßnahmen m. stat. Rel. - Aufzugseinbauten in Treppenaugen
Stufe 2	- augenscheinliche Untersuchung des gesamten Bauwerks (Keller und Dachraum) - Bestandserhebung der mittel und unmittelbar betroffenen Bestandseinheiten	- Baumaßnahmen in mehreren Geschossen, die keine wesentliche unmittelbare Lasterhöhung für den Bestand bedeuten
Stufe 3	- Überprüfung aller wesentlicher Bestandteile des Bestandsgebäudes	- Änderungen des bestehenden Tragwerks mit maßgeblicher Lasterhöhung des Bestands (Neu-, Zu- und Umbauten)

- Fundamentsituation
- Konstruktion der Wände und Stützen
- Mittelmauer und dazugehörige Abgasanlagen (vertikale Lastabtragung)
- Aussteifungssituation (Zwischenwände, Auswechslungen, Verschleißungen)
- Querschnittsschwächungen (z.B. Installationen)
- Zustand und Konstruktion der Decken und Träger
- Dachstuhl
- Gesimse (sofern erhaltenswürdig)
- Haupttreppen

Die Überlegungen zu Prozessoptimierungen in dieser Arbeit orientieren sich an der vollständigen Bestandserhebung (Stufe 3). Die Übertragung der Prinzipien auf Untersuchungen geringeren Umfangs (Stufe 1 oder Stufe 2) ist jedoch aufgrund der geringeren Anforderungen gegeben.

2.2.2 Rechtmäßiger Bestand

Als rechtmäßiger Bestand wird nach dem Leitfaden zu OIB-Richtlinie 1 [52] ein Bauwerk bezeichnet, welches über eine Baubewilligung verfügt und der Zustand des Bestandgebäudes entsprechend der Bewilligung ausgeführt und erhalten geblieben ist (sog. *Konsens*). Des Weiteren berücksichtigt ein solches Gebäude, das dem rechtmäßigen Bestand entspricht, alle während des Lebenszyklus genehmigten Änderungen und setzt diesen Maßnahmen ein entsprechendes Zuverlässigkeitsniveau zugrunde. Das bedeutet, dass in der Vergangenheit z. B. bewilligte Sanierungsmaßnahmen das Zuverlässigkeitsniveau des Bauwerks erhöhen und gleichzeitig nicht bewilligte Umbauten dieses nicht herabsetzen können. Die Verschlechterung des Zuverlässigkeitsniveaus ist nur zulässig, wenn das Bauwerk unter Berücksichtigung aller Veränderungen über den Anforderungen des aktuellen Stands der Technik liegt.

Abbildung 2.1 veranschaulicht das rechtmäßige Zuverlässigkeitsniveau und die Auswirkungen von nicht bewilligten Änderungen. Das rechtmäßige Zuverlässigkeitsniveau des Bauwerks muss unabhängig von normativen Vorgaben und nicht bewilligten Umbauten erhalten bleiben. Beispielhaft ist die Herabsetzung des Zuverlässigkeitsniveaus zufolge nicht bewilligter Umbaumaßnahmen dargestellt.

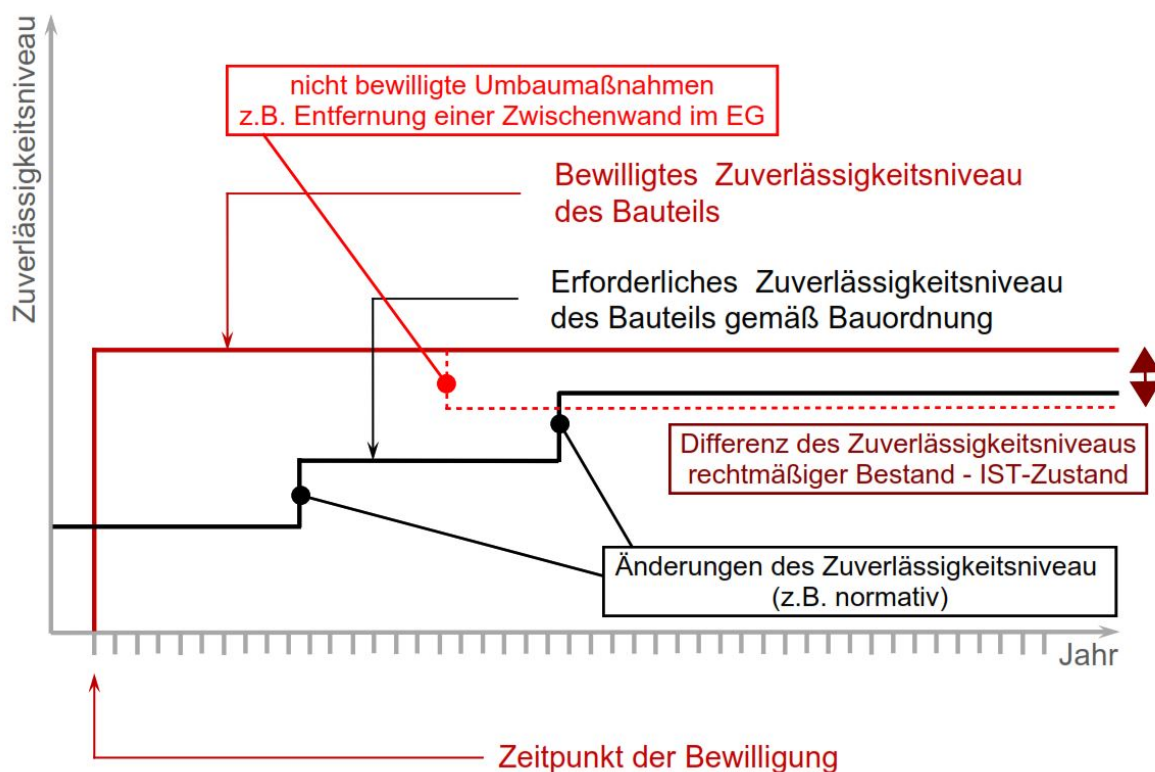


Abb. 2.1: Darstellung des Zuverlässigkeitsniveaus des rechtmäßigen Bestands (basierend auf [52])

Die Aufgabe der Bestandserhebung ist neben der Erhebung des IST-Zustands des Bauwerks auch der Vergleich mit dem rechtmäßigen Bestand. Abweichungen vom rechtmäßigen Bestand sind im Zuge der Bauausführung entweder dem baurechtlichen Konsens anzupassen oder Maßnahmen zur Herstellung des erforderlichen Zuverlässigkeitsniveaus vorzusehen. Danach gilt der Zustand des Bauwerks wieder als rechtmäßiger Bestand nach dem Leitfaden zu OIB-Richtlinie 1 [52].

2.2.3 Bewertung der Tragfähigkeit

Nach erfolgter Untersuchung des Bauwerks und Feststellung des rechtmäßigen Bestands hat die Bewertung der statisch-konstruktiven Tragwerksteile zu erfolgen. Für die Beurteilung der Tragkonstruktion sind ÖNORM B 4008-1 [61] und ÖNORM B 1998-3 [60] wesentlich.

2.3 Technische Rahmenbedingungen

Die Erkundung und Bewertung von Bestandsbauwerken im Hochbau werden in ÖNORM B 4008-1 [61] beschrieben. Die Tragfähigkeit von bestehenden Gebäuden muss auf Grundlage von tatsächlichen statischen und geometrischen Verhältnissen erfolgen. Des Weiteren sind die Werkstoffeigenschaften der Bausubstanz zu berücksichtigen. Vorhandene Pläne und sonstige zur Verfügung stehende Unterlagen (z. B. aus dem Bauakt der Stadt Wien [69]) sind als Informationsquelle heranzuziehen. Die Plausibilität der zugrundeliegenden Informationen ist dabei zu prüfen und mit der bestehenden Baukonstruktion zu vergleichen. Erfahrungen von Bewohner:innen oder sonstigen beteiligten Personen können berücksichtigt werden. Der Umfang aller am Objekt durch-

zuführenden Untersuchungen wird ähnlich wie in Abschnitt 2.2 anhand der durchzuführenden Baumaßnahmen festgelegt. Dabei kommt es allerdings zu einer Erweiterung der Randbedingungen. Das Bauwerk wird zusätzlich einer Schadensfolgeklasse gemäß ÖNORM B 1990-1 [57] zugeordnet. In Abhängigkeit des zu untersuchenden Bereichs werden die Untersuchungsanforderungen in sog. *Knowledge Level* (KL) eingeteilt. Abbildung 2.2 zeigt die verschiedenen Kenntnisstände, die zu erreichen sind. Vollständige Bestandserhebungen (Stufe 3) haben zumindest Kenntnisstand KL 2 zu entsprechen [52].

Schadensfolgeklasse gem. ÖNORM B 1990-1	Einzelbauteil	Tragwerksbereich	Gesamtgebäude
CC 1	KL 3	KL 2	KL 1
CC 2	KL 3	KL 2	KL 2
CC 3	KL 3	KL 3	KL 2

Abb. 2.2: Festlegung des erforderlichen Kenntnisstands in Abhängigkeit von Schadensfolgeklasse und Umfang der baulichen Änderungen [61]

Mithilfe der Untersuchungen soll eine Grundlage geschaffen werden, um eine ausreichende Bewertung des bestehenden Tragwerks zu ermöglichen. Dabei sind folgende Themenbereiche für eine „angemessene Zustandsaufnahme“ nach ÖNORM B 4008-1 [61] unbedingt abzudecken:

- Abmessungen der Tragstruktur (Geometrie des Bauwerks)
 - Abmessungen des Bauwerks und der Bauteile
 - Eingriffe in das Originaltragwerk (z. B. Umbauten)
 - Gebäudefundamentierung
 - Konstruktive Einzelheiten z. B. Bewehrungsführung oder Lagerkonstruktionen
- Verwendete Baustoffe und deren Eigenschaften
 - Materialkennwerte
 - Bodenverhältnisse
- Mängel und Schäden am Bauwerk
 - Schäden an der Tragkonstruktion (konstruktiv)
 - Überbelastungen des Tragwerks

Alle untersuchten Bereiche und festgestellten Schäden sind entsprechend zu dokumentieren und im Zweifelsfall näher zu untersuchen. Im Zuge der Erkundung ist die historische und tatsächliche Nutzung in Hinblick auf die Einwirkungszustände festzustellen. Die Untersuchung kann entweder einzelne Bauteile oder das gesamte Tragwerk betreffen. Folgende Arten von Erhebungen sind denkbar [61]:

- Sichtung der vorhandenen Bauwerksdokumentation und augenscheinliche Kontrollen
- zerstörungsfreie in-situ Untersuchungen und geometrische Bestandsaufnahmen
- zusätzliche messtechnische Bauwerksuntersuchungen und Laborprüfungen

2.4 Kenntnisstände

ÖNORM B 1998-3 [60] fordert die Definition von Kenntnisständen (engl.: „Knowledge Level“) für die statisch-konstruktive Beurteilung von Bauwerken gegenüber horizontalen Lasten. Je nach Kenntnisstand sind unterschiedliche Untersuchungstiefen der Bauteilaufnahmen erforderlich. Für die statische Beurteilung wird jedem Kenntnisstand ein Konfidenzbeiwert (CF) zugewiesen, der mit einem zusätzlichen Teilsicherheitsbeiwert gleichzusetzen ist [61].

Es werden folgende Kenntnisstände unterschieden:

- KL 1: beschränkter Kenntnisstand (engl.: limited KL)
- KL 2: normaler Kenntnisstand (engl.: normal KL)
- KL 3: vollständiger Kenntnisstand (engl.: full KL)

ÖNORM B 4008-1 [61] unterscheidet in Hinblick auf die Untersuchung weiter in Teilbereiche, für die jeweils verschiedene Kenntnisstände erreicht werden können:

- Geometrie der Bauteile (oder des Bauwerks)
- Konstruktive Einzelheiten
- Werkstoffgüte und Zustand der Baustoffe
- Aufbauten und Nutzlasten
- Fundamentsituation

Abbildung 2.3 zeigt den Zusammenhang der Kenntnisstände mit den vorliegenden Informationsgrundlagen und lässt eine Festlegung bezüglich des Umfangs der erforderlichen Untersuchungen zu. Für jeden Kenntnisstand kann je nach Teilbereich festgestellt werden, welche Untersuchungen in Abhängigkeit der vorhandenen Planunterlagen (Dokumentation) erforderlich sind. Dabei handelt es sich um verbale Beschreibungen, die in ÖNORM B 4008-1 [61] (*Punkt B.5 „Umfang der Untersuchungen“*) näher beschrieben werden.

2.5 Umfang der Untersuchungen

Folgende Untersuchungen können nach Abbildung 2.3 unterschieden werden:

- stichprobenweiser Umfang (zumindest 50 % des beschränkten Umfangs)
- beschränkter Umfang
- erweiterter Umfang
- umfassender Umfang

In Abhängigkeit des Teilbereichs wird der Umfang der Untersuchungen nach ÖNORM B 4008-1 [61] in den folgenden Abschnitten ausformuliert und in Bezug zum Kenntnisstand gesetzt.

2.5.1 Geometrie der Bauteile

Die Abmessungen des Gesamtgebäudes oder von einzelnen Bauteilen sind in unterschiedlicher Tiefe zu ermitteln und entsprechend zu dokumentieren. Die Genauigkeit orientiert sich an der Neuerstellung von Plandokumenten je nach verwendeten Materialien und gültigen Normen [61]. Abbildung 2.4 zeigt erforderliche Planunterlagen oder den gleichwertigen Umfang der Aufnahmen für die Erzielung von Kenntnisständen für die Geometrie der Bauteile.

Kenntnisstand	Geometrie		Konstruktive Einzelheiten		Werkstoffeigenschaften	
	vorhandene Dokumentation	erforderliche Untersuchungen	vorhandene Dokumentation	erforderliche Untersuchungen	vorhandene Dokumentation	erforderliche Untersuchungen
KL 1 beschränkter Kenntnisstand	Originalpläne mit Hauptabmessungen der Bauteile	stichprobenweise Überprüfung	-	-	Werte aus Normen und Vorschriften zur Zeit der Errichtung	stichprobenweise Überprüfung
	keine Unterlagen	beschränkte Aufnahme	keine Unterlagen	simulierter Entwurf + beschränkter Umfang	keine Unterlagen	beschränkter Umfang
KL 2 normaler Kenntnisstand	unvollständig detaillierte Unterlagen	stichprobenweise Überprüfung	unvollständige Originalbaupläne	beschränkte Untersuchung	Originalstatik mit Bemessungsangaben auf Basis von Werten aus Normen und Vorschriften zur Zeit der Errichtung	beschränkter Umfang
	keine Unterlagen	erweiterte Aufnahme	keine Unterlagen	erweiterter Umfang	keine Unterlagen	erweiterter Umfang
KL 3 vollständiger Kenntnisstand	vollständig detaillierte Unterlagen	stichprobenweise Überprüfung	detaillierte Originalbaupläne	beschränkte Untersuchung	Angaben zu den Baustoffen bzw. Angabe aus Original-Versuchsberichten	beschränkter Umfang
	keine Unterlagen	umfassende Aufnahme	keine Unterlagen	umfassender Umfang	Originalstatik mit Bemessungsangaben auf Basis von Werten aus Normen und Vorschriften zur Zeit der Errichtung	erweiterter Umfang

ANMERKUNG Die stichprobenweise Überprüfung umfasst im Regelfall zumindest 50 % der für den beschränkten Umfang vorgesehenen Untersuchungen. Ein "simulierter Entwurf" ist ein ideeller Entwurf, der nachempfindet, wie zur Zeit der Errichtung des Gebäudes üblicherweise geplant und ausgeführt wurde.

Abb. 2.3: Festlegung des Umfangs der erforderlichen Untersuchungen unter Berücksichtigung der Kenntnisstände und Teilbereiche (basierend auf [61], Tabelle B.1)

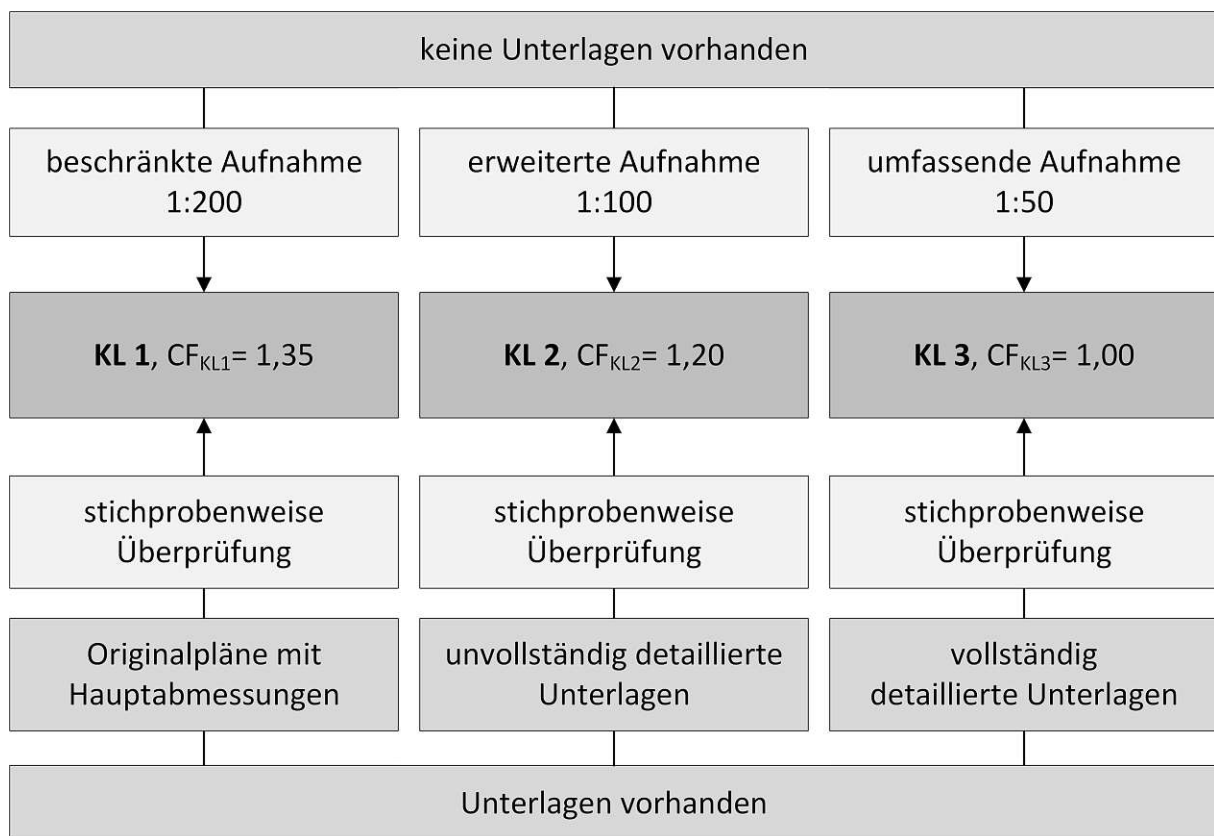


Abb. 2.4: Unterlagen zur Erzielung von Kenntnisständen (Geometrie der Bauteile) [61]

Umfassender Umfang der Aufnahmen

Die Abmessungen des Bauwerks sind in der Genauigkeit einer Ausführungsplanung (Bestandsplan) im Maßstab 1:50 zu erfassen. Einzelheiten des Gebäudes zur Tragkonstruktion sind durch in-situ-Untersuchungen zu bestimmen und mit den vorhandenen (vollständigen) detaillierten Bestandsdokumenten zu vergleichen.

Erweiterter Umfang der Aufnahmen

Die Abmessungen des Bauwerks sind in der Genauigkeit einer Einreichplanung im Maßstab 1:100 zu erfassen. Einzelheiten des Gebäudes zur Tragkonstruktion sind durch in-situ-Untersuchungen zu bestimmen und mit den vorhandenen (unvollständig) detaillierten Bestandsdokumenten zu vergleichen.

Beschränkter Umfang der Aufnahmen

Die Abmessungen des Bauwerks sind in der Genauigkeit einer Entwurfsplanung im Maßstab 1:200 zu erfassen. In-situ-Untersuchungen sind nur sehr beschränkt durchführbar. Die Festlegung von typischen Abmessungen erfolgt anhand von historischen Normen und Vorschriften. Die Originalpläne mit den Hauptabmessungen liegen in der Regel vor.

Stichprobenweiser Umfang der Aufnahmen

Die Kontrolle der Abmessungen hat in einem Umfang von zumindest 20% der vorliegenden Bauwerksdokumentation zu erfolgen. In Abhängigkeit der vorhandenen Unterlagen variiert die Anzahl der Untersuchungen stark.

2.5.2 Konstruktive Einzelheiten

Der Begriff „Konstruktive Einzelheiten“ fasst die Details jener Bauteile zusammen, die zur Gewährleistung der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit zumindest erforderlich sind. Darunter fallen nach ÖNORM B 4008-1 [61] folgende Merkmale:

1. Betonbauten:

- Abmessungen der Bauteile (Breite, Höhe, etc.)
- Lage und Aufbau der Bewehrung
- Betondeckung
- Spannglieder
- Lager

2. Stahlbauten:

- Abmessungen der Bauteile
- Details zu den Verbindungen (Schweißnaht, Laschen, Schrauben, Nieten)
- mögliche Vorspannungen (z. B. durch Lagerverschiebungen)
- Lager

3. Verbundkonstruktionen:

- Angaben zu den Verbundmitteln
- Angaben gemäß Stahl- und Betonbauten

4. Mauerwerksbauten:

- Abmessungen des Mauerwerks
- Abmessungen von Verputzen
- Abmessungen von gewölbten Bauwerken
- Angaben zu verbundenen Bauteilen

5. Holzbauten:

- Abmessungen der Bauteile
- Art der Bauteile (Vollholz, Brettschichtholz, etc.)
- Verbindungen der Bauteile

In Abhängigkeit der vorliegenden Tragkonstruktion und dem verwendeten Material werden analog zu Abschnitt 2.5.1 (Geometrie der Bauteile) verschiedene Untersuchungsumfänge festgelegt. Die stichprobenweise Untersuchung ist für die konstruktiven Einzelheiten nicht definiert. Abbildung 2.5 zeigt den Umfang der Untersuchungen in Kombination mit den Planunterlagen für die Erzielung von Kenntnisständen für die konstruktiven Einzelheiten.

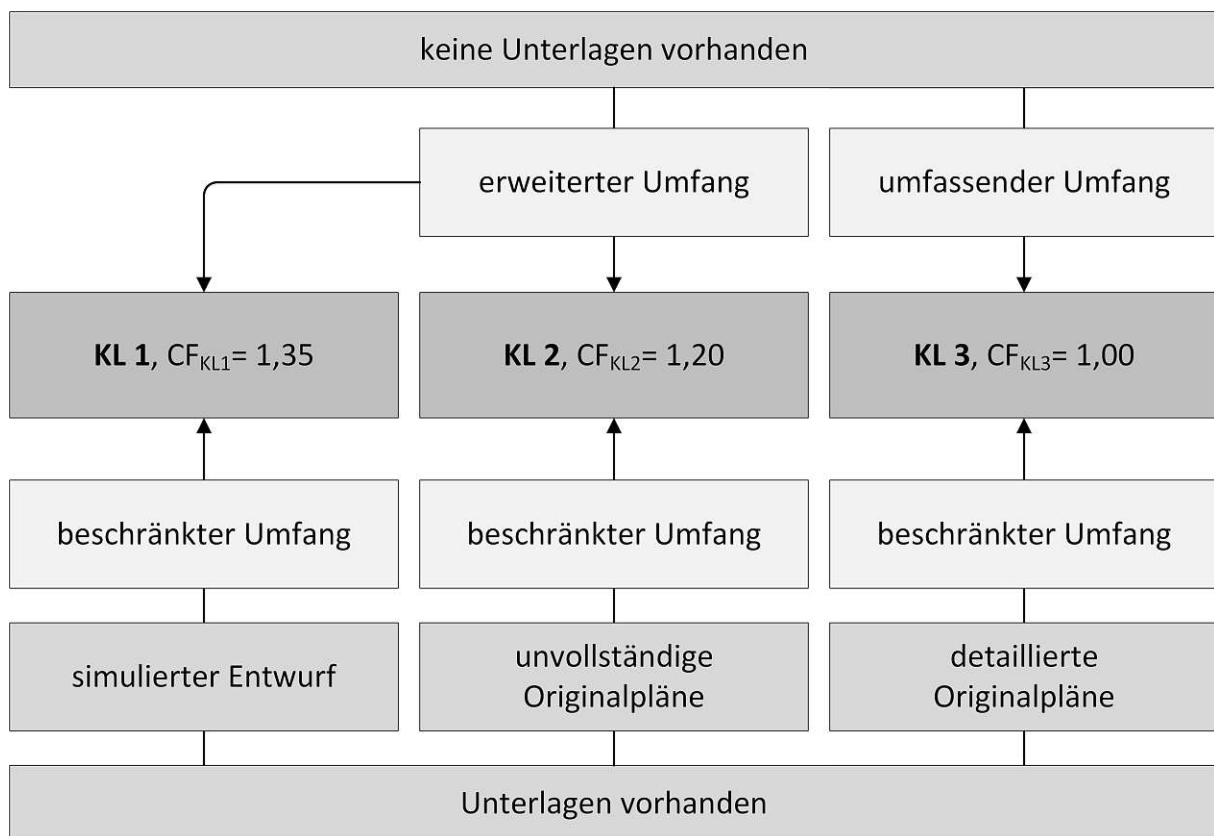


Abb. 2.5: Unterlagen zur Erzielung von Kenntnisständen (konstruktive Einzelheiten) [61]

Umfassender Umfang der Untersuchungen

- Bei stabförmigen Bauteilen (Träger, Stützen) und plattenförmigen Bauteilen (Decken, Wände) sind die konstruktiven Einzelheiten in den maßgebenden Bereichen im erforderlichen Umfang festzustellen. Darunter fallen zumindest die Zonen der größten Beanspruchung im Feld- und Auflagerbereich.
- Gleichartige stabförmige Bauteile genügen einer Untersuchung bei einem von zehn angefangenen Bauteilen. Die übrigen gleichartigen Bauteile müssen einer Prüfung der Gleichmäßigkeit unterzogen werden. Ist die Gleichmäßigkeit nicht gegeben müssen zumindest die Zonen der größten Beanspruchung im Feld- und Auflagerbereich untersucht werden.
- Bei plattenförmigen Bauteilen genügt die Feststellung der konstruktiven Einzelheiten der Deckenfelder alle angefangene 25 m^2 , und bei Wänden alle angefangene 50 m^2 . Im Bereich der Deckenaufleger (End- und Zwischenauflager) ist je angefangene 10 m Auflagerlänge eine Untersuchung durchzuführen. Gleichartige Felder sind zu jeweils 60% des Untersuchungsumfangs einer Prüfung auf Gleichmäßigkeit der zu untersuchenden konstruktiven Einzelheiten zu unterziehen. Diese Überprüfung kann weitgehend zerstörungsfrei erfolgen, wenn entsprechende Verfahren zur Verfügung stehen.

Erweiterter Umfang der Untersuchungen

Es sind zumindest 50% der Untersuchungen gemäß dem „umfassenden Umfang der Untersuchungen“ durchzuführen, wenn aus den vorhandenen Unterlagen keine entsprechenden Angaben zu den konstruktiven Einzelheiten vorliegen.

Beschränkter Umfang der Untersuchungen

Es sind zumindest 20 % der Untersuchungen gemäß dem „umfassenden Umfang der Untersuchungen“ durchzuführen, wenn aus den vorhandenen Unterlagen keine entsprechenden Angaben zu den konstruktiven Einzelheiten vorliegen.

2.5.3 Werkstoffeigenschaften

Standortsicherheits- und Verformungsberechnungen setzen entsprechende Materialeigenschaften für die statische Berechnung voraus. Die erforderlichen Kennwerte (z. B. Zugfestigkeit oder Verformungsmodul) sind je nach Verfügbarkeit der Bauwerksdokumentation zu entnehmen, oder am Bauwerk direkt festzustellen. Wenn keine Unterlagen zur Verfügung stehen, kann die Ableitung von Materialkennwerten aus damals gültigen Vorschriften aus der Zeit der Errichtung erfolgen. Ist keine eindeutige Zuordnung möglich, muss auf Konstruktionspläne oder Versuchsberichte zurückgegriffen werden. Die Angaben sind durch stichprobenartige Untersuchungen zu überprüfen. Diese sind entweder durch zerstörungsfreie Prüfungen vor Ort oder durch Probeentnahmen und anschließende Laborprüfungen zu bestimmen. Die Entnahmen sind dabei unter Berücksichtigung der Tragsicherheit der Konstruktion festzulegen.

Der Umfang der Untersuchungen hängt vorrangig mit dem zu untersuchenden Material zusammen. ÖNORM B 4008-1 [61] führt Anforderungen für die Bestimmung der vorliegenden Materialeigenschaften und die Anzahl der Probestellen für folgende Materialien an: Beton, Betonstahl, (Bau-)Stahl, Mauerwerk und Holz. Abbildung 2.6 zeigt den Umfang der Untersuchungen in Kombination mit vorhandenen Unterlagen für die Erzielung von Kenntnisständen für die Werkstoffeigenschaften.

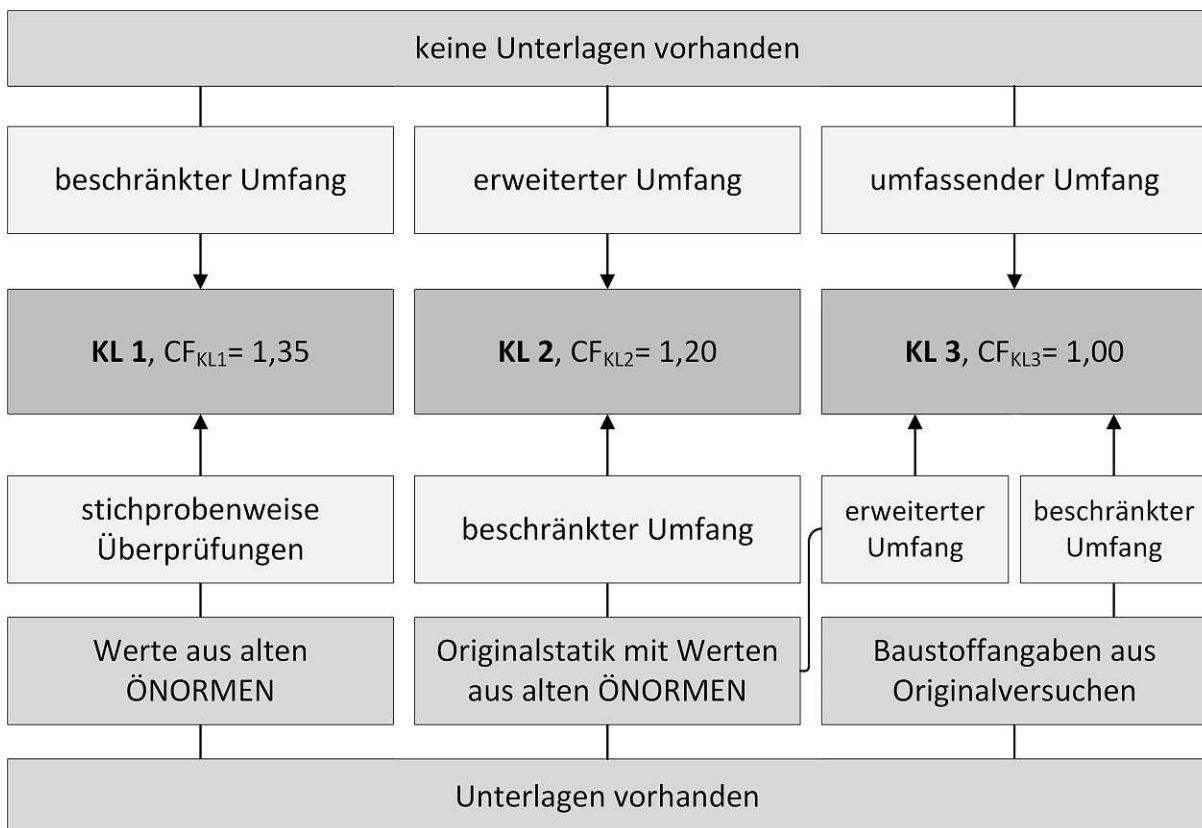


Abb. 2.6: Unterlagen zur Erzielung von Kenntnisständen (Werkstoffeigenschaften) [61]

Eine wesentliche Materialeigenschaft für die Beurteilung von Gründerzeithäusern stellt die Komponentendruckfestigkeit von Mauerwerk dar. Der Umfang der Untersuchungen für die Bestimmung der Ziegel- und Mörteldruckfestigkeit wird deshalb exemplarisch für die Eigenschaften von Mauerwerk angeführt. Für weitere Details zu weiteren Materialeigenschaften wird auf ÖNORM B 4008-1 [61] verwiesen.

Umfassender Umfang der Untersuchungen

Für die Bestimmung der Eigenschaften sind die maßgebenden Materialkennwerte gemäß ÖNORM B 1996-3 [58] zu bestimmen. Die Wahl der Untersuchungsstellen hat aus statisch-konstruktiven Gesichtspunkten (z. B. Bereiche der größten Lastabtragung) sowie den projektspezifischen Randbedingungen zu erfolgen. Folgende Kriterien gelten nach ÖNORM B 4008-1 [61] für die Anzahl an Untersuchungsstellen in Zusammenhang mit Mauerwerk:

- pro angefangene 1000 m² Bruttogeschosßfläche mit gleichartigen Materialien eine Prüfserie
- mindestens zwei Prüfserien pro Bestandsobjekt
- für die Prüfung eines Teilbereiches mit gleichartigen Materialien innerhalb eines Objektes mindestens eine Prüfserie

Als Prüfserien gelten dabei für die jeweiligen Materialien:

- mindestens drei Einzelprüfkörper gemäß ÖNORM B 1996-3 [58] (*Abschnitt D.2.1*)
- mindestens drei Prüfstellen einer Komponentenfestigkeitsbestimmung durch Entnahme von Materialproben und eine Druckfestigkeitsprüfung gemäß ÖNORM B 1996-3 [58] (*Abschnitt D.2.2 und D.2.3*)
- mindestens sechs Prüfstellen einer Komponentenfestigkeitsbestimmung mittels Rückprall- und Eindringmessungen zur Druckfestigkeitsbestimmung gemäß ÖNORM B 1996-3 [58] (*Abschnitt D.2.2 und D.2.3*)

Erweiterter Umfang der Untersuchungen

Es sind zumindest 50 % der Untersuchungen gemäß dem „umfassenden Umfang der Untersuchungen“ durchzuführen.

Beschränkter Umfang der Untersuchungen

Es sind zumindest 20 % der Untersuchungen gemäß dem „umfassenden Umfang der Untersuchungen“ durchzuführen.

2.5.4 Aufbauten

Bei folgenden Aufbauten sind genaue Angaben für die Tragwerksplanung von Bedeutung:

- Dachabdeckungen
- Oberflächenbeschichtungen
- Fußboden- und Dachaufbauten
- Zwischenwände
- Handläufe, Schutzplanken und Schrammborde

- Fassaden- und Wandbekleidungen
- abgehängte Decken
- Abdichtungen
- ortsfeste Versorgungseinrichtungen

Der Umfang der Untersuchungen richtet sich nach denselben Kriterien, wie sie bereits für die Geometrie der Bauteile in Abschnitt 2.5.1 und die Werkstoffeigenschaften in Abschnitt 2.5.3 bekannt sind. Für die weitere statisch-konstruktive Bearbeitung ist es ausreichend die Eigenlasten nach den derzeit gültigen Vorschriften zu bestimmen. In Sonderfällen können spezielle Eigenschaften durch Messungen bestimmt werden.

2.5.5 Fundierungen

Die vorherrschenden Gründungsverhältnisse von Bestandsgebäuden sind gemäß ÖNORM B 1997-2 [59] von einem *Geotechnischen Sachverständigen* festzustellen. Die Untersuchungen haben dabei folgende Inhalte aufzuweisen:

- Fundamentunterkante (Höhenlage)
- Art des Fundamentmauerwerks
- Fundamentvorsprünge (falls vorhanden)
- Bezeichnung des anstehenden Bodens

Im Bedarfsfall ist die Fundamentbreite mithilfe von Probebohrungen durch das anstehende Mauerwerk festzustellen. Die geotechnischen Randbedingungen sind anhand der Erkundungsergebnisse von einem *Geotechnischen Sachverständigen* zu interpretieren und charakteristische Bodenkenngrößen für die weitere statische Berechnung festzulegen. In Abhängigkeit des zu erreichenden Kenntnisstands werden ebenfalls verschiedene Untersuchungsumfänge festgelegt. Die stichprobenweise Untersuchung ist nicht definiert.

Umfassender Umfang der Aufnahmen

Wenn keine Angaben zu den konstruktiven Einzelheiten der Fundamentsituation aus den vorhandenen Unterlagen ersichtlich sind, müssen zur Erreichung von KL 3 umfassende Untersuchungen angestellt werden. Dabei sind die Fundamente unter den lastabtragenden Wänden alle angefangenen 20 m Wandlänge zu untersuchen, jedoch mindestens drei Untersuchungsstellen pro Objekt bzw. Gebäudetrakt. Die Festlegung der Untersuchungsstellen hat verschiedene Wandtypen (z. B. Außenwand, Mittelwand) zu erfassen.

Erweiterter Umfang der Aufnahmen

Wenn keine Angaben zu den konstruktiven Einzelheiten der Fundamentsituation aus den vorhandenen Unterlagen ersichtlich sind, müssen zur Erreichung von KL 2 erweiterte Untersuchungen angestellt werden. Es sind zumindest 50 % der Untersuchungen gemäß dem „umfassenden Umfang der Untersuchungen“ durchzuführen, jedoch mindestens drei Untersuchungsstellen an unterschiedlichen Wandtypen pro Objekt.

Beschränkter Umfang der Aufnahmen

Wenn keine Angaben zu den konstruktiven Einzelheiten der Fundamentsituation aus den vorhandenen Unterlagen ersichtlich sind, müssen zur Erreichung von KL 1 beschränkte Untersuchungen angestellt werden. Es sind zumindest 20 % der Untersuchungen gemäß dem „umfassenden Umfang der Untersuchungen“ durchzuführen, jedoch mindestens drei Untersuchungsstellen an unterschiedlichen Wandtypen pro Objekt.

2.6 Anwendungsgebiet der Bestandserhebung

Die Beurteilung von bestehenden Bauwerken hat nicht nur technische Hintergründe, sondern wird zusätzlich für wirtschaftliche Überlegungen herangezogen. Brusatti [14] gibt drei Anwendungsfälle für Bestandserhebungen an:

- Grundlage für die statische Vorbemessung bei Neu-, Zu- und Umbauten
- (Technische) Due Diligence-Prüfungen
- Gebäudedokumentation

2.6.1 Grundlage für statische Vorbemessungen

Die Anforderungen als Grundlage für die statische Vorbemessung wurden bereits in Abschnitt 2.1 näher erläutert. Bestandserhebungen finden heutzutage vor allem bei Gründerzeithäusern aus dem späten 19. Jahrhundert sowie dem frühen 20. Jahrhundert statt. Diese Gebäude müssen vor einem möglichen Um- oder Ausbau ausführlich untersucht werden. Nichtsdestotrotz werden in den nächsten Jahren vermehrt Gebäude der jüngeren Vergangenheit (z. B. Baujahr von 1950-1960) in den Fokus von Zu- und Umbauten geraten, da die zu erwartende Lebensdauer dieser Gebäude dem Ende zugeht. Eine Bestandserhebung ist somit unabhängig vom Baujahr der Objekte durchzuführen, wobei auf die charakteristischen Besonderheiten der einzelnen Bauweisen zu achten ist.

2.6.2 Due Diligence

Der Begriff *Due Diligence* ist nach [1] eine

[...] sorgfältige Prüfung und Analyse eines Unternehmens, insbesondere im Hinblick auf seine wirtschaftlichen, rechtlichen, steuerlichen und finanziellen Verhältnisse, die durch einen potenziellen Käufer eines Unternehmens vorgenommen wird.

Dabei beschränkt sich diese Definition nicht nur auf Unternehmen, sondern allgemein auf handelbare Güter, wie in diesem Fall: Immobilien. Das Ziel einer derartigen Due Diligence ist es, vor An- oder Verkauf einer Immobilie einen Überblick über mögliche Risiken zu identifizieren, die mit der Transaktion einhergehen können. Stöffelbauer [74] sieht vor allem vorhandene Schäden am Bauwerk oder die Bewertung von zukünftig erforderlichen Sanierungs- und Investitionskosten als Risiken für derartige Transaktionen. Es handelt sich somit um eine objektive Prüfung von Bestandsobjekten in Hinblick auf technische, rechtliche, finanzielle und steuerrechtliche Beurteilungskriterien. Die Durchführung einer solchen Objektanalyse erfordert meist die Beauftragung externer Fachplaner, die die erforderlichen Informationen zusammenfassen und aufbereiten.

Nach Wallner [82] wird technische Due Diligence üblicherweise von der Tragwerksplanung durchgeführt und befasst sich vorrangig mit der technischen Beurteilung der Tragkonstruktion sowie der vorhandenen Gebäudeausstattung. Der Inhalt von Ingenieurbefunden erfüllt somit

einen Teilbereich der technischen Beurteilung und wird häufig als Bewertungsgrundlage für die Restnutzungsdauer von Gebäuden herangezogen.

Restnutzungsdauer

Die Restnutzungsdauer stellt nach Muhr [48] jenen Zeitraum dar, in der ein Objekt unter ordnungsgemäßer Instandhaltung wirtschaftlich genutzt werden kann. Bei der Ermittlung der Restnutzungsdauer (RND) wird zwischen der Gesamtnutzungsdauer des Objekts (GND) und dem Alter der Liegenschaft (A) unterschieden. Dabei wird eine einfache mathematische Beziehung zwischen den beiden Faktoren zur Bestimmung der RND hergestellt:

$$\text{RND} = \text{GND} - A \quad (2.1)$$

Trotz des einfachen mathematischen Zusammenhangs hat der Sachverständige, der für die Bewertung des Gebäudezustands zuständig ist, in Anbetracht der Marktsituation eine realistische Einschätzung der zu erwartenden Restnutzungsdauer zu machen. Modernisierungsmaßnahmen in der Vergangenheit oder wirtschaftlich nicht behebbare Baumängel sind dabei ebenso zu berücksichtigen, wie der allgemeine Zustand der Tragkonstruktion. Ausgangspunkt für die Einschätzung ist dabei immer die Gegenüberstellung der Gesamtnutzungsdauer aus Erfahrungswerten (als Hilfestellung dient der sog. *Nutzungsdauerkatalog* [33]) und dem tatsächlichen Alter des Bauwerks. Abbildung 2.7 zeigt den Zusammenhang zwischen den genannten Faktoren an einem Bestandsbauwerk aus dem Jahr 1950 mit einer angenommenen Gesamtnutzungsdauer von 80 Jahren. Das Beispiel legt eine Beurteilung des Gebäudezustands im Jahr 2010 zugrunde und zeigt, dass eine Restnutzungsdauer von 20 Jahren gegeben sein sollte. Nach der tatsächlichen Begehung der Liegenschaft und der Beurteilung der baulichen Substanz kann die errechnete Restnutzungsdauer je nach den Erkenntnissen der Bestandsaufnahme erhöht oder verkürzt werden. Die Restnutzungsdauer spielt für die Ertragswert- und Sachwertberechnung in der Immobilienwirtschaft eine bedeutende Rolle.

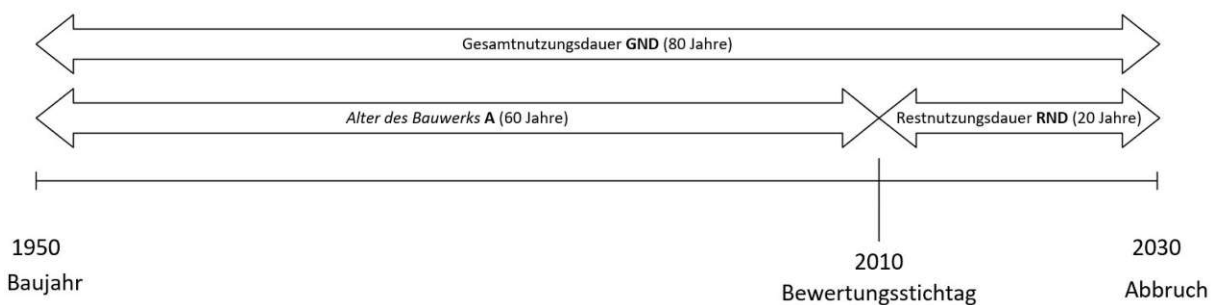


Abb. 2.7: Ermittlung der Restnutzungsdauer eines Bauwerks unter Berücksichtigung von Gesamtnutzungsdauer und Alter des Bauwerks (basierend auf [48])

2.6.3 Gebäudedokumentation

Eine wiederkehrende Begutachtung und Dokumentation der Bauwerkssubstanz kommen vorrangig Eigentümer:innen und Hausverwaltungen der betroffenen Liegenschaften zugute. Eine derartige Dokumentation gibt den Verantwortungsträgern einen Überblick über sicherheitsrelevante Objektmerkmale und zeigt mögliche Gefährdungspunkte während der Bewirtschaftung auf. Gemäß §1319 ABGB besteht eine sog. *Verkehrssicherungspflicht*, die Besitzer eines Bauwerks dazu verpflichtet

ausreichende Vorkehrungen zu treffen, um Sach- oder Personenschäden aufgrund mangelhafter Instandhaltung zu vermeiden. In diesem Zusammenhang hat sich die Objektsicherheitsprüfung nach ÖNORM B 1300 [55] (Wohngebäude) und ÖNORM B 1301 [56] (Nicht-Wohngebäude) sowie die Erstellung eines Bauwerksbuchs nach § 128 WBO etabliert. Beide Verfahren dienen der Erfassung von lebenszyklusrelevanten Informationen eines Bauwerks und sollen Entscheidungen über zukünftige Instandhaltungsmaßnahmen erleichtern. Es handelt sich in beiden Fällen um zerstörungsfreie Überprüfungen.

Objektsicherheitsprüfung nach ÖNORM B 1300 [55] und ÖNORM B 1301 [56]

Objektsicherheitsprüfungen dienen gemäß ÖNORM B 1300 [55] der „*Sicherstellung eines sicheren Gebäudezustands*“ ([55], S. 15). Zu diesem Zweck wurde eine Normengrundlage geschaffen, um die wichtigsten Untersuchungen zu standardisieren und Handlungsvorschriften für in-situ-Begehungen festzulegen. Je nach Art und Zustand des Bauwerks sind individuelle Sicherheitsevaluierungen in unterschiedlichen Überprüfungszyklen durchzuführen.

Der wesentliche Unterschied der beiden Normenwerke liegt in der getrennten Betrachtung von Wohngebäuden und Nicht-Wohngebäuden, wobei die zugrundeliegende Beurteilung der Gebäudeeigenschaften ident ist. Bei einer Objektsicherheitsprüfung ist die Durchführung von regelmäßigen Prüfprotokollen ein wesentlicher Bestandteil für die Objektbewirtschaftung. Für die Festlegung der Routinen wird ein schrittweises Vorgehen vorgegeben, das den weiteren Begutachtungsumfang regelt. Abbildung 2.8 zeigt eine Übersicht über Objektsicherheitsprüfungen in chronologischer Reihenfolge. Zuerst werden die Fachbereiche der Objektsicherheit am betrachteten Bauwerk festgelegt.

Die Unterteilung erfolgt in vier Hauptbereiche:

- Technische Objektsicherheit (F1)
- Gefahrenvermeidung und Brandschutz (F2)
- Gesundheits- und Umweltschutz (F3)
- Einbruchschutz und Schutz vor Außengefahren (F4)

Im weiteren Verlauf werden jene Elemente der Objektsicherheit definiert, welche am konkreten Objekt vorzufinden sind. Dabei kann zwischen folgenden Definitionen unterschieden werden:

- bauliche Elemente der Objektsicherheitsbelange (E1), z. B. Fassade
- technische Anlagen der Objektsicherheitsbelange (E2), z. B. Brandmeldeanlagen
- organisatorische Elemente der Objektsicherheitsbelange (E3), z. B. Brandschutzplan

Auf Basis dieser Elemente können Objektsicherheits-Checklisten erstellt werden (Objektsicherheits-Dokumentation), die als Grundlage für laufende Überprüfungen dienen und in festgelegten Prüfzyklen, während der in-situ-Begehungen auszufüllen sind (Objektsicherheits-Prüfprotokolle). Es wird zumindest eine jährliche Begutachtung empfohlen. Die Ergebnisse der Prüfprotokolle sind fortlaufend und in chronologischer Reihenfolge abzulegen und für mindestens zehn Jahre aufzubewahren. Bei der Ablage ist darauf zu achten, dass die Nachvollziehbarkeit der Ergebnisse zu jeder Zeit gegeben ist. Beispiele für mögliche Checklisten sind in ÖNORM B 1300 [55] für die Fachbereiche F1 und F2 zu finden.

Für die Identifizierung der erforderlichen Objektsicherheits-Elemente ist die Sammlung sicherheitsrelevanter Objektinformationen erforderlich. In Hinblick auf die bautechnisch-relevanten Eingangsdaten kann aus einer Bestandserhebung eine Vielzahl von Informationen generiert

werden. In Abbildung 2.9 sind die wesentlichen Bestandteile einer solchen Basisdatensammlung dargestellt. Grundlegende Informationen des Bauwerks werden über die Hauptuntersuchungen im Rahmen der Bestandserhebung abgedeckt, wobei produktbedingte Daten üblicherweise durch Dritte ergänzt werden. Bei der Erstellung der Basisdatensammlung ist die jeweils geltende Rechtslage zu berücksichtigen.

Vcelouch [81] erwähnt nachteilig, dass eine Objektsicherheitsprüfung nach ÖNORM B 1300 [55] derzeit nicht im Gesetz vorgeschrieben ist und deshalb ausschließlich als Empfehlung zu verstehen ist. Pflichtbewusste Eigentümer:innen sollten sich trotzdem an den zur Verfügung stehenden Dokumenten orientieren, um sich im Schadensfall keiner groben Fahrlässigkeit schuldig zu machen.

Bauwerksbuch nach § 128 Wiener Bauordnung

Ein Bauwerksbuch ist seit der Wiener Bauordnungsnovelle 2014 vorgeschrieben, wobei die Rechtsprechung in § 128 Abs. 1 WBO folgende Definition liefert:

Der Eigentümer eines Gebäudes ist, unbeschadet seiner Überprüfungspflicht gemäß § 129 Abs. 5, nach Maßgabe der folgenden Absätze verpflichtet, ein Bauwerksbuch zu erstellen und die darin für Bauteile, von denen bei Verschlechterung ihres Zustandes eine Gefährdung des Lebens oder der Gesundheit von Menschen ausgehen kann (insbesondere Tragwerke, Fassaden, Dächer, Geländer und Brüstungen) vorgesehenen Überprüfungen fristgerecht vornehmen zu lassen.

Des Weiteren schreibt die Bauordnung für Wien vor, dass das Bauwerksbuch für Bauvorhaben nach § 60 Abs. 1 lit. a (bewilligungspflichtige Bauvorhaben: Neu-, Zu- und Umbauten) von Gebäuden mit mehr als zwei Hauptgeschoßen, spätestens bis zur Erstattung der Fertigstellungsanzeige, „von einem Zivilttechniker oder einen gerichtlich beeideten Sachverständigen für das einschlägige Fachgebiet“ (vgl. § 128 Abs. 2 WBO) zu erstellen ist. Gemäß § 129 Abs. 2 gilt diese Dokumentationspflicht auch für Bestandsgebäude. Folgende Daten hat ein Bauwerksbuch zumindest zu enthalten (vgl. § 128 Abs. 3 WBO):

- gebäudebezogene Daten aus den Baubewilligungen und Fertigstellungsanzeigen
- Bezeichnung der Bauteile, die einer regelmäßigen Überprüfung zu unterziehen sind
- Zeitpunkt der erstmaligen Überprüfung, sowie Intervalle zu nachfolgenden Überprüfungen
- Voraussetzungen, die die überprüfenden Personen zu erfüllen haben
- Ergebnisse der durchgeführten Überprüfungen mit Ausnahme jener Überprüfungen, die für Bauteile nach anderen bundes- oder landesgesetzlichen Vorschriften durchzuführen sind.

Das Hauptaugenmerk liegt auf der Prüfung der Bauteile, „von denen bei Verschlechterung ihres Zustandes eine Gefährdung des Lebens oder der Gesundheit von Menschen ausgehen kann (insbesondere Tragwerke, Fassaden, Dächer, Geländer und Brüstungen)“ (vgl. § 128 Abs. 1 WBO). Die Kammer der Architekten und Ingenieurkonsulenten für Wien hat in Zusammenarbeit mit dem Hauptverband der Gerichtssachverständigen, abgestimmt mit der MA 37, eine Erläuterung zum Bauwerksbuch [41] herausgegeben, in dessen Anhang die wesentlichen Bauteile angeführt sind. Das Ziel der Bauteiluntersuchungen ist es, sicherheitsrelevante Mängel frühzeitig zu erkennen. Die Überprüfung erfolgt in der Regel augenscheinlich und zerstörungsfrei. Der Umfang der Überprüfungen hat entweder für alle Bauteile zu erfolgen oder über einen Stichprobenumfang geregelt zu werden. Stichproben sind bei Bedarf zufällig zu wählen, wobei hochbeanspruchte Bereiche übergewichtet werden sollten.

Überprüfungen sind je nach Art und Umfang von unterschiedlichen Prüfern zu begutachten. Folgende Qualifikationen werden im Bauwerksbuch unterschieden:

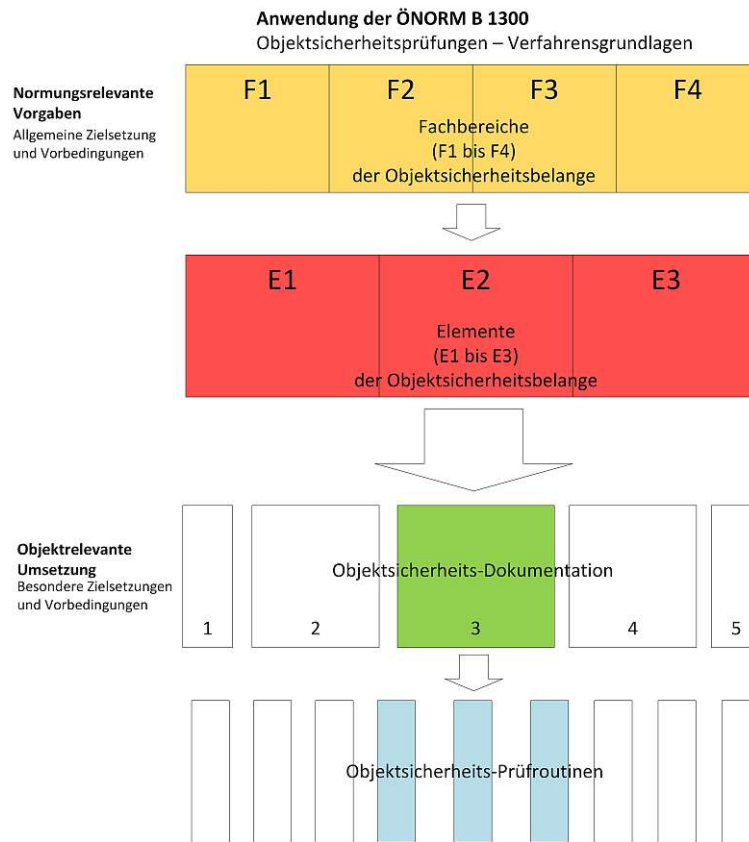


Abb. 2.8: Übersicht über Objektsicherheitsprüfungen für Wohngebäude bzw. einer Gesamtanlage nach ÖNORM B 1300 [55]

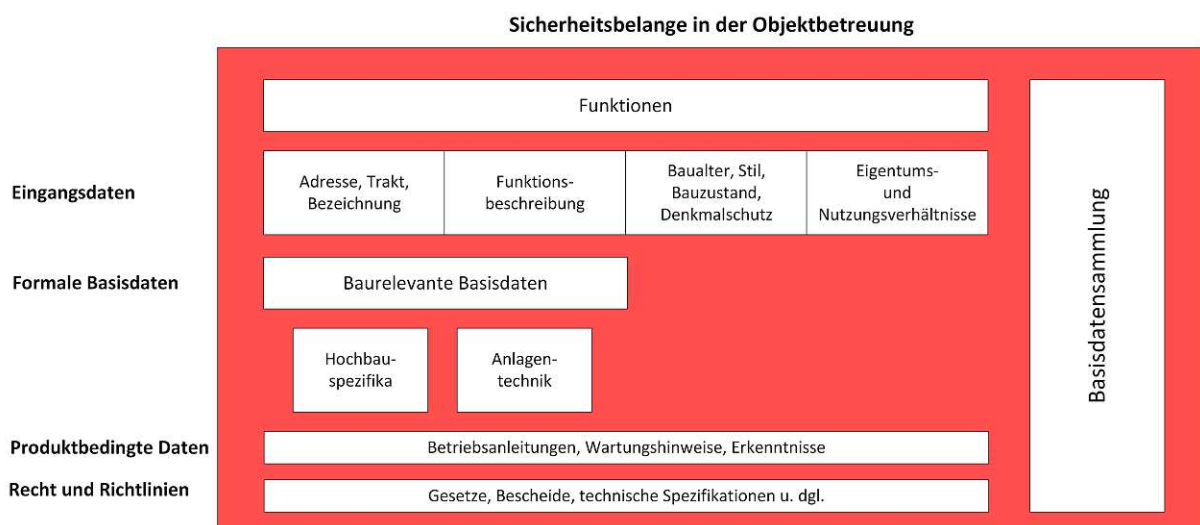


Abb. 2.9: Bestandteile der Basisdatensammlung nach ÖNORM B 1300 [55]

1. Bauwerkskontrolleur (für einfache Untersuchungen)
2. Fachmann (für vertiefte Untersuchungen)

Das Bauwerksbuch kann nach [41] als gesetzliche Verankerung der Objektsicherheitsprüfung nach ÖNORM B 1300 [55] verstanden werden, wobei die Dokumentation an keine spezielle Form gebunden ist. Die Überprüfung beschränkt sich dabei nur auf ausgewählte Bauteile und erfüllt nicht den vollen Umfang von ÖNORM B 1300 [55]. Das Bauwerksbuch soll das Ziel erfüllen, dass die Eigentümer von Bauwerken für die Verpflichtung zur Instandhaltung sensibilisiert werden und die Behörde dessen Umsetzung kontrollieren kann.

In der Praxis wird das Bauwerksbuch dieser Zielsetzung nicht gerecht. Es kommt zwar zur Erstellung eines Bauwerksbuchs, allerdings wird dieses von der Behörde nur in seltenen Fällen kontrolliert und deswegen sehr einfach gehalten. Dazu kommt, dass der Nutzen von Gebäudeeigentümern nicht verstanden wird. Meist wird das Bauwerksbuch als „überflüssige Verpflichtung“ abgetan. Diese Einschätzung wurde in den Experteninterviews vielfach vertreten (siehe Kapitel 3.4).

2.7 Bedeutung für die Projektabwicklung

Klassische Bauvorhaben gliedern sich in verschiedene Teilbereiche, in denen unterschiedliche Leistungen und Anforderungen an die Projektbeteiligten gestellt werden. Diese Bereiche reichen von der ersten überschlägigen Projektkonzeption über die Einreichplanung bis hin zur detailgenauen Planung und Ausführung von Bauleistungen. Die Definition der einzelnen Abläufe ist nicht genormt, wodurch die Grenzen zwischen einzelnen Bereichen nicht eindeutig abgegrenzt werden können. Die Wirtschaftskammer Österreich (WKO) hat dazu einen Leitfaden [72] entwickelt, um den Ablauf eines Bauvorhabens möglichst strukturiert abzubilden und eine transparente Grundlage zur Kostenabschätzung von Dienstleistungsverträgen zu schaffen. Die Gliederung von Projekten erfolgt dabei in Leistungs- und Projektphasen, in Anlehnung an das Werk „Leistungsmodelle.Vergütungsmodelle“ von Lechner [45]. Bestandserhebungen können den Planungsleistungen zugeordnet werden, weshalb in weiterer Folge ausschließlich auf die Sphäre der klassischen Planungsleistungen eingegangen wird.

Folgende Leistungs- (LPH) und Projektphasen (PPH) werden gemäß Leitfaden [72] unterschieden:

- Projektphase 1 (PPH1): Projektvorbereitung
- Projektphase 2 (PPH2): Planung
 - LPH1: Grundlagenanalysen
 - LPH2: Vorentwurf
 - LPH3: Entwurf
 - LPH4: Einreichplanung
- Projektphase 3 (PPH3): Ausführungsvorbereitung
 - LPH5: Ausführungsplanung
 - LPH6: Ausschreibung und Mitwirkung an der Vergabe
- Projektphase 4 (PPH4): Ausführung
 - LPH7: Begleitung der Bauausführung

- LPH8: Örtliche Bauaufsicht
- Projektphase 5 (PPH5): Abschluss
 - LPH9: Objektbetreuung

Die Projektphasen stellen einen groben Ablaufplan von üblichen Bauvorhaben dar und können je nach Erfordernis um projektspezifische Meilensteine (z. B. Einreichung bei der Behörde) ergänzt werden. Die Leistungsphasen stellen hingegen einen konkreten Bezug zu den zu erbringenden Planungsleistungen (Tätigkeiten) her. Diese Leistungen können je nach Projekt in *Grundleistungen* und *Optionale Leistungen* unterschieden werden. *Grundleistungen* sind dabei für jedes Projekt standardmäßig zu erbringen, wobei *Optionale Leistungen* individuell vertraglich zu vereinbaren sind [72]. Abbildung 2.10 zeigt die Vielfalt der unterschiedlichen Planungsgewerke, für die verschiedene Leistungsbilder nach Lechner [45] und Stempkowski et al. [72] zur Definition von Planungsleistungen zur Verfügung stehen.

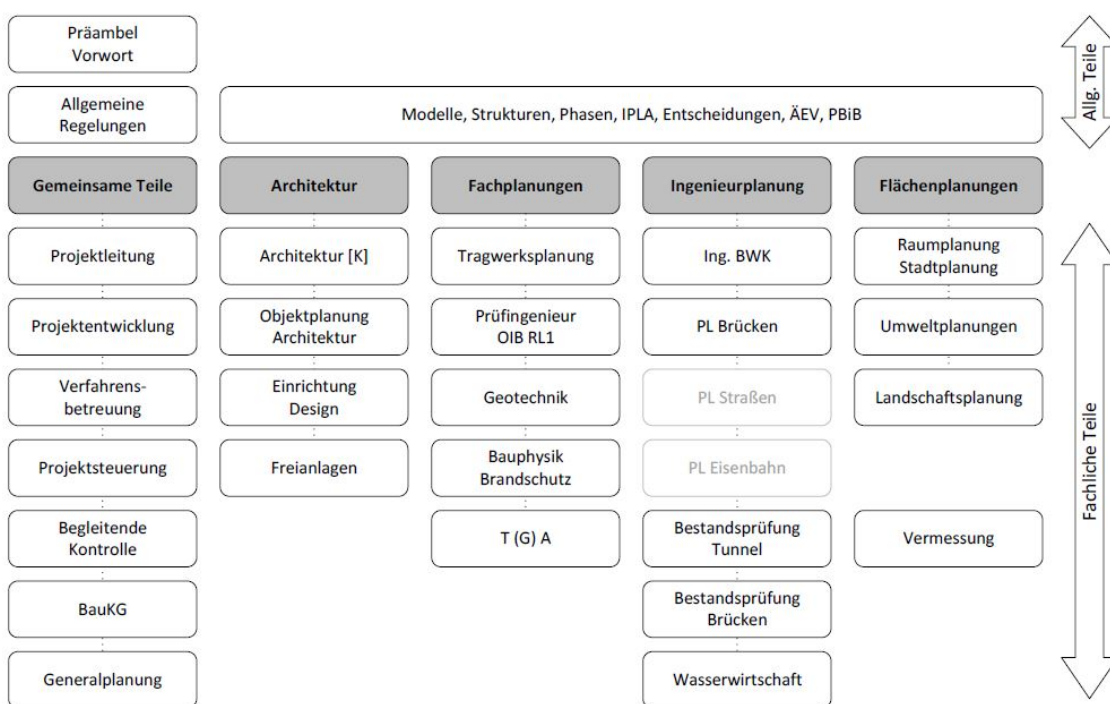


Abb. 2.10: Gewerke, für die Leistungsbilder zur Verfügung stehen (basierend auf [45])

Folgende Projektpartner treffen in der Planungsphase im Hochbau (Bestandsplanung) üblicherweise aufeinander (Gliederung gemäß Abbildung 2.10):

- Architektur (überwiegend Objektplanung)
- Fachplanungen
 - Tragwerksplanung
 - Geotechnik
 - Bauphysik, Brandschutz

- Technische Gebäudeausrüstung (TGA)
- Flächenplanungen
 - Vermessung

Die Abfolge der Projektabwicklung verläuft in chronologischer Reihenfolge, wobei die einzelnen Leistungsphasen je Projektphase schrittweise durchlaufen werden. In der Praxis weichen die Projektphasen, vor allem im Hochbau, von dieser idealen Abfolge ab. In Abhängigkeit der Größe des Bauvorhabens und der Anzahl an Projektbeteiligten können die Übergänge zwischen den Leistungsphasen fließend verlaufen oder sogar einzelne Bereiche übersprungen werden [47].

Eine Bestandserhebung ist immer dann erforderlich, wenn bestehende Bausubstanz verändert wird. Dabei variiert die Art und Tiefe der Untersuchungen je nach Umfang der Planungsmaßnahmen (vgl. OIB-Richtlinie 1 [53] siehe Abschnitt 2.2). Jedes Gewerk stellt individuelle Anforderungen an eine solche Bestandserhebung – während die Objektplanung Architektur auf geometrische Verhältnisse achtet, werden Haustechnikplaner (TGA) an vorhandenen Leitungen in Gebäuden interessiert sein. Im Bereich der Tragwerksplanung spielt die Bewertung des IST-Gebäudezustands und der abgeleiteten statisch-konstruktiven Maßnahmen die größte Rolle.

Diese individuellen Anforderungen spiegeln sich in den einzelnen Leistungsbildern der angesprochenen Gewerke wider und befinden sich am Beispiel der Tragwerksplanung nach Lechner [45] zu Beginn der Planungsphase PPH2 in der Leistungsphase LPH 1 *Grundlagenanalysen*. Abbildung 2.11 zeigt den chronologischen Ablauf eines Bauvorhabens für das Leistungsbild der Tragwerksplanung und hebt die Projektphase, in der die Bestandserhebung üblicherweise stattfindet, hervor. Wie zu erkennen ist, stellt die Erfassung der bestehenden Gegebenheiten die Grundlage für den Planungsprozess dar und hat vor der Erbringung aller nachfolgenden Leistungen zu erfolgen.

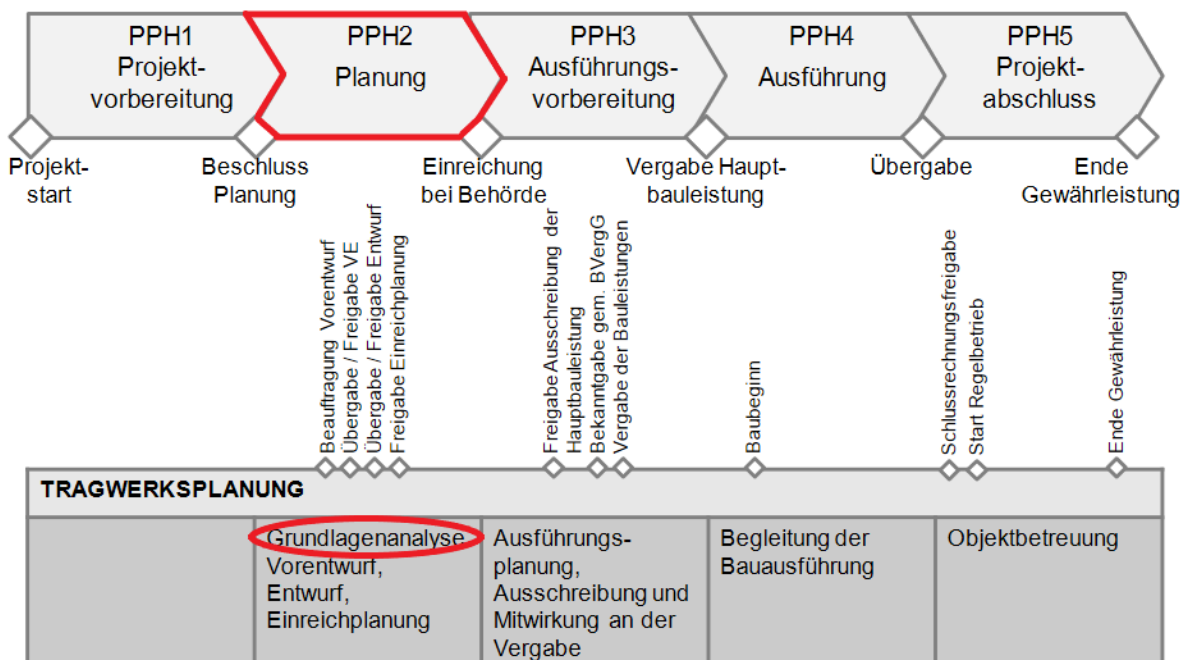


Abb. 2.11: chronologischer Ablauf eines BVH und Einordnung der Bestandserhebung in der PPH2 (basierend auf [73])

Stellenwert nach derzeitigem Leistungsbild

Lechner [45] ordnet die Erbringung der Leistung *Bestandsaufnahme/Bestandserfassung* in der LPH 1 den *Optionalen Leistungen* zu. Nach Auffassung des Autors dieser Arbeit hat die Zuordnung der Bestandserhebung bei Planungs- und Bauarbeiten im Bestand zu den *Grundleistungen* zu erfolgen. Das begründet sich daraus, dass eine gut durchdachte Umbauplanung nur unter Kenntnis der tatsächlichen Rahmenbedingungen stattfinden kann und sollte. Bei fehlenden Untersuchungen sind keine aussagekräftigen Beurteilungen für den weiteren Projektverlauf möglich. Somit kann keine ausreichende Planungsqualität gewährleistet werden, welche jedoch unbedingt anzustreben ist. Die Vereinbarung der Bestandserhebung sollte somit zwingend zum Vertragsbestandteil werden. Diese Bedeutung für den Planungsprozess ist unabhängig vom Gewerk und gilt für alle beteiligten Projektpartner bei Bauvorhaben im Bestand.

Durchführung der Bestandserhebung

Der Fokus dieser Arbeit liegt zwar vorrangig auf der Bestandserhebung im Bereich der Tragwerksplanung, allerdings gibt es nach Brusatti [14] und OIB-Richtlinie 1 [53] keinen Rechtsanspruch darauf welches Gewerk eine Bestandserhebung durchführen darf. Im Rahmen der gesetzlichen Vorschriften wird lediglich eine abschließende gutachterliche Stellungnahme gefordert. Das bedeutet in weiterer Folge, dass die Bestandserhebung von Architektur und Tragwerksplanung (oder TGA-Planung) gleichermaßen durchgeführt werden kann. Die anschließende fachliche Beurteilung unterliegt den einzelnen Fachgebieten. In diesem Sinne ist es unerheblich welche Informationen aus dem Bestandsgebäude von wem dokumentiert werden.

Donath et al. [24] ist der Auffassung, dass die geometrische Bestandserfassung (z. B. durch Vermessung) nur unter gleichzeitiger Erfassung aller relevanten Gebäudeinformationen für das Verständnis von bestehenden Bauwerken vervollständigt werden kann. Je genauer eine Aufnahme durchgeführt und bereits vor Ort durch zusätzliche Informationen ergänzt wird, desto präziser können weiterführende Aussagen für alle weiteren Planungs- und Baumaßnahmen getroffen werden. Idealerweise sollte eine Bestandserhebung alle erforderlichen Informationen in der geforderten Tiefe enthalten, die von den Projektbeteiligten gefordert werden. Die Erfassung und Bewertung sollte bestmöglich von einer erfahrenen, mit der Charakteristik von Bestandsbauwerken vertrauten Person erfolgen. Diese Anforderung steht in der Praxis oft im Widerspruch mit der Theorie, da Ingenieurkonsulenten für Vermessungswesen in der Regel keine fachliche Beurteilung durchführen und Feinheiten der Charakteristik von bestehenden Gebäuden nicht ausreichend beurteilen.

Derzeit wird die Bestandserhebung von den jeweiligen Projektpartnern selbstständig und unabhängig durchgeführt. Synergieeffekte, die sich aus der Erhebung eines Gebäudes ergeben, werden nur selten in der Projektabwicklung genutzt.

2.8 Bedeutung für die Tragwerksplanung

Aufgrund der städtebaulichen Entwicklung der letzten Jahrhunderte werden in Wien vor allem Massivkonstruktionen in Ziegelbauweise angetroffen, die ihren Ursprung in der Gründerzeit von 1850-1914 haben – sog. *Gründerzeithäuser* [8]. Die historisch gewachsene dichte Bebauung der Stadtfläche führt dazu, dass zusätzlicher Wohnraum hauptsächlich über den Um- und Ausbau von bestehenden Bauwerken geschaffen werden kann. Neubauten sind im innerstädtischen Bereich in den meisten Fällen nur in Baulücken möglich, da ein Abbruch von bestehenden Bauwerken mit großen rechtlichen Hürden einhergeht. Die Gesetzgebung sieht hier u. a. in § 60 Abs. 1 lit. d WBO sehr strenge Regulatorien für den Abbruch von bestehenden Bauwerken vor, die vor dem 01.01.1945 errichtet wurden. Diese Vorschriften dienen zum Schutz des öffentlichen Interesses (z. B. Erhaltung des örtlichen Stadtbilds).

Durch das hohe Interesse von Investierenden nach Um- und Ausbauten von bestehenden Bauwerken (siehe [23]) kommt der Bewertung von derartigen Bauwerken eine große Bedeutung zu. Die Bewertung bereitet jedoch aufgrund des Alters und Zustands der Gebäude große Schwierigkeiten unter Berücksichtigung der Normenlage: derzeit gültige Normen und Richtlinien sind zumeist auf Neubauten zugeschnitten. Der Nachweis von Standsicherheitsberechnungen unter den zusätzlichen Belastungen ist im Großteil der Fälle nicht möglich, wodurch weitreichende Verstärkungsmaßnahmen der Tragkonstruktion die Folge sind. Seit der Einführung der Eurocode-Serie EN/B 1998 (Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben) liegt der Fokus vermehrt auf der Bewertung von Tragkonstruktionen gegenüber horizontalen Belastungen. Der Begriff „Konsens“ (siehe Abschnitt 2.2.2) spielt bei der Bewertung eine sehr wichtige Rolle. Damit die statisch-konstruktive Nachweisführung durchgeführt werden kann, ist die Dokumentation der wichtigsten Tragwerkskomponenten erforderlich. ÖNORM B 4008-1 [61] unterstützt die Tragwerksplanung weiter durch Nachweiskonzepte, die sich speziell auf den baulichen Bestand konzentrieren.

Tabelle 2.12 zeigt die unterschiedlichen Teilschritte nach Kolbitsch [43], die für die Tragwerksplanung von größter Bedeutung sind und welche Zielsetzungen dadurch jeweils angestrebt werden. Kolbitsch [43] bezieht sich ausschließlich auf die Erdbebenbewertung. Eingeklammerte Werte wurden vom Autor dieser Arbeit ergänzt, um hervorzuheben, dass die dargestellten Teilschritte allgemeine Gültigkeit haben können und gleichermaßen für herkömmliche Standsicherheits- und Gebrauchstauglichkeitsberechnungen (Nachweis der vertikalen Lastableitung) verwendet werden können. Die Zusammenhänge zwischen Bestandserhebung und statisch-konstruktiver Bemessung dienen als Grundlage für die Prozessanalyse in Abschnitt 4.2.

