GEFMA
German Facility Management Association

BUILDING INFORMATION MODELING IM FACILITY MANAGEMENT

White Paper
GEFMA 926

Version: 2.0

Herausgeber:
GEFMA
German Facility Management Association

Verfasst durch den GEFMA-Arbeitskreis Digitalisierung

BUILDING INFORMATION MODELING IM FACILITY MANAGEMENT

White Paper

GEFMA 926

Version: 2.0

Stand vom: 11.10.2019

INHALTSVERZEICHNIS

1. EINLEITUNG 6
   1.1 Vorwort zur zweiten Auflage 6
   1.2 Vorwort zur ersten Auflage 6
   1.3 Building Information Modeling – Was verbirgt sich dahinter? 8
   1.4 OpenBIM vs. ClosedBIM 8

2. BIM-HISTORIE 10

3. BUILDING INFORMATION MODELING FÜR FACILITY MANAGER? 12
   3.1 Motivation 12
   3.2 Nutzen von BIM bei der Inbetriebnahme 13
   3.3 Nutzen von BIM im Betrieb 14
   3.4 Nutzen von BIM im Betrieb bei Sanierung und Umbau 15
   3.5 Nutzen von BIM im Tagesgeschäft 16
   3.6 Das „Digital Twin"-Prinzip 18
   3.7 Voraussetzungen für die Verwendung von BIM-Modellen im Gebäudebetrieb 18

4. KRITISCHE BETRACHTUNG VON BIM IM FM 20

5. INTERNATIONALE SITUATION BEI DER NUTZUNG VON BIM IM FM 22

6. VORGEHENSWEISE IN EINEM BIM-PROJEKT 27
   6.1 Anforderungen aus dem Facility Management 27
   6.2 Integration in BIM-Projektdokumente 29
   6.3 Gemeinsame Datenumgebung (CDE) 31
   6.4 Rollen im BIM-Projekt 33

7. WIRTSCHAFTLICHKEIT VON BIM IN DER BAUPHASE 35
   7.1 Prozessbezogene Wertschöpfung 35
   7.2 Qualitätsbezogene Wertschöpfung 36
   7.3 Ressourcenbezogene Wertschöpfung 36

8. STANDARDS ZUM BIM-DATENAUSTAUSCH 38
   8.1 IFC 38
   8.2 COBie 39
   8.3 gbXML 40
   8.4 CAFM-Connect 41
   8.5 Proprietäre Austauschformate 41

9. KATEGORISIERUNG VON SOFTWARE 42

10. STATUS QUO CAFM-SYSTEMUNTERSTÜTZUNG 45

11. ANWENDUNGSSZENARIEN 47
11.1 Inbetriebnahme 47
11.2 Betriebsphase 47
11.3 Mietmanagement 49
11.4 Wartung und Instandsetzung 49
11.5 Smart Buildings 49

12. BIM UND ERP-SYSTEME 50
12.1 BIM und ERP – Wie passt das zusammen? 50
12.2 Use Cases 52
12.3 Instandhaltung / Collaboration 52

13. BIM-KATALOG DER GEFMA RICHTLINIE 444 54

14. PRAXISBEISPIELE 56
14.1 BIM bei Kommunale Immobilien Jena 56
14.2 BIM-Einsatz beim Neubau eines Call Centers 57
14.3 BIM bei TÜV SÜD in Singapur 59
14.4 FM-gerechte BIM-Integration im Banken-Sektor 63
14.5 Praxisbeispiel Bürogebäude Country Park III 66
14.6 BIM beim Axel-Springer-Neubau in Berlin 69
14.7 Agile Methoden für ein BIM-basiertes Event Management am Flughafen Berlin Tempelhof 75

15. MODERNE DATENERFASSUNG FÜR BIM 81
15.1 3D-Laserscanning 81
15.2 Scan2BIM 82
15.3 Scan2CAFM 82
15.4 Scan2Dataset 83
15.5 Vergleich der Anwendungsfälle 83
15.6 Weitere Verfahren 83

16. FAZIT 85

17. AUSBLICK 87

18. ANHANG 88
18.1 Quellen 88
18.2 Abbildungsverzeichnis 89

1. EINLEITUNG

1.1 Vorwort zur zweiten Auflage

Zwei Jahre sind vergangen seit Erscheinen der ersten Auflage, die auf sehr großes Interesse und Resonanz gestoßen ist. Die BIM-Methode hat sich seither weiterentwickelt und es sind zunehmend erfolgreiche praktische Umsetzungen zu beobachten. Auch die Bundesregierung hat eine Forderung zur Umsetzung von BIM erarbeitet [23]. Weiterhin entwickelt sich die Nutzung des BIM-Modells über die Bauphase hinaus weiter und wird in dieser neuen Auflage des BIM White Papers näher betrachtet. Es gibt hierfür immer mehr Projekte, die das ganze Potenzial von BIM ausschöpfen.

In der 2. Auflage konnten weitere Inhalte aufgenommen werden, z. B. die „kritische Betrachtung von BIM" oder „Die internationale Situation bei der Nutzung von BIM im FM". Weiterhin wurden in dieser Ausgabe alle Texte aktualisiert und weitere Projekte aufgenommen. Diese Entwicklung zeigt, dass weiterhin ein hohes Interesse an aber auch immer noch viel Verunsicherung bei dem Thema besteht und eine Version 2 des White Papers gerechtfertigt ist.

Wir wünschen und hoffen, dass das White Paper für BIM im Facility Management sich weiterhin wachsender Beliebtheit erfreut und freuen uns auf Rückmeldungen.

Prof. Dr. habil. Michael May
Vorstandsmitglied und Leiter
des Arbeitskreises Digitalisierung
GEFMA e.V.

M.Sc. FM / Dipl.-Inf. (FH) Maik Schlundt
Leiter des Unterarbeitskreises
BIM im FM

1.2 Vorwort zur ersten Auflage

Die Unterarbeitsgruppe „BIM" des GEFMA-Arbeitskreises Digitalisierung (vormals: AK CAFM) hat sich unter anderem mit dem Ziel gebildet, das Thema „Building Information Modeling" und dessen Anwendung im Facility Management (FM) und insbesondere im Computer Aided Facility Management (CAFM) näher zu betrachten. Die Ergebnisse sind in diesem White Paper zusammengefasst und stehen so einem größeren Interessentenkreis zur Verfügung.

Die GEFMA-White Paper sollen die bekannten Richtlinien der GEFMA ergänzen und technische Zusammenhänge beschreiben, die keinen Richtliniencharakter besitzen. Bisher ist vom AK Digitalisierung auch das White Paper „Cloud Computing im Facility Management" (GEFMA 942) erschienen.

Auch mit der Gründung eines eigenen Arbeitskreises BIM Anfang 2016 trägt GEFMA als führender Branchenverband für Facility Management dem Thema BIM für FM zunehmend Rechnung.

Mittlerweile existiert umfangreiche Literatur zu vielen Aspekten des BIM. In jedem Fachmagazin mit dem Schwerpunkt Architektur oder Bau gibt es Artikel und Berichte dazu. Noch zu selten wird BIM im Betrieb und damit aus Sicht des Facility Management betrachtet. Auch die Beziehung zwischen BIM und CAFM wird hierbei kaum berücksichtigt. Diese Lücke soll das vorliegende White Paper schließen.

CAFM-Anwendungen können erheblich von BIM profitieren. Insbesondere können BIM-Daten, die oft in der Planungsphase eines Bauwerks entstehen, im FM genutzt und fortgeschrieben werden. Die Betrachtung von BIM im Facility Management und die Einordnung dieser Thematik in die übergeordnete Digitalisierung der Immobilienwirtschaft sind essenzielle Themen für den GEFMA-Arbeitskreis CAFM.

Daraus ergeben sich auch die Kernfragen dieses White Papers:

- Welchen Mehrwert bietet BIM für das Facility Management?
- Wie kann BIM im Bestand bzw. in der Nutzungsphase von Facilities eingesetzt werden?
- Welchen Nutzen kann durch BIM für CAFM entstehen?
- Welche wichtigen Begriffe, Datenformate und Schnittstellen für BIM im FM gibt es?

Wir wollen damit aktuelles Wissen über BIM kompakt zusammenfassen, den klaren Bezug zu CAFM aufzeigen und die Möglichkeiten von BIM und dessen Mehrwert für CAFM darstellen.

Das White Paper wendet sich insbesondere an:

- Facility Manager auf Seiten der Anwender
- CAFM-Softwarehersteller und -Implementierungspartner
- (CA)FM-Berater
- FM-Dienstleister, die CAFM-Systeme einsetzen
- Lehrende und Studierende in Immobilien-bezogenen Studiengängen

Das White Paper versteht sich nicht als abgeschlossene BIM-Quelle sondern als ein lebendes Dokument, das kontinuierlich erweitert werden soll. Alle Leser sind explizit aufgefordert, durch ihre Kommentare und Hinweise zur Fortschreibung und weiteren Qualifizierung und somit zu einem möglichst hohen Mehrwert dieses White Papers beizutragen.

1.3 Building Information Modeling – Was verbirgt sich dahinter?

Building Information Modeling (BIM) [1] beschreibt eine Methode, in der alle bei Entwurf, Errichtung und Betrieb von Immobilien entstehenden Daten in einem sogenannten Building Information Model (ebenfalls mit BIM abgekürzt) zusammengeführt werden, das von den Beteiligten gemeinsam lebenszyklusübergreifend gepflegt und genutzt wird.

Unter einem Gebäudeinformationsmodell versteht man ein digitales Abbild – einen strukturierten Datensatz – eines entweder bestehenden oder sich in der Planung befindlichen Bauwerks. Der strukturierte Datensatz selbst enthält alle notwendigen Informationen über das Bauwerk. Es ist somit eine Art Platzhalter für Informationen über das Gebäude und dessen bauliche und technische Anlagen. Erzeugt wird es durch dafür geeignete Software, die im internationalen Sprachgebrauch auch als „Authoring Tools" bezeichnet wird.

Die BIM-Methode wird in den Phasen Entwurf und Errichtung bereits erfolgreich angewendet, was nicht zuletzt der Erkenntnis geschuldet ist, dass die wachsenden Anforderungen an Planungs- und Bauprojekte kaum noch mit herkömmlichen Methoden beherrschbar sind. Anders sieht es im Betrieb aus; aufgrund verschiedener Hürden ist die Anwendung von BIM hier bisher zumindest im deutschsprachigen Raum nicht verbreitet und in vielen Fällen auch nicht ohne Weiteres möglich. So existieren weder einheitliche Datenmodelle, welche die im Gebäudebetrieb verwendeten Objekte beschreiben, noch existieren standardisierte Schnittstellen zur Kommunikation der beteiligten Softwareprodukte. Die hohe Anzahl an Spezialprodukten im Betrieb verstärkt das Problem zusätzlich.

1.4 OpenBIM vs. ClosedBIM

Voraussetzung für die erfolgreiche Etablierung und Nutzung von BIM ist die nahtlose Kommunikation nicht nur der an den BIM-Prozessen Beteiligten, sondern auch der hierbei verwendeten IT-Systeme. Dies ist ohne die Verwendung entsprechender Vereinbarungen, Protokolle und Schnittstellen nicht möglich. Prinzipiell stehen zwei Vorgehensweisen zur Verfügung, die mit ClosedBIM und OpenBIM bezeichnet werden.

ClosedBIM, manchmal auch als „lonely" BIM bezeichnet, basiert auf einem oder mehreren Softwareprodukten – oftmals auch noch derselben Version – eines Herstellers und nutzt dessen proprietäre Formate für den effektiven modell- und informationsbasierten Datenaustausch und die Kommunikation. Dies ist

ohne weitere Dateikonvertierungen möglich. Allerdings sind alle Beteiligten an ein bestimmtes Software-Tool oder -Toolset gebunden, wodurch die Integrationsfähigkeit und damit die Anwendungsbreite dieses Ansatzes eingeschränkt sind. Fremdsysteme können nur mit hohem Entwicklungsaufwand in diese Umgebung eingebunden werden und müssen bei jeder Änderung des proprietären Formats durch den Hersteller angepasst werden, was angesichts eines Immobilienlebenszyklus von ca. 30-70 Jahren kaum akzeptabel ist. Im Computer Aided Design (CAD) wurden und werden diese Erfahrungen bereits seit Jahrzehnten gemacht.

OpenBIM hingegen setzt auf Interoperabilität und Integration durch die Verwendung von nicht-proprietären, neutralen Standardformaten für den Modelldatenaustausch. Diese Formate müssen national oder besser noch international normiert sein und sie bieten so die Gewähr der Interoperabilität unterschiedlicher Systeme und Gewerke. Erfahrungsgemäß ist es ein langwieriger Prozess, bis in einem Normierungsverfahren ein Konsens zwischen allen Beteiligten gefunden ist. Auch bedarf es Verfahren und Gremien, die verifizieren und ggf. zertifizieren, dass ein Softwareprodukt eine bestimmte Spezifikation bzw. Version eines normierten Formates auch tatsächlich unterstützt. Am weitesten verbreitet sind heute die Formate IFC (Industry Foundation Classes) und COBie (Construction Operations Building Information Exchange) (siehe Kap. 6). Geht es also um die Integration und Interoperabilität unterschiedlicher Systeme verschiedener Hersteller, so ist dem OpenBIM-Ansatz eindeutig der Vorzug zu geben. Es besteht jedoch die Gefahr, dass die nicht abgeschlossene Normierung der Formate zu Datenverlust beim Austausch führen kann oder (noch) nicht alle gewünschten Objektdaten austauschbar sind.

2. BIM-HISTORIE

Häufig wird BIM als nächste Stufe von Computer Aided Design (CAD) bzw. Computer Aided Architectural Design (CAAD) bezeichnet und oftmals synonym mit 3D-CAD verwendet. Der folgende Abschnitt soll dieses Missverständnis beseitigen, indem wichtige Stufen in der Entwicklung von CAD-Systemen bzw. der CAD-Methodik aufgezeigt werden und damit die Abgrenzung zum aktuellen BIM-Verständnis deutlich wird.

Grundgedanke der ersten CAD-Systeme war es, die manuelle Erstellung von Zeichnungen mit dem Computer effizienter zu erledigen. So wurde die Abkürzung CAD folgerichtig als „Computer Aided Drafting" verstanden – also als computerunterstütztes Zeichnen. Die für diesen Zweck entwickelte CAD-Software hat die Zeichnung bereits rechnerintern als Modell verwaltet. Zunächst kam jedoch hierfür nur einfache 2D-Vektorgrafik zum Einsatz, die aus der Kombination geometrischer Grundelemente (2D-Primitive) wie z. B. Linien, Bögen, Kreise und Text bestand. Das eigentliche Ziel des Softwareeinsatzes war letztlich die automatische Erstellung einer (Papier-)Zeichnung, die auf einem Plotter ausgegeben wurde. Zusätzliche Attribute, die über die reine Geometrie hinausgingen, wurden gemäß festgelegten Konventionen technischer Zeichnungen z. B. als Linienarten, -stärken und -farben oder Layer ausgedrückt und im CAD-Modell gespeichert.

Bereits in diesem frühen Stadium wurde deutlich, dass die gewünschten Geschwindigkeitsvorteile (hier gegenüber der Zeichnungserstellung am Zeichenbrett) ohne eine Änderung der Arbeitsmethodik nur in wenigen Anwendungsfällen zu erreichen waren. Folglich unterstützten spätere CAD-Systeme zunehmend Entwurfs- und konstruktive Tätigkeiten, boten also zusätzlichen Mehrwert. Zeichnungsprogramme wandelten sich so zu Konstruktions- bzw. Entwurfssystemen, die neben Normteilbibliotheken mit Zeichnungsbausteinen bzw. -symbolen bereits einfache Auslegungsprogramme integrierten. Der heute noch übliche Begriff „Computer Aided Design" trägt dieser Entwicklung Rechnung. Erst dadurch und mit der Verfügbarkeit bezahlbarer Hardware und Software begann CAD in der Breite erfolgreich zu sein. Heute sind klassische Zeichenbretter nahezu vollständig aus dem beruflichen Alltag von Architekten und Ingenieuren verschwunden. Mit dieser Entwicklung wurde das CAD-Modell Gegenstand des Informationsaustausches zwischen Beteiligten, wobei die Regeln technischer (Papier-)Zeichnungen weiterhin für die Interpretation der Modelle erforderlich waren.

Weitere Entwicklungen moderner CAD-Systeme waren begleitet von zunehmend komplexeren CAD-Modellen, die immer umfangreichere Aspekte des Bauwerks umfassten. Bezogen auf die geometrische Darstellung wurden die 2D-Grundelemente zunächst im Raum angeordnet und mit eine Höhenangabe versehen (2½D) und letztlich um 3D-Flächen- und -Volumenelemente erweitert. Heutige 3D-CAD-Systeme repräsentieren die Bauwerksgeometrie nicht mehr als Drahtmodell, sondern als Boundary Representation oder vollwertige

Volumenkörper (Solids). Bei der recht einfachen Festkörpermodellierung (Constructive Solid Geometry) wird die Gebäudegeometrie durch die mengentheoretische Verknüpfung (z. B. Vereinigung, Durchschnitt und Subtraktion) von einfachen Grundkörpern (Primitiven) wie Quadern, Zylindern und Kugeln aufgebaut. Eine Türöffnung in einer (geraden) Wand wird dabei durch Subtraktion eines Quaders (Öffnung) von einem anderen Quader (Wand) gebildet.

Der nächste Entwicklungsschritt bereitete das heutige Verständnis von digitalen Gebäudemodellen im Sinne von BIM vor. In einem bauteil- oder objektorientierten Ansatz werden real existierende Bauteile der Konstruktion als virtuelle Objekte im CAD-System abgebildet. Sie besitzen neben der 3D-Geometrie des Bauteils (in z. T. unterschiedlichen Detaillierungsstufen) eine inhaltliche (semantische) Bedeutung, gehören also z. B. zur Klasse der Türen, Wände, Fenster oder Decken. Jedes Bauteil (Objekt) umfasst somit zusätzliche Sachinformationen, die als Attribute und Parameter abgebildet werden.

Für ein digitales Bauwerksmodell im Sinne von BIM ist eine derartige objekt- und bauteilbezogene rechnerinterne Darstellung in einer Standarddatenbank erforderlich. In der Regel fordert man darüber hinaus, dass die Erstellung der verwendeten Bauteile über Parameter gesteuert werden kann (parametrische Modelle) und dass die eingesetzten Bauteile auch untereinander in Beziehung stehen, also miteinander verknüpft sind. So speichert das Bauteil (und damit Modellelement) „Tür" auch den Bezug zum Bauteil „Wand", in der diese Tür enthalten ist. Verschiebt man in einem solchen parametrischen Modell ein Türelement, so wird die entsprechende Türöffnung in der Wand automatisch mit verschoben.

3. BUILDING INFORMATION MODELING FÜR FACILITY MANAGER?

3.1 Motivation

Warum sollten sich Facility Manager für BIM interessieren? In [2] wird dies wie folgt begründet:

„Ein unangemessen großer Zeitaufwand entsteht durch die Lokalisierung und Überprüfung spezifischer Objekt- und Projektinformationen aus vorangegangenen Aktivitäten."

Wir sehen seit geraumer Zeit, wie die Bauindustrie digitale Praktiken bei Design und Errichtung von Gebäuden und Anlagen einsetzt. Siemens Real Estate (SRE) definiert BIM im firmeneigenen Standard [3] wie folgt:

„Building Information Management (BIM) ist eine modellbasierte, digitale, interdisziplinäre und verifizierbare Arbeitsmethodik. Virtuelle, dreidimensionale Gebäudemodelle werden mit nichtgeometrischen, alphanumerischen Daten verknüpft und bieten damit ein konsistentes Abbild aller planungs-, ausführungs- und betreiberrelevanten Informationen. Diese mehrdimensionalen Gebäudemodelle sind die digitale und visuelle Abbildung des Gebäudes, der physikalischen und funktionalen Eigenschaften und deren Beziehungen zueinander. Die verschiedenen Daten und Informationen der Projektteilnehmer ermöglichen so eine akkurate und verifizierte Übergabe von ‚wie gebaut' Daten in den Betrieb."

In Entwurf und Konstruktion spielt BIM eine wichtige Rolle bei der Etablierung digitaler und virtueller Prozesse, die es allen Beteiligten ermöglichen, Gebäude in höherer Qualität, kürzerer Zeit und zu niedrigeren Kosten zu entwerfen und zu errichten. Es gibt gute Gründe dafür, dass sich Facility Manager aktiv in die Design- und Bauphasen einbringen. So könnte z. B. ihre Kompetenz in der Instandhaltung und im Betrieb von Gebäuden bereits im Designprozess berücksichtigt werden und so zu einem nachhaltigen Mehrwert im Lebenszyklus von Immobilien führen. Dies trifft auch auf das Bauen im Bestand zu.

BIM-Werkzeuge ermöglichen die Entwicklung von digitalen Prozessen und die virtuelle Zusammenarbeit aller an Entwurf und Errichtung von Bauwerken Beteiligten. Im Ergebnis entstehen digitale Modelle dieser Gebäude, die sowohl ihre Geometrie als auch alphanumerische Objektdaten wie z. B. Attribute und Dokumente beinhalten. Verglichen mit großen Mengen traditioneller 2D-CAD-Zeichnungen, sind 3D-BIM-Modelle in ihrer geometrischen Beschreibung erheblich informativer, konsistenter, zuverlässiger und einfacher zu validieren.

3.2 Nutzen von BIM bei der Inbetriebnahme

Wenn wir die Lebenszyklusphasen von Gebäuden betrachten, fällt auf, dass der höchste Informationsverlust beim Übergang von der Errichtung zum Beginn der Nutzung auftritt (s. **Abb. 1**, Quelle: Eastman 2008). Board out bedeutet hierbei das traditionelle Design auf der Basis von vielfältigen (separaten) 2D-CAD-Zeichnungen.

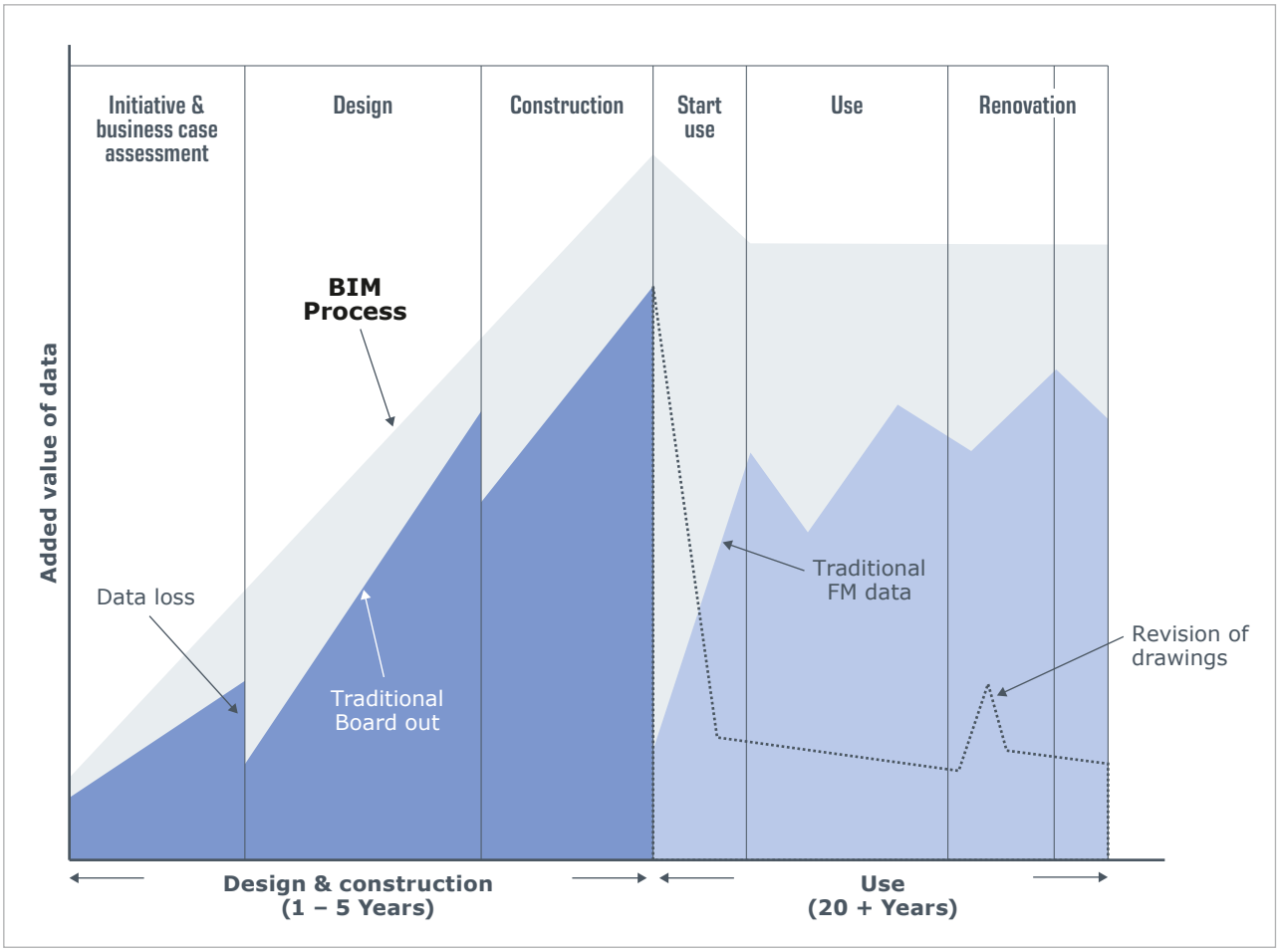

Abb. 1: Gebäudedaten, die während des Lebenszyklus verfügbar sind und übertragen werden.

Insbesondere beim Übergang von Gebäuden zwischen Bau und Betrieb möchten Facility Manager relevante Gebäudeinformationen übernehmen, um eine effiziente Inbetriebnahme und einen entsprechenden Gebäudebetrieb zu gewährleisten.

Da BIM-Modelle zunehmend verfügbar sind, ist es ein zentrales Interesse von Facility Managern, deren Daten nahtlos übernehmen und nutzen zu können. Hierdurch wird eine höhere Qualität der Inbetriebnahme bei geringerem Aufwand ermöglicht, wodurch in erheblichem Maße Zeit und Geld gespart werden.

Die Entwicklung von mehrjährigen Prognosen für FM-Prozesse (z. B. Instandhaltung) beruht auf der Verfügbarkeit geeigneter Gebäude- und Anlagendaten. Wenn die benötigten Daten in BIM-Modellen zur Verfügung gestellt werden, ermöglicht das den Facility Managern, z. B. Instandhaltungsarbeiten schneller und zuverlässiger planen und durchführen zu können, wobei auf CAFM- oder Instandhaltungsplanungs- und -steuerungssysteme (IPS- oder auch CMM-Systeme) zurückgegriffen werden kann. Ähnliche Vorteile zeigen sich auch beim Gewährleistungsmanagement.

Die Möglichkeit Daten, die für den Betrieb relevant sind, aus BIM-Modellen beim Übergang zwischen der Bau- und Betriebsphase nutzen zu können, stellt ein hohes Nutzenpotenzial im FM dar und ist somit ein wesentlicher Aspekt der Wirtschaftlichkeit von BIM im FM. Hierdurch entfällt die oftmals noch praktizierte Mehrfacherfassung von Daten.

3.3 Nutzen von BIM im Betrieb

Im Fall der Inbetriebnahme, wie er im Abschnitt 3.2 beschrieben wurde, ist nur die Übernahme von Daten aus dem BIM-Modell in IT-Systeme, die für den Betrieb und die Instandhaltung von Gebäuden verwendet werden, erforderlich. Man könnte argumentieren, dass die Gebäudemodelle danach „überflüssig" sind.

Die zentrale Frage für Facility Manager ist:

Gibt es einen Business Case, der die Aktualisierung und Fortführung von BIM-Modellen für den verbleibenden Lebenszyklus von Gebäuden, also für die Betriebs- und Rückbauphase rechtfertigt?

