

Ausführung und Übergabe in die Nutzung

Dr. Peter Döinghaus (Codema International GmbH)
Brian Klusmann (Bergische Universität Wuppertal)
Prof. Uwe Rotermund (Fachhochschule Münster)
Leonie Temme (Fachhochschule Münster)

1 Einleitung

Während der Phase der Bauausführung kann von den in den früheren Leistungsphasen durch die Verwendung von Bauwerksmodellen und Datenbanken aggregierten Daten profitiert werden. Echter Mehrwert entsteht jedoch nicht durch eine möglichst große Datenmenge, sondern dann, wenn die Daten für die Ausführung tatsächlich relevant, richtig sowie schnell und komfortabel greifbar sind.

Damit die während der Planungsphase aggregierten Daten während der Phase der Bauausführung sinnvoll genutzt werden können, kommt es also vor allem darauf an, sie auf einen sinnvollen Umfang zu reduzieren und in eine geeignete Form zu bringen. Mithilfe einer geeigneten Datenbasis können alle am Bau Beteiligten innerhalb der Bauausführung zuverlässiger agieren. Dies gilt für die bauausführenden Unternehmen in gleicher Weise wie für die Bauüberwachung, die Projektsteuerung und den Bauherrn. Zusätzlich dazu ermöglicht die Verwendung von Bauwerksmodellen und Datenbanken den Einsatz effektiver und effizienter Methoden zur Überwachung von Kosten, Terminen und Qualitäten auf der Baustelle.

Für die Projektsteuerung ist es wichtig, die sich hierdurch ergebenden Möglichkeiten zu kennen. Dann kann sie frühzeitig dafür sorgen, dass die Beteiligten erstens die Daten in geeigneter Form zur Verfügung stellen (1. Anforderung: Datenformat), zweitens die jeweils wirkungsvollen Methoden anwenden (2. Anforderung: Methode) und drittens die Daten so aufbereiten, dass sie mithilfe der Methoden tatsächlich sinnvoll verarbeitet werden können (3. Anforderung: Datenaufbereitung).

Eine Aufgabe ist es daher, geeignete Anwendungsfälle zu identifizieren und zu beschreiben. Diese Anwendungsfälle werden mehrheitlich „sekundäre Anwendungsfälle“ sein, da sie für die Auftraggeber nur mittelbar von Bedeutung sind.

Ein Beispiel: Für den Anwendungsfall „Modellgestütztes Mängelmanagement“ (Methode) werden unter anderem die Gebäudegeometrie (Daten) zur Verortung der Mängel sowie die Gewerkestruktur (Daten) zur automatischen Adressierung der ausführenden Unternehmer, die den Mangel zu beseitigen haben, benötigt. Allerdings werden nicht alle während der früheren Planungsphasen aggregierten Daten zur Gebäudegeometrie benötigt. Für die Verortung der Mängel reicht ein vergleichsweise grobes Datenmodell mit einem Ausarbeitungsgrad 300 (englisch Level of Development – LOD) aus (Datenaufbereitung). Somit handelt es sich hierbei um einen Anwendungsfall, der in den Auftraggeber-Informationsanforderungen (AIA) formuliert werden muss, wenn er umgesetzt werden soll.

Eine besondere Herausforderung ist, dass die Anwendungsfälle für die späte Phase der Bauausführung in der Regel bereits vor der Planungsphase und damit unter Umständen Jahre vor der Bauausführung formuliert werden müssen.

Daher müssen also die möglichen Anwendungsfälle für die Bauausführung genauso frühzeitig wie alle anderen Anwendungsfälle identifiziert werden. Diese Anwendungsfälle werden mit den Planungsbüros grundsätzlich vereinbart und deren Umsetzung bei Bedarf während des Projektverlaufs an das Projekt angepasst.

In diesem Kapitel werden daher die derzeitigen und die denkbaren Möglichkeiten des Einsatzes digitaler BIM-Methoden während der Bauausführung vorgestellt, in ihrer generellen Funktionsweise erläutert und mit ihren Vor- und Nachteilen dargestellt. Da dies kein Leitfaden für die Bauüberwachung ist, werden keine detaillierten Anleitungen zur Verwendung ganz spezieller Werkzeuge oder Produkte zu finden sein. Dies ist für die Projektsteuerung von untergeordnetem Interesse.

Bei der Betrachtung der digitalen BIM-Methoden für dieses Kapitel wurde der Leistungszeitraum der Projektsteuerung parallel zur Leistungsphase 8 nach HOAI – also vom Beginn der Baumaßnahme bis zum Abschluss der Inbetriebnahme und der Abnahme – berücksichtigt.

2 Vertragskonstellationen

Die Phase der Bauausführung stellt deshalb eine Besonderheit innerhalb des BIM-Prozesses dar, weil zusätzliche Beteiligte hinzukommen, die in die methodischen Abläufe einbezogen werden können, sollen oder müssen.

Es ist häufig zu hören, dass die BIM-Methode dann besonders gut funktioniert, wenn für das Planen und das Bauen ein Unternehmen (Generalübernehmer) verantwortlich ist. Grund dafür ist die Tatsache, dass andernfalls eine oder mehrere weitere Schnittstellen entstehen, bei deren Gestaltung verschiedene Fragen zu beantworten sind, wie zum Beispiel:

- Werden die in der Planung entstandenen Modelle an die bauausführenden Unternehmen übergeben? Wenn ja, in welcher Form? („Übergabe von Modellen“)
- Sollen die bauausführenden Unternehmen mit den erhaltenen Modellen weiterarbeiten, oder sollen oder wollen sie eigene Modelle aufbauen? („Umgang mit den Modellen“)
- Macht es Sinn und besteht überhaupt die Qualifikation dazu, dass jedes beauftragte bauausführende Unternehmen mit der BIM-Methode arbeitet? („Umfang der Anwendung der Methode“)
- Wie sollen Planer und bauausführende Unternehmen innerhalb der BIM-Anwendungen zusammenarbeiten? Wer trägt wofür die Verantwortung? („Form der Zusammenarbeit“)
- Wer erstellt ein Dokumentationsmodell oder ein „As-Built-Modell“? („Verantwortlichkeiten“)

Die allgemeinen und nicht projektbezogenen Diskussionen zu diesen Fragen sind in der Regel sehr aufgeregt und sehr kontrovers, am Ende jedoch meistens ohne Ergebnis. Grund dafür ist, dass sich diese Fragen nicht pauschal und „standardisiert“ beantworten lassen, sondern dass die richtige Antwort auf alle Fragen lautet: „Es kommt darauf an, welche BIM-Ziele verfolgt werden sollen.“

Praxistipp:

Auch für die Phase der Bauausführung gilt der Grundsatz: Zunächst sind die BIM-Ziele zu formulieren. Diese bestimmen die BIM-Anwendungsfälle und werden in den Auftraggeber-Informationsanforderungen definiert, welche die BIM-Abwicklung und damit die Übergabe von Modellen, den Umgang mit den Modellen, den Umfang der Anwendung der Methode, die Form der Zusammenarbeit und die Verantwortlichkeiten für den Auftraggeber beschreiben.

Insbesondere bei der Verwendung digitaler BIM-Methoden sind die Themen „Übergabe von Modellen“, „Umgang mit Modellen“, „Umfang der Anwendung der Methode“, „Form der Zusammenarbeit“ und „Verantwortlichkeiten“ so weit wie möglich von der Auftraggeberseite zu beschreiben.

Im Folgenden werden Anwendungsfälle für die Phase der Bauausführung vorgestellt.

3 Zeitpunkt der Initiierung der digitalen Methoden und zugehörige Chancen und Risiken

Verschiedene Konstellationen bezüglich des Einsatzes digitaler BIM-Methoden in der Phase der Bauausführung sind grundsätzlich denkbar. Nachfolgend sind verschiedene Konstellationen in der Reihenfolge steigender Komplexität aufgeführt. Unberücksichtigt bleiben hier zunächst die Anwendungsfälle bei Inbetriebnahme und Abnahme (siehe Nummer 8) sowie die Anwendungsfälle für den Gebäudebetrieb (siehe Nummer 9).

