

F 3211

Manfred Helmus, Anica Meins-Becker, Agnes Kelm Norbert Damerau, Matthias Kaufhold, Daiki John Feller Michael Zibell, Melanie Quessel

Detaillierte Entwicklung von BIMbasierten Prozessen des Betreibens von Bauwerken zur Integration in eine lebenszyklusübergreifende Prozesskette





F 3211

Bei dieser Veröffentlichung handelt es sich um die Kopie des Abschlussberichtes einer vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) im Rahmen der Forschungsinitiative »Zukunft Bau« geförderten Forschungsarbeit. Die in dieser Forschungsarbeit enthaltenen Darstellungen und Empfehlungen geben die fachlichen Auffassungen der Verfasser wieder. Diese werden hier unverändert wiedergegeben, sie geben nicht unbedingt die Meinung des Zuwendungsgebers oder des Herausgebers wieder.

Dieser Forschungsbericht wurde mit modernsten Hochleistungskopierern auf Einzelanfrage hergestellt.

Die Originalmanuskripte wurden reprotechnisch, jedoch nicht inhaltlich überarbeitet. Die Druckqualität hängt von der reprotechnischen Eignung des Originalmanuskriptes ab, das uns vom Autor bzw. von der Forschungsstelle zur Verfügung gestellt wurde.

© by Fraunhofer IRB Verlag

2020

ISBN 978-3-7388-0473-7

Vervielfältigung, auch auszugsweise, nur mit ausdrücklicher Zustimmung des Verlages.

Fraunhofer IRB Verlag

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau

Postfach 80 04 69 70504 Stuttgart

Nobelstraße 12 70569 Stuttgart

Telefon 07 11 9 70 - 25 00 Telefax 07 11 9 70 - 25 08

E-Mail irb@irb.fraunhofer.de

www.baufachinformation.de

www.irb.fraunhofer.de/bauforschung



Endbericht zum Forschungsvorhaben

Detaillierte Entwicklung von BIM-basierten Prozessen des Betreibens von Bauwerken zur Integration in eine lebenszyklusübergreifende Prozesskette

Das Forschungsvorhaben wird mit Mitteln der Forschungsinitiative Zukunft Bau des Bundesinstitutes für Bau-, Stadt- und Raumforschung gefördert.

Aktenzeichen: SWD- 10.08.18.7-17.09

Die Verantwortung für den Inhalt des Berichtes liegt beim Autor.

Bergische Universität Wuppertal

Fakultät für Architektur und Bauingenieurwesen

Lehr- und Forschungsgebiet Baubetrieb und Bauwirtschaft

Projektleitung: Manfred Helmus, Prof. Dr.-Ing.

Anica Meins-Becker, Dr.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing.

Agnes Kelm, M. Sc. Elektrotechnik

Bearbeitung: Norbert Damerau, M. Sc. Arch.

Matthias Kaufhold, M.A. Wirtsch.-Ing.

Daiki John Feller, M. Sc. Baulng.

unter Mitwirkung

von:

Michael Zibell, M. Sc., Baulng. Melanie Quessel, M.Sc. Arch.

Datum: 13.12.2019, Wuppertal

Inhaltsverzeichnis

Der Bericht des vorliegenden Forschungsprojektes setzt sich wie folgt zusammen:

Grundlagenbericht

Grundlagenbericht Building Information Modeling und Prozesse

Endbericht

Detaillierte Entwicklung von BIM-basierten Prozessen des Betreibens von Bauwerken zur Integration in eine lebens-zyklusübergreifende Prozesskette



TEIL 1: Grundlagenbericht

Building Information Modeling und Prozesse

Die in den Forschungsbericht eingeflossenen Forschungsprojekte wurden mit Mitteln der folgenden Fördermittelgeldgeber gefördert:

BBSR, DBU, DGUV

Die Verantwortung für den Inhalt des Berichtes liegt beim Autor.

Bergische Universität Wuppertal Fakultät für Architektur und Bauingenieurwesen Lehr- und Forschungsgebiet Baubetrieb und Bauwirtschaft

Projektleitung: Manfred Helmus, Prof. Dr.-Ing.

Anica Meins-Becker, Dr.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing.

Agnes Kelm, M.Sc. Elektrotechnik

Bearbeitung: Christoph Bodtländer, Dipl.-Wirtsch.-Ing. (FH), M.Eng.

Gamze Celikdis, M. Sc. Arch.
Norbert Damerau, M. Sc. Arch.
Maike Eilers, M. Sc.Wirt.-Ing.
Daiki John Feller, M. Sc. Bauing.
Matthias Kaufhold, M.A. Wirtsch.-Ing.
Holger Kesting, Dipl.-Ing. Bauing.
Nahid Khorrami, M.Sc. Bauing.
Nils Koch to Krax, M. Sc. Bauing.

Brian Klusmann, M.Sc. REM+CPM, M.Sc. Raumplanung

Carla Pütz, M.Eng. Bauing.

Pietro Scarpino Dipl.-Ing. Bauing., M.Sc. REM+CPM

Michael Zibell, M.Sc. Bauing.

Inhalt

INHA	LT	<u>. I</u>
ABBI	LDUNGSVERZEICHNIS	v
TABE	LLENVERZEICHNIS	<u>/I</u>
ΑΒΚΪ	JRZUNGSVERZEICHNISV	<u>'11</u>
1 A	LLGEMEINE ANMERKUNGEN	1
<u> </u>	LLGEWEINE ANWERKONGEN	_
<u>2 Ü</u>	BERBLICK DER FORSCHUNGSPROJEKTE ZUM THEMA BIM UND PROZESSE	2
2.1	FORSCHUNGSVORHABEN "BIM – PROZESS – LEBENSZYKLUS"	3
2.2	FORSCHUNGSVORHABEN "BIM – PROZESS – REALISIERUNG"	3
2.3	FORSCHUNGSVORHABEN "BIM – PROZESS – ARBEITSPLANUNG"	4
2.4	FORSCHUNGSVORHABEN "BIM – PROZESSE – BETREIBEN"	4
2.5	FORSCHUNGSVORHABEN "BIM – PROZESS – RÜCKBAU"	5
2.6	FORSCHUNGSVORHABEN "BIM – PROZESS – ARBEITSSCHUTZ"	6
2.7	FORSCHUNGSVORHABEN "BIM – PROZESSE - GEBÄUDEPERFORMANCE"	6
2.8	FORSCHUNGSVORHABEN BIM – PROZESSE – INFORMATIONS-LIEFERUNGS-CONTROLLING	7
2.9	FORSCHUNGSVORHABEN BIM – PROZESSE – RISIKOMANAGEMENT	8
2.10	FORSCHUNGSVORHABEN BIM – GAME	8
2.11	FORSCHUNGSVORHABEN BIM -PROZESSE – HANDWERK DIGITAL	9
2.12	FORSCHUNGSVORHABEN BIM - MODELLIERUNGSRICHTLINIE	0
2.13	FORSCHUNGSVORHABEN BIM2DIGITALTWIN	0
<u>3 A</u>	UFBAU EINES PROZESSMODELLS 1	.1
3.1	DEFINITION DER LEBENSZYKLUSPHASEN	.1
3.1.1	Entwicklungsphase	.3
3.1.2	PLANUNGSPHASE	.3
3.1.3	Realisierungsphase	4
3.1.4	Betriebsphase	.5
3.1.5	ABBRUCHPHASE	.5
3.1.6	Abgleich zu bestehenden Bezugsquellen	.5
3.2	DEFINITION DES BETRACHTUNGS-SZENARIOS/RANDBEDINGUNGEN	.6
3.3	INFORMATIONEN IN DER BAU- UND IMMOBILIENWIRTSCHAFT	.9
3.4	PROZESSE	5

3.4.1	DEFINITION PROZESS	. 25
3.4.2	Prozessinhalt	. 26
3.4.3	Prozessmodelle und Prozessfluss	. 29
<u>4</u> <u>B</u> l	M-BEGRIFFE UND VERSTÄNDNIS	<u>. 32</u>
4.1	BUILDING INFORMATION MODELING	. 32
4.2	BIM-ZIEL, BIM-ANWENDUNG, BIM-ANFORDERUNG	. 33
4.2.1	BIM-ZIELE	. 33
4.2.2	BIM-Anwendungen	. 34
4.2.3	BIM-Anforderungen	. 35
4.2.4	SCHEMATISCHER ZUSAMMENHANG ZWISCHEN BIM-ZIEL, BIM-ANWENDUNG UND BIM-	
ANFOR	RDERUNG	. 37
4.3	AUFTRAGGEBER-INFORMATIONS-ANFORDERUNGEN	. 38
4.4	BIM-Abwicklungsplan	. 40
4.5	INFORMATIONSAUSTAUSCH UND DATENMANAGEMENT	. 41
4.5.1	Datenhaltung	. 41
4.5.2	Datennutzung	. 42
4.6	MODELLBASIERTER INFORMATIONSAUSTAUSCH	. 42
4.6.1	Model-View-Definition	. 44
4.7	ARTEN VON BAUWERKSINFORMATIONSMODELLEN	. 44
4.7.1	FACHMODELL	. 45
4.7.2	GESAMTMODELL	. 46
4.7.3	Architekturmodell	. 46
4.7.4	Tragwerksmodell	. 46
4.7.5	TGA-Modell	. 47
4.7.6	FLÄCHENMODELL	. 47
4.7.7	VOLUMENMODELL	. 47
4.7.8	TEILMODELL	. 47
4.7.9	Koordinierungsmodell	. 47
4.7.10	O REVISIONSMODELL	. 48
4.7.1	1 As-Built-Modell	. 48
4.7.12	2 Bestandsmodell	. 48
4.7.13	REFERENZMODELL	. 48
4.8	MODELLIERUNGSRICHTLINIEN	. 48
4.9	DETAILLIERUNGSGRAD DER INFORMATIONEN	. 49
4.10	CONTENT	. 51

4.11	Ordnungssysteme	. 51
4.12	BIM-Werkzeuge	. 52
4.13	QUALIFIZIERUNG	. 53
	•	
<u>5 Al</u>	NALYSIERTE LEITFÄDEN, RICHTLINIEN, NORMEN UND GESETZESTEXTE	<u>. 55</u>
	BESCHREIBUNG DER IM WESENTLICH BETRACHTETEN METHODENNEUTRALEN REGELWERKE/	
RICHTI	LINIEN/GESETZESTEXTE	. 55
5.1.1	AKTEURE, DEREN LEISTUNGEN UND IHRE ZUSAMMENARBEIT: DIE HOAI UND DIE LEISTUNGSBILDER I	DER
AHO-	HEFTE	. 55
5.1.2	VORGABEN AUS DER VERTRAGSSTRUKTUR EINES BAUPROJEKTES: EINFLUSS DER VOB UND DER VGV	
AUF DE	EN PROZESSABLAUF	. 55
5.1.3	Dokumentationsrichtlinien (DRL) des Bundes	. 56
5.1.4	GLIEDERUNG DER BAUKOSTENSTRUKTUR: DIN 276	. 56
5.1.5	GLIEDERUNG UND BEMESSUNG VON FLÄCHEN: DIN 277 UND RICHTLINIEN DES GIF E.V.	. 57
5.1.6	FOKUS FACILITY MANAGEMENT: DIE RICHTLINIE GEFMA	. 57
5.1.7	Europäische Bauproduktenverordnung (EU-BauPVO) Nr. 305/2011 harmonisierte	
EUROP	PÄISCHE NORMEN	. 57
5.1.8	REACH-Verordnung EG Nr. 1907/2006	. 58
5.1.9	Bauregelliste des Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) / Muster-	
V ERW	ALTUNGSVORSCHRIFT TECHNISCHES BAUEN (MVV TB)	. 58
5.2	BIM-Leitfäden	. 58
5.2.1	BIM-Normen	. 59
5.2.2	BIM-RICHTLINIEN	. 59
5.2.3	Stufenplan	. 61
5.2.4	KOALITIONSVERTRAG FÜR NORD-RHEIN-WESTFALEN	. 61
5.2.5	BMUB-Erlass	. 62
5.2.6	BIM – Leitfaden für den Mittelstand	. 62
<u>6</u> <u>BI</u>	IM UND PROZESSE	<u>. 62</u>
6.1	DER BIM-PROZESS	. 62
6.1.1	Informationsprozess	. 63
6.1.2	INFORMATIONSMANAGEMENTPROZESS	. 63
6.2	SCHEMA PROZESSMODELL BUW	. 64
6.2.1	SPHÄREN: VERANTWORTLICHKEITEN/ROLLEN/AKTEURE	. 64
6.2.2	BESCHREIBUNG DER PROZESSSTRUKTUR	. 71
622	GUEDERUNGSERENEN DER BROZESSE	72

6.2.4	Umsetzung in Prozessmodellierungssoftware	74
<u>7 LI1</u>	TERATURVERZEICHNIS	76
<u>GLOSS</u>	SAR	78
ANLA	GE 1	101

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Forschungsvorhaben des LuFG BB entlang des Immobilienlebenszyklus	2
Abbildung 2: Lebenszyklus	13
Abbildung 3: Ausgangssituation Projekt	19
Abbildung 4: Information im Kontext zu Wissen und Daten	20
Abbildung 5: Schematischer Prozessinhalt	29
Abbildung 6: Schichtenmodell Prozessmodelle und -flüsse	31
Abbildung 7: BIM-Prinzipien	33
Abbildung 8: BIM-Prozessinhalt – BIM-Ziel, -Anwendung und –Anforderung	37
Abbildung 9: Zusammenhang BIM-Ziel, BIM-Anwendung, BIM-Anforderung am Beispiel de	es
BIM-Ziels "Verbesserung der Planung"	38
Abbildung 10: Zusammenhang BIM-Ziel vom "kleinen" zum "großen"	38
Abbildung 11: Kurzübersicht AIA	39
Abbildung 12: Kurzübersicht AIA und BAP	41
Abbildung 13: Zuordnung der Fachmodelle zu Leistungsphasen nach HOAI	45
Abbildung 14: Stufen des Level of Development	50
Abbildung 15: Auszug verfügbarer BIM-Werkzeuge	53
Abbildung 16: Übersicht internationale BIM-Dokumente	58
Abbildung 17: Übersicht BIM-Gremien	60
Abbildung 19: Schichtenmodell Prozessmodelle und -flüsse	63
Abbildung 20: Gliederungsebenen der Prozesse	73

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Bezug der Lebenszyklusphasen	16
Tabelle 2: Beispielhafte Dateiformate	43

Abkürzungsverzeichnis

Abb. Abbildung

AHO Ausschuss der Verbände und Kammern der Ingenieure und Architekten

für die Honorarordnung e.V.

AIA Auftraggeber-Informations-Anforderung

AZ Aktenzeichen

BAP BIM-Abwicklungs-Plan

BBSR Bundesinstitut für Bau-, Stadt und Raumforschung im Bundesamt für Bau-

wesen und Raumordnung

BCF BIM Collaboration Format

BIM Building Inforation Modeling

BMVI Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur

BPM Business Process Management

Brep boundary representation

bSDD buildingSMART Data Dictionary

bspw. Beispielsweise

CDE Common Data Enviroment

CEN Comite Europeen de Normalisation

CPI Construction Process Integration

d.h. das heißt

DBE Dokumentarische Bezugseinheit

DBU Deutsche Bundesstiftung Umwelt

DGUV Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung

DIN Deutsches Institut für Normung

DRL Dokumentationsrichtlinien

EDV Elektronische Daten-Verarbeitung

Etc. et cetera

GAEB Gemeinsamer Ausschuss Elektronik im Bauwesen

ggf. gegebenenfalls

GUID Globally Unique Identifier

GWB Gesetz gegen Wettbewerbsbeschränkungen
HOAI Honorarordnung für Architekten und Ingenieure

i.d.R. in der Regel

IDM Information Delivery Manual

IFC Industry Foundation Classes

i.S. im Sinne

ISO Organization for Standardization

Kap. Kapitel

KMU kleine und mittlere Unternehmen

LOD Level of development, Level of detail

LPh. Leistungsphase

LuFG BB Lehr- und Forschungsgebiet Baubetrieb und Bauwirtschaft

LV Leistungsverzeichnis

LzPh. Lebenszyklusphase

SiGeKo Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordinator

sog. sogenannt

STLB-Bau Standardleistungsbuch Bau

u.a. unter anderem

v.a. vor allem

VDI Verein Deutscher Ingenieure

Vgl. Vergleiche

VgV Vergabeverordnung

VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen

VOF Vergabeordnung für freiberufliche Leistungen

VOL Vergabe- und Vertragsordnung für Leistungen

XML Extensible Markup Language

z.B. zum Beispiel

1 Allgemeine Anmerkungen

Der vorliegende Grundlagenbericht "Building Information Modeling und Prozesse" basiert auf der Bearbeitung diverser Forschungsarbeiten zum Thema "Building Information Modeling (BIM) in Zusammenhang mit der Analyse, Erstellung und Definition von Prozessen" des Lehr- und Forschungsgebiets Baubetrieb und Bauwirtschaft (LuFG BB) der Bergischen Universität Wuppertal. Mit der Betrachtung des Immobilien-Lebenszyklus´, untermauert durch vielfältige Gremienarbeit und dem Austausch mit anderen Experten im Bereich BIM und Prozesse, soll mit dem vorliegenden Dokument eine Basis für laufende und zukünftige Anwendungs- und Forschungsvorhaben geschaffen werden. Im Rahmen der bestehenden Forschungsprojekte des LuFG BB wurden und werden basierend auf den Grundlagen gezielt voneinander unabhängige Schwerpunkte gesetzt. Eine Übersicht der berücksichtigten Forschungsprojekte ist Teil des Grundlagenberichtes und wird im nachfolgenden Abschnitt aufgeführt (Kap. 2).

Da das Thema BIM noch eine Vielzahl ungeklärter Fragen aufweist, war es wichtig, sich im Rahmen der Forschungsarbeiten themenübergreifend mit grundlegenden Fragestellungen auseinanderzusetzen. Neben bereits vorhandenen Definitionen und Erläuterungen war es darüber hinaus notwendig, eigene interne Definitionen für ein einheitliches Verständnis innerhalb der Forschungsgruppe festzulegen. Die Ergebnisse sind Teil des vorliegenden Grundlagenberichtes (Kap. 4).

Im Rahmen der Forschungsprojekte lag ein wesentlicher Fokus auf der Analyse der Prozesse, insbesondere der Informationsflüsse über den Lebenszyklus einer Immobilie zwischen den verschiedenen Projektbeteiligten. Mit dem Ziel der Verknüpfung der jeweiligen Inhalte der Forschungsarbeiten war es unabdingbar, projektübergreifend einheitlich geltende Regeln zu definieren. Redundanzen sollen hierdurch vermieden und Kompetenzen gebündelt werden. Somit wurden Regeln zum Aufbau, zu den Detaillierungsebenen und den Schwerpunktabgrenzungen bestimmt. Diese Regeln gelten unabhängig vom jeweiligen Forschungsvorhaben und dienen einer einheitlichen Systematik im Sinne eines zielführenden Aufbaus. Auch diese Ergebnisse sind Teil des vorliegenden Dokumentes (Kap. 6).

Die Erkenntnisse in der Anwendung der Methode BIM werden sich insbesondere durch die Dynamik und Kurzlebigkeit des internationalen Themas im Laufe der Zeit voraussichtlich weiter verändern und weiterwachsen. Aus diesem Grund ist es unabdingbar, dieses Dokument stetig fortzuschreiben. Es ist somit als Momentaufnahme des aktuellen Standes der Entwicklungen zum Thema BIM zu verstehen und wird im Rahmen nachfolgender Forschungsprojekte vom Lehr- und Forschungsgebiet stetig angepasst werden.

2 Überblick der Forschungsprojekte zum Thema BIM und Prozesse

Die Forschungsprojekte wurden in sich überschneidenden Projektlaufzeiten und in enger Zusammenarbeit der wissenschaftlichen Mitarbeiter am Lehr- und Forschungsgebiet Baubetrieb und Bauwirtschaft der Bergischen Universität Wuppertal bearbeitet. Die folgende Abbildung zeigt einen Überblick der engverzahnten Forschungsvorhaben (Abbildung 1).

Im oberen Bereich der Abbildung befinden sich die Lebenszyklusphasen einer Immobilie, denen die jeweiligen Forschungsprojekte entsprechend zugeordnet wurden. Das Forschungsprojekt "BIM – Prozess – Lebenszyklus" erstreckt sich von der Phase der "Entwicklung", über die "Planung", die "Realisierung", die "Nutzung" bis zum "Abbruch", betrachtet den gesamten Lebenszyklus und gibt als ganzheitliches Projekt die Randbedingungen der spezialisierten Forschungsprojekte vor. Die Forschungsprojekte "BIM – Prozess – Realisierung", "BIM – Prozess – Arbeitsplanung", "BIM – Prozess – Rückbau", "BIM - Prozesse – Handwerk digital" und "BIM2digitalTWIN" betrachten entsprechende Lebenszyklusphasen in einer tieferen Detaillierungsebene. Die Forschungsprojekte "BIM – Prozesse – Informationslieferungs-Controlling", "BIM – Prozesse – Risikomanagement", "BIM – Modellierungsrichtlinie", "BIM-Game", "BIM – Prozesse – Gebäudeperformance", "BIM – Prozesse – Arbeitsschutz" und "BIM – Prozesse – Bauen mit RFID-Technik" betrachten über mehrere Lebenszyklusphasen tiefere Detaillierungsebenen.

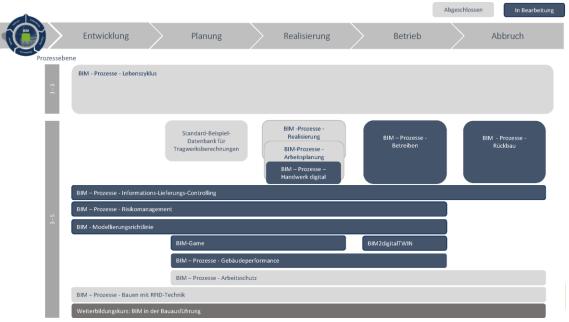


Abbildung 1: Forschungsvorhaben des LuFG BB entlang des Immobilienlebenszyklus

Im folgenden Kapitel werden die Forschungsprojekte dargestellt, aufgegliedert in Kurztitel, Langtitel, Fördermittelgeber, Förderzeitraum und Kurzfassung des Inhalts.

2.1 Forschungsvorhaben "BIM – Prozess – Lebenszyklus"

Langtitel: Entwicklung einer idealtypischen Soll-Prozesskette zur Anwendung der

BIM-Methode im Lebenszyklus von Bauwerken

Fördermittelgeber: Bundesinstitut für Bau-, Stadt und Raumforschung im Bundesamt für Bau-

wesen und Raumordnung (BBSR) im Rahmen der Forschungsinitiative Zu-

kunft Bau, AZ: SWD-10.08.18.7-15.21

Laufzeit: 01.07.2015 bis 01.10.2017

Inhalt: Um das sogenannte "BIG open BIM" zu erzielen, welches ein ganzheitliches

Arbeiten über alle Fachdisziplinen hinweg an einem Datenmodell vorsieht, ist nicht mehr die Software die entscheidende Hürde, sondern vor allem fehlende Standards und geänderte Prozesse sowie die fehlende Rechtssicherheit. Im Rahmen des Forschungsprojektes wurde eine idealtypische Soll-Prozesskette unter Einsatz der BIM-Methode entlang des Lebenszyklus eines Bauwerks entwickelt. Diese Soll-Prozesskette ist die Voraussetzung für die Entwicklung eines Handlungsleitfadens zur Implementierung der Me-

thode BIM über den gesamten Lebenszyklus von Bauwerken.

2.2 Forschungsvorhaben "BIM – Prozess – Realisierung"

Langtitel: Digital Bauen mit BIM in Deutschland: Fokus Bauausführung, Entwicklung

eines Anforderungskatalogs an Bauwerksinformationsmodelle in Bezug auf die Standardisierung der Detailinhalte und Detailtiefe aus Sicht der Bauaus-

führung

Fördermittelgeber: Bundesinstitut für Bau-, Stadt und Raumforschung im Bundesamt für Bau-

wesen und Raumordnung (BBSR) im Rahmen der Forschungsinitiative Zu-

kunft Bau, AZ: SWD-10.08.18.7-15.15

Projektlaufzeit: 01.07.2015 bis 01.10.2017

In Rahmen des Forschungsvorhabens analysierte das Lehr- und For-

schungsgebiet Baubetrieb und Bauwirtschaft gemeinsam mit bauausführenden Unternehmen, welche Anforderungen an die aus der Planung kommenden Bauwerksinformationsmodelle hinsichtlich der Informationstiefe und -breite gestellt werden müssen, damit diese für die Bauausführung effektiv

genutzt werden können.

2.3 Forschungsvorhaben "BIM – Prozess – Arbeitsplanung"

Langtitel: Methodik und Instrumente zur Verbesserung der Arbeitsplanung in kleinen

und mittleren Unternehmen der Bauwirtschaft unter Einsatz des Building In-

formation Modeling

Fördermittelgeber: Bundesinstitut für Bau-, Stadt und Raumforschung im Bundesamt für Bau-

wesen und Raumordnung (BBSR) im Rahmen der Forschungsinitiative Zu-

kunft Bau, AZ: SWD-10.08.18.7-16.44

Projektlaufzeit: 01.10.2016 bis 31.08.2018

Inhalt: Der Fokus wurde hier auf die Prozesse der Arbeitsplanung in kleinen und

mittleren Unternehmen in der Phase der Realisierung von Bauwerken gelegt. Ziel des Forschungsprojektes war die Entwicklung eines kostenlosen "Datenviewers", mit der sich KMU und Handwerksbetriebe an die Daten eines BIM-Systems ankoppeln können, ohne selbst ein Modellierungswerkszeug zu benutzen. Hierzu wurden die Informationen der verschiedenen Handwerksbetriebe aufgenommen, um nur die jeweils relevanten gewerke-

spezifischen Daten anzuzeigen.

2.4 Forschungsvorhaben "BIM – Prozesse – Betreiben"

Detaillierte Entwicklung von BIM-basierten Prozessen des Betreibens von Bauwerken zur Integration in eine lebenszyklusübergreifende Prozesskette

Fördermittelgeber: Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Rahmen der Forschungsinitiative Zukunft Bau

Projektlaufzeit: 09/17 bis 12/19

Bei einer durchschnittlichen Gebäudelebensdauer von 50 Jahren entfallen ca. 45 Jahre auf die Phase des Betriebs. Mit Blick auf die Bewirtschaftungskosten eines Immobilienlebenszyklus entspricht dies ca. 80 % der Gesamtkosten. In diesem Zusammenhang wird in dieser Phase ein erhebliches Optimierungspotenzial durch den Einsatz der Methode BIM gesehen. Damit sich die BIM-Methode in der deutschen Bau- und Immobilienwirtschaft in vollem Umfang etablieren kann, ist die Entwicklung von Standards im digitalen Prozess der Betriebsphase einer Immobilie von wesentlicher Bedeutung.

Aufbauend auf den bestehenden Forschungsergebnissen des Projektes "Entwicklung einer idealtypischen Soll-Prozesskette zur Anwendung der BIM-Methode im Lebenszyklus von Bauwerken" und den damit in Verbindung stehenden BIM-Prozess wird im Rahmen dieses Forschungsprojektes die Phase des Betriebs tiefer analysiert und der bestehende Informationsprozess, der die Frage: "Wer braucht welche Informationen von wem wann wofür" beantwortet, fortgeschrieben. Für die Analyse ist es entscheidend, aus verschiedenen Blickwinkeln der am Betrieb einer Immobilie Beteiligten zu prüfen, welcher Nutzen durch Anwendung der Methode BIM (BIM-Ziel) entsteht und wer wem welche Informationen mit welchem Detaillierungsgrad zur Verfügung stellen muss, sodass Informationen prozessgerecht zur Verfügung stehen. Dies korreliert stark mit bestehenden Verantwortlichkeiten der Betreiberverantwortung und den Anforderungen eines Portfoliomanagements von Liegenschaften.

Hierzu werden innerhalb verschiedener Arbeitspakete analog zu den Prozessphasen der Betriebsphase gemeinsam mit Experten Standards für die Digitalisierung der Prozessketten mit der BIM-Methode entwickelt, um eine qualifizierte Gebäudedokumentation in Form eines digitalen Bauwerksdatenmodells zu erstellen, im gesamten Lebenszyklus fortzuschreiben, spezifische Teildokumentationen für einzelne Prozesse und Beteiligte zu generieren und zur Erfüllung betriebsrelevanter Ziele auszuwerten. Die Ergebnisse werden allen Beteiligten eine Übersicht über die Prozesse in der Gebäudebewirtschaftung bieten sowie die jeweiligen Verantwortlichkeiten in Bezug auf die Informationsbereitstellung und -verarbeitung transparent aufzeigen.

2.5 Forschungsvorhaben "BIM – Prozess – Rückbau"

Langtitel: Building Information Modeling (BIM) als Basis für den Umgang mit digitalen

Informationen zur Optimierung von Stoffkreisläufen im Bauwesen, AZ:

33110/01-25

Fördermittelgeber: Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU)

Projektlaufzeit: 01.01.2017 bis 30.06.2019

Inhalt: Ziel des Forschungsvorhabens ist es, neben der Optimierung des Recyc-

lings auch die Reparaturfreundlichkeit im Schadens- oder Sanierungsfall zu erhöhen, um einen möglichst hohen Anteil an Materialien in den Rohstoff-kreislauf zurückführen zu können. Des Weiteren sollen durch eine weitreichende und frühzeitige Aufnahme und Speicherung produkt- und stoffbezogener Informationen (z.B. in Bezug auf Gefahrstoffe) zu den eingebauten Materialien und ihrer Zuordnung zum Einbauort in digitalen Bauwerksinformationsmodellen bei der Wartung oder Instandsetzung während der Betriebsphase sowie beim Rückbau die Belange des Arbeits-, Gesundheitsund Umweltschutzes wesentlich besser als bisher berücksichtigt werden.

2.6 Forschungsvorhaben "BIM – Prozess – Arbeitsschutz"

Langtitel: Arbeitsschutz – Building Information Modeling, Anwendung der Methode

Building Information Modeling und Einsatz der RFID-Technik zur Verbesserung des Arbeitsschutzes in der Bau- und Immobilienwirtschaft, AZ: 617.0 –

FP-0389

Fördermittelgeber: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV)

Projektlaufzeit: 02.11.2015 bis 31.10.2017

Inhalt: Primäres Ziel des Forschungsvorhabens war es, arbeitsschutzrelevante In-

formationen zu identifizieren, zu definieren, zu standardisieren und für Präventionsmaßnahmen mittels der Methode BIM zur Verfügung zu stellen. Durch die Digitalisierung und die damit bedingte medienbruchfreie Durchgängigkeit von arbeitsschutzrelevanten Prozessdaten entlang des Lebenszyklus von Bauwerken sollen Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz ele-

mentar verbessert werden.

2.7 Forschungsvorhaben "BIM – Prozesse - Gebäudeperformance"

Langtitel: Living Lab Gebäudeperformance

Fördermittelgeber: Europäische Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) "Investitionen in

Wachstum und Beschäftigung" in Verbindung mit Landesmitteln des Ministeriums für Heimat, Kommunales, Bau und Gleichstellung des Landes Nord-

rhein-Westfalen (MHKBG NRW)

Projektlaufzeit: 01.11.2017 bis 31.10.2020

Inhalt: Das Forschungsvorhabens Living Lab Gebäudeperformance soll durch kon-

sequente Informationsvernetzung, Definition und Überprüfung von Gebäudequalitäten sowie eine kontinuierliche Qualitätssicherung Methoden aufzeigen, mit denen die Performance von Nichtwohngebäuden im Betrieb verbessert und die Umweltbelastung durch eine effiziente Decarbonierung der Energieversorgung reduziert wird. Dazu dienen drei miteinander verbun-

dene Arbeitspakete und eine gemeinsame Transformationsstrategie:

Perform BIM: Informationsvernetzung

Perform SIMON: Gebäudequalitätsüberprüfung und qualitätssi-

chernde

Methoden

Perform GRID: Decarbonierung der Energieversorgung

Diese Handlungsbereiche werden neben dem Lehr- und Forschungsgebiet Baubetrieb- und Bauwirtschaft von den Mitarbeitern der Lehrstühle Bauphysik und Technische Gebäudeausrüstung, Werkstoffe im Bauwesen sowie Elektrische Energieversorgungstechnik bearbeitet.

2.8 Forschungsvorhaben BIM - Prozesse - Informations-Lieferungs-Controlling

Entwicklung eines Leitfadens zur Erstellung der BIM-basierten AIA und des BAP sowie eines Informationslieferungscontrollings zur digitalen Erfassung, Kontrolle, Steuerung und Dokumentation von Informationen

Fördermittelgeber: Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Rahmen der Forschungsinitiative Zukunft Bau

Projektlaufzeit: 03/2019 bis 08/2020

Beteiligte Forschungseinrichtung: RWTH Aachen University, Fakultät für Architektur, CAAD - Design Computation

Mit dem Forschungsprojekt werden Anforderungen an Datenanforderungen und Datenlieferungen bei BIM-basierten Bauvorhaben strukturiert und ein projektbegleitendes Controllinginstrument entwickelt. Dazu soll das Lastenheft des Auftraggebers (AIA) und das Pflichtenheft des Auftragnehmers (BAP) inhaltlich und strukturell definiert werden. Den Rahmen hierzu bilden die Vorgaben aus internationaler und nationaler Normung bzw. die Zwischenstände/Arbeitsergebnisse der entsprechenden Gremien. Zentrale Forschungsfrage ist, wie ein digitales Controllinginstrument bei der Erfassung, Steuerung, Kontrolle und Dokumentation der Projektdaten zu einer Vereinheitlichung und zu einer transparenten Datendurchgängigkeit führen kann.

Zweck des Forschungsprojekts ist die Entwicklung eines Controllinginstruments auf Demonstrationsniveau. Dieses soll die bestehende Normung zu dem Informationsaustausch in einer gemeinsamen Datenumgebung zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer bei Bauprojekten vereinheitlichen und ein digitales Controlling in einem offenen System ermöglichen. Es zielt darauf ab, eine einheitliche Datendurchgängigkeit zu schaffen und durch standarisierte Anforderungskriterien Verlässlichkeit und einen höheren Grad an Repetition bei BIM-Arbeitsprozessen im Informationsmanagement auf Auftraggeber- und Auftragnehmerseite zu erreichen.

2.9 Forschungsvorhaben BIM - Prozesse - Risikomanagement

Maßnahmen zur Umsetzung eines effizienten Projektrisikomanagements durch Einsatz der Me-

thode BIM

Fördermittelgeber: Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Rahmen der

Forschungsinitiative Zukunft Bau

Projektlaufzeit: 03/2019 bis 03/2021

Das Forschungsvorhaben soll die Informationsverknüpfung der Risikomanagementprozesse untereinander und mit weiteren Prozessen wie der Termin- und Kostenplanung durch den Einsatz der Methode BIM verbessern. Dafür wird Risikomanagement auf Seiten der Bauherren und der Bauunternehmen betrachtet. Während auf Bauherrenseite der gesamte Planungs- und Bauprozess untersucht wird, liegt bei der Risikoanalyse auf Bauunternehmensseite der Fokus auf der Realisierungsphase. Ziel ist es, das Risikomanagement als effektives Projektsteuerungsmittel zu

stärken und in die BIM-Methode zu integrieren.

2.10 Forschungsvorhaben BIM - Game

Ein multinationaler Ansatz zur Einbindung von BIM in Lehre und Weiterbildung

Fördermittelgeber: Erasmus+

Projektlaufzeit: 10/2016 bis 09/2019

Im Rahmen des internationalen Erasmus-Projekts "BIM Game" wird in Kooperation mit interdisziplinären Partnern aus Frankreich, Polen, Spanien und Belgien ein Planspiel zum ganzheitlichen Erlernen der Methode BIM entwickelt. Dabei werden gemeinsam anhand eines 3D-Gebäudemodells unterschiedliche Szenarien über den gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks hinweg erarbeitet. Die Szenarien richten sich nach dem Wissensstand und der Erfahrung der Teilnehmer, somit können sowohl Studierende als auch erfahrene Beteiligte von Bauprojekten das BIM Game zum praxisnahen Erlernen der Methode BIM nutzen. Der Fokus des BIM Game liegt auf dem kollaborativen Arbeiten und der Verbesserung dieser weichen Faktoren jedes einzelnen Teilnehmers. Die Möglichkeit auch in internationalen Teams zusammen zu arbeiten, unterstützt die Teilnehmer darin die unterschiedlichen Sichtweisen der verschiedenen am Bau beteiligten Rollen, sowie verschiedener Kulturen, zu verstehen und akzeptieren.

8

2.11 Forschungsvorhaben BIM -Prozesse – Handwerk digital

Entwicklung einer idealtypischen Soll-Prozesskette zur Anwendung der BIM-Methode im Lebenszyklus von Bauwerken

Fördermittelgeber: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)

Projektlaufzeit: 09/2017 bis 12/2018

Fortsetzungsprojekt: 01/2019 bis 12/2020

Das Kompetenzzentrum Digitales Handwerk (KDH) unterstützt den handwerklichen Mittelstand bei der Erschließung technischer und wirtschaftlicher Potenziale, die sich aus der digitalen Transformation für das Handwerk ergeben. Zum Abbau von Informationsdefiziten stellt das KDH den Entscheidungsträgern und Fachexperten des Handwerks praxisnahe Informations-, Qualifikations- und Unterstützungsangebote zur Verfügung, die in fünf sogenannten Schaufenstern entwickelt und illustriert werden. Das Kompetenzzentrum Digitales Handwerk ist Teil der Förderinitiative "Mittelstand 4.0 - Digitale Produktions- und Arbeitsprozesse", die im Rahmen des Förderschwerpunkts "Mittelstand-Digital - Strategien zur digitalen Transformation der Unternehmensprozesse" vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) gefördert wird.

Das Schaufenster Digitales Bauen unterstützt das Baugewerbe von der Führungskraft bis zum Gerätebediener bei der Entwicklung und dem Einsatz digitaler Programme, Strukturen und Anwendungen im Unternehmen. Handwerksbetriebe erhalten hier praxisbezogene Antworten mit dem Ziel die Wettbewerbsfähigkeit auf dem Markt weiterhin zu erhalten:

Welche Möglichkeiten bietet die Digitalisierung dem Baugewerbe?

Welche rechtlichen Belange müssen berücksichtigt werden?

Wie können beim Planen und Bauen Kosten durch neue digitale Techniken eingespart werden?

Wie kann die Digitalisierung auch in kleinen Bauhandwerksbetrieben umgesetzt werden?

In der Projektfortsetzung werden neben weiteren Qualifizierungsangeboten für Ausführende in klein und mittelständischen Unternehmen, in denen das Arbeiten mit digitalen Hilfsmitteln vermittelt werden soll, auch für drei verschiedene Gewerke Leitbetriebe entwickelt. Leitbetriebe sind ideelle Betriebe, die auf Basis von Prozesserhebungen in bis zu vier Betrieben eines jeden betrachteten Gewerkes konzipiert werden. Diese Leitbetriebe werden musterhaft mit unterschiedlichen digitalen Werkzeugen ausgestattet, um dem gesamten Gewerk als Beispiel zu dienen und Inspiration und Anhaltspunkte für die Digitalisierung des eigenen Betriebes zu bieten.

9

2.12 Forschungsvorhaben BIM - Modellierungsrichtlinie

Entwicklung einer standardisierten BIM-Modellierungsrichtlinie

Fördermittelgeber: Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Rahmen der

Forschungsinitiative Zukunft Bau

Projektlaufzeit: 03/2019 bis 08/2020

Die erfolgreiche, durchgängige Anwendung der Methode BIM über den gesamten Lebenszyklus von Bauwerken hängt wesentlich von der Abstimmung der Projektbeteiligten bezüglich des Datenaustauschs und dessen Inhalten ab. Hierzu zählen die notwendige Detaillierungstiefe der ge-

ometrischen Modelldaten sowie die zugehörigen parametrischen Attribute der Modellobjekte.

Die Entwicklung von Standards für die Erstellung von Bauwerksdatenmodellen ermöglicht eine

erhebliche Verschlankung des Abstimmungsprozesses durch die Verwendung von allgemeingül-

tigen Anforderungen an Geometrie-und Parameterdetaillierung. Da die verwendeten Informationen in jedem Projekt ähnlich verteilt sind, empfiehlt sich die Erarbeitung einer branchenüblichen

Definition, damit Modellierungsrichtlinien nicht individuell entwickelt werden müssen.

Im Rahmen des Forschungsvorhabens liegt der Fokus auf der Entwicklung einer standardisierten

Modellierungsrichtlinie. Eine solche soll in Abhängigkeit der vom Auftraggeber definierten Ziele

den Projektbeteiligten Informationen über die Art der Modellierung sowie Inhalte und De-taillie-

rungsgrade der Bauwerksdatenmodelle liefern. Diese grundlegende BIM-Modellierungsrichtlinie

kann Teil der Auftraggeberinformationsanforderungen (AIA) werden und somit durchgängig, in

Abhängigkeit der vereinbarten BIM-Ziele und BIM-Anwendungen, von allen Beteiligten genutzt

werden.

2.13 Forschungsvorhaben BIM2digitalTWIN

Digitalisierung von Shopping-Centern: Vom BIM zum Digital Twin

Fördermittelgeber: German Council of Shopping Centers e.V., Bergische Universität Wuppertal,

Architrave GmbH, Commerz Real AG, ECE Projektmanagement GmbH. & Co. KG, NUVEEN

Real Estate, Unibail-Rodamco-Westfield Germany GmbH, CBRE GmbH, WISAG Dienstleis-

tungsholding GmbH, SAP SE.

Projektlaufzeit: 07/0218 bis 07/2020

10

Der stationäre Handel und Handelsimmobilien stehen zunehmend unter Druck der Online-Shops, das Kaufverhalten der Konsumenten verändert sich und es gibt fortlaufend neue technologische Entwicklungen. Durch die Digitalisierung werden Angebot und Auswahl von Händlern immer vergleichbarer und das Internet steht mehr und mehr im Zentrum des Verkaufserlebnisses. Um wettbewerbsfähig zu bleiben, muss der stationäre Handel seine Stärken mit den neuen technologischen Möglichkeiten kombinieren und bestehende Prozesse verbessern.

Das Projekt BIM2digital TWIN erarbeitet gemeinsam mit Praxis- und Technologiepartner die digitale Abwicklung von Immobilien Asset und Property Management-Prozessen mit speziellem Fokus auf Handelsimmobilien. Fachlich unterstützt wird das Projekt von den Praxispartnern ECE, Unibail-Rodamco-Westfield, NUVEEN Real Estate und der Commerz Real, im Bereich BIM und Prozessmanagement von der BUW sowie von Architrave als Technologiepartner. Ergänzend unterstützten die Unternehmen SAP und CBRE die Projektumsetzung.

3 Aufbau eines Prozessmodells

Die Ergebnisse aller betrachteten Forschungsvorhaben ergeben ein ganzheitliches Prozessmodell, das im Folgenden dargestellt wird.

3.1 Definition der Lebenszyklusphasen

Als Grundlage wird zunächst der zu analysierende Lebenszyklus einer Liegenschaft – oder im engeren Sinne einer Immobilie – betrachtet, forschungsprojektübergreifend entwickelt und definiert. Er stellt den strategischen Prozessfluss (Kap. 3.4.3) dar und wird in die folgenden fünf Lebenszyklusphasen untergliedert:

- 1. Entwicklung
- 2. Planung
- 3. Realisierung
- 4. Betrieb
- 5. Abbruch

Die jeweiligen Phasen unterteilen sich wiederum in einzelne Hauptprozesse gemäß nachfolgender Beschreibung (vgl. Abbildung 2).

Die Lebenszyklusphase Entwicklung besteht aus den Hauptprozessen

- Projektentwicklung im engeren Sinne und
- Vergabe der Planung.

Die Lebenszyklusphase Planung besteht aus den Hauptprozessen

- Grundlagenermittlung,
- Vorplanung,
- Entwurfsplanung,
- Genehmigungsplanung und
- Ausführungsplanung.

Die Lebenszyklusphase Realisierung besteht aus den Hauptprozessen

- Vergabe der Bauausführung,
- Arbeitsvorbereitung,
- Bauausführung und
- Bauabnahme

Die Lebenszyklusphase Betrieb besteht aus den Hauptprozessen

- Vergabe der Gebäudedienstleistung und
- Betrieb inkl. der eigentlichen Nutzung statt.

Die Lebenszyklusphase Abbruch besteht aus den Hauptprozessen

- Planung,
- Rückbau,
- Verwertung und
- Beseitigung

In der Lebenszyklusphase des Betriebs wird weiterhin auf den gesonderten Hauptprozess des Bauens im Bestand hingewiesen.

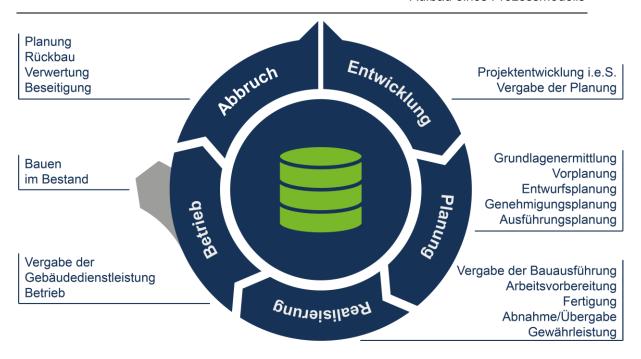


Abbildung 2: Lebenszyklus

3.1.1 Entwicklungsphase

Die Entwicklungsphase umfasst die der eigentlichen Planung vorgeschalteten Maßnahmen und Überlegungen, insbesondere der Auftraggeber bzw. Bauherren. Im Rahmen der Projektentwicklung im engeren Sinne werden die Ausgangsfaktoren Standort, Projektidee und Kapital so miteinander kombinieret, dass einzelwirtschaftliche, wettbewerbsfähige, arbeitsplatzschaffende und -sichernde sowie gesamtwirtschaftliche sozial- und umweltverträgliche Immobilienobjekte geschaffen und dauerhaft rentabel genutzt werden können. In diesem Zusammenhang erfolgt u.a. die Grundstücksicherung, die Definition der Ziele in Form einer wirtschaftlich tragfähigen Nutzungskonzeption des dazugehörigen Nutzerbedarfsprogramms nach DIN 18205, die Durchführung einer Machbarkeitsstudie und die Projektorganisation. Im Anschluss an die Projektentwicklung im engeren Sinne erfolgt die Vergabe der Planungsleistung an die beteiligte Planer-Sphäre nach dem VOF-Verfahren durch die Bauherren-Sphäre.

3.1.2 Planungsphase

In dieser Phase erfolgt die eigentliche Umsetzung der Planung, im Sinne der Leistungsphasen 1 bis 5 der HOAI, in den Phasen Grundlagenermittlung, Vorplanung, Entwurfsplanung, Genehmigungsplanung und Ausführungsplanung.

Mit Beginn der Grundlagenermittlung findet eine Klärung der Aufgabenstellung zwischen den beteiligten Planern und dem Bauherrn statt. In dessen Anschluss folgt die Grundlagenanalyse zur Abstimmung der Aufgabenstellung und Erarbeitung eines Planungskonzeptes innerhalb der Vorplanung. Ebenfalls wird durch die Planenden die Kostenschätzung als Nachweis der Projektkostenziele erstellt. Die Vorplanungsunterlagen sind zum Abschluss der Vorplanungsphase durch den Bauherrn freizugeben.

Das zunächst grobe Planungskonzept wird in der Entwurfsplanung weiter konkretisiert und als fertiges Planungskonzept mit allen festgelegten Komponenten ausgearbeitet. Die durch die Planer-Sphäre erbrachte Entwurfsplanung und deren beinhaltende Kostenberechnung werden mit dem Auftraggeber abgestimmt und bilden die Grundlage für die Genehmigungsplanung. Die Ausarbeitung der genehmigungsfähigen Planung unter Beachtung der öffentlich-rechtlichen Anforderungen obliegt der Planer-Sphäre. Nach Freigabe durch den Bauherrn erfolgt die anschließende Prüfung und Genehmigung durch die zuständige Behörde der Genehmigungs-/Aufsichts-Sphäre. Anschließend werden die Genehmigungsunterlagen im Rahmen der Ausführungsplanung durch die Planer-Sphäre weiter verfeinert, sodass auf Grundlage der Ausführungspläne die Ausschreibung und Realisierung erfolgt. Die hierzu notwendige Freigabe der Gesamtausführungsplanung erfolgt durch den Bauherrn.

3.1.3 Realisierungsphase

Die Realisierungsphase umfasst die HOAI-Leistungsphasen 6 bis 8, beginnend mit der öffentlichen Ausschreibung der Bauleistungen durch den Bauherrn. Auf Grundlage der Ausführungspläne werden Leistungsbeschreibungen und Leistungsverzeichnisse erstellt. Anhand der Leistungsverzeichnisse werden die Kosten ermittelt und durch einen Vergleich mit der Kostenberechnung die Kostenkontrolle durchgeführt. Die Arbeiten erfolgen in Abstimmung und Koordination mit der Planungs-Sphäre. Die Ausschreibung erfolgt durch die Bauherren-Sphäre. Gleichzeitig beginnen mit der Akquise die Prozesse in der Ausführungs-Sphäre. Das ausgeschriebene Projekt wird ausgewählt und auf Grundlage der Unterlagen des Bauherrn ein Angebot erstellt. Die schlussendliche Leistungsvergabe erfolgt wieder durch den Bauherrn.

Nach Zuschlagserteilung beginnen die wesentlichen Phasen der Bauwerks-Realisierung innerhalb der Ausführungs-Sphäre. Die im Lebenszyklus definierten Schritte der Arbeitsvorbereitung, Fertigung und Bauabnahme entsprechen der HOAI Leistungsphase 8. Die wesentlichen Aufgaben der Bauherren-Sphäre beschreibt § 205 aus dem AHO Leistungsbild Projektsteuerung.

Den Abschluss der Realisierungsphase bildet die Bauabnahme. Diese Phase umfasst die Funktionsprüfung und Inbetriebnahme sowie die fachliche, und öffentlich-rechtliche Abnahme unter Mitwirkung der Bauherrn-Sphäre. Ebenfalls erfolgt durch den Bauherrn die rechtsgeschäftliche Abnahme, die Freigabe der Schlussrechnung, die Kostenfeststellung, die Auflistung von Verjährungsfristen und die Zusammenstellung der Dokumentationsunterlagen. Mit Übergabe des Projektes endet die Realisierungsphase und bildet den Startpunkt der Betriebsphase.

3.1.4 Betriebsphase

Die Betriebsphase umfasst Leistungen der Lebenszyklusphase 6 der GEFMA Richtlinien 100¹, die im Rahmen anschließender Forschungsprojekte vertiefender ausgeführt werden. Analog zu dem bisherigen Lebenszyklusaufbau erfolgt zunächst die Vergabe, in diesem Falle an den Gebäude-Dienstleister nach dem VOL-Vergabeverfahren.² In der weiteren Betriebsphase finden insbesondere Leistungen zum technischen Gebäudemanagement Anwendung. Diese umfassen bspw. das Objektbetriebsmanagement, die Arbeitsstättenbereitstellung, den Objektbetrieb sowie dessen Reinigung und Pflege. Hieraus resultierende Prozesse der Organisation der Arbeitssicherheit im Facility Management finden in der Bauherren-Sphäre Anwendung. Die operative Ausführung und Bereitstellung von Facility-Produkten erfolgt durch Gebäudedienstleister innerhalb der Ausführungssphäre.

3.1.5 Abbruchphase

Die gegenwärtige Grundlage für die Prozesse der Abbruchphase bildet die Landesbauordnung NRW unter Berücksichtigung brancheninterner Fachliteratur und weiterer Normung in Verbindung mit dem Kreislaufwirtschaftsgesetz und der Gewerbeabfallverordnung. Die Lebenszyklusphase Abbruch unterteilt sich in die Rückbauplanung, Rückbaurealisierung, Verwertung und Beseitigung des anfallenden Abfalls. Neben dem Lebenszyklus des Bauwerks wird der Lebenszyklus des Bauproduktes betrachtet. Hierbei wird für die Zusammenstellung der Informationen der Bauprodukte unter anderem auf die Europäische Bauproduktenverordnung (EU-BauPVO) Nr. 305/2011, die REACH-Verordnung EG Nr. 1907/2006 sowie die Bauregelliste des Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) und die Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB) zurückgegriffen. Für die Ermittlung der relevanten Informationen wird die Lebenszyklusphase Abbruch mit dem Lebenszyklus Bauprodukte überlagert. Hierbei können gemeinsame Informationsschnittmengen ermittelt werden.

3.1.6 Abgleich zu bestehenden Bezugsquellen

In verschiedenen Teilen des Lebenszyklus fließen unterschiedliche bestehende Regelwerke, Verordnungen und Richtlinien ein. Nachstehend wird der Bezug zwischen dem definierten Lebenszyklus und zwei maßgebenden Bezugsquellen hergestellt (s. Tabelle 1).

