

**Förderprogramm für Modellvorhaben
zum nachhaltigen und bezahlbaren Bau von Variowohnungen**

Kurzfassung des Endberichts

Stand: 15.02.2021

Der Forschungsbericht wurde mit Mitteln der Forschungsinitiative Zukunft Bau des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt des Berichtes liegt beim Autor.

**Umnutzung der ehemaligen Zahnklinik zum
Studierendenwohnhaus**

Aktenzeichen: F70-16-1-014

Antragsteller: Studierendenwerk Thüringen
Philosophenweg 22
07743 Jena

Forschung: Technische Universität München
Fakultät für Architektur
Lehrstuhl für Architekturinformatik
Arcisstr. 21
80333 München

Projektlaufzeit 22 Monate

Inhalt

Gebäudesteckbrief	3
Projekt, Standort und Akteure	3
Gebäudekennwerte	3
Konstruktion/Bauprozess	4
Wirtschaftlichkeit	4
Ökologie	4
Kurzfassung des Endberichts zur Umnutzung der ehemaligen Zahnklinik Erfurt	5
Bauvorhaben und Forschung	5
Zielsetzung der Forschung	6
Ergebnisse und Bewertung	7
Schwerpunktforschung	9
Quellenverzeichnis	16

Gebäudesteckbrief

Projekt, Standort und Akteure

Projektstandort	Nordhäuser Straße 78 99089 Erfurt
Bauherr	Studierendenwerk Thüringen Philosophenweg 22 07743 Jena
Architekt	ARGE baukonsult-knabe-stadelmann-plandrei Pergamentergasse 8-9 99084 Erfurt
Forschungseinrichtung	Technische Universität München Lehrstuhl für Architekturinformatik Arcisstraße 21 80333 München
Art der Maßnahme	Umbau
Innovative Maßnahmen/ Förderkriterien	Erhebliche Bauzeitverkürzung Nutzung innerstädtische Grundstücke, besondere städtebauliche Gestaltung Umsetzung des Konzepts "ready" bzw. "ready Plus" für eine vorbereitete Barrierefreiheit Umsetzung eines flexiblen Nachnutzungskonzepts Besondere Aufwendung zur Senkung der Betriebskosten Gestaltung gemeinschaftlicher Flächen, innovative Konzepte des Zusammenwohnens Ökologische Freiraumgestaltung Ausbau des Erdgeschosses mit höheren Geschosshöhen

Gebäudekennwerte

Anzahl Wohneinheiten	119
Anzahl Wohnplätze	247
Gebäudetyp	Punkthaus / Solitär
Anzahl der Gebäude	1
Anzahl der Geschosse	12
BRI (DIN 277, Stand 01/2016)	39.702,00 m ³
BGF	11.905,00 m ²
NUF	7.340,00 m ²
NE	247 St.
Gesamte Wohnfläche nach WoFIV (Wohn + Gemeinschaftsfläche)	6.941,00 m ²
Gesamte Wohnfläche abzgl. Gemeinschaftsfläche nach WoFIV	6.581,00 m ²
Gesamte Gemeinschaftsfläche nach WoFIV	360,00 m ²
Gemeinschaftsfläche je Wohnplatz	1,45 m ²

Konstruktion/Bauprozess

Bauweise	Stahlbetonskelettbau (Bestand) Trockenbau (Neubau)
Tragsystem	Skelettbau (Bestand)
Baustoff	Stahlbetonfertigteile (Bestand)
Grad der Vorfertigung	20% (6% Fassade und 14% Bestand)
Bauzeit (von – bis)	06.03.2018 - 01.10.2019
Dauer des Baus (in Monaten)	19 Monate

Wirtschaftlichkeit

Gesamtkosten Bau (KG 200 – 700, ohne 710/720/760) (nur für den Vario-Anteil)	11.721.540,00 € brutto
Baukosten (KG 300 + 400)	9.571.179,00 € brutto
Baukosten (KG 300+400)/BRI	241,10 € brutto
Baukosten (KG 300+400)/BGF	804,00 € brutto
Baukosten (KG 300+400)/NUF	1.304,00 € brutto
Baukosten (KG 300+400)/WP	38.749,70 € brutto
Warmmiete	260,00 €/m ² brutto
Möblierungszuschlag	20,00 € brutto

Ökologie

Nachhaltigkeitszertifizierungen	NaWoh
Ergebnis der Nachhaltigkeitszertifizierungen	Verleihung Qualitätssiegel empfohlen
Ready-Standard	Ready
Voraussichtlicher Primärenergiebedarf	360.413,00 kWh/a
Voraussichtlicher Primärenergiebedarf nicht erneuerbar	317.163,00 kWh/a
Voraussichtlicher Primärenergiebedarf erneuerbar	43.250,00 kWh/a
Voraussichtlicher Endenergiebedarf	507.595,00 kWh/a
Lebenszykluskosten (gemäß Nachhaltigkeitszertifizierung)	1.209,00 €/m ² BGF

Kurzfassung des Endberichts zur Umnutzung der ehemaligen Zahnklinik Erfurt

Bauvorhaben und Forschung



Abbildung 01 BIM Modell Endzustand Zahnklinik sowie Darstellung aus dem Systemkatalog.
Quelle Arge baukonsult-knabe-Stadelmann-plandrei und VE BMK Kohle u. Energie ipro

Im Rahmen der Variowohnen-Projekte wurde zusammen mit dem Studierendenwerk Thüringen als Bauherrn die ehemalige Zahnklinik, Nordhäuser Straße 78 in Erfurt zum Studierendenwohnhaus umgenutzt.

Das Studierendenwerk Thüringen nimmt als Anstalt des öffentlichen Rechts die soziale Betreuung der Studierenden im Freistaat Thüringen wahr. Hierzu gehören neben den Aufgaben der täglichen Versorgung, die Verwaltungsaufgaben rund um das BAföG, die Beratung in sozialen Belangen, die Unterstützung von Studierenden mit Kind, die Kulturförderung, die Unterstützung internationaler Gäste/ Studierender und im Besonderen das studentische Wohnen. Im letztgenannten Betätigungsfeld ist das nachfolgend zu erläuternde Wohnprojekt „Umnutzung der ehemaligen Zahnklinik zum Studierendenwohnhaus“ in Erfurt angesiedelt.