- a) Bis zum Ende der Leistungsphase 7 wurde ohne BIM-Methode geplant. Ab der Leistungsphase 8 sollen digitale Methoden verwendet werden. Der ausführende Generalunternehmer soll ein Gebäudemodell oder mehrere Gebäudemodelle mit vorgegebenen Parametern erstellen.

Diese Vorgehensweise birgt folgende Risiken:

- Der Generalunternehmer muss das Modell oder die Modelle neu erstellen und wird sich dies vergüten lassen. Der Aufwand erscheint nur dann gerechtfertigt, wenn geplant ist, mit dem Modell oder den Modellen Anwendungsfälle zu durchlaufen, die zu einem signifikanten Mehrwert im Projekt führen.
- Das zu erzeugende Modell oder die zu erzeugenden Modelle müssen auf Konsistenz, auf Vollständigkeit und auf

ihre Güte geprüft werden. Diese Leistung kann von den bisher beteiligten Planungsbüros oder von einem Dritten erbracht werden. Auch hierdurch entstehen Kosten.

- Diese Vorgehensweise benötigt einen zusätzlichen Zeitaufwand.

Chancen dieser Vorgehensweise sind:

- BIM-Anwendungsfälle während der Phase der Bauausführung können zu Mehrwerten für den Auftraggeber führen, denn es ist nie zu spät, die BIM-Methode einzusetzen.
- Durch den Aufbau des Modells oder der Modelle entsteht ein zusätzlicher Schritt der Qualitätssicherung. Dieser ist zwar zeitintensiv, kann jedoch die Qualität der Planung verbessern und dadurch wirtschaftlich sein.
- Das Modell oder die Modelle können einen Generalunternehmer dazu veranlassen, eigene interne Anwendungsfälle durchzuführen, die positive Auswirkungen auf Qualitäten, Kosten und Termine haben.

- b) Es wurde mit der BIM-Methode geplant, jedoch eine konventionelle Ausschreibung ohne Verwendung der erstellten Modelle durchgeführt. Ab Leistungsphase 8 sollen digitale Methoden verwendet werden; dafür können die während der Planung hergestellten Modelle an den Generalunternehmer übergeben werden. Der ausführende Generalunternehmer soll ein Gebäudemodell mit vorgegebenen Parametern erstellen.

Diese Vorgehensweise ist zu der unter a) sehr ähnlich. Allerdings hat der Generalunternehmer vermutlich die Möglichkeit, auf vorhandene Modelle zuzugreifen. Hierdurch kann sich eine bessere Wirtschaftlichkeit seiner eigenen Modellerstellung ergeben.

- c) Es wurde mit der BIM-Methode geplant und die Modelle sowie Teile der Datenbanken sind Bestandteil der Ausschreibung. Ab Leistungsphase 8 sollen digitale Methoden verwendet werden, die die Modelle und Datenbanken verwenden. Der ausführende Generalunternehmer soll die für ihn relevanten Modelle übernehmen und nach vorgegebenen Regeln und mit vorgegebenen Parametern weiterentwickeln.

Durch diese Vorgehensweise ergeben sich im Vergleich zu den oben dargestellten Konstellationen weitere Vorteile bei der Angebotserstellung durch die anbietenden Generalunternehmer und innerhalb der Leistungsphase 7.

Die Risiken sind wie folgt:

- Die Modelle müssen in einer Form, Vollständigkeit und Güte vorliegen, die es allen beteiligten Bietern erlaubt darauf zuzugreifen und damit einfach arbeiten zu können. Ist dies nicht der Fall, sind die Angebote im schlimmsten Szenario nicht vergleichbar.
- Die Modelle müssen in einer Form, Vollständigkeit und Güte vorliegen, die es dem beauftragten Generalunternehmer erlaubt, sie auf einfache Weise zu verwenden. Sonst kann Nachtragspotential entstehen.
- Die vom Generalunternehmer auf der Grundlage der vorhandenen Modelle zu erzeugenden Modelle müssen auf Konsistenz, auf Vollständigkeit und auf ihre Güte geprüft werden. Diese Leistung kann von den bisher beteiligten Planungsbüros oder von einem Dritten erbracht werden. Hierdurch entstehen Kosten.

Chancen dieser Vorgehensweise sind:

- Alle grundsätzlichen Vorteile der BIM-Methode.
- Aufgrund der Bearbeitung der übergebenen Modelle durch den Generalunternehmer entsteht ein zusätzlicher Schritt der Qualitätssicherung.
- Die während der Planung aggregierten Daten gehen nicht verloren. Sie liegen für die Phase der Bauausführung vor.

- d) Wie der vorherige Fall c), jedoch bei Ausführung durch Einzelunternehmen und nicht durch einen Generalunternehmer.

Diese Vorgehensweise stellt die komplexeste BIM-Abwicklungsform dar. Insbesondere während der Einführung der BIM-Methode in Deutschland, also zu einem Zeitpunkt, zu dem viele Unternehmen noch nicht auf BIM eingestellt sind, kann diese Vorgehensweise den Bieterkreis der ausführenden Unternehmen stark einschränken. In Zeiten einer zusätzlichen Hochkonjunktur kann diese Vorgehensweise sogar dazu führen, dass sich keine ausführenden Unternehmen finden lassen, die bereit und in der Lage sind, dieser Form der Abwicklung zuzustimmen.

Grundsätzlich ist es aber denkbar, diese Konstellation zu wählen. Eine Möglichkeit der Vereinfachung ist es, die Anwendung der BIM-Methode auf ausgewählte Schlüsselgewerke zu beschränken (Rohbau, Fassade, Klima, Lüftung, Heizung, Elektro).

Die entstehenden Vorteile sind oben bei den anderen Konstellationen bereits genannt.

Zusätzlich zu den oben genannten ergeben sich folgende Risiken:

- Die Entscheidung zwischen Open BIM und Closed BIM gewinnt an Bedeutung. Sie wird im besten Fall zu Projektbeginn getroffen und hat signifikante Auswirkungen auf diese Konstellation.
- Der Aufwand für die BIM-Koordination auf Seiten der ausführenden Unternehmen kann sehr groß werden, da die Synergien eines Generalunternehmers fehlen.
- Es muss ein BIM-Gesamtkoordinator gefunden und bezahlt werden. Dies kann der BIM-Gesamtkoordinator aus den Planungsphasen sein, wodurch eine Kontinuität innerhalb der BIM-Koordination sichergestellt würde.
- Die Überprüfung der Qualität der Daten der verschiedenen ausführenden Unternehmen ist in diesem Fall besonders aufwändig und kann daher zu entsprechend hohen Kosten führen.

Für die Konstellationen, bei denen eine Verwendung der Modelle aus den Planungsphasen 1 bis 6 an die ausführenden Unternehmen vorgesehen ist, muss innerhalb des BIM-Abwicklungsplans eindeutig geregelt sein, welche Eigenschaften die zu übergebenden Modelle haben müssen. Dafür wiederum muss in den AIA – unter Umständen bei Projektbeginn! – eindeutig beschrieben sein, welche Erwartungen an die Umsetzung der BIM-Methode in den Leistungsphasen 7 und 8 gestellt werden. Eine anspruchsvolle Aufgabe für die Projektsteuerung, die mit Fachwissen zu möglichen BIM-Anwendungsfällen und mit Kreativität und Sorgfalt zu erledigen ist.

4 Qualitätssicherung der Bauausführung mit BIM

Grundsätzlich ist die Objektüberwachung für die Qualitätssicherung auf der Baustelle verantwortlich; die Projektsteuerung muss überprüfen, ob die Objektüberwachung ihre diesbezüglichen Aufgaben wahrnimmt. Das Leistungsbild der Projektsteuerung ist methodenneutral und definiert damit keine Besonderheit für die Umsetzung eines BIM-Projektes.