¹ GEFMA 100, 2004

² Seit Inkrafttreten der VgV (April 2016) ist die VOL nur noch im Unterschwellenbereich anzuwenden, oberhalb der EU-Schwellenwerte gilt für Liefer- und Dienstleistungen die VgV

Tabelle 1: Bezug der Lebenszyklusphasen

Definierter Lebenszyklus		Bezugsquelle	
<u>Lebenszyklus-</u> <u>phase</u>	<u>Hauptprozess</u>	Leistungsphase nach HOAI	Lebenszyklusphase nach GEFMA
Entwicklung	Projektentwicklung im engeren Sinne	LPh. 0	LzPh. 1
	Vergabe der Planung	LPh. 0	LzPh. 1
Planung	Grundlagenermittlung	LPh. 1	LzPh. 2
	Vorplanung	LPh. 2	LzPh. 2
	Entwurfsplanung	LPh. 3	LzPh. 2
	Genehmigungsplanung	LPh. 4	LzPh. 2
	Ausführungsplanung	LPh. 5	LzPh. 2
Realisierung	Vergabe der Bauausfüh- rung	LPh. 6 + 7	LzPh. 2
	Arbeitsvorbereitung	LPh. 8	LzPh. 3
	Bauausführung	LPh. 8	LzPh. 3
	Bauabnahme/ Inbetriebnahme	LPh. 8	LzPh. 3
Betrieb	Vergabe der Gebäude- dienstleistung	-	LzPh. 6
	Betrieb	LPh. 9	LzPh. 6
Abbruch	Planung Rückbau Verwertung Beseitigung		LzPh. 9

3.2 Definition des Betrachtungs-Szenarios/Randbedingungen

Zum Aufbau eines Prozessmodells über den gesamten Lebenszyklus einer Immobilie ist es unabdingbar, zunächst ein Betrachtungs-Szenario als Grundlage zu definieren. Sowohl das Gefüge der am Bau Beteiligten als auch die wahrzunehmenden Aufgaben und die zu durchlaufenden Verfahren und Prozesse unterscheiden sich in Abhängigkeit der Bauwerkstypen, die verschiedenen Sparten der Bauwirtschaft zugeordnet werden können. So sind beispielsweise die zu beachtenden Gesetze, Regelwerke und Normen und die Aufbau- und Ablauforganisationen von Szenario zu Szenario und in Abhängigkeit vom Bauwerkstypen unterschiedlich (Generalplaner, Generalunternehmer, Generalübernehmer, Einzelvergabe usw.). Im Rahmen der Forschungsprojekte wird der nachfolgende Bauwerkstyp behandelt:

Öffentliches Bauvorhaben – Hochbau – Verwaltungs- bzw. Wohnungsbau

Ein Öffentliches Bauvorhaben setzt einen öffentlichen Auftraggeber voraus. Zu den öffentlichen Auftraggebern zählt nicht nur die öffentliche Hand. Auch Privatpersonen können unter die Definition eines öffentlichen Auftraggebers fallen und unterliegen damit bestimmten gesetzlichen Vorgaben. Der Begriff des öffentlichen Auftraggebers ist definiert in dem Gesetz gegen Wettbewerbsbeschränkungen (GWB). Gemäß § 98 GWB sind öffentliche Auftraggeber:

- 1. Gebietskörperschaften sowie deren Sondervermögen,
- 2. Andere juristische Personen des öffentlichen und des privaten Rechts, die zu dem besonderen Zweck gegründet wurden, im Allgemeininteresse liegende Aufgaben nichtgewerblicher Art zu erfüllen, wenn Stellen, die unter Nummer 1 oder 3 fallen, sie einzeln oder gemeinsam durch Beteiligung oder auf sonstige Weise überwiegend finanzieren oder über ihre Leitung die Aufsicht ausüben oder mehr als die Hälfte der Mitglieder eines ihrer zur Geschäftsführung oder zur Aufsicht berufenen Organe bestimmt haben. Das Gleiche gilt dann, wenn die Stelle, die einzeln oder gemeinsam mit anderen die überwiegende Finanzierung gewährt oder die Mehrheit der Mitglieder eines zur Geschäftsführung oder Aufsicht berufenen Organs bestimmt hat, unter Satz 1 fällt,
- 3. Verbände, deren Mitglieder unter Nummer 1 oder 2 fallen,
- 4. natürliche oder juristische Personen des privaten Rechts, die auf dem Gebiet der Trinkwasser- oder Energieversorgung oder des Verkehrs tätig sind, wenn diese Tätigkeiten auf der Grundlage von besonderen oder ausschließlichen Rechten ausgeübt werden, die von einer zuständigen Behörde gewährt wurden, oder wenn Auftraggeber, die unter Nummern 1 bis 3 fallen, auf diese Personen einzeln oder gemeinsam einen beherrschenden Einfluss ausüben können.
- 5. natürliche oder juristische Personen des privaten Rechts in den Fällen, in denen sie für Tiefbaumaßnahmen, für die Errichtung von Krankenhäusern, Sport-, Erholungs- oder Freizeiteinrichtungen, Schul-, Hochschul- oder Verwaltungsgebäuden oder für damit in Verbindung stehende Dienstleistungen und Auslobungsverfahren von Stellen, die unter Nummern 1 bis 3 fallen, Mittel erhalten, mit denen diese Vorhaben zu mehr als 50 vom Hundert finanziert werden,
- 6. natürliche oder juristische Personen des privaten Rechts, die mit Stellen, die unter Nummern 1 bis 3 fallen, einen Vertrag über die Erbringung von Bauleistungen abgeschlossen haben, bei dem die Gegenleistung für die Bauarbeiten statt in einer Vergütung in dem

Recht auf Nutzung der baulichen Anlage, ggf. zuzüglich der Zahlung eines Preises besteht, hinsichtlich der Aufträge an Dritte (Baukonzession).³

Die Entscheidung für die Auswahl der Rahmenbedingung eines öffentlichen Bauherrn wurde aufgrund der besonderen Vorgaben bspw. bei der Vergabe von Planungsleistungen getroffen. Der öffentliche Auftraggeber unterliegt u.a. dem §97 Nummer 3 GWB. Dieser besagt, dass an verschiedene Fachplaner vergeben werden sollte, um klein- und mittelständische Unternehmen zu fördern.

"Mittelständische Interessen sind bei der Vergabe öffentlicher Aufträge vornehmlich zu berücksichtigen. Leistungen sind in der Menge aufgeteilt (Teillose) und getrennt nach Art oder Fachgebiet (Fachlose) zu vergeben. Mehrere Teil- oder Fachlose dürfen zusammen vergeben werden, wenn wirtschaftliche oder technische Gründe dies erfordern. Wird ein Unternehmen, das nicht öffentlicher Auftraggeber ist, mit der Wahrnehmung oder Durchführung einer öffentlichen Aufgabe betraut, verpflichtet der Auftraggeber das Unternehmen, sofern es Unteraufträge an Dritte vergibt, nach den Sätzen 1 bis 3 zu verfahren."

Mittels dieser bewusst geschaffenen Komplexität soll ein möglichst umfassendes Prozessmodell in Bezug auf die Kommunikationsschnittstellen und damit auf den Informationsaustausch erstellt werden. Die Vergabe von Planungsleistungen an einen Generalplaner würde bspw. eine grundsätzlich geringere Komplexität des Prozesses erzeugen, da für den Bauherrn im Vergleich zur Einzelvergabe der Planungsleistungen lediglich eine Kommunikationsschnittstelle zum Generalplaner besteht. Zu Projektbeginn wird im Falle des ausgewählten Szenarios weiterhin folgender Input bereitgestellt:

- existierende Projektidee
 Die durch den Bauherrn bereitgestellte Projektidee umfasst eine durchgeführte Bedarfsanalyse und Vorhabendefinition.
- vorhandenes Kapital
 Der Bauherr weist eine Budgetvorgabe aus, dessen Kapitalbeschaffung sichergestellt ist.

_

³ GWB § 98, Stand 01.09.2017

⁴ GWB § 97 Nummer 3, Stand 01.09.2017

engere Grundstücksauswahl getroffen
 Der Bauherr übergibt eine Auswahl relevanter Grundstücke, auf deren Grundlage weitere
 Analysen erfolgen sollen.



Abbildung 3: Ausgangssituation Projekt

Als Grundlage für die Erstellung der Prozesse wird der zu analysierende Lebenszyklus einer Liegenschaft – oder im engeren Sinne eines Bauwerks – betrachtet, forschungsprojektübergreifend entwickelt und definiert. Die jeweiligen Lebenszyklusphasen unterteilen sich in die unter Kap. 3.1 aufgeführten Hauptprozesse.

3.3 Informationen in der Bau- und Immobilienwirtschaft

Nach Springer Gabler ist eine Information "derjenige Anteil einer Nachricht, der für den Empfänger einen Wert besitzt. Durch Informationen werden beim Wirtschaftssubjekt bestehende Wahrscheinlichkeitsurteile bez. entscheidungsrelevanter Daten oder Ereignisse (z.B. Tauschmöglichkeiten oder technische Innovationen) verändert."⁵ Hieraus lassen sich zwei wesentliche Schlussfolgerungen ziehen. Zum einen bedeutet Information immer ein Austausch, also eine Interaktion zwischen Empfänger und Sender der Information. Des Weiteren muss der Inhalt der Information verarbeitet bzw. abstrahiert werden. Dies bedeutet, dass der Empfänger den Inhalt der Information stets für sich selbst verarbeiten muss.

Um Informationen zu transportieren, ist ein Informationsträger nötig. Die Übertragung der Information erfolgt demnach in Form von Daten bzw. Signalen. Daten können verstanden werden als eine wieder interpretierbare Darstellung von Informationen in formalisierter Art, geeignet zur Kom-

-

⁵ Springer Gabler, 2017

munikation, Interpretation oder Verarbeitung. Nachfolgende Abbildung 4 verdeutlicht den Vorgang des Informationsaustausches und fügt eine weitere wichtige Ebene, das Wissen, hinzu. Wissen ist die Vertiefung und Speicherung von vermittelten Daten.

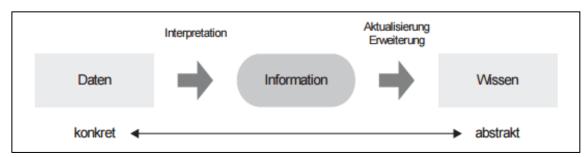


Abbildung 4: Information im Kontext zu Wissen und Daten⁶

Fasst man den Vorgang des Informationsaustausches zusammen, entsteht folgender Ablauf (Abbildung 4). Zunächst werden vom Sender Daten an den Empfänger übergeben. Dieser interpretiert und selektiert diese Daten, welche von ihm als Informationen aufgenommen werden. Mit den Informationen ist es dem Empfänger möglich sein, Wissen zu aktualisieren bzw. zu erweitern.⁷

Die Information an sich ist also keine Zahl oder Farbe (Daten). Sie ist ein subjektiver Vorgang, und diesen Vorgang gilt es, im Informationsmanagement zu steuern. Es geht dabei also nicht um die bloße Weitergabe von Daten. Informationsmanagement konzentriert sich auf den reibungsfreien Vorgang des Austausches der Daten. Es koordiniert den Sender und Empfänger und versucht dafür zu sorgen, dass Daten richtig interpretiert und abgelegt werden.

Die Kommunikation zwischen den Akteuren zur Übermittlung von Daten, d.h. zum Transfer von Wissen, kann unter Verwendung verschiedener Kommunikationsmittel erfolgen.

Gegenständlich in Kommunikations-, d.h. Datenübergabeprozessen, aber auch in Ablage- und Archivierungsprozessen, sind im Bauwesen i.d.R. ganze Datensätze, die an einen Träger gebunden sind. Der Informations- und damit Datenträger kann als Dokument bezeichnet werden. Dies stellt eine Vereinfachung gegenüber der genaueren Bezeichnung als Dokumentarische Bezugseinheit (DBE) dar. Ein Dokument (bzw. eine DBE) bündelt eine Anzahl an Datensätzen in einer bestimmten greif- oder zuordenbaren Form.

-

⁶ Entnommen: Viering, Rodde, & Zanner, 2015, S. 5

"Die Dokumentarische Bezugseinheit (DBE) ist für Informationsspezialisten das Objekt, das Gegenstand der dokumentarischen Bearbeitung ist. Bei Dokumentarischen Bezugseinheiten kann es sich um alle möglichen Träger von Informationen handeln; denkbar sind dabei unter anderem Druckerzeugnisse, Tonträger, Filme, Museumsstücke etc."8

In der elektronischen Datenverarbeitung (EDV) werden u.a. Dateien genutzt, die von den Verfassern als Dokumente verstanden werden, in denen Daten / Datensätze / Informationen zusammengestellt werden, um sie in Datenübergabe- oder Dokumentationsprozessen handhabbar zu machen. Die Datei ist somit ein bestimmter Dokumententyp.⁹

Nachfolgend sind beispielhaft unterschiedliche Arten von Informationen, die im Lebenszyklus eines Bauobjektes erstellt und zwischen den verschiedenen Akteuren ausgetauscht werden aufgeführt.

Baupläne/ Bauzeichnungen

Bauzeichnungen gehören zu den bekanntesten Unterlagen, die im Bauwesen verwendet werden. Baupläne sind wichtige Dokumente und Nachweise, sowohl für den Planer als auch für die ausführenden Gewerke. Sie bilden die direkte Verbindung zwischen Planung und ausführenden Gewerken. Hier ist bereits erkennbar, dass Pläne in allen Projektphasen von Bedeutung sind und verschiedene Schnittstellen berühren. Aufgrund ihrer hohen Bedeutung für den Erfolg des Projektes sollten sie höchsten Anspruch auf DIN-Konformität, Richtigkeit und Übersichtlichkeit legen und müssen maßstabsgetreu angefertigt werden.¹⁰

Die wichtigsten Baupläne, wie die Ausführungs-, Genehmigungs-, Entwurfspläne wurden in den vorherigen Kapiteln bereits erwähnt und ihr Inhalt beleuchtet. Der Vollständigkeit halber ist es dennoch nötig, die übrigen Pläne kurz zu benennen und deren Inhalt darzulegen:

Detailzeichnungen (Einzelheiten) ergänzen den Ausführungsplan und werden somit in der Ausführungsplanung erstellt. Sie präzisieren die Werkpläne in bestimmten Abschnitten. Aufgrund des hohen Detailgrades werden diese in einem Maßstab zwischen 1:1 bis zu 1:20 erstellt. Positionspläne sind skizzenhafte Zeichnungen, welche vom Tragwerksplaner angefertigt werden. Sie untermauern bzw. verdeutlichen die statischen Berechnungen. Grundlage für diese Zeichnungen sind die Entwurfspläne des Architekten, weshalb auch diese in einem Maßstab von 1:100 angefertigt werden. Zum Inhalt gehören die grundlegenden Maße des zu berechnenden Bauteils, die

⁹ Vgl. Helmus, Laußat, Meins-Becker & Kelm, 2014, S.8

¹⁰ Vgl. Technische Universität Berlin, 2007, S.79

⁸ Entnommen: Wikipedia, 2016

Kennzeichnung der Bauteile nach berechneten Positionen, und er sollte Informationen über die Festigkeitsklasse der verwendeten Baustoffe enthalten.

Schalpläne werden auf Grundlage der Ausführungszeichnung / Werkplan angefertigt. Es werden die einzuschalenden Bauteile im Maßstab 1:50 dargestellt. Anders als beim Positionsplan müssen hier auch Höhenkoten, Aussparungen, Auflager der Bauteile und genaue Angaben zu Art und Festigkeitsklasse der Baustoffe getroffen werden. Bewehrungszeichnung enthalten alle Informationen, welche zum Biegen und Verlegen der Bewehrung erforderlich sind.

Protokolle und Berichte

Über die gesamten Projektphasen fallen verschieden Protokolle, Berichte und Ausführungshinweise an. Zu den wichtigsten und in der Praxis oft verwendeten zählen die Besprechungsprotokolle. Die sogenannten Jour-Fix-Protokolle sind ein unverzichtbares Mittel zur Organisation und Kontrolle des Baufortschritts. Mit Hilfe der Besprechungsprotokolle werden Termine, Kosten und Standards abgestimmt. Es ist wichtig, dass die Protokolle für alle Akteure frei zugänglich sind. Um einen umfassenden Aufklärungseffekt zu erzielen, sollten die Protokolle dennoch folgende Inhalte dokumentieren.

Allgemeines wie der Teilnehmerkreis der Diskussion und der Besprechungsort und Zyklus sollten festgehalten werden. Außerdem sollte das Protokoll immer auf dem vorherigen Protokoll aufbauen, um eine nachvollziehbare Struktur zu verinnerlichen. Hauptaugenmerk liegt auf der Koordination der Unternehmer. Es muss festgehalten werden, wer was wann erledigen muss. Die Besprechungsprotokolle sind Instrumente um Entscheidungen über die Ausführung und damit verbundenen Terminvorgaben festzuhalten.

Eines der wichtigsten Instrumente, um den Ist-Zustand des Baus zu bewerten, sind die Bautagebücher oder Bautageberichte. Sie bilden den derzeitigen Bauzustand ab, wodurch eventuelle Störungen oder Behinderungen aufgedeckt und weitergeleitet werden können. Deshalb sollten sie kontinuierlich aktualisiert und dem Auftraggeber immer offengelegt werden. Bautagebücher bilden die höchste dokumentarische Beweislast in gerichtlichen Belangen, weswegen die Führung der Berichte obligatorisch ist. Neben dem Vertragsterminplan und dem LV ist das Bautagebuch eines der bedeutendsten Werkzeuge zum Nachvollziehen des Bauablaufes. Inhalte wie Witterung, eingesetzte Kapazitäten, Arbeitszeit der Gewerke und Handwerker, Stand der Tätigkeiten und Störungen bzw. Behinderungen mit der entsprechenden Dauer (Anfang und Ende) sind Voraussetzungen für ein vollständiges Bautagebuch.¹¹

-

¹¹ Kochendörfer, Liebchen & Viering, 2010, S. 89-96

Terminpläne

Durch die sich immer weiterentwickelnde Baubranche werden immer kürzere Realisierungszeiten von den Unternehmen gefordert. Um dies zu gewährleisten, müssen Planung, Rohbau und Ausbau parallel ausgeführt werden. Eine solche Leistung kann nur eine ausführliche Terminplanung sicherstellen. Bevor mit den oben genannten Gewerken begonnen werden kann, muss geklärt sein, welche Tätigkeiten mit welchen Kapazitäten in welcher Zeit abgeschlossen sein müssen. Eine innovative Terminplanung ist Voraussetzung, um am Markt Bestand zu haben. Innovativ bedeutet in dem Zusammenhang, dass sie sich an die Situation anpasst. Genau wie die zuvor dargelegten Arten von Information und Dokumenten ist auch diese über die gesamten Projektphasen von Relevanz und muss an verschiedenste Projektbeteiligte ausgehändigt werden.

Zu den grundlegenden Inhalten von Terminplänen zählt die Vorgangsbezeichnung, die Dauer des Vorgangs mit voraussichtlichem Start- und Endtermin, Pufferzeiten, Kosten und Ressourcen. Jedoch sind nicht alle Inhalte für jeden Empfänger des Terminplanes von Bedeutung. So ist zu beobachten, dass die Akzeptanz der Terminpläne stark sinkt, wenn die Inhalte ungefiltert an den Empfänger weitergeleitet werden. Bspw. ist ein Gipsdielen-Gewerk nicht an den Ausführungszeiten der Fundamente interessiert. Für diese Gewerke ist es wichtiger zu wissen, welche Gewerke vor und welche nach ihm an der Ausführung beteiligt sind.¹²

Terminpläne lassen sich unter anderem in ihrer Darstellungsform unterteilen. Der Balkenplan ist der in der Baubranche häufigste vorkommende Terminplan. Die wichtigsten Vorgänge lassen sich an ihm ablesen. Auch nicht geschultem Personal ist es möglich, alle Vorgänge und Abhängigkeiten zu erkennen. Mit zunehmender Komplexität des Vorhabens sinkt jedoch die Gebrauchstauglichkeit dieses Plans. Terminlisten sind nichts anderes als die Ergebnisse des Balkenplanes in Form einer Liste. Vorgänge werden mit den dazugehörigen Informationen (Dauer, Bezeichnung usw.) chronologisch aufgeführt. Eine andere populäre Form der Terminpläne sind die Netzpläne. Netzpläne eignen sich mehr, um komplexe Vorgänge und deren Abhängigkeiten darzustellen. Sie eignen sich weniger, um zeitliche Abläufe darzustellen. Einen letzten Terminplan stellt der Linienplan dar. Der Linienplan wird auch Zeit/Weg- oder Volumen/Zeit-Plan genannt. Er ermöglicht die Abbildung von Vorgängen in Abhängigkeit von zurückgelegter Strecke oder Mengen. Der Linienplan findet oft Anwendung im Straßen- und Tunnelbau und ist eher ungeeignet für den Wohnungsbau.

Eine weitere Art der Unterscheidung stellt der Detaillierungsgrad dar. Der am geringsten detailliere Terminplan ist der Rahmenterminplan. Er wird während der frühen Projektentwicklungsphase erstellt und dient zur groben Orientierung. Der Rahmenterminplan versucht die oben genannten Projektentwicklungsphasen zu terminieren. Auf Grundlage des Rahmenterminplans wird

¹² Vgl. ebd., S. 99-112

der sogenannte Generalablaufplan erstellt. Der Generalablaufplan präzisiert erste Abhängigkeiten und unterteilt die verschiedenen Projektphasen. Mit Hilfe des Nutzerbedarfsprogramms und den Entwurfsplänen können erste Aussagen über Mengen und Ausführungszeiten getroffen werden. Der Steuerterminplan präzisiert den Generalablaufplan weiter. Als Grundlage zur Festlegung von Vertragsterminen wird dieser herangezogen. Für die Ausführung entscheidend ist der Detailterminplan. Er hilft bei der Koordination aller Beteiligten. Auf diesem Plan sind die genauen Abläufe, Abhängigkeiten und Ausführungszeiten der verschiedenen Gewerke erkennbar. Außerdem wird er von Architekten, Bauleitern und/oder Projektmanagen als Hilfsmittel zum Soll-Ist-Vergleich herangezogen.¹³

Fasst man die Ergebnisse zusammen lässt sich festhalten, dass Terminpläne mehrere Aufgaben erfüllen. Zum einen sind sie nötig, um Angebote schnell kalkulieren zu können, zum anderen sind sie zentrales Werkzeug der Baustellenorganisation und Koordination. Speziell der Detailplan ist auf einer heutigen Baustelle in Bezug auf die Organisation unerlässlich. Eine fehlerhafte oder eine nur unzureichend ausgeführte Terminplanung kann zu erheblich Verzögerungen, schädlichen Überschneidungen und Ausführungsfehlern führen.

Kostenermittlung

Eine weitere Form der Informationen, die es zu kommunizieren gilt, sind jene, die mit den Kosten am Bau verbunden sind. Auch hier gibt es ähnlich wie bei den Terminplänen unterschiedliche Arten, die man nach ihrem Detailierungsgrad und dem damit verbundenen Erstellungsdatum unterscheiden kann. Gliedert man die Kosten von überschlägig und grob bis zu endgültig bzw. präzise, wäre eine folgende Aufreihung logisch: Kostenrahmen, Kostenschätzung, Kostenberechnung, Kostenanschlag, Kostenfeststellung. Im Folgenden werden nur die gröbste und die genaueste Rechnung vorgestellt.

Der Kostenrahmen ist eine erste überschlägige Berechnung der erwarteten Baukosten. Für die Bedarfsplanung, Wirtschaftlichkeits- und Finanzierungsüberlegungen, stellt der Kostenrahmen die Grundlage dar. Erstellt wird der Kostenrahmen auf Basis des Nutzerbedarfsprogramms. Es stehen nur quantitative Angaben (Raumprogramm mit Nutzeinheiten), qualitative Angaben (bautechnische Anforderungen) und eventuelle Standortinformationen vor. Folglich bedeutet dies, dass keine genauen Angaben über Ausführungsform in Form von Plänen oder Skizzen vorliegen, sondern nur Ziele und Zwecke der Immobilie feststehen. Eine genaue Berechnung ist also nicht möglich. Zum Ermitteln der Kosten können zwei verschiedene Methoden herangezogen werden. Zum einen können mittels vorgegebenem Budget eine höchstmögliche Rendite, also maximale Mieterträge und Wertsteigerungen, angestrebt werden. Dies ist mit dem Maximalprinzip zu vergleichen. Zum anderen soll das Nutzerbedarfsprogramm mit dem geringsten Einsatz von Mitteln

-

¹³ Vgl. ebd., S. 113-116

erfüllt werden. Dabei spricht man vom sogenannten Minimalprinzip. Die letztendliche Summe wird nach den Kosten für das Grundstück und der damit verbundenen Erschließung getrennt und die Bauwerkskosten an sich ermittelt. Zu den Bauwerkskosten gehören jegliche Kosten der Ausstattung des Rohbaus, die Außenanlagen und die Nebenkosten. Diese Werte können aus bereits erstellten Bauten entnommen werden oder aus Fachtabellen abgelesen werden.¹⁴

Grundsätzlich ist noch hinzuzufügen, dass der Kostenrahmen laut Leistungsphasen der HOAI keine gesetzlich vorgeschriebene Leistung des Architekten ist. Da im Rahmen dieser Arbeit eine ganzheitliche Analyse über den gesamten Bauzyklus betrieben wird, muss der Kostenrahmen aber erwähnt werden, da er Teil der Projektentwicklung und somit ein Teil des Lebenszyklus ist. 15

Die Kostenfeststellung listet die tatsächlichen Kosten, welche bis dato entstanden sind, auf. Eine Beeinflussung der Kosten ist ab diesem Zeitpunkt nicht mehr möglich. Sie dient allein zum Vergleich zwischen Kostenanschlag bzw. vertraglich festgelegten Leistungen und der tatsächlichen Ausführung. Sollten Fehler in der Abrechnung der einzelnen Gewerke aufgrund von Rechenfehlern oder falsch ausgeführten Leistungen geleistet worden sein, müssen diese hier erkannt werden.

Die Kostenfeststellung stellt den Abschluss des Lebenszyklus in Bezug auf die Kostenermittlung dar. Um eine vollständige Kostenfeststellung anzufertigen, sind alle geprüften Abrechnungsunterlagen, wie Schlusszahlungen der ausführenden Gewerke, dem Architekten zu übergeben. Weiterhin werden alle Planungsunterlagen, wie die Ausführungspläne und Erläuterungen zur Ausführung, nötig. Sofern geleistet, müssen Nachweise der Eigenleistungen ebenfalls dem Architekten überreicht werden.

3.4 **Prozesse**

3.4.1 **Definition Prozess**

Übergeordnet betrachtet ist ein Prozess eine grafische, schematische Darstellung, die die logische Verknüpfung von Aufgaben und Tätigkeiten für die Erreichung eines definierten Zieles in Form eines "Produktes oder einer Dienstleistung" verdeutlicht. Hierzu verarbeitet ein Prozess Input-Informationen zu Output-Informationen. In den Natur- und Sozialwissenschaften ist der Prozess heute eine Bezeichnung für den gerichteten Ablauf eines Geschehens.

In betrieblich-organisatorischem Zusammenhang werden Prozesse auch als Geschäftsprozesse oder Wertschöpfungsprozesse bezeichnet; Beispiele hierfür sind u.a. Produktionsprozesse, Managementprozesse oder Informationsflussprozesse. In diesem Zusammenhang ist ein Prozess

 ¹⁴ Vgl. Diedrichs, 2006, S. 56-57
 ¹⁵ Vgl. Viering, Rodde & Zanner, 2015, S. 140-141

die logische Verknüpfung von Aufgaben und Tätigkeiten für die Erreichung eines definierten Zieles. Im Rahmen der Forschungsprojekte ermöglicht das prozessbasierte Arbeiten mit Fokus auf den Informationsfluss die Zuordnung klarer Verantwortlichkeiten und Abhängigkeiten.

3.4.2 Prozessinhalt

Allgemein leitet sich das Wort Prozess aus dem Lateinischen ab und bedeutet Fortgang bzw. Verlauf. Bis heute haben sich aus unterschiedlichen Sichten, wie beispielsweise der Natur- und Sozialwissenschaften, Wirtschaftsinformatik oder Managementlehre, verschiedene Auffassungen des Begriffs entwickelt. Daher kommt es beim Gebrauch in besonderem Maße auf den Kontext an.

In betrieblich-organisatorischem Zusammenhang werden Prozesse auch als Geschäfts- oder Wertschöpfungsprozesse bezeichnet. Beispiele hierfür sind u.a. Produktionsprozesse, Managementprozesse oder Informationsflussprozesse. Geschäfts- oder Wertschöpfungsprozesse sind eine Untergruppe der betrieblichen Prozesse im Allgemeinen und verkörpern die logische Verknüpfung von wertschöpfenden Aufgaben und Tätigkeiten, bei denen zur Erreichung eines definierten Zieles Input zu einem Output verarbeitet wird.¹⁶

Für die Forschungsprojekte zum Thema BIM ermöglicht das Arbeiten auf Grundlage von Prozessen die Analyse und Darstellung aktueller, als auch zukünftiger an der Methode BIM orientierter Informationsflüsse. Hieraus können die Definition für klare Abhängigkeiten herausgearbeitet werden. Bedingung hierfür ist jedoch die Zuordnung diverser Eigenschaften zu den jeweiligen Prozessen – sogenannte Prozess-attribute. Sie ermöglichen die Verknüpfung der Tätigkeiten mit Ressourcen wie Personen, Dokumenten etc. und berücksichtigen dabei stets den Blickwinkel, unter dem die Prozesslandschaft aufgebaut wird (Blickwinkel der Prozessbetrachtung). Zusammen mit den im BPM gängigen Prozessattributen wie Beschreibung, Ziel, Input und Output, hat sich mit der Aufstellung der Ist-Prozesse der folgende Aufbau als sinnvoll erwiesen:

• Beschreibung (Prozessbeschreibung)

Ausformulierte Zusammenfassung der jeweiligen Teilschritte eines Prozesses unter Berücksichtigung der weiteren Attribute (Hinweise/Auszüge/Zusammenfassungen).

Ziel (Prozess-Ziel)

¹⁶ Vgl. Koch 2011, S.1 f

_

Intention zur Durchführung des Prozesses im Hinblick auf das Ergebnis – den Output. Mittels strategischer Zielbezüge kann das Ziel eines Prozesses um übergeordneten Unternehmens-/Projektziele erweitert werden. Anmerkung: Der Bezug vom zu erzeugenden Output und zum übergeordneten Blickwinkel der Prozessbetrachtung spielt dabei eine maßgebliche Rolle.

• Input (Informationsinput)

Für die Weiterverarbeitung in einem Prozess benötigte Informationen, die innerhalb der betrachteten Wertschöpfungskette erzeugt werden.

• Mitgeltende Informationen

Zusätzliche, für die Weiterverarbeitung des Inputs innerhalb eines Prozesses benötigte Informationen, die <u>nicht</u> der betrachteten Wertschöpfungskette entspringt.

• Output (Informationsoutput)

Aus einem Prozess entstehendes Erzeugnis. Output-Objekte enthalten Statuts die den Stand des Output-Objektes ausweisen. Folgende Status wurden für Ebene 3 Outputs vergeben:

- 1. Bearbeitung: Erster Schritt einer sphäreninternen Bearbeitung
- o 2. Bearbeitung: Zweiter Schritt einer sphäreninternen Bearbeitung
- o 3. Bearbeitung: Dritter Schritt einer sphäreninternen Bearbeitung
- o 4. Bearbeitung: Vierter Schritt einer sphäreninternen Bearbeitung
- o 5. Bearbeitung: Fünfter Schritt einer sphäreninternen Bearbeitung
- o 6. Bearbeitung: Sechster Schritt einer sphäreninternen Bearbeitung
- Geteilt: Sphärenübergreifend bereitgestelltes Output-Objekt zur weiteren Bearbeitung, Freigabe, Archivierung innerhalb einer weiteren Sphäre.
- Freigegeben: Durch die Bauherren-Sphäre zu erteilender Status zur finalen sphäreninternen- und -übergreifenden Verwendung
- Genehmigt: Von der Aussichts- und Genehmigungs-Sphäre erteilte Genehmigung
- Archiviert: Endstatus innerhalb des Prozessmodells nicht weiter bearbeitete Output-Objekt

Für einen Ebene 5 Output sind nachfolgende Status festgelegt worden:

- Leer: Ein Merkmal wird als Platzhalter angelegt. Es enthält keinen Wert, es wird aber im weiteren Projektverlauf noch gefüllt werden.
- Vorläufig: Der Wert eines Merkmals wird zur weiteren Projektbearbeitung vorläufig, mit der Option auf Änderung, hinterlegt.
- o 1. Bearbeitung: Erster Schritt einer sphäreninternen Bearbeitung
- Definiert: Der Wert eines Merkmals wird zur weiteren Projektbearbeitung, ohne
 Option auf weitere Änderung, festgelegt.
- Endgültig: Der Wert eines Merkmals wird aus dem Ist-Zustand übernommen und ist damit unumstößlich
- Freigegeben: Durch den Auftraggeber zu erteilenden Statuts zur finalen Verwendung.

Prozessverantwortlicher

Im Rahmen der betrachteten Wertschöpfungskette für einen konkreten Prozess verantwortliche Rolle.

Hilfsmittel

Für die Durchführung eines Prozesses benötigte Gegenstände bzw. Hard- oder Software

• Zeitpunkt (Ab und bis wann)

Beziehung des Prozesses zu Vorgänger- und Nachfolgerbeziehungen sowie terminierte Ergänzungen.

Die nachstehende Grafik veranschaulicht den Zusammenhang der Attribute mit Fragestellungen zu einem Prozess (Abbildung 5). Ergänzend zu den oberen Eigenschaften sind dabei noch Beginn und Ende aufgeführt. Der Beginn steht dabei für den frühestmöglichen Start und bezieht sich damit auf den Abschluss aller Vorgänger. Dementsprechend gibt das Ende wiederum den frühestmöglichen Start der Nachfolger an. Prinzipiell sind die beiden Werte auch Attribute eines Prozesses, sie ergeben sich jedoch rein aus den Abhängigkeiten der Tätigkeiten untereinander. Sie nehmen somit eine Sonderrolle ein, da sie logisch bedingt sind bzw. nicht frei bestimmt werden können. Auf Grund dessen werden sie in der Liste weiter oben ausgelassen.

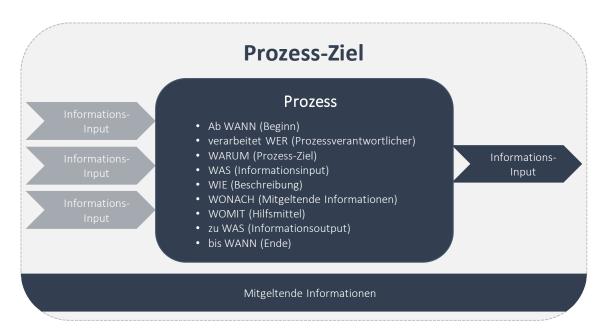


Abbildung 5: Schematischer Prozessinhalt

3.4.3 Prozessmodelle und Prozessfluss

Der Begriff des Prozessmanagements oder auch Business Process Management (BPM) wird oft in engem Zusammenhang mit der Informationstechnologie verstanden.¹⁷ Auf Grund dessen liegt eine Betrachtung der Fragestellungen mit dem Forschungsschwerpunkt Building Information Modeling auf der Basis von Prozessmodellen nahe. Prozessmodelle beschreiben "[...] vereinfachte Abbildungen von Prozessen in einem Unternehmen oder zwischen Unternehmen [...]" und "[...] stellen die chronologisch-sachlogische Abfolge von Tätigkeiten dar."¹⁸ Ein wesentlicher Aspekt

¹⁷ Vgl. Schmelzer & Sesselmann, 2013, S. 51

¹⁸ Entnommen: Koch 2011, S. 47

ist der Zweck der Prozessbetrachtung – der Blickwinkel. Im Wesentlichen können folgende Betrachtungsweisen unterschieden werden:

Strategische Prozessmodelle

"Ein strategisches Prozessmodell beschreibt den Ablauf so kompakt wie möglich. Das Ziel ist eine grobe Darstellung des Prozesses von Anfang bis Ende. Der Betrachter kann auf einen Blick erkennen, für wen der Prozess welche Leistung erbringt und wie dies im Wesentlichen geschieht. Unter Umständen kann zusätzlich eine Zuordnung von Informationen, Systemen oder menschlichen Aufgabenträgern erforderlich sein, damit sich der Betrachter auch hierzu einen Überblick verschaffen kann."¹⁹

Operative Prozessmodelle

"Bildet die operativen Details der modellierten Prozesse in Form von fachlichen und technischen Flüssen ab. Die fachlichen Flüsse dienen den Prozessbeteiligten bzw. -verantwortlichen bei der täglichen Arbeit als Orientierung und Hilfestellung. Zudem sind sie die Grundlage für Prozessanalysen hinsichtlich einer Bewertung und Verbesserung von Abläufen. Und zum Dritten können sie den Ausgangspunkt für die technische Prozessumsetzung in Form von technischen Flüssen darstellen [...]."20

Fachlicher Prozessfluss

Beschreibt die Tätigkeiten auf einer rein fachlichen Ebene, unabhängig von technischen und nicht-technischen Hilfsmitteln. Existiert zusätzlich ein technischer Prozessfluss, beschränkt sich der fachliche Prozessfluss zumeist auf die von Menschen ausgeführten Schritte und bildet in Wechselwirkung mit dem technischen Prozessfluss das operative Prozessmodell.

Technischer Prozessfluss

Beschreibt die von Maschinen zu übernehmenden Tätigkeiten als Ergänzung des fachlichen Prozessflusses. Zumeist ist der technische Prozessfluss eine Übersetzung von zu automatisierenden Teilschritten des fachlichen Prozessflusses in Abläufe mit IT-Sprache.

Wie die Beschreibungen bereits verdeutlichen, bestehen unmittelbare Zusammenhänge zwischen den beiden Prozessmodellen und Prozessflüssen. Durch die kausale Einordnung entsteht

-

¹⁹ Entnommen: Freund & Rücker, 2014, S. 121

 $^{^{\}rm 20}$ Vgl. Freund & Rücker, 2014, S. 147

ein Schichtenmodell, welches zugleich zum Überblick bzw. zur Orientierung in einer gesamten Prozesslandschaft herangezogen werden kann. Das strategische Prozessmodell dient in diesem Aufbau als übergeordnete Gliederungsstruktur, in dessen Aufbau das operative Prozessmodell enthalten ist. Das operative Prozessmodell beinhaltet den eigentlichen fachlichen und technischen Prozessfluss (Abbildung 6).



Abbildung 6: Schichtenmodell Prozessmodelle und -flüsse²¹

Im Rahmen der Forschungsprojekte wurden ein strategisches als auch ein operatives Prozessmodell aufgebaut. Bei letzterem wird im Rahmen der Ist-Prozessanalyse alleinig der fachliche Prozessfluss abgebildet. Die Abbildung technischer Prozessflüsse sind infolge unternehmensinterner Anforderungen an konkrete Software-Strukturen zu speziell, um ein allgemeingültiges und zugleich praxistaugliches Vorgehen beschreiben zu können. Vielmehr kann der erstellte fachliche Prozessfluss von den jeweiligen Unternehmen als Grundlage herangezogen werden, einen individuellen technischen Prozessfluss daraus abzuleiten.

²¹ In Anlehnung an Freund & Rücker, 2014, S.168

4 BIM-Begriffe und Verständnis

4.1 Building Information Modeling

Der Begriff Building Information Modeling ist bis zum jetzigen Zeitpunkt in der einschlägigen Literatur nicht allgemeingültig definiert. Aus diesem Grund hat das Forschungsteam im Rahmen der Forschungsprojekte nachfolgenden Fokus festgelegt:

Building Information Modeling (BIM) bedeutet die Integration und Vernetzung aller **relevanten Daten** eines Bauwerks in einem virtuellen Datenmodell während des **gesamten Lebenszyklus**, also von der Konzeption, Planung und Realisierung bis zur Nutzung und zum Rückbau.

Die Betonung liegt zum einen auf der Relevanz der Daten, da es nicht darum geht, alle Bauwerksdaten im Rahmen eines Bauwerksinformationsmodells zu speichern und auszutauschen. Wesentlich ist die Frage, welche Daten wann mit welchem Detaillierungsgrad von wem erzeugt und an wen weitergegeben werden müssen. Die Beantwortung der Frage kann nur über die klare Zuordnung von Prozessen erfolgen. Zum anderen liegt der Fokus auf dem Begriff des Lebenszyklus, da es sich um relevante Daten des gesamten Lebenszyklus eines Bauwerkes handelt. In diesem Zusammenhang ist ebenfalls die Verknüpfung von Daten ein wesentlicher Aspekt, da nicht alle Daten zwangsläufig im Bauwerksinformationsmodell enthalten sein sollen und müssen.

Bei der Umsetzung der Methode BIM werden vier verschiedene BIM-Prinzipien unterschieden. Diese leiten sich aus den in der Matrix dargestellten waagerechten Kategorien "closed BIM", "open BIM", sowie der senkrechten Kategorien "little BIM" und "big BIM" ab (vgl. Abbildung 7).

Little Closed BIM:

Durchgängige Nutzung der Methode BIM innerhalb eines Unternehmens mit Softwareprodukten eines Herstellers und proprietärem Format für den Datenaustausch.

Big Closed BIM:

Durchgängige Nutzung der Methode BIM von allen am Lebenszyklus eines Bauwerks beteiligten Unternehmen mit einem Softwareprodukt eines Herstellers und proprietärem Format für den Datenaustausch.

Little Open BIM:

Durchgängige Nutzung der Methode BIM innerhalb eines Unternehmens mit Softwareprodukten verschiedener Hersteller und offenen Formaten für den Datenaustausch.

Big Open BIM:

Durchgängige Nutzung der Methode BIM von allen am Lebenszyklus eines Bauwerks beteiligten Unternehmen mit Softwareprodukten verschiedener Hersteller und offenen Formaten für den Datenaustausch.

BIM - Prinzipien	Closed BIM Ein Schnittstellenformat Ein Hersteller	Open BIM Offene Schnittstellenformate Unterschiedliche Hersteller
Little BIM Insellösungen/ separate Modelle	Little Closed BIM	Little Open BIM
Big BIM Gemeinsames Datenmodell mit Rollenverteilung	Big Closed BIM	Big Open BIM

Abbildung 7: BIM-Prinzipien

4.2 BIM-Ziel, BIM-Anwendung, BIM-Anforderung

Die Form der Anwendung der Methode BIM hängt stark von den jeweiligen Projekt- bzw. Organisationszielen ab. Aus diesem Grund ist es von großer Bedeutung BIM-Ziele festzulegen. Basierend darauf werden die entsprechenden BIM-Anwendungen bestimmt. Aus diesen BIM-Anwendungen werden wiederum Informationsanforderungen (BIM-Anforderungen) abgeleitet. Im Folgenden werden die Begriffe definiert.

4.2.1 BIM-Ziele

Durch den Einsatz der Methode BIM können aus den Blickwinkeln der verschiedenen Rollen der am Bau Beteiligten eine Vielzahl unterschiedlicher BIM-Ziele erreicht werden. In der internationalen Literatur werden BIM-Ziele auch als BIM-Goals bezeichnet. Um diese Ziele erreichen zu können, müssen die zur Umsetzung notwendigen BIM-Anwendungen und BIM-Anforderungen ebenfalls definiert werden.

Ein BIM-Ziel beschreibt das erwartete Ergebnis, welches mittels Durchführung eines Prozesses unter Anwendung der Methode BIM innerhalb einer Organisation oder eines Projektes erreicht werden soll. Es entsteht aus der Absicht heraus, einen größtmöglichen Nutzen bzw. Mehrwert für die Organisation oder das jeweilige Projekt zu erreichen. Die BIM-Ziele oder dessen Ableitungen sind als Bestandteil in den Auftraggeberinformationsanforderungen (AIA) (Kap. 4.3) festzulegen. BIM-Ziele können unterschiedliche Detailtiefen haben. Es werden BIM-Ziele durch die Bauherren-Sphäre definiert, die beispielsweise für den Eigentümer oder Investor von Interesse sind. Hierzu zählen z.B.:

- Höhere Kostensicherheit.
- Verbesserung der Planungsqualität zwischen verschiedenen Fachplanern.
- Unterstützung der Öffentlichkeitsarbeit.
- Übergabe definierter digitaler Daten an den Betrieb, die Instandhaltung und/oder die Anlagenbuchhaltung.

Des Weiteren können jedoch auch BIM-Ziele auf unteren Prozessebenen, die für den Baulogistiker auf der Baustelle von Interesse sind, definiert werden. Hierzu zählen z.B.:

- Verbesserte Lagerplatzplanung und -verwaltung, z.B. durch die Erzeugung der Lagerplätze basierend auf den im Modell erzeugten Räumen und Flächen und somit automatisierte Berechnung der nutzbaren Flächen/Volumina.
- Verbessertes Lagerplatzmanagement, z.B. durch die Zuordnung der im Modell erzeugten Lagerplätze zu den Lieferungen und automatisierte Berechnung der Auslastung der jeweiligen Plätze.

4.2.2 BIM-Anwendungen

Die Erreichung eines BIM-Ziels erfolgt anhand der Durchführung einer BIM-Anwendung. Unter einer BIM-Anwendung ist die Durchführung eines spezifischen Prozesses bzw. eines Arbeitsschrittes unter Anwendung der Methode BIM zu verstehen. BIM-Anwendungen stellen damit Konkretisierungen der zuvor definierten BIM-Ziele dar und können als solche in den AIA erfasst werden. In der internationalen Literatur werden BIM-Anwendungen auch als BIM-Uses bzw. BIM-

Cases bezeichnet. Nachfolgend sind BIM-Anwendungen aufgeführt, die das BIM-Ziel der verbesserten Planung verfolgen: z.B.:

- Modellprüfung (engl. Model checking): Unter einer Modellprüfung versteht man sowohl
 die Prüfung einzelner Fachmodelle als auch die Prüfung mehrerer Modelle auf Konformität durch Bildung von Koordinations- oder Aggregationsmodellen aus verschiedenen Teilmodellen. Die Durchführung der Modellprüfung kann regelbasiert erfolgen. Beispiele für
 teilweise automatisierbare Prozesse der Modellprüfung sind die Kollisionsprüfung oder
 das Code Compliance Checking.
- Kollisionsprüfung (engl. Clash detection): Bei der Kollisionsprüfung werden computergestützt geometrische Überschneidungen von Volumen-Modellelementen eines oder mehrerer Fachmodelle detektiert und dokumentiert, z.B. um Planungsfehler zu erkennen. (Hinweis: Modellelemente können auch erforderliche Arbeits- und/oder Transporträume und/oder Abstandszonen (z.B. baurechtlich oder arbeitssicherheitstechnisch) sein.)
- Normen- und Richtlinien-Prüfung (engl. Code Compliance Checking): Beim Code Compliance Checking erfolgt die Überprüfung von Modellen auf Übereinstimmung mit Anforderungen aus Normen und Richtlinien, zu denen auch die projektspezifisch definierten BIM-Anforderungen gehören können.

Ein BIM-Ziel zur "verbesserten Kontrolle der Planung mit der Bauausführung" kann z.B. durch folgende BIM-Anwendungen erreicht werden:

As-Built-Kontrolle: Bei der As-Built-Kontrolle wird ein As-Built-Modell auf Übereinstimmung mit dem Planungsmodell geprüft; sie entspricht einem klassischen Soll/Ist-Vergleich im Rahmen von Abnahmen und Abrechnungsprozessen. Infolge der hohen Datendetaillierung zum Planungsmodell kann die As-Built-Kontrolle in baubegleitende Kontrollprozesse eingebunden werden, z.B. durch unmittelbares Einpflegen von Liefer- oder Einbaudaten zur automatisierten Abgleichkontrolle auf Übereinstimmung mit den Anforderungen aus dem Planungsmodell.

4.2.3 BIM-Anforderungen

Zur Vereinheitlichung und Reglementierung der Arbeitsweise im Rahmen der Methode BIM bzw. der Umsetzung einer bestimmten BIM-Anwendung sind sogenannte BIM-Anforderungen festzu-

legen. Die BIM-Anforderungen setzen sich zusammen aus Verantwortlichkeiten, Zeitpunkten (Informationsliefermeilensteine), Informationsanforderungen und Anforderungen an die Datenstruktur.

Im Rahmen der Informationsanforderungen ist festzulegen, wer welche Informationen wann in welchem Detaillierungsgrad und in welchem Format benötigt. BIM-Anforderungen können als Konkretisierung in den AIA aufgenommen werden. Es sind dementsprechend beispielsweise Festlegungen bzgl. folgender Aspekte zu treffen:

- Informationsinhalt und -tiefe (z.B.: Welche Informationen müssen zu welchem Zeitpunkt vorhanden sein? Welche Informationen müssen in Form von Objekten visualisiert werden? Wie detailliert muss ein Objekttyp zu einem bestimmten Zeitpunkt modelliert sein?)
- Verantwortlichkeiten (die für den Informationsaustausch verantwortlichen Parteien)
- Zeitpunkt der Informationsübergabe (von wann bis wann)
- Informationsstrukturen (Informationsübergabeformate)

Durch Niederlegung der Informationsanforderungen wird passend zu der vorgegebenen Projektaufbauorganisation, d.h. der vorgegebenen Rollenverteilung, festgelegt, welche Anforderungen an den Informations-Output einer BIM-Anwendung gestellt werden, sodass der im BIM-Prozess nachgelagerte Akteur diesen Informations-Output als Input für seine durchzuführende BIM-Anwendung nutzen kann. Im Rahmen der Anforderungen bezüglich der Datenstruktur sind auszugsweise folgende Festlegungen zu treffen:

- Datenbankstrukturen
- Ausgabestrukturen
 - Leistungsverzeichnisse
 - o Terminpläne
- Modellstrukturen
 - Modellierungswege/-standards
 - Modellunterteilungen

- Objektbeziehungen
- Bauteilkonventionen

4.2.4 Schematischer Zusammenhang zwischen BIM-Ziel, BIM-Anwendung und BIM-Anforderung

Grundsätzlich besteht ein BIM-Ziel somit aus BIM-Anwendungen und deren BIM-Anforderungen. Mit Bezug auf das neutrale Schema eines Prozessinhaltes können die spezifischen Aspekte BIM-Ziel, -Anwendung und -Anforderung innerhalb dessen zugewiesen und somit voneinander abgegrenzt werden. Der Informationsoutput eines Prozesses entspricht dem definierten BIM-Ziel, faktisch dem Beweggrund dessen Durchführung. Die Prozessinhalte der Zeitkomponente *Wann*, die Prozessverantwortlichkeit *Wer*, die Beschreibung der Durchführung *Wie* und dessen Ende *Bis wann* entsprechen der BIM-Anwendung. Für deren Umsetzung benötigt der Verantwortliche Informationsinput, das, *Was* aus einem vorgelagerten Prozess von einer dafür verantwortlichen Rolle unter Beachtung möglicher mitgeltenden Informationen als BIM-Anforderungen erzeugt wird. Nachfolgende Abbildung zeigt den schematischen Zusammenhang zwischen BIM-Ziel, BIM-Anwendung und BIM-Anforderung auf.

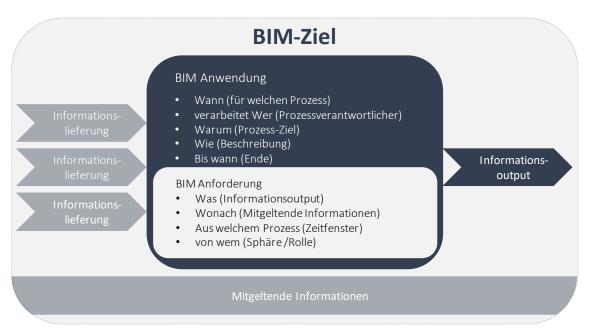


Abbildung 8: BIM-Prozessinhalt – BIM-Ziel, -Anwendung und –Anforderung

Ein BIM-Ziel, wie beispielsweise die verbesserte Planung, kann aus mehreren BIM-Zielen bestehen. Das übergeordnete BIM-Ziel einer Verbesserung der Planung setzt sich somit bspw. aus der Umsetzung der BIM-Anwendungen der Kollisionsprüfung, Visualisierung und virtuellen Begehung zusammen. Aus Sicht eines weiteren Projektbeteiligten kann die alleine Umsetzung einer dieser

BIM-Anwendungen hingegen ebenfalls ein BIM-Ziel darstellen. Nachfolgendes Beispiel zeigt den Zusammenhang zwischen BIM-Ziel, -Anwendung- und Anforderung auf:

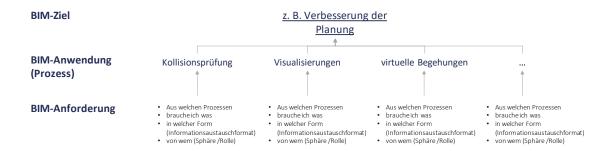


Abbildung 9: Zusammenhang BIM-Ziel, BIM-Anwendung, BIM-Anforderung am Beispiel des BIM-Ziels "Verbesserung der Planung"

Angelehnt an dieses Beispiel bestehen BIM-Ziele durchaus aus verschiedenen BIM-Anwendungen. Daraus resultiert eine Erweiterung des schematischen Prozessbaukastens: Das grundlegende Schema eines BIM-Zieles wird zur Erreichung eines übergeordneten BIM-Zieles dupliziert. Das bedeutet, dass der Output eines untergeordneten BIM-Zieles der Input für mehrere weitere Ziele seine kann (Abbildung 10).

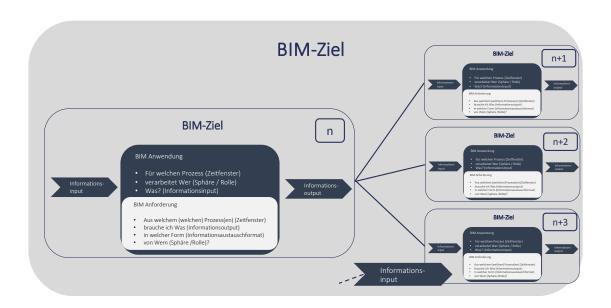


Abbildung 10: Zusammenhang BIM-Ziel vom "kleinen" zum "großen"

4.3 Auftraggeber-Informations-Anforderungen

Der Begriff Auftraggeber-Informations-Anforderungen (AIA) wurde aus dem englischen Begriff employer's information requirements ins Deutsche übersetzt. Im Rahmen der Bearbeitung der

Forschungsvorhaben wurde folgende Definition gemäß des Stufenplans (Kap. 5.2.3) aufgenommen:

"Der Auftraggeber hat in seinen 'Auftraggeber-Informations-Anforderungen' (AIA) genau festzulegen, welche Daten er wann benötigt. Dazu gehören insbesondere Angaben, wann, in welcher Detailtiefe und in welchem Format die angeforderten Daten geliefert werden sollen, damit der Auftraggeber auf der Grundlage dieser Daten ggf. notwendige Entscheidungen fällen kann. Die angeforderten Daten sollten nicht nur die geometrischen Maße, sondern auch weitere für ihn relevante Bauwerks- bzw. Bauteilattribute wie eingesetzte Baustoffe mitsamt deren Eigenschaften (z.B. Wärmedurchlässigkeit, Schallschutzeigenschaften oder den ökologischen Fußabdruck) umfassen."²²

Als Auftraggeber tritt automatisch diejenige Partei auf, die AIA mit deren Auftragnehmern vereinbart, somit kann dies der Bauherr gegenüber seinem Planer oder aber der Planer sowie das bauausführende Unternehmen gegenüber dessen Nachunternehmen sein.