Es handelt sich um ein bestehendes 12-geschossiges Gebäude in unmittelbarer Nähe zur Erfurter Universität. Der Standort ist ca. 20 Fußminuten (ca. 1,6 km) vom Domplatz, dem Zentrum der Stadt Erfurt entfernt und ist durch die Straßenbahn sowie durch Busverkehr an den ÖPNV angebunden. Direkte Straßenbahnverbindungen zum Hauptbahnhof sind vorhanden, sodass die verkehrstechnische Erschließung auch ohne PKW möglich ist. Ein ansprechendes Netz von Fahrradwegen trägt ebenfalls zu einer ausgezeichneten Einbindung des Standortes bei. Die Nordhäuser Straße führt zwischen Campusgelände der Universität Erfurt und der Fläche des HELIOS-Klinikums hindurch. Beide Nutzungsbereiche haben einen gemeinsamen Schnittpunkt mit der Straßenbahnhaltestelle Universität. An diesem Punkt befindet sich die Hauptzufahrt zum Klinikum, sowie das gegenüberliegende Haupteingangsportal der Universität. Es ist demzufolge eine zentrale Lage des Studierendenwohnhauses im Hinblick auf den Universitätscampus festzustellen.

Das bestehende Gebäude lässt auf Grund seiner statischen Konstruktion eine hohe Flexibilität der geplanten Nutzung zu, sodass ein differenziertes Wohnungsgefüge geschaffen werden konnte. Neben Einzelappartements entstanden Wohngemeinschaften, die mit einem gemeinsamen Koch-/ Essbereich ausgestattet sind. Grundsätzlich verfügt jeder Individualbereich über eine eigene Sanitärzelle. Es ist für jeden Studierenden die Rückzugsmöglichkeit in seinen Individualbereich gegeben. Im Sockel-, Erd- und Dachgeschoss befinden sich zusätzliche Kommunikations- und Veranstaltungsbereiche, die einem multifunktionalen Anspruch gerecht werden. Es ist Ziel der Planung ein möglichst breites Spektrum an Nutzungen abzubilden, um sich verändernden

Anforderungen flexibel stellen zu können. Sämtliche Wohn- und Nutzungsbereiche sind barrierefrei erreichbar, so dass Menschen mit Handicaps vollumfänglich am Gemeinschaftsleben teilhaben können. Darüber hinaus konnten behindertengerechte Appartements realisiert werden um der Anforderung nach Unterstützung und Inklusion gerecht zu werden.

Zielsetzung der Forschung

Hinsichtlich der Untersuchungen zur Bauweise und Baukonstruktion war die Zielstellung eine Auswertung von Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen der Planer zu verschiedenen Planungsvarianten sowie Gegenüberstellungen von Kosten, Bauzeit und Risiken. Dies sollte für Entkernung und Umnutzung vs. Abbruch und Neubau (Rohbau), Demontage und Neubau der vorgehängten Fassade vs. Ergänzung Bestandsfassade, Entkernung und Neubau flexible Trennwände vs. Sanierung MW-Wände, Einbau vorgefertigter Badzellen vs. klassischer Ausbau erfolgen.

In Bezug auf die Nutzung, Nachnutzung und räumlich-gestalterische Qualitäten sollten Bedarfsanalysen für verschiedene Wohnungsgrößen durchgeführt werden. Weiteres Ziel war eine Bewertung von einförmigen und durchmischten Wohnungsgrößen.

Für die Untersuchungen zur Nachhaltigkeit und Zertifikatserstellung sollte untersucht werden ob bei Umnutzungen von Bestandsgebäuden und Hochhäusern Anpassungen der Nachhaltigkeitskriterien erfolgen muss. Die Zielstellung war eine Nachweisführung und Zertifikatserstellung nach NaWoh.

Im Bereich der Auswertung der Kosten und Effizienz des baulichen und technischen Konzepts sollte eine vergleichende Gegenüberstellung der Kosten von den Varianten Neubau oder Umnutzung mit und ohne dem Variowohnen-Konzept erfolgen. Weiterhin sollten die finalen Ergebnisse aus der Kostenfeststellung in Bezug zu prognostizierten Kosten aus der Planungsphase gegenübergestellt werden. Weitere Untersuchungen beinhalteten die Entwicklung von Kostenrisiken und die Auswirkung von Entscheidungen im Projektverlauf in Bezug auf die Kosten.

Der Schwerpunkt der Forschung bei diesem Projekt lag in der Anwendung der BIM-Methodik für das Planen und Bauen im Bestand. Bauen im Bestand bildet längst einen eigenständigen Tätigkeitsbereich im Bauwesen. Die Zielsetzung steht vor dem Hintergrund des technologischen und prozessualen Umbruchs durch Fortschritte in der IT Unterstützung für die Planung von Bauwerken. Planungsbüros und Baufirmen setzen zunehmend auf die Technologie des Building Information Modeling (BIM), die die Nutzung digitaler Bauwerksmodelle über den gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks vorsieht. Das Ziel des Forschungsschwerpunkts waren Untersuchungen von Prozessen der Erfassung und Abbildung von Altbausubstanz mit der Methodik des Building Information Modeling (BIM) und die Nutzung für nachgelagerte Planungsprozesse.

Basierend auf der Analyse von Bestandsdokumentationen sollten im Forschungsprojekt Anforderungen an digitale Daten von bestehender Bausubstanz, deren Erfassung, Übertragung und Abbildung in BIM-Systemen erarbeitet und in einen Kriterienkatalog überführt werden. Parallel wurden die Arbeitsprozesse hinsichtlich der BIM-Applikationen und der in den Systemen vorhandenen Möglichkeiten zur Anpassung analysiert.

Als letzter Arbeitsschritt waren eine Defizitanalyse der vorherrschenden Prozesse und die Ableitung einer Anforderung an ein BIM-System für den Bestand vorgesehen. Die Zielstellung war eine detaillierte Beschreibung zu Vorgehensweisen bei der Modellerstellung sowie der Datenqualität und des Detaillierungsgrades. Die gewonnenen Ergebnisse sollten in Handlungsrichtlinien überführt und kritische Teilaspekte anhand von Beispielen evaluiert werden.

Dafür wurden zunächst aktuelle Ergebnisse aus der Forschung und aktuell verfügbarer BIM-Autoren-Software und BIM-Kollaborations-Software hinsichtlich technischer und prozessualer Aspekte recherchiert und strukturiert zusammengetragen. Anhand des Projekts Umnutzung der ehemaligen Zahnklinik zum Studierendenwohnhaus

wurden die Abläufe in der Planung und während der Ausführung im Hinblick auf den Einsatz der BIM-Methodik beim Planen und Bauen im Bestand untersucht und dokumentiert. Im nächsten Schritt wurden die Ergebnisse aus der Forschung mit den Ergebnissen aus der Praxis vergleichend gegenübergestellt. Das Ziel war anhand der Gegenüberstellung Potentiale und Defizite hinsichtlich nachfolgender Aspekte zu identifizieren. Zum einen sollte durch den Abgleich die aktuellen prozessualen Abläufe in der Praxis sowohl in der Planung als auch in der Ausführung untersucht werden. Ein weiterer Aspekt war die kritische Untersuchung aktuell verfügbarer BIM-Autoren Software und BIM-Kollaborationswerkzeuge. Das Ziel der Untersuchungen war die Formulierung einer konzeptuellen Anforderungsdefinition für Prozesse, Modellinhalte und Systemumgebungen.