Dennoch ergeben sich durch die Anwendung der BIM-Methode Auswirkungen auf die Leistung der Qualitätssicherung. Wenn sich beispielsweise das Mängelmanagement der Methode BIM bedient, muss insbesondere in den AIA eindeutig festgelegt sein, welche Informationen auf welche Weise der Projektsteuerung zur Qualitätssicherung der Ausführung unter Berücksichtigung der Objektüberwachungsleistungen zur Verfügung gestellt werden.

4.1 Begriffsdefinitionen

Für ein gemeinsames Verständnis der zu erbringenden Leistungen ist ein einheitliches Begriffsverständnis unabdingbar. Daher müssen die Begriffe „Digitales Mängelmanagement“, „Modellgestütztes Mängelmanagement“, „Augmented Reality“ und „Photogrammetrie“ eindeutig definiert sein.

Digitales Mängelmanagement

Mängelmanagement unter Zuhilfenahme von Mobilgeräten, über die Mängel direkt vor Ort auf der Baustelle digital erfasst und dokumentiert werden können. Eine zentrale Verwaltung der Mängel erfolgt über einen Webbrowser oder eine Cloud. Digitales Mängelmanagement ist auch ohne die Anwendung von BIM möglich.

Modellgestütztes Mängelmanagement

Unter modellgestütztem Mängelmanagement wird ein digitales Mängelmanagement verstanden, bei dem das BIM-Modell zur Verortung, Dokumentation und Verwaltung von Ausführungsmängeln genutzt wird. Mängel werden entsprechend der BIM-Bauwerksstruktur erfasst und Elementen des Modells zugeordnet. Dies verbessert die Nachvollziehbarkeit und die Kommunikation zwischen den Beteiligten (BIM4INFRA2020 2019, S. 19).

Augmented Reality

Unter Augmented Reality (AR, deutsch: erweiterte Realität) versteht man im Allgemeinen die Anreicherung der Realität durch künstliche virtuelle Inhalte. Es kommt zu einer Verschmelzung von Realität und Virtualität (Dörner et al. 2013, S. 241 f.). Entscheidender Aspekt der AR ist, dass die Erweiterung der Realität nicht statisch (und damit einmalig) ist, sondern kontinuierlich an den aktuellen Standort und die aktuelle Blickrichtung des Betrachters angepasst wird.

Photogrammetrie

Photogrammetrie bezeichnet ein Verfahren zum Herstellen von Messbildern, Grund- und Aufrissen aus fotografischen Bildern (Duden 2015, S. 634). Aus Fotografien wird dazu die räumliche Lage von Objekten und ihre dreidimensionale Form bestimmt.

4.2 Anwendungsfall: Modellgestütztes Mängelmanagement

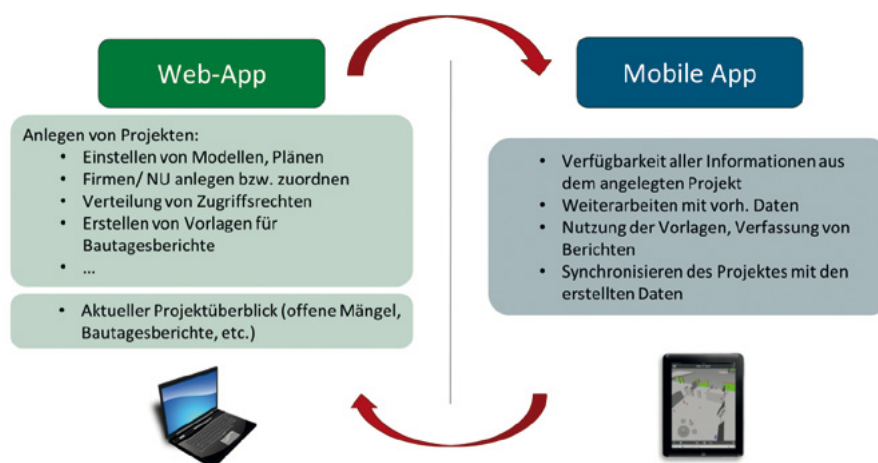
Derzeit wird vor allem der Anwendungsfall „Modellgestütztes Mängelmanagement“ in unterschiedlichen BIM-Pilotprojekten praktiziert, da sich dieser aus technischer Sicht bereits gut umsetzen lässt.

Die Modelldaten werden über eine Projektplattform mit Anbindung zu Smartphones und/oder Tablets auf der Baustelle mobil zur Verfügung gestellt. Das Koordinationsmodell wird somit auf der Baustelle verfügbar und kann um aktuelle Informationen (zur ausgeführten Qualität) ergänzt werden. Außerdem können wichtige Qualitätsanforderungen, die als Attribute den Modellelementen zugeordnet sind, während einer Begehung auf dem Mobilgerät abgerufen und vor Ort überprüft werden. Erkannte Ausführungsmängel werden direkt Objekten oder geometrischen Orten im Modell zugeordnet. Die Bauwerksstruktur des BIM-Modells stellt dabei die Grundlage der Mängelerfassung dar. Wie bei planbasierten digitalen Mängelmanagementsystemen sollten auch Mängel in einer geeigneten App für das Mängelmanagement mindestens mit folgenden Angaben festgehalten werden können:

- Bezeichnung und optional Beschreibung/Kommentar,
- Foto oder Video des Mangels,
- angemessene Beseitigungsfrist,
- zuständiges ausführendes Unternehmen.

Die Qualität der Ausführung wird direkt am Modell mit allen wichtigen Informationen festgehalten. Ansonsten bieten die Softwarelösungen die gleichen Möglichkeiten wie die planbasierten digitalen Mängelmanagementsysteme (Differenzierung von Mangeltypen, Sprachmemos, Weitergabe der über die App auf dem Mobilgerät (mobile App) erfassten Informationen zur Verteilung über eine webbasierte Projektplattform (Web-App) an die zuständigen Projektbeteiligten). Das modellbasierte Mängelmanagement ergänzt damit die bekannten digitalen Mängelmanagementsysteme um eine bessere Visualisierung und Verortung der Qualitäten und eine konsistentere Datenlage.

Das Funktionsprinzip der Softwarelösungen, die ein modellgestütztes Mängelmanagement ermöglichen, zeigt die folgende Abbildung.



Funktionsprinzip mobiler Lösungen für das modellgestützte Mängelmanagement

Zur Umsetzung des Anwendungsfalls „modellgestütztes Mängelmanagement“ kann der am Ende dieses Kapitels dargestellte Steckbrief herangezogen werden.

Für den vorgenannten Anwendungsfall bietet die folgende Checkliste Anhaltspunkte, die bei der Gestaltung des Anwendungsfalls zu berücksichtigen sind. Die Checkliste ist projektspezifisch zu hinterfragen und bei Bedarf entsprechend anzupassen.