Dies ist keine triviale Frage, denn die Entscheidung BIM-Modelle während des Lebenszyklus zu erhalten und fortzuführen, besitzt ernsthafte Konsequenzen für das Informationsmanagement rund um das Immobilien- und Facility Management. So werden neue, hiermit zusammenhängende Kosten entstehen.

Falls es darum geht, BIM-Modelle während des Betriebs zu verwenden, erfordert dies die Bereitstellung von IT-Umgebungen, die es Softwarenutzern oder -anwendungen ermöglichen, auf die Modelle in Echtzeit zuzugreifen und diese bei Bedarf zu visualisieren und zu verändern. Dies betrifft sowohl geometrisch-grafische als

auch alphanumerische Werte. Derartige IT-Umgebungen werden als „BIM-Server-Plattformen" bezeichnet. Die Verwendung solcher Plattformen setzt voraus, dass die in den BIM-Modellen enthaltenen Daten aktuell gehalten werden.

Während des Betriebs werden u. a. Umnutzungen, Renovierungen oder Wartungsarbeiten ausgeführt. Der Austausch technischer Anlagen und Komponenten (z. B. Pumpen, Ventilatoren) muss sich in den Sachdaten widerspiegeln, unabhängig davon, ob das BIM-Modell während des Instandhaltungsprozesses verwendet wurde oder nicht. Hierfür ist die zuverlässige Interoperabilität zwischen den beteiligten BIM-Systemen auf der einen Seite und den CAFM-Systemen auf der anderen Seite unabdingbar. Auch das ist mit Aufwand und Kosten verbunden. Ebenso müssen BIM Authoring Tools auch während der Betriebsphase anwendbar sein. Außerdem ist ein solides Management von Modellversionen sicher zu stellen.

Für die Akzeptanz von BIM-Modellen als einer wirtschaftlich attraktiven Option muss die Verwendung der Modelle Kosteneinsparungen und/oder Qualitätsverbesserungen im Betrieb gewährleisten. Die Größenordnung der Kosteneinsparung muss hierbei die Kosten der Erstellung und Pflege der Modelle übertreffen. Bislang scheinen keine verlässlichen Wirtschaftlichkeitszahlen für solche Geschäftsfälle zu existieren, vor allem deshalb, weil die Verwendung von BIM im Betrieb noch in den Kinderschuhen steckt.

In dem Maße, wie praktische Erfahrungen gesammelt werden, werden auch Zahlen zur Rentabilität von BIM vorliegen, ähnlich wie wir es von CAFM-Projekten kennen. Neben quantifizierbaren Größen gibt es qualitative Aussagen, die für die Anwendung von BIM während des Betriebes sprechen und diese vorantreiben werden. Für derartige Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen kann man sich an der GEFMA-Richtlinie 460 [4] orientieren, auch wenn es dort um die Wirtschaftlichkeit von CAFM-Projekten geht.

3.4 Nutzen von BIM im Betrieb bei Sanierung und Umbau

BIM hat sich bei Konzeption, Planung und Errichtung von Bauwerken bereits bewährt. Das White Paper behandelt diese Phasen nicht explizit. Vielmehr wird hier auf Informationen und Veröffentlichungen von Organisationen wie der internationalen buildingSMART Alliance zum Thema BIM [5] verwiesen.

Während des Lebenszyklus werden Bauwerke einer Reihe von Sanierungen und Umbauten unterzogen. Hier bietet BIM genau dieselben Nutzeffekte wie bei

Konzeption, Planung und Errichtung: höhere Qualität bei geringeren Kosten und kürzerer Umsetzungszeit. Außerdem kann BIM bei der Szenario-Planung hilfreich sein.

Um Sanierungs- und Umbauprozesse mittels BIM erfolgreich zu unterstützen, werden BIM-Modelle benötigt, die Architekten und Bauunternehmen passende und aktuelle Informationen zur Planung und Realisierung von Veränderungen eines Gebäudes liefern.

Wir wollen ein Beispiel hierfür betrachten. Ein bestehendes Gebäude wurde in einem traditionellen Zellenbüro-Design entworfen. Es soll umgestaltet werden, um neue Arbeitsweisen (new ways of working) zu ermöglichen. Hierbei handelt es sich um ein Modernisierungs-/Umbauprojekt. Die Vernetzung von Mitarbeitern, deren Kooperation, Teamarbeit und informelle Arbeitsstile sollen im neuen Konzept verstärkt berücksichtigt werden. Das Innendesign muss hierfür attraktiv und komfortabel sein, damit die Mitarbeiter ihre Aktivitäten effektiv ausführen können. Die Erfahrung der Nutzer spielt dabei eine wichtige Rolle. Das Projekt umfasst nicht nur eine grundlegende Neugestaltung der Grundrisse, sondern auch wichtige Überlegungen zum Raumklima, d. h. zur Gestaltung der Lüftungs- und Klimaanlagen, um eine an die neue Raumgestaltung angepasste Luftqualität liefern zu können. Mit Hilfe von BIM-Tools wird ein (IFC-) Modell des bestehenden Gebäudes erstellt und an die potenziellen Anbieter weitergegeben, so dass sie auf dieser Basis die Umgestaltung planen und die damit verbundenen Kosten abschätzen können. Die durch die Anbieter ergänzten und an den Auftraggeber zurückgesandten BIM-Modelle erlauben nun einen detaillierten Einblick in die Ideen und Ansätze, welche die verschiedenen Anbieter vorschlagen. Somit ist eine fundierte Entscheidung für einen dieser Anbieter möglich.

3.5 Nutzen von BIM im Tagesgeschäft

Auf welche Weise kann BIM Vorteile für die tägliche Arbeit während der Betriebsphase bieten?

Eine kurze Antwort auf diese Frage wäre: BIM-Modelle ermöglichen es grundlegend neue Wege zu gehen, um Gebäude zu analysieren und einen besseren Einblick in ihre Funktionsweise zu erlauben. Im Gegenzug wird diese verbesserte Einsicht dazu führen, dass Facility Manager ihre Dienstleistungen mit höherer Qualität und gesteigerter Effizienz erbringen können. Um dies zu erklären, müssen wir zunächst die vorteilhaften Eigenschaften eines BIM-Modells für Aufgaben im Gebäudebetrieb erläutern.

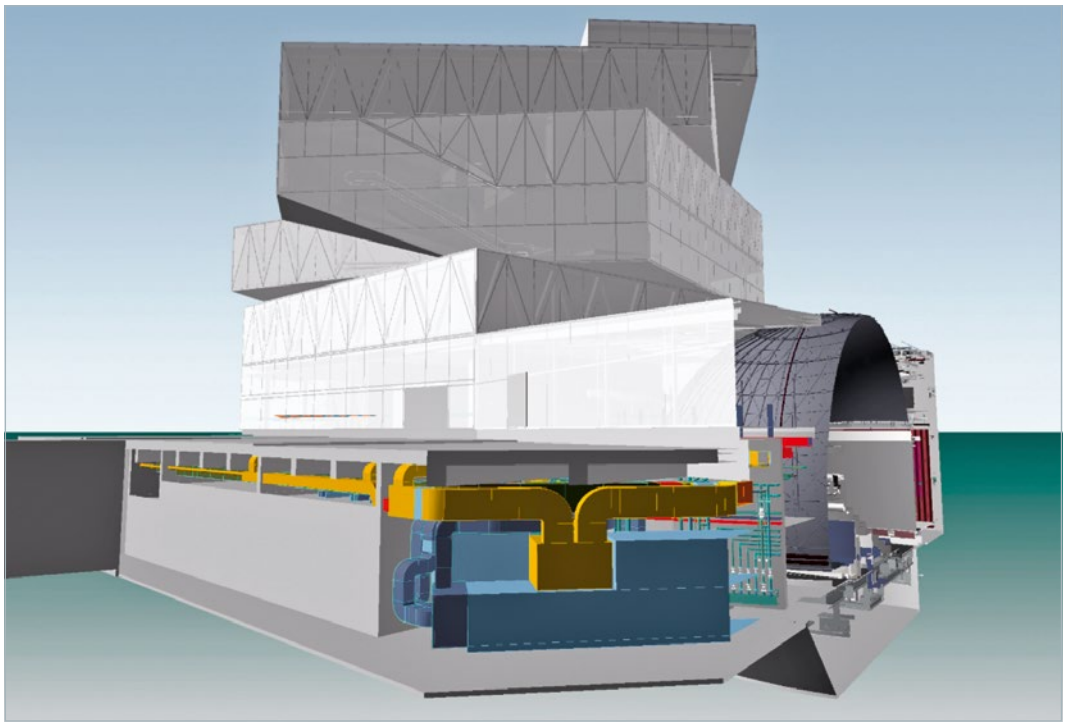

Abb. 2: Beispiel eines BIM-Modells

Eine fundamentale Eigenschaft von BIM-Modellen ist ihre Fähigkeit, die Geometrie von baulichen und technischen Anlagen in verständlicher Weise zu beschreiben. Hierbei sind die Fähigkeiten des Menschen zur Interpretation visueller Informationen ausschlaggebend. Nicht umsonst sagt ein altes Sprichwort: „Ein Bild sagt mehr als tausend Worte." Sollte man z. B. die Konstruktion eines Bauwerks, wie das in **Abb. 2**, detailliert beschreiben, würde man wahrscheinlich Hunderte von Seiten Text und Tabellen benötigen, und selbst dann wäre die Beschreibung wohl immer noch unvollständig oder nicht detailliert genug.

BIM-Modelle ermöglichen eine schnelle und genaue Analyse des Zustandes und der Eigenschaften ihrer Objekte. Von diesem verbesserten Verständnis profitieren z. B. Instandhaltungsaktivitäten, wodurch die Vorbereitung von Arbeitsvorgängen beschleunigt und qualitativ verbessert werden kann.

In gleicher Weise kann der Einsatz von BIM-Modellen das Flächenmanagement unterstützen, indem sie einen tieferen Einblick in die räumlichen Eigenschaften von Gebäuden bieten. Dies ermöglicht u. a. bessere und schnellere Entscheidungen bei der Belegungsplanung. Grundsätzlich lassen sich aus einem BIM-Modell mit ausreichend Daten die voraussichtlichen Energie-, Wartungs-, Reinigungs- und Flächenkosten abschätzen.

3.6 Das „Digital Twin"-Prinzip

Die verbesserte Einsicht, die BIM-Modelle Facility Managern bietet, kann auch auf den Bereich Analytics (Geschäftsanalysen) angewendet werden.

Ein „digitaler Zwilling" ist eine virtuelle Darstellung eines physischen Objekts, die zusätzlich dessen aktuellen Zustand (Eigenschaften) beschreibt. Oftmals werden hierfür am realen Objekt Sensoren angebracht, die entsprechende Zustandsdaten übermitteln.

Die Verwendung dieses Digital-Twin-Prinzips hat im Bereich des produzierenden Gewerbes schnell Verbreitung gefunden. Ein bekanntes Beispiel hierfür ist General Electric (GE), wo das Modell eines Motors oder einer Windkraftanlage mit aktuellen Daten aus deren Betrieb kombiniert wird. Die Präsentation von Betriebsparametern in geometrischen Modellen bietet neue Möglichkeiten, den Zustand von Objekten schneller zu verstehen. Ebenfalls wird die Analyse potenzieller Risiken erleichtert und Auswirkungen von Vorfällen wie Havarien können schneller und zuverlässiger abgeschätzt werden. Dieser Ansatz wird als „Analytics-basierte" Instandhaltung bezeichnet. Im Beispiel von GE werden Verschleißteile von Motoren gemeinsam mit ihren Betriebsparametern im Modell dargestellt. Ingenieure sind so in der Lage, Ausfallrisiken der Teile zu analysieren und rechtzeitig entsprechende Maßnahmen zu ergreifen.

Das gleiche Prinzip gilt für den Betrieb von Gebäuden. BIM-Modelle können mit relevanten Betriebs- sowie weiteren Daten verknüpft werden und erlauben Facility Managern sowie anderen Fachleuten die Beurteilung der Umgebungsbedingungen und der potenziellen Ausfallrisiken von Bauteilen oder technischen Komponenten auf sehr intuitive Weise.
Diese Digital Twins sind ein gutes Beispiel für eine erfolgreiche Integration von IoT- (Internet of Things-), BIM- sowie CAFM-Technologien.

3.7 Voraussetzungen für die Verwendung von BIM-Modellen im Gebäudebetrieb

Es ist sehr wichtig zu erkennen, dass die Verwendung von BIM-Modellen über einen Zeitraum von vielen Jahren wichtige Konsequenzen für das Informationsmanagement beinhaltet. Es ist empfehlenswert IT-Mitarbeiter bereits in frühen Phasen eines BIM-Projektes einzubeziehen.

Einige praktische Aspekte bei der Verwendung von BIM-Modellen sind:

- **BIM-Modellbezogene Dokumentenverwaltung**
  BIM-Modelle sind Softwareobjekte. Das bedeutet, dass man sich für bestimmte Notationsformen entscheiden muss (z. B. IFC oder herstellerspezifische Formate). Ebenso muss geklärt werden, wie die verschiedenen Modellversionen verwaltet werden sollen.

- **Interaktion mit anderen Systemen**
  CAFM- und IPS/CMM-Systeme müssen mit BIM-Modellen interagieren, damit Facility Manager bei ihrer Arbeit auf sie zugreifen können. Daneben beinhalten diese Systeme Daten, die auch in den BIM-Modellen verfügbar sein müssen. Wenn z. B. ein fehlerhaftes Bauteil (z. B. Pumpe, Ventilator) ersetzt wird, werden die während Beschaffung und Austausch anfallenden Bauteildaten typischerweise in diesen Systemen verarbeitet und müssen im Anlagenbuch des Gebäudes verwaltet werden.

- **Sicherheit und Autorisierung**
  Wenn BIM-Modelle einen zentralen Bestandteil der Informationsarchitektur bilden, muss der Zugriff auf ihre Daten geplant und gemanagt werden. Typischerweise muss auch die Historisierung von Daten gesichert werden, damit überprüft werden kann, wer welche Daten wann verändert hat. Daneben müssen die Daten gegen unbefugte Nutzung und Manipulation gesichert werden. Dies sind typische IT- und Informationsmanagement-Themen, die auch in BIM-Projekten unbedingt berücksichtigt werden müssen.

- **BIM-Kompetenzentwicklung und -Sicherung**
  Dies kann in-house geschehen oder auch extern.

4. KRITISCHE BETRACHTUNG VON BIM IM FM

BIM steht synonym für den digitalen Wandel in der Bauwirtschaft. Durch die Digitalisierung des Planungsprozesses im Bau entstehen entsprechende Mehrwerte. Damit ist BIM im Neubaubereich und bei umfangreichen Umbauarbeiten sinnvoll einsetzbar.

Dagegen stehen aktuelle Probleme wie fehlerhafte, instabile Software, komplexe Bedienung oder Performanceprobleme beim Laden von größeren BIM-Modellen. Weiterhin gibt es zur Zeit nur wenige ausgebildete BIM-Experten in Deutschland. Auch ein BIM-Datenstandard muss noch genau definiert werden. Wie bei jeder Methode ist es sinnvoll die Wirtschaftlichkeit zu prüfen. BIM ist nicht gleich BIM — zu viel BIM kann unwirtschaftlich sein. Wenn die Datenmengen zu groß und komplex werden bzw. nicht eindeutig sind, entsteht schnell Datenmüll.

Das ganze Potenzial und die Synergie-Effekte der BIM-Methode ergeben sich auch durch die Weiternutzung des BIM-Modells in der Nutzungsphase des Facility Management.

So ist die Übergabe von Flächen (z. B. Boden, Fenster) für die Flächenverrechnung und Reinigung sinnvoll. Allerdings müssen viele weitere Details, die keinen Mehrwert haben, vor der Übergabe der BIM-Daten gefiltert werden. Dies ist bei einem hochkomplexen Modell sehr aufwändig. Hier ist frühzeitig zu definieren, was benötigt wird, so dass entsprechende Layer oder Attribute festgelegt werden können. Dasselbe gilt auch für die technische Gebäudedokumentation. Hier muss ein Standard für den Datenaustausch festgelegt werden. Aus dem komplexen BIM-Modell wird nur ein Teil für die Nutzungsphase benötigt. Um den späteren Aufwand für die Datenbereinigung gering zu halten, sollte frühestmöglich definiert werden, was genau benötigt wird.

Weitere Vorteile ergeben sich aus der verbesserten Planung, da alle Gewerkeplaner an einem Modell arbeiten können, zum Beispiel zur Prüfung von Kollisionen bis hin zur Kostensimulation für die FM-Phase. Alles zusammen ergibt dann eine hohe Wirtschaftlichkeit der BIM-Methode.

Dazu muss ein BIM-Standard definiert werden, der bis zur Nutzungsphase gilt, und der festlegt, welche Daten für das Facility Management übergeben werden. In Deutschland wird standardmäßig nur der Bau betrachtet und nur selten die Nutzungsphase. Dies macht BIM aber erst zu dem, was es ist, und bringt auch dann den erhofften Mehrwert, d. h. eine genauere aber aufwändigere Planung mit weniger Fehlern in der Umsetzung führt zu geringeren Kosten in der Nutzungsphase.

Mit BIM ergeben sich viele Vorteile für die Nutzungsphase. BIM ist die Datenbasis für das FM (single source of truth). Somit stehen die FM-Daten geprüft

und wesentlich früher für die FM-Prozesse zur Verfügung, um einen reibungslosen Ablauf in der Nutzungsphase zu ermöglichen, z. B. für die Geschäftsprozesse: Vermietung, Schlüsselmanagement, Flächenmanagement und Instandhaltung. So können durch Verwendung der BIM-Daten für die Ausschreibung, die Facility Services wesentlich früher mit einer belastbaren Datenbasis starten. Wichtig dabei ist, dass FM frühzeitig in den Gesamtprozess integriert wird und die Anforderungen von FM-Seite bereits in frühen Planungsphasen bekannt sind und Vertragsbestandteil bei Planer und ausführenden Firmen werden. Insgesamt wird die Planung durch BIM verbessert, wodurch spätere Nachträge seltener werden bzw. geringfügiger ausfallen.

5. INTERNATIONALE SITUATION BEI DER NUTZUNG VON BIM IM FM

Die Einführung der Building-Information-Modeling-Methode zur Unterstützung von Immobilien- und FM-Diensten für den Gebäudebetrieb ist seit mindestens 10 Jahren ein Thema in unserer Branche. Wie ist der Stand der BIM-Einführung in FM heute und welche Dynamik gibt es auf dem FM-Markt?

Die Größe des Marktes im FM

Bevor wir uns mit der globalen BIM-Einführung in FM befassen, müssen wir einschätzen, wie groß der Immobilienmarkt ist, der von Facility Managern verwaltet wird. Allein in den USA verweist die US Energy Information Administration auf einen Bestand von rund 6 Millionen Gewerbegebäuden [26]. Die Anzahl der existierenden Gebäude, die verwaltet werden, ist um ein Vielfaches höher.

Das Betrachten der potenziellen Wachstumsbereiche von BIM bei neuen Gebäuden bietet eine konkrete Sicht für die Übernahme von BIM in den FM-Betrieb. Laut UN Global Status-Bericht über Gebäude 2017 [27] wird jede Woche das Äquivalent von Paris auf der Erde neu errichtet. Mit anderen Worten: sowohl die Anzahl der Bestandsgebäuden als auch der neu errichteten Objekte ist enorm. Das bedeutet auch für das FM ein riesiges Potenzial.

Aktueller Stand der BIM-Übernahme im Lebenszyklus

Zur Zeit gibt es keine genauen Daten zur effektiven Nutzung von BIM in der Baubranche weltweit. Über die Verwendung von BIM-Modellen in Neubauten im Facility Management liegen ebenfalls nur wenige Daten vor. Eine australische Studie aus dem Jahr 2017 zeigt, dass die Einführung von BIM in Facility Management recht begrenzt ist [28], was darauf hindeutet, dass die Nutzung von BIM für den Betrieb nur sehr langsam umgesetzt wird.

Im Bereich Real Estate Management und Facility Management dürfte die Zahl der konkreten Projekte heute bei Hunderten oder vielleicht wenigen Tausend liegen. In Anbetracht des Potenzials an Gebäuden auf dem Markt entspricht dies einer tatsächlichen Verbreitung von weniger als 1 %. Dies wirft die Frage auf, warum dies der Fall ist, ob (regionale) Unterschiede bestehen und was die Akzeptanz vorantreibt oder behindert.

Treiber der Implementierung von BIM

In einigen Ländern wird die Verwendung von BIM entweder von der Regierung vorgeschrieben oder die Verwendung wird aktiv angeregt.

Ein prominentes Beispiel hierfür ist Großbritannien, wo die Regierung eine Initiative „Digital Built Britain" ins Leben gerufen hat, um die AEC-Branche zu modernisieren und weltweit erfolgreich zu sein. Die britische Regierung selbst verlangt die Verwendung von BIM-Modellen im Bereich ihrer eigenen Immobilien (sowohl Anmietung als auch Kauf). Dies rief ein verstärktes Interesse an BIM-Aktivitäten hervor, auch im Bereich Facility Management.

Ein anderes Beispiel ist Singapur, ein Stadtstaat mit einer hohen Gebäudedichte. Die Regierung von Singapur hat entschieden, dass kein Projekt ohne die Verfügbarkeit eines BIM-Modells genehmigt wird. Das ultimative Ziel der Regierung hierbei ist es, Baustellen zu errichten, auf denen Gebäude „zusammengebaut", d. h. montiert werden, ohne dass flüssiger Beton transportiert werden muss. Hongkong und China verfolgen einen ähnlichen Ansatz.

Lebenszyklusorientierte Projekte

Eine Klasse interessanter Projekte für die erfolgreiche Nutzung von BIM ist lebenszyklusbezogen. Diese Projekttypen gehören über den gesamten Lebenszyklus einem Unternehmen. Hierfür gibt es zwei dominierende Beispiele: Das eine sind Public Private Partnership (PPP)-Projekte. Dienstleister spielen eine wichtige Rolle bei Lebenszyklus-Contracting-Projekten, die i. d. R. für den Betrieb der betreffenden Gebäude verantwortlich sind. Regierungen nutzen dieses Modell, um Versorgungseinrichtungen wie Krankenhäuser, Forschungszentren und Büros zu entwickeln. Bei dem zweiten Beispiel gehören die Gebäude dem Eigentümer, der beabsichtigt, diese über ihren gesamten Lebenszyklus zu nutzen. Diese Gebäude sind oft für einen ganz bestimmten Zweck geplant und gebaut worden, wie z. B. Fabriken.

Das Interesse an BIM wird durch das Potenzial angetrieben, nicht nur die Kosten für Design und Konstruktion zu senken und die Gebäudequalität zu verbessern, sondern auch die resultierenden BIM-Modelle wertschöpfend für den Betrieb weiter nutzen zu können.

Lebenszyklus eines BIM-Modells

BIM ist in erster Linie ein Thema des Informationsmanagements. Während die Immobilien- und FM-Manager die wichtigsten Stakeholder im Lebenszyklus sind, liegt die Herausforderung im Informations- und IT-Bereich. Ein BIM-Modell enthält Informationen sowohl zur Gebäudegeometrie als auch zu den sich darin befindlichen Objekten (Assets), z. B. in alphanumerischer Form. Wenn ein Gebäude betrieben wird, verändert es sich im Laufe der Zeit. Assets werden instand gehalten oder bei Bedarf ersetzt, Grundrisse werden angepasst. Die Folge ist, dass die im Modell enthaltenen Daten mit der Realität synchronisiert werden müssen (s. **Abb. 3**).

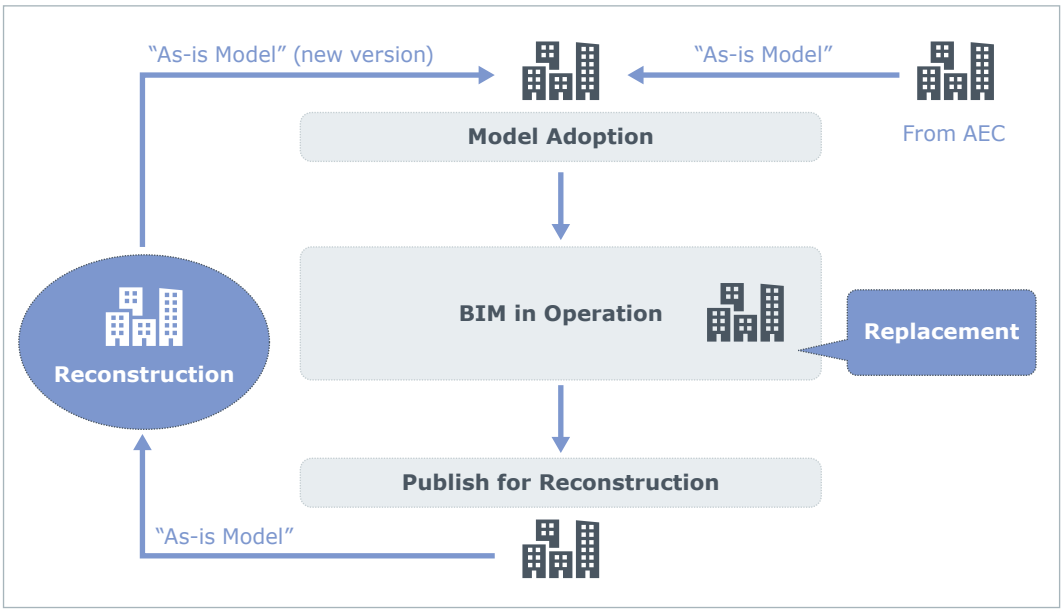

Abb. 3: Lebenszyklus eines BIM-Modells

Wenn diese Aktualisierung nicht durchgeführt wird, weichen die Modellinformationen von der Realität ab und sind somit fehlerhaft, d. h. sie stehen im Widerspruch zur Realität und verlieren ihren Wert. Dies impliziert, dass Wartungsprozesse für die Modelle vorhanden sein müssen. Der Änderungsprozess von Gebäuden wird damit auch zu einem BIM-Prozess.

BIM-Modelle

BIM in der Planung erfüllt einen anderen Zweck als in der Nutzungsphase. Verschiedene Partner arbeiten bei der Planung und dem Bau eines Gebäudes zusammen. Die Modelle werden geändert und ergänzt, um Informationen darzustellen, die für jede Phase des Projekts erforderlich sind. Infolgedessen müssen Modelle für die Nutzungsphase angepasst werden.

Datenmanagement

Ein BIM-Modell enthält sowohl Geometriedaten als auch alphanumerische Daten. Aus Sicht des Informationsmanagements stellt dies eine interessante Herausforderung dar. Während die Geometriedaten für das Modell selbst als „einzigartig" empfunden werden können, sollen die (numerischen) Anlagendaten auch mit anderen betrieblichen IT-Systemen geteilt werden. Hierzu gehören

Beschaffungs-, ERP-, CAFM-Systeme. Dies erfordert eine sorgfältige Übergabe, um sicherzustellen, dass die Daten in allen Systemen konsistent bleiben. Die Verwendung eines Datenaustauschs auf COBie- oder IFC-Basis stellt einen sinnvollen Ansatz dar, aber Austauschformate allein können die beschriebenen Herausforderungen des Informationsmanagements nicht lösen.

Anbietermarkt

Es gibt mehrere Anbieter von BIM-Tools. Anbieter verwenden proprietäre Formate für ihre BIM-Modelle. Ein Modell von Anbieter A kann nicht einfach mit einem Modell von Anbieter B zusammengeführt werden. Um eine Lösung für dieses Problem zu finden, wurde IFC eingeführt, das eine standardisierte Notation von Modellen bereitstellt. Die BIM-Authoring-Tools bieten derzeit keine vollständige IFC-Unterstützung für alle IFC-Versionen auf dem Markt. Nicht alle Elemente, die in ihren proprietären Modellen gespeichert sind, lassen sich 1:1 in IFC übersetzen [29]. IFC soll die Interoperabilität von unterschiedlichen IT-Systemen ermöglichen. In der Praxis wird IFC noch häufig als unidirektionale Schnittstelle in einer „Nur-Lese"-Umgebung verwendet. Das Ändern von Modellen in einer IFC-Umgebung ist heute oftmals noch keine praktikable Option. Die Folge ist, dass Modelle häufig in ihrer nativen Notation beibehalten werden (müssen). Dies erhöht die Komplexität bei der Einführung von BIM in die Nutzungsphase und stellt ein Hindernis für die erfolgreiche BIM-Nutzung dar.