Ergebnisse und Bewertung

Das Gebäude, das im Rahmen des Vario-Förderprogramms umgenutzt wurde, entstand 1975 als stomatologische Klinik und stand seit 2005 leer. Die Tragstruktur ist ein Stahlbetonskelett-System aus Stützen und Riegeln, mit wenigen aussteifenden Stahlbetonwänden. Als Decken wurden horizontal Spannbetonhohldielen eingesetzt.

Bei dem Bestandsprojekt mussten, aufgrund der engen Vorgaben aus der Förderrichtlinie „für Modellvorhaben zum nachhaltigen und bezahlbaren Bau von Variowohnungen“, innerhalb kurzer Zeit wesentliche Entscheidungen zum Umgang mit dem Bestand – über Erhalt, Abriss oder Neubau – getroffen werden. Zwischen Abschluss der Planervergabe und dem erforderlichen Baubeginn standen ca. 13 Monate inkl. Genehmigung und öffentlicher Ausschreibung der Bauleistungen zur Verfügung, weswegen ein intensiver paralleler Prozess mit Bauaufnahme, Planung, Bewertung und Entscheidungen im Sommer und Herbst 2016 geführt wurde. Die im Endbericht des begleitenden Forschungsprojektes vorgestellten Variantenuntersuchungen dokumentieren beispielhaft diesen Prozess, die wesentlichen Bewertungen und die getroffenen Entscheidungen, die einen wesentlichen Einfluss auf das wirtschaftliche Ergebnis aber auch die erreichten funktionalen, gestalterischen und nachhaltigen Qualitäten des fertig gestellten Gebäudes hatten.

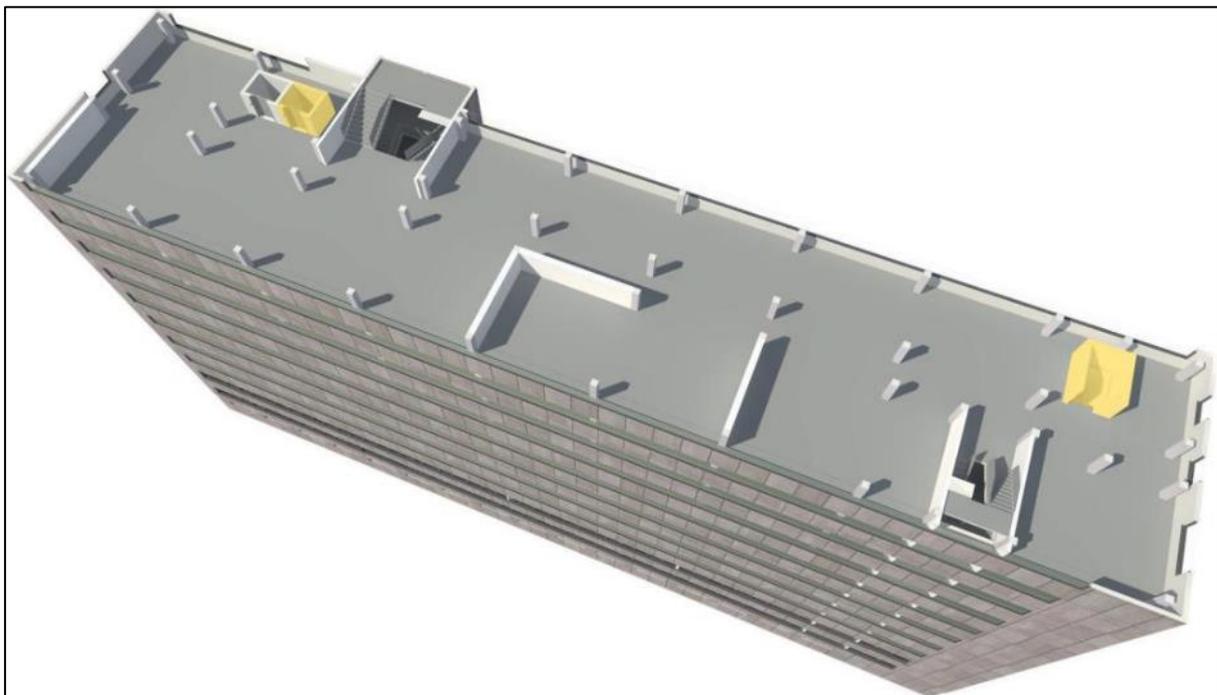


Abbildung 02 BIM Modell der tragenden Bauteile nach Entkernung Zahnklinik.
Quelle Arge baukonsult-knabe-Stadelmann-plandrei

Aufgrund der vorhandenen Skelettbauweise waren die raumaufteilenden Innenwände nicht tragend und konnten mit geringem Aufwand zurückgebaut werden. Hierdurch waren flexible Neuaufteilungen der Grundrisse und somit

Anpassungen an aktuelle Bedürfnisse möglich. Die positiven Eigenschaften des flexiblen Baukastensystems stehen dabei immer den einschränkenden Eigenschaften aus mangelnder Materialverfügbarkeit zur Herstellungszeit sowie geänderten funktionalen und normativen Anforderungen gegenüber. Insbesondere die vertikale Leitungsführung durch die Spannbetonhohldielen gestaltete sich schwierig.



Abbildung 03 ursprüngliche Entwurfsplanung Erdgeschoss mit Gemeinschaftsräumen und Staffelgeschoss mit 14 Wohnplätzen.
Quelle Arge baukonsult-knabe-Stadelmann-plandrei



Abbildung 04 freigegebene Entwurfsplanung Erdgeschoss mit zus. Wohnplätzen (s.S.4 unten) und Staffelgeschoss mit Gemeinschaftsräumen (S.5).
Quelle Arge baukonsult-knabe-Stadelmann-plandrei

Neben den grundlegenden Entscheidungen zum Abbruch oder einer Umnutzung, zum Umgang mit der bestehenden Fassade und zum Umfang des Eingriffs in die raumtrennenden aber nicht tragenden Elemente, stand bei diesen Variantenuntersuchungen besonders die weitere Nutzung des Staffelgeschosses im Fokus.

