

Manfred Helmus, Anica Meins-Becker, Agnes Kelm
Brian Klusmann, Carla Pütz, Michael Zibell

Methodik und Instrumente zur Verbesserung der Arbeitsplanung in kleinen und mittleren Unternehmen der Bauwirtschaft unter Einsatz des Building Information Modeling

F 3111

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

© by Fraunhofer IRB Verlag

2018

ISBN 978-3-7388-0254-2

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/tauforschung



**BERGISCHE
UNIVERSITÄT
WUPPERTAL**

Endbericht zum Forschungsvorhaben

Methodik und Instrumente zur Verbesserung der Arbeitsplanung in kleinen und mittleren Unternehmen der Bauwirtschaft unter Einsatz des Building Information Modeling

Der Forschungsbericht wurde mit Mitteln der Forschungsinitiative Zukunft Bau
des Bundesinstitutes für Bau-, Stadt und Raumforschung gefördert.

Aktenzeichen: SWD-10.08.18.7-16.44

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: Prof. Dr.-Ing. Manfred Helmus
Dr.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. Anica Meins-Becker
Agnes Kelm M.Sc.

Bearbeitung: Brian Klusmann M.Sc.
Carla Pütz M.Eng.

Co-Autor: Michael Zibell M.Sc.

Wuppertal, 31.08.2018

Inhaltsverzeichnis

Einführung

Teil 1

Grundlagenbericht Building Information Modeling und Prozesse

Teil 2

Methodik und Instrumente zur Verbesserung der Arbeitsplanung in kleinen und mittleren Unternehmen der Bauwirtschaft unter Einsatz des Building Information Modeling – Endbericht

Einführung

Der hier integrierte Grundlagenbericht Building Information Modeling und Prozesse ist im Rahmen der wissenschaftlichen Arbeit vom Lehr und Forschungsgebiet Baubetrieb und Bauwirtschaft an der Bergischen Universität Wuppertal entwickelt worden. Er ist als Teilergebnis der bisherigen Forschungsprojekte zu sehen. Darüber hinaus dient dieser als Ausgangspunkt für neue Forschungsvorhaben, deren Ergebnisse wiederum in ihn einfließen. Auf diese Weise wird der Grundlagenbericht eine kontinuierliche Weiterentwicklung erfahren. Er stellt das zentrale Dokument des Lehr- und Forschungsgebietes Baubetrieb und Bauwirtschaft zum Thema Building Information Modeling und Prozesse dar.

Zusätzlich dazu wird zu jedem Forschungsprojekt ein spezifischer Forschungsbericht verfasst. Dieser beinhaltet die projektspezifischen Ergebnisse der jeweiligen Forschungsfragen und bezieht sich bei Bedarf auf die entsprechenden Abschnitte des Grundlagenberichts. Dabei wird letzterer wie eine externe Quelle ausgewiesen. Dies gewährleistet einen einheitlich wissenschaftlichen Zitationsstil und einen eindeutigen Bezug zum als Basis dienenden Stand des Grundlagenberichts.



**BERGISCHE
UNIVERSITÄT
WUPPERTAL**

TEIL 1: Grundlagenbericht

Building Information Modeling und Prozesse

Die in den Forschungsbericht eingeflossenen Forschungsprojekte wurden mit Mitteln der folgenden Fördermittelgeber 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.
Matthias Kaufhold, M.A. Wirtsch.-Ing.
Holger Kesting, Dipl.-Ing. Bauing.
Nahid Khorrami, 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.