Teilschritt	Aufwand/Relevanz	Zielsetzung
Vorerhebung (Bestandserhebung)	zeitaufwändig, für weitere Schritte unabdingbar	Bestandscharakterisierung: <ul style="list-style-type: none"> • Gesamtragwerk (Konstruktionsdetails) • Materialeigenschaften • Aussteifungssituation • Interaktion: Bauwerk - Baugrund
Aussteifungskonzept, Kapazitätsbetrachtung (Maßnahmenevaluierung)	Hoher Planungsaufwand, kann bei vorgegebenem Planungskonzept entfallen	Generelle Festlegung von Maßnahmen, Festlegung des Versagensmechanismus, Grundlage für Detailbemessung
Detailplanung	i. d. R. unabdingbar	Pläne und statische Angaben für LV und Durchführung
Begleitende Kontrolle	objektabhängig	Minimierung der Ausführungsmängel
Schlussabnahme	objektabhängig	Sicherstellung für Auftraggeber

Abb. 2.12: Ablauf der Planung im Bestand in Teilschritten (basierend auf [43])

Durch die Untersuchung von einzelnen Bauteilen oder ganzen Bauwerken legt die Bestandserhebung die Eingangsparameter für die statische Berechnung fest. Aufbauend auf diesen Informationen werden rechnerische Nachweise gemäß den geltenden Normen und Richtlinien geführt und gegebenenfalls erforderliche Verstärkungsmaßnahmen für das Bauteil oder das Bauwerk festgelegt.

2.9 Konstruktionsmerkmale von Gründerzeithäusern

Gründerzeithäuser stellen ca. 20 % der Bestandsbauwerke in Wien dar (siehe [71]), weshalb es häufig zu Untersuchungen dieser Bauwerke kommt. Dementsprechend werden derartige Gebäude vielfältig in der Literatur behandelt. Die folgenden Abschnitte gehen deshalb auf die geschichtliche

Entwicklung, typische Merkmale und Untersuchungspunkte von klassischen Gründerzeithäusern ein.

2.9.1 Geschichtliche Entwicklung

Als Gründerzeit wird nach Bauer [8] jener Zeitraum zwischen 1850 und 1914 bezeichnet, in dem die Stadtentwicklung Wiens durch die Industrialisierung und den damit einhergehenden wirtschaftlichen Aufschwung geprägt war. Während dieser Zeit erlebte die Stadt Wien nicht nur ein außerordentliches Bevölkerungswachstum, sondern erbaute auch die bis heute bestehenden Hochquellwasserleitungen. Weitere Merkmale aus dieser Zeit sind die Überwölbungen der Wiener Bäche und die Entstehung neuer Bauordnungen. Die Epoche lässt sich in Abhängigkeit der Wohnbautätigkeit und dem örtlichen Entwicklungsgebiet in drei unterschiedliche Phasen einteilen. Die folgenden Inhalte stellen eine Zusammenfassung von Bauer [8] dar, wenn keine weiteren Quellenangaben angeführt werden.

Frühgründerzeit (1840–1870)

Erste Bautätigkeiten begannen im Jahr 1840 und beschränkten sich auf den Neubau von Wohngebäuden im Bereich der alten Vorstadtkasernen [62]. Etwa 75 % der bestehenden Bausubstanz wurde damals abgetragen. Der verbleibende Bestand wurde in Form von Umbauten in die Stadtentwicklung miteinbezogen. Die häufigsten Änderungen an bestehenden Bauwerken zu dieser Zeit waren Zubauten, Aufstockungen und Verbauungen von Hof- und Gartenflächen. Bei Gebäuden aus der Frühgründerzeit kann es durchaus vorkommen, dass das Erdgeschoß aus einer früheren Epoche stammt und die Materialfestigkeiten des Mauerwerks geschoßweise stark variieren. Eine weitere Charakteristik dieser Zeit ist, dass die Einbindetiefe der Fundamente nur wenige Ziegelscharen beträgt. Die Fassaden der damals errichteten Bauwerke waren einheitlich und schmuckarm gestaltet [62].

Hochgründerzeit (1870–1890)

Die Hochgründerzeit ist nach [62] stark durch die Repräsentation nach außen geprägt. Private Bauherren orientierten sich immer mehr an öffentlichen Monumentalbauwerken der Ringstraße und betonten ihren Individualismus über die Fassaden ihrer Bauwerke. Dabei wurden mehrere stilistische Mittel angewendet, wie eine starke Gliederung von Baukörpern, plastischem Dekor und die Anordnung von industriell vorgefertigten Fassadenelementen. Der Jugendstil fand Einzug in die Avantgarde der Bevölkerung und in öffentlichen Stadtbauwerken. Die Baulandschaft hatte zwei wesentliche Zwecke zu erfüllen: Repräsentation und die bestmögliche Ausnutzung der immer teurer werdenden Bauplätze. Es fand eine „*Nobilitierung des Zinshauses zum Wohnpalast*“ statt. Dieser Wandel wurde von der Entstehung der ersten Gründerzeit-Villen in den noblen Randbezirken begleitet und spiegelte sich in den Bauordnungen der damaligen Zeit wider.

Angetrieben vom regelrechten Bauboom wurde 1865 der erste Ringofen für die Herstellung von Mauerziegeln im Süden von Wien errichtet. Diese Innovation erlaubte es den Ziegelwerken erstmals gleichartige aussehende Ziegel mit gleichbleibenden Festigkeitseigenschaften herzustellen. Im Jahre 1896 wurden die Ziegelwerke unter dem Namen „Wienerberger Ziegelfabrik- und Baugesellschaft“ zusammengeschlossen. Zu dieser Zeit hergestellte Ziegel sind heute durch ihre sog. *Ziegelkennzeichnung* zu erkennen.

Spätgründerzeit (1890–1918)

Als der Gürtel im Jahr 1890 angelegt wurde, setzte sich nach [62] die Eingliederung der Wiener Vororte in das Stadtgefüge fort. Es entstanden hauptsächlich Neubauten auf leeren Bauplätzen, die in eigenen Stadtvierteln zusammengeschlossen wurden. Die weiter steigenden Bodenpreise zwangen die Stadtbaumeister die vorhandene Grundfläche optimal auszunutzen. Nach Bauer [8]

regelte die Bauordnung aus dem Jahr 1883 diesbezüglich in § 43, dass die bebaubare Fläche bis zu 85 % Bodenfläche betragen durfte. Aus diesen Vorschriften entstanden „Doppeltrakter“ und „Straßenrakter“. Diese Bauformen waren von kleinen Lichthöfen und langen Gängen geprägt, die zu einer Verschlechterung der Wohnqualität führten. Im Gegensatz dazu etablierte sich der heimische Barock in Wien, um dem Verlangen nach Prunk weiter zu entsprechen. Vertikalität, Asymmetrie und Kopflastigkeit standen im Vordergrund [62].

In dieser Epoche wurde der sog. *Bauzonenplan* (1893) veröffentlicht, der die maximale Geschosanzahl festlegte. Dieser sah vor, dass ein Parterre plus eine vorgeschriebene Anzahl an Geschossen gebaut werden durften. Nach dessen Einführung wurden die Geschosbezeichnungen „Souterrain“, „Tief- und Hochparterre“ sowie „Mezzanin“ geprägt. Diese Geschosse galten nicht als Vollgeschosse und erlaubten eine höhere Bebauung. Abbildung 2.13 zeigt den im Jahr 1893 veröffentlichten Bauzonenplan mit Angabe der gestatteten Bebauung.

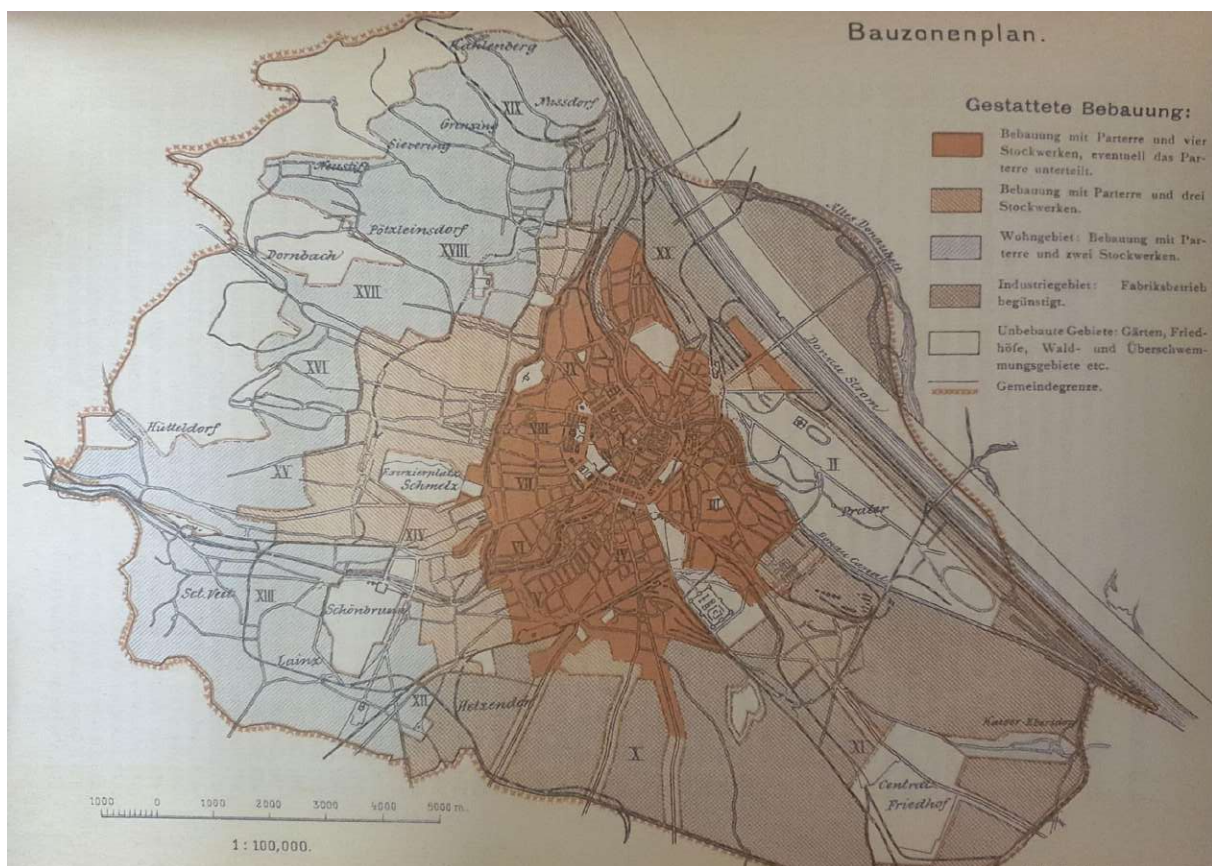


Abb. 2.13: Bauzonenplan aus dem Jahr 1893 [8]

2.9.2 Bauformen von Gründerzeithäusern

Auf Bauplatzebene setzte sich die Block-Rand-Bebauung von Grundstücksflächen durch. Dabei wurde der gesamte Wohnblock (umschlossen von vier Straßenzügen) entlang der Straßenzüge bebaut und die verbleibende Fläche im Inneren für Werkstätten oder Grünflächen genutzt [37]. Kleinere Grundstücke wurden entsprechend den örtlichen Gegebenheiten bebaut. Abhängig von Umgrenzungsflächen und Grundstücksgrößen können unterschiedliche Grundrissformen beobachtet werden. Abbildung 2.14 zeigt einen Auszug der am häufigsten ausgeführten Grundrissformen

aus der Gründerzeit für rechteckige Grundstücke. Dabei ist zu erkennen, dass mit wechselnder Traktgröße unterschiedlichste Wohnnutzflächen geschaffen werden konnten.

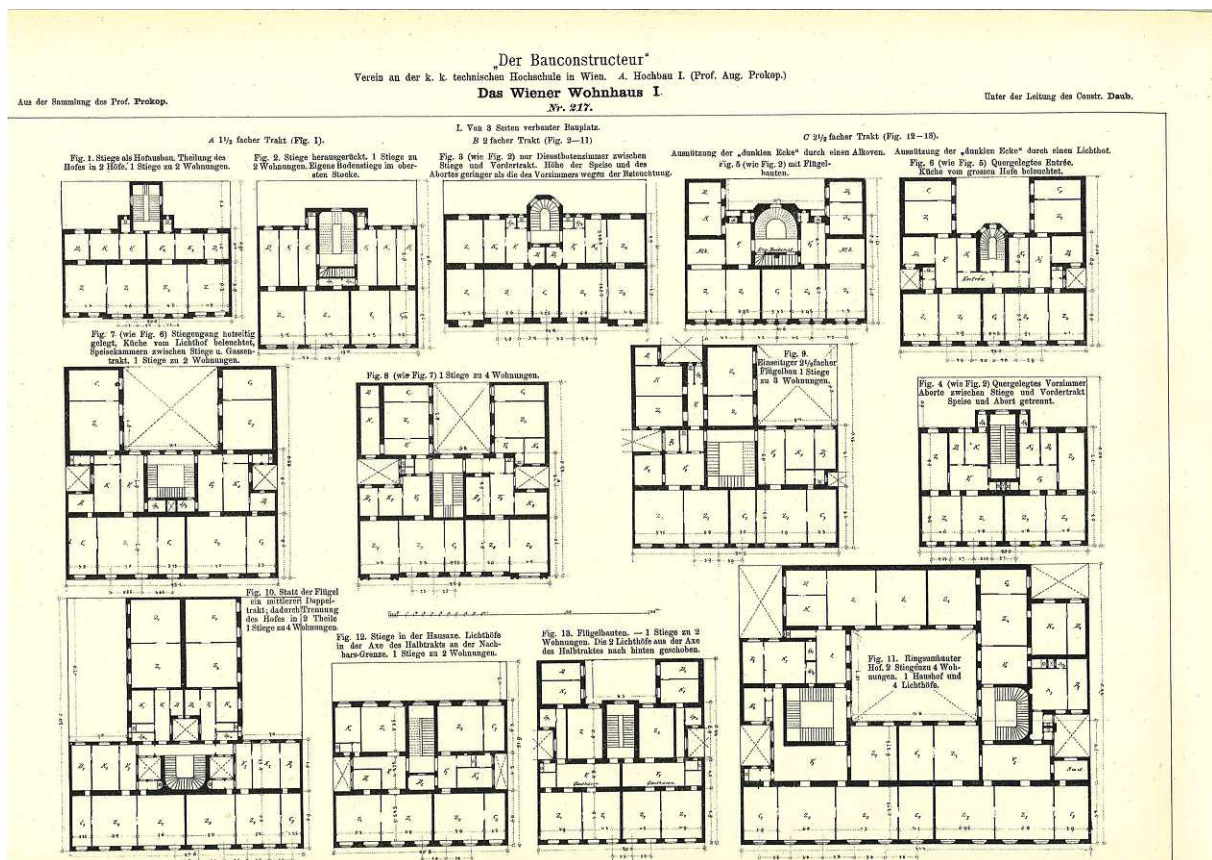


Abb. 2.14: Grundrissformen von Wiener Wohnhäusern für rechteckige Grundstücke [22]

Des Weiteren spiegelten die Grundrissgestaltung und die Anordnung der Räume den sozialen Status der Bewohnerschaft wider. Je nach Lage und Zeitpunkt der Errichtung eines Bauwerks entstanden drei grundlegende Typen von Wohnbauten (vgl. [8] und [62]).

Ringstraßenpalais (Nobelmiethaus)

Diese Gebäude befinden sich vorwiegend in Innenstadtlage sowie entlang der Ringstraße und den damaligen Ausfallstraßen [62]. Prunkvolle Fassaden wurden durch eine repräsentative Ausgestaltung der Foyers und Stiegenhäuser ergänzt. Aus finanziellen Gründen waren Teile derartiger Gebäude oft vermietet. Aus diesem Grund ergaben sich folgende typischen Nutzungen in Abhängigkeit der Grundrissform:

- Beletage (aus dem franz. *bel étage*, bedeutet „schönes Geschoß“ [9]): Wohnbereich des Hausherrn mit Familie
 - Hauptfront: Repräsentationsräume, Privatzimmer
 - Hofseite: Wirtschaftsräume, Personalzimmer (Dienstboten)
- Parterre: Geschäfts- und Büroräume
- Obere Stockwerke: Mittel- und Kleinwohnungen

Gutbürgerliches Miethaus

Vorrangig finden sich gehobene Miethäuser in den Vorstadtlagen der Stadt. Besondere Merkmale stellen die kurzen Ganglängen und die symmetrisch angeordneten Wohnungen dar. In der Spätgründerzeit erbaute Liegenschaften wurden damals bereits mit einer Liftanlage und Sanitärräumen innerhalb der Wohnungen ausgestattet [62]. Typische Wohnungen gliederten sich in folgende Räumlichkeiten:

- Vorzimmer
- 2–3 Dienerzimmer
- Nebenräume
- Kabinette (ab der Spätgründerzeit durch lange Vorzimmer)

Arbeitermiethaus

Diese Gebäude zeichnen sich durch eine hohe Anzahl von kleinen Wohnungen aus, die über lange Gangflächen zu erreichen sind [62]. Der Eingang der Wohnungen erfolgte üblicherweise über die Küche und mündete in einen Wohnraum. Sanitärräume und Wasserversorgung (Bassena) befanden sich auf den öffentlichen Gangflächen. Etwa 50 % der gesamten Wiener Wohnbebauung setzte sich aus Arbeitermiethäusern zusammen, wobei in jeder 5. Wohnung bis zu sechs oder mehr Personen lebten. Deshalb erbaute die Stadt Wien im Zeitraum zwischen 1890 und 1918 zahlreiche weitere Zinshäuser, um das Bevölkerungswachstum aufnehmen zu können. Fassadenseitig ähneln diese Bauwerke den gutbürgerlichen Mietshäusern.

2.9.3 Statische Besonderheiten von Gründerzeithäusern

Kolbitsch [42, 43] geben einen Einblick in die charakteristischen Besonderheiten von Bestandsbauwerken aus der Gründerzeit und dienen als Grundlage der folgenden Abschnitte. Klassische Gründerzeithäuser bestehen üblicherweise aus durchgängig gemauerten Außen- und Mittelwänden mit einer Trakttiefe bis zu 6,5 m (= Spannweite). Deckenkonstruktionen wurden in den Regelgeschossen in den meisten Fällen als Holzdecken ohne nennenswerter Schubsteifigkeit ausgeführt („schubweiche Decken“). In den untersten Geschoßen (speziell im Kellergeschoß) kamen hingegen häufig Ziegelgewölbedecken zum Einsatz, die eine Verteilung von Horizontallasten zulassen und deshalb als „schubsteif“ angesehen werden können. Da herkömmliche Holzdecken keine Horizontalkräfte in die aussteifenden Feuermauern übertragen konnten, wurden zwischen den tragenden Mauern sog. *Zwischenwände* in Halbstein-Dicke hergestellt, die eine Queraussteifung des gesamten Bauwerks gewährleisten. Üblicherweise liegt der Abstand der aussteifenden Zwischenwände zwischen 2–3 Fensteröffnungen. Das bedeutet, dass etwa jeder 2–3 Mauerwerkspfeiler in Querrichtung gegen Ausknicken gehalten wird (vgl. Abbildung 2.14).

Aufgrund der einsetzenden Industrialisierung während der Gründerzeit und der geringen Anzahl an verfügbaren Baustoffen sowie dazugehörigen Baumethoden weisen Gründerzeithäuser eine sehr hohe Verarbeitungsqualität auf. In der Frühgründerzeit wurden die Bauwerke noch nach tradierten Regeln ausgeführt, wobei das ausführende Personal mit den Arbeitstechniken vertraut war. Erst im Laufe des 19. Jahrhunderts kam es zur Implementierung von ersten Bauordnungen, die immer genauere Konstruktionsregeln für die Herstellung vorsahen. Die damalige Bauweise hat sich bis heute als solide und widerstandsfähig gegenüber vielfältigen Belastungen herausgestellt und zeigt, dass eine Nutzungsdauer von über 50 Jahren nicht den Einzelfall darstellt. Aufgrund von Korrosion an Bauteilen und sonstigen Veränderungen muss jedoch der gegenwärtige Zustand bewertet werden, wodurch eine Bestandserhebung unabdingbar wird.

Die Tragstruktur von Gründerzeithäusern kann nach Kolbitsch [42] in folgende Konstruktionsarten eingeteilt werden:

1. Wände – Mauerwerk
2. Hölzerne Deckenkonstruktionen
3. Massive Deckenkonstruktionen
4. Dachkonstruktionen
5. Treppenkonstruktionen

Wesentliche Merkmale der einzelnen Konstruktionen werden in den folgenden Abschnitten auf Grundlage von Kolbitsch [42] zusammengefasst und Besonderheiten, die im Zuge einer Bestandserhebung zu erwarten sind, hervorgehoben. Für zusätzliche Details zu den einzelnen Abschnitten und Konstruktionsarten wird auf weiterführende Literatur verwiesen.

2.9.3.1 Wände – Mauerwerk

Aufgehendes Mauerwerk besteht bei Hochbauten aus der Gründerzeit vorwiegend aus Ziegelmauerwerk bestehend aus künstlichen (Bau-)Steinen und Kalkmörtel (ab dem 20. Jahrhundert vermehrt Zementmörtel [43]). Das verwendete Ziegelformat wird heutzutage im allgemeinen Sprachgebrauch als „Altes Österreichisches Normalformat“ (AÖF) bezeichnet und wurde damals in der Bauordnung von 1883 mit Abmessungen von 29 x 14 x 6,5 cm (Länge x Breite x Höhe) festgelegt. Die Dimensionierung der Wandstärken erfolgte ab 1850 unter Berücksichtigung der damals gültigen Bauordnung. Abbildung 2.15 zeigt einen Vergleich der Wiener Bauordnung um 1890 mit der Berliner Bauordnung von 1897, in dem die wesentlichen Konstruktionsvorschriften für Mauerwerkswände zu sehen sind. Die Wandstärken sind für jedes Geschoß in Abhängigkeit der Art der Wandkonstruktion (z. B. Stiegenhausmauer) vorgeschrieben. Übliche Abmessungen der Wanddicke bewegen sich in 15 cm-Sprüngen von 15 cm bis 105 cm. Das Sprungmaß ergibt sich aus der Steinbreite inkl. der Breite der Stoßfuge von 1 cm. Alternativ kam die überschlägige Bemessung nach Rondelet zur Anwendung (vgl. [42], Tabelle 4.1)

Die Bestimmung der Mauerwerksfestigkeit erfolgte damals als Funktion der Steifigkeit und der Berücksichtigung des verwendeten Mörtels, ohne Beachtung der Schlankheit der Wandquerschnitte. Das Ergebnis waren die maximal aufnehmbaren (Druck-)Spannungen des Querschnitts. Heutzutage wird die Mauerwerksdruckfestigkeit für die statische Beurteilung gemäß ÖNORM B 1996-3 [58] über die Ziegel- und Mörteldruckfestigkeit bestimmt. Dabei kommen folgende Verfahren zur Bestimmung der Materialeigenschaften in Frage:

- Entnahme von Prüfkörpern
- Prüfung mit Flachpressen (Flat-Jack-Verfahren)
- Bestimmung der Komponentenfestigkeit

Bei einigen Bauwerken kann es vorkommen, dass das aufgehende Mauerwerk aus Misch- und/oder Natursteinmauerwerk besteht. Häufig sind derartige Mauerwerksverbände im Kellergeschoß zu finden. Diese Eigenheit stammt nach Bauer [8] vermutlich aus dem Mittelalter, da in dieser Zeit die Grund- und Kellermauern vorwiegend aus Bruchsteinen errichtet wurden. Ab 1600 setzte die Verwendung von Mischmauerwerk ein, die erst ab dem 19. Jahrhundert durch Ziegel als

BERLIN			WIEN		
ZIEGELMASSE (\cong NF)					
25/12/6.5 cm (REICHIFORMAT)			29/14/6.5 cm (NORMALFORMAT)		
DAMIT MAUERSTÄRKEN (UNVERPUTZT)					
STEINE	cm		cm		
1/2	12.5		15		
1	25		30		
1 1/2	38		45		
2	51		60		
2 1/2	64		75		
3	77		90		
3 1/2	90		105		

WANDSTÄRKEN F. WOHNBAUTEN F. - 4STÖCKIGE GEBÄUDE (* BO. F. BERLIN 1897 *)																				
TRAMDECKEN TRAKTTIEFE \leq 6.5 m																				
	FRONT- WAND		MITTEL- WAND		GIEBELWAND OHNE ÖFFNUNGEN		HOHE WAND		TREPPENHÄUSER		STIEGEN- MAUER		LICHT- HOF- MAUER		FEUER- MAUER		MITTEL- MAUER		BEL. HAUPT MAUER	
IV. St.	38	38	25	25	38	25	25	45	45	30	45	30	60	45						
III. St.	38	38	25	25	38	25	25	45	45	30	45	30	60	45						
II. St.	51	38	25	38	38	25	25	45	45	30	45	30	60	60						
I. St.	51	38	38	38	51	25	38	45	45	30	45	30	60	60						
EG.	64	51	38	51	51	38	38	45	45	30	45	45	75	75						
KG.	77	51	51	51	64	38	51	60	60	45	60	60	90	90						

ANDERE DECKENSYSTEME TRAKTTIEFE \leq 6.5 m			
HAUPTMAUERN			
1)	2)	3)	
		a)	b)
IV	45	45	45
III	60	45	45
II	75	45	45
I	90	45	45
EG	105	45	60
KG	120	45	75

1) GESCHOSS
2) DIPPELBAUMDECKEN
3) TRAVERSENDECKEN

a) HÖHE DES ERDGESCHOSSES \leq 5 m
b) HÖHE DES ERDGESCHOSSES > 5 m

Abb. 2.15: Vorschriften für die Herstellung von Mauerwerkswänden: Vergleich zwischen Wiener und Berliner Bauordnung [42]

Baumaterial ersetzt wurde. Die Festigkeitseigenschaften von Misch- und Natursteinmauerwerk weichen von den herkömmlichen Ziegel- und Mörteldruckfestigkeiten ab.

Zwischenwände (üblicherweise mit 15 cm Wandstärke) wurden ab dem Jahr 1880 immer häufiger aus neuartigen Materialien (z. B. Schlackenziegel) hergestellt. Diese Konstruktionen sind in Hinblick auf die geringen Festigkeitseigenschaften besonders zu beachten [43].

2.9.3.2 Hölzerne Deckenkonstruktionen

Decken über den Regelgeschossen bestehen üblicherweise aus Holzkonstruktionen, da diese durch das geringe Gewicht und die geringen Baukosten eine sehr wirtschaftliche Lösung darstellten. Aufgrund des organischen Baumaterial Holz stellen diese Decken jedoch sehr schadensanfällige Konstruktionssysteme dar, speziell gegenüber Feuchtigkeit. Generell kann in Österreich zwischen drei wesentlichen Ausführungsarten unterschieden werden:

- Dippelbaumdecken
- Tramdecken
- Tramtraversendecken

Aus Schall- und Brandschutzgründen erfolgte eine Trennung der Tragkonstruktion von der darüberliegenden Fußbodenkonstruktion in Form einer Beschüttung. Dabei kamen verschiedenste Materialien zur Anwendung, wie z. B. Bauschutt oder Schlacke. Im Dachbodenbereich wurden häufig nicht brennbare Pflastersteine oberhalb der mineralischen Beschüttung verlegt.

Die Lagesicherung und kraftschlüssige Verbindung der Decken mit den tragenden Mauern wurde durch Verschließkonstruktionen gewährleistet. Dabei handelt es sich um eiserne Stäbe mit rechteckigem Querschnitt, die einerseits in das Holz getrieben und andererseits über eiserne Verbindungen mit dem Mauerwerk verbunden werden. In Abhängigkeit des Deckensystems variiert die Anzahl der angeordneten Verschließungen. Abbildung 2.16 zeigt die typische Ausführung von Schließen und die üblicherweise verwendeten Abmessungen derselbigen.

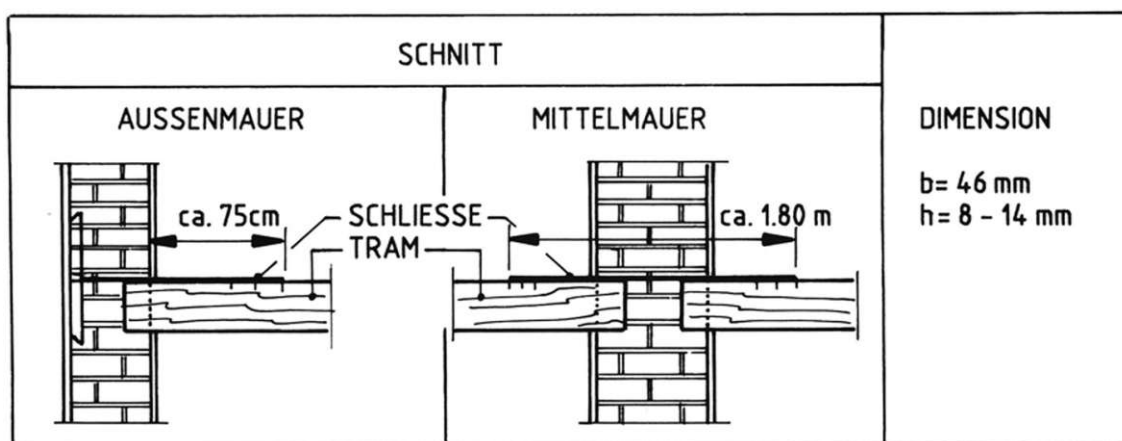


Abb. 2.16: Darstellung von typischen Verschließkonstruktionen bei Holzdecken [42]

Dippelbaumdecken

Diese Deckenkonstruktionen zeichnen sich durch Mann an Mann verlegte Balken aus Fichten- oder Eichenholz aus. Die Balken sind meist an der Unterseite sowie an den Seitenflächen geradlinig zugesägt oder behauen. An der Oberseite wurde die runde Baumoberfläche (ohne Baumrinde

und Bast) belassen. Durch sog. *Dippel* aus Eichenholz (oder *Diebel*) konnte eine konstruktive Lagesicherung zwischen den Balken erzielt werden. Abbildung 2.17 zeigt relevante Merkmale einer derartigen Deckenkonstruktion. Typische Spannweiten reichen von 5 – 10 m in Abhängigkeit der Querschnittsabmessungen (vgl. [42], Abbildung 5.3)

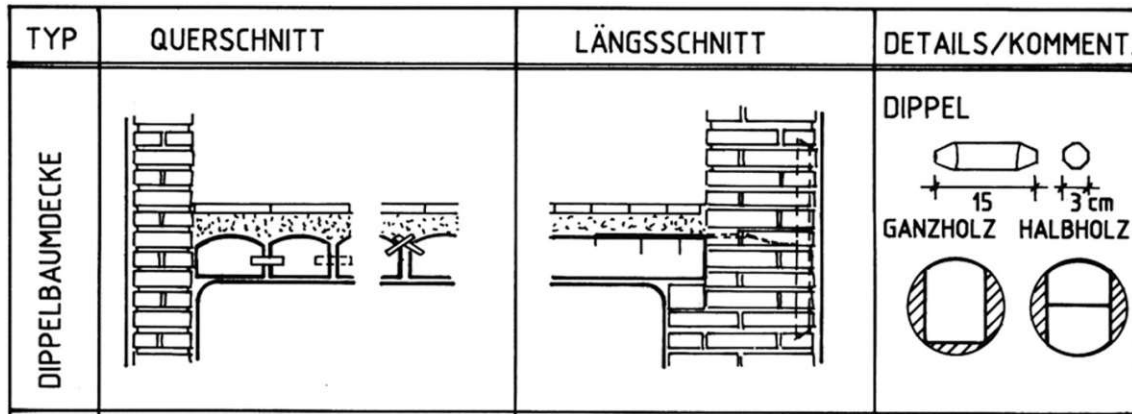


Abb. 2.17: Darstellung einer typischer Dippelbaumdecke von Gründerzeithäusern [42]

Mit der Einführung neuer Bauvorschriften im Jahr 1859 wurden Dippelbaumdecken vor allem als oberste Geschoßdecke (Abschluss zum Dachraum) verwendet. Diese Verwendung resultierte hauptsächlich aus den Brandschutzanforderungen, da durch die Wahl von Mann an Mann verlegten Zwischendecken keine Zwischenräume in Deckenebene entstanden. Im Falle eines Brands konnte so erreicht werden, dass abstürzende Bauteile auf der obersten Deckenebene liegen bleiben [43]. Bei Tramdecken besteht die Gefahr des Durchbrechens der Schalung aufgrund der hohen Tramabstände. In Ausnahmefällen kann es vorkommen, dass Zwischendecken aus Dippelbäumen bestehen.

Die Auflagerausbildung erfolgt bei Dippelbaumdecken durch das Auslassen einer Ziegelreihe im Mauerwerk. Dadurch ergibt sich eine durchgehende Auflagertiefe von ca. 15 cm (Ziegelbreite). Im Bereich von Kaminen und sonstigen Deckenöffnungen (z. B. Stiegen) sind oft sog. *Auswechslungen* anzutreffen, da die Auflagerköpfe hier nicht direkt aufgelagert werden konnten. Auswechslungsträger verteilen die Lasten aus den betroffenen Balken in die benachbarten Haupttragelemente. Abbildung 2.18 veranschaulicht die Anordnung von Auswechslungen für Dippelbaumdecken.

Tramdecken

Im Gegensatz zu den Dippelbaumdecken bestehen Tramdecken aus vierseitig geradlinig beschlagenen Balken (sog. *Träme*), die im Abstand von bis zu 90 cm verlegt wurden. Die Träme bestehen vorrangig aus Tannen- oder Kiefernholz. Über die Jahre entwickelten sich mehrere Typen von Tramdecken mit unterschiedlichen Anwendungsgebieten. Abbildung 2.19 gibt einen Überblick über die in Österreich am häufigsten verwendeten Konstruktionen. Tramdecken mit versenkter Sturzschalung kamen vermehrt in Bauwerken mit niedrigem Wohnstandard zur Anwendung, da durch diese Bauform die Konstruktionshöhe verringert werden konnte. Fehltramdecken fanden häufig ihren Weg in hochwertige Repräsentativbauten, um die schwere (prunkvolle) Deckenunterseite von der eigentlichen Tragkonstruktion zu entkoppeln. Typische Spannweiten reichen von 2 – 7 m in Abhängigkeit der Querschnittsabmessungen (vgl. [42], Abbildung 5.3)

Weitere Varianten von Tramdecken stellen die sog. *Windel- oder Wickelböden* dar. Diese Deckenkonstruktionen kamen vorrangig in Deutschland zur Anwendung und werden aufgrund der Seltenheit in Österreich nicht näher erläutert.

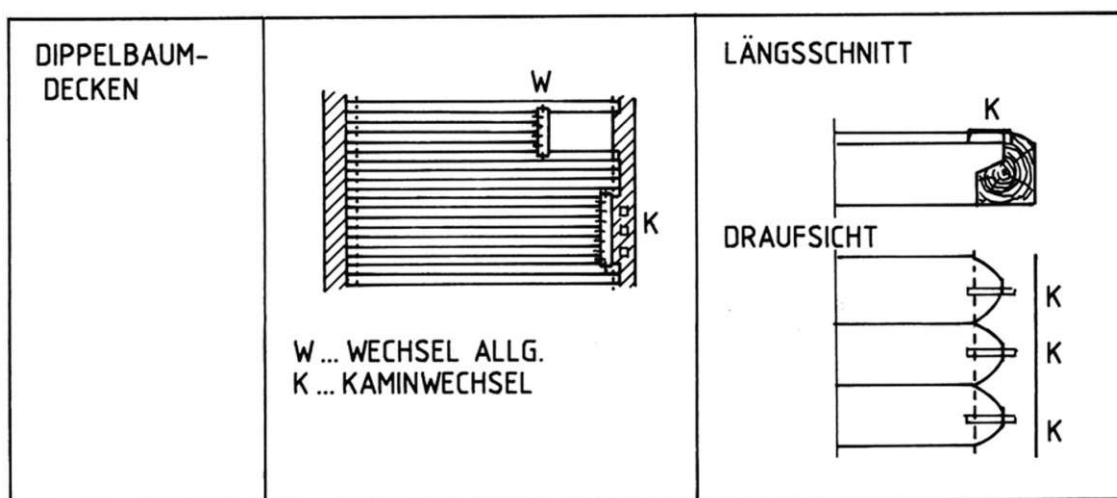


Abb. 2.18: Darstellung von typischen Auswechslungen bei Dippelbaumdecken [42]

Holzbalken sollten nicht direkt auf dem Mauerwerk aufliegen, weshalb sich die Ausführung von sog. *Tramschutzkopfkästchen* (umgangssprachlich „Tramkasteln“ [43]) etabliert hat. Zusätzlich wurden die Balkenköpfe ab dem Ende des 19. Jahrhunderts mit Karbolineum getränkt, um einen Feuchteintrag in das Holz zu verhindern. Analog zu den Dippelbaumdecken ist eine direkte Auflagerung im Bereich von Kaminen und Deckenöffnungen nicht möglich, weshalb auch hier auf die Ausführung von Auswechslungsträgern gesetzt wurde (vgl. Abbildung 2.18).

Tramtraversendecken

Derartige Deckensysteme stellen den Übergang zu den massiven Deckenkonstruktionen dar und fanden ab etwa 1870 erste Verwendung. Wesentliches Merkmal ist die Verlegung von eisernen Trägern im Abstand von etwa 3 m in Hauptspannrichtung. In Nebenspannrichtung (zwischen den Trägern) verlaufen, analog zu den Tramdecken, hölzerne Balken im Abstand von bis zu 90 cm. Vereinzelt kann es vorkommen, dass zwischen den Trägern verdübelte Balkenlagen ausgeführt wurden (vgl. Dippelbaumdecke). Die Spannweite konnte durch den Einsatz von Tramtraversendecken erhöht werden. Abbildung 2.20 zeigt die typische Ausbildung von Tramtraversendecken, wobei auch bei diesem Deckentyp Verschleißkonstruktionen zur Anwendung kamen.

Tramtraversendecken wurden häufig bei Schul- und Verwaltungsbauten sowie Prunkbauten verwendet. In Wohnbauten sind diese Deckenkonstruktionen häufig im Bereich von Treppenhäusern oder unterhalb von Nassräumen anzutreffen [37].

2.9.3.3 Massive Deckenkonstruktionen

Massive Deckenkonstruktionen wurden häufig zur Überdeckung der Kellergeschoße verwendet, in Sonderfällen auch als Abschluss zum Dachraum (oberste Geschoßdecke). Die Bauvorschriften der damaligen Zeit sahen vor, dass die massiven Konstruktionen als Schutz vor Durchfeuchtung dienen sollten. Ein weiterer Aspekt waren die erwarteten höheren Lasten aus dem Erdgeschoß zufolge der Nutzung als Geschäfts- und Lagerräume. Folgende Arten von Deckenkonstruktionen kamen in Gründerzeithäusern zur Anwendung:

- Gewölbedecken
- flache Ziegelgewölbe („Platzeldecken“)

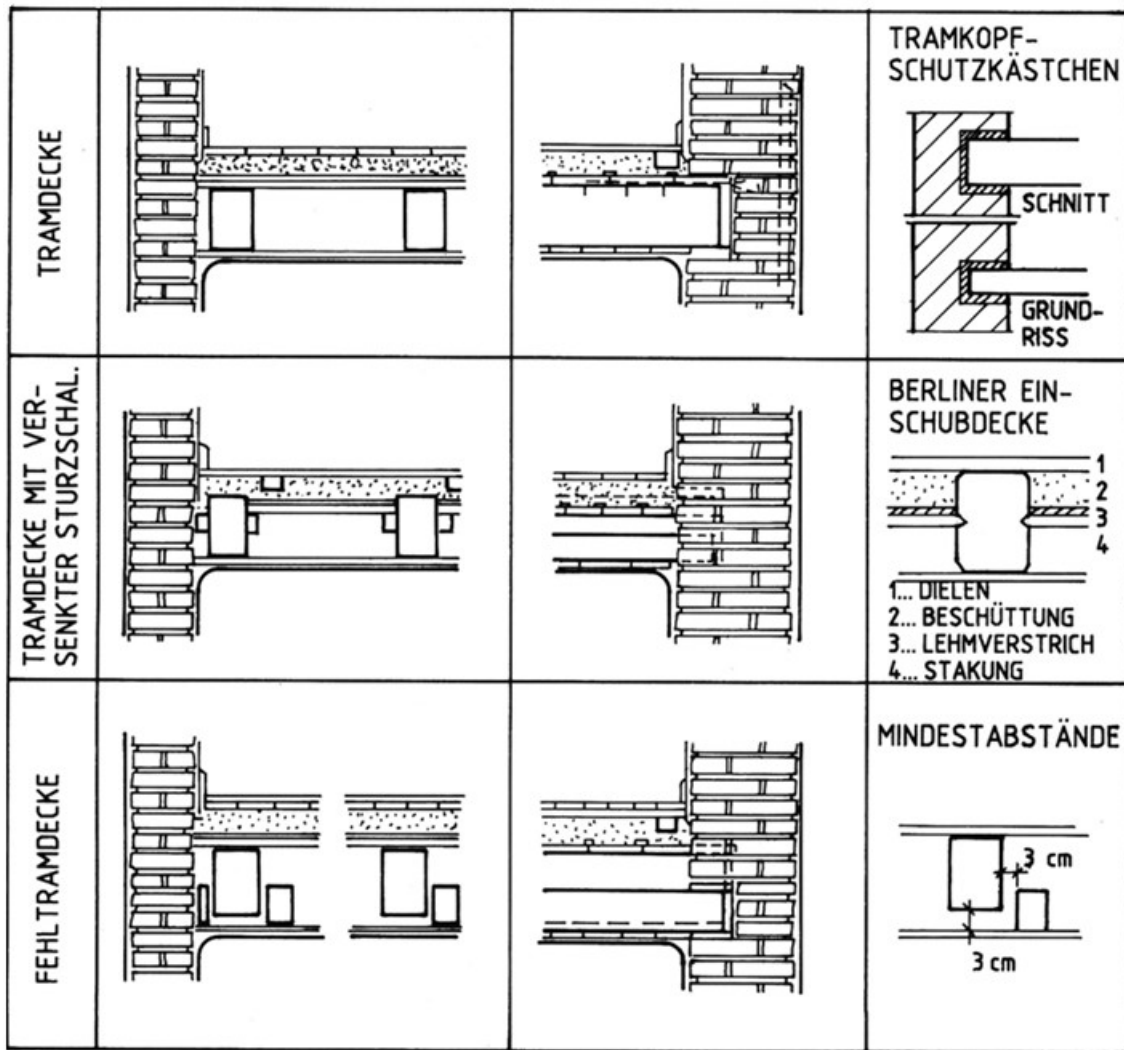


Abb. 2.19: Darstellung von typischen Tramdecken in Gründerzeithäusern [42]

- Formziegeldecken („Patentdecken“)
- Beton- und Eisenbetondecken (selten im Wohnbau)

Gewölbedecken

Der Wohnbau war von Tonnengewölben geprägt, wobei Kreuz- und Klostergewölbe hauptsächlich in Sakralbauten verwendet wurden. Letztgenannte sind für die Bestandserhebung von Gründerzeithäusern weniger relevant und werden deshalb nicht näher behandelt.

Tonnengewölbe in Wohnbauten wurden bis etwa 1855, ähnlich wie die Wände aus Mauerwerk, nach tradierten Regeln (Faustformeln) erbaut. Nach 1855 erfolgte die erste Bemessung mittels Stützlinienmethode, die wiederum zur Anwendung von Bemessungsformeln führte. Typisch für die Ausführung von Gewölben waren die großen Stärken der Widerlager. Bei geringen Widerlagerstärken kann auf die Verwendung von Gewölbeschließen geschlossen werden, die eine Reduktion des Auflagerschubs und somit geringere Widerlagerstärken benötigen. Charakteristisches Merkmal von derartigen Decken ist die Ausführung von Gurtbögen im Kellergeschoß, meist unterhalb der aussteifenden Zwischenwände. Abbildung 2.21 zeigt die Ausführung von Gewölbedecken jeweils in Tonnen- und Segmentform sowie mit und ohne Verschleißkonstruktion.

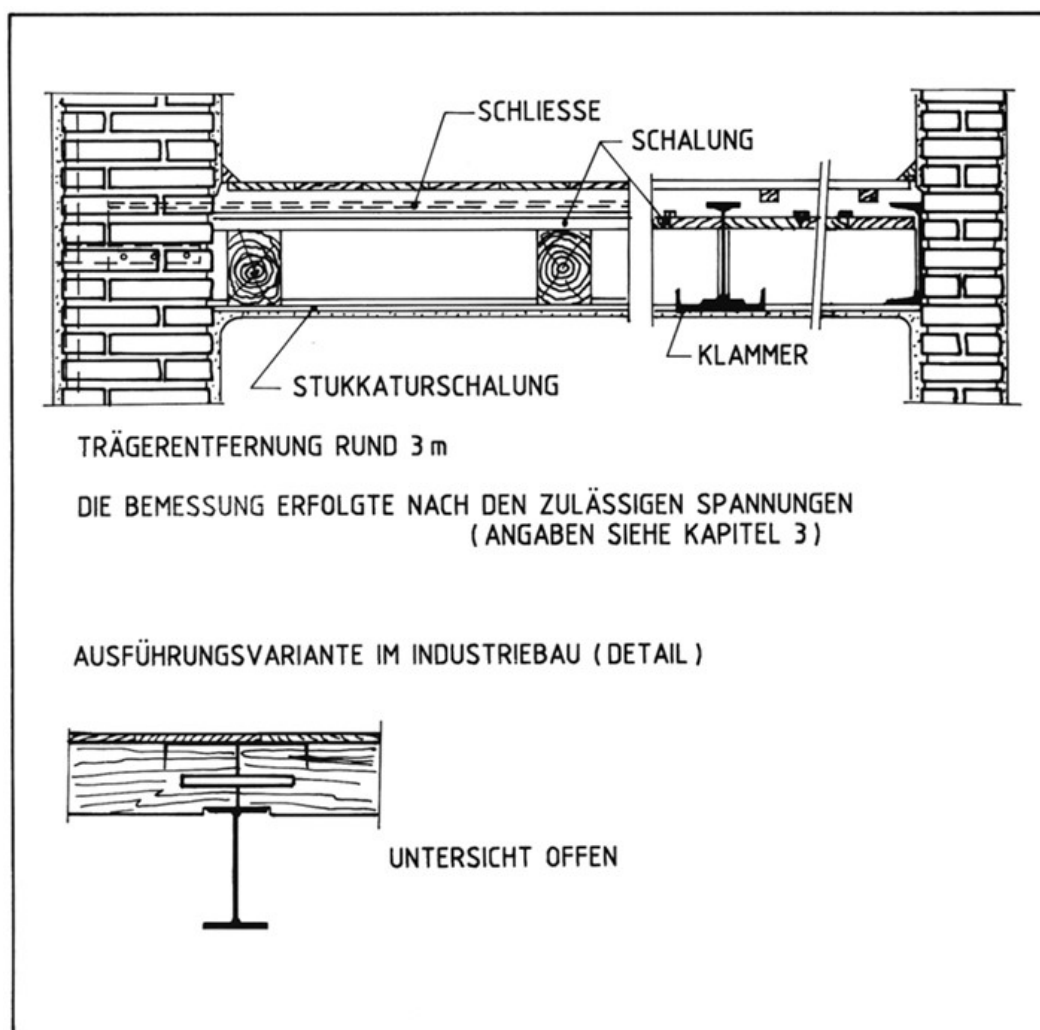


Abb. 2.20: Darstellung von typischen Tramtraversendecken in Gründerzeithäusern [42]

Durch praktische Versuche des ÖIAV (Österreichischer Ingenieur- und Architektenverein) im Rahmen des „Gewölbeausschuß“ (1890) wurde das Tragverhalten von Gewölben dokumentiert und statische Modellbildungen abgeleitet. Dabei stellte sich heraus, dass Wiederlagerverschiebungen die häufigste Schadensursache darstellen. Derartige Verschiebungen sind daran zu erkennen, dass im Scheitelbereich Risse auftreten. Bei Verformungen in Richtung des Scheitels (z. B. durch Erddruck von außen) entstehen Risse vorwiegend im Widerlagerbereich [37]. Im Zuge einer Bestandserhebung können dadurch Mängel an Gewölben festgestellt werden.

Flache Ziegelgewölbe

Gegen Ende des 19. Jahrhunderts fanden mit der Entwicklung der Eisenindustrie vorrangig flache Tonnengewölbe (preußische Kappen) zwischen gewalzten Eisenträgern (Traversen) ihre Verwendung als Decke über dem Untergeschoß. Diese Form der Decken wird auch als „Platzeldecke“ bezeichnet. In Ausnahmefällen wurde diese Konstruktionsform auch in der obersten Geschoßdecke unterhalb von Nassräumen verwendet. Balkonkonstruktionen bestehen üblicherweise ebenso aus flachen Ziegelgewölben zwischen Traversen.

Je nach verwendetem Eisenträger kann auf die Spannweite des Gewölbes bzw. die maximale Belastung (Eigengewicht inklusive Nutzlast) geschlossen werden (vgl. [42], Tabelle 6.2). Abbildung

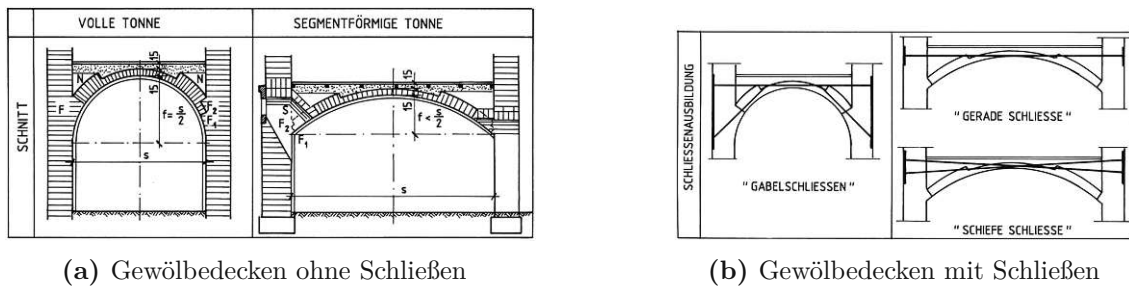


Abb. 2.21: Darstellung von Gewölbedecken in Gründerzeithäusern [42]

2.22 stellt die typischen Merkmale derartiger Konstruktionen dar. Zusätzlich ist zu erkennen, dass für den Brandschutz spezielle Flanschziegel verwendet wurden, um die Walzträger vor Brand zu schützen (vgl. Sonderstein, Ummantelung mit Mörtelbeton). Als feuersicher galten diese Decken jedoch nur in Verbindung mit einem Schutz von Ober- und Unterflansch. Des Weiteren geht hervor in welchen Abständen, in Abhängigkeit der Spannweite, mit Schließenkonstruktionen zu rechnen ist.

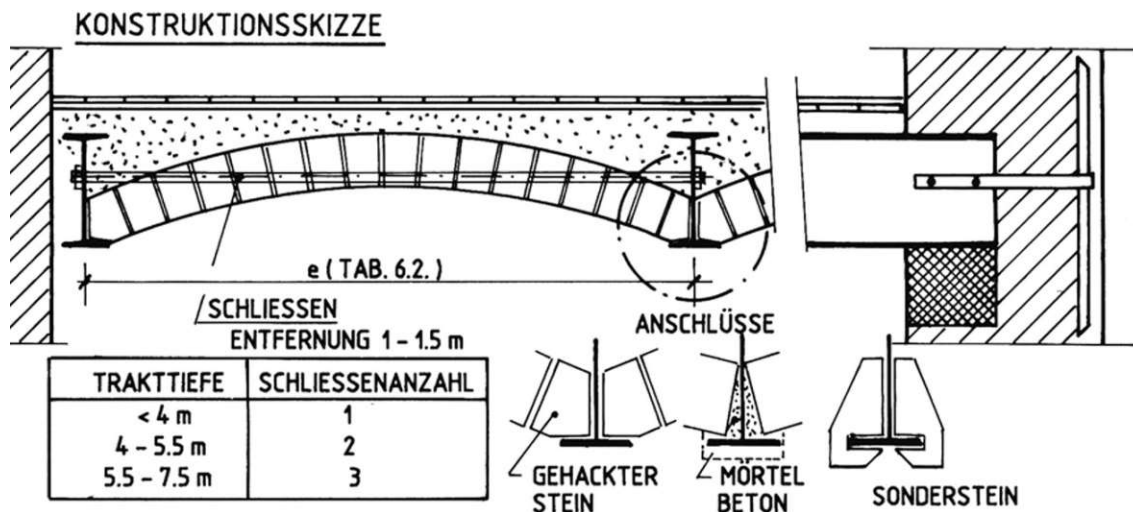


Abb. 2.22: Konstruktionsskizze von flachen Ziegelgewölben in Gründerzeithäusern [42]

Formziegeldecken („Patentdecken“)

Formziegeldecken gelten als Weiterentwicklung der flachen Ziegelgewölbe. Der größte Vorteil lag darin, dass die Deckenkonstruktionen bereits eine ebene Untersicht hatten. Ähnlich den Gewölbedecken kamen zwischen den Eisentraversen vorgefertigte Ziegelformen zum Einsatz, die mittels Falzen miteinander verbunden wurden. Abbildung 2.23 zeigt beispielhaft eine Ausführungsvariante der Formziegeldecken inklusive Angaben zur Bemessung. Zum Zeitpunkt der Verwendung kam eine Vielzahl von ähnlichen Deckenkonstruktionen zur Anwendung.

Diese Deckenkonstruktionen entsprechen kaum den aktuellen Konstruktionsvorgaben und sind deshalb als problematisch einzustufen [37].

Beton- und Eisenbetondecken

Der Aufbau dieser Decken orientiert sich an den flachen Ziegelgewölben mit dem Unterschied, dass die Gewölbe aus unbewehrtem Beton hergestellt wurden (vgl. Abbildung 2.22). Solche

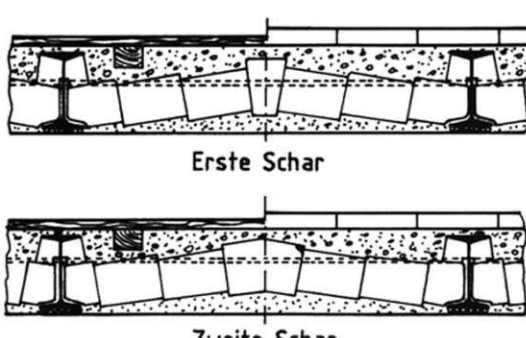
SYSTEMSKIZZE	ZEITGENÖSSISCHE ANGABEN ZUR BEMESSUNG						
<p>ZACKENGEWÖLBE (1903, WIEN)</p>  <p>Erste Schar</p> <p>Zweite Schar</p>	<p><u>TRÄGERENTFERNUNG</u></p> <p>e = 2.0 ... 2.5 m (STEINE HOCHKANT) e = 1.5 ... 2.0 m (STEINE FLACHKANTIG)</p> <p><u>EIGENGEWICHT (EINSCHL. PUTZ)</u></p> <table> <tr> <td>MAUERZIEGEL</td> <td>2.5 kN/m²</td> </tr> <tr> <td>GEWÖLBEZIEGEL FLACH</td> <td>3.0 kN/m²</td> </tr> <tr> <td>GEWÖLBEZIEGEL HOCHK.</td> <td>4.0 kN/m²</td> </tr> </table> <p><u>TRAGFÄHIGKEIT ETWA 20 kN/m²</u></p>	MAUERZIEGEL	2.5 kN/m ²	GEWÖLBEZIEGEL FLACH	3.0 kN/m ²	GEWÖLBEZIEGEL HOCHK.	4.0 kN/m ²
MAUERZIEGEL	2.5 kN/m ²						
GEWÖLBEZIEGEL FLACH	3.0 kN/m ²						
GEWÖLBEZIEGEL HOCHK.	4.0 kN/m ²						

Abb. 2.23: Beispiel einer Formziegeldecke: Zackengewölbe um 1903 (Wien) [42]

Konstruktionen kamen etwa ab 1890 zum Einsatz. Die Bemessung erfolgte zum damaligen Zeitpunkt auf Basis von linear-elastischen Druckspannungen im Beton.

2.9.3.4 Fundamentkonstruktionen

Die Herstellung der Fundierung erfolgte in den meisten Fällen mit Mauerwerksteinen, nur in Ausnahmefällen kamen um die Jahrhundertwende Beton- und Eisenbetonfundamente zur Anwendung. Die Art der Fundierung konnte über eine von Daub (etwa 1900) erstellte Auswahlmatrix, in Abhängigkeit der Tiefe der tragfähigen Bodenschicht und möglichen Grundwasservorkommen, gewählt werden (vgl. [42], Tabelle 4.4). Die Eigenschaften des Bodenmaterials wurden zum Zeitpunkt der Errichtung nicht berücksichtigt, lediglich die Art des Bodens spielte eine entscheidende Rolle.

Bei Fundamenttiefen oberhalb des Grundwassers kamen vorwiegend Streifenfundamente (mit oder ohne Vorsprung) zum Einsatz. Fundierungen im Grundwasser wurden über einen Pfahlrost bis zum anstehenden tragfähigen Boden geführt. Abbildungen 2.24 und 2.25 zeigen die am häufigsten verwendeten Gründungsformen von Gründerzeithäusern. Darunter fallen einerseits Streifenfundamente aus Mauerwerksteinen sowie die erwähnten Pfahlgründungen.

Weitere Fundamentkonstruktionen werden aufgrund der seltenen Verbreiterung nicht näher behandelt. In diesem Zusammenhang wird auf weiterführende Literatur verwiesen.

2.9.3.5 Dachkonstruktionen

Dieser Abschnitt gibt ausschließlich einen kurzen Einblick in die Konstruktionsweise von hölzernen Dachstühlen der Gründerzeit. Dachstühle aus Eisen kamen vorwiegend bei Repräsentativbauten zur Anwendung und werden nicht näher erläutert.

Typisch für Bauwerke aus der Gründerzeit ist die Ausführung der Dachkonstruktion als doppelt stehender Pfettendachstuhl (sog. *Wiener Dachstuhl* [37]). Diese Konstruktion lässt eine Trennung von Dachtragwerk und der obersten Deckenebene zu. Die Auflagerung der wesentlichen Tragelemente erfolgt über die tragenden Außenwände – Zugkräfte, die aus dem Horizontalschub der Auflager entstehen, werden über einen sog. *Bundtram* aufgenommen. Es kommt somit zu keiner Be-

KONSTRUKTIONSSKIZZE	ANWENDUNG BEI BODENART	BEMESSUNG/ KONSTRUKTIONSHINWEISE
<p>STREIFENFUNDAMENTE GEWÖHNLICHE FUNDAMENTE AUS MAUERWERK (BRUCHST.)</p>	<p>" GUTER BAUGRUND "</p>	<p>KEINE BEMESSUNG VORGENOMMEN</p>

Abb. 2.24: Streifenfundament aus Mauerwerk [42]

PFAHLROSTE	TIEFLIEGENDER TRAGFÄHIGER BODEN	ZUL. PFAHLBELASTUNG LANGE PFÄHLE, LOCKERER BODEN: $2N/mm^2$ KURZE PFÄHLE, FESTER BODEN: $4N/mm^2$
		<p>a ... 0.70 - 1.30 m b ... 1.00 - 2.00 m MÖGLICHKEITEN DER PFAHLANORDNUNG</p>

Abb. 2.25: Gründung mit Pfahlrost [42]

rührung der Dachkonstruktion mit der Geschoßdecke. Abbildung 2.26 zeigt die Hauptbestandteile und die dazugehörigen Bezeichnungen eines doppelt stehenden Pfettendachstuhls.

Die Bemessung der Querschnitte erfolgte zur damaligen Zeit nach Handwerksregeln ohne statische Berechnung. Daraus ergibt sich in den meisten Fällen eine Überdimensionierung von Holzbauteilen, die eine gewisse Tragreserve aufweisen. Anschluß- und Verbindungsmittel wurden ebenso nach tradierten Regeln dimensioniert. Bei hölzernen Dachstühlen kamen entweder Holznägel, Holzverbindungen oder eiserne Verbindungsmittel zur Anwendung.

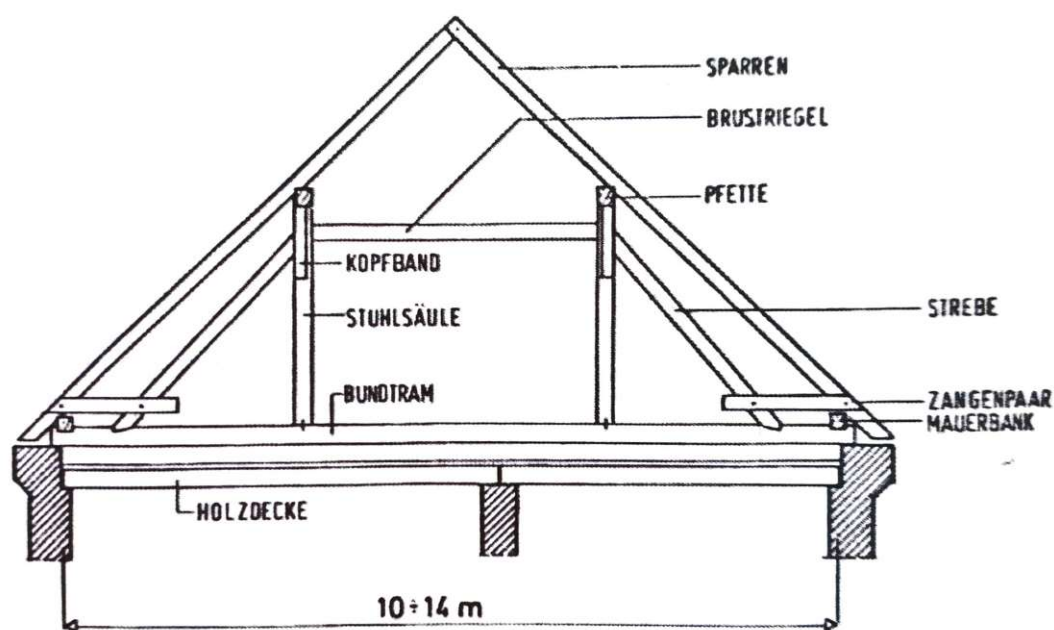


Abb. 2.26: Darstellung eines doppelt stehenden Pfettendachstuhls in Gründerzeithäusern [43]

2.9.3.6 Treppenkonstruktionen

In Bauwerken aus der Gründerzeit kamen ab 1859 aufgrund der damaligen Bauordnung zwingend Natursteinstufen zum Einsatz. Bei der Ausführung von Holz- und Eisenkonstruktionen waren aus Brandschutzgründen zeitweise zusätzliche Treppenhäuser zu errichten. Aufgrund der weiten Verbreitung der massiven Treppenkonstruktionen werden die klassischen Konstruktionsmerkmale dieser Treppen hervorgehoben.

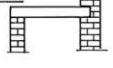

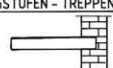


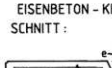
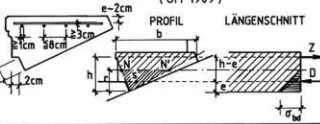
Je nach Grundrissform des Treppenhauses erfolgte die Auflagerung von Stufen entweder als Einfeld- oder Kragträger. Blockstufen wurden meist wandunterstützt ausgeführt, Keilstufen üblicherweise frei auskragend. In Sonderfällen (meist Repräsentationsbauten) kamen transversengestützte Treppenkonstruktionen sowie Treppen mit gewölbten Wangen (Architrav) zum Einsatz. Abbildung 2.27 zeigt das Konstruktionsprinzip ausgewählter Treppen und den dazugehörigen Querschnitt. Die Dimensionierung der Spannweiten und Auflagertiefen erfolgte ab 1896 über eine Anordnung des Magistrats der Stadt Wien (vgl. [42], Tabelle 8.1). Die Vorschriften dieser Anordnung gehen auf Bruchversuche des ÖIAV im Rahmen des „Stiegenstufen-Ausschuß“ (1895) zurück.

2.9.3.7 Typische Mängel und Schäden

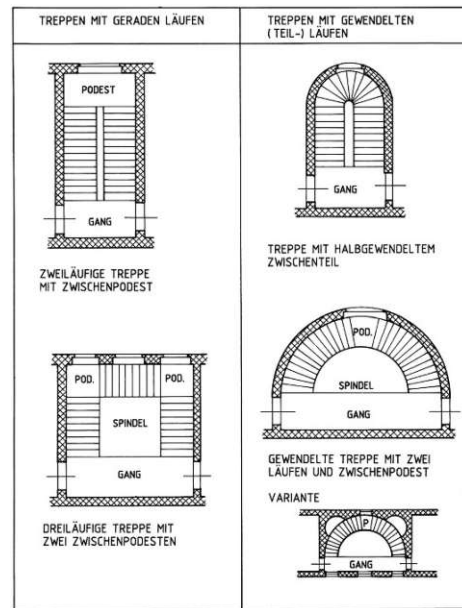
Dieser Abschnitt befasst sich mit den am häufigsten auftretenden Schadensformen an Bauteilen von Gründerzeithäusern. Die Gliederung entspricht dabei den vorhergehenden Abschnitten. Es wird auf die häufigsten Probleme der verschiedenen Konstruktionsarten eingegangen. Im Zuge von Bestandserhebungen sind diese Merkmale unbedingt zu beachten, um eine fachgerechte Beurteilung des Bauzustands durchführen zu können.

Mauerwerk

Die häufigste Schadensursache ist Feuchtigkeit. Davon sind die Eigenschaften der Ziegelsteine und Mörtelfugen gleichermaßen betroffen. Bei Mauersteinen kann es zu Frost-Tau-Wechselbeanspruchungen kommen, die eine tiefreichende Schädigung der Steine zur Folge haben. Mörtel-

BEZEICHNUNG/ KONSTRUKTIONSPRINZIP	DETAILS, BESONDERHEITEN
WANDUNTERSTÜTZTE TREPPEN 	STUFENFORMEN: FREITREPPEN, KELLERGEHOSS: BLOCKSTUFEN SCHNITT:  SONST KEILSTUFEN → KEILSTUFEN
KRAGSTUFEN - TREPPEN 	STUFEN: NATURSTEIN - KEILSTUFEN SCHNITT:  PROFILVARIANTEN  R= Rundstab, F= Falz. EISENBETON - KEILSTUFEN (AB - 1905) SCHNITT:  BERECHNUNGSANSATZ (UM 1909) 
AUFLAGERTIEFE SIEHE TAB. 8.1. VERSUCHE: ABB. 8.5. BIS 8.7.	

(a) Konstruktionsprinzip von Treppen für Einfeld- und Kragträger



(b) Grundrissformen von Treppen

Abb. 2.27: Darstellung von typischen Merkmalen von Treppenkonstruktionen [42]

fugen sind in diesem Zusammenhang weitaus gefährdeter als Mauersteine. Durch einen Feuchtigkeitseintrag kann es zur Auswaschung des Bindemittels im Fugenmörtel kommen, wodurch die Resttragfähigkeit des Mauerwerks stark herabgesetzt wird. Auswaschungen sind daran erkennbar, dass der Mörtel sandähnliche Eigenschaften besitzt [14].

Hölzerne Deckenkonstruktionen

Holz ist ein natürlicher Baustoff und damit unweigerlich biologischen Abbauprozessen ausgesetzt. Durch den Zutritt von Feuchtigkeit sowie durch Insekten, Pilze und Bakterien wird die Zerstörung des inneren Gefüges gefördert. Im Hochbau dominieren nach Kolbitsch [42] der Befall von Insekten und Pilzen. Bei Pilzbefall kann zwischen holzerstörenden und holzverfärbenden Pilzen unterschieden werden. Hausbock und Gewöhnlicher Nagekäfer stellen in Österreich im Bereich der Insekten die größte Bedrohung für das Holz dar. Je nach Umgebungsbedingungen und Holzfeuchtigkeit kann eine Einteilung nach möglichen Befallsarten gemacht werden. In diesem Zusammenhang wird auf weiterführende Literatur verwiesen, um das gesamte Fachgebiet der Holzschädlinge abzudecken (vgl. [42], Abbildung 5.6). Besonders hervorzuheben ist jedoch, dass bei Auftreten von „Echtem Hausschwamm“ (holzerstörender Pilz) sofortige Bekämpfungsmaßnahmen durch Fachpersonal einzuleiten sind, da es durch diese Art des Befalls innerhalb von wenigen Monaten zu einem vollkommenen Abbau der Holzstruktur des gesamten Gebäudes kommen kann.

Doppelbaumdecken weisen oft Feuchtigkeitsschäden im Dachraum durch eingedrungenes Niederschlagswasser auf, dass aufgrund einer fehlenden Durchlüftung nicht abtrocknen kann. Speziell in den Auflagerbereichen ist auf eine Durchfeuchtung zu achten. Abbildung 2.28 zeigt eine beschädigte Doppelbaumdecke. Der Auflagerbereich wurde durch Wasserzutritt über das Hirnholz derart geschädigt, dass eine Rückhängung der beschädigten Holzbalken notwendig war.

Schäden an Bauteilen können entweder visuell festgestellt oder die Oberfläche unter Zuhilfenahme eines spitzen Gegenstands z. B. einem Schraubenzieher angeschlagen werden. Durch das Anschlagen können (weiche) geschädigte Teile identifiziert werden. Ab einer Schädigungstiefe von

ca. 10 cm kann die Resttragfähigkeit stark beeinträchtigt sein. Die oberste Geschößdecke sollte vor allem im Bereich von Gerinnen und Fallrohren auf Durchfeuchtung untersucht werden [14].



Abb. 2.28: Schäden zufolge Feuchtigkeit im Auflagerbereich (eigene Aufnahme)

Massive Deckenkonstruktionen

Bei Gewölbedecken sind neben den Rissbildungen zufolge Auflagerverschiebungen keine weiteren Schadensbilder bekannt. Durch Auswaschung des Bindemittels im Mörtel kann es in seltenen Fällen zu Formänderungen des gesamten Tragwerks kommen, allerdings ist die Tragfähigkeit davon nach derzeitigem Stand nicht betroffen. Besonderes Augenmerk ist auf die Durchfeuchtung der Beschüttung zu legen, da die vorgesehene Nutzung durch die Wasserspeicherung des Bauschutts eingeschränkt werden kann.

Ziegelkappen sind analog zu den Gewölbedecken von einer Auswaschung des Bindemittels betroffen. Schäden, welche die Tragfähigkeit betreffen sind jedoch nach derzeitigem Stand nicht bekannt. Die Eisenträger dieser Deckensysteme können im Laufe der Zeit korrodieren. Geht die Korrosion über einen oberflächlichen Angriff hinaus sind entsprechende Sanierungsmaßnahmen einzuleiten. Schäden an Formziegel- und Betondecken werden aufgrund der seltenen Verbreitung nicht näher behandelt. Es wird auf weiterführende Literatur verwiesen (vgl. [42]).

Fundamentkonstruktionen

Schäden an den Fundamenten von bestehenden Bauwerken treten üblicherweise in Form von Rissbildungen und Setzungserscheinungen auf. Dabei sind die häufigsten Ursachen entweder vergangene Konsolidierungen des Bodens oder volumentreue Verformungen (Grundbruch). Bestandsfundamente sind bei Laststeigerungen durch z. B. Dachgeschoßausbauten unbedingt rechnerisch auf Tragfähigkeit zu überprüfen, um Schäden zufolge externer Verformungen zu vermeiden. Kann das Lastniveau nicht nachgewiesen werden, sind Verstärkungsmaßnahmen erforderlich. Weitere Schadensbilder können Korrosionserscheinungen am Mauerwerk (vgl. Mauerwerk) und Feuchtigkeitsschäden an Rost- und Pfahlfundamenten (vgl. Hölzerne Deckenkonstruktionen) sein. Letzteres geht auf eine Änderung des Grundwasserspiegels über die Nutzungsdauer des Bauwerks zurück, da Holz sehr sensibel auf wechselnde Feuchtigkeitsverhältnisse reagiert [37].

Dachkonstruktionen

Für Holzbauteile von Dachkonstruktionen gelten dieselben Schadensursachen wie für hölzerne Deckenkonstruktionen.

Des Weiteren kann ein Feuchtigkeitseintrag im Bereich der Mittelmauer (Kamingruppen) zu Verformungen des Dachtragwerks führen. Dadurch ist es möglich, dass es zu einer Lastumlagerung auf die Kamingruppen kommt. In diesem Fall ist die Mittelmauer entsprechend abzustützen, um ein Umkippen zu verhindern. Verformungen der Verbindungsmittel sind genauso häufig wie Rissbildungen an den Gesimsen (Auflager der Dachkonstruktion) anzutreffen. Diese Bereiche sind entsprechend zu untersuchen [14].

Treppenkonstruktionen

Bei Treppen kann es einerseits zu Rissbildungen (primärer Schaden) und andererseits zu Fugenöffnungen zwischen den Elementen (sekundärer Schaden) kommen. Folgenden Erscheinungen sind im Rahmen von Bestandserhebungen besonders genau zu untersuchen:

- Risse im Bereich der Einspannung (Wand–Treppe)
- Fugenschluss zwischen den Treppen und Podesten
- Setzungen der Treppenhausmauer
- Risse im Treppenhausmauerwerk (vor allem an der Einspannstelle)

Besonderes Augenmerk ist auf mögliche Stemmarbeiten im Bereich der Einspannstelle zu legen. Durch nachträgliche Leitungsführungen kann es zu einer Reduktion der Tragfähigkeit kommen. Dasselbe gilt auch für die Podestsituation, bei der meist ein Stahlträger zur Lastabtragung von horizontalen Kräften eingesetzt wurde. In diesen Bereichen können nachträgliche Wandschlitzte zu schwerwiegenden statischen Problemen führen [14].

2.9.4 Beurteilungskriterien

Im Falle von Änderungen an der Belastungssituation oder an der Tragstruktur muss die bestehende Bausubstanz gemäß Abschnitt 2.2 und Abschnitt 2.3 untersucht werden. Um eine in-situ-Untersuchung möglichst effizient zu gestalten können Beurteilungskriterien definiert werden, die bei jeder Begehung im Sinne einer Checkliste zu prüfen sind. Brusatti [14] gibt wesentliche Untersuchungspunkte an, die bei einer Begehung zu prüfen sind. Abbildung 2.29 zeigt einen Regelschnitt durch ein klassisches Wiener Gründerzeithaus und hebt die wichtigsten Untersuchungspunkte nach Brusatti [14] für die Bestandserhebung aus konstruktiver Sicht hervor. Tabelle 2.2 ordnet die Bezeichnungen der Bereiche den jeweiligen Nummerierungen zu und gibt die wesentlichen Beurteilungskriterien an. Für die Untersuchungspunkte ist es wichtig die baulichen Besonderheiten des betreffenden Bauwerks zu kennen, weshalb die grundlegenden Merkmale von Gründerzeithäusern in Abschnitt 2.9 erläutert wurden. Diese Grundlagen werden im Laufe des Abschnitts weiter verfeinert. Somit soll veranschaulicht werden, welche Informationen für eine Bestandserhebung besonders interessant sind und wie diese (vor Ort) zu beurteilen sind.

Eine vollständige Dokumentation setzt voraus, dass die wesentlichen Untersuchungspunkte zumindest augenscheinlich untersucht werden. Aufbauend auf die dabei festgestellten Ergebnisse ist eine dem Bauteil entsprechende Beurteilung durchzuführen. Um die Beurteilung vor Ort zu vereinfachen erscheint es sinnvoll, die wesentlichen Beurteilungskriterien vorab zu definieren und um Auswahlmöglichkeiten zu erweitern. Dadurch kann eine schnellere Einschätzung der Situation erfolgen und wiederkehrende Tätigkeiten können effizienter gestaltet werden. Eine Fotodokumentation der untersuchten Bereiche ist anzufertigen und den einzelnen Untersuchungsstellen zuzuordnen.