In Bezug auf das klassische Projektmanagement ist die BIM-spezifische AIA mit dem Lastenheft²³ zu vergleichen. Im Sinne des Projektmanagements umfasst das Lastenheft die [...] *vom Auftraggeber festgelegte Gesamtheit der Forderungen an die Lieferungen und Leistungen eines Auftragnehmers innerhalb eines (Projekt-)Auftrags.*²⁴ Einheitliche Vorlagen und definierte Inhalte in Bezug auf die AIA bestehen derzeit nicht. Gemäß dem Stufenplan soll in Zukunft neben der AIA der "BIM-Abwicklungsplan" (BAP) die Basis einer projektbezogenen BIM-Zusammenarbeit bilden.

Schritt	Zeitpunkt	Dokument (Ersteller)	Auszugsweise Inhalte
1	Projektentwicklung des AG	AIA / Lastenheft (Ersteller AG)	BIM-Ziele und erste Beschreibung, wer wem welche Informationen wann und in welcher Form wie zur Verfügung stellt.

Abbildung 11: Kurzübersicht AIA

²² Entnommen: BMVI, 2015, S. 9

²³ Die Begrifflichkeiten Lasten- u. Pflichtenheft sind Bestandteil der DIN 69901-05 (Projektmanagement – Projektmanagementsysteme, Teil 5)

²⁴ Entnommen: DIN 69901-05:2009-01, S. 9

4.4 BIM-Abwicklungsplan

Der Begriff BIM-Abwicklungsplan (BAP) wurde aus dem englischen Begriff BIM execution plan ins Deutsche übersetzt. Im Rahmen der Bearbeitung der Forschungsvorhaben wurde die folgende Definition aufgenommen:

"Der Prozess zur Herstellung der geforderten Daten ist unter Festlegung aller dafür notwendigen Rollen, Funktionen, Abläufe, Schnittstellen, Interaktionen sowie der genutzten Technologien in einem sog. "BIM-Abwicklungsplan" (BAP) zu definieren. [...] Der BAP legt z.B. fest, wie oft und wann Planungsbesprechungen und Zusammenführungen der Fachmodelle mit Kollisionsprüfungen stattfinden, welche Teile der Planung bis wann in welcher Detailtiefe geliefert werden müssen sowie wann und in welchem Umfang Visualisierungen, Mengenermittlungen, Simulationen technischer Anlagen, Lebenszyklusbetrachtungen usw. durchzuführen sind. Damit stellt der BAP den Fahrplan eines jeden BIM-Projekts bezüglich der Erstellung, Weitergabe und Verwaltung von Daten dar."25

In Bezug auf die Normierung des "klassischen" Projektmanagements besteht in diesem Zusammenhang das sog. Pflichtenheft. Das Pflichtenheft umfasst die "[...] vom Auftragnehmer erarbeiteten Realisierungsvorgaben auf der Basis des vom Auftraggeber vorgegebenen Lastenheftes." ²⁶ Hiermit weist der Auftragnehmer dem Auftraggeber gegenüber nach, wie die im Lastenheft geforderten Anforderungen umgesetzt werden sollen. Entsprechend ist das Pflichtenheft eine Konkretisierung des vom AG definierten Lastenheftes und mit dem BAP vergleichbar. Eine einheitliche Vorlage und definierte Inhalte in Bezug auf den BAP bestehen derzeit noch nicht.

Schritt	Zeitpunkt	Dokument (Ersteller)	Auszugsweise Inhalte
1	Projektentwicklung des AG	AIA / Lastenheft (Ersteller AG)	BIM-Ziele und erste Beschreibung, wer wem welche Informationen wann und in welcher Form wie zur Verfügung stellt.
2	Vergabe an den AN	BAP / Pflichtenheft (Vorlage ggf. AG; Ausfüllen AN)	Konkretisierung der Anforderungen der AIA bspw. durch Ausfüllung einer BAP-Vorlage in Bezug auf verwendete Datenaustauschformate, ergänzende Anwendungen, Rollenzuweisungen.
3	Fortlaufend nach Beauftragung des AN	BAP (Ersteller AG/AN)	Konkretisierung und Fortschreibung nach Bedarf, bspw. bei der Einbindung weiterer Beteiligter / einer stufenweisen Beauftragung.

²⁵ Entnommen: BMVI, 2015, S. 10

²⁶ Entnommen: DIN 69901-05:2009-01, S. 10

4.5 Informationsaustausch und Datenmanagement

Die vereinbarten Inhalte aus AIA und BAP müssen für jedes Projekt technisch umgesetzt werden. Der zentrale Ort zum Sammeln, Verwalten und Verteilen aller vereinbarten Informationen in Form von Daten (Kap. 3.3) wird als gemeinsame Datenumgebung oder auch CDE bezeichnet. Sie sollte die einzige Bezugsquelle der Informationen für die Projektbeteiligten darstellen, um beispielsweise nicht vorgesehene Parallelitäten bei Bearbeitungsständen zu vermeiden. Dazu werden Funktionen und Regeln definiert, die bei der Umsetzung einzuhalten sind. Die wesentlichen Funktionalitäten einer CDE sind nachfolgend beschrieben.

4.5.1 Datenhaltung

Die festgelegten Strukturen müssen es ermöglichen, die für das Bauwerk als relevant definierten Daten zu verwalten. Dabei durchlaufen diese pauschalisiert den hier beschriebenen Prozess.

In Abhängigkeit des Konzepts zur projektbezogenen Zusammenarbeit müssen die Informationen mitunter zunächst in die CDE eingespielt werden. Die dafür benötigten Schnittstellen sind Teil der Planung einer gemeinsamen Datenumgebung und werden auf die Formate der Daten zugeschnitten. In Abhängigkeit der Umsetzung (z.B. in Form eines Projektraums) existieren bereits von den Herstellern vordefinierte Schnittstellen. Darüberhinausgehende sind bezüglich ihres Erstellungsbzw. Einrichtungsaufwandes im Vorfeld gegen mögliche Alternativen, wie die Nutzung anderer Dateiformate, abzuwägen.

In jeder CDE bedürfen unterschiedliche Stände der Daten einer Versionierung. Die konkrete Umsetzung sollte dabei einem beschriebenen Schema folgen und automatisiert erfolgen. Wie die Kennzeichnung der jeweiligen Daten konkret erfolgt, ist nicht standardisiert und kann frei bestimmt werden. Zu bedenken ist allerdings die lange Lebensdauer eines Bauwerks und die daraus folgende Möglichkeit einer häufigen Überarbeitung von Datenständen. Somit sollte auch die gewählte Kennzeichnung zur Versionierung entsprechend aufgebaut sein.

Die gemeinsame Datenumgebung kann über die evtl. gegebene Vielzahl der Projektbeteiligten, die ggf. vorhandene Komplexität des Bauwerks und die mitunter entstehenden Bearbeitungsstände eine große Menge Daten enthalten. Zur Auffindung von benötigten Informationen sind daher eine Indizierung zur Suche und eine durch den Benutzer anpassbare Filterung der Inhalte vorzusehen. Sie ermöglichen es auch über den Lebenszyklus des Bauwerks hinweg, angefragte Daten aus der CDE zu entnehmen.

Ein wesentlicher Aspekt bei der Methode BIM ist neben der Durchgängigkeit der Informationen die Verknüpfung dieser untereinander. Dementsprechend muss die gemeinsame Datenumgebung über Funktionalitäten zur Verknüpfung von Daten verfügen. Die zentrale Rolle spielt hierbei in Bezug auf BIM der Globally Unique Identifier (GUID). Dabei handelt es sich um eine Zeichenkette mit 36 Zeichen, die jedes damit versehene Objekt eindeutig identifizierbar macht. Über die Verknüpfung der jeweiligen GUIDs lassen sich Objekte in der CDE dauerhaft miteinander in Beziehung setzen.

Schlussendlich müssen Daten in der gemeinsamen Datenumgebung über die Lebensdauer des Bauwerks les- und interpretierbar archiviert werden können. Dies dient dazu, die Datenmenge über eine entsprechende Verdichtung zu reduzieren und somit die Ressourcen zu schonen. Zu beachten ist hierbei insbesondere die Lesbarkeit von proprietären Dateiformaten, da Softwarehersteller die Kompatibilität i.d.R. nicht über den Zeitraum der Lebensdauer eines Bauwerks gewährleisten.

4.5.2 Datennutzung

Neben der reinen Datenhaltung ist auch die Datennutzung durch die Projektbeteiligten bei der Planung einer CDE zu beachten. Die dabei durchgeführten Aufgaben bzw. Prozesse werden über sogenannte Workflows abgebildet. Sie dienen dazu, den Bearbeiter durch vordefinierte Abläufe mit beispielsweise Eingabemasken zu leiten. Dadurch sollen zum einen Hilfestellungen gegeben, zum anderen Fehlerquellen ausgeschlossen werden. Darüber hinaus können über Workflows auch Erinnerungen an zu erledigende Aufgaben automatisiert werden, die die Einhaltung des festgelegten Terminplans fördern und das Projektmanagement entlasten.

In engem Zusammenhang mit den abzubildenden Prozessen und damit den Workflows stehen die Zugriffsrechte. Sie steuern, welcher Projektbeteiligte welche Abläufe ausführen kann und auf welche Dateien bzw. Bereiche dafür zugreifen kann. Dazu werden zumeist entsprechende Rollen für ein Projekt definiert, die über Verantwortlichkeiten den jeweiligen Prozessen zugeordnet sind. Über eine weitere Zuordnung von Projektbeteiligten zu den definierten Rollen können dann vereinfacht Freigaben und Zugriffsrechte vergeben werden. Sie sind wesentlicher Bestandteil der BAP.

4.6 Modellbasierter Informationsaustausch

Dem Datenaustausch kommt im Zusammenhang mit der Methode BIM eine gesteigerte Bedeutung zu, da häufig eine Vielzahl unterschiedlicher Beteiligter im Lebenszyklus eines Bauwerks daran mitwirken. In Bezug auf den Datenaustausch kann unterschieden werden,

• ob die Daten innerhalb einer Softwarefamilie mit funktionierenden, teilweise auch produktabhängigen Schnittstellen (nativ) ausgetauscht werden,

- ob die Daten über offene standardisierte Schnittstellen, wie z.B. Industry Foundation Classes (IFC) oder aber
- über einen direkten Zugriff auf Datenbanken ausgetauscht werden.

Langfristig und global betrachtet ist dabei der Weg über offene Standards zu präferieren, da diese heterogenen Unternehmenskulturen fördern. Nachfolgend sind beispielhaft einige der aktuell verfügbaren offenen und nativen Dateiformate beschrieben (Tabelle 2).

Tabelle 2: Beispielhafte Dateiformate

XML	Die Extensible Markup Language (XML) ist eine Auszeichnungssprache zur Darstellung
	hierarchisch strukturierter Daten in Form von Textdateien. Ein XML-Dokument besteht
	aus Textzeichen, im einfachsten Fall in ASCII-Kodierung, und ist damit menschenlesbar.
	Binärdaten enthält es nicht.
GAEB DA XML	GAEB DA XML ist ein vom Gemeinsamen Ausschuss Elektronik im Bauwesen (GAEB)
	definiertes Datenaustauschformat zum Datenaustausch (DA) in definierten Austausch-
	prozessen über sogenannte GAEB-Schnittstellen.
REB	Die Regelungen für die Elektronische Bauabrechnung (REB) beschreiben die Berech-
	nungsmethoden und Methoden zum Austausch von Daten zur Mengenermittlung. Sie
	finden Verwendung in Zusammenhang mit den Datenaustauschprozessen nach GAEB,
	vgl. GAEB DA XML.
	ight G/123 D/t/time.
IFC	IFC ist als XML-basiertes Austauschformat eine hersteller- und länderübergreifende
	Schnittstelle für den modellbasierten Daten- und Informationsaustausch in allen Pla-
	nungs-, Ausführungs- und Bewirtschaftungsphasen. Der building-SMART e.V. entwickelt
	und etabliert IFC als offenen Standard für das Bauwesen. IFC ist unter ISO 16739 als
	internationaler Standard registriert. IFC steht für Industry Foundation Classes.
CPI XML	CPI XML ist als XML-basiertes Austauschformat ein herstellerspezifisches Datenformat
J	der RIB Software AG zur Integration von BIM-Daten der Planungsphase mit BIM-Daten
	der AVA- und Ausführungsprozesse mittels Nutzung von CPI XML-Schnittstellen in un-
	terstützenden Softwareprodukten. CPI steht für Construction Process Integration.
	,

0 0

BCF XML ist ein offenes XML- basiertes Datenformat zur Unterstützung der Workflow-
Kommunikation in BIM- Prozessen, welches den Austausch von Nachrichten und Ände-
rungsanforderungen zwischen BIM- Viewern und BIM-Software unterstützt. BCF steht
für BIM Collaboration Format.

4.6.1 Model-View-Definition

Mit IFC werden sowohl geometrische Daten als auch alphanumerische Daten (sogenannte Attribute) über bspw. Angaben zu den Bauteileigenschaften in einem virtuellen Modell software-neutral beschrieben und ausgetauscht. Das Format ist in der Version IFC4 als ISO/PAS 16739 zertifiziert. Die hierzu notwendige Strukturierung und Eigenschaft wird durch den buildingSMART e.V. sichergestellt.

Mit dem Austausch über das IFC-Format kann eine Vielzahl von Attributen in einem Bauwerksinformationsmodell aus der Modellierungssoftware übermittelt werden. In Abhängigkeit von der jeweiligen BIM-Anwendung ist es jedoch nicht immer notwendig oder gewollt, alle Informationen in ein IFC zu exportieren. Dies kann sowohl durch die Verantwortlichkeiten der oder die Datenmengen für die nachfolgende BIM-Anwendung bedingt sein. Vielmehr gilt es, die für den jeweiligen Anwendungsfall konkret geforderten und im Vorfeld definierten Daten zu übermitteln. Diese Teilmenge des Gesamtmodells wird als Subset oder auch Model-View-Definition (MVD) bezeichnet.²⁷ Im Zuge der (Weiter-) Entwicklung von IFC wurden folgende Views veröffentlicht²⁸:

- IFC2x3 Basic FM HandOver View
- IFC2x3 Structural Analysis View
- IFC2x3 Coordination View
- IFC4 Reference View (hervorgegangen aus IFC2x3 Coordination View)
- IFC4 Design View (hervorgegangen aus IFC2x3 Coordination View)

4.7 Arten von Bauwerksinformationsmodellen

Im Folgenden werden unterschiedliche Modelltypen beschrieben. Sie grenzen sich entweder nach fachlichen Disziplinen oder technischen Gesichtspunkten voneinander ab.

²⁷ Vgl. buildingSMART e.V., 2019

²⁸ Vgl. buildingSMART International, Ltd, 2019

4.7.1 Fachmodell

Ein Fachmodell ist ein Gesamt- oder Teilmodell, das Informationen für Anwendungen einer bestimmten Disziplin oder eines bestimmten Gewerks fokussiert. Beispiele hierfür sind das Architekturmodell, das Tragwerksmodell und das TGA-Modell. Im Zuge der Gewerkekoordination oder Kollisionsprüfung können je nach Bedarf Stände mehrerer Fachmodelle zu einem Koordinationsmodell zusammengeführt und auf Konsistenz geprüft werden.

Im Zuge eines Bauprojektes entstehen in Abhängigkeit der in AIA und BAP festgelegten BIM-Anwendungen diverse Fachmodelle. In der nachfolgenden Grafik sind die wesentlichen Typen grob den Leistungsphasen nach HOAI zugeordnet (Abbildung 13). Die darin enthaltenen Modellebgriffe spiegeln entweder entsprechende Planungsstände wider oder sind Fachmodelle, die im weiteren Verlauf des Kapitels näher beschrieben sind.

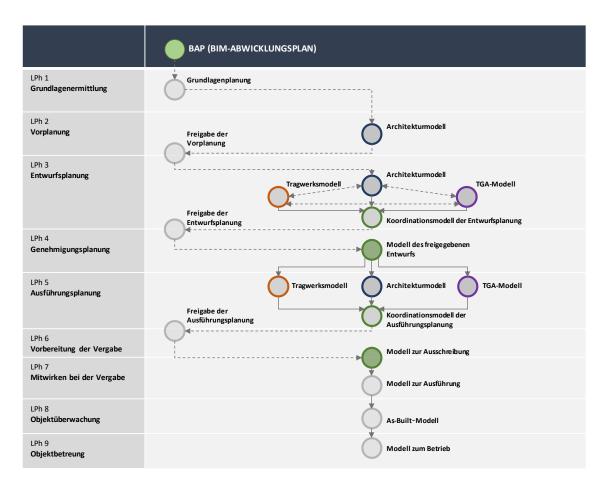


Abbildung 13: Zuordnung der Fachmodelle zu Leistungsphasen nach HOAI

4.7.2 Gesamtmodell

Im Gegensatz zu Teil- oder Fachmodellen beinhalten Gesamtmodelle alle relevanten Projektinformationen aller Disziplinen und Teile. Dies ist beispielsweise zu Zwecken der Dokumentation bei Projektabschluss der Fall.

4.7.3 Architekturmodell

Das Architekturmodell stellt ein zentrales Modell unter den Fachmodellen dar und ist ein Bauwerksinformationsmodell zur digitalen Abbildung der Architektur. Es ist in der Regel das erste Bauwerksinformationsmodell, das während der Planungsphase erstellt wird und dient meist als Grundlage zur Integration der Planung anderer Fachplaner. Es bildet damit die Vorgabe, an der sich die Modelle anderer Fachplaner ausrichten.

Die visualisierte Form des Architekturmodells trägt insbesondere beim Bauherrn, aber auch bei allen anderen Projektbeteiligten, zu einem verbesserten Entwurfsverständnis bei und fördert damit die Kommunikation. Ergänzungen und Änderungswünsche sowie ihre Konsequenzen lassen sich sehr anschaulich erklären. Das Architekturmodell ist die Datenquelle für Flächenauswertungen, Energieberechnungen, Mengenmodelle, Bauteillisten, Unterstützung der Ausschreibung, erste Regelüberprüfung auch innerhalb des "eigenen" Modells bis hin zur späteren Kollisionsprüfung im Koordinationsmodell. Das Architekturmodell kann sich zusammensetzen aus bspw. einem Raummodell, einem Rohbaumodell, einem Ausbaumodell, einem Fassadenmodell sowie einem Umgebungsmodell, welches die Gestaltungselemente der Landschaftsarchitektur darstellt und das Objekt in den städtebaulichen Kontext stellt.

4.7.4 Tragwerksmodell

Das Tragwerksmodell stellt alle tragwerksrelevanten Bauteile dar. Es stellt sicher, dass durch den Ingenieur festgelegte Bauteilabmessungen und Bauteilgüten korrekt erfasst sind und mit dem Architekturmodell übereinstimmen.

Konflikte mit Leitungen und Systemen der Gebäudetechnik können frühzeitig erkannt und behoben werden. Ebenso wird frühzeitig deutlich, ob die tragenden Bauteile in ihren Abmessungen korrekt im Architekturmodell übernommen wurden.

Das Tragwerksmodell bildet für den Ingenieur die Grundlage zur Erstellung der Schalungspläne und zur Ermittlung von Massen und Mengen. Ob die Erstellung eines Bewehrungsmodells sinnvoll ist, muss projektspezifisch beurteilt werden. Ein weiteres Fachmodell der Tragwerksplanung kann das Modell der Baugrube sein.

4.7.5 TGA-Modell

Die Gebäudetechnik kann sich in die Modelle ihrer einzelnen Fachgewerke wie Elektro, Sanitär, Heizung, Kälte, Lüftung, Sprinkler und gegebenenfalls Gebäudeautomation gliedern. Die Koordination unter diesen Fachmodellen obliegt in diesem Fall dem Fachkoordinator der Gebäudetechnik. Grundlage für die Gebäudetechnikmodelle ist das Architekturmodell. Die Modelle stellen ausschließlich die Systemeinheiten, involvierte Anlagen und Komponenten ihrer Fachgewerke dar. Diese sind derart logisch miteinander zu verknüpfen, dass daraus Erkenntnisse zu den Abhängigkeiten erlangt werden können.

4.7.6 Flächenmodell

Es gibt unterschiedliche technische Methoden, die Geometrie in Bauwerksinformationsmodellen zu erzeugen und zu beschreiben. Bei Flächenmodellen wird eine Oberfläche über zusammengesetzte Teilflächen beschrieben. Ein wesentliches Einsatzgebiet ist daher die Abbildung der Topologie in Form digitaler Geländemodelle.

4.7.7 Volumenmodell

Im Gegensatz zu Flächenmodellen beschreiben Volumenmodelle Volumenkörper über eine geschlossene Geometrie. Eine wesentliche Form der Umsetzung in Bezug auf die Methode BIM stellt die sogenannte boundary representation (Brep) dar. Dabei werden die Volumenkörper über ihre äußeren Kanten beschrieben.

4.7.8 Teilmodell

Das Teilmodell ist ein nach projektspezifischen Gesichtspunkten auf einen Ausschnitt reduziertes Bauwerksinformationsmodell. Es kann je nach Grundlage ein Teil einer der anderen in diesem Abschnitt beschrieben Modelltypen sein. Ausschlaggebend für die Aufteilung können beispielsweise eine räumliche oder zeitliche Trennung von Projektabschnitten oder die Dateigröße sein.

4.7.9 Koordinierungsmodell

Das Koordinierungsmodell stellt ein entscheidendes Modell im Planungsablauf dar. Man versteht darunter das Zusammenführen von bestimmten Ständen von Fachmodellen. Dies dient beispielsweise dazu, am zusammengefügten Modell Überprüfungen zu Kollisionen und Projektanforderungen vornehmen zu können. Für Phasenabschlüsse und für Datenauszüge an die Bauherrschaft stellen Aggregations- und Koordinierungsmodelle entsprechend ihrem Fertigstellungsgrad die geforderten Planungsinformationen dar. Auch für vorab vereinbarte Zwischenkontrollen bildet

das Aggregations-/Koordinierungsmodell die Grundlage, auf der frühzeitig Regelüberprüfungen, Kollisionen und Abstimmungen erfolgen können und interdisziplinäre Fehler entdeckt werden.

4.7.10 Revisionsmodell

Das Revisionsmodell ist eine im Zuge der Ausführung mit Revisionsinformationen (z.B. Redlinings) angereichertes Bauwerksinformationsmodell aus der Ausführungsplanung. Die Objekte im Modell werden, entgegen einem AS-Built-Modell, nicht an den Ist-Zustand angepasst, sondern das Modell lediglich mit Informationen/Anmerkungen zu den Abweichungen versehen.

4.7.11 As-Built-Modell

Das As-Built-Modell wurde im Zuge der Ausführung aufgenommen und stellt eine Fortschreibung der Ausführungs- bzw. Revisionsplanung dar. Es spiegelt den Ist-Zustand bis zum gewählten Detaillierungsgrad in Gänze wider. In Abhängigkeit von den in den AIA und BAP definierten Absichten kann es im weiteren Verlauf als Grundlage für das Bestandsmodell dienen.

4.7.12 Bestandsmodell

Ein Bestandsmodell ist ein Bauwerksinformationsmodell, das den Ist-Zustand eines Bauwerks bis zum gewählten Detaillierungsgrad abbildet. Es kann sich dabei sowohl um ein As-Built-Modell handeln als auch um ein im Nachhinein aufgenommenes Modell. Letztere beinhalten zumeist weniger Informationen wie beispielsweise zum Wandaufbau. Dies begründet sich im Wesentlichen durch den mit der nachträglichen Aufnahme verbundenem Aufwand.

4.7.13 Referenzmodell

Ein Referenzmodell ist ein nicht bearbeitbares Bauwerksinformationsmodell, welches zumeist als Bezugspunkt für die Erstellung eins weiteren Modells dient. Ein Beispiel stellt das Architekturmodell dar, wenn es für die Planung von Leitungen u.ä. im Rahmen der technischen Gebäudeausrüstung als Orientierung dient.

4.8 Modellierungsrichtlinien

Ein wesentlicher Aspekt bei der Erstellung der BAP ist die Weitergabe von Daten mittels Bauwerksinformationsmodellen von einer BIM-Anwendung zu einer anderen (Kap. 4.9 und 4.6). In BIM-Anwendungen werden aus technischer Sicht Daten aus einer bestehenden Struktur in eine neue überführt, um die Daten anders darstellen und ggf. auswerten zu können (Kap. 4.2). Im

Zuge dessen ist jedoch als Ausgangslage die Struktur, in der die Informationen vorliegen, elementar für nachfolgende BIM-Anwendungen. Somit sind die Anforderungen an die Datenstruktur Teil der BIM-Anforderungen (Kap. 4.2.3).

Bezogen auf BIM-Anwendungen mit Bauwerksinformationsmodellen als Input stellen die Anforderungen an die Datenstruktur u.a. Anforderungen an die Modellstruktur dar. Die Clusterung der Daten, die in einem Bauwerksinformationsmodell abgelegt sind, hängt wiederum unmittelbar von der Ausgestaltung des Modells ab. Sie wird durch sogenannte Modellierungsrichtlinien im Vorfeld der Erstellung beschrieben. Aktuell existiert jedoch kein einheitlicher Standard zum Aufbau von Bauwerksinformationsmodellen. Daher werden Modellierungsrichtlinien unternehmensintern bzw. projektspezifisch aufgestellt, und die getroffenen Bestimmungen haben unterschiedliche Präzision. Verallgemeinert hat das LuFG BB daraus die folgende Definition für die Modellierungsrichtlinien abgeleitet:

Modellierungsrichtlinien definieren die in einer Organisation oder einem Projekt einzuhaltenden Rahmenbedingungen zur Erstellung von Bauwerksinformationsmodellen.

Zur Erstellung von BAPs sind unternehmensspezifische Modellierungsrichtlinien der Projektbeteiligten derart zu einer projektspezifischen zusammenzuführen, dass sich mit konformen Modellen die entsprechenden Punkte der AIA erfüllen lassen. Daraus folgen i.d.R. in den Unternehmen Anpassungen bei der Modellerstellung und Weiterverarbeitung, die wiederum in die dortigen Prozesse implementiert werden müssen.

4.9 Detaillierungsgrad der Informationen

Bei der Erstellung eines Bauwerksinformationsmodells für die Anwendung von BIM existieren in der Praxis unterschiedliche Vorstellungen und Herangehensweisen zur Umsetzung. Diese entstehen aus abweichenden Arten, die Objekte aufzubauen und sie im weiteren Verlauf zu modellieren. Zunächst scheinbar zu einem identischen Ergebnis führende Alternativen können bei der späteren Nutzung der Informationen jedoch deutliche Differenzen entwickeln. So kann z.B. eine Wandöffnung im Mauerwerk sowohl mit einem Ausschnitts-Werkzeug als auch durch die Bearbeitung des Wandprofils erfolgen. Das Ergebnis ist in beiden Fällen gleich: Eine Wand mit zugehöriger Öffnung. Technisch gesehen werden jedoch bei der ersten Variante eine vollständige Wand und anschließend ein Durchbruch erzeugt. Dies kann beispielsweise zu einem größeren Materialbedarf führen als die zweite Konstruktion. Dort entsteht direkt eine Wand mit Öffnung, und es existiert kein Material, das später wieder programmtechnisch abgebrochen wird. Der konkrete Fall hätte somit bei entsprechenden Randbedingungen Auswirkungen auf die Mengenermittlung.

Aus dem Anwendungsfall wird deutlich, welchen Einfluss die Modellierungsart auf das Ergebnis hat. Vor allem im Zusammenhang mit nachfolgenden automatisierten Prozessen kann es zu Fehlern kommen, wenn Datenmodelle nicht homogen und gleichartig entwickelt sind und Routinen von falschen Voraussetzungen ausgehen. Somit unterstreicht das Beispiel nochmals die Dringlichkeit von einheitlichen und verbindlichen Vorschriften bezüglich der Modellierung bei der Anwendung von BIM. Für eine beispielsweise unternehmensinterne Modellierungsrichtlinie muss demzufolge der inhaltliche und strukturelle Aufbau von Familien ebenso bestimmt werden wie die Zusammensetzung dieser zu einem Modell.

Der Inhalt einer Familie ergibt sich zunächst aus den verwendeten Parametern selbst und dem sogenannten Level of Development (LOD).29 Es beschreibt den Detaillierungsgrad eines Objektes, der in engem Zusammenhang mit der Zielsetzung einer Planungsaufgabe steht. In der Entwurfsplanung ist beispielsweise ein geringerer Modellierungsaufwand bei den einzelnen Bauteilen notwendig als bei späteren Planungsständen wie Ausführungsplanungen.³⁰ Die zugehörige Bezeichnung des LOD erfolgt mit einem dreistelligen Zahlencode (Abbildung 14).

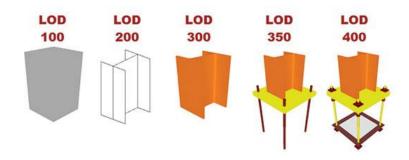


Abbildung 14: Stufen des Level of Development³¹

Prinzipiell orientiert sich demnach das Level of Development an den Leistungsphasen eines Projektes. Dabei nähert sich das Modell mit zunehmender Detailierung immer mehr der Realität an. Dahinter steckt jedoch in Wirklichkeit der genau umgekehrte Prozess: Weil zu Anfang der Planung noch nicht die Detailtiefe bekannt ist und darüber hinaus auch nicht benötigt wird, bietet sich eine Vereinfachung des Endstadiums an. Dies wiederum hat im Wesentlichen zwei Ursachen: Zum einen ist man darauf bedacht, den Aufwand bei der Modellierung möglichst gering zu halten, und zum anderen möchte man die Anforderungen an die EDV-Komponenten minimieren. Aus diesen beiden Richtungen ergeben sich zusammen mit der Ausgangsposition des Enddetaillierungsgrades drei grundlegende Modellierungsprinzipien. Die folgenden Abschnitte beschreiben die Vor- und Nachteile mit Unterstützung des Beispiels der Systemfamilie Wand.

50

²⁹ Auch Level of Detail

³⁰ Vgl. Borrmann 2015, S. 472 ³¹ Entnommen: BIM Forum, 2016

4.10 Content

Die Methode BIM bedient sich im Wesentlichen an Softwareprodukten, um Informationen zu erzeugen, zu verarbeiten und aufzubereiten. Diese Programme für sich stellen jedoch zunächst lediglich eine elektronische Arbeitsumgebung dar. Die Inhalte, die beispielsweise im Zuge eines Projektes in der Software verarbeitet werden, werden mit der englischsprachigen Übersetzung Content bezeichnet.

Content bezeichnet im Zusammenhang mit BIM Daten bzw. Datensätze mit objektebezogenen Informationen oder Funktionen, die in einer Software verarbeitet werden.

In Abhängigkeit einer jeweiligen BIM-Anwendung gibt es unterschiedliche Vorstellungen darüber, was Content ist. Einen Teil derer stellen Objekte für die Modellierung von dreidimensionalen Bauwerksinformationsmodellen dar. Sie werden dem Anwender über Objektbibliotheken zur Auswahl angeboten. Diese Sammlungen sind zum Teil bereits in der Modellierungssoftware enthalten, werden von Drittanbietern wie Bauproduktenherstellern angeboten oder können nach eigenen Kriterien erstellt werden.

Neben den Modellobjekten existieren noch weitere Inhalte für BIM-Werkzeuge wie beispielsweise Mengenabfragen. Diese filtern z.B. Modellobjekte nach Attributen wie Materialbeschreibungen und ordnen die Bauteile auf diese Weise Leistungspositionen zu. Die dabei verwendeten Abfragen und Funktionen bedingen jedoch eine entsprechende Benennung der jeweiligen Attribute. Sind diese anders betitelt, werden die Funktionen nicht richtig ausgeführt. Der beschriebene Sachverhalt führt aktuell zu Problemstellungen hinsichtlich der Zusammenarbeit der Projektbeteiligten, da es keinen gänzlich etablierten Standard zur Benennung von Attributen gibt. Ein Ansatz hierfür ist das buildingSMART data dictionary. Es verfolgt das Ziel, einheitliche Bezeichnungen und Interpretationen für Attribute zu definieren. Als Alternative wird ein sogenanntes Mapping durchgeführt. Dabei werden im Vorfeld der (teil-)automatisierten Datenverarbeitung die unterschiedlichen Bezeichnungen von Attributen in einer Art Übersetzungstabelle zueinander in Bezeichung gesetzt.

4.11 Ordnungssysteme

Ordnungssysteme dienen dazu, Bedeutungen und Begriffe von Produkten, die im Rahmen von Leistungen verbaut werden, eindeutig und neutral zu beschreiben, festzulegen, zu strukturieren und ggf. auch zu klassifizieren. Durch die konsequente Nutzung von Klassifizierungssystemen

werden von Menschen erstellte "Strukturen" von Informationen maschinenlesbar und -bearbeitbar um z.B. Auswertung und Interpretation leichter verfügbar zu machen. In der Praxis existieren vielzählige Klassifizierungs- und Ordnungssysteme, die jeweils mit Vor- und Nachteilen verbunden sind. Details hierzu können entsprechender weiterer Fachliteratur zum Thema BIM entnommen werden (u.a. Borrmann, 2015).

4.12 BIM-Werkzeuge

In diesem Kapitel ist ein Auszug von auf dem Markt verfügbaren BIM-Werkzeugen dargestellt (Abbildung 15). Aufgrund des Umfangs und der Schnelllebigkeit des Themas sowie des Marktes kann eine Vollständigkeit nicht gewährleistet werden.

Anwendungsgebiet	Produkt	Firma
Anforderungmanagement	Brief Builder	ICOP Tools & Consultancy
	Affinity	Trelligence
	dRofus	Nosyko
Bestandsdaten - Laserscanning	PointCab Suite/3DPro	PointCab Software
	Arena4D	Veesus
Architektur -Gebäudemodellierung	Revit Architecture	Autodesk
	ArchiCAD	Graphisoft
	Allplan	Nemetschek
	Vektorworks	Vektorworks
	Twinmotion	Abvent
Animationen Visualisierungen / Virtual	LumernRT	E-on Software
Reality	Lumion	Lumion
	Cinem 4D Studio	Nemetschek
	Tekla Structures	Tekla
Tragwerksplanung	Allplan Ingenieurbau	Nemetschek
	Revit Structure	Autodesk
	RFEM/RSTAB	Dlubal Software GmbH
Tragwerksplanung - Statische	Scia Engineer	Nemetschek
Berechnungen	InfoCAD	InfoGraph GmbH
	SOFiSTiK Structural	Sofistik
	AutoCAD MEP	Autodesk
TGA-Planung	DDS-CAD MEP	Nemetschek
TGA-Planung	Revit MEP	Autodesk
	AECOsim Building Designer	Bentley Systems
TGA- Energieberechnung und	IDA ICE	EQUA Solutions AG
Simulationen	Raumtool 3D	SOLAR-COMPUTER GmbH
Siliulauolleli	DesignBuilder	DesignBuilder Software Ltd
	ceapoint desite MD	ceapoint aec technologies GmbH
Qualitätsmanagement - Modelprüfung	Solibri Model Checker	Nemetschek
Quantut Sinanagement - modelpraining	Tekla BIMsight	Tekla
	Navisworks	Autodesk Company
	iTWO	RIB Software AG
Kosten- und Terminmanagement	BIM4You	BIB GmbH
	DBD-Kalkül	Dr. Schiller & Partner GmbH
	Aconex Connected BIM	Aconex
	BIM+	Allplan
Model- Daten- und	BIM 360	Autodesk
Dokumentenmanagement	think project! BIM Collaboration	think project! GmbH
	Project Wise	bentley
	4Projects	Viewpoint
	CAFM-Morada	SMB AG Facility Management
Facility Management	eTASK.***	eTASK
	conjectFM	CONJECT AG

Abbildung 15: Auszug verfügbarer BIM-Werkzeuge

4.13 Qualifizierung

Die Arbeitsweise mit der Methode BIM erfordert neue bzw. erweiterte Kompetenzen. Aufgrund dessen ist sowohl national als auch international eine Entwicklung hin zur Implementierung von BIM sowohl in die Lehrpläne von Hochschulen als auch in die Weiterbildung von bereits sich im Beruf befindenden Rollen der am Bau Beteiligten zu erkennen.

Die Mehrheit der BIM-Lehrkonzepte in Deutschland richtet derzeit jedoch den Fokus auf den Umgang mit bestimmter BIM-Software. Die Anwendung der eigentlichen Methode beispielsweise hinsichtlich der veränderten Kommunikationsstrukturen steht hingegen im Hintergrund. Dies mag

auch daran liegen, dass derzeit weder ein deutschlandweiter Standard insbesondere mit Vorgaben zu Projektmanagement-Maßnahmen im Rahmen der Methode BIM noch eine einheitliche Definition neuer Rollen und deren Aufgabenfelder besteht und als Basis für die Lehre herangezogen werden kann.

Der Arbeitskreis VDI 2552 Blatt 8 Building Information Modeling – Qualifizierung des Vereins Deutscher Ingenieure (VDI) arbeitet aus diesem Grund seit dem Jahr 2016 an einer Richtlinie, die Lerninhalte zur Qualifizierung verschiedener am BIM-Projekt beteiligter Akteure vorschlägt. Die Richtlinie soll eine einheitliche Grundlage sowohl für Hochschulen, für Weiterbildungsinstitute sowie für Unternehmen, die ihre Mitarbeiter unternehmensintern schulen möchten, bilden.

5 Analysierte Leitfäden, Richtlinien, Normen und Gesetzestexte

5.1 Beschreibung der im Wesentlich betrachteten methodenneutralen Regelwerke/ Richtlinien/Gesetzestexte

5.1.1 Akteure, deren Leistungen und ihre Zusammenarbeit: Die HOAI und die Leistungsbilder der AHO-Hefte

In Deutschland sind, u.a. begründet durch das historisch gewachsene Preisrecht der HOAI, die Aufgaben und Zuständigkeiten von Objekt- und Fachplanern durch Leistungsbilder geregelt. Die HOAI regelt die Vergütung der Leistungen von Objektplanern, Tragwerksplanern und Planern der technischen Gebäudeausrüstung, die Planungsleistungen in den Bereichen der Architektur, der Stadtplanung und des Bauwesens erbringen, und beschreibt in diesem Zusammenhang auch die zu erbringenden Leistungen innerhalb von 9 Leistungsphasen entlang des Lebenszyklus eines Bauobjektes von der Planung bis zum Ende der Gewährleitungsfrist. Im Rahmen einer immer weiteren Aufgabenteilung sind weitere Leistungen entstanden, die nicht Gegenstand der HOAI sind. Einige solcher Leistungsbilder finden sich z.B. in der Schriftenreihe des AHO e.V.62 (wovon auch die HOAI Teil ist), so z.B. zur Projektentwicklung im engeren Sinne (Leistungsphase 0) Brandschutzplanung, Projektsteuerung oder zu SiGeKo-Leistungen. Eine Übersicht über die Schriftenreihe findet sich unter www.aho.de. Bei Entwicklung eines idealtypischen Prozessablaufes sind daher die Regelungen der HOAI und der weiteren AHO-Schriftenreihe zu beachten.

5.1.2 Vorgaben aus der Vertragsstruktur eines Bauprojektes: Einfluss der VOB und der VgV auf den Prozessablauf

Betrachtet man den Prozessablauf in einem öffentlichen Hochbauprojekt, so ist auch auf die Wirkung der Vergabe- und Vertragsordnungen hinzuweisen. In Deutschland gehören zu den Vergaberechtsnormen die Vergabeverordnung (VgV) und die Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen (VOB).

Vergabeverordnung

In dem hier gegenständlichen Forschungsprojekt sind die Vorgaben aus der Vergabeverordnung (VgV) zu beachten. Insbesondere, da die VgV seit April 2016 nun auch die Vorschriften für Vergabeverfahren zur Beschaffung freiberuflicher Leistungen enthält und damit die Vergabeordnung für freiberufliche Leistungen (VOF) ersetzt. Besondere Vorschriften für die Vergabe von Architekten- und Ingenieurleistungen enthält die VgV im Abschnitt 6.

Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen

Bei der Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen (VOB) handelt es sich um ein umfangreiches Werk zur Ergänzung der Regelungen des Bürgerlichen Gesetzbuches (BGB). Öffentliche

Auftraggeber sind zur Anwendung der VOB verpflichtet. Das in seinen Teilen A (Allgemeine Bestimmungen zur Vergabe von Bauleistungen), B (Allgemeine Vertragsbedingungen für die Ausführung von Bauleistungen) und C (Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen) aufgeteilte Werk enthält zum betrachteten Kontext neben Verfahrensmustern u.a. auch Vorgaben und Anforderungen, die auf Umfang und Qualität der auszutauschenden Informationen wirken.

Bezüglich des Prozesses der Vergabe existieren beispielsweise Vorgaben zur Gliederung der Vergabeunterlagen nach § 8 VOB/A, zu den Grundsätzen der Informationsübermittlung nach § 11 VOB/A, zu den Anforderungen an die Form der Angebotsabgabe nach § 13 VOB/A oder zu den Dokumentationspflichten nach § 20 VOB/A.

5.1.3 Dokumentationsrichtlinien (DRL) des Bundes

Neben Handbüchern zur Vergabe gibt es vom Bund, herausgegeben vom BBR, auch sogenannte Dokumentationsrichtlinien, die online verfügbar sind, und zwar eine allgemeine und zwei besondere für staatliche Museen in Berlin. Diese Richtlinie stellt Mindestanforderungen an die Dokumentation, die grundsätzlich einzuhalten sind. Die DRL dient dabei als Richtschnur mit der Möglichkeit projektbezogener Abstimmungen.

Die Anwendung der DRL erstreckt sich auf Unterlagen, Pläne und Daten über die Planung, Errichtung, den Bauunterhalt und die Bewirtschaftung von Objekten. Sie beschreibt das Erstellen und Zusammenstellen von Dokumentationsunterlagen für den Teil der Bauakten, der die Planung und Projektdurchführung dokumentiert und die Grundlage bildet für die Bestandsdokumentation, das infrastrukturelle und technische Gebäudemanagement.

5.1.4 Gliederung der Baukostenstruktur: DIN 276

Die DIN 276 "Kosten im Bauwesen" gibt fünf Stufen zur Ermittlung von Kosten für Bauleistungen, die sich entlang des Lebenszyklus von Bauobjekten ab der Projektentwicklung im engeren Sinne bis hin zur Abnahme richten vor.

- Kostenrahmen (PE im engeren Sinne)
- Kostenschätzung (Vorplanung)
- Kostenberechnung (Entwurfsplanung)
- Kostenanschlag (Vergabe)
- Kostenfeststellung (Abnahme)

Weiterhin gibt die Norm eine Kostenstruktur, die sich an den Bauelementen richtet und in drei Ebenen gegliedert ist, vor. Je nachdem, in welcher Kostenermittlungsstufe sich das jeweilige Bauvorhaben befindet, wird eine der drei Gliederungsebenen herangezogen. Die Kostenermittlungsstufen und die Strukturierung von Kosten und damit zusammenhängend von Bauleistungen spielen auch gemäß HOAI in einigen Prozessen der Datenübergabe eine Rolle und sind daher an dieser Stelle aufgeführt.

5.1.5 Gliederung und Bemessung von Flächen: DIN 277 und Richtlinien des gif e.V.

Grundflächen und andere geometrisch ermittelbare Längen, Flächen oder Volumen werden in einer Vielzahl von bau- oder immobilienwirtschaftlichen Prozessen benötigt. Auch zur eindeutigen Ermittlung solcher Flächen etc. und deren Benennung existieren Regelwerke. So z.B. die DIN 277 "Grundflächen und Rauminhalte von Bauwerken im Hochbau" oder die Mietflächen-Richtlinien der Gesellschaft für Immobilienwirtschaftliche Forschung (gif e.V.).

5.1.6 Fokus Facility Management: Die Richtlinie GEFMA

Auch im Bereich des Facility Managements existieren Initiativen, die Standards setzen. Eine solche Initiative ist der Deutsche Verband für Facility Management e.V. (German Facility Management Association / GEFMA). Die GEFMA gibt u.a. vor, welche Dokumente für die Phase des Betriebes eines Objektes von Bedeutung sind. Hierbei werden auch solche aufgelistet, die in früheren Lebenszyklusphasen von den jeweiligen Projektbeteiligten zu erstellen sind.

5.1.7 Europäische Bauproduktenverordnung (EU-BauPVO) Nr. 305/2011 harmonisierte europäische Normen

In harmonisierten europäischen Normen sind wesentliche Merkmale von Bauprodukten teils einschließlich ihrer Klassifikationen festgelegt, die vom Hersteller des Bauproduktes in einer Leistungserklärung anzugeben sind bzw. angegeben werden können. Die Leistungserklärung ist Voraussetzung für die CE-Kennzeichnung. Falls keine wesentlichen Merkmale festgelegt sind, ist die Leistungserklärung entsprechend einem Katalog wesentlicher Merkmale am Ort des Inverkehrbringens zu erstellen. Außerdem stellt die Verordnung eine wesentliche Verbesserung bei der Verfügbarkeit von Informationen über gefährliche Stoffe in der CE-Kennzeichnung dar. Angaben über enthaltene besonders besorgniserregende Stoffe nach der REACH-Verordnung (Europäische Chemikalienverordnung, vgl. 5.1.8) oder ein Sicherheitsdatenblatt sind der Leistungserklärung beizufügen. Eine Berücksichtigung von konkreten Informationen (Kenngrößen) für die Prozessmodellierung erfolgt nicht, die EU-BauPVO gibt lediglich den standardisierten Rahmen der Informationsbereitstellung (die Leistungserklärung) an.

5.1.8 REACH-Verordnung EG Nr. 1907/2006

REACH ist die Europäische Chemikalienverordnung zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe. Das Kürzel "REACH" leitet sich aus dem englischen Titel der Verordnung ab: regulation concerning the Registration, Evaluation, Authorisation and restriction of Chemicals. Die REACH-Verordnung stellt mit Hilfe von Sicherheitsdatenblättern Anforderungen an Informationen zu Bauprodukten, die Chemikalien bzw. Gefahrstoffe enthalten. Die konkreten Anforderungen an Sicherheitsdatenblätter werden in der Verordnung unter Artikel 31 in Verbindung mit Informationen aus dem Anhang II beschrieben. Die Sicherheitsdatenblätter geben (wie auch die Leistungserklärung der EU-BauPVO) eine standardisierte Struktur für relevante Kenngrößen vor (in Form der Sicherheitsdatenblätter), verweisen inhaltlich aber auf weiterführende Regelwerke.

5.1.9 Bauregelliste des Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) / Muster-Verwaltungsvorschrift Technisches Bauen (MVV TB)

Ähnlich wie die europäische BauPVO regelt die Bauregelliste sowie zukünftig die Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen die Art des Verwendbarkeitsnachweises, d. h. die produktspezifische Dokumentation fest. Für den Inhalt sowie technische Eigenschaften wird auf Produktnormen verwiesen. Hierbei wird unterschieden in geregelte, nicht geregelte und sonstige Bauprodukte. Die Bauregelliste umfasste im Teil B teilweise zusätzliche Anforderungen an Bauprodukte, die über die BauPVO hinausgingen.

Für geregelte Bauprodukte ergibt sich die Verwendbarkeit aus der Übereinstimmung mit den spezifischen Produktnormen bzw. Zulassungen.

5.2 BIM-Leitfäden

Im Rahmen der Forschungsprojekte erfolgte eine länderübergreifende Recherche bestehender Ansätze, in denen die Methodik BIM in Leitfäden im In- und Ausland thematisiert ist. Zum Stand der Bearbeitung wurden internationale BIM-Leitfäden identifiziert und analysiert (Abbildung 16).

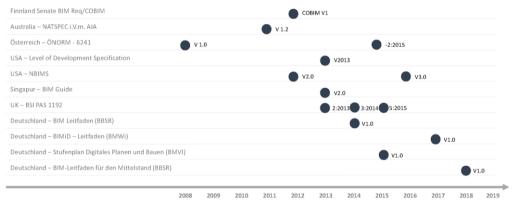


Abbildung 16: Übersicht internationale BIM-Dokumente

5.2.1 BIM-Normen

Zum erfolgreichen Einsatz der Methode BIM über den gesamten Lebenszyklus und dem damit verbundenen verlustfreien Informationsaustausch sind Standardisierungen notwendig. Aus diesem Grund wurde der internationale Standardisierungsprozess in Form von Normen und Richtlinien und dessen Einfluss auf Deutschland näher betrachtet.

Für die Setzung weltweiter Standards ist die Internationale Organisation für Normung, International Organization for Standardization (ISO) zuständig. Das technische Komitee 59 Gebäude und Infrastrukturbauten mit dem Unterkomitee 13 Organisation der Informationen über Bauwerke beschäftigte sich hierbei mit dem Bereich Bauinformationen und bereits vor der Einführung von BIM u.a. mit Klassifikationen von Bauobjekten und Leistungen. Aktuell ist dieses Unterkomitee das ISO-Komitee für internationale BIM-Standards. Die DIN EN ISO 19650 Information management using building information modeling. Die DIN EN ISO 19650 umfasst insbesondere einen zur Einführung von BIM erstellten Informationsprozess im Auftraggeber- / Auftragnehmer-Verhältnis zur kooperativen Erzeugung von Informationen im Lebenszyklus eines Bauwerkes. Damit stellt diese Norm eine relevante Basis zur Entwicklung des Soll-Prozesses dar. ISO-Normen können in das nationale Normenwerk als ISO DIN übernommen werden.³²

Auf europäischer Ebene wurde im April 2014 das dafür zuständige Europäische Komitee für Normung Comité Européen de Normalisation (CEN)/TC 442 Building Information Modeling (BIM) gegründet, das als erste Aktivität die relevanten ISO-Normen, darunter IFC und IDM, in europäische Normen überführen soll. Diese müssen als DIN EN in das deutsche Normenwerk übernommen werden. Zeitgleich wurde durch das DIN ein eigener BIM-Arbeitsausschuss – NA 005-01-39 AA Building Information Modeling – gegründet, um mit dessen Hilfe Deutschland in der europäischen und internationalen Normung zu vertreten.³³

5.2.2 BIM-Richtlinien

Im Jahr 2014 wurde durch den Verein Deutscher Ingenieure der VDI-Koordinierungskreis BIM gegründet, der seither die VDI-Richtlinienaktivitäten zum BIM Thema begleitet. Inzwischen wurden die folgenden 11 Arbeitsgruppen eingerichtet, in denen Richtlinien zu verschiedenen Aspekten von BIM innerhalb der Bundesrepublik entwickelt werden.

- VDI 2552-1 "BIM Grundlagen"
- VDI 2552-2 "BIM Begriffe"

³² Vgl. Hausknecht & Liebich, 2016, S. 62 ff

³³ Vgl. Hausknecht & Liebich, 2016, S. 62 ff

- VDI 2552-3 "BIM Modellbasierte Mengenermittlung zur Kostenplanung, Terminplanung, Vergabe und Abrechnung"
- VDI 2552-4 "BIM Anforderungen an den Datenaustausch"
- VDI 2552-5 "BIM Datenmanagement"
- VDI 2552-6 "BIM FM"
- VDI 2552-7 "BIM Prozesse"
- VDI 2552-8.1 "BIM Basiskenntnisse"
- VDI 2552-8.2 "BIM Qualifikationen; Erweiterte Kenntnisse"
- VDI 2552-9 "BIM Klassifikationen"
- VDI 2552-10 "BIM Auftraggeber-Informationsanforderungen (AIA) und BIM-Abwicklungspläne (BAP)"
- VDI 2552-11 "BIM Informationsaustauschanforderungen"
- VDI 2552-11.3 "BIM Informationsaustauschanforderungen Schalungs- und Gerüsttechnik (Ortbetonbauweise)"

Darüber hinaus bestehen auf ISO-, CEN- und DIN-Ebene weitere Aktivitäten und die damit in Verbindung stehenden Standards der nachfolgenden Abbildung 17.