Wuppertal, 31.08.2018

Inhalt

INHALT	I
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	IV
TABELLENVERZEICHNIS	V
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	VI
1 ALLGEMEINE ANMERKUNGEN	1
2 ÜBERBLICK DER FORSCHUNGSPROJEKTE ZUM THEMA BIM UND PROZESSE	2
2.1 FORSCHUNGSVORHABEN „BIM – PROZESS – LEBENSZYKLUS“	2
2.2 FORSCHUNGSVORHABEN „BIM – PROZESS – REALISIERUNG“	3
2.3 FORSCHUNGSVORHABEN „BIM – PROZESS – ARBEITSPLANUNG“	3
2.4 FORSCHUNGSVORHABEN „BIM – PROZESS – RÜCKBAU“	4
2.5 FORSCHUNGSVORHABEN „BIM – PROZESS – ARBEITSSCHUTZ“	4
3 AUFBAU EINES PROZESSMODELLS	6
3.1 DEFINITION DER LEBENSZYKLUSPHASEN	6
3.1.1 ENTWICKLUNGSPHASE	7
3.1.2 PLANUNGSPHASE	8
3.1.3 REALISIERUNGSPHASE	8
3.1.4 BETRIEBSPHASE	9
3.1.5 ABRUCHPHASE	9
3.1.6 ABGLEICH ZU BESTEHENDEN BEZUGSQUELLEN	10
3.2 DEFINITION DES BETRACHTUNGS-SZENARIOS/RANDBEDINGUNGEN	10
3.3 INFORMATIONEN IN DER BAU- UND IMMOBILIENWIRTSCHAFT	13
3.4 PROZESSE	19
3.4.1 DEFINITION PROZESS	19
3.4.2 PROZESSINHALT	20
3.4.3 PROZESSMODELLE UND PROZESSFLUSS	23
4 BIM-BEGRIFFE UND VERSTÄNDNIS	25
4.1 BUILDING INFORMATION MODELING	25
4.2 BIM-ZIEL, BIM-ANWENDUNG, BIM-ANFORDERUNG	26
4.2.1 BIM-ZIELE	26

4.2.2	BIM-ANWENDUNGEN.....	27
4.2.3	BIM-ANFORDERUNGEN.....	28
4.2.4	SCHEMATISCHER ZUSAMMENHANG ZWISCHEN BIM-ZIEL, BIM-ANWENDUNG UND BIM-ANFORDERUNG	30
4.3	AUFTRAGGEBER-INFORMATIONEN-ANFORDERUNGEN	31
4.4	BIM-ABWICKLUNGSPLAN	32
4.5	INFORMATIONSAUSTAUSCH UND DATENMANAGEMENT	34
4.5.1	DATENHALTUNG.....	34
4.5.2	DATENNUTZUNG	35
4.6	MODELLBASIERTER INFORMATIONSAUSTAUSCH	35
4.6.1	MODEL-VIEW-DEFINITION	37
4.7	ARTEN VON BAUWERKSINFORMATIONSMODELLEN	37
4.7.1	FACHMODELL.....	37
4.7.2	GESAMTMODELL	38
4.7.3	ARCHITEKTURMODELL	39
4.7.4	TRAGWERKSMODELL	39
4.7.5	TGA-MODELL.....	39
4.7.6	FLÄCHENMODELL.....	40
4.7.7	VOLUMENMODELL.....	40
4.7.8	TEILMODELL	40
4.7.9	KOORDINIERUNGSMODELL	40
4.7.10	REVISIONSMODELL.....	40
4.7.11	AS-BUILT-MODELL	41
4.7.12	BESTANDSMODELL.....	41
4.7.13	REFERENZMODELL	41
4.8	MODELLIERUNGSRICHTLINIEN	41
4.9	DETAILLIERUNGSGRAD DER INFORMATIONEN.....	42
4.10	CONTENT	43
4.11	ORDNUNGSSYSTEME.....	44
4.12	BIM-WERKZEUGE.....	45
4.13	QUALIFIZIERUNG	46
5	<u>ANALYSIERTE LEITFÄDEN, RICHTLINIEN, NORMEN UND GESETZESTEXTE</u>	<u>47</u>
5.1	BESCHREIBUNG DER IM WESENTLICH BETRACHTETEN METHODENNEUTRALEN REGELWERKE/RICHTLINIEN/GESETZESTEXTE	47