Softwarespezifische Kriterien	
	Einfachheit der Bedienung (für eine erfolgreiche Verwendung durch das Baustellenpersonal).
	Offline-Verfügbarkeit der Daten (aufgrund häufig mangelhafter Netzanbindung der Baustelle).
	Automatische Synchronisierung der Daten mit dem Web-Browser/der Cloud.
	Integration und Visualisierung des Modells (nicht nur aus dem Modell abgeleitete Pläne).
	Integration des gesamten Mängelmanagementprozesses (Mangelaufnahme, Mangelverteilung, Mangelbewertung, Meldung der Beseitigung, Kontrolle der Beseitigung).
	Individuell konfigurierbare Mangelvorlage mit vorgefertigten Drop-Down-Menüs.
	Zuordnung von Fotos, Videos und Sprachmemos zu einem Mangel.
	Ergänzung der Fotos durch zusätzliche Markierungen.
	Verteilung von Rollen und Zugriffsrechten.
	Automatische E-Mail-Benachrichtigungen.
	Kompatibilität mit dem Betriebssystem der eingesetzten mobilen Endgeräte (häufig nur iOS-kompatibel).
	Anbindung an bestehendes Berichtswesen/Schnittstellen zu externen Programmen (Excel, Oracle etc.).
	Einbezug von QR-Codes zur automatischen Verortung im Modell.
	Einbezug von digitalen Checklisten für gezielte Qualitätsprüfungen.
	Automatische Generierung von rechtskräftigen Schreiben (z. B. Mängelanzeigen).
	Individuell konfigurierbares Projekt-Dashboard mit Auswertungen zur Qualität.
	Filterfunktion der erfassten Mängel für gezieltere Auswertungen (Bauteiltyp, Firma, Mangelstatus etc.).
	Augmented-Reality-Fähigkeit (für eine schnelle visuelle Soll-Ist-Kontrolle).

Praxistipp:

Wie bei planbasierten digitalen Mängelmanagementsystemen auch, gibt es einige Anforderungen an die eingesetzten Mobilgeräte hinsichtlich der Rechenleistung, der netzunabhängigen Funktion und der Synchronisation mit dem eigentlichen Server. Bei der Verwendung von modellbasierten Mängelmanagementsystemen wird insbesondere die Datenmenge erhöht. Insofern ist es umso wichtiger, leistungsfähige Geräte zu benutzen und Software zu verwenden, die offline gespeicherte Zwischenstände mit einem Webbrowser synchronisiert, sobald eine Netzwerkverbindung besteht.

4.3 Weitere denkbare Einsatzmöglichkeiten digitaler Methoden

Derzeit wird im Bereich der modellbasierten Qualitätssicherung in der Ausführungsphase viel geforscht. Der Einsatz von Photogrammetrie, Laserscanning und Augmented Reality bietet großes Potenzial hinsichtlich der Überwachung und Steuerung der Bauqualität. Es ist zu erwarten, dass sich in Zukunft neben Apps für das modellgestützte Mängelmanagement weitere Technologien etablieren werden. Der nachfolgende Abschnitt gibt einen Ausblick auf den derzeitigen Forschungsstand und die denkbaren Möglichkeiten des Einsatzes digitaler Methoden zur Qualitätssicherung während der Bauausführung.

Augmented Reality

Augmented Reality (AR) ermöglicht eine überlagerte Darstellung einzelner Elemente oder Fachplanungen des BIM-Modells mit der Umgebung auf der Baustelle mittels Visualisierung auf einem Endgerät (z. B. Tablets, Smartphones oder Head-Mounted-Displays (Datenbrillen)). Die Umgebung des Betrachters ist entweder durch die Gläser der Datenbrillen erkennbar oder wird auf dem Display von Smartphone oder Tablet im Kameramodus abgebildet. In diese reale Umgebung werden dann lagegetreu einzelne virtuelle Elemente und Informationen (des BIM-Modells) projiziert. Die Projektion wird je nach Standort und Blickrichtung

des Betrachters angepasst. Dadurch können bei Baustellenbegehungen Einbauort, Ausrichtung, Größe oder Bauteiltyp durch einen visuellen Soll-Ist-Abgleich von Planung und Ausführung schnell und einfach überprüft werden. Zusätzlich können über das Anwählen eines digitalen Bauteils (per Touch oder Gestensteuerung) weitere Informationen zu dem Bauteil abgerufen werden (z. B. Qualitäten). Neben der Visualisierung des Modells und dem Abruf von Bauteilinformationen ist auch die Kommentierung von Objekten (Anhängen eines Fotos oder einer Sprachnotiz) oder die Angabe ihres Ausführungsstatus möglich. Einen darüber hinausgehenden Workflow zum Management von Qualitäten und Mängeln zeigen die derzeit auf dem Markt erhältlichen AR-Anwendungen (noch) nicht auf. AR bietet jedoch ein großes Potenzial zur Überwachung der Qualität der Ausführung.

Photogrammetrie und Laserscanning

Punktwolken, die mithilfe von Laserscannern aufgenommen werden, ermöglichen ebenso wie die photogrammetrische Bildauswertung eine dreidimensionale Abbildung der Baustelle und der ausgeführten Leistung, die zur Qualitätssicherung während der Ausführung dienen kann:

Laserscanner können mit einem Stativ an verschiedenen Stellen auf der Baustelle aufgestellt werden und einzelne statische, dreidimensionale Punktwolken erzeugen, die sich anschließend mit entsprechender Software zu einem Gesamtmodell der Baustelle zusammenführen lassen. Unter Verwendung des SLAM-Algorithmus (Simultaneous Localization and Mapping, deutsch: Simultane Positionsbestimmung und Kartenerstellung) können sogar Punktwolken ausgewertet werden, die in Bewegung aufgenommen wurden.

Für die photogrammetrische Erstellung eines 3D-Modells der Baustelle genügen Fotos, die meist mit einer Messkamera aufgenommen werden. Die Kamera kann manuell von einer Person bedient werden oder auch an einen Kran oder eine Drohne angebracht werden. Während eines vorprogrammierten Drohnenüberflugs der Baustelle können automatisch an bestimmten Positionen Luftbilder aufgenommen werden. Mit entsprechender Software lässt sich dann aus den einzelnen Aufnahmen ein 3D-Modell generieren.

Die 3D-Modelle, die per Laserscanning oder Photogrammetrie erzeugt werden und eine Ist-Aufnahme der Baustelle zeigen, können dazu genutzt werden, den erfassten Ist-Zustand mit dem BIM-Modell zu überlagern und über Soll-Ist-Abgleiche Abweichungen zu visualisieren und zu kommunizieren. Damit bieten sie Möglichkeiten zur Überwachung und Steuerung von Qualitäten, Terminen und Kosten. Erzeugte 3D-Modelle des aktuellen Bauzustands können als Abrechnungsgrundlage für Abschlagsrechnungen oder zum Vergleich mit dem Baufortschritt laut Bauablaufsimulation genutzt werden. In diesen Bereichen besteht jedoch noch viel Forschungsbedarf.

5 Terminsteuerung mit BIM/Soll-Ist-Abgleich während der Bauausführung

Grundlage für die Terminsteuerung mit BIM innerhalb der Ausführungsphase ist das Soll-Modell, welches eine bereits vorhandene Verknüpfung der Termininformationen mit dem Gebäudemodell enthält. Entscheidend ist hierbei, dass die Granularität der Terminplanung und des Modells aufeinander abgestimmt sind (vgl. auch Kapitel „Termine“).

Zur Aufnahme des Baufortschritts und zur Überführung der Daten in ein Ist-Modell können z. B. folgende Methoden (auch in Kombination) eingesetzt werden:

- Photogrammetrie.
- Terrestrisches Laserscanning: Tagging und Scanning via Bar-/QR-Code oder Radio-Frequency Identification (RFID).
- Bilderkennung (bspw. über neuronale Netze).
- Digitale Leistungsmeldung.

Die Nutzung von Bar-/QR-Codes oder RFID zur Erstellung eines Ist-Modells bedingt eine Koppelung der Bauprodukte mit Bar-/QR-Codes oder RFID-Chips. Diese Chips können mit Hilfe elektromagnetischer Wellen ausgelesen werden, sodass das Soll-Modell mit den Ist-Daten aus allen bereits eingebauten Produkten oder Bauteilen angereichert wird. Vorteilhaft ist hierbei, dass die RFID-Chips bereits beim Herstellungsprozess einzelner Baukomponenten an diesen angebracht werden können. So ist eine erweiterte Terminsteuerung bereits bei der Materialanlieferung und Baustellenlogistik möglich.