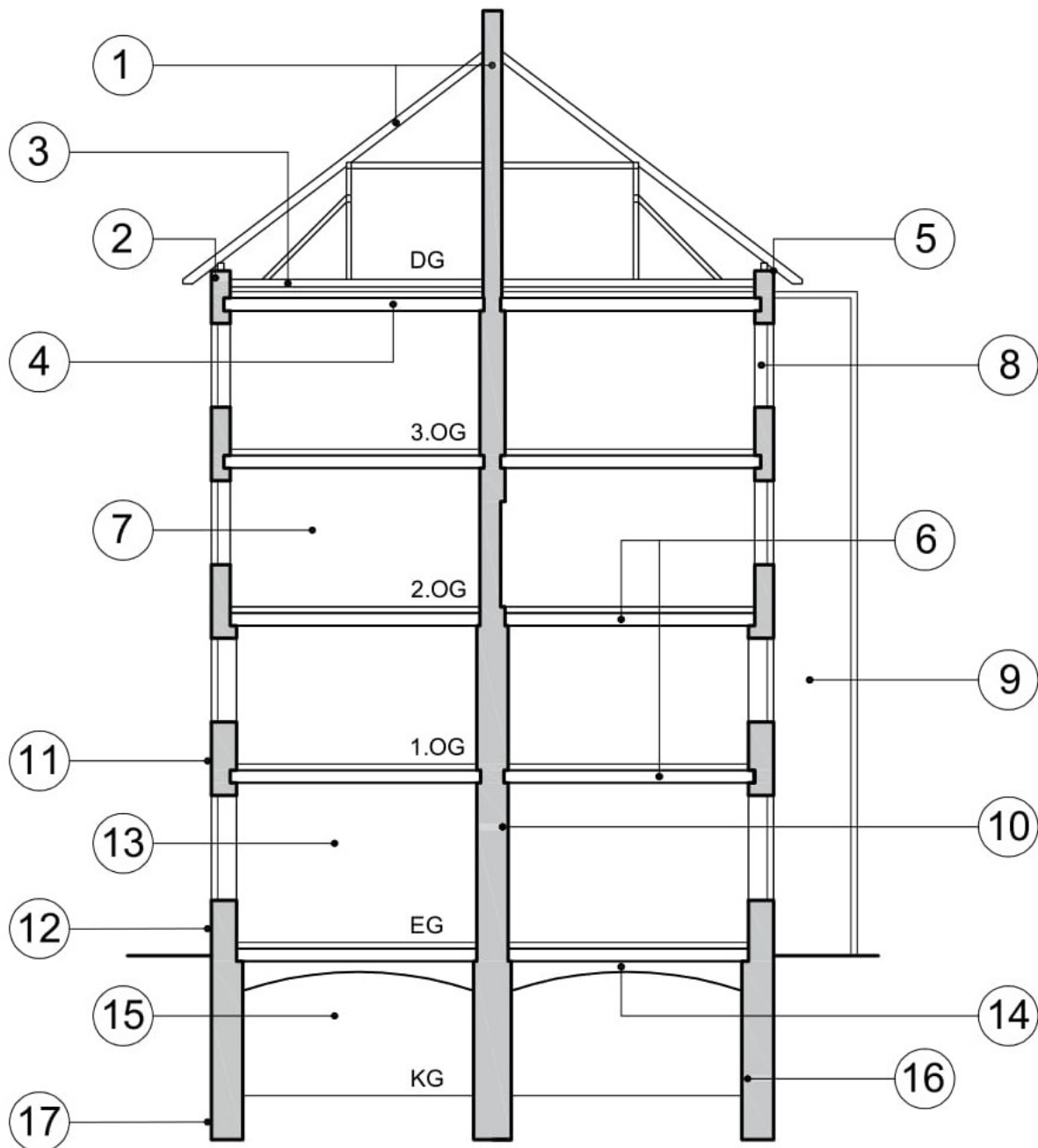


Abb. 2.29: Darstellung der wesentlichen Untersuchungspunkte am Regelschnitt eines klassischen Wiener Gründerzeithauses (basierend auf [14])

Tab. 2.2: Aufzählung der wesentlichen Untersuchungspunkte einer Bestandserhebung am Beispiel eines Gründerzeithauses [14]

Nr.	Untersuchungspunkte: Beurteilungskriterien
1	Dach: Kamine, Dachdeckung, Dachanschlüsse, Dachtragwerk
2	Gesimse: System, Standfestigkeit, allgemeiner Zustand
3	Dachentwässerung: System, Funktionalität
4	Oberste Abschlussdecke: System, Zustand, Gebrauchstauglichkeit
5	Anschlüsse Dach an das Haus: Spengler
6	Regeldecken: Zustand, Aufbau, Bauphysik, mögliche Schädigung
7	Wände in den Wohngeschoßen: Typ, Funktion, Zustand, Auswechslungen, Risse
8	Fenster: Zustand, Bedarf für Renovierung, Lebensdauer
9	Zubauten: z. B. WC-Trakt, Liftzubau, Balkone, Loggien (Tragfähigkeit und Bauphysik)
10	Steigleitungen und Fallstränge: Zustand, Funktionalität und erforderliche Maßnahmen
11	Fassade: Zustand, erforderliche Korrekturen
12	Sockel: Zustand, Absperrung Oberflächenwasser, aufsteigende Feuchtigkeit
13	Parterre – Eingang: Zustand, E-Anlage, Postkasten, Müllraum, Layout
14	Decke über Keller: Zustand in statischer und bauphysikalischer Hinsicht
15	Keller: Nutzung, Querdurchlüftung, Trockenheit, Einbauten bzw. Zuleitungen
16	Kellerwände: Zustand
17	Fundierung und Kanalsituation

Weiters gehen die folgenden Unterabschnitte auf die Besonderheiten der wesentlichen Untersuchungspunkte aus Sicht der Tragwerksplanung ein. Besondere Merkmale und erforderliche Detailinformationen je Untersuchungspunkt sind in Anhang C in tabellarischer Form dargestellt. Die erarbeitete Liste kann als Grundlage (Checkliste) für die Definition von Auftraggeberinformationsanforderungen und/oder PropertySets für die Erfassung von Bauwerksdaten dienen. Alle Merkmale wurden auf Grundlage von Brusatti [14], Kolbitsch [42] und ÖNORM B 4008-1 [61] erarbeitet.

Untersuchungspunkt 1: Dach

Die Dachkonstruktion ist in der Regel ausschließlich für die Bewertung von Bestandsgebäuden relevant. Im Falle von Um- und Ausbauten wird das bestehende Dach in vielen Fällen abgetragen und z. B. durch einen Dachgeschoßzubau ersetzt. In seltenen Fällen bleiben Teile der Dachkonstruktion erhalten. Während der Untersuchungen ist vor allem auf das Holz und dessen Schädigungsgrad zu achten. Kamingruppen sind nach OIB-Richtlinie 1 [53] unabhängig vom Zweck der Bestandserhebung zu überprüfen.

Untersuchungspunkt 2: Gesimse

Gesimse dienen als Auflager für die Dachkonstruktion. Schäden an diesen Bauteilen können nach Brusatti [14] aus ungewollten Horizontalkräften des Dachtragwerks entstehen, die zu einem Einsturz führen können. Die Begutachtung hat stichprobenweise zu erfolgen.

Untersuchungspunkt 3: Dachentwässerung

Dachböden dienen oft der Aufnahme von Entwässerungsrinnen, die das Niederschlagswasser von der Dachhaut über das Gebäudeinnere (oder Lichtschächte) in das örtliche Kanalsystem einleiten. Diese Rinne verlaufen meist in einem verkleideten Holzquerschnitt auf der obersten Geschoßdecke. Während einer Begehung sollte speziell rundum derartige Konstruktionen auf Feuchtestellen geachtet werden.

Untersuchungspunkt 4: Oberste Abschlussdecke

Die oberste Geschoßdecke spielt vor allem bei Dachgeschoßausbauten eine entscheidende Rolle. Diese wird bei ausreichender Gebrauchstauglichkeit in Form einer Holz-Beton-Verbunddecke zur Verstärkung des Zuverlässigkeitsniveaus des Bauwerks verwendet. Durch den kraftschlüssigen Verbund der bestehenden Decke mit Beton kann eine schubsteife Ebene geschaffen werden, die eine gleichmäßige Lastverteilung von horizontalen Belastungen ermöglicht. Somit kann eine derartige Belastung auf die darunterliegenden aussteifenden Zwischenwände proportional verteilt und das Verformungsverhalten des Gesamtbauwerks verbessert werden. Um die Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit sicherzustellen und eine zusätzliche Belastung aufnehmen zu können sind mehrere Untersuchungen der Bestandskonstruktion erforderlich. Der Fokus liegt dabei hauptsächlich auf den Querschnittsabmessungen für den rechnerischen Nachweis, allerdings muss die gesamte Konstruktion zusätzlich auf mögliche Schädstellen (z. B. nicht tragfähige Dippelbäume) untersucht werden.

Untersuchungspunkt 5: Anschlüsse Dach an das Haus

Dieser Untersuchungspunkt wird nicht näher definiert, da derartige Untersuchungen von Fachpersonal (Spengler) durchgeführt werden sollten.

Untersuchungspunkt 6: Regeldecken

Eine Untersuchung der Decken in den Regelgeschoßen ist üblicherweise nicht möglich, da meist genutzte Gebäude einer Bestandserhebung unterzogen werden. Nichtsdestotrotz kann es von Bedeutung sein diese Deckenkonstruktionen zu untersuchen und gegebenenfalls Verstärkungsmaßnahmen durchzuführen. Derartige Maßnahmen können einerseits die vertikale Lastabtragung betreffen, aber auch der Erhöhung des Zuverlässigkeitsniveaus dienen. Die Begutachtung erfolgt nach Bedarf nach denselben Randbedingungen wie die Untersuchung der obersten Abschlussdecke (Untersuchungspunkt 4).

Untersuchungspunkt 7: Wände in den Wohngeschoßen

Die Beurteilung von Wänden und deren statische-konstruktive Funktion anhand der Planunterlagen sowie der Begehung spielen für die Bewertung der Tragfähigkeit eine wichtige Rolle. Zusätzlich wird der zuständigen Behörde die Feststellung des rechtmäßigen Bestands erleichtert. Im Zuge einer Bestandserhebung sind nicht bewilligte Umbauten schematisch festzuhalten und deren Auswirkung auf das Tragwerk in weiterer Folge zu beurteilen. Häufig werden bei Wohnungszusammenlegungen nicht tragende Zwischenwände aus Vollziegelmauerwerk entfernt und in keiner geeigneten Art und Weise kompensiert. Diese Veränderungen am Bauwerk sind jedoch für die Bewertung der Erdbbensicherheit von wesentlicher Bedeutung und müssen unbedingt dokumentiert werden. Eines der größten Probleme ist die fehlende Zugänglichkeit bestimmter Räumlichkeiten. Im Regelfall sollten 80–90 % der Liegenschaft begutachtet werden, um eine aussagekräftige Bewertung zu rechtfertigen. Diese Einschätzung wurde in den Experteninterviews in Kapitel 3.4 vielfach vertreten.

Untersuchungspunkt 8: Fenster

Die Bewertung von Einbauteilen hat grundsätzlich keine statisch-konstruktive Bedeutung. In Sonderfällen kann jedoch auf mögliche Schädigungen des Gebäudes geschlossen werden. Beispielsweise können Setzungen des Bauwerks durch Schäden an den Bauteilen erkannt werden. Fenster haben vor allem in Zusammenhang mit der Gebäudedokumentation und der Bauphysik eine große Bedeutung.

Untersuchungspunkt 9: Zubauten

Nachträglich durchgeführte Zubauten sind zu dokumentieren und einer entsprechenden statisch-konstruktiven Bewertung hinsichtlich Tragfähigkeit und Bauphysik (z. B. Wärmebrücken) zu

unterziehen. Durch die vielfältigen Erscheinungsformen von Zubauten werden im Anhang ausschließlich ausgewählte Beispiele für die Beurteilung von Zubauten erläutert.

Untersuchungspunkt 10: Steigleitungen und Fallstränge

Die Beurteilung von nachträglich gestemmten Haustechnikleitungen ist für die statische Berechnung unerlässlich. Durch derartige Baumaßnahmen kann u. a. der Nettoquerschnitt von Mauerwerkspfeylern deutlich reduziert werden, wodurch eine starke Beeinträchtigung der Tragfähigkeit möglich ist. Außerordentliche Querschnittsschwächungen sind im Ingenieurbefund unbedingt zu dokumentieren. Die Funktionalität kann nur augenscheinlich abgeschätzt werden. Bei Auffälligkeiten ist entsprechendes Fachpersonal mit einer Begutachtung zu betrauen.

Untersuchungspunkt 11: Fassade

Fassadenflächen sind von allen zugänglichen Seiten zu begutachten und auf mögliche Schädigungen zu untersuchen. Wenn z. B. Setzungsrisse an Wandöffnungen erkennbar sind, kann oft eine Schädigung der Fundamente vorliegen. Dadurch können Untersuchungen an maßgeblichen Punkten durchgeführt werden, um die Funktionsweise des Bauwerks besser zu verstehen.

Untersuchungspunkt 12: Sockel

Analog zu den Fassadenflächen ist speziell im Sockelbereich zusätzlich auf aufsteigende Feuchtigkeit oder kristalline Ausblühungen zu achten. Die Dokumentation erfolgt üblicherweise im Zuge der Fassadenbegutachtung und hat auf jeder zugänglichen Fassadenseite zu erfolgen.

Untersuchungspunkt 13: Parterre – Eingang

Für die statisch-konstruktive Beurteilung ist die mögliche Entfernung von aussteifenden Zwischenwänden wesentlich. Für die Beurteilung wird auf Untersuchungspunkt 7 (Wände in den Wohngeschoßen) verwiesen. Die Beurteilung der Elektroanlagen und sonstigen Einbauteilen wird während der Bestandserhebung augenscheinlich durchgeführt und nur bei groben Abweichungen in der Dokumentation festgehalten.

Untersuchungspunkt 14: Decke über Keller

Die Originalität der Konstruktion ist augenscheinlich zu untersuchen. Bei Auswechslungen oder sonstigen Veränderungen der Tragstruktur ist eine gesamtheitliche Bewertung der Konstruktion und den umliegenden Bereichen durchzuführen.

Untersuchungspunkt 15: Keller

Augenscheinliche Beurteilungen des Kellers sind stichprobenweise durchzuführen, wobei der allgemeine Gesamtzustand des Kellergeschoßes zu bewerten ist. Einzelne Schadensbilder sind dem Ort der Entstehung zuzuordnen. Das bedeutet, dass Schäden an den Wänden in Untersuchungspunkt 16 und Schäden an den Decken in Untersuchungspunkt 14 abgedeckt sind.

Untersuchungspunkt 16: Kellerwände

Es gelten dieselben Randbedingungen wie in Untersuchungspunkt 7 (Wände in den Wohngeschoßen) beschrieben. Der Zustand der Wände im Kellergeschoß ist unbedingt zu untersuchen, um Schädigungen frühzeitig zu erkennen.

Untersuchungspunkt 17: Fundierung und Kanalsituation

Dachgeschoßausbauten oder sonstige Lasterhöhungen müssen von der Fundamentkonstruktion entsprechend in den Untergrund abgeleitet werden können. Aus diesem Grund ist es erforderlich die Standsicherheit der bestehenden Fundamente unter der neuen Belastungssituation nachzuweisen. Neben der Bodenart ist die Einbindetiefe der bestehenden Fundamente von wesentlicher Bedeutung für einen rechnerischen Nachweis.

2.10 Digitalisierung im Bauwesen

Im Bauwesen existieren zahlreiche Potenzialstudien [31, 50, 66], die sich mit der Digitalisierung im Bauwesen beschäftigen. Dazu zählt unter anderem die *Studie: Potenziale der Digitalisierung im Bauwesen* [31], in der „Digitalisierung“ als „das Erstellen digitaler Repräsentationen [...] und [...] nunmehr die Veränderung von Abläufen und Prozessen bedingt durch den Einsatz digitaler Technologien verstanden [wird]“ ([31], S. 3).

Ein wesentlicher Grundstein der Digitalisierung stellt das sog. *Building Information Modeling* (BIM) dar. Die folgenden Abschnitte geben einen Überblick über die grundlegendsten Eigenschaften der digitalen Arbeitsmethode und heben die für diese Arbeit relevanten Datenstrukturen und Informationen auf Basis von *BIMcert Handbuch* [25] hervor.

2.10.1 Building Information Modelling (BIM)

Die BIM-Methode ist nach Eichler et al. [25] eine Arbeitsmethode, welche die Kommunikation und Kollaboration zwischen den Projektbeteiligten von Bauprojekten erhöht. Das zentrale Element der BIM-Methode ist das *digitale Bauwerksmodell*, das Informationen der Geometrie mit alphanumerischen Eigenschaften verknüpft. Anhand des Modells kann die Erzeugung, der Austausch und die Pflege von digitalen Bauwerksdaten stattfinden. Durch die zentrale Bereitstellung von Projektinformationen über das Bauwerksmodell können einzelne Arbeitsprozesse zu jedem Zeitpunkt mit den erforderlichen Daten versorgt werden. Die Zusammenarbeit erfolgt auf einer gemeinsamen Datenumgebung nach dem Konzept des sog. *Common Data Environment* (CDE), dessen Grundsätze in der Normenreihe ISO 19650 beschrieben werden. Das Konzept von Datenumgebungen wird in ISO 19650-1 [39] behandelt.

Die Genauigkeit der erforderlichen Daten wird über Detailierungsgrade festgelegt. Für die Anforderungen an die geometrischen Eigenschaften kommt der *Level of Geometrie* (LOG) zum Einsatz. Die alphanumerischen Informationsanforderungen werden im *Level of Information* (LOI) beschrieben. Gemeinsam mit dem *Level of Coordination* (LOC) stellen diese Anforderungen einen wesentlichen Teil der *Auftraggeberinformationsanforderungen* (AIA) und dem *BIM-Projektentwicklungsplan* (BAP) dar. Jedes Gewerk hat auf Basis der Informationsanforderungen das Bauwerksmodell um spezifische Informationen zu erweitern, die in einzelnen Fachmodellen zusammengetragen werden. Diese Fachmodelle werden zu vordefinierten Meilensteinen (z. B. Ende der Einreichplanung) in einem gemeinsamen Koordinationsmodell vereint.

Die Zusammenarbeit und Anwendung von *openBIM* wird durch nationale und internationale Normenwerke (z. B. ÖNORM A 6241-2 [54]) definiert. Bei der openBIM-Methode steht die Software-Unabhängigkeit, langfristige Verwendbarkeit und die Transparenz der generierten Modelldaten im Vordergrund. Die Umsetzung dieser Gesichtspunkte erfolgt auf Basis des Datenaustausches über *IFC*, *BCF-Kommentare* und einer gemeinsamen Sprache im *bSDD*. Für weiterführende Formen der Zusammenarbeit (z. B. little BIM) wird auf entsprechende Fachliteratur [7, 12] verwiesen. Für die weiteren Überlegungen wird BIM Level 3 gemäß ÖNORM A 6241-2 [54] als Basisniveau herangezogen, wenn von der BIM-Methode gesprochen wird.

Kollaborationsplattform

Kollaborationsplattformen stellen eine wichtige Grundlage für die Zusammenarbeit der Beteiligten im Zuge der Projektentwicklung dar. Die Bereitstellung erfolgt üblicherweise von den Auftraggebern, die dadurch von einer zentralen und strukturierten Datenhaltung profitieren. Es handelt sich zumeist um webbasierte Plattformen, auf denen die Beteiligten projektspezifische Dokumente, Pläne oder Fachmodelle hochladen und mit den Projektpartnern teilen können. Zeitgleich können verschiedene Versionierungen der Dateien erfasst und der Status der Dokumente für die Beteiligten kommuniziert werden (z. B. in Bearbeitung).

Die Vorteile eines gemeinsamen Datenraums können auszugsweise aus [25] angeführt werden:

- Herstellung einer eindeutigen Datenumgebung für ein Projekt bzw. Projektteam
- Gewährleistung der Datensicherheit durch verschlüsselte Datenübertragung
- konsequente und einheitliche Strukturierung der Projektinformationen
- Gewährleistung von einheitlich gesteuerten Projektabläufen
- erleichterte Identifikation von relevanten Projekteinhalten/-abläufen bei Archivierung/Projektabschluss

Abbildung 2.30 zeigt die Funktionsweise einer Kollaborationsplattform und die notwendigen Schritte für die Bereitstellung von Daten auf einer gemeinsamen Datenumgebung. Einerseits wird der Upload eines Fachmodells (links) veranschaulicht sowie andererseits die dazugehörige Modellprüfung durch den BIM-Koordinator (rechts). Das zentrale Element stellt die Datenbank der Kollaborationsplattform dar.

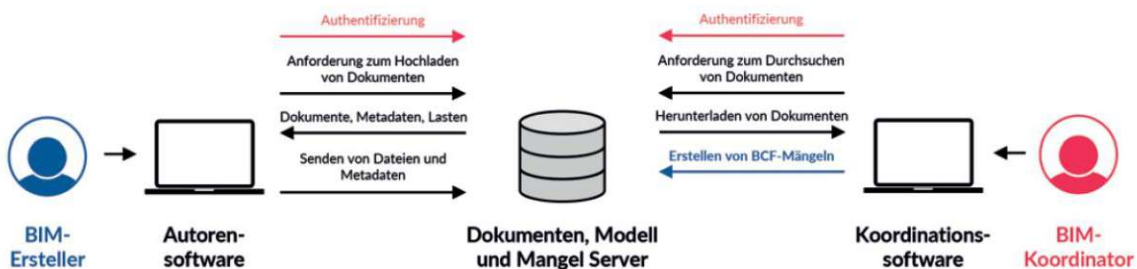


Abb. 2.30: Funktionsweise eines CDE am Beispiel der Koordinationsprüfung eines Fachmodells [25]

Nachteilig muss erwähnt werden, dass die häufigsten Anbieter von Kollaborationsplattformen externe Dienstleister darstellen. Vor Inbetriebnahme ist darauf zu achten, dass die Kriterien an den Datenschutz und allfällige Gewährleistungsansprüche in Einklang mit den gesetzlichen Vorschriften stehen.

Auftraggeberinformationsanforderungen (AIA) und BIM-Projektabwicklungsplan (BAP)

BIM-Regelwerke, wie AIA und BAP, stellen die Grundlage von BIM-Projekten dar. Der Inhalt dieser Regelwerke reicht von den Projektzielen, über die Projektorganisation bis hin zu Vorgaben zur Projektabwicklung. Die Qualitätssicherung und die Festlegung der gemeinsamen Zusammenarbeit kann somit schriftlich festgehalten werden und hilft dabei die wesentlichen Informationen für die Erreichung der Projektziele hervorzuheben.

Die Auftraggeberinformationsanforderungen (AIA) stellen die Beschreibung der Informationsbedürfnisse der Auftraggebenden dar. Diese dienen den AN zur Formulierung des BIM-Projektabwicklungsplans (BAP). Es werden ausschließlich geforderte Inhalte bestimmter Themenbereiche angegeben, nicht jedoch die tatsächliche Ausformulierung von konkreten Informationen.

Der BIM-Projektabwicklungsplan verfeinert die Ausformulierungen der AIA und definiert die Grundlagen der Zusammenarbeit zwischen den Projektbeteiligten. Anhand des BAP werden die Verantwortlichkeiten, die Workflows und die Anforderungen an die Kollaboration im Projekt festgelegt. Des Weiteren ist darin die projektbezogene Informations- und Detaillierungstiefe angegeben, die bis zum Aufbau von Strukturen, Elementen und Informationen reichen kann. Der

Abwicklungsplan sollte als Vertragsbestandteil zwischen AG und Projektbeteiligten verwendet werden.

Folgende Themenbereiche decken AIA und BAP nach [25] auszugsweise ab:

- Projektinformationen (inhaltliche Vorgaben des AG z. B. Zeitpunkte der Informationsübermittlung)
- Allgemeine Vorgaben (normative Vorgaben des AG z. B. geforderte Dateiformate)
- Modellspezifische Vorgaben (z. B. Modellstruktur und Entwicklungsstufen)
- Projektorganisation (z. B. Organisationsebenen und Zuständigkeiten)
- Anwendungsfälle (Vorgaben zur Nutzung der Modelldaten z. B. **Bestandserhebung**)
- Anhänge (z. B. technische Richtlinien wie LOG- und LOI-Definitionen)

IFC-Datenstruktur

IFC steht für *Industry Foundation Classes*. Dabei handelt es sich um ein offenes Dateiformat für die Bereitstellung von Bauwerksinformationen. IFC ist seit dem Jahr 1995 ein wesentlicher Bestandteil des openBIM-Standards und wurde unter Entwicklung von buildingSMART International ins Leben gerufen. Seit 2013 erfolgt die laufende Normierung des Datenformats in der ISO 16739-1 [38]. Die nach buildingSMART [16] aktuell gültige Version **IFC4 ADD2 TC1** deckt die wesentlichen Ansprüche der Gewerke des Hochbaus in der zugrundeliegenden Datenstruktur ab. Mit der in Entwicklung befindlichen Version IFC 4.3 werden zusätzliche Datenstrukturelemente für die Ansprüche von Infrastrukturprojekten ergänzt [15].

Der wesentliche Vorteil von IFC liegt in der herstellernerneutralen Übertragung von Bauwerksinformationen zwischen den Projektbeteiligten. Handelsübliche Softwarelösungen unterstützen IFC-Formate, wobei durch die Software Certification von buildingSMART International eine übergeordnete Übertragungssicherheit der Daten gewährleistet wird.

Vereinfacht kann die IFC-Datenstruktur für die Version IFC4 ADD2 TC1 in drei Strukturen unterteilt werden:

- Verortungsstruktur (räumliche Struktur eines Bauwerks z. B. Bauplatz oder Geschoße, Räume)
- Funktionale Struktur (Elementklassen z. B. Wände, Decken)
- Materialstruktur (derzeit noch heterogen umgesetzt)

Abbildung 2.31 zeigt die Strukturen der IFC-Datenstruktur und veranschaulicht die zusammenhängende Instanziierung zwischen den Ebenen. Die funktionalen Elemente werden so direkt mit Geschoßen o. Ä. verknüpft, wodurch Objektbeziehungen entstehen. Zusätzlich werden den einzelnen Elementen eindeutige Kennungen (*Globally Unique Identifier*, kurz: GUID) zugeordnet, die für jedes Element automatisch generiert werden. Den Elementklassen z. B. der Wände werden des Weiteren standardisierte Informationen angeheftet, die einerseits die relevanten Eigenschaften (Merkmale) und andererseits die Geometrie (Attribute) betreffen können. Diese Merkmale werden als *PropertySets* bezeichnet. Standardisierte Merkmalkataloge von buildingSMART enthalten den Suffix „Common“ (z. B. Pset_WallCommon). Jeder Elementklasse können in Abstimmung mit den Projektbeteiligten weitere, beliebige Merkmale angehängt werden. Üblicherweise enthalten diese Gruppen von Merkmalen den Suffix „Specific“ (z. B. Pset_WallSpecific).

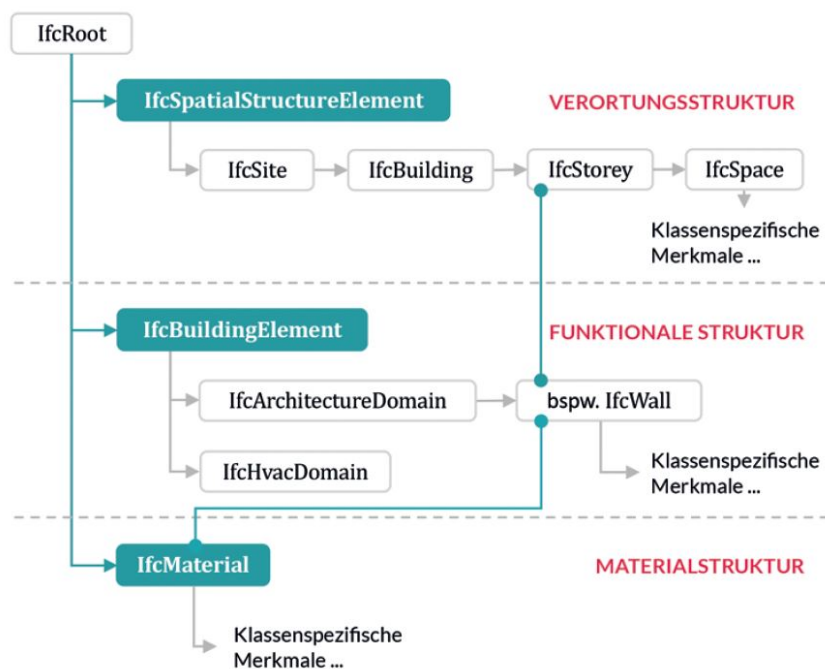


Abb. 2.31: Aufbau einer IFC-Datenstruktur – Version: IFC4 ADD2 TC1 (vereinfachte Darstellung) [25]

Datenaustauschformat: BCF

BCF steht für *BIM Collaboration Format* und stellt die Basis für die modellbasierte Kommunikation dar. Es handelt sich um ein offenes XML-basiertes Dateiformat, das von buildingSMART international als Teil des openBIM-Standards anerkannt wurde. Das BIM Collaboration Format hat sich als Datenschnittstelle für die Kommunikation zwischen den Projektbeteiligten etabliert, wobei hier Fragen und Problemstellungen am Modell aufgezeigt werden können – ohne Modellinhalte auszutauschen. Das bedeutet, dass ein BCF ausschließlich eine Referenzbeziehung zum IFC-Modell darstellt und als „digitaler Kommentar“ zu verstehen ist.

BCF ermöglicht einen Austausch von Informationen während der Projektbearbeitung, unabhängig von den verwendeten Softwarelösungen auf Grundlage der IFC-Datenstruktur. Die derzeitige Version BCF 2.1 bietet nach [25] folgende Anwendungsmöglichkeiten:

- Übertragung von modellbezogenen Anmerkungen (Issues)
- Übertragung von betroffenen Elementen im Modell (über Objekt-GUID)
- Übertragung von reproduzierbaren Bildschirmausschnitten (Blickpunkt, Kameraposition)

Die Kommentare in den BCF haben eindeutig und präzise formuliert und dargestellt zu werden, um eine einwandfreie Kommunikation zu gewährleisten. Zusätzlich sollte der Bearbeitungszustand jederzeit aktuell gehalten werden, damit zu jedem Zeitpunkt eine Übersicht über die offenen Probleme im Projekt vorliegt. Abbildung 2.32 zeigt die Eingabemaske und die wesentlichen Merkmale eines BCF-Kommentars.

BCF-Kommentare können nach Esser [29] in vier wesentliche Elemente eingeteilt werden: Header, Topic, Kommentare und Viewpoints. Der Header weist das BCF einer spezifischen IFC-Datei zu und stellt allgemeine Informationen zur Erstellung dar. Topics können verschiedene Wertebereiche z. B. den Status des BCF oder sonstige Attribute enthalten. In den Kommentaren

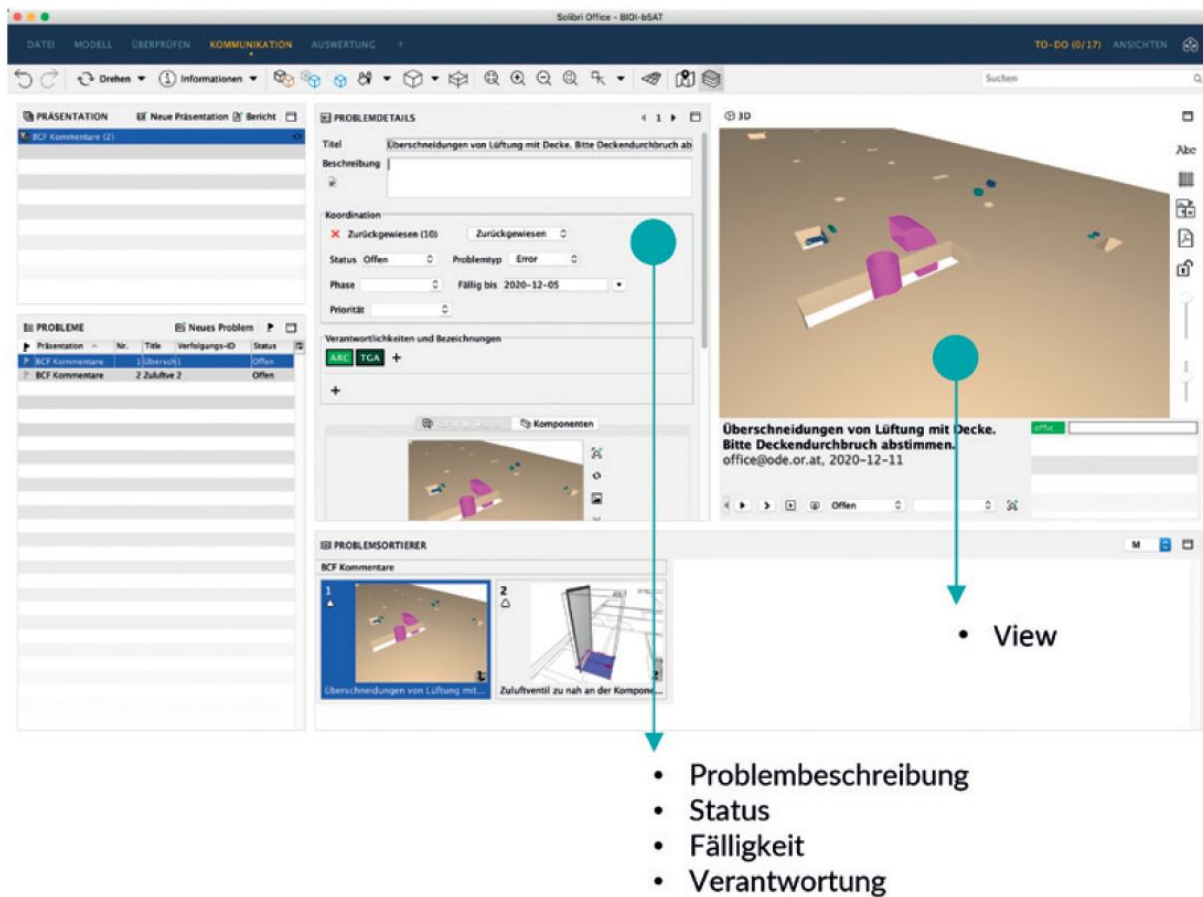


Abb. 2.32: Darstellung eines BCF-Kommentars [25]

sind die individuellen Anmerkungen der Projektpartner gespeichert. Viewpoints enthalten Vektorinformationen zum Blickwinkel, die von allen Programmen auf dieselbe Weise interpretiert werden. Mithilfe dieser Verortungsinformationen springt jede BCF-fähige Softwareanwendung zur festgelegten Kameraposition, ohne dass die Benutzer:in das Modell manuell durchsuchen muss.

Anwendungsfälle

Um das gesamtheitliche Konzept von BIM in greifbare Themenbereiche aufzuteilen, hat sich die Definition von sog. *Anwendungsfällen* (engl. Use Cases) etabliert. Diese Anwendungsfälle bezeichnen nach BIMpedia [10] den jeweiligen Zweck, für den Daten und Informationen in einem digitalen Bauwerksmodell erstellt und weiterverwendet werden. Jede Leistung bzw. Aufgabengebiete lässt sich dadurch genauer abgrenzen und für die Prozesse im Unternehmen leichter beurteilen. Beispiele für Anwendungsfälle sind u. a. die Kollisionsprüfung von Fachmodellen sowie zukünftig die Bestandserhebung. Im Gegensatz zur Kollisionsprüfung, die durch die BIM-Methode erst ermöglicht wird, baut der Anwendungsfall *Bestandserhebung* auf einer bestehenden Leistung auf. Jeder Anwendungsfall muss gut durchdacht und geplant werden. Die erforderlichen Leistungen sind durch entsprechende Formulierungen bezüglich der Rollenverteilung, Prozessen und Datenflüssen- und Formaten in die AIA und den BAP festzuhalten.

2.10.2 BIM für Bauen im Bestand

Die BIM-Methode findet nicht nur im Neubau Anwendung, sondern erlangt nach Entzian und Scharmann [28] bereits zunehmende Bedeutung für Planung und Ausführung von Bauvorhaben

im Bestand. Dabei können beim Bauen im Bestand verschiedene Kategorien von Baumaßnahmen unterschieden werden: Abbruch, Bauliche Veränderung, Instandhaltung und Modernisierung bzw. Sanierung von Bauteilen und/oder Bauwerken. Aufgrund dieser vielfältigen Baumaßnahmen verlangt das Arbeiten mit der BIM-Methode in bestehenden Bauten, im Gegensatz zum Neubau, die zusätzliche Definition von Modellzuständen. Es handelt sich dabei um folgende wesentliche Zustände, in denen sich ein Bauteil befinden kann:

- Neubau (Bauteile werden neu gebaut)
- Bestand (Bauteile oder Teile davon bleiben erhalten)
- Abbruch (Bauteile oder Teile davon werden abgebrochen)

Diese Zustände können entweder in unterschiedlichen Fachmodellen dargestellt oder über das Merkmal „Zustand“ den modellierten Bauteilen angehängt werden. Die Arbeitsweise der Berücksichtigung von Zuständen über Attribute bietet den Vorteil, dass alle generierten Informationen in einem Modell gesammelt dargestellt werden und gleichzeitig durch unterschiedliche Farbgebungen der Bauteile in gewohnter Darstellungsform (Rot-Gelb-Pläne) ausgegeben werden können. Nach Entzian und Scharmann [28] bietet die Modellierung von einzelnen Fachmodellen den Vorteil der getrennten Kosten- und Mengenermittlung, wobei allerdings die Vorteile der vernetzten modellbasierten Arbeitsweise verloren gehen. Die bevorzugte Arbeitsweise ist in Abhängigkeit des Projektumfangs und dem erwarteten Mehrwert zu bestimmen.

Die Basis für das Bauen im Bestand mit der BIM-Methode bildet das Modell des vorhandenen Baubestands. Das Modell hat dabei aus BIM-Objekten zu bestehen, welche die geometrischen und alphanumerischen Informationen des bestehenden Bauwerks abbilden. Für die Erstellung eines Gebäudemodells ist es somit erforderlich die vorhandenen Materialien, deren Eigenschaften sowie die Geometrie zu bestimmen. Diese Aufgabe kann nach Entzian und Scharmann [28] und Donath et al. [24] als „Bauaufnahme“ bezeichnet werden und stellt einen hohen, aber notwendigen Aufwand in der Modellierungsphase dar.

2.10.3 Bauaufnahme

Als Bauaufnahme versteht Donath et al. [24] einen Erkenntnisprozess, bei dem stufenweise Informationen über ein Bauwerk gesammelt und in den Planungsprozess integriert werden. Durch die Verwendung von digitalen und parametrisierten Systemen kann das Planen und Bauen im Bestand wesentlich besser an die gestiegenen Anforderungen der Planenden angepasst werden. Bei der Bauaufnahme spielen die geometrischen Gebäude- und Raumgrößen sowie die Informationsgewinnung von konstruktiven und funktionellen Kennwerten von bestehenden Gebäuden eine bedeutende Rolle. Je nach Aufgabenstellung des Projekts kann der Umfang von Aufnahmen variieren.

Für die Erstellung von geometrischen Gebäudeaufnahmen stehen heutzutage verschiedene digitale Methoden zur Verfügung, welche in den folgenden Abschnitten auf Basis von Donath et al. [24] überblicksmäßig beschrieben werden. Folgende Methoden spielen eine wesentliche Rolle:

- Digitalisierung von 2D-Unterlagen
 - Vektorisierung
 - CAD-Overlay
- Messverfahren für 3D-Gebäudeaufnahme
 - Photogrammetrie

- Tachymetrie
- Laserscanning
- Handaufmaß

Donath et al. [24] sieht die Verantwortung für die Erstellung eines fachgerechten Plangrundlage im Allgemeinen bzw. des digitalen Gebäudemodells im Speziellen beim Fachbereich Architektur. Im Zuge dessen fordert er die Planenden (Architektur) bereits bei der Bauaufnahme auf, die Bedürfnisse der nachfolgenden Gewerke bei der Informationsgewinnung vor Ort zu berücksichtigen. Das würde bedeuten, dass die Tragwerksplanung bereits alle benötigten Informationen aus einem Gebäudemodell ablesen könnte. Diese Vorgehensweise ist in der in Österreich gelebten Praxis keine Selbstverständlichkeit und muss bei der Gestaltung von digitalen Prozessen entsprechend berücksichtigt werden. Die Erhebung von konstruktiven Informationen fällt beispielsweise in den Aufgabenbereich der Bestandserhebung.

Digitalisierung von 2D-Unterlagen

Als Grundlage für die Erstellung von Gebäudemodellen dienen in diesem Fall bestehende Bauzeichnungen aus der Zeit der Errichtung. Diese Planunterlagen vermitteln zumeist die Hoffnung, dass dadurch die wesentliche Bauaufnahme bereits erfüllt ist und mit den Planungsmaßnahmen begonnen werden kann. In der Praxis zeigt sich allerdings, dass die Pläne mit der Realität oft nicht übereinstimmen oder es im Laufe der Jahre zu baulichen Veränderungen gekommen ist. Die Digitalisierung derartiger Planunterlagen eignet sich hauptsächlich für die Vorbereitung der (detaillierten) Bauaufnahme bzw. für erste Planungsschritte (z. B. die Ermittlung der Bruttogeschossfläche).

Die Digitalisierung der Planunterlagen erfolgt in zwei Phasen. Zuerst müssen die Zeichnungen mithilfe von elektronisch-optischen Verfahren (Scan) in eine Rastergrafik umgewandelt werden, wobei in Abhängigkeit der Scannerauflösung die wesentlichen Informationen der analogen Zeichnung erhalten bleiben. Das erhaltene Rasterbild dient den folgenden zwei Verfahren als Grundlage für die Erstellung des Gebäudemodells.

Einerseits steht die **Vektorisierung** für die weitere Modellierung zur Verfügung. Bei dieser Digitalisierungsmethode wird das zuvor erzeugte Rasterbild, entweder manuell oder automatisch mit geeigneter Software, in eine Vektorgrafik umgewandelt, die eine Bearbeitung mit herkömmlicher CAD-Software zulässt. Um diese Methode erfolgreich anzuwenden sind zumindest stichprobenartig Streckenmaße des realen Bauwerks erforderlich, um die Maßgenauigkeit der Zeichnung sicherzustellen. Vor Beginn der Modellierungsarbeiten sind einzelne Maße der Zeichnung mit der Realität gegenüberzustellen. Bei auftretenden Unterschieden ist eine Transformation der Zeichnung durchzuführen.

Die Methode der Vektorisierung erfordert in der Regel einen hohen Nachbearbeitungsaufwand aufgrund der hohen Fehleranfälligkeit durch die Automation von CAD-Programmen. Dieser Aufwand ist in den meisten Fällen nicht gerechtfertigt, weshalb sich die **Overlaytechnik** etabliert hat. Wie der Name schon sagt, dient das gescannte Rasterbild als Vorlage für die Modellerstellung. Dabei wird die Zeichnung nicht in einzelne Elemente umgewandelt, stattdessen werden die Elemente von den Zeichnenden auf geometrischer Grundlage der „willenlosen“ 2D-Zeichnung manuell erstellt. Vor Beginn der Modellierungsarbeiten ist auch bei dieser Methode auf die Maßgenauigkeit der Planunterlagen zu achten und gegebenenfalls durch Transformation sicherzustellen.

Photogrammetrie

Die Photogrammetrie bezeichnet ein Messverfahren, dass die Rekonstruktion eines Gebäudemodells aus dem fotografischen Abbild ermöglicht. Dabei kann zwischen terrestrischer (von der Erde

aus) und Aerophotogrammetrie (Luftbildmessung) unterschieden werden. Das Verfahren eignet sich zur Erlangung einer hohen Informationsdichte bei gleichzeitiger Reduktion des tatsächlichen Aufwands vor Ort. Die Bearbeitung der Aufnahmen ist zeitlich und räumlich von der Erfassung unabhängig, jedoch mit einem hohen Aufwand verbunden. Der Einsatzbereich dieses Verfahrens beschränkt sich derzeit vor allem auf die Denkmalpflege und Rekonstruktion aus vorhandenen Messbildern.

Jerabek [40] gibt einen umfassenden Einblick in das Verfahren der Photogrammetrie und zeigt, dass damit einhergehende Anwendungspotenzial dieser Methode auf. Mit der entsprechenden Software ist die Aufnahme eines bestehenden Bauwerks mit einer handelsüblichen Spiegelreflexkamera, bei zufriedenstellender Genauigkeit, problemlos möglich.

Laserscanning

Beim Laserscanning wird durch die Verwendung von Laserstrahlen ausgehend von einem Instrumentenstandort die Distanz zu vorhandenen Objektpunkten gemessen, wodurch ein dreidimensionales Abbild der vermessenen Struktur entsteht. Diese Aufnahmemethode hat sich durch die hohe Genauigkeit der Messung (Messpunkte im Abstand bis zu < 1 mm möglich), der Möglichkeit sehr viele geometrische Informationen zu erfassen und der trotzdem geringen Verweildauer vor Ort, als sehr effiziente Methode für die Aufnahme von bestehenden Gebäudestrukturen erwiesen. Durch die Entwicklung von mobilen Scannergeräten kann die Verweildauer ebenfalls weiter reduziert werden. Sind mehrere Scans in einem Gebäude erforderlich, können diese zusätzlich mittels Referenzierung entweder automatisch durch Überlappung der Messbereiche oder manueller Referenzierung von identischen Geometrien (z. B. Kanten) sowie Georeferenzierung (GPS) zu einem gemeinsamen Messbereich verschmolzen werden.

Das Ergebnis der Messung liegt als Punktwolke von mehreren Millionen Punkten vor, welche die Raumbegrenzungen der Gebäudestruktur darstellen. Je nach Größe des Gebäudes und der Struktur der Oberfläche (z. B. feingliedrige Gesimse) liegen Datenpakete von mehreren Gigabyte vor, die jedoch von modernen Rechnern problemlos verarbeitet werden können. Üblicherweise stehen die Daten im Dateiformat `.e57` zur Verfügung.

Die Auswertung der Daten kann nach dem Abschluss der Vermessung in einem teilautomatisierten Prozess in ein dreidimensionales Gebäudemodell überführt werden. Dabei ist nachteilig zu erwähnen, dass Innenräume mit einem hohen Grad an Möblierung sowie Menschenaufkommen mit entsprechend höherem Nachbearbeitungsaufwand verbunden sind als leere, unmöblierte Räume. Im erstgenannten Fall müssen diese Störfaktoren von der bearbeitenden Person manuell aus der Punktwolke ausgeblendet werden und dürfen nicht mit der Gebäudegeometrie verwechselt werden. Aus diesem Grund hat sich die vollautomatische Überführung der Daten in ein dreidimensionales Gebäudemodell, wegen der damit einhergehenden Fehleranfälligkeit, noch nicht durchgesetzt [75]. Mittlerweile arbeiten Unternehmen an der Entwicklung von Algorithmen, die eine automatische Ausblendung von Störfaktoren ermöglichen sollen [4].

Es gibt ebenso mehrere Ansätze die Effizienz der Modellierung z. B. durch die Entwicklung von Algorithmen zu steigern, um eine ausreichende Modellierungstiefe durch teilautomatische Prozesse zu gewährleisten. Tonn und Bringmann [75] geben dazu einen Einblick in die Vorteile von Algorithmen, um die Modellierung von digitalen Gebäudemodellen zu vereinfachen und den Nachbearbeitungsaufwand zu verringern.

Tachymetrie

Die Tachymetrie ist ein geodätisches Verfahren zur schnellen Erfassung von räumlichen Punkten (griech. *tachys* = schnell). Die Messung erfolgt mit sog. *Tachymetern* durch Anvisierung der Punkte mit Zielfernrohr oder sichtbarem Laserstrahl von einem zentralen Standpunkt aus. Das Verfahren ermöglicht die ganzheitliche Vermessung von Bauwerken mittels mehrerer Einzelmessungen von verschiedenen Instrumentenstandorten. Mithilfe von Orientierungspunkten, die von jeder Messung

referenziert werden müssen, kann ein übergeordnetes Koordinatensystem erzeugt werden. Je nach Gerät können die Messungen entweder vor Ort aufgenommen, gespeichert und anschließend am Arbeitsplatz weiterverarbeitet, oder das Aufmaß durch direkte Übertragung der Daten an der Aufnahmestelle erstellt werden. Während der Bauaufnahme können 3D-Konturen oder einfache Schnittebenen vermessen werden, die als Grundgerüst für die nachträgliche Ableitung von Gebäudemodellen dienen.

Handaufmaß

Das klassische Handaufmaß zeichnet sich durch einfache Handhabung, günstige Anschaffungskosten von Geräten, flexible Anwendungsmöglichkeiten und Unabhängigkeit von technischen Hilfsmitteln aus. Aufgrund des hohen Zeitaufwands und die zweifelhafte Genauigkeit der erstellten Planunterlagen hat dieses Verfahren für die ganzheitliche Erfassung von Gebäuden in der Planung allerdings keine Bedeutung mehr.

Im Kontrast zum klassischen Handaufmaß steht die Nutzung von Softwareanwendungen mit aufeinander abgestimmten Geräten (z. B. Laserdistanzmesser mit Bluetooth-Schnittstelle zu Tablet-PC). Dieses computergestützte Handaufmaß ist zwar für die ganzheitliche, geschoßübergreifende Erfassung von Bauwerken ebenso nicht geeignet, stellt jedoch für die Erfassung von Teilbereichen für die Sanierungsplanung eine bedeutsame Alternative dar. Je nach Softwarelösung können einfache 2D-Zeichnungen (zeichnungsorientierte Systeme) oder BIM-fähige Gebäudemodell (raumorientierte Systeme) mithilfe von computergestütztem Handaufmaß vor Ort erstellt werden.

Kapitel 3

Experteninterviews

Vor Erarbeitung einer Strategie für die digitale Erhebung von Bestandsbauwerken wurden mehrere Experten aus dem Bereich der Tragwerksplanung zu einer persönlichen Einschätzung der Bestandserhebung im heutigen und zukünftigen Kontext befragt. Das Experteninterview dient nach Bogner et al. [11] als erste Orientierungshilfe für einen wenig erforschten Bereich und kann dadurch das Bewusstsein für die zugrundeliegende Problematik stärken. Dabei stellt das Interview keinen Anspruch auf Standardisierung oder Vergleichbarkeit der Ergebnisse, sondern hebt den typischen explorativen Charakter zur Sondierung der Thematik hervor. In weiterer Folge werden die Erkenntnisse aus den unterschiedlichen Interviews systematisch zusammengefasst und wesentliche, zukunftsweisende Vorstellungen hervorgehoben. Konfliktpotential und Bedenken an einem Strukturwandel werden gleichermaßen angeführt. Die Analyse der Experteninterviews dient als Grundstein für weitere Überlegungen, um mögliche (praxis-)relevante Aspekte bereits im Zuge der Entwicklung einer Strategie zur digitalen Bestandserhebung zu berücksichtigen und abzuwägen.

3.1 Teilnehmer

Die Auswahl der Teilnehmer erfolgte unter sorgfältiger Berücksichtigung der individuellen Fachkenntnisse und der kollektiven Breite der Meinungsvielfalt. Alle interviewten Personen haben direkten Bezug zum Thema der Bestandserhebung, sei es im praktischen oder theoretischen Kontext. Folgende Teilnehmer haben sich dankenswerter Weise für ein Experteninterview zur Verfügung gestellt:

- *Univ.Prof. Dipl.-Ing.* Peter Bauer (Werkraum ZT GmbH, Professor am Institut für Architekturwissenschaften – TU Wien)
- *Dipl.-Ing.* Dominic Gritsch, *BSc* (Dr. Pech ZT GmbH)
- *Dipl.-Ing.* Gerhard Kidery (ZT Dipl.-Ing. Gerhard Kidery, Professor an der HTBL u. VA Mödling)
- *Univ.Prof.i.R. Dipl.-Ing. Dr.techn.* Andreas Kolbitsch (Professor im Ruhestand am Institut für Hochbau, Baudynamik und Gebäudetechnik – TU Wien)
- *Dipl.-Ing. Dr.techn.* Michael Palka (ZT Dipl.-Ing. Gerhard Kidery, Professor an der HTBL u. VA Mödling)
- *Dipl.-Ing. Dr.techn.* Stephan Steller (Dezernatsleiter Magistratsabteilung 37 – Gruppe Tragwerke & Bauprodukte)
- *Dipl.-Ing. Dr.techn.* Helmut Zehentner (FRÖHLICH & LOCHER und Partner ZT GmbH)

Der Kompetenzkreis liegt ausschließlich im Bereich der Tragwerksplanung, um bei den folgenden Überlegungen zuallererst fachbereichsinterne Vorstellungen und Berührungspunkte mit der BIM-Methode zu untersuchen.

3.2 Gesprächsführung

Die Gespräche wurden in Anlehnung an Bogner et al. [11] vorbereitet. Dafür wurde ein Leitfaden erstellt, der jedem Gespräch einen Handlungsspielraum vorgibt. Der Verlauf der Interviews orientierte sich, im Anschluss an die Vorstellung des Forschungszwecks, an drei Blöcken. Jeder Block stellte dabei ein individuelles Themengebiet dar. Die Erfahrungen des „Status Quo“ der Bestandserhebung markierten den Beginn der Befragung. Im weiteren Verlauf wurde auf Erfahrungsberichte im bestehenden Prozess eingegangen, wobei die Aufnahme und Dokumentation im Vordergrund stand. Der Abschluss war als offenes Ende vorgesehen, um Zukunftsvisionen für Digitalisierungskonzepte darzustellen und mögliches Konfliktpotenzial zu beleuchten. Die Interviews hatten eine Länge zwischen 45 und 90 Minuten.

Die Durchführung der Interviews wurde aufgrund der zum Zeitpunkt der Erstellung geltenden COVID-Maßnahmenverordnungen möglichst kontaktfrei gehalten. Um diese Vorgaben zu erfüllen, fand ein Großteil der Gespräche über eine entsprechende WebMeeting-Plattform statt. In den verbleibenden Fällen wurde ein persönliches Gespräch mit den Beteiligten geführt. Auf die Einhaltung der vorgesehenen Hygienevorschriften wurde sehr viel Wert gelegt.

Fragestellungen

Nach einer Vorstellung des Diplomarbeitsthemas sind folgende Fragen im Verlauf der Interviews thematisiert worden:

1. **Block:** „Status Quo“ der Bestandserhebung
 - Welchen persönlichen Stellenwert hat der Ingenieurbefund innerhalb eines Projekts?
 - Wie wird die Bestandserhebung derzeit durchgeführt? Worauf ist im Laufe der Untersuchung besonders zu achten?
 - Welche Form wird für die Dokumentation der Bestandsaufnahme verwendet?
 - Persönliche Einschätzung zu Digitalisierungspotenzial
2. **Block:** Konflikt- und Verbesserungspotenzial
 - In welchen Bereichen kommt es am häufigsten zu Problemen bei der Bestandserhebung?
 - In welchen Bereichen kann die Effizienz am sinnvollsten gesteigert werden?
3. **Block:** Digitalisierungspotenzial
 - Welche Erwartungen hat ein „digitaler“ Ingenieurbefund zu erfüllen?
 - Welche Parameter müssen in den Fokus der Digitalisierung gestellt werden?
 - Welche Bereiche könnten/sollten digitalisiert werden?
 - Welche Probleme können mit der Digitalisierung einhergehen?

3.3 Ergebnisse und Zusammenfassung

Alle geführten Interviews werden individuell analysiert und kollektiv gegenübergestellt. In diesem Abschnitt werden die Gemeinsamkeiten aus den verschiedenen Blickwinkeln beleuchtet und durch gegenteilige Ansichten ergänzt. Die Ergebnisse sind in anonymisierter Form zusammengestellt, um das Grundrecht auf Datenschutz nach §1 DSGVO (Datenschutzgesetz) zu wahren.

3.3.1 Block 1: „Status Quo“ der Bestandserhebung

Die Bestandsaufnahme ist von den Befragten sehr ähnlich beschrieben worden. Je nach Größe des Objekts und Art der Bauführung kommt es zu einer mehr oder wenigen detaillierten Erfassung der bestehenden Bausubstanz. Das spiegelt sich in den Erfahrungen der Stadt Wien wider, die größtenteils nachvollziehbare und inhaltlich vollständige Befunde erhält. Die erforderlichen Schritte und der Untersuchungsumfang werden nach ÖNORM B 4008-1 [61] und OIB-Richtlinie 1 [53] festgelegt. Vor allem der Kenntnisstand und die zugehörige Anzahl an Untersuchungsstellen spielt eine große Rolle, da dieser entscheidend für die Bewertung des Tragwerks ist. Grundsätzlich wird der Kenntnisstand vom Planenden ermittelt, wobei es auch Vorgaben für die Anzahl der Untersuchungsstellen von Seiten der Auftraggebenden geben kann. In diesem Fall kann es vorkommen, dass fehlende Kenntnisse über die Normenlage zu falschen Erwartungen der Bausubstanz bzw. dem Kenntnisstand führen. Die Auftraggebenden sollten von vorneherein über das Bestandsobjekt und die Notwendigkeit von Untersuchungen informiert werden.

Stellenwert der Bestandserhebung

Dem Ingenieurbefund wird von allen Beteiligten ein sehr hoher Stellenwert zugeschrieben. Dabei wurde wiederholt hervorgehoben, dass die Aufnahme der bestehenden Bausubstanz für das nachfolgende Projekt unerlässlich ist. Sei es, um vorhandene Schäden schon vor Bau- bzw. Planungsbeginn festzustellen, oder so viele Informationen wie möglich über die Tragstruktur eines Objekts zu erlangen. Je genauer das Bauwerk zu Beginn des Projekts untersucht wird, desto einfacher können Entscheidungen im späteren Verlauf getroffen werden. Im frühen Projektstadium kann es durchaus vorkommen, dass die Bestandserhebung eine projektentscheidende Grundlage darstellt (Stichwort: Due Diligence). Trotz des hohen technischen Stellenwerts für die Tragwerksplanung liegt eine vergleichsweise geringe Akzeptanz bei den Auftraggebenden vor. Die Kosten für Planungsleistungen werden im Allgemeinen von den auftraggebenden Personen nicht ausreichend berücksichtigt, wodurch eine sehr komplexe Tätigkeit mit einem sehr geringen Budget zusammentrifft. Die Bestandserhebung verbucht nach Schätzungen der Experten etwa ein Drittel des Gesamtaufwands innerhalb der Einreichplanung. In diesem Spannungsfeld hängt die Innovationskraft der Unternehmen vor allem von den wirtschaftlichen Randbedingungen ab.

Durchführung der Bestandserhebung

Derzeit findet der Großteil der Befundungen auf Papier statt, genauer gesagt auf Fotokopien von den Einreichplänen der Bestandsobjekte (aus dem Bauakt der Stadt Wien). Je nach Auftraggebenden und Bauwerk stehen die Unterlagen aus der Zeit der Errichtung in Form von händisch angefertigten Fotokopien oder eingescannten Planunterlagen zur Verfügung. In den vergangenen Jahren ist eine Tendenz zu Bestandsvermessungen (vom Handaufmaß bis zur Aufnahme mit Laserscannern) vor dem eigentlichen Projektstart zu erkennen, wobei die Tragwerksplanung derzeit keinen wesentlichen Einfluss auf die Form der Unterlagen hat. Vielmehr entscheiden die Auftraggebenden über die Notwendigkeit einer Vermessung und stellen vorhandene Unterlagen nach eigenem Ermessen zur Verfügung.

Auf Grundlage der vorhandenen Unterlagen werden zu Beginn des Projekts die notwendigen Untersuchungsstellen festgelegt. Die Festlegung erfolgt in Abhängigkeit des geforderten Kenntnisstands nach ÖNORM B 4008-1 [61]. Je nach Auftraggeber kann die Anzahl der Untersuchungen vorgegeben sein, in diesem Fall ist der erreichte Kenntnisstand nichtsdestotrotz (für die folgende statische Berechnung) zu ermitteln. Die Ermittlung erfolgt für jedes Projekt individuell und wird in der Regel ohne automatische Auswertung durchgeführt.

Die Aufnahme der Untersuchungsstellen erfolgt im Zuge einer Begehung der Liegenschaft, wobei entweder zeitgleich oder zu einem anderen Termin mögliche Schäden und Mängel aufgenommen werden. Die Begehung wird durch die Kontrolle der bestehenden Räumlichkeiten

(z. B. Wohnungen) ergänzt. Das Augenmerk liegt dabei auf nicht dokumentierten Umbauten oder nicht bekannten Schäden an tragenden Bauteilen. Umbauten werden als statisch relevant betrachtet, wenn Zwischenwände entfernt wurden oder größere Veränderungen an der Tragstruktur u. a. durch den Einbau von Türen in tragenden Wänden oder Zwischenwänden ohne Bewilligung stattgefunden haben. Die Herstellung von Leichtwänden wird ebenso dokumentiert – hat für den weiteren Projektverlauf allerdings keinen nennenswerten Einfluss. Die Verortung erfolgt über handschriftliche Notizen auf Basis der Planunterlagen. Neben der Mangel- und Schadensdokumentation dient die Begehung der Räumlichkeiten der Feststellung des rechtmäßigen Bestands und bildet die Grundlage für die Bestimmung von Verstärkungsmaßnahmen gegenüber vertikaler und horizontaler Belastung.

Die Magistratsbehörde MA37 übernimmt die gesammelten Informationen – vorrangig wird für das weitere Bauvorhaben jedoch ausschließlich die Plausibilität der festgelegten Ertüchtigungsmaßnahmen anhand der Dokumentation überprüft. Für den Projektverlauf kann es entscheidend sein, welcher Anteil des Gebäudes tatsächlich zugänglich war, um unvorhergesehene Überraschungen in Bezug auf Schäden oder großflächige Umbaumaßnahmen zu vermeiden. Es kann aus Erfahrung der Beteiligten davon ausgegangen werden, dass zumindest 80–90 % der Liegenschaft erkundet werden sollten, um einen vollständigen Kenntnisstand über das Bauwerk zu erhalten. Die fehlende Zugänglichkeit von vermieteten Wohnungen stellt im Zuge der Bestandserhebung ein großes Problem dar.

Hauptaugenmerk der Untersuchungen

Wesentliche Parameter, die Bestandserhebungen abzudecken haben, sind in den geltenden Normen und Vorschriften enthalten und werden in der Praxis dementsprechend umgesetzt. Folgende Merkmale sind mit besonderer Sorgfalt zu prüfen (chronologisch nach absteigender Bedeutung für den Projekterfolg anhand der Fachmeinungen):

- Fundamentsituation (*speziell: Einbindetiefe*)
- Aussteifungssituation (*Lage und Zustand von Zwischenwänden insbesondere Abweichungen vom rechtmäßigen Bestand*)
- oberste Geschoßdecke (*Geometrie und Zustand – Sonderkonstruktionen beachten!*)
- Materialeigenschaften (*speziell: Komponentenfestigkeit des Mauerwerks von Gründerzeithäusern*)
- offensichtliche Schäden (*von statisch-konstruktiver Bedeutung u.a. Diagonalrisse in Zwischenwänden, Setzungsrisse*)
- Kriegsschäden (*u.a. erkennbar durch Wechsel von Deckensystemen*)

Je nach Zustand des Bestandsobjekts können die oben genannten Eigenschaften das wirtschaftliche Ende eines Projekts bedeuten. Zu geringe Einbindetiefen der Fundamente stellen die häufigsten Probleme für den weiteren Projektverlauf dar. Im Fall einer Lasterhöhung muss die Ableitung der zusätzlichen Last über einen Nachweis der Grundbruchsicherheit gewährleistet werden. Bei geringen Einbindetiefen kann der Nachweis üblicherweise nicht erfüllt werden, wodurch weitreichende Fundamentverstärkungen erforderlich werden. Investierende schrecken sehr oft vor derartigen Kosten zurück. Das gilt ebenso für die Wiederherstellung der Aussteifungssituation von Zwischenwänden, wenn schwerwiegende Mängel (z. B. das Fehlen von Zwischenwänden im Erdgeschoß) festgestellt werden. Erforderliche Kompensationsmaßnahmen können das festgelegte Budget überschreiten und das Projekt beenden. Das Bauwerk kann durch eine Bestandserhebung zwar nicht verändert werden, allerdings können durch die Gewichtung der Untersuchungen kostenrelevante Komponenten bereits in der frühen Planungsphase berücksichtigt werden.

Dokumentation der Bestandserhebung

Die Dokumentation findet in den meisten Fällen auf Papier (Kommentare) statt und wird durch Fotoaufnahmen erweitert. Nach dem Abschluss der Erkundungen werden die gewonnenen Informationen entweder in „Schönschrift“ auf Papier erneut erstellt oder im PDF-Format den Planunterlagen hinzugefügt. Alle untersuchten Bereiche werden mit einer Textverarbeitungssoftware beschrieben und manuell bewertet. Werkstoffeigenschaften z. B. die Bewertung der Mauerwerksfestigkeit werden gleichermaßen erstellt und der Bestandserhebung in Form eines zusätzlichen Dokuments beigelegt. Die Erstellung der Dokumente erfolgt unabhängig voneinander, obwohl die Projektgrundlagen dieselben sind. Abschließend werden die Dokumente im digitalen, nicht veränderbaren PDF-Format gespeichert und den Auftraggebenden, gemeinsam mit der statischen Vorbemessung, zur Verfügung gestellt. Die Behörde erhält die Unterlagen in ausgedruckter und unterzeichneter Form.

Die Erkenntnisse aus der Bestandserhebung werden manuell in die statische Berechnung eingepflegt. Gerade dieser vermeintlich einfache Datenaustausch wurde noch vor einigen Jahren in vielen Einreichverfahren bemängelt, da die Informationen aus der Bestandsaufnahme nicht ausreichend in den statischen Vorbemessungen berücksichtigt waren.

3.3.2 Block 2: Konflikt- und Verbesserungspotenzial

Probleme, die im Laufe der Bestandsaufnahme auftreten können, wurden in den Erfahrungsberichten behandelt. Die Hervorhebung von Fehlerquellen sind in Abschnitt 3.3.1 beschrieben. Im Allgemeinen liegen diese Fehler außerhalb des Wirkungsbereichs der Tragwerksplanenden und stehen in keinem direkten Zusammenhang mit dem Prozess der Bestandserhebung. Zusammenfassend können folgende Hindernisse die Qualität der Bestandsaufnahme einschränken:

- fehlende Zugänglichkeit der Wohneinheiten (z. B. Abwesenheit der Bewohnerschaft)
- unmögliche Durchführbarkeit von Untersuchungsstellen (z. B. Fundamentuntersuchungen in benutzten Bereichen)
- fehlende Bereitschaft der Bauherrschaft zur Öffnung von Untersuchungsstellen (z. B. Mauerwerksgutachten in sanierten Treppenhäusern)
- fehlende Vorbereitung der Tragwerksplanenden (z. B. aufgrund von Termindruck)

3.3.3 Block 3: Digitalisierungspotenzial

Die Form der Digitalisierung wurde zu Beginn der Gespräche nicht vorgegeben. Der Begriff „Building Information Modeling“ wurde im Laufe der Interviews ins Spiel gebracht. Aufnahmeverfahren und sonstige digitale Technologien standen nur begrenzt im Fokus der Gespräche. Die Berührungspunkte mit der Digitalisierung waren im Allgemeinen sehr unterschiedlich. Das Spektrum reichte von geringer praktischer Erfahrung bis hin zu visionären Denkweisen im Kontext einer interdisziplinären Zusammenarbeit an dreidimensionalen Gebäudemodellen. Es kann die Hypothese aufgestellt werden, dass das Wissen über *Building Information Modeling (BIM)* in der Praxis fachübergreifend vorhanden ist, allerdings noch nicht ausreichend thematisiert wird. Das Interesse und die Begeisterung für eine veränderte Arbeitsweise waren unter Vorbehalt einer gewissen Skepsis trotzdem deutlich spürbar.

Vorstellungen eines *digitalen* Ingenieurbefunds

Das 3D-Gebäudemodell wird für die zukünftige Denk- und Arbeitsweise für alle Beteiligten eine wichtige Rolle spielen. Die ideale Bestandsaufnahme verknüpft ein geometrisches Modell mit den

benötigten Daten. Alle aufgenommenen Daten aus den Untersuchungsstellen sollen bestenfalls in einem *digitalen Zwilling* gespeichert und über den gesamten Lebenszyklus gesammelt werden. Idealerweise werden jedem Bauteil individuelle Eigenschaften und zugehörige Bildaufnahmen zugewiesen. Durch Auswählen z. B. einer Wand werden alle relevanten Informationen wie Mauerwerksfestigkeit, Tragverhalten oder Erhaltungszustand angezeigt. Je nach Kenntnisstand und Bauphase sollen die vorhandenen Elemente um zusätzliche Daten erweiterbar sein. Die bestehende Momentaufnahme des Gebäudes soll dadurch zu einem lebendigen, digitalen Bauwerk werden. Diese Meinung war in jedem Interview eine Grundvoraussetzung der digitalen Bearbeitung. Die Erstellung und Eingabe der Bauwerksdaten am dreidimensionalen Gebäudemodell bieten den Befragten nicht nur Erleichterungen im Zusammenhang mit der Bestandsaufnahme, sondern eröffnet weit mehr Vorteile für den nachgelagerten Prozess der statischen Berechnung und Dokumentation. So kann beispielsweise das seit der Bauordnungsnovelle 2014 (LGBI 25/2014) verpflichtend zu erstellende Bauwerksbuch mit dem Gebäudemodell verknüpft werden. Weiters wird erwartet, dass ein Gebäudemodell die dreidimensionale statische Berechnung (z. B. bei der Modellierung von Dachgeschoßausbauten) durch die entfallende Neu-Modellierung der geometrischen Randbedingungen erleichtern kann. Die Verknüpfung mit den Aufnahmedaten der Untersuchungsstellen soll Informationsverluste reduzieren und alle vorhandenen Daten in einem zentralen Punkt zusammenführen.

Anforderungen an ein *digitales Gebäudemodell* / einen *digitalen Prozess*

Das Hauptaugenmerk der Untersuchungen muss sinngemäß für die Erstellung eines digitalen Ingenieurbefunds übernommen werden. Alle Daten, die während der klassischen Erhebung dokumentiert werden, werden auch in Zukunft für die Beurteilung der Bausubstanz erforderlich sein. Die Genauigkeit der Dateneingabe im Gebäudemodell ist unbedingt vor Projektbeginn festzulegen. Vermessungen sind zu diesem Zeitpunkt nicht zwingend erforderlich, für den weiteren Lebenszyklus jedoch erwünscht. Grundsätzlich gilt, dass das Modell aus Sicht der Tragwerksplanung alle statisch-konstruktiven Bauteile enthalten muss. Die Prüfung der relevantesten Eigenschaften sollten nicht nur für Benutzer:innen, sondern auch für andere Projektpartner auf Plausibilität prüfbar sein (z. B. durch automatisierte Model Checker oder einfache Programmcodes). Es wäre denkbar, dass z. B. die gemessene Mauerwerksfestigkeit eines Bauwerks aus dem Modell ausgelesen und mithilfe eines Prüfprogramms die Einhaltung eines Wertebereichs für durchschnittliche Gründerzeithäuser überprüft wird.

Ein weiterer wichtiger Punkt ist die Feststellung der angetroffenen Materialien. Vermessungen werden je nach Aufnahmemethode manuell oder mithilfe von modernen Vermessungsgeräten erstellt, wobei in der Regel eine dreidimensionale Punktwolke entsteht. Diese Punktwolke identifiziert jeden Punkt als *tragendes Objekt*, was in der Realität allerdings nicht zutrifft. Moderne Aufnahmemethoden können aktuell noch nicht unterscheiden, ob eine gemessene Kante eine tragende Wand oder eine nichttragende Verkleidung darstellt. Diese Aufgabe muss in einem weiteren Schritt manuell bearbeitet werden. Der Tragwerksplanende hat diese Informationen zu kennen, um eine aussagekräftige Aussage tätigen zu können. In weiterer Folge müssen die relevantesten Bereiche eines Tragwerks z. B. durch Abklopfen überprüft und dokumentiert werden.

Die Bauphysik wird in Zukunft eine wichtige Rolle für Bauingenieur:innen spielen. Gerade in der thermischen Bewertung von Bauwerken ab den später 1960-Jahren wird die Frage nach einer zusätzlichen Dämmschicht für die Energieeffizienz immer interessanter. Bestandsaufnahmen, die auf derartigen Gebäuden beruhen, sollten die wichtigsten bauphysikalischen Kennwerte dokumentieren. Die Bewertung kann bei komplexen Bauwerken entweder von spezialisierten Bauphysiker:innen oder von den beauftragten Planungsbüros durchgeführt werden. Die Erstellung oder die Implementierung von Energieausweisen muss in einem digitalen Gebäudemodell unbedingt möglich sein.

Technische Anforderungen, wie z. B. die problemlose Übergabe des Modells an weiterführende Planungssoftware, sowie die Lagefeststellung von aufgenommenen Bildern muss ebenso gewährleistet werden. Dabei dürfen keine Informationen verloren gehen. Benutzerfreundlichkeit und Komfort im Alltag werden von den Befragten als Voraussetzung für die Akzeptanz von digitalen Prozessen angesehen.

Möglichkeiten der Digitalisierung

Hier reicht das Spektrum von der Aufnahme vor Ort bis zur automatischen Datenauswertung im Büro. Jeder Schritt im Prozess kann einer digitalen Transformation unterzogen werden. In erster Linie stellt die Erstellung eines BIM-fähigen Gebäudemodells derzeit den größten Schritt in eine digitale Welt dar. Die Erfassung von Daten und die Implementierung einer Datenbank, sowie die Verknüpfung mit geometrischen Informationen können nicht nur die Benutzerfreundlichkeit, sondern auch die Effizienz der nachfolgenden Tätigkeiten erhöhen. Die Aufnahme der Begehungen in digitaler Form muss in Zukunft so komfortabel wie möglich gestaltet werden. Handelsübliche Aufnahmegeräte (z. B. Tablets) können die Eingabe und Verortung erleichtern, sei es direkt im BIM-Modell oder auf digital hinterlegten 2D-Plänen. Die Entwicklung von neuen (zerstörungsfreien) Aufnahmemethoden zur Feststellung konstruktiver Einzelheiten (z. B. Feststellung der Anschlussverbindung Wand-Wand) ist anzustreben.

Problematik der digitalen Bestandserhebung

Die Mehrheit der Befragten sieht großes Potenzial in der Digitalisierung, allerdings auch mehrere Hürden. Mögliche Probleme aus wirtschaftlicher als auch aus technischer Sicht müssen berücksichtigt werden.

Skepsis herrscht vorrangig über die Erstellung des digitalen Gebäudemodells und dem damit verbundenen Verantwortungsbereich: Die Plangrundlagen für Um- und Ausbaumaßnahmen werden üblicherweise von den Architekturbüros erhoben oder von den Auftraggebenden zur Verfügung gestellt. Erste Planungsschritte erfolgen auf Basis von alten Einreichplänen, die keine ausreichende Genauigkeit für den Anspruch der Architektur (ausgenommen: Vorentwurf bis Entwurf) aufweisen – für die Tragwerksplanung hingegen ausreichend sind. Die Vermessung des gesamten Gebäudes liegt zu Projektbeginn in der Regel nicht vor. Falls es überhaupt zu einer Vermessung kommt, wird diese in den meisten Fällen zeitgleich mit der Bestandsaufnahme durchgeführt und steht bestenfalls nach Abschluss der Untersuchungen zur Verfügung. Die Erstellung eines Gebäudemodells für die Bestandsaufnahme liegt unter diesen Randbedingungen im Bereich der Tragwerksplanung.

Erfolgt die Architekturplanung im weiteren Verlauf (Einreichplanung) auf Basis einer 3D-Gebäudemodellierung (Fallunterscheidung: mit/ohne nachträgliche Vermessung) könnten zwei nachteilige Szenarien entstehen:

1. mit Vermessung: Entstehung von zwei unabhängig voneinander erstellten Modellen mit unterschiedlicher Genauigkeit („Parallelmodelle“),
2. ohne Vermessung: Anforderungen an die Genauigkeit der Architekturplanung werden nicht erfüllt, das Gebäudemodell „Bestandserhebung“ wird für die Planung unbrauchbar.

Beide Szenarien gefährden den potenziellen Nutzen. Im Fall 1 würde es zwei Urheber von unterschiedlichen Modellen geben. Die Ergebnisse aus der Tragwerksplanung müssten in einem weiteren Schritt entweder in ein detailliertes Architekturmodell übertragen oder das Modell „Bestandsaufnahme“ an die Vermessung angepasst und den Architekturbüros übergeben werden. Vor allem die zweite der erwähnten Tätigkeiten liegt außerhalb des Zuständigkeitsbereichs der Tragwerksplanenden und würde rechtliche Fragen zur Haftung aufwerfen. Erstere Tätigkeit würde einen Mehraufwand auslösen, sofern die Übertragung von eingetragenen Informationen nicht

automatisch geschieht. Die vorhandenen Informationen müssten sich ohne Mehraufwand an das Modell eines anderen Urhebers mit unterschiedlichen geometrischen Daten anhängen lassen.