Im Rahmen der Prüfung der Entwurfsplanung und Kostenberechnung wurde innerhalb von 2 Wochen der komplette Entwurf des Erdgeschosses und des Staffelgeschosses im bauteilorientierten 3d-Modell umgesetzt und die wesentlichen Kriterien für 4 Varianten zur Entscheidungsfindung untersucht. Die Entscheidung fiel einvernehmlich gegen Wohnplätze im Staffelgeschoss und für die Erhaltung der Bestandsstruktur mit Integration der großen Gemeinschaftsräume ins Staffelgeschoss. Die Qualität und Geschwindigkeit der planerischen Zusarbeiten zeigen das Potential von BIM im Bestand.

Die Umnutzung der ehemaligen Zahnklinik in ein Studierendenwohnhaus mit 247 Wohnplätzen zeigt, dass Nachnutzungen in Bestandsobjekten möglich und sinnvoll sind. Der Aufwand, der im Inneren des Objektes betrieben werden musste, verdeutlicht jedoch auch, dass eine flexible Tragstruktur nicht alles ist. Zur Schaffung von funktionalen, flexiblen und nachhaltigen Wohnplätzen musste das Gebäude komplett auf seine Tragstruktur zurückgeführt und neu aufgebaut werden. Nur die Bodenaufbauten in den Treppenhäusern und die vorgehängten Brüstungsplatten der Fassaden konnten von den nicht tragenden Strukturen erhalten werden, verursachten mit ihren erheblichen Maßabweichungen aber trotzdem umfangreiche Anpassungsmaßnahmen. Bei der Neuaufteilung der Geschosse wurden verschiedene Anforderungen von 1er-Apartments bis zu 4er-Wohngemeinschaften berücksichtigt. Die Qualitäten orientieren sich dabei an aktuellen Standards und Normen. Um spätere Umnutzungen mit geringerem Aufwand umsetzen zu können, wurden im Rahmen der Planung bereits weitere Grundrisslösungen konzipiert. Diese angedachten, späteren Umnutzungen können mit einem geringen Aufwand umgesetzt werden. Die Erschließung des Gebäudes und der Wohneinheiten sowie die weiteren Anforderungen gemäß dem Standard „ready“ wurden dabei, soweit im Bestand überhaupt möglich, umgesetzt.

Das Studierendenwohnhaus wurde nach Abschluss der Baumaßnahme nach dem Anforderungskatalog der NaWoh zertifiziert und zur Verleihung des Gütesiegels empfohlen. Dabei hat es nicht nur alle wesentlichen Anforderungen an einen vergleichbaren Neubau erfüllt, sondern auch bei wichtigen Kriterien wie dem nicht erneuerbaren Primärenergiebedarf oder den Lebenszykluskosten die Anforderungen deutlich übererfüllt.

Zur Bewertung der Effizienz und der Kosten des Objektes wurden Vergleiche mit 5 anderen Wohnhausprojekten des Studierendenwerks Thüringen mit und ohne Varioanforderungen durchgeführt. Dabei zeigte sich, dass die regional und zeitlich homogenisierten Kosten mit rund 2.130 €/m² Wohnfläche (KG 200 bis 700 brutto inkl. Entkernung) für die Umnutzung der ehemaligen Zahnklinik im unteren Bereich der vergleichbaren Projekte liegt. Durch die Erhöhung der Wohnflächen und zusätzlicher Gemeinschaftsflächen je Wohnplatz gegenüber Projekten ohne Varioanforderungen sind die Kosten je Wohnplatz mit rund 60.500 € brutto jedoch deutlich höher als bei älteren Projekten. Ein erheblicher Anteil der Gesamtkosten resultiert aus Risiken der Bestandskonstruktion und insbesondere dem Umstand, dass das Hochhaus mit der Umnutzung an aktuelle Normen und Standards angepasst werden musste. Darüber hinaus fiel die Ausführungszeit in eine Phase mit stark steigenden Baukosten und einer hohen Marktsättigung. Das Ergebnis muss unter den aktuellen Bedingungen und auch in Relation zu älteren Projekten und parallellaufenden Varioprojekten als sehr effizient angesehen werden.

Schwerpunktforschung

Das Bauen im Bestand (BiB) umfasst den Umbau, die Erweiterung sowie den Abriss und Neubau im Kontext bestehender baulicher Anlagen. Weitere Unterkategorien bilden unter anderem Sanierung, Modernisierung, Umnutzung und Denkmalschutz. Die HOAI liefert weitere Definitionen die insbesondere für die Festlegung des Leistungsumfangs relevant sind. Aufgrund eines hohen Gebäudebestands in der Bundesrepublik Deutschland welcher älter als 25 Jahre und somit in naher Zukunft modernisierungsbedürftig ist, wird das Bauen im Bestand zunehmend an Bedeutung gewinnen und somit vermehrt zu den Aufgaben in Planungsbüros zählen.

Das Bauen im Bestand unterscheidet sich im Wesentlichen vom Neubau durch das „reale“ Vorhandensein der Bausubstanz und ist das Ergebnis von baulichen Veränderungen, die im Laufe des Lebenszyklus an dem ursprünglich geplanten Bauwerk vorgenommen wurden. Ausgangspunkt für den Planungsprozess im Bestand ist eine gründliche Kenntnis der bestehenden baulichen Anlagen. Die Praxis zeigt, dass Veränderungen nicht oder nur teilweise dokumentiert sind, und somit bildet die Erfassung des Bauwerks und verlässliche Informationsgrundlagen eine essentielle Grundlage für das Bauen im Bestand. Beim Bauen im Bestand beginnt ein BIM-Projekt zwangsläufig an einem Punkt im Lebenszyklus, der komplexer ist als bei einem Neubau-Projekt. Während im Neubausektor Informationen ausschließlich im Entwurfs- und Planungsprozess generiert werden, müssen bei Projekten mit bestehenden baulichen Anlagen vorhandene Informationen aus verschiedenen Quellen abgerufen, organisiert und validiert werden. Weiterhin kann eine vollständige oder partielle Erfassung des IST-Zustandes entsprechend der planerischen Zielsetzung erforderlich sein.