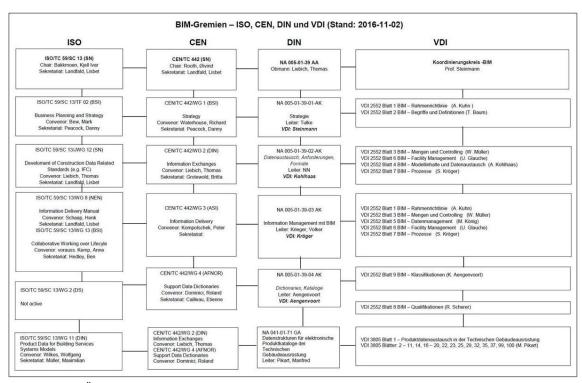


Abbildung 17: Übersicht BIM-Gremien

5.2.3 Stufenplan

Parallel zu den nationalen Normungs- und Richtlinienentwicklungen zum Thema BIM hat das damalige Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung 2013 die Reformkommission Bau von Großprojekten ins Leben gerufen. Einer der konstituierten Arbeitskreise innerhalb dieser Kommission beschäftigte sich mit modernen computergestützten Planungsmethoden (ein Teilaspekt von BIM). Die aus der Reformkommission resultierende digitale Agenda weist den klaren Grundsatz: "Erst digital, dann real bauen" aus. Um diesen Grundsatz voranzutreiben, wurde im Jahr 2015 die Gesellschaft planen-bauen 4.0 – Gesellschaft zur Digitalisierung des Planens, Bauens und Betreibens mbH mit wesentlichen Kammern und Verbänden der deutschen Bauwirtschaft gegründet. Die Gesellschaft hat im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) einen Stufenplan für das Planen und Bauen der Zukunft entwickelt, der BIM bis 2020 zum neuen Standard machen soll. Dieser Stufenplan³⁴ beschreibt folgende drei Stufen des digitalen Bauens:

- Stufe: Vorbereitungsphase (bis 2017), in der z.B. Standardisierungsmaßnamen durchgeführt und Leitfäden, Checklisten und Muster erarbeitet werden. Durchführung erster Pilotprojekte.
- 2. Stufe: (2017-2020) sollen die derzeitigen vier Pilotprojekte deutlich erweitert werden, um über alle Planungs- und Bauphasen hinweg Erfahrungen sammeln zu können. Weitere Pilotprojekte bei den Verkehrsträgern Schiene, Straße und Wasserstraße sind dafür in Planung.
- 3. Stufe: (ab 2020) soll BIM im Zuständigkeitsbereich des BMVI bei neu zu planenden Projekten regelmäßig angewandt werden.

5.2.4 Koalitionsvertrag für Nord-Rhein-Westfalen

Die Landesregierung von NRW vereinbart in ihrem Koalitionsvertrag die Einführung von BIM in den Landesbehörden bis 2020 sowie die Unterstützung von Kommunen bei der Etablierung des BIM-basierten Bauantrags:

"Für Vergaben des BLB und von Straßen.NRW schreiben wir ab 2020 das 'Building Information Modeling' (BIM) verpflichtend fest und stellen sicher, dass mittelständische Unternehmen an dem Verfahren problemlos teilnehmen können."³⁵

³⁴ BMVI. 2015

³⁵ Entnommen: Koalitionsvertrag für Nordrhein-Westfalen, 2017, S. 31

"Die Chancen der Digitalisierung wollen wir auch in der nordrhein-westfälischen Baupolitik nutzen. Die Kommunen werden wir deshalb bei der Implementierung eines einheitlichen und zeitgemäßen Systems zur Einreichung von Bauanträgen in digitaler Form nach dem Vorbild zum Beispiel der Berliner Bauaufsichtsbehörde unterstützen. Bei der Einführung des Building-Information-Modeling (BIM) soll Nordrhein-Westfalen eine Vorreiterrolle einnehmen. Dazu werden wir das Expertenwissen aus Verwaltung, Wirtschaft, Wissenschaft und Hochschulen zusammenführen."

5.2.5 BMUB-Erlass

In dem Erlass vom 16.01.2017 erklärt das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB), wie "ab sofort bei neuen zivilen Neu-, Um- und Erweiterungsbauvorhaben (...) im Inland mit einem geschätzten Baukostenvolumen ab 5 Mio. € (brutto, ohne Baunebenkosten)"³⁷ vorzugehen ist: Bei Hochbauprojekten des Bundes ab 5 Mio. € Bausumme muss die Geeignetheit der BIM-Methode geprüft werden.

5.2.6 BIM – Leitfaden für den Mittelstand

Der BIM-Leitfaden für den Mittelstand bietet den Lesern und Leserinnen konkrete Informationen zu den Begrifflichkeiten und notwendigen Arbeitsschritten bei der Initiierung und Durchführung eines BIM-Projektes. Gleichzeitig gibt er einen offenen Einblick in die tägliche Arbeit am Pilotprojekt und beleuchtet sowohl positive als auch negative Erfahrungen.

6 BIM und Prozesse

6.1 Der BIM-Prozess

Wie bereits unter Kap. 3.4.3 beschrieben, wird im Rahmen des Prozessmodells der fachliche Prozess fokussiert. Hierbei zeigen die Ergebnisse der Forschungsarbeiten eine weitere gedankliche Unterteilung des fachlichen Prozesses in einen Informationsprozess und einen Informationsmanagementprozess, die in ihrer Gemeinsamkeit den sog. BIM-Prozess widerspiegeln.

³⁶ Entnommen: Koalitionsvertrag für Nordrhein-Westfalen, 2017, S. 76,77

³⁷ Entnommen: BMUB, 2017, S. 5

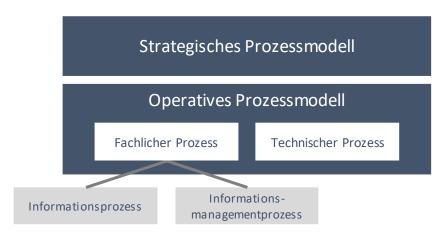


Abbildung 18: Schichtenmodell Prozessmodelle und -flüsse³⁸

6.1.1 Informationsprozess

Wie bereits die Definition der Methode BIM (Kap. 4.1) zeigt, besteht ein wesentlicher Teil zur erfolgreichen Anwendung der Methode BIM in der konkreten Definition der zu erzeugenden, der zur liefernden, der weiterzugebenden und der wieder zu verarbeitenden Informationen sowie der Zuordnung von Verantwortlichkeiten und Lieferzeitpunkten.

Auch völlig BIM-unabhängig muss transparent dargestellt werden, wer wann welche Information, in welchem Detaillierungsgrad und in welcher Form wann wem für was liefern muss. Hieraus resultiert die Definition mit der Klärung der Frage des fachlichen Informationsprozesses:

Informationsprozess beantwortet die Frage, "wer braucht welche Information von wem wann wofür und welches Werkzeug kann für die BIM-Anwendung genutzt werden?"

6.1.2 Informationsmanagementprozess

Ein weiterer fachlicher Prozess stellt den Weg zur Anwendung der Informationsmanagement-Methode BIM dar. In Anlehnung an die DIN EN ISO 19650 wird dargestellt, welche Schritte fachlich umzusetzen sind, um Informationen digital generieren und durchgängig verfügbar zu machen. Hieraus resultiert die Beantwortung der folgenden Frage:

_

³⁸ In Anlehnung an Freund, Rücker 2014, S. 168

Informationsmanagementprozess, u.a. gemäß ISO 19650 Part 2 "wer muss was tun, damit Informationen generiert und verfügbar gemacht werden können"

6.2 Schema Prozessmodell BUW

Um die unterschiedlichen Forschungsvorhaben untereinander in Beziehung zu setzen, war es zwingend erforderlich, ein Prozessmodell mit festen Regeln aufzubauen und Detaillierungsebenen zu entwickeln. Der Fokus wurde hier auf den Informationsprozess gelegt mit dem Ziel, inhaltliche Anforderungen an Bauwerksinformationsmodelle zu definieren und hieraus Inhalte für die AIA und den BAP ableiten zu können.

Parallel wurde die DIN EN ISO 19650 herangezogen, als sog. Informationsmanagementprozess, um das digitale Erstellen, Verarbeiten und Weiterleiten der Informationen des fachlichen Informationsprozesses ebenfalls darzustellen. Beide Prozesstypen wurden über definierte Datenlieferungen zu Informationsliefermeilensteinen miteinander in Beziehung gesetzt. Gemeinsam bilden sie den BIM-Prozess ab. Der Prozessaufbau berücksichtigt folgende Randbedingungen:

- Sphären: Verantwortlichkeiten/Rollen/Akteure
- Aufgaben/Informationsinput/Informationsoutput
- Gliederungsebenen/Detaillierungsebenen
- Verknüpfung der Prozessbausteine zu Prozessketten

Neben der Definition der Regeln für das Schema des Prozessaufbaus musste auch für die Darstellung der Prozesse eine geeignete Prozessmodellierungssoftware gefunden werden. Voraussetzung war u.a., dass es sich hier um eine datenbankbasierte Software handelt und die aufgestellten Prozesse über Filterfunktionen auch in Tabellenform Auswertungen zu unterschiedlichen Themen liefern können.

6.2.1 Sphären: Verantwortlichkeiten/Rollen/Akteure

Im Rahmen vordefinierter Sphären wurden in Abhängigkeit von den Detaillierungsebenen der Prozesse verantwortliche Rollen den Prozessen zugeordnet.

6.2.1.1 Informationsprozess

Das Gefüge der im Immobilienlebenszyklus beteiligten Personen bzw. Organisationen ist i.d.R. unterschiedlich. Dies hängt u.a. damit zusammen, dass in Abhängigkeit des Bauwerkstyps und der zu betrachtenden Lebenszyklusphase die zu erreichenden Projektziele oft unterschiedliche Aufgaben erfordern. Diese Aufgaben werden dann, ggf. unter Nutzung eines Rollenkonzeptes, verschiedenen Akteuren, d.h. Institutionen zugeordnet. Als Beispiel kann ein Akteur "Projektsteuerungsbüro" genannt werden, der Aufgaben übernimmt, die klassisch zu den "Bauherrenaufgaben" gehören, die von dem ggf. aber nicht fachkundigen Akteur "Bauherr" an einen neuen Akteur (hier "Projektsteuerungsbüro") abgegeben, d.h. outgesourct werden.

Als Akteur bezeichnet man eine in einem Prozess oder System beteiligte Person oder Institution, die Rollen und Aufgaben wahrnimmt und/oder Rechte und Pflichten innehat. Ein Akteur kann mehrere Rollen wahrnehmen. Ein Akteur hat einen Verantwortungsbereich, der Teil einer Verantwortungssphäre sein kann.

Als Rolle bezeichnet man die Funktion eines Akteurs in einem Prozess oder einem System. In einer Rolle nimmt ein Akteur eine oder mehrere Aufgaben wahr. Eine Aufgabe ist eine Verpflichtung, eine vorgegebene Handlung durchzuführen, i.d.R. um ein Ziel zu erreichen. Partiell finden sich Aufgabendefinitionen in Leistungsbildern und mit ihnen implizit auch Zuordnungen zu Aufgabenträgern wieder. Hierzu sei für Deutschland u.a. verwiesen auf:

- Leistungsbilder der HOAI
- Bauherrenaufgaben nach Pfanner (2003)
- Leistungsbilder nach AHO-Schriftenreihe

Insgesamt ist darauf hinzuweisen, dass für eine Vielzahl von Akteuren und Rollen und somit zur Zuordnung von Aufgaben auf Aufgabenträger keine scharfen Definitionen vorliegen. So beschreibt die HOAI z.B. in neun Leistungsphasen mögliche Aufgaben eines Objektplaners, sie gibt aber nicht vor, dass diese an ein Büro, d.h. an nur einen Akteur vergeben werden müssen. Auch gibt sie nicht vor, dass alle Leistungsphasen zwingend gesondert betrachtet und beauftragt werden müssen. So kann beispielsweise auch ein kompetenter Akteur "Bauherr" die ersten Leistungsphasen (Vorentwurf etc.) selbst erbringen und erst dann an einen Akteur "Generalplaner" übergeben etc.

Auf die Vielfalt möglicher Szenarien in der Aufgabenverteilung auf Akteure weist auch folgendes Beispiel hin: Allein bei der Einschaltung eines Projektsteuerers nach aktuellem AHO-Heft Nr. 9 werden sieben Fälle für die aufgabenabhängige Vergütungsstruktur danach unterschieden, ob in Planung und/oder Ausführung Kumulativleistungsträger eingesetzt werden. Infolge arbeitsteiliger

Methoden werden ggf. die Verantwortungsbereiche mehrerer einzelner Akteure in eine sogenannte Verantwortungssphäre zusammengefasst. Bei der Abwicklung eines Hochbauprojektes kann auf folgende Verantwortungssphären, welche verschiedene Einzelrollen nach Unternehmen / Institutionen beinhalten, verwiesen werden:

- Bauherren-Sphäre
- Planer-Sphäre
- Ausführungs-Sphäre
- · Genehmigungs- und Aufsichts-Sphäre

Die aufgeführten Verantwortungssphären werden nachfolgend vorgestellt.³⁹ Des Weiteren ist darauf hinzuweisen, dass beim Einsatz der Methode BIM neue Aufgaben entstehen können (Kap. 6.1.2).

Bauherren-Sphäre

Die Verantwortungssphäre des Bauherrn umfasst neben originären Bauherrenaufgaben ebenfalls die Rolle des Eigentümers, des Investors, des Projektsteuerers, des Betreibers, des Facility Managers und des Nutzers. Die Zusammenstellung dieser Rollen spiegelt damit den Verantwortungsumfang eines öffentlichen Bauherrn wider, der neben der Entwicklung, Planung und Realisierung eines Bauwerkes ebenfalls die spätere Nutzungsphase sowohl aus Betreiber- und Nutzer-Sicht innehat. Im Detail werden die einzelnen Rollen nachstehend beschrieben.

Bauherr

"Bauherr ist derjenige: der selbst oder durch Dritte, im eigenen Namen oder auf eigene Verantwortung, für eigene oder fremde Rechnung, ein Bauvorhaben – wirtschaftlich und technisch vorbereitet und durchführt, bzw. vorbereiten und durchführen lässt."⁴⁰ Weiter ist der Bauherr jener der "zur Vorbereitung und Ausführung eines genehmigungsbedürftigen Bauvorhabens eine Entwurfsverfasserin oder einen Entwurfsverfasser (§ 58), Unternehmerinnen oder Unternehmer (§ 59) und eine Bauleiterin oder einen Bauleiter (§ 59)

-

³⁹ Anlage 1 enthält eine Übersicht der Verantwortungssphären und Rollen

⁴⁰ Entnommen: Pfarr, 1984, S. 99

a) "41 beauftragt. "Die Bauherrin oder der Bauherr hat gegenüber der Bauaufsichtsbehörde die nach den öffentlich-rechtlichen Vorschriften erforderlichen Anzeigen und Nachweise zu erbringen, soweit hierzu nicht die Bauleiterin oder der Bauleiter verpflichtet ist. "42

Eigentümer

"Eigentum (materielles) ist nach § 903 BGB die Herrschaftsbeziehung einer natürlichen Person oder juristischen Person über eine Sache, mit der der Eigentümer nach seinem eigenen Belieben verfahren und Einwirkungen Dritter ausschließen kann und die selbstverständlich auch staatliche Stellen – beispielsweise in Falle einer beabsichtigten Enteignung – zu achten haben"43

<u>Projektsteuerer</u>

"Das Leistungsbild der Projektsteuerung umfasst die Leistungen von Auftragnehmern, die Funktionen des Auftraggebers bei der Steuerung von Projekten mit mehreren Fachbereichen in Stabsfunktion übernehmen"44

Betreiber

"Natürliche oder juristische Person oder rechtsfähige Personengesellschaft, die Träger der Betreiberverantwortung [...] ist. "45

Facility-Manager

Oberste Leitung der⁴⁶ "Facility Management-Auftragnehmer-Organisation, die sich zur Bereitstellung von Facility Services vertraglich verpflichtet und hinsichtlich der Erbringung der vertraglich festgelegten Leistung rechenschaftspflichtig ist"⁴⁷, so z.B. "Funktionsfähiger Arbeitsplatz, Verfügbarkeit von Anlagen und Einrichtungen, effizienter Energieeinsatz, Sauberkeit und Hygiene".48

Nutzer

⁴¹ Entnommen: LBO NRW, § 57, Stand 15.12.2016

⁴² Entnommen: LBO NRW, § 57, Stand 15.12.2016

⁴³ Entnommen: Handschumacher, 2014, S. 8 ⁴⁴ Entnommen: AHO Heft Nr. 9, 2009, S. 8

⁴⁵ Entnommen: GEFMA 190, 2004, S. 2 ⁴⁶ Entnommen: GEFMA 100, -2, Anhang B, S. 4

⁴⁷ Entnommen: DIN EN 15221-1, 2007, S. 6

⁴⁸ Entnommen: GEFMA 100, -2, 2004, S. 5

Jener, der die Immobilie/ das Bauwerk in erster Linie nur als ein Mittel zur Erfüllung seiner Kernaufgaben "nutzt".49

Planer-Sphäre

In der Verantwortungssphäre der Planer gliedern sich grundsätzlich sämtliche im Immobilienlebenszyklus beteiligte Entwurfsverfasser im Sinne der Landesbauordnung des Landes Nordrhein-Westfalens⁵⁰ ein. Im Rahmen des Forschungsprojektes werden die Rollen des Objektplaners, der Tragwerksplaner, des TGA-Planers, als auch auszugsweise die sonstigen Fachplaner (hier Brandschutzplaner, Schallschutzplaner und Fachplaner EnEV) betrachtet.

<u>Objektplaner</u>

Leistungen zur Erbringung von Planungsleistungen i.S. des Entwurfsverfassers⁵¹, hier i.d.R. Architektenleistungen, zum Erbringen von Planungsleistungen nach dem Leistungsbild der Anlage 10 (zu §34 Absatz 1, §35 Absatz 6) der HOAI 2013.

Tragwerksplaner

Leistungen zur Erbringung von Planungsleistungen i.S. des Entwurfsverfassers⁵² von Fachplanungsleistungen des Tragwerks nach dem Leistungsbild der Anlage 14 (zu § 51 Absatz 6, § 52 Absatz 2) der HOAI 2013.

TGA-Planer

Leistungen zur Erbringung von Planungsleistungen i.S. des Entwurfsverfassers⁵³ von Fachplanungsleistungen der technischen Gebäudeausrüstung nach dem Leistungsbild der Anlage 15 (zu § 55 Absatz 3, § 56 Absatz 3) der HOAI 2013.

Sonstige Fachplaner

- Brandschutzplaner
- Schallschutzplaner
- Fachplaner EnEV

⁴⁹ Entnommen: Kochendörfer, Liebchen, & Viering, 2010, S. 11

⁵⁰ Gemäß LBO NRW §58, Stand 15.12.2016

 ⁵¹ Gemäß LBO NRW §58, Stand 15.12.2016
 52 Gemäß LBO NRW §58, Stand 15.12.2016
 53 Gemäß LBO NRW §58, Stand 15.12.2016
 53 Gemäß LBO NRW §58, Stand 15.12.2016

Ausführungs-Sphäre

Mit der Ausführungs-Sphäre werden sämtliche am Immobilienlebenszyklus beteiligten Fachunternehmer und Gebäude-Dienstleister, welche bspw. innerhalb der Realisierungsphase sowie im Rahmen der späteren Betriebs- und Nutzungsphase tätig werden, betrachtet.

Fachunternehmer

Jener (Fach)-Unternehmer, der nach "den allgemein anerkannten Regeln der Technik und den Bauvorlagen entsprechende Ausführung der von ihr oder ihm übernommenen Arbeiten und insoweit für die ordnungsgemäße Einrichtung und den sicheren bautechnischen Betrieb der Baustelle sowie für die Einhaltung der Arbeitsschutzbestimmungen verantwortlich" ist.54

Gebäude-Dienstleister

"Organisation oder Person, die ein Facility Produkt bereitstellt"55, wie z.B. "Funktionsfähiger Arbeitsplatz, Verfügbarkeit von Anlagen und Einrichtungen, effizienter Energieeinsatz, Sauberkeit und Hygiene."56

Genehmigungs-/Aufsichts-Sphäre

Der Genehmigungs-/Aufsichts-Sphäre sind nachfolgende Rollen zugeordnet.

<u>Bauaufsichtsbehörden</u>

Jeweilige oberste, obere und untere Bauaufsichtsbehörde, die "bei der Errichtung, der Änderung, dem Abbruch, der Nutzung, der Nutzungsänderung sowie der Unterhaltung baulicher Anlagen darüber [...] wachen, dass die öffentlich-rechtlichen Vorschriften und die aufgrund dieser Vorschriften erlassenen Anordnungen eingehalten werden"57

Prüfstatiker/Prüfingenieur

"Die untere Bauaufsichtsbehörde kann die erforderliche Prüfung der Standsicherheitsnachweise, der Nachweise des Brandverhaltens der Baustoffe und der Feuerwiderstandsdauer der tragenden Bauteile einem Prüfingenieur übertragen. Prüfingenieur ist, wer als solcher von der obersten Bauaufsichtsbehörde anerkannt ist."58

⁵⁴ Entnommen: LBO NRW §59, Stand 15.12.2016

⁵⁵ Entnommen: GEFMA 100, -1, 2004, S. 4, im Sinne eines Facility Management-Dienstleisters ⁵⁶ Entnommen: GEFMA 100, -1, 2004, S. 5, im Sinne eines Facility Produktes

⁵⁷ Entnommen: Rabel & Heintz, 2006, S. 355

⁵⁸ Entnommen: Ministerium für Bauen, Wohnen, Stadtentwicklung, 2016

6.2.1.2 Informationsmanagementprozess

Im Laufe der Projektarbeit wurden diverse Definitionen der zukünftigen BIM-Rollen genutzt. Eine abschließende Definition der BIM-Rollen wurde für Deutschland zum aktuellen Bearbeitungsstand nicht gefunden.

Im Rahmen der Forschungsarbeiten wurden, basierend auf den Erfahrungen der Mitarbeiter des LuFG BB im Rahmen der Gremienarbeit in den VDI-Arbeitskreisen zum Thema BIM sowie weiterer Experteninterviews folgende BIM-Rollen betrachtet: BIM-Manager, BIM-Koordinator, BIM-Autor und BIM-Nutzer. Diese Rollen lassen sich nun wieder, je nach Konstellation der Projektbeteiligten, den Sphären des Informationsprozesses (Kap. 6.1.2) zuordnen. Die BIM-Rollen können entlang der betrachteten Lebenszyklusphase auch wechseln.

Im Rahmen des vorliegenden Dokumentes wurden die verantwortlichen Rollen stets aus ganzheitlicher Projektsicht, sog. Vogelperspektive betrachtet. Selbstverständlich lassen sich die Rollen auch auf eine unternehmensinterne Betrachtung übertragen. Diese Perspektive war jedoch nicht Inhalt der vorliegenden Forschungsarbeit.

BIM-Manager:

Projektmitglieder, die im Rahmen des Projektmanagementprozesses die AIA verfassen und BIM-Ziele und -Anwendungen definieren. Zudem erstellen sie den BAP. Sie verantworten die organisatorischen Aufgaben zur Definition, Umsetzung, Einhaltung und Dokumentation der BIM-Prozesse über den gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks. Gleichzeitig sind sie Ansprechpartner des Auftraggebers in allen digitalen Belangen und für das CDE verantwortlich. In den einzelnen Lebenszyklusphasen können die BIM-Manager aus unterschiedlichen Sphären kommen.

BIM-Koordinator:

Projektmitglieder, die im Rahmen des Wertschöpfungsprozesses für die operative Umsetzung der BIM-Ziele über den gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks verantwortlich sind. Sie definieren und koordinieren Aufgaben und Zuständigkeiten auf Grundlage der BIM-Anwendungen. Sie sichern die vertraglich vereinbarte Qualität des Datenmodelles und den fehlerfreien Datenaustausch. Dazu koordinieren sie die BIM-Autoren bei der Erarbeitung des Datenmodells und leiten die Freigaben durch den BIM-Manager in projektspezifischen Intervallen ein.

BIM-Autor:

Projektmitglieder, die das Datenmodell über den gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks in Abstimmung mit den BIM-Koordinatoren bearbeiten. Sie ergänzen entsprechend der vertraglich vereinbarten Qualität und unter Berücksichtigung von BIM-Standards im Rahmen der BIM-Prozesse Informationen aus den unterschiedlichen Fachdisziplinen im

Datenmodell. Ihnen obliegt die Datenhoheit über die von ihnen erstellten Fach- und Teilmodelle.

BIM-Nutzer:

Projektmitglieder, die das Datenmodell ausschließlich zur Informationsgewinnung nutzen und dem Modell keine Daten oder Informationen hinzufügen. Beispiel: Bauarbeiter auf der Baustelle, der anhand des aus dem Modell abgeleiteten Schalungsplan die Schalung erstellt, jedoch keine Daten oder Informationen an das Modell anfügt.

6.2.2 Beschreibung der Prozessstruktur

Die Prozessstruktur wurde im Hinblick auf einen durchgängigen Informationsfluss aufgebaut. Die Abgrenzung der einzelnen Prozessbausteine in Bezug auf Informationen und die Verkettung der einzelnen Prozessbausteine zu einem gesamtheitlichen Prozessmodell bietet mehrere Möglichkeiten. Ausgegangen von den Prozessattributen und der Prämisse, dass ein Attributwert jeweils einem Prozess zugeordnet ist, ergeben sich drei Varianten:

1. Abgrenzung der Prozesse nach dem Input

Ein Prozess hat immer nur einen Input, aus dem mithilfe undefiniert vieler mitgeltender Informationen undefiniert viele Outputs erzeugt werden können.

Problematisch ist dabei der Fall, dass mehrere Informationen zur Erstellung eines Outputs benötigt würden, da es dann Prozesse ohne Output geben könnte. Bei einem solchen Prozess fehlt das Ergebnis – er wäre redundant.

2. Abgrenzung der Prozesse nach mitgeltenden Informationen

Ein Prozess hat immer nur eine mitgeltende Information, mit der undefiniert viele Inputs zu undefiniert vielen Outputs verarbeitet werden.

Mitgeltende Informationen stammen per Definition von Prozessen außerhalb der Wertschöpfungskette. Sie ergänzen somit lediglich den Informationsfluss und stellen die Ansatzpunkte für andere Prozesse dar. Daher eigenen sie sich nicht zur Abgrenzung von Tätigkeiten innerhalb einer konsistenten Wertschöpfungskette.

3. Abgrenzung der Prozesse nach Output

Ein Prozess hat immer nur einen Output, der aus undefiniert vielen Inputs und mit Hilfe undefiniert vieler mitgeltender Informationen erzeugt wird.

Ein Output lässt sich nicht ohne einen Informationsinput erstellen. Somit besitzt jeder Prozess genau einen Output und mindestens einen Input. Keine zugewiesene mitgeltende Information bedeutet lediglich, dass keine Informationen von Prozessen außerhalb der Wertschöpfungskette einfließen.

Unter der Bedingung, dass die Einträge der später aufzustellenden Informations-Listen unmittelbar Prozessen zuzuordnen sind, erweist sich somit ausschließlich der Output als mögliches Abgrenzungskriterium. Daraus lässt sich folgender Grundsatz für die Prozessstruktur ableiten:

Eine Tätigkeit wird ausgeführt, um <u>eine</u> Information zu erzeugen. Erzeugt eine Tätigkeit keine Information, ist sie redundant. Erzeugt sie mehr als eine, ist sie in mehrere Tätigkeiten aufzuteilen.

Wesentlich für die Anwendung des Grundsatzes ist, dass sich das beschriebene Clustern der Prozesse stets auf zwei Dimensionen bezieht. Zum einen auf die Trennung in der Abfolge von Tätigkeiten (Zeitachse). Zum anderen auf die Unterteilung eines Prozesses in Teilprozesse (Gliederung der Prozessebenen). Somit ist eine Zuordnung von Verantwortlichkeiten, wie sie bei der Aufnahme der Ist-Prozesse erfolgt, nur noch zur vereinfachten Orientierung auf grober Prozessebene notwendig. Die Sphären stellen demnach unverändert das Ordnungskriterium der Prozesse von Ebene 0 (Lebenszyklusphasen) bis Ebene 2 dar. Die darunterliegenden Ebenen orientieren sich hingegen am erzeugten Output, wobei Ebene 3 die maßgebliche Austauschebene der Projektbeteiligten darstellt.

6.2.3 Gliederungsebenen der Prozesse

Die Forschungsprojekte des Lehr- und Forschungsgebiets Baubetrieb und Bauwirtschaft verfolgen das gemeinsame Ziel, ein Prozessmodell über den gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks aufzustellen, die im Fokus den Informationsfluss beinhaltet. Zum Aufbau durch unterschiedliche Projekte mit wiederum mehreren Bearbeitern wurden die in diesem Kapitel beschriebenen Einteilungen aufgestellt.

Die Prozesse des LuFG BB werden über mehrere Gliederungsebenen aufgeteilt. Dies dient dazu, auf den unteren Ebenen eine Vielzahl von Vorgängen abbilden zu können. Gleichzeitig wird auf den oberen Ebenen die Übersichtlichkeit gewahrt, die es auch einem außenstehenden Betrachter

ermöglicht, sich in dem Prozessmodell zu orientieren. Aus diesen Anforderungen hat sich die folgende Struktur ergeben (Abbildung 19):

Prozessebene 1-2: Auf diese Gliederungsebene beschreiben die Abläufe im Rahmen eines strategischen Prozesses den Ablauf so kompakt wie möglich (Kap. 3.4.3). Darüber hinaus werden Sphären und Rollen den Prozessen zugeordnet, es existieren jedoch keine In- oder Outputs.

Prozessebene 3: Diese Gliederungsebene stellt den Kern des Informationsflusses dar. Die Abläufe beschreiben im Rahmen eines fachlichen Prozessflusses wesentliche Arbeitsabläufe und dazu benötigte bzw. daraus entstehende Informationsobjekte wie Dokumente und Dateien (Kap. 3.4.3).

Prozessebene 4: Die Gliederungsebenen 4 beschreibt den Arbeitsablauf zur Erstellung detailliertere Teil-Informationen der Informationspakete aus Ebene 3 in Informationsgruppen.

Prozessebene 5: Diese Gliederungsebenen beschreibt die Darstellung einzelner Attributwerte die für die Erstellung sämtlicher Informationen benötigt wird.



Abbildung 19: Gliederungsebenen der Prozesse

Die beschriebenen Gliederungsebenen der Prozesse dienen des Weiteren der Abgrenzung der einzelnen Forschungsprojekte. Über die jeweiligen Projektbeschreibungen und darin definierten Zielen gliedern sich die Vorhaben in die Gliederungsebenen der Prozesslandschaft (vgl. Abbildung 1) ein.

6.2.4 Umsetzung in Prozessmodellierungssoftware

Auf Grundlage der Vorüberlegungen zu der aufzustellenden Prozesslandschaft und der daraus folgenden Analysen wird die Auswahl einer Software zur Prozessmodellierung erforderlich. Dabei sind folgende Anforderungen maßgeblich:

• Erarbeitung der Prozesse und zugehörigen Informationen

Mehrere schreibende Nutzer müssen mit möglichst intuitiver Bedienung Prozesse erarbeiten und anpassen können. Für eine effiziente Verarbeitbarkeit ist eine bidirektionale Transformation ins Tabellenformat notwendig.

Darstellung der Prozesslandschaften

Die Software muss gängige Prozess-Modellierungs-Notationen beherrschen, um das gleiche Verständnis bei allen Beteiligten sicher zu stellen. In Anlehnung an bisher veröffentlichte Verfahren aus dem Bereich des Bauwesens (z.B. IDM) wird eine Notation auf Grundlage von BPMN 2.0 als sinnvoll erachtet.

• Austauschmöglichkeit mit Externen

Im Hinblick auf eine Validierung der Prozesse ist eine für die Praxispartner und weitere Externe zugängliche und verständliche Darstellung der Prozesslandschaften erforderlich. Darüber hinaus soll die Möglichkeit bestehen, dass Dritte über die verwendete Software-Lösung direkt mit dem Forschungsteam kommunizieren und somit direkt zur Verbesserung der Arbeitsstände beitragen. Dies soll beispielsweise über eine Kommentarfunktion erfolgen.

• Auswertung bzw. Weiterverwendbarkeit der Prozesslandschaft

Mit der Software sollen aus den aufgestellten Prozesslandschaften verschiedene Arten der Auswertung möglich sein. Eine Variante ist die Ableitung des Anforderungskataloges nach verschiedenen Kriterien. Des Weiteren kann eine darauf aufbauende Schwachstellenanalyse der aufzustellenden Soll-Prozesse für zukünftige Anwendungen von Vorteil sein.

Veröffentlichung der Ergebnisse

Die Forschungsergebnisse sollen über ein Webportal interaktiv der Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt werden können.

Nach Abstimmungen mit Experten aus dem Bereich des Prozessmanagements und nach entsprechenden Produktrecherchen hat sich ergeben, dass lediglich eine datenbankbasierte Modellierung den zuvor aufgeführten Bedürfnissen gerecht wird, die durch Bestimmung definierter Abhängigkeiten unter den Prozessen die Möglichkeit eröffnet, Prozesslandschaften automatisiert generieren zu lassen. Eine solche Funktion ermöglichen Softwarepakete wie Microsoft Power-Point oder Microsoft Visio, die lediglich auf grafische Darstellung fokussiert sind, nicht. Darüber hinaus bieten datenbankbasierte Systeme zum Teil Erweiterungen wie Online-Portale zur webbasierten Visualisierung, Bearbeitung der Inhalte und Auswertung mittels Abfragen.

Ausgewählt wurde die Software Aeneis von der intellior AG. Neben den zuvor genannten Aspekten überzeugt die intuitive Bedienbarkeit durch mehrere zeitgleich arbeitende Benutzer sowohl über lokale Installationen als auch über einen Webzugriff. In diesem Kontext eignet sich das Software-Paket insbesondere zur Veröffentlichung der Forschungsergebnisse, als Diskussionsgrundlage und zum stetigen Austausch mit der Praxis. Zudem besteht durch individuelle Anpassbarkeit, ohne dabei externe Programmier-Leistungen in Anspruch nehmen zu müssen, eine Vielzahl an Umbau- und Erweiterungsszenarien.

7 Literaturverzeichnis

- AHO e.V. (2014). Heft 9 Leistungsbild und Honorierung Projektmanagementleistungen in der Bau- und Immobilienwirtschaft. Berlin: Bundesanzeiger.
- Allplan BIM-Kompendium. (2016).
- Becker, J., Kugler, M., & Rosemann, M. (2012). *Prozessmanagement Ein Leitfaden zur prozessorientierten Organisationsgestaltung.* Berlin, Heidelberg: Springer Gabler.
- Berner, F., Kochendörfer, B., & Schach, R. (2013). *Grundlagen der Baubetriebslehre 1.* Wiesbaden: Springer Vieweg.
- BIM Forum. (19. 10 2016). BIM Forum LEVEL OF DEVELOPMENT SPECIFICATION October 19, 2016. Von http://bimforum.org/lod/ abgerufen
- bimundumbimherum. (04. 09 2019). Von https://bimundumbimherum.wordpress.com/glossar/a-z/#C abgerufen
- BMUB. (04. 9 2019). Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit. Von https://www.buildingsmart.de/kos/WNetz?art=File.download&id=5693&name=2017-01-16_BMUB-Erlass-BIM.pdf abgerufen
- BMVI. (21. 12 2015). Stufenplan Digitales Planen und Bauen . Von https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/DG/stufenplan-digitales-bauen.pdf?__blob=publicationFile abgerufen
- Borrmann, A. (2015). Building Information Modelling Technologische Grundlagen und industrielle Praxis. Wiesbaden: Springer Vieweg.
- buildingSMART e.V. (04. 09 2019). *buildingSMART Germany*. Von http://www.buildingsmart.de abgerufen
- buildingSMART International, Ltd. (04. 09 2019). buildingSMART International. Von https://technical.buildingsmart.org/ abgerufen
- Chies, S. (2016). *Change Management bei der Einführung neuer IT-Technologien.* Wiesbaden: Springer Fachmedien.
- Diedrichs, C. (2006). Immobilienmanagement im Lebenszyklus, Projektentwicklung, Projektmanagement, Facility Management, Immobilienbewertung. 2. Auflage. Berlin Heidelber: Springer.
- Franz, K.-P. (1995). Prozessmanagement und Prozesskostenrechnung. In S.-G. D. e.V., Reengineering: Konzepte und Umsetzung innovativer Strategien und Strukturen (S. 117 - 126). Stuttgart: Schäffer-Poeschel.
- Freund, J., & Rücker, B. (2014). raxishandbuch BPMN 2.0, 4. Ausg. München: Carl Hanser.
- GEFMA 100. (2004). German Facility Management Association.
- GEFMA 190. (2004). German Facility Management Association.
- Handschumacher, J. (2014). Immobilienrecht praxisnah. Wiesbaden: Springer Fachmedien.
- Hausknecht, K., & Liebich, T. (2016). *BIM-Kompendium: Building Information Modeling als neue Planungsmethode*. Stuttgart: Fraunhofer IRB.
- Helmus, M., Laußat, L., Meins-Becker, A., & Kelm, A. (2014). Endbericht Sicherung von Datendurchgängigkeit im gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes. Wuppertal/Bonn: BBSR.
- Koalitionsvertrag für Nordrhein-Westfalen. (01. 09 2017). NRW Koalition 2017. Von https://www.buildingsmart.de/kos/WNetz?art=File.download&id=6594&name=vertrag_n rw-koalition_2017.pdf abgerufen
- Koch, S. (2011). Einführung in das Management von Geschäftsprozessen. Berlin Heidelber: Springer Verlag.

- Kochendörfer, B., Liebchen, J., & Viering, M. (2010). *Bau-Projekt-Management Grundlagen und Vorgehensweisen*, *4. Auflage*. Wiesbaden: Vieweg+Teubner.
- Ministerium für Bauen, Wohnen, Stadtentwicklung un. (14. 12 2016). Von http://www.mbwsv.nrw.de/bauen/bautechnik/pruefingenieureFBaustatik/index.php abgerufen
- NIBS. (04. 09 2019). https://www.nibs.org/. Von https://www.nibs.org/?page=bsa_cobie abgerufen
- Pfarr, K. (1984). Grundlagen der Bauwirtschaft. Essen: Dt. Consulting Verlag.
- Rabel, & Heintz. (2006). Bau- und Planungsrecht. Stuttgart: Deutscher Gemeindeverlag GmbH.
- Schawel, C., & Billing, F. (2014). Business Process Reengineering. In C. Schawel, & F. Billing, *Top 100 Management Tools* (S. 49-51). Berlin: Springer Fachmedien.
- Schmelzer, H. J., & Sesselmann, W. (2013). *Geschäftsprozessmanagement in der Praxis 8.*Ausgabe. München:: Carl Hanser Verlag.
- Siemon, K. (2012). Baukosten bei Neu- und Umbauten. Wiesbaden: Springer Vieweg.
- Springer Gabler. (04. 09 2019). *Wirtschaftslexikon*. Von http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Definition/information.html abgerufen
- Stolzenberg, K., & Heberle, K. (2013). *Change Management Veränderungsprozesse erfolgreich gestalten.* Heidelberg: Springer.
- Technische Universität Berlin. (2007). Fachgebiet Entwerfen und Konstruieren Verbundstrukturen, Grundlagen des Entwerfens und Konstruierens Darstellungsmethoden. Berlin.
- Viering, M., Rodde, N., & Zanner, C. (2015). *Immobilien- und Bauwirtschaft aktuell-Entwicklungen und Tendenzen.* Wiesbaden: Springer Vieweg Verlag.
- Wikipedia. (04. 09 2019). https://de.wikipedia.org/wiki/Dokumentarische_Bezugseinheit.

Glossar

3D-Flächenmodell

3D surface model

Bei einem (3D-)Flächenmodell handelt es sich um einen Modelltyp, der insbesondere zur Visualisierung von Infrastrukturmodellen (z.B. für digitale Geländemodelle) zur Anwendung kommt. In Flächenmodellen werden Objekte werden häufig durch nicht geschlossene Dreiecksnetze bzw. -horizonte im 3D-Raum beschrieben. Trotz 3D-Bezug beinhaltet ein Flächenmodell keine Volumenobjekte.

Aggregationsmodell

Aggregation model

Aus den Informationen mehrerer Fachmodelle zusammengesetztes Modell.

As-Built Kontrolle

As-built control

Bei der As-built-Kontrolle wird ein Bestandsmodell auf Übereinstimmung mit dem Planungsmodell geprüft; sie entspricht einem klassischen Soll/Ist-Vergleich im Rahmen von Abnahmen und Abrechnungsprozessen. Infolge der hohen Datendetaillierung zum Planungsmodell kann die As-built-Kontrolle in baubegleitende Kontrollprozesse eingebunden werden, z.B. durch unmittelbares Einpflegen von Liefer- oder Einbaudaten in das Bestandsmodell mit automatisierter Abgleichkontrolle auf Übereinstimmung mit den Anforderungen aus dem Planungsmodell.

Assoziativität

Associativity

Aus einem Modell mittels Verknüpfungen abgeleitete Darstellungen.

Attribut (Eigenschaft/Merkmal/Ausprägung/Objektinformationen)

Attribute

Ein Attribut, auch Eigenschaft genannt, gilt im Allgemeinen als Merkmal, Kennzeichen, Informationsdetail etc., das einem Objekt zugeordnet ist. Dabei wird unterschieden zwischen der Bedeutung (z. B. "Augenfarbe") und der konkreten Ausprägung (z. B. "blau") des Attributs. In der Informatik wird unter Attribut die Definitionsebene für diese Merkmale verstanden. Als solche werden sie analytisch ermittelt, definiert und beschrieben sowie für einen bestimmten Objekttyp als Elemente seiner Struktur festgelegt ("modelliert"). Daten über die Objekte werden in dieser Struktur und nur mit ihrem Inhalt, den Attributwerten gespeichert. Jedes Objekt repräsentiert sich somit durch die Gesamtheit seiner Attributwerte.

Aufgabe

Task/Job/Mission

Eine Aufgabe ist eine Verpflichtung, eine vorgegebene Handlung durchzuführen, i.d.R. um ein Ziel zu erreichen.

Bauwerksdaten/Gebäudedaten/Bauwerksinformationen/Gebäudeinformationen

Facility Data/Building Data/Facility Information/Building Information

Bauwerksdaten/Gebäudedaten/Bauwerksinformationen/Gebäudeinformationen sind im engeren Sinne Daten, die ein Bauwerk bzw. ein Gebäude, im weiteren Sinne Daten, die eine Liegenschaft betreffen.

Bauwerksdaten(informations)-Modell (BIM-Modell)

Building (Information) Model (BIM model)

Unter einem Bauwerksdaten(informations)-Modell (BIM-Modell) (auch digitales Bauwerksdatenmodell) versteht man eine Datei oder ein Datenpaket, in dem strukturierte Informationen über ein Bauwerk zusammengefasst sind. Es ist gekennzeichnet durch eine objektbasierte Strukturierung, in der Objekte in beliebigem Detaillierungsgrad durch Attribute bzw. Parameter und deren Ausprägungen definiert und zueinander in Relation gesetzt werden. Für das Arbeiten mit BIM-Modellen ist spezielle Software erforderlich. BIM-Modelle können für verschiedene Fachdisziplinen erstellt werden (vgl. Fachmodelle). BIM-Modelle können auch zur Aggregation und/oder Verknüpfung verschiedener Fachmodelle erstellt werden (vgl. Aggragationsmodelle, Multi-Modelle, Linkmodelle). D.h. Es wird bei dem Begriff Bauwerksdatenmodell nicht von einem monolithischen Gesamtmodell ausgegangen, sondern von der Koordination mehrerer Fachmodelle einzelner beteiligter Fachplaner (z.B. Architekturmodell, Tragwerksmodell, TGA-Modell, etc.).

Bauwerksdaten(informations)-Modellierungsprozess-Richtlinie (BIM-Modellierungs-Prozess-Richtlinie)

BIM Use Process Maps

Richtlinie über das Vorgehen bei bzw. die Relation zwischen BIM-Modellierungs-Prozessen.

BCF XML

BCF XML

BCF XML ist ein offenes XML-basiertes Datenformat zur Unterstützung der Workflow-Kommunikation in BIM-Prozessen, welches den Austausch von Nachrichten und Änderungsanforderungen zwischen BIM-Viewern und BIM-Software unterstützt. BCF steht für BIM Collaboration Format.

Bestandsmodell

As-built model

Ein Bestandsmodell bildet im Gegensatz zum Planungsmodell den Ist-Zustand ab bzw. dokumentiert diesen.

Big BIM

Der Begriff Big BIM ist ein Sammelbegriff für Ansätze, die BIM-Methode durchgängig über alle Fachdisziplinen und Lebenszyklusphasen eines Bauwerks einzusetzen.

Big Closed BIM

Der Begriff Big Closed BIM ist ein Sammelbegriff für Ansätze, die BIM-Methode durchgängig über alle Fachdisziplinen und Lebenszyklusphasen eines Bauwerks und dabei softwarespezifische, proprietäre Dateiformate einzusetzen.

Big Open BIM

Der Begriff Big Open BIM ist ein Sammelbegriff für Ansätze, die BIM-Methode durchgängig über alle Fachdisziplinen und Lebenszyklusphasen eines Bauwerks und dabei softwareunabhängige, offene Dateiformate einzusetzen.

BIM Einführungsplan

BIM integration plan

Strategisches Dokument, das BIM-Vision, BIM-Ziele und darauf aufbauend auch BIM-Anwendungen, Werkzeuge, Prozesse, Verantwortlichkeiten beschreibt, um diese in die Geschäftsprozesse eines Unternehmens oder eines Projektes einzuführen.

BIM-(Projekt-)Koordinationsbesprechung

BIM (project) coordination conference

Eine BIM-(Projekt-)Koordinationsbesprechung ist eine regelmäßig durchzuführende Besprechung zum Informationsaustausch und zur Abstimmung zwischen allen beteiligten Akteuren unter Leitung des BIM-(Projekt-)Koordinators.

BIM-(Projekt)-Koordinator

BIM (project) coordinator

Der BIM-(Projekt)-Koordinator ist ein Projektbeteiligter, der den BIM-Projekt-Abwicklungsplan erstellt, die Abstimmung unter den BIM-Verantwortlichen der verschiedenen beteiligten Akteure sicherstellt, und überwacht, dass die definierten BIM-Anforderungen von allen Akteuren erfüllt werden.

BIM-(Projekt)-Management

BIM (project) management

Das BIM-(Projekt-)Management übernimmt die Managementfunktionen zur Vorgabe, Steuerung und Überwachung von BIM-Zielen und -Prozessen in einem BIM-Projekt. Es benennt den bzw. übernimmt die Rolle des BIM-Koordinators, erstellt den BIM-(Projekt-) Management-Plan sowie den BIM-Projekt-Abwicklungsplan.

BIM-(Projekt)-Management-Plan (BMP)

BIM-(Project)-Management-Plan (BMP)

Im BIM-(Projekt-)Management-Plan (BMP) werden die Anforderungen und Vorgaben an das BIM-(Projekt-)Management festgehalten. Er entspricht einem Plan zur BIM-spezifischen Projekt-Aufbauorganisation.

BIM-Anforderung

BIM requirement

Eine BIM-Anforderung beschreibt die Anforderungen an den Informations-Output einer BIM-Anwendung (Aufgabe), so dass dieser in einer im BIM-Prozess nachgelagerten BIM-Anwendung (Aufgabe) als Informations-Input effizient und effektiv nutzbar ist.

BIM-Anwendung

BIM use/BIM case

Eine BIM-Anwendung ist die Abwicklung einer spezifischen Aufgabe unter Anwendung der Methode BIM zum Erreichen eines BIM-Ziels der untersten Ebene. Jede BIM-Anwendung hat einen Informations-Input und ein Informations-Output, der i.d.R. mit dem BIM-Ziel gleichgesetzt werden kann. Der Informations-Output kann in einer weiteren BIM-Anwendung als Informations-Input genutzt werden. Durch die Verkettung von BIM-Anwendungen entstehen BIM-Prozesse.

BIM-Autor/BIM-Modeler

BIM (model) author/BIM modeler

Ein BIM-Autor / BIM-Modeler ist ein Projektbeteiligter, der für die Erstellung, Änderung (Anpassung) und die Inhalte eines Fach- oder Teilmodells verantwortlich ist. Der BIM-Autor hat lesenden und schreibenden Zugriff auf "sein" Fach- oder Teilmodell.

BIM-Checker

Als BIM-checker wird eine Software bezeichnet, mit der BIM-Datenmodelle hinsichtlich spezifischer Kriterien überprüft werden können. Unterschieden wird Software zur internen Prüfung eines Fach- oder Teilmodells, z.B. auf Einhaltung der BIM-Anforderungen (z.B. Code Compliance Checker) von Software zur Prüfung von Aggregations- und/oder Koordinationsmodellen (z.B. Software zur Kollisionsprüfung).

BIM-Datenpaket

BIM Deliverables

Ein BIM-Datenpaket ist ein für einen speziellen Zweck zusammengestelltes Bündel an Bauwerksdaten im Sinne eines Ausschnittes von zu einem Bauwerk bzw. Projekt insgesamt vorliegenden Bauwerksdaten, das meist zum Datenaustausch oder zur Datenablage erstellt wird.

BIM-fähige Software

BIM-ready software

BIM-fähige Software ist Software, die geeignet ist, BIM-Daten zu verarbeiten. BIM-fähige Software sind z.B. parametrische, dreidimensionale und bauteilorientierte CAD Systeme (CAD Systeme der zweiten Generation) und vielfältige Auswertungs- und Simulationstools.

BIM-model viewer/3D-viewer

Ein BIM-model viewer ist eine Software zur Darstellung und interaktiven Betrachtung dreidimensionaler Bauwerksinformationen, jedoch ohne Möglichkeiten, diese zu modifizieren.

BIM-Projekt-Abwicklungsplan

BIM project execution plan

Im BIM-Projekt-Abwicklungsplan werden projektspezifisch die Grundlagen einer BIM-basierten Zusammenarbeit festgehalten. Er beinhalltet die Ziele, die Zuordnung der Aufgaben zu den organisatorischen Strukturen und Akteuren sowie Rahmenbedingungen für die BIM-Leistungen; er definiert die BIM-Prozesse und BIM-(Austausch-)Anforderungen. Er entspricht damit einem Plan zur BIM-spezifischen Projekt-Ablauforganisation.

BIM-Prozess

BIM process

Ein Prozess ist die logische Verknüpfung von Aufgaben und Tätigkeiten für die Erreichung eines definierten Zieles in Form eines "Produktes oder einer Dienstleistung". Mit einem BIM-Prozess wird die Erreichung eines übergeordneten BIM-Ziels durch eine oder mehrere BIM-Anwendungen durch einen oder mehrere BIM-Akteure inkl. der ggf. erforderlichen Informationsflüsse mit ihren In- und Outputbeziehungen erreicht. (Vgl. den abweichenden Begriff BIM-Modellierung-Prozess!)

BIM-Ziel

BIM goal

Ein BIM-Ziel kann ein neues oder vorhandenes Produkt bzw. eine Dienstleistung sein, welches durch BIM erzeugt oder verbessert werden soll. Übergeordnete BIM-Ziele geben den zu betrachtenden Rahmen für die BIM-Prozessmodellierung vor; diese übergeordneten BIM-Ziele werden dann durch Abarbeiten eines BIM-Prozesses erreicht. BIM-Ziele der untersten Ebene werden durch Abarbeiten einer BIM-Anwendung durch einen Akteur erreicht bzw. die BIM-Anwendung für diesen Akteur wird zur Erreichung dieser Ziele gestaltet.

Boundary Representation (B-Rep)

Bei der Boundary Representation (B-Rep) handelt es sich um eine klassische Methode zur expliziten Beschreibung der dreidimensionalen Berandung von Körpern im Rechner auf der Basis von Knoten, Kanten, Flächen und Körpern. Vgl. Volumenmodell.

Closed BIM

Der Begriff Closed BIM ist ein Sammelbegriff für Ansätze, die BIM-Methode für Projekte unter Verwendung softwarespezifischer, proprietärer Dateiformate umzusetzen.

Code Compliance Checking

Beim Code Compliance Checking erfolgt die Überprüfung von Modellen auf Übereinstimmung mit Anforderungen aus Normen und Richtlinien, zu denen auch die projektspezifisch definierten BIM-Anforderungen gehören können.

Computer-Aided Design (CAD)

Unter Computer-Aided Design (CAD) versteht man das computergestützte Arbeiten beim Entwurf von Produkten auf Basis von 2D-und 3D-Modellen. Früher wurde auch der BFegriff Computer-Aided Drafting verwendet, um den digitalen Entwurf auf der Basis von 2D-Plänen hervorzuheben.

Computer-Aided Engineering (CAE)

Unter Computer-Aided Engineering (CAE) versteht man das computergestützte Arbeiten in der Entwicklung.

Computer-Aided Facility Management (CAFM)

Unter Computer-Aided Facility Management (CAFM) versteht man das computergestützte Arbeiten im Facility Management.

Computer-Aided Manufacturing (CAM)

Unter Computer-Aided Manufactoring (CAM) versteht man die computergestützte Fertigung von Produkten, traditionell häufig unter Verwendung von CNC-Maschinen, zunehmend auch unter Verwendung von 3D-Druckverfahren.

Computerized Numerical Control (CNC)

Unter Computerized Numerical Control (CNC) versteht man die computergestützte, numerische Steuerung von Fertigungsmaschinen.

Constructive Solid Geometry (CSG)

Bei der Constructive Solid Geometry (CSG) handelt es sich um ein klassisches Verfahren zur impliziten, prozeduralen Beschreibung von Körpern auf der Basis von Grundkörpern (z.B. Würfel, Zylinder, Pyramide) und boolschen Operationen (Vereinigung, Schnitt, Differenz). Vgl. Volumenmodell.

CPI XML

CPI XML ist als XML-basiertes Austauschformat CPI XML ein herstellerspezifisches Datenformat der RIB Software AG zur Integration von BIM-Daten der Planungsphase mit BIM-Daten der AVA- und Ausführungsprozesse mittels Nutzung von CPI XML-Schnittstellen in unterstützenden Softwareprodukten. CPI steht für Construction Process Integration.

Datenaustausch im Pull-Prinzip

Data pull principle

Beim Datenaustausch nach dem Pull-Prinzip wird ein Datenaustauschprozess durch den Empfänger initiiert, sobald auf Seiten des Empfängers ein Informationsbedarf vorliegt. Der Empfänger ist in der Holpflicht.

Datenaustausch im Push-Prinzip

Data push principle

Beim Datenaustausch nach dem Push-Prinzip wird ein Datenaustauschprozess durch den Sender initiiert, sobald auf Seiten des Senders eine mitzuteilende Information vorliegt. Der Sender ist in der Bring-Pflicht.