Fall 2 behandelt eine ähnliche Problematik wie in Fall 1 beschrieben. Die Tragwerksplanung legt die erforderlichen Ansprüche im Modell „Bestandsaufnahme“ fest, wobei die architektonischen Bedürfnisse nicht ohne Mehraufwand berücksichtigen werden können. Hier steht erneut die rechtliche Frage der Haftung im Fall von Konflikten im Raum. Kommt es zu keiner detaillierten Vermessung kann die Architektur das Gebäudemodell aus der Tragwerksplanung nicht un bearbeitet übernehmen, um keine Fehler wie z. B. zu große Nutzflächen (aufgrund der fehlenden Putzstärke, abgehängter Decken etc.) in der Planung zu übernehmen. Dadurch würde entweder eine Vermessung erforderlich werden, oder die Planung wird z. B. durch von Hand durchgeführte Messungen ergänzt. Schlimmstenfalls wird die Architekturplanung mithilfe 2D-Plänen fortgeführt werden – das Modell „Bestandserhebung“ verliert somit im gesamten Lebenszyklus an Bedeutung.

Die Akzeptanz von digitalen Prozessen und virtuellen Gebäudemodellen hängt sehr stark von der Kommunikation der Projektpartner ab. Die Meinung der Experten war, dass Generalplaner weniger Schwierigkeiten in der Implementierung von digitalen Prozessen haben werden, da die Kommunikation zwischen den Fachbereichen aufgrund der räumlichen Nähe unkomplizierter abläuft. Klein- und Mittelbetriebe (KMU) werden ohne kompetente und langjährige Partner größere Hürden überwinden müssen, bevor eine digitale Zusammenarbeit denkbar ist.

Überleitend stellt die Wirtschaftlichkeit den nächsten großen Stolperstein dar. Aktuell werden Planungsverfahren im Bestand auf der zweidimensionalen Ebene abgewickelt – die Verfügbarkeit der Planunterlagen im 2D-Format rechtfertigt diese Methodik. Die Mehrheit der Auftraggebenden verlangen ebenso keine Gebäudemodelle, da derzeit kein Bedarf für nachfolgende digitale Dokumentation besteht. Das Einreichverfahren wird aktuell mit der Abgabe von Plänen im 2D-Format abgeschlossen (mit Anfang 2021 ist eine digitale Einreichung in Wien für digitale 2D-Zeichnungen und Dokumente möglich). Für die Befragten entsteht unter diesen Randbedingungen keine Notwendigkeit für die dreidimensionale Bearbeitung eines Projekts. Der Mehraufwand für die Erstellung eines Gebäudemodells wird dadurch nicht gerechtfertigt und auch nicht honoriert. Wenn es zu mehr Bedarf an dreidimensionalen Gebäudemodellen kommt, kann sich der Großteil der Befragten vorstellen ihre Arbeitsweise zu verändern. Diese Meinung setzt eine entsprechende Honorierung der Leistungen voraus. Hier wird von Seiten der Tragwerksplanung ein Umdenken der Auftraggebenden gefordert, um der Projektkomponente „Planung“ mehr Raum für hochwertige Leistungen zu geben. Heutzutage wird hauptsächlich der Kostenfaktor „Bauausführung“ zur Beurteilung der Rentabilität eines Objekts herangezogen, die Kosten für die Planung werden als Nebenleistung abgetan. Lebenszykluskosten spielen nur für die wenigsten Investierenden eine Rolle, da das Bauwerk in der Regel nicht im Portfoliobestand bleibt.

Nur wenige Kunden möchten wahrhaben, dass gerade eine gute und hochwertige Planung die Kosten für die Ausführung und den Lebenszyklus dramatisch reduzieren kann. Die Auftraggebenden und die Gesetzgeber werden hier in die Pflicht genommen, ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Kosten und Nutzen zu finden. Es wird von den Teilnehmern unter anderem vorgeschlagen, dass mit staatlichen Förderungen finanzielle Anreize für Eigentümer:innen geschaffen werden könnten, die eine hochwertige Altbausanierung (inkl. Planung) lukrativer machen. Ebenso sollte die digitale Bauwerksdokumentation zu einem allgemeinen Standard werden. Ein höheres Projektbudget ermöglicht dadurch mehr Raum für die Planung, womit die Erstellung von Gebäudemodellen gefördert wird.

Nutzungspotenzial von *digitalen* Gebäudemodellen

Die Bestandserhebung in digitaler Form stellt nicht nur für die Aufnahme der Gebäudedaten einen potenziellen Vorteil dar, sondern öffnet Tür und Tor für die Erleichterung des gesamten statisch-konstruktiven Planungsalltags. Durch die einmalige Erstellung (unabhängig vom Ur-

heber) eines digitalen Gebäudes entfallen zusätzliche Neu-Modellierungen für dreidimensionale Standsicherheitsberechnungen (z. B. Widerstand gegen Erdbeben, Tragwerksbemessung bei Dachgeschoßausbauten, etc.). Komplexe Probleme können anschaulich visualisiert werden und alle notwendigen Informationen stehen den Projektbeteiligten über eine zentrale Stelle zur Verfügung. Zukünftige Nutzungen eines digitalen Gebäudemodells reichen von einfachen Abschätzungen der Erdbebensicherheit anhand der Geometrie bis hin zu einer dreidimensionalen Beweissicherung mit Photogrammetrie. Während der Interviews wurden zahlreiche Vorstellungen genannt, die auf Basis eines 3D-Modells stattfinden und einen potenziellen Mehrwert für die Tragwerksplanung, aber auch für alle übrigen Projektbeteiligten haben könnten.

Nachstehende Liste von Möglichkeiten soll eine Vorstellung davon geben, welches ungeahnte Potenzial in einer kollaborativen mehrdimensionalen Arbeits- und Denkweise liegt und bestenfalls als Anhaltspunkt für zukünftige Entwicklungen dienen. Erfordernis und Umsetzbarkeit sind vorab unbedingt zu bewerten.

Folgende Ideen konnten im Verlauf der Experteninterviews gesammelt werden, z. B.:

- 3D-Beweissicherung mit Photogrammetrie (vgl. Jerabek [40])
- Abschätzung der Erdbebensicherheit anhand der Geometrie im Vergleich zu klassischen Konstruktionsregeln zum Zeitpunkt der Errichtung (z. B. visuell-numerische Bewertung)
- Schadensbeurteilung mit Bild- und Tonaufnahme im 3D-Modell inkl. automatisierter Dokumentation
- automatisierte Plausibilitätsprüfung von Materialeigenschaften und Berechnungsparametern (vgl. Model Checker)
- digitales Nachschlagewerk für anstehende Objektüberprüfungen nach ÖNORM B 1300 [55] und ÖNORM B 1301 [56] sowie weiteren Wartungsintervallen

3.4 Fazit

Die Erkenntnisse aus den Interviews dienen als Leitfaden für die folgenden Kapitel. Die Analyse des bestehenden Prozesses wird mit den Ergebnissen der Interviews verglichen und die Erfahrungen der Experten eingearbeitet. Dadurch soll ein realitätsnaher Ablauf dargestellt werden, der dem heutigen Stand der Technik entspricht. In weiterer Folge wird anhand der Vorstellungen einer digitalen Bestandserhebung ein Prozess entworfen, der die Anforderungen an die BIM-Methode erfüllt. Das Gebäudemodell, sowie die Aufnahme und Dokumentation der relevanten Bauwerksinformationen, werden als wichtige Bestandteile eines digitalen Prozesses in den Vordergrund gestellt. Weitere Überlegungen zur Etablierung eines effizienten durchgängigen Prozessablauf werden angestellt. Die Bestandserhebung hat nach den Meinungen der Experten praxisnah und realistisch durchzuführen sein.

Kapitel 4

Bestandserhebung (IST-Zustand)

Für die erfolgreiche Aufnahme und Bewertung von bestehenden Bausubstanzen sind eine Vielzahl von Einzelschritten erforderlich. Die Abfolge dieser Schritte muss gut koordiniert sein und die Bedürfnisse verschiedenster Fachbereiche berücksichtigen. Die folgenden Abschnitte befassen sich mit der detaillierten Aufbereitung der einzelnen Prozessschritte einer Bestandserhebung innerhalb der Projektphase PPH2 „Planung“.

4.1 Vorbemerkungen

Ziel der folgenden Prozessanalyse ist, die wesentlichen Kerntätigkeiten im Zuge einer Bestandserhebung zu erfassen und daraus ein Digitalisierungspotenzial für den Gesamtprozess abzuleiten. Jede maßgebende Tätigkeit wird in einer Prozessgrafik dargestellt und näher erläutert. Aus den Experteninterviews konnten wertvolle Informationen aus den langjährigen Erfahrungen der Befragten berücksichtigt werden. Der bestehende Prozess soll als Grundlage für Prozessoptimierungen dienen.

4.1.1 BPMN 2.0

BPMN gehört zu den Standardnotationsformen, um komplexe Geschäftsprozesse darzustellen. Freund und Rücker [30] geben einen Überblick über die richtige Anwendung und zeigen die grundlegendsten Merkmale dieser Methode auf. Wesentlich für die Darstellung von Prozessen ist die Unterscheidung zwischen *Aktivitäten*, *Ereignissen*, *Bedingungen (Gateways)* und deren zugeteilte Verbindung (*Sequenz- oder Nachrichtenflüsse*). In Abhängigkeit der Komplexität können Prozesse weiter in *Pools* bzw. *Lanes* (vergleichbar mit Zuständigkeitsbereichen) aufgeteilt und zusätzlich durch *Artefakte* genauer beschrieben werden. Abbildung 4.1 stellt eine grobe Übersicht der Kernelemente von BPMN dar, die bei der nachfolgenden Prozessanalyse Anwendung finden. Liedlbauer [46] gibt eine umfangreiche Einführung in die Thematik der Prozessdarstellungen – speziell auch für BPMN. Die grafische Aufbereitung der Prozessschritte erfolgt mit der Visualisierungssoftware *Microsoft Visio*.

4.1.2 Beispielprojekt

Für die Prozessdarstellung wird von einem klassischen Bauprojekt in Wien ausgegangen. Um den Prozess der Bestandserhebung so klar wie möglich aus dem Projektablauf hervorheben zu können, wird eine ideale Projektabwicklung vorausgesetzt. Der Fokus liegt auf den einzelnen Aktivitäten im Zuge der Bestandserhebung. Jedes Projekt weist selbstverständlich individuelle Randbedingungen und Besonderheiten auf, die den Projektverlauf jederzeit maßgeblich beeinflussen können. Im Rahmen der wissenschaftlichen Bearbeitung würden derartige komplexe Annahmen zu einem unüberschaubaren Aufwand führen. Die Berücksichtigung von Störfaktoren oder individuellen Projekttrandbedingungen können als Ausgangspunkt weiterer Forschungsarbeiten dienen.

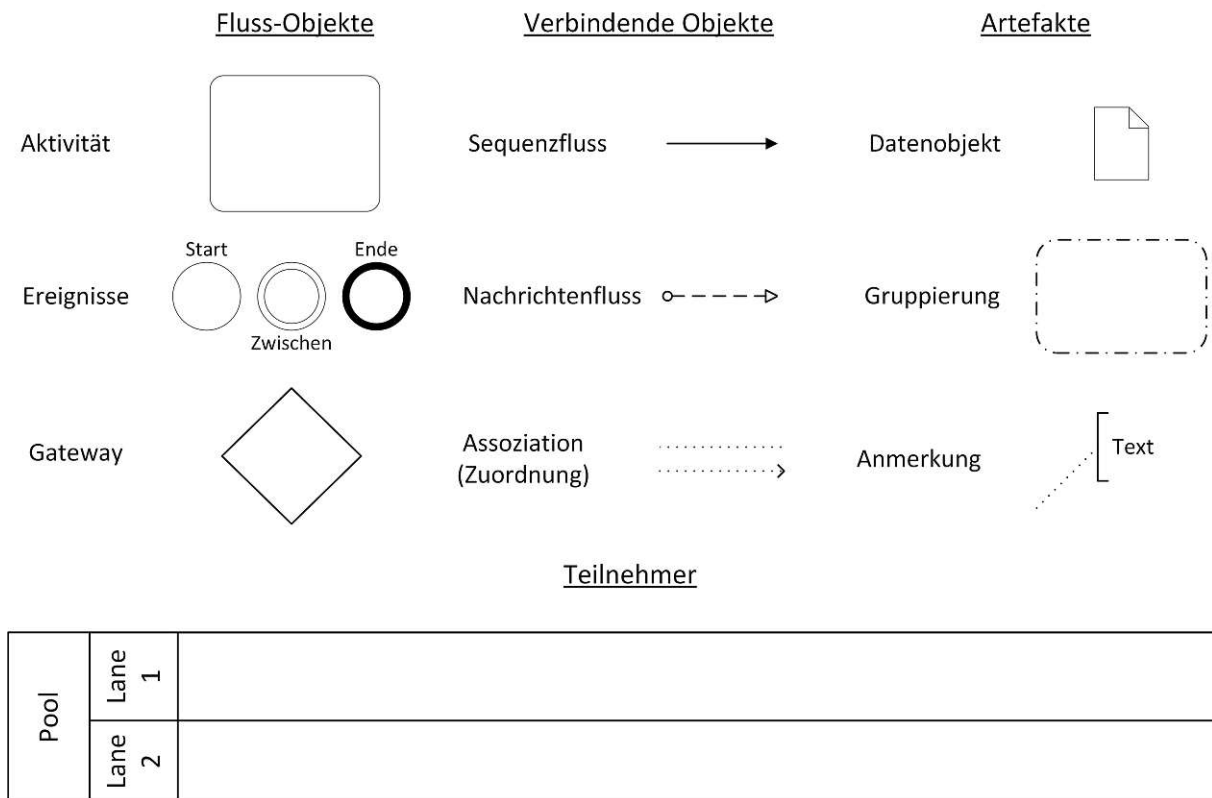


Abb. 4.1: Übersicht: Kernelemente der BPMN (basierend auf [30])

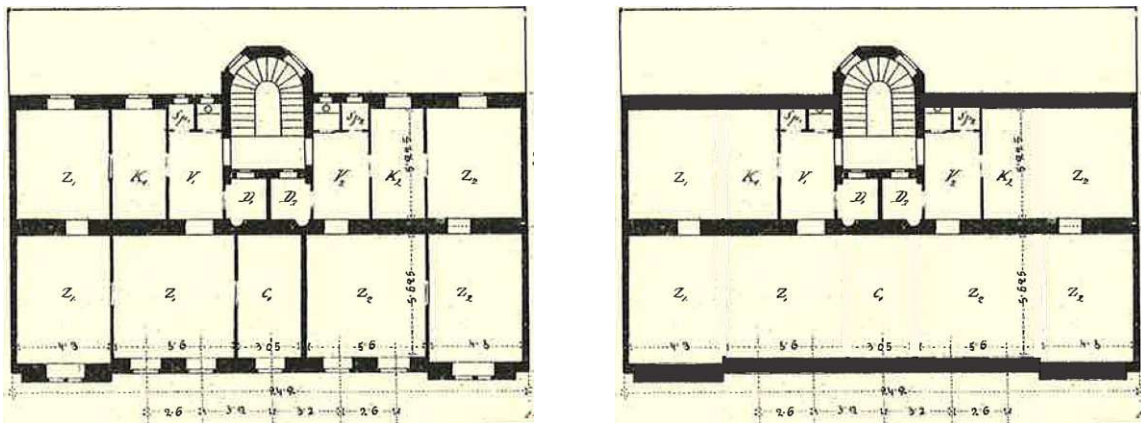
Für den Projektverlauf wird vorausgesetzt, dass die Auftragserteilung an die Projektbeteiligten nach Vorlage eines Vorentwurfs vom Fachbereich Architektur erfolgt. Bereits vor Beauftragung der Planungsleistungen übernimmt der Fachbereich Architektur vereinfachend das *Projektmanagement*. Das Projektmanagement ist im weiteren Verlauf für die Abwicklung des gesamten Bauvorhabens zuständig und hat die Vergabe aller benötigten Leistungen in Absprache mit den Auftraggebenden durchzuführen. Der Vertrag mit den Auftraggebenden wird jedoch mit den einzelnen Gewerken separat abgeschlossen.

Gebäude

Es wird angenommen, dass ein privater Bauherr ein Zinshaus als Renditeobjekt nutzen möchte. Die Liegenschaft befindet sich in Wien und wird derzeit als Wohnhaus genutzt. Das Gebäude besitzt drei oberirdische Geschoße, ist vollständig unterkellert und wurde nach den klassischen Konstruktionsregeln der Gründerzeit errichtet (siehe Abschnitt 2.9). Abbildung 4.2 zeigt den zugrundegelegten Grundriss der Regelgeschoße (Konsens). Zur Vereinfachung wird angenommen, dass alle Geschoße des Bauwerks dieselbe Grundrissgestaltung aufweisen. Lediglich im Dachboden sind konsensgemäß keine Trennwände sowie Fenster vorhanden. Der bestehende Rohdachboden soll entfernt und ein Dachgeschoßzubau hergestellt werden.

Planunterlagen

Es wird angenommen, dass der Fachbereich Architektur vor Beauftragung der Planungsleistungen, die bestehenden Planunterlagen erhebt. Den Projektbeteiligten (speziell der Tragwerksplanung) werden die nicht maßstäblichen Unterlagen im digitalen PDF-Format zur Verfügung gestellt.



(a) Grundriss der Regelgeschoße

(b) Grundriss des Dachgeschoßes (Rohdachboden)

Abb. 4.2: Grundrissdarstellung des Beispielprojekts (basierend auf [22])

4.2 Prozessanalyse

In diesem Abschnitt werden die einzelnen Arbeitsschritte zur Erstellung einer Bestandserhebung dargestellt und im Detail beschrieben. Abbildung 6.1 (Anhang B) stellt die Grundlage für die Analyse dar.

4.2.1 Projektbeteiligte

Im gesamten Prozess treffen mehrere Beteiligte aufeinander, die in einer unterschiedlichen Beziehung zueinander stehen. Dabei kann zwischen *Projektpartnern* und *externen Beteiligten* unterschieden werden:

1. *Projektpartner*
 - a) Auftraggeber:in (AG)
 - b) Architektur (ARC)
 - c) Tragwerksplanung (TWP)
 - d) optional: Bauunternehmen (BAU)
2. *externe Beteiligte*
 - a) Mieter:innen und Eigentümer:innen (oder die zuständige Hausverwaltung)
 - b) Baubehörde (MA37S)
 - c) diverse Fachplanungen (Bauphysik, Geotechnik, TGA)

Für die weitere Betrachtung spielen vor allem die *Projektpartner* eine entscheidende Rolle. Diese sind in der Prozessdarstellung den einzelnen Pools bzw. Lanes zugeordnet und stehen nach der Beauftragung durch die Bauherrenschaft (oder dem Projektmanagement) in Interaktion zueinander. Der Projekterfolg wird maßgeblich von diesen Parteien getragen. Abbildung 4.3 zeigt die Zuordnung der Projektbeteiligten zu den einzelnen Lanes des Prozesses.

Externe Beteiligte werden je nach Bedarf in den Prozess eingebunden. Aufgrund der projektspezifischen Beteiligungen werden diese Personen in der Prozessanalyse nicht explizit dargestellt. Während der Analyse wird auf die mögliche Einbindung externer Beteiligter eingegangen. Im betrachteten Beispiel stellen vor allem die Mieter:innen bzw. Eigentümer:innen des Wohngebäudes einen nicht zu vernachlässigbaren Einfluss dar.

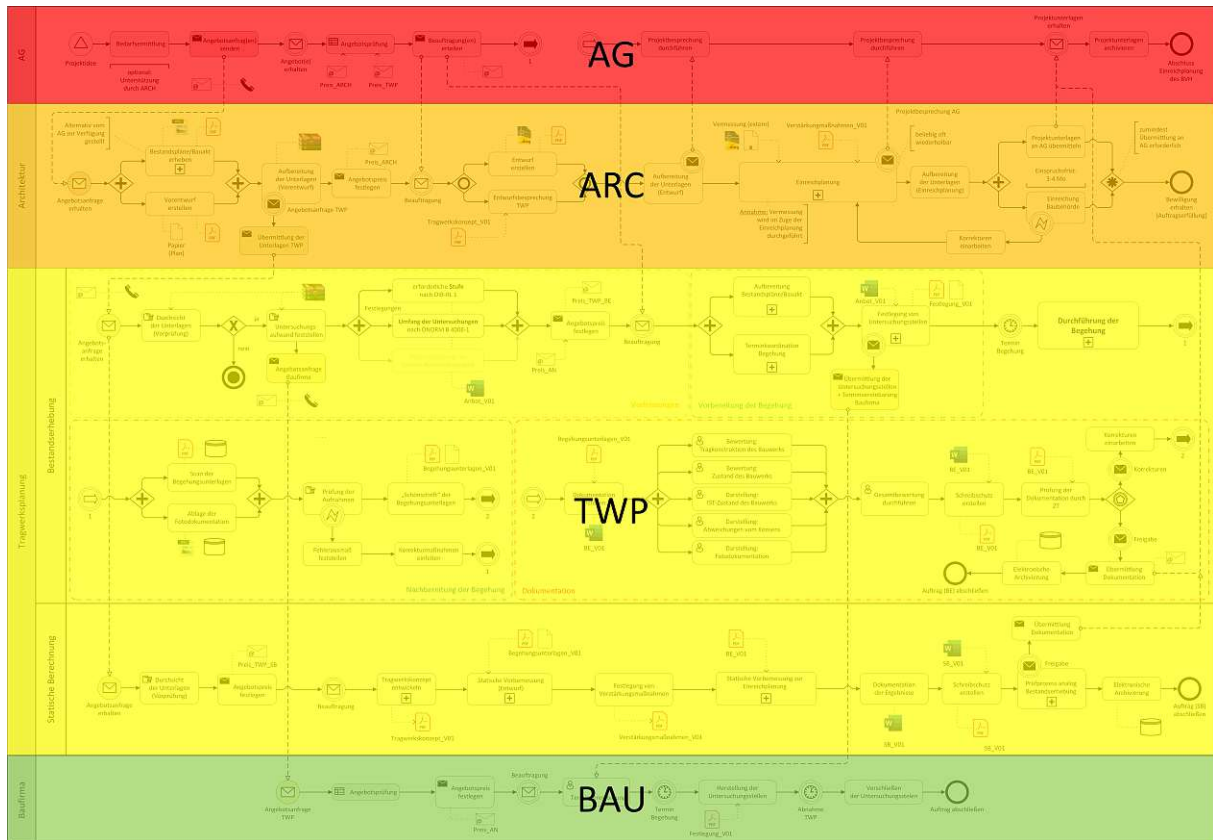


Abb. 4.3: Zuordnung der Projektpartner zu den Lanes der Prozessdarstellung

4.2.1.1 Auftraggeber:in

Die Auftraggeber:in ist für die Initiierung eines Projekts verantwortlich. Durch den Willen ein bestehendes Bauwerk zu verändern, werden Planungsleistungen und in weiterer Folge Bestandserhebungen benötigt. Die Finanzierung der Bau- und Planungsleistungen liegt im Verantwortungsbereich der Bauherrenschaft. Die Projektpartner gehen unabhängig von der Projektorganisation ein direktes bzw. indirektes Vertragsverhältnis mit den verantwortlichen Personen dieser Partei ein.

Abbildung 4.4 und 4.5 zeigen die Aufgaben der Auftraggeber:in während der Planungsphase. Die **Projektidee** löst den Prozess aus. Vor Beauftragung der Beteiligten sollte eine **Bedarfsmittlung** über das Ausmaß der Bau- und Planungsleistungen angestellt werden. Beispielhaft kann die anzustrebende Bruttogeschossfläche als Kenngröße für den zukünftigen Bedarf angegeben werden. Nähere Angaben fallen in den Fachbereich der Projektentwicklung und werden nicht näher behandelt.

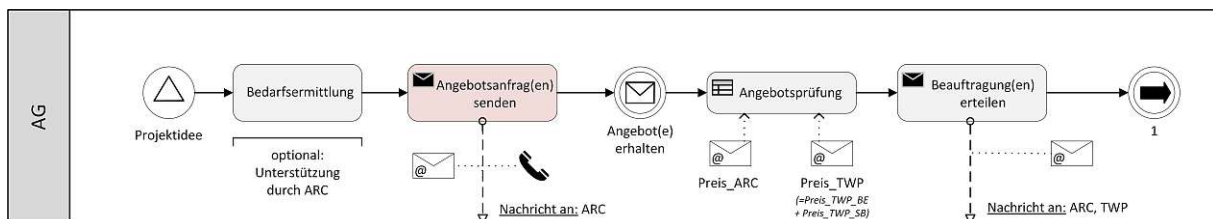


Abb. 4.4: Aufgabenverteilung der Auftraggeber:in während der Planungsphase PPH2 (1/2)

Nach der Bedarfsermittlung erfolgt das **Aussenden von Angebotsanfragen** für die Planungsleistungen – in diesem Fall an den häufigsten Ansprechpartner für private Bauherren (AG): den Fachbereich Architektur. Der Preis für die Planungsleistungen setzt sich im gegenständlichen Fall aus der Preiskomponente *Architektur* und *Tragwerksplanung* zusammen. Die Benachrichtigung über die Angebotsanfrage erfolgt entweder mündlich oder elektronisch per E-Mail. Es besteht in der Regel noch keine vertragliche Beziehung zu beteiligten Personen. Je genauer und durchdachter der Angebotspreis festgelegt wird, desto besser kann die auftraggebende Partei die zukünftigen Kosten bewerten. Nach Bearbeitung der Angebotsanfragen von den zukünftigen Projektpartnern löst das Zwischenereignis **Angebot(e) erhalten** den weiteren Prozess aus. Die Auftraggeber:in führt in weiterer Folge eine **Angebotsprüfung** durch und überprüft die eingelangten Angebote auf Wirtschaftlichkeit unter Berücksichtigung interner Geschäftsregeln. Nach Abschluss der Angebotsprüfung erfolgt die **Erteilung der Beauftragung(en)** in schriftlicher Form. Mit diesem Schritt gehen die einzelnen Projektpartner eine vertragliche Beziehung ein und verpflichten sich zur Erfüllung der angebotenen Leistungen.

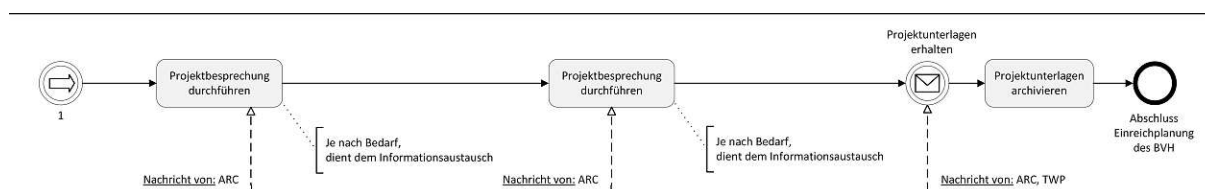


Abb. 4.5: Aufgabenverteilung der Auftraggeber:in während der Planungsphase PPH2 (2/2)

Im Anschluss an die Beauftragung der Projektpartner nimmt die Auftraggeber:in im Laufe der Leistungsphasen an diversen **Projektbesprechungen** teil. Während dieser Besprechungen wird der aktuelle Planungsstand von den Projektpartnern präsentiert sowie allgemeine Informationen über das Bauvorhaben ausgetauscht (z. B. erste Erkenntnisse über das Gebäude nach Abschluss der Bestandserhebung). Planungsänderungen können und sollten im Rahmen von gemeinsamen Besprechungen diskutiert und den Fachplanungen mitgeteilt werden. Nachdem die Planung des Bauvorhabens abgeschlossen ist, werden die erarbeiteten Unterlagen an die Auftraggeber:in übermittelt. Nach **Erhalt der Projektunterlagen** kann die **Archivierung der Projektunterlagen** stattfinden. Heutzutage ist es üblich die gesammelten Werke (Einreichpläne, Statische Vorbemessung zur Einreichung, etc.) einerseits im digitalen PDF-Format zur Verfügung zu stellen sowie in Papierform zu übermitteln. Die Archivierung stellt für die Auftraggeber:in den Abschluss der Einreichplanung dar.

Mitwirkung an der Bestandserhebung

Die Auftraggeber:in ist üblicherweise nicht direkt an der Bestandserhebung beteiligt. Sie stellt lediglich die Zugänglichkeit zum untersuchten Bauwerk sicher. Um Missverständnisse zu vermeiden ist der Untersuchungsaufwand mit der Auftraggeber:in im Vorfeld klar zu kommunizieren, welche Art von Untersuchungen durchgeführt werden müssen. Es kann oft vorkommen, dass der Umfang der Untersuchungen unterschätzt wird. Die Festlegung von Untersuchungsstellen und die Erklärung des genauen Arbeitsablaufs für die Herstellung sollte in enger Abstimmung mit den auftraggebenden Personen stehen, um ungewollte Störungen zu vermeiden. Bei privaten Auftraggeber:innen besteht oft eine emotionale Bindung zu den Räumlichkeiten, welche die Freilegung von Untersuchungsstellen erschweren kann.

4.2.1.2 Architektur

Abbildung 4.6 und Abbildung 4.7 zeigen die wesentlichen Aufgaben des Fachbereichs Architektur. Die Prozesskette der Planungstätigkeit beginnt mit dem **Erhalt der Angebotsanfrage** durch die Auftraggeber:in. Für die Bearbeitung des zukünftigen Auftrags ist es erforderlich, das Bauwerk und die Randbedingungen kennenzulernen. Dabei handelt es sich um Vorleistungen, die in zwei wesentlichen Bereichen teilbar sind: **Bestandspläne (Bauakt) erheben** und **Vorentwurf erstellen**. Die Tätigkeiten finden üblicherweise nacheinander statt, allerdings kann es auch vorkommen, dass ein erster Vorentwurf auf Basis von Handskizzen ohne eindeutige Abmessungen des Bauwerks erstellt wird. Nach Abschluss der Aufgaben erfolgt die **Aufbereitung der Unterlagen (Vorentwurf)** für die zukünftigen Projektbeteiligten. Die Unterlagen (Bestandspläne inkl. Vorentwurf) werden den potenziellen Projektpartnern mit einer Angebotsanfrage übermittelt. Für die Bestandserhebung ist die **Angebotsanfrage TWP** von wesentlicher Bedeutung. In weiterer Folge erfolgt die **Festlegung des Angebotspreises** für die Durchführung der architektonischen Planungsleistungen. Mit der **Beauftragung durch den AG** beginnt die vertragliche Beziehung. Es ist anzumerken, dass die Vorleistungen bei Nicht-Beauftragung in vielen Fällen nicht ausreichend, bis gar nicht vergütet werden.

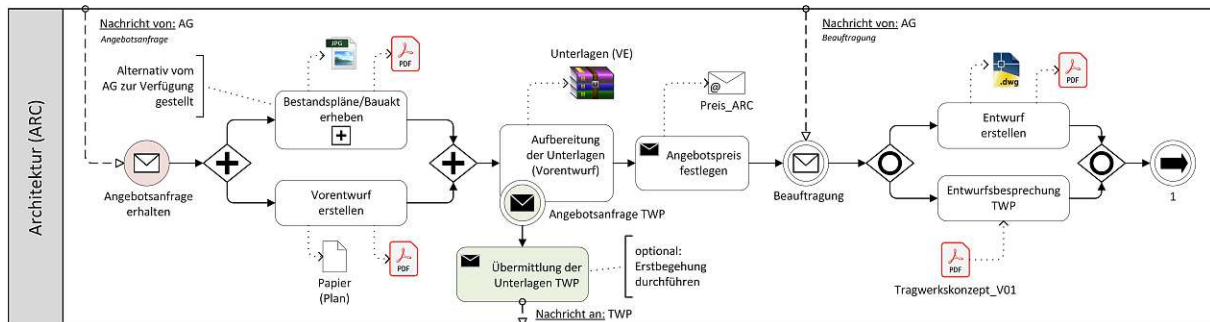


Abb. 4.6: Aufgabenverteilung der Architektur während der Planungsphase PPH2 (1/2)

In weiterer Folge erfolgt die Weiterentwicklung der Planungsleistungen, wobei die Genauigkeit mit der Aufgabe **Entwurf erstellen** erhöht wird. Gleichzeitig ist es üblich im Rahmen einer **Entwurfsbesprechung** das Tragwerkskonzept der Tragwerksplanung in den Entwurf einzuarbeiten, wobei mögliche Besonderheiten aus statisch-konstruktiver Sicht zu berücksichtigen sind. Zu diesem Zeitpunkt stehen in der Regel noch keine Informationen aus der Bestandserhebung zur Verfügung. Nach Abschluss der Planungsleistungen in der Entwurfsphase und unter Miteinbeziehung der Tragwerksplanung kommt es zur **Aufbereitung der Unterlagen (Entwurf)** für die folgenden Projektbesprechungen mit der auftraggebenden Partei (AG). Die Unterlagen werden üblicherweise im PDF-Format zur Verfügung gestellt. Bei den Besprechungen werden die gedruckten Pläne in Papierform als Diskussionsgrundlage verwendet.

Im Zuge der **Einreichplanung** wird das Bauvorhaben zur Vorlage bei der zuständigen Baubehörde vorbereitet. Die Geometrie wird in dieser Phase im Maßstab 1:100 gefordert, wofür eine Vermessung (händisch oder mittels digitalen Vermessungsmethoden) erforderlich werden kann. *Vermessung* und *Bestandserhebung* dienen als Informationsgrundlage für die Planung. Informationen aus der Bestandserhebung werden im Verlauf der Einreichplanung von der Tragwerksplanung zur Verfügung gestellt. Die endgültigen Dokumente werden erst kurz vor Fertigstellung der Einreichunterlagen von der Tragwerksplanung übermittelt und am Ende des Prozesses eingearbeitet. Die Informationen stehen dabei oft im PDF-Format oder in Papierform zur Verfügung. Die Kommunikation der Projektbeteiligten während der Planungsphase ist entscheidend für den reibungslosen Ablauf, um Unklarheiten vor Abschluss der Planung zu vermeiden.

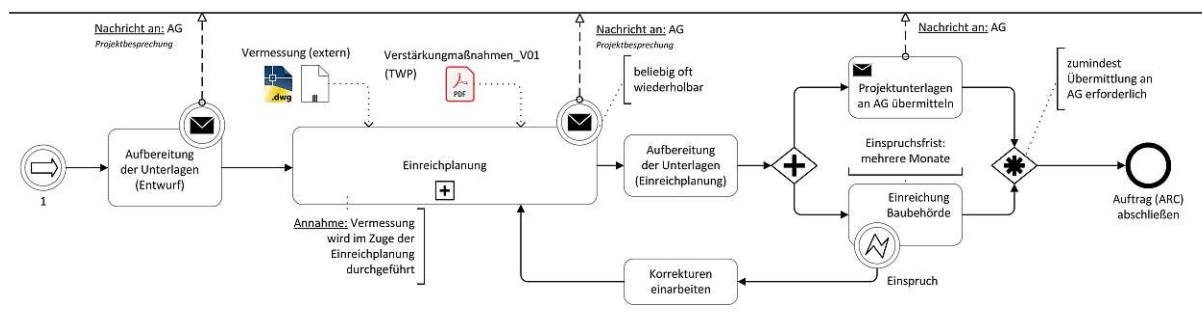


Abb. 4.7: Aufgabenverteilung der Architektur während der Planungsphase PPH2 (2/2)

Während der Einreichplanung kann die auftraggebende Partei beliebig oft in den Prozess über Projektbesprechungen eingebunden werden. Nach Abschluss der Planungsleistungen kommt es zur **Aufbereitung der Unterlagen (Einreichplanung)**. Der Unterschied zu den vorherigen Projektphasen liegt daran, dass einerseits die aufbereiteten **Projektunterlagen dem AG übermittelt** und andererseits bei der **Baubehörde eingereicht** werden. Die Übermittlung an den AG erfolgt in jedem Fall, da mit diesem Schritt die planerische Leistung erbracht wird. Im Zuge der Projektmanagementtätigkeiten wird die Einreichung bei der Baubehörde oft vom Fachbereich Architektur übernommen. Je nach lokalen Randbedingungen (und dem gewählten Bewilligungsverfahren) hat die Baubehörde eine Einspruchsfrist von mehreren Monaten [68]. Innerhalb dieses Zeitraums können die Unterlagen geprüft und bei Fehlern oder Unklarheiten Korrekturen seitens der Behörde angeordnet werden. Sind Korrekturen erforderlich ist der Prozess der Einreichplanung mit den geänderten Rahmenbedingungen erneut zu durchlaufen. Nach erfolgreicher Bewilligung durch die Baubehörde ist die Planungsleistung in PPH2 für den Fachbereich Architektur erbracht.

Mitwirkung an der Bestandserhebung

Es kommt im Allgemeinen zu keiner direkten Beteiligung des Fachbereich Architektur während der Bestandserhebung. Die wesentlichste Beteiligung erfolgt indirekt über die Erhebung der Planunterlagen aus dem Bauakt. Gelegentlich kann es zu Anfragen an die Tragwerksplanung kommen, dass die geometrische Situation (z. B. der Geometrie des bestehenden Fußbodenaufbaus) für die Planung im Zuge der Begehung zu erheben ist.

4.2.1.3 Bauunternehmen (BAU)

Für die Beurteilung von bestehenden Konstruktionen ist es erforderlich, die betroffenen Bauteile eines Gebäudes freizulegen. Diese Aufgabe kann vom Entfernen von Putzschichten für die Mauerwerksprüfung, über das Entfernen des Fußbodenaufbaus für die Begutachtung von Deckenkonstruktionen bis hin zur Herstellung von Fundamentschürfen reichen. Diese Tätigkeit wird üblicherweise nicht von den Planungsbeteiligten durchgeführt, sondern an ein Bauunternehmen (BAU) vergeben.

Abbildung 4.8 und 4.9 zeigen den Prozess aus Sicht des Bauunternehmens. Die Angebotsanfrage zur Erbringung der Leistung erfolgt typischerweise direkt über die Tragwerksplanung. Das Bauunternehmen tritt somit als Subunternehmer auf. Mit der Angebotsanfrage beginnt ein interner Prüfprozess, der zur Festlegung eines Angebotspreises führt. Der Angebotspreis besteht oft aus Einheitspreisen in Abhängigkeit der Untersuchungsstellen. Nach Übermittlung der Preise erfolgt die Beauftragung von der Tragwerksplanung. In weiterer Folge wird ein Termin vereinbart, bis zu dem die Herstellung der Untersuchungsstellen abzuschließen ist. Der Zugang zum Gebäude

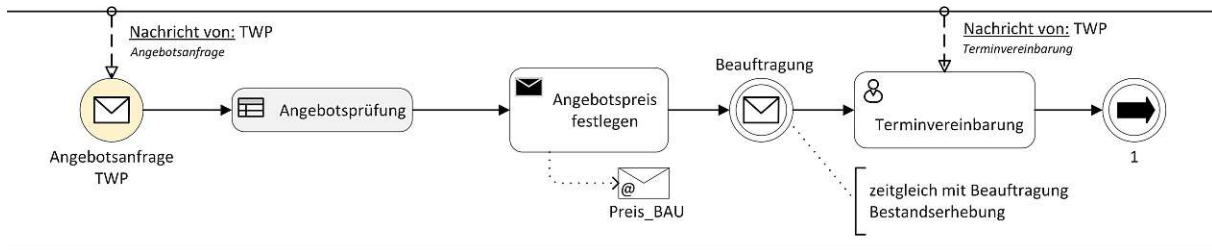


Abb. 4.8: Kernaufgaben des Bauunternehmens (BAU) während der Planungsphase PPH2 (1/2)

erfolgt üblicherweise gemeinsam mit den Projektbeteiligten oder nach individueller Vereinbarung. Das Dokument „Festlegung-V01“ dient als Grundlage für die Herstellung der Untersuchungsstellen im Bauwerk. Nach Abschluss der Arbeiten ist die Tragwerksplanung zu informieren. Sind die Probeöffnungen von den zuständigen Personen der Tragwerksplanung aufgenommen und dokumentiert, können die Untersuchungsstellen verschlossen werden. Der Abschluss dieser Aufgabe beendet den Auftrag des Bauunternehmens. Die Abrechnung ist nicht Teil der Prozessdarstellung.

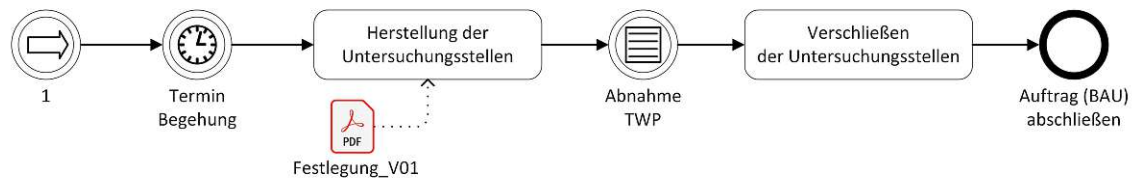


Abb. 4.9: Kernaufgaben des Bauunternehmens (BAU) während der Planungsphase PPH2 (2/2)

4.2.1.4 Tragwerksplanung

Abbildung 4.10 zeigt die übergeordneten Kernaufgaben der Lane „Tragwerksplanung“ der Prozessdarstellung. Es ist zu erkennen, dass der Tragwerksplanung im Projektverlauf zwei wesentliche Aufgabenbereiche zugeteilt sind: **Bestandserhebung** und **Statische Berechnung**. Auf den ersten Blick scheinen die Aufgaben nebeneinander zu laufen, allerdings liegt eine starke Abhängigkeit zueinander vor. Der Auftrag für die statische Vorbemessung eines Bauwerks beruht immer auf dem zugrundeliegenden Gebäude und kann nicht ohne Kenntnis des Bestands durchgeführt werden. Die statische Berechnung ist somit ein iterativer Prozess, der an den verschiedensten Stellen von der Bestandserhebung unterstützt wird. Es wird nicht näher auf die statische Berechnung eingegangen. Die Prozessdarstellung dient der Veranschaulichung von möglichen Schnittstellen. Die folgenden Abschnitte beschreiben den Ablauf der Bestandserhebung aus Sicht der Tragwerksplanung im Detail.

4.2.2 Bestandserhebung

Die Bestandserhebung kann in fünf verschiedene Phasen eingeteilt werden:

1. Vorleistungen
2. Vorbereitung der Begehung

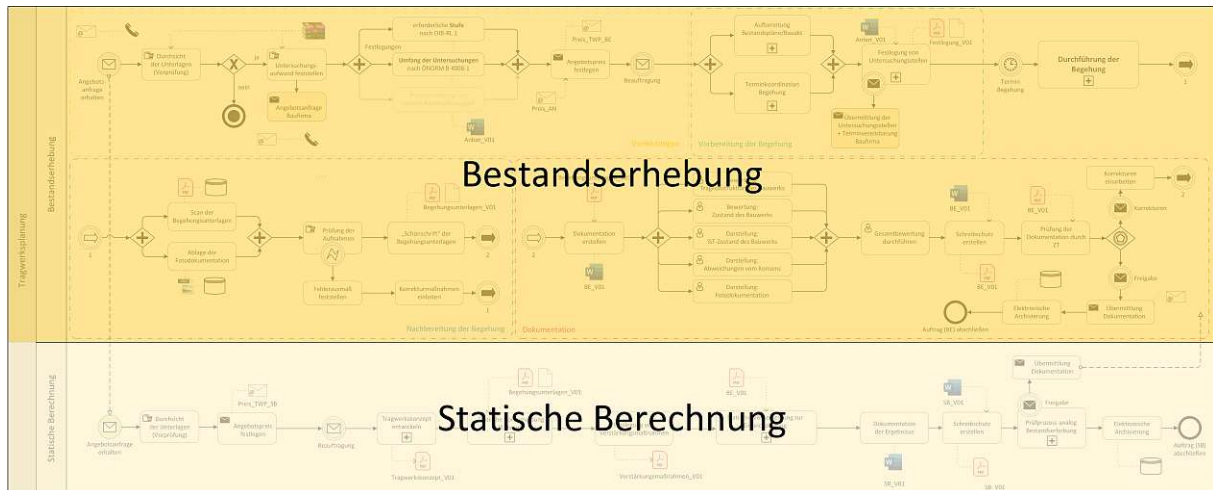


Abb. 4.10: Kernaufgaben der Tragwerksplanung während der Planungsphase PPH2

3. Durchführung der Begehung
4. Nachbereitung der Begehung
5. Dokumentation (Erstellung der gutachterlichen Stellungnahme)

4.2.2.1 Vorleistungen

Abbildung 4.11 zeigt die Aufgaben der Tragwerksplanung, bevor ein Auftrag für die Bestandserhebung vergeben wird. In dieser Phase wird die Tragwerksplanung aufgefordert, einen Preis für die Erbringung der Leistungen bekanntzugeben. Der Prozess startet mit der Benachrichtigung **Angebotsanfrage erhalten** üblicherweise durch den Fachbereich Architektur. Die Anfrage kann entweder persönlich über ein Telefonat oder über elektronischen Schriftverkehr abgewickelt werden. Zu diesem Zeitpunkt werden die aufbereiteten Projektunterlagen (Bestandspläne und Vorentwurf) übermittelt, um eine erste Abschätzung des Arbeitsaufwands zu ermöglichen. Die **Durchsicht der Unterlagen** im Rahmen einer Vorprüfung erfolgt üblicherweise von der Geschäftsführung des Unternehmens. Dabei wird auf Basis der Planunterlagen der Projektumfang festgestellt. Diese Tätigkeit erfolgt manuell und wird von der zuständigen Person individuell beurteilt.

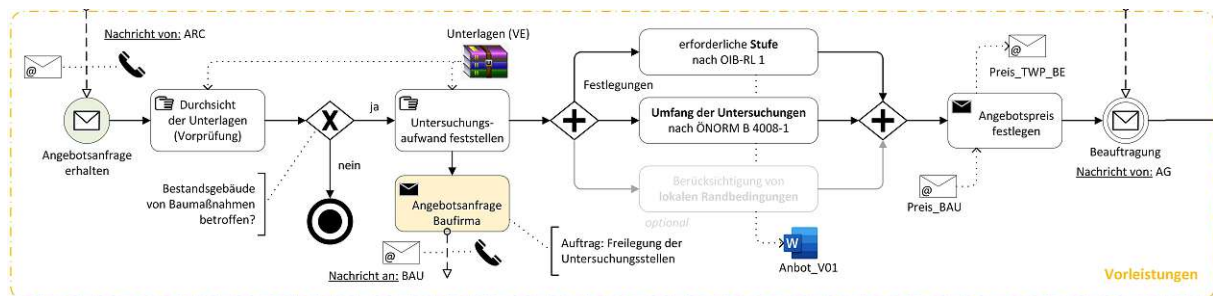


Abb. 4.11: Workflow: Vorleistungen bis zur Beauftragung der Planungstätigkeit

Im Anschluss erfolgt die **Feststellung des Untersuchungsaufwands** für die Bestandserhebung. Dabei wird der notwendige Untersuchungsaufwand auf Basis von OIB-Richtlinie 1 [53] und ÖNORM B 4008-1 [61] festgelegt (Details siehe folgende Unterabschnitte). Des Weiteren

wird versucht die lokalen Randbedingungen (z. B. die Zugänglichkeit für die Untersuchungen) vor Ort so früh wie möglich abzuschätzen. Nach Bestimmung der drei grundlegenden Feststellungen wird ein Angebot erstellt. Das Dokument „Anbot-V01“ wird unternehmensabhängig mit einer Textbearbeitungssoftware erstellt und die Festlegungen schriftlich festgehalten. Gleichzeitig kommt es zu einer **Angebotsanfrage an die Baufirma**, die auf Grundlage des ersten Untersuchungsaufwands aufgefordert wird, Verfügbarkeit und Preisvorstellung für die Öffnung von Untersuchungsstellen bekannt zu geben. Nach Bekanntgabe der Preiskomponenten durch das Bauunternehmen, häufig in Form von Einheitspreisen pro Untersuchungsstelle, kann der Angebotspreis für die Bestandserhebung festgelegt werden. Es handelt sich ausschließlich um die Preiskomponente für die Bestandserhebung. Die Beantwortung der Angebotsanfrage erfolgt durch Übermittlung des Anbots und Bekanntgabe der Preiskomponenten aus der Bestandserhebung in schriftlicher Form an die zuständige Person. Der Prozess wird durch die Beauftragung der angebotenen Leistungen fortgesetzt.

Festlegung der Stufe nach OIB-Richtlinie 1 [53]

Für das Beispielprojekt kann die erforderliche Stufe der Bestandserhebung nach Abbildung 2.1 eingestuft werden. Durch den Umfang der Baumaßnahmen ist eine Bestandserhebung der Stufe 3 erforderlich. Abbildung 4.12 zeigt die Vorgangsweise für die Bestimmung der Stufe nach OIB-Richtlinie 1 [53] und Leitfaden zu OIB-Richtlinie 1 [52]. Der Umfang der Befundung ist in der Tabelle nur verbal beschrieben und dient in diesem Schritt als Orientierungshilfe für die Festlegung der Untersuchungsstellen nach ÖNORM B 4008-1 [61].

	Befundung	Baumaßnahmen
Stufe 1	- lokale Befundung (betroffene Bereiche) - augenscheinliche Untersuchung der allgemein zugänglichen Bereiche	- geringfügige Baumaßnahmen m. stat. Rel. - Aufzugseinbauten in Treppenaugen
Stufe 2	- augenscheinliche Untersuchung des gesamten Bauwerks (Keller und Dachraum) - Bestandserhebung der mittel und unmittelbar betroffenen Bestandseinheiten	- Baumaßnahmen in mehreren Geschoßen, die keine wesentliche unmittelbare Lasterhöhung für den Bestand bedeuten
Stufe 3	- Überprüfung aller wesentlicher Bestandteile des Bestandsgebäudes	- Änderungen des bestehenden Tragwerks mit maßgeblicher Lasterhöhung des Bestands (Neu-, Zu- und Umbauten)

1. Baumaßnahmen beurteilen

3. Stufe der Bestandserhebung festlegen

2. Baumaßnahmen festlegen

Orientierungshilfe für die Festlegung der Untersuchungsstellen

Abb. 4.12: Vorgehensweise zur Festlegung der erforderlichen Stufe der Bestandserhebung (basierend auf [52])

Auf Grundlage der Orientierungshilfe erfolgt im nächsten Schritt die genaue Festlegung von Untersuchungsstellen gemäß Leitfaden zu OIB-Richtlinie 1 [52] für folgende Bereiche:

- Fundamentsituation
- Konstruktion der Wände (Materialeigenschaften)
- Zustand und Konstruktion der Decken

Für die verbleibenden Untersuchungen gilt, dass die wesentlichen Bestandteile des Gebäudes augenscheinlich beurteilt werden müssen. Aufgrund der Unvorhersehbarkeit der möglichen Schädigungen ist für die verbleibenden Untersuchungspunkte vor der Begehung keine quantitative Definition von Untersuchungsstellen möglich. Diese werden während der Begehung situationsabhängig definiert.

Umfang der Untersuchungen nach ÖNORM B 4008-1 [61]

Zu Beginn des Projekts erfolgt die Festlegung des Untersuchungsaufwands der wesentlichen Konstruktionselemente auf Basis der Kenntnisstände. Für die Beurteilung wird üblicherweise der vollständige Kenntnisstand (KL 3) angestrebt, um eine bestmögliche Bewertung durchführen zu können. In Abhängigkeit der vorhandenen Planunterlagen kann der Untersuchungsaufwand nach Abbildung 2.3 bestimmt werden. Die Festlegung erfolgt manuell und muss jedenfalls für jeden der drei dargestellten Teilbereiche (Geometrie, konstruktive Einzelheiten und Werkstoffeigenschaften) durchgeführt werden.

Abbildung 4.13 zeigt die exemplarische Vorgehensweise bei der Feststellung des erforderlichen Untersuchungsaufwands für die *konstruktiven Einzelheiten*. Es wird angenommen, dass aus dem Bauakt lediglich die Einreichpläne zum Zeitpunkt der Errichtung vorliegen und keine Informationen über die Konstruktion angegeben sind. Es liegen somit in Hinblick auf die *konstruktiven Einzelheiten* keine detaillierten Originalbaupläne vor, was eine umfassende Untersuchung notwendig macht.

2. Teilbereich auswählen

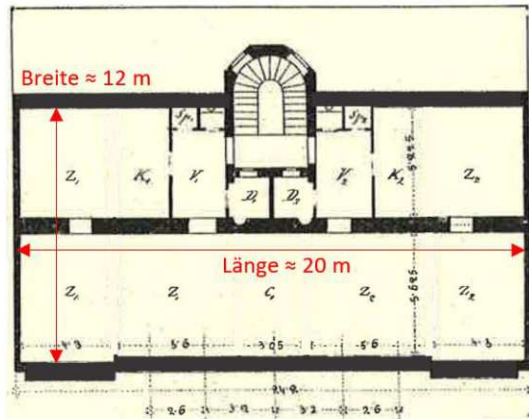
Kenntnisstand	Geometrie		Konstruktive Einzelheiten		Werkstoffeigenschaften	
	vorhandene Dokumentation	erforderliche Untersuchungen	vorhandene Dokumentation	erforderliche Untersuchungen	vorhandene Dokumentation	erforderliche Untersuchungen
KL 1 beschränkter Kenntnisstand	Originalpläne mit Hauptabmessungen der Bauteile	stichprobenweise Überprüfung	-	-	Werte aus Normen und Vorschriften zur Zeit der Errichtung	stichprobenweise Überprüfung
	keine Unterlagen	beschränkte Aufnahme	keine Unterlagen	simulierter Entwurf + beschränkter Umfang	keine Unterlagen	beschränkter Umfang
KL 2 normaler Kenntnisstand	unvollständig detaillierte Unterlagen	stichprobenweise Überprüfung	unvollständige Originalbaupläne	beschränkte Untersuchung	Originalstatik mit Bemessungsangaben auf Basis von Werten aus Normen und Vorschriften zur Zeit der Errichtung	beschränkter Umfang
	keine Unterlagen	erweiterte Aufnahme	keine Unterlagen	erweiterter Umfang	keine Unterlagen	erweiterter Umfang
KL 3 vollständiger Kenntnisstand	1. Kenntnisstand festlegen		3. Unterlagen bewerten		Angaben zu den Baustoffen bzw. Angabe aus Original-Versuchsberichten	beschränkter Umfang
	vollständig detaillierte Unterlagen	stichprobenweise Überprüfung	detaillierte Originalbaupläne	beschränkte Untersuchung	Originalstatik mit Bemessungsangaben auf Basis von Werten aus Normen und Vorschriften zur Zeit der Errichtung	erweiterter Umfang
	keine Unterlagen	umfassende Aufnahme	keine Unterlagen	4. Umfang feststellen	umfassender Umfang	umfassender Umfang

ANMERKUNG Die stichprobenweise Überprüfung umfasst im Regelfall zumindest 50 % der für den beschränkten Umfang vorgesehenen Untersuchungen.
Ein "simulierter Entwurf" ist ein ideeller Entwurf, der nachempfunden, wie zur Zeit der Errichtung des Gebäudes üblicherweise geplant und ausgeführt wurde.

Abb. 4.13: Vorgehensweise zur Festlegung des erforderlichen Untersuchungsumfangs (basierend auf [61])

Nach Festlegung des erforderlichen Umfangs kann die Anzahl der Untersuchungsstellen nach ÖNORM B 4008-1 [61] bestimmt werden. Zur Veranschaulichung wird die Anzahl der Untersuchungsstellen der obersten Geschoßdecke exemplarisch bestimmt. Für die Berechnung werden die Vorgaben aus Abschnitt 2.5.2 herangezogen. Abbildung 4.14 zeigt die maßgebenden Kenngrößen

und die schrittweise Berechnung für die Festlegung. Es sind für die Geschoßdecke zehn Untersuchungsstellen erforderlich, um eine vollständige Beurteilung der Konstruktion zu gewährleisten. Derartige Berechnungen sind für alle weiteren Untersuchungen (Fundament und Konstruktion der Wände) durchzuführen und stellen die Grundlage für die Angebotslegung dar. Die Abmessungen des Gebäudes werden aus den Bestandsplänen entnommen.



$$A_{BGF} = 20 \text{ m} \times 12 \text{ m} = 240 \text{ m}^2$$

$$L_{Auflager} = 4 \times 20 \text{ m} = 80 \text{ m}$$

$$n_{erf} = \max \left\{ \frac{A_{BGF}}{25 \text{ m}^2}; \frac{L_{Auflager}}{10 \text{ m}} \right\}$$

$$n_{erf} = \max \left\{ \frac{240 \text{ m}^2}{25 \text{ m}^2}; \frac{80 \text{ m}}{10 \text{ m}} \right\} = \max\{9,60; 8\}$$

$$n_{erf} \approx 10 \text{ Untersuchungsstellen}$$

... um Kenntnisstand KL3 zu erreichen

Abb. 4.14: Festlegung der Anzahl an Untersuchungsstellen für die Decke über dem Dachgeschoß (basierend auf [22])

4.2.2.2 Vorbereitung der Begehung

Wenn die Beauftragung erteilt wird, kann mit der Vorbereitung der in-situ-Begehung begonnen werden. Abbildung 4.15 zeigt die Kernaufgaben, die vor Durchführung der Begehung zu bearbeiten sind. Zu diesem Zeitpunkt wird üblicherweise eine zuständige Person bestimmt, die mit den dargestellten Aufgaben betraut wird. Zum Kennenlernen des Projekts bzw. des Gebäudes kommt es zur **Aufbereitung der Bestandspläne/Bauakt**. In diesem Schritt wird das Objekt anhand der Pläne begutachtet, kategorisiert und die ersten Überlegungen zu möglichen Untersuchungsstellen angestellt. Gleichzeitig kann mit der **Terminkoordination für die Begehung** begonnen werden. Die Koordination mit den Projektbeteiligten stellt die reibungslose Zugänglichkeit zu den Räumlichkeiten des Objekts sicher. Je nach Gebäudenutzung ist es erforderlich die bestehenden Einheiten zu begutachten. Die Nutzer:innen von Bauwerken sind rechtzeitig über die Begutachtung in Kenntnis zu setzen.

Nach Abschluss der Arbeitsvorbereitung und Terminkoordination kann mit der **Festlegung von Untersuchungsstellen** gestartet werden. In diesem Schritt dienen die Informationen aus dem Anbot der zuständigen Person als erste Orientierungshilfe für den Umfang der Untersuchungen. Je nach Art der Untersuchung werden die Untersuchungsstellen möglichst gleichmäßig im Gebäude verteilt. Als Plangrundlage dient üblicherweise der Einreichplan zum Zeitpunkt der Errichtung (Konsens), da dieser den originären Zustand des Gebäudes darstellt und gleichzeitig für die Konsensüberprüfung herangezogen werden kann. Die planliche Darstellung erfolgt über eine Markierung inkl. Beschriftung am Ort der vorgesehenen Untersuchung. Aufgrund der überwiegenden Bereitstellung der Bestandspläne im JPG- oder PDF-Format werden die Untersuchungsstellen auf den gedruckten Plänen eingetragen und im Anschluss durch Scans digitalisiert. Bei der Festlegung der Untersuchungsstellen ist von der zuständigen Person zu beachten, dass keine unzugänglichen Bereiche oder Privaträumlichkeiten (für die keine Zustimmung über Untersuchungen vorliegen) vorgesehen werden. Diese Informationen sind jedoch zu Beginn des

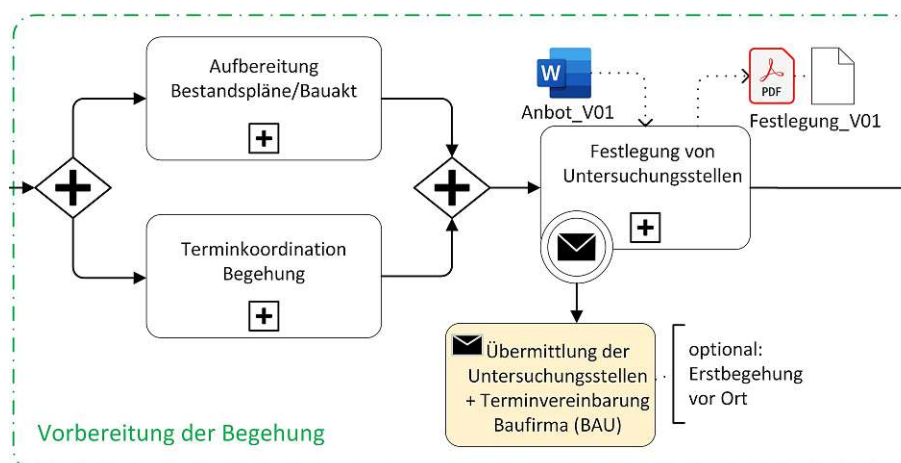


Abb. 4.15: Workflow: Vorbereitung der Begehung nach Beauftragung

Projekts nur selten bekannt, womit ein großer Unsicherheitsfaktor bei der Festlegung einhergeht. Oft kommt es auch zu Informationsverlust von mündlich übermittelten Randbedingungen, der durch fehlende Kommunikation zwischen den zuständigen Personen hervorgerufen wird. Idealerweise wird das Anbot nach selbstständiger Festlegung der Untersuchungsstellen von der zuständigen Person auf Übereinstimmung geprüft. Das bedeutet, dass in einem weiteren Schritt dieselben Tätigkeiten aus Abschnitt 4.2.2.1 von einer weiteren Person durchgeführt werden. Bei Übereinstimmung der Informationen können die Festlegungen als Dokument „Festlegung-V01“ im PDF-Format gespeichert werden. Die erstellten Planunterlagen dienen als Kommunikationsgrundlage für die Projektbeteiligten. Beispielhaft ist die Übermittlung von „Festlegung-V01“ an das Bauunternehmen dargestellt. Die Vorbereitung der Begehung endet, wenn die organisatorischen Maßnahmen (z. B. Koordination mit der Auftraggeber:in bezüglich der Zugänglichkeit des Bauwerks) für die Begehung abgeschlossen wurden.

4.2.2.3 Durchführung der Begehung

Abbildung 4.16 zeigt jene Tätigkeiten, die am Tag der Begehung durchzuführen sind. Die Aufgaben teilen sich in vier unterschiedliche Untersuchungsbereiche, bei denen eine **Beurteilung**, **Dokumentation** und/oder **Konsensüberprüfung** anzufertigen ist:

- Außenbereiche (*Untersuchungspunkt 9, 11, 12*)
- Allgemeinflächen (*Untersuchungspunkt 1, 2, 3, 6, 7, 8, 10, 13-16*)
- Untersuchungsstellen (*Untersuchungspunkt 4, 7, 17*)
- Begehung der Nutzungseinheiten (*Untersuchungspunkt 6, 7, 8*)

Für jeden Untersuchungsbereich sind die zugehörigen Untersuchungspunkte nach Abschnitt 2.9.4 zu beurteilen. Die Untersuchungen sind in chronologischer Reihenfolge dargestellt. Die Reihenfolge kann in Abhängigkeit der individuellen Randbedingungen gewählt werden. Unterbrechungen und Wechsel zwischen einzelnen Tätigkeiten sind nicht in der Darstellung berücksichtigt.

Der Prozess wird mit dem Termin der Begehung begonnen. Vor Antritt der Begehung hat die zuständige Person das zuvor angefertigte Dokument „Festlegung-V01“ aus der digitalen Form auf Papier zu bringen. Üblicherweise werden die Pläne geschoßweise ausgedruckt, um Notizen

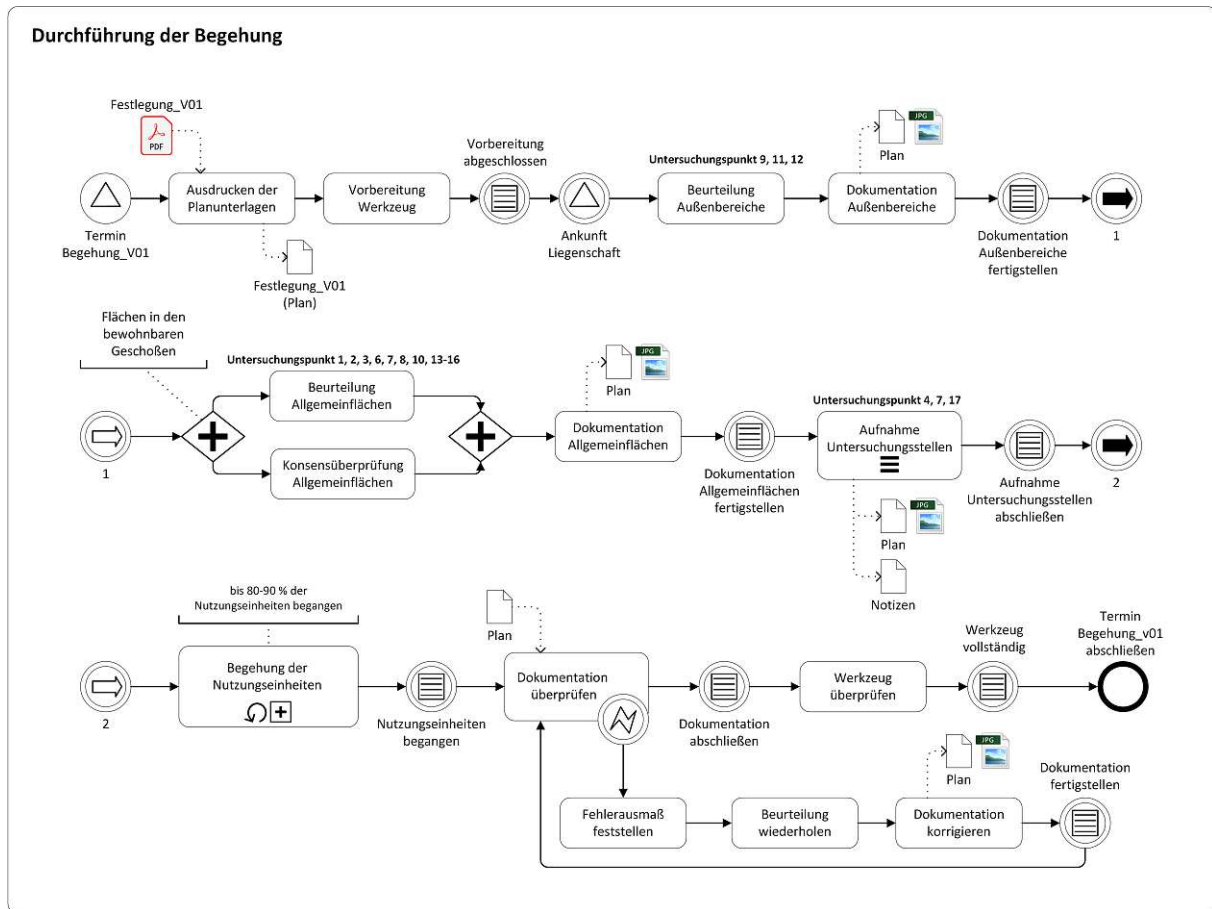


Abb. 4.16: Workflow: Durchführung der Begehung

vor Ort zu dokumentieren. Des Weiteren wird das benötigte Werkzeug für die Beurteilung der Untersuchungsstellen vorbereitet.

Folgende Werkzeuge werden üblicherweise bei einer Begehung benötigt:

- Messgerät (Distomat, Zollstock oder Vergleichbares)
- Taschenlampe
- Schreibutensilien (Kugelschreiber, Bleistift, etc.)
- Klemmbrett
- spitzer Gegenstand (Schraubenzieher, Axt oder Vergleichbares)
- diverse Prüfgeräte (z. B. Prüfhämmer für die Überprüfung der Komponentenfestigkeit)

Mit der Ankunft vor der Liegenschaft startet die in-situ-Begehung. Vor dem Betreten des Gebäudes ist es üblich die Außenbereiche zu beurteilen. Dabei wird das gesamte Gebäude von außen augenscheinlich auf Schäden und Mängel untersucht und eine Fotodokumentation der beurteilten Bereiche erstellt. Der Fokus liegt auf Zubauten (*Untersuchungspunkt 9*), der Fassade des Gebäudes (*Untersuchungspunkt 10*) sowie dem Sockelbereich der Liegenschaft (*Untersuchungspunkt 11*). Wenn Schäden oder Mängel wie z. B. Setzungsrisse erkannt werden, ist der betroffene Bereich im Detail zu fotografieren und die Lage und Ausprägung auf den

mitgeführten Plänen zu dokumentieren. Die Zuordnung von Fotos erfolgt üblicherweise durch die Ergänzung der fortlaufenden Bildnummerierung am ausgedruckten Plan. Nach Beurteilung und Dokumentation der gesamten Außenbereiche kann die Begehung im Inneren des Gebäudes fortgesetzt werden.

Nach dem Betreten des Gebäudes erfolgt die Beurteilung der Allgemeinflächen mit der dazugehörigen Konsensüberprüfung. Unter Allgemeinflächen sind alle frei zugänglichen Bereiche eines Gebäudes zu verstehen, die von allen Personen gleichermaßen genutzt werden können. Dazu zählen u. a. das Kellergeschoß, Treppenhäuser und nicht ausgebaute Rohdachböden. Für die Beurteilung sind folgende Bereiche augenscheinlich zu untersuchen:

- Dach (*Untersuchungspunkt 1*)
- Gesimse (*Untersuchungspunkt 2*)
- Dachentwässerung (*Untersuchungspunkt 3*)
- Regeldecken (*Untersuchungspunkt 6*)
- Wände in den Wohngeschoßen (*Untersuchungspunkt 7*)
- Fenster (*Untersuchungspunkt 8*)
- Steigleitungen und Fallstränge (*Untersuchungspunkt 10*)
- Parterre - Eingang (*Untersuchungspunkt 13*)
- Keller (*Untersuchungspunkt 14-16*)

Jeder der Untersuchungspunkte ist zumindest augenscheinlich zu überprüfen und entsprechend den Informationsanforderungen zu beurteilen. Wenn keine Besonderheiten zu erkennen sind, erfolgt üblicherweise keine explizite Dokumentation in den Planunterlagen. In diesem Fall wird ausschließlich eine Fotodokumentation der beurteilten Bereiche erstellt. Sind Schäden, Mängel oder sonstige Besonderheiten erkennbar, werden diese Informationen händisch in den Planunterlagen vermerkt und analog zu den Außenbereichen im Detail fotografiert. Diese Vorgehensweise wird für jede Auffälligkeit wiederholt.

Für die Allgemeinflächen muss des Weiteren eine Konsensüberprüfung stattfinden. Dafür ist es erforderlich die vor Ort vorgefundene Grundrissform in den ausgedruckten Plänen zu dokumentieren. Üblicherweise werden die dem Konsens entsprechenden Wände mit einem Haken versehen, um eine Übereinstimmung zu signalisieren. Wenn Abweichungen vom Zeitpunkt der Errichtung festzustellen sind, wird die vorgefundene Grundrissform in den Planunterlagen eingetragen. Während der Begehung ist es für die zuständige Person unerheblich, ob die bauliche Situation bereits im Bauakt eingetragen und somit bewilligt ist. Nicht überprüfbare Bereiche werden mit einer entsprechenden Markierung in den Unterlagen dargestellt. Die Erstellung einer Fotodokumentation ist im Zuge der Konsensüberprüfung nicht üblich.

Im nächsten Schritt kann mit der Aufnahme der Untersuchungsstellen begonnen werden. Die in den Planunterlagen eingetragenen Stellen sind vor Ort aufzusuchen und die entsprechenden Merkmale zu dokumentieren. Dabei sind Informationen über die oberste Geschoßdecke (*Untersuchungspunkt 4*), die Fundamentsituation (*Untersuchungspunkt 17*) und die Feststellung der Mauerwerksdruckfestigkeit (*Untersuchungspunkt 7*) aufzunehmen. Die Anzahl an Untersuchungsstellen richtet sich nach den Festlegungen in „Festlegung-V01“. Die Informationsanforderungen sind je nach Untersuchungspunkt gemäß den Beurteilungskriterien mit dem vorbereiteten Werkzeug festzustellen. Die Ergebnisse sind auf den Planunterlagen und/oder separaten Notizen zu

dokumentieren und eine Fotodokumentation anzufertigen. Diese Vorgehensweise ist für jede Untersuchungsstelle der definierten Untersuchungspunkte durchzuführen und erfolgt einzeln in chronologischer Reihenfolge. Holzbauteile können in diesem Schritt durch Kontaktprüfung (z. B. mithilfe eines Schraubenziehers) auf mögliche Schädigungen untersucht werden. Nach Abschluss der Aufnahme der Untersuchungsstellen ist das Bauunternehmen (BAU) zu informieren, dass die Untersuchungsstellen verschlossen werden. Es kann anschließend mit der Begehung der Nutzungseinheiten begonnen werden.

Die Begehung der Nutzungseinheiten ist entscheidend für die Konsensüberprüfung der Liegenschaft und zur Feststellung von nicht genehmigten Umbauten relevant, welche die Tragfähigkeit der Bausubstanz herabsetzen können. Deshalb ist es erforderlich einen möglichst großen Teil der Nutzungseinheiten zu begutachten, um das Risiko von Unvorhergesehenem zu reduzieren. Aus den Experteninterviews geht hervor, dass idealerweise 80 - 90 % der bestehenden Einheiten besichtigt werden sollten, um einen vollständigen Kenntnisstand zu erreichen. Abbildung 4.17 zeigt den Prozess, der den Ablauf der Begehung einer Nutzungseinheit abbildet. Dabei ist zu erkennen, dass es zwei Pfade für den Abschluss der Begehung gibt. Den Beginn des Prozesses bildet das zeitliche Ereignis „Termin Nutzungseinheit“. Dieser Termin wird entweder im Zuge der Terminkoordination mit den einzelnen Parteien vereinbart, oder bei fehlender Terminvereinbarung durch erstmaliges Anklopfen z. B. an der Wohnungstür ausgelöst (konkludente Handlung).

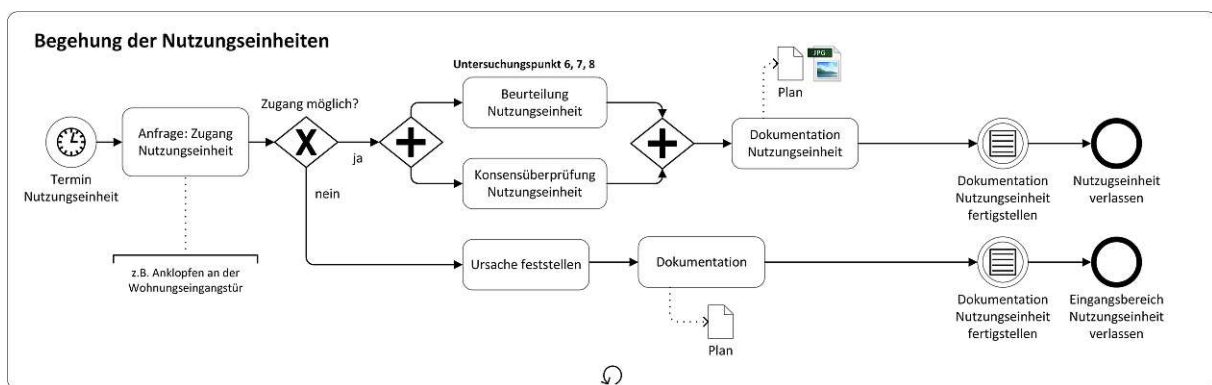


Abb. 4.17: Workflow: Ablauf der Begehung von Nutzungseinheiten eines Gebäudes

Das Beispielprojekt ist ein klassisches Wohngebäude, bei dem die Nutzungseinheiten aus einzelnen Wohnungen bestehen. Für die Begehung der Wohnungen ist eine Anfrage an den Zutritt z. B. durch Anklopfen an der Wohnungseingangstür zu stellen. Je nach Anwesenheit und Kooperationsbereitschaft der Bewohner:innen wird der Zugang ermöglicht oder verweigert. Ist der Zugang möglich kann die Begehung fortgesetzt werden. Im Inneren der Nutzungseinheit wird analog zu den Allgemeinflächen eine Beurteilung und Konsensüberprüfung dieser durchgeführt. Gegenstand der Beurteilung sind die Regeldecken (*Untersuchungspunkt 6*), die Wände (*Untersuchungspunkt 7*) und die Fenster (*Untersuchungspunkt 8*) der Nutzungseinheit. Bei diesen Untersuchungspunkten ist es üblicherweise ausreichend eine augenscheinliche Beurteilung auf Schäden oder Mängel durchzuführen. Die Erfahrungen der Nutzer:innen können bei der Beurteilung berücksichtigt werden. Alle festgestellten Besonderheiten sind händisch in den Planunterlagen zu vermerken und entsprechend zu kommentieren. Anschließend ist der Grundriss der Nutzungseinheit mit dem Konsens zu vergleichen. Üblicherweise werden die dem Konsens entsprechenden Wände mit einem Haken versehen, um eine Übereinstimmung zu signalisieren. Wenn Abweichungen vom Zeitpunkt der Errichtung festzustellen sind, wird die vorgefundene Grundrissform in den Planunterlagen eingetragen. Bei Bedarf kann eine Fotodokumentation angefertigt werden. Nach

Abschluss der Dokumentation auf dem Klemmbrett endet die Begehung mit dem Verlassen der Nutzungseinheit.