Technologie

Wir leben im Internetzeitalter. Die meisten betrieblichen IT-Systeme sind heute webbasiert und werden über die Cloud bereitgestellt. Dies ist heute bei einigen BIM-Technologien noch nicht der Fall. Da die BIM-Modellierung i. d. R. rechenintensiv ist, sind viele Produkte noch nicht webbasiert. Dies führt zu Einschränkungen beim Umgang mit BIM-Modellen im Geschäftsumfeld.

Umsetzungshindernisse

Angesichts der bestehenden Umsetzungshemmnisse investiert die Softwareindustrie zunehmend darin, diese Hemmnisse zu überwinden. Mit zunehmender Anwendung von BIM in der Nutzungsphase steigen auch die Investitionen auf der Seite der Softwareanbieter, um schnellere und einfachere Lösungen bereitzustellen.

Um mit den heutigen Hindernissen fertig zu werden, müssen unterschiedliche Ansätze betrachtet werden. Ein pragmatischer Ansatz besteht darin, aus den von den AEC-Partnern erstellten BIM-Modellen die relevanten Daten einmalig

zu übernehmen und in der Bewirtschaftungsphase weiterhin zu nutzen. Dieses BIM-Minimalszenario ist insbesondere dann eine akzeptable Alternative, wenn die Ressourcen nicht verfügbar sind, um die BIM-Modelle während der Nutzungsphase permanent zu aktualisieren. In dem Fall sind die ursprünglichen BIM-Modelle zu archivieren, um sie bei verbesserter Ressourcenlage zu einem späteren Zeitpunkt weiter bearbeiten zu können.

Standard Toolset

Wenn man sich dafür entscheidet, Modelle über den gesamten Lebenszyklus von Gebäuden zu verwenden, muss das anzuwendende BIM-Toolset strikt standardisiert werden. Erforderlichen Interaktionen mit anderen Systemen vereinfachen sich hierdurch.

Schnelle Umsetzung

Es empfiehlt sich zunächst klein zu beginnen und das System mit der Zeit schrittweise auszubauen. Hieraus folgt oftmals die Tendenz, alle Vorteile des BIM-Einsatzes unmittelbar zu nutzen. Dies führt i. d. R. zu recht großen Projekten mit hohem Risikopotenzial. Man kann aber auch den Ansatz wählen, zuerst eine kleine und überschaubare Lösung in kurzer Zeit zu erstellen und diese dann zu implementieren. Weitere benötigte oder sinnvolle Funktionen werdem dann im Laufe der Weiterentwicklung der BIM-Tools und CAFM/IWMS-Systeme ergänzt.

Im Englischen wird dieses Vorgehen in der bekannten Prämisse: „Think big, start small, move fast" zusammengefasst.

6. VORGEHENSWEISE IN EINEM BIM-PROJEKT

Die Anzahl von Bauprojekten, die nach der BIM-Methode realisiert wird, steigt immer weiter. In den meisten BIM-Projekten liegt der Fokus allerdings auf der Planungs- und Bauphase. Der spätere Gebäudebetrieb wird im BIM-Projekt aktuell meist noch nicht berücksichtigt.

Um aus einem BIM-Projekt einen Mehrwert für den Gebäudebetrieb zu generieren, ist es unabdingbar, die Anforderungen aus dem Facility Management bereits zu Projektbeginn zu berücksichtigen (BIm²FM) und als festen Bestandteil im Projekt zu implementieren.

Im Rahmen des BIm²FM (s. **Abb. 4**) sind dabei insbesondere folgende Punkte zu berücksichtigen und in einem BIM-Projekt verbindlich zu verankern:

- Beschreiben der Anforderungen aus dem Facility Management an ein BIM-Projekt (Asset Information Requirements – AIR)
- Integration der AIR in die BIM-Projektdokumente
- Implementieren der aus FM-Sicht erforderlichen Rollen im Projekt
- Aufsetzen einer zentralen, allgemeinen Datenumgebung (CDE) über den gesamten Projektverlauf bis in die Betriebsphase

6.1 Anforderungen aus dem Facility Management

Die Anforderungen aus dem Facility Management an BIM bzw. an ein BIM-Projekt sollten bereits bei der Zieldefinition und Strategieentwicklung des Bauherrn berücksichtigt werden. Eine Konkretisierung der Facility-Management-Anforderungen erfolgt durch die Beschreibung der Asset-Informations-Anforderungen. Abhängig davon, wie der spätere Gebäudebetrieb gestaltet werden soll (welche Prozesse gibt es, welche Systeme werden eingesetzt, welche Daten und Dokumente werden dazu benötigt?), können daraus konkrete Informationsanforderungen abgeleitet und formuliert werden.

In diesem Kontext geben die Asset Information Requirements (mit Blickwinkel Gebäudebetrieb) insbesondere Aufschluss über folgende Inhalte:

- Definition einer durchgängigen, logischen Kennzeichnung für Gebäude, Flächen sowie bauliche und technische Objekte (Allgemeines Kennzeichnungssystem – AKS)
- Definition der Merkmale (Attribute) zu den Objekten
- Übergabezeitpunkte – welche Inhalte werden, zu welchen Zeitpunkten, von wem geliefert → Level of Detail (LOD) / Level of Information (LOI)

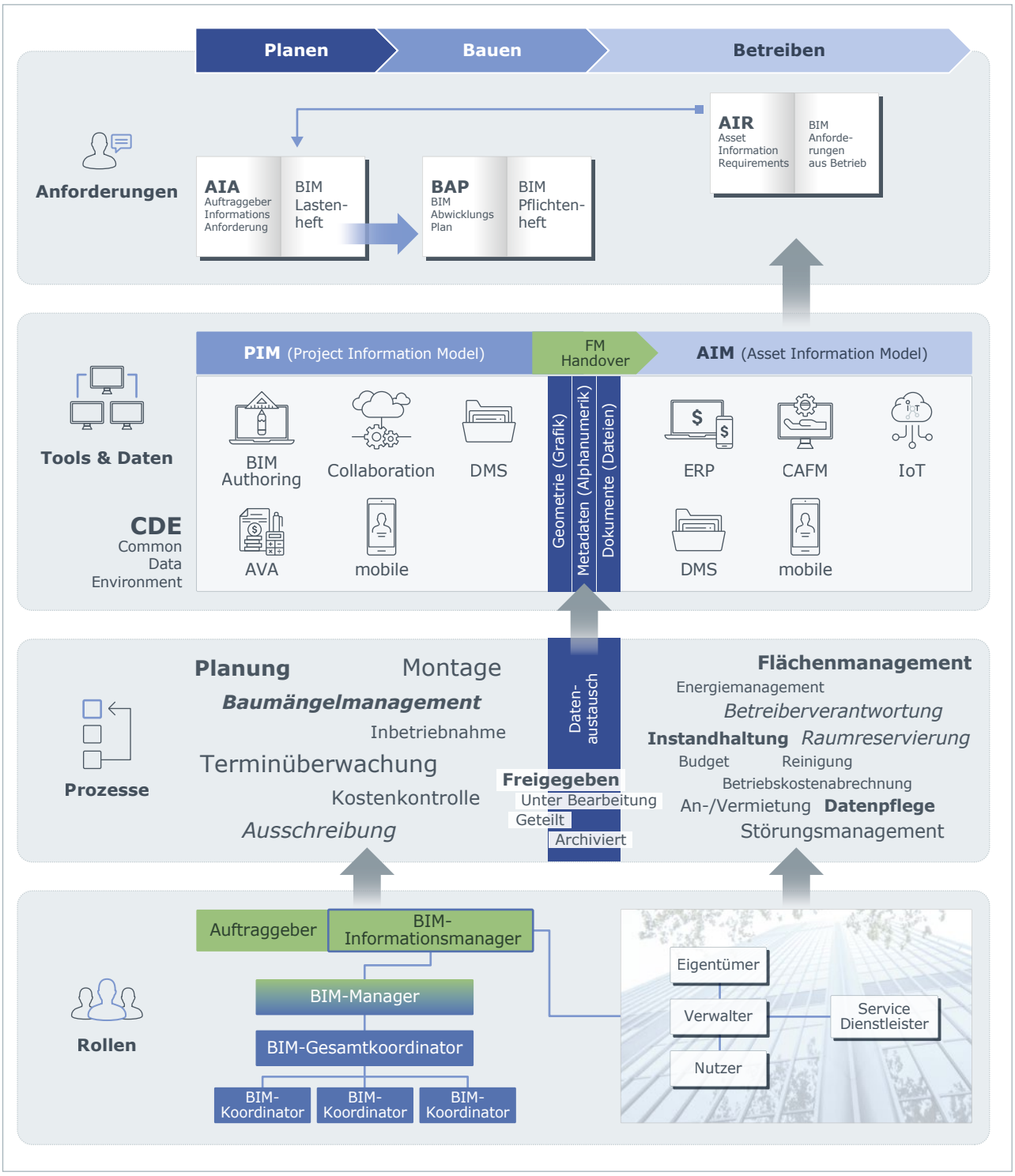

Abb. 4: BIM2FM-Prozess
AIA bezeichnet hierbei die Auftraggeber-Informations-Anforderungen und BAP den BIM-Abwicklungsplan.

- Formate (z. B. IFC, COBie) zum verlustfreien Austausch der Daten bzw. zur Übernahme in CAFM- sowie andere IT-Systeme

6.2 Integration in BIM-Projektdokumente

In einem BIM-Projekt gibt es unterschiedliche Dokumente, die als Grundlage für einen geregelten Projektablauf zu erstellen sind. Diese Dokumente stellen einen wesentlichen Bestandteil der Verträge mit den einzelnen Projektbeteiligten (Architekt, TGA-Planer, ausführende Firmen / GU usw.) dar.

Neben den Anforderungen aus dem Facility Management (AIR) handelt es sich hierbei im Wesentlichen um die Auftraggeber-Informations-Anforderungen und den BIM-Abwicklungsplan (s. **Abb. 5**, [6]).

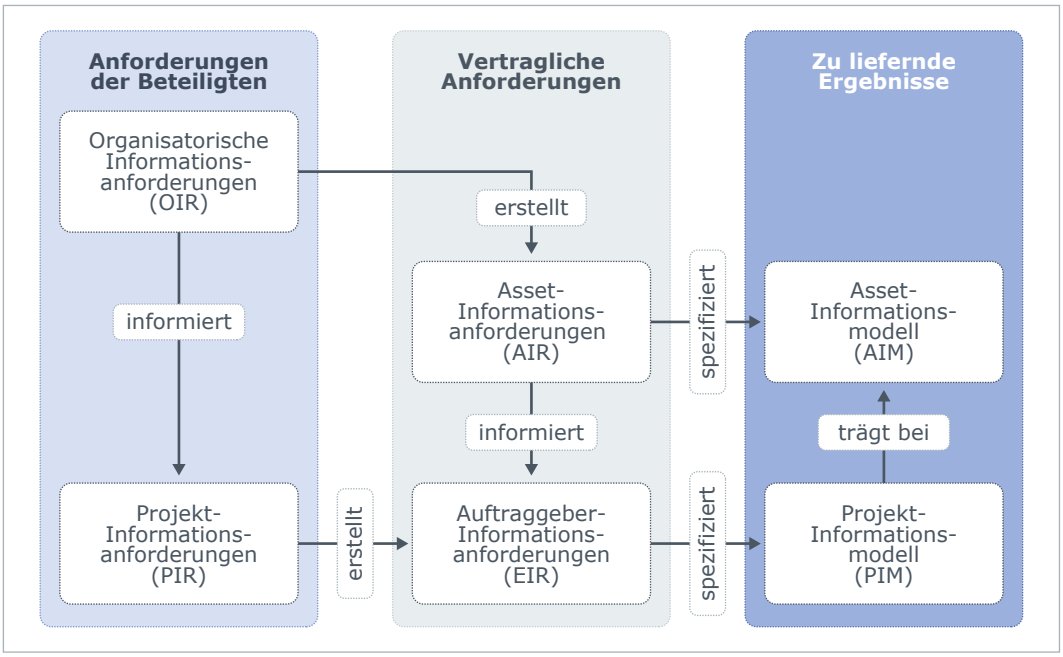

Abb. 5: BIM-Dokumente

Auftraggeber-Informations-Anforderungen (AIA)

In den Auftraggeber-Informations-Anforderungen definiert der Auftraggeber (Bauherr) seine Anforderungen an den Einsatz von BIM im Projekt und leitet daraus die Anforderungen an die Informationserzeugung ab. Der AIA gibt im

wesentlichen Aufschluss darüber, warum welche Information, wann in welcher Detailtiefe benötigt wird.

Der AIA ist Teil der Ausschreibungsunterlagen und soll den Bieter umfassend über die Anforderungen und Informationsbedürfnisse des Bauherrn unterrichten, damit dieser seine Kompetenzen in Bezug auf BIM einordnen und nachweisen kann.

Die nachfolgend aufgeführten Themenbereiche sind im AIA detailliert beschrieben (s. **Tabelle 1**, Quelle: BIM Task Group):

- Technische Details (Softwareplattform, LOD & LOI Definition usw.)
- Management Details (Beschreibung des Managementprozesses, der in Verbindung mit einem BIM-Projekt aufgesetzt werden muss)
- Kommerzielle Details (Lieferleistungen, Übergabezeitpunkte)

Technical	Management	Commercial
• Software Platforms • Data Exchange Format • Co-ordinates • Level of Detail (general) • Level of Detail (components) • Training	• Standards • Stakeholder Roles and Responsibilities • Planning the Work and Data Segregation • Security • Coordination and Clash Detection Process • Collaboration Process • Model review meetings • Health and Safety and Construction Design Management • System Performance Constraints • Compliance Plan • Delivery Strategy for Asset Information	• Timing of data drops • Clients Strategic Purpose • Defined BIM/Project Deliverables • BIM-specific competence assessment

Tabelle 1: Inhalte AIA

Die Anforderungen aus dem Facility Management (AIR) sind in die AIA zu integrieren.

BIM-Abwicklungsplan (BAP)

Nach erfolgter Vergabe erstellen die zu diesem Zeitpunkt feststehenden Projektbeteiligten idealerweise gemeinsam den BIM-Abwicklungsplan (BAP), in dem festgehalten wird, wie die Auftraggeber-Informations-Anforderungen erfüllt werden.

Der BIM-Abwicklungsplan wird auf der Basis der AIA erstellt und fortgeführt und bildet das projektspezifische Rückgrat eines BIM-Projekts hinsichtlich der Erstellung, Weitergabe und Verwaltung von Daten und Informationen. Er beantwortet u. a. [22]

- wie die Rollen und Verantwortlichkeiten verteilt sind,
- welche Technologie zum Einsatz kommt,
- wie oft und wann Planungsbesprechungen durchgeführt werden und
- welche Teile der Planung zu welchem Zeitpunkt in welcher Detailtiefe modelliert und geplant werden.

Die im Vorfeld definierten Anforderungen aus dem Facility Management (AIR) sind in die AIA und den BAP zu integrieren. Sowohl AIA als auch BAP sind grundlegende Vertragsdokumente in einem BIM-Projekt und anschließend für die Projektbeteiligten verbindlich umzusetzen.

6.3 Gemeinsame Datenumgebung (CDE)

Eine zentrale, gemeinsame Datenumgebung CDE (common data environment) ist Dreh- und Angelpunkt im BIM-Projekt für

- die Sammlung,
- das Management und
- die Verteilung

aller Elemente des BIM-Informationsmodells (s. Abb. 6, [6]). Unter Informationsmodell versteht man in diesem Zusammenhang das Zusammenspiel von geometrischen Informationen (Modell), strukturierten Daten (Alphanumerik) und Dokumentationen. Die CDE setzt sich aus Prozessen, Konventionen, Regeln und unterstützenden Technologien zusammen, um die o.g. Aufgaben sicherstellen zu können.

Durch die CDE wird im Rahmen des BIM-Projektes die kollaborative Informationserstellung unterstützt. Die Inhalte der CDE stellen die zentrale und belastbare Informationsquelle (single source of information) über den gesamten Le-

benszyklus einer Immobilie bzw. eines Assets dar. Im BIM-Projekt spricht man während der Planungs- und Bauphase von einem Projekt-Informations-Modell (PIM), welches in der Betriebsphase in das Asset-Informations-Modell (AIM) übergeht.

CAFM-Systeme greifen in der Betriebsphase über Schnittstellen auf die Daten des AIM zu und nutzen diese für die unterschiedlichen FM-Prozesse (z. B. Instandhaltung, Flächenmanagement). Die Daten des AIM werden dabei vom CAFM genutzt, fortgeschrieben und um weitere Informationen angereichert.

Die Erkenntnisse aus der Betriebsphase sind zu Beginn einer neuen Investitions- bzw. Projektphase in Form eines ausgelagerten Projekt-Informations-Modells wieder verfügbar zu machen. So schließt sich der Regelkreis der Informationsbereitstellung und -aktualisierung innerhalb der CDE.

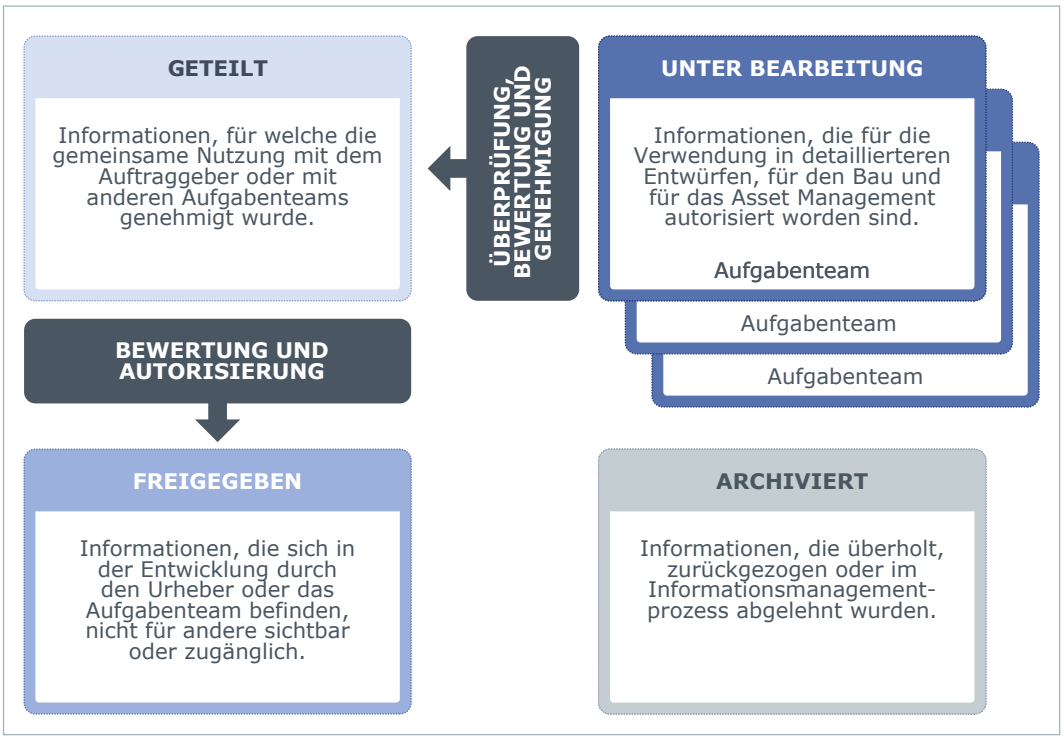

Abb. 6: Konzept der gemeinsamen Datenumgebung

Weitere Details zum Konzept der gemeinsamen Datenumgebung bzw. zum Lebenszyklus übergreifenden Zusammenspiel von Projekt-Informations-Modell und Asset-Informations-Modell sind in der DIN EN ISO 19650 Organisation von Daten zu Bauwerken – Informationsmanagement mit BIM detailliert beschrieben.

6.4 Rollen im BIM-Projekt

Im Vergleich zu einem klassischen Bauprojekt sind bei einem BIM-Projekt neue Rollen mit neuen Aufgaben, Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten erforderlich und zu definieren. Im Wesentlichen handelt es sich dabei um folgende Rollen:

- BIM-Informationsmanager
- BIM-Manager
- BIM-Gesamtkoordinator
- BIM-Koordinator(en) Architekt, Fachplaner

Abhängig von Projektgröße, Projektorganisation und Vergabestrategie können die Rollen von unterschiedlichen Projektbeteiligten (z. B. Bauherr, Architekt), z. T. auch in Personalunion, übernommen werden. Ggf. kommen einzelne Rollen wie z. B. der BIM-Gesamtkoordinator nicht zum Tragen.

BIM-Informationsmanager

Der BIM-Informationsmanager ist Ansprechpartner für die BIM-Inhalte auf Seiten des Bauherrn. Er definiert die Informationsbedürfnisse und Modellanforderungen des Bauherrn und bringt diese in das Projekt ein. Der BIM-Informationsmanager ist für die Erstellung der AIA verantwortlich.

BIM-Manager

Der BIM-Manager ist verantwortlich für das Aufsetzen des BIM-Projektes und die Organisation der Managementprozesse rund um das Projekt in virtueller Form. Er stellt einen konsistenten Umgang mit dem Modell und die Ableitung weiterer Dokumente aus diesem Modell sicher. Grundlage hierfür ist der BIM-Abwicklungsplan (BAP), für dessen Erstellung er federführend verantwortlich ist.

BIM-Gesamtkoordinator

Der BIM-Gesamtkoordinator begleitet die Zusammenarbeit und Koordination der Modellinformationen und überwacht die Modellqualität gemäß den Projektrichtlinien und -anforderungen.

BIM-Koordinator Architekt / Fachplaner

Der jeweilige BIM-Koordinator besitzt hohes Fachwissen über die BIM-Methode und koordiniert die internen Anforderungen mit den Bedürfnissen im Projekt. Er sorgt für die nötige Durchgängigkeit in dem Fachbereich und verantwortet die Qualitätssicherung aller Daten, bevor diese für andere Projektbeteiligte freigegeben werden.

Die Interessen aus dem Facility Management werden im BIM-Projekt durch den BIM-Informationsmanager und den BIM-Manager vertreten bzw. wahrgenommen. Ggf. müssen sich diese Rollen fachliche Unterstützung aus dem Facility Management holen, um die Anforderungen aus dem FM konkret definieren und die Umsetzung bis zur Übernahme der Daten in den Gebäudebetrieb kontinuierlich überwachen zu können.
Werden diese Aufgaben nicht in der erforderlichen Detaillierung und Durchgängigkeit wahrgenommen, kann eine reibungslose Datenübernahme in den Gebäudebetrieb nicht sichergestellt werden.

7. WIRTSCHAFTLICHKEIT VON BIM IN DER BAUPHASE

Die Rentabilität (Return on Investment – ROI) von BIM ermittelt sich aus der Gegenüberstellung der Investitionen für die technische Infrastruktur (Server, Software, Plattformen usw.) sowie für die Schulung / Qualifikation / Einbindung der beteiligten Rollen und deren Einsatz (z. B. BIM-Manager) und der Einsparungen, die sich aus der Vermeidung von Planungsfehlern, von Nachträgen, verkürzten Planungs- und Bauzeiten und einer optimierten Betriebsphase ergeben.

7.1 Prozessbezogene Wertschöpfung

Durch BIM werden unerkannte Planungsfehler und Baufehler durch die Fehlinterpretation von Plänen vermieden. Wichtig ist hierbei, dass BIM als „Digital Prototyping"-Methode zu nutzen ist und nicht nur als moderne Form der digitalen Dokumentation. Die reine Dokumentation von Baumängeln gelingt mit BIM besser als mit 2D-Plänen, zusätzlich steckt in BIM das immense Potenzial, Planungs- und Baufehler zu vermeiden oder auch in der Betriebsphase erhöhte Verbräuche und ungenutzte Ressourcen zu erkennen und geeignete Gegenmaßnahmen einzuleiten. Dies geht deutlich über eine reine Dokumentationsfunktion hinaus.

Viele Bauherrn meinen, dass sich baubegleitendes Planen mit all seinen Risiken für erhebliche Zeit- und Kostenanstiege nicht vermeiden lassen würde, weil Bauprojekte unter einem hohen Zeitdruck stehen. Die BIM-Praxis zeigt jedoch, wenn BIM von Anfang an als „Digital Prototyping" (= Simulationsfähigkeit bezogen auf Energie, Fläche, Prozesse wie z. B. die Zugänglichkeit von Flächen für die Wartung) und „Digital Lifecycle Management" ins Projekt implementiert wird, entsteht in der Entwurfs- und Planungsphase so viel Zeitgewinn, dass mit Abschluss der Leistungsphase 5 (gemäß HOAI) das Gebäude ohne weitere (Um-)Planungen auskommen kann. BIM ist somit eine Risiko-Reduktionsmethode, die ein hohes Einsparpotenzial besitzt.

Entscheidend für den wertschöpfenden Einsatz von BIM ist insbesondere die Implementierung von BIM in der Vorprojektphase bzw. in den Entwurfsphasen. Mit BIM wird nicht mehr nur geplant, sondern Building Information Modeling ist ein Industrieprozess der digitalen Konstruktion eines Gebäudeprototypen einschließlich Simulation seiner Performance über den Lebenszyklus, wie z. B. Wartungsintervalle oder Cash Flows mittels 5D-BIM.

7.2 Qualitätsbezogene Wertschöpfung

Neubauten waren bisher zum Zeitpunkt der Fertigstellung nie wirklich neu, da die eingebauten Technikkomponenten deutlich kürzere Lebensdauern haben als die Gebäude. Während einer 2-3 jährigen Planung werden oftmals mehrere Generationen von technischen Komponenten entwickelt, oftmals mit besserer Performance, Nachhaltigkeit bzw. Energiebilanz. Bisher konnten Komponenten in einem fortgeschrittenen Planungsstadium nicht mehr simuliert werden (individuell programmierte Simulationen waren teurer als der erwartete Mehrwert) und konnten somit nicht mehr während der Planung ersetzt werden, da der manuelle Austausch z. B. einer Pumpe auch die manuelle Neuberechnung und die Anpassung kompletter Gewerke, Bauteillisten usw. zur Folge hatte.

Mittels BIM-Software und der parametrisierten („intelligenten") digitalen BIM-Objekte können Komponenten zwischen Planung und Ausführung und selbst in der Ausführungsphase simuliert und bewertet sowie einfach ausgetauscht werden – dies erfolgt automatisch und ist somit wertschöpfend.

Mittels BIM-basierter Simulation können auch End-of-Life-Szenarien und Materialszenarien durchgespielt werden. Mit speziellen Softwareprogrammen können z. B. Materialien bzw. verschiedene Versionen des späteren Gebäudes gegeneinander gebenchmarkt werden. So kann z. B. verglichen werden, wie sich die Anschaffungs-, Einbau-, Reinigungs- und Entsorgungskosten unterschiedlicher Materialien wie Linoleum, Eichenparkett oder Granitboden verhalten.

7.3 Ressourcenbezogene Wertschöpfung

Flächeneffizienz

Was nicht benötigt wird an Fläche, muss auch nicht gebaut und instandgehalten werden. Die Investmentgruppe BPS International optimierte z. B. das Deutsch-russische Medizinzentrum in Moskau derart mittels BIM-Simulation für Wartungsraum und Anlagenplatzbedarf, dass statt 25 % technischer Fläche nur 7 % dafür erforderlich war.

Oft werden Gebäude durch den Architekten zu knapp bemessen, was die TGA-Fläche und deren Erreichbarkeit betrifft. Durch die Simulation von Wartungsräumen um Anlagen und Komponenten herum kann das Gebäude vom betrieblichen Platzbedarf her bereits während der Planung plausibilisiert und simuliert werden. Hierdurch lassen sich Betriebsvorgänge zeitlich optimieren. So wurde das Felix-Platter-Spital in Basel mit Fokus auf eine optimale Betriebsführung geplant, wodurch pro Jahr 2,8 Mio. CHF an Wegen und Zeitressourcen

für das TGM gespart werden, weil u. a. Anlagen im Betrieb schnell und einfach zugänglich sind.