5.1.1	AKTEURE, DEREN LEISTUNGEN UND IHRE ZUSAMMENARBEIT: DIE HOAI UND DIE LEISTUNGSBILDER DER AHO-HEFTE	47
5.1.2	VORGABEN AUS DER VERTRAGSSTRUKTUR EINES BAUPROJEKTES: EINFLUSS DER VOB UND DER VGV AUF DEN PROZESSABLAUF	47
5.1.3	DOKUMENTATIONSRICHTLINIEN (DRL) DES BUNDES.....	48
5.1.4	GLIEDERUNG DER BAUKOSTENSTRUKTUR: DIN 276	48
5.1.5	GLIEDERUNG UND BEMESSUNG VON FLÄCHEN: DIN 277 UND RICHTLINIEN DES GIF E.V.	49
5.1.6	FOKUS FACILITY MANAGEMENT: DIE RICHTLINIE GEFMA.....	49
5.2	BIM-LEITFÄDEN	49
5.2.1	BIM-NORMEN.....	50
5.2.2	BIM-RICHTLINIEN.....	51
5.2.3	STUFENPLAN.....	52
5.2.4	KOALITIONSVERTRAG FÜR NORD-RHEIN-WESTFALEN	53
5.2.5	BMUB-ERLASS	53
6	<u>BIM UND PROZESSE.....</u>	<u>54</u>
6.1	DER BIM-PROZESS	54
6.1.1	INFORMATIONSPROZESS	54
6.1.2	INFORMATIONSMANAGEMENTPROZESS	55
6.2	SCHEMA PROZESSMODELL BUW	55
6.2.1	SPHÄREN: VERANTWORTLICHKEITEN/ROLLEN/AKTEURE	56
6.2.2	BESCHREIBUNG DER PROZESSSTRUKTUR	62
6.2.3	GLIEDERUNGSEBENEN DER PROZESSE.....	63
6.2.4	UMSETZUNG IN PROZESSMODELLIERUNGS SOFTWARE	65
7	<u>LITERATURVERZEICHNIS</u>	<u>67</u>
	<u>GLOSSAR</u>	<u>69</u>
	<u>ANLAGE 1</u>	<u>92</u>

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Forschungsprojekte des LuFG BB entlang des Immobilienlebenszyklus	2
Abbildung 2: Lebenszyklus	6
Abbildung 3: Ausgangssituation Projekt.....	13
Abbildung 4: Information im Kontext zu Wissen und Daten.....	14
Abbildung 5: Schematischer Prozessinhalt.....	22
Abbildung 6: Schichtenmodell Prozessmodelle und -flüsse	24
Abbildung 7: BIM-Prinzipien.....	26
Abbildung 8: BIM-Prozessinhalt – BIM-Ziel, -Anwendung und -Anforderung	30
Abbildung 9: Zusammenhang BIM-Ziel, BIM-Anwendung, BIM-Anforderung am Beispiel des BIM-Ziels „Verbesserung der Planung“	31
Abbildung 10: Zusammenhang BIM-Ziel vom „kleinen“ zum „großen“	31
Abbildung 11: Kurzübersicht AIA	32
Abbildung 12: Kurzübersicht AIA und BAP	33
Abbildung 13: Zuordnung der Fachmodelle zu Leistungsphasen nach HOAI	38
Abbildung 14: Stufen des <i>Level of Development</i>	43
Abbildung 15: Auszug verfügbarer BIM-Werkzeuge.....	45
Abbildung 16: Übersicht internationale BIM-Dokumente	50
Abbildung 17: Übersicht BIM-Gremien.....	52
Abbildung 18: Schichtenmodell Prozessmodelle und -flüsse	54
Abbildung 19: Gliederungsebenen der Prozesse	64
Abbildung 20: Gliederungsebenen der Prozesse – Zuordnung Forschungsprojekte	65

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Bezug der Lebenszyklusphasen	10
Tabelle 2: Beispielhafte Dateiformate	36

Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
AHO	Ausschuss der Verbände und Kammern der Ingenieure und Architekten für die Honorarordnung e.V.
AIA	Auftraggeber-Informationen-Anforderung
AZ	Aktenzeichen
BAP	BIM-Abwicklungs-Plan
BBSR	Bundesinstitut für Bau-, Stadt und Raumforschung im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung
BCF	BIM Collaboration Format
BIM	Building Information Modeling
BMVI	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
BPM	Business Process Management
Brep	boundary representation
bSDD	buildingSMART Data Dictionary
bspw.	Beispielsweise
CDE	Common Data Environment
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“ betrachten entsprechende Lebenszyklusphasen in einer tieferen Detaillierungsebene, ebenso wie das Forschungsprojekt „BIM – Prozesse – Arbeitsschutz“, welches sich über mehrere Lebenszyklusphasen erstreckt.