Datenaustauschform

Data exchange type

Der Datenaustausch kann in verschiedenen Formen stattfinden. Zwischen Datenaustauschform, Dokumentenübergabeformen und Kommunikationsmittel bestehen Abhängigkeiten. Beispiele für Formen des Datenaustausches sind der Datenaustausch nach dem Push- und Pull-Prinzip oder der Datenaustausch in bidirektionaler, interaktiver Kommunikation.

Datenaustauschformat

Data exchange specification

Das Datenaustauschformat ist eine Spezifikation, in welchem Dateiformat, Kodierung und in welcher Form Daten beim Datenaustausch übertragen werden.

Datendurchgängigkeit

Data continuity

Datendurchgängigkeit bedeutet, dass Sender und Empfänger einer kontextbezogenen Information die Information ohne Transformation austauschen können und diese gleich verstehen.

Datenraum/Projektraum/Datenplattform/Projektplattform/Datenserver/Projektserver

Data server/file server

In Zusammenhang mit der Lehrveranstaltung wird mit den Begriffen Datenraum/Projektraum/Datenplattform/Projektplattform/Datenserver/Projektserver ein Speicherplatz im Netzwerk verstanden, an dem in strukturierter Form und nach Vorgaben eines Administrators projektbezogene Daten gespeichert werden und auf den verschiedene Nutzer nach definierten Regeln Zugriff haben. Er ist i.d.R. Bestandteil eines Project Content and Communication Management Systems (PCCMS).

Datenverfügbarkeit

Data availability

Unter der Datenverfügbarkeit wird das Maß der Zugänglichkeit zu Daten oder Informationen für Akteure in Abhängigkeit des Speicherortes und der Zugriffsberechtigung verstanden.

Detaillierungsgrad

Level of Detail (LOD) / Level of Information (LOI)

Der Detaillierungsgrad bzw. der Informationstiefegrad eines Informationsmodells, z.B. eines Bauwerksdatenmodells, bezeichnet den Arbeits- bzw. Projektfortschritt der Modellierung hinsichtlich der zu erreichenden Genauig- und Kleinteiligkeit.

Drawing Exchange Format (DXF)

Das Drawing Exchange Format (DXF) ist ein Dateiformat zur Übergabe von vektorisierten Daten. Es wird von den meisten CAD-Programmen unterstützt. Der Austausch von Objektinformationen wird nicht unterstützt.

DWG

Das DWG-Dateiformat der Firma Autodesk (AutoCAD) dient zum Abspeichern von Vektordaten. Das Format hat sich als Standard im Bereich von CAD-Zeichnungen etabliert. Die Abkürzung DWG steht für das englische Wort drawing.

Enterprise content and communication management system (ECCMS) / Enterprise content management system (ECMS) / Enterprise communication management system (ECMS) / Enterprise content server (ECS) / Enterprise content store (ECS) / Enterprice communication

Ein Enterprise Content and Communication System (ECCMS) ist eine Software bestehend aus einer Software für das Enterprise Content Management und einer Software für das Enterprise Communication Management (jeweils ECM). Sie dient der netzwerkbasierten Zusammenarbeit und Datenverwaltung innerhalb eines Unternehmens. Sie entstand durch die Zusammenführung herkömmlicher Techniken des Dokumentenmanagements (im weiteren Sinn) mit Internettechniken, Web-Content-Management und Portalen. Hierbei werden Daten eines Unternehmens über einen Enterprise Content Server bzw. Enterprise Content Store verbunden mit einen Enterprise Communication System (jeweils ECS) erstellt, ausgetauscht und verwaltet.

Fachmodell/Applikationmodell/Teilmodell/Elementarmodell

Subject-specific model/Application specific model

Ein Fachmodell/Applikationmodell/Teilmodell/Elementarmodell ist ein fachspezifisches Datenmodell. Nachfolgende Auflistung führt exemplarisch einige mögliche Fachmodelle auf: Raummodell, Architekturmodell, Tragweksmodell, Fassadenmodell, TGA-Modell, Ablaufmodell, Baustelleneinrichtungsmodell, Bauphasenmodell, Finite Elemente Modell, Beleuchtungsmodell, Betreibermodell, Facility Management Modell, Revisionsmodell.

Fertigstellungsgrad

Level of Development (LoD)

Der Fertigstellungsgrad eines Informationsmodells bezeichnet den Arbeits- bzw. Projektfortschritt der Modellierung innerhalb eines vorgegebenen Detaillierungsgrades. Der Fertigstellungsgrad beschreibt auch, wie vollständig und belastbar die Informationen eines Bauwerksmodells für eine bestimmte Auswertung sind. In dem Beitrag "The American Institute of Architects Document E202 – 2008 Building Information Modeling protocol Exhibit" werden fünf LOD-Stufen (LOD "100" bis "500") beschrieben.

GAEB DA XML

GAEB DA XML ist ein vom Gemeinsamen Ausschuss Elektronik im Bauwesen (GAEB) definiertes Datenaustauschformat zum Datenaustausch (DA) in definierten Austauschprozessen über sogenannte GAEB-Schnittstellen.

Gesamtbauwerksdatenmodell

Complete Building (Information) Model

Ein Gesamtbauwerksdatenmodell ist ein vollumfängliches Bauwerksdatenaggregationsmodell, d.h. ein Modell, das alle relevanten Bauwerksfachmodellen beinhaltet; es dient z.B. zum Projektabschluss als Teil der Projektdokumentation.

Globally Unique Identifier (GUID)

Ein Globally Unique Identifier (GUID) ist eine global eindeutige Zahl mit 128 Bit (16 Bytes), die in verteilten Computersystemen zum Einsatz kommt. GUID stellt eine Implementierung des Universally-Unique-Identifier-Standards (UUID) dar. GUID werden z.B. von BIM-Software bei der Erstellung neuer Objekte vergeben und dienen dort als Schlüssel für das Tracking des Objektes über die Zeit, d.h. im Projektverlauf.

IFC XML

IFC XML ist als XML-basiertes Austauschformat eine hersteller- und länderübergreifende Schnittstelle für den modellbasierten Daten- und Informationsaustausch in allen Planung, Ausführungs- und Bewirtschaftungsphasen. buildingSMART International entwickelt und etabliert IFC als offenen Standard für das Bauwesen. IFC ist unter ISO 16739 als internationaler Standard registriert. IFC steht für Industry Foundation Classes.

Information Delivery Manual (IDM)

Eine Information Delivery Manual (IDM) beschreibt die Informationsanforderungen, die unter geschäftlichen Rahmenbedingungen erzeugt und verwendet werden. Die Internationale Organisation für Normierungen entwickelt derzeit eine ISO-Norm, die sich ausschließlich mit der Verwendung und Weitergabe von Informationen eines BIM-Gebäudemodells befasst (erster Entwurf, die ISO/DIS 29481-1)

Instandhaltungsplanungs- und -steuerungssystem (IPS)

Computerized Maintenance Management System (CMMS)

Ein Instandhaltungsplanungs- und -steuerungssystem (IPS) bzw. Computerized Maintenance Management System (CMMS) ist ein computergestütztes System für das Instandhaltungsmanagement.

Instantiierung/Instanziierung

Instantiation

Als Instantiierung bezeichnet man in der objektorientierten Programmierung das Erzeugen eines konkreten Objekts einer bestimmten Klasse. Während der Instanziierung eines Objekts wird in vielen Programmiersprachen ein sogenannter Konstruktor ausgeführt. Die Instanz einer Klasse ist ein konkretes Exemplar mit konkreten Ausprägungen, mit dem bis zu dessen Zerstörung gearbeitet werden kann.

Kollisionsprüfung

Clash detection

Bei der Kollisionsprüfung werden computergestützt geometrische Überschneidungen von Volumen-Modellelementen eines oder mehrerer Fachmodelle detektiert und dokumentiert, z.B. um Planungsfehler zu erkennen. (Hinweis: Modellelemente können auch erforderliche Arbeits- und/oder Transporträume und/oder Abstandszonen (z.B. baurechtlich oder arbeitssicherheitstechnisch) sein.)

Koordinationsmodell

Coordination model

Ein Koordinationsmodell ist ein Modell, dass Informationen aus mehreren Fachmodellen beinhaltet und z.B. zur Planungsabstimmung und Konsistenzprüfung, z.B. zur Kollisionsprüfung, genutzt wird.

Laser Scanning

Beim Laser Scanning handelt es sich um ein dreidimensionales, berührungsloses Aufmaßverfahren. Dabei wird eine Umgebung durch einen Laser rasterförmig abgetastet, wodurch ein fein aufgelöstes Abbild der Oberfläche entsteht. Aus den gewonnenen Daten (Punktwolke) lassen sich beispielsweise verformungstreue Pläne oder 3D-Modelle ableiten (siehe auch As-Built-Model und Bestandsmodell).

Link Modell

Ein Linkmodell ist ein Modell zur Verknüpfung mehrerer Fach- bzw. Elementar- bzw. Teilmodelle durch Verknüpfung bzw. Referenzierung der einzelnen Objekte bzw. Elemente unter- bzw. zueinander.

Little BIM

Der Begriff Little BIM ist ein Sammelbegriff für Ansätze, die BIM-Methode auch beschränkt auf einzelne Fachdisziplinen und/oder Lebenszyklusphasen eines Bauwerks einzusetzen.

Little Closed BIM

Der Begriff Little Closed BIM ist ein Sammelbegriff für Ansätze, die BIM-Methode auch beschränkt auf einzelne Fachdisziplinen und/oder Lebenszyklusphasen eines Bauwerks und dabei softwarespezifische, proprietäre Dateiformate einzusetzen.

Little Open BIM

Der Begriff Little Open BIM ist ein Sammelbegriff für Ansätze, die BIM-Methode auch beschränkt auf einzelne Fachdisziplinen und/oder Lebenszyklusphasen eines Bauwerks und dabei softwareunabhängige, offene Dateiformate einzusetzen.

Model View Definition (MVD)

Die Model View Definitions (MVD) sind Bestandteil der Information Delivery Manual (IDM)-Methode. Sie Mit ihnen erfolgt die Spezifikation der Teilmenge eines Modells oder Schemas (z.B. der IFC), das konkreten Anforderungen an den Datenaustausch (Exchange Requirements) zur Lösung einer bestimmten Aufgabe (z.B. Energiebedarfsermittlung) genügt.

Modell

Model

Ein Modell ist ein vereinfachtes bzw. abstrahiertes Abbild eines Wirklichkeitsausschnittes. Die Vereinfachung kann gegenständlich oder theoretisch geschehen.

Modellprüfung

Model checking

Unter einer Modellprüfung versteht man sowohl die Prüfung einzelner Fachmodelle als auch die Prüfung mehrerer Modelle auf Konformität durch Bildung von Koordinationsoder Aggregationsmodellen aus verschiedenen Teilmodellen. Die Durchführung der Modellprüfung kann regelbasiert erfolgen. Beispiele für teilweise automatisierbare Prozesse der Modellprüfung sind die Kollisionsprüfung oder das Code Compliance Checking.

Multi Modell (MM)

Multi model (MM)

Ein Multimodell (MM) ist ein aus mehreren Fach- bzw. Teilmodellen mittels Linkmodellen bestehendes Aggregations- oder Koordinationsmodell.

Multi Modell Container (MMC)

Multi model container (MMC)

Ein Multi Modell Container (MMC) ist eine Datei, mittels der ein Multi Modell abgespeichert und ausgetauscht werden kann Bei einem MMC handelt es sich um eine ZIP-Datei, die einzelne Fach- bzw. Teil- bzw.- Elementarmodelle sowie die zur Verknüpfung erforderlichen Linkmodelle im jeweils fachmodellspezifischen Dateiformat beinhaltet.

nD-Modell

nD model

Ein nD-Modell ist im Zusammenhang mit der Lehrveranstaltung ein um weitere Dimensionen im Sinne von Zusatzobjektinformationen erweitertes 3D-Geometrie-Modell. Gebräuchlich ist die Bezeichnung des 3D-Modells für ein 3D-Geometrie-Modell, bei dem neben den Geometrieinformationen weitere objektbezogene Objektinformationen ergänzt werden, wie z.B. wie Materialeigenschaften. Gebräuchlich ist die Bezeichnung des 4D-Modells für ein um die Dimension Zeit erweitertes 3D-Modell, das die Erstellung von 4D-Bauablaufanimationen (4D-BIM), z.B. die zeitabhängige Visualisierung des Bauablaufs, erlaubt. Weiterhin gebräuchlich ist die Bezeichnung 5D-Modell für ein um die Dimension "Kosteninformationen" erweitertes 4D-Modell, das die zeitabhängige Darstellung der Kostenentwicklung im Bauprojekt (5D-BIM) erlaubt.

Weitere sogenannte (Keine Vorschläge), um die ein Modell erweitert werden kann, sind z.B. Informationen zu Materialien (oft schon bei Verwendung des 3D-Modell-Begriffs isoliert), Informationen zur Nachhaltigkeit (z.B. ökologischer Fußabdruck) oder Informationen zum Betrieb (z.B. Wartungskosten, Wartungsintervalle, Erneuerungszyklen).

Objekt

Object

Ein Objekt (auch Instanz genannt) bezeichnet in der objektorientierten Programmierung (OOP) ein Exemplar eines bestimmten Datentyps oder einer bestimmten Klasse (auch "Objekttyp" genannt). Objekte sind konkrete Ausprägungen ("Instanzen") eines Objekttyps und werden während der Laufzeit erzeugt (Instanziierung). Sie sind nicht nur zu ihren eigenen Klassen, sondern auch zu den entsprechenden Basisklassen zuweisungskompatibel. Jedes Objekt hat einen Zustand, ein Verhalten und eine Identität. Der Zustand des Objektes setzt sich aus seinen Eigenschaften (Attribute) und Verbindungen zu anderen Objekten zusammen. Das Verhalten des Objektes wird durch die Menge seiner Methoden beschrieben. Die Identität unterscheidet ein Objekt von anderen Objekten, auch wenn diese anderen Objekte den gleichen Zustand und das gleiche Verhalten haben.

Objekt-Matching

Object-matching

Eine besonders wichtige Teilaufgabe der Datenintegration ist das sogenannte Objekt-Matching, mit dem semantisch korrespondierende Objekte (Dateninstanzen, Sätze) verschiedener Quellen identifiziert werden. Die Objekte sind dabei meist unterschiedlich repräsentiert und die Inhalte einzelner Quellen überlappen sich häufig.

Objektorientierte Modellierung (OOM)/objektorientierte Programmierung (OOP)

Object-oriented modeling/object-oriented programming

Objektorientiertes Arbeiten basiert auf einer Methodik zur strukturierten Beschreibung von Daten bzw. Informationen auf Basis von Objekten, deren Eigenschaften und Beziehungen / Relationen zueinander. Bei dem objektorientierten Modellieren (OOM) entsteht ein Modell aus mit einander in Beziehung / Relationen stehenden Objekten und bei objektorientierten Programmieren (OOP) ein Programmcode bestehend aus mit einander in Beziehung stehenden Datenobjekten.

Open BIM

Der Begriff Open BIM ist ein Sammelbegriff für Ansätze, die BIM-Methode für Projekte unter Verwendung softwareunabhängiger, offene Dateiformate umzusetzen.

Parameter

Parameter

Ein Parameter ist eine charakterisierende Eigenschaft, eine Kenngröße oder eine Kennzahl. Als Parameter, auch Formvariable, wird in der Mathematik eine Variable bezeichnet, die gemeinsam mit anderen Variablen auftritt, aber von anderer Qualität ist. Man spricht auch davon, dass ein Parameter beliebig, aber fest ist. Er unterscheidet sich damit von einer Konstanten dadurch, dass der Parameter nur für einen gerade betrachteten Fall konstant ist, für den nächsten Fall aber variiert werden kann. Im Zusammenhang mit der Lehrveranstaltung wird der Begriff Parameter im Sinne von skalierbaren Ausprägungen/Eigenschaften von Attributsmerkmalen von Objekten verwendet.

Parametrisches und relationales Modellieren

Parametric and related modeling

Beim parametrischen Modellieren handelt es sich um eine Technologie, bei der mithilfe von Parametern das Verhalten einer grafischen Komponente beschrieben wird. Wird z.B. der Parameter "Höhe" eines CAD-Objektes "Wand" in der Attributliste verändert, so verändert sich automatisch die Darstellung des zugehörigen grafischen Objektes.

In der Regel erfolgt neben der parametrischen Modellierung auch eine Modellierung der Relationen von Einzelobjekten zueinander. Z.B. stehen bei der parametrischen Modellierung in CAD-Umgebungen die CAD-Objekte in einer Beziehung zueinander und beeinflussen sich gegenseitig. So hat eine Wand zum Beispiel eine Verknüpfung zu dem Boden auf dem sie steht und zu der Decke an welche sie anschließt. Wird nun der Parameter "Höhe" des Objektes "Wand" verändert, so verschiebt sich regelbasiert auch durch Relation verbundene Decke.

Das Arbeiten mit Parametern und Relationen von Objekten ist der Kern der objektbezogenen Modellierung.

Project content and communication management system (PCCMS)/Project content management system (PCMS)/Project communication management system (PCMS)/Project content server (PCS)/Project content store (PCS)/Project communication system (PCS)

Ein Project Content and Communication System (PCCMS) ist eine Software bestehend aus einer Software für das Project Content Management und einer Software für das Project Communication Management (jeweils PCM). Sie dient der netzwerkbasierten Zusammenarbeit und Datenverwaltung innerhalb eines Projektes. Hierbei werden Daten eines Projektes über einen Project Content Server bzw. Project Content Store verbunden mit einem Project Communication System (jeweils PCS) erstellt, ausgetauscht und verwaltet. Mittels PCCMS erfolgt eine projektbezogene Zusammenarbeit über Unternehmensgrenzen hinweg.

Punktwolke

Menge von Punkten in einen dreidimensionalen Raum.

Regelungen für die Elektronische Bauabrechnung (REB)

Die Regelungen für die Elektronische Bauabrechnung (REB) beschreiben die Berechnungsmethoden und Methoden zum Austausch von Daten zur Mengenermittlung. Sie finden Verwendung in Zusammenhang mit den Datenaustauschprozessen nach GAEB, vgl. GAEB DA XML.

Rolle

Role

Als Rolle bezeichnet man die Funktion eines Akteurs in einem Prozess oder einem System. In einer Rolle nimmt ein Akteur eine oder mehrere Aufgaben wahr.

Simulation

Simulation

Unter Simulation versteht man das Experimentieren in einer Simulationsmodellumgebung, mit dem Ziel, Erkenntnisse über das dem Modell zugrunde liegende System zu gewinnen. Beispiele für digitale Simulationen sind Varianten- und Parameterrechnungen innerhalb erstellter digitaler Strukturmodelle, wie z.B. innerhalb von Klimamodellen, Strömungsmodellen, Tragwerksmodellen, Bauablaufmodellen etc., in denen die Reaktion des geschaffenen Simulationsmodells auf die variierenden Parameter untersucht werden.

Simulationsmodell

Simulation model

Ein Simulationsmodell ist ein spezielles Modell, dessen Gegenstand, Inhalt und Darstellung für Zwecke der Simulation konstruiert wird. Dabei werden nur diejenigen Merkmale des Systems modelliert, die für eine konkret zu lösende Fragestellung gerade von Bedeutung sind.

Struktur(modell)element

Structural element of a model

Ein Struktur(modell)element ist ein gliederndens oder zusammenfassendes Modellelement.

Terminlisten und Projekt- bzw. Bauablaufpläne (BAP)

Construction schedule

Terminlisten und Projekt- bzw. Bauablaufpläne sind Darstellungen alphanumerisch erfasster Informationen zur zeitlichen Entwicklung eines Bauprojektes. Ihnen liegt ein Vorgangsmodell zu Grunde.

Umgebungsmodell

Environment model / surrounding model

Das Umgebungsmodell stellt die Gestaltungselemente der Landschaftsarchitektur dar. Es stellt das Objekt in den städtebaulichen Kontext und bildet Erschliessungen und Grenzen ab.

Verantwortungssphären

Sphere of responsibility

Unter einer Verantwortungssphäre wird ein Verantwortungsbereich einer Entscheidungsinstanz verstanden, der infolge arbeitsteiliger Methoden infolge ggf. die Verantwortungsbereiche mehrerer einzelner Akteure zusammenfasst. Z.B. kann aus der Verantwortungssphäre des Akteur Bauherrn ein Verantwortungsbereich an einen Akteur Projektsteuerer outgesourct werden - der Projekt Steuerer handelt dann in seinem Verantwortungsbereich für die Verantwortungssphäre, d.h. im Interesse bzw. zu Lasten des Bauherren.

Visualisierung

Visualization

Mit Visualisierung bezeichnet man die grafische Darstellung von abstrakten Daten oder Informationen zur visuellen Erfassung (z.B. Plan, Karte, Diagramm, Schaubild, 3D-Darstellung eines Bauwerks oder einer städtebaulichen Situation).

Volumenmodell

Bei einem Volumenmodell wird das Volumen von Objekten durch die begrenzenden Oberflächen und der Information, auf welcher Seite sich Materie befindet, beschrieben. Zur Beschreibung der Oberflächen von Volumen stehen mehrere mathematische Algorithmen wie Polygonnetze (z.B. Dreiecksvermaschung), Splines oder mittels sog. 3D-Primitiven zur Verfügung, die sich v.a. in der Abbildungsgenauigkeit sowie dem Rechen- und Speicheraufwand unterscheiden. Die beiden bekanntesten Computerrepräsentationen für Volumenmodelle sind "B-rep" (boundary representation) und "CSG" (constructive solid geometry).

Vorgangsmodell

Work brakedown structure (WBS)

Mit einem Vorgangsmodell können z.B. die zur Errichtung eines Bauwerks erforderlichen Einzelvorgänge als parameterabhängige Vorgangsobjekte zueinander in Relation gebracht werden. Ein Vorgangsmodell kann mit einem Geometriemodell verknüpft oder isoliert erstellt werden.

XML

Die Extensible Markup Language (XML) ist eine Auszeichnungssprache zur Darstellung hierarchisch strukturierter Daten in Form von Textdateien. Ein XML-Dokument besteht aus Textzeichen, im einfachsten Fall in ASCII-Kodierung, und ist damit menschenlesbar. Binärdaten enthält es nicht.

Anlage 1

Verantwortungssphäre		Verantwortunssphäre u. Akteure (neutrale Bezeichnung nach Rollen)	nach Rollen)
Verantwort	ungssphäre		nacii noncii)
		Einzelrollen nach U	Einzelrollen nach Unternehmen / Institutionen
		Eigentümer	
		Investor	
			Mieter
-		Nutzer	Kunde
			Besucher
			Facility Manager
			Kaufmännischer Gebäudemanager / Liegenschaftsverwalter
		0+50	Technischer Gebäudemanager
Bauherren-Sphäre		פנובוסב	Infrastruktureller Gebäudemanager
			Immobilien Portfoliomanager
			Projektentwickler
			Projektsteuerer
		the second secon	Sachverständiger für Geotechnik (Sondierung des Bodens)
		Sonstige Trager von Baunerrenautgaben (evti. in der	SiGeKo (des Bauherren)
		Funktion einer der Vornerigen Kollen)	Retreiber von virtuellen Projekträumen (Archivierungs- und
			Datenbereitstellungsleistungen etc. outgesourct)
ō	Objektplaner		
nT.	Tragwerksplaner		
<u>1</u>	TGA-Planer		
		Fachplaner Brandschutz	
		Fachplaner Schall schutz	
		Fachplaner EnEV	
		Sachverständiger für Geotechnik (Gründungsplanung)	
		Repro-Dienste (Ausdruckleistungen outgesourct)	
: : : : : : : : : : : : : : : : : : :		Zeichnungsbüros (Zeichenleistung outgesourct)	
Planer-Sphare		Vermessung	
80	Sonstige Fachplaner	Landschaftsplanung	
		Bauphysik	
		EneV-Planung	
		Verkehrsplanung	
		Umwelttechnik	
		Baulogistik	
		FM-Beratung	
		::	

Fortsetzung Anlage 1

Stand: 22.02.2018		
	Verantw	Verantwortunssphäre u. Akteure (neutrale Bezeichnung nach Rollen)
Verantwo	Verantwortungssphäre	Einzelrollen nach Unternehmen / Institutionen
		Rohbauunternehmen
	Bailetishranda Fachillatemahman	Ausbauunternehmen
	בפתפתאותוו עוותע בפתותוועוועו	Tiefbauunternehmen
Ausführungs-Sphäre		
		Reinigungsunternehmen
	Service-Dienctleicter	Hausmeister-Service
	ספו אורפ- חופוופרופופרפו	Techniker/Handwerker
		Oberste Bauaufsichtsbehörde (Ministerium)
		Obere Bauaufsichtsbehörde (Bezirksregierung, Landratsämter)
		Untere Bauaufsichtsbehörde (Städte, Kreise)
		Bezirksschomsteinfeger
		Prüfstatiker / Prüfingenieur (Staatlich anerkannt für die Prüfung der Standsicherheit in (Massivbau, Metallbau und Holzbau))
		Sachverständiger für Erd- und Grundbau
		Betreiber der Ver- und Entsorgungseinrichtungen
		Vermesser (öff. Bestellte)
overhand Auferthan	2.5	Ordnungsämter
		Straßenverkehrsämter
		Feuerwehr (zur Beurteilung des Brandschutzes)
		Institutionen für technische Abnahmen (z.B. TÜV für Aufzüge)
		Gewerbeaufsichtsamt (bei Gewerbeobjekten)
		Bendisgenossenschaften
		Vergabe prüfstellen
		Tiefbauamt (zur Genehmigung der Entwässerung, Erschließung)
		Katacteramt
		המנס <u>זכן מוו</u> ונ
		Immobilienbewerter
		Wetterdienste
		Anbieter von Katalog-/Vorlagedatensätzen
		Zertifizierungsstellen (z.B. DGNB, FSC,)
		Verbände (HVB, ZDB)
		Makler
		Juristen
Sonstige Projektbeteiligte, die nicht betrachtet werden im	e nicht betrachtet werden im	Zulieferer
Rahmen des Projektes		Hersteller
		Katasterbehörde
		DIBt / Bauproduktzulassungsstellen
		Registrien nacinstitutionen Handwerkskammern
		Sachverständige nausschuss Grundstückswerte



Endbericht zum Forschungsvorhaben

Detaillierte Entwicklung von BIM-basierten Prozessen des Betreibens von Bauwerken zur Integration in eine lebenszyklusübergreifende Prozesskette

Das Forschungsvorhaben wird mit Mitteln der Forschungsinitiative Zukunft Bau des Bundesinstitutes für Bau-, Stadt- und Raumforschung gefördert.

Aktenzeichen: SWD- 10.08.18.7-17.09

Die Verantwortung für den Inhalt des Berichtes liegt beim Autor.

Bergische Universität Wuppertal

Fakultät für Architektur und Bauingenieurwesen

Lehr- und Forschungsgebiet Baubetrieb und Bauwirtschaft

Projektleitung: Manfred Helmus, Prof. Dr.-Ing.

Anica Meins-Becker, Dr.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing.

Agnes Kelm, M. Sc. Elektrotechnik

Bearbeitung: Norbert Damerau, M. Sc. Arch.

Matthias Kaufhold, M.A. Wirtsch.-Ing.

Daiki John Feller, M. Sc. Baulng.

unter Mitwirkung

von:

Michael Zibell, M. Sc., Baulng. Melanie Quessel, M.Sc. Arch. Nils Koch to Krax, M. Sc. Baulng.

Datum: 13.12.2019, Wuppertal

Inhaltsverzeichnis

<u>INH</u>	ALTSVERZEICHNIS
ABE	BILDUNGSVERZEICHNISIII
TAE	BELLENVERZEICHNISIV
<u>1</u>	ZIELSETZUNG UND PROJEKTAUFBAU
1.1	AUSGANGSSITUATION
1.2	ZIELSETZUNG
1.3	Projektaufbau
1.4	FÖRDERMITTELGELDGEBER UND PRAXISPARTNER
1.5	INHALTLICHE ABGRENZUNG VON WEITEREN FORSCHUNGSPROJEKTEN
<u>2</u>	ERSTELLUNG DES INFORMATIONSFLUSSPROZESSES FÜR DEN BETRIEB EINER IMMOBILIE 10
2.1	Szenario
2.1.	1 RAHMENBEDINGUNGEN DES SZENARIOS
2.1.	2 LEISTUNGSPHASEN IM BETRIEB
2.1.	3 FACHLICHER FOKUS
2.1.	4 VERANTWORTUNGSSPHÄREN UND ROLLEN
2.2	ERSTELLUNG DES INFORMATIONSFLUSSPROZESSES
2.3	HERANGEHENSWEISE DER INFORMATIONSPROZESSERFASSUNG
2.4	BIM-Anwendungsfälle
2.4.	1 Untersuchung einer einheitlichen Struktur zur Beschreibung von BIM-Anwendungsfällen 21
2.4.	2 IDENTIFIZIERTE BIM-ANWENDUNGSFÄLLE IM BETRIEB
<u>3</u>	ABLEITUNG UND BEREITSTELLUNG VON INFORMATIONSANFORDERUNGSBESCHREIBUNGEN
<u>FÜF</u>	R ANWENDUNGSFÄLLE DER BETRIEBSPHASE AUS DEM BUW-PROZESSMODELL 26
3.1	Auswertung und Exporte von BIM-Anwendungsfällen aus dem BUW-Prozessmodell 26
3.2	EXPORT VON BIM-ANWENDUNGSFÄLLEN AUS DEM BUW-PROZESSMODELL IM RAHMEN DER BIM-
	FILERSTELLUNG
3.3	KONZEPT ZUR ANBINDUNG DES BUW-PROZESSMODELLS MIT CAFM-CONNECT
3.4	
J.4	LEGIELLONG VON DIIVI-FROFILEN
<u>4</u>	INTEGRATION VON BAUWERKSDATEN IN CAFM-ZIELSYSTEMEN
4.1	BAUWERKSDATENERFASSUNG

4.1.1	GEOMETRISCHE BAUWERKSDATENMODELLIERUNG
4.1.2	STRUKTURELLE BAUWERKSDATENMODELLIERUNG
4.1.3	GEGENÜBERSTELLUNG DER METHODEN ZUR BAUWERKSDATENERFASSUNG
4.2	DATENAUSTAUSCH IN DER BAU- UND IMMOBILIENWIRTSCHAFT
4.2.1	KLASSIFIZIERUNGSSYSTEME
4.2.2	PROHDATENFORMATE
4.2.3	BIM COLLABORATION FORMAT
4.2.4	CONTAINERFORMATE
4.3	BAUWERKSDATENVERWENDUNG IN CAFM-ZIELSYSTEMEN
4.3.1	BIM-Viewer
4.3.2	CAFM-Systeme
<u>5</u> <u>Z</u>	USAMMENFASSUNG UND AUSBLICK
<u>6</u> A	AUFSTOCKUNGEN IM RAHMEN DER PROJEKTBEARBEITUNG63
6.1	BIM-Leitfaden für den Mittelstand
6.2	ENTWICKLUNG EINES DEMONSTRATORS FÜR DIE VISUALISIERUNG DES BUW-PROZESSMODELLS
0.2	LINI WICKLONG EINES DEWICHSTRATORS FOR DIE VISUALISIERUNG DES DOVV-FROZESSWODELLS
<u>7</u> <u>L</u>	ITERATURVERZEICHNIS
	AGE 1 DRUCKBERICHT DES INFORMATIONSFLUSSPROZESSES AUS DEM BUW-PROZESSMODELL
<u>MIT</u>	DEM FOKUS BETRIEB
ANL	AGE 2 RECHERCHEERGEBNISSE ÜBER VERÖFFENTLICHTE BIM-ANWENDUNGSFÄLLE I
	AGE 3 DRUCKBERICHTE DER IDENTIFIZIERTEN BIM-ANWENDUNGSFÄLLE IM
<u>IMM</u>	OBILIENBETRIEB
ANL	AGE 4 DEMONSTRATORDATENSATZ ZUR ABBILDUNG DES BIM-ANWENDUNGSFALLS
	NIGUNGSMANAGEMENT" IM CAFM-CONNECT-EDITOR
<u>ANL</u>	AGE 5 HANDLUNGSEMPFEHLUNG ZUR DIGITALEN BAUWERKSAUFNAHME
<u>ANL</u>	AGE 6 ANWENDUNGSBESCHREIBUNG CAFM-CONNECT-EDITOR I
	AGE 7 VORLÄUFIGER PRÜFBERICHT ÜBER DIE KONFORMITÄT DER ABBILDUNG EINES EXPORTS
	DEM CAFM-CONNECT-EDITOR AUF IFC4

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Fokus des Forschungsprojektes im Immobilienlebenszyklus	2
Abbildung 2: Schematische Darstellung des Projektaufbaus	4
Abbildung 3: Praxispartner im Projekt "BIM-basiertes Betreiben"	5
Abbildung 4: Übersicht und Eingliederung der BUW-Forschungsprojekt im Immobilienlebenszy	/klus 9
Abbildung 5: Projekt-Scope: Leistungsphasen im Betrieb	11
Abbildung 6: Projekt-Scope: Leistungsphasen und Fachfokus	14
Abbildung 7: Übersicht der Prozessarten	19
Abbildung 8: Prozessebenen im BUW-Prozessmodell	19
Abbildung 9: Aufbau der Struktur des Exports von BIM-Anwendungsfällen	28
Abbildung 10: Konzept zur Anbindung des BUW-Prozessmodells an CAFM-Connect	29
Abbildung 11: Gesamtklassifizierungssystem nach CAFM-Connect für BIM-Profile	31
Abbildung 12: Abbildung von Teilprozessen des BIM-Anwendungsfalls "Reinigungsmanageme	ent" als
IfcTasks	32
Abbildung 13: Schematische Darstellung des Informationsflusses von Bauwerksdaten für die N	Nutzung
in einem Zielsystem	34
Abbildung 14: Gegenüberstellung der geometrischen und strukturellen	
Bauwerksdatenmodellerstellung	38
Abbildung 15: Übersicht Schichtenmodell IFC	44
Abbildung 16: Informationsmanagement untersuchter CAFM-Anwendungen	51
Abbildung 17: Informationsverarbeitung untersuchter CAFM	52
Abbildung 18: Übersicht und Anpassung der Objektinformationen im Objektkataster des eTAS	K FM-
Portals	54
Abbildung 19: Darstellung von modellelementbezogenen Informationen (hier für Fläche) sowie	;
Einfärbung von Modellelementen nach Informationen (hier: Flächennutzungsart)	55
Abbildung 20: Schematische Darstellung: Ableitung des Typenbetriebskonzeptes über REG-IS	3 56
Abbildung 21: Beispielobjekt auf der Weltkarte	57
Abbildung 22: Gebäudedetails des Beispielobjektes	57
Abbildung 23: Flächen nach Komponenten	58
Abbildung 24: Flächen nach Bereichen	59
Abbildung 25: 3D-Modell des Beispielobjektes	59
Abbildung 26: Screenshot aus der VR-Visualisierung des BUW-Prozessmodells, Objektdaten.	64
Abbildung 27: Screenshot aus der VR-Visualisierung des BUW-Prozessmodells, Anwendungs	fall
Kostenkontrolle	65

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Richtlinien zur Vergabe	12
Tabelle 2: Identifizierte BIM-Anwendungsfälle des Forschungsprojektes im TGM	22
Tabelle 3: Identifizierte BIM-Anwendungsfälle des Forschungsprojektes im IGM	24
Tabelle 4: Gegenüberstellung IFC-Schema-Spezifikationen	43

1 Zielsetzung und Projektaufbau

1.1 Ausgangssituation

Die Digitalisierung hat die Bau-Branche längst erreicht und schreitet weiter voran. Konzepte und Technologien, wie die BIM-Methode, werden aktiv diskutiert und angewendet.

Damit sich die BIM-Methode in der deutschen Bau- und Immobilienwirtschaft in vollem Umfang etablieren kann, ist die Entwicklung von Standards im digitalen Prozess der Betriebsphase einer Immobilie von wesentlicher Bedeutung. Bei einer durchschnittlichen Gebäudelebensdauer von 50 Jahren entfallen ca. 45 Jahre auf die Phase des Betriebs. Mit Blick auf die Bewirtschaftungskosten eines Immobilienlebenszyklus' entspricht dies ca. 80% der Gesamtkosten. Folglich wird in dieser Phase ein erhebliches Optimierungspotenzial durch den Einsatz der Methode BIM gesehen. Eine Darstellung, wie der digitalisierte Prozess in der Phase des Betriebs unter Zugrundelegung der BIM-Methode aussehen kann oder idealtypischer Weise ablaufen kann, liegt vertieft nicht vor.

Aus dem Forschungsprojekt "Entwicklung einer idealtypischen Soll-Prozesskette zur Anwendung der BIM-Methode im Lebenszyklus von Bauwerken" liegen erste Ergebnisse vor, jedoch bleibt der Detaillierungsgrad auf einer groben Ebene. Es bedarf somit einer tiefergehenden Untersuchung der Phase des Betriebs von Gebäuden im Zusammenspiel mit der BIM-Methode. Für die Analyse ist entscheidend, aus verschiedenen Blickwinkeln der am Betrieb einer Immobilie Beteiligten zu prüfen, welcher Nutzen durch Anwendung der Methode BIM (BIM-Ziele) entsteht und wer wem welche Informationen mit welchem Detaillierungsgrad zur Verfügung stellen muss, sodass Informationen prozessgerecht zur Verfügung stehen und das BIM-Ziel erreicht werden kann.

1.2 Zielsetzung

Das Forschungsprojekt "BIM-basiertes Betreiben von Bauwerken" gliedert sich in die bisherige Forschungs-Methodik vorhergegangener Projekte der BUW im Bereich der Anwendung der BIM-Methode ein. Hierin wird über den gesamten Immobilienlebenszyklus identifiziert, wer welche Informationen mit welchem Detaillierungsgrad verfügbar macht, sodass Informationen prozessgerecht zur Verfügung stehen. Im vorliegenden Projekt erfolgt die Erfassung der relevanten Informationen eines für den Immobilien-Betrieb ausgerichteten Bauwerksdatenmodells auf Attribut-Ebene für das technische und infrastrukturelle Gebäudemanagement. Deren Anwendung soll transparente Datenanforderungen definieren und als Grundlage zur strukturierten Datenerfassung einen absprachelosen Austausch zu weiteren Zielsystemen (beispielsweise CAFM-Systemen) ermöglichen. Hierzu werden Datenschnittstellen zwischen dem Bauwerksdatenmodell und weiteren Zielsystemen dargestellt, um die Informationen, insbesondere in CAFM- Zielsystemen, zu verwenden.

-

Forschungsprojekt der Forschungsinitiative Zukunft Bau, Aktenzeichen SWD- 10.08.18.7-15.21, abrufbar über http://www.biminstitut.de/forschung/downloads, Fachbericht BIM – Prozesse – Lebenszyklus

Als Teil eines Großprojektes zum Thema "BIM-basiertes Bauen im Prozess" trägt das Projekt zur Schaffung eines lebenszyklusübergreifenden Informationsprozesses und den damit in Verbindung stehenden Prozessen, Verantwortlich- und Abhängigkeiten bei, um transparent aufzuzeigen, welche Informationen mittels der Methode BIM erzeugt, generiert und verfügbar gemacht werden.

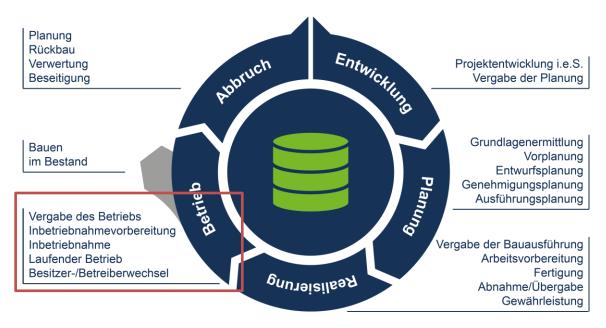


Abbildung 1: Fokus des Forschungsprojektes im Immobilienlebenszyklus

Der vorliegende Fachbericht stellt die Darstellung der Vorgehensweise und Ergebnisse zum Forschungsprojekt dar und baut inhaltlich auf dem Grundlagenbericht (Teil 1 zum Bericht des Forschungsprojektes) auf; ein Verweis auf diesen wurde an einigen Stellen des Dokumentes vorgenommen. Weiterhin werden im Verlaufe des Fachberichtes Begrifflichkeiten genutzt, die im Glossar des Grundlagenberichtes definiert sind. Infolge der lebenden Thematik von BIM mit immer fortschreitenden Erkenntnissen und Ergebnissen besteht die Möglichkeit, dass eine beigefügte Version des Grundlagenberichtes (Stand 31.10.2019) durch eine aktualisierte Version ersetzt wurde. Der aktuelle Stand ist über die Homepage der Verfassenden abrufbar.²

1.3 Projektaufbau

Das erste Kapitel beschreibt die Ausgangssituation der Immobilienbetriebsphase in Bezug auf das Thema BIM und definiert die Zielsetzung des Projektes. Im weiteren Verlauf werden der Fördermittelgeldgeber sowie die an dem Projekt beteiligten Praxispartner vorgestellt (Kap. 1.4). Eine fachliche Eingliederung der vorliegenden Ausarbeitung im Gesamtkontext der im Lehr- und Forschungsgebiet Baubetrieb und Bauwirtschaft bestehenden Forschungsprojekte schließt das Kapitel ab (Kap. 1.5).

Im zweiten Kapitel folgt die Beschreibung und Detaillierung der Informationsprozesserstellung. Anhand eines Szenarios werden zunächst Rahmenbedingungen festgelegt. Für die Schaffung einer genauen

² Grundlagenbericht, abrufbar über http://www.biminstitut.de/forschung/downloads

Abgrenzung werden hierzu die Leistungsphasen im Betrieb definiert und vorherrschende Akteure der Immobilienbetriebsphase den Verantwortungssphären zugewiesen (vgl. Kap. 2.1). Im Anschluss wird die Methodik der Erstellung eines Informationsflussprozesses als Weg zur Erfassung der betriebsrelevanten Informationen im BUW-Prozessmodell mit dem Kapitel 2.2. in Kürze erläutert. Eine umfangreiche Darlegung und Beschreibung dieser findet sich im zugehörigen Grundlagenbericht zu diesem Fachbericht wieder. Den Abschluss des zweiten Kapitels bilden die Beschreibung der fachlichen Prozesserstellung und die Einbindung der relevanten Praxispartner im Kapitel 2.3.

Mit dem dritten Kapitel wird die Verwendung der im BUW-Prozessmodell erfassten Prozesse und damit verbundener Attribute anhand von anwendungsspezifischen Abfragen, die dazu genutzt werden sollen, standardisierte Strukturen für BIM-Anwendungsfälle im Betrieb exportieren zu können (vgl. Kap. 3.1 und Kap. 3.2), beschrieben. Zur Herstellung einer Verbindung der bislang getrennten Systeme der BIM-Profile respektive CAFM Connect und dem BUW-Prozessmodell wird eine Schnittstelle für den gegenseitigen Austausch von Attributen konzipiert und entwickelt (Kap. 3.3). Das Vorgehen wird anhand ausgewählter BIM-Anwendungsfälle dargestellt und in BIM-Profile überführt; BIM-Profile stellen eine Möglichkeit für den digitalen Austausch von bauteilbezogenen Informationsanforderungen aus BIM-Anwendungsfällen zwischen Softwaresystemen dar, die anwenderspezifisch und absprachefrei auf IFC-Basis erfolgt (vgl. Kap. 3.4).

Nach der Informationsdefinition und technischen Übersetzung unter Verwendung von BIM-Profilen werden im vierten Kapitel die Möglichkeiten zur Umsetzung der Verknüpfung von Bauwerksdaten und Modellelementen in Form von Bauwerksdatenmodellen dargestellt; dabei wird eine Unterscheidung zwischen geometrischen und strukturellen Bauwerksdatenmodellen vorgenommen (vgl. Kap. 4.1). Damit im Zusammenhang stehende, relevante Datenschnittstellen werden in Kapitel 4.2 aufgeführt und untersucht. Die zuvor beschriebene Weitergabe der Bauwerksdaten in Form von strukturellen Bauwerksdatenmodellen wird für Verwendung in verschiedenen Zielsystemen in Kapitel 4.3 aufgegriffen. Für die Untersuchung der Datenübergabe an Zielsysteme werden dabei die Softwareanwendungen beteiligter Praxispartner genutzt.

In Kapitel fünf werden die gewonnenen Erkenntnisse abschließend zusammengefasst. Eine Ableitung ergänzender Maßnahmen zur weiteren Entwicklung werden in Form eines Ausblicks dargestellt.

Ergänzend erfolgten in dem vorliegenden Projekt zwei Aufstockungen, die als ergänzende Ausarbeitungen durchgeführt wurden. Diese umfassen den BIM-Leitfaden für den Mittelstand am Beispiel des Neubauprojektes Fachmarktzentrum Leinefelde (Kap. 6.1) sowie die Entwicklung eines Demonstrators für die Visualisierung des BUW-Prozessmodells in Form einer VR-gestützten Darstellung des BUW-Prozessmodells, welcher im Rahmen der Messe Bau 2019 in München auf dem Messestand der Forschungsinitiative Zukunft Bau der Öffentlichkeit präsentiert wurde (Kap. 6.2).

Abbildung 2 zeigt eine Übersicht der Vorgehensweise.

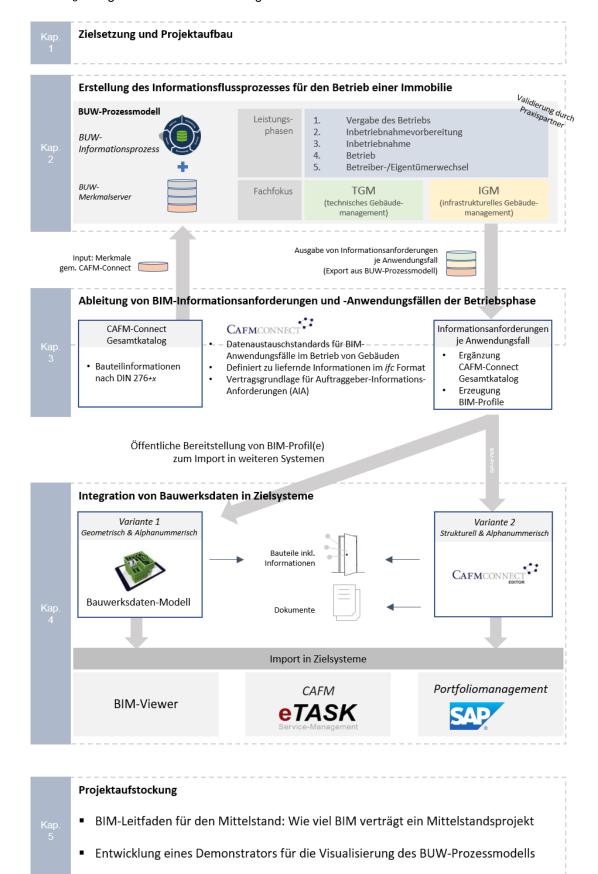


Abbildung 2: Schematische Darstellung des Projektaufbaus

1.4 Fördermittelgeldgeber und Praxispartner

Das vorliegende Forschungsprojekt wurde finanziell mit Mitteln der Forschungsinitiative Zukunft Bau des Bundesministeriums des Innern, für Bau und Heimat (BMI) durch das Bundesinstitut für Bau-, Stadtund Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) gefördert. Die Projektumsetzung erfolgt von September 2017 bis Dezember 2019.

Eine fachliche und technische Unterstützung wurde durch die Praxispartner des Projektes gewährleistet: Die fachliche Unterstützung erfolge im Rahmen der Informationsflussprozesserstellung (vgl. Kap. 2) und der damit einhergehenden Definition von Informationsanforderungen (vgl. Kap. 3). Eine technische Unterstützung wurde im Rahmen der Vorbereitung, Abbildung und Übersetzung des Informationsflussprozesses und der daraus abgeleiteten Informationsanforderungen als digitale Inhalte in Zielsysteme geleistet.



















Abbildung 3: Praxispartner im Projekt "BIM-basiertes Betreiben"

AEC3 (fachliche und technische Unterstützung)

Die AEC3 Deutschland GmbH ist ein BIM-Beratungsunternehmen mit Sitz in München und verfügt über ein professionelles BIM-Team, welches für die Beratung in allen Fragen der Einführung von BIM (Building Information Modeling) in einem Unternehmen zur Verfügung steht. Weitere Ziele sind die Entwicklung von systemübergreifenden Lösungen für die Prozessoptimierung im Bauwesen und die Unterstützung von Planungs-, Bau- und Bewirtschaftungsprozessen mit der Anwendung von offenen, integrierten und modellbasierten IT-Lösungen.

Apleona (fachliche Unterstützung)

Apleona ist ein in Europa führender Immobiliendienstleister mit Sitz in Neu-Isenburg bei Frankfurt am Main und Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern in mehr als 30 Ländern, die Immobilien aller Assetklassen betreiben, managen, bauen, betreiben und ausrüsten. Das Dienstleistungsspektrum reicht dabei vom integriertem Facility Management, vielfältigen Industriedienstleistungen über Gebäudetechnik und Innenausbau bis hin zum Property Management und der Beratung bei Planung, Entwicklung, Vermarktung und Verkauf von Immobilien und ganzen Immobilienportfolios. Mit einer europäischen Plattform und einem internationalen Netzwerk mit länderübergreifender Account-Struktur und Organisation bietet Apleona einen einheitlich hohen Qualitätsstandard über Ländergrenzen hinweg.

Bau- und Liegenschaftsbetrieb NRW (fachliche Unterstützung)

Der BLB NRW betreibt als Landesbetrieb des Landes Nordrhein-Westfalen professionelles und effizientes Immobilienmanagement nach kaufmännischen Grundsätzen. Die Leistungen umfassen den gesamten Immobilienlebenszyklus von der Standortsuche und der Projektentwicklung für neue Gebäude über die Planung, Realisierung und den Betrieb bis hin zur Verwertung nicht mehr benötigter Immobilien.

eTASK Immobilien Software GmbH (fachliche und technische Unterstützung)

Die eTASK Immobilien Software GmbH mit Stammsitz in Köln bietet Unternehmen Hilfe, um ihre Immobilienprozesse mittels standardisierter Softwareprodukte effizient zu organisieren und digital zu steuern. eTASK entwickelt unter der gleichnamigen Produktlinie Softwareprodukte rund um die Prozesse im Betrieb und in der Nutzung von Immobilien. Der Schwerpunkt aller eTASK-Produkte liegt in deren Nutzung über den Browser, ohne lokale Installation beim Anwender sowie ohne funktionale Einschränkung bei einer hohen Performance, wobei maximale Investitionssicherheit und Kostentransparenz gewährleistet werden. Die eTASK GmbH ist Mitglied des CAFM-Rings und aktiv an der Erarbeitung von Standards und Forschung beteiligt.

FS facility solutions (fachliche Unterstützung)

FS facility solutions bietet individuelle Lösungen für Unternehmen in Hinblick auf die Nutzungsphase einer Immobilie. Sie bietet professionelles Facility Management bei den Herausforderungen der Analyse und Optimierung von Prozessen, der Einhaltung gesetzlicher Anforderungen und der Beratung, Qualitätssicherung und Strategieentwicklung. Sie unterstützt Unternehmen zudem bei der Ausschreibung und Vergabe von Dienstleistungen.

SAP SE (technische Unterstützung)

Die SAP SE mit Sitz in Walldorf ist ein deutscher Softwarehersteller und nach Umsatz der größte europäische (und außeramerikanische) Softwarehersteller. SAP steht im Mittelpunkt der aktuellen Technologierevolution mit Tätigkeitsschwerpunkt in der Entwicklung von Software zur Abwicklung sämtlicher Geschäftsprozesse eines Unternehmens wie Buchführung, Controlling, Vertrieb, Einkauf, Produktion, Lagerhaltung und Personalwesen. SAP bietet Hilfe bei der Optimierung von Geschäftsabläufen und eigene Datenbanklösungen an. Der Bereich Real Estate beschäftigt sich in diesem Zusammenhang mit dem Schwerpunkt Immobilien.

TÜV SÜD (fachliche Unterstützung)

Der TÜV Süd ist ein international tätiges, deutsches, führendes Dienstleistungsunternehmen mit Hauptsitz in München. Zum Leistungsspektrum gehören neben technischen Prüfungen Beratungen, Gutachten und Tests, die klassischen Dienstleistungen: Hauptuntersuchung, Anlagenprüfung, Produkttests und Gutachten. Darüber hinaus engagiert sich TÜV SÜD für den Mehrwert von Kunden durch frühzeitige Beratung und kontinuierliche Begleitung, um nachhaltige Entwicklungen durchzusetzen. Ziel ist es, Arbeitsabläufe zu optimieren, globale Märkte zu erschließen und Wettbewerbsfähigkeit zu stärken.

Vonovia (fachliche Unterstützung)

Die Vonovia SE ist ein deutsches Wohnungsunternehmen mit Sitz in Bochum. Sie ist Deutschlands führendes Immobilienunternehmen und das erste Wohnungsunternehmen Deutschlands, das in den DAX-30-Index aufgenommen wurde. Vonovia geht aus dem Zusammenschluss der Deutschen Annington und der GAGFAH hervor mit Wurzeln im gemeinnützigen Wohnungsbau. Sie nimmt die Rolle des Vermieters ein und zusätzlich die Rolle des Dienstleisters mit kundenorientiertem Service in Bezug auf das Wohnen. Es werden kleine und große Handwerksdienstleistungen angeboten, vom Austausch eines Waschbeckens bis zur Sanierung eines Mehrfamilienhauses. Neben Instandhaltung und Kleinreparaturen leistet Vonovia auch energetische Modernisierungen sowie den seniorenfreundlichen Umbau von Immobilienbeständen.