Die digitale Leistungsmeldung wird mit mobilen Endgeräten auf der Baustelle durchgeführt und stellt einen detaillierten Bautagesbericht aller Gewerke auf einer Baustelle dar. Voraussetzungen hierfür sind die mobile Bereitstellung der Modelldaten und eine Software zur Datenerfassung. So wird manuell erfasst und dokumentiert, welches Gewerk, welcher Bauabschnitt oder welches Bauteil sich in welchem Fertigstellungsgrad befindet. Aus diesen Angaben lässt sich ein tagesaktuelles Ist-Modell erzeugen.

Datenverarbeitung/-aufbereitung

Das erzeugte Ist-Modell (Projektstatusmodell) wird im nächsten Prozessschritt mit dem Soll-Modell überlagert, sodass sich Abweichungen identifizieren lassen. Dieser Abgleich kann manuell oder regelbasiert durchgeführt werden. Im Ergebnis kann auf vielen Visualisierungsebenen die Differenz zwischen Soll- und Ist-Modell dargestellt werden. Bei einer Anreicherung des Soll-Modells mit Ist-Daten (z. B. bei RFID oder digitaler Leistungsmeldung) ist eine erneute Überlagerung nicht notwendig.

Datenverwertung

Die Objektüberwachung und die Projektsteuerung können Terminabweichungen über modellbasierte Soll-Ist-Abgleiche verständlich visualisieren. Kompensationsmaßnahmen lassen sich je nach Aufbau des Soll-Modells regelbasiert oder manuell bewerten. Die Projektsteuerung kann die Terminsteuerung verständlicher kommunizieren und besser dokumentieren.

Anwendungsfälle

Folgende Anwendungsfälle sind für die Terminsteuerung innerhalb der BIM-Methode denkbar:

- Modellbasierte Terminplanung.
- 4D-Simulationen des Bauablaufs.
- Baufortschrittskontrolle.

Die Steckbriefe zu den Anwendungsfällen „Modellbasierte Terminplanung“ und „4D-Simulation des Bauwerks“ sind im Kapitel „Termine“ enthalten. Zur Umsetzung des Anwendungsfalls „Baufortschrittskontrolle“ kann der am Ende dieses Kapitels dargestellte Steckbrief herangezogen werden.

6 Kostensteuerung mit BIM während der Bauausführung

Bei der Kostensteuerung mit BIM während der Bauausführung steht die Grundleistung „Überprüfen und Freigabevorschläge bzgl. der Rechnungsprüfung der Objektüberwachung zur Zahlung an ausführende Unternehmen“ im Vordergrund.

Konventionell wird bei der „Überprüfung und der Ausarbeitung von Freigabevorschlägen bzgl. der Rechnungsprüfung der Objektüberwachung zur Zahlung an ausführende Unternehmen“ eine Rechnung ohne Bezug zu einem Modell geprüft. Die Rechnung basiert auf den manuell durchgeführten Aufmaßen auf der Baustelle oder einer Einschätzung zum Fertigstellungsgrad anhand von Planunterlagen (z. B. bei Pauschalverträgen).

Durch die Nutzung der Methode BIM ergeben sich analog zur modellbasierten Terminsteuerung neue Möglichkeiten zur transparenten Prüfung und Freigabe von abgerechneten Leistungen. Auch hier müssen die aggregierten Daten aus den früheren Leistungsphasen durch die Verwendung von Bauwerksmodellen und Datenbanken zum Vergleich mit einem aufzunehmenden Ist-Stand zur Verfügung stehen; es muss also ein 5D-Modell zur Verfügung vorliegen, in dem das 3D-Modell mit den Daten der Ausschreibung und Vergabe objektorientiert angereichert wurde.

Zur Erstellung des Ist-Modells werden Eingangsdaten zum Baufortschritt mit den verknüpften Abrechnungszeiträumen (4D) gemäß der projektspezifisch vereinbarten LV- und Vergabestruktur benötigt. Grundlage für die Durchführung ist eine einheitliche Datenstruktur über die Planungs-, Angebots-, Vertrags- und Ausführungsphase bis hin zur Abrechnung. Der Bauteilkennzeichnung (z. B. mittels GUID) kommt eine wesentliche Bedeutung zu, da diese Nummern eindeutige Bezüge zwischen Informationen und Elementen des Ausführungsmodells herstellen und erst diese Verknüpfung einen transparenten Vergleich ermöglicht. Der aktuelle Stand der Technik hierzu wurde bereits im Kapitel „Kosten“ behandelt.

Datenerfassung

In Bezug auf die Möglichkeiten zur Datenerfassung des Ist-Zustandes als Basis für die Abrechnung von Bauleistungen wird auf die in den Abschnitten Qualitätssicherung und Terminsteuerung vorgestellten Methoden während der Ausführung verwiesen. Um modellbasierte Rechnungsfreigaben durchzuführen, die Kostenentwicklung zu analysieren sowie ggf. notwendige Steuerungsmaßnahmen (halb-/automatisiert) zu initiieren, wird die gleiche Datengrundlage benötigt.

Datenverarbeitung/-aufbereitung

Das erzeugte Ist-Modell wird dazu genutzt, den Leistungsstand und damit die berechnete Abrechnungsgrundlage von ausführenden Unternehmen zu prüfen und Mengen- oder Leistungsabweichungen zum Soll-Modell oder zum Auftrag festzustellen. Dazu werden die geplanten Abrechnungsmengen mit den tatsächlichen Mengen modellbasiert abgeglichen, der Fertigstellungsgrad festgestellt und mögliche Mehr- oder Mindermengen identifiziert. Das Ergebnis des Soll-Ist-Vergleichs kann anhand des 5D-Modells plakativ visuell dargestellt werden.

Datenverwertung

Unabhängig vom Soll-Ist-Vergleich zur Erfassung des aktuellen Leistungsstandes aus Sicht der Objektüberwachung oder Projektsteuerung kann das ausführende Unternehmen den digitalen Ist-Stand als Basis der Abrechnung nutzen.

Das Vergleichsergebnis kann aus Sicht der überwachenden und steuernden Akteure für diverse Vorgänge genutzt werden. Es dient u. a. zur Projektstatusdokumentation, zum Controlling der Budgets und der zugeordneten Mittelabflussplanung sowie zur Prüfung und Freigabe von Rechnungen. Bei Anerkennung des Leistungsstandes können die vorliegenden Rechnungen der ausführenden Unternehmen (halb-/automatisiert) freigegeben werden.

Eine weitere Verwertung der modellbasierten Abrechnung und Freigabe von Bauleistungen kann zudem die transparente Ausweisung von Mengenabweichungen unter oder über 10 % gem. § 2 Abs. 3 VOB/B sein. Die Mengendifferenz wird beim Soll-Ist-Abgleich ermittelt, sodass eine Informationsgrundlage für mögliche Nachverhandlungen vorhanden ist.

Neben der Nutzung von modellbasierten Soll-Ist-Vergleichen kann auch die direkte Abrechnung am Modell erfolgen. Somit entfällt eine intensive Überprüfung der Kosten. Dies ist vertraglich zu vereinbaren und mit dem abgestimmten 5D-Modell durchzuführen.

Anwendungsfälle

Einige Anwendungsfälle in Verbindung mit Kosten wurden bereits im Kapitel „Kosten“ vorgestellt.

Zur Umsetzung des Anwendungsfalls „Abrechnung am Modell/Abrechnung von Bauleistungen“ kann der am Ende dieses Kapitels dargestellte Steckbrief herangezogen werden. Bei den Verantwortlichkeiten wird davon ausgegangen, dass die Objektüberwachung die erste Instanz der Rechnungsprüfung bildet und die Projektsteuerung nicht mit dieser Besonderen Leistung beauftragt wird.

7 BIM und Bauüberwachung

Sehr sorgfältig müssen bei Anwendung der BIM-Methode in der Leistungsphase 8 die Leistungen beschrieben werden, die dabei von der Bauüberwachung erwartet werden. Die oben dargestellten Möglichkeiten zur Überprüfung von Qualitäten, Kosten und Terminen lassen erahnen, dass auf die Bauüberwachung neue Herausforderungen zukommen.