Es kann in der Praxis vorkommen, dass die Bewohner:innen der Nutzungseinheiten nicht anwesend sind, womit der zweite Pfad aus Abbildung 4.17 durchlaufen wird. Wenn der Zugang nicht möglich ist, ist die betroffene Nutzungseinheit auf den Planunterlagen entsprechend zu markieren und die Ursache festzustellen und festzuhalten. Ebenso kann der Zutritt von den anwesenden Bewohner:innen verweigert werden.

Nach Abschluss der Begehungen aller zugänglichen Nutzungseinheiten ist die gesamtheitlich erstellte Dokumentation vor dem Verlassen des Gebäudes auf Plausibilität und/oder Vollständigkeit zu überprüfen. Wenn Fehler oder Ungenauigkeiten festgestellt werden, ist das Fehlerausmaß festzustellen und die Beurteilung der betroffenen Bereiche zu wiederholen. Nach Korrektur der festgestellten Fehler und Dokumentation in den Planunterlagen ist die Prüfung der Dokumentation zu wiederholen. Erst nachdem keine offensichtlichen Fehler festgestellt sind, sollte die Dokumentation abgeschlossen werden. Anschließend ist das mitgeführte Werkzeug auf Vollständigkeit zu überprüfen und zu verstauen. Mit diesem Schritt endet die in-situ-Begehung und die Liegenschaft kann verlassen werden.

4.2.2.4 Nachbereitung der Begehung

Die Nachbereitung beginnt mit dem Abschluss der Begehung. Der zugehörige Prozess ist in Abbildung 4.18 dargestellt. Zu Beginn sind die beschrifteten Planunterlagen zu digitalisieren (Scan) und gemeinsam mit der Fotodokumentation auf unternehmensinternen Servern abzulegen. Die Begehungsunterlagen auf Papier verlieren mit der digitalen Ablage ihre Bedeutung im Prozess. Es handelt sich hauptsächlich um organisatorische Schritte, die prozessbedingt erforderlich sind.

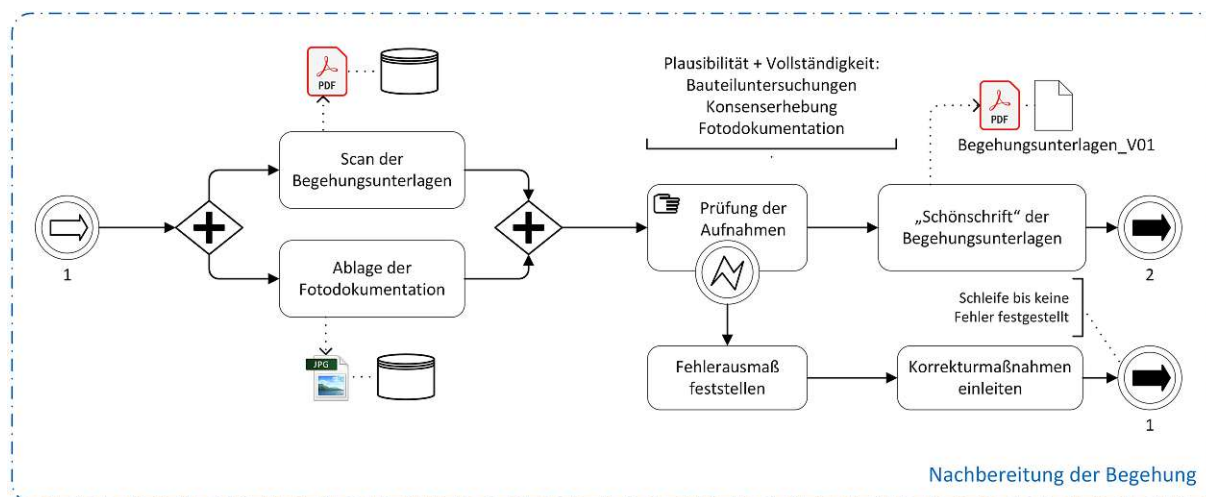


Abb. 4.18: Workflow: Ablauf der Nachbereitung der Begehung

Die Prüfung der Aufnahmen steht anschließend im Fokus der Nachbereitung. Während der Begehung kann es zu zahlreichen Einflüssen kommen, die eine objektive Prüfung der Unterlagen vor Ort nicht möglich machen. Durch die Prüfung am Arbeitsplatz können nicht wahrgenommene Fehler aufgrund der höheren Konzentrationsspanne nachträglich gefunden werden. Die Prüfung erfolgt auf Vollständigkeit und Plausibilität der Informationen aus der Bauteiluntersuchung, Konsenserhebung und der Fotodokumentation. Bauteiluntersuchungen und Konsenserhebungen sind bei Auffälligkeiten (z. B. Bauteildimensionen außerhalb des üblichen Wertebereichs) mit der Fotodokumentation zu vergleichen und augenscheinlich z. B. auf Messfehler zu überprüfen.

Wenn nach Abschluss der Prüfung grobe Abweichungen festgestellt werden, sind entsprechende Korrekturmaßnahmen einzuleiten. Je nach der Bedeutung für die weitere Beurteilung kann eine erneute Begehung der betroffenen Bereiche erforderlich werden. Oft ist eine erneute Begehung mit einem hohen organisatorischen Aufwand verbunden, weshalb der erstmaligen Prüfung vor Ort eine wesentliche Bedeutung zukommt.

Im Anschluss an die Prüfung der Aufnahmen ist es heutzutage üblich die Begehungsunterlagen für die weitere Verwendung in „Schönschrift“ erneut zu erstellen. Dabei werden die vor Ort festgehaltenen Notizen und Abweichungen vom Konsens auf erneut ausgedruckten Plänen zum Zeitpunkt der Errichtung in eine leserliche Form überführt. Dieser Schritt dient ausschließlich optischen Zwecken und der besseren Lesbarkeit. Es findet keine inhaltliche Änderung statt. In manchen Fällen erfolgt die Übertragung in „Schönschrift“ bereits über PDF-Bearbeitungsprogramme auf die digitalisierten Planunterlagen. Die Experteninterviews bestätigen diese Vorgehensweise. Das Ergebnis ist das Dokument „Begehungsunterlagen-V01“, das als Grundlage für die endgültige Dokumentation und die statische Berechnung dient. Abbildung 4.19 veranschaulicht beispielhaft die Form der Planunterlagen, die während der Begehung angefertigt werden. Diese dienen als Grundlage der darauffolgenden „Schönschrift“, welche in Abbildung 4.20 dargestellt ist. Am Vergleich der Abbildungen ist gut erkennbar, dass die ursprüngliche Form keinen Anspruch auf Repräsentation hat, während die „Schönschrift“ im endgültigen Dokument einem nachvollziehbaren Format entsprechen sollte. Die Feststellung des rechtmäßigen Bestands kann anhand der typischen „Rot-Gelb-Pläne“ aus der „Schönschrift“ erfolgen.

4.2.2.5 Dokumentation (Erstellung der gutachterlichen Stellungnahme)

Für die Dokumentation ist es erforderlich, die Ergebnisse der Begehung in einen technischen Bericht zu fassen und eine Bewertung des IST-Zustands in Form einer zusammenfassenden gutachterlichen Stellungnahme anzufertigen (siehe Abschnitt 2.2). Abbildung 4.21 zeigt die zahlreichen Aufgaben, die in weiterer Folge zu bearbeiten sind. Für die Erstellung des Dokuments sind insgesamt fünf Teilbereiche in der Bestandserhebung besonders zu berücksichtigen:

1. Bewertung der Tragkonstruktion des Bauwerks
2. Bewertung des Zustands des Bauwerks
3. Darstellung des IST-Zustands des Bauwerks
4. Darstellung der Abweichungen vom Konsens
5. Fotodokumentation des Bauwerks

Jedes der Teilgebiete ist individuell zu bearbeiten und in einem Dokument „Bestandserhebung-V01“ zu sammeln. Als Grundlage für die Bewertungen dienen die „Begehungsunterlagen-V01“ und die aufgenommenen Bilder des Bauwerks.

Nach Abschluss der Bewertung und Darstellung der Teilgebiete kann eine Gesamtbewertung für das Bauwerk erstellt werden. Dabei werden zusammenfassend alle wesentlichen Erkenntnisse der Begehung in übersichtlicher Form nochmals dargestellt. Zusätzlich wird eine abschließende Stellungnahme formuliert, die als Bewertungsgrundlage für die weitere Durchführung von Baumaßnahmen dient. Je nach Zustand des Bauwerks wird die Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit bewertet. Kann die Tragfähigkeit oder Gebrauchstauglichkeit von wesentlichen Bauteilen nach der augenscheinlichen Begehung nicht gewährleistet werden, ist die weitere Vorgehensweise anzugeben, um den erforderlichen Zustand wiederherzustellen.

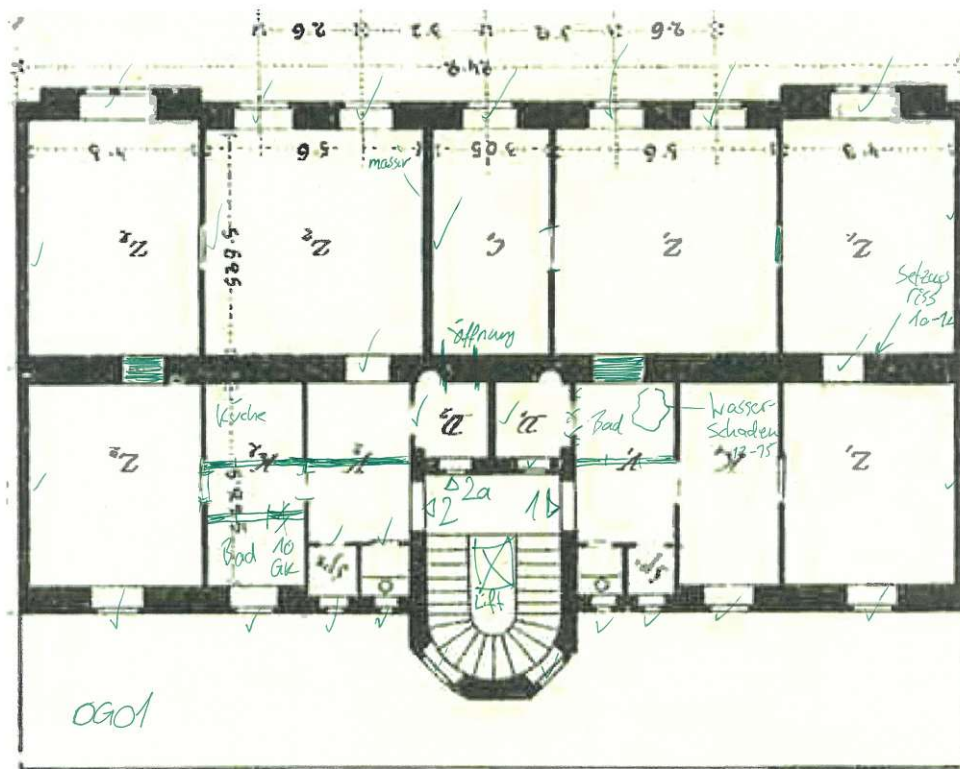


Abb. 4.19: Form der Begehungsunterlagen nach Abschluss der Begehung (basierend auf [22])

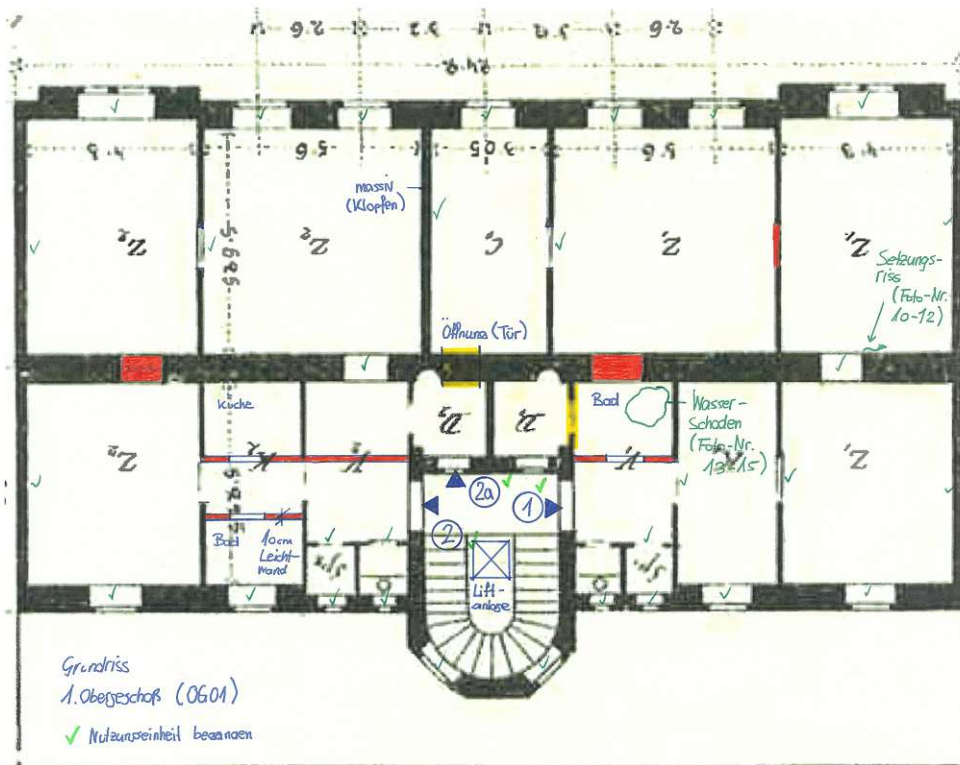


Abb. 4.20: Form der Begehungsunterlagen nach „Schönschrift“ (basierend auf [22])

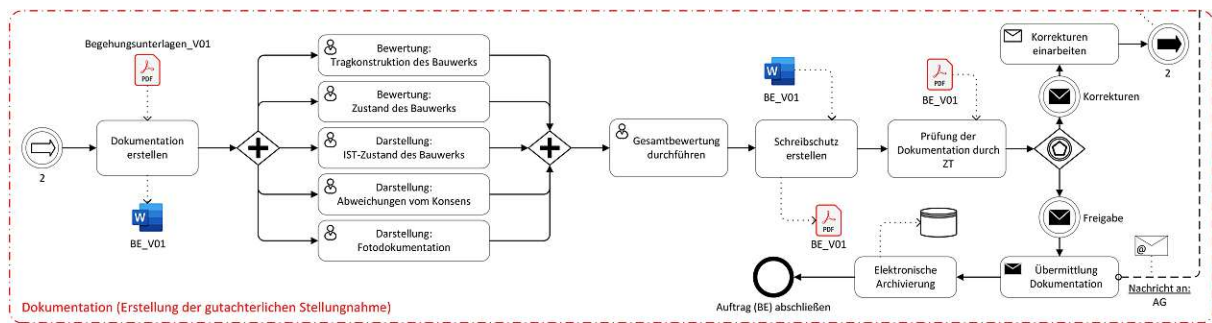


Abb. 4.21: Workflow: Ablauf der Dokumentation (Erstellung der gutachterlichen Stellungnahme)

Nachdem die Bewertungen, Darstellungen und die Gesamtbewertung in das Dokument „Bestandserhebung-V01“ eingearbeitet sind, kann das Dokument für die Übermittlung an die Projektbeteiligten vorbereitet werden. Als erste Aufgabe ist die Umwandlung der bearbeitbaren Textdatei in ein nicht veränderbares Format zu überführen. Dies geschieht häufig durch die Umwandlung in das PDF-Format.

Die erstellte Dokumentation muss in weiterer Folge von einem Ziviltechniker oder einer Ziviltechnikerin im Unternehmen überprüft werden, um den Anforderungen nach OIB-Richtlinie 1 [53] zu entsprechen. Bei der Prüfung handelt es sich um eine interne Kontrolle im Unternehmen zur Qualitätssicherung. Nach erfolgter Durchsicht der Dokumentation durch die zuständige Person können entweder Korrekturen erforderlich sein, oder es erfolgt die Freigabe für die Übermittlung an die Projektbeteiligten. Das Dokument wird dabei üblicherweise im PDF-Format per E-Mail und/oder in unterzeichneter Papierform an die auftraggebende Partei übermittelt. Zusätzlich wird das erstellte Dokument auf unternehmensinternen Servern zu Dokumentationszwecken archiviert. Diese abschließenden Schritte beenden den Auftrag für die Bestandserhebung. Das Dokument „Bestandserhebung-V01“ kann als Produkt betrachtet werden, auf dessen Grundlage die statisch-konstruktive Beurteilung von Baumaßnahmen durchgeführt werden kann.

Bewertung der Tragkonstruktion des Bauwerks

Die Aufnahme der Untersuchungsstellen bildet die Grundlage für die Bewertung der Tragkonstruktion. Die Untersuchungsstellen werden getrennt nach dem Typ der Konstruktion (z. B. Fundament, Deckenkonstruktion, etc.) gegliedert und die vorgefundenen Beurteilungskriterien der einzelnen Stellen verschriftlicht. Anhand dieser Informationen wird eine Gesamtbewertung für die jeweilige Tragkonstruktion angegeben. Dabei werden Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit beurteilt. Diese Bewertung ersetzt keine statische Berechnung. Kann die Tragfähigkeit oder Gebrauchstauglichkeit nach der augenscheinlichen Begehung nicht gewährleistet werden, ist die weitere Vorgehensweise der betroffenen Untersuchungsstellen anzugeben, um den erforderlichen Zustand wiederherzustellen.

Bewertung des Zustands des Bauwerks

Für die Bewertung des Zustands des Bauwerks ist die Dokumentation von Schäden und Mängeln maßgebend. Dabei werden die Untersuchungsbereiche (Außenbereiche, Allgemeinflächen, Nutzungseinheiten) getrennt voneinander bewertet und die jeweils vorgefundenen Auffälligkeiten im Dokument „Bestandserhebung-V01“ angeführt. Die Mängel und Schäden sind zu beschreiben und eine Bewertung in Hinblick auf die Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit anzugeben.

Darstellung des IST-Zustands des Bauwerks

Die *Darstellung des IST-Zustands des Bauwerks* entspricht der im Zuge der Begehung angefertigten Konsensüberprüfung. Alle eingetragenen Abweichungen stellen den derzeitigen Zustand des Bauwerks dar. Für die Dokumentation des IST-Zustands wird „Schönschrift“ mit den dargestellten Abweichungen dem Dokument „Bestandserhebung-V01“ angehängt.

Darstellung der Abweichungen vom Konsens

Als Darstellungsgrundlage wird die *Darstellung des IST-Zustands des Bauwerks* herangezogen. Um die Abweichungen vom Konsens festzustellen, sind die vorgefundenen Umbauten mit dem Bauakt abzugleichen. Alle Umbaumaßnahmen, die im Bauakt entsprechend dokumentiert sind gelten als Konsens der Liegenschaft. Bei bewilligten und tatsächlich vorgefundenen Umbauten kann in den Planunterlagen das Datum der Baubewilligung ergänzt werden, um das Vorliegen einer Baubewilligung zu signalisieren. Sind im Bauakt keine Unterlagen zu tatsächlich vorgefundenen Umbauten aufzufinden, muss von einer illegalen Umbautätigkeit ausgegangen werden. Für derartige Umbauten kann kein Jahr der Baubewilligung angegeben werden, womit eine Abweichung vom Konsens vorliegt. Nach der Zuordnung aller bewilligten Umbauten in den Planunterlagen wird der nicht bewilligte Anteil an Abweichungen sichtbar. Diese Abweichungen sind für die Beurteilung von Verstärkungsmaßnahmen hinsichtlich der Aussteifungssituation wichtig. Je mehr Nutzungseinheiten begangen wurden, desto genauer kann eine Abschätzung der statisch-konstruktiven Ertüchtigungen gemacht werden.

Fotodokumentation des Bauwerks

Die Aufnahmen der Begehung werden in die Bewertungen des Dokuments „Bestandserhebung-V01“ eingearbeitet, um den Zustand des Bauwerks bzw. der Bauteile visuell darzustellen. Im Anhang des Dokuments ist üblicherweise eine Sammlung aller Aufnahmen zu finden. Diese Aufnahmen geben einen guten Überblick für die Nachvollziehbarkeit der Bewertung.

4.3 Bewertung und Optimierungspotenzial

Die folgenden Abschnitte heben typische prozessbedingte Probleme der Bestandserhebung hervor. Für jeden Abschnitt werden verschiedene Möglichkeiten zur Optimierung des Prozesses durch die BIM-Methode angeführt.

4.3.1 Datenqualität

Für Bestandserhebungen ist die Vollständigkeit von bestehenden Planunterlagen der Dreh- und Angelpunkt für die Qualität der Bewertung. Je umfangreicher die Bestandspläne sind, desto einfacher können zusätzliche Informationen generiert werden. Der Bauakt der Stadt Wien stellt mit der Sammlung von Bauplänen- und bewilligungen von über 189.000 Bauwerken eine wichtige Quelle für die Sichtung von Bestandsplänen dar [69]. Die Planqualität und Vollständigkeit der Unterlagen können jedoch von Bauwerk zu Bauwerk unterschiedlich sein. Es kann durchaus vorkommen, dass nicht alle Geschoßpläne eines Bauwerks vom Bauakt abgedeckt werden, oder ausschließlich Bescheide über die Bewilligung ohne zugehörige planliche Darstellung aufliegen. In solchen Fällen ist die Qualität der Bestandserhebung stark eingeschränkt. Die Bewertung beruht somit auf unvollständigen Darstellungen, womit die Fehleranfälligkeit z. B. durch Verwechslungen, Unklarheiten oder Missinterpretationen stark ansteigt. Ebenso kann es vorkommen, dass zu einem Bauwerk keine Unterlagen vorliegen (z. B. Vernichtung durch Brand). Hier ist die Bestimmung der Geometrie der Bauteile vor Beginn eines Projekts unerlässlich, um die Planung von Baumaßnahmen überhaupt erst zu ermöglichen.

Optimierungspotenzial

Durch eine frühzeitige Vermessung des Bauwerks (oder von Teilbereichen) kann die Qualität der Bestandserhebung deutlich verbessert werden. Den Projektbeteiligten bzw. der Tragwerksplanung stehen somit bereits zu Planungsbeginn alle (aktuellen) geometrischen Informationen zur Verfügung, die für die weitere Planung bzw. für die Einschätzung des Untersuchungsaufwands erforderlich sind. Die Bundesarchitektenkammer (BAK) Deutschland [18] verweist ebenso auf eine höhere Kostensicherheit durch die ausführliche Bestandsaufnahme in Kombination mit der BIM-Methode. Je mehr Informationen über ein Bauwerk im Bestand zur Verfügung stehen, desto mehr Planungssicherheit und -qualität können die Auftraggebenden erwarten. Die Entscheidung für die Vermessung ist bereits während der Bedarfsplanung zu treffen und hat alle Informationsanforderungen weiterer Anwendungsfälle (z. B. Bestandserhebung) zu berücksichtigen.

4.3.2 Informationsverluste

Bestandserhebungen werden aus Gründen der Auslastung im Unternehmen üblicherweise von mehreren Mitarbeiter:innen durchgeführt. Dabei kann es vorkommen, dass für jede Phase eine zuständige Person mit der Erfüllung der jeweiligen Aufgaben betraut wird.

Die zuständigen Personen bearbeiten die gestellten Aufgaben individuell und übergeben die gesammelten Informationen nach deren Erfüllung an die zuständige Person der nächsten Phase. Während jeder Phase werden Informationen über das Bauwerk generiert, wodurch es durch die kontinuierliche Sammlung von Daten zu einem Zuwachs an Informationen kommt. Am Ende der einzelnen Phasen werden die gesammelten Informationen in einer Datei (z. B. „Festlegung-V01“) festgehalten. Diese gesammelten Informationen dienen den zuständigen Personen der weiterführenden Phasen als Basisinformation. Aufbauend auf diesen Daten erfolgt für jede Phase eine weiterführende Anreicherung der Informationen über das Bauwerk – der Wissensstand über das Bauwerk wächst somit kontinuierlich an. Nach Abschluss der Bestandserhebung liegen idealerweise alle benötigten Informationen über ein Bauwerk vor.

In der Praxis zeigt sich jedoch, dass mit jedem Phasenwechsel nicht alle vorher generierten Informationen übergeben werden. Das kann entweder durch fehlende Kommunikation im Unternehmen, oder durch manuelle Übertragungsfehler zwischen den einzelnen Dateien (z. B. während der Schönschrift der Begehungsunterlagen) verursacht werden. In beiden Fällen kann es bei der übernehmenden Partei trotz guter Arbeitsvorbereitung zu wesentlichen Informationsverlusten kommen, wodurch wesentliche Informationen über das Bauwerk im Laufe des Prozesses verloren gehen können. Nach Abschluss der Bestandserhebung liegen somit weniger zusammenhängende Informationen vor, als bei einer idealen Informationsbeschaffung. Abbildung 4.22 veranschaulicht wie Informationsverluste den Wissensstand über ein Bauwerk beeinflussen können.

Die rote Linie zeigt den tatsächlichen Informationszuwachs während eines Projekts. In den Übergängen der Phasen ist jeweils ein Abfallen der Linien zu erkennen, wodurch der beschriebene Informationsverlust dargestellt wird. Der Abfall erfolgt jeweils bei einem Wechsel der zuständigen Personen. Die grüne Linie hingegen zeigt den anzustrebenden idealen Informationszuwachs über ein Bauwerk ohne Informationsverlust. Die Linie endet bewusst unterhalb der 100 %-Grenze, um zu veranschaulichen, dass zu keinem Zeitpunkt alle Informationen über ein Bauwerk vorliegen können. Nach dem Abschluss der Bestandserhebung liegt bei Betrachtung des tatsächlichen Informationszuwachs ein wesentlich geringeres Informationsniveau vor, als bei einem idealen Informationszuwachs. Der Unterschied zwischen den beiden Linien ist die Summe aller Informationsverluste. Zum Zeitpunkt der Bearbeitung liegen keine quantifizierbaren Daten für die tatsächliche Auswertung der Informationsverluste vor. Abbildung 4.22 versteht sich somit als qualitative Veranschaulichung der vorherrschenden Problematik.

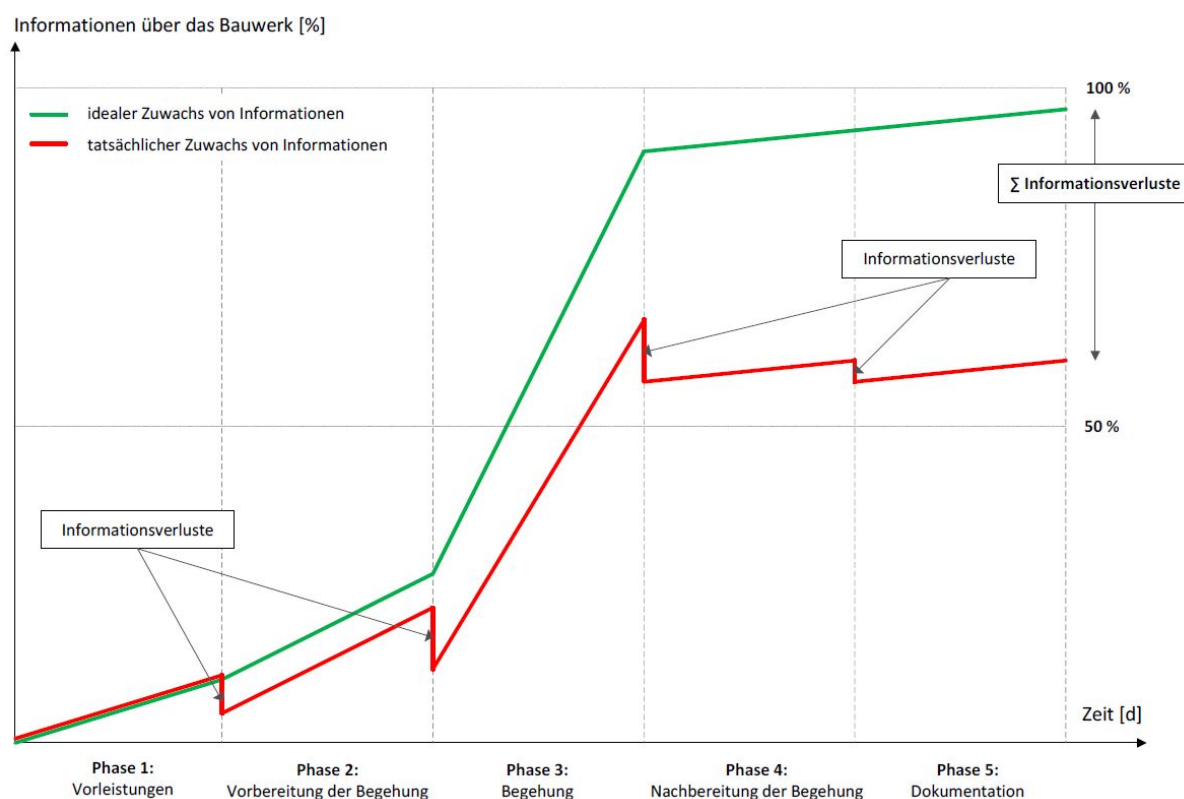


Abb. 4.22: Veranschaulichung der Informationsverluste während der Bestandserhebung (abgeleitet auf Basis von [13])

Optimierungspotenzial

Die BIM-Methode eignet sich nach Borrmann et al. [13] besonders für die Reduktion von Informationsbrüchen. Mithilfe der digitalen Datenverwaltung werden alphanumerische Informationen nicht mehr auf 2D-Plänen abgelegt, sondern können anhand eines Gebäudemodells erhoben, gespeichert und weitergegeben werden. Die Projektbeteiligten und/oder Projektmitarbeiter:innen sind somit in der Lage alle bereits generierten Daten ohne das Risiko von Informationsverlusten zu übergeben. Zusätzlich können die Daten direkt nach der Eingabe genutzt werden und müssen nicht in weiteren Schritten digitalisiert bzw. lesbar gemacht werden. Die BIM-Methode ermöglicht dadurch die Vermeidung von Fehlern durch Doppelbearbeitung und gewährleistet einen kontinuierlichen Informationszuwachs im Projekt, wodurch die Qualität und Produktivität im Prozess steigt.

4.3.3 Datenverfügbarkeit- und Transparenz

Alle Daten, die im Zuge der Bestandserhebung erhoben werden, stehen bis zur Übermittlung der finalen Dokumente ausschließlich der Tragwerksplanung zur Verfügung. Besteht von den Projektbeteiligten im Planungsverlauf Interesse an den Daten, stellt die Tragwerksplanung die zentrale Anlaufstelle dar. Die angeforderten Daten müssen in weiterer Folge von den zuständigen Personen aufbereitet werden, bevor sie im gewünschten Ausmaß an die Projektbeteiligten übermittelt werden. Dieser Austausch von Daten stellt im gesamten Projektverlauf einen individuellen Transfer und einen Mehraufwand für die Tragwerksplanung dar. Ebenso stehen die Daten ausschließlich dem Empfänger zur Verfügung. Erst wenn die Dokumente nach Abschluss der Leistungen an die

Vertragspartei übermittelt werden, können die Daten von weiteren Projektbeteiligten genutzt werden.

Weiters liegen die Informationen der Bestandserhebung nur den Auftraggebern vor und zwar ausschließlich im Papier- oder PDF-Format, obwohl die Daten für den gesamten Lebenszyklus des Bauwerks von großer Bedeutung sind. Bei Transaktionen, wie z. B. einem Verkauf der Liegenschaft besteht die Möglichkeit, dass die Unterlagen verloren gehen oder schlicht vergessen werden. Potenzielle Besitzer:innen verlieren somit wertvolle Informationen über das Bauwerk und könnten damit in die Lage versetzt werden, dieselben Untersuchungen erneut anstellen zu müssen.

Optimierungspotenzial

Die BIM-Methode ermöglicht eine durchgehende, transparente Datenspeicherung auf einer gemeinsamen Projektplattform (Common Data Environment). Fachmodelle und sonstige Informationen sind dort für die Projektbeteiligten lesbar und/oder kommentierbar. Wenn die Projektbeteiligten an Informationen aus der Bestandserhebung interessiert sind, stehen die erhobenen Informationen somit jederzeit zur Verfügung. Die Vereinbarung von Informationsanforderungen gewährleistet die Lesbarkeit für die Projektbeteiligten, wodurch keine Aufbereitung der Daten erforderlich ist. Bleibt das Bauwerk im Eigentum der auftraggebenden Partei (AG) stehen die Daten zusätzlich in maschinenlesbarer Form zur Verfügung, die über den gesamten Lebenszyklus erhalten bleiben.

4.3.4 Verschwendung im Prozess

Wie bei allen Prozessen kommt es auch bei der Bestandserhebung zu Verschwendungen während der Durchführung. Unter Verschwendung ist z. B. die Doppelbearbeitung von Teilprozessen oder organisatorische Aufgaben zu verstehen, die nicht wertschöpfend für die Erfüllung der eigentlichen Aufgabe sind. Im Lean Management werden zum besseren Verständnis folgende Arten von Leistungen unterschieden [83]:

- Nutzleistung (wertschöpfende Tätigkeit) [*grün*]
- Scheinleistung (nicht wertschöpfend, aber notwendige Tätigkeit) [*gelb*]
- Blindleistung (nicht wertschöpfend und nicht notwendig = Verschwendung) [*rot*]

Um den Prozess der Bestandserhebung zu optimieren, ist die Erkennung von Blindleistungen von wesentlicher Bedeutung. Diese Tätigkeiten sind so gering wie möglich zu halten, um so die Kosten für die Bearbeitung zu senken und gleichzeitig einen schnelleren Ablauf zu gewährleisten. Abbildung 4.23 unterteilt alle durchzuführenden Tätigkeiten in die genannten Arten der Leistung, um einen Überblick für die Optimierung zu schaffen.

Die Wertschöpfung der Bestandserhebung beginnt erst während der Vorbereitung der Begehung und zwar mit der ersten Festlegung der Untersuchungsstellen gefolgt von der Durchführung der Begehung. Die Aufgaben während der Begehungen können des Weiteren in unterschiedliche Leistungen unterteilt werden, wobei auch hier Blind- und Scheinleistungen auftreten. Nach Abschluss der Begehung folgt erst mit der Dokumentation der Ergebnisse die nächste wertschöpfende Tätigkeit im Prozess, da hier eine Interpretation zu einem weiteren Informationsgewinn führt. Die Übermittlung der fertig gestellten Unterlagen stellt in diesem Sinne die letzte wertschöpfende Tätigkeit dar, da diese Aufgabe die Abrechnung der Leistungen für das Unternehmen ermöglicht.

Es ist zu erkennen, dass die wesentlichen Verschwendungen im Prozess im Zuge der Nachbereitung auftreten. Dabei stellt die Prüfung der Aufnahmen die einzige Aufgabe dar, die zwar keine wertschöpfende, aber notwendige Tätigkeit ist. Die verbleibenden Aufgaben wie der Scan der Unterlagen, die Ablage der Fotodokumentation und vor allem die „Schönschrift“ der Unterlagen

haben keinen Mehrwert für den gesamten Prozess. Sie dienen ausschließlich organisatorischen Zwecken, die der Art der Durchführung geschuldet sind. Des Weiteren sind jene Aufgaben, die mit einer Korrektur der Unterlagen verbunden sind, nicht der Wertschöpfung zuzuschreiben. Die interne Kontrolle sowie die Korrektur von Fehlern, welche während der Begehung nicht erkannt wurden, tragen zu einer Verringerung der Effizienz bei.

Optimierungspotenzial

Die BIM-Methode orientiert sich an der Optimierung von bestehenden Prozessen mit digitalen Hilfsmitteln, womit ein direkter Bezug zum Grundprinzip von Lean-Management hergestellt werden kann. Die bereits genannten Optimierungspotenziale dienen als Grundstein für die Verschlankeung des Gesamtprozesses. Mithilfe eines kontinuierlichen Informationszuwachses ohne Informationsbrüche entfallen wesentliche Scheinleistungen: Scan von Begehungsunterlagen, Ablage von Fotodokumentation und die Schönschrift der Begehungsunterlagen sind nicht mehr notwendig. Mögliches Fehlerpotenzial wird zwar nicht zur Gänze verhindert, kann allerdings deutlich reduziert werden. Des Weiteren ermöglicht eine kooperative Abstimmung der Informationsanforderungen zu Beginn des Projekts eine effizientere Bestimmung des Leistungsumfangs. In Kombination mit einer geometrischen Bauaufnahme können die Blindleistungen deutlich effizienter abgehandelt werden, da eine einheitliche Plangrundlage vorliegt. Durch den Einsatz von digitalen Hilfsmitteln (z. B. Tablet) kann die Effizienz der Begehung verbessert werden, indem die Dokumentation durch vorgefertigte Eingabemasken (Formulare) und einheitliche Informationsanforderungen unterstützt wird. Des Weiteren kann die zuständige Person durch den Entfall von handschriftlichen Anmerkungen mehr Zeit für die Beurteilung verwenden, wodurch das Fehlerpotenzial weiter sinkt.

Kapitel 5

Bestandserhebung mit der BIM-Methode

Unter Beachtung der Erkenntnisse aus den Experteninterviews und dem Ablauf des bestehenden Prozesses befasst sich das folgende Kapitel mit der Implementierung von digitalen Arbeitsmethoden in den Prozess der Bestandserhebung. Dadurch soll einerseits eine moderne Datenverarbeitung ermöglicht und andererseits ein effizienterer Prozessablauf gewährleistet werden. Reduktion von Verschwendung, Eliminierung von bestehenden Problemen und die Berücksichtigung des Stands der Technik stehen im Vordergrund. Der Aufbau des Kapitels gliedert sich in Grundvoraussetzungen für die Erhebung, eine Klassifizierung der Beurteilungskriterien nach Brusatti [14] sowie die anschließende Beschreibung von Prozessabläufen mit der BIM-Methode. Die Bestandserhebung wird dabei in zwei Anwendungsfälle geteilt: *Erhebung des IST-Zustands (Bestandserhebung)* und *Feststellung des rechtmäßigen Bestands*. Für die Erhebung des IST-Zustands werden zwei Varianten untersucht. Jeder Anwendungsfall umfasst die Definition von Informationsanforderungen, eine Prozessdarstellung und die Beschreibung der Abläufe mit der BIM-Methode. Die Trennung der Anwendungsfälle dient der besseren Beschreibung der einzelnen Leistungen.

5.1 Voraussetzungen für die Erhebung mit der BIM-Methode

Um die Bestandserhebung mit der BIM-Methode durchführen zu können, sind Randbedingungen für eine optimale Ausgestaltung des Prozesses festzulegen. Es handelt sich in der vorliegenden Arbeit um Annahmen, die eine Beschreibung eines neuartigen Prozesses ermöglichen. Die gewählten Randbedingungen erfüllen die wesentlichen Bedürfnisse der Tragwerksplanung.

5.1.1 Bereitschaft der Projektbeteiligten

Die Bereitschaft der Projektbeteiligten ein Bauvorhaben im Bestand mit der BIM-Methode abzuwickeln ist eine wesentliche Voraussetzung für den weiteren Prozess. Diese Forderung scheint trivial zu sein, allerdings zeigt eine Studie aus Deutschland [31], dass im Jahr 2016 ausschließlich 23 % der Befragten, die die BIM-Methode kennen, diese auch in der Praxis einsetzen. Bei den befragten Fachingenieuren setzten sogar nur 15 % die BIM-Methode in der Praxis um. Dabei ist es nicht einfach objektive Kriterien festzulegen, die eine ausreichende Bereitschaft signalisieren können. Vielmehr stehen Neugier, Innovationsfähigkeit und Mut der Projektbeteiligten auf operativer, aber auch auf übergeordneten Ebenen im Vordergrund für eine neuartige Abwicklung von Bauprojekten. Neben einer fachlichen Ausbildung der Arbeitskräfte, sind des Weiteren soziale Kompetenzen der Projektbeteiligten erforderlich, um ein Bauprojekt gemeinsam abzuwickeln. Durch die BIM-Methode werden die Beteiligten gefordert auf Augenhöhe miteinander zu kommunizieren und das Projekt in den Vordergrund zu stellen.

5.1.2 Bestandsmodell

Vor Beginn der Bestandserhebung hat das Bestandsmodell als Grundlage für die Planung vorzuliegen. Diese Aufgabe liegt im Verantwortungsbereich der BIM-Projektsteuerung (BPS) und

ist in Zusammenarbeit mit dem Fachbereich Vermessung durchzuführen [25]. Der Gebäudebestand ist mithilfe der in Abschnitt 2.10.3 vorgestellten Methoden zu erfassen und anschließend gemäß dem Modellierleitfaden aus ÖNORM A 6241-2 [54] in ein Fachmodell zu überführen. Die Struktur des Gebäudemodells hat den vereinbarten AIA zu entsprechen, um eine einwandfreie Nutzung der Bestandsinformationen für die nachfolgenden Gewerke zu gewährleisten. Für den weiteren Verlauf wird angenommen, dass die Vermessung lediglich die Ausgangsdaten für die Modellerstellung liefert und der Fachbereich Architektur das Bestandsmodell erstellt. Diese Randbedingungen stehen in Zusammenhang mit der Rollenverteilung während der Projektphasen in ÖNORM A 6241-2 [54].

Das Bestandsmodell ist den Projektbeteiligten bereits in einer softwareunabhängigen Form zur Verfügung zu stellen. Unabhängig vom Datenformat des Modells ist die Tragwerksplanung ausschließlich an der Verfügbarkeit des Bestandsmodells interessiert. Die Experteninterviews heben hervor, dass sich die Tragwerksplanung aus projektbezogenen Haftungsgründen gegenüber den Auftraggebenden nicht als Autor des Bestandsmodells sieht. Eine Beratungsfunktion während der Vermessung bzw. der Erstellung des Gebäudemodells ist jedoch denkbar und wird sogar von Donath et al. [24] angestrebt.

Level of Geometry (LOG) und Level of Information (LOI)

Bestandserhebungen finden üblicherweise zu Beginn eines Projekts statt. Die wesentlichen Abmessungen des Bauwerks sowie charakteristische Bauteile sollten im Bestandsmodell bereits enthalten sein, wobei darauf zu achten ist, dass nur gesicherte Informationen bereitgestellt werden. Für die weitere Verwendung erscheint deshalb ein Detaillierungsgrad der Geometrie von LOG 100 und ein Detaillierungsgrad der Informationen von LOI 100 als Grundlage für die Bestandserhebung sinnvoll. Die Merkmale von Bauelementen sind auf Basis der Datenstruktur von buildingSMART International [17] zu übernehmen. Für die Tragkonstruktion ist folgende Klassifizierung der IFC-Entitäten zu treffen:

- Wände: *IfcWall*
- Decken: *IfcSlab*
- Stützen: *IfcColumn*
- Träger: *IfcBeam*
- Fundament: *IfcFooting*

Putzträger und sonstige nicht feststellbare Informationen (z. B. abgehängte Deckenuntersichten) sind den einzelnen Bauteilen im Bestandsmodell zuzuordnen. Die Darstellung der einzelnen Schichten ist nicht notwendig. Die Bestimmung von näheren Informationen wird bei Bedarf im Zuge der Bestandserhebung ergänzt. Es ist jedoch anzumerken, dass nicht jedes Element einer Bestandserhebung unterzogen werden muss.

Abbildung 5.1 veranschaulicht die geforderte Detailtiefe des Bestandsmodells anhand eines Beispiels. Das dargestellte Modell wurde auf Basis von Bestandsplänen (Vermessung) im Maßstab 1:100 unter Berücksichtigung von ÖNORM A 6241-2 [54] erstellt. Die IFC-Entitäten der Bauelemente wurden aus den Planunterlagen abgeleitet und in die Datenstruktur nach IFC4 ADD2 TC1 [17] überführt. Der grundlegende Aufbau der IFC-Datenstruktur und die zumindest erforderlichen IFC-Entitäten (rot hinterlegt) sind in Abbildung 5.2 dargestellt. Für den Kenntnisstand der Geometrie des Bauwerks ergibt sich aus den zugrundegelegten Bestandsplänen unter Berücksichtigung von ÖNORM B 4008-1 [61] der Kenntnisstand KL 2. Es stehen aktuell keine Messmethoden zur Verfügung, die eine Bestimmung des Nettoquerschnitts von Bauteilen mit zerstörungsfreier Prüfung ermöglichen, um eine umfassende Aufnahme (= Kenntnisstand KL 3)

zu rechtfertigen. Die Festlegung des Kenntnisstands für die Geometrie der Bauteile liegt in der Risikosphäre der auftraggebenden Partei (AG), wenn das Fachmodell vor Beauftragung der Planungsleistungen erstellt wird.

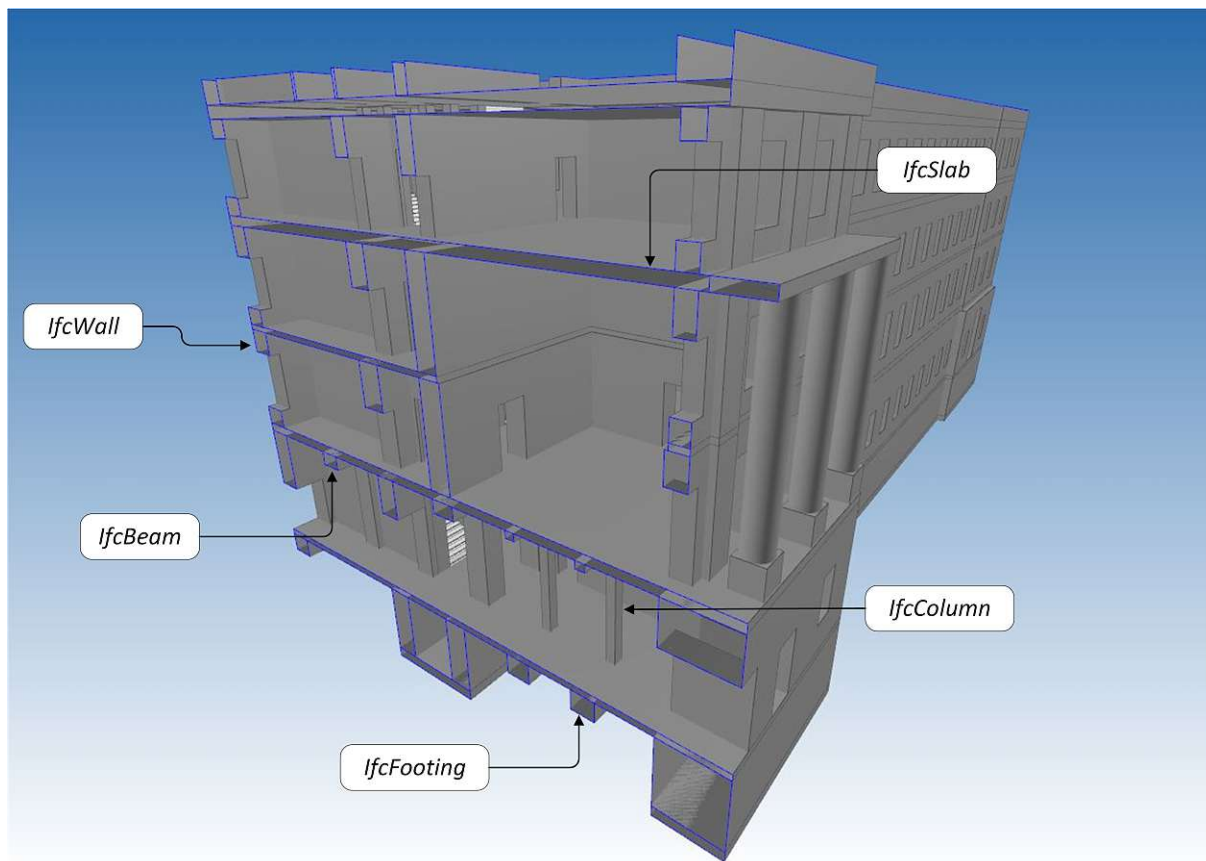


Abb. 5.1: Darstellung der geforderten Detailtiefe von Bestandsmodellen an einem Beispiel

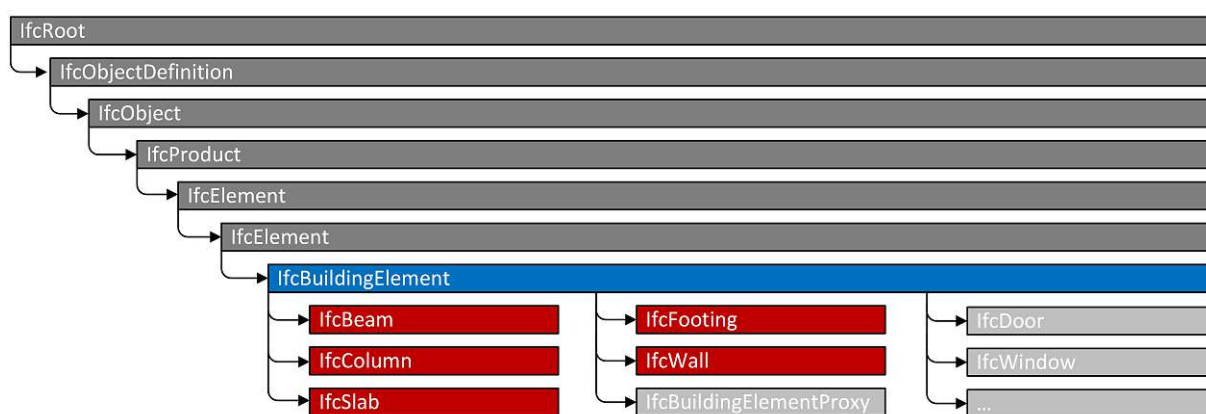


Abb. 5.2: IFC-Entitäten des Bestandsmodells (basierend auf [17])

5.1.3 BIM-Applikationen

Für die Anwendung der BIM-Methode ist die Verfügbarkeit von Autoren- und Prüfsoftware sowie der Umgang mit diesen Anwendungen erforderlich. Die Funktionen beschränken sich dabei aus Sicht der Tragwerksplanung auf die Referenzierung von bestehenden Modellen sowie Grundkenntnisse für die Erstellung von einfachen Fachmodellen. Die Entwicklung von internen Prüfregele für Modellprüfungen ist in weiterer Folge erstrebenswert. Statische Berechnungen werden mithilfe von Auswertungssoftware erstellt, die üblicherweise über Schnittstellen zur Autorensoftware verfügen. Das Angebot für passende Softwarelösungen ist mittlerweile sehr umfangreich. Es ist bei allen BIM-Applikationen darauf zu achten, dass die abgeschlossene Zertifizierung von buildingSMART bestätigt werden kann. Der Status der Zertifizierung lässt sich über buildingSMART herausfinden [25]. In der Tragwerksplanung eignen sich u. a. folgende Softwarelösungen für die Arbeit mit der BIM-Methode (Auszug aus [31]):

- Autorensoftware
 - Tekla Structure (Trimble)
 - Revit Structure (Autodesk)
 - Allplan Ingenieurbau (Nemetschek)
- Prüfsoftware
 - Vico Office Suite (Trimble)
 - Navisworks (Autodesk)
 - Solibri Model Checker (Solibri)

Um die Durchführung der Bestandserhebung vor Ort zu ermöglichen werden zusätzlich mobile Endgeräte (z. B. Tablets) und geeignete Softwareanwendungen für die Aufnahme von Bauteil-daten empfohlen. Idealerweise verfügen die Softwareanwendungen bereits über die Möglichkeit zum Export von BCF-Kommentaren. Derzeit stehen verschiedene Möglichkeiten für die Dokumentation auf der Baustelle zur Verfügung, wobei die bekanntesten Hersteller bereits an einer Implementierung der BIM-Methode arbeiten. Folgende Baudokumentationssoftware steht u. a. am Markt zur Verfügung (Auszug aus [31]):

- Dalux Field (Dalux)
- PlanRadar (PlanRadar)
- BIM 360 Field (Autodesk)
- docu tools (Sustain Solutions GmbH)

Für die Darstellung von BIM-bezogenen Tätigkeiten kommen im Rahmen der vorliegenden Arbeit *Allplan Ingenieurbau* [2] als Autorensoftware und *Dalux Field* [21] als Dokumentationssoftware zur Anwendung. Prüfsoftware wird nicht verwendet.

5.2 Klassifizierung der Beurteilungskriterien

Für die Bestandserhebung mit der BIM-Methode müssen die wesentlichen Untersuchungspunkte nach Brusatti [14] aus Abschnitt 2.9.4 in messbare, maschinenlesbare Komponenten aufgeteilt werden. Dieser Schritt ist erforderlich, um eine Standardisierung voranzutreiben und die Verarbeitung mit der aktuellen Datenstruktur nach IFC4 ADD2 TC1 [16] zu ermöglichen. Die folgenden Abschnitte gehen auf eine Klassifizierung der Untersuchungspunkte ein. Ziel dabei ist, die grundlegenden Informationsanforderungen herauszufiltern und dadurch eine nachvollziehbare Dokumentation während der Begehung zu ermöglichen.

5.2.1 Einteilung der Untersuchungspunkte

Jeder Untersuchungspunkt weist unterschiedliche Ansprüche auf den Inhalt und den Umfang der Informationen auf. Entweder ist ausschließlich die Beurteilung von Schäden und Mängeln durchzuführen, oder es werden zusätzliche Systeminformationen und Materialeigenschaften für die Beurteilung des IST-Zustands gefordert. Der wesentliche Unterschied bei den einzelnen Untersuchungspunkten ist die Tiefe der Untersuchungen. Für Untersuchungspunkte, bei denen ausschließlich die Beurteilung von Schäden und Mängeln von Bedeutung ist, sind üblicherweise augenscheinliche Beurteilungen für eine aussagekräftige Bewertung ausreichend. Im Gegensatz dazu geht die Erhebung von Systeminformationen und Materialeigenschaften mit einem weitaus höheren Aufwand einher: Die Freilegung der Tragkonstruktion für die Aufnahme von wesentlichen Informationen und/oder die Werkstoffprüfung muss sichergestellt und mit den Projektbeteiligten entsprechend abgestimmt werden. Es sind weitaus mehr Informationen zu bestimmen als die Beurteilung von Schäden und Mängeln. Um eine aussagekräftige Beurteilung durchführen zu können sind ebenso mehrere Untersuchungsstellen je Untersuchungspunkt erforderlich. Die Quantifizierung der Untersuchungspunkte stellt somit einen weiteren Unterschied dar. Die Anzahl von Schäden und Mängeln, die beurteilt werden müssen, kann vor der Begehung nicht vorhergesagt werden. Der Umfang von Bauteiluntersuchungen hingegen ist nach ÖNORM B 4008-1 [61] feststellbar. Unter diesen Randbedingungen bietet sich eine Einteilung der Untersuchungspunkte in zwei Kategorien an, die sich je nach Informationsmenge und Quantifizierbarkeit unterscheiden:

1. Untersuchungsstellen
2. augenscheinliche Untersuchungen

Tabelle 5.1 ordnet jedem Untersuchungspunkt eine Kategorie auf Basis der durchgeführten Überlegungen zu. Zusätzlich wird der erforderliche Informationsbedarf für die Bestandserhebung angeführt – die Unterscheidung erfolgt dabei zwischen Systeminformationen, Beurteilung (Zustand und Schäden/Mängel) und Materialeigenschaften. Es ist zu erkennen, dass der Großteil der Untersuchungen bedarfsabhängig den *augenscheinlichen Untersuchungen* zuzuordnen ist. Die Festlegung von Untersuchungsstellen ist nur für wesentliche Bauteile notwendig. Darunter fallen Geschoßdecken, die Fundamentsituation und die Materialeigenschaften von Mauerwerk. Bei den Geschoßdecken wird üblicherweise ausschließlich die oberste Abschlussdecke baulich untersucht. Alle Untersuchungspunkte sind unabhängig von der Kategorie einer Beurteilung zu unterziehen.

5.2.2 Berücksichtigung in der IFC-Datenstruktur

Der Informationsbedarf lässt sich über die Definition von PropertySets in der IFC-Datenstruktur feststellen. Dabei sind für jede Informationsanforderung klassische Besonderheiten in Form von Merkmalen zu beschreiben. Durch die Vorgabe von Optionen-Sets kann die Beurteilung vor Ort

Tab. 5.1: Klassifizierung der Untersuchungspunkte nach Kategorie und Informationsbedarf

Nr.	Untersuchungspunkt	Kategorisierung	Systeminformationen	Beurteilung		Materialeigenschaften
				Zustand	Schäden/Mängel	
1	Dach					
1.1	Kamin	augenscheinliche Untersuchung		✓	✓	
1.2	Dachdeckung	augenscheinliche Untersuchung		✓	✓	
1.3	Dachanschlüsse	augenscheinliche Untersuchung		✓	✓	
1.4	Dachtragwerk	augenscheinliche Untersuchung	(✓)	✓	✓	
2	Gesimse	augenscheinliche Untersuchung		✓	✓	
3	Dachentwässerung	augenscheinliche Untersuchung		✓	✓	
4	oberste Abschlussdecke	Untersuchungsstelle	✓	✓	✓	
5	Anschlüsse Dach an Haus	augenscheinliche Untersuchung		✓	✓	
6	Regeldecken	Untersuchungsstelle	(✓)	✓	✓	
7	Wände in den Wohngeschoßen					
7.1	Konstruktionseigenschaften	augenscheinliche Untersuchung	(✓)	✓	✓	(✓)
7.2	Werkstoffeigenschaften	Untersuchungsstelle		(✓)	(✓)	✓
8	Fenster	augenscheinliche Untersuchung		✓	✓	
9	Zubauten	augenscheinliche Untersuchung		✓	✓	
10	Steigleitungen und Fallstränge	augenscheinliche Untersuchung		✓	✓	
11	Fassade	augenscheinliche Untersuchung		✓	✓	
12	Sockel	augenscheinliche Untersuchung		✓	✓	
13	Parterre - Eingang	augenscheinliche Untersuchung		✓	✓	
14	Decke über Keller	Untersuchungsstelle	(✓)	✓	✓	
15	Keller	augenscheinliche Untersuchung		✓	✓	
16	Kellerwände					
16.1	Konstruktionseigenschaften	augenscheinliche Untersuchung	(✓)	✓	✓	(✓)
16.2	Werkstoffeigenschaften	Untersuchungsstelle		(✓)	(✓)	✓
17	Fundierung und Kanalsituation					
17.1	Fundierung	Untersuchungsstelle	✓	✓	✓	
17.2	Kanalsituation	augenscheinliche Untersuchung		✓	✓	

(✓) Informationen bei Bedarf erheben

zusätzlich erleichtert werden. Tabelle 5.2 zeigt beispielhaft die Merkmale für die Beurteilung von augenscheinlichen Untersuchungen. Das PropertySet ist mit Merkmalen zur Identifikation, der Zuordnung zu einem Untersuchungspunkt nach Brusatti [14] und der Beurteilung ausgestattet. Aus Dokumentationszwecken ist eine Verknüpfung mit der Fotodokumentation vorzusehen. Weiters können bei Bedarf Kommentare und besondere Merkmale des Untersuchungspunkts ergänzt werden. Als Container des PropertySets können entweder Bauteile (*IfcSharedBuildingElements*) oder „Untersuchungsobjekte“ (*IfcBuildingElementProxy*) dienen. Die Vorgehensweise für die Modellierung wird in der Beschreibung der Anwendungsfälle näher behandelt.

Die Merkmale von Untersuchungsstellen werden nach demselben Prinzip festgelegt. Durch den höheren Informationsbedarf sind deutlich mehr Merkmale in Abhängigkeit des betrachteten Bauteils erforderlich. Zusätzlich werden die Beurteilung sowie die Systeminformationen und/oder Materialeigenschaften in einem PropertySet zusammengefasst. Diese Konfiguration lässt eine

Tab. 5.2: Merkmale für die Beurteilung von augenscheinlichen Untersuchungen

<i>augenscheinliche Untersuchungen: Beurteilung</i>	
IFC-Klasse:	<i>IfcBuildingElementProxy</i>
IFC-Subtyp:	augenscheinliche Untersuchung
PropertySet:	<i>Mset_VisualInspection</i>
<i>Merkmal</i>	<i>Beschreibung / Auswahlmöglichkeiten</i>
Benennung	ID_augenscheinlicheUntersuchung
Bezugsobjekt	Bauteilbezeichnung/GUID
Untersuchungspunkt	Untersuchungspunkt nach Brusatti bzw. OIB-Richtlinie 1
Zustand: Bewertung	keine Schädigung erkennbar (guter Zustand)
	leichte Schädigung erkennbar (gebrauchstauglicher Zustand)
	starke Schädigung erkennbar (schlechter Zustand)
	keine Einschätzung möglich
Zustand: Prüfmethode	Sichtprüfung
	Kontaktprüfung (z. B. mit spitzem Gegenstand)
Schäden [erkennbar]	Wahrheitswert (TRUE/FALSE)
Anlagen (Fotodokumentation)	<i>optional</i>
Kommentare	<i>optional</i>
Besondere Merkmale	<i>optional</i>
if Schäden = TRUE	
Anzahl der Schäden	positive Zahl [-]
Typ des Schadens (Index i) <i>bei weiteren Schäden: (Index i+1)</i>	Risse
	Feuchtstellen
	Schädlingsbefall: Pilze
	Schädlingsbefall: Insekten
	mechanisches Versagen
	Korrosion
	Sonstiges

LOI 200

einfachere Beurteilung vor Ort zu. In Anhang D befinden sich Formulierungen der PropertySets von wesentlichen Untersuchungsstellen. Diesen dienen als Grundlage der Beschreibung der folgenden Anwendungsfälle.

5.3 Anwendungsfall 1a: Bestandserhebung im IFC-Format

Für die Entwicklung einer BIM-orientierten Arbeitsweise sind Vorgaben hinsichtlich der erhobenen Daten erforderlich. Die klassischen Fragen „Wer liefert was, wann, in welcher Qualität und wer hat es zu prüfen?“ sind frühzeitig zu definieren. Derzeit gibt es in der Fachliteratur keine Überlegungen für die Umsetzung der Bestandserhebung mit der BIM-Methode. Deshalb versucht der folgende Abschnitt auf Basis der Projektdurchführung nach *BIMcert Handbuch* [25] einen Prozess zu formulieren, der den Ansprüchen einer digitalen Arbeitsweise entspricht und den bestehenden Prozess ausreichend berücksichtigt. Dabei wird auf die Formulierung der Informationsanforderungen, die Verteilung der Rollen im Bauvorhaben eingegangen sowie ein übergeordnetes Ablaufschema für die Erstellung eines Fachmodells „Bestandserhebung“ im IFC-Datenformat erarbeitet. Es handelt sich um die Beschreibung eines neuartigen Anwendungsfalles, der in weiterer Folge als Anwendungsfall „Bestandserhebung (IFC)“ bezeichnet wird. Die Feststellung des rechtmäßigen Bestands ist nicht Teil des Anwendungsfalles.

5.3.1 Anwendungsbereich

Die Erstellung eines separaten Fachmodells eignet sich aus Sicht des Autors vor allem für umfangreiche Bestandserhebungen der Stufe 3 gemäß OIB-Richtlinie 1 [53]. In derartigen Fällen wird üblicherweise eine Vielzahl von Informationen gesammelt. Die Darstellung der Ergebnisse sollte deshalb (u. a. aus Gründen der Nachvollziehbarkeit) getrennt von sonstigen Planungs- und Bauwerksinformationen erfolgen. Die Anwendung dieser Variante ist für Zu- und Umbauten von bestehenden (mehrgeschoßigen) Bauwerken relevant, wobei folgende Projekttypen in Frage kommen:

- Dachgeschoßzu- und Ausbauten
- Erweiterung von bestehenden Bauwerken (Aufstockung von mehreren Geschoßen)
- Modernisierung von bestehenden Bauwerken mit maßgeblicher Lasterhöhung

Vorteile

Die Datenerhaltung und -lesbarkeit wird durch das international anerkannte IFC-Datenschema von buildingSMART über den gesamten Lebenszyklus gewährleistet. Bei Eigentümerwechseln oder ähnlichen Datenübertragungen kann somit ein reibungsloser Austausch der Bauwerksdaten stattfinden. Zusammen mit dem Bestandsmodell kann die Bestandserhebung in weiterer Folge für die Due Diligence in digitaler Form zur Verfügung gestellt werden. Die interessierten Parteien sind somit in der Lage individuelle Modellprüfungen in Bezug auf das Bestandsbauwerk durchzuführen. Daraus kann eine objektive Konformitätsprüfung der Daten sichergestellt und die Entscheidungsfindung erleichtert werden.

Zukünftige Bestandserhebungen können des Weiteren in demselben Modell ergänzt werden. Dadurch sind vorhandene Informationen leicht nachzuverfolgen oder zu vergleichen und doppelte Untersuchungen von Bauteilen können vermieden werden. Über den Lebenszyklus können alle Bestandsuntersuchungen kontinuierlich in einem Fachmodell gesammelt und die Ergebnisse z. B. nach unterschiedlichen Zeitpunkten gefiltert werden. Nachträgliche Zustandsbeurteilungen sind transparent möglich. Ebenso können die Schnittstellen zwischen der Bestandserhebung und dem Bauwerksbuch sowie den Objektbegehungen nach ÖNORM B 1300 [55] und ÖNORM B 1301 [56] in Zukunft durch das Fachmodell besser genutzt werden.

Nachteile

Unternehmen benötigen für die Erstellung des Fachmodells entsprechende Autorensoftware, um die vertraglich vereinbarte Lieferung der Daten sicherzustellen. Da Bestandserhebungen aktuell nicht standardmäßig mit der BIM-Methode abgewickelt werden, stellt die Anschaffung von zusätzlicher Soft- und Hardware eine große Investition dar. Nach einer Studie zum Wachstumspotenzial der Digitalisierung in Deutschland [51] sind die hohen Investitionskosten dafür verantwortlich, dass die BIM-Methode in deutschen Unternehmen bis jetzt nur wenig angewendet wird. In Österreich sind vor allem Klein- und Mittelbetriebe (KMU) auf eine klare Perspektive der öffentlichen Hand angewiesen, um die erforderlichen Investitionen zu tätigen. Diese Einschätzung wurde in den Experteninterviews vielfach vertreten. Zudem erscheint die Erstellung eines separaten Fachmodells für Bestandserhebungen der Stufe 2 (Bereiche) und Stufe 1 (Bauteile) aufgrund der geringen Datenmenge nicht zielführend.

5.3.2 BIM-Organisationsstruktur

Abbildung 5.3 zeigt die Einbindung des Anwendungsfalls „Bestandserhebung (IFC)“ durch ein zusätzliches Fachmodell in der Organisationsstruktur während der Planungsphase. Ausgangspunkt

stellt die bestehende BIM-Organisationsstruktur nach Eichler et al. [25] dar. Um den Fokus auf die wesentlichen Bereiche zu richten sind jene Projektbeteiligten, die üblicherweise nicht mit der Bestandserhebung in Kontakt treten, grau dargestellt. Maßgebend für den Anwendungsfall sind die Projektbeteiligten aus Vermessung, Architektur und BIM-Gesamtkoordination (BGK). Die Rolle der Bauunternehmen wird aufgrund des geringen Leistungsumfangs im Rahmen der Bestandserhebung nicht in die Organisationsstruktur integriert.

Die Tragwerksplanung erhält zwei Rollen, die jeweils mit einem Fachmodell verknüpft sind. Einerseits ist das klassische Fachmodell der Tragwerkstruktur (TWP-Modell) und andererseits das neue Fachmodell *Bestandserhebung* zu erstellen. Beide Modelle werden von einem gemeinsamen BIM-Fachkoordinator aus der Tragwerksplanung koordiniert und der BIM-Gesamtkoordination schlussendlich separat übergeben. Für beide Anwendungen dient das Bestandsmodell des Gebäudes als Referenzmodell. Es ist projektspezifisch abzuklären, wer für die Erstellung des Bestandsmodells verantwortlich ist. Die Darstellung zeigt, dass die BIM-Fachkoordination (BFK) Architektur für die Übermittlung des Bestandsmodells an die Tragwerksplanung zuständig ist. Dieser Schritt scheint für den Projektablauf sinnvoll, weil die Anforderungen an das Modell von der Architektur zumeist präzise an die Erfordernisse des Projekts angepasst werden. Bei planungsrelevanten Unklarheiten besteht die Möglichkeit nähere Untersuchungen im Rahmen der Bestandserhebung anzufordern. Alternativ ist die Übermittlung des Bestandsmodells vom Fachbereich Vermessung möglich. Je nach Know-How des Unternehmens kann die Qualität sehr stark variieren und eine Nachbearbeitung der Daten notwendig sein. Diese Möglichkeit wird nicht weiterverfolgt, weil hier die Gefahr von „Parallelmodellen“ entsteht (siehe Abschnitt 3.3).

Die Bestandserhebung auf Modellbasis stellt ein neues Leistungsbild dar und ist von den Auftraggebern entsprechend in den Vertragsunterlagen zu berücksichtigen. Für die Erstellung des Fachmodell *Bestandserhebung* sind zusätzliche Definitionen in den AIA und dem BAP erforderlich, um den Umfang des Modells und den geforderten Detaillierungsgrad festzulegen. Dabei sind allgemein gültige Mindestanforderungen festzulegen (AIA) und Anpassungen an individuelle Projektbedingungen (BAP) in Abstimmung mit der Tragwerksplanung zu vereinbaren.

5.3.3 BIM-Informationsanforderungen (AIA und BAP)

Die auftraggebende Partei (AG) hat die Anforderungen an das Projekt für alle Projektbeteiligten klar zu beschreiben. Der folgende Abschnitt geht auf die zusätzlichen Informationsanforderungen ein, wenn der Anwendungsfall „Bestandserhebung (IFC)“ vertraglich vereinbart wird. Der Aufbau des Abschnitts orientiert sich an den BIM-Regelwerken von buildingSMART [5, 6] und hebt die relevanten Punkte hervor. Tabelle 5.3 zeigt eine mögliche Formulierung für den gegenständlichen Anwendungsfall in den BIM-Regelwerken.

Tab. 5.3: Beschreibung des Anwendungsfall „Bestandserhebung (IFC)“ im BAP

Bezeichnung	Beschreibung / Verwendung durch den Auftraggeber	abzugebende Unterlagen
Bestandserhebung als Beilage zum Bauansuchen nach WBO	Der Auftraggeber erhält mit dem Fachmodell eine aktuelle Beurteilung des "IST-Zustands" des bestehenden Bauwerks aus statisch-konstruktiver Sicht, die für das Einreichverfahren gem. WBO vorgeschrieben ist.	Bestandserhebungsmodell.ifc, mit Ergebnissen der Bauteiluntersuchungen und augenscheinlichen Untersuchungen, entsprechend dem vereinbarten Entwicklungsstand zum jeweiligen Übergabezeitpunkt; Gutachterliche Stellungnahme zur Standsicherheit der maßgebenden Bauteile

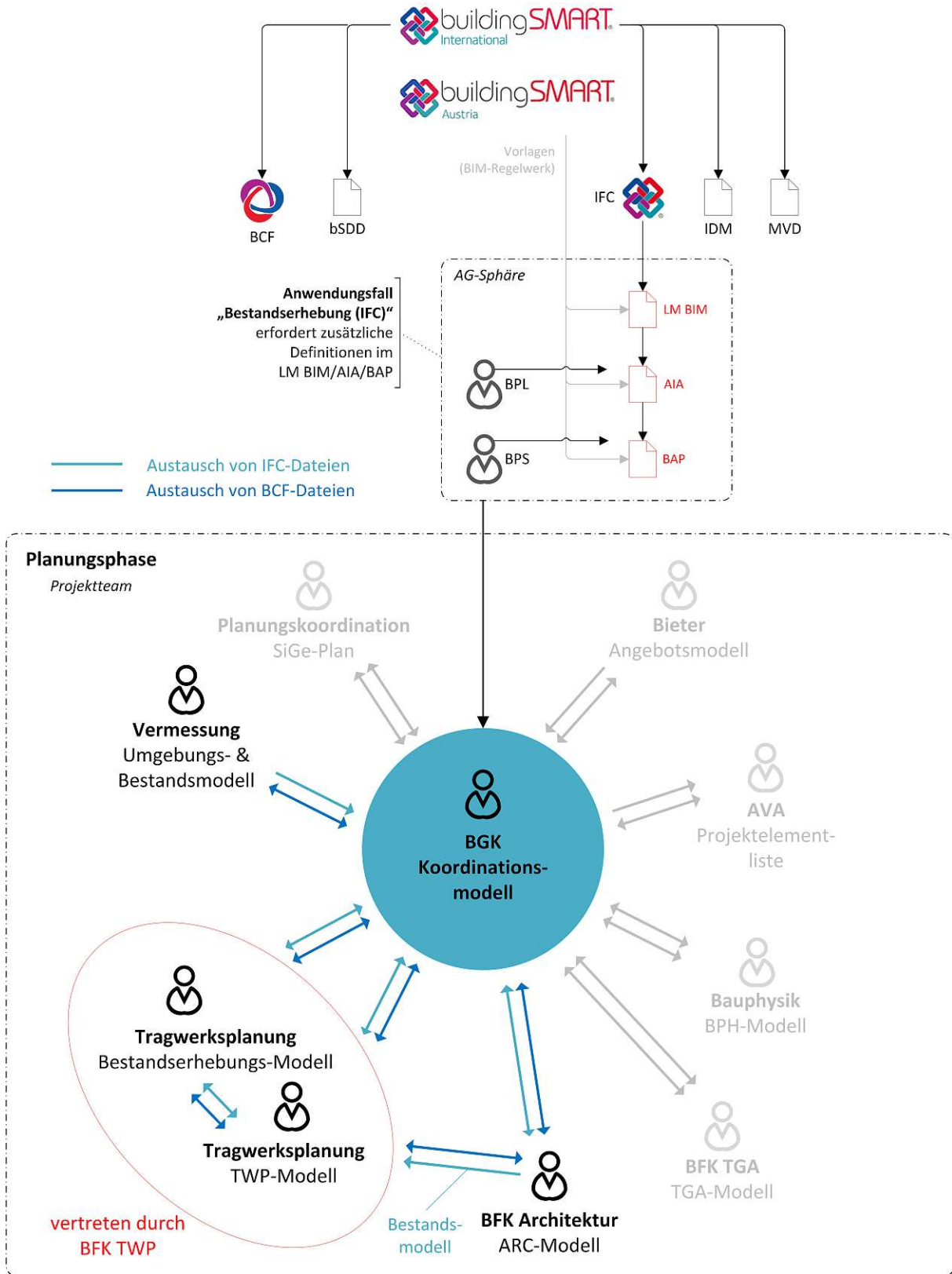


Abb. 5.3: BIM-Organisationsstruktur für den Anwendungsfall „Bestandserhebung (IFC)“ (abgeleitet aus [25])

Fachmodelle

Es ist klar festzulegen, welche Fachmodelle von den Projektbeteiligten zu erstellen sind. Tabelle 5.4 stellt eine tabellarische Übersicht der Fachmodelle für die Formulierung in den AIA dar. Die grau hinterlegten Felder sind optional in Abstimmung mit den Projektbeteiligten zu definieren und je nach Projekterfordernis zu erstellen. Das Bestandsmodell dient bei Bauvorhaben im Bestand als Grundlage für die Fachmodelle der beteiligten Gewerke.

Tab. 5.4: Tabellarische Übersicht von Fachmodellen für die BIM-Projektentwicklung

PROJEKTBETEILIGTE	FACHMODELL	MODELLINHALT	VERANTWORTLICHKEIT
AG	Projektbezeichnung_FM_AG	Anforderungsmodell	BPL
VM/ARC	Projektbezeichnung_FM_VM	Umgebungs- und Bestandsmodell	BPL/ARC/TWP
ARC/GP	Projektbezeichnung_FM_ARC	Architekturplanung inkl. AA Außenanlagen AE Einrichtung BS Brandschutz	BFK (ARC)
TWP/GP	Projektbezeichnung_FM_TWP	Tragwerksplanungsmodell	BFK (TWP)
	Projektbezeichnung_FM_BE	Bestandserhebungsmodell	
BP/GP	Projektbezeichnung_FM_BP	PH Bauphysik	BFK (BP)
G-/GP	Projektbezeichnung_FM_G-	diverse Fachmodelle (TGA)	BFK (G-)

Das Fachmodell *Bestandserhebung* dient als Container für alle Bauteilinformationen, die im Zuge der Begehung aufgenommen werden. Es steht in keiner direkten Verbindung mit dem TWP-Modell oder anderen Fachmodellen. Wenn Informationen aus der Bauwerksuntersuchung benötigt werden, erfolgt die Übertragung dieser über den Austausch im IFC-Format. Durch IFC-Viewer können die Informationen räumlich dargestellt werden.