Energieeffizienz

Durch die intelligenten BIM-Objekte und die hohe Analysefähigkeit können Gebäude fortan mit BIM in ihrer Gesamtenergie-Bilanz rechtzeitig und kostengünstig optimiert werden. Auf diese Weise entstehen Gebäude, die energetisch den Anforderungen des Nationalen Aktionsplans Energieeffizienz (NAPE) des BMWi entsprechen wodurch volkswirtschaftlich relevante Energiekosten eingespart werden. Auch können Lebenszykluskosten bis hin zum Abriss simuliert werden, so dass Gebäude auch materialtechnisch optimal an die Umwelt angepasst werden können. Z. B. erkannten Planer bisher häufig nicht die Konsequenzen der Verwendung eines Parkett- oder Linoleumfußbodens und wie sich dies auf Reinigung, Nachhaltigkeit, Rückbau und Recycling auswirkt.

Früher wurde wenig simuliert, weil Simulationslösungen nicht verfügbar waren bzw. Simulationsprogrammierung stets individuell und damit sehr teuer war. Außerdem war zumeist spezifisches mathematisches und physikalisches Wissen zur Entwicklung derartiger Simulationsverfahren erforderlich. Die stetig steigende Programmlogik und Verfahrensvielfalt ermöglichen heute das deutlich schnellere und kostengünstigere Simulieren komplexer Szenarien, so dass Gebäude heute energetisch aber auch bzgl. vieler weiterer Parameter optimiert werden können.

Modell-integrierte Berechnungen sparen erheblich Kommunikationszeit zwischen CAD-Konstruktion und Ingenieurwesen, was dem Projektzeit-Kontingent und damit den Kosten zugutekommt.

Im Bestand können durch die Nutzung des BIM-Modells als Basis für ein „Real-time Building Dashboard" zur Analyse und Optimierung von Bestandsgebäuden weitere Einsparungen generiert werden.

8. STANDARDS ZUM BIM-DATENAUSTAUSCH

8.1 IFC

IFC (Industry Foundation Classes) ist ein offener, hersteller- und plattformunabhängiger Standard für den Austausch von Daten in der Baubranche und auch darüber hinaus [6]. Er bildet zumeist die Basis für openBIM-Projekte. IFC wurde von buildingSMART International entwickelt und ist als internationaler Standard ISO 16739 registriert. In der derzeitigen Version sind bereits einige Hundert Klassen enthalten. Im Rahmen der IFC werden alle Bauteile, die an oder in einem Gebäude existieren, als Objekte definiert. In Softwareprogrammen, die diese Schnittstelle unterstützen, können diese Objekte wieder eingelesen sowie weiterver- und -bearbeitet werden. So kann z. B. ein Fenster eines Gebäudes mit all seinen Merkmalen und Informationen über diese Schnittstelle ausgetauscht werden.

Durch die Plattformunabhängigkeit und den damit verbundenen Austausch zwischen verschiedenen Softwaresystemen wird die integrierte Arbeitsweise zwischen den an den Prozessen beteiligten Partnern gefördert und erspart Zeit und Kosten bei gleichzeitig gesteigerter Qualität. Durch das Produktdatenmodell der IFC wird versucht, im Bauwesen eine Prozessoptimierung zu ermöglichen, indem alle Projektbeteiligten wie Architekten, Ingenieure, Bauausführende, Haustechniker und Facility Manager auf der gleichen Datengrundlage arbeiten.

Spezifikation, Dokumentation sowie Implementierungsrichtlinien für IFC stehen frei zur Verfügung und stellen ein objektorientiertes Datenformat bereit. Dieses Format wird verwendet, um zwischen verschiedenen Softwareanwendungen Daten zu transferieren/auszutauschen, zu exportieren und importieren. Die IFC definieren ein integriertes, objektorientiertes und semantisches Modell aller Komponenten, Attribute, Eigenschaften und Beziehungen innerhalb des Produktes „Gebäude". Das bedeutet, dass alle Bestandteile und Eigenschaften durch IFC als Objekte beschrieben werden und innerhalb von IFC-kompatibler Software auch als solche interpretiert werden. Bestandteile und Eigenschaften bezeichnen hierbei nicht nur Gebäudeelemente, Räume und geometrische Formen, sondern auch logische, topologische und zeitliche Zusammenhänge.

Durch den Standard IFC bleiben Objekte während ihres Lebenzyklus mit ihren Eigenschaften erhalten und können mit zusätzlichen und notwendigen Informationen, z. B. aus dem Verwaltungssektor und dem technischen oder infrastrukturellen Gebäudemanagement erweitert werden. Dadurch ist es möglich neben der Geometrie auch Kosten, Heizlasten oder verweisende Dokumente wie Zeichnungen oder Bilder zu hinterlegen und anschließend mit verschiedenen Softwaresystemen weiterzuverarbeiten.

IFC-kompatible Software unterstützt einen oder mehrere Datenaustauschprozesse. Beispiele für die angesprochenen Datenaustauschprozesse sind:

- *zwei Fachdisziplinen in der gleichen Planungsphase:*
  Koordination der Durchbruchsplanung zwischen Architektur-CAD-System und dem TGA-CAD-System,
- *eine Fachdisziplin, zwei Planungsphasen:*
  Übergabe der Vorentwurfsplanung vom Architektur-CAD-System an ein anderes Architektur-CAD-System, welches von einem anderen Büro für die Ausführungsplanung verwendet wird,
- *eine Fachdisziplin, eine Planungsphase:*
  Übergabe der statischen Analysemodelle von einem statischen Modellierungssystem an ein statisches Berechnungsprogramm,
- *zwei Lebenszyklusphasen, zwei Fachdisziplinen:*
  Übergabe der Baudokumentation von der Architekturplanung an ein CAFM-System des Betreibers/Bauherrn.

Für diese Datenaustauschprozesse implementieren die IFC-kompatiblen Applikationen die dafür erforderliche Untermenge des IFC-Datenmodells. Diese angesprochenen Untermengen werden als „Views" bezeichnet. Eine View ist eine Sicht auf ein Datenmodell – in diesem Kontext eine Sicht auf das Produktdatenmodell der IFC. Eine View beschreibt die Klassen des Produktdatenmodells, welche von der Software unterstützt werden müssen, um die entsprechenden Datenaustauschprozesse zu gewährleisten. Diese IFC-kompatiblen Softwaresysteme werden in aller Regel zertifiziert. Die Implementierung und Zertifizierung bezieht sich immer auf eine IFC-View.

Eine Software kann mehrere Views implementiert haben, jedoch muss jede einzeln zertifiziert werden. Um einen erfolgreichen Datenaustausch zu gewährleisten, müssen das sendende und empfangende System die gleiche IFC-Version und die gleiche IFC-View unterstützen.

Der Umstieg von einer Version auf die nächste ist allerdings oftmals noch von Problemen begleitet, weshalb länger als sinnvoll an älteren Versionen festgehalten wird. Auch ist zu berücksichtigen, dass die Versionen i. d. R. nicht abwärtskompatibel sind z. B. das aktuelle IFC4-Format auf das sehr viel weiter verbreitete IFC2x3-Format.

8.2 COBie

COBie (Construction Operations Building Information Exchange) ist ein Datenaustauschstandard zur Bereitstellung nichtgrafischer BIM-Daten [7]. Dieses Austauschformat wurde in UK entwickelt.

Mit Hilfe von COBie können Daten, die während des Betriebes, der Wartung und Instandhaltung sowie im Zuge der Vermögensverwaltung eine Rolle spielen, bereitgestellt werden. Dabei kann sich die Erfassung der Daten über den gesamten Immobilienlebenszyklus, also die Planung, den Bau und den Betrieb erstrecken.

COBie ist ursprünglich ein Tabellenformat, in dem Gebäudeinformationen in Form von alphanumerischen Attributen zur Verfügung gestellt werden. Das Öffnen und Bearbeiten einer COBie-Datei kann mit Tabellenkalkulationsprogrammen vorgenommen werden. COBie bietet 16 vorgefertigte Datenblätter, die miteinander verknüpft sind. Informationen wie die Gebäudestruktur, TGA und Dokumente können so strukturiert beschrieben werden. Zur Datenpflege ist somit nicht zwingend ein BIM-Werkzeug erforderlich.

Verfügt eine CAFM-Software über eine COBie-Schnittstelle, ist die Grundlage für einen erfolgreichen Datenimport von BIM-Modellen auf COBie-Basis in ein CAFM-System gegeben. Zu beachten ist jedoch, dass COBie keine Inhalte wie die eines Anlagenkennzeichnungssystems (AKS) oder generelle Leistungskenndaten eines Objektes beschreibt. Diese sollten im Voraus definiert werden.

Beispiele für zu erfassende und auszutauschende Daten sind:

- Ausrüstungs- und Inventarlisten
- Ersatzteillisten
- Produktdatenblätter
- Informationen zu Gewährleistungen
- Wartungspläne

COBie nutzt verschiedene Formate, wie z. B. Spreadsheets, IFC oder ifcXML zum Austausch von Daten. COBieLite ist eine von buildingSMART eingeführte, vereinfachte XML-Struktur, die für einen standardisierten Datenaustausch genutzt werden kann.

8.3 gbXML

gbXML – Green Building eXtended Markup Language – ermöglicht den Austausch von Daten zwischen Architektur-CAD-Systemen (CAAD) und technischen Berechnungsprogrammen oder Analysetools [8]. Das Format besteht aus der einfachen Gebäudegeometrie im XML-Standard, durch welches Raumdaten, einschließlich der Gebäudehülle exportiert und somit komplette Raumbücher in Berechnungsprogramme importiert werden können. Dadurch erübrigen sich händische Nacherfassungen und Neueingaben in Berechnungsprogrammen.

8.4 CAFM-Connect

CAFM-Connect ist eine deutsche Initiative zur Gewährleistung der Interoperabilität von Software, die im CAFM zum Einsatz kommt [9]. Es bildet eine einheitliche Schnittstelle (Import/Export) zum Austausch von alphanumerischen CAFM-Daten zwischen der CAFM-Datenerfassung und CAFM-Systemen.

CAFM-Connect ermöglicht einen einfachen Import von grundlegenden FM-Daten in CAFM-Systeme, die dieses Austauschformat unterstützen. Gleichzeitig ist ein Export von FM-Daten in Systeme möglich, die zum erfolgreichen Betrieb diese Daten benötigen und IFC2x4 oder den Vorgänger IFC2x3 unterstützen. CAFM-Connect 1.0 beinhaltet Raumdaten, die hierarchisch in Liegenschaft, Gebäude, Etage und Raum gegliedert sind, während CAFM-Connect 2.0 zusätzlich auch Anlagen- und Ausstattungsdaten umfasst. Die derzeit aktuelle Version 3.0 klassifiziert zudem Dokumententypen und unterstützt u. a. die Speicherung und den Transport von Dokumenten (Dateien) auf Basis einer Klassifizierung nach GEFMA 198 sowie das Dateiformat ifcZIP [12].

8.5 Proprietäre Austauschformate

Neben der Nutzung offener Formate, die i. d. R. international standardisiert sind (s. Abschnitt 6.1-6.4), kommen natürlich auch proprietäre Formate der verschiedenen BIM-Softwarehersteller zum Einsatz. Dies kann sich insbesondere dann als hilfreich erweisen, wenn BIM-Projekte innerhalb der Produktfamilie eines BIM-Softwareherstellers abgewickelt werden (closedBIM). Andererseits bieten verschiedene CAFM-Hersteller Schnittstellen zu derartigen proprietären Formaten an. Prominentestes Beispiel eines solchen Formates ist das .rvt (Revit) Format, welches das vollständige Gebäudeinformationsmodell mit allen geometrischen und Sachdaten sowie Metainformationen enthält und auch in einer SQL-Datenbank abgelegt werden kann. Daher ist es eher eine proprietäre Datenbank als ein klassisches Dateiformat. Auf der Fachtagung IT im Real Estate und Facility Management 2017 wurde im Rahmen des „CAFM Future Lab" auf dieser Basis eindrucksvoll die Integration von IT-Systemen verschiedener Hersteller in einem einheitlichen Workflow live präsentiert [10], [22].

9. KATEGORISIERUNG VON SOFTWARE

Mittlerweile gibt es eine recht große Auswahl an Software, die die BIM-Methode unterstützt. Wurden 2017 noch ca. 30 Produkte gemäß buildingSMART für den Datenaustausch mit IFC zertifiziert [13]. So sind es 2019 schon 85 Produkte.

Die Systeme reichen dabei von BIM Authoring Tools bis hin zu Berechnungs- und Simulationssystemen. Im Folgenden wird eine mögliche Klassifizierung der unterschiedlichen Systeme vorgenommen. Als Basis dienen Funktionen, die für BIM benötigt werden:

- Erstellung eines Gebäudeinformationsmodells
- Parametrierung, inklusive Kosten- und Zeitkomponente
- Visualisierung
- Mengenermittlung
- Kalkulation der Kosten
- Variantenerstellung für alternative Ausführungen

Dazu gibt es weitere Spezialsoftware, die sich oft auf wenige Funktionen beschränkt, wie:

- Kollisionsprüfung
- Bauablaufsimulation
- kollaboratives Arbeiten an einem Modell
- Durchführen von Simulationen bsp. für Energiemanagement, Flächenoptimierung

Basierend auf der Funktionalität von verschiedenen Produkten wird nachfolgend eine Kategorisierung von BIM-Software vorgenommen.

BIM-Modellierungswerkzeuge (Authoring Tools) für Architektur

Diese Werkzeuge dienen der Erstellung und Planung von Bauwerken oder Architekturelementen mit parametrischen 3D-Modellen.

BIM-Modellierungswerkzeuge (Authoring Tools) für Gebäudetechnik

Spezialisiert auf Gebäudetechnik wird die Architektur importiert und mit Anlagentechnik angereichert. Oftmals enthalten diese Programme spezielle gewerkespezifische Module zur Berechnung und Dimensionierung von technischen Anlagen.

BIM-Plattformen

Diese bieten neben der parametrischen Modellierung auch die Unterstützung für Kalkulation, Ausschreibung, Vergabe und Abrechnung sowie Controlling-Funktionen. Neben dem klassischen 3D-Modell enthalten diese Plattformen eine Datenbank mit Attributen für die Modelle.

BIM-Objektserver, BIM-Objektbibliotheken

BIM-Objektserver (Bauteilserver) stellen BIM-Objekte für Architektur oder TGA zur Verfügung. Oftmals stellen Hersteller ihre Anlagen oder Bauteile als BIM-Objekte zum Download bereit. Im Unterschied zum BIM-Server werden BIM-Objekte für die Anwender nur zum Download bereitgestellt. Verschiedene Hersteller bieten eine BIM-Datenbank für ihre Produkte wie Wände, Decken, Fundamente, Dächer oder Fenster an.

BIM-Viewer

BIM-Viewer oder IFC-Viewer können das IFC-Format lesen und die Inhalte grafisch und alphanumerisch darstellen. Einige dieser Tools gestatten auch den Datenexport z. B. im COBie-Format und die Erstellung von Reports sowie die Analyse des BIM-Modells. Diese ermöglichen dem Bauherrn oft eine virtuelle „Begehung" des Modells. Oftmals überschneiden sich die Funktionen mit einem BIM-Modellchecker.

BIM-Modellchecker / IFC-Optimierer

Dies sind Software-Tools zum Optimieren und Prüfen von IFC-Dateien bis hin zur Komprimierung der Datenmengen und Qualitätssicherung von BIM-Modellen. So sind z. B. erweiterte Kollisionsprüfungen, Prüfungen auf Barrierefreiheit und Modellvergleiche möglich.

BIM Software Toolkits

Hierbei handelt es sich um Software-Bibliotheken oder Plugins, die in eigene Software integriert werden können. Dies betrifft z. B. Funktionen wie Visualisierung, Explorer oder BIM-Export/Import, die somit nicht neu entwickelt werden müssen.

- Beispiele: Siehe [14], BIM-Plugins

BIM-CAFM-Software

CAFM-Systeme mit standardisierter BIM-Schnittstelle sind oftmals in der Lage IFC- und/oder COBie-Daten zu importieren und zu exportieren. Daneben gibt es BIM-Viewer, mit denen entsprechende Modelle betrachtet werden können sowie CAFM-Systeme, die proprietäre Schnittstellen zu BIM-fähigen CAD-Systemen oder Authoring Tools bieten.

Kollaborationssoftware, BIM-Server, Projekträume

Es handelt sich um Plattformen zum Ablegen, Austauschen und Teilen von BIM-, IFC-Modellen oder Teilobjekten. Berechtigungen regeln die Zusammenarbeit und Versionierung der Objekte. Die Kollaborationssoftware dient zum simultanen Bearbeiten der Bauwerksmodelle mit verschiedenen Softwareprodukten. Die Daten sind in einer Datenbank abgelegt. Änderungen werden protokolliert, Nutzer können über Änderungen aktiv informiert werden.

Projektmanagement

Hierbei handelt es sich um Software zur Projekt- und Zeitplanung von Bauprojekten inklusive Kostendarstellung.

Simulationswerkzeuge

Diese Software-Tools dienen der Simulation bestimmter Vorgänge rund um den Immobilien-Lebenszyklus. Hierzu zählen z. B. Simulationen und Analysen bezogen auf Energieverbrauch, Wärmebedarf, Akustik, Beleuchtung, Brandschutz, Umgebung, Fabrikplanung, Kollisionen oder Projektablauf.

10. STATUS QUO CAFM-SYSTEM-UNTERSTÜTZUNG

Wie im Vorfeld bereits beschrieben, liegt in Deutschland der Fokus von BIM derzeit noch auf den Gebäudelebenszyklusphasen Planen und Bauen. Technologisch steht der Umsetzung und Nutzung dieser Methode im CAFM-Kontext und damit im Rahmen des Betreibens einer Immobilie jedoch nichts mehr im Wege. Vielmehr werben immer mehr CAFM-Anbieter im Internet, auf Messen oder über andere Kanäle mit der Bereitschaft dem BIM-Trend zu folgen und über diverse Schnittstellen die Kopplung von CAFM mit BIM zu forcieren.

Tatsächlich beschäftigen sie sich schon seit geraumer Zeit mit dem BIM-Ansatz. Somit sind notwendige Schnittstellenformate wie IFC, COBie oder XML sowie Anbindungen an Tools im BIM-Umfeld wie z. B. Autodesk Revit oder andere CAD-/BIM-Lösungen bei vielen CAFM-Systemen bereits Standard (s. [18]). Dies findet auch seinen Ausdruck bei der Zertifizierung von CAFM-Softwareprodukten [25]. Hier wird seit 2018 auch erstmals die Möglichkeit der BIM-Datenverarbeitung mit einem separaten Kriterienkatalog geprüft. Immer mehr Softwareprodukte erfüllen diese Anforderungen.

Mit Hilfe entsprechender Marketingmaßnahmen versuchen CAFM-Hersteller zudem das Thema BIM in der Nutzungsphase aufzugreifen und auch darüber hinaus zu etablieren. Aufgrund der geringen Nachfrage auf der Auftraggeberseite gelingt dies aber derzeit nur mit mäßigem Erfolg. Mit verschiedenen Ansätzen und Modellen werden über diverse Kanäle der Nutzen und die Vorteile des Einsatzes von BIM hervorgehoben. Eine erhöhte Investition für die Implementierung (Datenerfassung sowie Personal- und organisatorischer Aufwand) der BIM-Methode auch bei Bestandsobjekten soll so gerechtfertigt und als Hürde für die Einführung von BIM entkräftet werden.

Ein Ansatz zur BIM-Integration in CAFM-Software, welcher derzeit denkbar und sinnvoll ist, stellt den bidirektionalen Austausch von Daten (Flächen und TGA) zwischen CAFM und einem BIM bzw. BIM-Tool dar. Dabei besteht die Möglichkeit im CAFM-System per User Interface und systemunterstützt bestehende alphanumerische Daten zu erfassen, zu vervollständigen und zu erweitern. Diese werden anschließend mit dem BIM-Modell synchronisiert und stehen somit wiederum allen Nutzern als aktualisiertes Modell zur Verfügung. Entscheidend hierbei ist, dass diese Synchronisation automatisch erfolgt, wodurch Übertragungsfehler ausgeschlossen werden. Eine Aktualisierung des BIM-Modells hingegen hätte wiederum eine Synchronisation der im CAFM dargestellten Informationen zur Folge. Durch die Kopplung von CAFM mit entsprechenden BIM-Tools können diese Daten direkt in einem grafischen Modell aufbereitet, verwendet und bearbeitet werden.

Bei der Kopplung von CAFM mit BIM werden die zu übermittelnden Daten in grafisch-geometrische Modelldaten, alphanumerische Informationen und Do-

kumente unterschieden. Grafische Daten werden z. B. im Rahmen einer Flächen- und Belegungsplanung gewinnbringend verwendet. Hierbei können 3D-Daten im CAFM-System als grafische Pläne eingesetzt und dargestellt werden. Alphanumerische Daten und Informationen werden z. B. in Form von Anlagenlisten, Flächenlisten oder Raumbuch- und kaufmännischen Daten vorgehalten. Sie stellen die Grundlage für Arbeiten im Regelbetrieb dar, z. B. für die Instandhaltungsplanung oder das Reinigungsmanagement. CAFM-Systeme können auch ausschließlich mit alphanumerischen Daten betrieben werden. Projekt- bzw. objektbezogene Dokumente, lassen sich als Anlage zu grafischen und alphanumerischen Daten hinzufügen/referenzieren. Diese werden gerade im Rahmen von rechtlichen Pflichten zur Dokumentation benötigt z. B. bei der Wahrnehmung der Betreiberverantwortung.

11. ANWENDUNGSSZENARIEN

Bei der Betrachtung von BIM während der Betriebsphase der Immobilien sollten zumindest zwei unterschiedliche Szenarien betrachtet werden. Dies ist zum einen die Inbetriebnahme einer Immobilie nach der Errichtung und zum anderen die Nutzungsphase, bei der umfangreiche Prozesse anfallen. Auch kommt es zu Umbauten und Umnutzungen.

11.1 Inbetriebnahme

Wenn nach einem Neubau Informationen zur Immobilie in einem BIM-konformen Datenmodell vorliegen, können diese während der Errichtung erfassten Daten als initialer Datenbestand in ein CAFM-System überführt werden. Herausforderung ist hier, dass nicht nur Planungsdaten vorhanden sein sollten sondern auch die aktuellen (as-built) Informationen. Das so im CAFM vorhandene Datenmodell kann dann entweder manuell weiter detailliert oder mit Informationen aus anderen Quellen (z. B. Herstellerkataloge, Ausschreibungsunterlagen) über weitere Schnittstellen angereichert werden.

Ein derartiger BIM-Datenbestand kann auch für eine detaillierte Ausschreibung von FM-Dienstleistungen genutzt werden. Dadurch entfallen die typischerweise nötigen Objektbegehungen. Eine genaue Bewertung der Leistungsinhalte gibt Planungssicherheit und Kostentransparenz auf beiden Seiten.

11.2 Betriebsphase

Die Ausführung von FM-Prozessen wird durch das CAFM-System gesteuert. Treten hier nun größere Änderungen auf, ist es ggf. sinnvoll, diese auch in das Gebäudeinformationsmodell zu übertragen. Relevant können hier sowohl bauliche und technische Daten wie Bodenbelag oder Wartungsfristen als auch organisatorische Daten wie Nutzer oder Reinigungshäufigkeit sein. Eine Übernahme in das Modell ist dann vorteilhaft, wenn das Modell zur Visualisierung oder als Planungsgrundlage für weitere FM-Aufgaben genutzt werden soll.

Eine andere sinnvolle Anwendungsmöglichkeit ist die Zusammenarbeit mit dem FM-Dienstleister bzw. die Integration von Nachunternehmern.

Ein weiterer Ansatz geht vom BIM-Modell aus. Umbauten oder Erweiterungen der Immobilie werden grafisch geplant. Nach der Umsetzung können dann die geänderten Informationen ins CAFM-System übernommen werden. Die Herausforderung ist hier, Daten nicht einfach nur zu überschreiben sondern die

Datenbestände zu prüfen und abzugleichen. Geänderte Daten können zu neuen Aussagen und den richtigen Entscheidungen in nachgelagerten FM-Prozessen führen.

Die **Tabelle 2** gibt eine mögliche Einteilung von allgemeinen Beispielszenarien in die Phasen Inbetriebnahme (I) und Betriebsphase (B).

Szenario	Daten / Aktion	Phase
Aufbau Datenmodell CAFM	3D-Daten aus BIM-Modell importieren	I
Aufbau Datenmodell CAFM	Alphanumerische Daten und Dokumente importieren	I
Ausschreibung FM-Dienstleistungen	Export von Massendaten (alphanumerisch) und ggf. grafischen Daten aus CAFM	I
Visualisierung von Sachdaten im BIM-Modell	Einfärben (Color Coding)/Hervorheben von Daten im Modell, Berichte, Visualisierung	I / B
Anreichern CAFM-Daten	Nach Vor-Ort-Begehungen, Umbauten usw. werden Daten im CAFM aktualisiert oder ergänzt	I / B
Anreichern des BIM-Modells	Nach Vor-Ort-Begehungen, Umbauten usw. werden Daten im Modell aktualisiert oder ergänzt	I / B
Umbauplanungen im BIM-Modell	Auf Basis der aktuellen Sachlage werden Varianten geplant und zur Entscheidung vorgelegt	B
Übernahme Betriebsdaten aus CAFM ins BIM-Modell	Im Betrieb der Immobilie anfallende Daten zu Prozessen werden vom CAFM ins Modell übertragen	B

Tabelle 2: BIM-Beispielszenarien im FM

Nachfolgend sollen drei konkrete Beispiele bzw. Visionen aufgezeigt werden. Diese Ansätze wurden im Rahmen des CAFM Future Lab 2017 zur INservFM in Frankfurt erstmals live demonstriert [10]. Hiermit wurde gezeigt, dass IT-Systemintegration auf der Basis von BIM-Modellen bereits heute realisierbar ist.

11.3 Mietmanagement

Im Bereich Miete bzw. Nutzung bilden Räume eine wichtige Datenbasis. Jedem Raum können ein oder mehrere Mieter bzw. Nutzer zugeordnet werden. Werden diese Daten in das BIM-Modell übertragen, lassen sich Nutzungen (z. B. Unter- und Überbelegungen) bzw. Leerstände einfach visualisieren. Der Vorteil gegenüber der „klassischen" Hervorhebung in einem 2D-Plan ist hier die ganzheitliche Betrachtung des Gebäudes.

11.4 Wartung und Instandsetzung

Wenn die technische Ausrüstung der Immobilie im Modell hinterlegt und damit exakt verortet ist, kann das Modell als Grundlage für eine effektive Wartungsdurchführung dienen. Der eigene Techniker bzw. der Subunternehmer kann durch grafisch unterstützte Indoor-Navigation durch das Gebäude zur richtigen technischen Anlage geleitet werden. Positive Effekte ergeben sich dadurch, dass Suchzeiten entfallen und alle Anlagen auch „gefunden" werden. Selbst ohne grafische Wegführung kann das Modell dem Techniker auch dazu dienen, nicht mehr sichtbare Strukturen (verkleidete Schächte usw.) zu erkennen. Als ergänzende Technologie kommt hierbei zunehmend BIM-basierte Augmented Reality (AR) zum Einsatz [19].

11.5 Smart Buildings

Wenn Immobilien zukünftig noch stärker technisiert werden, sind Sensoren und Aktoren im Rahmen des Internet of Things (IoT) wichtige Bestandteile einer ganzheitlichen Lösung. Diese Komponenten sollten dann auch im Modell korrekt verortet werden. Dies bildet die Grundlage für vielfältige FM-Prozesse. So lassen sich Sensoren zur Ermittlung der Luftqualität nutzen, um im Modell kritische Bereiche zu visualisieren. Andere Anwendungen wären das automatische Auslösen einer Störungsmeldung beim Erreichen bestimmter Grenzwerte oder die Nutzung von Anwesenheitssensoren, um die Auslastung von Arbeitsplätzen zu ermitteln und den realen Raumbedarf eines Unternehmens zu ermitteln. In zunehmendem Maße kommen hierbei preiswerte Multifunktionssensoren zum Einsatz. Diese Daten sollten dem Anwender dann ebenfalls im grafischen Modell dargestellt werden, um eine sichere Entscheidungsgrundlage zu schaffen.