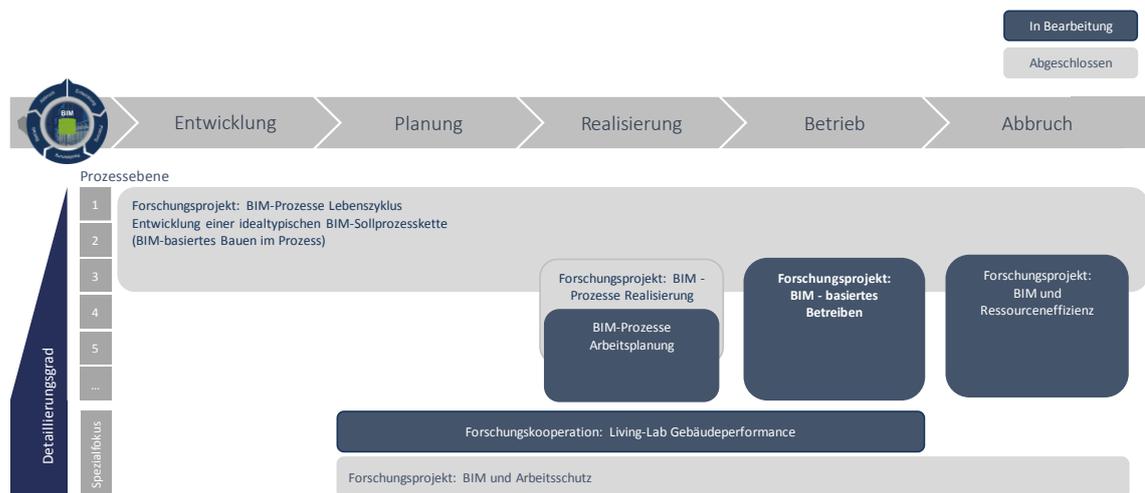


Abbildung 1: Forschungsvorhaben des LuFG BB entlang des Immobilienlebenszyklus

Im folgenden Kapitel werden die Forschungsprojekte dargestellt, aufgliedert 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 Bauwesen und Raumordnung (BBSR) im Rahmen der Forschungsinitiative Zukunft 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 Methode 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 Bauausführung
Fördermittelgeber:	Bundesinstitut für Bau-, Stadt und Raumforschung im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBSR) im Rahmen der Forschungsinitiative Zukunft Bau, AZ: SWD-10.08.18.7-15.15
Projektlaufzeit:	01.07.2015 bis 01.10.2017
Inhalt:	Im Rahmen des Forschungsvorhabens analysierte das Lehr- und Forschungsgebiet 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 Information Modeling
Fördermittelgeber:	Bundesinstitut für Bau-, Stadt und Raumforschung im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBSR) im Rahmen der Forschungsinitiative Zukunft 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 Modellierungswerkzeug zu benutzen. Hierzu wurden die Informationen der verschiedenen Handwerksbetriebe aufgenommen, um nur die jeweils relevanten gewerkespezifischen Daten anzuzeigen.

2.4 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 31.12.2019
Inhalt:	Ziel des Forschungsvorhabens ist es, neben der Optimierung des Recyclings auch die Reparaturfreundlichkeit im Schadens- oder Sanierungsfall zu erhöhen, um einen möglichst hohen Anteil an Materialien in den Rohstoffkreislauf 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-, Gesundheits- und Umweltschutzes wesentlich besser als bisher berücksichtigt werden.

2.5 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 Informationen 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 elementar verbessert werden.

2.6 Forschungsvorhaben „Living Lab 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 Nordrhein-Westfalen (MHKBG NRW)
Projektlaufzeit:	01.11.2017 bis 31.10.2020
Inhalt:	<p>Das Forschungsvorhabens Living Lab Gebäudeperformance soll durch konsequente 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 verbundene Arbeitspakete und eine gemeinsame Transformationsstrategie:</p> <ul style="list-style-type: none">• Perform BIM: Informationsvernetzung• Perform SIMON: Gebäudequalitätsüberprüfung und qualitätssichernde Methoden• Perform GRID: Decarbonierung der Energieversorgung <p>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.</p>

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 Abbildung 2.