Festlegung des Detaillierungsgrads (LOG und LOI)

Für die Koordination zwischen den Projektbeteiligten ist es erforderlich die Anforderungen an die einzelnen Modelle vorab festzulegen. Das Fachmodell *Bestandserhebung* stellt eine schrittweise Anreicherung der Informationen des bestehenden Bauwerks dar. Diese Informationen können parallel im Bestandsmodell mitgeführt werden, allerdings ist eine Erhöhung des gesamten Detaillierungsgrads aufgrund der stichprobenartigen Untersuchungen nicht zielführend. Tabelle 5.5 zeigt den empfohlenen Detaillierungsgrad der betroffenen Fachmodelle.

Der Ausarbeitungsgrad des Fachmodell *Bestandserhebung* beschränkt sich auf LOI 300. In der Vorentwurfsphase wird der Detaillierungsgrad des Bestandsmodells übernommen, weil lediglich Untersuchungsstellen für die Abstimmung festgelegt werden. Die Festlegung hat in dieser Phase noch keinen Anspruch an die Geometrie oder Informationsanforderungen. In der Entwurfsphase sind die Informationsanforderungen für LOI 200 erforderlich. In dieser frühen Projektphase sind allgemeine Informationen und Kenntnisse über den Zustand der Konstruktionen wesentlich, um weitere Planungsmaßnahmen festzulegen. Die Abmessungen sind für die statische Berechnung im Zuge der Einreichplanung relevant, weshalb diese Informationen LOI 300 zugeordnet werden. Die Erhebung der Daten erfolgt üblicherweise in einem Arbeitsschritt während der Begehung.

Tab. 5.5: Detaillierungsgrads für den Anwendungsfall „Bestandserhebung (IFC)“

PROJEKTPHASE	VE	EN	ER	AP	WM	AF	BÜ
Anforderungsmodell	LOI050	LOI050	LOI050	LOI050	LOI050	LOI050	LOI050
	LOG100	LOG100	LOG100	LOG100	LOG100	LOG100	LOG100
	LOC100	LOC100	LOC100	LOC100	LOC100	LOC100	LOC100
Bestandsmodell	LOI100	(LOI200)	(LOI300)	LOI300	LOI300	LOI400	LOI500
	LOG100	LOG200	LOG200	LOG300	LOG300	LOG400	LOG500
	LOC100	LOC200	LOC200	LOC300	LOC300	LOC400	LOC500
TWP-Modell	LOI100	LOI200	LOI200	LOI300	LOI300	LOI400	LOI500
	LOG100	LOG200	LOG200	LOG300	LOG300	LOG400	LOG500
	LOC100	LOC200	LOC200	LOC300	LOC300	LOC400	LOC500
Bestandserhebungsmodell	LOI100	LOI200	LOI300				
	LOG100	LOG100	LOG100				
	LOC100	LOC200	LOC200				
AR-Modell	LOI100	LOI200	LOI300	LOI400	LOI400	LOI400	LOI500
	LOG100	LOG200	LOG300	LOG400	LOG400	LOG400	LOG500
	LOC100	LOC200	LOC300	LOC400	LOC400	LOC400	LOC500

Datenlieferungsplan

Die Fachmodelle und sonstige Dokumente sind im erforderlichen Detaillierungsgrad zum Abschluss der Projektphasen der auftraggebenden Partei (AG) zu übergeben. Die Zusammensetzung der zu übermittelnden Ergebnisse für die Fachmodelle sind in Tabelle 5.6 dargestellt. Es ist zu erkennen, dass das Fachmodell *Bestandserhebung* bis zum Abschluss der Einreichphase im Fokus der Tragwerksplanung steht. Während des Betriebs von Gebäuden spielt das Fachmodell derzeit noch keine Rolle.

Tab. 5.6: Datenlieferungsplan für den Anwendungsfall „Bestandserhebung (IFC)“

FACHMODELL	ABGELEITETE DOKUMENTE	FORMAT	ZUM ABSCHLUSS DER PROJEKTPHASE						
			VE	EN	ER	AP	WM	AF	BÜ
Bestandsmodell		IFC	X	X	X	X	X	X	X
	BGK-Prüfbericht	PDF/BCF	X	X	X	X	X	X	X
	Bestandsplan (2D)	PDF			X	X	X	X	X
AR-Modell		IFC	X	X	X	X	X	X	X
	BGK-Prüfbericht	PDF/BCF							
	Vorentwurfsplan	PDF	X						
	Entwurfsplan	PDF		X					
	Einreichplan	PDF			X				
TWP-Modell	Ausführungsplan	PDF				X			
		IFC	X	X	X	X	X	X	X
	Tragwerksvorentwurf	PDF	X						
	Tragwerksentwurf	PDF		X					
	Einreichstatik	PDF			X				
Bestandserhebungsmodell	Ausführungsstatik	PDF				X			
		IFC	X	X	X				
	Untersuchungsstellen	PDF/BCF	X						
	Gutachterliche Stellungnahme	PDF			X				

Die Untersuchungsstellen für die Begehung sind in der Vorentwurfsphase mit den Auftraggebenden abzustimmen. Die Übermittlung erfolgt entweder auf Basis von abgeleiteten Plänen aus dem Fachmodell oder mithilfe von BCF-Kommentaren von geeigneten Softwareanwendungen. Während der Entwurf- und Genehmigungsphase wird das Fachmodell *Bestandserhebung* gemäß den Informationsanforderungen erweitert. Am Ende der Genehmigungsplanung ist zusätzlich zum Fachmodell eine gutachterliche Stellungnahme anzufertigen. Die Stellungnahme hat auf den Informationen des Fachmodells zu beruhen.

Beschreibung des Leistungsumfangs

Zu Beginn der Planungsphase ist von der auftraggebenden Partei (AG) die gewünschte Detailtiefe der Bestandserhebung zu definieren. In dieser frühen Projektphase stehen noch wenige Anforderungswünsche und Informationen über ein Bauwerk zur Verfügung, weshalb diese nur beschränkt definiert werden können. Um trotzdem ein klares Leistungsbild vorzugeben, bietet sich die Definition von folgenden Mindestanforderungen an:

1. Stufe der Bestandserhebung
2. Kenntnisstand (Knowledge Level)
 - Geometrie
 - Konstruktive Einzelheiten (je Bauteil)
 - Werkstoffeigenschaften (je Material)

Die Informationsanforderungen stellen gebäudebezogene Datensätze dar, die nicht zwingend an einzelne Bauteile gebunden sind. Aus diesem Grund bietet sich die Formulierung der Anforderungen in den *Räumlichen Elementen* (*IfcSpatialStructure*), konkret in der Elementklasse *Gebäude* (*IfcBuilding*) an. Die Verknüpfung mit einzelnen Bauteilen kann im weiteren Projektverlauf über Bauteilbezeichnungen oder die Angabe der GUID erfolgen. Die Eintragung erfolgt in dieser frühen Projektphase im Bestandsmodell. Dadurch werden die wesentlichen Informationen für die Erstellung des Fachmodells *Bestandserhebung* transparent festgehalten.

Tabelle 5.7 zeigt mögliche Formulierungen der Mindestanforderungen in den AIA. Diese sind im PropertySet *Mset_BestandserhebungSpecific* dem Gebäude über die Elementklasse *IfcBuilding* zuzuordnen. Die Definition der Kenntnisstände liegt im gemeinsamen Verantwortungsbereich von AG und Tragwerksplanung. Die Optionen-Sets (Auswahlmöglichkeiten) für die Beschreibung der Anforderungen sind in Einklang mit OIB-Richtlinie 1 [53] und ÖNORM B 4008-1 [61] zu wählen.

Zusätzlich zu den Mindestanforderungen sollte der Umfang der Untersuchungen je Bauteil/-Material und der zugehörige Konfidenzbeiwert (CF) im PropertySet angegeben werden. Welche Bauteile eine Untersuchung erfordern ist entweder vom AG vorzugeben oder in Abstimmung mit der Tragwerksplanung festzulegen. Wenn ein Bauteil untersucht werden soll, ist das im PropertySet mit einem Wahrheitswert (TRUE) darzustellen. Die Informationsbereitstellung der Merkmale liegt im Verantwortungsbereich der Tragwerksplanung und ist vor Beginn der Untersuchungen, jedoch spätestens mit Übergabe des Bestandsmodells in der Datenstruktur zu implementieren. Dadurch kann anhand der Elementklasse *Gebäude* (*IfcBuilding*) eine Überprüfung der erbrachten Leistung erfolgen, weil der Umfang an Untersuchungen grundsätzlich in direktem Zusammenhang mit dem Kenntnisstand steht.

Die aktuelle Normenlandschaft gibt ausschließlich für die Bestimmung der Mauerwerkseigenschaften eine objektiv quantifizierbare Relation zwischen Anzahl der Untersuchungen und dem Kenntnisstand an. Diese Relation kann in Algorithmen für die Modellprüfung implementiert werden, um eine Abweichung vom geforderten Leistungsumfang festzustellen. Für die verbleibenden Untersuchungen stehen keine einheitlichen, mathematisch-quantifizierbaren Wertebereiche zur Verfügung (Forderung der Gleichmäßigkeit ÖNORM B 4008-1 [61] lässt Interpretationsspielraum zu). Diese Problematik wird mit Aktualisierung der Normenlandschaft möglicherweise entschärft, da eine Quantifizierung der Untersuchungsstellen in Abhängigkeit von Wahrscheinlichkeitstheorie und Kenntnisstand angestrebt wird. Dadurch wäre die Implementierung von Prüfalgorithmen möglich, die eine einfache Kontrolle des Leistungsumfangs für beide Vertragspartner ermöglicht. Die Information über den Entwicklungsstand der Normen wurde von einem der Interviewpartner zur Verfügung gestellt. Nach derzeitigem Normenstand ist eine einheitliche Prüfkonfiguration aufgrund des Interpretationsspielraums von ÖNORM B 4008-1 [61] nicht sinnvoll möglich.

Tab. 5.7: Übersicht der Merkmale für die Beschreibung des Leistungsumfangs in der Elementklasse *IfcBuilding*

<i>Anwendungsfall 1: Beschreibung des Leistungsumfangs</i>	
IFC-Klasse:	<i>IfcBuilding</i>
PropertySet:	<i>Mset_BestandserhebungSpecific</i>
<i>Merkmal</i>	<i>Beschreibung / Auswahlmöglichkeiten</i>
Datum der Begehung	DD.MM.YYYY
Bruttogeschossfläche (Bestand)	Fläche in [m ²]
Stufe der Bestandserhebung	Stufe lt. OIB-Richtlinie 1 i.d.g.F.
Geometrie: Kenntnisstand	KL lt. ÖNORM B 4008-1 i.d.g.F. für die Geometrie
Geometrie: CF-Wert	CF lt. ÖNORM B 4008-1 i.d.g.F. für die Geometrie
oberste Abschlussdecke	Wahrheitswert (TRUE/FALSE), TRUE wenn untersucht!
Regeldecke(n)	Wahrheitswert (TRUE/FALSE), TRUE wenn untersucht!
Fundierung	Wahrheitswert (TRUE/FALSE), TRUE wenn untersucht!
Werkstoffeigenschaften: MWK	Wahrheitswert (TRUE/FALSE), TRUE wenn untersucht!
Werkstoffeigenschaften: Stahl	Wahrheitswert (TRUE/FALSE), TRUE wenn untersucht!
if oberste Abschlussdecke = TRUE	
Bezugsobjekt	Bauteilbezeichnung/GUID
Konstr. Einzelh.: Kenntnisstand	KL lt. ÖNORM B 4008-1 i.d.g.F. für die konstr. Einzelheiten
Konstr. Einzelh.: CF-Wert	CF lt. ÖNORM EN 1998-3 i.d.g.F. für die konstr. Einzelheiten
Konstr. Einzelh.: Umfang	Umfang der Untersuchungen als positive Zahl
if Regeldecke(n) = TRUE	
Bezugsobjekt	Bauteilbezeichnung/GUID
Konstr. Einzelh.: Kenntnisstand	KL lt. ÖNORM B 4008-1 i.d.g.F. für die konstr. Einzelheiten
Konstr. Einzelh.: CF-Wert	CF lt. ÖNORM EN 1998-3 i.d.g.F. für die konstr. Einzelheiten
Konstr. Einzelh.: Umfang	Umfang der Untersuchungen als positive Zahl
if Fundierung = TRUE	
Bezugsobjekt	Bauteilbezeichnung/GUID
Konstr. Einzelh.: Kenntnisstand	KL lt. ÖNORM B 4008-1 i.d.g.F. für die konstr. Einzelheiten
Konstr. Einzelh.: CF-Wert	CF lt. ÖNORM EN 1998-3 i.d.g.F. für die konstr. Einzelheiten
Konstr. Einzelh.: Umfang	Umfang der Untersuchungen als positive Zahl
if Werkstoffeigenschaften: MWK = TRUE	
Werkstoffeig.: Kenntnisstand	KL lt. ÖNORM B 4008-1 i.d.g.F. für die Werkstoffeigenschaften
Werkstoffeig.: CF-Wert	CF lt. ÖNORM EN 1998-3 i.d.g.F. für die Werkstoffeigenschaften
Werkstoffeig.: Umfang	Umfang der Untersuchungen als positive Zahl

Berücksichtigung von Untersuchungsstellen nach ÖNORM B 4008-1 [61]

Die Daten aus der Bauteilaufnahme vor Ort müssen für die weitere Verwendung in das Fachmodell *Bestandserhebung* überführt werden. In diesem Abschnitt werden ausschließlich die wesentlichen Untersuchungen, die im Zuge von Bestandserhebungen in Form von *Untersuchungsstellen* dokumentiert werden, behandelt:

- Fundamentsituation (zugehörige IFC-Entität: *IfcFooting*)
- Materialeigenschaften der tragenden Wände (zugehörige IFC-Entität: *IfcWall*)
- Konstruktion der Geschosdecke (zugehörige IFC-Entität: *IfcSlab*)

Jede Untersuchungsstelle stellt einen konkreten Datenpunkt im Modell dar. Für Dokumentationszwecke müssen diese Untersuchungsstellen einerseits auf Basis des Bestandsmodells verortet

und andererseits mit dem betrachteten Bauteil verknüpft werden, da es sich jeweils um bauteilspezifische Merkmale handelt. Aufgrund dieser Ausgangssituation wird empfohlen, dass „Untersuchungsobjekte“ z. B. in Form der Probeöffnung auf Grundlage des Bestandsmodells mit der Autorensoftware modelliert und die Merkmale aus den Untersuchungen als PropertySet angehängt werden. Die „Untersuchungsobjekte“ sind beim IFC-Export der IFC-Entität *IfcBuildingElementProxy* zuzuordnen. Für eine bessere Unterscheidung kann der IFC-Objeksubtyp als *Untersuchungsstelle* bezeichnet werden. Die Verknüpfung zu den einzelnen Bauteilen kann entweder über die Bauteilbezeichnung oder den GUID erfolgen. Abbildung 5.4 zeigt die Datenstruktur am Beispiel eines „Untersuchungsobjekts“ mit den bauteilspezifischen Merkmalen. Es handelt sich um eine Untersuchungsstelle einer Geschoßdecke (*IfcSlab*), die an Stelle der Probeöffnung im Bauwerk modelliert wurde. Das „Untersuchungsobjekt“ dient als Container für die bauteilspezifischen Merkmale und enthält Angaben zur Identifikation der Probestelle, den Systeminformationen des Bauteils und Angaben zur Beurteilung. Mithilfe von Optionen-Sets kann die Beurteilung vor Ort vereinfacht werden – die Darstellung zeigt beispielhaft Auswahlmöglichkeiten für die Benennung und den Typ der (Decken-)Konstruktion. Die anderen dargestellten Elemente (Wand und Decke) sind Teil des Bestandsmodells, welche in der Autorensoftware mit dem Bestandserhebungsmodell überlagert wurden.

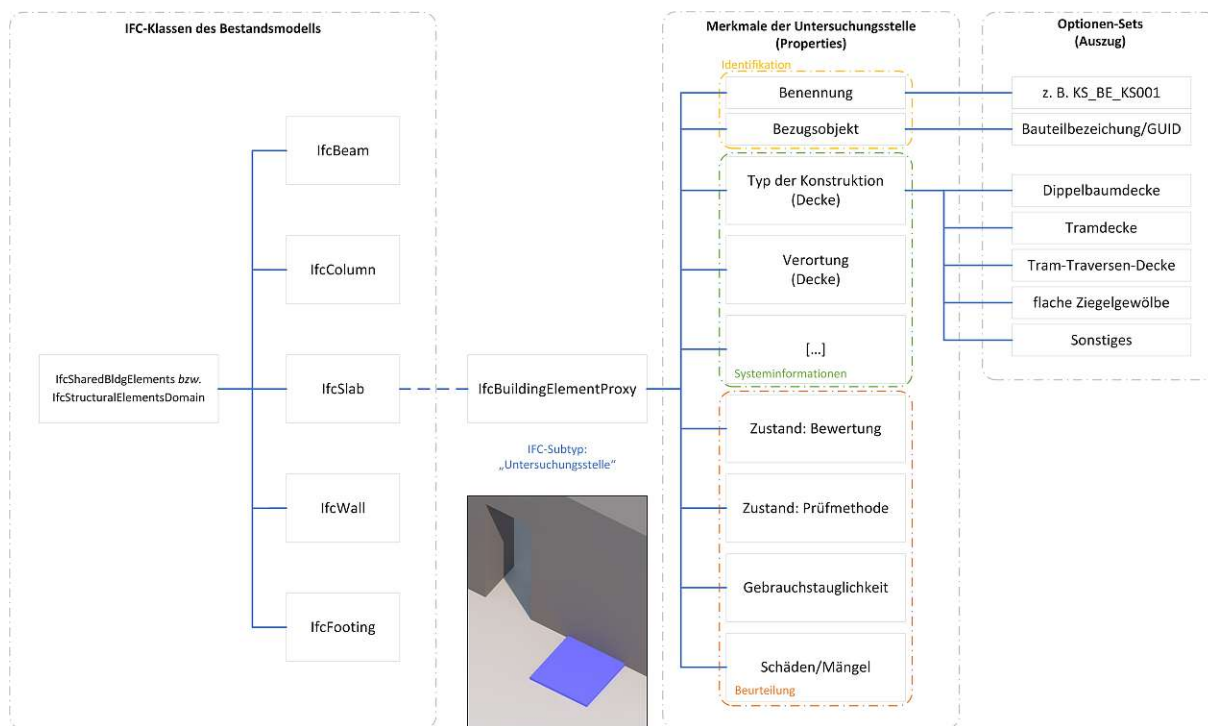


Abb. 5.4: Datenstruktur von Untersuchungsstellen im IFC-Fachmodell *Bestandserhebung* als „Untersuchungsobjekt“ mit bauteilspezifischen Merkmalen

Das Fachmodell *Bestandserhebung* besteht nach Abschluss der Planungsleistungen ausschließlich aus einer Menge an geometrischen „Untersuchungsobjekten“ mit Bauteilmerkmalen, die alle Informationen der Bauwerksuntersuchung enthalten. Die PropertySets für die Dokumentation der Untersuchungsstellen werden in weiterer Folge als *Mset_EntitySpecific_Probe* bezeichnet – die Formulierung der weiteren Merkmale befindet sich in Anhang D. Die Zuordnung zu den IFC-Entitäten erscheint sinnvoll, weil jede Untersuchungsstelle in Abhängigkeit des Bauteils (*IfcSharedBuildingElements* bzw. *IfcStructuralElementDomain*) verschiedene Merkmaldefinitionen aufweist. Im Falle von gravierenden Unvorhersehbarkeiten (z. B. untypische Baukonstruktionen nach Kriegsschäden)

sind die Merkmale im Zuge des Projektverlaufs im BIM-Projektentwicklungsplan abzuändern oder zu ergänzen.

Berücksichtigung von augenscheinlichen Untersuchungen

Das Dokumentationsprinzip von augenscheinlichen Untersuchungen wird von den Untersuchungsstellen übernommen. Vorgefundene Schäden oder Mängel an wesentlichen Untersuchungspunkten werden durch „Untersuchungsobjekte“ modelliert und mit einem spezifischen PropertySet, mit den erforderlichen Merkmalen zur Beurteilung von augenscheinlichen Untersuchungen (siehe Abbildung 5.2) angereichert. Das PropertySet für die Dokumentation der augenscheinlichen Untersuchungen wird als *Mset_VisualInspection* bezeichnet. Jede IFC-Entität kann Gegenstand einer augenscheinlichen Untersuchung sein, die Verknüpfung des „Untersuchungsobjekts“ mit dem Bauteil erfolgt über die Bauteilbezeichnung oder die GUID. Die „Untersuchungsobjekte“ sind beim IFC-Export der IFC-Entität *BuildingElementProxy* zuzuordnen. Für eine bessere Unterscheidung kann der IFC-Objekstyp als *augenscheinliche Untersuchung* bezeichnet werden.

Abbildung 5.5 veranschaulicht die Datenstruktur und die Modellierung von augenscheinlichen Untersuchungen. Die Darstellung zeigt einen vorgefundenen Riss über einem Türrahmen. Die Beurteilung erfolgt anhand der klassischen Merkmale des PropertySets der Untersuchungen und ist vor Ort festzustellen. Die häufigsten Schadensmerkmale sind anhand des Optionen-Sets dargestellt. Dieses Darstellungsprinzip kann für alle weiteren augenscheinlichen Untersuchungen übernommen werden. Die Geometrie des modellierten Objekts ist an die vorgefundenen Ausprägungen anzupassen – Wasserschäden können z. B. als Fläche modelliert werden.

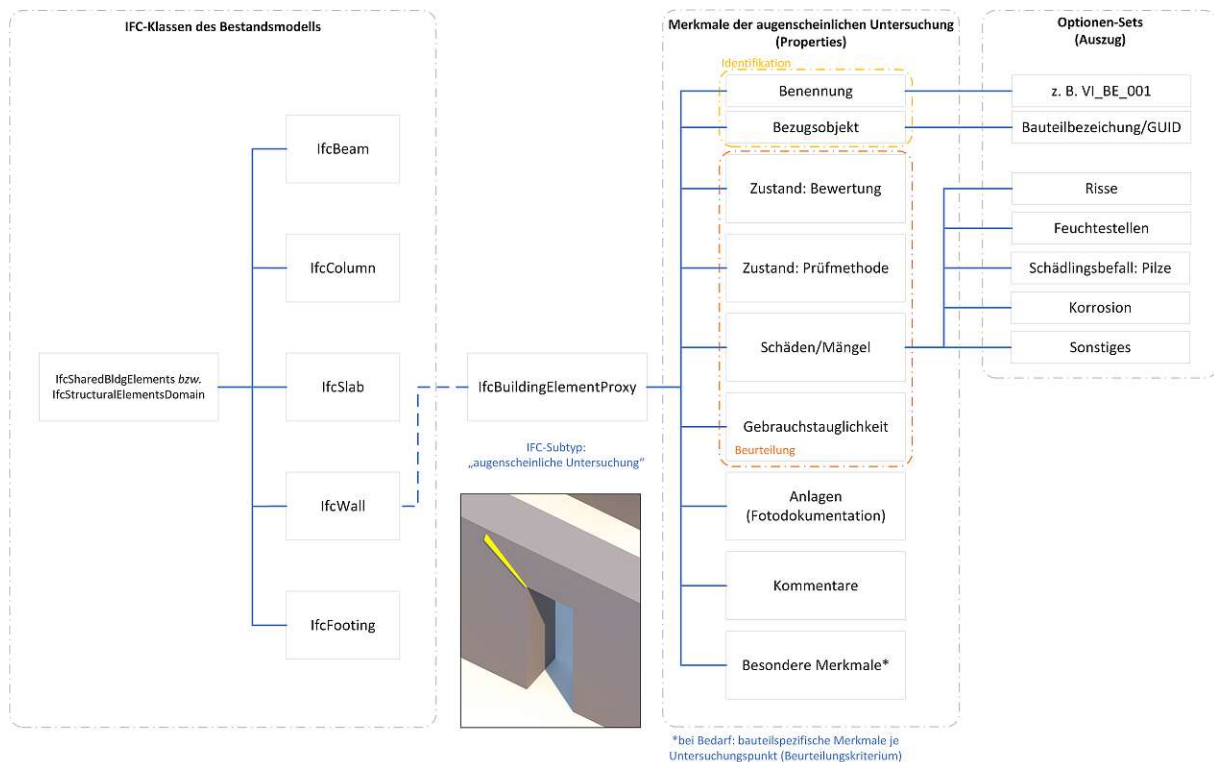


Abb. 5.5: Datenstruktur von augenscheinlichen Untersuchungen im IFC-Fachmodell *Bestandserhebung* als „Untersuchungsobjekt“ mit beurteilungsspezifischen Merkmalen

Jede augenscheinliche Untersuchung (= Untersuchungsobjekt) hat eine eindeutige Benennung aufzuweisen. Diese hat fortlaufend zu sein und die zugrundegelegte Charakteristik hervorzuheben.

Für die Beschreibung von möglichen Charakteristika erscheint die Angabe des begutachteten Untersuchungspunkts nach Brusatti [14] in einem zusätzlichen Merkmal sinnvoll.

Arbeitsschritte für die Durchführung „Bestandserhebung (IFC)“

Abbildung 5.8 gibt einen tabellarischen Überblick über die Arbeitsschritte, die in chronologischer Reihenfolge durchzuführen sind. Bereich 1 fällt in die Grundlagenerhebung und ist von den angeführten verantwortlichen Personen zu bearbeiten. Die Tragwerksplanung übernimmt die Verantwortung mit dem Übergang in Bereich 2. In dieser Phase werden erste Untersuchungsstellen auf Basis des Leistungsumfangs festgelegt und mit den Auftraggebenden abgestimmt. Vereinfachend wird in weiterer Folge angenommen, dass der AG die Zugänglichkeit zum Bauwerk sicherstellt. Bereich 3 stellt die In-Situ-Aufnahme dar. Die Ergebnisse aus den Untersuchungen sind in Bereich 4 einer Prüfung auf Plausibilität und Vollständigkeit zu unterziehen. Nach erfolgter Prüfung erfolgt die Erstellung des Fachmodells und der gutachterlichen Stellungnahme. Die Eingangsdaten der Stellungnahme sind aus dem Fachmodell abzuleiten. Automationsgestützte Auswertungen sollten Gegenstand weiterer Überlegungen sein, werden in dieser Arbeit jedoch nicht näher behandelt. Nach Fertigstellung der erforderlichen Inhalte kann die Freigabe erfolgen. Die Bereitstellung der Daten an die Projektbeteiligten erfolgt über die Kollaborationsplattform.

5.3.4 Prozessablauf

Abbildung 6.2 (Anhang B) zeigt den Prozess, der bei Beauftragung von Anwendungsfall „Bestandserhebung (IFC)“ von den beteiligten Projektbeteiligten zu durchlaufen ist. Die Abläufe sind nach den Projektphasen gegliedert, um eine klare zeitliche Strukturierung zu ermöglichen. Es handelt sich um den Entwurf eines idealen Prozessplans. Die Darstellung berücksichtigt die Angaben aus der Projektorganisationsstruktur, AIA und BAP. Im Gegensatz zum bestehenden Prozess wird die Einbindung von bauausführenden Unternehmen nicht berücksichtigt, weil deren Rolle für die BIM-Projektentwicklung derzeit noch keine Rolle spielt. Des Weiteren erfolgt anschließend die ausführliche Beschreibung der Aufgaben in Bezug auf die Tragwerksplanung. Die Vorgänge der statischen Berechnung sind überblicksmäßig dargestellt, um die Abhängigkeiten zur Bestandserhebung hervorzuheben.

Die Aufgaben der Tragwerksplanung im Rahmen der Bestandserhebung gliedern sich wie gewohnt in folgende Teilbereiche:

1. Vorleistungen
2. Vorbereitung der Begehung
3. Durchführung der Begehung
4. Nachbereitung der Begehung
5. Dokumentation (Erstellung der gutachterlichen Stellungnahme)

Das Grundgerüst des bestehenden Prozesses bleibt bei Anwendung der BIM-Methode erhalten. Es kommt durch den Einsatz von modernen Technologien lediglich zu einer Veränderung der einzelnen Arbeitsschritte.

Vorleistungen

Abbildung 5.6 zeigt den Ausschnitt der Prozessgrafik, in dem die Vorleistungen dargestellt sind. Zu den Vorleistungen zählt die Festlegung von AIA/BAP in Abstimmung mit den Auftraggebenden. Die Vorgaben zum Kenntnisstand und der Stufe der Bestandserhebung sind zum Zeitpunkt der Abstimmung bereits aus dem Anforderungsmodell zu entnehmen. Während der Abstimmung

Tab. 5.8: Arbeitsschritte für die Durchführung des Anwendungsfalls „Bestandserhebung (IFC)“

SCHRITT	TÄTIGKEIT	VERANTWORTLICHKEIT	ERGEBNIS
1.0	Vermessung des Bestandsgebäude (z. B. Laserscanning)	VM	(gesamte) Punktwolke .e57 des Bauwerks inkl. Möblierung, Personen, etc.
1.1	Aufbereitung der Punktwolke .e57	VM	Punktwolke .e57 des Bauwerks ohne Störfaktoren (z. B. Möblierung)
1.2	Erstellung des Bestandsmodells (IFC-Entitäten gem. AIA, BAP)	ARC	Bestandsmodell des bestehenden Bauwerks im IFC-Format (Grundlage)
2.0	Vorbereitung: Festlegung von Untersuchungsstellen (Umfang gem. AIA, BAP)	TWP	Modellierung von Objekten in der nativen Software an Stellen der Untersuchungen auf Basis des Bestandsmodells und Übermittlung über Untersuchungsobjekte <i>IfcBuildingElementProxy</i> im IFC-Format für die Koordination mit den Projektbeteiligten (CDE)
2.1	Koordination: Zugänglichkeit der Untersuchungsstellen/Bauwerk	AG	Zugang zum Bauwerk/Untersuchungsstellen für Begehung (TWP) möglich
3.0	Begehung: Dokumentation der Untersuchungsstellen	TWP	BCF-Kommentare mit Ergebnissen der Bauteiluntersuchungen
3.1	Begehung: Dokumentation von augenscheinlichen Untersuchungen	TWP	BCF-Kommentare mit Ergebnissen der augenscheinlichen Untersuchungen
4.0	Nachbereitung: Übertragung von Informationen der Untersuchungsstellen in das Fachmodell <i>Bestandserhebung</i>	TWP	Untersuchungsobjekte <i>IfcBuildingElementProxy</i> mit <i>PropertySet Mset_EntitySpecific_Probe</i> auf Basis des Bestandsmodells (CDE)
4.1	Nachbereitung: Übertragung von Informationen der augenscheinlichen Untersuchungen in das Fachmodell <i>Bestandserhebung</i>	TWP	Untersuchungsobjekte <i>IfcBuildingElementProxy</i> mit <i>PropertySet Mset_VisualInspection</i> auf Basis des Bestandsmodells (CDE)
4.2	Dokumentation: Erstellung einer gutachterlichen Stellungnahme (Textformat) auf Basis des Fachmodells <i>Bestandserhebung</i>	TWP	Gutachterliche Stellungnahme abgeleitet aus den Ergebnissen des Fachmodells <i>Bestandserhebung</i>
5.0	Prüfung/Freigabe der Bestandserhebung	TWP	Bereitstellung des Fachmodell <i>Bestandserhebung</i> im IFC-Format, Gutachterliche Stellungnahme (CDE)

können besondere Untersuchungsbereiche oder die Anzahl an Untersuchungsstellen bestimmt und als Angebotsgrundlage verwendet werden. Der Umfang an Untersuchungen ist in diesem Stadium als Vertragsbasis heranzuziehen. Für die quantitative Bestimmung sind die Bruttogeschoßfläche und das Bestandsmodell ausreichend. Mit der Beauftragung durch die Auftraggebenden enden die Vorleistungen.

Vorbereitung der Begehung

Mit dem Start der Vorentwurfsphase beginnt die Vorbereitung der Begehung. Abbildung 5.7 stellt den zu durchlaufenden Prozess für die Vorbereitung der Begehung dar. Der erste Schritt ist die Beschaffung der aktuellen Modellgrundlage, also dem Bestandsmodell. Das Modell kann jederzeit dem gemeinsamen CDE entnommen werden. Anschließend erfolgt die Festlegung der Untersuchungsstellen: Das Bestandsmodell ist der Autorensoftware als Referenzmodell zu hinterlegen, um auf dieser Grundlage mögliche Untersuchungsstellen direkt im digitalen Raum festzulegen.

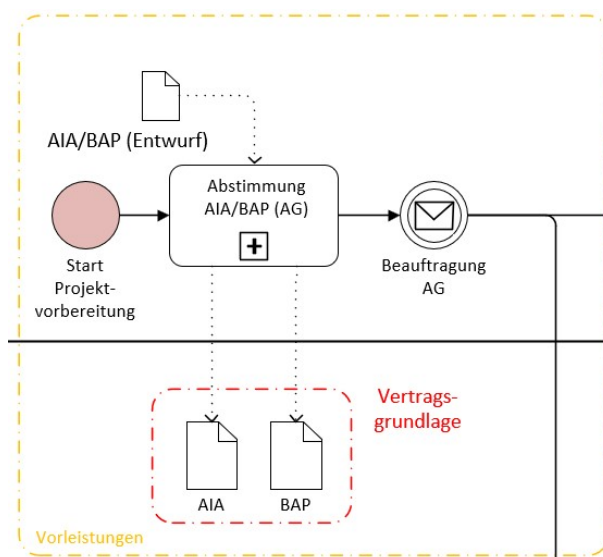


Abb. 5.6: Workflow: Vorleistungen bis zur Beauftragung der Planungstätigkeit (BIM-Methode)

Die Erstellung der „Untersuchungsobjekte“ hat nach den Erfahrungen der Tragwerksplanenden an geeigneten Stellen für die Begehung zu geschehen. Dabei können entweder 3D-Flächen oder sonstige geometrische Formen im Modell platziert werden. Die „Untersuchungsobjekte“ haben beim IFC-Export der IFC-Entität *IfcBuildingElementProxy* zu entsprechen und sind mit den untersuchten Bauteilen zu verknüpfen. Die Verknüpfung kann durch die Angabe der GUID des betroffenen Bauteils im PropertySet hinterlegt werden. Nach der Festlegung der vertraglich vereinbarten Untersuchungsstellen ist ein internes Qualitätsmanagement vorzusehen, um die Eingaben auf Plausibilität zu prüfen. Das Qualitätsmanagement kann manuell durch eine unabhängige Instanz oder (teil-)automatisch über die Anwendung von Prüfregeln mithilfe von Prüfsoftware erfolgen. Prüfregeln sollten Gegenstand weiterer Überlegungen sein und werden nicht näher behandelt.

Nach erfolgreicher Bestätigung der Datenkonformität ist das erstellte Fachmodell *Bestandserhebung* – also die Summe der „Untersuchungsobjekte“ ohne weitere Merkmale – im CDE hochzuladen. Das IFC-File kann durch Export aus der Autorensoftware erstellt werden. Die Vorbereitung der Begehung endet mit dem Abschluss der Koordination für die Begehung. Es wird angenommen, dass die auftraggebende Partei für die Zugänglichkeit des Bestandsgebäude verantwortlich ist. Das Fachmodell *Bestandserhebung* dient dem AG als Grundlage für die Koordination mit weiteren experten Partnern (z. B. Hausverwaltung oder bauausführendes Unternehmen). In Kombination mit dem Bestandsmodell können die Untersuchungsstellen unmissverständlich kommuniziert werden. Die Visualisierung im dreidimensionalen Raum erleichtert die Kommunikation mit verschiedenen Beteiligten und vereinfacht die Koordination.

Durchführung der Begehung

Nachdem die Zugänglichkeit der Räumlichkeiten bzw. des Gebäudes gewährleistet ist und die Untersuchungsstellen freigelegt sind, kann mit der Begehung begonnen werden. Abbildung 5.8 zeigt den Prozess der Begehung mit der BIM-Methode.

Der Prozess der Begehung mit der BIM-Methode weist dieselben Aufgaben auf wie der bestehende Prozess. Der wesentliche Unterschied besteht in der Art der Aufnahme. Mithilfe entsprechender Dokumentationssoftware erfolgt die Aufnahme der Untersuchungsstellen und augenscheinlichen Untersuchungen mit einem mobilen Endgerät anstatt auf Papier. Das Bestandsmodell sowie das Bestandserhebungsmodell müssen dazu in der Dokumentationssoftware hinterlegt werden.

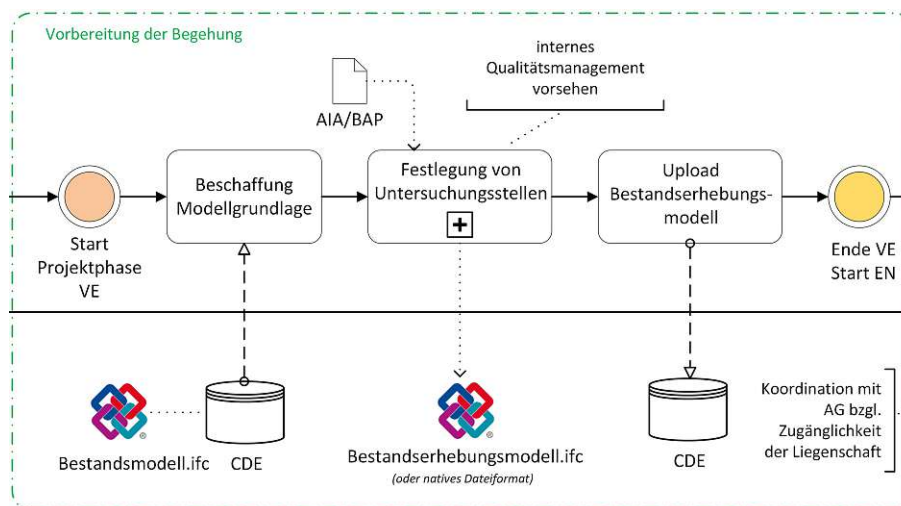


Abb. 5.7: Workflow: Vorbereitung der Begehung (BIM-Methode)

Moderne Dokumentationssoftware erlaubt es in weiterer Folge BCF-Kommentare mit vordefinierten Topics auf Basis der IFC-Modelle zu erstellen und diese in-situ mit Informationen zu erweitern. Die Topics richten sich nach den vereinbarten Properties aus dem PropertySet *Mset_EntitySpecific_Probe*. Die Verortung und Auffindung der Untersuchungsstellen kann entweder direkt am Gebäudemodell geschehen oder zusätzlich durch die Einspielung von 2D-Bestandsplänen erleichtert werden. Nach erfolgreicher Aufnahme können die Informationen auf dem mobilen Endgerät als BCF-Kommentar gespeichert werden. Je nach Internetverbindung können die Ergebnisse entweder sofort oder nach der Verbindung mit einem Netzwerk im CDE oder sonstiger Cloud-Lösung gespeichert werden. Viele Softwareanwendungen bieten die Möglichkeit eines Downloads der hinterlegten Fachmodelle, wodurch keine Internetverbindung für die Aufnahme erforderlich ist. Augenscheinliche Untersuchungen sowie Fotodokumentationen von einzelnen Bereichen können ebenso über BCF-Kommentare im CDE hinterlegt werden. Für die augenscheinlichen Untersuchungen ist die Erhebung von Merkmalen gemäß dem PropertySet *Mset_VisualInspection* durchzuführen. Für die Dokumentation von augenscheinlichen Untersuchungen bietet sich eine Kategorisierung nach häufigen Ausprägungen und die Erstellung von vordefinierten Eingabemasken an.

Nach Abschluss der Begehung ist eine überblicksmäßige Kontrolle der dokumentierten Untersuchungen vor Ort notwendig. Die Anzahl der tatsächlichen Untersuchungsstellen kann mit der erforderlichen Zahl anhand der Nummerierung verglichen werden. Ebenso kann eine übersichtsmäßige Plausibilitätskontrolle der erhobenen Daten durchgeführt werden. Die Darstellung erfolgt üblicherweise in einer Gesamtübersicht und muss nicht wie bei den Papierplänen geschößweise kontrolliert werden. Im Falle von Unklarheiten können einzelne Untersuchungsstellen oder Bereiche vor Verlassen der Liegenschaft erneut überprüft werden. Durch die Verwendung von mobilen Endgeräten und vordefinierten Eingabemasken gehören nicht lesbare Notizen und widersprüchliche Anmerkungen der Vergangenheit an. Das Ausmaß von Fehlern kann somit deutlich reduziert werden.

Nachbereitung der Begehung

Im Anschluss an die Begehung sind die Daten vor der weiteren Verarbeitung nochmals auf Plausibilität und Vollständigkeit zu überprüfen. Dieser Vorgang ist bei Bedarf von einer weiteren Instanz durchzuführen, um Fehler zu reduzieren. Die Einarbeitung in das Projekt ist dafür nicht notwendig, weil ausschließlich die Datenstruktur zu überprüfen ist. Das Erstellen von

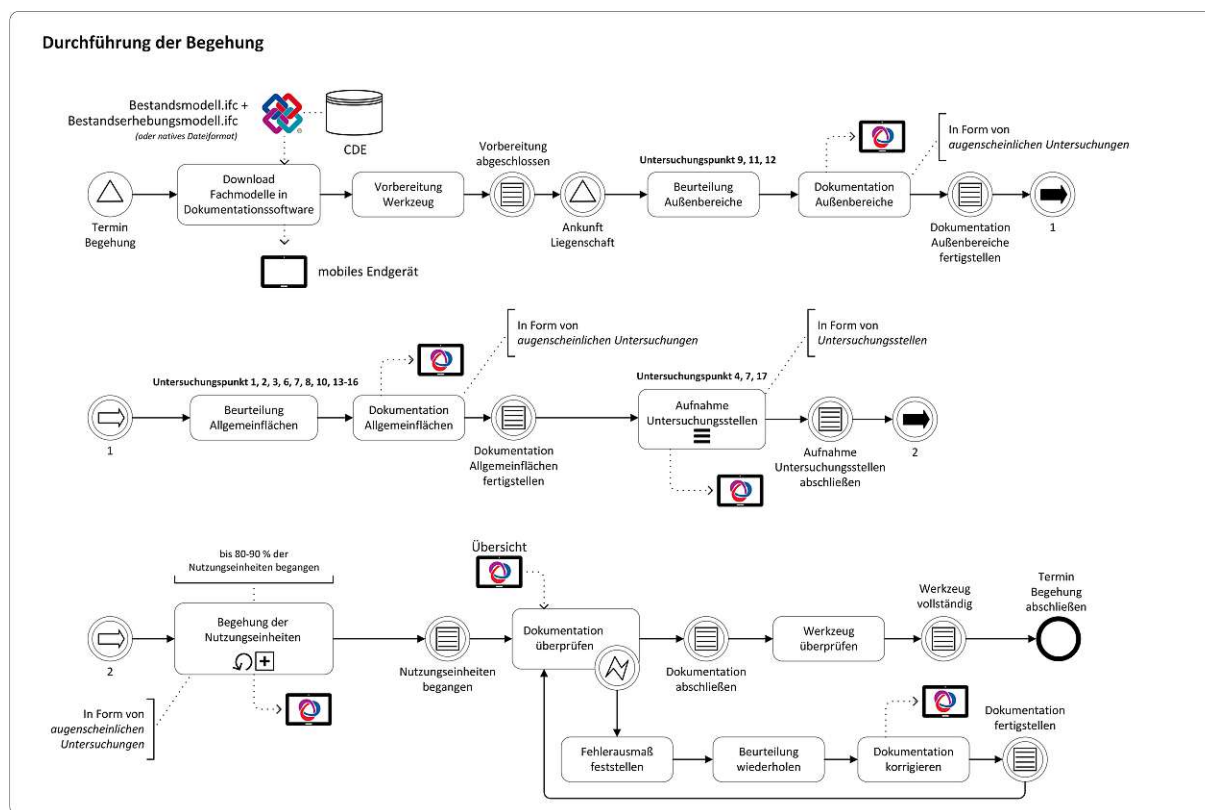


Abb. 5.8: Prozessablauf während der Begehung mit der BIM-Methode

„Schönschriften“ entfällt bei der Abwicklung mit der BIM-Methode, weil die Daten jederzeit maschinenlesbar sind. Nach der Kontrolle und der Freigabe der Daten können die BCF-Kommentare in das Fachmodell *Bestandserhebung* eingearbeitet werden. Die Merkmale (Topics) der BCF-Kommentare sind entweder manuell oder über ein automatisches Mapping auf die vorgesehenen PropertySets der „Untersuchungsobjekte“ gemäß AIA/BAP zu übertragen. Diese Übertragung der Informationen von BCF auf IFC kann z. B. mittels IfcOpenShell [35] entwickelt werden. Auf den Prozess des Mappings wird nicht näher eingegangen, weil dieser von der jeweiligen Anwendung beeinflusst wird. Nach dem Hinzufügen der Merkmale ist das Fachmodell *Bestandserhebung* einer internen Prüfung zu unterziehen. Hier bietet sich die Erarbeitung von Prüfregeln für eine automatische Modellprüfung an. Nach erfolgreicher Prüfung kann das Fachmodell als Grundlage für die Dokumentation herangezogen werden. Bei Bedarf ist es in dieser Phase bereits möglich mit den Projektbeteiligten z. B. über besondere Vorkommnisse auf digitaler Basis zu kommunizieren.

Dokumentation

Die erhobenen Daten aus dem Fachmodell dienen der Bewertung des IST-Zustands des Bauwerks. Vor Abschluss der Projektphase sind das Fachmodell und die gutachterliche Stellungnahme einer ordentlichen Modell- und Datenprüfung gemäß den Standards der Qualitätssicherung aus AIA/BAP zu unterziehen. Die Prüfung erfolgt durch den zuständigen BIM-Fachkoordinator. Bei bestandener Prüfung sind die Dateien auf das gemeinsame CDE hochzuladen. Das Fachmodell *Bestandserhebung* kann in weiterer Folge von der BIM-Gesamtkoordination mit den restlichen Fachmodellen einer Gesamtkoordinationsprüfung unterzogen werden. Im Falle von Fehlern oder Abweichungen erfolgt die Kommunikation der Projektbeteiligten über BCF-Kommentare am betroffenen Fachmodell. Die Bestandserhebung endet mit dem Upload des Fachmodells und der gutachterlichen Stellungnahme.

5.4 Anwendungsfall 1b: Bestandserhebung mit BCF-Kommentaren

Als Alternative für die Erstellung eines zusätzlichen Fachmodells wird in den folgenden Abschnitten auf die Bestandserhebung mit BCF-Kommentaren eingegangen. Die Bereitstellung der Daten erfolgt ausschließlich im `.bcfzip`-Format. Dadurch soll die Anwendung der BIM-Methode ohne Autorensoftware möglich werden. Gerade bei kleinen Projekten steht der Aufwand für die Erstellung eines Fachmodells im Widerspruch zur Wirtschaftlichkeit. Der Anwendungsfall „Bestandserhebung (BCF)“ versucht den Anwender:innen eine niederschwellige Möglichkeit für die Bestandserhebung mit der BIM-Methode zu bieten, ohne dabei einen Verlust der Datenqualität zu riskieren. Der Umgang mit den Informationsanforderungen, die Rollen der Projektbeteiligten und die Darstellung eines Prozessschemas stehen im Vordergrund dieses Abschnitts. Die Gliederung der folgenden Abschnitte orientiert sich an Abschnitt 5.3.

5.4.1 Anwendungsbereich

Aus Sicht des Autors bietet sich die Bestandserhebung mit BCF-Kommentaren für weniger umfangreiche Projekte an, bei denen die Tragwerksplanung lediglich unterstützend tätig ist. Bestandserhebungen der Stufe 2 (Bereiche) und Stufe 1 (Bauteile) sind wegen des geringeren Datenumfanges sehr gut geeignet. Bei Bestandserhebungen der Stufe 3 ist die Größe des Bauvorhabens entscheidend. Der Anwendungsfall „Bestandserhebung (BCF)“ ist für Zu- und Umbauten von bestehenden (ingeschoßigen) Bauwerken und Teilbereichen relevant, wobei folgende Projekttypen in Frage kommen:

- Dachgeschoßzu- und Ausbauten von eingeschößigen Bauwerken
- Baumaßnahmen in Teilbereichen von Bauwerken (z. B. Wohnungszusammenlegung)
- Modernisierung von bestehenden Bauwerken oder Teilbereichen ohne maßgeblicher Lasterhöhung

Vorteile

Der wesentliche Vorteil liegt in der einfachen Handhabung und den geringen Softwareanforderungen. Unternehmen haben ausschließlich die Datenerhebung im BCF-Format zu gewährleisten. Der Markt bietet für diese Bedürfnisse zahlreiche Anwendungen an. Es ist keine zusätzliche Autorensoftware für die Erstellung von Fachmodellen erforderlich.

Die Maschinenlesbarkeit der Daten wird durch das international anerkannte BCF-Datenschema von buildingSMART über den gesamten Lebenszyklus gewährleistet. Alle Projektbeteiligten können die Daten aus der Bestandserhebung entweder im zugrundegelegten IFC-Fachmodell betrachten, oder die Informationen direkt in Form von Merkmalen an einzelne Bauteile übertragen. Dadurch wird die Kommunikation zwischen den Projektpartnern und die Datenqualität über den Lebenszyklus verbessert.

Nachteile

Bestandserhebungen im BCF-Format werden nicht Teil des Koordinationsmodells. Je nach Umfang des Projekts ist die Prüfung der Daten somit nur manuell möglich, wodurch die Vorteile der BIM-Methode nicht in vollem Ausmaß ausgeschöpft werden. Als weiterer Nachteil kann die ausschließliche Datenablage in Form von Ordnerstrukturen gesehen werden.

5.4.2 BIM-Organisationsstruktur

Abbildung 5.9 gibt einen Überblick über die BIM-Organisationsstruktur für den Anwendungsfall „Bestandserhebung (BCF)“. Die Organisationsstruktur ist dabei unabhängig von einem TWP-

Modell, weshalb dieses Modell nicht dargestellt ist. Im Gegensatz zur Bestandserhebung im IFC-Format hat die BFK Tragwerksplanung lediglich das Bestandsmodell des Bauwerks als Grundlage heranzuziehen und maschinenlesbare Anmerkungen zu machen. Durch die Funktionsweise von BCF-Kommentaren können generierte Daten ohne Übertragung von Modellinhalten mit den untersuchten IFC-Entitäten des Bestandsmodells verknüpft werden. Nach Abschluss der Datenerhebung wird die Sammlung von BCF-Kommentaren an die BFK Architektur übermittelt, die diese Informationen entweder auf dem CDE archivieren oder in einem nächsten Schritt den Bauteilen in Form von Merkmalen zuordnen kann. Alternativ ist die Datenbereitstellung und die Übermittlung der BCF-Kommentare auch an die BIM-Gesamtkoordination möglich. Für das Bestandsmodell und die ausgegrauten Bereiche gelten dieselben Randbedingungen wie in Abschnitt 5.3. Die Kommunikation zwischen den Beteiligten erfolgt in der BIM-Organisationsstruktur grundsätzlich nur in eine Richtung.

5.4.3 BIM-Informationsanforderungen (AIA und BAP)

Der erforderliche Informationsgehalt des gegenständlichen Anwendungsfalls unterscheidet sich inhaltlich nicht vom Anwendungsfall „Bestandserhebung (ICF)“. In diesem Sinne dienen, die in Abschnitt 5.3 formulierten Anforderungen als Grundlage für die Leistungserbringung. Als wesentlicher Unterschied ist die Form der Dokumentation hervorzuheben. Anstatt der IFC-Entitäten angehängten PropertySets hat die Bereitstellung der Daten über „Topics“ der XML-basierten BCF-Datei zu erfolgen. Tabelle 5.9 zeigt eine angepasste Formulierung für den gegenständlichen Anwendungsfall in den BIM-Regelwerken.

Tab. 5.9: Beschreibung des Anwendungsfall „Bestandserhebung (BCF)“ im BAP

Bezeichnung	Beschreibung / Verwendung durch den Auftraggeber	abzugebende Unterlagen
Bestandserhebung als Beilage zum Bauansuchen nach WBO	Der Auftraggeber erhält eine aktuelle Beurteilung des "IST-Zustands" des bestehenden Bauwerks aus statisch-konstruktiver Sicht, die für das Einreichverfahren gem. WBO vorgeschrieben ist.	BCF-Kommentare, mit Ergebnissen der Bauteiluntersuchungen und augenscheinlichen Untersuchungen, entsprechend dem vereinbarten Entwicklungsstand zum jeweiligen Übergabezeitpunkt; Gutachterliche Stellungnahme zur Standsicherheit der maßgebenden Bauteile

Fachmodelle

Im Gegensatz zum Anwendungsfall „Bestandserhebung (ICF)“ ist die Erstellung eines Fachmodells für die Bestandserhebung nicht erforderlich. Die Fachmodelle der Projektpartner sind im bereits bekannten Umfang anzufertigen.

Festlegung des Detaillierungsgrads (LOG und LOI)

Die Überlegungen für den Anwendungsfall „Bestandserhebung (ICF)“ werden übernommen, wodurch die Detaillierungsgrade der einzelnen Fachmodelle bestehen bleiben. Für die Datenerhebung mit BCF-Kommentaren gelten für den LOI dieselben Bestimmungen in den einzelnen Projektphasen: In der Vorentwurfsphase ist LOI 100, in der Entwurfsphase LOI 200 und während der Genehmigungsplanung LOI 300 erforderlich. Der LOG kann für den gegenständlichen Anwendungsfall vernachlässigt werden, weil keine Modellierung von Elementen erfolgt. Die Erhebung der Daten erfolgt ebenso in einem Arbeitsschritt während der Begehung.

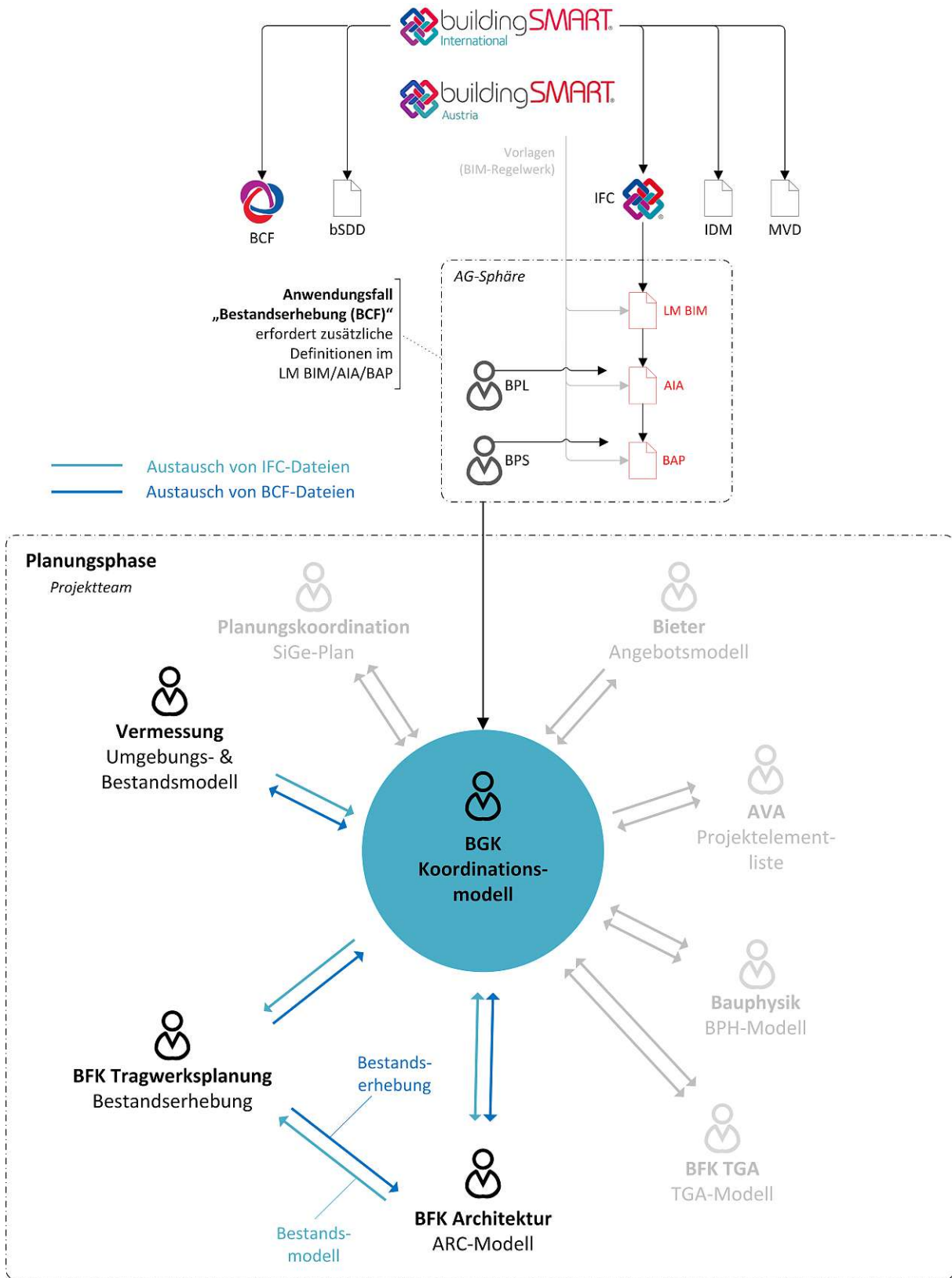


Abb. 5.9: BIM-Organisationsstruktur für den Anwendungsfall „Bestandserhebung (BCF)“ (abgeleitet aus [25])

Datenlieferungsplan

Die Überlegungen für den Anwendungsfall „Bestandserhebung (IFC)“ werden übernommen, wodurch der Zeitpunkt der „Data Drops“ der einzelnen Fachmodelle unverändert bleibt. Im Verantwortungsbereich der Tragwerksplanung ist beachten, dass die BCF-Kommentare vom Vorentwurf bis zum Abschluss der Genehmigungsplanung nahtlos übernommen werden müssen. Um eine klare Zuordnung zu den Projektphasen herzustellen, wird ein aussagekräftiger Bearbeitungsstatus der BCF-Kommentare nach ISO 19650-1 [39] empfohlen:

1. Projektphase (Vorentwurf): Status „In Bearbeitung“
2. Projektphase (Entwurf): Status „Geteilt“
3. Projektphase (Genehmigungsplanung): Status „Veröffentlicht“
4. Projektabschluss: Status „Archiviert“

Der Wechsel der Bearbeitungszustände geht mit einer internen Prüfung des Qualitätsmanagements einher. Am Status können die Projektbeteiligten erkennen, inwiefern die Daten für die weitere Planung verwendet werden können.

Beschreibung des Leistungsumfangs

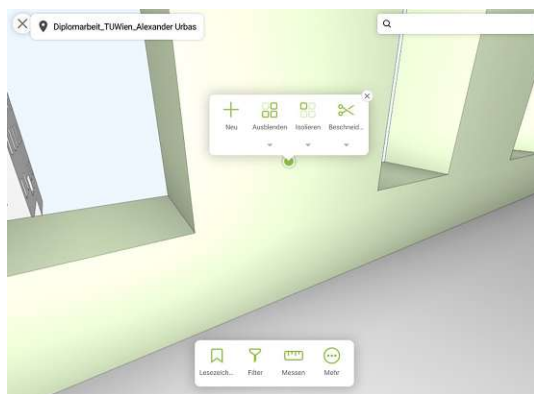
Der Leistungsumfang ist im Bestandsmodell über die *Stufe der Bestandserhebung* und den jeweiligen *Kenntnisstand* festzulegen. Es gelten dieselben Randbedingungen wie für den Anwendungsfall „Bestandserhebung (IFC)“. Tragwerksplanung und die auftraggebende Partei (AG) haben den Umfang der Untersuchungen gemeinsam zu bestimmen. Die Implementierung der Informationen in die Elementklasse *IfcBuilding* liegt jedoch im Verantwortungsbereich der AG. Dadurch soll die Unterstützungsfunktion der Tragwerksplanung gewährleistet werden.

Berücksichtigung von Untersuchungsstellen nach ÖNORM B 4008-1 [61]

Klassische Untersuchungsstellen sind auf Basis des Bestandsmodells festzulegen und die Verortung vor Beginn der Untersuchungen mit den Projektbeteiligten abzustimmen. Über Kollaborationsplattformen können Freigabeprozesse von Untersuchungsstellen einfach abgewickelt werden. Während der Untersuchungen sind die erforderlichen Daten zu bestimmen. Das Prinzip der BCF-Kommentare ermöglicht es, dass Untersuchungsstellen direkt mit einem Bauelement (*IfcBuildingElement*) des BIM-Modells verknüpft werden können. Für die Erhebung der Merkmale gilt, dass diese als „Topics“ festzulegen sind. Topics sind dabei nach derselben Datenstruktur wie die PropertySets *Mset_IfcEntitySpecific_Probe* aufzubauen. Es ist zu beachten, dass es sich bei BCF-Kommentaren ausschließlich um „digitale Kommentare“ handelt, die keinen inhaltlichen Zusammenhang mit dem IFC-Fachmodell haben (ausgenommen der Verortung des Bauteils). Wenn die BCF-Kommentare in die PropertySets des Fachmodells übernommen werden müssen, ist die Zuordnung manuell durchzuführen. Aus diesem Grund erscheint es sinnvoll, die Datenstruktur der Beurteilungskriterien aus „Bestandserhebung (IFC)“ zu übernehmen. Abbildung 5.10a zeigt eine Visualisierung der Untersuchungsstellen im IFC-Fachmodell. Mithilfe der Dokumentationssoftware können Datenpunkte festgelegt werden, wobei die Verknüpfung der eingegebenen Informationen nach der Erfassung mit dem grün hinterlegten Bauteil erfolgt. In Abbildung 5.10b ist die Formulierung von Topics für die Untersuchungsstelle angeführt. In diesem Beispiel entspricht jedes Topic einem Merkmal des PropertySet *Mset_WallSpecific_Probe*.

Berücksichtigung von augenscheinlichen Untersuchungen

Es gelten dieselben Überlegungen wie für *Untersuchungsstellen*. Topics sind dabei nach derselben Datenstruktur wie die PropertySets *Mset_VisualInspection* aufzubauen. Für augenscheinliche Untersuchungen ist jedoch keine Übertragung der Attribute in das IFC-Fachmodell vorgesehen.

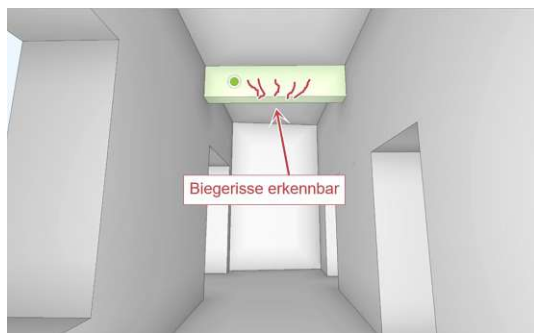


(a) Visualisierung einer Untersuchungsstelle

(b) Darstellung der Eingabemaske

Abb. 5.10: Darstellung von Untersuchungsstellen mit BCF-Kommentaren

Die Aufnahme von Schäden und Mängeln dient lediglich Dokumentationszwecken. Es ist keine Modellierung der Ausprägung erforderlich, sofern eine Fotodokumentation angefertigt wird. Abbildung 5.11a zeigt die Dokumentation von festgestellten Biegerissen im IFC-Fachmodell mithilfe von BCF-Kommentaren. Die Beurteilung vor Ort erfolgt mithilfe einer vorgefertigten Eingabemaske, die den Fokus auf die wesentlichen Beurteilungskriterien richtet. Mithilfe von zusätzlichen Kommentaren können nicht definierte Besonderheiten vor Ort schriftlich festgehalten werden, um die Freiheit während der Begehung nicht einzuschränken. In Abbildung 5.11b ist die ausgefüllte Eingabemaske für die Beurteilung des dargestellten Schadens ersichtlich.



(a) Visualisierung einer augenscheinlichen Untersuchung (Beispiel)

(b) Darstellung der Eingabemaske

Abb. 5.11: Darstellung von augenscheinlichen Untersuchungen mit BCF-Kommentaren

Arbeitsschritte für die Durchführung „Bestandserhebung (BCF)“

Tabelle 6.3 gibt einen tabellarischen Überblick über die Arbeitsschritte, die in chronologischer Reihenfolge durchzuführen sind. Bereich 1 fällt in die Grundlagenerhebung und ist von den angeführten Verantwortlichen zu bearbeiten. Die Tragwerksplanung übernimmt die Verantwortung mit dem Übergang in Bereich 2. In dieser Phase werden erste Untersuchungsstellen auf Basis des Leistungsumfangs festgelegt und mit den verantwortlichen Personen der AG abgestimmt. Vereinfachend wird in weiterer Folge angenommen, dass der AG die Zugänglichkeit zum Bauwerk sichergestellt. Bereich 3 stellt die In-Situ-Aufnahme dar. Alle während der Begehung bearbei-

teten BCF-Kommentare erhalten den Status „Geteilt“ und können automatisch auf dem CDE hochgeladen werden. Die Ergebnisse aus den Untersuchungen sind in Bereich 4 einer Prüfung auf Plausibilität und Vollständigkeit zu unterziehen. Nach der Prüfung erfolgt die Änderung des Status auf „Veröffentlicht“, um die Aktualität der Daten zu signalisieren. Auf Basis dieser Erhebungsdaten kann die gutachterliche Stellungnahme erstellt werden. Nach Fertigstellung der erforderlichen Inhalte und Prüfung durch den BFK in Abstimmung mit der BGK kann der Status der BCF-Kommentare auf „Archiviert“ gesetzt werden. Damit wird der Abschluss der Bestandserhebung signalisiert. Änderungen sind ab diesem Zeitpunkt nicht mehr möglich.

Tab. 5.10: Arbeitsschritte für die Durchführung des Anwendungsfall „Bestandserhebung (BCF)“

SCHRITT	TÄTIGKEIT	VERANTWORTLICHKEIT	ERGEBNIS
1.0	Vermessung des Bestandsgebäude (z. B. Laserscanning)	VM	(gesamte) Punktwolke .e57 des Bauwerks inkl. Möblierung, Personen, etc.
1.1	Aufbereitung der Punktwolke .e57	VM	Punktwolke .e57 des Bauwerks ohne Störfaktoren (z. B. Möblierung)
1.2	Erstellung des Bestandsmodells (IFC-Entitäten gem. AIA, BAP)	ARC	Bestandsmodell des bestehenden Bauwerks im IFC-Format (Grundlage)
2.0	Festlegung von Untersuchungsstellen (Umfang gem. AIA, BAP)	TWP	BCF-Kommentare (Status: In Bearbeitung) an Stellen der Untersuchungen für die Koordination mit den Projektbeteiligten (CDE)
2.1	Koordination: Zugänglichkeit der Untersuchungsstellen/Bauwerk	AG	Zugang zum Bauwerk/Untersuchungsstellen für Begehung (TWP) möglich
3.0	Begehung: Dokumentation der Untersuchungsstellen	TWP	BCF-Kommentare (Status: Geteilt) mit Ergebnissen der Bauteiluntersuchungen
3.1	Begehung: Dokumentation von augenscheinlichen Untersuchungen	TWP	BCF-Kommentare (Status: Geteilt) mit Ergebnissen der augenscheinlichen Untersuchungen
4.0	Nachbereitung: Prüfung der Eingabewerte der Untersuchungsstellen (Vollständigkeit + Plausibilität)	TWP	BCF-Kommentare (Status: Veröffentlicht) mit Ergebnissen der Bauteiluntersuchungen
4.1	Nachbereitung: Prüfung der Eingabewerte der augenscheinlichen Untersuchungen (Plausibilität)	TWP	BCF-Kommentare (Status: Veröffentlicht) mit Ergebnissen der augenscheinlichen Untersuchungen
4.2	Dokumentation: Erstellung einer gutachterlichen Stellungnahme (Textformat) auf Basis der BCF-Kommentare	TWP	Gutachterliche Stellungnahme abgeleitet aus den Ergebnissen der BCF-Kommentare
5.0	Prüfung/Freigabe der Bestandserhebung	TWP	Bereitstellung BCF-Kommentare (Status: Archiviert) mit Ergebnissen der Untersuchungen, Gutachterliche Stellungnahme (CDE)

5.4.4 Prozessablauf

Abbildung 6.3 (Anhang B) zeigt den Prozess, der bei Beauftragung von Anwendungsfall „Bestandserhebung (BCF)“ von den Projektbeteiligten zu durchlaufen ist. Der Prozess gliedert sich in die gewohnten fünf Teilbereiche einer Bestandserhebung. Es kommt durch den gegenständlichen Anwendungsfall lediglich zu einer Anpassung der Datenbereitstellung und -archivierung. Die folgenden Abschnitte geben einen Überblick über die erforderlichen Tätigkeiten für die Bestand-

serhebung. Im Falle einer Beauftragung für die statische Berechnung läuft der Prozess gemäß den Aufgaben von „Bestandserhebung (IFC)“ ab. Die Einbindung der Ergebnisse kann analog zur Prozessdarstellung in Abschnitt 5.3.4 mithilfe von BCF-Kommentaren erfolgen.

Vorleistungen

Vor Beauftragung der Leistungen für die Bestandserhebung findet die Abstimmung der AIA/BAP mit dem AG statt. Die Datenstruktur aus Abschnitt 5.3.4 kann übernommen werden. Der wesentliche Unterschied liegt in der Art der Dokumentation. Die Beschreibung des Leistungsumfangs ist vor der ersten Leistungserbringung klar vom AG festzulegen. Damit wird die unterstützende Tätigkeit der Tragwerksplanung hervorgehoben. Mit der Beauftragung durch den AG enden die Vorleistungen.

Vorbereitung der Begehung

Mit dem Start der Entwurfsphase beginnt die Vorbereitung der Begehung für die Bestandserhebung. Nach Beauftragung ist das Bestandsmodell aus dem gemeinsamen CDE herunterzuladen und in die verwendete Dokumentationssoftware zu importieren. Das Bestandsmodell dient dem gesamten Prozess in weiterer Folge als Referenzmodell. Für den weiteren Prozess werden mithilfe der vereinbarten Dokumentationssoftware bevorzugte Untersuchungsstellen im Modell festgelegt. Die Übermittlung der .bcfzip-Dateien erfolgt über das CDE und gibt dem AG die Möglichkeit die Verortung der Stellen zu prüfen und für die Zugänglichkeit zu sorgen. Die Koordination mit externen Beteiligten kann ebenso auf Grundlage der BCF-Kommentare erfolgen. Die Visualisierung erlaubt eine zielgerichtete Kommunikation ohne Missverständnisse. Abbildung 5.12 zeigt das Interface der Dokumentationssoftware für die Festlegung von Untersuchungsstellen. Im linken Bereich ist beispielhaft eine Untersuchungsstelle *KS1* auf Basis der Planunterlagen (Vermessungspläne) erkennbar, nachdem diese im rechten Bereich anhand des räumlichen Bestandsmodells verortet wurde. Zusätzlich ist die aktuelle Kameraposition (Blickwinkel) anhand einer Markierung im Grundriss erkennbar. Die dargestellten Informationen werden in weiterer Folge an die Projektbeteiligten übermittelt. Die Darstellung stellt einen Bildschirmausschnitt der Webversion von *Dalux Field* dar. Die Festlegung kann somit vom Arbeitsplatz aus erfolgen, ohne dass die Verwendung von mobilen Endgeräten zwingend erforderlich ist.

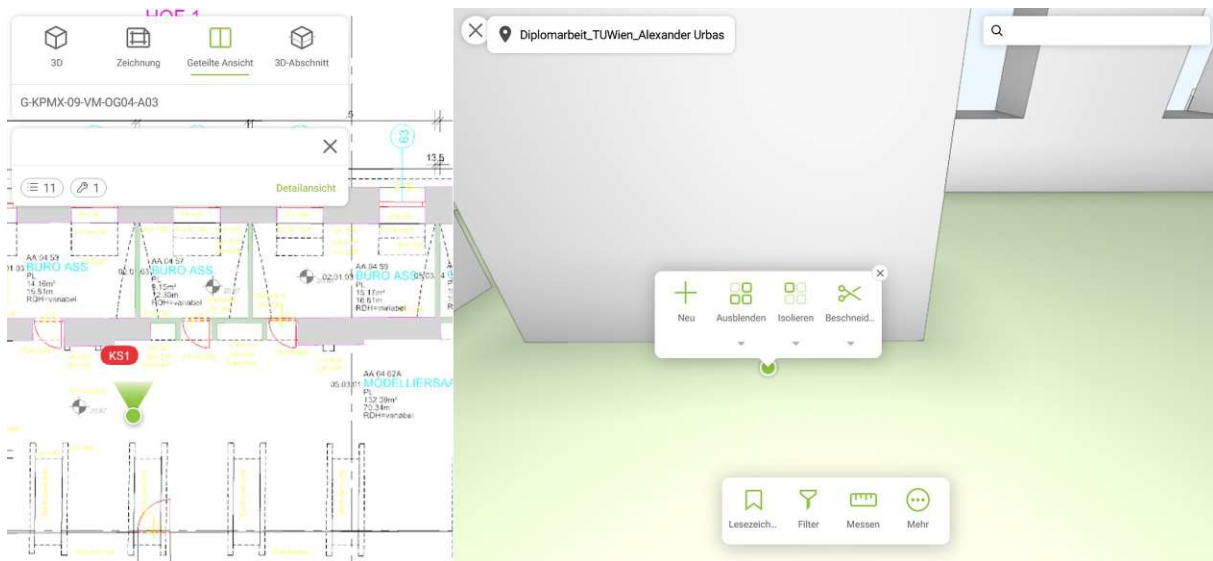


Abb. 5.12: Festlegung der Untersuchungsstellen mithilfe von Dokumentationssoftware

Durchführung der Begehung

Die festgelegten Untersuchungsstellen stehen der zuständigen Person über die Dokumentationssoftware jederzeit zur Verfügung. Eine Übersicht der Untersuchungsstellen innerhalb des Interface der mobilen Applikation erlaubt eine schnelle Verortung der aufzunehmenden Stellen mithilfe von mobilen Endgeräten. Durch Anklicken einer zugewiesenen Untersuchungsstelle werden Verortung und Informationsanforderungen dargestellt. Die Informationen aus der Bauteilaufnahme können in weiterer Folge per Knopfdruck in die Eingabemaske eingegeben werden. Abbildung 5.13a zeigt das Interface der Dokumentationssoftware nach dem Auswählen der Untersuchungsstelle *KS1* auf dem mobilen Endgerät. Die zuständige Person kann die Untersuchungsstelle mithilfe dieser Übersicht umgehend verorten. Nachdem die Untersuchungsstelle aufgefunden wurde, kann die Dokumentation auf Basis der Eingabemaske erfolgen. Die Informationsanforderungen sind durch die Beurteilungskriterien bereits vorgegeben und müssen anhand der tatsächlichen Situation ausgefüllt werden. In Abbildung 5.13b ist die ausgefüllte Eingabemaske nach dem Abschluss der Bauteilaufnahme ersichtlich. Die Daten werden bei aktiver Internetverbindung in Echtzeit synchronisiert und stehen der zuständigen Person am Arbeitsplatz umgehend zur Verfügung.