12. BIM UND ERP-SYSTEME

12.1 BIM und ERP – Wie passt das zusammen?

Der Betrieb eines Unternehmens ohne ein ganzheitliches ERP (Enterprise Ressource Planning) System erscheint heute undenkbar. Die Komplexität und Vielfalt von Geschäftsprozessen und Geschäftsvorfällen lässt sich ohne stringente Strukturierung und Verständigung auf gemeinsame Standards nicht bewältigen. Kollaboration zwischen Abteilungen und Geschäftspartnern findet heute reibungslos statt, da gemeinsame Formate zum Austausch von Informationen genutzt werden und es eine „single source of truth" im ERP-System gibt.

Dies lässt sich auf den BIM-Ansatz übertragen. Auch hier gilt es, Prozesse über gemeinsame Standards und den gemeinsamen Zugriff auf die entsprechenden Datenmodelle zu vereinfachen. Die Verzahnung von BIM- und ERP-Prozessen verspricht eine nutzbringende Kombination von Aufgaben in Planung, Bau und Betrieb von Immobilien (s. auch [20]).

Im Folgenden sollen exemplarische Prozesse und Anwendungsbereiche dargestellt werden, in denen ein durchgängiger BIM-Ansatz vorteilhaft ist.

ERP

Ein ERP-System umfasst typischerweise umfangreiche Abläufe eines Unternehmens. Laut gängigen Definitionen umfasst ein ERP-System meist die Bereiche

- Finanz- und Rechnungswesen
- Controlling
- Materialwirtschaft
- Produktion
- Personalwirtschaft
- Forschung und Entwicklung
- Verkauf und Marketing
- Instandhaltung

Die Integration und die Vermeidung von Insellösungen wird häufig als ganzheitliches ERP-System bzw. als integriertes ERP-System bezeichnet.

Ein ERP-System ist das digitale Abbild des Unternehmens – genau wie BIM ein digitales Abbild der Immobilie liefert. Während des Betriebs von Immobilien werden die meisten der genannten Disziplinen eines ERP-Systems genutzt, um die Immobilien optimal zu steuern. Eine Verzahnung der kaufmännischen Prozesse mit einem BIM-Modell erscheint daher naheliegend.

Die Nutzung des BIM-Ansatzes im Betrieb der Immobilie hat Auswirkungen auf kaufmännische und technische Prozesse innerhalb des ERP-Systems. Unter-

schiede bei den ERP-Systemen gibt es bei der Abdeckung der immobilienspezifischen Prozesse, wie z. B. Vertragsmanagement, Instandhaltung, Nebenkostenabrechnung; einige Anbieter stellen hierfür keine oder nur rudimentäre Funktionalität zur Verfügung, andere bieten integrierte Funktionen an. Wenn wir also das Zusammenspiel zwischen BIM- und ERP-Systemen betrachten, ist der funktionale Umfang der ERP-Lösung ein Aspekt, den es zu beachten gilt.

Digitale Transformation und die Auswirkungen auf ERP-Systeme

Die Art, wie wir leben, arbeiten und Geschäfte führen, hat sich in den letzten Jahren rasant verändert. Die zunehmende Digitalisierung verändert Geschäftsprozesse und -modelle in immer kürzeren Innovationszyklen. Die Auswirkungen auf die unternehmenseigenen IT-Systeme sind gravierend. In den letzten Jahren sprechen daher Unternehmensberater und Analysten häufig von „Two Speed IT" (McKinsey) oder auch von „Bimodal IT" (s. **Abb. 7**, Quelle: SAP). Hiermit wird auf ein Konzept verwiesen, welches auf der einen Seite solide und beständige Systeme beinhaltet, welche den Unternehmensbetrieb sicherstellen und auf der anderen Seite dynamische und schnell veränderbare Systeme beinhalten, welche schnelle Innovationen ermöglichen.

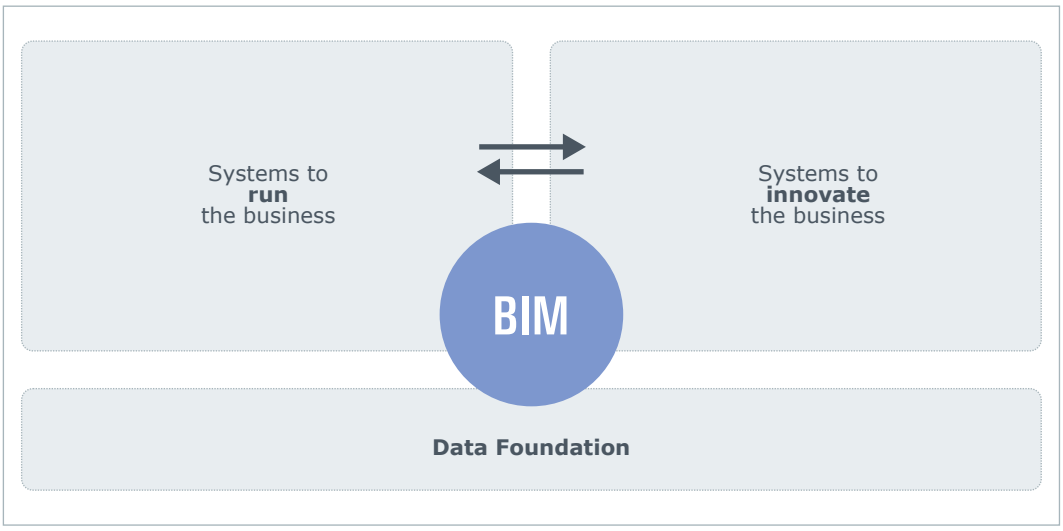

Abb. 7: Unternehmens-IT-Landschaft auf Basis der „Two Speed IT"-/„Bimodal IT"-Ansätze

In ganzheitlichen Ansätzen sind die dargestellten Systemwelten miteinander verbunden und kommunizieren auf der gleichen Datengrundlage – einem digitalen Kern oder Fundament. In Bezug auf die Verknüpfung mit BIM ist sicherzustellen, dass die BIM-Daten Teil dieses digitalen Fundaments werden. Wenn

dies gelingt, können die Vorteile einer ganzheitlichen Datenbasis in den unterschiedlichen Anwendungsfällen wie z. B. in Ausschreibungen, Bestellprozessen, Auswertungen auf Basis von Gebäudekennzahlen und der Einbindung von Geschäftspartnern aufgezeigt werden.

12.2 Use Cases

Bei der Betrachtung der Vorteile des BIM-Ansatzes im Betrieb der Immobilien steht die Identifikation der werthaltigsten Anwendungsfälle (Use Cases) im Mittelpunkt. Die Anwendungsbereiche sind sehr vielfältig, da der Großteil immobilienrelevanter Prozesse auf den Gebäudedaten aufsetzt. Im technischen Gebäudemanagement ist der Zusammenhang zwischen konsistenten und aktuellen Daten für Instandhaltung, Modernisierung und Betriebssicherheit offensichtlich. Aber auch in den darauf aufbauenden kaufmännischen Prozessen wie z. B. dem Einkauf von Serviceleistungen und auch der An- oder Vermietung reduziert die Verfügbarkeit von BIM-Daten die Aufwände signifikant.

Hier ein Beispiel, in dem die Nutzung eines durchgängigen BIM-Ansatzes signifikante Vorteile verspricht:

Die Zusammenarbeit zwischen Eigentümer und Facility- bzw. Property Managern ist zumeist durch einen regelmäßigen Austausch von gebäudebezogenen Daten gekennzeichnet. Dieser Austausch findet häufig über Unternehmens- und Systemgrenzen hinweg statt. Auch wenn dies in den letzten Jahren durch unterschiedliche Lösungsansätze und durch den Einzug von Cloud-Lösungen deutlich einfacher geworden ist, stellt die Datenkonsistenz nach wie vor eine große Herausforderung dar.

Durch die zukünftige Nutzung eines einheitlichen BIM-Modells mit einer standardisierten Beschreibung und Strukturierung wird sich die Datenqualität und der Austausch von Informationen signifikant verbessern. Wird z. B. allen Beteiligten – gesteuert durch entsprechende Zugriffsrechte – die Nutzung des digitalen Abbilds der Realität ermöglicht, wird dieses fester Bestandteil der Arbeit von Eigentümern, Facility- und Property Managern.

12.3 Instandhaltung / Collaboration

Im Rahmen der Instandhaltung von Gebäuden spielt die Datenqualität eine entscheidende Rolle. Intelligente Wartungs- und Instandhaltungsstrategien so-

wie prädiktive Planungen scheitern in der Praxis häufig an mangelhaften Daten über die verwendeten technischen Ausstattungen, Materialien oder Angaben zur Nutzung. Hier kann ein ganzheitlicher BIM-Ansatz greifen und die Datenqualität sowie den vorhandenen Detaillierungsgrad über den gesamten Lebenszyklus deutlich verbessern. Diese Informationen lassen sich nahtlos in modernen ERP-Systemen nutzen und so z. B. in Einkaufs- und Beauftragungsprozesse einbinden. So kann z. B. in einem solchen BIM-ERP-Ansatz die Ausschreibung von Instandsetzungsarbeiten systemseitig besser unterstützt werden. Die BIM-Modelle können hierzu mit den relevanten Detailebenen in das ERP übernommen werden bzw. mit dessen Daten integriert werden. Entsprechende Schnittstellen sind bereits im Markt zu finden.

Bisher liegen immer noch recht wenige umfassende Erfahrungen über den Einsatz von BIM im Betrieb von Immobilien und insbesondere in Verbindung mit einem leistungsfähigen ERP vor. Aufgrund der Vielzahl an kaufmännischen und unternehmensübergreifenden Prozessen sowie der zunehmenden Automation werden BIM- und ERP-Systeme zukünftig eng verbunden sein. Unternehmen sollten bei der Umsetzung von BIM-Projekten bereits heute einen End-to-End-Ansatz berücksichtigen und die Vorteile in den Prozessen herausarbeiten. Hier werden sich in den entsprechenden Business Cases die Hebel finden, die eine Investition in BIM untermaue

13. BIM-KATALOG DER GEFMA RICHTLINIE 444

Im Jahre 2008 wurde ein Unterarbeitskreis Zertifizierung aus dem GEFMA Arbeitskreis CAFM – heute GEFMA Arbeitskreis Digitalisierung – gegründet. Schon seit Jahren war ein Bedarf zur Erhöhung der Qualität von CAFM-Software sichtbar geworden. So wurde im Unterarbeitskreis ein Zertifizierungsverfahren zur Prüfung der Qualität von CAFM-Funktionalitäten entwickelt. Nach Veröffentlichung der zugehörigen Richtlinie 444 im Januar 2010 wurden innerhalb eines Jahres 20 CAFM-Softwaresysteme zertifiziert – ein Nachweis für den hohen Bedarf und die große Akzeptanz des Verfahrens. In der Folge wurde in Ausschreibungen für CAFM immer häufiger die Zertifizierung der Software nach GEFMA Richtlinie 444 gefordert.

Mittlerweile ist das Verfahren seit 10 Jahren etabliert und wird ständig weiterentwickelt. Es gibt zurzeit 15 Kriterienkataloge – die die Standardprozesse in der Nutzungsphase einer Immobilie durch CAFM abdecken.

Mit der Version 05/2018 der GEFMA Richtlinie 444 [25] wurde ein neuer Katalog veröffentlicht, der erstmals den Bereich Building Information Modeling mit einbezieht. Dieser Katalog wurde von Herstellern und Anwendern gefordert, er fragt Grundfunktionen im Austausch und in der Verarbeitung von BIM-Daten ab. Weitergehende Funktionen werden in künftigen Ausgaben der Richtlinie berücksichtigt werden. Im ersten Jahr nach der Einführung konnte knapp die Hälfte der bisher zertifizierten Systeme diesen BIM-Katalog bestehen.

	Kriterien/Funktionalitäten	
	Funktionalität	**Beispiele/Daten**
☐	[1.] Kann eine räumliche Struktur nebst Sachdaten aus dem BIM-Modell in die Datenbank der CAFM-Software übernommen und dort angezeigt werden?	Gebäude, Geschosse, Räume mit Raumnummern und Raumtyp
☐	[2.] Können Flächendaten aus dem BIM-Modell an die CAFM-Software übertragen werden?	Raumfläche mit DIN277 Nutzungsart
☐	[3.] Können grafische/geometrische Daten aus dem BIM-Modell in der CAFM-Software visualisiert werden? (mit den Grafik-Funktionalitäten aus Katalog „**Flächenmanagement**“)	Grundriss
☐	[4.] Kann Ausstattung/Inventar mit wesentlichen Merkmalen aus dem BIM-Modell an die CAFM-Software übertragen werden?	Technische Anlagen, Inventar, Möbel jeweils mit Hersteller, Modell/Typ-Nr., Leistungsdaten, etc.
☐	[5.] Können CAFM-seitige Änderungen (Sachdaten, optional auch geometrische Daten) wieder an das Authoring Tool zurück übertragen werden?	Ausstattung wird in einen anderen Raum verschoben
☐	[6.] Kann eine IFC-Datei in das CAFM-System importiert und nach Bearbeitung auch wieder von dort exportiert werden?	
☐	[7.] Ist eine Funktion zur Prüfung und Anzeige der zu exportierenden/importierenden Dateien vorhanden?	Sichtprüfung im ext. IFC-Viewer

Abb. 8: Ausschnitt BIM Katalog aus der GEFMA Richtlinie 444

Folgende Basisfunktionen werden geprüft:

- Import von Raumbuchdaten
- Import von Flächendaten
- Import von geometrischen Daten
- Import von Ausstattungen
- Export von Ausstattungen
- IFC-Export
- Prüfung und Anzeige des BIM-Modells

Ziel ist es, den Katalog im Rahmen der Weiterentwicklung der Richtlinie weiter zu schärfen und Anforderungen von Herstellern und Anwendern einfließen zu lassen.

Abb. 9: Prüfsiegel für die bestandene Zertifizierung gemäß GEFMA 444

14. PRAXISBEISPIELE

Im Folgenden werden praktische Beispiele vorgestellt, die besonders die Verwendung von BIM in der Nutzungsphase bzw. die Übergabe der BIM-Daten aus der Projektphase in die Nutzungsphase ins CAFM-System im Fokus haben.
In der ersten Version des BIM White Papers konnten nur wenige Praxisbeispiele vorgestellt werden, es gab nur wenige BIM-Projekte mit Anbindung an die Nutzungsphase und auch die Anfragen von Anwendern waren sehr selten. Die Weiterentwicklung des White Papers zeigt, wie sich BIM Schritt für Schritt etabliert und wie es genutzt wird.

14.1 BIM bei Kommunale Immobilien Jena

Ein Beispiel für ein erfolgreiches Projekt ist der kommunale Eigenbetrieb der Stadt Jena [21]. Die KIJ betreibt und saniert ca. 400 kommunale Gebäude der Stadt Jena. Als Softwarelösungen zur Unterstützung der Aufgaben kommen Autodesk Revit und SPARTACUS Facility Management zum Einsatz. Beide Systeme sind dabei über einen Integrationsbaustein verbunden. Fast alle Immobilien liegen als Revit-Modelle vor, die alphanumerischen Daten werden im CAFM-System gepflegt.

Auf Basis des Integrationsbausteins kann neben sämtlichen Raumdaten die technische Gebäudeausrüstung (TGA) aus dem BIM-Modell von der Planphase bis in den Immobilienbetrieb mitgeführt werden. Per Knopfdruck gelangen so Brandschutzklappen, Lüftungsanlagen, Automatiktüren usw. sowie alle für den Immobilienbetrieb erforderlichen Informationen in das CAFM-System. Darauf aufbauend können sämtliche Prozesse rund um die technische Betreuung der TGA im CAFM-System abgebildet und ausgeführt werden.

Der Integrationsbaustein ermöglicht im Anschluss die einfache Fortschreibung der Informationen aus der Betriebsphase (abgebildet in SPARTACUS) in das BIM-Modell. So können die erweiterten Informationen im BIM-Modell visualisiert werden. Z. B. ist die Einfärbung von technischen Anlagen, deren Wartungstermine überfällig sind oder kurz bevorstehen, im BIM-Modell möglich. In gleicher Art und Weise lassen sich auch andere FM-Prozessdaten im BIM-Modell visualisieren. So können Gebäude und Räume mit auslaufenden Mietverträgen farblich hervorgehoben werden ebenso wie energieintensive Objekte.

Bei der KIJ kommt es außerdem häufig vor, dass die Daten der TGA vom CAFM-System an das BIM-Modell übergeben werden. Diese Situation ist darauf zurückzuführen, dass KIJ mit dem CAFM-System bereits länger arbeitet als mit dem BIM-Modell. Die Verknüpfung ermöglicht es, dass die TGA inklusive ihrer Eigenschaften zum einen aus dem CAFM-System heraus im BIM-Modell angesprochen werden kann. Zum anderen kann die TGA aus dem BIM-Modell her-

aus im CAFM-System angesprochen werden. Die TGA hat im CAFM-System und im BIM-Modell jeweils die gleiche Identifikationsnummer.

Der Integrationsbaustein steuert die bidirektionale Kommunikation zwischen BIM-Modell und CAFM-System. So werden Aufgaben jeweils in der Software erledigt, in der sie sich am sinnvollsten und effektivsten bearbeiten lassen. Hierdurch entsteht aus einer Verbindung der beiden Welten BIM und CAFM eine Symbiose aus Planungs- und Bewirtschaftungsprozess der Immobilien.

14.2 BIM-Einsatz beim Neubau eines Call Centers

Aktuell gibt es kaum durchgängige Erfahrungen mit BIM, die von der Planung über den Bau in den Betrieb konsequent Anwendung finden. Dabei ergeben sich gerade Mehrwerte von BIM in Projekten mit einem hohen Gebäudetechnikanteil. Als Beispiel sei hier der Neubau eines Call Centers mit ca. 20.500 m² für 900 Mitarbeiter genannt, bei dem sich durch den BIM-Einsatz erhebliche Vorteile bei den komplexen Inbetriebnahme- und Übergabeprozessen ergeben haben. Denn insbesondere in personalintensiven Nutzungsbereichen sollte die Gebäudetechnik vom ersten Tag an optimal funktionieren und die gewünschten raumklimatischen Umgebungsbedingungen sicherstellen.

Mit einer BIM-gestützten geordneten Inbetriebnahme in Anlehnung an die VDI 6039 beginnt der Informationstransfer in den Betrieb bereits sehr früh im Planungs- und Bauprozess. Das wird am Beispiel des Leistungsbestandteils für die Erstellung einer Gewerkebeziehungsmatrix deutlich. Dabei werden alle gebäudetechnischen Anlagen aufgestellt und anschließend Beziehungen untereinander abgebildet. Die **Abb. 10** (Quelle: ambrosia) zeigt einen Commissioning-Prozess mit Hilfe von BIM auf.

Als Grundlage der Stammdatenerfassung von Räumen und technischen Anlagen diente bei dem Call Center Projekt das Datenmodell von CAFM Connect 1.0 bzw. 2.0 [12]. Damit wurde ein Werkzeug verwendet, welches im Ergebnis auf den international anerkannten und verbreiteten IFC-Standard basiert und den absprachelosen Datenaustausch relevanter Gebäudedaten im Hinblick auf Inhalt und Struktur garantiert.

Der Aufbau des Datenmodells orientierte sich an den Strukturen der DIN 276 (Kosten im Hochbau) und ermöglicht dadurch eine durchgängige, standardisierte Kostenzuordnung von Objekten im Planen – Bauen – Betreiben und bietet dabei ein einheitliches Datenverständnis (gängige Norm) bei den Projektbeteiligten im gesamten Lebenszyklus einer Immobilie und deren Anlagen. In Kombination mit

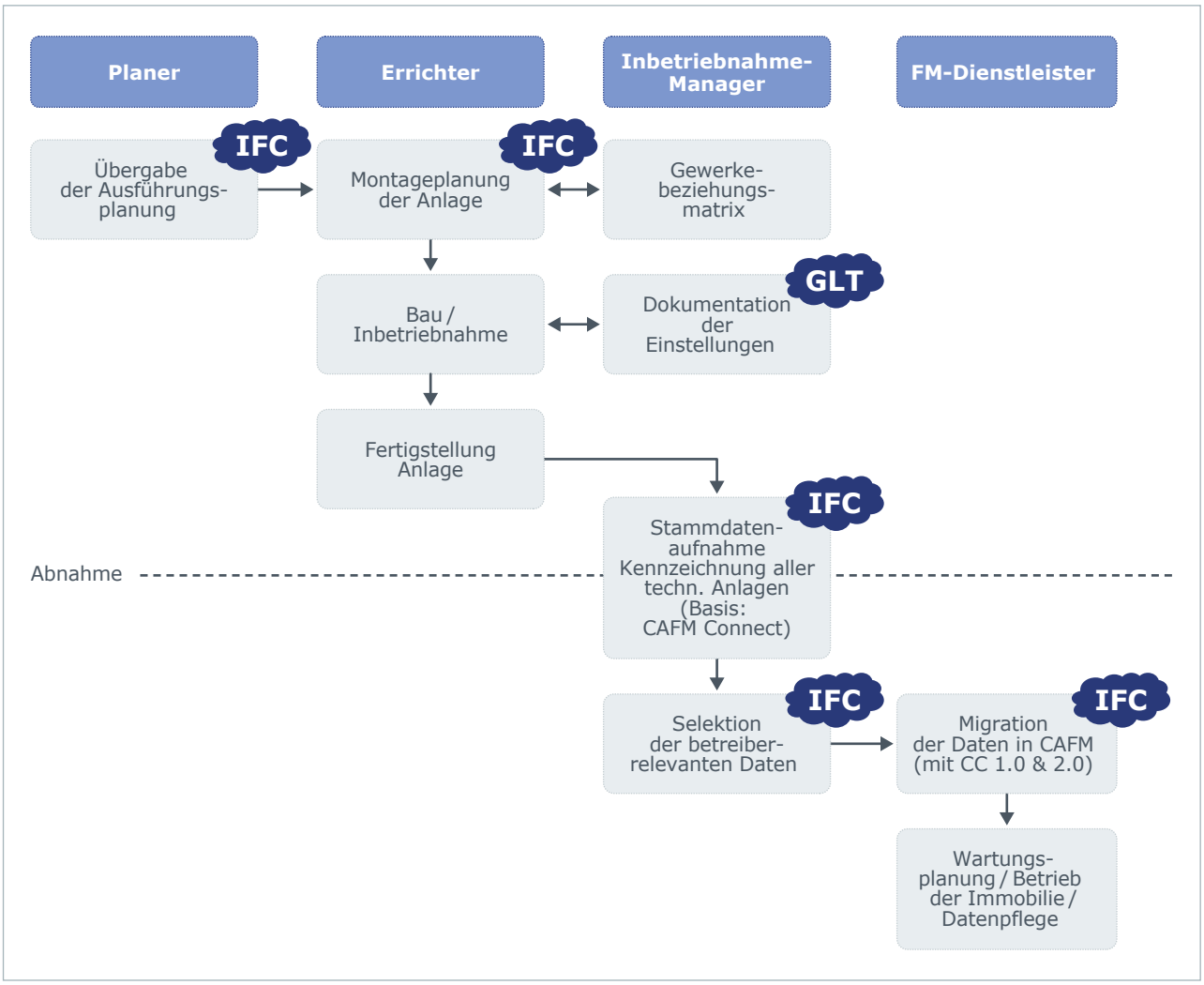

Abb. 10: Prozess Commissioning mit BIM

CAD können via IFC CAFM-Connect-relevante Informationen, die für den Betrieb einer Immobilie sinnvoll sind, gefiltert und aufbereitet werden.

Ein konsequent gepflegtes BIM-Modell erleichtert zudem die erste Wartungsplanung des zukünftigen FM-Dienstleisters. Über die gesetzlichen Regeln hinaus wurden herstellerspezifische Informationen, Datenblätter und Vorgaben direkt in das CAFM-System mittels IFC-Standard importiert. In den ersten Betriebsmonaten dieses Call Centers kam es, nicht zuletzt durch die hohe Nutzerzahl pro Flächeneinheit und hohe Fluktuation, immer wieder zu Anpassungen der raumklimatischen Bedingungen durch Nutzerwünsche. Mit der Umsetzung solcher Anpassungen ist es zwingend erforderlich, die vorgenommenen Ände-

rungen auch zu dokumentieren und so die Nachhaltigkeit sowie Nachvollziehbarkeit zu gewährleisten. Diese Dokumentation der Einstellungen, wie z. B. Vorlauftemperaturen und Ventilstellungen, werden nicht nur im CAFM-System, sondern parallel durch einen Integrationsbaustein im BIM-Modell gepflegt.

Das geschieht vor dem Hintergrund, dass die Umsetzungen operativer Leistungen zumeist zwar von dem Betreiberpersonal mit begleitet werden, aber noch im Leistungsumfang des Anlagenerrichters bzw. des Inbetriebnahmemanagements umgesetzt und dementsprechend auch im BIM-Modell gepflegt werden müssen. Gerade an dieser sensiblen Schnittstelle zwischen Bau und Betrieb werden mit Hilfe des BIM-Modells Informations- und Dokumentationsprobleme gelöst, die in den konventionellen Inbetriebnahmeprozessen ohne BIM häufig zu Problemen führen. Hier wird sich BIM als zentraler Baustein etablieren, der die Lücke zwischen Bau und Betrieb zur Zufriedenheit der Nutzer schließen kann.

Die konsequente Pflege von Immobilieninformationen führt dazu, dass immobilienbezogene Prozesse effizienter und qualifizierter bearbeitet werden können. In dem Call Center Projekt wurde das messbar und deutlich.

14.3 BIM bei TÜV SÜD in Singapur

Die Niederlassung von TÜV SÜD in Singapur wird 2020 in ein neues integriertes Labor- und Bürogebäude umziehen, in dem 600 Mitarbeiter von TÜV SÜD PSB und des TÜV SÜD Digital Service Centre of Excellence untergebracht werden. Der Neubau entsteht im International Business Park und umfasst ca. 18.900 m². Das Projektvolumen beträgt ca. 100 Mio. Singapur-Dollar.

Bei der Realisierung werden neueste Technologien eingesetzt, um Energieeffizienz und Nachhaltigkeit in der späteren Betriebsphase zu gewährleisten. Die Büroräume des neuen Gebäudes werden die Anforderungen des lokalen Nachhaltigkeitsstandards Green Mark Platinum hinsichtlich Energieeffizienz und Nachhaltigkeit erfüllen. Zur Steigerung von Mitarbeitermotivation, -produktivität und -wohlbefinden bietet das Gebäude auch ein Fitness-Center, das Sportprogramme für Mitarbeiter anbietet, Arbeitsplätze im Grünen und Dachgärten sowie eine Anbindung an den Weg, der die öffentlichen Parks in Singapur miteinander verbindet.

Geplant und errichtet wird das Gebäude im klassischen Zweiphasen-Verfahren aus erweitertem Rohbau plus Gebäudeausstattung inklusive Gebäudetechnik, Innenausbau und Elektrik sowie GLT. TÜV SÜD Advimo nutzte zur Durchsetzung der Bauherrn- und Nutzerinteressen den verpflichtenden Einsatz von BIM in Singapur. Der aktuelle öffentliche Hochbau-Standard der Baubehörde sieht den Einsatz von LOD300-Modellen für die Genehmigungsplanung vor.

Abb. 11: TÜV SÜD @ IBP in Singapur

Den lokalen Pflichtstandard erweiterte TÜV SÜD Advimo um weiterführende, eigene BIM-Standards, die sich schwerpunktmäßig auf die Optimierung der FM-Prozesse in der Betriebsphase konzentrieren. Über das interne BIM-Consulting mit Prozess-, Kosten- und Risikoanalysen wurden wichtige Anwendungsfälle mit Fokus auf CAPEX- und OPEX-Reduktion aufgesetzt. Hierzu gehört der Einsatz von BIM-Modellen während Planung und Bau z. B. für die Auslegungs- und Performanceoptimierung von Lüftung, Klimatisierung, (Ab-)Wasser und Elektrik mittels so genannter Wartungsraum- und Bewegungsflächenmodelle.