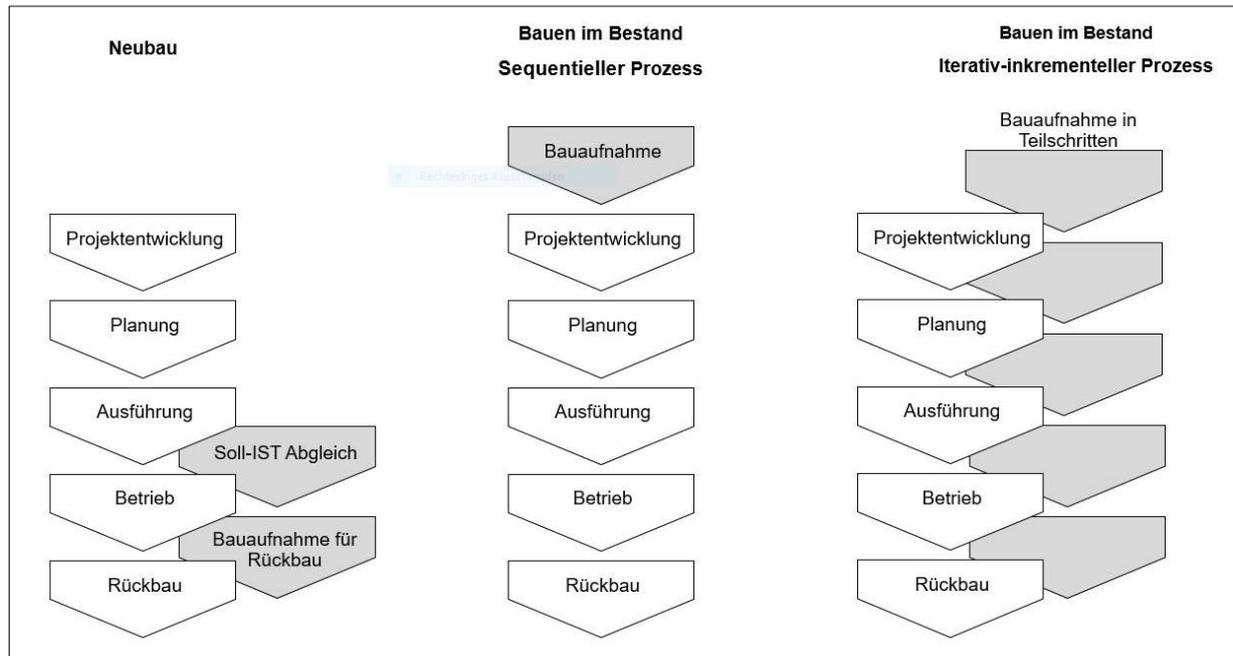


Abbildung 05 Bauaufnahme im Lebenszyklus.
Quelle: eigene Darstellung



Semantische Daten
Material
U-Wert
...

Geometriebezogene Daten
Höhe
Breite
Rohbaumaße
...

Relationale Daten
Brüstungshöhe – Bezug zur Decke
Zugehörigkeit zu einer Wand oder einem Raum
Beziehung zu anderen Fenstern – Instanz/Original
...

Informale Daten
Bilder
Befunde
...

temporale Daten
Zeitpunkt der Erstellung
Lebensdauer
Zeitpunkt einer Veränderung/ Wartung/ Instandhaltung
...

Abbildung 06 Bild eines Fensters mit Benennung der Daten.
Quelle: Eigene / Umnutzung des ehemaligen Blutspendezentrums, Erfurt. ARGE baukonsult-knabe-stadelmann-plandrei

Für die Ableitung von Anforderungen des BiB an die BIM Methodik wurde in den Untersuchungsrahmen prozessuale und deskriptive Aspekte einbezogen.

Für den Prozess der Bauaufnahme, der heute meist sequenziell erfolgt, wurde entsprechend den Anforderungen des Planungsprozesses eine iteratives Vorgehensmodell vorgeschlagen, um den Informationsgehalt des „Bauwerkes“ schrittweise im Planungsablauf zu verdichten (Abbildung 05). In prozessualer Hinsicht wird die Bauaufnahme weniger als ein sequentielles, sondern als ein iteratives-inkrementelles, planungsbegleitendes Verfahren begriffen. Neben dem prozessualen Vorgehensmodell erfolgte eine Kategorisierung und formale Beschreibung der aufzunehmenden Daten entsprechend ihres Charakters (Abbildung 06).

Die erhöhte Komplexität der Planung für das Bauen im Bestand ist durch den durchgängigen Einsatz moderner IT-gestützter Verfahren und der BIM Methodik zunehmend beherrschbar. Werkzeuge und Methoden für das digitale Bauaufmaß ermöglichen zunächst die digitale Erfassung und Dokumentation der Geometrie des Bestands, des IST-Zustandes. Neben geometrischen Daten müssen auch nicht-geometrische Daten und Dokumente über den Bestand erfasst werden. Diese müssen systematisch strukturiert und dem digitalen Bauwerksmodell eindeutig zugeordnet werden, was in aktuell verfügbaren Systemen nur zum Teil unterstützt wird. Im vorliegenden Bericht wurden aktuell verfügbare Softwareapplikationen und in Entwicklung befindliche Methoden hinsichtlich Genauigkeit und Effizienz untersucht und in den Prozess der Bauaufnahme eingeordnet.

Die digitale Erfassung der Geometrie erfolgt durch Einzelpunktverfahren (Handaufmaß, Tachymetrie) oder flächendeckende Verfahren (Photogrammetrie, Laserscanning). Das Laserscanning ist heute eine etablierte Methode für das Bauaufmaß, aber andere Techniken wie Handaufmaß und Tachymetrie sind in Ergänzung oder einzeln für den Abgleich mit Bestandsunterlagen oder Bestandsmodellen unerlässliche Werkzeuge.

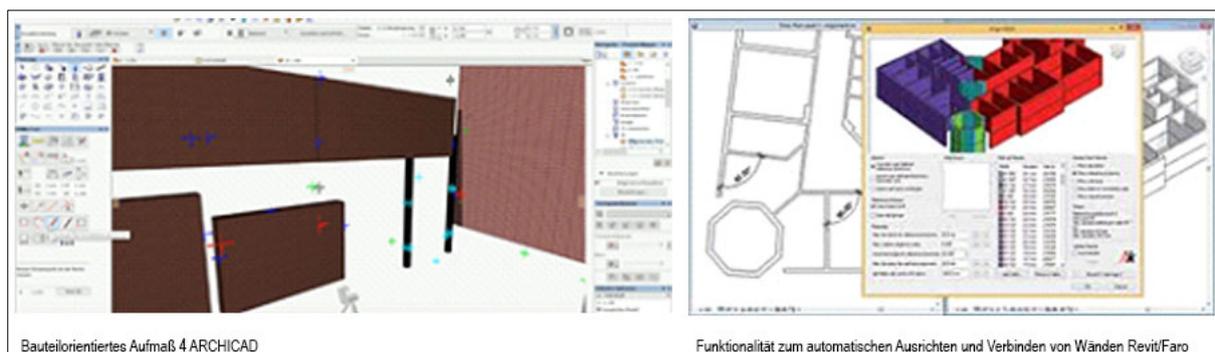


Abbildung 07 Funktionalitäten zur Bauteilbildung im BIM-System.

links: Bauteilorientiertes Aufmaß, Quelle Flexijet 4ARCHICAD, www.flexijet.info

rechts: Funktionalität zum automatischen Ausrichten und Verbinden von Wänden., Quelle: As built for Revit/Faro.