Wolff und Müller (fachliche Unterstützung)

Die Wolff & Müller Holding GmbH & Co. KG gehört zu den führenden Bauunternehmungen in Deutschland in privater Hand mit Sitz in Stuttgart. Sie ist ein traditionsbewusstes, mittelständisches Familienunternehmen mit Hauptsitz in Stuttgart. Zu den Geschäftsfeldern gehören Bauleistungen, Baustoffe / Rohstoffe und Dienstleistungen, wobei das Geschäftsfeld Bauleistungen im Hoch- und Ingenieurbau, im Tief- und Straßenbau, im Spezialtiefbau, im Stahlbau und in Bauwerkssanierungen vertreten ist. Dazu kommen bau- und baunahe Unternehmensbeteiligungen und Dienstleistungen sowie eigene Rohstoffgewinnungsanlagen.

1.5 Inhaltliche Abgrenzung von weiteren Forschungsprojekten

Im Lehr- und Forschungsgebiet Baubetrieb und Bauwirtschaft der Bergischen Universität Wuppertal werden verschiedene Projekte zu den Themen Datendurchgängigkeit im Immobilienlebenszyklus und BIM durchgeführt. Die Forschungsprojekte und -kooperationen werden nachstehend in Kürze vorgestellt.

- BIM-Prozesse Realisierung (Kurztitel)
 - Analyse der Anforderungen der aus der Planung kommenden Bauwerksinformationsmodelle hinsichtlich Informationstiefe und –breite in Zusammenarbeit mit bauausführenden Unternehmen für eine effektive Nutzung für die Bauausführung
 - Fördermittelgeber: Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Rahmen der Forschungsinitiative Zukunft Bau, Projektlaufzeit: 07/2015 bis 09/2017
- BIM und Arbeitsschutz (Kurztitel)
 - Identifizierung, Definition, und Standardisierung arbeitsschutzrelevanter Informationen und Bereitstellung von Präventionsmaßnahmen mit Hilfe der Methode BIM; dadurch elementare Verbesserung von Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz infolge medienbruchfreier Durchgängigkeit von arbeitsschutzrelevanten Prozessen durch Digitalisierung
 - Fördermittelgeber: DGUV Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung, Projektlaufzeit: 11/2015 bis 10/2017

• BIM-Prozesse Arbeitsplanung (Kurztitel)

Erfassung der Prozesse von KMU in der Realisierung von Bauwerken, daraus Entwicklung eines kostenlosen Datenviewers für die Ankopplung an BIM-Systeme ohne die notwendige Benutzung von Modellierungswerkzeugen

Fördermittelgeber Bundesinstitut für Bau-, Stadt und Raumforschung im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBSR), Projektlaufzeit: 10/2016 bis 08/2018

• BIM und Ressourceneffizienz (Kurztitel)

Optimierung des Recyclings und der Reparaturfreundlichkeit in Schadens- und Sanierungsfällen für eine Steigerung der Rückführung von Materialien in den Rohstoffkreislauf, sowie die Schaffung einer weitreichenden und frühzeitigen Aufnahme und Speicherung produkt- und stoffbezogener Informationen zu eingebauten Materialien und Zuordnung in digitalem Bauwerksdatenmodell

Fördermittelgeber: Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU), Projektlaufzeit: 01/2017 bis 12/2019

Living Lab Gebäudeperformance

Aufzeigen von Methoden durch konsequente Informationsvernetzung, Definition, Überprüfung von Gebäudequalität sowie kontinuierlicher Qualitätssicherung für die Verbesserung der Performance von Nichtwohngebäuden im Betrieb sowie die Reduzierung der Umweltbelastung durch effiziente Decarbonierung und Energieversorgung.

Fördermittelgeldgeber: Europäische Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) "Investitionen in Wachstum und Beschäftigung" in Verbindung mit Landesmitteln des Ministeriums für Heimat, Kommunales, Bau und Gleichstellung des Landes Nordrhein-Westfalen (MHKBG NRW), Projektlaufzeit: 11/2017 bis 10/2020

BIM2digitalTWIN (Kurztitel)

Aufzeigen bestehender Methoden und Möglichkeiten zur Verwendung von Bauwerksdatenmodellen im Property- und Asset-Management für das Betreiben von Shopping-Centern unter Berücksichtigung bestehender Commercial digitalTWIN-Ansätze sowie deren Weiterentwicklung. Fördermittelgeldgeber: German Council of Shopping Centers, Bergische Universität Wuppertal beteiligte & Partnerunternehmen, Projektlaufzeit: 07/2018 bis 07/2020

• BIM-Modellierungsrichtlinie (Kurztitel)

Entwicklung einer standardisierten BIM-Modellierungsrichtlinie für die Schaffung einer einheitlichen und öffentlich verfügbaren Basis-Richtlinie für die Modellierung von Bauwerksinformationsmodellen und Modellobjekten durch Definition notwendiger Parameter, dadurch Schaffung einer sauberen Datengrundlage für den Datenaustausch und die Datennutzung

Fördermittelgeber: Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Rahmen der Forschungsinitiative Zukunft Bau, Projektlaufzeit: 03/2019 bis 08/2020

BIM Informations-Lieferungs-Controlling
 Entwicklung eines projektbegleitenden Controllinginstrumentes auf Demonstratorniveau sowie
 Strukturierung der Anforderungen an Datenanforderung und –lieferung bei BIM-basierten Bauvorhaben, dazu inhaltliche und strukturelle Definition von AIA und BAP.

Fördermittelgeber: Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Rahmen der Forschungsinitiative Zukunft Bau, Projektlaufzeit: 03/2019 bis 08/2020

Die nachstehende Abbildung ordnet die Forschungsprojekte Immobilienlebenszyklusphasen und Detaillierungsgraden zu.

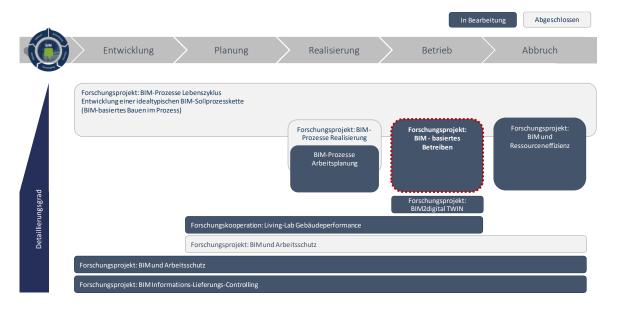


Abbildung 4: Übersicht und Eingliederung der BUW-Forschungsprojekt im Immobilienlebenszyklus

Im oberen Bereich der Abbildung befinden sich die Lebenszyklusphasen einer Immobilie, denen die Forschungsprojekte zugeordnet sind. Das hier gegenständige Forschungsprojekt "BIM-basiertes Betreiben" betrachtet die Lebenszyklusphase Betrieb. Auf der vertikalen Achse werden die Forschungsprojekte einem Detaillierungsgrad zugewiesen. Damit steht mit der horizontalen Achse eine zeitliche, und der vertikalen Achse eine inhaltliche Gliederungsebene zur Verfügung.

2 Erstellung des Informationsflussprozesses für den Betrieb einer Immobilie

2.1 Szenario

Zur Abgrenzung des Forschungsprojektes wird für die Erfassung des fachlichen Prozesses ein Szenario gebildet. Zum gegenwärtigen Stand sind hierzu folgende Einflussgrößen definiert:

- Rahmenbedingungen des Szenarios
- Betrachtete Leistungsphasen im Betrieb
- Betrachteter fachlicher Fokus
- Betrachtete Akteure (i.S.v. Sphären und Rollen)

2.1.1 Rahmenbedingungen des Szenarios

Sowohl das Gefüge der am Bau Beteiligten als auch die wahrzunehmenden Aufgaben und die zu durchlaufenden Verfahren und Prozesse unterscheiden sich in Abhängigkeit der Bauwerkstypen, die auch verschiedenen Sparten der Bauwirtschaft zugeordnet werden können. So sind beispielsweise die Ablauforganisationen für den Betrieb eines Autobahnbrückenbauwerks andere als diejenigen zum Betrieb eines Verwaltungsgebäudes. Aus diesem Grund sind für den weiteren Forschungsverlauf bestimmte Festlegungen hinsichtlich des betrachteten Bauwerkstypen und der betrachteten Ausgangssituation zu treffen.

Im Rahmen dieses Forschungsprojektes wird der nachfolgende Bauwerkstyp behandelt:

Öffentliches Bauvorhaben – Hochbau – Verwaltungs- bzw. Wohnungsbau

Die Entscheidung für die Auswahl der Rahmenbedingung eines öffentlichen Bauherrn wurde aufgrund der besonderen Vorgaben bezüglich der Vergabe- und Vertragsstruktur, beispielsweise gemäß GWB, und der damit einhergehenden Komplexität der Kommunikationsschnittstellen getroffen. Ziel ist es, einen möglichst umfassenden Prozess, insbesondere bezüglich des Informationsaustausches, zu schaffen.

2.1.2 Leistungsphasen im Betrieb

Für die Entwicklung des Szenarios sollen im Folgenden die dafür betrachteten Leistungsphasen in der Betriebsphase einer Immobilie erläutert werden. Die Betriebsphase wird für die hier betrachteten Prozesse in fünf Leistungsphasen gegliedert, welche in Abbildung 5 aufgeführt sind.

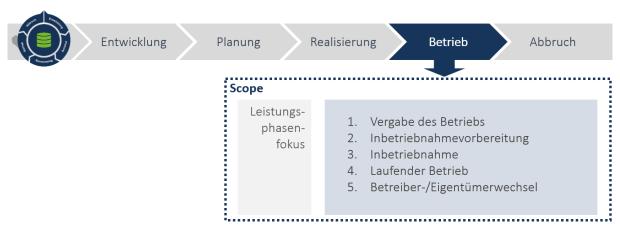


Abbildung 5: Projekt-Scope: Leistungsphasen im Betrieb

Vergabe des Betriebs

In der Dienstleistungsvergabe wird der Bedarf und die Anforderungen an die jeweiligen Dienste ermittelt, ausgeschrieben und vergeben. Für Gebäudemanagement-Dienstleistungen existieren Ausschreibungen mit unterschiedlichen Detailierungsgraden, von der Angabe von Pauschalpreisen bis hin zur detaillierten Untergliederung der Leistungen mit Angabe zahlreicher Einzelpreise. Der Prozessablauf des Vergabeverfahrens soll im Folgenden in seinen Grundzügen aufgezeigt werden³:

- 1. Definition der Leistungen
- 2. Definition der Rahmenbedingungen, unter denen Leistungen zu vollbringen sind
- 3. Festlegung, ob die Anfrage/ Ausschreibung selbst oder durch einen Dritten erfolgt
- 4. Erstellung der Anfrage-/Ausschreibungsunterlagen
- 5. Suche und Auswahl potentieller Anbieter
- 6. Versendung der Anfrage-/Ausschreibungsunterlagen
- 7. Bearbeitungsprozess des Anbieters
- 8. Angebotsabgabe und -präsentation durch den Anbieter
- 9. Entscheidung über die Auftragsvergabe

Allgemein ist das deutsche Vergaberecht in zwei Teile gegliedert:

- Oberhalb der EU-Schwellenwerte: Verpflichtung zu einer europaweiten Ausschreibung öffentlicher Aufträge
- Unterhalb der EU-Schwellenwerte: Verpflichtung zu einer nationalen öffentlichen Ausschreibung

Für das Vergabeverfahren oberhalb der EU- Schwellenwerte gibt es in Deutschland als Rechtsgrundlage das Gesetz gegen Wettbewerbsbeschränkungen (GWB) mit Regelungen zum Anwendungsbereich, zu Grundsätzen des Vergaberechts und Regelungen zu den einzelnen Vergabeverfahren. Wei-

-

³ Vgl. VDMA, 2000

tere Regeln für das Vergabeverfahren finden sich in der Verordnung über die Vergabe öffentlicher Aufträge (VgV). Diese beinhaltet den A-Teil der Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen (VOB/A-EG), den A-Teil der Vergabe- und Vertragsordnung für Leistungen (VOL/A-EG) und die Vergabeordnung für freiberufliche Leistungen (VOF). In der folgenden Tabelle sind die für das Vergabeverfahren oberhalb der Schwellenwerte geltende Verordnungen mit Angabe des zugehörigen Bereichs aufgelistet.

Tabelle 1: Richtlinien zur Vergabe

Verordnung	Inhalt/Bereich
VOL/A	Vergabe von Liefer- und Dienstleistungsaufträge
VOB/A	Vergabe von Bauaufträgen
VOF	Vergabe von freiberuflichen Leistungen
VgV	 - Angaben zur Höhe der Schwellenwerte - Angaben zur Schätzung des Auftragswertes - Hinweise für die Art und Weise der Vergabe von Liefer-, Bau- und Dienstleistungsaufträgen
SektVO	Vergabe in den Bereichen Trinkwasserversorgung, Verkehr und Energie
VSVgV	Vergabe von verteidigungs- und sicherheitsrelevanten Liefer- und Dienstleistungsaufträgen

Für das Vergabeverfahren unterhalb der EU-Schwellenwerte gilt das nationale Vergaberecht, somit sind die Vorschriften des Bundes, der jeweiligen Bundesländer oder der Kommunen anzuwenden. Herangezogen werden dabei die ersten Abschnitte von VOB/A und VOL/A. Zudem können in den einzelnen Bundesländern Mittelstandsförderungs- oder Landesvergabegesetze zu beachten sein⁴.

Inbetriebnahmevorbereitung

Die Phase der Inbetriebnahmevorbereitung beginnt nach der Bedarfsplanung parallel zum Beginn der Bauphase. Dabei wird das Bauwerksdatenmodell an die Betreiber des Bauwerks ausgehändigt. Dies

⁴ Vgl. Deutsches Vergabeportal, 2018

kann beispielsweise in Form einer Kopie des Modells aus der Bauphase geschehen. Aus dieser Kopie können zum Teil erste Entscheidungen hervorgehen, die den Bau der Immobilie betreffen. Das übertragene Bauwerksdatenmodell wird anschließend in ein BIM-basiertes CAFM-System überführt und bildet die Grundlage für verschiedene Anwendungsfälle, wie beispielsweise die modellbasierte Planung und Simulation, Preisermittlungen und Vergabe.⁵

Inbetriebnahme

Die Inbetriebnahme einer Immobilie führt zu einer Umverteilung der Verantwortlichkeiten. Zu diesem Zeitpunkt gibt der Bauherr des Bauwerks Verantwortlichkeiten an den Betreiber des Bauwerks ab, wodurch für den Betreiber sog. Betreiberpflichten entstehen. Diese werden gesetzlich vorgeschrieben und sind von dem Betreiber nachweislich zu erfüllen. Um seinen Pflichten rechtmäßig nachzukommen, besteht ein gewisser Informationsbedarf rund um das Bauwerk. Damit sind beispielsweise Informationen gemeint, die den Ort des Bauwerks anbelangen, und zugehörige Regelwerke und Vorgaben. Die Informationsanforderungen zur Erfüllung der Betreiberpflichten werden grundsätzlich durch geltende Gesetze und Regelwerke definiert. Das digitale Bauwerksdatenmodell soll nach der Übergabe in das Portfoliodatenmodell eingegliedert werden und kontinuierlich weitergeführt werden. Damit wird die Grundlage für alle bauwerksbezogenen digitalen Anwendungen während des Betriebs geschaffen, welche durch verschiedene Anwender und Anwendungen einheitlich genutzt werden. Die Vorteile, die hierbei durch die BIM-Methode entstehen, liegen darin, dass für den hier getätigten Datenaustausch keine Absprache zwischen den Beteiligten notwendig ist. Der Austausch von Informationen erfolgt auf Basis von standardisierten Datenformaten und Klassifikationen, die eine verlustfreie Übergabe der Daten und eine Überprüfung ermöglichen.⁶

Laufender Betrieb

Die Betriebsphase eines Bauwerks erstreckt sich über einen langen Zeitraum von bis zu 50 Jahren. In dem Zeitraum der Nutzungsphase kehren Prozesse wie beispielsweise Wartung und Inspektion immer wieder und wiederholen sich in geregelten Abständen. Dadurch ergeben sich viele verschiedene Anwendungsbereiche, die geeignet sind für die BIM-Methode. So kann der Betreiber mithilfe der BIM-Methode seiner Verantwortung nachgehen und gesetzliche Anforderungen für den Betrieb der Immobilie stets erfüllen. Aber auch in den Bereichen Sicherheitsmanagement, Inspektion und Wartung der technischen Anlagen ist die BIM-Methode vorteilhaft beispielsweise in Form von unterstützenden Technologien wie virtuelle Realität (VR) und Augmented Realität / Mixed Reality (AR). Des Weiteren kann das Flächenmanagement optimal durch BIM unterstützt werden. Das BIM-basierte Bauwerksdatenmodell bietet neben herkömmlichen CAD-Plänen eine intelligente Abbildung der einzelnen Elemente, wodurch Flächenwerte automatisch bestimmt werden können.

⁵ Vgl. Aengenvoort, Krämer, 2018a, S. 1ff

⁶ ebenda

⁷ ebenda

Betreiber-/Eigentümerwechsel

Während des Betriebs einer Immobilie kann es je nach Typ des Bauwerks oftmals zu einem Besitzerwechsel kommen. Dies stellt eine Herausforderung für die Übertragung der in der Bauphase entstandenen Daten dar und erschwert die optimale Nutzung aller vorhandener Daten durch den Erwerber der Immobilie. Idealerweise kann die Übergabe der Bauwerksinformationen durch die BIM-Methode unterstützt werden. Dabei kann auf digitale Datenmodelle beispielsweise auf Basis offener Standards zurückgegriffen werden, wodurch der manuelle Aufwand minimiert wird und somit der Betrieb durch den Erwerber bequem organisiert werden kann. Werden die Informationen in digitaler Form bereits vor der Unterzeichnung des Kaufvertrags übergeben, ist eine detaillierte Preiskalkulation für den Käufer möglich, da die Folgekosten für die Übernahme automatisiert ermittelt werden können. Für die Übergabe der Funktionen werden im Vertrag Informationsaustauschanforderungen festgelegt, beispielsweise auf Grundlage der verfügbaren Verfahren der offenen Standards (Open BIM), individuelle Informationsaustauschanforderungen (Closed BIM) oder eine Kombination aus beiden (Open + Closed BIM) vereinbart.⁸

2.1.3 Fachlicher Fokus

Der Fachfokus in den beschriebenen Leistungsphasen wird in Abbildung 6 dargestellt. Sie umfassen die Vergabe des Betriebs, die Inbetriebnahmevorbereitung, Inbetriebnahme und den laufenden Betrieb. Aufgrund des Fokus' der Verwendung von Bauwerksdatenmodellen und damit in Verbindung stehenden Bauteil- und Anlageinformationen liegt der Fokus der fachlichen Prozesse auf dem technischen (TGM) und infrastrukturellen Gebäudemanagement (IGM) der jeweiligen Phasen.

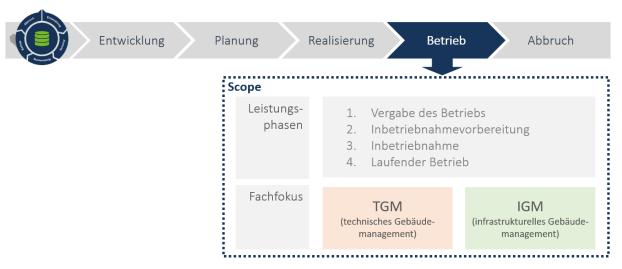


Abbildung 6: Projekt-Scope: Leistungsphasen und Fachfokus

14

⁸ Vgl. Aengenvoort, Krämer, 2018a, S. 1 ff

Technisches Gebäudemanagement

Ziel des technischen Gebäudemanagements ist die Sicherstellung der Funktionsfähigkeit des Gebäudes mit sämtlichen zugehörigen Anlagen. Dabei sind alle Leistungen gemeint, die zum Betreiben und Bewirtschaften der Immobilie samt baulichen und technischen Anlagen benötigt werden. Gemäß *DIN 32736* sind dies:

- Betreiben
- Dokumentieren
- Energiemanagement
- Informationsmanagement
- Modernisieren
- Sanieren
- Umbauen
- Verfolgen der technischen Gewährleistung

Infrastrukturelles Gebäudemanagement

Im infrastrukturellen Gebäudemanagement liegt der Fokus auf den geschäftsunterstützenden Dienstleistungen, die die Nutzung eines Gebäudes verbessern. Dazu gehören beispielsweise das Reinigungsmanagement, Schlüsselmanagement und Sicherheitsdienste. Gemäß *DIN 32736* gehören folgende Leistungen in den Bereich des Infrastrukturellen Gebäudemanagements:

- Verpflegungsdienste
- DV-Dienstleistungen
- Gärtnerdienste
- Hausmeisterdienste
- Interne Postdienste
- Kopier- und Druckereidienste
- Parkraumbetreiberdienste
- Reinigungs- und Pflegedienste
- Sicherheitsdienste
- Umzugsdienste
- Waren- und Logistikdienste
- Winterdienste
- Zentrale Telekommunikationsdienste
- Entsorgen
- Versorgen

2.1.4 Verantwortungssphären und Rollen

Bei der Betrachtung des Prozessszenarios kann auf folgende Verantwortungssphären verwiesen werden, denen verschiedenen Einzelrollen zugehören:

- Bauherren-Sphäre
- Planungs-Sphäre
- Ausführungs-Sphäre
- · Genehmigungs- und Aufsichts-Sphäre

Die aufgeführten Verantwortungssphären werden im Folgenden vorgestellt und beschrieben.

2.1.4.1 Bauherren-Sphäre

Neben ursprünglichen Bauherrenaufgaben umfasst die Verantwortungssphäre des Bauherrn ebenfalls die Rolle des Eigentümers, Investors, Projektsteuerers, Betreibers, Facility Managers und des Nutzers.

Bauherr

"Bauherr ist derjenige: der selbst oder durch Dritte, im eigenen Namen oder auf eigene Verantwortung, für eigene oder fremde Rechnung, ein Bauvorhaben – wirtschaftlich und technisch vorbereitet und durchführt, bzw. vorbereiten und durchführen lässt." Weiter ist der Bauherr jener, der "zur Vorbereitung und Ausführung eines genehmigungsbedürftigen Bauvorhabens eine Entwurfsverfasserin oder einen Entwurfsverfasser (§ 58), Unternehmerinnen oder Unternehmer (§ 59) und eine Bauleiterin oder einen Bauleiter (§ 59 a)" beauftragt. "Die Bauherrin oder der Bauherr hat gegenüber der Bauaufsichtsbehörde die nach den öffentlich-rechtlichen Vorschriften erforderlichen Anzeigen und Nachweise zu erbringen, soweit hierzu nicht die Bauleiterin oder der Bauleiter verpflichtet ist." 11

Eigentümer

"Eigentum (materielles) ist nach § 903 BGB die Herrschaftsbeziehung einer natürlichen Person oder juristischen Person über eine Sache, mit der der Eigentümer nach seinem eigenen Belieben verfahren und Einwirkungen Dritter ausschließen kann und die selbstverständlich auch staatliche Stellen – beispielsweise in Falle einer beabsichtigten Enteignung – zu achten haben"12

Projektsteuerer

"Das Leistungsbild der Projektsteuerung umfasst die Leistungen von Auftragnehmern, die Funktionen des Auftraggebers bei der Steuerung von Projekten mit mehreren Fachbereichen in Stabsfunktion übernehmen"¹³

⁹ Pfarr, 1984, S. 99

¹⁰ LBO NRW, § 57, Stand 15.12.2016

¹¹ ebenda

¹² Handschumacher, 2014, S. 8

¹³ AHO Fachkommission, 2009, S. 8

Betreiber

"Natürliche oder juristische Person oder rechtsfähige Personengesellschaft, die Träger der Betreiberverantwortung [...] ist. "14

Nutzer

Jener, der die Immobilie/ das Bauwerk in erster Linie nur als ein Mittel zur Erfüllung seiner Kernaufgaben "nutzt".15

2.1.4.2 Planungssphäre

Facility-Manager

Oberste Leitung der¹⁶ "Facility Management-Auftragnehmer-Organisation, die sich zur Bereitstellung von Facility Services vertraglich verpflichtet und hinsichtlich der Erbringung der vertraglich festgelegten Leistung rechenschaftspflichtig ist"17, so z.B. "Funktionsfähiger Arbeitsplatz, Verfügbarkeit von Anlagen und Einrichtungen, effizienter Energieeinsatz, Sauberkeit und Hygiene".18

2.1.4.3 Ausführungssphäre

In der Verantwortungssphäre der Ausführung werden sämtliche am Immobilienlebenszyklus beteiligte Fachunternehmer und Gebäude-Dienstleister, welche beispielsweise innerhalb der Realisierungsphase sowie im Rahmen der späteren Betriebs- und Nutzungsphase tätig werden, betrachtet.

Fachunternehmer

Jener (Fach)-Unternehmer, der nach "den allgemein anerkannten Regeln der Technik und den Bauvorlagen entsprechende Ausführung der von ihr oder ihm übernommenen Arbeiten und insoweit für die ordnungsgemäße Einrichtung und den sicheren bautechnischen Betrieb der Baustelle sowie für die Einhaltung der Arbeitsschutzbestimmungen verantwortlich" ist. 19

Die Fachunternehmer werden innerhalb des Gebäudebetriebs auch mit dem Oberbegriff des "Service-Dienstleisters" erschlossen. Diese sind vorrangig für Umsetzung der operativen Maßnahmen zuständig und erbringen Dienstleistungen im Sinne des Gebäudemanagements. Bei klarer Eingrenzung von Dienstleistungen des technischen Gebäudemanagements findet gleichermaßen der Begriff "Service-Techniker" Verwendung.

¹⁵ Kochendörfer et al., 2010, S. 11

¹⁴ GEFMA 190, 2004, S. 2

¹⁶ GEFMA 100, -2, Anhang B, S. 4 ¹⁷ DIN EN 15221-1, 2007, S. 6

¹⁸ GEFMA 100, -2, 2004, S. 5 ¹⁹ LBO NRW §59, Stand 15.12.2016

2.1.4.4 Genehmigungs- und Aufsichts-Sphäre

Der Genehmigungs-/Aufsichts-Sphäre sind nachfolgende Rollen zugeordnet.

<u>Bauaufsichtsbehörden</u>

Jeweilige oberste, obere und untere Bauaufsichtsbehörde, die "bei der Errichtung, der Änderung, dem Abbruch, der Nutzung, der Nutzungsänderung sowie der Unterhaltung baulicher Anlagen darüber […] wachen, dass die öffentlich-rechtlichen Vorschriften und die aufgrund dieser Vorschriften erlassenen Anordnungen eingehalten werden"²⁰

Prüfstatiker/Prüfingenieur

"Die untere Bauaufsichtsbehörde kann die erforderliche Prüfung der Standsicherheitsnachweise, der Nachweise des Brandverhaltens der Baustoffe und der Feuerwiderstandsdauer der tragenden Bauteile einem Prüfingenieur übertragen. Prüfingenieur ist, wer als solcher von der obersten Bauaufsichtsbehörde anerkannt ist."²¹ Auch kann sich die erforderliche Prüfung auf überwachungsbedürftige Einrichtungen und technische Anlagen beziehen. Diese Prüfungen "sind von einer zugelassenen Überwachungsstelle [...] durchzuführen."²²

2.2 Erstellung des Informationsflussprozesses

Die Erfassung der fachlichen Prozesse jeweiliger Rollen erfolgt durch die Entwicklung eines Informationsprozesses mittels einer Business-Process-Management (BPM) Software. Zur strukturierten Informationserfassung und Auswertung wird zwischen verschiedenen Prozesseben und Prozessarten unterschieden. Bei Prozessarten handelt es sich um eine Differenzierung von strategischen und operativen Prozessen. Ein strategischer Prozess beschreibt einen Ablauf so kompakt wie möglich, mit dem Ziel, eine übergeordnete Darstellung der Prozesse von Anfang bis Ende zu erzeugen. Der Betrachter kann auf einen Blick erkennen, für wen der Prozess welche Leistung erbringt. Die operativen Prozesse hingegen bilden die dafür notwendigen detaillieren Arbeitsschritte (Prozesse) ab. Der operative Prozess ist in fachliche und technische Prozesse zu unterscheiden. Die fachlichen Prozesse stellen sodann die fachlichen Aktivitäten und Abläufe der Prozessverantwortlichen dar. Damit dienen sie ebenfalls als Orientierung und Hilfestellung bei der täglichen Arbeit. Die Erfassung des fachlichen Prozesses ist ein wesentlicher Schwerpunkt im Forschungsprojekt und beantwortet die Frage "wer braucht welche Information von wem wann wofür". Im Gegensatz zum technischen Prozess beschränkt sich der fachliche Prozess zumeist auf die von Menschen ausgeführten Schritte. Technische Prozesse umfassen demgegenüber zum Beispiel die Ausführung von einzelnen Diensten und somit ein informationstechnisch automatisierter Prozess.

²⁰ Rabe, Heintz, 2006, S. 355

²¹ Ministerium für Bauen, Wohnen, Stadtentwicklung, 2016



Abbildung 7: Übersicht der Prozessarten

Neben der Kategorisierung von strategischen und operativen Prozessen erfolgt eine Einteilung in fünf Prozessebenen. Die Prozessarten sind den verschiedenen Prozessebenen eindeutig zugeordnet. Strategische Prozesse umfassen die Prozessebenen eins und zwei. Operative Prozesse umfassen die Prozessebenen drei bis fünf. Mit aufsteigender Prozess-Ebenen-Ziffer ist eine höhere Detaillierung verbunden. Die Verbindung von Prozessebenen wird anhand des nachstehenden Beispiels sichtbar:

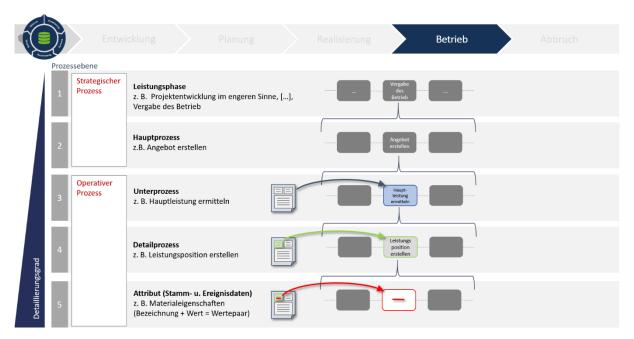


Abbildung 8: Prozessebenen im BUW-Prozessmodell

Auf der ersten Prozessebene gliedert sich das BUW-Prozessmodell in Leistungsphasen, beispielsweise die "Vergabe des Betriebs". Die zweite Prozessebene bildet eine Detaillierung von Hauptprozessen, die im Rahmen der Leistungsphase umgesetzt werden. In diesem Beispiel findet in der Leistungsphase "Vergabe des Betriebs" die Angebotserstellung statt. Die dritte Prozessebene zeigt innerhalb des operativen Prozesses Unterprozesse auf. Für die Leistungsphase der "Vergabe des Betriebs" wäre bei-

spielsweise die Ermittlung der Hauptleistung als Unterprozess zu benennen. In der vierten Prozessebene wird der Unterprozess tiefergehend gegliedert, in sogenannte Detailprozesse. In dem aufgeführten Beispiel bedeutet dies die Erstellung einer Leistungsposition, nachdem zuvor die Hauptleistung ermittelt wurde. Die abschließende fünfte Prozessebene liefert den höchsten Detaillierungsgrad und beinhaltet das Attribut. Sie stellt in dem gegebenen Beispiel Materialeigenschaften dar, die als Wertepaare die Bezeichnung und den dazugehörigen Wert umfassen.

2.3 Herangehensweise der Informationsprozesserfassung

Die Erfassung des fachlichen Prozesses im Rahmen des Forschungsprojektes umfasst für alle Prozesse des TGM und IGM die Prozessebenen 1 bis 3; für die dabei identifizierten BIM-Anwendungsfälle wurde die Prozessdefinition bis zu einen Detaillierungsgrad der Detailprozesse (Ebene 4) und auf Attributen-Ebene (Ebene 5) durchgeführt (vgl. Kap. 2.4.2). Die nachfolgende Abbildung stellt den Aufbau des BUW-Prozessmodells über die Ebenen 1 bis 5 schematisch dar.

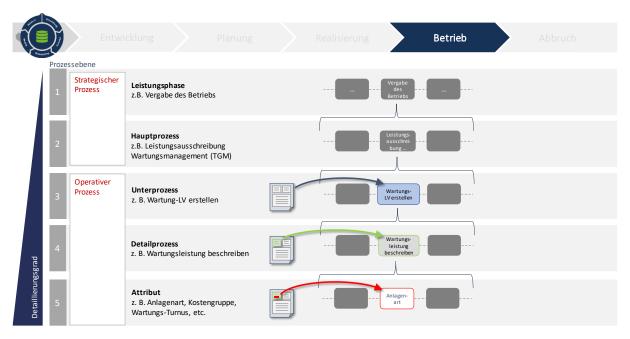


Abbildung 11: Detaillierungstiefe der erfassten fachliche Prozesse TGM und IGM

Zur Schaffung eines belastbaren Fundamentes für die Prozesserfassung wurden die nachfolgenden themenspezifische Erhebungsmethoden angewandt:

- Themenbezogene, reflektierte Aufbereitung des vorhandenen, eigenen Erfahrungs-Fachwissens,
- Literaturrecherchen zu verschiedenen Detailthemen,
- Analyse der einschlägigen Gesetze, Verordnungen, Richtlinien, Handbücher,
- Analyse der Funktionalitäten fachspezifischer Softwareprodukte,
- Durchführen von Experteninterviews,
- Durchführen von Experten-Workshops,
- Einbeziehen von Wissen aus Gremienarbeit,

- Teilnahme an Seminaren,
- Teilnahme und Veröffentlichung an Messeveranstaltungen.

Somit wurden einerseits möglichst viele verschiedene Impulse aus unterschiedlichen Perspektiven erhalten und andererseits das themenspezifische Wissen fundiert aufgebaut und dargestellt. Die Prozessaufnahme und -abstimmung erfolgte in Zusammenarbeit mit den unten aufgeführten Praxispartnern:

- BLB (Prozesse TGM, IGM)
- Apleona (Prozesse TGM, IGM)
- eTASK (Prozesse TGM, IGM)
- Vonovia (Prozesse TGM, IGM)
- Wolff & Müller (Prozesse TGM, IGM)

Eine tabellarische Aufstellung der erfassten Prozesse auf Prozessebene 3, gegliedert nach Verantwortlichkeiten und Phasen im Sinne der Prozessebene 1, ist der Anlage zu entnehmen.

2.4 BIM-Anwendungsfälle

Im Rahmen der fachlichen Prozesserfassung und -modellierung konnten diverse BIM-Anwendungsfälle aus der Betriebsphase einer Immobilie identifiziert werden. BIM-Anwendungsfälle beschreiben dabei die Abwicklung einer spezifischen Aufgabe zum Erreichen eines BIM-Zieles.²³

Im folgenden Abschnitt werden über eine allgemeine Strukturbeschreibung von BIM-Anwendungsfällen Anforderungen an die Darstellung eines Anwendungsfalles abgeleitet und auf die Erstellung des fachlichen Prozesses im Rahmen der identifizierten Anwendungsfälle abgebildet.

2.4.1 Untersuchung einer einheitlichen Struktur zur Beschreibung von BIM-Anwendungsfällen

Über eine Analyse bisher veröffentlichter Anwendungsfälle unter Verwendung der Methode BIM sollte eine Strukturbeschreibung erstellt werden, um die identifizierten BIM-Anwendungsfälle aus vorliegendem Forschungsprojekt den notwendigen Anforderungen entsprechend abzubilden. Hierfür wurde eine Recherche über bereits veröffentlichte BIM-Anwendungsfälle angestoßen. Im Ergebnis wurde eine Vielzahl an Anwendungsfällen unterschiedlichster Herausgeber gefunden: Infolge der Masse an Rechercheergebnissen wurde eine Eingrenzung des Betrachtungsgebietes auf Deutschland, Schweiz und Österreich getroffen, um die Fülle an recherchierten BIM-Anwendungsfällen managen und so einen Abgleich vereinfachen zu können. Die aktuelle Auflistung über die recherchierten BIM-Anwendungsfälle aus der DACH-Region (Stand Juli 2019) ist dem Forschungsbericht als Anlage beigefügt. Weiterführende Aktualisierungen dieses Bearbeitungsstandes können über die Website des BIM-Instituts aufgerufen werden.²⁴

²³ Vgl. Grundlagenbericht

²⁴ BIM-Anwendungsfälle, abrufbar über http://www.biminstitut.de/forschung/downloads

Die auf den Ergebnissen der Recherche aufbauende Analyse mit dem Fokus der Identifizierung einer einheitlichen Struktur, eines einheitlichen (inhaltlichen) Kerns oder Definition weiterer, beschreibender Parameter für BIM-Anwendungsfälle kam zum Ergebnis, dass keine allgemeingültigen Festlegungen für oben beschrieben Kriterien oder ein einheitliches Verständnis über den Inhalt besteht. Dabei wurde unter anderem festgestellt, dass inhaltliche Abweichungen und unterschiedliche Betrachtungs- und Beschreibungsfokusse bei gleicher Benennung von Anwendungsfällen vorhanden sind.

Ausgehend von den Ergebnissen der Analyse wurde der vorhandene Prozesserstellungsansatz mit dem alleinigen Fokus auf den fachlichen Prozess konsistent und konsequent für die Prozessmodellierung der identifizierten BIM-Anwendungsfälle beibehalten. Infolge von Bestrebungen des Lehr- und Forschungsgebiets für Baubetrieb und Bauwirtschaft der Bergischen Universität Wuppertal für die Entwicklung eines einheitlichen Standards zur Abbildung von BIM-Anwendungsfällen ist eine Erweiterung des fachlichen Prozesses der identifizierten Anwendungsfälle für den Betrieb einer Immobilie, so wie er im Zuge des vorliegenden Forschungsprojektes erfasst und dokumentiert wurde, für die Zukunft denkbar.

2.4.2 Identifizierte BIM-Anwendungsfälle im Betrieb

Im Zuge der Erstellung der fachlichen Prozesskette für den Betrieb (vgl. Kap. 2) wurden nachfolgende BIM-Anwendungsfälle für das vorliegende Forschungsprojekt identifiziert. Hierbei wurde eine Unterteilung zum technischen (acht Anwendungsfälle) und infrastrukturellen (acht Anwendungsfälle) Gebäudemanagement durchgeführt. Eine Auflistung dieser BIM-Anwendungsfälle findet sich mit Bezeichnung und Zieldefinition in Tabelle 2 und Tabelle 3 wieder.

Tabelle 2: Identifizierte BIM-Anwendungsfälle des Forschungsprojektes im TGM

BIM-Anwendungsfälle aus dem technischen Gebäudemanagement		
Bezeichnung	Zieldefinition	
Arbeitsschutz TGM	Berücksichtigung von Anforderungen und Einhaltung des Arbeitsschutzes aus Sicht des TGM.	
Inspektionsmanagement	Ableitung der notw. Informationen gem. Bauwerksdatenmodell für die Überprüfung der Funktionsweise einer techn. Anlage, sowohl für die Gesamtheit der Anlage als auch für einzelne Elemente der Anlage.	
Instandsetzung (Sonderleistung)	Ableitung der objektspezifischen Kennwerte und Informationen aus dem Bauwerksdatenmodell für die Gesamtheit einer technischen Anlage als auch derer vereinzelter Elemente für Arbeiten gegen Defekte und derer Vorbeugung.	

Netzdienlichkeit von Nichtwohnge- bäuden im Soll/Ist-Vergleich Pla- nung/Betrieb	Vergleich der simulierten Technischen Gebäude Ausrüstung (TGA) von Nichtwohngebäuden in der Planungsphase und in der Betriebsphase in Bezug auf ihre Netzdienlichkeit für das vorgelagerte Nieder/-Mittelspannungsnetz.
Sachkundigen-Prüfung	Ermittlung der Notwendigkeit von SK-Prüfung für techn. Anlagen, daraus Ableitung der notw. Informationsmenge und -tiefe für anstehende Prüfungen (sowohl Bestands- als auch Ereignis-/Betriebsdaten).
Sachverständigen-Prüfung	Ermittlung der Notwendigkeit von SV-Prüfung für techn. Anlagen, daraus Ableitung der notw. Informationsmenge und -tiefe für anstehende Prüfungen (sowohl Bestands- als auch Ereignis-/Betriebsdaten).
Soll-Ist-Vergleich von Perfomance- Kennwerten von Nichtwohngebäu- den	Vergleich zwischen festgelegten und simulierten Raum- sowie Energie-Performance-Kennwerten aus der Planungsphase mit den vorliegenden und gemessenen Parametern im Gebäudebetrieb.
Wartungsmanagement	Ableitung der für Arbeiten gegen den Verschleiß einer technischen Anlage relevanten Informationen und Attribute aus dem Bauwerksdatenmodell unter Berücksichtigung von Bestandsund Betriebsdaten.

Eine Verknüpfung der wesentlichen Prozesse der Ebene 3 zu den zugehörigen BIM-Anwendungsfällen wurde für alle identifizierten Anwendungsfälle durchgeführt. Der Fokus bei der Selektion der referenzierten Prozesse lag dabei auf dem Informationsfluss; anfallende Prozesse, wie beispielsweise die "Benachrichtigung von Bietern ohne Zuschlag", stellen in dem Zusammenhang keinen Mehrwert dar und wurden daher nicht berücksichtigt. Infolge der Prozessmodellierung bis auf Ebene 3 (vgl. Kap. 2.3) ist so die Auswertung der Anwendungsfälle im Rahmen eines Druckberichtes mit Nennung der Prozessbezeichnung, zuständigen Verantwortlichkeit für die Informationsbearbeitung sowie dem generierten Dokument als Output des jeweiligen Prozesses möglich. Die Form dieser Informationsaufbereitung ermöglicht beispielsweise eine Verwendung in Transaktions- und Interaktionsdiagrammen.²⁵

-

²⁵ Transaktions- und Interaktionsdiagramme stellen eine Möglichkeit zur Darstellung von Informationsflüssen gemäß DIN EN ISO 29481 (IDM) dar.

Aus dem technischen und infrastrukturellen Gebäudemanagement wurden jeweils drei BIM-Anwendungsfälle bis Prozessebene 5 modelliert. Hierdurch wird eine detaillierte und umfangreiche Datengrundlage für die Bearbeitung eines definierten BIM-Anwendungsfalls bis auf Informationsebene geschaffen. Die Erfassung der Prozesse der Ebene 4 und 5 orientierte an bereitgestellten Dokumenten und Prozessbeschreibungen und -anforderungen der Praxispartner. Die folgende BIM-Anwendungsfälle wurden im Rahmen des vorliegenden Forschungsprojektes modelliert:

- technisches Gebäudemanagement
 - Inspektionsmanagement
 - Sachverständigen-Prüfung
 - Wartungsmanagement
- infrastrukturelles Wartungsmanagement
 - Außenanlagenpflege
 - o Reinigungsmanagement
 - Schädlingsbekämpfungsmanagement

Tabelle 3: Identifizierte BIM-Anwendungsfälle des Forschungsprojektes im IGM

BIM-Anwendungsfälle des infrastrukturellen Gebäudemanagements				
Bezeichnung	Zieldefinition			
Abfallmanagement	Nutzung des Bauwerksdatenmodells für die Abwicklung von Arbeiten des Abfallmanagements.			
Arbeitsplatzplanung	Erstellung (und ggfs. Controlling der Performance) von Arbeitsplätzen durch Berücksichtigung aktueller Richtlinien und Rechtslage im Datenmanagement des Bauwerksdatenmodells.			
Arbeitsschutz IGM	Berücksichtigung von Anforderungen und Einhaltung des Arbeitsschutzes aus Sicht des IGM.			
Außenanlagenpflege	Nutzung des Bauwerksdatenmodells für die Pflege der Außenanlagenflächen und -elemente.			
Hausmeisterdienst	Abwicklung und Koordination von Hausmeisterdiensten und - dienstleistungen.			

Reinigungsmanagement	Nutzung des Bauwerksdatenmodells für die qualitative und quantitative Ermittlung des Leistungs- und Arbeitsaufwandes des Reinigungsmanagements.
Schädlingsbekämpfungsmanage- ment	Nutzung des Bauwerksdatenmodells für die Durchführung des Schädlingsbekämpfungsmanagements.
Sicherheits-/Schließ- und Zugangs- management	Ableitung der wesentlichen Informationen über Schließungs- und Schlüsselmanagement auf Informationsgrundlage des Bauwerksdatenmodells.

Eine Auswertung der Daten aus dem BUW-Prozessmodell wird beispielhaft für den BIM-Anwendungsfall "Inspektionsmanagement" in Kapitel 3.1 beschrieben.

3 Ableitung und Bereitstellung von Informationsanforderungsbeschreibungen für Anwendungsfälle der Betriebsphase aus dem BUW-Prozessmodell

Im nachfolgenden Abschnitt wird die Möglichkeit der Extraktion des erstellten Informationsflussprozesses sowie von Teilprozessen und Prozessinformationen aus dem BUW-Prozessmodell eingegangen. Darauf aufbauend wurde die Schaffung von digitalen Informationsanforderungsvorlagen für definierte BIM-Anwendungsfälle aus dem BUW-Prozessmodell an Bauwerksdatenmodelle untersucht und geschaffen.

3.1 Auswertung und Exporte von BIM-Anwendungsfällen aus dem BUW-Prozessmodell

Infolge der Erstellung des fachlichen Prozesses mit den Prozessebenen 1 bis 3 bzw. 1 bis 5 für den Betrieb einer Immobilie (und der Erstellung und lebenszyklusphasenübergreifenden Referenzieren der benötigten und generierten Input- und Output-Objekte) können diese als Exporte aus dem System gezogen werden. Im nachfolgenden Abschnitt wird diese Möglichkeit anhand eines definierten BIM-Anwendungsfalles als Beispiel angeführt.

Grundsätzlich sind zwei Möglichkeiten des Exportes der einem BIM-Anwendungsfall zugeordneten Prozesse samt Input-Anforderungen und Output-Ergebnissen möglich und zu unterscheiden:

- Export 1: Informationsanforderungen der Prozesse
- Export 2: Informationsanforderungen der Prozesse bei Verantwortlichkeitswechsel

Der Export "Informationsanforderung der Prozesse" gibt sämtliche, mit dem betrachteten BIM-Anwendungsfall verknüpften, Prozesse samt Verantwortlichkeit für die Prozessbearbeitung, der notwendigen Input-Objekte (auf Prozessebene 3 Dokumente, Informationscluster auf Ebene 4 sowie Attribute auf Ebene 5) sowie dem im Prozess generierten Output-Objekt (siehe zuvor) tabellarisch aus. Diese Möglichkeit des Exportes stellt einen einfachen Auszug des modellierten, fachlichen Prozesses aus dem BUW-Prozessmodell für einen Anwendungsfall dar und eignet sich prinzipiell für Weitergabe von Informationsanforderungen, beispielsweise in Form von BIM-Profilen (vgl. Kap. 3.4), und demzufolge als Bestandteil der Auftraggeber-Informationsanforderungen (AIA).

Inhalt des zweiten Exportes "Informationsanforderungen der Prozesse bei Verantwortlichkeitswechsel" sind sämtliche Prozesse mit Nennung der Verantwortlichkeiten sowie deren Input-Objekte, die für die eigene Bearbeitbarkeit Informationsanforderungen an eine andere Verantwortlichkeitssphäre stellen (vgl. Kap. 2.1.4). Prozesse, deren Objekte und Informationen innerhalb einer Verantwortlichkeitssphäre erstellt und verwendet werden und somit kein Datentransfer bedingen, werden unter der Annahme der Verfügbarkeit und Durchgängigkeit dieser Daten und Informationen nicht berücksichtigt, da das Risiko des Informationsverlustes bei sauberem und konsistentem Datenmanagement als minimal anzusetzen ist. Demzufolge werden alle Prozesse, in denen eine Kommunikation und ein Transfer zwischen mind.

zwei verschiedenen Projektbeteiligten stattfinden muss, dargestellt. Die Benennung der verantwortlichen Parteien richtet sich dabei nach der DIN EN ISO 29481 ("Handbuch der Informationslieferung") und unterscheidet zwischen Initiator (Informationsanforderndem) und Ausführer (Informationslieferndem). Eine Nutzung dieses Exportes ist beispielsweise im Rahmen des BIM-Abwicklungsplanes (BAP) denkbar.

Die Bereitstellung der Daten erfolgt für beide Exportansätze im Tabellenformat (*.csv) oder als Dokument (*.PDF). Im nachfolgenden Abschnitt wird der Export eines BIM-Anwendungsfalls auszugsweise dargestellt und beschrieben, welcher für die Überführung in ein BIM-Profil genutzt wurde.

3.2 Export von BIM-Anwendungsfällen aus dem BUW-Prozessmodell im Rahmen der BIM-Profilerstellung

Für die Betrachtung der Daten- und Informationsausgabe aus dem BUW-Prozessmodell wurde der BIM-Anwendungsfall "Inspektionsmanagement" exportiert; der betrachtete Anwendungsfall wurde wie bereits beschrieben als fachlicher Prozess erfasst und modelliert sowie die Verantwortlichkeiten der Prozessbearbeitung zugeordnet. Ausgegeben wurde der Export als Tabellenformat (*.csv).

Der Aufbau der Tabelle wird hierarchisch als Baumstruktur aufgefächert: Ausgehend vom Ebene 3-Prozess (Ausgangsprozess) bauen sich die enthaltenen Ebene 4-Prozesse (Teilprozesse) auf, welche weitere, eigene Ebene 5-Prozesse (Teilprozesse) enthalten. Die Anordnung der Ausgangsprozesse orientiert sich anhand des jeweiligen Prozessbearbeitungszeitpunktes in der jeweiligen Leistungsphase im Sinne des Kapitels 2.1.2, denen sie zugeordnet sind; so wird die Einhaltung einer aufeinander aufbauenden, logischen Reihenfolge für den Informationsfluss gewährleistet. Aufgelistet werden dabei für die Ausgangsprozesse die folgenden Prozessdaten:

- Leistungsphase i. S. von Kap. 2.1.2 (übergeordneter Ebene 1-Prozess),
- · Leistungsphase gem. HOAI,
- Verantwortlichkeitssphäre der Prozessbearbeitung i. S. von Kap. 2.1.4,
- · Prozessbezeichnung,
- Inputs des Prozesses (Dokumente) und
- generierter Output des Prozesses (Dokument).

Infolge logischer Abhängigkeiten und Vererbungsbeziehungen von Inhalten der dritten Prozessebene auf darunterliegende Teilprozesse ist die (erneute) Angabe einiger Prozessdaten nicht erforderlich. Hierzu zählen die zeitliche Einordnung des Teilprozesses und die Nennung bzw. Zuordnung der Verantwortlichkeitssphäre, da Teilprozesse Inhalte des Outputs des Ausgangsprozesses generieren und daher eine eindeutige Beziehung zu diesem bedingen. Für die Teilprozesse ergibt sich folgende Auflistung der Prozessdaten:

- Prozessbezeichnung,
- Inputs des Prozesses (Informationscluster bzw. Information) und

Generierter Output des Prozesses (Informationscluster bzw. Information).

Ausgangsprozess			Teilprozess								
							Teilprozess				
Prozess E1	LPh Ausgangsprozess E3	Verantwortlicher	Prozess E3	Input E3	Output E3	Prozess E4	Input E4	Output E4	Prozess E5	Input E5	Output E5
							•			•	

Ebene 3 Ebene 4 Ebene 5

Abbildung 9: Aufbau der Struktur des Exports von BIM-Anwendungsfällen

Von einer Auflistung weiterer Prozessdaten aus dem System, beispielsweise der Identifikationsnummer der Prozesse, wurde abgesehen, da diese systemeigen sind und für eine Weiterverwendung in einem Zielsystem keinen Mehrwert darstellten.

Der betrachtete BIM-Anwendungsfall umfasst 162 Teilprozesse der Prozessebene 5, die in 22 Teilprozessen der Ebene 4 und 12 Ausgangsprozessen der Ebene 3 abbilden. Entsprechend lässt sich die Anzahl der generierten Output-Objekte der jeweiligen Prozessebene ableiten.

3.3 Konzept zur Anbindung des BUW-Prozessmodells mit CAFM-Connect

Als Ergebnis der Prozessmodellierung werden aus dem BUW-Prozessmodell anwendungsfallspezifische Informationsanforderungen ausgegeben. Die Informationsanforderungen sind auf Attribut-Ebene vorliegend. Ergänzend zu diesen im BUW-Prozessmodell erzeugten Attributen existieren gegenwärtig vielzählige Attribute, beispielsweise in dem CAFM-Connect Standard. Um einen Abgleich beider Attribut-Listen zu schaffen, wurde ein Konzept zur Anbindung des BUW-Prozessmodells und dem CAFM-Connect Standard geschaffen, dargestellt in Abbildung 10.

Ausgehend von der Ausgabe der Informationsanforderungen (Attribute) je Anwendungsfall aus dem BUW-Prozessmodell erfolgt eine Überführung in einen Dienst zum Attributen-Abgleich (vgl. Pkt. 1. Abbildung 10). Auf der anderen Seite bestehen die Attribute des CAFM-Connect Standards, welche gegenwärtig durch den Online-Dienst GitHub bereitgestellt werden. Diese umfassen die Inhalte des CAFM-Connect Gesamtkatalogs mit Bauteilinformationen nach DIN 276+x im ifcXML-Format. Durch die BUW wurde ein technischer Dienst entwickelt, der die Attribute des CAFM-Connect Gesamtkatalogs von GitHub abruft (vgl. Pkt. 2 Abbildung 10). Im nächsten Schritt werden die Attribute der CAFM-Connect ifcXML-Datei in eine csv-Datei überführt (vgl. Pkt. 3 Abbildung 10), sodass ein anschließender Import in den Dienst zur Durchführung eines Abgleichs der Attributen-Listen ermöglicht (vgl. Pkt. 4 Abbildung 10).

Nach dem Abgleich der Attribute erfolgt ein Export dieser und die Rückführung nach CAFM-Connect (vgl. Pkt. 5 und 6, Abbildung 10).