Auch wurde die etagenweise Bauausführung für den Rohbau mittels BIM-Modell als „as-planned" und in die BIM-Daten integrierten Laseraufnahmen als „as-built" begleitet, um das Risiko von unentdeckten Abweichungen von Flächen und Layouts zu vermeiden. Solche Abweichungen führen bei vielen Bauten in Singapur zu ad-hoc Änderungen von Gebäudetechnik oder Tragwerk und verursachen langfristig Nässe, Verspannungen oder Schiefstand ganzer Gebäude. Auch wurde von Planungsbeginn an ein CAFM-Datenstandard integriert, um für Fachplaner dem Aufwand für das manuelle Attributieren von Flächen und Anlagen vorzubeugen. Spezielle TÜV SÜD-eigene Model Checker für WiFi-Signaloptimierung und Reinraum-Vorzertifizierung sichern die Planungsqualität ab.

BIM wird bei diesem Projekt eingesetzt, damit Probleme, die bisher mehr schlecht als recht und zudem sehr teuer auf der Baustelle ad hoc gelöst wer-

den, bereits in den Planungsphasen erkannt und vermieden werden können. Das BIM-Modell soll damit nicht nur als neue Form der Projektdokumentation dienen, sondern als Methodik das „Digitale Prototyping" unterstützen. Statt konventionell zu planen, wurde auf einen Kombinationsprozess aus virtueller Konstruktion, Simulation und Optimierung bis zur Erreichung einer kosteneffizienten, risikobefreiten sowie bau- und betriebsoptimalen Ausführungsreife gesetzt. Aus dem BIM-Consulting entstanden neben der Auftraggeberinformationsanforderung und dem BIM-Abwicklungsplan auch das Common Data Environment sowie As-built-plus-BIm²CAFM-Datenstandards für das Projekt. Die BIM-Manager von TÜV Süd Advimo begannen mit dem Start der Planung auch mit der Entwicklung zeitsparender und qualitätssichernder Model Checker für Reinraum-Analyse, Brandschutz und Fluchtweg-Modellprüfung, Verschattung, WiFi-Signaloptimierung und Sperrflächenmodellen für wartungs- und sicherheitskritische Anlagen nach lokalen Standards.

Realisiert wird das Projekt durch die vielzähligen und teils hochkomplexen Anwendungsfälle mittels nativem Autodesk Revit, wofür ein Modeling Guide nicht nur für die Modellerstellung, sondern auch für Kollisionsprüfungen, BIM-Objekte und für die zukünftige CAFM-Nutzung der Modelle verwendet wird. Der lokale Planer sowie der beauftragte Generalunternehmer wurden zusätzlich durch die TÜV SÜD BIM-Experten geschult und im Rahmen des BIM-Managements bei der Erreichung einer hohen Modellqualität begleitet.

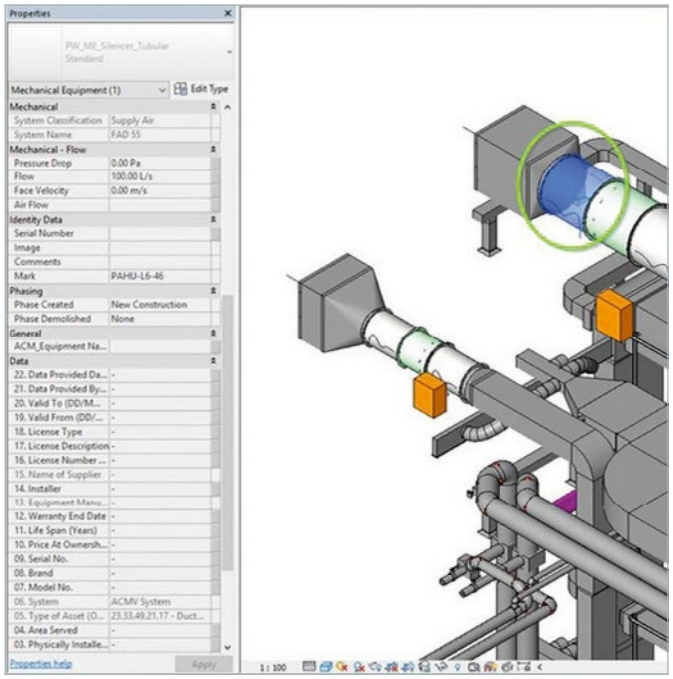

Abb. 12: Beispiele BIM-Modellierung

Als wichtiges Medium für die pünktliche und harmonische Zusammenarbeit von Bauherrn-BIM-Management und BIM-Gewerke-Koordinatoren der Auftragnehmer wurde ein BIM-Ausführungsplan entwickelt und fortgeschrieben bzw. von TÜV SÜD Advimo geprüft. Der BEP ist das zentrale Dokument, das regelmäßig aktualisiert werden soll und zum Ziel hat, alle BIM-Entscheidungen und -Prozesse auch für nachgeschaltete Dienstleister und den Kunden zu erfassen und vorzugeben. Um eine optimale Modellqualität zur Umsetzung der Anwendungsfälle zu erzielen, umfasst das BIM-Management auch folgende Maßnahmen:

- Check und Optimierung der gemeinsamen Parameterdateien,
- Check und Optimierung von BIM-Projektvorlagen und -Familien,
- Check und Optimierung von Kollisions-Setups inkl. Modellüberprüfungen und Routinen in Navisworks, Dynamo und im Revit Model Checker,
- qualitative und inhaltliche Überprüfung der BIM-Norm und Modellierungsrichtlinien inkl. TÜV SÜD Reifeanalyse (Punktesystem), wenn vom GU zur Verfügung gestellt.

Das Audit und das Qualitätsmanagement für das Core and Shell-LOD300 BIM-Modell während der Konstruktionsphase werden in Vorbereitung der jeweiligen BIM-Jours-Fixes durchgeführt. Die Prüfungen/Beurteilungen der BIM-Modelle beziehen sich auf die Konformität mit den festgelegten BIM-Anforderungen in Bezug auf LOD und korrekte CAD-Technik (z. B. Modellorientierung, richtige Erstellung/Anwendung von Bibliotheken, geschlossene Räume, ordentliche und geschlossene Anschlüsse von potenziell vorhandenen Rohrleitungen usw.).

Die BIM-Modell-Prüfung beinhaltet:

- Check der geometrischen Modelle in Bezug auf echte Virtual-Construction-Qualität,
- Check und Anpassung von Bibliotheken, die bei der Bauplanung allgemein integriert sind,
- Bautechnik- und Reinraum-Analyse für Funktionalität, Baubarkeit, Wartungsfreundlichkeit und Betriebskonformität anhand der BIM-Modelle,
- Engineering-Check der Kollisionsfälle und der Kollisionsprotokolle,
- Check der Ergebnisse der Kollisionserkennung, z. B. bezogen auf Toleranzen, Abstände und Materialaussagen,
- Überprüfung der Dateneinstellung (Vollständigkeit und Qualität),
- Check der technischen Systeme im Modell (geschlossen/gültig),
- Plausibilitätsprüfungen der modellbasierten Mengenrechnung (BoQ),
- COBie-Integration und COBie-Vollständigkeitsprüfungen inklusive Ergänzung dieser Datenstandards durch weitere, objektindividuelle Attribute für Flächen und Anlagen,
- Prüfung der Vollständigkeit und Richtigkeit der modellintegrierten Berechnungen, z. B. für Heiz- und Kühllasten sowie Rohrnetzberechnungen.

Im Rahmen dieser Prüfungen (Clash-Detection) wurden immer wieder Planungsmängel aufgedeckt, die rechtzeitig vor der Errichtung beseitigt werden können, um kostspielige Anpassungen in der Errichtungsphase zu vermeiden. Auf diese Weise wurden z. B. folgende Mängel erkannt:

- Bauteilkollisionen,
- nicht eingehaltene Vorgaben aus dem AIA,
- fehlende und inkonsistente Namenskonventionen für Bauteile und BIM-Familien (z. B. Informationen/Detailstufen im Dateinamen, Verwendung von Unterstrichen),
- fehlende Bauteillisten und Angaben (z. B. Raumlisten, Fensterlisten, Wandlisten, Türlisten).

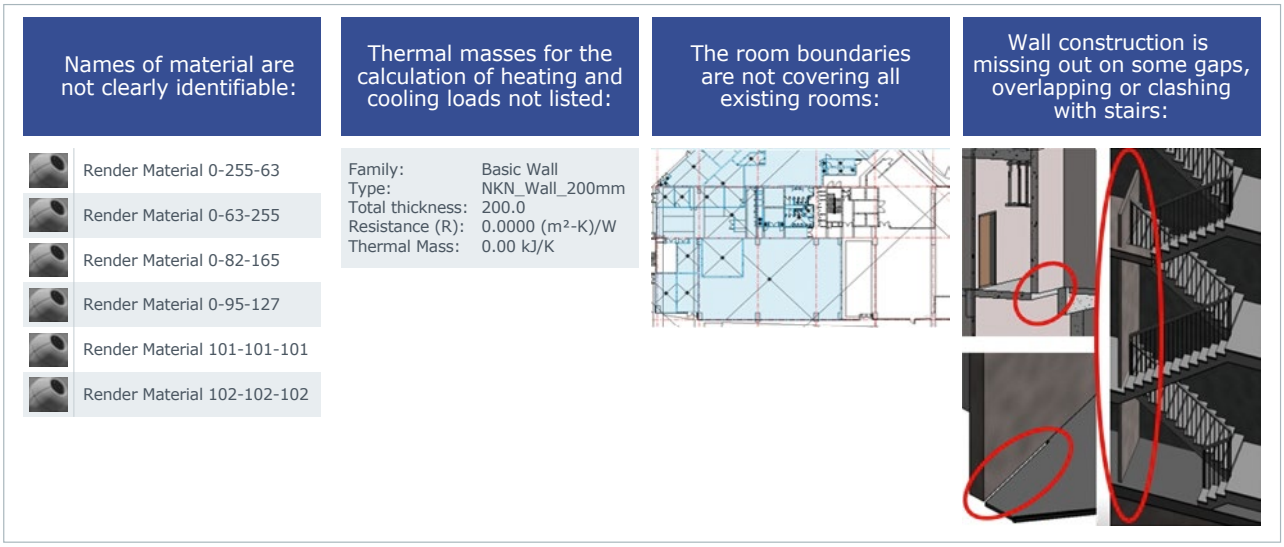

Abb. 13: Beispiele für Mängel aus der Kollisionserkennung

14.4 FM-gerechte BIM-Integration im Banken-Sektor

Auftraggeber dieses BIM-Projekts ist eine der drei größten Banken in Tschechien mit über 7.000 Mitarbeitern. In den Servicebereichen arbeiten ca. 100 von ihnen. Die operativen Aufgaben werden durch regionale bzw. externe FM-Dienstleister erbracht. 2006 wurde mit dem Neubau eines Bürogebäudes begonnen, da damals noch nicht mit BIM geplant wurde. Das an verschiedenen Standorten in der Prager Altstadt verstreute Personal sollte an zentraler Stelle zusammengeführt werden. Es entstand ein neues Headquarters mit 80.000 m² für 2.900 Mitarbeiter mit LEED Gold Zertifizierung. Doch die Aufwände für die Abnahme und Überführung des Neubaus in den Betrieb liefen aufgrund schlechter oder gar fehlen-

der Gebäude- und Anlagendaten aus dem Ruder. Kosten und Dauer waren seinerzeit enorm. Allein in der Abnahmephase mussten für die Datenaufbereitung und Qualitätssicherung über 400 Personentage aufgebracht werden.

Und die Anzahl der Mitarbeiter wuchs weiter – schneller als vorhergesehen. Immer mehr Flächen mussten zusätzlich angemietet werden. Wieder war ein großer Teil des Personals über mehrere Standorte verteilt. Daher wurden 2012 u. a. drei Entscheidungen getroffen: Es sollte erstens ein zweites Headquarters gebaut werden. Zweitens wollte man dieses Mal aus den Fehlern der Vergangenheit lernen und eine bessere Datenqualität nach Planungs- und Bauphase anstreben, um die Aufwände bei der Übernahme nach Fertigstellung deutlich zu reduzieren. Und das sollte drittens mittels BIM-Methode und IT realisiert werden, um die Daten des „Digitalen Zwillings" nach Fertigstellung in das CAFM-System überführen zu können. Außerdem sollten sämtliche FM-relevanten Informationen, die aus dem Betrieb des ersten Headquarters gesammelt wurden, schon in die Planung mit einfließen. Die Zielsetzungen: Ein neues „Green Building" mit 61.000 m² Fläche für weitere 1.400 Mitarbeiter und das Erlangen des LEED Platin Zertifikats. Die CO2-Bilanz sollte optimiert werden, neue Technologien sollten möglichst niedrige Betriebskosten sicherstellen, die Anforderungen des Facility Management sollten bereits in die Design- und Konstruktionsphase einfließen. Schließlich sollten die Vorteile der BIM-Methode für den gesamten Gebäudelebenszyklus genutzt werden, u. a. mit einer „as-built" Dokumentation im BIM-Modell.

Seit 2006 nutzt das Bankhaus das CAFM-System von ARCHIBUS in Kombination mit AutoCAD vom Hersteller AutoDesk. Nun galt es, auf Basis der vorhandenen Struktur des digitalen Datenmanagements eine systemisch-methodische Erweiterung um BIM bereits in der Planung vorzunehmen und für den gesamten Lebenszyklus zu implementieren. Dazu wurde das Planungsteam um einen BIM-Koordinator von ARCHIBUS und einen FM-Verantwortlichen der Bank erweitert. Festgelegt wurden u. a. Berichtigungen, Aufgaben, Pflichten, Kompetenzen und Verantwortlichkeiten. Definiert und dokumentiert wurde auch, wer wann und für welche in den Modellen vorhandenen Daten verantwortlich ist und in welchen Formaten und Einheiten die relevanten Daten einzustellen sind. Dazu zählten auch sogenannte „Familien-Sets", Klassifizierungssysteme und der erwartete Level-of-Detail in den verschiedenen Phasen der Modellierung. Um zu verhindern, dass es bei der Übergabe aus der Realisierung des Neubaus erneut zu erheblichen Aufwänden für die Abnahme kommt, war man sich klar darüber: Ein BIM-gerechtes Design bzw. eine FM-gerechte Planung ist das Eine. Aus Sicht der künftig Verantwortlichen im Gebäudebetrieb ist es nicht nur wichtig schon in der Phase „0" die Anforderungen des späteren Gebäudebetriebs zu berücksichtigen. Entscheidend ist außerdem die As-built-Dokumentation, die bei der Übergabe auch der Realität entspricht. Erst dann kann von einem Digitalen Zwilling gesprochen werden. Die erforderliche IT-Unterstützung wurde mit der ARCHIBUS-Revit-Integration möglich.

Abb. 14: Der Digitale Zwilling

Das Konzept für BIm²FM wurde in einem BEP (BIM Execution Plan) festgeschrieben und enthielt u. a. folgende
Festlegungen:
- Vereinheitlichung von Begriffen
- Verständigung auf Ziele und Anforderungen
- konkreter Nutzen des BIM-Modells im Facility Management und Gebäudebetrieb
- angeforderte BIM-Ausgaben
- Anforderungen an die BIM-Modellierung

Vorlagen:
- Mapping Tabellen, Felder und Parameter
- Technische Infrastruktur in Revit
- Anforderungen an die Datensynchronisation

Prozesse:
- Wer liefert wann welche Daten und Parameter in welchem Level of Detail?

Da man bis zu diesem Zeitpunkt noch keinerlei Erfahrung im Umgang mit BIM-Modellen hatte und man nicht erst bei der Planung des zweiten Headquarters die ersten Schritte machen wollte, wurde am ersten Headquarters geübt und wichtige Aufgaben in einem nachträglich erstellten BIM-Modell nachempfunden.

Dabei sammelte man wertvolle Erkenntnisse zu FM-relevanten Informationen, die man für den späteren Betrieb schon in der Planungsphase berücksichtigen sollte.

Die Datenquellen für das erste Modell wurden festgelegt als Objekte in ARCHIBUS und Kategorie in Revit:

- im CAFM-System hinterlegte DWGv-Pläne
- As-Built-DWGs – inklusive kleiner Ausführungsänderungen
- alphanumerische Daten aus der ARCHIBUS-Datenbank des ersten Modells mit sämtlichen Attributen und Parametern je Objekttyp

Für beide Headquarters entstand die gleiche Struktur für das BIM-Modell, ebenso für die Geräte und Anlagen sowie für das gesamte Wartungsmanagement mit präventiven Wartungsmaßnahmen.

Abb. 15: Automatische Zuordnung Wartungstätigkeiten zu Anlagedaten

Der Einsatz der geeigneten BIM-Methodik in Kombination mit einer integrierten CAFM-Lösung führte auf Basis eines einheitlichen Datenstandards zum Erfolg. Einen ebenso großen Anteil daran hatten allerdings die Bereitschaft und Einstellung der Projektbeteiligten aus den verschiedenen Gewerken und Verantwortungsbereichen zur kollaborativen Zusammenarbeit.

14.5 Praxisbeispiel Bürogebäude Country Park III

Bereits 2009 entschied sich die BPS International GmbH in Moskau ihr eigenes Bürogebäude selbst zu errichten. Bei diesem aufwendigen Projekt sollte der 22-stöckige „Country Park III"-Komplex, in dem neben Büros auch eine Klinik sowie ein Hotel untergebracht ist (der Bürotower hat eine BGF von 44.300 m²)

nicht nur selbst geplant und gebaut, sondern nach der Fertigstellung auch auf Grundlage eines eigenen BIM-Modells betrieben und verwaltet werden.

Da BPS bis zu diesem Zeitpunkt noch ein reiner IT-Dienstleister war, wurde das Unternehmen durch diese Zielstellung vor anspruchsvolle Herausforderungen gestellt. Seit der Fertigstellung des Gebäudes mit seiner markanten Architektur hat sich das Unternehmen im Jahr 2012 mit dem Know-how, das bei dem Bau des Objektes gewonnen wurde, ein neues Geschäftsfeld erschlossen und als Innovationsführer einen neuen Markt eröffnet: die digitale Planung und Entwicklung sowie der Betrieb von Immobilien.

Abb. 16: Revit-Modell und das fertige Gebäude, Country Park III © BPS International GmbH

Die Planungsmethode Building Information Modeling (BIM) lag dabei allen Prozessen in diesem Projekt zugrunde:

- Die Planung wurde in Revit mit modernster Software für Planung und statische Berechnungen durchgeführt. Die Erkennung von Kollisionen und weiterem Optimierungspotenzial mittels BIM half dabei, bereits in der Planungsphase eine Steigerung der Nutzungseffizienz von bis zu 80 % für jeden technischen Bereich zu ermöglichen.

Als Ergebnis beträgt die Gesamtfläche der technischen Bereiche maximal 8 % der gesamten Gebäudefläche, was 30 % des Branchendurchschnitts für TGA-Systeme entspricht.

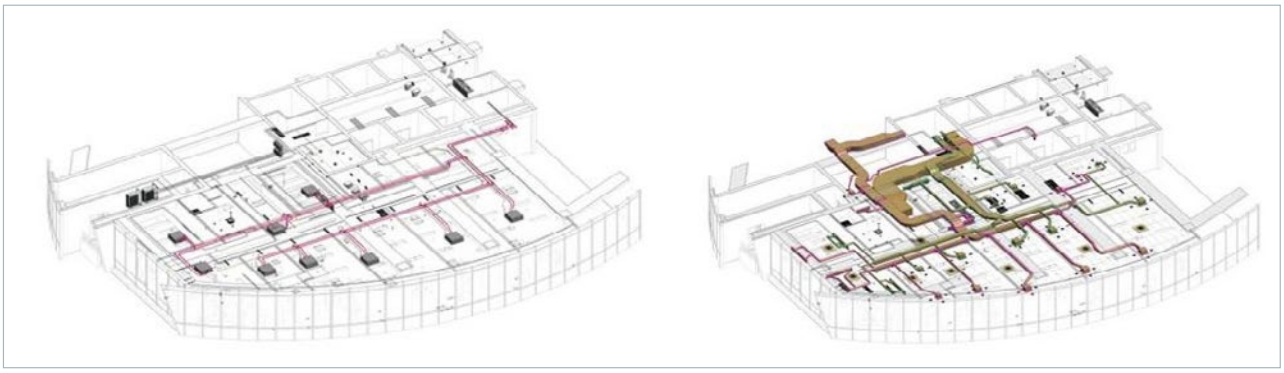

Abb. 17: Koordination der TGA-Gewerke, Revit-Modell, Country Park III © BPS International GmbH

- Der Bauablauf wurde durch die parametrischen Modelle unterstützt. Das Projekt umfasst elf unterschiedliche Revit-Modelle und mehr als 66.000 parametrierte Modellelemente. Kluge Attribuierung macht die Revit-Modelle zum zentralen Informationsspeicher für das Baumanagement. Dem zuständigen Projektleiter steht mit dem Modell auch eine Datenbank zur Verfügung, in der die einzelnen Elemente des Gebäudes im 3D-Modell zusätzlich mit Informationen zu Montage oder Betriebsaufnahme verknüpft sind. Hier sind alle Informationen für die optimale Verwaltung der Immobilie gebündelt. Die aufwendige Suche nach entsprechenden Informationen in mit Ordnern überladenen Regalen gehört damit der Vergangenheit an.

- Zur BPS Gruppe gehört auch ein auf Facility Management spezialisiertes Unternehmen, das das Modell als Datenbank für den Gebäudebetrieb nutzt: Z. B. sind in allen Räumen des BPS-Bürogebäudes Countrypark QR-Codes platziert. Diese QR-Codes werden mittels Tablet-Applikation unter Nutzung der Kamera gescannt und erlauben es, dem technischen Spezialisten des Betriebs- und Wartungsdienstes (Facility Manager) sich eine genaue Vorstellung der räumlichen Lage eines gemeldeten Problems zu machen und die Betriebsprozesse effizient abzuwickeln.

Abb. 18: Digitalisierung im Gebäudebetrieb: Der Einsatz von BIM im Country Park III © BPS International GmbH

14.6 BIM beim Axel-Springer-Neubau in Berlin

Ausgangssituation und Zielsetzung

Im Oktober 2016 war offizieller Baustart des Axel-Springer-Neubaus in Berlin. Auf dem ca. 10.000 m² großen Lindenpark-Gelände entsteht derzeit ein modernes Verlagsgebäude, welches ab 2020 auf einer Bürofläche von 52.000 m² Platz für 3.500 Mitarbeiter bietet.

Das niederländische Architekturbüro „Office for Metropolitan Architecture (OMA) will durch seinen Entwurf eine Arbeitsumgebung schaffen, die sowohl Konzentration als auch lebhafte Zusammenarbeit fördert. Dabei entsteht aktuell ein spektakuläres Gebäude, welches den Medienkonzern auch in seinem Architekturanspruch ins digitale Zeitalter überführen soll.

Abb. 19: Axel-Springer-Neubau Berlin, Entwurf von Rem Koolhaas (Office for Metropolitan Architecture, OMA) – Bildnachweis & copyright: OMA

Der Fokus auf Digitalisierung zeigt sich bereits in der ersten Konzeptionsphase. Dabei wurde zwischen dem Bauherrn (Axel Springer SE), Architekt (OMA) und GU (Züblin) festgelegt, das Gebäude nach der BIM-Methode zu planen, bauen und in die Betriebsphase zu überführen. Axel Springer war es dabei wichtig, einen nachhaltigen BIM-Ansatz zu verfolgen, der insbesondere auch den Gebäudebetrieb von Beginn an berücksichtigt.

Ziel ist es ein durchgängiges Gebäudemodell zu erstellen – von der ersten Planungsphase bis zum Gebäudebetrieb. Das Modell wird im Prozess sukzessive mit immer mehr Informationen angereichert. Dadurch ist die Basis für ein intelligentes Gebäude, welches die reale und die digitale Welt zusammenbringt, geschaffen. Der digitale Zwilling.

BIM Struktur und Systemumgebung im Projekt

Aufgrund der komplexen Architektur war es für OMA klar, das gesamte Gebäude in 3D zu planen. Weiterhin mussten zahlreiche Projektbeteiligte koordiniert und gesteuert und eine Vielzahl an Informationen verlustfrei ausgetauscht

werden. Um dieser Komplexität gerecht zu werden, entschied man sich, das Projekt nach der BIM-Methode zu realisieren.

Da Architekt, Fachplaner und später der GU unterschiedliche Modellierungswerkzeuge einsetzen, wurde festgelegt das Projekt im openBIM-Verfahren durchzuführen. Der Datenaustausch zwischen den Beteiligten erfolgt auf Basis des IFC-Formats. Für den Datenaustausch und für die Koordination in der Planungs- und Ausführungsphase wird die Online-Plattform THINK PROJECT eingesetzt.

Mit dem Einsatz der BIM-Methode verfolgt der Bauherr einen nachhaltigen und durchgängigen Ansatz der Datengenerierung und Datenpflege. Aus diesem Grund ist es dem Bauherrn sehr wichtig, dass die Datenüberführung bzw. die Datenintegration in den Gebäudebetrieb reibungslos funktioniert.

Zur Unterstützung der verschiedenen Facility-Management-Prozesse setzt Axel Springer das CAFM-System pit – FM ein. Ziel ist es, dass gegen Projektende das „as-built" Model im originären Revit-Format in die CAFM-Software übernommen wird. Aus dem Revit-Modell werden dabei die relevanten alphanumerischen Metadaten (Hersteller, Typ, Baujahr, Wartungsintervall usw.) zu den unterschiedlichen BIM-Objekten (Raum, Technische Anlage) in pit – FM übernommen und stehen dort für die FM-Prozesse zur Verfügung. Die Visualisierung der Geometrie erfolgt in Revit. Für einen reibungslosen Datenaustausch zwischen Revit und pit – FM sind beide Systeme über eine bidirektionale Schnittstelle verbunden.

Im Sinne einer nachhaltigen Datenhaltung ist es wichtig, das hohe Qualitätsniveau über den Lebenszyklus der Immobilie aufrecht zu erhalten. Durch die Integration weiterer Technologien und Systeme (ERP, GLT usw.) entsteht sukzessive ein digitaler Zwilling.

Damit die Integration des As-built-Modells am Projektende auch reibungslos funktioniert, wurden im Projekt mehrere „data drops" definiert. Dabei werden zu festgelegten Zeitpunkten erste Modelldaten für das CAFM-System zur Verfügung gestellt.

Das BIM-Management wird im Projekt vom Bauherrn, mit der Unterstützung eines externen Beraters, wahrgenommen. Die Gesamtkoordination der einzelnen Gewerke übernimmt der GU. Züblin ist in dieser Rolle für das qualitätsgesicherte Gesamt- /Koordinationsmodell verantwortlich. Zur Qualitätssicherung (Kollisionsprüfung, Plausibilitätsprüfungen usw.) im Projekt setzt Züblin unter anderem Solibri und Navisworks ein. Weiterhin ist Züblin im Projekt für die Erstellung und Fortschreibung des BIM Abwicklungsplans (BAP) und dessen Einhaltung durch die Projektbeteiligten verantwortlich.

Am Projektende wird Züblin auch das As-built-Modell im Revit-Format an den Betrieb übergeben.