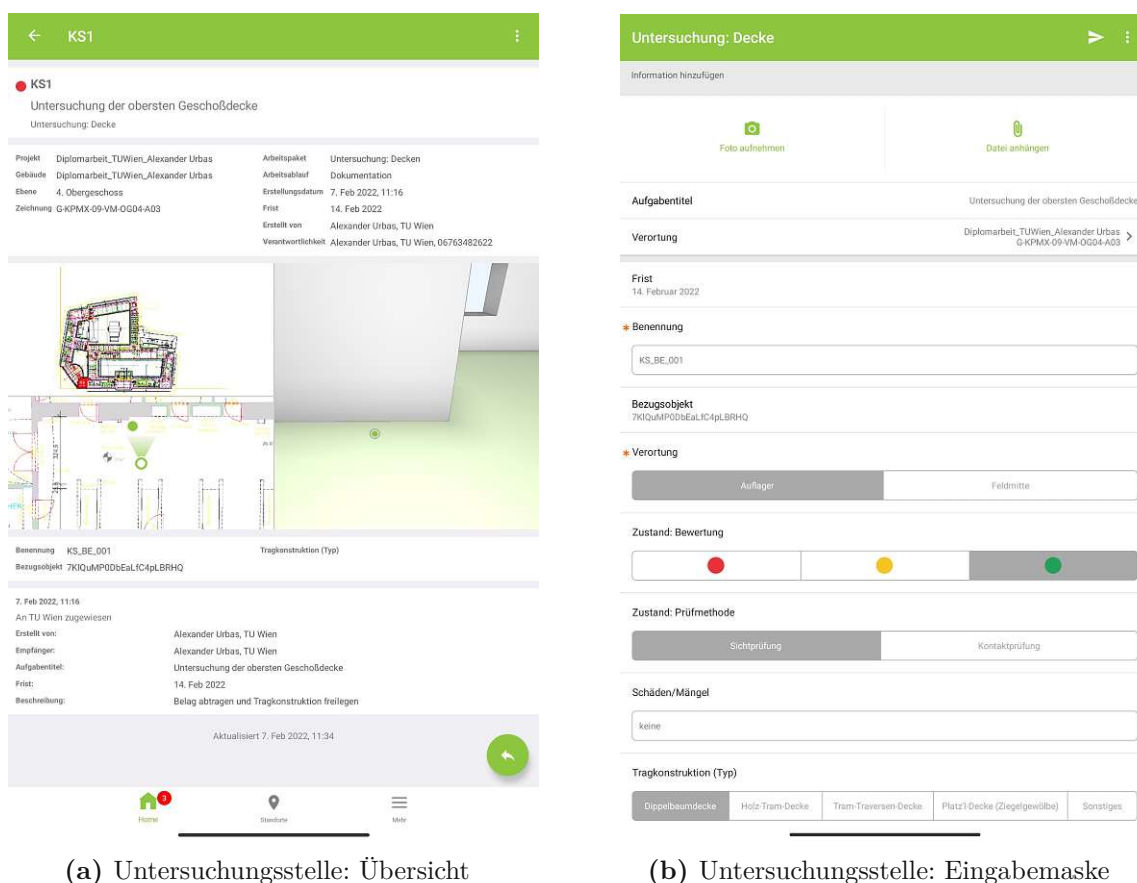


Abb. 5.13: Interface der Dokumentationssoftware auf mobilen Endgeräten

Eine Besonderheit für die Nachvollziehbarkeit der Ergebnisse stellt der Status der BCF-Kommentare dar. Während der Begehung erhalten die BCF-Kommentare den Status „Geteilt“, wodurch den Projektbeteiligten signalisiert wird, dass die Daten noch in Bearbeitung sind.

Nachbereitung der Begehung

Im Anschluss an die Begehung sind die Daten vor der weiteren Verarbeitung nochmals auf Plausibilität und Vollständigkeit zu überprüfen. Dieser Vorgang ist bei Bedarf von einer weiteren

Instand durchzuführen, um Fehler zu reduzieren. Die Einarbeitung in das Projekt ist dafür nicht notwendig, weil ausschließlich die Datenstruktur zu überprüfen ist. Nach erfolgter Prüfung kann der Status der BCF-Kommentare vom BIM-Fachkoordinator auf „Veröffentlicht“ geändert werden. Dieser Status signalisiert den Projektbeteiligten, dass die Daten vollständig erhoben wurden und als Grundlage für weitere Planungsmaßnahmen verwendet werden können. Zu diesem Zeitpunkt sind noch Veränderungen im Informationsgehalt bei schwerwiegenden Fehlern oder dem Bedarf nach tiefergehenden Untersuchungen möglich.

Dokumentation

Die BCF-Kommentare dienen als Grundlage der Bewertung des IST-Zustands des Bauwerks. Vor Abschluss der Planungsphase sind die BCF-Kommentare und die gutachterliche Stellungnahme auf Übereinstimmung zu prüfen. Unterstützend können automatisch generierte Berichte aus der Dokumentationssoftware ausgegeben werden, um die Nachvollziehbarkeit der Ergebnisse zu gewährleisten und die Prüfung zu erleichtern. Bei Bedarf sind geeignete Prüfregele für eine automatische Inhaltsprüfung zu erstellen. Die Prüfung erfolgt durch den zuständigen BIM-Fachkoordinator. In Abstimmung mit dem BIM-Gesamtkoordinator ist der Status der BCF-Kommentare auf „Archiviert“ zu ändern und die gutachterliche Stellungnahme auf das gemeinsame CDE hochzuladen. Mit der Statusänderung wird den Projektbeteiligten signalisiert, dass die Leistungen abgeschlossen sind und keine Änderung der Daten mehr möglich ist. Mit diesem Schritt endet die Bestandserhebung aus Sicht der Tragwerksplanung.

5.5 Anwendungsfall 2: Feststellung des rechtmäßigen Bestands im IFC-Format

Die folgenden Abschnitte formulieren einen Anwendungsfall für die Konsensüberprüfung mit der BIM-Methode. Dabei wird auf die Informationsanforderungen und die Verteilung der Rollen im Bauvorhaben eingegangen sowie ein übergeordnetes Ablaufschema für die Erstellung eines Fachmodells „Konsens“ im IFC-Datenformat erarbeitet. Der Anwendungsfall wird in weiterer Folge als *Feststellung des rechtmäßigen Bestands* bezeichnet. Die Verfügbarkeit von bestehenden Planunterlagen bestimmt üblicherweise, ob eine Konsensüberprüfung möglich ist. Wenn keine oder nicht nachvollziehbare Planunterlagen des bestehenden Bauwerks vorliegen, kann die Feststellung des rechtmäßigen Bestands entfallen – weshalb es sinnvoll erscheint den gegenständlichen Anwendungsfall getrennt vom Anwendungsfall *Erhebung des IST-Zustands (Bestandserhebung)* zu betrachten.

5.5.1 Anwendungsbereich

Die Feststellung des rechtmäßigen Bestands ist nach OIB-Richtlinie 1 [53] im Zuge der Beurteilung des IST-Zustands von Bauwerken mitzuführen. Die Gegenüberstellung des IST-Zustands (AsBuilt) mit dem rechtmäßigen Bestand dient zwei wesentlichen Zwecken:

- Dokumentation für die Baubehörde:

Die Gegenüberstellung des rechtmäßigen Bestands mit nicht bewilligten Umbauten gibt der Baubehörde einen Überblick über den erhaltenswürdigen Aussteifungszustand des Bauwerks. Anhand dieser Darstellung ist ersichtlich, inwieweit das Gebäude in der Vergangenheit geschwächt (oder verstärkt) wurde. Der Konsens wird als Referenz für erforderliche Verstärkungsmaßnahmen des Aussteifungszustands gesehen.

Neben der technischen Beurteilung dient die Gegenüberstellung als rechtliche Grundlage für die Bewilligung. Jene Umbauten, die der Behörde bis zum Zeitpunkt der Einreichung nicht bekannt sind, müssen entweder entsprechend wiederhergestellt werden oder gehen nach erfolgreicher Bewilligung des Bauvorhabens inkl. möglicher Verstärkungsmaßnahmen in den Konsens über.

Es ist anzumerken, dass die Dokumentation von der Baubehörde lediglich stichprobenartig auf Plausibilität überprüft wird. Die Beurteilung und Festlegung von Verstärkungsmaßnahmen liegt ausschließlich in der Risikosphäre der Tragwerksplanung. Diese hat somit das größte Interesse an einer einwandfreien Gegenüberstellung der verschiedenen Bewilligungszustände.

Die Informationen zum Zweck der Dokumentation bei der Baubehörde konnten aus den Experteninterviews gewonnen werden.

- Feststellung des Zuverlässigkeitsniveaus für den (baurechtlichen) Konsens:

Im Zuge der Erdbebenanalyse eines Bauwerks erfolgt ein Vergleich des Zuverlässigkeitsniveaus des rechtmäßigen Bestands mit dem Zuverlässigkeitsniveau des Bauwerks nach der Herstellung von geplanten Baumaßnahmen inkl. Berücksichtigung aller in der Vergangenheit durchgeführten Umbauten. Für die Feststellung der Zuverlässigkeitsniveaus ist der Aussteifungszustand relevant. Der Vergleich zwischen den Zuverlässigkeitsniveaus bestimmt die erforderlichen Verstärkungsmaßnahmen des Bauwerks gegenüber horizontalen Belastungen, unter Berücksichtigung sicherheitsrelevanter Überlegungen zum Personenrisiko. Die Feststellung von nicht bewilligten Umbauten hat somit direkten Einfluss auf den Umfang der Baumaßnahmen. Details für die Bemessung von Bauwerken gegenüber horizontaler Belastung und der Gegenüberstellung der Bauwerkszustände sind der Normenreihe EN/B 1998 zu entnehmen.

In der vorliegenden Arbeit wird überwiegend die Dokumentation für die Baubehörde thematisiert. Dieses Anwendungsgebiet kann vollständig der Bestandserhebung zugeordnet werden und wird im bestehenden Prozess durch die „Konsensüberprüfung“ berücksichtigt. Die Feststellung des Zuverlässigkeitsniveaus setzt Kenntnisse über die statische Berechnung voraus, die in der vorliegenden Arbeit nicht behandelt werden. Die Feststellung des rechtmäßigen Bestands ist von der Vollständigkeit und Nachvollziehbarkeit der vorhandenen Planunterlagen abhängig. Die Vereinbarung des Anwendungsfalls hat unter Abstimmung mit betroffenen Projektbeteiligten und externen Partnern zu erfolgen.

Vorteile

Die Überführung des rechtmäßigen Bestands in die IFC-Datenstruktur bietet wesentliche Vorteile für die statisch-konstruktive Bearbeitung des Bauvorhabens. Aufgrund der derzeitigen Normenlage hat die Beurteilung der Erdbebensicherheit anhand der Bauwerkszustände „Konsens“ und „IST-Zustand“ (inkl. Planungsmaßnahmen) zu erfolgen. Dazu ist es üblich die beiden Bauwerkszustände mit geeigneter Auswertungssoftware z. B. 3MURI [36] auf Basis von 3D-Modellen zu analysieren.

Die Überführung in das IFC-Format ermöglicht es nicht nur den Konsens direkt mit dem Bestandsmodell zu vergleichen, sondern auch automatisch generierte „Rot-Gelb-Pläne“ über die Abweichungen zum Konsens abzuleiten. Alle benötigten Bauwerksinformationen können somit von einem zentralen Fachmodell abgeleitet werden, das als Grundlage für interne Berechnungen und externen Dokumentationszwecken dienen kann.

Nachteile

Handelsübliche Auswertungssoftware, die u. a. für die Bestimmung des Erdbebenwiderstands von Gründerzeithäusern (Push-Over-Verfahren) eingesetzt wird, unterstützt den Import von IFC-Dateien derzeit nicht ausreichend. In diesem Feld sind noch einige Entwicklungen erforderlich, um eine praxistaugliche Übergabe der Fachmodelle zu gewährleisten. Der folgende Prozess stellt deshalb einen groben Entwurf dar, der in Zusammenhang mit der Softwareentwicklung zu sehen ist.

Ebenso ist für die Dokumentation von Umbaumaßnahmen geeignete Autorensoftware erforderlich, um den Austausch im IFC-Format zu gewährleisten. Das Fachmodell *Konsens* ist von der Tragwerksplanung, auf Basis des Bestandsmodells, vom Fundament bis zur obersten Geschoßdecke zu modellieren. Dabei sind die klassischen Konstruktionsregeln des Bauwerks zu berücksichtigen. Dieser modellbasierte Arbeitsvorgang ist in wenigen Unternehmen üblich und setzt entsprechende Grundkenntnisse im Umgang mit der BIM-Methode voraus.

5.5.2 Anmerkungen zum Anwendungsfall

Im Grunde stellt das Fachmodell *Konsens* ein Tragwerksmodell des Bestandsgebäudes dar, wobei auch nicht tragende Bauelemente aus Dokumentationszwecken berücksichtigt werden. Das Bestandsmodell (IST-Zustand) dient der geometrischen Referenzierung, wobei die bestehenden Planunterlagen als eigentliche Modelliergrundlage heranzuziehen sind, weil diese üblicherweise Angaben zu den Nettoquerschnitten enthalten. Durch CAD-Overlay ist es möglich die ursprüngliche (bewilligte) Bausubstanz nach den klassischen Konstruktionsregeln des Bauwerks nachzubilden. Es entsteht dadurch ein Bauwerksmodell, das den Konsens zum Zeitpunkt der Errichtung widerspiegelt. Durch schrittweise Einarbeitung der vorliegenden (bewilligten) baulichen Änderungen aus dem Bauakt ist die Nachvollziehbarkeit der Umbauten möglich. Jede bauliche Änderung wird im Fachmodell *Konsens* modelliert, wobei das Jahr der Bewilligung im modellierten Bereich festzuhalten ist. Nach der Modellierung aller bewilligten Änderungen am Bauwerk entspricht das Fachmodell dem derzeitigen „Konsens“ und kann bereits in diesem Stadium als Grundlage für die Bestimmung des Zuverlässigkeitsniveaus herangezogen werden. Alle modellierten Bauelemente haben zumindest den Status „Konsens“ als Merkmal eines PropertySets zu tragen. Dieses Merkmal ist nicht mit dem Status „Bestand“ gleichzusetzen, weil hier keine Aussage über den rechtmäßigen Bestand getroffen werden kann.

In weiterer Folge können auf Basis dieses Fachmodells die Abweichungen vom rechtmäßigen Bestand folgendermaßen hervorgehoben werden:

1. Manueller Vergleich mit dem Bestandsmodell und Modellierung der Abweichungen:

Das Bestandsmodell dient als Grundlage für die Feststellungen der Abweichungen vom Konsens. Idealerweise liegt zwischen dem bereits erstellten Fachmodell *Konsens* und dem Bestandsmodell eine geometrische Übereinstimmung der vorhandenen Bauteile vor (= keine Abweichungen). Im Falle von nicht bewilligten Umbauten kann es jedoch vorkommen, dass es zu sichtbaren Abweichungen zwischen den Modellen kommt. Um den aktuellen Zustand des Bauwerks im Fachmodell *Konsens* abzubilden ist es notwendig, die Abweichungen in Form von Bauelementen (z. B. Herstellung von neuen Wänden) oder Öffnungen in Wänden (z. B. nachträglicher Türdurchbruch) entsprechend zu modellieren. Jene Elemente, die während dieses Arbeitsschritts hinzugefügt werden, sind in Anlehnung an die verschiedenen Bauzustände nach Entzian und Scharmann [28] mit dem Status „Neubau“ oder „Abbruch“ zu kennzeichnen. Nach Einarbeitung aller Abweichungen stellt das Fachmodell *Konsens* den IST-Zustand (*AsBuilt*) des Bauwerks dar. Im Gegensatz zum Bestandsmodell ist es

jedoch möglich 2D-Zeichnungen aus dem Fachmodell abzuleiten, die alle Abweichungen vom Konsens in gewohnten „Rot-Gelb-Plänen“ darstellen. Diese Form der Darstellung eignet sich vor allem zu Dokumentationszwecken für die Baubehörde. Allerdings stellt die Erstellung des Fachmodells einen erheblichen Aufwand dar. Der Inhalt des Modells entspricht letztendlich demselben wie des Bestandsmodells.

2. (Teil-)automatischer Vergleich mit dem Bestandsmodell und Dokumentation über BCF-Kommentare:

Durch geeignete Software könnte eine automationsgestützte Feststellung von Abweichungen ermöglicht werden. Das, dem Konsens entsprechende, Fachmodell der Tragwerksplanung ist in weiterer Folge mit dem Bestandsmodell auf Abweichungen zu überprüfen. Dafür ist die Erstellung von Prüfregeln notwendig. Das Ergebnis der automationsgestützten Modellprüfung ist so zu gestalten, dass jede Abweichung vom Fachmodell *Konsens* in einem BCF-Kommentar mit Kamerapunkt und Angabe der betroffenen Elemente dargestellt wird. Diese BCF-Kommentare stellen alle Abweichungen vom rechtmäßigen Bestand dar und müssen in der Planung entsprechend berücksichtigt werden. Diese Variante bedeutet für die Tragwerksplanung einen erheblich niedrigeren Arbeitsaufwand. Die Ergebnisse können in die Auswertungssoftware für die statische Berechnung überführt werden.

Für die Definition des Anwendungsfalls *Feststellung des rechtmäßigen Bestands* wird der „manuelle Vergleich mit Bestandsmodell und Modellierung der Abweichungen“ als Grundlage herangezogen. Es handelt sich um eine pragmatische Optimierung des bestehenden Prozesses, der die wesentlichen Schritte aus der derzeitigen Abwicklung übernimmt. Durch die BIM-Methode und der Vermessung des Bauwerks zu Beginn des Projekts kommt es jedoch zu einer weitreichenden Änderung der Randbedingungen für die Feststellung des rechtmäßigen Bestands. Die Problematik, die aus Änderungen der Randbedingungen entsteht, wird in den folgenden Unterabschnitten beschrieben. Empfehlungen für zukünftige Betrachtungen werden ebenso im Ausblick (Kapitel 6) thematisiert.

Abmessungen der Bauteile

Als wesentliches Problem bei der Erstellung des Fachmodells *Konsens* wird aus Sicht des Autors die Modellierung der Bauteile gesehen. Im Bestandsmodell werden Bruttoquerschnitte (z. B. Wand mit Putz) dargestellt, wobei für die statische Berechnung lediglich Nettoquerschnitte (z. B. Wand ohne Putz) maßgebend sind. Planunterlagen aus der Gründerzeit weisen üblicherweise die von der Tragwerksplanung benötigten Nettoquerschnitte auf, die deshalb direkt in die statische Berechnung überführt werden können. Diese Vorgehensweise kann bei modernen Bauaufnahmen nicht übernommen werden, da Vermessungen u. a. mithilfe von Laserscanning immer Bruttoquerschnitte darstellen (Laserstrahl wird an der verputzten Oberfläche reflektiert). Durch die Anwendung der BIM-Methode kommt es somit zu Modellierungsunterschieden zwischen dem Bestandsmodell und dem Fachmodell *Konsens* im Ausmaß von wenigen Zentimetern. Das erscheint nicht viel, allerdings liegen hier geometrische Abweichungen vor. Diese Abweichungen werden mitunter von automationsgestützten Softwareanwendungen erkannt, obwohl diese für die weitere Koordination nicht relevant sind. Der Umgang mit diesen Abweichungen muss unbedingt Gegenstand weiterer Überlegungen sein.

Darstellung des IST-Zustands durch Vermessung

Im Gegensatz zum bestehenden Prozess, in dem der IST-Zustand des Bauwerks erst durch die Begehung festgestellt wird, liegt der Bestandserhebung bei Anwendung der BIM-Methode bereits eine Vermessung des bestehenden Bauwerks zugrunde. Das Bestandsmodell stellt also bereits den

aktuellen IST-Zustand dar, weshalb die Bestimmung dieses Zustands von der Tragwerksplanung nicht mehr notwendig ist. Während einer Begehung im Zuge der Bestandserhebung sollten somit keine signifikanten Abweichungen zwischen dem Bauwerk und dem Bestandsmodell feststellbar sein. Ein wesentlicher Aufgabenbereich – die Dokumentation von Abweichungen auf Basis der Konsensunterlagen – entfällt somit. Dieser Umstand stellt eine wesentliche Änderung der Randbedingungen dar. Bei modernen Laserscanning-Methoden steht durch die Integration von hochauflösenden 360-Grad-Aufnahmen zusätzlich eine umfangreiche Fotodokumentation zur Verfügung, die zahlreiche Bewertungen zur *Feststellung des rechtmäßigen Bestands* vom Arbeitsplatz aus ermöglichen. Begehungen können in weiterer Folge gezielt dazu genutzt werden, um Unklarheiten bei statisch-konstruktiven Eigenschaften (z. B. die Feststellung des Materials oder sonstige Werkstoffeigenschaften) zu beheben und erforderliche Merkmale für die statische Berechnung zu bestimmen.

Nutzung des Bestandsmodells

Der beschriebene Anwendungsfall setzt die Neuerstellung eines eigenen Fachmodells voraus. Dieser Ansatz folgt der Überlegung, dass die tragende Konstruktion im Bestandsmodell zu Beginn der Planungsphase meist in einschichtigen Bauteilen ohne nähere Kenntnisse von z. B. Putzstärken vorliegt. Wenn es gelingt, die Nettoquerschnitte in den frühen Projektphasen bereits im Bestandsmodell zu berücksichtigen, kann das Bestandsmodell bereits als Grundlage für die statisch-konstruktive Bearbeitung dienen – die Neuerstellung des Fachmodell *Konsens* würde entfallen. Es sind weitere Überlegungen anzustellen, um die allgemeine Nutzung des Bestandsmodells als Grundlage für alle Projektbeteiligten zu etablieren. Im Bereich der Tragwerksplanung kann beispielsweise die Putzstärke während der Vermessung stichprobenweise festgestellt und umgehend in ein PropertySet oder eine zusätzliche Wandschicht umgewandelt werden. Die Praxistauglichkeit muss in Abstimmung mit allen Projektbeteiligten überprüft werden und wird deshalb in der vorliegenden Arbeit nicht näher behandelt. Für eine durchgängige, effiziente Arbeitsweise mit der BIM-Methode ist die Entwicklung eines zentralen Bestandsmodells von großer Bedeutung.

5.5.3 BIM-Organisationsstruktur

Die Organisationsstruktur für den gegenständlichen Anwendungsfall ist in Abbildung 5.14 dargestellt. Der wesentliche Unterschied im Vergleich zu den vorherigen Anwendungsfällen besteht darin, dass der Tragwerksplanung das Fachmodell *Konsens* zugeordnet wird. Gemeinsam mit dem TWP-Modell liegt die Erstellung bei der Tragwerksplanung. Für die Kommunikation mit den Projektbeteiligten ist eine gemeinsame BIM-Fachkoordination vorgesehen. Um den Fokus auf die wesentlichen Bereiche zu richten sind jene Projektbeteiligten, die üblicherweise nicht mit der Feststellung des rechtmäßigen Bestands in Kontakt treten, grau dargestellt.

Das Bestandsmodell dient den Modellen der Tragwerksplanung als Grundlage und wird analog zu den vorherigen Anwendungsfällen vom Fachbereich Architektur zur Verfügung gestellt. Das Fachmodell *Konsens* entspricht dem Strukturmodell des Bestandsbauwerks unter Berücksichtigung der baurechtlichen Veränderungen. Es kann zusätzlich für interne statische Berechnungen herangezogen werden oder als Referenzmodell für das TWP-Modell dienen. Dadurch kann eine eindeutige Trennung zwischen Bestand und Neubau sichergestellt werden, wobei die Randbedingungen (z. B. die Auflagersituation für Dachgeschoßzubauten) der bestehenden Tragstruktur sichergestellt sind. Aus Dokumentationszwecken für die Baubehörde wird das Fachmodell *Konsens* nach Abschluss der Genehmigungsplanung an die BGK übergeben. Nach Bewilligung des Bauverfahrens durch die Baubehörde verliert das Konsens-Modell an Bedeutung für den Lebenszyklus des Bauwerks, weil das Bestandsmodell nun den gültigen Konsens darstellt.

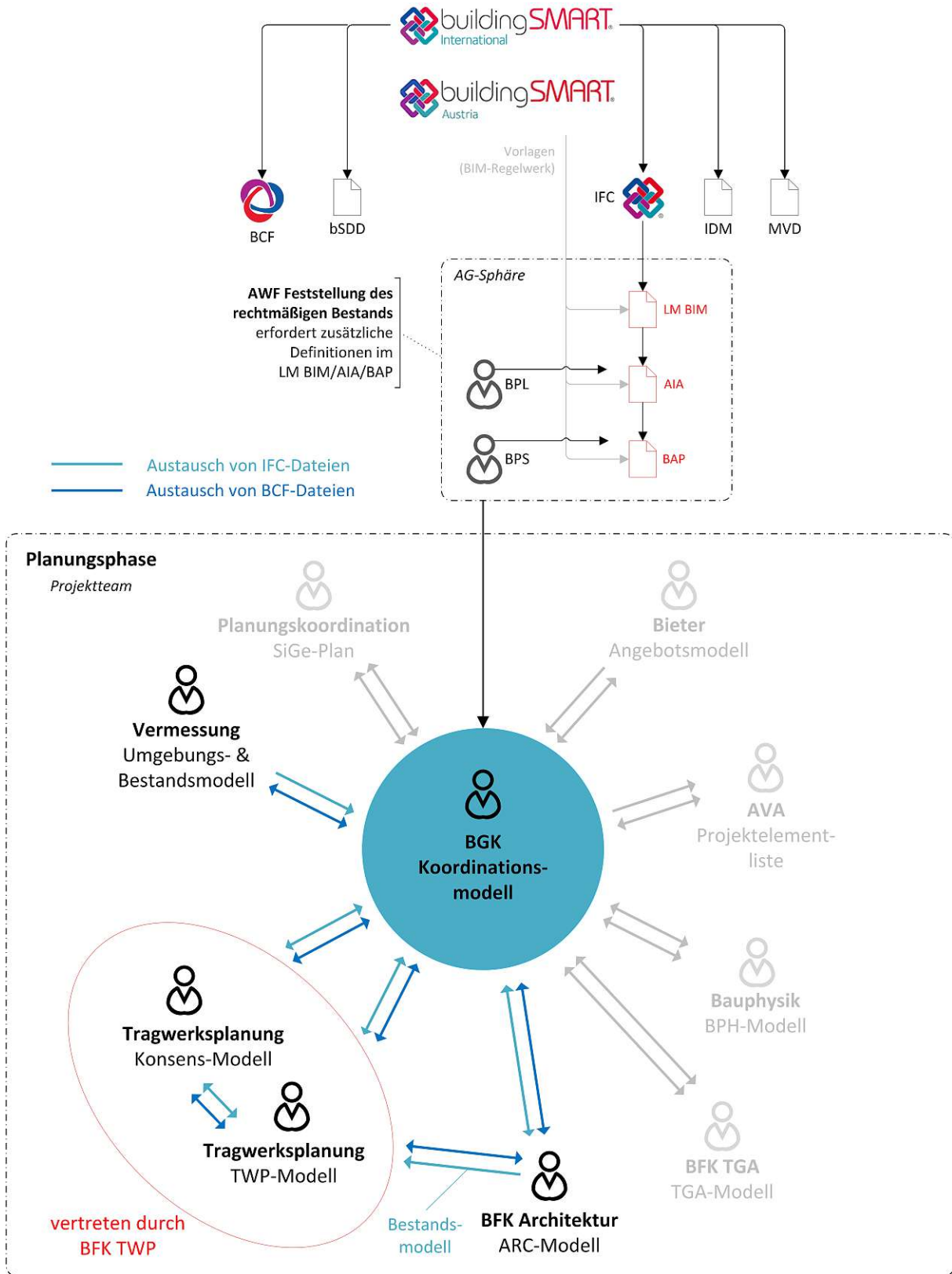


Abb. 5.14: BIM-Organisationsstruktur für den Anwendungsfall „Feststellung des rechtmäßigen Bestands“ (abgeleitet aus [25])

5.5.4 BIM-Informationsanforderungen (AIA und BAP)

Das Fachmodell *Konsens* hat gänzlich andere Ansprüche an die Informationsanforderungen als der Anwendungsfall „Bestandserhebung“. Im Wesentlichen beschränken sich die benötigten Informationen auf Bauzustände und Materialeigenschaften. Der folgende Abschnitt hebt die wichtigsten Anforderungen an das Fachmodell auf Basis der BIM-Regelwerke von buildingSMART [5, 6] hervor. Tabelle 5.11 zeigt eine mögliche Formulierung für den Anwendungsfall.

Tab. 5.11: Beschreibung des Anwendungsfalls „Feststellung des rechtmäßigen Bestands“ im BAP

Bezeichnung	Beschreibung / Verwendung durch den Auftraggeber	abzugebende Unterlagen
Feststellung des baurechtlichen Konsens als Grundlage für die Bewertung des rechtmäßigen Zuverlässigkeitsniveaus gem. OIB-RL 1	Der Auftraggeber erhält eine aktuelle Darstellung des rechtmäßigen Bestands des bestehenden Bauwerks, die als Grundlage für die Bewertung des Zuverlässigkeitsniveaus dient und aus der erforderliche Verstärkungsmaßnahmen des Bauwerks aus statisch-konstruktiver Sicht abgeleitet werden.	Konsens-Modell ifc, mit Zuordnung von bewilligten baulichen Änderungen und Darstellung der nicht bewilligten baulichen Änderungen entsprechend dem vereinbarten Entwicklungsstand zum jeweiligen Übergabezeitpunkt; Darstellung der Abweichungen vom baurechtlichen Konsens in "Rot-Gelb-Plänen"

Fachmodelle

Tabelle 5.12 stellt eine tabellarische Übersicht der Fachmodelle für die Formulierung in den AIA dar. Die grau hinterlegten Felder sind optional in Abstimmung mit den Projektbeteiligten zu definieren und je nach Projekterfordernis zu erstellen. Das Fachmodell *Konsens* ist unabhängig von der Bestandserhebung zu erstellen. Es wird jedoch empfohlen, den Anwendungsfall „Bestandserhebung“ in Kombination mit dem Anwendungsfall „Feststellung des rechtmäßigen Bestands“ zu betrachten.

Tab. 5.12: Tabellarische Übersicht von Fachmodellen für die BIM-Projektentwicklung für den Anwendungsfall „Feststellung des rechtmäßigen Bestands“

PROJEKTBETEILIGTE	FACHMODELL	MODELLINHALT	VERANTWORTLICHKEIT
AG	Projektbezeichnung_FM_AG	Anforderungsmodell	BPL
VM/ARC	Projektbezeichnung_FM_VM	Umgebungs- und Bestandsmodell	BPL/ARC/TWP
ARC/GP	Projektbezeichnung_FM_ARC	Architekturplanung inkl. AA Außenanlagen AE Einrichtung BS Brandschutz	BFK (ARC)
TWP/GP	Projektbezeichnung_FM_Konsens	Konsens-Modell	BFK (TWP)
	Projektbezeichnung_FM_TWP	Tragwerksplanungsmodell	
BP/GP	Projektbezeichnung_FM_BP	PH Bauphysik	BFK (BP)
G-/GP	Projektbezeichnung_FM_G-	diverse Fachmodelle (TGA)	BFK (G-)

Das Fachmodell *Konsens* stellt die Tragwerksstruktur des bestehenden Bauwerks unter Berücksichtigung von baurechtlichen Besonderheiten dar und kann dem TWP-Modell als Grundlage für die Definition statisch-konstruktiven Randbedingungen dienen. Zusätzlich lassen sich statische Berechnungen mit geeigneter Auswertungssoftware direkt am Fachmodell *Konsens* durchführen.

Festlegung des Detaillierungsgrads (LOG und LOI)

Tabelle 5.13 zeigt den Detaillierungsgrad der Fachmodelle für den Anwendungsfall „Feststellung des rechtmäßigen Bestands“. Die grau hinterlegten Felder sind für die Feststellung des rechtmäßigen Bestands nicht relevant, aber der Vollständigkeit halber dargestellt. Das Konsens-Modell kann bereits für den Vorentwurf nützlich sein.

Tab. 5.13: Detaillierungsgrad für den Anwendungsfall „Feststellung des rechtmäßigen Bestands“

PROJEKTPHASE	VE	EN	ER	AP	WM	AF	BÜ
Anforderungsmodell	LOI050 LOG100 LOC100	LOI050 LOG100 LOC100	LOI050 LOG100 LOC100	LOI050 LOG100 LOC100	LOI050 LOG100 LOC100	LOI050 LOG100 LOC100	LOI050 LOG100 LOC100
Bestandsmodell	LOI100 LOG100 LOC100	LOI200 LOG200 LOC200	LOI200 LOG200 LOC200	LOI300 LOG300 LOC300	LOI300 LOG300 LOC300	LOI400 LOG400 LOC400	LOI500 LOG500 LOC500
TWP-Modell	LOI100 LOG100 LOC100	LOI200 LOG200 LOC200	LOI200 LOG200 LOC200	LOI300 LOG300 LOC300	LOI300 LOG300 LOC300	LOI400 LOG400 LOC400	LOI500 LOG500 LOC500
Konsens-Modell	LOI100 LOG100 LOC100	LOI200 LOG200 LOC100	LOI300 LOG200 LOC100				
AR-Modell	LOI100 LOG100 LOC100	LOI200 LOG200 LOC200	LOI300 LOG300 LOC300	LOI400 LOG400 LOC400	LOI400 LOG400 LOC400	LOI400 LOG400 LOC400	LOI500 LOG500 LOC500

Das Fachmodell *Konsens* wird auf Basis des Bestandsmodells und den vorhandenen Planunterlagen nach den klassischen Konstruktionsregeln des Bauwerks erstellt. Dadurch wird der LOG von den zugrundeliegenden Unterlagen bereits vorgegeben. Informationsmerkmale zur Baubewilligung werden aus den Bauplänen- und bescheiden entnommen. Die Zuordnung dieser Merkmale erfolgt üblicherweise in der Entwurfsphase und wird LOI 200 zugeordnet. Merkmale, die für die Bestimmung des Zuverlässigkeitsniveaus erforderlich sind, sind LOI 300 zuzuschreiben. Der Fokus dieser Merkmale liegt auf materialspezifischen Eigenschaften.

Datenlieferungsplan

Die Lieferung der Daten zum Abschluss der Projektphasen für den Anwendungsfall „Feststellung des rechtmäßigen Bestands“ sind in Tabelle 5.14 dargestellt. Das Fachmodell *Konsens* ist in jeder Projektphase weiterzuführen und mit dem Ende der Genehmigungsplanung zu archivieren. Für die Ausführung und den Betrieb spielt das Modell keine Rolle.

Mit dem Abschluss der Genehmigungsplanung werden die „Rot-Gelb-Pläne“ und das zugrundeliegende Modell an die BGK übergeben. In Zukunft kann die Baubehörde die notwendigen Informationen aus dem Fachmodell oder aus den abgeleiteten Unterlagen im PDF- oder DWG-Format übernehmen.

5.5.4.1 Beschreibung des Leistungsumfangs

Für die Ermittlung des tatsächlichen Aufwands für die Modellerstellung sind lediglich die Größe des Bauwerks und der Umfang der vorhandenen Planunterlagen ausschlaggebend. Wenn

Tab. 5.14: Darstellung des Datenlieferungsplans für den Anwendungsfall „Feststellung des rechtmäßigen Bestands“

FACHMODELL	ABGELEITETE DOKUMENTE	FORMAT	ZUM ABSCHLUSS DER PROJEKTPHASE						
			VE	EN	ER	AP	WM	AF	BÜ
Bestandsmodell		IFC	X	X	X	X	X	X	X
	BGK-Prüfbericht	PDF/BCF	X	X	X	X	X	X	X
	Bestandsplan (2D)	PDF			X	X	X	X	X
AR-Modell		IFC	X	X	X	X	X	X	X
	BGK-Prüfbericht	PDF/BCF							
	Vorentwurfsplan	PDF	X						
	Entwurfsplan	PDF		X					
	Einreichplan	PDF			X				
TWP-Modell	Ausführungsplan	PDF				X			
		IFC	X	X	X	X	X	X	X
	Tragwerksvorentwurf	PDF	X						
	Tragwerksentwurf	PDF		X					
Konsens-Modell	Einreichstatik	PDF			X				
	Ausführungsstatik	PDF				X			
	"Rot-Gelb-Pläne"	PDF/DWG	X	X	X				

die Feststellung des rechtmäßigen Bestands vereinbart wird, ist somit vor der Beauftragung eine eindeutige Datengrundlage für die Bestimmung des Leistungsumfangs festzulegen. Die auftraggebende Partei hat diese Grundlage in Form des Bestandsmodells und den vorhandenen Planunterlagen zur Verfügung zu stellen.

Heutzutage erfolgt die Übergabe der Planunterlagen in Form von PDF-Dateien oder Fotoaufnahmen ohne zusätzliche Angaben. Mithilfe der BIM-Methode kann dieser bestehende Prozess vor der Übergabe durch eine digitale Zuordnung der Daten zum Bestandsmodell ergänzt werden. Diese Zuordnung ist gebäudebezogen und sollte deshalb, analog der Definition des Kenntnisstands für die Untersuchungen, in den *Räumlichen Elementen (IfcSpatialStructures)* konkret in der Elementklasse *Gebäude (IfcBuilding)* erfolgen. Es wird vorgeschlagen, dass die vorhandenen Planunterlagen in einem zusätzlichen PropertySet, in weiterer Folge als *Mset_BauaktSpecific* bezeichnet, in chronologischer Reihenfolge nach dem Jahr der Bewilligung angeführt werden. Ebenso sollte für jedes Dokument eine Verknüpfung mit dem CDE hergestellt werden. Auf diese Weise entsteht eine strukturierte Übersicht der Bestandspläne für alle Projektbeteiligten, die jederzeit abrufbar ist. Damit wird nicht nur der Tragwerksplanung die Abschätzung des Leistungsumfangs erleichtert, sondern auch die Nachvollziehbarkeit der Daten gewährleistet. Tabelle 5.15 zeigt jedenfalls erforderliche Merkmale für die Dokumentation der vorhandenen Planunterlagen in der Elementklasse *IfcBuilding*. Aufgrund der unterschiedlichen Verfügbarkeit von Planunterlagen sind die Merkmale projektabhängig zu definieren. Jede Planunterlage hat jedoch nach der Zuordnung die dargestellten Informationsanforderungen zu erfüllen. Die BIM-Projektleitung (BPL) hat diese Informationen bereits zu Projektbeginn zur Verfügung zu stellen.

Berücksichtigung von baurechtlichen Merkmalen während der Modellerstellung

Nachdem die Planunterlagen als Vertragsgrundlage definiert sind, folgt die Erstellung des Fachmodells *Konsens*. Die verantwortlichen Personen seitens der Tragwerksplanung haben die Modellvorgaben der AIA zu berücksichtigen. Die Bestimmungen aus ÖNORM A 6241-2 [54] sind einzuhalten, wobei auf die Besonderheiten der Konstruktionsregeln von Bestandsbauwerken zu achten ist. Bestehende Dachtragwerke oder Fundamentkonstruktionen sind üblicherweise nicht von der Feststellung des rechtmäßigen Bestands betroffen.

Für die Feststellung des rechtmäßigen Bestands sind jedem Bauteil besondere Merkmale zuzuordnen. Diese Merkmale müssen jeder modellierten IFC-Entität mithilfe von PropertySets angehängt werden. Tabelle 5.16 zeigt die zumindest erforderlichen Merkmale für die Feststellung des rechtmäßigen Bestands in Abhängigkeit des LOI. Das PropertySet wird mit *Mset_BuildingConsensus* bezeichnet und kann jeder modellierten IFC-Elementklasse, vorrangig

Tab. 5.15: Zuordnung der Planunterlagen aus dem Bauakt in der Elementklasse *IfcBuilding* für den Anwendungsfall „Feststellung des rechtmäßigen Bestands“

Anwendungsfall 2: Beschreibung des Leistungsumfangs	
IFC-Klasse:	<i>IfcBuilding</i>
PropertySet:	<i>Mset_BauaktSpecific</i>
<i>Merkmal</i>	<i>Beschreibung / Auswahlmöglichkeiten</i>
Bauakt [vorhanden]	Wahrheitswert (TRUE/FALSE)
Anzahl: Baubescheide	Anzahl der Baubescheide im Bauakt als positive Zahl
Anzahl: Baupläne	Anzahl der Baupläne im Bauakt als positive Zahl
if Bauakt = TRUE	
<i>Planunterlage i*</i>	
Planinhalt	Bezeichnung lt. Plankopf
Dokumententype	Einreichplan zum Zeitpunkt der Errichtung
	Bauliche Änderung
	Nutzungsänderung
	Sonstiges
Jahr der Bewilligung	YYYY
URL: Planunterlage	Angabe zum Speicherort
Besondere Anmerkungen	<i>optional</i>
Bescheid [vorhanden]	Wahrheitswert (TRUE/FALSE)
if Bescheid = TRUE	
Bescheid-Nr.	Bezeichnung lt. Bescheid
URL: Bescheid	Angabe zum Speicherort

* laufende Nummerierung bis alle Baupläne zugeordnet sind

IfcSharedBuildingElements (Bauteile) und *IfcProductExtension* (z. B. Öffnungen) zugeordnet werden. Besonders hervorzuheben sind die Abweichungen vom Konsens, für die in Anbetracht der weiteren Verwendung zwei Optionen zur Verfügung stehen: „Neubau“ (Rot) und „Abbruch“ (Gelb). Diese Abweichungen sind während der Modellerstellung sinngemäß festzulegen. Für den Informationsgehalt des rechtmäßigen Bestands ist LOI 200 ausreichend.

Tab. 5.16: Übersicht der Merkmale für die Feststellung des rechtmäßigen Bestands in der Elementklasse *IfcWall*

Anwendungsfall 2: Feststellung des rechtmäßigen Bestands	
IFC-Klasse:	<i>IfcSharedBuildingElements</i> bzw. <i>IfcProductExtension</i>
PropertySet:	<i>Mset_BuildingConsensus</i>
<i>Merkmal</i>	<i>Beschreibung / Auswahlmöglichkeiten</i>
[entspricht] Konsens	Wahrheitswert (TRUE/FALSE)
if Konsens = TRUE	
Jahr der Bewilligung	YYYY
[zugehörige] Planunterlagen	URL (Verknüpfung CDE)
if Konsens = FALSE	
Typ der Abweichung	Abbruch
	Neubau

LOI 200

Es ist grundsätzlich keine Begehung durch die Tragwerksplanung erforderlich, weil das Bestandsmodell bereits den IST-Zustand des Bauwerks darstellt. Die Festlegung der Merkmale

des PropertySets *Mset_BuildingConsensus* erfolgt ausschließlich auf Basis der vorhandenen Unterlagen (auf dem CDE) und ist unabhängig von weiteren Informationen durchzuführen. Das Fachmodell spiegelt schlussendlich die baurechtliche Entwicklung des Bauwerks dar und kann für Modellprüfungen seitens der Baubehörde verwendet werden. Die Ableitung von klassischen „Rot-Gelb-Plänen“ (PDF und/oder DWG-Format) ist aus dem Fachmodell möglich.

Berücksichtigung von bautechnischen Merkmalen für die Ermittlung des Zuverlässigkeitsniveaus

Für die Berechnung des Zuverlässigkeitsniveaus sind besondere Kenntnisse über Merkmale der Tragwerkskonstruktion notwendig. Diese Merkmale können entweder vor Ort bestimmt oder anhand von Erfahrungen der Tragwerksplanenden am Arbeitsplatz festgelegt werden. Um das Fachmodell *Konsens* für die interne Verwendung vorzubereiten ist ein weiteres PropertySet erforderlich. Das PropertySet wird in weiterer Folge als *Mset_Confidence* bezeichnet und wird den Anforderungen von LOI 300 zugeordnet. Inhalt dieses Merkmalcontainers sind relevante Informationen für die nachfolgende Bestimmung des Zuverlässigkeitsniveaus des Bauwerks – je nach Methode der Berechnung (Push-Over-Methode, Antwortspektrumverfahren, etc.) sind unterschiedliche Kennwerte zu erheben. Aufgrund der erforderlichen spezifischen Kenntnisse über die jeweiligen Berechnungsverfahren wird auf die Formulierung von Merkmalen im PropertySet *Mset_Confidence* verzichtet. Es handelt sich um fachbereichsinterne Besonderheiten, die im Rahmen weiterer Forschungsarbeiten zu behandeln sind.

Im Vergleich zur baurechtlichen Feststellung des Konsenses werden den Bauteilen zusätzliche Merkmale hinsichtlich Material und Werkstoffverhalten zugeordnet. Während der Begehung einer Liegenschaft können besondere Eigenschaften der Konstruktion erhoben werden, die aus der Betrachtung des Fachmodells nicht abgeleitet werden können. Beispielhaft ist die Bestimmung der aussteifenden Zwischenwände von Gründerzeithäusern zu nennen: Derartige Wandkonstruktionen bestehen üblicherweise aus Normalformatziegeln mit einer Wandstärke von ca. 15 cm. Im Zuge von Umbauten kann es vorkommen, dass diese aussteifenden Zwischenwände entfernt und exemplarisch durch Gipskartonständerwände ersetzt werden. Gipskartonständerwände haben jedoch keine aussteifende Wirkung und dürfen für die Bestimmung des Zuverlässigkeitsniveaus nicht berücksichtigt werden. Aufgrund der meist ähnlichen Wandstärke der beiden Konstruktionen kann aus dem Bestandsmodell allerdings keine Unterscheidung getroffen werden. Im Zuge einer Begehung ist es somit erforderlich das Material von derartigen Zwischenwänden festzustellen. Die Merkmale können während einer Begehung in das Fachmodell *Bestandserhebung* (Anwendungsfall 1) eingetragen und so dem Fachmodell *Konsens* zur Verfügung gestellt werden. Heutzutage können diese Informationen lediglich stichprobenartig und erfahrungsbasiert erhoben werden.

Arbeitsschritte für die Durchführung „Feststellung des rechtmäßigen Bestands“

Tabelle 5.15 gibt einen tabellarischen Überblick über die Arbeitsschritte, die in chronologischer Reihenfolge durchzuführen sind. Bereich 1 fällt in die Grundlagenenerhebung und ist von den angeführten Verantwortlichen der Vermessung und dem Fachbereich Architektur zu bearbeiten. Es ist zu beachten, dass die Informationen über vorhandene Unterlagen in dieser Phase der Elementklasse *IfcBuilding* zuzuordnen ist. Die Tragwerksplanung übernimmt die Verantwortung ab dem Beginn von Bereich 2. In dieser Phase erfolgt die Modellierung des rechtmäßigen Bestands auf Basis der vorhandenen Planunterlagen. Die Modellvorgaben gemäß AIA/BAP sind einzuhalten und die IFC-Entitäten sachgemäß festzulegen. Während dieses Schritts kann bereits die Zuordnung der baurechtlichen Besonderheiten erfolgen. Das Ergebnis stellt eine, auf die Bedürfnisse der Tragwerksplanung angepasste, Darstellung des baurechtlich genehmigten Bauwerks dar. Weiters kann mit der Gegenüberstellung des Fachmodells mit dem Bestandsmodell (IST-Zustand) begonnen werden. Abweichungen sind im *Mset_BuildingConsensus* einzuarbeiten. Bereich 3 stellt die Ableitung von „Rot-Gelb-Plänen“ dar, die mithilfe der Autorensoftware aus

dem Fachmodell abzuleiten sind. Bereich 4 befasst sich mit der Prüfung der erstellten Daten. Nach erfolgter Prüfung kann das Fachmodell *Konsens* und die abgeleiteten Planunterlagen auf dem CDE hochgeladen werden. Die Feststellung des rechtmäßigen Bestands ist damit abgeschlossen. Die Einarbeitung von Informationen zu Material- und Werkstoffeigenschaften aus einer Begehung sind in den Arbeitsschritten nicht berücksichtigt. Derartige Arbeitsschritte sind bei Bedarf zu ergänzen.

Tab. 5.17: Arbeitsschritte für die Durchführung des Anwendungsfalls „Feststellung des rechtmäßigen Bestands“

SCHRITT	TÄTIGKEIT	VERANTWORTLICHKEIT	ERGEBNIS
1.0	Vermessung des Bestandsgebäude (z. B. Laserscanning)	VM	(gesamte) Punktwolke .e57 des Bauwerks inkl. Möblierung, Personen, etc.
1.1	Aufbereitung der Punktwolke .e57	VM	Punktwolke .e57 des Bauwerks ohne Störfaktoren (z. B. Möblierung)
1.2	Erstellung des Bestandsmodells (IFC-Entitäten gem. AIA, BAP)	ARC	Bestandsmodell des bestehenden Bauwerks im IFC-Format (Grundlage)
1.3	Zuordnung der vorhandenen Unterlagen zur Elementklasse <i>IfcBuilding</i> gem. AIA, BAP	BPL/ARC	Bestandsmodell des bestehenden Bauwerks mit Informationen über die vorhandenen Unterlagen im PropertySet <i>Mset_BauaktSpecific</i>
2.0	Erstellung des Konsens-Modell inkl. Zuordnung der vorhandenen Unterlagen zu IFC-Entitäten gem. AIA, BAP	TWP	Fachmodell des rechtmäßigen Bestands mit bauteilbezogenen Informationen zur Bewilligung im PropertySet <i>Mset_BuildingConsensus</i>
2.1	Einarbeitung von nicht bewilligten baulichen Änderungen im Konsens-Modell auf Basis des Bestandsmodells (IST-Zustand)	TWP	Fachmodell des bestehenden Bauwerks mit bauteilbezogenen Informationen zur Bewilligung im PropertySet <i>Mset_BuildingConsensus</i>
3.0	Erstellung von "Rot-Gelb-Plänen" auf Basis des Konsens-Modell	TWP	Darstellung der Abweichungen vom rechtmäßigen Bestand in "Rot-Gelb-Plänen" aus dem Fachmodell abgeleitet oder direkt im Fachmodell dargestellt
4.0	Prüfung/Freigabe der Feststellung des rechtmäßigen Bestands	TWP	Bereitstellung des Fachmodell <i>Konsens</i> im IFC-Format, "Rot-Gelb-Pläne" (CDE)

5.5.5 Prozessablauf

Abbildung 5.15 zeigt den Prozess, der bei Beauftragung von Anwendungsfall „Feststellung des rechtmäßigen Bestands“ von der Tragwerksplanung zu durchlaufen ist. Die Prozessbeschreibung berücksichtigt alle zuvor festgelegten Randbedingungen aus dem Projektablauf.

In den Bereich der Vorleistungen fällt die Abstimmung der Informationsanforderungen (AIA/-BAP). Für die Feststellung des rechtmäßigen Bestands ist auf die Vereinbarung der PropertySets *Mset_BauaktSpecific* als Grundlage für die Leistungserbringung sowie *Mset_BuildingConsensus* und *Mset_Confidence* zur Berücksichtigung von statisch-konstruktiven Merkmalen zu achten.

Nach der Beauftragung kann in der Vorentwurfsphase bereits mit der Modellierung des Fachmodells *Konsens* begonnen werden. Das Bestandsmodell und die vorhandenen Planunterlagen sind dem CDE zu entnehmen. Es wird vorausgesetzt, dass die Planunterlagen alle Bereiche des Bauwerks abdecken und eine Nachverfolgung des rechtmäßigen Bestands überhaupt möglich ist. Eine erste Einschätzung dazu kann bereits während der Abstimmung von AIA/BAP auf Erfahrungen

der Tragwerksplanung durchgeführt werden. Vor dem Abschluss der Vorentwurfsphase steht somit bereits ein Fachmodell für die Abschätzung von statisch-konstruktiven Verstärkungsmaßnahmen zur Verfügung.

In der nächsten Projektphase, dem Entwurf, erfolgt die Zuordnung der wesentlichen Merkmale im *Mset_BuildingConsensus* für jene Bauteile, die dem rechtmäßigen Bestand entsprechen (Konsens = TRUE). Mit diesem Schritt wird der Zeitpunkt der Bewilligung den Bauteilen im Fachmodell *Konsens* zugeordnet und nachvollziehbar dokumentiert. Nachdem die Merkmale aller betroffenen IFC-Entitäten definiert sind, kann mit der Feststellung von Abweichungen vom IST-Zustand begonnen werden. Dieser Vorgang richtet sich nach den bereits in Abschnitt 5.5.2 beschriebenen Verfahren: manuell oder (teil-)automatisch. In Zukunft sollte einer (teil-)automatischen Auswertung der Vorzug gegeben werden, weshalb der Prozessablauf eine solche Lösung darstellt. Wenn Abweichungen festgestellt werden, sind diese in das Fachmodell einzuarbeiten und der Typ der Abweichung in Anlehnung an den Bauwerkszustände nach Entzian und Scharmann [28] festzulegen. Somit sind die wesentlichen Schritte für die Feststellung des rechtmäßigen Bestands für die Dokumentation abgeschlossen.

Die Bestimmung von Merkmalen für die statische Berechnung kann während der Begehung im Rahmen der *Bestandserhebung* erfolgen. Wenn Merkmale von IFC-Entitäten hinsichtlich Material und/oder Werkstoffeigenschaften im *Mset_Confidence* nicht aus den vorhandenen Planunterlagen abgeleitet werden können, sind diese vor Ort festzustellen. Die Dokumentation kann auf Basis des Bestandsmodell mittels BCF-Kommentaren erfolgen, die analog zu den *Untersuchungsstellen* bzw. *augenscheinlichen Untersuchungen* aufgebaut sein sollten. Nach Abschluss der Begehung sind die erhobenen Informationen in das Fachmodell *Konsens* zu übergeben. Weil die Bestimmung von Informationen vor Ort sehr stark projektabhängig ist und hauptsächlich mit der statischen Berechnung in Verbindung steht, sind die beiden beschriebenen Aufgaben in grau dargestellt und werden nicht im Detail behandelt.

Nach Einarbeitung der wesentlichen Merkmale können die klassischen „Rot-Gelb-Pläne“ aus dem Fachmodell abgeleitet werden. Die Ableitung ist mit entsprechender Autorensoftware möglich. Die Darstellung der 2D-Pläne kann in Abhängigkeit der Software mit Inhalten aus den PropertySets z. B. um das Jahr der Bewilligung ergänzt werden. Die Planunterlagen können den Projektbeteiligten im PDF- und/oder DWG-Format zur Verfügung gestellt werden. Bevor die Daten jedoch übergeben werden, ist eine Modell- und Datenprüfung durch die BIM-Fachkoordination in Einklang mit den Informationsanforderungen (AIA/BAP) durchzuführen. Nach bestandener Prüfung kann das Fachmodell *Konsens* und die „Rot-Gelb-Pläne“ auf dem CDE hochgeladen werden. Der Upload stellt den Abschluss der Leistungen für die *Feststellung des rechtmäßigen Bestands* dar. Gleichzeitig endet damit die Genehmigungsplanung aus Sicht der Tragwerksplanung.

Abbildung 5.16 zeigt das Fachmodell *Konsens* (rote Einfassung), das nach Abschluss des beschriebenen Prozesses vorliegt. Als Grundlage für die Modellierung wurden beispielhaft Planunterlagen zum Zeitpunkt der Errichtung und ein bewilligter Umbau aus dem Bauakt vorausgesetzt. Das Bestandsmodell (IST-Zustand) hingegen weist deutliche Abweichungen zum Konsens auf. Mithilfe von geeigneten IFC-Elementen können die Abweichungen im Fachmodell *Konsens* modelliert und die erforderlichen Merkmale im PropertySet *Mset_BuildingConsensus* definiert werden. Durch die Bemaßung der Wände in den Modellen wird verdeutlicht, dass es bei der Modellierung zwangsläufig zu Unterschieden bei den Abmessungen der Bauteile kommt.

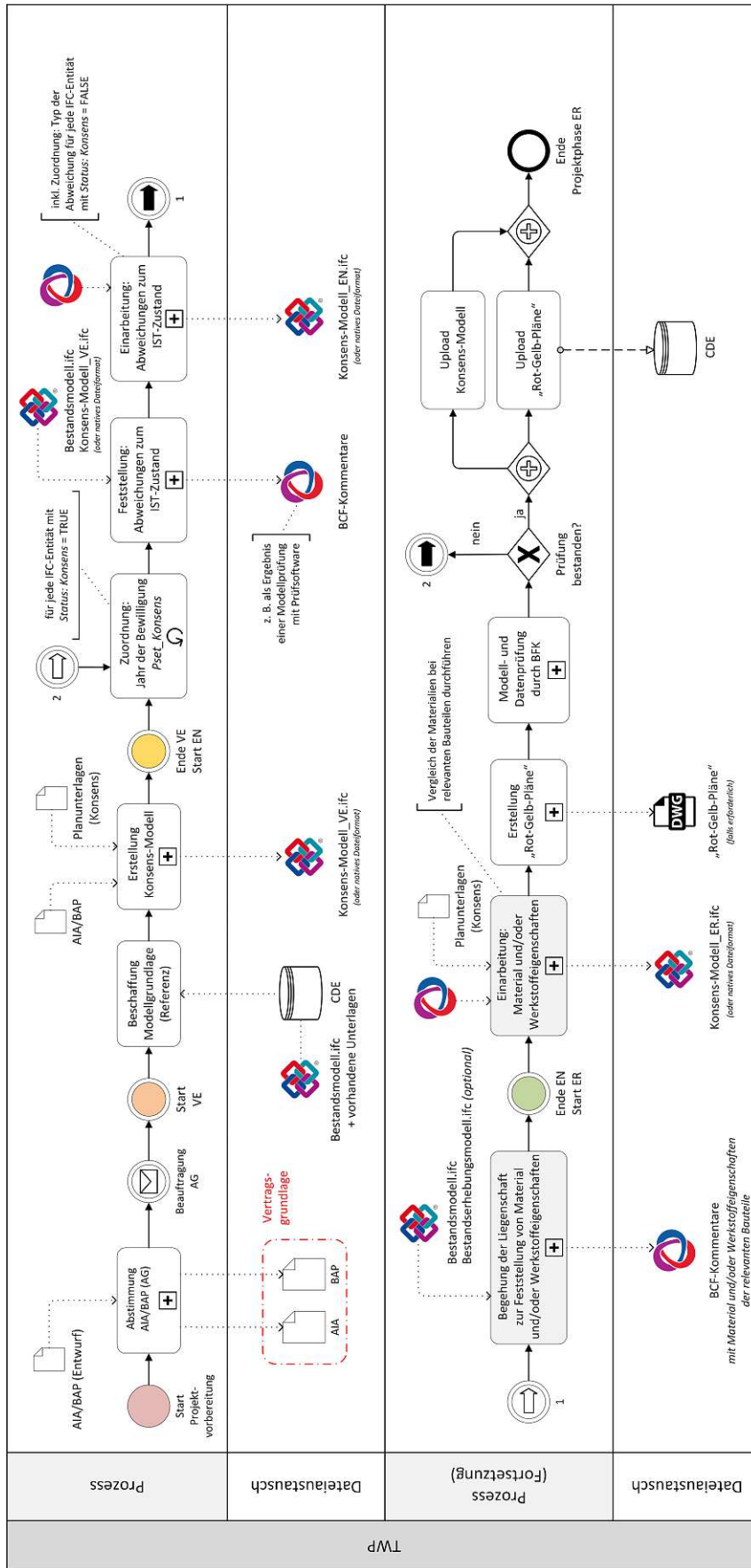


Abb. 5.15: Prozessablauf für den Anwendungsfall „Feststellung des rechtmäßigen Bestands“

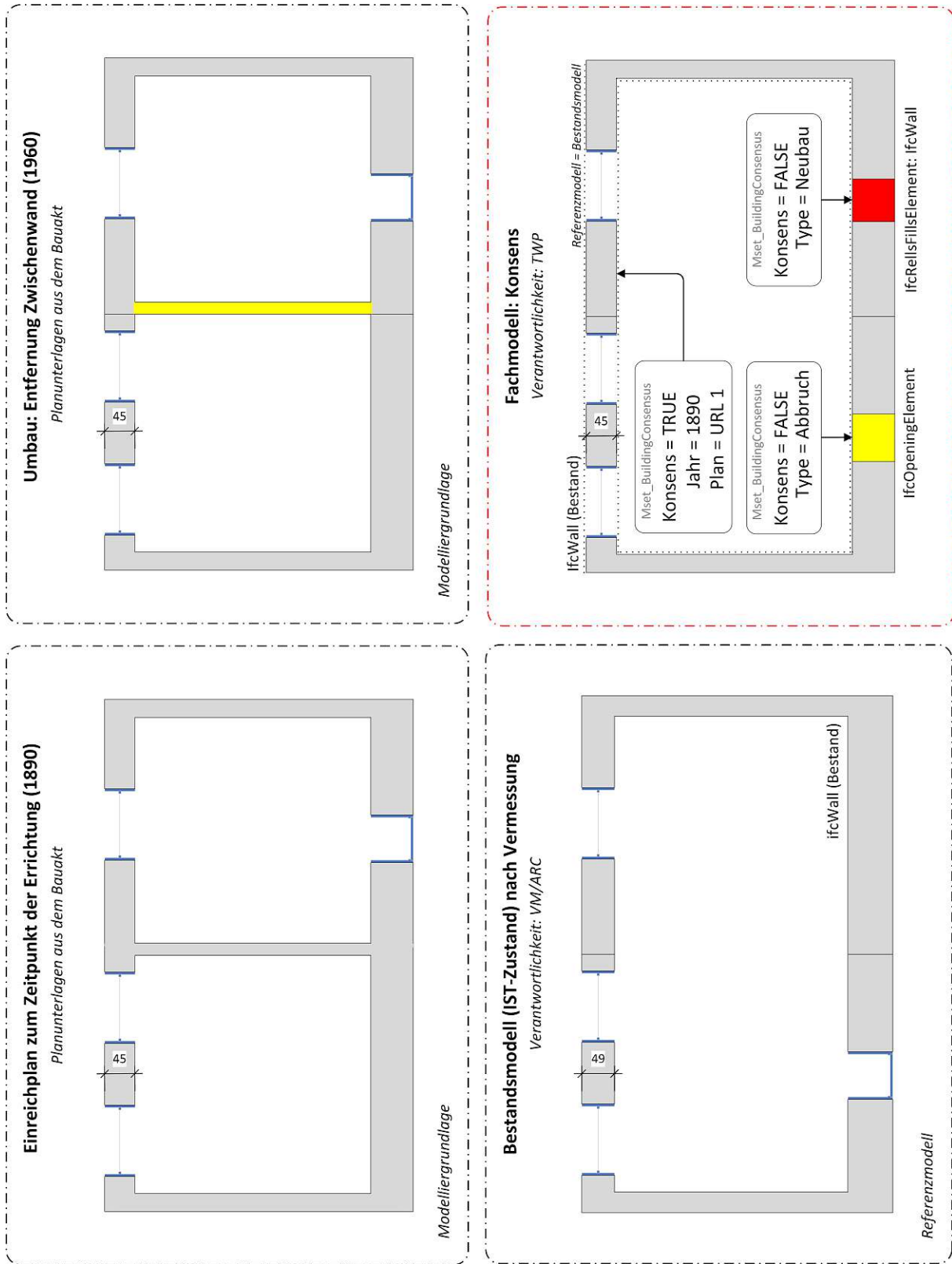


Abb. 5.16: Vorgehensweise für die Erstellung des Fachmodell *Konsens* (Beispiel)

Kapitel 6

Forschungsergebnisse und Ausblick

Die folgenden Abschnitte fassen die wesentlichen Ergebnisse der vorliegenden Diplomarbeit zusammen und beantworten die Forschungsfragen aus Kapitel 1. Dabei steht die Gegenüberstellung des bestehenden Prozesses der Bestandserhebung im Vergleich zur Durchführung der Bestandserhebung mit der BIM-Methode im Mittelpunkt. Der bestehende Prozess wurde mittels BPMN dargestellt, beschrieben und die häufigsten Probleme mit der aktuellen Erhebungsmethode hervorgehoben. Die Erfahrung von Experten aus der Tragwerksplanung konnte mithilfe von leitfadengestützten Interviews berücksichtigt werden. Auf dieser Grundlage wurde die Formulierung von zwei Anwendungsfällen für die Abwicklung der Bestandserhebung mit der BIM-Methode vorgeschlagen. Der Anwendungsfall *Erhebung des IST-Zustands (Bestandserhebung)* wurde dabei in zwei möglichen Varianten untersucht. Je nach den projektspezifischen Randbedingungen und der unternehmensinternen Infrastruktur steht der Tragwerksplanung dadurch eine flexible Wahlmöglichkeit zur Verfügung. Der Anwendungsfall *Feststellung des rechtmäßigen Bestands* wurde aus dem bestehenden Prozess übernommen und an die geänderten Randbedingungen der BIM-Methode angepasst.

Mithilfe der BIM-Methode ist es möglich, die Datenerhebung von klassischen Handnotizen auf mobile Endgeräte zu bringen und damit die Vorteile einer digitalen Datenverwaltung zu nutzen. Zusätzlich stehen die Daten umgehend in einem maschinenlesbaren Format zur Verfügung, das keine Nachbearbeitung mehr erfordert. Die Bereitstellung von Informationen erfolgt des Weiteren für alle Projektbeteiligten transparent und nachvollziehbar. Durch eine einheitliche Datenstruktur werden Informationsverluste im Prozess reduziert, wodurch der Fokus wieder auf die wertschöpfenden Tätigkeiten gerichtet werden kann.

6.1 Beantwortung der Forschungsfragen

Der folgende Abschnitt beantwortet die Forschungsfragen auf Basis des derzeitigen Prozessablaufs aus Kapitel 4 und dem vorgeschlagenen Prozessablauf mit der BIM-Methode aus Kapitel 5.

Forschungsfrage 1: Wie wird die Bestandserhebung derzeit durchgeführt und wo liegt das größte Optimierungspotenzial für zukünftige Betrachtungen?

Wesentlichstes Merkmal ist die Dokumentation der Untersuchungen in Papierform, die mitunter zu Missverständnissen und Informationsverlusten im gesamten Prozess führen kann. Der Prozessablauf von der Bestimmung von Untersuchungsstellen nach ÖNORM B 4008-1 [61] bis hin zum Verfassen der gutachterlichen Stellungnahme ist dabei allerdings gut an die Bedürfnisse der Tragwerksplanung angepasst.

Dennoch finden häufig Doppelbearbeitungen z. B. durch die „Schönschrift“ der Begehungsunterlagen statt, die im Sinne von Lean Management als Verschwendung gelten und reduziert werden sollten. Die Verfügbarkeit und die Vollständigkeit von Planunterlagen der bestehenden Bauwerke gelten für die Untersuchungen als Voraussetzung, wobei die Qualität der Bestandserhebung maßgeblich davon beeinflusst wird. Ebenso stehen die Informationen im derzeitigen Prozess

hauptsächlich der Tragwerksplanung zur Verfügung, obwohl die Informationen für alle Projektbeteiligten nützlich sein können. Die Aufbereitung und Verteilung der Informationen ist derzeit nur auf Anfrage vorgesehen und ist üblicherweise mit einem zusätzlichen Bearbeitungsaufwand verbunden.

Forschungsfrage 2: Wie muss der Prozess gestaltet werden, um die Aufnahme an einem digitalen Gebäudemodell zu ermöglichen?

Der Prozess kann von der Tragwerksplanung durchwegs nach dem gewohnten Schema weitergeführt werden, allerdings unter wesentlichen Änderungen der Grundvoraussetzungen und Erhebungsmethoden. Die wichtigste Voraussetzung ist, dass bereits vor Beginn der Bestandserhebung eine umfassende Bauaufnahme der bestehenden Liegenschaft durchzuführen und daraus ein Bestandsmodell nach der Datenstruktur von buildingSMART (nach aktuellem Stand: IFC4 ADD2 TC1 [16]) abzuleiten ist. Die Verantwortung für das Fachmodell liegt in der Sphäre der Auftraggebenden und sollte vom Fachbereich Architektur erstellt werden.

Auf dieser Grundlage wird die Festlegung von Untersuchungsstellen, die Erhebung von Bauwerksmerkmalen und die Dokumentation der Ergebnisse an einem digitalen Gebäudemodell ermöglicht. Kapitel 5 geht dabei auf die Besonderheiten für die Bestandserhebung und die wesentlichen Prozessschritte ein. Der Umgang mit Autoren- und Dokumentationssoftware ist als Voraussetzung für die BIM-Methode unbedingt zu beachten. Die Kommunikation zwischen den Projektbeteiligten ist über ein Common Data Environment (CDE) abzuwickeln, wodurch ein transparenter Datenaustausch gewährleistet wird. Die Vernetzung der Projektbeteiligten ist ein wesentliches Merkmal des zukünftigen Prozesses, um Missverständnisse zu verhindern und die Planungsqualität durch digitale Methoden zu erhöhen.

Forschungsfrage 3: Welche Informationsanforderungen werden an die Bestandserhebung mit der BIM-Methode gestellt?

Für die Bestandserhebung mit der BIM-Methode sind die Beurteilungskriterien von Bauwerken aus Abschnitt 2.9.4 in maschinenlesbare Merkmale zu transformieren. Um die Merkmale eindeutig voneinander zu trennen, wird eine Aufteilung in zwei Anwendungsfälle vorgeschlagen. Für die Beschreibung des Leistungsumfanges zur Berücksichtigung der Anforderungen aus OIB-Richtlinie 1 [53] und ÖNORM B 4008-1 [61] wird die Definition eines gebäudebezogenen Datensatzes in der Elementklasse *IfcBuilding* im PropertySet *Mset_BestandserhebungSpecific* empfohlen. Eine Übersicht der vorhandenen Planunterlagen ist ebenso in derselben Elementklasse im PropertySet *Mset_BauaktSpecific* festzuhalten. Die Verknüpfung zu digitalisierten Planunterlagen sollte über direkten Zugang zum CDE hergestellt werden.

Im Anwendungsfall „Beurteilung des IST-Zustands (Bestandserhebung)“ stehen die Beurteilung von *Untersuchungsstellen (Mset_Probe)* und *augenscheinlichen Untersuchungen (Mset_VisualInspection)* im Schwerpunkt, die mithilfe von standardisierten Merkmalen in den PropertySets zu beschreiben sind. Die Merkmale werden als Attribute von „Untersuchungsobjekten“ oder als BCF-Kommentare mit den IFC-Entitäten aus dem Bestandsmodell verknüpft. Für den Anwendungsfall „Feststellung des rechtmäßigen Bestands“ spielt die Zuordnung von baurechtlichen Merkmalen von IFC-Entitäten im PropertySet *Mset_BuildingConsensus* die bedeutendste Rolle für die Bestandserhebung. Materialbezogene Besonderheiten sind in einem weiteren PropertySet *Mset_Confidence* festzulegen – diese Merkmale sind vor allem für die statische Berechnung von wesentlicher Bedeutung.

Forschungsfrage 4: Wie kann die Aufnahme von Bauwerksdaten in einem digitalen Gebäudemodell nach dem derzeitigen Stand der Technik umgesetzt werden?

Nach dem aktuellen Stand der Technik bietet sich die Verwendung von Baustellendokumentationssoftware in Kombination mit mobilen Endgeräten an. Abschnitt 5.1 geht auf die Anforderungen

für den Umgang mit der BIM-Methode ein. Nach Goger et al. [31] bieten diese Aufnahmemethoden zahlreiche Möglichkeiten für die Digitalisierung von Prozessen. Heutzutage arbeiten bereits viele Anbieter an der Implementierung der BIM-Methode – entweder durch Integration von BIM-Fachmodellen oder den Export von BCF-Kommentaren. Beispielhaft sind in Kapitel 5 einzelne Screenshots aus einer Dokumentation mit *Dalux Field* (Dalux) dargestellt, um die Möglichkeiten dieser Aufnahmemethode zu demonstrieren.

6.2 Ausblick

Die BIM-Methode findet beim Bauen im Bestand heutzutage noch wenig Anwendung, allerdings erkennen immer mehr Auftraggebende die Vorteile einer digitalen, vernetzten Arbeitsweise und wickeln erste Bauvorhaben im Bestand mit der BIM-Methode ab [3, 67]. Die Ergebnisse der vorliegenden Forschungsarbeit stellen einen Vorschlag für die Anwendung der BIM-Methode bei traditionellen Prozessen wie der Bestandserhebung dar, um dieser Entwicklung entgegenzukommen. Dabei wurden die Bedürfnisse der Tragwerksplanung in den Vordergrund gestellt und der bestehende, bewährte Prozess durch die BIM-Methode nach dem aktuellen Stand der Technik erweitert. Dennoch steht die vollständige Implementierung von digitalen Prozessen erst am Anfang der Adaptionskurve. Die Akzeptanz von Veränderungen der Randbedingungen sowie von Prozessabläufen und die Weiterentwicklung von bestehenden Technologien ist unbedingt zu fördern. Neuartige Prozesse können sich in der Praxis erst durch „Proof of Concept“ [84] bewähren. Deshalb versteht sich die vorliegende Forschungsarbeit als Grundlage für Weiterentwicklungen in Umfeld der Bestandserhebung. Die folgenden Abschnitte gehen auf nennenswerte Entwicklungstendenzen ein, die mit dem neuartigen Prozess entstehen können.

Beurteilungskriterien für Gebäude aus der jüngeren Vergangenheit

Weiterführend können die Konstruktionsmerkmale von verschiedensten Bauwerken mit einem Errichtungszeitpunkt nach der Gründerzeit (1914–heute) in Beurteilungskriterien für die Bestandserhebung überführt werden. Je nach Bauweise sind unterschiedliche Merkmale der Konstruktionen zu beachten und besondere Eigenschaften zu bestimmen. Beispielhaft kann die Feststellung der bauphysikalischen Eigenschaften von Bauwerken aus den 1950–1960 Jahren genannt werden: Im Gegensatz zu den Gründerzeithäusern stellt die Wärmedämmung der Gebäudehülle dieser Bauwerke ein wesentliches Beurteilungskriterium für den weiteren Lebenszyklus dar. In den Experteninterviews wurde zusätzlich hervorgehoben, dass die Dokumentation derartiger Eigenschaften (z. B. Bauphysik) in Zukunft von den Ingenieur:innen im Zuge der Bestandserhebung durchgeführt werden sollte. Das Verständnis für besondere Bauweisen und die Vermittlung von relevanten Beurteilungskriterien ist entsprechend zu fördern, um diesen Anforderungen zu entsprechen.

Nutzung des Fachmodells *Konsens* im gesamten Planungsprozess

Das Fachmodell für den Anwendungsfall *Feststellung des rechtmäßigen Bestands* sollte als Grundlage für die statische Berechnung von Bestandsbauwerken etabliert werden. Die Formulierung von Informationsanforderungen zur Einbindung von Ergebnissen aus der statischen Berechnung ist anzustreben und kann die Nutzung des Fachmodells über den gesamten Lebenszyklus gewährleisten. In weiterer Folge können aufbauend auf dem Fachmodell geeignete Prüfregeln- und -methoden entwickelt werden, um z. B. eine Abschätzung des Zuverlässigkeitsniveaus aus Erfahrungswerten von bestehenden Bauwerken zu ermöglichen. Dazu wäre es denkbar, ausschließlich auf Basis von Geometrie und bauwerksspezifischen Parametern das Zuverlässigkeitsniveau abzuschätzen – ohne aufwändige Berechnung. Des Weiteren kann das Fachmodell durch die Anreicherung von statisch-konstruktiven Merkmalen für die statische Berechnung am Bestandsbauwerk verwendet

werden, wodurch eine gesamtheitliche Berechnung auf Grundlage des Gebäudemodells möglich ist. Diese Entwicklung ist im Zusammenspiel mit der Softwareentwicklung zu betrachten.

(Teil-)Automatische Auswertung von Bauwerksinformationen

Die Entwicklung von Algorithmen, welche die zugrundegelegten Daten auswerten können und somit die Dokumentation für die gutachterliche Stellungnahme erleichtern, ist anzustreben. Dabei kann beispielsweise die Zustandsbewertung von Untersuchungen eine Einteilung des Bauwerks in Kategorien nach dem IST-Zustand ermöglichen. Eine weitere Möglichkeit könnte die Abschätzung der Restnutzungsdauer von Bauwerken mithilfe von maschinellem Lernen (engl. Machine Learning) anhand der dokumentierten Informationen darstellen.

Bestandserhebung im openBIM-Bewilligungsverfahren

Die Bestandserhebung stellt in Wien einen wesentlichen Teil des Bauansuchens dar, welcher von der Behörde zumindest stichprobenartig überprüft wird. In diesem Sinne ist die Einbindung der Bestandserhebung mit der BIM-Methode in das aktuelle Forschungsprojekt BRISE [44, 76, 80] zur digitalen Baueinreichung zu prüfen. Die Entwicklung von Prüfroutinen z. B. für die Überprüfung der Einhaltung von geltenden Vorschriften aus OIB-Richtlinie 1 [53] und ÖNORM B 4008-1 [61] sind denkbar. Des Weiteren können Mindestfestigkeiten von historischen Materialien mit einfachen Prüffregeln überprüft oder eine Feststellung der Abweichungen vom rechtmäßigen Bestand erleichtert werden. Durch die vorgeschlagenen Fachmodelle inkl. der Informationsanforderungen stehen bereits wesentliche prüfbare Informationen über Bestandsbauwerke zur Verfügung. In weiterer Folge ist die Entwicklung eines digitalen Bauakts denkbar, der die bestehenden Planunterlagen beispielsweise über API-Schnittstellen (Application Programming Interface) mit einem BIM-Modell verknüpft.