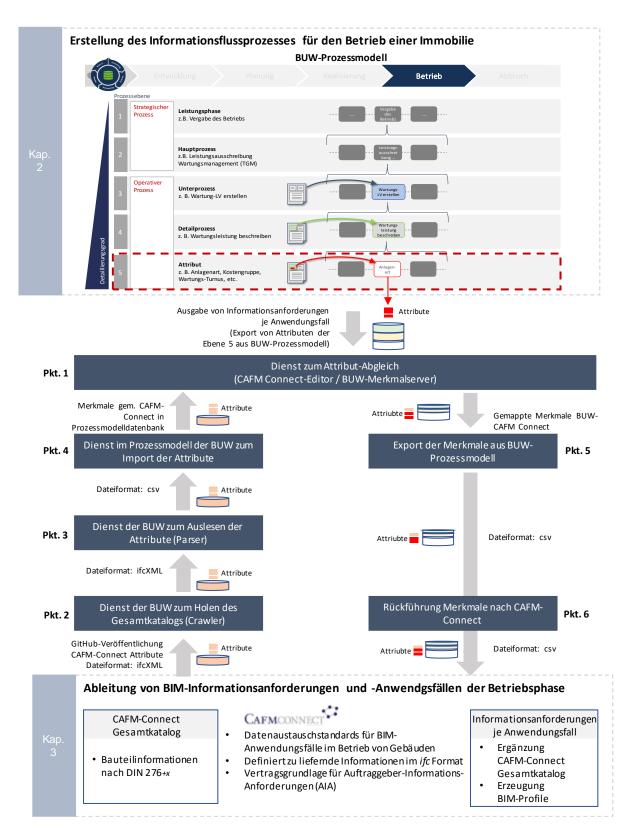


Abbildung 10: Konzept zur Anbindung des BUW-Prozessmodells an CAFM-Connect

Für die Abbildung Informationsanforderungen der BIM-Anwendungsfälle aus dem BUW-Prozessmodell als BIM-Profil bzw. Informationsanforderungskatalog ist neben einer Datengrundlage für die zuzuweisenden Attribute zusätzlich eine Datengrundlage entsprechender Bauteiltypen notwendig. Die Klassifizierung der verschiedenen Bauteiltypen erfolgt auf Grundlage der DIN 276 Bauteilstruktur.

Im BUW-Prozessmodell erfolgt zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch keine durchgängige Verknüpfung der drei erforderlichen Prozessmodellobjekte Prozess, Bauteil und Attribut. Bei dem Prozess handelt es sich um die unterste, also die detaillierteste Ebene des BUW-Prozessmodells. Über die im Folgendem dargestellte Struktur besteht eine Beziehung zwischen jedem Prozess und den für diesen Prozess relevanten Bauteilen und allen sowohl für den Prozess als auch für die entsprechenden Bauteile erforderlichen Attribute.

3.4 Erstellung von BIM-Profilen

Für die Abbildung eines konkreten BIM-Anwendungsfalles im Betrieb einer Immobilie werden spezifische Anforderungen an die Modellelementattribuierung gestellt, um diesen Anwendungsfall, fachlich wie technisch, abbilden zu können. Dabei dient das BIM-Profil als digitale Vorlage und Datenaustauschstandard für Informationsanforderung an die Modellelemente eines Bauwerksdatenmodelles. Initiiert, entwickelt und bereitgestellt wurden und werden diese durch den CAFM-Ring über dessen Plattform CAFM-Connect.

Als Grundlage für die Erstellung sämtlicher BIM-Profile dient das CAFM-Basisprofil (CAFM-Gesamtkatalog), welcher unter anderem die Gesamtheit aller gesammelten, notwendigen Attribute für den Betrieb einer Immobilie abbildet. Weiterhin "regelt" das Basisprofil die Klassifizierung der Dokumente bzw. der Dokumentation sowie die Flächennutzungsarten; das Basisprofil stellt hierbei das "Gesamtklassifizierungssystem" dar und baut auf folgende drei Typenklassifizierungssysteme auf:

- DIN 276 "Kosten im Bauwesen", bzw. DIN 276+
 Klassifizierung der Bauteiltypen nach DIN 276, erweitert um betriebsnotwendige, zu beschreibende Elemente, wie beispielsweise Antriebe technischer Anlagen
- DIN 277 "Grundflächen und Rauminhalte im Bauwesen"
 Klassifizierung der Raumnutzungsarten im Sinne der DIN 277-2
- GEFMA 198 "FM-Dokumentation"
 Klassifizierung der Dokumententypen nach GEFMA-Richtlinie 198

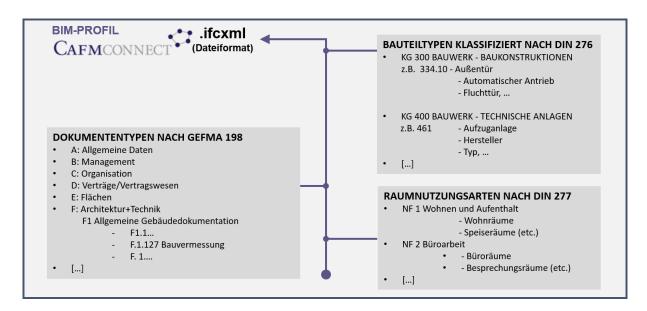


Abbildung 11: Gesamtklassifizierungssystem nach CAFM-Connect für BIM-Profile

Ein BIM-Profil stellt daher einen komprimierten Teil des Basisprofils dar. Am Beispiel der Informationsanforderungen an eine technische Anlage für die Abbildung eines Anwendungsfalles gibt das BIM-Profil
die Gesamtheit derjenigen notwendigen Modellelemente sowie deren -informationen aus, die in Abhängigkeit zum betrachteten BIM-Anwendungsfall stehen. Eine Zuordnung der Attribute wird hierbei je Bauteiltyp im Sinne der oben genannten Klassifizierung (DIN 276+X) durchgeführt. Infolge der höheren
Granularität durch die Beschreibung von Elementen des Bauteiltypen (beispielsweise Antriebe, Steuerungselemente der technischen Anlage) kann hier eine genauere Zuordnung der notwendigen Informationsanforderungen durchgeführt werden: Auftretende Informationsanforderungen für mehrere Elemente der technischen Anlage werden den betreffenden Elementen zugeteilt und sind nicht der Gesamtheit der technischen Anlage im Sinne der DIN 276 zugewiesen, was einen Mehrwert für eine spätere Auswertung der Informationen oder den Betrieb der Anlage darstellt.

Die Veröffentlichung der BIM-Profile und des CAFM-Gesamtkatalogs (Basisprofil) erfolgt über die Homepage von CAFM-Connect²⁶ oder über GitHUB²⁷. Neben der Möglichkeit einer Webdarstellung in Form eines Strukturbaumes können die Profile für Excel (*.xlsx) oder als *.ifczip heruntergeladen werden. Der Download des BIM-Profils als *.ifczip enthält neben dem Profil-Template (*.ifcxml) auch eine Model View Definition (MVD im Datenformat *.mvdxml) der BIM-Profile.

Infolge der Definition der Informationsanforderungen von Modellelementen eignen sich BIM-Profile beispielsweise als Vertragsbestand innerhalb der Auftraggeber-Informationsanforderung (AIA). Weiterhin ist eine Nutzung als Vorlage zur Erstellung von Prüfregeln im Rahmen von Model Checkern für die Qualitätskontrolle von Bauwerksinformationsmodellen im Sinne einer Attributenabfrage denkbar.

²⁶ Abrufbar über https://www.cafm-connect.org/bim-profile/

²⁷ Abrufbar über https://github.com/CAFM-Connect/BIM-Profiles/tree/master/ProfileFiles

Ziel für die sechs identifizierten und auf Informationsebene modellierten BIM-Anwendungsfälle war es, diese in BIM-Profile zu konvertieren und zu veröffentlichen. Dafür wurde der Export "Informationsanforderungen der Prozesse" (vgl. Kap. 3.1) insofern angepasst, dass nur die generierten Informationen der Teilprozesse (Prozessebene 5) exportiert wurden; weitergehende Informationen, wie Prozessbezeichnung oder Verantwortlichkeitssphären, werden im Rahmen der BIM-Profile nicht abgebildet. Da, wie in Kapitel 3.3 beschrieben, kein Bezug zwischen den generierten Informationen des fachlichen Prozesses zu Bauteilen besteht, kann eine Konvertierung der Exporte aus dem BUW-Prozessmodell in BIM-Profile nicht automatisiert durchgeführt werden. Eine Nachbearbeitung der exportierten Informationen in Form der Zuordnung dieser zu Bauteiltypen im Sinne des Basisprofils muss manuell durchgeführt werden und befindet sich aktuell in der Bearbeitung.

Weiterhin wurde in Zusammenarbeit mit dem Praxispartner eTASK eine Möglichkeit geschaffen, die Prozesse der exportierten BIM-Anwendungsfälle im CAFM-Connect-Editor abzubilden und zu bearbeiten: Hierfür wurde der BIM-Anwendungsfall "Reinigungsmanagement" aus dem BUW-Prozessmodell exportiert (Export "Informationsanforderungen der Prozesse"). Für die Abbildung des Anwendungsfalles im Editor werden die Ausgangsprozesse (Prozessebene 3) als IfcProcess sowie darunterliegende Teilprozesse (Prozessebenen 4 und 5) als zugehörige IfcTasks angelegt. Eine weitergehende Abstufung ist im Rahmen der angewandten IFC-Struktur zum Zeitpunkt der Untersuchung nicht möglich gewesen.

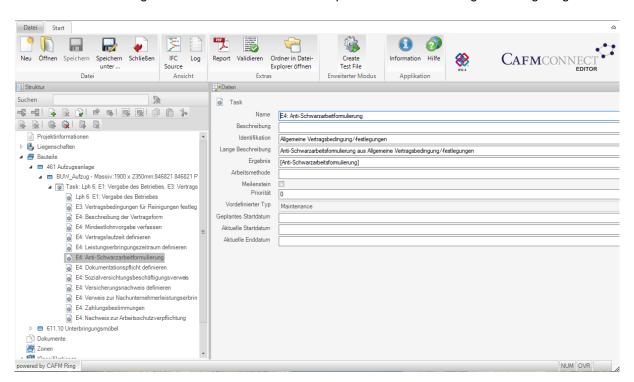


Abbildung 12: Abbildung von Teilprozessen des BIM-Anwendungsfalls "Reinigungsmanagement" als IfcTasks

Die Eingabemaske der Teilprozesse (vgl. Abbildung 12) orientiert sich dabei an der internen Schablone zur Abbildung von IfcTasks; der Mehraufwand für die Anpassung der Eingabemasken bzw. der Datenfeldbezeichnung würde die Erstellung prozesseigener Vorlagen für sämtliche Teilprozesse (Prozess-

ebene 4), respektive Teilprozesse der Prozessebene 5, bedingen. Durch die Füllung der einzelnen Datenfelder mit den jeweiligen Werten (mit folgender Struktur: Prozessbezeichnung Ausgangsprozess, Leerzeile, Prozessbezeichnung Teilprozess, notwendige Inputs, generierter Output) wurde ein Workaround geschaffen, der sämtliche Prozessdaten (hier für Ebene 4) einheitlich abbildet.

Hierdurch ist ein erster Ansatz für den Transfer definierter Prozesse samt weiterer Prozessdaten, allen voran Verantwortlichkeiten, notwendiger Inputs und des generierten Outputs, geschaffen worden, welche im Gesamtpaket die Abbildung des BIM-Anwendungsfalls ermöglichen. Die Abbildung der einzelnen Prozesse erfolgt als *.ifczip; der Demonstrator-Datensatz für den beschriebenen BIM-Anwendungsfall ist der Anlage zu entnehmen.

4 Integration von Bauwerksdaten in CAFM-Zielsystemen

Im vorliegenden Kapitel wird der Workflow für die Erfassung, den Transfer und die Integration von Bauwerksdaten untersucht. Der Aufbau des Kapitels orientiert sich dabei am Bauwerksdatenfluss (vgl. Abbildung 13). Dabei wurden folgende Instanzen untersucht und dokumentiert:

- Erfassung von Bauwerksdaten,
- Transfer von Bauwerksdaten und
- · Nutzung von Bauwerksdaten.

Planung Realisierung Betrieb Neubau Modellierung auf Grundlage von Planungunterlagen Gebäude im Bestand Modellierung auf Grundlage von Bestandunterlagen und digitaler Bestandsaufnahme

Abbildung 13: Schematische Darstellung des Informationsflusses von Bauwerksdaten für die Nutzung in einem Zielsystem

4.1 Bauwerksdatenerfassung

Bauwerksdaten lassen sich in verschiedensten Ausprägungen definieren und erfassen: Am Beispiel der geometrischen Größen eines Bauwerkes eröffnen sich unterschiedliche Wege, diese aufzunehmen. Neben der klassischen, analogen Erfassung von Bauwerksdaten und (möglicher) anschließender Digitalisierung gibt es weitere Ansätze, Bauwerksinformationen direkt digital aufzunehmen, beispielsweise durch den Einsatz von Laserscannern oder Drohnen. Diese Form der Datenaufnahme bietet sich insbesondere für die Bauwerksdatenmodellerstellung von Bestandsgebäuden an. Da die tiefergehende Erfassung von Bauwerksdaten im Sinne von Datenwerten nicht betrachteter Gegenstand des vorliegenden Projektes ist, wird darauf im weiteren Verlauf nicht eingegangen; eine Handlungsempfehlung über zur digitalen Bauwerksaufnahme einer Bestandsimmobilie mit dem Ziel der Bauwerksdatenmodellerstellung sowie der Nachbearbeitung der aufgenommenen Punktwolke und Überführung in eine Autorensoftware ist dem vorliegendem Forschungsbericht dennoch als Anlage beigefügt.

Neben der Erfassung von Datenwerten ist weiterhin die Betrachtung der Strukturerfassung eines Bauwerkes notwendig, da die Weitergabe und Verwaltung von digitalen Bauwerksdaten – perspektivisch für die Nutzung in einem Zielsystem – grundsätzlich in Abhängigkeit zu einer Gebäudestruktur durchgeführt wird. Dafür wurden unterschiedliche Wege der Bauwerksdatenmodellerstellung in unterschiedlichen Autorensoftwares untersucht. Methodisch wurden im Rahmen des Forschungsprojektes grundsätzlich zwischen zwei Möglichkeiten der Bauwerksdatenmodellerstellung differenziert:

- geometrische Bauwerksdatenmodellerstellung und
- strukturelle Bauwerksdatenmodellerstellung.

4.1.1 Geometrische Bauwerksdatenmodellierung

Ein geometrisches Bauwerksdatenmodell liefert neben einer alphanummerischen Informationstiefe die grafische Darstellung (in Form von 2D-Plänen oder eines 3D-Modelles) der modellierten Modellelemente. Hierfür werden in einer Autorensoftware die einzelnen Modellelemente je darzustellendem Bauteil erstellt und modellelementspezifische Informationen eingepflegt. Ein Stamm an Modellelementinformationen, wie beispielsweise eine eineindeutige Identifikationsnummer je Bauteil, wird automatisiert generiert; weitere Informationsanforderungen an ein erstelltes Modellelement orientieren sich anhand eines systemseitig definierten Anforderungskatalogs für den modellierten Bauteiltypen. Die systemseitige Identifikation des erstellten Bauteils erfolgt durch Bestimmung des verwendeten Modellierungstools innerhalb der Autorensoftware; eine Anpassung des Bauteiltyps kann aber manuell erfolgen. Die Erweiterung des Anforderungsprofils durch definierte Informationsanforderungen in einigen Autorensystemen ist prinzipiell möglich. Da die Verknüpfung von Bauwerksdaten in einem geeignetem Bauwerksdatenmodell Inhalt der Untersuchungen ist, konnte keine querschnittsumfängliche Beschreibung für die Anpassung des Anforderungskataloges innerhalb von Autorensystemen untersucht werden. Im Rahmen der Erstellung von geometrischen Bauwerksdatenmodellen innerhalb des Forschungsprojektes wurde dieser Workaround jedoch für den Import des CAFM-Connect-Basisprofils in das verwendete Autorensystem (Autodesk Revit) durchgeführt, um entsprechende Modellelementinformationen (hier: Bauteilkennzeichnung im Sinne des Basisprofils) einpflegen zu können. Die Ausgabe des Bauwerksdatenmodelles kann, neben dem Export in ein proprietäres Datenformat, als *ifc (IFC2x3) durchgeführt werden; eine saubere Abbildung des Modells auf entsprechende IFC-Struktur ist - gemäß Aussage der beteiligten Praxispartner – jedoch nicht flächendeckend der Fall, wodurch es Unstimmigkeiten bei der Überführung von Bauwerksdatenmodellen in Zielsysteme kommen kann.

4.1.2 Strukturelle Bauwerksdatenmodellierung

Die zweite Möglichkeit ist die strukturelle Beschreibung von Bauwerksdaten (Erstellung eines strukturellen Bauwerksdatenmodelles). Diese liefert neben den alphanummerischen Modellelementinformationen keine grafische Darstellung des Modelles infolge der Eigenart der Bauwerksdatenmodellierung: Die Erstellung des Bauwerksdatenmodelles erfolgt nicht – wie in Autorensystemen – objektbasiert. Vielmehr wird die Bauwerksdatenmodellstruktur über eine Verkettung von Abhängigkeiten der Modellelemente zueinander beschrieben.

Für die Untersuchung der Erstellung eines strukturellen Bauwerksdatenmodelles im Rahmen des Forschungsprojektes wurde der CAFM-Connect-Editor genutzt. Dieser wird als Freeware (in Form einer Schenkung) durch den CAFM Ring bereitgestellt und legt das CAFM-Connect-Basisprofil bzw. BIM-Profile zugrunde, welche eine definierte und dokumentierte Informationsanforderungstiefe bedingen. Eine detaillierte Anwendungsbeschreibung für die Erstellung eines strukturellen Bauwerksdatenmodelles im CAFM-Connect-Editor eines Beispiel-Gebäudes ist der Anlage zu entnehmen

Das strukturelle Bauwerksdatenmodell wird über die folgenden zwei Strukturbäume dargestellt:

Liegenschaften

Bauteile

Der Strukturbaum "Liegenschaften" beschreibt das Modell aus Sicht der Zuordnung der Bauteile zu einem Ort. Ausgehend von der Liegenschaft können die Ebenen Gebäude, Etage und Raum (absteigende Reihenfolge) modelliert werden. Die füllbaren Datenfelder variieren je Hierarchiestufe; die Werte Name und Beschreibung stellen Pflichtfelder der ersten drei Ebenen dar, für den Raum müssen Angaben über die Raumnummer sowie Bezeichnung gefüllt werden. Die Erstellung mehrerer Liegenschaften in einer Datei wird ermöglicht; durch eine 1:n-Beziehung wird hier eine eindeutige Zuordnung von Modellelementen zu der darüber liegenden Ebene ermöglicht.

Der bauteilbeschreibende Strukturbaum stellt einen hierarchischen Aufbau von Bauteilen dar. Der Aufbau der Struktur wird dabei durch folgende Hierarchieebenen beschrieben:

Erstellung des Bauteiltypen > Erstellung einer Bauteilgruppe > Erstellung eines Modellelementes > ...

Zu beachten sind zwei Herangehensweisen: Das Zusammenfassen gleicher Bauteiltypen mit unterschiedlichen Herabstufungen und das Modellieren von Bauteilen mit logischen Abhängigkeiten voneinander. Am Beispiel der Modellierung einer Innentür mit der Bezeichnung A bildet sich für den ersten Lösungsansatz folgende Hierarchie:

Erstellung des Bauteiltypen Türen > Erstellung einer Bauteilgruppe Innentüren > Erstellung eines Modellelementes Innentür A

Die zweite Modellierungsoption, das Modellieren von Bauteilen in logischen Abhängigkeiten voneinander, verfolgt den Ansatz der Beschreibung mittels einer "ist Bestandteil von"-Abhängigkeit. Die Beschreibung der Beispieltür wird über die nächst höher gelegene Ebene beschrieben:

Erstellung des Bauteiltypen Innenwände > Erstellung der Bauteilgruppe Innenwand A > Erstellung des Modellelements Innenwand A > Erstellung des Modellelements Innentür A

Beide Modellierungsansätze verfolgen unterschiedliche Herangehensweisen: Das oben beschriebene Zusammenfassen von gleichen Bauteiltypen ermöglicht eine Auflistung aller im Modell enthaltenen gleichen Bauteile (wie im Beispiel alle Türen>Innentüren), wodurch eine übersichtliche Darstellung dieser Elemente möglich ist. Eine Beziehung von Modellelementen zueinander, beispielsweise der Innentür zu einer Wand, wird nicht beschrieben. Ansatz zwei bietet diese Möglichkeit infolge der Beschreibung logischer Abhängigkeiten; eine übersichtliche Darstellung gleicher Modellelemente wie oben ist hier nicht gegeben.

In beiden Fällen ist eine Modellierung des Strukturbaumes auf mindestens drei Ebenen notwendig, um ein Modellelement anzulegen sowie entsprechende Eigenschaften anzupassen. Die Informationsanforderungstiefe an die Modellelemente leitet sich in Abhängigkeit des verwendeten BIM-Profils bzw. des CAFM-Connect-Basisprofils ab.

Das Bauwerksdatenmodell wird über im Dateiformat *.ifcxml ausgegeben. Zusätzlich besteht Möglichkeit, an ein Modellelement beschreibende oder betriebsnotwendige Dokumente zu referenzieren. Infolge des Referenzierens wird das Dokument beim Export des Bauwerksdatenmodelles mitgegeben; das Ausgabeformat ändert sich dahingehen in ein *ifczip-Format. Eine Prüfung des Datenexportes auf Konformität der Strukturabbildung auf IFC4 wird im Rahmen des Forschungsprojektes vom Praxispartner AEC3 durchgeführt. Inhaltlich fällt das Ergebnis positiv aus, jedoch wurden ein paar Abweichungen von der offiziellen IFC-Spezifikation festgestellt. Der vorläufige Prüfbericht ist der Anlage zu entnehmen.

Neben der Möglichkeit der Bauwerksdatenerstellung bietet der Editor die Validierung (Prüfung des Vorhandenseins von Werten der Pflichtfelder) und die Erstellung eines Reports (Export der Strukturbäume als PDF).

4.1.3 Gegenüberstellung der Methoden zur Bauwerksdatenerfassung

Beide Lösungsansätze verfolgen eigene Ziele und bedingen unterschiedliche Arbeitsabläufe, daher ist eine Gegenüberstellung beider Methoden in Abhängigkeit der beabsichtigten Modellnutzung nur bedingt möglich.

Aus dem ersten Ansatz (geometrische Modellierung) geht im Ergebnis ein mehrdimensionales Bauwerksdatenmodell hervor, welches sich, neben der reinen Bauwerksdatenverwaltung und -übergabe, auch für die Abbildung anderer BIM-Anwendungsfälle, wie beispielsweise Kommunikation und Kollaboration, Visualisierung etc. eignet. Auch ermöglicht die grafische Darstellung des Bauwerksdatenmodells die Nutzung von weiteren Zielsystemen, die nicht ausschließlich auf die Nutzung der enthaltenen Informationen abzielt, beispielsweise BIM-Viewern und Model Checkern, und ist daher als Mehrwert anzusehen. Der verbundene zeitliche Aufwand für die Modellerstellung infolge der objektbasierten Modellierung ist im Vergleich höher einzuschätzen und bedingt eine entsprechende Qualifikation des Anwendenden.

Die strukturelle Beschreibung eines Bauwerksdatenmodelles stellt eine simplere Form der Bauwerksdatenmodellerstellung dar: Infolge der Aufnahme von Modellelementen in Abhängigkeit zueinander wird keine hohe fachliche Qualifikation an den Anwendenden für das Modellieren gestellt. Weiterhin wird durch das Fehlen einer grafischen Darstellung des Bauwerksdatenmodelles die Dateigröße des Übergabeformats im Allgemeinem reduziert; die Übergabe von an Modellelementen referenzierten Dokumenten stellt zusätzlich einen Mehrwert dar. Für eine Überführung des Modelles in zuvor beschriebene Zielsysteme eignet sich dieser Modellierungsansatz nicht. Die Repräsentation eines Gebäudes als strukturelles Bauwerksdatenmodell ist gemäß Aussage der beteiligten Praxispartner für das Betreiben einer Immobilie ausreichend. Durch die Nutzung des CAFM-Connect-Basisprofils (bzw. der BIM-Profile) wird so der notwendige Informationsanforderungskatalog aus Sicht des Betriebes abgebildet.

Abbildung 14 stellt einen einfachen Vergleich der betrachteten Untersuchungskriterien dar.

Untersuchungskriterien	Geometrisches Bauwerksdatenmodell	Strukturelles Bauwerksdaten modell		
Notwendige Tools	div. Autorensoftware	CAFM Connect-Editor		
Art des Modells	geometrisches Modell	strukturelles Modell		
Informationsdarstellung	grafische und alphanumerische Informationen	alphanumerische Informationen		
Modelldarstellung	2D-/3D-Darstellung	tabellarische Darstellung		
zeitlicher Aufwand (Modellerstellung)	höherer Zeitaufwand	geringerer Zeitaufwand		
verbundene Kosten (Software)	höhere Kosten	frei verfügbares Tool		
Qualifikation (Modellerstellung)	erfordert fachliche Kenntnisse zur Erstellung des Modells	erfordert keine fachlichen Kenntnisse Erstellung des Modells		

Abbildung 14: Gegenüberstellung der geometrischen und strukturellen Bauwerksdatenmodellerstellung

4.2 Datenaustausch in der Bau- und Immobilienwirtschaft

Im folgenden Abschnitt werden die in Bezug auf das Forschungsprojekt stehenden, relevanten Klassifizierungssysteme und darauf aufbauend Datenformate beschrieben. In Abhängigkeit des Konzepts zur projektbezogenen Bearbeitung und Zusammenarbeit müssen die Informationen in Zielsysteme transferiert werden. Die dafür benötigten Schnittstellen sind Teil der Planung einer gemeinsamen Datenumgebung und werden auf die Formate der Daten zugeschnitten. In Abhängigkeit der Umsetzung (z.B. in Form eines Projektraums) existieren bereits von den Herstellern vordefinierte Schnittstellen.

Ein wesentlicher Aspekt bei der Methode BIM ist neben der Durchgängigkeit der Informationen die Verknüpfung dieser untereinander. Dementsprechend muss die gemeinsame Datenumgebung über Funktionalitäten zur Verknüpfung von Daten verfügen. Die zentrale Rolle spielt hierbei in Bezug auf BIM der Globally Unique Identifier (GUID). Dabei handelt es sich um eine Zeichenkette mit 36 Zeichen, die jedes damit versehene Objekt eindeutig identifizierbar macht. Über die Verknüpfung der jeweiligen GUIDs lassen sich Objekte in der CDE dauerhaft miteinander in Beziehung setzen. Schlussendlich müssen Daten in der gemeinsamen Datenumgebung über die Lebensdauer des Bauwerks les- und interpretierbar archiviert werden können. Dies dient dazu, die Datenmenge über eine entsprechende Verdichtung zu reduzieren und somit die Ressourcen zu schonen. Zu beachten ist hierbei insbesondere die Lesbarkeit von proprietären Dateiformaten, da Softwarehersteller die Kompatibilität i. d. R. nicht über den Zeitraum der Lebensdauer eines Bauwerks gewährleisten.

Neben der reinen Datenhaltung ist auch die Datennutzung durch die Projektbeteiligten bei der Planung einer Common Data Environment (CDE) zu beachten. Die dabei durchgeführten Aufgaben bzw. Prozesse werden über sogenannte Workflows abgebildet. Sie dienen dazu, den Bearbeiter durch vordefinierte Abläufe, beispielsweise mithilfe einer Eingabemasken, zu leiten. Dadurch sollen zum einen Hilfestellungen gegeben, zum anderen Fehlerquellen ausgeschlossen werden.

4.2.1 Klassifizierungssysteme

Klassifizierungs- oder auch Ordnungssysteme dienen in der Bau- und Immobilienwirtschaft dazu, Bedeutungen und Begriffe von Produkten, die im Rahmen von Leistungen verbaut werden, eindeutig und neutral zu beschreiben, festzulegen, zu strukturieren und zu klassifizieren. Durch die konsequente Nutzung von Klassifizierungssystemen werden erstellte "Strukturen" von Informationen maschinenlesbar und -bearbeitbar gemacht, um beispielsweise Auswertungen und Interpretationen erleichtern. Im Zusammenhang mit BIM können über Klassifizierungssysteme die in der Planung zu definierenden Bauteilen realen Produkten semantisch zugeordnet werden. In der Praxis existieren vielzählige Klassifizierungs- und Ordnungssysteme, die jeweils mit Vor- und Nachteilen verbunden sind. Im Folgenden wird hierzu ein kurzer Überblick gegeben.

4.2.1.1 Bau:Class, ecl@ss und proficl@ss

Ein Ansatz, sämtliche im Bau verwendete Produkte nach einem neutralen Schema zu katalogisieren, wurde von f:data GmbH im Rahmen des Projektes mit der Bezeichnung "bau:class" erarbeitet. Zeitweise konnte unter der Online-Adresse www.baustoffkatalog.com bereits eine herstellerbezogene Produktzuordnung in das vorgegebene Schema von Klassen und Attributen vorgenommen werden, so dass Produkte, die bestimmte, herstellerunabhängig beschriebene Eigenschaften erfüllen, aufgelistet werden konnten. Ebenfalls war eine Integration des branchenspezifischen Standardisierungsvorschlags "bau:class" in das branchenübergeordnete Konzept "ecl@ss" unter Berücksichtigung eines weiteren, sparten-spezifischen Konzeptes "proficl@ss" vorgesehen. Entsprechende Projekte wurden bzw. werden gefördert. Auch der Ansatz aus der Elektrobranche, bekannt unter der Bezeichnung "ETIM", sollte hierbei Berücksichtigung finden.

In diesem Zusammenhang ist auch auf das "DIN-Merkmallexikon" (Normenreihe DIN 4002 "Merkmale und Geltungsbereiche zum Produktdatenaustausch", ISO 13587, IEC 61360) hinzuweisen, bei dem verschiedene Klassifikationsanbieter nach einer Vereinfachung ihrer Systeme streben, um gegenüber ausländischen Anbietern Vorteile zu erlangen. Im Rahmen dieses DIN-Merkmallexikons sollen branchenübergreifend Merkmale eindeutig festgelegt werden.²⁸

-

²⁸ DIN (Hg.), 2013, Stammdaten: Genormte Stammdaten

Auch im "Uniclass"- bzw. "OmniClass"-Konzept wird das Thema der Produktklassifikation aufgegriffen: In den USA wird die OmniClass für die Klassifizierung von BIM-Elementen herangezogen (basierend auf der ISO 12006²⁹), in Großbritannien dessen britisches Pendant (Uniclass).³⁰

4.2.1.2 ISO 12006 und bSDD

Hervorgegangen aus dem schwedischen SfB-System steht mit den drei Teilen der ISO 12006-Norm ein Rahmenwerk zur Definition von Klassifikationssystemen auf internationaler Ebene zur Verfügung. Dieses "International Framework for Dictionaries" (IFD) ist - wie die IFC und MVD - offizieller Bestandteil der Standards des buildingSMART e.V. In Teil 2 dieses Standards wird eine allgemeine Hauptstruktur der im Bauwesen zu beschreibenden Konzepte definiert, wie etwa die Gliederung in "Produkt", "Prozess", "Ressource", die aber lediglich den allgemeinen konzeptionellen Rahmen bereitstellen, ohne bindend für die modellierbaren Gliederungen zu sein. Teil 3 der ISO 12006-Norm stellt ein konkretes Datenmodell zur Modellierung baurelevanter Konzepte zur Verfügung (ISO 12006-3:2007). Eine zentrale Bedeutung für die Modellierung hat hierbei das Basisprinzip, dass alle Konzepte jeweils Bezeichner (engl.: label) und Beschreibungen (engl. description) in unterschiedlichen Sprachen haben können. Maßgeblich für die Identifizierung und Verwendung eines Konzeptes sind dabei nicht die Bezeichnungen in einer bestimmten Sprache ("Türgriff", "door knob"), sondern die Globally Unique Identifier (GUID). Werden an ein Konzept verschiedensprachige Bezeichner und Erläuterungen gehängt, entsteht ein mehrsprachiges Wörterbuch, welches die Grundlage für länderübergreifende Zusammenarbeit bildet. Die Referenzimplementierung dieses Datenschemas ist das buildingSMART Data Dictionary (bSDD), das zum gegenwärtigen Zeitpunkt ca. 60.000 Begriffe in mehreren Sprachen umfasst.

Seit der Version 2x4 ist das bSDD darüber hinaus der zentrale Speicherort für die PropertySet-Erweiterungen des IFC-Modells, wobei jede einzelne Eigenschaft durch ein Konzept repräsentiert wird. Zahlreiche Relationen zu anderen Konzepten (Spezialisierung, Teil-Ganzes-Beziehungen etc.), den jeweils relevanten Klassendefinitionen im IFC Modell sowie Verknüpfungen zu verschiedenen Normen und Vorschriften machen dieses Ordnungssystem zu einem wichtigen, maschinenlesbaren Wissenskorpus, der zukünftig weiter an Bedeutung gewinnen wird.³¹

4.2.1.3 DIN SPEC 91400

Die Klassifikation DIN SPEC 91400 ist ein weiterer Schritt in Richtung der umfassenden, maschinenlesbaren Aufbereitung von Ordnungssystemen. Wie im vorangegangenem buildingSMART Data Dictionary sind viele Konzepte dieser umfassenden Klassifikation mit den jeweiligen Klassendefinitionen des Datenmodells der IFC verlinkt. Während im bSDD bislang jedoch vor allem Ordnungssysteme aus dem englischsprachigen, skandinavischen und niederländischen Raum verknüpft sind, ist das Alleinstellungsmerkmal der DIN SPEC 91400 ihre Anlehnung an das in Deutschland verwendete Standardleistungsbuch Bau (STLB-Bau), das seinerseits mit weiteren Normen, Vorschriften und Richtlinien wie der

²⁹ Stuhlmacher et al., 2012, S. 46.

³⁰ ebenda

³¹ Vgl. Borrmann et al., 2015, S. 169 ff

Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen (VOB) und den Kostengruppen nach DIN 276 verbunden ist. Ähnlich dem bSDD ist auch der Inhalt der DIN SPEC 91400 über verschiedene Schnittstellen, darunter Webinterfaces, verwendbar. Verbindungen zu Bauteilkatalogen namhafter Bauproduktehersteller befinden sich ebenso in der Entwicklung wie die Verknüpfung zu Objekten und Eigenschafen innerhalb von proprietären Objektmodellen und BIM-Formaten.³²

4.2.2 Rohdatenformate

Wesentlicher Bestandteil zur Umsetzung der Methode BIM ist die Weitergabe erzeugter oder verarbeiteter Informationen – dem Informationsfluss. Dazu gibt es aus technischer Sicht unterschiedliche Möglichkeiten, die mit steigender Qualität gleichermaßen auch Komplexität mit sich bringen. Eine mögliche Abgrenzung wird über die sogenannten BIM-Level beschrieben.

Der Austausch von Informationen geschieht in BIM-Projekten aktuell im Wesentlichen über Dateien. Dies entspricht Level 2 der zuvor benannten Abgrenzung. Demnach sind entsprechende Austauschformate wesentlich in der gegenwärtigen Umsetzung der Methode BIM in der Bau- und Immobilienwirtschaft. Dabei ist zwischen proprietären Dateiformaten und offenen Standards zu differenzieren: Erstere sind die Entwicklung eines Softwareherstellers und im Wesentlichen für das Speichern von, mit einem konkreten Softwareprodukt erarbeiteten Inhalten konzipiert. Auch bei Unterstützung dieser Formate durch andere Hersteller sind beispielsweise die Weiterentwicklungen und Implementierungsmöglichkeiten vom Herausgeber abhängig. Bei offenen Datenformaten hingegen sind die Entwicklungsstände frei zugänglich dokumentiert, sodass grundsätzlich jeder diese weiterentwickeln oder frei für sich nutzen kann. Darüber hinaus sind sie zumeist über Non-Profit-Organisationen unterstützt, welche die Verwaltung von Informationen dazu oder Versionierungen übernehmen.

Im Kontext mit der Methode BIM gibt es eine Reihe von Austauschformaten, die sich in diese Kategorien einteilen lassen. Im Rahmen der Forschungsarbeiten des Lehr- und Forschungsgebietes Baubetrieb und Bauwirtschaft der Bergischen Universität Wuppertal wird der Fokus jedoch auf offene Standards gelegt, da Sie es zum einen jedem Interessenten ermöglichen die Forschungsergebnisse nachzuvollziehen und selber anzuwenden. Zum anderen sind offene Standards Grundvoraussetzung für die Umsetzung von Big Open BIM. Dieser Ansatz ist nach Auffassung der Verfassenden der einzige, mit dem langfristig die gesamte Bau- und Immobilienbranche die Methode BIM erfolgreich anwenden kann. Aus diesem Grund werden im Folgenden keine proprietären Formate beschrieben.

4.2.2.1 Industry Foundation Class (IFC)

Die Industrie Foundation Classes (IFC) ist ein Datenschema zur strukturierten Beschreibung von bauwerksbezogenen Informationen. Die Weiterentwicklung und Standardisierung wird durch die buildingSMART e.V. durchgeführt. Das Datenschema findet weltweit Anwendung im Rahmen von her-

-

³² Vgl. Borrmann et al., 2015, S. 172

stellerneutralen Datenaustausch-Szenarien zwischen verschiedenen Softwaresystemen, jedoch im Wesentlichen in der Bau- und Immobilienwirtschaft. Konkret wird es zur digitalen Übermittlung der Geometrie und Semantik eines Gebäudes in Form objektorientierter Gebäudemodelle genutzt. Ausgewählte Versionen des Schemas werden vom buildingSMART sowohl in einem eigenständigen (STEP) als auch weiteren (z. B. XML) offenen und standardisierten Datenformaten veröffentlicht.

Schemaspezifikationen

1996 wurde durch die Organisation International Alliance for Interoperability (IAI) die erste Version 1.0 der Industry Foundation Classes veröffentlicht. Eine Implementierung dieser in Softwaresysteme geschah erst 1998 mit Version 1.5.1.33 Alle Spezifikationen wurden durch die IAI und ab 2005 von dem daraus hervorgehenden buildingSMART e.V. veröffentlicht.34 Über die darauffolgenden Jahre folgten weitere Veröffentlichungen durch die IAI, wie beispielsweise IFC 2x. Bei der darauf aufbauenden Nummer wurden weitere, fachliche Aspekte ergänzt.35 Mit der Version 2x3 im Jahr 2006 als EXPRESS- bzw. 2007 als XSD-Schema erschienen die ersten Spezifikationen unter dem neuen Organisationsnamen. IFC2x3 enthält neben der 3D-Objektbeschreibung auch 2D-Layout-Elemente, wie Beschreibungen, Texte, Symbole und Schraffuren; damit konnte IFC erstmalig auch für Layouts genutzt werden. Die Version IFC4 wurde 2013 unter der ISO 16739 standardisiert und seit April 2017 für Deutschland in die DIN EN ISO 16739:2017-04 überführt.36 In der Praxis werden aktuell sowohl IFC2x3, als auch IFC4 eingesetzt, da die Implementierung bzw. Zertifizierung von IFC4 bei vielen Softwareherstellern noch läuft. Eine Übersicht mit den wesentlichen Veränderungen von Spezifikation 2x3 zu 4 bietet Tabelle 4.

³³ Vgl. Laakso, Kiviniemi, 2012

³⁴ Vgl. Borrmann et al., 2015, S. 84

³⁵ Vgl. von Both, 2007

³⁶ Vgl. buildingSMART, 2013

Tabelle 4: Gegenüberstellung IFC-Schema-Spezifikationen

	IFC 2x3	IFC 4		
Anzahl Entities	653	776		
Anzahl Property Sets	317	506		
Definierte Views	Coordination View 2.0 Referenzieren und koordinieren von Objekt- und Fachplanung	Reference View Referenzieren, koordinieren und visualisieren von Objekt- und Fachplanung Design Transfer View Übergabe von Daten in andere Software-Systeme		

Datenschema

Das IFC-Schema bietet eine formale Struktur zur Beschreibung von objektorientierten Bauwerksmodellen. Es enthält eine Vielzahl von Objekttyp-Definitionen, die dazu dienen Elemente eines Bauwerks, deren Eigenschaften (Merkmale) und Beziehungen untereinander (Relationen) digital und in einem standardisierten Rahmen abzubilden.

Das Schema ist hierarchisch in vier Schichten aufgebaut. Jede Schicht beschreibt unterschiedliche Arten von Klassen; Klassen aus einer Schicht können immer nur Klassen aus der darunterliegenden Schicht referenzieren, das Referenzieren "nach oben" ist nicht möglich. Das Referenzieren dient u.a. dazu, eine objektbasierte Vererbungshierarchie vom Core-Layer bis zum Domain-Layer aufzubauen (vgl. Abbildung 15).³⁷ Es beschreibt das Ableiten neuer Klassen auf Basis von bestehenden Klassen: Eine neue Klasse kann die ursprüngliche Klasse erweitern oder einschränken. Die Beziehung zwischen zwei solchen Klassen ist dauerhaft.

Entsprechend der Vererbungshierarchie stellt der Core-Layer mit dem Kernel und der darin enthaltenen Klasse *IfcRoot* den Ausgangspunkt dar. IfcRoot ist die oberste Klasse in der Vererbungshierarchie des IFC-Schemas und definiert grundlegende Aspekte wie beispielweise die Identifikation von Entitäten über Global Unique Identifier (GUID). Alle anderen Klassen in der gleichen oder den darüber liegenden Schichten stammen direkt oder indirekt von IfcRoot ab.³⁸

³⁷ Vgl. Liedtke, 2016

³⁸ Vgl. Borrmann et al., 2015, S.89 ff

Der Ressource-Layer stellt als unterste Schicht eine Besonderheit dar: Enthaltene Elemente stellen grundlegende Datenstrukturen dar und können aus allen Ebenen referenziert werden. Die Elemente des Ressource-Layers stammen als einzige nicht von IfcRoot ab, verfügen dementsprechend nicht über eine GUID und können daher nur dann existieren, wenn sie von Instanzen einer Unterklasse von IfcRoot referenziert werden.³⁹

Die spezifizierenden Ebenen des Schemas Interoperability- und Domain-Layer leiten sich entsprechend der zuvor beschrieben Vererbung aus dem Core-Layer ab und referenzieren Klassen aus dem Ressource-Layer. Dabei stellt der Interoperability-Layer eine Zwischenebene mit wichtigen "[...] Bauteilklassen wie IfcWall, IfcColumn, IfcBeam, IfcPlate, IfcWindow usw. [...]"40 dar. Im Domain-Layer werden diese dann nach fachspezifischen Domainen aus der Bau- und Immobilienbranche für die konkreten Anwendungsfälle spezifiziert.

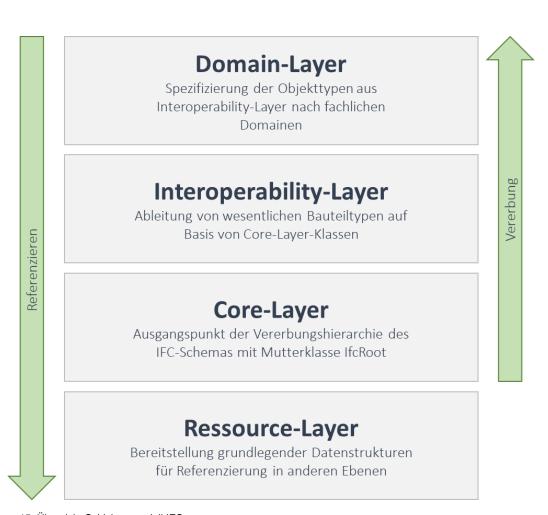


Abbildung 15: Übersicht Schichtenmodell IFC

³⁹ Vgl. Borrmann et al., 2015, S.90

⁴⁰ Borrmann et al., 2015, S.89

Semantische Beschreibung und geometrische Repräsentation

Innerhalb des Schemas erfolgt eine klare und eindeutige Trennung zwischen der semantischen Beschreibung eines Bauteils und dessen geometrischer Repräsentation. Ein Bauteil wird zunächst als semantische Entität beschrieben und im Anschluss mit einer oder mehreren geometrischen Repräsentationen in Beziehung gesetzt. Hierbei gibt es verschiedene Anwendungsszenarien, welche unterschiedliche Geometriebeschreibungen bedürfen, da diverse geometrische Repräsentationen mit einem Objekt verknüpft werden können. Die Sicherstellung der Beschaffenheit der Repräsentationen liegt bei den modellerzeugenden Programmen, da das IFC-Datenmodel selbst keine Funktionalitäten in dieser Hinsicht zur Verfügung stellt.⁴¹

Property Sets und Proxys

Im IFC- Datenmodell werden grundlegende Merkmale von Bauteilen zum Teil mithilfe von Attributen in einer Entity-Definition direkt im Schema abgelegt. Solche Merkmale können bspw. die absolute Höhe und Breite eines Bauteils sein, die mit den entsprechenden Attributen *OverallWidth* und *OverallHeight* beschrieben werden. Neben solchen Merkmalen gibt es weitere wichtige Merkmale eines Bauteils, die jedoch das umfangreiche Schema langwieriger machen würden. Außerdem wären alle vom Nutzer gewünschten nicht vorhergesehenen oder international standardisierten Merkmale ohne Änderungen am Schema kaum möglich. Innerhalb des IFC-Datenmodells wurde zur Problemvermeidung eine Unterscheidung und Teilung von Merkmalsdefinitionen eingebaut in:

- statisch im Schema definierte Attribute
- dynamisch erzeugbare Eigenschaften (engl. properties).

Dynamisch erzeugbare Eigenschaften, die sog. Properties, können mithilfe der Subklassen der IfcProperty frei definiert werden und anschließend dem Instanzmodell hinzugefügt werden. Die neue Objekteigenschaft kann dabei über einfache Name-Wert-Datentyp-Einheit-Tupel definiert werden. Es kann zudem eine Gruppierung von einzelnen IfcPropertys erfolgen (IfcPropertySet) und einem Objekt zugewiesen werden (IfcRelAssignsProperties). Der Erweiterungsmechanismus für Eigenschaftsdefinitionen wird durch die Platzhalterentität IfcProxy ergänzt. Sie bietet die Möglichkeit, die semantische Bedeutung einer Klasse dynamisch (also "zur Laufzeit") festzulegen. Somit stellt IFC ein Metamodell bereit, das eine Vielzahl semantischer Erweiterungen bietet, die ein breites Spektrum von Anwendungsmöglichkeiten abdecken. In der Praxis werden spezielle Objekte oftmals nicht von bestehenden Schemata abgedeckt, da sie nicht allgemein gültig sind, wodurch diese Möglichkeit eine geeignete Lösung zur Flexibilitätssteigerung bietet. Solche Inhalte können somit jederzeit im Modell erstellt werden.

Die freie Erzeugung von Eigenschaften bedingt jedoch ebenfalls eine große Anzahl von Objekten und Eigenschaften, die von verschiedenen Parteien für ein und denselben Zweck beliebig beschrieben wer-

-

⁴¹ Borrmann et al., 2015, S. 100 f

den und zu Mehrfachdefinitionen führen können. Eine Lösung dafür wird von Anwendern und Entwicklern geboten, indem diese die an den häufigsten erstellten Eigenschaften auf Mehrfachdefinitionen prüfen und diese zweckgemäß standardisieren. Sie werden als separate Dateien in die Dokumentation des Modells eingefügt, auf den Webseiten der buildingSMART-Organisation bereitgestellt und als einfache XML-Dateien gespeichert.⁴²

Angabe von Materialien

Die Angabe von Informationen zu Materialien einzelner Bestandteile des Bauwerks mit zugehörigen Parametern ist Voraussetzung für Berechnungen und Simulationen, wie bspw. statische Nachweise oder automatisierte Mengenermittlungen. Durch das IFC-Datenmodell ist die Möglichkeit zur Abbildung von verschiedenen Bauteilen, die jeweils aus mehreren Materialien bestehen, gegeben. Zur Veranschaulichung lässt sich das Beispiel einer mehrschichtigen Wand heranziehen: Die Materialien werden einem Bauteil (einer beliebigen Subklasse von IfcElement) durch die Beziehungsklasse IfcRelAssociatesMaterial zugeordnet. Das Attribut RelatingMaterial ist wiederum mit einem Objekt der Klasse IfcMaterialDefinition in Verbindung gebracht, die mehrere Unterklassen besitzt. Die wichtigsten Unterklassen in diesem Anwendungsbeispiel sind dabei:

- IfcMaterial: grundlegendes Entity zur Beschreibung eines Materials
- IfcMaterialConstituent: Beschreibung des Materials eines Teils eines Bauteils. Das Attribut Material bezieht sich auf ein IfcMaterial-Objekt. Das Attribut Name ordnet das Material dem jeweiligen Teil zu.
- IfcMaterialConstituentSet: Beschreibung einer Menge von IfcMaterialConstituent-Objekten, wobei jedes dieser Objekte dem Teil eines Bauteils zugeordnet ist.
- IfcMaterialLayer: Beschreibung des Materials einer Schicht eines mehrschichtigen Bauteils.
- IfcMaterialLayerSet: Beschreibung einer Menge von IfcMaterialLayer-Objekten

Die Modellierung von Verbundmaterialien erfolgt mithilfe der Beziehungsklasse IfcMaterialRelationship. Diese lässt die Abbildung einer Aggregations-Beziehung zu. Durch das Attribut RelatedMaterials wird dabei auf die Einzelbestandteile verwiesen und durch das Attribut Relating-Material auf das Verbundmaterial. Das Material wird weiterhin mit einem externen Klassifikationssystem (IfcExternalReferance-Relationship) durch Verknüpfung charakterisiert, wobei mithilfe der Klasse IfcMaterial, das Attribut Name für die eindeutige Bezeichnung dargestellt wird. Weiterhin werden Materialparameter durch die Verknüpfung mit einem oder mehreren Objekten des Typs IfcMaterialProperties angegeben. Diese werden über das inverse Attribut HasProperties erreicht. In Form einer Name-Wert-Liste bietet die Klasse IfcMaterialProperties eine Beschreibung von Sätzen an Materialeigenschaften, wobei es eine Reihe

-

⁴² Vgl. Borrmann et al., 2015, S. 114

vordefinierter Eigenschaftssätze für verschiedenartige Eigenschaften (bspw. mechanische, optische) gibt und vor allem für wichtige Baustoffe wie Beton, Stahl und Holz. Durch ein IfcMaterial können zugehörige Darstellungsinformationen herangezogen werden. Dazu verweist das inverse Attribut HasRepresentation auf ein Objekt vom Typ IfcMaterialDefinitionRepresentation, welches bspw. Linientyp, Liniendicke und Schraffur (für die 2D-Darstellung) festlegt.⁴³

4.2.2.2 Anwendung in der Praxis

Der Import in oder der Export aus einer Softwareanwendung umfasst in der Regel nur eine Teilmenge der Informationen, die in dem proprietären Informationsmodell der Softwareanwendung enthalten sind. Was in dieser Teilmenge enthalten ist, regeln sogenannte Modell-Ansichtsdefinitionen (engl.: Model View Definition, kurz: MVD). Das Transformieren und Exportieren der proprietären Daten in eine IFC-Datei ist deshalb oft mit einem Informationsverlust verbunden. Aus diesem Grund wird normalerweise in den Projekten vereinbart, die Planungsergebnisse zu einem gewissen Modellstand in einer Datei im IFC-Format, auch in einer Datei im proprietären Format der Softwareanwendung, aus der der IFC-Export erfolgt ist, zu übermitteln.

Obwohl die Entwicklung der IFC aus der ISO-Standardisierung STEP herausgelöst wurde, wurden dennoch die zugrundeliegenden Technologien beibehalten. Dazu zählt vor allem die Datenmodellierungssprache EXPRESS, die im STEP-Standard Teil 11 definiert ist (ISO 2004b).

4.2.3 BIM Collaboration Format

Im Rahmen der kollaborativen Zusammenarbeit der Projektbeteiligten unter Einsatz der Methode BIM werden zu verschiedenen Zeitpunkten Bauwerksmodelle ausgetauscht. Auf Basis der ausgetauschten Modelle werden unter anderem neue Fachmodelle erstellt oder bestehende für Kollisionsprüfungen übereinandergelegt. Dabei identifizierter Anpassungsbedarf der erstellten Modelle muss für eine Überarbeitung an den Erzeuger übermittelt werden; ein Format was dies ermöglicht, ist das BIM Collaboration Format (BCF). Ziel der 2009 gestarteten Entwicklung war die Entwicklung einer offenen Kommunikationstechnologie basierend auf IFC. Beteiligt an der Entwicklung dieses Standards waren die Implementation Support Group (ISG) von buildingSMART International sowie die Initiatoren Solibri und Tekla und das Institut für angewandte Bauinformatik (iabi) der Hochschule München. Das erste Schema (bcfXML v1) mit verschlüsselten Nachrichten, die Bezug zu Modellobjekten hatten, wurde bereits 2010 durch Solibri und Tekla vorgestellt. Basierend auf den Erfahrungen in der Praxis wurde 2013 eine Task Force in der ISG von buildingSMART unter der Leitung von Solibri initialisiert: Diese sollte das bestehende Schema in Bezug auf flexiblere, projektspezifische Aspekte und maschinenlesbare Topics mit sogenannten BIM-Snippets erweitern. Die entsprechende Version bdfXML v2 wurde im Oktober 2014

⁴³

Vgl. Borrmann et al., 2015, S. 100

veröffentlicht. Die neuesten, veröffentlichten Versionen von buildingSMART sind die "bcfXML v2.1" und "bcfAPI v2.1". Während bei der BCF v2.0 noch viel Wert auf die Aufrechterhaltung der Abwärtskompatibilität mit der ersten BCF-Version gelegt wurde, weist BCF v2.1 diese Komptabilität nicht mehr auf, um die Komplexität für den Nutzer zu verringern.⁴⁴

Als Basis für die Kommunikation nutzt BCF IFC-Modelle. Die darauf aufsetzende modellbasierte Kommunikation legt sogenannte Topics an, die einen eindeutigen Bezeichner (GUID) und Informationen "[...] über Status, Ort, Blickrichtung, Bauteil, Bemerkung, Anwender und Zeitpunkt [...]"⁴⁵ beschreiben. Durch die Verknüpfung mit dem Modell ist ein Empfänger in der Lage sich die Anmerkung im Modell anzeigen zu lassen und zu beheben.