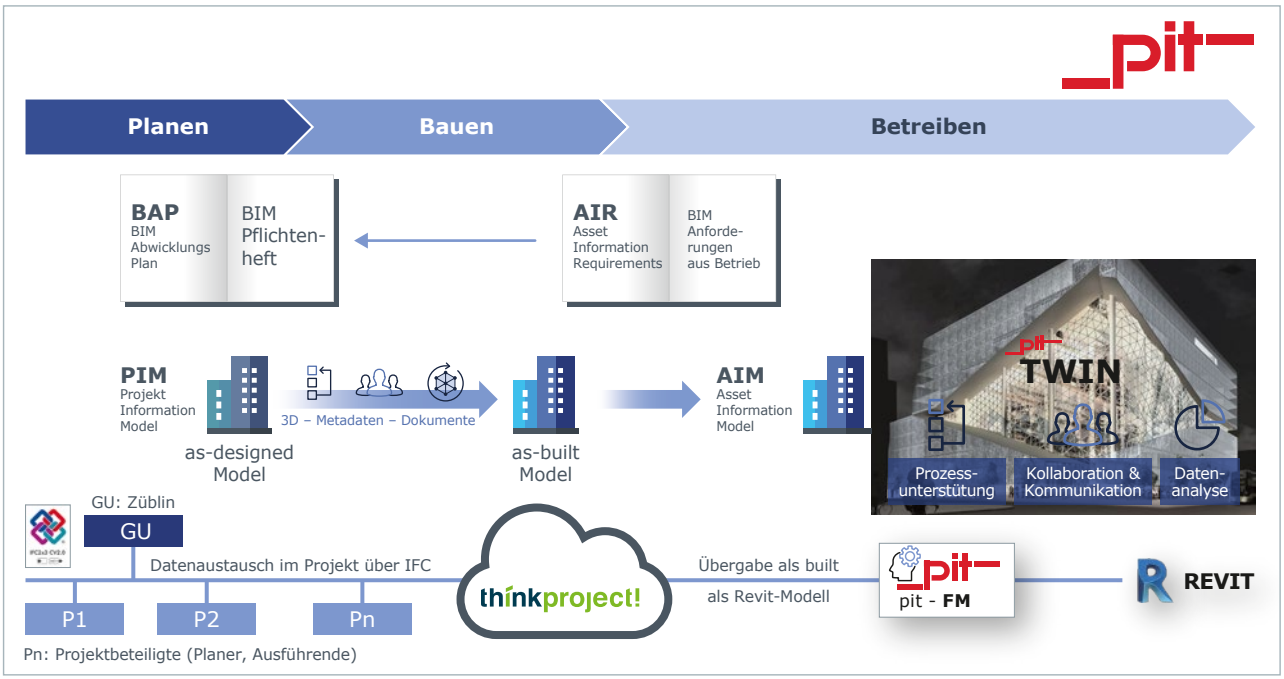

Abb. 20: CDE, Allgemeine Daten- und Systemumgebung im BIM-Projekt beim Axel-Springer-Neubau

BIM-Anforderungen

Die Grundlage für einen effizienten und verlustfreien Datenaustausch zwischen den Beteiligten im BIM-Projekt ist eine detaillierte Anforderungsdefinition. Die Anforderungen an die jeweiligen BIM-Fachmodelle, deren Inhalt und Detaillierungsgrad bzgl. Geometrie (LOD) und Information (LOI), sowie an die Prozesse zum Datenaustausch sind im Projekt im BIM-Abwicklungsplan (BAP) geregelt.

Spezifikationen zum Datenaustausch mit Fokus Facility Management bzw. zur Datenintegration und -übernahme in das CAFM-System pit – FM wurden im Projekt in einem separaten Dokument beschrieben, den Asset Information Requirements (AIR). Dieses Dokument ist Anhang zum BAP und von den Beteiligten verbindlich anzuwenden.

BIM im Facility Management bei Axel Springer

Zur Unterstützung der FM-Prozesse setzt Axel Springer das CAFM-System pit – FM ein. In pit – FM werden hierzu geometrische und alphanumerische Daten sowie Dokumente (digitale Bauwerksdokumentation) verwaltet, fortgeschrieben und mit weiteren Daten angereichert.

Damit der Übergang von Planen & Bauen in die Bewirtschaftungsphase reibungslos und verlustfrei durchgeführt werden kann, sind analog zu den Modellierungsvorschriften für die Planungsphase entsprechende Vorgaben für das FM zu definieren. Diese Vorgaben orientieren sich am Datenmodell des CAFM-Systems. pit – FM setzt hierbei auf etablierte Standards wie DIN 276, DIN 277, IFC und CAFM-Connect, so dass die Integration in das Projekt problemlos erfolgen kann.

Diese Anforderungen wurden bereits in einer frühen Projektphase vom Bauherrn in Form der Asset Information Requirements (AIR) zur Verfügung gestellt.

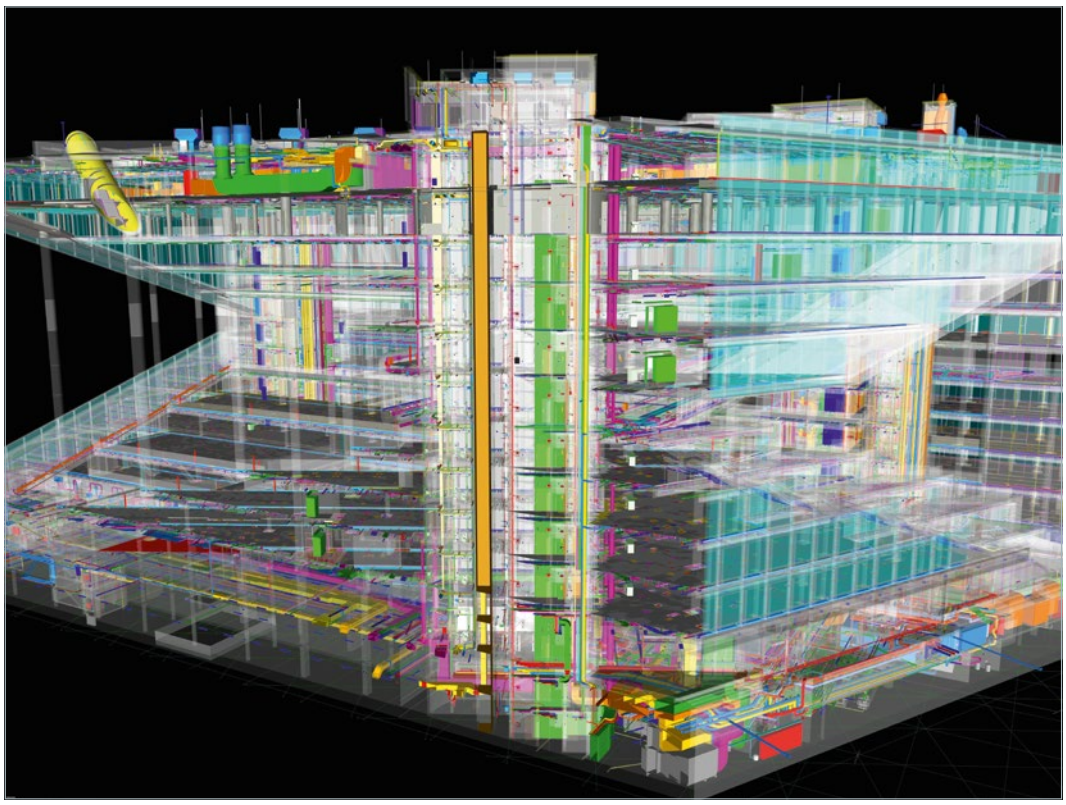

Abb. 21: BIM Gesamtmodell (Bildnachweis & copyright: Züblin)

Insbesondere folgende Festlegungen wurden im Dokument getroffen:

- Vorgaben zur eindeutigen Kennzeichnung von Gebäude, Etage, Raum sowie zur Kennzeichnung von baulichen Objekten (z. B. Türen) und technischen Objekten (Heizung, Lüftung usw.) mittels eines durchgängigen AKS (Anlagen-Kennzeichnungs-Schlüssel). Der AKS ist für eine eindeutige Identifikation der modellierten Objekte unabdingbar.

- Definition einer Parameterliste zum FM-Modell. In der Liste wurde genau aufgeführt, welche Merkmale (Parameter) zu den einzelnen Objekten (Tür, Brandschutzklappe, Ventilator usw.) aus FM-Gesichtspunkten zu welchem Zeitpunkt benötigt werden. Damit eine reibungslose Übernahme bzw. Integration in das Datenmodell von pit – FM erfolgen kann, wurden die zu kennzeichnenden Objekte zusätzlich nach OmniClass klassifiziert.

- Beschreibung des Prozesses zur Integration des Revit-Modells in pit – FM. Vorgesehen ist hier die Übernahme der FM-relevanten, alphanumerischen Objektinformationen aus dem Revit-Model in pit – FM (pit – FM ist im Betrieb das führende System zur Pflege dieser Daten). Die geometrische Integration erfolgt über eine bidirektionale Schnittstelle zwischen Revit und pit – FM. Die Visualisierung der 3D-Geometrie erfolgt in Revit. In beiden Fällen muss einmalig eine Abgleichsvorschrift erstellt werden, in der Kategorien und Parameter aus Revit mit den Klassen und Attributen aus pit – FM gemappt werden. Durch die Verwendung eines durchgängigen Klassifizierungsstandards (OmniClass) kann dieser Vorgang größtenteils automatisiert erfolgen.

- Weiterhin wurden in den AIR Übergabezeitpunkte von Datenständen (data drops) bis zur finalen Übergabe des As-built-Modells definiert. Dadurch kann sichergestellt werden, dass ein valides Datenmodell zum Projektende in pit – FM zur Verfügung steht und der Gebäudebetrieb ohne Verzögerung starten kann. Die Übergabe des vollständigen As-built-FM-Modells inklusive aller Re-

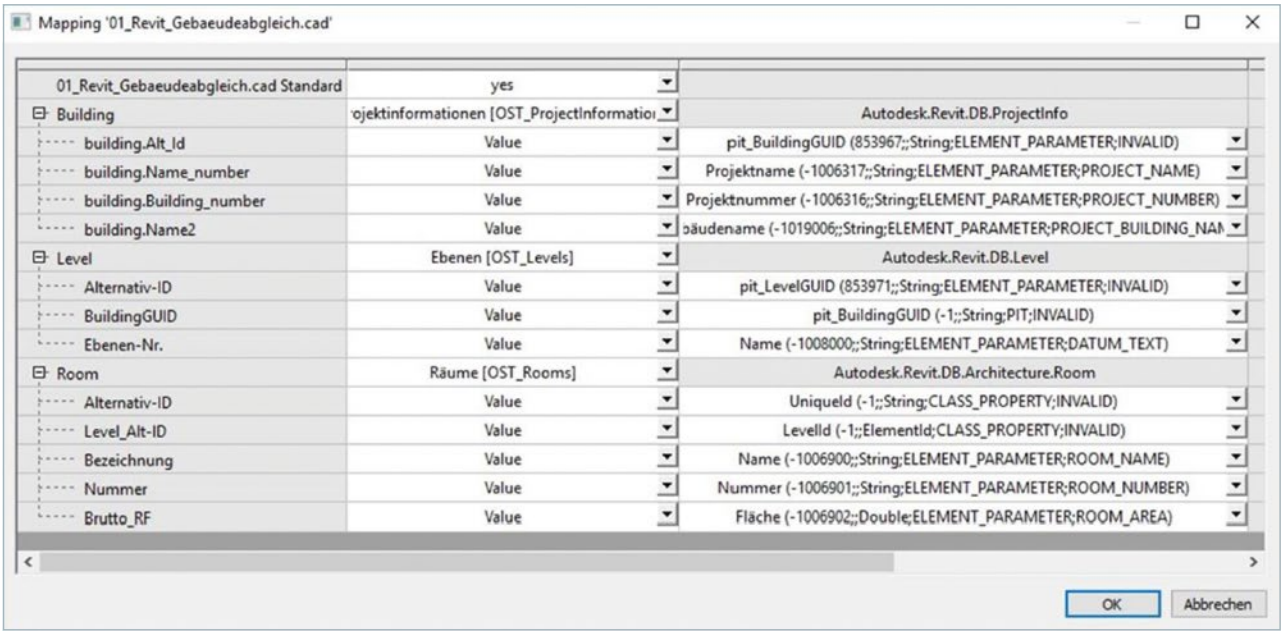

Abb. 22: Pit-Abgleichvorschrift in Revit

visionsunterlagen erfolgt gemäß AIR ca. 3-4 Monate nach Fertigstellung. Die Metadaten aus dem Revit-Modell, welche in pit – FM z. B. für Instandhaltungsaufgaben benötigt werden, stehen bereits vor Fertigstellung dem Gebäudebetrieb zur Verfügung.

Resümee und Ausblick

Durch den konsequenten Einsatz der BIM-Methode befindet sich das Projekt voll im Termin- und Budgetplan. Erste data drops für das CAFM-System pit – FM wurden zur Verfügung gestellt und konnten erfolgreich übernommen werden. Die Weichen stehen somit auf grün und es darf von einem erfolgreichen BIM-Projekt sowie einer nahtlosen Überführung bzw. Integration der „BIM-Daten" in den Gebäudebetrieb und die dafür vorgesehenen Systeme Revit und pit – FM ausgegangen werden.

14.7 Agile Methoden für ein BIM-basiertes Event Management am Flughafen Berlin Tempelhof

Der Bereich des Event Managements stellt aus Sicht des FM für die Einführung der BIM-Methode eine besondere Herausforderung dar. So gilt es durch BIM-Modelle nicht nur den regulären Betrieb eines Gebäudes bzw. einer „Event Location" zu unterstützen, sondern auch mit den zahlreichen kurzfristigen Veränderungen und Anpassungen für die Planung und Durchführung einzelner Events umzugehen. Im folgenden Abschnitt werden Ergebnisse aus dem gemeinsamen Forschungsprojekt „BIM4Event" der HTW Berlin, der Flughafen Tempelhof Projekt GmbH sowie der finnischen Hochschule Metropolia UAS aus Helsinki vorgestellt. In diesem Projektvorhaben wurden für die Erstellung verschiedener BIM-Modelle des ehemaligen Berliner Flughafens Tempelhof auf agile Methoden zurückgegriffen, die abschließend in diesem Beitrag erklärt werden.

Event Management am Flughafen Berlin Tempelhof

Die Komplexität von Events nimmt nicht zuletzt durch immer größere Anforderungen im Bereich der Akustik, der Beleuchtung oder der Medienversorgung stetig zu. Während es gilt diese hauptsächlich technischen Aspekte zu behandeln, sind ebenfalls höhere Sicherheits- und Qualitätsanforderungen vor dem Hintergrund profitabler Veranstaltungen zu berücksichtigen. Hierfür bedarf es neuer Managementansätze, die über die Perspektive des klassischen Event

Managements hinaus auch das reguläre FM einschließen. Diese anspruchsvolle Ausgangssituation erfordert vor allem ein stringentes Informationsmanagement, das die vernetzten Kommunikationsbeziehungen der am Event Beteiligten und deren unterschiedlichen Interessen berücksichtigt. Im Rahmen des Projektvorhabens wurden zwei verschiedene Szenarien untersucht. Im ersten Szenario steht das „In-House"- FM-Team im Fokus, welches für externe Veranstalter von Events vermietbare Flächen sowie technische Unterstützung bietet. Im zweiten Szenario steht ebenfalls das interne FM-Team im Fokus, wobei dieses hier als Teil einer Event-Organisation im eigenen Hause aktiv wird und damit Teil der Organisation des Veranstalters ist.

Bei der Untersuchung des ersten „Stakeholder"-Szenarios stand vor allem die Bereitstellung hochwertiger, abrechenbarer Services für komplexe Event-Anforderungen im Vordergrund. Eine besondere Herausforderung war der flexible Umgang mit anfangs unscharfen Anforderungen und deren spätere sachgerechte Umsetzung bei der Eventausführung. Um attraktive Eventflächen anzubieten, wird vom FM-Team die Fähigkeit verlangt, auch technisch anspruchsvolle Services verlässlich und termingerecht umzusetzen. Ein Beispiel hierfür ist die Bereitstellung eines flächendeckenden und leistungsfähigen Open-Air-WiFi aber auch die Koordination kurzfristiger, eventbezogener Umbaumaßnahmen. Dies schließt schnelle Reaktionszeiten für die Zusammenstellung gebäudebezogener Informationen ein, manchmal sogar auch in Form von 3D-Renderings für das Marketing der Event-Location.

Im vorliegenden Forschungsvorhaben wurden die Anforderungen in Form kurzfristiger „kleiner" Bauprojekte im Gebäude umgesetzt, wobei durch den temporären Charakter der Maßnahmen ein nahezu vollständiger Lebenszyklus durchlaufen wird (Planung, Umsetzung, Durchführung/Betrieb, Demontage/Abbau). Das zweite betrachtete Szenario scheint zunächst an das FM- und Event-Team geringere Anforderungen zu stellen, da die Kommunikation mit einem externen Veranstaltungsmanagement entfällt. Die Zusammenarbeit erfolgt hier überwiegend intern, wodurch einfachere Ansätze des Datenmanagements untersucht wurden. Durch die Übernahme der Veranstalterrolle kommen jedoch neue Anforderungen z. B. auf kaufmännischem Gebiet hinzu, woraus sich perspektivisch Schnittstellen zu betrieblicher Standardsoftware (ERP-Systeme) ergeben.

Für die beiden ausgewählten Szenarien eignet sich der ehemalige Berliner Flughafen Tempelhof hervorragend als Fallstudie, da er als Veranstaltungsort bereits für externe Veranstalter, aber auch in Eigenregie für Events genutzt wurde. **Abb. 23** zeigt die im Masterplan abgestimmte, zukünftig geplante Nutzung des Flughafengebäudes, wobei Eventflächen für unterschiedlichste Eventarten, wie Großveranstaltungen, kurzfristige Sonderveranstaltungen in der Haupthalle, aber auch Flächen für mittelfristige und wiederkehrende Nutzungen im Bereich von Kultur, Theater und Konferenzen vorgesehen sind. Für das Projekt-

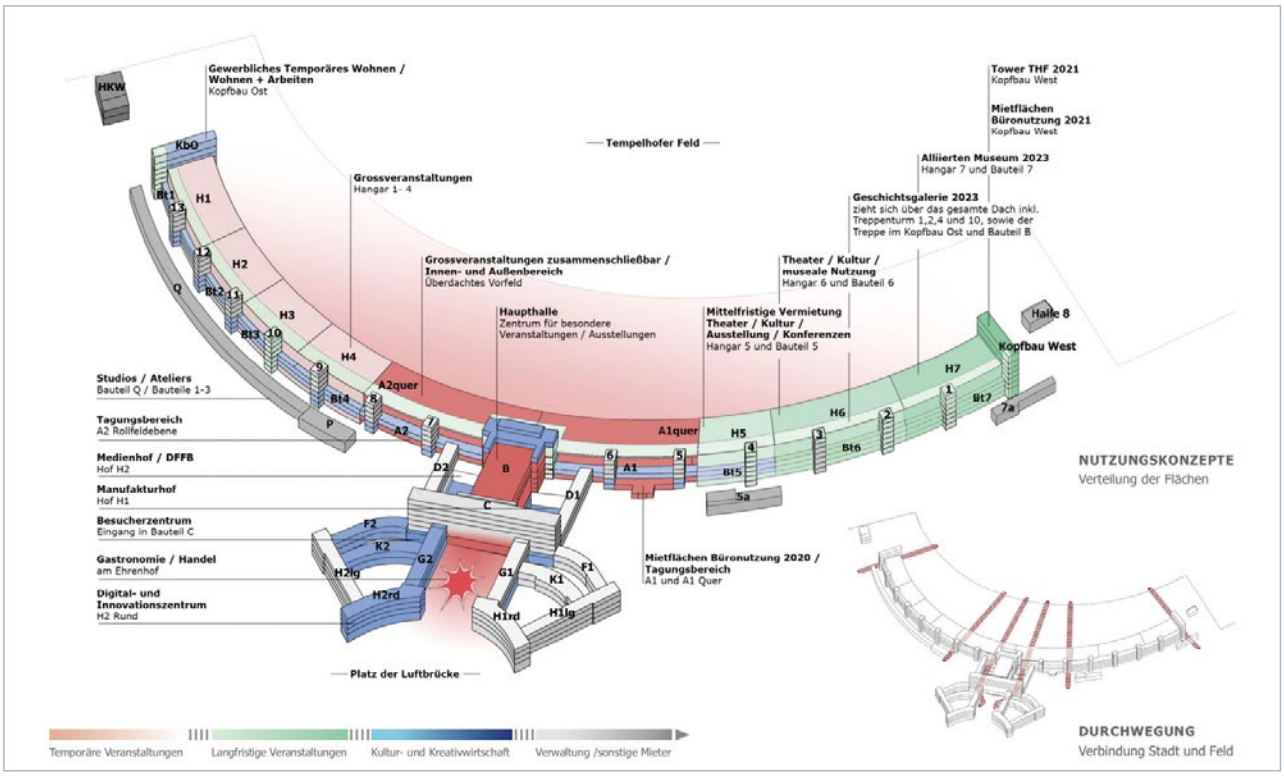

Abb. 23: Darstellung des Flughafen Berlin Tempelhof mit geplanten Nutzungen gemäß Masterplan (Quelle Tempelhof Projekt GmbH 2019)

vorhaben war weiterhin vorteilhaft, dass die Tempelhof Projekt GmbH über ein eigenes Eventteam verfügt, das mit einer in Teilen extern vergebenen FM-Organisation sowie einer derzeit mit umfassenden Sanierungsmaßnahmen beanspruchten Bauabteilung zusammenarbeitet.

BIM im Event Management

Aus Sicht des Event Managements steht bei Nutzung der BIM-Methode besonders die dynamische Anpassung von BIM-Modellen für temporäre Events sowie die komplexe Kollaboration in verhältnismäßig kurzen Zeiträumen während Eventplanung und -durchführung im Fokus. Da für den Bereich BIM im Event Management bisher kaum Forschungs- oder Projekterfahrungen vorliegen, stand die Definition von Anwendungsfällen (Use Cases) für BIM im Event Management und die daraus resultierenden, spezifischen Informationsanforderungen im Zentrum. In einem zweiten Schritt wurden dann Workflows der Zusammenarbeit der unterschiedlichen Partner im Event-Projektvorhaben untersucht.

Für eine langfristige Nutzung galt es im Projekt zunächst ein vereinfachtes BIM-Modell des Flughafens als „Grundmodell" für das FM zu entwickeln, das im weiteren Verlauf auf die Anwendungsfälle der beiden Szenarien adaptiert wurde. Aufgrund der heterogenen Ausgangsdatenlage verschiedener Teile des Flughafengebäudes wurde für die Modellerstellung zunächst auf existierende Informationsquellen zurückgegriffen, u. a. 2D-Bestandspläne (DWG-Format) aber auch eine große Anzahl aktueller Einzel-Scans von Gebäudebereichen in Form von 3D-Punktwolken. Die Modellierung konzentrierte sich dabei auf ausgewählte Eventflächen, um nur hier relevante Bauteile (BIM-Objekte) höher zu detaillieren. Um den Aufwand zur Modellerstellung weiter zu reduzieren, wur-

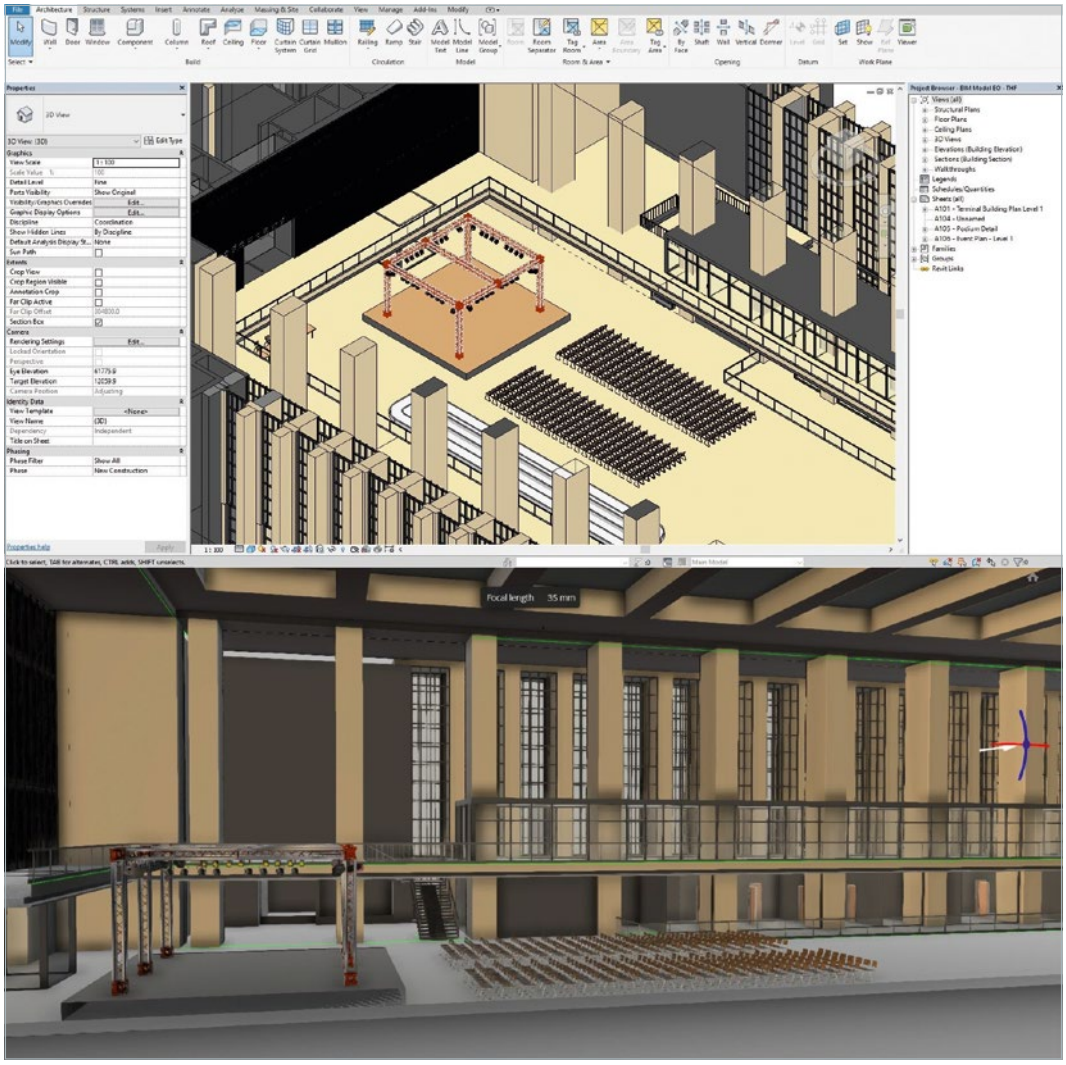

Abb. 24: Koordination von Event-Objekten im BIM-Modell mit 3D-Punktwolken

den ferner parametrische Modellobjekte mit 3D-Punktwolken im BIM-Modell kombiniert (hybride Modelle).

Ein Beispiel des BIM-Modells mit fiktiven Eventinstallationen in der Haupthalle (Gebäudeteil B) wird in **Abb. 24** dargestellt. Als Anwendungsfall wurden die Bühneninstallation, Aspekte der Medienversorgung und die Bestuhlung exemplarisch modelliert. Ferner wurden die BIM-Daten für eine Crowd-Simulation zur Darstellung von Entfluchtungsszenarien vorbereitet. Um die Belange des Denkmalschutzes zu unterstützen, wurden das Modell und die 3D-Scandaten kombiniert und mit realistischen Texturen versehen. Auf diese Weise wurde ein Vorher-Nachher-Vergleich möglich, um die Wiederherstellung des Ursprungszustands nach temporärer Eventinstallation besser zu beurteilen. Als weitere BIM-Use-Cases wurden u. a. die modellbasierte Mengenermittlung sowie die Positionierung von Eventobjekten untersucht.

Agile Methoden zur BIM-Modellerstellung

Wie im vorhergehenden Abschnitt erläutert, entstanden auf Basis eines FM-BIM-Grundmodells unterschiedliche hieraus abgeleitete (temporäre) Event-BIM-Modelle, die dann punktuell spezifische Gebäudeinformationen bereitstellen sowie für den jeweiligen Anwendungsfall eine modellbasierte Kollaboration unterstützen. Die Festlegung der Use Cases sowie die Prüfung der hierfür verfügbaren Bestandsinformationen und Informationsanforderungen zur Modellerstellung erfolgten jedoch erst im Rahmen der Projektbearbeitung.