Nach der Erfassung der Geometrie des Bauobjektes (IST-Zustand), bspw. in Form einer Punktwolke, bieten aktuelle BIM-Autoren und BIM-Kollaborationswerkzeuge Funktionen zur Überlagerung der aufgenommenen Geometriedaten als Planungsgrundlage und Referenz an. Auf dieser Grundlage wird ein BIM-Modell des Bestands zur Verwendung für die weitere Planung erzeugt. Dazu stehen Werkzeuge zur Verfügung, welche eine teilautomatische Ableitung eines BIM-Modells aus der Punktwolke ermöglichen. Ein Modell ist gemäß der Modelltheorie immer eine abstrahierte und vereinfachte Darstellung der Realität (Interpretation), daher ist die Kennzeichnung von Abstraktion, Vagheit und Unvollständigkeit ein Teilaspekt der Bestandsaufnahme. In aktuell verfügbaren BIM Systemen werden die Aspekte der Abbildung von Vagheit und Unvollständigkeit, insbesondere die Unterscheidung von Befunden und Interpretation, nur unzureichend unterstützt.

Existierende DIN Richtlinien der Plandarstellung und Kategorisierung der Zeichnungselemente hinsichtlich bestehenden, abzubrechenden und neu zu erstellenden Bauteilen lassen sich auf die Anwendung der BIM-Methode übertragen und sind teilweise in Authoring Tools umgesetzt.

Die Genauigkeit der aufzunehmenden Daten und des abzuleitenden BIM-Modells ist projektabhängig zu betrachten und festzulegen. In diesem Kontext existieren je nach Anwendungsfeld verschiedene Definitionen und Richtlinien im internationalen Kontext. Es kann unterschieden werden zwischen der Genauigkeit bei der BIM-Modellerstellung insbesondere im Neubau in Bezug auf die Planungsphasen sowie der Genauigkeit bei der Erfassung des Bestands. In Bezug auf den Bestand wird unterschieden zwischen gemessener Genauigkeit (Aufmaß) und repräsentierter Genauigkeit (Modell).

		Leistungsphasen gem. HOAI									
Nr	Anwendungsfälle	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Bestandserfassung											
1	Bestandserfassung und Übertragung in BIM	■	■								
1.1	Planungsbegleitende Bestandserfassung			■	■		■			■	
1.2	Konsolidierte Datenquelle	■			■		■			■	
1.3	Soll-Ist Abgleich und Dokumentation Baufortschritt									■	■
1.4	Dokumentation für Denkmalschutz	■								■	■
1.5	Darstellung historischer Zustände	■									
Planung											
2	Planungsvariantenuntersuchung			■	■		■				
3	Visualisierungen			■	■		■				

Abbildung 08 BIM-Anwendungsfälle für das BiB (Auszug).
Quelle: eigene Darstellung, nach „BIM4INFRA-Umsetzung Stufenplan Digitales Planen und Bauen“

Für das BIM-basierte Planen und Bauen im Bestand ist es notwendig den Umfang der planerischen Maßnahmen genau zu beschreiben, um die für die digitale Bauaufnahme relevanten Bereiche zu identifizieren. Die Anforderungen an die Bauaufnahme sowie der Umfang und die Qualität der zu liefernden Daten werden in den Auftraggeberinformationsanforderungen (AIA) festgelegt, basierend auf den projektrelevanten BIM-Anwendungsfällen. Für das BiB wurden BIM-Anwendungsfälle vorgeschlagen und detailliert ausgearbeitet. Bei Angebotsabgabe muss der Auftragnehmer im Rahmen des BIM-Abwicklungsplans ein Vermessungskonzept beschreiben welches nach Auftragsvergabe verfeinert und fixiert wird (Abbildung 09).

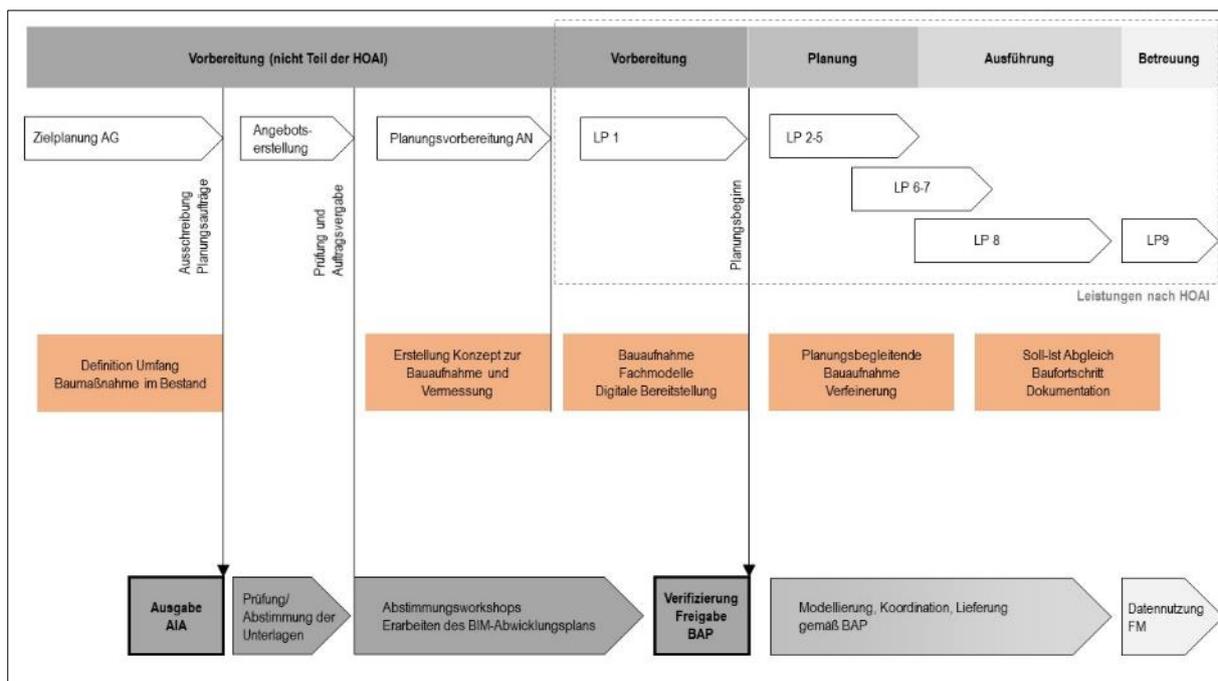


Abbildung 09 Erweiterung der Projektphasen, AIA und BAP im Hinblick auf Bauen im Bestand und die HOAI.
Quelle: BIM Leitfaden/eigene Darstellung

Im Kontext von Planen und Bauen im Bestand müssen neben den etablierten Fachmodellen, wie Architekturmodell, Tragwerksmodell und TGA-Modell, weitere Modelle definiert werden, die geometrische oder semantische Daten zum Bestand (Bauaufmaß) oder auch informale Daten wie Fotos, Befunde und relevante Dokumentation enthalten.