Bestandserhebung mit Augmented Reality (AR)

Die Verwendung von Augmented Reality (AR) stellt weiteres Entwicklungspotential für die Optimierung der Bestandserhebung mit der BIM-Methode dar. Urban et al. [77] zeigen mögliche Anwendungen von AR-Brillen für das Tracking in verschiedenen Umgebungsbedingungen. Während einer Bestandserhebung kann beispielsweise durch Tracking ein dreidimensionales Umgebungsmodell von einzelnen Wohneinheiten erzeugt werden. Es ist denkbar, dass derartige Messungen entweder als „räumliche Fotodokumentation“ oder in weiterer Folge zur digitalen Beweissicherung herangezogen werden. Zusätzlich können nicht aufgenommene Bereiche von Bestandsbauwerken mithilfe von Tracking dokumentiert und nachträglich in das Bestandsmodell integriert werden. In Kombination mit der Entwicklung von Augmented Reality Interfaces in Anlehnung an Haponiuk [32] kann die Aufnahme von Bauwerksinformationen weiter erleichtert werden. Durch die Verwendung von AR-Brillen statt Tablets kann eine intuitive Beurteilung mit „freien Händen“ stattfinden und der Fokus der Projektmitarbeiter:innen wird noch stärker auf die Beurteilung gerichtet. Damit können nicht nur Fehlerquellen reduziert, sondern im Zweifelsfall auch sog. *Remote Experts* für die Beurteilung von Bauteilen digital herangezogen werden. Die Entwicklungsmöglichkeiten sind vielfältig und können in weiteren Forschungsarbeiten beleuchtet werden. Weitere Anwendungsfelder von Augmented Reality sind in weiterführender Literatur [49, 65, 78, 79] beschrieben.

Literatur

- [1] A.-K. Achleitner. *Due Diligence*. 2018. URL: <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/due-diligence-35668/version-327337> (Zugriff am 11.05.2021).
- [2] ALLPLAN Österreich GmbH. *Allplan – Hochbau-Software*. 2022. URL: <https://www.allplan.com/at/loesungen/hochbau-software/> (Zugriff am 16.03.2022).
- [3] ARGE-Baurecht. *ARGE Baurecht rät: Auch im Bestand digital bauen*. 2016. URL: <https://arge-baurecht.com/baurecht-wissen/expertentipps/artikel/arge-baurecht-raet-auch-im-bestand-digital-bauen-1> (Zugriff am 12.01.2022).
- [4] aurivus GmbH. *Scan-to-BIM: Innovative KI übernimmt die Modellierung*. 2022. URL: <https://firmen.handelsblatt.com/scan-to-bim.html> (Zugriff am 10.02.2022).
- [5] buildingSMART Austria. *Auftraggeberinformationsanforderungen AIA (Langfassung)*. 2019.
- [6] buildingSMART Austria. *BIM REGELWERK, AIA Informationsanforderungen des Auftraggebers, BAP BIM – Projektentwicklungsplan*. 2020.
- [7] M. Baldwin. *Der BIM-Manager: praktische Anleitung für das BIM-Projektmanagement*. 2., überarbeitete Auflage. Berlin Wien Zürich: Beuth Verlag GmbH, 2019. ISBN: 978-3-410-29440-5.
- [8] C. Bauer. „Vom Wachsen der Stadt Wien zur Gründerzeit“. In: *Unterlagen zu „Spezialseminar Ingenieurbefund“*. Wien: TU Wien und ÖIBI – Österreichisches Institut der Sachverständigen für Bautechnische Immobilienbewertung, 2011.
- [9] Berliner Mietverein. *Die Beletage*. 2013. URL: <https://www.berliner-mieterverein.de/magazin/online/mm1213/die-beletage-schoener-wohnen-im-altbau-der-gruenderzeit-des-19-jahrhunderts-121324.htm> (Zugriff am 01.07.2021).
- [10] BIMpedia. *Anwendungsfälle der BIM-Methode*. 2021. URL: <https://www.bimpedia.eu/artikel/1617-anwendungsfaelle-der-bim-methode> (Zugriff am 06.12.2021).
- [11] A. Bogner und W. Menz. „Das theoriegenerierende Experteninterview – Erkenntnisinteresse, Wissensformen, Interaktion“. In: *Das Experteninterview – Theorie, Methode, Anwendung*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 2002, S. 33–70. DOI: 10.1007/978-3-322-93270-9.
- [12] A. Borrmann, M. König, C. Koch und J. Beetz. *Building Information Modeling: Technologische Grundlagen und industrielle Praxis*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 2015. ISBN: 978-3-658-05605-6 978-3-658-05606-3. DOI: 10.1007/978-3-658-05606-3.
- [13] A. Borrmann, W. Lang und F. Petzold. *Digitales Planen und Bauen Schwerpunkt BIM*. Studie. München: vbw – Vereinigung der Bayerischen Wirtschaft e. V., Jan. 2018.
- [14] W. Brusatti. „Gebäudeschäden und deren Erkennung“. In: *Unterlagen zu „Spezialseminar Ingenieurbefund“*. Wien: TU Wien und ÖIBI – Österreichisches Institut der Sachverständigen für Bautechnische Immobilienbewertung, 2011.
- [15] buildingSMART International. *IFC 4.3.x development*. 2021. URL: <http://ifc43-docs. standards.buildingsmart.org/> (Zugriff am 31.01.2022).

- [16] buildingSMART International. *IFC Specifications Database*. 2021. URL: <https://technical.buildingsmart.org/standards/ifc/ifc-schema-specifications/> (Zugriff am 31. 01. 2022).
- [17] buildingSMART International. *Industry Foundation Classes 4.0.2.1*. 2021. URL: https://standards.buildingsmart.org/IFC/RELEASE/IFC4/ADD2_TC1/HTML/ (Zugriff am 07. 02. 2022).
- [18] Bundesarchitektenkammer – BAK – Bundesgemeinschaft der Architektenkammern, Körperschaften des Öffentlichen Rechts e.V. (Hrsg.) *BIM für Architekten – Digitalisierung und Bauen im Bestand*. Berlin: Bayerische Architektenkammer, Aug. 2021.
- [19] Bundesministerium für Digitalisierung und Wirtschaftsstandort. *Baurecht und Bauordnungen*. 2021. URL: https://www.oesterreich.gv.at/themen/bauen_wohnen_und_umwelt/bauen/Seite.2260200.html (Zugriff am 21. 02. 2021).
- [20] G. Cech und O. Schally. *Merkblatt - Statische Vorbemessung*. März 2008. URL: https://wien.gerichts-sv.at/fileadmin/user_upload/Aktuelles/merkblatt-vorbemessung.pdf (Zugriff am 01. 03. 2021).
- [21] Dalux Copenhagen, Denmark. *Dalux Field*. 2021. URL: <https://www.dalux.com/de/dalux-field/> (Zugriff am 06. 12. 2021).
- [22] H. Daub. „*Der Bauconstructeur*“ an der K.K. Techn. Hochschule in Wien: Hochbau I. 1899.
- [23] Die Presse. *Gründerzeit-Zinshäuser in Wien bei Investoren sehr gefragt*. 2021. URL: <https://www.diepresse.com/6040004/gruenderzeit-zinshaeuser-in-wien-bei-investoren-sehr-gefragt> (Zugriff am 12. 01. 2022).
- [24] D. Donath, J. Braunes und M. Korte. *Bauaufnahme und Planung im Bestand: Grundlagen – Verfahren – Darstellung – Beispiele*. 1. Auflage. Wiesbaden: Vieweg + Teubner, 2008. ISBN: 978-3-8348-0398-6.
- [25] C. C. Eichler, C. Schranz, T. Krischmann, H. Urban und M. Gratzl. *BIMcert Handbuch: Grundlagenwissen openBIM*. Ausgabe 2021. Niederfrohna: Mironde-Verlag, 2021. ISBN: 978-3-96063-034-0.
- [26] M. El Jazzar, C. Schranz, H. Urban und H. Nassereddine. „Integrating Construction 4.0 Technologies: A Four-Layer Implementation Plan“. In: *Frontiers in Built Environment* 7 (16. Nov. 2021). ISSN: 2297-3362. DOI: 10.3389/fbuil.2021.671408.
- [27] M. El Jazzar, H. Urban, C. Schranz und H. Nassereddine. „Construction 4.0: A Roadmap to Shaping the Future of Construction“. In: Okt. 2020, S. 1314–1321. DOI: 10.22260/ISARC2020/0180.
- [28] K. Entzian und R. Scharmann. „BIM für Bauen im Bestand“. In: *Building Information Modeling*. Hrsg. von A. Borrmann, M. König, C. Koch und J. Beetz. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 2015, S. 371–383. ISBN: 978-3-658-05605-6 978-3-658-05606-3. DOI: 10.1007/978-3-658-05606-3_24.
- [29] S. Esser. *Kommunikation in BIM-Projekten auf Grundlage von *.bcf-Daten*. Report, TU München, 2018.
- [30] J. Freund und B. Rücker. *Praxishandbuch BPMN: mit Einführung in DMN*. 6., aktualisierte Auflage. München: Hanser, 2019. ISBN: 978-3-446-46111-6.
- [31] G. Goger, M. Piskernik und H. Urban. *Studie: Potenziale der Digitalisierung im Bauwesen*. Studie. WKO – Geschäftsstelle Bau, BMVIT, 2018.

- [32] B. Haponiuk. *Entwicklung eines Augmented Reality Interface für TGA-Abnahme*. Diplomarbeit, TU Wien, 2020.
- [33] Hauptverband der allgemein beeideten und gerichtlich zertifizierten Sachverständigen Österreichs – Landesverband Steiermark und Kärnten (Hrsg.) *Nutzungsdauerkatalog*. 2020.
- [34] J. Heinreich. *BIM im Ländervergleich: Wer führt bei der Nutzung in Europa?* 2021. URL: <https://www.planradar.com/at/bim-europavergleich/> (Zugriff am 10.02.2022).
- [35] IfcOpenShell. *the open source ifc toolkit and geometry engine*. 2021. URL: <http://ifcopenshell.org/> (Zugriff am 15.03.2022).
- [36] Ingware AG. *3muri – Erdbebennachweis von Mauerwerksgebäuden nach Pushover-Verfahren*. 2022. URL: <https://www.ingware.com/de/produkte/3muri/> (Zugriff am 10.02.2022).
- [37] Institut für Hochbau und Technologie, Zentrum für Hochbaukonstruktionen und Bauwerkserhaltung (Hrsg.) *Erhaltung und Erneuerung von Hochbauten*. 2019.
- [38] *ISO 16739-1:2018 11 23: Industry Foundation Classes (IFC) für den Datenaustausch in der Bauwirtschaft und im Anlagenmanagement – Teil 1: Datenschema*. International Organization for Standardization, 2018.
- [39] *ISO 19650-1:2019 04 15: Organisation von Daten zu Bauwerken – Informationsmanagement mit BIM – Teil 1: Konzepte und Grundsätze*. International Organization for Standardization, 2019.
- [40] N. Jerabek. *Anwendung und Methodik digitaler Photogrammetrie im Arbeitsprozess des Architekten und Bauingenieurs*. Diplomarbeit, TU Wien, 2015.
- [41] Kammer der Architekten und Ingenieurkonsulenten für Wien, Niederösterreich und Burgenland – Fachgruppe Bauwesen (Hrsg.) *Erläuterung zum Bauwerksbuch gemäß Bauordnung für Wien (BO)*. Okt. 2004. URL: https://wien.arching.at/fileadmin/user_upload/redakteure_wnb/D_Service/D_13_Technisches%20Service/Bauwerksbuch_Erlaeuterungen/Bauwerksbuch_Fassung_16022016.pdf (Zugriff am 20.03.2021).
- [42] A. Kolbitsch. *Altbaukonstruktionen: Charakteristika, Rechenwerte, Sanierungsansätze*. Praxis der Erhaltung von Bauten. Wien New York: Springer, 1989. ISBN: 978-3-211-82123-7 978-0-387-82123-8.
- [43] A. Kolbitsch. „Statische Besonderheiten von Gründerzeithäusern“. In: *Unterlagen zu „Spezialseminar Ingenieurbefund“*. Wien: TU Wien und ÖIBI – Österreichisches Institut der Sachverständigen für Bautechnische Immobilienbewertung, 2011.
- [44] T. Krischmann, H. Urban und C. Schranz. „Entwicklung eines openBIM-Bewilligungsverfahrens“. In: *Bauingenieur* 95(9) (2020), S. 335–344. ISSN: 0005-6650. DOI: 10.37544/0005-6650-2020-09-61.
- [45] H. Lechner. *LM.Leistungsmodell VM.Vergütungsmodell Tragwerksplanung (TW)*. Graz: Verlag der Technischen Universität Graz, 2014. ISBN: 978-3-85125-338-2.
- [46] P. Liedlbauer. *Abwicklungsprozess eines Bauvorhabens mit Generalplanung – Prozesslandkarte mittels BPMN 2.0*. Diplomarbeit, TU Wien, 2019.
- [47] T. Mathoi. *Projekt- und Leistungsphasen*. 2017. URL: <https://www.mathoi.at/2017/08/11/projekt-und-leistungsphasen/> (Zugriff am 13.05.2021).
- [48] H. Muhr. „Die Restnutzungsdauer in der Immobilienbewertung“. In: *Unterlagen zu „Spezialseminar Ingenieurbefund“*. Wien: TU Wien und ÖIBI – Österreichisches Institut der Sachverständigen für Bautechnische Immobilienbewertung, 2011.

- [49] H. Nassereddine, C. Schranz, M. Bou Hatoum und H. Urban. „A Comprehensive Map for Integrating Augmented Reality During the Construction Phase“. In: *Proceedings of the Creative Construction e-Conference 2020*. Budapest University of Technology and Economics, 2020, S. 56–64. ISBN: 978-615-5270-61-1. DOI: 10.3311/CCC2020-069.
- [50] H. Nassereddine, K. W. Seo, Z. K. Rybkowski, C. Schranz und H. Urban. „Propositions for a Resilient, Post-COVID-19 Future for the AEC Industry“. In: *Frontiers in Built Environment* 7 (8. Juli 2021). ISSN: 2297-3362. DOI: 10.3389/fbuil.2021.687021.
- [51] R. Niederdrenk und R. Seemann. *Baubranche aktuell – Wachstum 2020 – Digitalisierung und BIM*. Kurzstudie. PwC GmbH Wirtschaftsprüfungsgesellschaft, März 2018.
- [52] *OIB Richtlinie 1 (Leitfaden): Festlegung der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit von bestehenden Tragwerken*. Österreichisches Institut für Bautechnik, Apr. 2019.
- [53] *OIB-Richtlinie 1: Mechanische Festigkeit und Standsicherheit*. Österreichisches Institut für Bautechnik, Apr. 2019.
- [54] *ÖNORM A 6241-2:2015 07 01: Digitale Bauwerksdokumentation Teil 2: Building Information Modeling (BIM) – Level 3-iBIM*. Wien: Austrian Standards Institut, Juli 2015.
- [55] *ÖNORM B 1300:2018 02 01: Objektsicherheitsprüfungen für Wohngebäude – Regelmäßige Prüfverfahren im Rahmen von Sichtkontrollen und zerstörungsfreien Begutachtungen – Grundlagen und Checklisten*. Wien: Austrian Standards, Feb. 2018.
- [56] *ÖNORM B 1301:2016 04 15: Objektsicherheitsprüfungen für Nicht-Wohngebäude – Regelmäßige Prüfverfahren im Rahmen von Sichtkontrollen und zerstörungsfreien Begutachtungen – Grundlagen und Checklisten*. Wien: Austrian Standards, Feb. 2018.
- [57] *ÖNORM B 1990-1:2013 01 01: Grundlagen der Tragwerksplanung – Teil 1: Hochbau – Nationale Festlegungen zu ÖNORM EN 1990 und nationale Erläuterungen*. Wien: Austrian Standards Institut, Jan. 2013.
- [58] *ÖNORM B 1996-3:2016 07 01: Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten – Teil 3: Vereinfachte Berechnungsmethoden für unbewehrte Mauerwerksbauten – Nationale Festlegungen zu ÖNORM EN 1996-3 und nationale Erläuterungen*. Wien: Austrian Standards, Juli 2016.
- [59] *ÖNORM B 1997-2:2017 01 01: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds – Nationale Festlegungen zu ÖNORM EN 1997-2 und nationale Erläuterungen*. Wien: Austrian Standards, Jan. 2017.
- [60] *ÖNORM B 1998-3:2018 10 15: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben – Teil 3: Beurteilung und Ertüchtigung von Gebäuden – Nationale Festlegungen zu ÖNORM EN 1998-3 und nationale Erläuterungen*. Wien: Austrian Standards, Okt. 2018.
- [61] *ÖNORM B 4008-1:2018 10 15: Bewertung der Tragfähigkeit bestehender Tragwerke – Teil 1: Hochbau*. Wien: Austrian Standards, Okt. 2018.
- [62] OTTO Immobilien GmbH. *Geschichte des Zinshauses*. 2018. URL: <https://www.zinshausverkauf.wien/wissenswertes/geschichte-des-zinshauses> (Zugriff am 13.05.2021).
- [63] A. Pech. „Erdbebensicherheit von Mauerwerksbauten - neueste Erkenntnisse, Anwendungsbeispiel Österreich“. In: *Mauerwerk* 15.6 (Dez. 2011), S. 332–339. ISSN: 14323427. DOI: 10.1002/dama.201100519.
- [64] C. Schranz, A. Gerger, S. Fischer und H. Urban. *Digitalisierung und Standardisierung der Immobilienwirtschaft unter Anwendung von BIM am Beispiel eines Neubaus: Bio-Institut der HBLFA Raumberg-Gumpenstein – Endbericht*. 2021.

- [65] C. Schranz, A. Gerger und H. Urban. „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.
- [66] C. Schranz, H. Urban und A. Gerger. „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. ISSN: 1874-4753. DOI: 10.36680/j.itcon.2021.024.
- [67] T. Semmler. *Wiener Linien starten BIM im Bestand*. 2018. URL: <https://www.cafm-news.de/wiener-linien-betreiben-bim-im-bestand/> (Zugriff am 10.02.2022).
- [68] Stadt Wien | Baupolizei. *Arten von Baubewilligungsverfahren*. 2022. URL: <https://www.wien.gv.at/wohnen/baupolizei/planen/baubewilligungen/verfahrensarten.html> (Zugriff am 10.02.2022).
- [69] Stadt Wien | Baupolizei. *Bewilligte Baupläne im Archiv der Baupolizei einsehen*. 2021. URL: <https://www.wien.gv.at/wohnen/baupolizei/planen/planarchiv.html> (Zugriff am 01.09.2021).
- [70] Stadt Wien | Baupolizei. *Rechtsvorschriften - Bauvorhaben*. 2021. URL: <https://www.wien.gv.at/wohnen/baupolizei/planen/richtlinien/rechtsvorschriften.html> (Zugriff am 11.05.2021).
- [71] Statistik Austria. *Gebäude und Wohnungen 2011 nach dem Errichtungsjahr des Gebäudes und Bundesland*. 2013. URL: https://www.statistik.at/web_de/statistiken/menschen_und_gesellschaft/wohnen/wohnungs_und_gebaeudebestand/074076.html (Zugriff am 12.01.2022).
- [72] R. Stempkowski, E. Waldauer und C. Huber. *Leitfaden zur Kostenabschätzung von Planungs- u. Projektmanagementleistungen, Band 01 - Grundlagen*. 3. Auflage. Wirtschaftskammer Österreich, Dez. 2008. 62 S.
- [73] R. Stempkowski, E. Waldauer und C. Huber. *Leitfaden zur Kostenabschätzung von Planungs- u. Projektmanagementleistungen, Band 06 - Tragwerksplanung*. 3. Auflage. Wirtschaftskammer Österreich, Dez. 2008. 24 S.
- [74] H. Stöffelbauer. *Bewertung von Rohdachböden – Ablauf einer Immobilien-Due Dilligence und Verkehrswertermittlung für ausbaufähige Rohdachböden*. Diplomarbeit, TU Wien.
- [75] C. Tonn und O. Bringmann. „Punktwolken zu BIM – Methoden der Bauteilanpassung in Laserscannerdaten“. In: *Allgemeine Vermessungs Nachrichten* 1-2/2017 (2017), S. 21–26.
- [76] UIA. *BRISE-Vienna – Building Regulations Information for Submission Involvement*. URL: <https://www.uia-initiative.eu/en/uia-cities/vienna-call4> (Zugriff am 02.02.2022).
- [77] H. Urban, T. Irschik, C. Schranz und C. Schönauer. „Augmented Reality im Bauwesen: Teil 2 – Baustellentaugliches Trackingsystem“. In: *Bauingenieur* 95(12) (2020), S. 501–508. ISSN: 0005-6650. DOI: 10.37544/0005-6650-2020-12-67.
- [78] H. Urban, C. Schranz und A. Gerger. „BIM auf Baustellen mit Augmented Reality“. In: *Bauaktuell* 10 (2019), S. 192–196.
- [79] H. Urban, C. Schranz, H. Kaufmann, C. Schönauer, J. Rattenberger, L. Ozeraitis und P. Jaritz. *Einsatz von Augmented Reality zur Abnahme und Qualitätssicherung auf Baustellen*. Ergebnisbericht. Nachhaltigwirtschaften, 2021.
- [80] H. Urban, C. Schranz, T. Krischmann, H. Asmera und B. Pinter. *Einsatz von openBIM und KI im Bewilligungsverfahren der Stadt Wien*. Sep. 2021.

- [81] P. Vcelouch. *ÖNORM B 1300 – Objektsicherheitsprüfungen für Wohngebäude*. 2015. URL: <https://www.rechtambau.at/onorm-b-1300-objektsicherheitspruefungen-fur-wohngebaude/> (Zugriff am 13.05.2021).
- [82] N. Wallner. *Bestandsanalyse und Projektentwicklungsstrategien bei Altbausanierung mit Dachausbau von typischen Wiener Zinshäusern*. Diplomarbeit, TU Wien, 2009.
- [83] Wikipedia – Die freie Enzyklopädie. *Lean Management*. 2021. URL: https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Lean_Management%5C&oldid=214987287 (Zugriff am 17.10.2021).
- [84] Wikipedia – Die freie Enzyklopädie. *Proof of Concept*. 2021. URL: https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Proof_of_Concept&oldid=218052810 (Zugriff am 13.03.2021).

Anhang A: Leitfaden der Interviews

1. **BLOCK 0** – Vorstellung und Kommunikation des Forschungszwecks
2. **BLOCK 1** – Bestandserhebung „Status Quo“
 - a) Welchen Stellenwert hat der Ingenieurbefund für Sie innerhalb des Projektverlaufs?
 - b) Worauf ist Ihrer Meinung nach im Laufe der Untersuchungen besonders zu achten?
 - c) Wie läuft der Prozess der Bestandserhebung üblicherweise im Unternehmen ab?
 - d) Handelt es sich um einen automatisierten (1) oder einen individuellen Prozess (2)?
 - e) Hintergründe und Entscheidungsgrundlage für den Prozess?
 - f) In welcher Form werden die Dokumente aus dem Prozess den jeweiligen Projektpartnern zur Verfügung gestellt?
 - g) Wer sind diese Projektpartner üblicherweise?
 - h) Wie „digital“ würden Sie den Prozess in Ihrem Unternehmen derzeit einschätzen? (Skala 1 [gar nicht] – 10 [überdurchschnittlich])
3. **BLOCK 2** – Konflikt- und Verbesserungspotenzial
 - a) In welchen Bereichen der Bestandserhebung kommt es am häufigsten zu Problemen?
 - b) Sind diese Probleme technischer oder organisatorischer Natur?
 - c) Wo liegt üblicherweise der Ursprung dieser Probleme? (extern, intern, Bauwerk, Methodik)
 - d) Welche Bereiche sind bei den Untersuchungen derzeit nicht bzw. zu wenig berücksichtigt?
 - e) Wo sehen Sie den größten Handlungsbedarf, um die Bestandserhebung effizienter zu gestalten?
4. **BLOCK 3** – Digitalisierungspotential
 - a) Was bedeutet für Sie „digital“ im allgemeinen Sinn?
 - b) Welche Erwartungen stellen Sie an einen „digitalen“ Prozess?
 - i. z. B. um interne Abläufe effizienter zu gestalten (Datenstrukturierung)
 - ii. z. B. externe Kommunikation zu verbessern (Datenaustausch)
 - c) Wie stellen Sie sich einen „digitalen“ Ingenieurbefund vor?
 - d) Welche Parameter sollten für die weitere Bearbeitung (z. B. statische Berechnung) in den Fokus gestellt werden?
 - e) Welche Probleme sehen Sie bei der Implementierung dieser Strategie auf uns zukommen?
 - f) Können Sie sich vorstellen, dass die Bestandserhebung in Zukunft den Grundstein für digitale Planungsabläufe darstellt?
 - i. Wenn ja: Wird der bisherige Planungsprozess dadurch verändert?
 - ii. Wenn nein: Welche Stellung kann eine digitale Gebäudeaufnahme einnehmen?

Anhang B: Prozessgrafiken

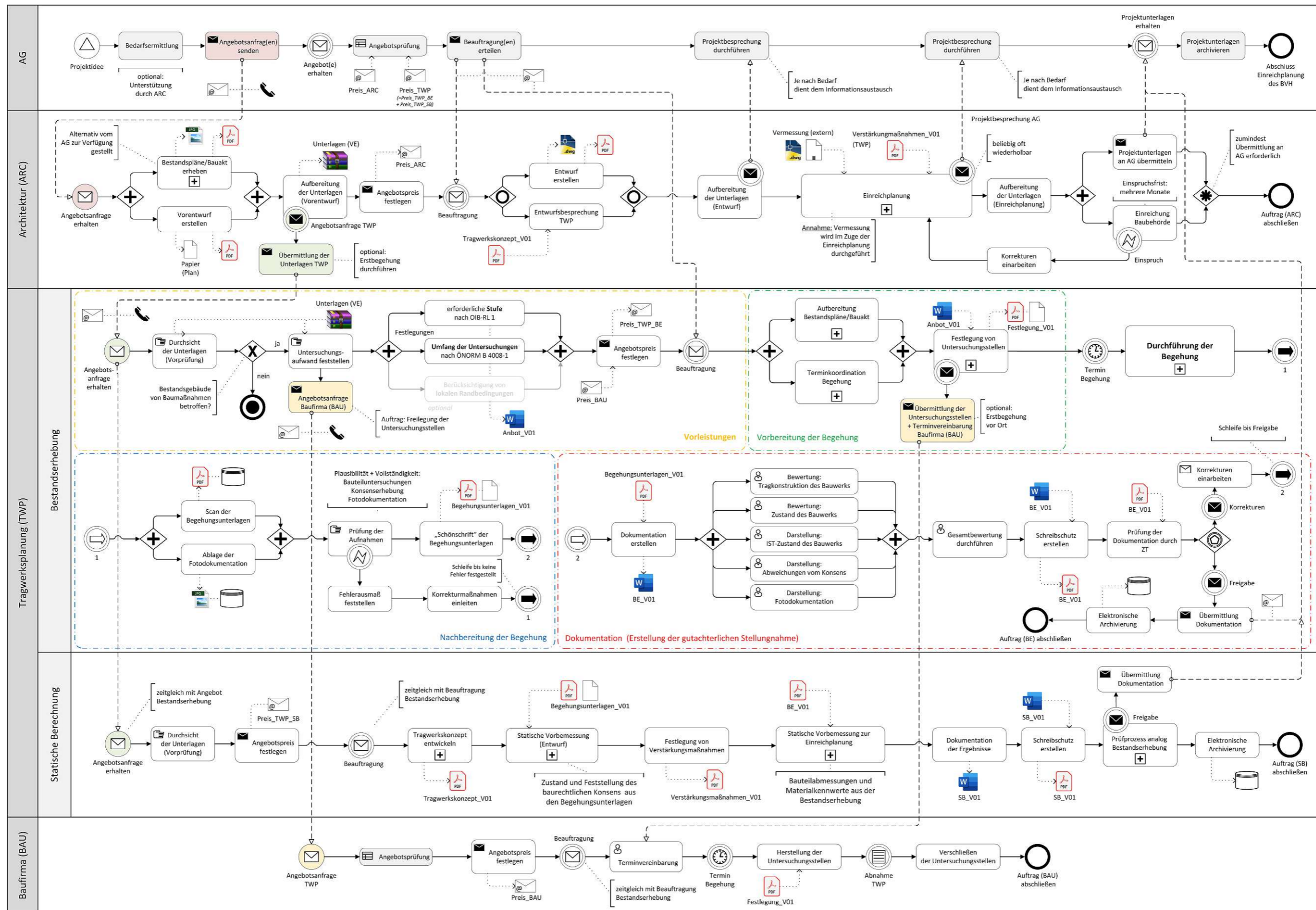


Abb. 6.1: Prozessablauf der Bestandsaufnahme (IST-Zustand)

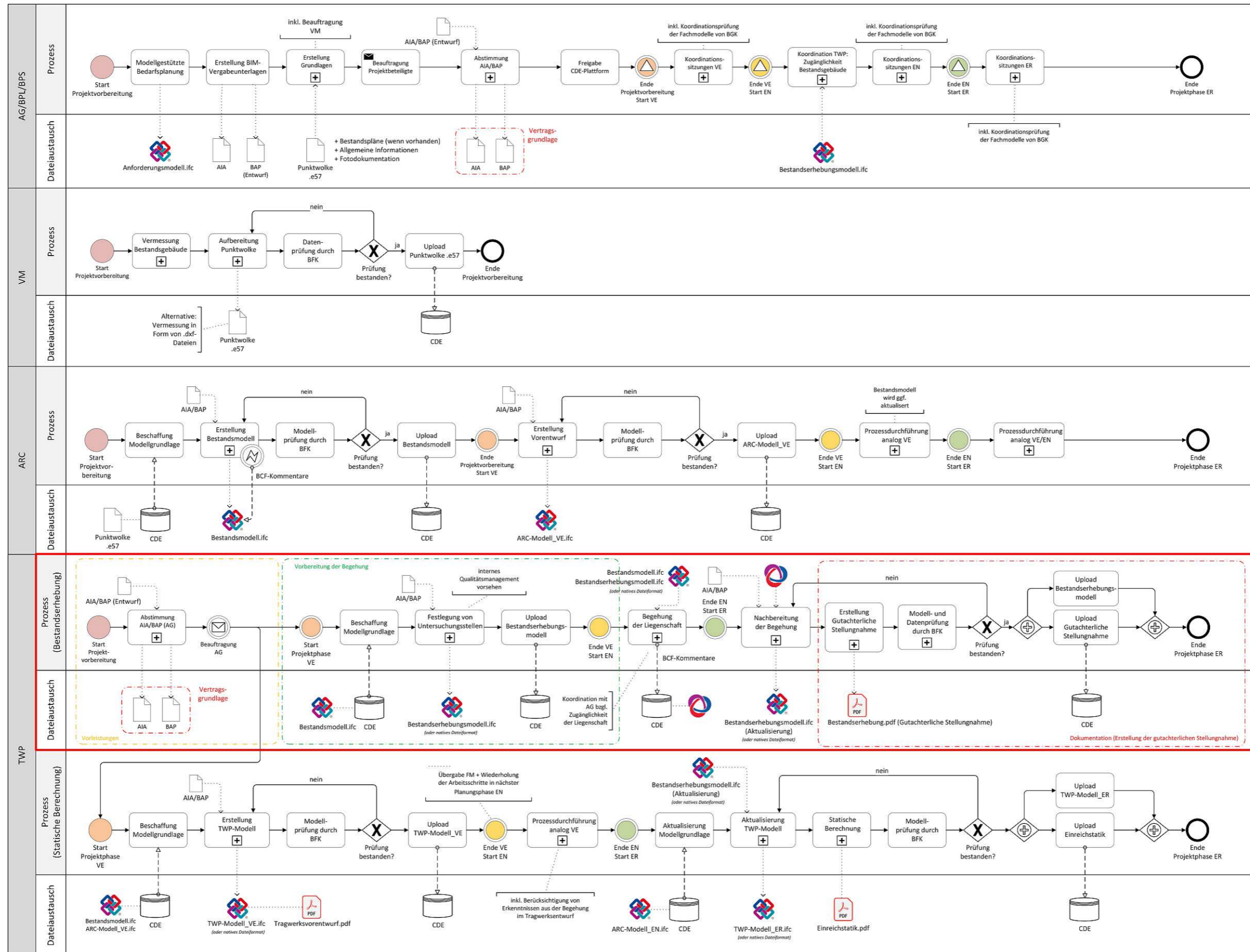


Abb. 6.2: Prozessablauf für den Anwendungsfall „Bestandsaufnahme (IFC)“

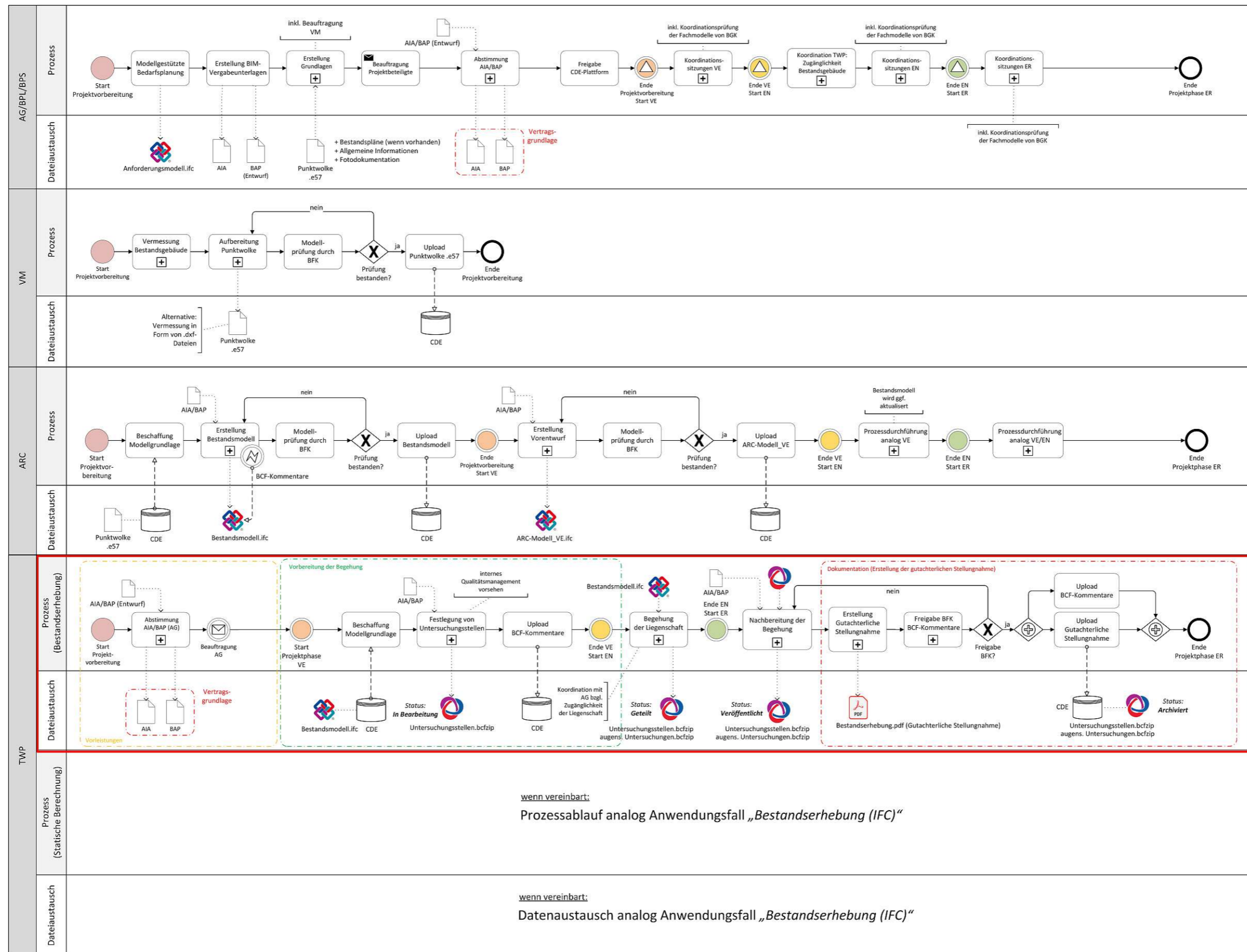


Abb. 6.3: Prozessablauf für den Anwendungsfall „Bestandserhebung (BCF)“

Anhang C: Beurteilungskriterien von Gründerzeithäusern

Tab. 6.1: Beurteilungskriterien von Gründerzeithäusern

Beurteilungskriterien von Bauwerken	
<i>für die Bestandserhebung (früher: Ingenieurbefund)</i>	
Bauwerk:	Gründerzeithaus
Baujahr:	1840 - 1918
Merkmale	Beschreibung / Auswahlmöglichkeiten
Untersuchungspunkt 1: Dach	
<i>Untersuchungspunkt 1.1: Kamine</i>	
<i>a) Mauerwerk</i>	
Verortung	Darstellung in den Planunterlagen (Konsensüberprüfung)
Wandstärke	Angabe in [cm]
Schäden/Mängel (Mehrfachauswahl möglich)	keine
	Risse
	Versottungen
	Rußbildung
	Sonstiges (frei definierbar)
<i>b) Kaminzüge</i>	
Verortung	Darstellung in den Planunterlagen (Konsensüberprüfung)
Betriebszustand	In Betrieb
	Stillgelegt
	keine Angabe
Schäden/Mängel (Mehrfachauswahl möglich)	keine
	Risse
	Versottungen
	Rußbildung
	Sonstiges (frei definierbar)
<i>Untersuchungspunkt 1.2: Dachdeckung</i>	
Material	Tondachtstein
	Verblechung
	Asbestgebundene Baustoffe
	Sonstiges (frei definierbar)
Zustand: Bewertung	keine Schädigung erkennbar (guter Zustand)
	leichte Schädigung erkennbar (gebrauchstaugl. Zustand)
	starke Schädigung erkennbar (schlechter Zustand)
	keine Einschätzung möglich
Sicherheitshinweise	sicherheitsrelevante Anmerkungen
<i>Untersuchungspunkt 1.3: Dachanschlüsse</i>	
<i>a) Durchdringungen</i>	
Typ der Durchdringung	Lüftungsleitung
	Regenabfallrohr (RAR)
	Sonstiges (frei definierbar)
Schäden/Mängel (Mehrfachauswahl möglich)	keine
	undichte Stellen
	Sturmschäden
	Korrosion
	Sonstiges (frei definierbar)
<i>b) Fensteranschlüsse</i>	
Schäden/Mängel (Mehrfachauswahl möglich)	keine
	undichte Stellen
	Sturmschäden

Tab. 6.1: Beurteilungskriterien von Gründerzeithäusern (Fortsetzung)

Beurteilungskriterien von Bauwerken	
<i>für die Bestandserhebung (früher: Ingenieurbefund)</i>	
Bauwerk:	Gründerzeithaus
Baujahr:	1840 - 1918
Merkmal	Beschreibung / Auswahlmöglichkeiten
	Korrosion
	Sonstiges (frei definierbar)
Untersuchungspunkt 1.4: Dachtragwerk	
<i>a) Gesamttragwerk</i>	
Bauart	Wiener Dachstuhl (doppelt stehender Stuhl)
	einfacher Sparrendachstuhl
	Kehlbalkendachstuhl
	Sprengwerk
	Sonstiges (frei definierbar)
<i>b) Bauteile (Knotenverbindungen, Auflagerbereiche, ...)</i>	
Typ der Verbindung	Verbindungsmittel
	zimmermansmäßige Verbindung
Zustand: Bewertung	keine Schädigung erkennbar (guter Zustand)
	leichte Schädigung erkennbar (gebrauchstaugl. Zustand)
	starke Schädigung erkennbar (schlechter Zustand)
	keine Einschätzung möglich
Zustand: Prüfmethode	Sichtprüfung
	Kontaktprüfung (z. B. mit spitzem Gegenstand)
Gebrauchstauglichkeit	Wahrheitswert (TRUE/FALSE)
Schäden/Mängel (Mehrfachauswahl möglich)	keine
	Feuchtstellen
	Schädlingsbefall: Pilze
	Schädlingsbefall: Insekten
	mechanisches Versagen
	Korrosion
	Sonstiges
Bauteilaufnahme: Verbindung	Wahrheitswert (TRUE/FALSE)
Bauteilaufnahme: Pfette	Wahrheitswert (TRUE/FALSE)
Bauteilaufnahme: Sparren	Wahrheitswert (TRUE/FALSE)
Bauteilaufnahme: Unknown	Wahrheitswert (TRUE/FALSE)
<i>if Bauteilaufnahme: Verbindung</i>	
Typ der Verbindung	Verbindungsmittel
	zimmermansmäßige Verbindung
Material	Holz
	Stahl/Eisen
Durchmesser (D)	Angabe in [mm]
<i>if Bauteilaufnahme: Pfette = TRUE</i>	
Höhe (Pfette)	Angabe in [cm] (Mittelwert)
Breite (Pfette)	Angabe in [cm] (Mittelwert)
<i>if Bauteilaufnahme: Sparren = TRUE</i>	
Höhe (Sparren)	Angabe in [cm] (Mittelwert)
Breite (Sparren)	Angabe in [cm] (Mittelwert)
Trägerabstand (Sparren)	Angabe in [cm] (Mittelwert)

Tab. 6.1: Beurteilungskriterien von Gründerzeithäusern (Fortsetzung)

Beurteilungskriterien von Bauwerken	
<i>für die Bestandserhebung (früher: Ingenieurbefund)</i>	
Bauwerk:	Gründerzeithaus
Baujahr:	1840 - 1918
<i>Merkmal</i>	<i>Beschreibung / Auswahlmöglichkeiten</i>
if Bauteilaufnahme: Unknown = TRUE	
Höhe (Pfette)	Angabe in [cm] (Mittelwert)
Breite (Pfette)	Angabe in [cm] (Mittelwert)
Untersuchungspunkt 2: Gesimse	
Material	Mauerwerk Sonstiges (frei definierbar)
Höhe über FBOK	Angabe in [cm] (Mittelwert)
Zustand: Bewertung	keine Schädigung erkennbar (guter Zustand) leichte Schädigung erkennbar (gebrauchstaugl. Zustand) starke Schädigung erkennbar (schlechter Zustand) keine Einschätzung möglich
Zustand: Prüfmethode	Sichtprüfung Kontaktprüfung (z. B. mit spitzem Gegenstand)
Gebrauchstauglichkeit	Wahrheitswert (TRUE/FALSE)
Schäden/Mängel (Mehrfachauswahl möglich)	keine Feuchtstellen Schädlingsbefall: Pilze Schädlingsbefall: Insekten mechanisches Versagen Korrosion Sonstiges
Untersuchungspunkt 3: Dachentwässerung	
Zustand: Bewertung	keine Schädigung erkennbar (guter Zustand) leichte Schädigung erkennbar (gebrauchstaugl. Zustand) starke Schädigung erkennbar (schlechter Zustand) keine Einschätzung möglich
Schäden/Mängel (Mehrfachauswahl möglich)	keine Feuchtstellen Schädlingsbefall: Pilze Schädlingsbefall: Insekten mechanisches Versagen Korrosion Sonstiges
Untersuchungspunkt 4: oberste Abschlussdecke	
Typ (Decke)	Doppelbaumdecke Tramdecke Tram-Traversen-Decke flache Ziegelgewölbe (Platzeldecke) Sonstiges
Zustand: Bewertung	keine Schädigung erkennbar (guter Zustand) leichte Schädigung erkennbar (gebrauchstaugl. Zustand) starke Schädigung erkennbar (schlechter Zustand) keine Einschätzung möglich
Zustand: Prüfmethode	Sichtprüfung

Tab. 6.1: Beurteilungskriterien von Gründerzeithäusern (Fortsetzung)

Beurteilungskriterien von Bauwerken	
<i>für die Bestandserhebung (früher: Ingenieurbefund)</i>	
Bauwerk:	Gründerzeithaus
Baujahr:	1840 - 1918
Merkmal	Beschreibung / Auswahlmöglichkeiten
Gebrauchstauglichkeit	Kontaktprüfung (z. B. mit spitzem Gegenstand) Wahrheitswert (TRUE/FALSE)
Schäden/Mängel (Mehrfachauswahl möglich)	keine
	Feuchstellen
	Schädlingsbefall: Pilze
	Schädlingsbefall: Insekten
	mechanisches Versagen
	Korrosion
	Sonstiges
BA: Hauptquerschnitt (M)	Wahrheitswert (TRUE/FALSE)
BA: Nebenquerschnitt (S)	Wahrheitswert (TRUE/FALSE)
BA: Auswechslungsträger (W)	Wahrheitswert (TRUE/FALSE)
BA: Fußbodenaufbau	Wahrheitswert (TRUE/FALSE)
Nutzungskategorie	Kategorie A (Wohnnutzung)
	Kategorie B (Büronutzung)
	sonstige Kategorie gemäß ÖNORM EN/B 1990 i.d.g.F
Bauphysikal. Eigenschaften	Informationen gemäß OIB-Richtlinie 6 i.d.g.F.
<i>if Hauptquerschnitt = TRUE</i>	
Material (M)	Holz
	Stahl/Eisen
	Mauerwerk
	Sonstiges
Höhe (M)	Angabe in [cm] (Mittelwert)
Breite (M)	Angabe in [cm] (Mittelwert)
Flanschdicke (M)	Angabe in [cm] (Mittelwert)
Trägerabstand (M)	Angabe in [cm] (Mittelwert)
<i>if Nebenquerschnitt = TRUE</i>	
Material (S)	Holz
	Stahl/Eisen
	Mauerwerk
	Sonstiges
Höhe (S)	Angabe in [cm] (Mittelwert)
Breite (S)	Angabe in [cm] (Mittelwert)
Flanschdicke (S)	Angabe in [cm] (Mittelwert)
Trägerabstand (S)	Angabe in [cm] (Mittelwert)
<i>if Auswechslungsträger = TRUE</i>	
Material (W)	Holz
	Stahl/Eisen
	Mauerwerk
	Sonstiges
Höhe (W)	Angabe in [cm] (Mittelwert)
Breite (W)	Angabe in [cm] (Mittelwert)
Flanschdicke (W)	Angabe in [cm] (Mittelwert)
<i>if Fußbodenaufbau = TRUE</i>	

Tab. 6.1: Beurteilungskriterien von Gründerzeithäusern (Fortsetzung)

Beurteilungskriterien von Bauwerken	
<i>für die Bestandserhebung (früher: Ingenieurbefund)</i>	
Bauwerk:	Gründerzeithaus
Baujahr:	1840 - 1918
<i>Merkmal</i>	<i>Beschreibung / Auswahlmöglichkeiten</i>
Anzahl der Schichten	positive Zahl [-]
Material (Schicht i)	Bauschutt
	Pflasterstein
	Ziegel
	Sonstiges
Höhe (Schicht i)	Angabe in [cm] (Mittelwert)
Untersuchungspunkt 5: Anschlüsse Dach an das Haus	
<i>keine Merkmale definiert</i>	
Untersuchungspunkt 6: Regeldecken	
Typ (Decke)	Doppelbaumdecke
	Tramdecke
	Tram-Traversen-Decke
	flache Ziegelgewölbe (Platzeldecke)
	Sonstiges
Zustand: Bewertung	keine Schädigung erkennbar (guter Zustand)
	leichte Schädigung erkennbar (gebrauchstaugl. Zustand)
	starke Schädigung erkennbar (schlechter Zustand)
	keine Einschätzung möglich
Zustand: Prüfmethode	Sichtprüfung
	Kontaktprüfung (z. B. mit spitzem Gegenstand)
Gebrauchstauglichkeit	Wahrheitswert (TRUE/FALSE)
Schäden/Mängel (Mehrfachauswahl möglich)	keine
	Feuchtstellen
	Schädlingsbefall: Pilze
	Schädlingsbefall: Insekten
	mechanisches Versagen
	Korrosion
	Sonstiges
BA: Hauptquerschnitt (M)	Wahrheitswert (TRUE/FALSE)
BA: Nebenquerschnitt (S)	Wahrheitswert (TRUE/FALSE)
BA: Auswechslungsträger (W)	Wahrheitswert (TRUE/FALSE)
BA: Fußbodenaufbau	Wahrheitswert (TRUE/FALSE)
Nutzungskategorie	Kategorie A (Wohnnutzung)
	Kategorie B (Büronutzung)
	sonstige Kategorie gemäß ÖNORM EN/B 1990 i.d.g.F.
Bauphysikal. Eigenschaften	Informationen gemäß OIB-Richtlinie 6 i.d.g.F.
if Hauptquerschnitt = TRUE	
Material (M)	Holz
	Stahl/Eisen
	Mauerwerk
	Sonstiges
Höhe (M)	Angabe in [cm] (Mittelwert)
Breite (M)	Angabe in [cm] (Mittelwert)
Flanschdicke (M)	Angabe in [cm] (Mittelwert)

Tab. 6.1: Beurteilungskriterien von Gründerzeithäusern (Fortsetzung)

Beurteilungskriterien von Bauwerken	
<i>für die Bestandserhebung (früher: Ingenieurbefund)</i>	
Bauwerk:	Gründerzeithaus
Baujahr:	1840 - 1918
<i>Merkmal</i>	<i>Beschreibung / Auswahlmöglichkeiten</i>
Trägerabstand (M)	Angabe in [cm] (Mittelwert)
<i>if Nebenquerschnitt = TRUE</i>	
Material (S)	Holz
	Stahl/Eisen
	Mauerwerk
	Sonstiges
Höhe (S)	Angabe in [cm] (Mittelwert)
Breite (S)	Angabe in [cm] (Mittelwert)
Flanschdicke (S)	Angabe in [cm] (Mittelwert)
Trägerabstand (S)	Angabe in [cm] (Mittelwert)
<i>if Auswechslungsträger = TRUE</i>	
Material (W)	Holz
	Stahl/Eisen
	Mauerwerk
	Sonstiges
Höhe (W)	Angabe in [cm] (Mittelwert)
Breite (W)	Angabe in [cm] (Mittelwert)
Flanschdicke (W)	Angabe in [cm] (Mittelwert)
<i>if Fußbodenaufbau = TRUE</i>	
Anzahl der Schichten	positive Zahl [-]
Material (Schicht i)	Bauschutt
	Pflasterstein
	Ziegel
	Sonstiges
Höhe (Schicht i)	Angabe in [cm] (Mittelwert)
Untersuchungspunkt 7: Wände in den Wohngeschoßen	
<i>Untersuchungspunkt 7.1: Konstruktionseigenschaften</i>	
<i>a) Mauerwerk</i>	
Verortung	Darstellung in den Planunterlagen (Konsensüberprüfung)
Wandstärke	Angabe in [cm]
Material (Wände)	Mauerwerk
	(Stahl-)Beton
	Gipskarton
	Sonstiges
Funktion	tragend
	nicht tragend, aber aussteifend
	nicht tragend, nicht aussteifend
	keine Angabe möglich
Zustand: Bewertung	keine Schädigung erkennbar (guter Zustand)
	leichte Schädigung erkennbar (gebrauchstaugl. Zustand)
	starke Schädigung erkennbar (schlechter Zustand)
	keine Einschätzung möglich
Zustand: Prüfmethode	Sichtprüfung
	Kontaktprüfung (z. B. mit spitzem Gegenstand)

Tab. 6.1: Beurteilungskriterien von Gründerzeithäusern (Fortsetzung)

Beurteilungskriterien von Bauwerken	
<i>für die Bestandserhebung (früher: Ingenieurbefund)</i>	
Bauwerk:	Gründerzeithaus
Baujahr:	1840 - 1918
Merkmale	Beschreibung / Auswahlmöglichkeiten
Schäden/Mängel (Mehrfachauswahl möglich)	keine
	Feuchtstellen
	Schädlingsbefall: Pilze
	Schädlingsbefall: Insekten
	mechanisches Versagen
	Korrosion
	Sonstiges
<i>b) Konsensüberprüfung</i>	
Konsens	Wahrheitswert (TRUE/FALSE)
<i>if Konsens = TRUE</i>	
Jahr der Bewilligung	YYYY
<i>if Konsens = FALSE</i>	
Typ der Abweichung	Abbruch
	Neubau
<i>Untersuchungspunkt 7.2: Werkstoffeigenschaften</i>	
Material (Wände)	Mauerwerk
	(Stahl-)Beton
	Gipskarton
	Sonstiges
Zustand: Bewertung	keine Schädigung erkennbar (guter Zustand)
	leichte Schädigung erkennbar (gebrauchstaugl. Zustand)
	starke Schädigung erkennbar (schlechter Zustand)
	keine Einschätzung möglich
Zustand: Prüfmethode	Sichtprüfung
	Kontaktprüfung (z. B. mit spitzem Gegenstand)
Gebrauchstauglichkeit	Wahrheitswert (TRUE/FALSE)
Schäden/Mängel (Mehrfachauswahl möglich)	keine
	Feuchtstellen
	Schädlingsbefall: Pilze
	Schädlingsbefall: Insekten
	mechanisches Versagen
	Korrosion
	Sonstiges
Werkstoffprüfung	Wahrheitswert (TRUE/FALSE)
Werkstoffprüfung: Prüfmethode	Rückprall- und Eindringprüfung
	Laboruntersuchung
<i>if Werkstoffprüfung = TRUE</i>	
Festigkeit: Mörtel	Angabe in [N/mm ²]
Festigkeit: Ziegel	Angabe in [N/mm ²]
Festigkeit: Mauerwerk	Angabe in [N/mm ²]
<i>Untersuchungspunkt 8: Fenster</i>	
Parabethöhe über FBOK	Angabe in [cm] (Mittelwert)
Zustand: Bewertung	keine Schädigung erkennbar (guter Zustand)
	leichte Schädigung erkennbar (gebrauchstaugl. Zustand)

Tab. 6.1: Beurteilungskriterien von Gründerzeithäusern (Fortsetzung)

Beurteilungskriterien von Bauwerken	
<i>für die Bestandserhebung (früher: Ingenieurbefund)</i>	
Bauwerk:	Gründerzeithaus
Baujahr:	1840 - 1918
<i>Merkmal</i>	<i>Beschreibung / Auswahlmöglichkeiten</i>
	starke Schädigung erkennbar (schlechter Zustand) keine Einschätzung möglich
Zustand: Prüfmethode	Sichtprüfung Kontaktprüfung (z. B. mit spitzem Gegenstand)
Schäden/Mängel (Mehrfachauswahl möglich)	keine Feuchtstellen Schädlingsbefall: Pilze Schädlingsbefall: Insekten mechanisches Versagen Korrosion Sonstiges
Untersuchungspunkt 9: Zubauten	
Typ	Balkon Liftzubau Sonstiges (frei definierbar)
Zustand: Bewertung	keine Schädigung erkennbar (guter Zustand) leichte Schädigung erkennbar (gebrauchstaugl. Zustand) starke Schädigung erkennbar (schlechter Zustand) keine Einschätzung möglich
Zustand: Prüfmethode	Sichtprüfung Kontaktprüfung (z. B. mit spitzem Gegenstand)
Schäden/Mängel (Mehrfachauswahl möglich)	keine Feuchtstellen Schädlingsbefall: Pilze Schädlingsbefall: Insekten mechanisches Versagen Korrosion Sonstiges
Bauphysikal. Eigenschaften	Informationen gemäß OIB-Richtlinie 6 i.d.g.F.
Untersuchungspunkt 10: Steigleitungen und Fallstränge	
Typ	Steigleitung Elektroverteilerkasten Sonstiges (frei definierbar)
Zustand: Bewertung	keine Schädigung erkennbar (guter Zustand) leichte Schädigung erkennbar (gebrauchstaugl. Zustand) starke Schädigung erkennbar (schlechter Zustand) keine Einschätzung möglich
Zustand: Prüfmethode	Sichtprüfung Kontaktprüfung (z. B. mit spitzem Gegenstand)
Gebrauchstauglichkeit	Wahrheitswert (TRUE/FALSE)
Schäden/Mängel (Mehrfachauswahl möglich)	keine Feuchtstellen Schädlingsbefall: Pilze Schädlingsbefall: Insekten

Tab. 6.1: Beurteilungskriterien von Gründerzeithäusern (Fortsetzung)

Beurteilungskriterien von Bauwerken	
<i>für die Bestandserhebung (früher: Ingenieurbefund)</i>	
Bauwerk:	Gründerzeithaus
Baujahr:	1840 - 1918
Merkmal	Beschreibung / Auswahlmöglichkeiten
	mechanisches Versagen
	Korrosion
	Sonstiges
Untersuchungspunkt 11: Fassade	
<i>Unterteilung in lokale Bereiche (z. B. hofseitig/straßenseitig)</i>	
Zustand: Bewertung	keine Schädigung erkennbar (guter Zustand)
	leichte Schädigung erkennbar (gebrauchstaugl. Zustand)
	starke Schädigung erkennbar (schlechter Zustand)
	keine Einschätzung möglich
Zustand: Prüfmethode	Sichtprüfung
	Kontaktprüfung (z. B. mit spitzem Gegenstand)
Schäden/Mängel (Mehrfachauswahl möglich)	keine
	Setzungsrisse
	Putzabplatzungen
	Verfärbungen
	Sonstiges
Untersuchungspunkt 12: Sockel	
<i>Unterteilung in lokale Bereiche (z. B. hofseitig/straßenseitig)</i>	
Zustand: Bewertung	keine Schädigung erkennbar (guter Zustand)
	leichte Schädigung erkennbar (gebrauchstaugl. Zustand)
	starke Schädigung erkennbar (schlechter Zustand)
	keine Einschätzung möglich
Zustand: Prüfmethode	Sichtprüfung
	Kontaktprüfung (z. B. mit spitzem Gegenstand)
Schäden/Mängel (Mehrfachauswahl möglich)	keine
	Setzungsrisse
	Putzabplatzungen
	Verfärbungen
	Sonstiges
Untersuchungspunkt 13: Parterre - Eingang	
<i>bei Bedarf sind Merkmale aus Untersuchungspunkt 7: Wände in den Wohngeschoßen zu übernehmen</i>	
Zustand: Bewertung	keine Schädigung erkennbar (guter Zustand)
	leichte Schädigung erkennbar (gebrauchstaugl. Zustand)
	starke Schädigung erkennbar (schlechter Zustand)
	keine Einschätzung möglich
Zustand: Prüfmethode	Sichtprüfung
	Kontaktprüfung (z. B. mit spitzem Gegenstand)
Schäden/Mängel (Mehrfachauswahl möglich)	keine
	Setzungsrisse
	Putzabplatzungen
	Verfärbungen
	Sonstiges
Untersuchungspunkt 14: Decke über Keller	
<i>bei Bedarf sind Merkmale aus Untersuchungspunkt 4: oberste Abschlussdecke zu übernehmen</i>	

Tab. 6.1: Beurteilungskriterien von Gründerzeithäusern (Fortsetzung)

Beurteilungskriterien von Bauwerken	
<i>für die Bestandserhebung (früher: Ingenieurbefund)</i>	
Bauwerk:	Gründerzeithaus
Baujahr:	1840 - 1918
<i>Merkmal</i>	<i>Beschreibung / Auswahlmöglichkeiten</i>
Typ (Decke)	Gewölbedecke
	Formziegeldecke
	Beton- und Eisenbetondecke
	flache Ziegelgewölbe (Platzeldecke)
	Sonstiges (frei definierbar)
Zustand: Bewertung	keine Schädigung erkennbar (guter Zustand)
	leichte Schädigung erkennbar (gebrauchstaugl. Zustand)
	starke Schädigung erkennbar (schlechter Zustand)
	keine Einschätzung möglich
Zustand: Prüfmethode	Sichtprüfung
	Kontaktprüfung (z. B. mit spitzem Gegenstand)
Gebrauchstauglichkeit	Wahrheitswert (TRUE/FALSE)
Schäden/Mängel <i>(Mehrfachauswahl möglich)</i>	keine
	Feuchtstellen
	Schädlingsbefall: Pilze
	Schädlingsbefall: Insekten
	mechanisches Versagen
	Korrosion
Nutzungskategorie	Sonstiges
	Kategorie A (Wohnnutzung)
	Kategorie B (Büronutzung)
Bauphysikal. Eigenschaften	sonstige Kategorie gemäß ÖNORM EN/B 1990 i.d.g.F.
	Informationen gemäß OIB-Richtlinie 6 i.d.g.F.
Untersuchungspunkt 15: Keller	
Zustand: Bewertung	keine Schädigung erkennbar (guter Zustand)
	leichte Schädigung erkennbar (gebrauchstaugl. Zustand)
	starke Schädigung erkennbar (schlechter Zustand)
	keine Einschätzung möglich
Zustand: Prüfmethode	Sichtprüfung
	Kontaktprüfung (z. B. mit spitzem Gegenstand)
Schäden/Mängel <i>(Mehrfachauswahl möglich)</i>	keine
	Feuchtstellen
	Setzungsrisse
	Putzabplatzungen
	Verfärbungen
	Salzausblühungen
Nutzungskategorie	Sonstiges
	Kategorie A (Wohnnutzung)
	Kategorie B (Büronutzung)
Bauphysikal. Eigenschaften	sonstige Kategorie gemäß ÖNORM EN/B 1990 i.d.g.F.
	Informationen gemäß OIB-Richtlinie 6 i.d.g.F.
Untersuchungspunkt 16: Kellerwände	
<i>Untersuchungspunkt 16.1: Konstruktionseigenschaften</i>	
<i>a) Mauerwerk</i>	
Verortung	Darstellung in den Planunterlagen (Konsensüberprüfung)

Tab. 6.1: Beurteilungskriterien von Gründerzeithäusern (Fortsetzung)

Beurteilungskriterien von Bauwerken	
<i>für die Bestandserhebung (früher: Ingenieurbefund)</i>	
Bauwerk:	Gründerzeithaus
Baujahr:	1840 - 1918
<i>Merkmal</i>	<i>Beschreibung / Auswahlmöglichkeiten</i>
Wandstärke	Angabe in [cm]
Material (Wände)	Mauerwerk
	(Stahl-)Beton
	Gipskarton
	Sonstiges
Funktion	tragend
	nicht tragend, aber aussteifend
	nicht tragend, nicht aussteifend
	keine Angabe möglich
Zustand: Bewertung	keine Schädigung erkennbar (guter Zustand)
	leichte Schädigung erkennbar (gebrauchstaugl. Zustand)
	starke Schädigung erkennbar (schlechter Zustand)
	keine Einschätzung möglich
Zustand: Prüfmethode	Sichtprüfung
	Kontaktprüfung (z. B. mit spitzem Gegenstand)
Schäden/Mängel (Mehrfachauswahl möglich)	keine
	Feuchstellen
	Schädlingsbefall: Pilze
	Schädlingsbefall: Insekten
	mechanisches Versagen
	Korrosion
Sonstiges	
<i>b) Konsensüberprüfung</i>	
Konsens	Wahrheitswert (TRUE/FALSE)
<i>if Konsens = TRUE</i>	
Jahr der Bewilligung	YYYY
<i>if Konsens = FALSE</i>	
Typ der Abweichung	Abbruch
	Neubau
<i>Untersuchungspunkt 16.2: Werkstoffeigenschaften</i>	
Material (Wände)	Mauerwerk
	(Stahl-)Beton
	Gipskarton
	Sonstiges
Zustand: Bewertung	keine Schädigung erkennbar (guter Zustand)
	leichte Schädigung erkennbar (gebrauchstaugl. Zustand)
	starke Schädigung erkennbar (schlechter Zustand)
	keine Einschätzung möglich
Zustand: Prüfmethode	Sichtprüfung
	Kontaktprüfung (z. B. mit spitzem Gegenstand)
Gebrauchstauglichkeit	Wahrheitswert (TRUE/FALSE)
Schäden/Mängel (Mehrfachauswahl möglich)	keine
	Feuchstellen
	Schädlingsbefall: Pilze

Tab. 6.1: Beurteilungskriterien von Gründerzeithäusern (Fortsetzung)

Beurteilungskriterien von Bauwerken	
<i>für die Bestandserhebung (früher: Ingenieurbefund)</i>	
Bauwerk:	Gründerzeithaus
Baujahr:	1840 - 1918
Merkmale	Beschreibung / Auswahlmöglichkeiten
	Schädlingsbefall: Insekten
	mechanisches Versagen
	Korrosion
	Sonstiges
Werkstoffprüfung	Wahrheitswert (TRUE/FALSE)
Werkstoffprüfung: Prüfmethode	Rückprall- und Eindringprüfung
	Laboruntersuchung
<i>if Werkstoffprüfung = TRUE</i>	
Festigkeit: Mörtel	Angabe in [N/mm ²]
Festigkeit: Ziegel	Angabe in [N/mm ²]
Festigkeit: Mauerwerk	Angabe in [N/mm ²]
Untersuchungspunkt 17: Fundierung und Kanalsituation	
<i>Untersuchungspunkt 17.1: Konstruktionseigenschaften</i>	
Typ der Konstruktion (Fundierung)	Einzelfundament
	Streifenfundament
	Plattenfundament
	Sonstiges
Verortung (Fundierung)	Außenwand
	Mittelwand
	Feuermauer
	Eckbereich
Zustand: Bewertung	keine Schädigung erkennbar (guter Zustand)
	leichte Schädigung erkennbar (gebrauchstaugl. Zustand)
	starke Schädigung erkennbar (schlechter Zustand)
	keine Einschätzung möglich
Zustand: Prüfmethode	Sichtprüfung
	Kontaktprüfung (z. B. mit spitzem Gegenstand)
Gebrauchstauglichkeit	Wahrheitswert (TRUE/FALSE)
Schäden/Mängel (Mehrfachauswahl möglich)	keine
	Feuchtstellen
	Schädlingsbefall: Pilze
	Schädlingsbefall: Insekten
	mechanisches Versagen
	Korrosion
	Sonstiges
Material (Fundierung)	Holz
	Stahl/Eisen
	Mauerwerk
	Sonstiges
Fundamentvorsprung (FV)	Wahrheitswert (TRUE/FALSE)
Fundamentunterkante [erreicht]	Wahrheitswert (TRUE/FALSE)
Bodenklassifizierung (BK)	Wahrheitswert (TRUE/FALSE)
Fußbodenaufbau	Wahrheitswert (TRUE/FALSE)
<i>if Fundamentunterkante = TRUE</i>	

Tab. 6.1: Beurteilungskriterien von Gründerzeithäusern (Fortsetzung)

Beurteilungskriterien von Bauwerken	
<i>für die Bestandserhebung (früher: Ingenieurbefund)</i>	
Bauwerk:	Gründerzeithaus
Baujahr:	1840 - 1918
<i>Merkmal</i>	<i>Beschreibung / Auswahlmöglichkeiten</i>
Einbindetiefe ab FBOK	Angabe in [cm] (Mittelwert)
if Fundamentvorsprung = TRUE	
Tiefe ab FBOK (FV)	Angabe in [cm] (Mittelwert)
Breite (FV)	Angabe in [cm] (Mittelwert)
if Bodenklassifizierung = TRUE	
Hauptbestandteile (BK)	Ton
	Schluff
	Sand
	Kies
Nebenbestandteile (BK)	Ton
	Schluff
	Sand
	Kies
Untersuchungspunkt 17.2: Kanalsituation	
Zustand: Bewertung	keine Schädigung erkennbar (guter Zustand)
	leichte Schädigung erkennbar (gebrauchstaugl. Zustand)
	starke Schädigung erkennbar (schlechter Zustand)
	keine Einschätzung möglich
Zustand: Prüfmethode	Sichtprüfung
	Kontaktprüfung (z. B. mit spitzem Gegenstand)
Schäden/Mängel <i>(Mehrfachauswahl möglich)</i>	keine
	Feuchtstellen
	Setzungsrisse
	Putzabplatzungen
	Verfärbungen
	Salzausblühungen
Sonstiges	

Anhang D: PropertySets für Untersuchungsstellen

Tab. 6.2: Merkmale für die Beurteilung von Untersuchungsstellen von Geschoßdecken

Untersuchungspunkt 4 / 6 / 14: Decken	
IFC-Klasse:	<i>IfcBuildingElementProxy</i>
IFC-Subtyp:	Untersuchungsstelle
PropertySet:	<i>Mset_SlabSpecific_Probe</i>
Merkmale	Beschreibung / Auswahlmöglichkeiten
Benennung	ID_Untersuchungsstelle
Bezugsobjekt	Bauteilbezeichnung/GUID
Typ der Konstruktion (Decke)	Doppelbaumdecke
	Tramdecke
	Tram-Traversen-Decke
	flache Ziegelgewölbe (Platzeldecke)
	Sonstiges
Verortung (Decke)	Auflager
	Feldmitte
Zustand: Bewertung	keine Schädigung (guter Zustand)
	leichte Schädigung (gebrauchstauglicher Zustand)
	starke Schädigung (schlechter Zustand)
	keine Einschätzung möglich
Zustand: Prüfmethode	Sichtprüfung
	Kontaktprüfung (z. B. mit spitzem Gegenstand)
Gebrauchstauglichkeit	Wahrheitswert (TRUE/FALSE)
Schäden [erkennbar]	Wahrheitswert (TRUE/FALSE)
Anlagen (Fotodokumentation)	<i>optional</i>
Kommentare	<i>optional</i>
<i>if Schäden = TRUE</i>	
Anzahl der Schäden	positive Zahl [-]
Typ des Schadens (Index i) <i>bei weiteren Schäden: (Index i+1)</i>	Risse
	Feuchtstellen
	Schädlingsbefall: Pilze
	Schädlingsbefall: Insekten
	mechanisches Versagen
	Korrosion
	Sonstiges
Hauptquerschnitt (M)	Wahrheitswert (TRUE/FALSE)
Nebenquerschnitt (S)	Wahrheitswert (TRUE/FALSE)
Auswechslungsträger (W)	Wahrheitswert (TRUE/FALSE)
Fußbodenaufbau	Wahrheitswert (TRUE/FALSE)
Nutzungskategorie	Kategorie A (Wohnnutzung)
	Kategorie B (Büronutzung)
	sonstige Kategorie gemäß ÖNORM EN/B 1990
<i>if Hauptquerschnitt = TRUE</i>	
Material (M)	Holz
	Stahl/Eisen
	Mauerwerk
	Sonstiges
Höhe (M)	Angabe in [cm] (Mittelwert)
Breite (M)	Angabe in [cm] (Mittelwert)
Flanschdicke (M)	Angabe in [cm] (Mittelwert)
Trägerabstand (M)	Angabe in [cm] (Mittelwert)
<i>if Nebenquerschnitt = TRUE</i>	
Material (S)	Holz
	Stahl/Eisen

LOI 200

LOI 300

Tab. 6.2: Merkmale für die Beurteilung von Untersuchungsstellen von Geschoßdecken (Fortsetzung)

<i>Untersuchungspunkt 4 / 6 / 14: Decken</i>	
IFC-Klasse:	<i>IfcBuildingElementProxy</i>
IFC-Subtyp:	Untersuchungsstelle
PropertySet:	<i>Mset_SlabSpecific_Probe</i>
<i>Merkmal</i>	<i>Beschreibung / Auswahlmöglichkeiten</i>
	Mauerwerk
	Sonstiges
Höhe (S)	Angabe in [cm] (Mittelwert)
Breite (S)	Angabe in [cm] (Mittelwert)
Flanschdicke (S)	Angabe in [cm] (Mittelwert)
Trägerabstand (S)	Angabe in [cm] (Mittelwert)
<i>if Auswechslungsträger = TRUE</i>	
Material (W)	Holz
	Stahl/Eisen
	Mauerwerk
	Sonstiges
Höhe (W)	Angabe in [cm] (Mittelwert)
Breite (W)	Angabe in [cm] (Mittelwert)
Flanschdicke (W)	Angabe in [cm] (Mittelwert)
<i>if Fußbodenaufbau = TRUE</i>	
Anzahl der Schichten	positive Zahl [-]
Material (Schicht i)	Bauschutt
	Pflasterstein
	Ziegel
	Sonstiges
Höhe (Schicht i)	Angabe in [cm] (Mittelwert)

LOI 300

Tab. 6.3: Merkmale für die Beurteilung von Untersuchungsstellen der Fundamentsituation

Untersuchungspunkt 17.1: Fundierung	
IFC-Klasse:	<i>IfcBuildingElementProxy</i>
IFC-Subtyp:	Untersuchungsstelle
PropertySet:	<i>Mset_FootingSpecific_Probe</i>
<i>Merkmale</i>	<i>Beschreibung / Auswahlmöglichkeiten</i>
Benennung	ID_Untersuchungsstelle
Bezugsobjekt	Bauteilbezeichnung/GUID
Typ der Konstruktion (Fundierung)	Einzelfundament
	Streifenfundament
	Plattenfundament
	Sonstiges
Verortung (Fundierung)	Außenwand
	Mittelwand
	Feuermauer
	Eckbereich
Zustand: Bewertung	keine Schädigung (guter Zustand)
	leichte Schädigung (gebrauchstauglicher Zustand)
	starke Schädigung (schlechter Zustand)
	keine Einschätzung möglich
Zustand: Prüfmethode	Sichtprüfung
	Kontaktprüfung (z. B. mit spitzem Gegenstand)
Gebrauchstauglichkeit	Wahrheitswert (TRUE/FALSE)
Schäden [erkennbar]	Wahrheitswert (TRUE/FALSE)
Anlagen (Fotodokumentation)	<i>optional</i>
Kommentare	<i>optional</i>
<i>if Schäden = TRUE</i>	
Anzahl der Schäden	positive Zahl [-]
Typ des Schadens (Index i) bei weiteren Schäden: (Index i+1)	Risse
	Feuchtstellen
	mechanisches Versagen
	Korrosion
	Sonstiges
Fundamentvorsprung (FV)	Wahrheitswert (TRUE/FALSE)
Fundamentunterkante [erreicht]	Wahrheitswert (TRUE/FALSE)
Bodenklassifizierung (BK)	Wahrheitswert (TRUE/FALSE)
<i>if Fundamentunterkante = TRUE</i>	
Einbindetiefe ab FBOK	Angabe in [cm] (Mittelwert)
<i>if Fundamentvorsprung = TRUE</i>	
Tiefe ab FBOK (FV)	Angabe in [cm] (Mittelwert)
Breite (FV)	Angabe in [cm] (Mittelwert)
<i>if Bodenklassifizierung = TRUE</i>	
Hauptbestandteile (BK)	Ton
	Schluff
	Sand
	Kies
Nebenbestandteile (BK)	Ton
	Schluff
	Sand
	Kies

LOI 200

LOI 300

Tab. 6.4: Merkmale für die Beurteilung von Untersuchungsstellen der Werkstoffeigenschaften von Wänden

<i>Untersuchungspunkt 7.2 / 16.2: Wände (Werkstoffeigenschaften)</i>	
IFC-Klasse:	<i>IfcBuildingElementProxy</i>
IFC-Subtyp:	Untersuchungsstelle
PropertySet:	<i>Mset_WallSpecific_Probe</i>
<i>Merkmale</i>	<i>Beschreibung / Auswahlmöglichkeiten</i>
Benennung	ID_Untersuchungsstelle
Bezugsobjekt	Bauteilbezeichnung/GUID
Material (Wände)	Mauerwerk
	(Stahl-)Beton
	Gipskarton
	Sonstiges
Verortung (Wände)	Außenwand
	Mittelwand
	Feuermauer
	Sonstiges
Zustand: Bewertung	keine Schädigung (guter Zustand)
	leichte Schädigung (gebrauchstauglicher Zustand)
	starke Schädigung (schlechter Zustand)
	keine Einschätzung möglich
Zustand: Prüfmethode	Sichtprüfung
	Kontaktprüfung (z. B. mit spitzem Gegenstand)
Gebrauchstauglichkeit	Wahrheitswert (TRUE/FALSE)
Schäden [erkennbar]	Wahrheitswert (TRUE/FALSE)
Anlagen (Fotodokumentation)	<i>optional</i>
Kommentare	<i>optional</i>
if Schäden = TRUE	
Anzahl der Schäden	positive Zahl [-]
Typ des Schadens (Index i) bei weiteren Schäden: (Index i+1)	Risse
	Feuchtstellen
	Schädlingsbefall: Pilze
	Schädlingsbefall: Insekten
	mechanisches Versagen
	Korrosion
	Sonstiges
Werkstoffprüfung [möglich]	Wahrheitswert (TRUE/FALSE)
Werkstoffprüfung: Prüfmethode	Rückprall- und Eindringprüfung
	Laboruntersuchung
if Werkstoffprüfung = TRUE	
Festigkeit: Mörtel	Angabe in [N/mm ²]
Festigkeit: Ziegel	Angabe in [N/mm ²]
Festigkeit: Mauerwerk	Angabe in [N/mm ²]

LOI 200

LOI 300