Bereits für konventionelle Projekte ohne BIM reicht es inzwischen nicht mehr aus, die Leistungen einer Bauüberwachung allein mit den Texten der HOAI zu beschreiben.

Das Beispiel der Anwendung einer internetbasierten Datenplattform mit Planmanagement (also einer üblichen Methode, die zunächst nichts mit BIM zu tun hat) macht deutlich, dass die hierzu gehörenden Leistungen der Bauüberwachung explizit in die Leistungsbeschreibung gehören. Auch dies muss in vielen Fällen bereits zu Beginn des Projekts passieren; nämlich dann, wenn die Planungsbüros oder ein Generalplaner mit den Leistungsphasen 1 bis 8 beauftragt werden.

Die Anwendung der BIM-Methode während der Phase der Bauausführung macht es erforderlich, dass die Bauüberwachung im Vergleich zur konventionellen Methode zusätzliche Kompetenzen erhält und zusätzliche Aufgaben erfüllt. Diese Anforderungen müssen den Planungsbüros während der Angebotsphase bekannt sein.

Im besten Fall sind diese Anforderungen bereits Qualitätskriterium bei der Auswahl des oder der Planungsbüros. Hierdurch ergeben sich zusätzliche Chancen für die Auswahl von Planungspartnern über ein Preis-Leistungs-Verhältnis. Dies ist umso wichtiger, seitdem das Preisrecht der HOAI durch das aktuelle Urteil des Europäischen Gerichtshofs aufgehoben wurde.

Die Projektsteuerung hat die Aufgabe, diese Vertragstexte vorzuschlagen. Sie ergeben sich vor allem aus den gewählten Anwendungsfällen und verlangen in der Regel von der Bauüberwachung die Verwendung von digitalen Hilfsmitteln und Methoden. Dies führt häufig dazu, dass die Bauüberwachung als Teamleistung ausgeführt wird, weil das geforderte Kompetenzspektrum nach mehreren verschiedenen Kompetenztypen verlangt.

8 Möglichkeiten der Modellnutzung bei Inbetriebnahme und Abnahme

Die Projektsteuerung hat die Prozesse der Inbetriebnahme und der Abnahme zu planen und zu begleiten. Immer häufiger wird in großen Projekten die Aufgabe des „Inbetriebnahmemanagements“ zusätzlich vergeben – entweder ebenfalls an die Projektsteuerung oder an einen Dritten.

Dessen ungeachtet, sind folgende BIM-Anwendungsfälle innerhalb der Inbetriebnahme und bei der Abnahme vorstellbar:

- Abbildung der Gewerkebeziehungsmatrix innerhalb eines Gebäudemodells.
- Abbildung der Havariefallsteuermatrix zur Planung und Durchführung der gewerkeübergreifenden Funktionsprüfungen innerhalb eines Gebäudemodells.
- Verknüpfung des Inbetriebnahme-Terminplans mit dem Gebäudemodell zur Visualisierung der Abläufe und zur Vermeidung von Kollisionen.
- Visualisierung der Aufgaben aller Beteiligten bei Inbetriebnahme und Abnahme.
- Digitale Mängelaufnahme und Mängelnachverfolgung während der Inbetriebnahme und Abnahme.
- Nutzung von Augmented Reality bei der Inbetriebnahme und der Abnahme.

9 Möglichkeiten des modellgestützten Gebäudemanagements

Im Bereich des Gebäudemanagements sind vermutlich die größten Mehrwerte mit der Methode BIM zu erreichen, da durch die Aggregation von Daten während der Planung und der Bauausführung eine hohe Datenkonsistenz entstehen kann und die Kosten für den Betrieb eines Gebäudes die Baukosten um ein Vielfaches übersteigen. Bei den zahlreichen zusätzlichen BIM-Anwendungsfällen, die in diesem Bereich denkbar sind, handelt es sich fast ausschließlich um primäre Anwendungsfälle, die von unmittelbarem Interesse für den Auftraggeber (hier meist der Gebäudebetreiber) sind.

Damit diese Mehrwerte auch generiert werden können, müssen allerdings die Anforderungen des Gebäudemanagements (Facility Management) frühzeitig in die Planungs- und Bauprozesse eingebunden werden.

Die folgenden Checklisten stellen die notwendigen planungs- und baubegleitenden Leistungen aus Sicht des Facility Managements dar:

Themen			Neubau		Check
Nr.	Leistung	Ziel	Aufgaben	Beginn	
I. Kosten					
I.1	Lebenszykluskostenberechnung	Optimierung Lebenszykluskosten	Integration Anforderung in Auslobung, Erläuterung im Kolloquium, Berechnung Entwürfe im Wettbewerb	vor Wettbewerb	
I.2	Nutzungs-/ Betriebskostenberechnung	Optimierung Nutzungskosten	s.o.	vor Wettbewerb	
I.3	LKZ-Berechnung von Details	Optimierung Nutzungs- u. Lebenszykluskosten	Lieferung der Varianten, Bereitstellung von Daten, Verwendung der Ergebnisse	ab HOAI-Phase 2	
I.4	Abrechnungskonzept	Abrechnung Betriebskosten an Nutzer u. ggf. Mieter	Berücksichtigung der Abrechnungseinheiten, Schaffung der Voraussetzungen zur Abrechnung	ab HOAI-Phase 3	
I.5	Zielwerte	Zielwerte für Nutzungs- und Lebenszykluskosten	Verbindliche Obergrenzen u.a. für Nutzungs- und Lebenszykluskosten	vor Vertragsabschluss Planer	
II. Dokumentation					
II.1	Dokumentationsrichtlinien	Vollständige Dokumentation, Betriebsdokumentation, Daten für IT-Systeme	Einhaltung Dokumentationsrichtlinien, Umsetzung Doku-RL in Planungen, Aufnahme Doku-RL in LV's, Bereitstellung Doku in HOAI-Phase 8	vor Vertragsabschluss Planer	
II.2	Planungs- und baubegleitende Datenerfassung Betrieb	Planungs- und baubegleitende Datenbank, später Datentransfer in CAFM, alternativ in BIM	Erfassung von Daten, Integration in Datenbanken, alternativ Umsetzung Datenmodell in BIM	vor Vertragsabschluss Planer	
III. Betrieb					
III.1	Strategie Betreibermodell	Frühzeitige Organisation u. Festlegung Betrieb	Lieferung von Planungen, Daten	ab HOAI-Phase 2	
III.2	Instandhaltung	Optimierte Vergabe externer Instandhaltungsleistungen	Klärung Ausschreibung Wartung in LV's, Verwendung Kurz-Leistungsbeschreibung, Klärung Gewährleistung	vor Vertragsabschluss Planer	
III.3	Betriebskonzept und Teil-Betriebskonzepte	Planung des Gebäudebetriebs TGM, IGM u. KGM	Datenbereitstellung für Betriebskonzepte Umsetzung in Planung	ab HOAI-Phase 2	
III.4	Energie	Generelle Planung notwendig	s.o.	ab HOAI-Phase 2	
III.5	Prüfung Planungen aus Betriebssicht	Sichtung der Planungen u. Prüfung im Hinblick auf den Gebäudebetrieb	Bereitstellung Planungsunterlagen (Zeichnungen, Erläuterungskonzept, etc.), Umsetzung der Anmerkungen	ab HOAI-Phase 2	
IV. IT-Systeme					
IV.1	Gebäudeautomation	Nutzung der Gebäudeautomation als wesentliches Betriebsinstrument	Klärung Aufbau IT-Gesamtsystemarchitektur für Betrieb (GA, CAFM, ERP), Umsetzung in Planungen GA, Berücksichtigung von Schnittstellen	ab HOAI-Phase 2	
IV.2	AKS-Schlüssel	Einheitlicher Kennzeichnungsschlüssel, Kommunikation der IT-Systeme (Bestandteil der Doku-RL)	Verwendung AKS bereits in ersten Planungen, Integration in baubegleitende Datenbank (opt.), Abstimmung mit Benutzeradresse GA	vor Vertragsabschluss Planer	
IV.3	CAFM	Optimale Datenübernahme aus dem Planungs- und Bauprozess, optimale IT-Unterstützung von Betriebsprozessen	Klärung der benötigten Module, Klärung der Schnittstellen zur weiteren IT, Datenintegration	vor Vertragsabschluss Planer	
IV.4	Mess- und Zählkonzept	Eindeutige Zähler- und Abrechnungsstruktur	Umsetzung der Vorgaben aus dem Meß- und Zählkonzept, Platzierung von Zählern, etc.	ab HOAI-Phase 3	