Zum Projektstart lagen hier nur vage, unvollständige Anforderungen vor. Genau für diese Ausgangssituation wird in der Informatik bei dynamischen Entwicklungsprojekten auf agile Projektmanagement-Methoden zurückgegriffen. Es lag also nahe, in diesem Vorhaben agile Methoden aus der Informatik zu adaptieren. Hierfür war der virtuelle Charakter von BIM-Modellen als „Produkt" vorteilhaft, der eine iterative und prototypische Entwicklung vergleichbar mit Softwareprodukten zulässt. Mit Agilität ist aus Sicht des Projektmanagements gemeint, dass auf neue und sich ändernde Anforderungen in einem turbulenten Umfeld schnell reagiert werden kann.

Abb. 25 zeigt einen Überblick des auf dem originären Scrum-Ansatz basierenden Frameworks, das in der Fallstudie zu diesem Zweck entwickelt wurde. Der Ausgangspunkt wird dabei durch ein „As-built"-BIM-Modell, das FM-BIM-Grundmodell, gebildet. In der durch das Framework vorgegebenen Methode wird zunächst der wichtigste BIM-Event Use Case bestimmt (z. B. Kalkulation von Baukosten oder Evakuierungsplanung) und es werden die zwingend erforderlichen Gebäudeinformationen identifiziert. In einem weiteren Schritt werden die verfügbaren Informationen zusammengetragen (z. B. Anzahl, Typ, Größe und Position von Bühnenaufbauten und deren Kosten) und ggf. eine Nacherfassung

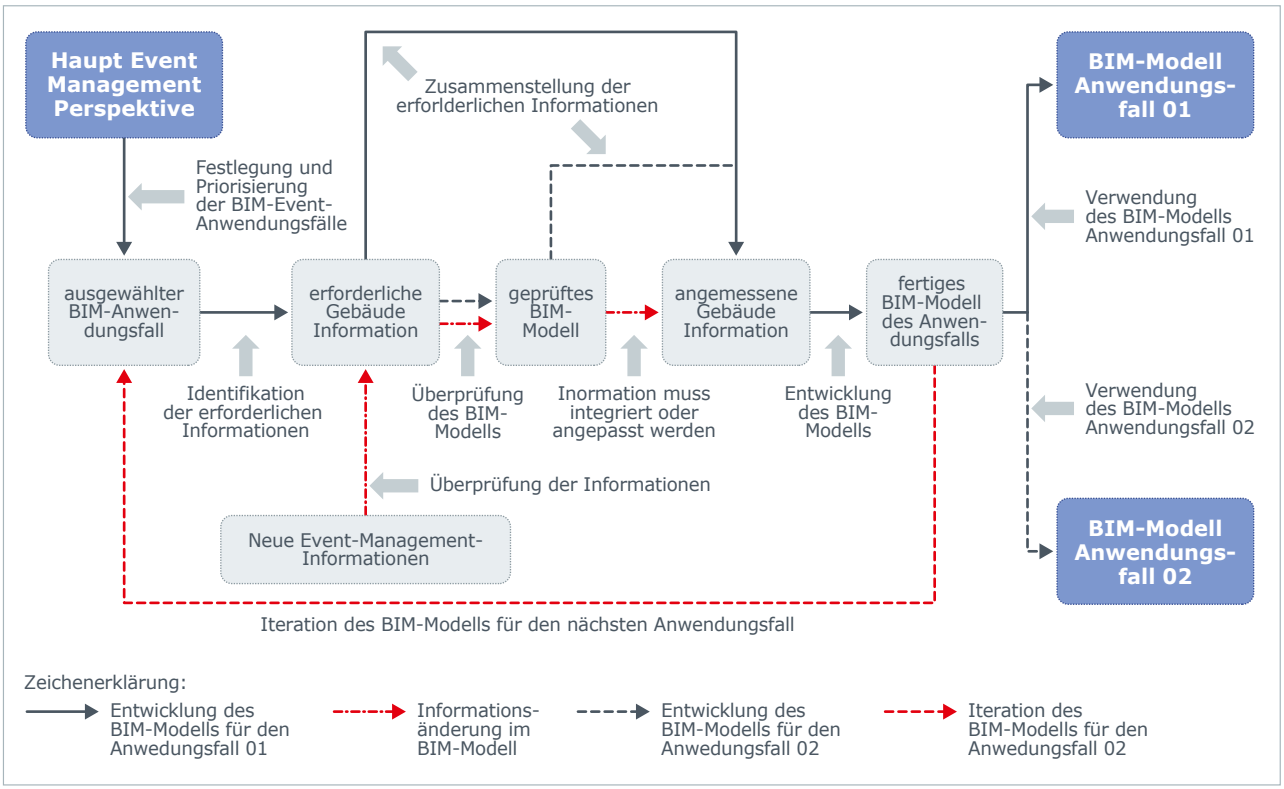

Abb. 25: Agiles Framework der Modellentwicklung für verschiedene BIM-Use-Cases

veranlasst. Im Anschluss können diese Informationen in das initiale BIM-FM-Modell integriert werden, wodurch ein spezifisches BIM-Event-Modell entsteht. In einem Validierungsschritt wird überprüft, ob die Informationsabbildung für den Use Case angemessen ist, womit das erste BIM-Event-Modell fertiggestellt wird und der erste Sprint abgeschlossen wird. Entsprechend der weiteren Anwendungsfälle (z. B. Evakuierungsplanung) wird das Modell nun iterativ weiterentwickelt (weitere Sprints). Eine ausführliche Darstellung des agilen Frameworks findet sich in [24].

15. MODERNE DATENERFASSUNG FÜR BIM

15.1 3D-Laserscanning

Eines der größten Hindernisse bei der Nutzung der BIM-Methode in der Praxis des Facility Management ergibt sich aus der Tatsache, dass in der Regel keine digitalen Bauwerksmodelle im Sinne der BIM-Methode für Bestandsimmobilien verfügbar sind, die den weitaus größten Anteil am Immobilienmarkt ausmachen. Digitale Bauwerksmodelle im Sinne von BIM können zudem nur dann sinnvoll im FM eingesetzt werden, wenn Sie auch den aktuellen Stand der Facilities beinhalten, also auf „As-built"-Informationen basieren. Der Aufwand zur Erstellung derartiger digitaler As-built-Modelle wird derzeit von den meisten FM-Organisationen als zu hoch eingeschätzt.

Im Rahmen des durch das Institut für angewandte Forschung (IFAF) geförderten Forschungsvorhabens „BIM-FM" wurden durch die Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin und die Beuth-Hochschule Berlin für zwei Bestandsimmobilien in Berlin prototypische, digitale Bauwerksmodelle unter Einsatz der 3D-Laserscanner-Technologie erstellt. Dabei wurde neben innovativen Ansätzen zur langfristigen, datenbankgestützten Verwaltung und Abfrage von multiplen BIM-Fachmodellen auch der Prozess der Erstellung der digitalen Bauwerksmodelle durch 3D-Laserscanning untersucht.

Das erste Projekt fokussiert – im Falle des durch Gegenbauer Facility Management bewirtschafteten Verbändehauses in Berlin-Mitte – auf die Sichtweise des FM-Dienstleisters. Das Gebäude repräsentiert mit dem Erstellungsjahr 2000 zudem eine Architektur mit verhältnismäßig regelmäßiger Fassadengestaltung. Das zweite Bestandsgebäude im Projekt ist das St. Hedwig-Krankenhaus, ebenfalls in Berlin-Mitte, das durch die Alexianer Agamus GmbH als Tochterunternehmen des Immobilieneigentümers bewirtschaftet wird. Neben der Sichtweise des Eigentümers auf ein digitales Bauwerksmodell wird hier auch der Aspekt eines zum Teil denkmalgeschützten Gebäudes eingebracht.

Im Projekt hat sich die Anwendung des folgenden Workflows zur Erzeugung einer weiter verwendbaren 3D-Punktwolke bewährt:

1. Erstellung eines Scanplans mit der Festlegung aller erforderlichen Scan-Stationen zur Sicherstellung der benötigten Überdeckung der Einzel-Scans

2. Durchführung der eigentlichen Gebäude-Scans

3. Registrierung der einzelnen Scan-Stationen und damit Verknüpfung ein Einzel-Scans zu einer gemeinsamen Punktwolke

4. Nachbearbeitung der Punktwolke, einschließlich der Bereinigung (z. B. Entfernung von Personen)

5. Segmentierung der konsolidierten Punktwolke in Teilsegmente zur späteren, performanten Nutzung (z. B. durch Modellierung mit einem BIM-Authoring-Werkzeug, wie Autodesk Revit) und Ergänzung von Schlagworten in Markups bzw. zusätzlichen Fotos

Die eigentliche Durchführung der Scans (Schritt 2) erfordert dabei nur einen verhältnismäßig geringen Zeitaufwand (Scan-Dauer bei unterschiedlichen Genauigkeiten ca. 2 min bis 20 min pro Scan). Der größte Teil des Aufwandes entfällt bereits in diesem ersten Workflow auf die Folgeschritte, die dann im Backoffice stattfinden (ca. 60 % – 80 %). Um das Ergebnis der Gebäude-Scans (also die entstandenen Punktwolken) optimal aus Sicht des FM zu nutzen, wurden die folgenden drei Anwendungsfälle (Use Cases) definiert.

15.2 Scan2BIM

Dieser Anwendungsfall umfasst die Transformation der 3D-Punktwolke(n) in parametrische Bauteil-Objekte für das digitale Bauwerksmodell. Neben der sehr aufwändigen direkten (manuellen) Modellierung der BIM-Objekte aufgrund der Punktkoordinaten wurden auch konturbezogene und teilautomatisierte Verfahren durch automatische Objekterkennung evaluiert. Hierfür wurde u. a. die Software Edgewise eingesetzt, die im ersten Schritt die Punktwolke automatisch in ein Flächenmodell konvertiert und kontextbezogen die Transformation in native Revit-Objekte, wie z. B. Wände, Decken und Stützen, aber auch Rohrleitungen und z. T. Anlagenobjekte ermöglicht. Als Fazit kann für diesen Anwendungsfall festgehalten werden, dass zwar bereits erstaunliche Ansätze zur Automatisierung der Modellierung verfügbar sind, der manuelle Aufwand gleichwohl hoch bleibt. Zudem können natürlich nur für den Laserscanner sichtbare Strukturen übernommen werden, was manuelle Modellierung für abgehängte Decken und ähnliches zwingend erforderlich macht.

15.3 Scan2CAFM

Der zweite Anwendungsfall hat die direkte Nutzung der Punktwolkeninformation zur Ermittlung der für das FM benötigten Sachinformationen zum Gegenstand. Die Idee ist, durch die einfache Identifikation von Objekten in der Punktwolke (z. B. Gebäudeausstattung) bzw. durch die Abnahme von Maßen, direkt ein CAFM-System ohne den Umweg der Modellierung zu befüllen. So konnten z. B. gezielt Raummaße und -flächen verhältnismäßig einfach entnommen werden. Die Identifikation von Anlagen bzw. die Entzifferung von gescannten Ma-

schinenschildern gelingt durch die Scanneraufl̈osung i. d. R. nicht oder nur schlecht.

15.4 Scan2Dataset

Beide Verfahren zur Auswertung der Punktwolke sind ggf. sogar parallel von Interesse, wobei im Projekt die Idee verfolgt wird den Aufwand zur Objektmodellierung bei der initialen BIM-Erstellung zu reduzieren, indem die Modellierung bzw. Detaillierung von Objekten über die Betriebsphase, sozusagen „On-Demand" verteilt wird. Der Grundgedanke ist dabei, dass die erzeugten Punktwolkensegmente (z. B. für einen Raum oder eine spezielle Anlage mit ihren benachbarten Bauteilen) als Punktwolke direkt über eine Datenbank verfügbar gemacht werden. Das Projektteam geht davon aus, dass z. B. für die Untersuchung des Einbauraums oder der Zugänglichkeit einer Anlage die Punktwolkeninformationen ausreichen und ggf. überhaupt keine Transformation zu BIM-Objekten erforderlich ist.

15.5 Vergleich der Anwendungsfälle

Die Erzeugung von Punktwolken über 3D-Laserscanner kann mit den heutigen Systemen mit einem vergleichsweise geringen Zeitaufwand vor Ort durchgeführt werden. Für eine Erfassung (Gebäudeaufmaß), wie es z. B. FM-Dienstleister für die meisten neuen Aufträge durchführen, sind sie jedoch noch zu aufwändig und unvollständig. Hier kann ggf. die parallele oder (falls die Genauigkeitsanforderungen geringer sind) fotogrammetrische Erfassung eine Alternative bilden. Auch der Einsatz von Vermessungsdrohnen stellt hierbei eine Option dar. Betreibt man jedoch den Aufwand Gebäude-Scans durchzuführen, erscheint die bestmögliche Nutzung der Scandaten geboten, wofür die drei vorgestellten Scan-Szenarien einen validen Ansatz darstellen.

15.6 Weitere Verfahren

Neben dem hier genauer betrachteten 3D-Laserscanning kommen natürlich ebenfalls alle bewährten Verfahren der Gebäudedatenerfassung zum Einsatz. Diese reichen vom Scannen und Nachbearbeiten analoger Pläne, über die Neumodellierung mit CAD/BIM-Tools, über das manuelle Aufmaß sowie das portrai-

tierende Aufmaß z. B. mittels Tachymetrie und angeschlossener Software bis hin zur Fotogrammetrie und Panoramafotografie. Welche Methode eingesetzt wird, hängt vom Umfang der zu erfassenden Flächen, dem gewünschten Detaillierungsgrad, der Genauigkeit, den zeitlichen Randbedingungen, dem Budget und nicht zuletzt der verfügbaren Technologie (Hard- und Software) ab.

16. FAZIT

In diesem White Paper wurden die Nutzung und der Mehrwert von Building Information Modeling im Facility Management betrachtet. Ein Schwerpunkt lag deshalb beim Einsatz von BIM in Verbindung mit CAFM-Systemen.

Neben Begriffsdefinitionen, der Geschichte von BIM und dem Vorstellen von Schnittstellen sowie Datenaustauschformaten wurden Anwendungsmöglichkeiten und Praxisbeispiele vorgestellt. Weiterhin wurde auf die Vorgehensweise in BIM-Projekten eingegangen. Wir haben eine Klassifizierung von BIM-Werkzeugen vorgenommen und den besonderen Fall BIM in Kombination mit kaufmännischen Softwaresystemen betrachtet.

Die BIM-Methode ist für das Facility Management und CAFM wesentlich und wird zu einer besseren Datenqualität, zentraler Datenhaltung sowie auswertbaren, strukturierten Daten führen. Es ist möglich, mehr Daten über das Gebäude als bisher mit weniger Aufwand zu erhalten. Der Lebenszyklus eines Gebäudes kann digital abgebildet werden. Es findet kein Medienbruch mehr statt, sondern ein verlustfreier Datenaustausch. Erste Praxisbeispiele in diesem White Paper zeigen Vorreiter, die BIM bereits etabliert haben und dadurch einen Mehrwert erzielen konnten.

Derzeit unterstützen nur wenige CAFM-Systeme eine openBIM-Implementierung. Einige Hersteller bieten eine Schnittstelle bzw. Plugin zu BIM Authoring Tools an, aber kein direktes Importieren/Exportieren von/nach IFC oder COBie.

Das liegt u. a. daran, dass die Anwender im deutschsprachigen Raum oftmals noch keine konkreten BIM-Anforderungen formulieren. Demzufolge haben viele CAFM-Hersteller bislang noch nicht die Notwendigkeit gesehen BIM-Schnittstellen zu entwickeln. Die Kunden sehen den Mehrwert oftmals noch nicht und investieren demzufolge kaum in BIM. Es liegt aber auch an den fehlenden Standards für Gebäudeinformationsmodelle in Deutschland, die zurzeit den Datenaustausch noch erschweren. Seit im Rahmen der CAFM-Zertifizierung nach GEFMA-Richtlinie 444 auch der BIM-Datenaustausch geprüft werden kann, sind immer mehr Hersteller in der Lage (zumeist noch über den closedBIM-Ansatz) standardisierte BIM-Modelle (IFC) zu verarbeiten, was ein wichtiger Schritt in Richtung BIM-FM ist.

Deutschland hinkt im internationalen Vergleich in Bezug auf BIM hinterher. Ein Blick nach Nordamerika, Skandinavien oder Teile Südostasiens zeigt das eindrucksvoll. Dort gibt es intensive Forschungsarbeiten aber auch den Einsatz von BIM u. a. in großen Infrastruktur-Projekten.

In der Nutzungsphase wird sich BIM erst dann etablieren, wenn es sich in der Planungsphase durchgesetzt hat. Die große Herausforderung aus FM-Sicht besteht in der Erstellung von BIM-Modellen für Bestandsgebäude, insbesondere für Bauwerke aus den 1980er Jahren und davor, für die es per Definition keine

digitalen Daten gibt. Somit ist es nicht verwunderlich, dass CAFM-Kunden bisher eher selten BIM-Funktionalität nachfragen.

In Bestandsgebäuden ist der Einsatz von BIM sinnvoll, wenn eine (Neu-)Erfassung des Gebäudes als BIM-Modell durchgeführt wird. Eine BIM-Neuaufnahme eines Bestandsgebäudes muss wirtschaftlich geprüft werden. Angesichts der Kosten, die auf die Nutzungsphase entfallen, kann eine solche Erfassung durchaus wirtschaftlich sinnvoll sein. Allerdings befürchten viele CAFM-Anwender, dass der Mehrwert eines BIM-Modells zu gering ist und scheuen daher den Aufwand. Deshalb kommt der weiteren Entwicklung von automatisierten Erfassungsmethoden wie SCAN2BIM ein hoher Stellenwert zu. Möglich ist es auch, partielle Umbauten von Gebäuden mittels BIM zu planen.

Problematisch ist die Komplexität der Schnittstellen für den Datenaustausch. Hier muss die Softwareindustrie aufpassen, nicht zu viel zu versprechen, sondern pragmatische Lösungen liefern. Bisher ist der verlustfreie Datenaustausch zwischen verschiedenen CAD-Systemen ohne aufwändige Konfiguration kaum möglich.

BIM im FM existiert bereits heute, aber es steckt noch in den Kinderschuhen. BIM wird sich durchsetzen, sobald der Eigentümer der Facilities den Mehrwert eines lebenszyklusorientierten Informationsmodells erkennt und daraus wirtschaftlichen Nutzen ziehen kann.

17. AUSBLICK

Die Vision von BIM für Facility Manager ist, dass Daten eines übernommenen Gebäudes zu 95 % digital vorliegen und nicht neu aufgenommen werden müssen, d. h. alle relevanten Daten für die Bewirtschaftung eines Gebäudes sind in einem Gebäudedatenmodell hinterlegt und es kann der aktuelle As-built-Stand jederzeit abgerufen werden.

Die Integration von CAFM, BIM und anderer Software ist ein Schlüssel zum Erfolg für die Digitalisierung des Lebenszyklus von Immobilien. Den Ansatz dazu liefern Kollaborationswerkzeuge wie die sich entwickelnden Modell-Server. Somit ist lediglich die Anbindung der verschiedenen Softwaresysteme an den BIM-Server herzustellen und alle Beteiligten können dann an einem gemeinsamen Datenmodell arbeiten. Dieses Modell wird zentral allen Beteiligten (im Internet) zur Verfügung gestellt. Datensicherheit und Verschlüsselung sind dann Pflichtaufgaben. Das CAFM-System des Facility Managers kann alle relevanten Daten für die zu erbringenden Services nutzen und bearbeiten. Diese Daten sind im BIM-Modell versioniert hinterlegt. Da gebäuderelevante Daten im zentralen BIM-Modell abgelegt sind, ist es zweitrangig, welche Software verwendet wird. Solange das BIM-Modell bzw. der Modell-Server unterstützt wird, kann die für die Aufgaben passende Software genutzt werden.

Ab 2020 soll BIM verpflichtend in Bauprojekten bei öffentlichen Ausschreibungen zum Einsatz kommen [23]. Dies wird den Druck auch auf CAFM-Hersteller erhöhen die BIM-Daten in ihre Software zu übernehmen. Es ist davon auszugehen, dass BIM sich weiterhin rasant entwickeln wird und damit auch die Daten in der Nutzungsphase in der erforderlichen Form zur Verfügung gestellt werden können.

18. ANHANG

18.1 Quellen

[1] **Borrmann, A.; König, M.; Koch, C.; Beetz, J. (Hrsg.):** Building Information Modeling – Technische Grundlagen und industrielle Praxis. Springer Vieweg, Wiesbaden, 2015

[2] **Teicholz, P. (Hrsg.) (2013):** BIM for Facility Managers. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2013

[3] **BIM@Siemens Real Estate, Standard Version 2.0** vom 25.10.2017, https://sie.ag/2Cc7OIC (abgerufen: 29.09.19)

[4] **GEFMA Richtlinie 460:** Wirtschaftlichkeit von CAFM-Systemen, 2016-05

[5] http://www.buildingsmart.de/ (abgerufen: 25.09.19)

[6] **DIN EN ISO 16739:** 2017-04 Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries

[7] https://www.nibs.org/?page=bsa_cobie (abgerufen: 29.09.119)

[8] **Standard for the exchange of product model data** https://bit.ly/2JVCzG2 (abgerufen: 29.09.19)

[9] **Aengenvoort, K.; Dickmann, M.:** Immobiliendaten kompatibel austauschen. Facility Management 2014/2015 – Das Branchenjahrbuch, F.A.Z. Institut, Frankfurt, 2014, 118-123

[10] **May, M.; Turianskyj, N.:** CAFM Future Lab 2017 – The Future is Now. Der Facility Manager 24 (Mai 2015) 5, 20-23

[11] http://buildingsmart.org/compliance/certified-software/ (abgerufen: 29.09.19)

[12] https://www.cafm-connect.org/ (abgerufen: am 14.08.2019)

[13] http://www.bimtaskgroup.org/free-bim-vewing-tools/ (abgerufen: 29.09.19)

[14] github.com/xBimTeam (abgerufen: 14.08.2019)

[16] **Eastman, C.; Teichholz, P.; Sacks, R.; Liston, K.:** BIM Handbook – A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors. 2nd ed., Wiley, Hoboken, New Jersey, 2011, pp. 70-96

[17] http://bimtoolssurvey.blogspot.de/ (abgerufen: 29.09.19)

[18] Marktübersicht CAFM-Software 2019, GEFMA 940

[19] **May, M.; Clauss, M.; Salzmann, M.:** A Glimpse into the Future of Facility and Maintenance Management: A Case Study of Augmented Reality. Corporate Real Estate Journal 6(2017)3, 227-244

[20] **Is the end- goal BIM + ERP integrated?** https://bit.ly/2pA5F6Y (abgerufen: 29.09.19)

[21] http://www.kij.de (abgerufen: 29.09.19)

[22] **May, M. (Hrsg.):** CAFM-Handbuch – Digitalisierung im Facility Management erfolgreich einsetzen. 4. Aufl., Springer Vieweg, Wiesbaden, 2018

[23] **Stufenplan zur Einführung von BIM**, Endbericht 31.12.2015, BMVI

[24] **Besenyöi, Z.; Krämer, M.; Faraz, F.:** Building Information Modelling in Agile Environments – an Example of Event Management at the Airport of Tempelhof. IPICSE-2018, MATEC Web of Conf. Vol. 251, 2018, 10p.

[25] **GEFMA Richtlinie 444:** Zertifizierung von CAFM-Softwareprodukten, 2018-05

[26] **A Look at the U.S. Commercial Building Stock, EIA, 2012** https://bit.ly/2Cc8XzU (abgerufen: 29.09.19)

[27] **Global Status Report 2017, UN Environment** https://bit.ly/2NIGLtH (abgerufen: 29.09.19)

[28] **Building information modelling for facility management: are we there yet?** https://bit.ly/2pA63lW (abgerufen: 29.09.19)

[29] **FM Awareness of Building Information Modeling, IWFM, 2017** https://bit.ly/2PQ1GgY (abgerufen: 29.09.19)

18.2 Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Gebäudedaten, die während des Lebenszyklus verfügbar sind und übertragen werden

Abb. 2: Beispiel eines BIM-Modells

Abb. 3: Lebenszyklus eines BIM-Modells

Abb. 4: BIm²FM-Prozess

Abb. 5: BIM-Dokumente

Abb. 6: Konzept der gemeinsamen Datenumgebung

Abb. 7: Unternehmens-IT-Landschaft auf Basis der „Two Speed IT"-/ „Bimodal IT"-Ansätze

Abb. 8: Ausschnitt BIM Katalog aus der GEFMA Richtlinie 444

Abb. 9: Prüfsiegel für die bestandene Zertifizierung

Abb. 10: Prozess Commissioning mit BIM

Abb. 11: TÜV SÜD @ IBP in Singapur

Abb. 12: Beispiele BIM-Modellierung

Abb. 13: Beispiele für Mängel aus der Kollisionserkennung

Abb. 14: Der Digitale Zwilling

Abb. 15: Automatische Zuordnung Wartungstätigkeiten zu Anlagedaten

Abb. 16: Revit-Modell und das fertige Gebäude, Country Park III © BPS International GmbH

Abb. 17: Koordination der TGA-Gewerke, Revit-Modell, Country Park III © BPS International GmbH

Abb. 18: Digitalisierung im Gebäudebetrieb: Der Einsatz von BIM im Country Park III © BPS International GmbH

Abb. 19: Axel-Springer-Neubau Berlin, Entwurf von Rem Koolhaas (Office for Metropolitan Architecture, OMA) – Bildnachweis & ©: OMA

Abb. 20: CDE, Allgemeine Daten- und Systemumgebung im BIM-Projekt beim Axel-Springer-Neubau

Abb. 21: BIM Gesamtmodell (Bildnachweis & copyright: Züblin)

Abb. 22: Pit-Abgleichvorschrift in Revit

Abb. 23: Darstellung des Flughafen Berlin Tempelhof mit geplanten Nutzungen gemäß Masterplan (Quelle Tempelhof Projekt GmbH 2019)

Abb. 24: Koordination von Event-Objekten im BIM-Modell mit 3D-Punktwolken

Abb. 25: Agiles Framework der Modellentwicklung für verschiedene BIM-Use-Cases

Die Erarbeitung des White Papers erfolgte durch folgende Personen:

CAFM M.Sc. FM / Dipl.-Inf. (FH) Maik Schlundt, Dipl.-Ing. Thomas Bender, Dipl.-Inf. (FH) Michael Härtig, Dipl.-Betriebswirt (BA) Marco Hofmann, Dipl.-Wi.-Inf. (FH), MBA Marcel Lojek, Prof. Dr. habil. Michael May, Dipl.-Ing. Nino Turianskyj, Ing. Erik Japsers, Dipl.-Ing. (FH) Matthias Mosig unter Mitwirkung von Jan Schipper (Ambrosia), Dr.-Ing. Asbjörn Gärtner (Archibus) und Prof. Dr.-Ing. Markus Krämer (HTW Berlin).

Das White Paper wurde vom Arbeitskreis Digitalisierung des GEFMA e.V. unter Vorsitz von Prof. Dr. habil. Michael May, Berlin, bestätigt.

Herausgeber:

GEFMA e. V.
German Facility Management Association
Deutscher Verband für Facility Management e. V.

Dottendorfer Straße 86
53129 Bonn, Germany

Tel. +49 228 850276-0
Fax +49 228 850276-22
info@gefma.de
www.gefma.de

Verantwortliches Gremium: GEFMA-Arbeitskreis Digitalisierung

Copyright: GEFMA 2019

Grafik/Layout: ad-creation

Diese Publikation stellt eine allgemeine unverbindliche Information dar. Die Inhalte spiegeln die Auffassung der Autoren zum Zeitpunkt der Veröffentlichung wider. Obwohl die Informationen mit größtmöglicher Sorgfalt erstellt wurden, besteht kein Anspruch auf sachliche Richtigkeit, Vollständigkeit und/oder Aktualität. Insbesondere kann diese Publikation nicht den besonderen Umständen des Einzelfalles Rechnung tragen. Eine Verwendung liegt daher in der eigenen Verantwortung des Lesers. Jegliche Haftung wird ausgeschlossen. Alle Rechte, auch das der auszugsweisen Vervielfältigung, liegen bei GEFMA.