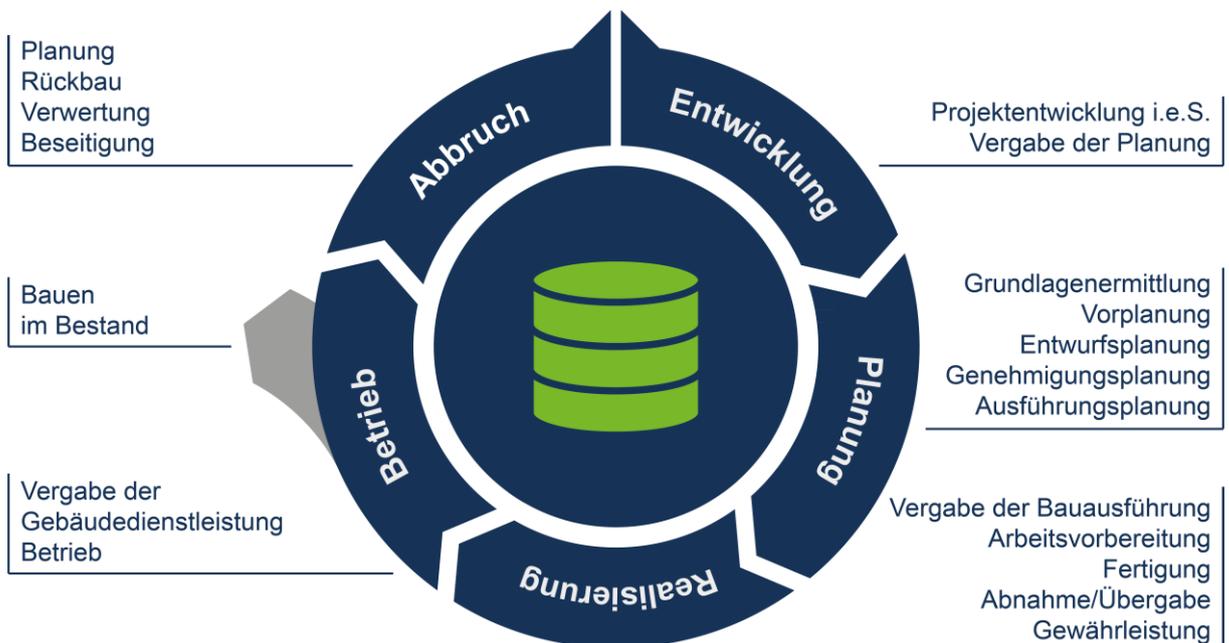


Abbildung 2: Lebenszyklus

Die Lebenszyklusphase der Entwicklung besteht aus den Hauptprozessen

- Projektentwicklung im engeren Sinne und
- Vergabe der Planung.

Der Bereich Planung besteht aus

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

Dem Bereich der Realisierung sind die Phasen

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

zugeordnet. Innerhalb des Betriebs finden die Hauptprozesse

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

In der Lebenszyklusphase des Betriebs wird weiterhin auf den gesonderten Hauptprozess des Bauens im Bestand hingewiesen. Der Lebenszyklus endet mit dem Bereich des Abbruchs, welcher als Meilenstein betrachtet wird.

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 kombiniert, 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 vorläufig in die Rückbauplanung und Rückbaurealisierung. 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.

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

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).

Tabelle 1: Bezug der Lebenszyklusphasen

Definierter Lebenszyklus		Bezugsquelle	
<u>Lebenszyklusphase</u>	<u>Hauptprozess</u>	<u>Leistungsphase nach HOAI</u>	<u>Lebenszyklusphase nach GEFMA</u>
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 Bauausführung	LPh. 6 + 7	LzPh. 2
	Arbeitsvorbereitung	LPh. 8	LzPh. 3
	Bauausführung	LPh. 8	LzPh. 3
	Bauabnahme/ Inbetriebnahme	LPh. 8	LzPh. 3
Betrieb	Vergabe der Gebäudedienstleistung	-	LzPh. 6
	Betrieb	LPh. 9	LzPh. 6
Abbruch	(Meilenstein)	-	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."*⁴

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.

³ GWB § 98, Stand 01.09.2017

⁴ GWB § 97 Nummer 3, Stand 01.09.2017

- *vorhandenes Kapital*
Der Bauherr weist eine Budgetvorgabe aus, dessen Kapitalbeschaffung sichergestellt ist.
- *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. Die jeweiligen Bereiche unterteilen sich des Weiteren in die unter Kap. 3.1 aufgeführten Lebenszyklusphasen.

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.

⁵ Springer Gabler, 2017

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 Kommunikation, 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.