Themen			Sanierung		Check
Nr.	Leistung	Ziel	Aufgaben	Beginn	
I. Kosten					
I.1	Lebenszykluskostenberechnung	Optimierung Lebenszykluskosten	Integration in Verfahren Planerauswahl, Berechnung Entwürfe im Zuge des Verfahrens	vor Planerauswahl	
I.2	Nutzungs-/Betriebskostenberechnung	Optimierung Nutzungskosten	s.o.	vor Planerauswahl	
I.3	LKZ-Berechnung von Details	Optimierung Nutzungs- u. Lebenszykluskosten	Lieferung der Varianten, Bereitstellung von Daten, Verwendung der Ergebnisse	ab HOAI-Phase 2	
I.4	Abrechnungskonzept	Abrechnung Betriebskosten an Nutzer u. ggf. Mieter	Berücksichtigung der Abrechnungseinheiten, Schaffung der Voraussetzungen zur Abrechnung	ab HOAI-Phase 3	
I.5	Zielwerte	Zielwerte für Nutzungs- und Lebenszykluskosten			
II. Dokumentation					
II.1	Dokumentationsrichtlinien	Vollständige Dokumentation, Betriebsdokumentation, Daten für IT-Systeme	Einhaltung Dokumentationsrichtlinien, Umsetzung Doku-RL in Planungen, Aufnahme Doku-RL in Lv's, Bereitstellung Doku in HOAI-Phase 8	vor Vertragsabschluss Planer	
II.2	Planungs- und baubegleitende Datenerfassung Betrieb	Planungs- und baubegleitende Datenbank, später Datentransfer in CAFM, alternativ in BIM	Erfassung von Daten, Integration in Datenbanken, alternativ Umsetzung Datenmodell in BIM	vor Vertragsabschluss Planer	
III. Betrieb					
III.1	Strategie Betreibermodell	Frühzeitige Organisation u. Festlegung Betrieb	Lieferung von Planungen, Daten	ab HOAI-Phase 2	
III.2	Instandhaltung	Optimierte Vergabe externer Instandhaltungsleistungen	Klärung Ausschreibung Wartung in Lv's, Verwendung Kurz-Leistungsbeschreibung, Klärung Gewährleistung	vor Vertragsabschluss Planer	
III.3	Betriebskonzept und Teil-Betriebskonzepte	Planung des Gebäudebetriebs TGM, IGM u. KGM	Datenbereitstellung für Betriebskonzepte, Umsetzung in Planung	ab HOAI-Phase 2	
III.4	Energie	Generelle Planung notwendig	Datenbereitstellung für Betriebskonzepte, Umsetzung in Planung, Anschluss an Bestand		
III.5	Prüfung Planungen aus Betriebssicht	Sichtung der Planungen u. Prüfung im Hinblick auf den Gebäudebetrieb	Bereitstellung der Planungsunterlagen (Zeichnungen, Erläuterungskonzept, etc.), Umsetzung der Anmerkungen	ab HOAI-Phase 2	
IV. IT-Systeme					
IV.1	Gebäudeautomation	Nutzung der Gebäudeautomation als wesentliches Betriebsinstrument	Klärung Aufbau IT-Gesamtsystemarchitektur für Betrieb (GA, CAFM, ERP), Umsetzung in Planungen GA, Berücksichtigung von Schnittstellen, Klärung Bestandsgebäude	ab HOAI-Phase 2	
IV.2	AKS-Schlüssel	Einheitlicher Kennzeichnungsschlüssel, Kommunikation der IT-Systeme (Bestandteil der Doku-RL)	Verwendung AKS bereits in ersten Planungen, Integration in baubegleitende Datenbank (opt.), Abstimmung mit Benutzeradresse GA	vor Vertragsabschluss Planer	
IV.3	CAFM	Optimale Datenübernahme aus dem Planungs- und Bauprozess, Optimale IT-Unterstützung von Betriebsprozessen	Klärung der benötigten Module, Klärung der Schnittstellen zur weiteren IT, Datenintegration	vor Vertragsabschluss Planer	
IV.4	Mess- und Zählkonzept	Eindeutige Zähler- und Abrechnungsstruktur	Umsetzung der Vorgaben aus dem Meß- und Zählkonzept, Platzierung von Zählern, etc.	ab HOAI-Phase 3	

Es ist auch Aufgabe der Projektsteuerung dafür zu sorgen, dass die Fragen zum Gebäudebetrieb zu Projektbeginn gestellt und beantwortet werden. BIM wird diese Notwendigkeit vermutlich deutlicher machen als die herkömmliche Art des Planens und Bauens, da sich der konkrete Vorteil und Nutzen der BIM-Methodik für die Bauherren im Wesentlichen auf die primären Anwendungsfälle fokussiert.

Beim Gebäudemanagement werden Bauherren Bilder eines „Eins-zu-eins-Abbilds“ im Rechner vor Augen haben, das exakt das zu betreibende Gebäude abbildet. Im besten Fall sollte es möglich sein, den „Digitalen Zwilling“ des errichteten Bauwerks als Gebäude im Rechner virtuell zu betreiben. Zur Identifizierung von BIM-Anwendungsfällen des Gebäudebetriebs mit Mehrwert muss wiederum die Frage beantwortet werden: Welche Aufgaben des Gebäudebetriebs müssen gelöst werden?

Dazu sollte frühzeitig ein Betriebskonzept aufgestellt werden, in dem die wesentlichen Festlegungen zum Gebäudebetrieb festgehalten werden:

1. Nutzungszweck des Gebäudes.
2. Ziele des Facility Managements (FM).
3. Benötigte Facility-Management-Leistungen (wie Instandhaltung, Betriebsführung, Reinigung, Sicherheit, Flächenmanagement, Verpflegungsdienste, Energiemanagement).
4. Betreibermodell mit Anteilen der internen/externen Leistungen.
5. Gesamtmodell der IT-Systeme im Gebäudemanagement: Welche Facility-Management-Leistungen sollen in welchen IT-Systemen unterstützt werden (CAFM, GA, kaufm. System, weitere)?

Aus der oben genannten Basis lassen sich die Aufgaben für den Gebäudebetrieb ableiten:

1. Anknüpfung an die Aufgabenstellung des Gebäudebetriebs gemäß Betriebskonzept.
2. Identifizierung der Ziele des Gebäudebetriebs mit BIM.
3. Anknüpfung an das Gesamtmodell der IT-Systeme im Gebäudemanagement.
4. Entwicklung von BIM-Anwendungsfällen für den Gebäudebetrieb auf Basis der IT-Systeme im Betrieb.
5. Formulierung von Informationsanforderungen für den Betrieb.
6. Erarbeitung des BIM-Abwicklungsplans (BAP).

In der Regel werden die Anwendungsfälle auf Daten(teil)mengen der verschiedenen Modelle zugreifen. Die Modelle können während der Planungsphase, während der Bauphase oder explizit für das Gebäudemanagement erzeugt worden sein. Die Anwendungsfälle werden in den seltensten Fällen unmittelbar mit oder in den Modellen arbeiten. Die Verarbeitung der Daten findet in der Regel mit separaten Programmen und Modulen statt, die aber häufig eine Schnittstelle oder Verknüpfung zu einem oder mehreren Modellen bieten.