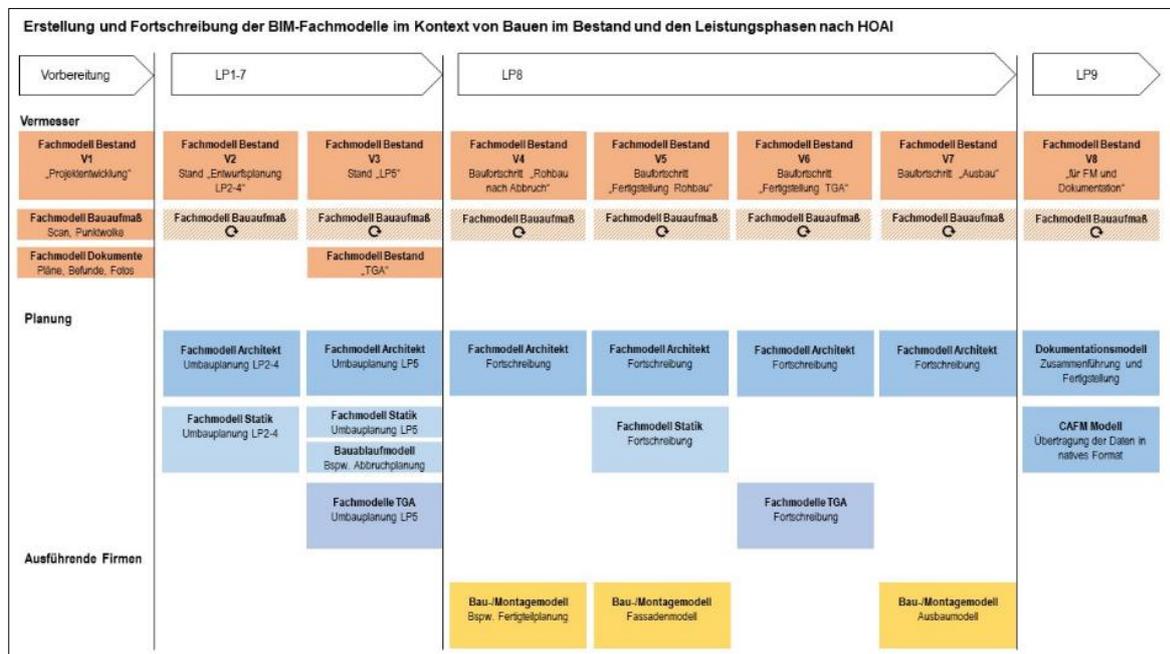


Abbildung 10 Erstellung und Fortschreibung der BIM-Fachmodelle beim Bauen im Bestand und Einordnung im Kontext der Leistungsphasen nach HOAI.
Quelle: eigene Darstellung

Basierend auf Untersuchungen der organisatorischen Richtlinien zur Anwendung der BIM Methodik wurden für das Planen und Bauen im Bestand Erweiterungen im Hinblick auf die Beschreibung von Fachmodellen identifiziert. Neben den im BIM-Leitfaden (Arbeitskreis BIM 2016) identifizierten Fachmodellen wurden spezifisch für das Bauen im Bestand Ergänzungen vorgeschlagen und ausgearbeitet. Das „Fachmodell Bauaufmaß“ enthält die nicht-interpretierten Rohdaten des Bauaufnehmenden, dies kann beispielsweise eine mittels Laserscanner erfasste 3D-Punktwolke sein. Die zu erfassenden Bereiche sowie die Auflösung der Punktwolke wird in den AIA und dem BIM-Abwicklungsplan festgelegt. Darüber hinaus kann das Fachmodell Bauaufmaß je nach Planungs- und Baufortschritt unterschiedliche Stadien und Detailgrade aufweisen. Im Fachmodell „Dokumente“ werden Dokumente zur Zustandserfassung, Befunde, Fotos und Plandokumentation hinterlegt. Dokumente zur Zustandserfassung und Befunde müssen an den entsprechenden Bauteilen im Modell lokalisiert und verknüpft werden. Dem Fachmodell Bestand, mit nativen BIM Bauteilen erstelltes Modell (Interpretierte Rohdaten), liegen die Fachmodelle Bauaufmaß und „Dokumente“ zugrunde. In der BIM Umgebung wird auf das Fachmodell Bestand sowie das Fachmodell „Dokumente“ referenziert und mit nativen BIM Objekten ein Modell abgeleitet. Die Fachmodelle Bauaufmaß und „Dokumente“ müssen stets mitgeführt werden um alle verfügbaren Informationen allen Projektbeteiligten zugänglich zu machen und um Abweichungen vom realen Zustand sichtbar zu machen. Vermutungen und Interpretationen werden dokumentiert und mitgeführt. Dieses Modell bildet die Grundlage für alle weiteren Planungen. Partiiell je nach Anforderung und Verfügbarkeit von Daten kann dieses Fachmodell unterschiedliche Informationstiefen und Ausarbeitungsgrade aufweisen. Es kann beispielsweise je nach Notwendigkeit der Baumaßnahme Bereiche geben die bereits mit BIM Objekten erstellt wurden, bei anderen Bereichen ist eine Punktwolke vorhanden oder für wieder andere Bereiche liegen nur digitale Bestandspläne vor.