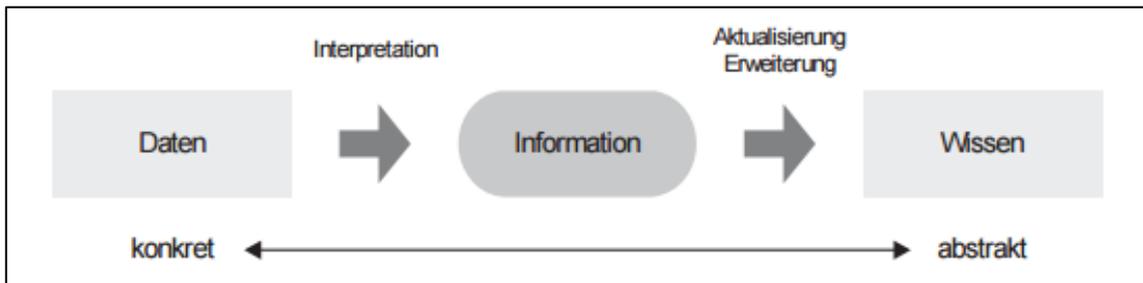


Abbildung 4: Information im Kontext zu Wissen und Daten⁶

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 reibungs-freien 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

⁷ Vgl. Viering, Rodde, & Zanner, 2015, S. 5

„Die Dokumentarische Bezugseinheit (DBE) ist für Informationsspezialisten das Objekt, das Gegenstand der dokumentarischen Bearbeitung ist. Bei DBE kann es sich um alle möglichen Träger von Informationen handeln; denkbar sind dabei unter anderem Druck-erzeugnisse, 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

⁸ Entnommen: Wikipedia, 2016

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

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

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 verschiedenen 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 detaillierte 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 der sogenannte Generallablaufplan erstellt. Dieser präzisiert erste Abhängigkeiten und unterteilt

¹² Vgl. ebd., S. 99-112

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 erheblichen 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 Detaillierungsgrad 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 grösste 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

¹³ Vgl. ebd., S. 113-116

Mieterträge und Wertsteigerungen, angestrebt werden. Dies ist mit dem Maximalprinzip zu vergleichen. Zum anderen soll das Nutzerbedarfsprogramm mit dem geringsten Einsatz von Mitteln 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.

¹⁴ Vgl. Diedrichs, 2006, S. 56-57

¹⁵ Vgl. Viering, Rodde & Zanner, 2015, S. 140-141

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 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 sowohl die Analyse und Darstellung aktueller, als auch zukünftiger an der Methode BIM orientierter Informationsflüsse sowie die Definition klarer Abhängigkeiten. Bedingung hierfür ist jedoch die Zuordnung diverser Eigenschaften zu den jeweiligen Prozessen – sogenannte Prozessattribute. 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).

¹⁶ Vgl. Koch 2011, S.1 f

- **Ziel (Prozess-Ziel)**

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 nicht 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 vergeben:

- 1. Bearbeitung: Erster Schritt einer sphäreninternen Bearbeitung
- 2. Bearbeitung: Zweiter Schritt einer sphäreninternen Bearbeitung
- 3. Bearbeitung: Dritter Schritt einer sphäreninternen Bearbeitung
- 4. Bearbeitung: Vierter Schritt einer sphäreninternen Bearbeitung
- 5. Bearbeitung: Fünfter Schritt einer sphäreninternen Bearbeitung
- 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

- **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 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.

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

¹⁸ Entnommen: Koch 2011, S. 47

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

²⁰ Vgl. Freund & Rücker, 2014, S. 147

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 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 allein 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 Anwendung der Methode BIM wird zwischen „Little Closed BIM“, Big Closed BIM, „Little Open BIM“, „Big Open BIM“ unterschieden.

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.