So wie es während der Planungsphase Fachmodelle gibt, die zum Beispiel zur Kollisionsprüfung in einem Modellprüfungsprogramm zusammengeführt und verarbeitet, dort aber nicht bearbeitet werden, so werden die Prozesse des Gebäudemanagements die Daten verarbeiten und damit eigene Ergebnisse erzeugen, ohne die Daten zu bearbeiten. Es wird also weiterhin eigene Anwendungen innerhalb des digitalisierten Gebäudemanagements (englisch Computer Aided Facility Management, CAFM) geben.

Der eigentliche Mehrwert von BIM wird sich dann ergeben, wenn mithilfe von BIM die vom digitalen Gebäudemanagement benötigten Daten vollständig, aktuell und in brauchbarer Form zur Verfügung gestellt werden. Daher sind aus den Anforderungen des Betriebs und dessen Anwendungsfällen die Anforderungen an die Datenaggregation in der Planungs- und Ausführungsphase abzuleiten.

Folgende BIM-Anwendungsfälle für den Gebäudebetrieb sind denkbar; für jeden Anwendungsfall sind die Formate der Daten im Detail abzustimmen und insbesondere für ein digitales Gebäudemanagement aufzubereiten:

- Übergabe von ausgewählten Bestandsdaten in vereinbarten Formaten zur Weiterbearbeitung im CAFM (z. B. BIM-Profil nach CAFM-Connect 3.0 im IFC Format (IFCXML oder IFCZIP)).
- Bereitstellung von Bauwerkskennwerten zur Ermittlung der Lebenszykluskosten (z. B. Flächen nach DIN 277, Errichtungskosten nach DIN 276, Rauminhalte/Volumen, Materialien, Struktur der Gebäudehülle, U-Werte).
- Bereitstellung von erforderlichen Betriebsdaten für die verschiedenen Fragestellungen des technischen Gebäudebetriebs (z. B. Planunterlagen, Gerätebeschreibungen, Anleitungen zur Störungsbehebung, Wartungskataloge, Vorgaben zu ZÜS-Prüfungen (ZÜS = Zentrale Überwachungsstellen, wie TÜV o. DEKRA), Vorgaben zu Sachkundigenprüfungen).
- Bereitstellung von erforderlichen Betriebsdaten für die verschiedenen Fragestellungen des infrastrukturellen Gebäudebetriebs (z. B. Reinigungs- und Pflegehinweise von Bodenbelägen oder anderen Oberflächen, Erfassung elektronischer Schließzylinder/Kartenleser für ein digitales Zutrittsmanagement).

- Aggregation und Bereitstellung von Daten für die Gebäudeautomation – insbesondere für das Störungsmanagement.
- Baudokumentation.
- Erfassung des Bestands für Due Diligences und/oder die Weiterverwertung eines Bauwerks.
- Erfassung kalkulationsrelevanter Attribute für FM-Ausschreibungen (z. B. gewerkespezifische Attribute wie Volumenstrom für raumluftechnische Anlagen, elektrische Anschlussleistung, Anzahl der Felder in Schaltschränken).
- ...

Bei den oben genannten Beispielen wird davon ausgegangen, dass bereits die Aggregation, Bereitstellung oder Übergabe von Daten ein Anwendungsfall ist. Die Weiterverarbeitung der Daten ist ein Anwendungsfall des Gebäudebetriebs und ist daher nicht Bestandteil der BIM-Anwendungen innerhalb der Planung und Ausführung eines Bauprojekts. Aus den Anwendungsfällen des Gebäudebetriebs sind aber für die Anwendungsfälle im Projekt „Übergabe in das FM“ o.ä. die relevanten Vorgaben zu formulieren (z. B. Vorgabe eines Anlagenkennzeichnungssystems, welches im Planungs-, Bau- und Betriebsprozess verbindlich anzuwenden ist).

Dies gilt in gleicher Weise für den oben genannten Anwendungsfall „Baudokumentation“ oder „As-Built-Modell“. Oftmals existiert hierzu die Annahme, es sei erstrebenswert, möglichst alle während des Planens und Bauens aggregierten Daten in einem Modell zur Verfügung zu stellen. Dies ist jedoch in den allermeisten Fällen gar nicht von Interesse. Auch bei der Baudokumentation geht es darum, die Daten zur Verfügung zu stellen, die bei der späteren Verwertung des Bauwerks tatsächlich benötigt werden und sie so zu sortieren, dass sie wiedergefunden werden können. Hierbei kann das Gebäudemanagement mit frühzeitig formulierten „Baudokumentationsrichtlinien“ die Ziele vorgeben, auf deren Grundlage die Auftraggeber-Informationsanforderungen formuliert werden.

Ein besonderer Anwendungsfall ist das Erheben von Daten in einem Bestandsbauwerk und ihre systematische Aufbereitung in einem oder mehreren Modellen. Auch hier geht es nicht darum, möglichst viele Daten aufzunehmen und zu sammeln, sondern zunächst danach zu fragen, welche Ziele mit den Bestandsdaten verfolgt werden. Analog zum Neubau sollte auch hier ein Betriebskonzept erstellt werden. Typische Fragen in diesem Zusammenhang können sein:

- Was soll mit dem Bauwerk geschehen?
- Welche Untersuchungen sollen gemacht werden?
- Wer soll mit den Bestandsdaten arbeiten?
- Welche Informationen werden benötigt?
- ...

Es gilt also immer, dass nicht möglichst viele Daten, sondern möglichst gute Daten benötigt werden, um die gesteckten Ziele zu erreichen. Nur dann kann die Arbeit des Gebäudemanagements mithilfe der Daten aus den genannten Anwendungsfällen komfortabler erledigt werden. BIM wirkt hier in erster Linie prozessunterstützend und nicht als Ersatz für CAFM. Denn es werden Daten übergeben, die die verschiedenen Systeme des CAFM weiterverwenden, sodass vorhandene IT-Landschaften weiter genutzt werden. Selbstverständlich werden sich im Zuge der Weiterentwicklung bei BIM auch die Fähigkeiten von CAFM positiv entwickeln – es entsteht bereits jetzt ein Druck von der BIM-Software auf die vorhandenen CAFM-Systeme.

10 Literatur- und Quellenverzeichnis

- BIM4INFRA2020 (2019). Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Umsetzung des Stufenplans Digitales Planen und Bauen. Arbeitspaket 1.2 Szenariendefinition und Arbeitspaket 1.3 Empfehlung. Berichtsstand 17.09.2018.
- Dörner, R., Broll, W., Grimm, P. und Jung, B. (2013). Virtual und Augmented Reality. Grundlagen und Methoden der virtuellen und augmentierten Realität.
- Duden (2015). Deutsches Universalwörterbuch. 8. Aufl.
- Deventer + Partner (2016). Leistungsbild Projektsteuerung, AHO Heft Nr. 9 (2014) Teil 2 / § 2 Sortierung nach den 5 Handlungsbereichen A - E und Angabe in den 5 Projektstufen. Abrufbar unter: <https://www.deventer-partner.de/cdn/uploads/seite-3-4-leistbild-aho-neu-geordnet-02-2016.pdf> (27.01.19)
- Volkmann, Walter (o. J.): Terminplanung des Projektmanagers von der Projektvorbereitung bis zur Inbetriebnahme. Abrufbar unter: <https://www.volkmann-pm.de/images/kunde/pdfs/Terminmanagement1.pdf> (27.01.19).
- Ausschuss der Verbände und Kammern der Ingenieure und Architekten für die Honorarordnung e. V. (Hrsg.) (2019). Heft Nr. 11 Leistungen Building Information Modeling – Die BIM-Methode im Planungsprozess der HOAI.