4.2.4 Containerformate

Neben den zuvor beschriebenen Rohdatenformaten existieren unterschiedliche Containerformate, die sich für den Datenaustausch in der Bau- und Immobilienwirtschaft eignen. Containerformate dienen dazu, verschiedene Dateien (z.B. Rohdatenformate) zu bündeln, die in einem Kontext zueinanderstehen. Das Zusammenführen der Inhalte in einen Container wird als packen bezeichnet. Einige Formate bieten die Möglichkeit, die Inhalte komprimiert zu packen, um die Dateigröße zu minimieren: Ein Beispiel hierfür ist ifcZIP, dessen Ziel es ist die Größe von Bauwerksmodellen im IFC-Format durch das Packen zu verkleinern. Bei dem Vorgang kommen bei unterschiedlichen Formaten diverse Algorithmen zum Einsatz, die an dieser Stelle nicht näher betrachtet werden.

Zusätzlich zu den beschriebenen Funktionen rückt in der Bau- und Immobilienwirtschaft das Verknüpfen von Teilinformationen aus den gepackten Dateien innerhalb der Containerformate zunehmend in den Fokus der Einsatzmöglichkeiten. Die in diesem Zusammenhang verwendeten Methoden werden unter dem Begriff Linked Data (- im Bauwesen) zusammengefasst. Ihre Entwicklung erfolgte allgemein im Kontext des Semantic Web.⁴⁶ Containerformate, die in der Lage sind die zugehörige Komplexität in Form von Beziehungsdefinitionen Abzubilden sind die Multi-Modell-Container aus dem Forschungsprojekt Mefisto, die Coins-Container aus den Niederlanden und die seit Oktober 2018 im Entwurf genormten Informationscontainer zur Datenübergabe, kurz ICDD⁴⁷ nach DIN EN ISO 21597.

4.3 Bauwerksdatenverwendung in CAFM-Zielsystemen

Im Rahmen des Forschungsprojektes wurden verschiedene Möglichkeiten zur Verwendung von digitalen Bauwerksdaten mit Bezug zum Betreiben einer Immobilie betrachtet. Die Untersuchung wird für nachfolgende zwei Zielsystemarten dargestellt:

⁴⁴ Vgl. buildingSMART international, BCF Releases

⁴⁵ buildingSMART Germany, Standards

⁴⁶ Vgl. Werbrouck,et al., 2019

⁴⁷ Engl.: Information container for data drop

BIM-(Daten-)Viewer

Der BIM-Viewer stellt eine "einfache" Art und Weise der Bauwerksdatenmodell-Visualisierung dar, wodurch eine Darstellung der übergebenden Bauwerksdaten mit Hinblick auf geometrische Modelldarstellung und -übergabe, Informationsdurchgängigkeit etc. ermöglicht wird.

CAFM-Umgebungen

Im Rahmen der Untersuchung von CAFM-Zielsystemen wird der Fokus auf die Modellintegration sowie die Daten- und Informationsdurchgängigkeit.

4.3.1 BIM-Viewer

Im Rahmen der Untersuchung des Bauwerksdatentransfers wurden bestehende BIM-Viewer aufgelistet und im Hinblick auf die Import- und Export-Möglichkeiten und die Informationsübertragung von Dateien analysiert. BIM-Viewer bieten die Möglichkeit, Modelle zu öffnen, anzuschauen und ggf. auch in Form verschiedener Dateiformate zu speichern. So kann das Modell im Zuge eines Projektes für verschiedene Projektpartner visualisiert werden, ohne dass Veränderungen an dem Modell vorgenommen werden. BIM-Viewer ermöglichen damit einen Austausch zwischen den Projektbeteiligten und stellen verschiedene Betrachtungsoptionen zur Verfügung.

Um einen Überblick zu verschaffen, wurde tabellarisch eine BIM-Viewer-Übersicht erstellt. Grundsätzlich werden derzeit zahlreiche kostenlose BIM-Viewer angeboten, die verschiedene Betrachtungsfunktionen bieten und sowohl den Import als auch den Export von Dateien ermöglichen. Dabei werden größtenteils auch die den Bauteilen zugehörigen Informationen und Eigenschaften in das Modell übertragen und können somit in den Viewern eingesehen werden. Im Viewer selbst können verschiedene Optionen gewählt werden, die es ermöglichen, das Modell in unterschiedlicher Weise darzustellen. Zudem können in den meisten BIM-Viewern auch die zu einzelnen Bauteilen zugehörigen Attribute und Informationen abgefragt werden. Diese werden in den Viewern selbst oft in tabellarischer Form angezeigt. Der Import von Modellen geschieht über verschiedene Dateiformate, insbesondere über IFC-Formate, aber auch Datenaustauschformate wie rvt (Revit)- oder DWG-Formate. Der Export erfolgt in der Regel über die programmeigenen Formate und IFC- Formate. Die kostenlosen Viewer bieten in der Regel keine Möglichkeiten für einen Export der Attribute in Form von textuellen Listen oder Tabellen. Dies kann oftmals nur in der jeweiligen kostenpflichtigen Version oder aber über kostenpflichtige Plug-Ins erfolgen. Allerdings bietet der BIM-Viewer BIMcraft, der von dem Institut für Bauinformatik der TU Dresden entwickelt wurde, die Möglichkeit, Informationen als Excel-Liste auszugeben. Der BIM-Viewer ermöglicht, ausgewählte Elemente mit zugehörigen Eigenschaften, wie beispielsweise geometrische Eigenschaften und Materialeigenschaften, in Form von Excel-Tabellen zu exportieren. Der BIM-Viewer BIM Vision bietet als kostenfreie Version insbesondere die Möglichkeit, die einem Modell zugehörige IFC-Struktur und die Eigenschaften darzustellen. Diese können über ein kostenpflichtiges Plug-In ("Advanced Reports") auch als XLS- Formate exportiert werden. Einige BIM-Viewer, wie beispielsweise Areddo, bieten lediglich die Import-Funktionen und eine Darstellung des Modells. Eine Abfrage von Informationen und zugehörigen Eigenschaften wird hierbei nicht geboten. Der Solibri Model Viewer ermöglicht eine detaillierte Anzeige von Informationen bzgl. Eigenschaften wie Position, Mengen, Material, Klassifikation etc., der Export erfolgt allerdings nur im SMV-Format. Der DDS-Cad-Viewer bietet ebenfalls eine detaillierte Anzeige von Informationen, die ähnliche Eigenschaften betreffen. Hierbei erfolgt der Export in verschiedenen Formaten wie beispielsweise DXF, 3DS etc. Weitere Viewer, die eine Abfrage und Anzeige von Element-Informationen bieten, sind beispielsweise der KIT FZK Viewer und BIM Collab ZOOM.

4.3.2 CAFM-Systeme

Computer Aided Facility Management-Systeme stellen informationsgestützte, die Abwicklung von Aufgaben des Facility Managements unterstützende Anwendungen für das operative Betreiben eines Gebäudes dar. Dabei werden die Gebäudestruktur im System sowie notwendige alphanummerische Informationen zu Objekten im Gebäude angelegt. Alternativ bieten einige CAFM-Anwendungen die Integration von Bauwerksdatenmodellen an, wodurch der Aufwand der Erstellung, Strukturierung und erstmaligen Informationspflege des Gebäudes bzw. der Gebäudeinformationen reduziert bzw. verlagert wird. Auf Grundlage der eingepflegten Informationen kann das Facility Management des integrierten Gebäudes über die CAFM-Anwendung gesteuert, Aufgaben und Tickets vergeben und das Gebäude verwaltet werden. Durch die Nutzung einer CAFM-Software kann so eine erhöhte Transparenz von Kosten und Leistungen und eine verbesserte Dokumentation erfolgen. Zudem können Kosten eingespart werden und Betriebsunterbrechungen minimiert werden.

Um eine (nahezu) verlustfreie Informationsübernahme und -verwendung zu ermöglichen, muss das Modell den Modellierungs- und Schnittstellenanforderungen der genutzten CAFM-Anwendung entsprechen. Diese variieren zwischen den einzelnen Anbietern, wodurch bisher kein einheitlicher Standard für die Erstellung und Informationstiefe des zu integrierenden Bauwerksdatenmodells abgebildet werden kann. Ein erster Wegweiser zur standardisierten Informationstiefe und Datenaustausch stellt das Basis-Profil bzw. die BIM-Profile des CAFM Rings dar: Diese definieren die notwendigen Informationen, die einem Bauteil für die Abbildung eines definierten BIM-Anwendungsfalles zugeordnet sein müssen.

4.3.2.1 Marktanalyse CAFM-Anwendungen

Um den aktuellen Standpunkt des Marktes an CAFM-Anwendungen zu erfassen wurde eine Übersicht mit aktuellen Softwareanwendungen erstellt. Diese wurden anhand einer Onlinerecherche ausgewählt. Eine Unterscheidung zwischen webbasierten und lokalen Anwendungen wurde nicht vorgenommen, da die Art und Weise der Ausführung keine Auswirkung auf das Leistungsvermögen der jeweiligen Anwendung hat. Die in der Übersicht betrachteten Kategorien beziehen sich dabei auf das Informationsmanagement, die Integration von BIM (-Daten) in das CAFM-System sowie dem Leistungsumfang der jeweiligen Anwendungen.

Das Informationsmanagement umfasst die Schnittstellen der CAFM-Anwendungen mit weiteren EDV-Anwendungen. Diese sind nicht grundsätzlich bauspezifisch. Dabei können die betrachteten CAFM-Systeme mehrheitlich mit Office-Anwendungen (86%) und Geoinformationssystemen (GIS; 61%), jedoch vereinzelt nur CAD- (39%) oder ERP-Anwendungen (3%) kommunizieren. Weiterhin

werden Funktionen zur Editierung von Informationen im Informationsmanagement zusammengefasst. Hierbei werden Funktionen wie Reportgeneratoren (100%) und Dashboards (89%) von fast allen dargestellten Herstellern angeboten; Funktionen wie beispielsweise das Editieren von CAD-Dateien innerhalb der CAFM-Anwendung werden nur von einem der Anbieter aufgegriffen (vgl. Abbildung 16)

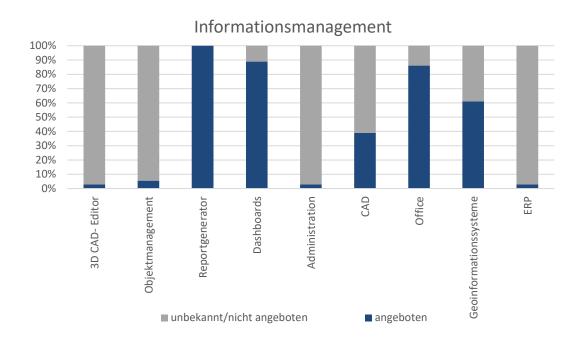


Abbildung 16: Informationsmanagement untersuchter CAFM-Anwendungen

Bei der Integration von Bauwerksdatenmodellen wurde hierfür das Datenformat IFC als Referenzdatenaustauschformat festgelegt. Die Untersuchung zeigt, dass fast zwei Drittel (ca. 64%) der betrachteten
CAFM-Anwendungen über eine IFC-Schnittstelle verfügen. Über die restlichen 36% kann bisher noch
keine Aussage getroffen werden. Weiterhin wurde die Übernahme von Informationen aus dem Bauwerksinformationsmodell in das CAFM-System untersucht. Hierbei wird eine Unterscheidung zwischen
geometrischen und alphanummerischen Informationen vorgenommen, um einen einfachen Überblick
über das Nutzungspotenzial bzw. den Nutzungsgrad der Informationstiefe des importierten Modells zu
erhalten. Es wurde festgestellt, dass die Übernahme von geometrischen Informationen aus dem Bauwerksdatenmodell nur von 22% der untersuchten CAFM-Anwendungen durchgeführt wird. Alphanummerische Informationen wurden hierbei von ca. 17% der Anwendungen ins System übernommen
(vgl. Abbildung 17).

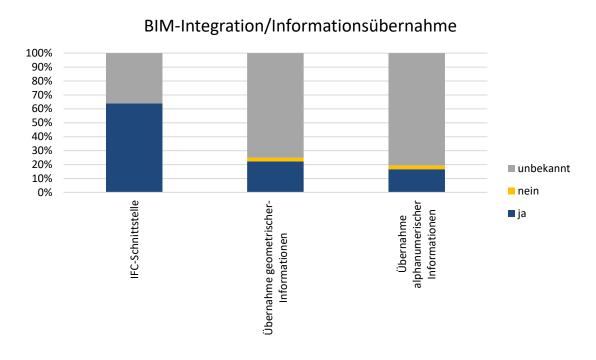


Abbildung 17: Informationsverarbeitung untersuchter CAFM

Für die Vergleichbarkeit der betrachteten CAFM-Anwendungen wurden je Anwendung die angebotenen Leistungsbilder tabellarisch aufgearbeitet und kategorisiert. Die Clusterung erfolgte in die Kategorien Flächenmanagement, kaufmännisches Facility Management, infrastrukturelles Facility Management, Liegenschaftsmanagement, technisches Facility Management, Netzwerkmanagement, Glasfasermanagement, Workflowmanagement und Sonstiges, welche Bausteine des operativen Facility Managements darstellen. Hierbei ist anzumerken, dass sich keine klare Tendenz bei der Verknüpfung von Leistungsbildern mit der Fähigkeit zum IFC-Import des Bauwerksdatenmodells bzw. der Übernahme von geometrischen oder alphanummerischen Informationen ableiten lässt: Das Flächenmanagement wird beispielsweise sowohl von CAFM-Anwendungen mit genannten Schnittstellen angeboten als auch von Anwendungen ohne technische Umsetzungen des Importes oder der Informationsübernahme.

4.3.2.2 Testing des Datenaustausches

Für die Entwicklung eines Konzeptes zur Anbindung von Bauwerksdatenmodellen in CAFM-Anwendungen wurde der derzeitige Stand der Datenintegration und des Datenaustausches untersucht. Im Fokus steht dabei die Integration, das Darstellungs- und Weiterverarbeitungsvermögen der im Modell zu übertragenen Informationen sowie die Daten- bzw. Informationsausgabe aus der CAFM-Anwendung. Als Referenzmodell wurden hierfür Revit-Beispielmodelle erstellt und genutzt, wodurch ein genaues Wissen über die integrierten Attribute und Daten, in Hinblick auf Vollständigkeitsprüfungen, gegeben ist. Folgende Punkte standen im Fokus des Testings:

- Datenaustauschmöglichkeiten eines Bauwerksdatenmodells
- Daten- und Informationsdurchgängigkeit der Modell- und Modellelementinformationen
- (Weiter-)Bearbeitung und Weiterverwendbarkeit der Modell- und Modellelementinformationen

Für den beschriebenen Sachverhalt werden das eTASK Facility Management-Portal der eTASK Immobilien Software GmbH sowie die SAP Cloud for Real Estate untersucht; beide Unternehmen stehen im Rahmen der Praxispartnerschaft für vorliegendes Forschungsprojekt in Zusammenarbeit mit der Bergischen Universität Wuppertal. Das Testing der beiden genannten Anwendungen soll einen kurzen und einfachen Überblick über das derzeitig abrufbare Leistungsvermögen von CAFM-Anwendungen bei der Integration, dem Umgang und der Ausgabe/Weitergabe von Bauwerksdatenmodellen geben; die Abbildung eines vollständigen Querschnitts über die aktuelle Funktionsfähigkeit von CAFM-Anwendungen beim Datenaustausch im oben genannten Sinne ist nicht Gegenstand des Forschungsprojektes gewesen.

eTASK Facility Management-Portal

Das eTASK Facility Management-Portal (im weiteren Verlauf "FM-Portal") ist eine modulare und webbasierte Anwendung für die Verwaltung einer Immobilie und der damit einhergehenden Prozesse für das Gebäudemanagement (technisches, infrastrukturelles sowie kaufmännisches Gebäudemanagement/Property Management), welches ganzheitlich abgebildet wird.

Der Import eines Bauwerksdatenmodells kann über zwei Wege in das FM-Portal durchgeführt werden: Einerseits als IFC-Datei (Übergabeformat *.ifc (Version 2x3) oder *.ifczip) über die Benutzeroberfläche des Portals in das System geladen werden. Hierbei wird der Import durch eine maximale Dateigröße von 250 Megabyte begrenzt; weiterhin darf nur ein Gebäude je Datei übergeben werden. Andererseits bietet eTASK die Möglichkeit, das Bauwerksdatenmodell aus der Autorensoftware direkt über ein eigenes Add-In in das Portal zu laden; diese Möglichkeit eröffnet sich aktuell jedoch nur für Nutzer von Autodesk Revit. Anforderungen an die Modelldatei sind hier analog zum ersten Lösungsweg. Für das System notwendig sind die Angaben über den Modelltypen (Auswahl zwischen Architektur-, Raumlufttechnik- und Stahlbau-Modell) sowie die Registrierung im System in Form der Zuordnung des Modells zu einem vordefinierten Standort.

Nach dem Import des Bauwerksdatenmodells wurden das Gebäudemodell und die enthaltenen Objektinformationen im System integriert. Die Zuordnung des Gebäudemodells zu einem Standort erfolgt infolge der manuellen Zuordnung problemlos. Für die Prüfung der Daten- und Informationsdurchgängigkeit des Imports besteht unter anderem die Möglichkeit, über das Objektkataster eine Übersicht aller importierten (registrierten) Modellelemente einzusehen. Es können hier durch die Auswahl eines Modellelementes die zugehörigen Eigenschaften eingesehen werden. Eine Anpassung der Informationen, beispielsweise die Änderung des Objekttyps, der Flächennutzungsart nach DIN 277 und Ähnliches, ist über diese Eingabemaske möglich. Das Einpflegen weiterer betriebsnotwendiger Informationen, die nicht in während der Modellierung (technisch) eingepflegt wurden oder werden konnten, können hier eingefügt werden (siehe Abbildung 18); die Auswahl der Informationsfelder orientiert sich bauteiltypenbezogen am hinterlegtem Klassifizierungssystem. Durch Speicherung der Änderung werden die Anpassungen des Modellelements im System synchronisiert.

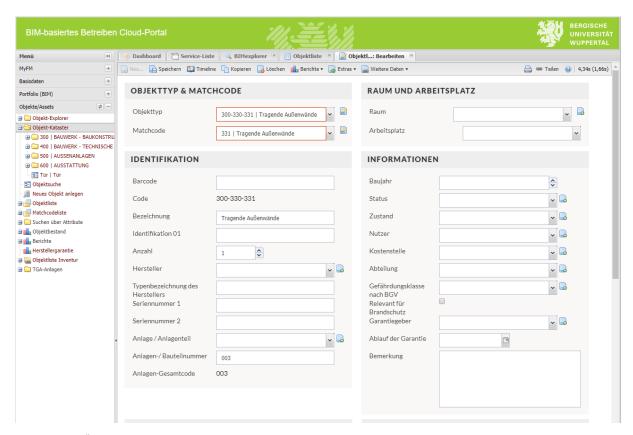


Abbildung 18: Übersicht und Anpassung der Objektinformationen im Objektkataster des eTASK FM-Portals

Die Visualisierung des Modelles im integrierten Viewer des FM-Portals stellt eine abgeleitete Form der Daten- und Informationsdurchgängigkeitsprüfung der zuvor beschriebenen Form dar. Über das Viewer-Tool "Objektinformationen ein-/ausschalten" können bei Auswahl eines Modellelementes die modellelementspezifischen Informationen angezeigt werden. Diese werden in "eTASK-" und "IFC-Objektinformationen" unterschieden: Als "eTASK-Objektinformationen" sind grundsätzlich all diejenigen Informationen zu verstehen, die für den Gebäudebetrieb notwendig sind; Anzahl und Inhalt der angezeigten Informationsfelder orientieren sich – wie bereits oben beschrieben – am hinterlegten Klassifizierungssystem. "IFC-Objektinformationen" sind in diesem Zusammenhang sämtliche übergebene Informationen, die sich aus der IFC-Struktur des Modellexportes ergeben oder ableiten lassen, wie beispielsweise IfcTyp, Höhe (Height), Netto-Bodenfläche (NetFloorArea).

Das Tool "Darstellung" ermöglicht weiterhin das Einfärben von Modellelementen nach Elementeigenschaften, wodurch eine visuelle Kontrolle einer Wertzuordnung von Informationen sowie eine Plausibilitätsprüfung der hinterlegten Modellelementinformationen nach Modellelement ermöglicht wird. Diese Möglichkeit der Informationsdarstellung ist insbesondere für die Verwaltung von Flächeninformationen (Flächennutzungsart, Bodenoberflächeninformationen, Arbeitsplatzzuordnung etc.) interessant.

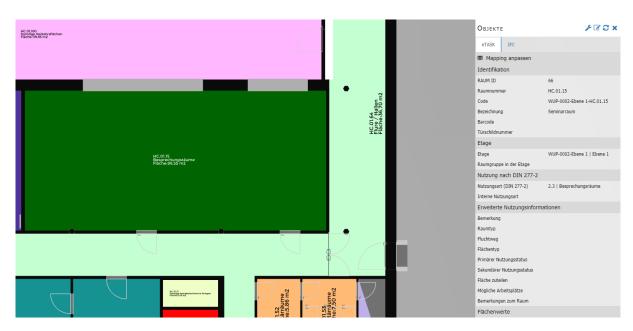


Abbildung 19: Darstellung von modellelementbezogenen Informationen (hier für Fläche) sowie Einfärbung von Modellelementen nach Informationen (hier: Flächennutzungsart)

Weiterhin bietet der Viewer die Möglichkeit, Modellelemente über den Filter "IfcTyp" zu identifizieren und anzuzeigen. Eine Identifizierung, Verortung und anschließende Registrierung von Modellelement-Proxys (IfcProxy) wird dadurch unterstützt und erleichtert.

Für die Weiterverwendbarkeit lassen sich Modell- und Modellelementinformationen um weitere betriebsspezifische Informationen erweitern, beispielsweise durch betriebliche Informationen (Wartungsdaten, Unterhaltskosten etc.) oder durch Anbindung an externe Datenbanken. Für die Weiterverwendbarkeit der integrierten Modellelemente und -informationen wird im weiteren Verlauf exemplarisch auf die Ableitung der Betreiberpflichten für eine technische Anlage (hier: Personenaufzug) eingegangen. Dafür wird die Anbindung des FM-Portals an die Datenbank von REG-IS (Regelwerks-Informationssystem) genutzt; REG-IS ist ein Online-Informationssystem, welches aktuelle und geltende Regelwerke für das Facility Management strukturiert darstellt und unter anderem bauteilbezogene Pflichten, beispielsweise für Tätigkeiten, Fristen oder Qualifikation zur Ausführungen von Leistungen an einer technischen Anlage, ableitet. Abbildung 20 stellt den Informationsfluss der beschriebenen Thematik für die Ableitung des Typenbetriebskonzeptes einer Aufzugsanlage schematisch dar.

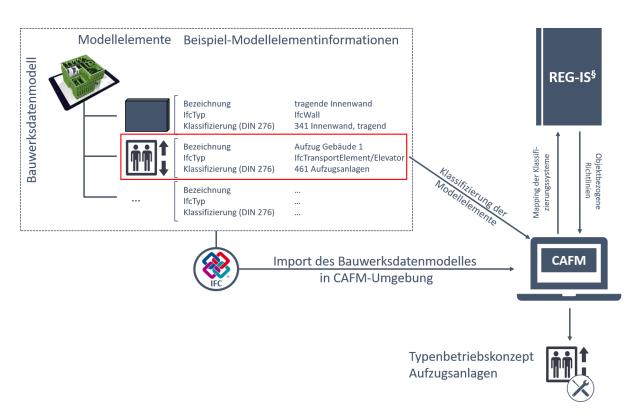


Abbildung 20: Schematische Darstellung: Ableitung des Typenbetriebskonzeptes über REG-IS

Über diese Anbindung an REG-IS bietet das FM-Portal die Möglichkeit, über die modellelementbasierten Informationen eine gefilterte, bauteilspezifische Auswahl an geltenden Regelwerken an das Modellelement zu koppeln. Das FM-Portal mappt dabei das verwendete Klassifizierungssystem (hier: CAFM-Connect) mit dem Klassifizierungssystem der externen Datenbank (REG-IS), wodurch eine eindeutige Zuordnung der in REG-IS hinterlegten Regelwerke je Bauteil entsteht. Werden dann die aktuellen Regelwerke für die Beispiel-Aufzugsanlage abgefragt, wird ein Katalog ebendieser im FM-Portal generiert. Der Benutzer wählt aus dieser Auswahl notwendige Regelwerke aus und generiert abgeleitete Tätigkeiten in Form von Service-Tickets oder Beauftragungen.

SAP Cloud for Real Estate

Die Cloud for Real Estate der SAP SE ist eine webbasierte Softwarelösung. Sie bietet Funktionen für das Location Management, das Workspace Management, das Team Management sowie Intergrationen zu weiteren Bereichen wie dem Contract Management.⁴⁸

Im Rahmen einer Bauwerksmodellierung wurde ein Beispielobjekt in Cloud for Real Estate eingepflegt. Hierbei wird ersichtlich, inwieweit die Informationen des Objektes in Cloud for Real Estate verwendet werden können. Im ersten Schritt wird das Beispielobjekt auf der Weltkarte angezeigt und verortet.

⁴⁸ Der beschriebene Funktionsumfang gilt für die untersuchte Trial-Version der SAP Cloud for Real Estate.

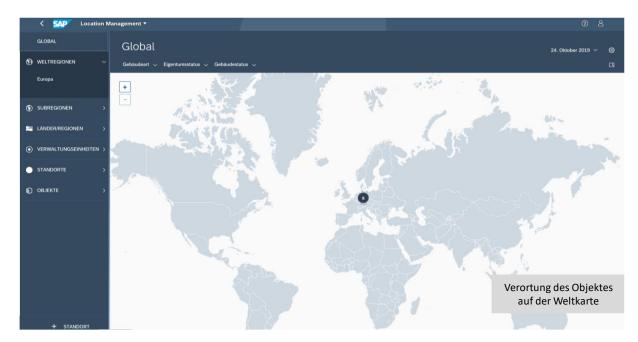


Abbildung 21: Beispielobjekt auf der Weltkarte

Neben der globalen Ansicht kann der Kontinent ausgewählt werden und im Weiteren das Land, Bundesland sowie zuletzt das Objekt.

Im Objekt selbst können verschiedene Informationen aufgerufen werden. Beispielsweise enthält die Übersicht Angaben über Gebäudedetails wie die Adresse, das Baujahr, den Gebäudestatus sowie den Eigentumsstatus.

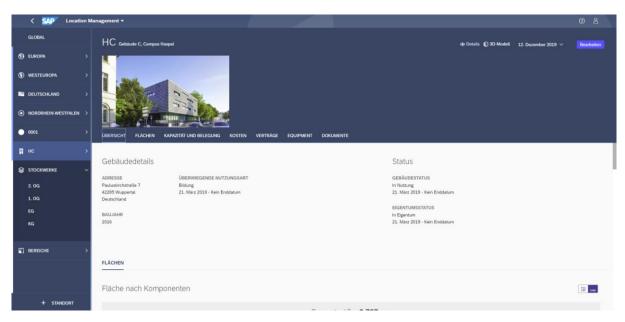


Abbildung 22: Gebäudedetails des Beispielobjektes

Des Weiteren können Informationen über Flächen des Objektes, Kapazität und Belegung, Kosten, Verträge, Equipments sowie Dokumente aufgerufen werden, welche Teilweise aus Integrationen weiterer SAP Modele stammen.

Aus dem Modell importierte Flächen des Objektes werden nach sog. Komponenten aufgeschlüsselt. Hierzu zählen zum Beispiel Arbeitsbereiche, Verkehrsflächen, Verkaufsflächen. In dieser Ansicht ist ebenfalls die Gesamtgröße des Objektes ersichtlich, die im Weiteren nach Stockwerken gegliedert sind. Der Import von Flächenarten wird nach dem IPMS Standard unterstützt.

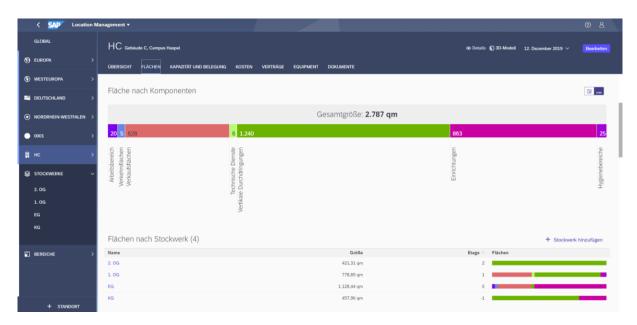


Abbildung 23: Flächen nach Komponenten

Die Flächen des Objektes werden anschließend in Bereiche aufgeschlüsselt. Hierbei entsprechen die Bereiche in Cloud for Real Estate den Räumen aus dem Bauwerksdatenmodell. Zu jedem Raum bzw. Bereich wird hierbei die zugehörige Größe in Quadratmeter, der Hauptflächentyp und die Fläche nach Komponente angezeigt.

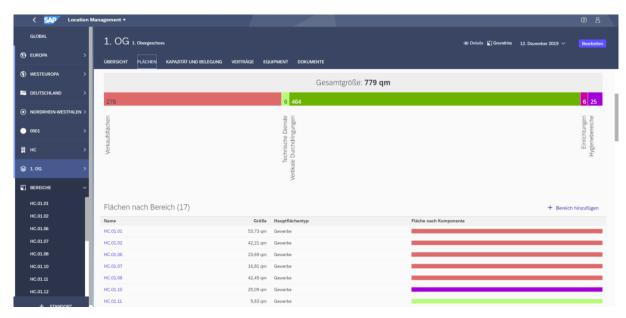


Abbildung 24: Flächen nach Bereichen

Das Beispielobjekt des Bauwerksdatenmodells lässt sich in Cloud for Real Estate ebenfalls als 3D-Modell anzeigen.

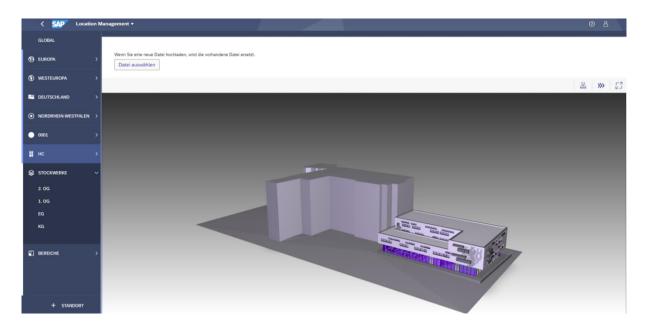


Abbildung 25: 3D-Modell des Beispielobjektes

5 Zusammenfassung und Ausblick

Im Rahmen des vorliegenden Projektes wurden die relevanten Informationen eines auf den Immobilien-Betrieb ausgerichteten Bauwerksdatenmodells auf Attributebene für das technische und infrastrukturelle Gebäudemanagement erfasst. Ziel der Anwendung war die Definition transparenter Datenanforderungen und das Ermöglichen eines absprachelosen Austausches zu weiteren Zielsystemen (bspw. CAFM-Systemen) als Grundlage zur strukturierten Datenerfassung. Hierzu wurden Datenschnittstellen zwischen dem Bauwerksdatenmodell und weiteren Zielsystemen dargestellt, um die Informationen, insbesondere in CAFM Zielsystemen, zu verwenden.

Als Grundlage für den weiteren Verlauf des Forschungsprojektes wurde der Informationsflussprozess erstellt: in Zusammenarbeit mit den beteiligten Praxispartnern wurden die Prozesse für den Betrieb einer Immobilie erfasst, modelliert und validiert. Hierbei erfolgte eine Differenzierung von strategischen und operativen Prozessen: Während ein strategischer Prozess einen Ablauf so kompakt wie möglich beschreibt, um eine übergeordnete Darstellung der Prozesse von Anfang bis Ende zu erzielen, bildet ein operativer Prozess hingegen die dafür notwendigen detaillieren Arbeitsschritte (Prozesse) ab und ist in fachliche und technische Prozesse zu unterscheiden. Im Rahmen des Forschungsprojektes war die Erfassung des fachlichen Prozesses wesentlicher Schwerpunkt, welcher die Frage "wer braucht welche Information von wem wann wofür" zugrunde legt. Als Zielsystem wurde dafür das BUW-Prozessmodell genutzt, welches eine Möglichkeit zur strukturierten Erfassung und Ableitung von Information für die Methode BIM und die damit in Verbindung stehenden BIM-Ziele und BIM-Anwendungen darstellt. Die Einteilung des BUW-Prozessmodells in fünf Prozessebenen, wobei die strategischen Prozesse die Prozessebenen 1 und 2 und die operativen Prozesse die Prozessebenen 3 bis 5 umfassen, ermöglicht einen tiefergehenden Detaillierungsgrad mit aufsteigender Prozess-Ebenen-Ziffer, wobei die abschließende, fünfte Prozessebene die informationsbeschreibenden Ebene darstellt. Das BUW-Prozessmodell ermöglicht mit seinem fünfstufigen Ebenen-Aufbau bestehende fachliche Prozesse der Ebenen 3 und 4 mit BIM-spezifischen Informationsobjekten des IFC-Standards der Ebene 5 in Bezug zueinander zu setzen. Die Beschreibung des fachlichen Prozesses wurde für alle erfassten Prozesse bis Ebene 3 modelliert.

Aufbauend auf dem beschriebenen Informationsflussprozess konnten 16 BIM-Anwendungsfälle aus der Betriebsphase identifiziert werden; sechs dieser identifizierten Anwendungsfälle (jeweils drei aus dem technischen und infrastrukturellen Gebäudemanagement) wurden in Kooperation mit den Praxispartnern bis Prozessebene 5 (Informationsebene) modelliert. Aus den so entstandenen Prozesszusammenhängen können die Informationsanforderungen für die Bearbeitung dieser betrachteten Anwendungsfälle abgeleitet und für die Übersetzung in digitale Informationsanforderungsvorlagen in Form von BIM-Profilen umgesetzt werden. Dabei dient das durch den CAFM-Ring entwickelte BIM-Profil als Datenaustauschstandard für Informationsanforderung an die Modellelemente eines Bauwerksdatenmodelles. Das CAFM-Basisprofil gilt als Grundlage zur Erstellung sämtlicher BIM-Profile, welches unter anderem die Gesamtheit aller gesammelten, notwendigen Attribute für den Betrieb einer Immobilie abbildet. BIM-Profile eignen sich beispielsweise als Vertragsbestand innerhalb der Auftraggeber-Informationsanforderung (AIA) oder können als Vorlage zur Erstellung von Prüfregeln im Rahmen von Model Checkern

für die Qualitätskontrolle von Bauwerksdatenmodellen im Sinne einer Attributabfrage genutzt werden. Der notwendige Abgleich sowie Übereinbringung der im BUW-Prozessmodell erfassten Attributlisten mit denen des CAFM-Basisprofils, welche den BIM-Profilen zugrunde liegt, wurde durch die Erarbeitung eines Konzeptes Schaffung einer technischen Synchronisierungsmöglichkeit geschaffen. Hierzu wurde ein Dienst zum Attributen-Abgleich entwickelt, sodass ein Export der Merkmale und die Rückführung nach CAFM-Connect erfolgen konnte.

Infolge der Abbildung der Informationsanforderungen eines BIM-Anwendungsfalls für den Betrieb einer Immobilie als BIM-Profil werden spezifische Anforderungen an die Modellelementattribuierung gestellt, um die Bauwerksdaten des betrachteten Anwendungsfalls, fachlich wie technisch, abbilden zu können. Die Weitergabe von digitalen Bauwerksdaten erfolgt dabei in der Regel in Form eines Bauwerksdatenmodells. Im Rahmen des Projektes wurden daher auf die Möglichkeiten zur Erstellung von Bauwerksdatenmodellen, mit dem Fokus auf die Nutzung innerhalb von Zielanwendungen des Betriebs, eingegangen: Unterschieden werden dabei zwischen der geometrischen Modellerstellung (objektbasiertes Modellieren) und der strukturellen Modellerstellung (strukturbasiertes Modellieren). Aufbauend auf der Erstellung der Bauwerksdatenmodelle wurden die Möglichkeiten des Datentransfers untersucht. Im Zusammenhang mit der Methode BIM wurde dabei der Fokus auf offene Standards (hier: IFC) gelegt, da die Bereitstellung eines universal zugänglichen und bearbeitbaren Datenstandards - aus der Sicht der Verfassenden - die einzige Möglichkeit darstellt, perspektivisch die Methode BIM im Sinne eines Big Open BIM für die gesamte Bau- und Immobilienbranche umsetzen zu können. Der Transfer der Bauwerksdatenmodelle erfolgte dementsprechend als IFC-Datei (IFC2x3).

Im Fokus der Untersuchung der Integration von Bauwerksdatenmodellen in Zielsystemen der Betriebsphase lag auf der Daten- und Informationsdurchgängigkeit sowie der Möglichkeit der Informationsnutzung für angebundene, externe Zielsysteme. Hierfür wurden die CAFM-Anwendungen der Praxispartner eTASK und SAP genutzt, die ihren Schwerpunkt auf das operativen Facility Management bzw. das Property/Asset Management legen. Im Ergebnis der Untersuchung konnte festgestellt werden, dass eine Integration im Sinne der Datendurchgängigkeit sowie der Weiternutzung der enthaltenen Daten und Informationen, beispielsweise für eine integrierte externe Datenbank, möglich sind und funktionieren. Die Nutzung des Bauwerksdatenmodells als Grundlage für die Datenhaltung und -pflege der Betriebsdaten stellt damit einen großen Hebel für Abbildung der Potentiale der Methode BIM für den Betrieb einer Immobilie dar.

Der aktuelle Stand der Technik stellt bereits jetzt Vorteile für den Immobilienbetrieb dar: Die Nutzung des Bauwerksdatenmodells als Dreh- und Angelpunkt zur Abwicklung des operativen Facility Managements, unter anderem für die Datenvorhaltung, -bearbeitung und -nutzung sowie die Beauftragung von Leistung unter Verwendung der betroffenen, integrierten Daten und Informationen, bedeutet eine Performanceverbesserung unter Anwendung der Methode BIM. Dabei sind noch weitere Hebel im Rahmen der Untersuchung aufgefallen, um weiterführende Vorteile der Digitalisierung in Form von BIM zu erzielen, beispielsweise die Zugrundelegung eines gemeinsamen Standards für Struktur und Schnittstellen der Bauwerksdatenmodelle bei Referenzieren von Betriebsdaten und -informationen hinsichtlich der Kompatibilität bei einem möglichen Zielsystemwechsel. Als Anfang können dafür die Bemühungen des

CAFM-Rings betrachtet werden. Die Bereitstellung einer sauberen Datenstruktur der Bauwerksdaten innerhalb eines Bauwerksdatenmodelles ist dabei vorauszusetzen: Im Rahmen der Überführung von Bauwerksdatenmodellen in die Zielsysteme konnte teilweise festgestellt werden, dass einige Modellelement nicht als ihr Äquivalent innerhalb der IFC-Struktur, sondern als IfcProxy, übergeben wurden. Hier lässt sich unter anderem eine unsauberere Abbildung der Modellelemente auf die IFC-Struktur im Rahmen des Exportes aus der Autorensoftware annehmen, welche als Störquelle für die Nutzung der Modelle in einem Zielsystem gelöst werden muss. Auf die Nutzung des CAFM-Connect-Editors für die Erstellung eines solchen Modelles kann hier infolge der positiv ausgefallenen Prüfung auf IFC4-Konformität des Bauwerksdatenmodellexportes verwiesen werden. Weiterhin kann durch Definition weiterer BIM-Anwendungsfälle zu den bereits veröffentlichten darüber hinaus eine Möglichkeit geschaffen werden, (perspektivisch) sämtliche Informationsanforderung an Modellelemente und Bauwerksdatenmodelle abzubilden und so die Nutzung von CAFM-Zielsystemen zu optimieren.

6 Aufstockungen im Rahmen der Projektbearbeitung

Im Rahmen des vorliegenden Forschungsvorhabens wurden darüber hinaus zwei Projektaufstockungen umgesetzt: Die Entwicklung eines BIM-Leitfaden für den Mittelstand im Rahmen einer Zusammenarbeit mit der RMA Management, POS4 und DEUBIM sowie die Entwicklung eines Demonstrators für die Visualisierung des BUW-Prozessmodells, welche im Rahmen der Messe BAU im Januar 2019 in München präsentiert wurde. Im Folgendem wird auf beide Projektaufstockungen eingegangen.

6.1 BIM-Leitfaden für den Mittelstand

Im Rahmen der Projektaufstockung "BIM-Leitfaden für den Mittelstand" entstand in der Zeit von April bis Oktober 2018 ein praxisnaher Leitfaden, der sich mit der Frage beschäftigt, wieviel BIM ein mittelgroßes Bauprojekt mit Beteiligten aus dem Mittelstand vertragen kann. Der Leitfaden dokumentiert praxisnah und transparent die Schritte der Implementierung der Methode BIM von der Planung über die Bauausführung bis zum Betrieb. Das Projekt wurde in Zusammenarbeit mit den Praxispartnern RMA Management, POS4 und DEUBIM erarbeitet. Die unternehmerischen Abwägungen zwischen BIM-Zielen, möglichen Anwendungsfällen und den Anforderungen werden am Beispiel des Fachmarktzentrums Leinefelde übersichtlich dargestellt. Am 8. Oktober 2018 stellte das Projektteam auf der EXPO REAL in München den Leitfaden und die Erfahrungen zu dem Pilotprojekt der Öffentlichkeit vor. Zur BAU 2019 wurde der Leitfaden außerdem in einer neuen Auflage durch das BBSR in seiner Reihe Forschung für die Praxis veröffentlicht.

Die BUW begleitete den Projektverlauf des Pilotprojektes von Beginn an und erhielt von den Projektbeteiligten Einblick in alle Entscheidungsprozesse und relevanten Dokumente. Mit fortschreitendem Projektverlauf wurden Interviews mit den Projektbeteiligten geführt, wozu neben Befragungen der Beteiligten bei RMA, POS4 und DEUBIM auch Gespräche mit Fachplanern und Akteuren aus den ausführenden Unternehmen geführt wurden. Ziel war es, ein möglichst ganzheitliches Bild vom Verlauf des Projektes und der Verwendung der Methode BIM in diesem Projekt zu erhalten. Die konkrete Dokumentation der Vorgehensweise bezüglich BIM geschah über eine Evaluation der unterschiedlichen BIM-Anwendungsfälle in enger Zusammenarbeit mit DEUBIM und POS4.

Der Leitfaden begleitet und dokumentiert den konkreten Projektverlauf in der Praxis, inklusive aller Herausforderungen und Probleme, und bildet gleichzeitig eine allgemeine Handreichung mit Erläuterungen der relevanten BIM-Management Grundlagen, die bei der Umsetzung von BIM konkret benötigt werden. Hierbei geht der Leitfaden systematisch vor: In jeder Projektphase von der Projektaufsetzung bis zur Abnahme wird die Umsetzung von BIM-Zielen mit konkreten Anwendungsfällen im Workflow erörtert. Die Grundlage bildet eine BIM-Dokumentenmatrix, bestehend u.a. aus BIM-Strategie, Auftraggeber-Informationsanforderungen und BIM-Abwicklungsplan. Sie steht für eine präzise Planungsdokumentation und eine frühzeitige Fehlererkennung und ist die Basis für ein erfolgreiches Gewährleistungsmanagement und eine verbesserte Kosten- und Terminsicherheit. Die Festlegung der Informationsverfügbarkeit, -verantwortlichkeit, -zuständigkeit, -tiefe und des Informationsbedarfs ist eine weitere Voraussetzung für die erfolgreiche und vor allem schlanke Umsetzung der BIM-Methode im Projekt. Dabei liegt der Fokus nicht auf der globalen Verfügbarkeit aller Informationen für alle am Bau Beteiligten, vielmehr

steht die Regelung und Organisation der Informationsverfügbarkeit und -tiefe zum benötigten Zeitpunkt im Zentrum der Betrachtung.

Der Leitfaden stellt das Informationsmanagement für das FMZ Leinefelde dar. Nach der systematischen Aufbereitung des BIM-Pilotprojektes schließt der Leitfaden mit einer Checkliste zur Projektumsetzung ab, die den Lesern und Leserinnen als konkrete Handreichung bei der Umsetzung eigener Projekte dienen kann. Der BIM-Leitfaden für den Mittelstand wurde im Zuge des buildingSMART Awards 2019 aus über 100 Einreichungen als einer der drei Finalisten in der Kategorie "Design" (Entwurf) aufgenommen. Über die Homepage des Bundesinstituts für Bau-, Stadt und Raumforschung⁴⁹ kann dieser kostenfrei runtergeladen werden.

6.2 Entwicklung eines Demonstrators für die Visualisierung des BUW-Prozessmodells

Das in verschiedenen Forschungsvorhaben am Lehrstuhl für Baubetrieb und Bauwirtschaft der Bergischen Universität Wuppertal entwickelte und fortlaufend weiterentwickelte BUW-Prozessmodell für den Hochbau wurde im Rahmen der Messe Bau 2019 in München visualisiert. Als Basis für die Visualisierung wurde das Bauwerksdatenmodell des Neubaus Gebäude HC, Bergische Universität Wuppertal, ausgewählt. Hierfür wurde das Modell in Revit anhand der vorhandenen Grundrisspläne des Architekturbüros kadawittfeldarchitektur erstellt und alphanummerische Objektinformationen eingepflegt. Das Gebäudemodell wurde durch den Einsatz der Unity-Engine in eine VR-kompatible Umgebung überführt, wodurch die Visualisierung über eine VR-Brille interaktiv erlebbar wird.

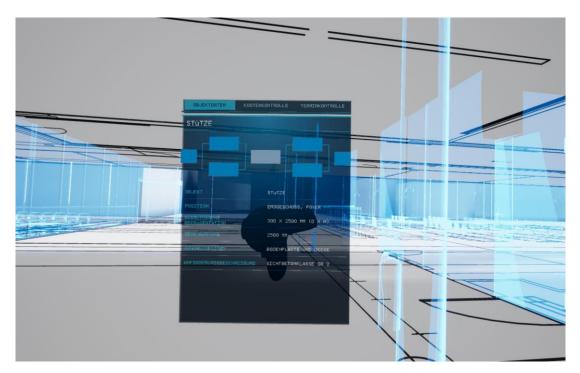


Abbildung 26: Screenshot aus der VR-Visualisierung des BUW-Prozessmodells, Objektdaten

⁴⁹URL: https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/ZukunftBauenFP/2019/band-19.html?nn=396894

Im Demonstrator kann die Eingangshalle der Universität begangen werden. Über die Auswahl der im BUW-Prozessmodell angelegten Lebenszyklusphasen Entwicklung, Planung, Realisierung, Betrieb und Abbruch kann die dargestellte Umgebung sukzessiv entsprechend der Auswahl verändert werden. Weiterhin können unterschiedliche modellierte Objekte in der Anwendung ausgewählt werden, von denen eine vorher definierte Auswahl objektspezifischer Informationen, unterteilt in Stamminformationen (unter anderem Material, Hersteller, Herstellungsdatum) und Ereignisinformationen (beispielsweise Zustandsdaten), angezeigt wird. Es können durch die Auswahl voreingestellter BIM-Anwendungen (Objektdaten, Terminkontrolle und Kostenkontrolle) gefilterte Informationen der am Projekt Beteiligten (Architekt, Fachplaner, Bauausführender, Betreiber etc.) je Bauteil und Lebenszyklusphase angezeigt werden. Gleichzeitig wird ersichtlich, dass diese Informationen aus dem BUW-Prozessmodell stammen. Entsprechend der Auswahl der Lebenszyklusphase ändert sich die Informationstiefe der an den Objekten hinterlegten Daten.



Abbildung 27: Screenshot aus der VR-Visualisierung des BUW-Prozessmodells, Anwendungsfall Kostenkontrolle

7 Literaturverzeichnis

- Aengenvoort, K., & Kärmer, M. (2018b). Entwurfsbeitrag 1. Auflage Building Information Modelling.
- Aengenvoort, K., & Krämer, M. (2018a). BIM in the Operations of Buildings. In M. K. André Borrmann, Building Information Modeling – Technology Foundations and Industry Practice. Springer.
- AHO-Fachkommission. (2009). *Projektmanagementleistungen in der Bau- und Immobilienwirtschaft.* AHO Heft Nr. 9, Bundesanzeiger Verlag.
- Berner, F., Kochendörfer, B., & Schach, R. (2013). *Grundlagen der Baubetriebslehre 1.* Wiesbaden: Springer Vieweg.
- Betriebssicherheitsverordnung. (2015).
- Borrmann, A. K. (2015). Building Information Modeling Technologische Grundlagen und industrielle Praxis. München: Springer Vieweg.
- buildingSMART. (2013). Das Warten hat sich gelohnt. IFC4 ist da! Von https://www.buildingsmart.de/kos/WNetz?art=News.show&id=142. abgerufen
- buildingSMART. (kein Datum). *BCF Releases*. Von buildingSMART international: https://web.archive.org/web/20181124220315/http://www.buildingsmart-tech.org/specifications/bcf-releases abgerufen
- buildingSMART. (kein Datum). *Standards*. Von buildingSMART: https://www.buildingsmart.de/bim-knowhow/standards abgerufen
- Chies, S. (2016). Change Management bei der Einführung neuer IT-Technologien. Wiesbaden: Springer Fachmedien.
- Dageförde, A. (2018). *Checkliste 1: Wie funktioniert das deutsche Vergaberecht?* Von Deutsches Vergabeportal: https://www.dtvp.de/sites/default/files/1 DTVP.pdf abgerufen
- DIN. (2007). DIN EN 15221-1:2007-01.
- DIN. (kein Datum). Stammdaten: Genormte Stammdaten. Von Beitrag auf Informationswebsite des DIN e.V. über die Entwicklung eines Leitfadens für genormte Produktmerkmale und Klassen (ISO/IEC Guide 77-1 bis 3).: http://www.din.de/cmd?level=tpl-artikel&languageid=de&cmstextid=stammdaten abgerufen
- GEFMA. (2004). GEFMA 100.
- GEFMA. (2004). GEFMA 190.
- Handschumacher, J. (2014). Immobilienrecht praxisnah: Basiswissen für Planer . Springer Vieweg.
- IM. (15. Dezember 2016). Landesbauordnung BauO NRW. NRW.
- Kaufhold, M., & Khorrami, N. (2017). Entwicklung einer idealtypischen Soll-Prozesskette zur Anwendung der BIM-Methode im Lebenszyklus von Bauwerken.
- Kochendörfer, B., Liebchen, J., & M., V. (2010). *Bau-Projekt-Management Grundlagen und Vorgehensweisen*. Vieweg+Teubner Verlag.
- Laakso, M., & Kiviniemi, A. (Mai 2012). The IFC Standard A Review of History, Development, and Standardization. *Electronic Journal of Information Technology in Construction*.
- Liedtke, S. (Mai 2016). Was ist IFC (Industry Foundation Classes)? Von BIMSource.de: https://bimsource.de/was-ist-ifc-industry-foundation-classes/abgerufen
- Ministerium für Bauen, Wohnen, Stadtentwicklung und Verkehr. (14. 12 2016). Von http://www.mbwsv.nrw.de/bauen/bautechnik/pruefingenieureFBaustatik/index.php abgerufen
- Pfarr, K. (1984). Grundlagen der Betriebswirtschaft. Essen: Dt. Consulting Verlag.
- Rabe, K., & Heintz, D. (2006). *Bau- und Planungsrecht, 6. Auflage.* Stuttgard: Deutscher Gemeindeverlag GmbH.
- Stuhlmacher, K., Liebich, T., Adolf, C., & Goitowski, S. (Oktober 2012). GAEB Europäischer Vergleich: Wissenschaftliche Untersuchung der verschiedenen europäischen Datenaustauschformate für

- Ausschreibung und Vergabe im Vergleich zum GAEB-Datenaustauschformat. Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS).
- VDMA. (2000). Instandhaltungs-Information Nr. 19. Frankfurt am Main.
- von Both, P. (2007). *Leitfaden IFC 2x3.* München: Nemetschek Technology GmbH. Von http://www.allplan.net/cms/fileadmin/media/pdf/IFC/IFC_Nemetschek_Leitfaden20.pdf abgerufen
- Werbrouck, J. &., & Pauwels, P. (2019). Querying Heterogeneous Linked Building Data with Context-expanded GraphQL Queries.
- Wikipedia. (kein Datum). *Vererbung (Programmierung)*. Von Wikipedia.de: https://de.wikipedia.org/wiki/Vererbung_(Programmierung) abgerufen

Anlage 1 Druckbericht des Informationsflussprozesses aus dem BUW-Prozessmodell mit dem Fokus Betrieb

Anlage 2 Rechercheergebnisse über veröffentlichte BIM-Anwendungsfälle

Anlage 3 Druckberichte der identifizierten BIM-Anwendungsfälle im Immobilienbetrieb

Anlage 4 Demonstratordatensatz zur Abbildung des BIM-Anwendungsfalls "Reinigungsmanagement" im CAFM-Connect-Editor

Anlage 5 Handlungsempfehlung zur digitalen Bauwerksaufnahme

Anlage 6 Anwendungsbeschreibung CAFM-Connect-Editor

Anlage 7 Vorläufiger Prüfbericht über die Konformität der Abbildung eines Exports aus dem CAFM-Connect-Editor auf IFC4