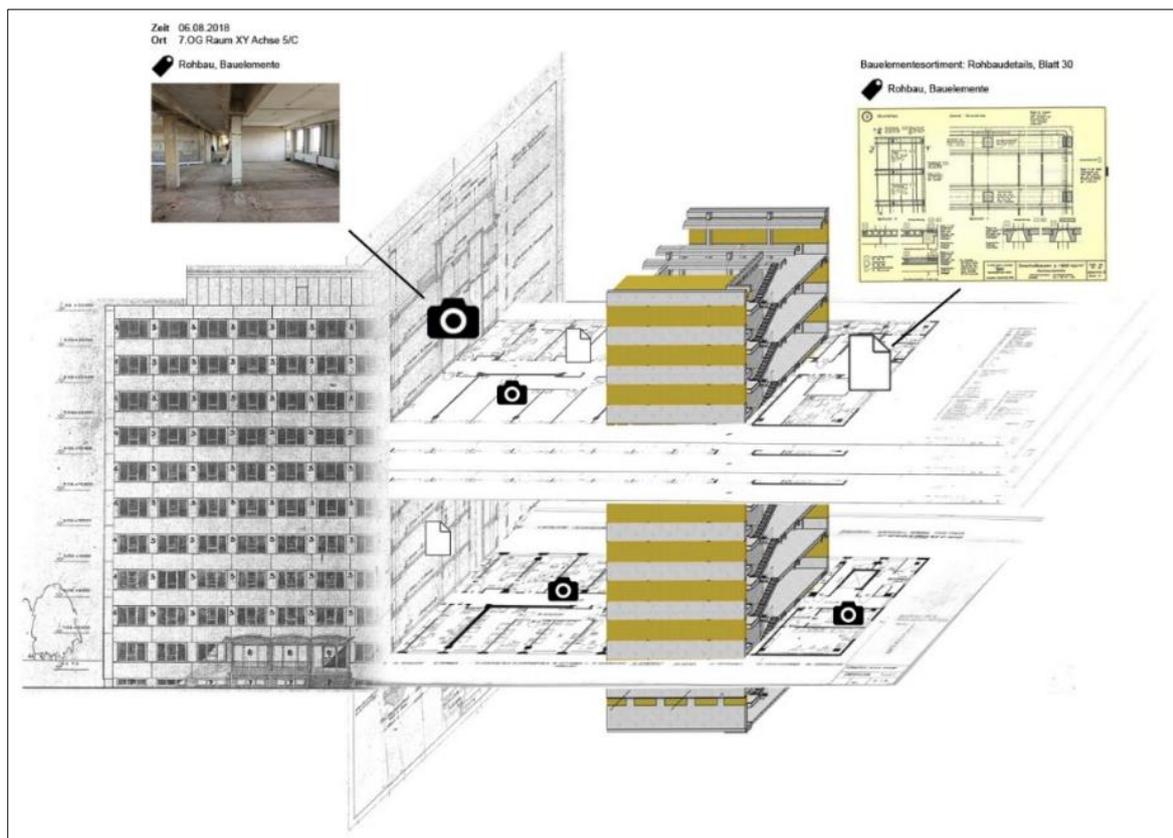


Abbildung 11 Fachmodell Bestand: Überlagerung von Plänen und Dokumenten zum Bestand mit einem partiellen BIM Modell (Mock Up)
Quelle: eigene Darstellung

Auf Grundlage der AIA und BIM-Anwendungsfälle wird in Kooperation mit dem Vermessungs- und Planungsbüro (Auftragnehmer) der BIM-Abwicklungsplan (BAP) ausgearbeitet und laufend fortgeführt. Vorlagen für den BAP existieren zwar, wurden aber im Ergebnis des Projektes für das Bauen im Bestand verfeinert. Im Sinne einer konsolidierten Datenquelle werden die Daten in einem zuvor festgelegten Umfang über einen gemeinsamen Datenraum allen Projektbeteiligten zur Verfügung gestellt. Es ist sicherzustellen, dass neben den erzeugten BIM-Modellen aus Bauaufnahmedaten (Interpretation) auch die nicht interpretierten Bauaufnahmedaten (Messdaten, Fotos, Befunde etc.) wie beispielsweise 3D Punktwolken, zu jedem Zeitpunkt abrufbar sind, zum Beispiel durch Überblendung. Im Rahmen des Projektes wurden Anforderungen, Funktionalitäten und exemplarische Umsetzungen für eine „BIM-Koordinations-Umgebung für Bestandsmodelle“ konzipiert, beispielsweise zur Darstellung von Interpretation, Abstraktion, Kategorisierung und Darstellung von Vermutungen und vagen Informationen, sowie Verknüpfung mit ergänzender Dokumentation, Fachinformationen, und konkreter Verortung dieser im Modell.

Während in der Literatur und in Handreichungen sowie Leitfäden in hoher Tiefe und detailliert der Einsatz der BIM Methodik beschrieben wird setzt sich in der Praxis ein heterogenes Bild zusammen. Die Bauaufnahme in den Projekten Umnutzung Zahnklinik und Blutspendedienstzentrum umfasste auch aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten insbesondere die Verwendung vorhandener Plandokumentation und Gegenprüfung mit Kontrollmaßen vor Ort. Ein BIM-Modell des Bestands wurde daraus abgeleitet und diente als weitere Planungsgrundlage, zur Variantenuntersuchungen, Visualisierung, Mengen und Flächenermittlung. Probleme in Bezug zum Bestand, die während der Ausführung auftraten, könnten durch eine verstärkte Nutzung von digitalen Bauaufnahmefethoden adressiert werden. In diesem Zuge müssten detailliertere Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen in Form von Kosten-Nutzen-Analysen durchgeführt werden, um zu beurteilen, ob der erhöhte Aufwand im Vorfeld gerechtfertigt ist.



Abbildung 12 Überlagerung eines Gebäudemodells mit Plandokumentation in Revit.
 Quelle: Eigene Darstellung/ baukonsult-knabe / Revit

Zusammenfassend ist festzustellen, dass hinsichtlich einer durchgängigen BIM-gestützten Planung für das Bauen im Bestand nicht alle Aspekte in aktuell verfügbaren BIM-Umgebungen sowie Prozessbeschreibungen abgebildet sind. BIM-Umgebungen müssen hinsichtlich eines durchgängigen, und strukturierten Informationsflusses auch im Hinblick auf nicht-geometrische Daten erweitert werden. Je nach Art und Umfang der Baumaßnahme müssen Prozesse der Bestandsaufnahme sowie Ableitung und Fortschreibung von BIM-Modellen feiner untergliedert und iterativ-inkrementell anstatt sequentiell betrachtet werden. Dies hat wiederum Einfluss auf den Leistungsumfang der von einem Auftragnehmer zu erbringen ist.

Quellenverzeichnis

Arbeitskreis BIM, AG BIM-Leitfaden (2016) Borowietz M, Braun M, Brossmann, A., Düspohl R, Grohmann M, Oltmanns H-G, Prokop I (Hrsg.) BIM-Leitfaden für die Planerpraxis : Empfehlungen für planende und beratende Ingenieure. Verband beratender Ingenieure, Berlin.

BIM4INFRA2020, BIM – Zielszenario, Umsetzung des Stufenplans „Digitales Planen und Bauen“ (2018), <https://bim4infra.de> Zugegriffen: 11.November 2020.