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 um basierend darauf die entsprechenden BIM-Anwendungen zu bestimmen, aus denen anschließend Informationsanforderungen (BIM-Anforderungen) abzuleiten sind. 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 Bauherrensphäre 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 Bauleistiker 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 festzulegen. 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 auszugswise folgende Festlegungen zu treffen:

- Datenbankstrukturen
- Ausgabestrukturen
 - Leistungsverzeichnisse
 - 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 alleinige Umsetzung einer dieser BIM-Anwendungen hingegen ebenfalls ein BIM-Ziel darstellen. Nachfolgendes Beispiel zeigt den Zusammenhang zwischen BIM-Ziel, -Anwendung- und Anforderung auf:

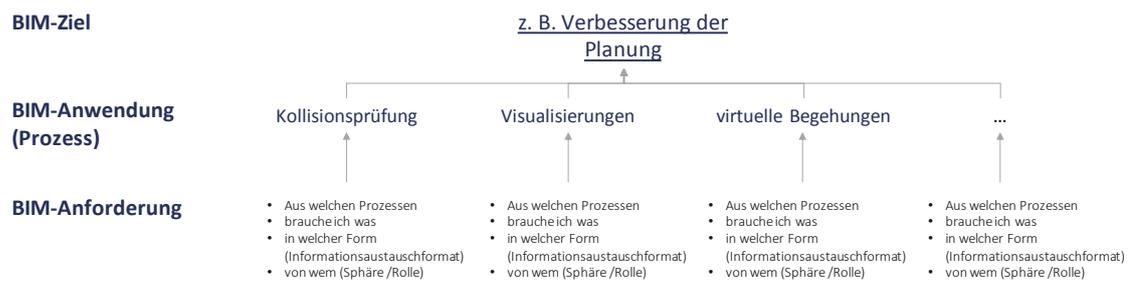


Abbildung 9: Zusammenhang BIM-Ziel, BIM-Anwendung, BIM-Anforderung am Beispiel des BIM-Ziels „Verbesserung der Planung“

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 sein kann (Abbildung 10).

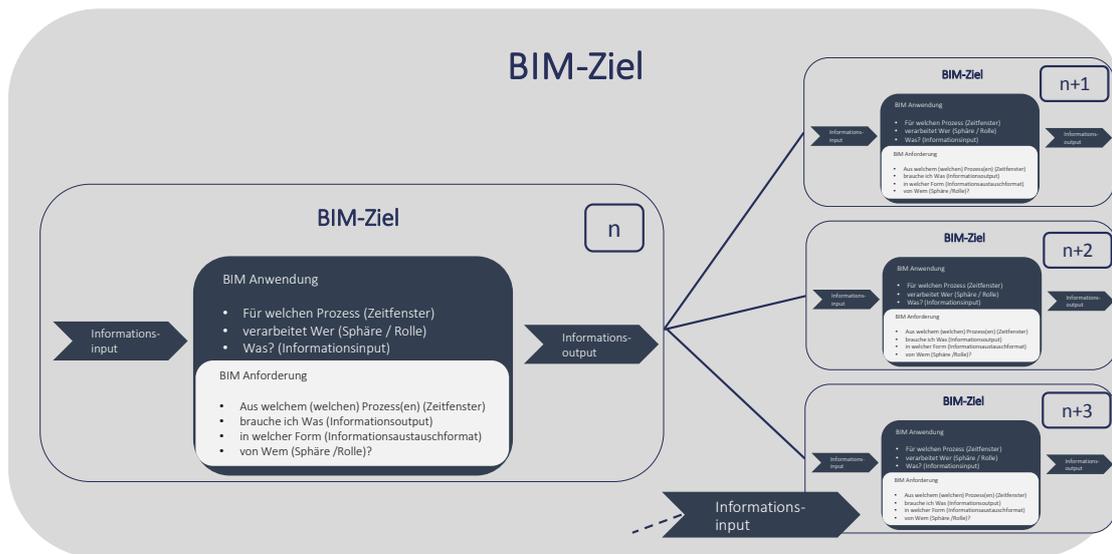


Abbildung 10: Zusammenhang BIM-Ziel vom „kleinen“ zum „großen“

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-Informationen-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

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:

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

„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, Lebenszyklusbeurteilungen 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.

Abbildung 12: Kurzübersicht AIA und BAP

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 Erstellungs- bzw. 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 Austauschprozessen über sogenannte GAEB-Schnittstellen.
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.
IFC	IFC ist als XML-basiertes Austauschformat eine hersteller- und länderübergreifende Schnittstelle für den modellbasierten Daten- und Informationsaustausch in allen Planungs-, 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 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.
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.

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.

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.

²⁷ Vgl. buildingSMART e.V., 2017

²⁸ Vgl. buildingSMART Tech, 2017

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.

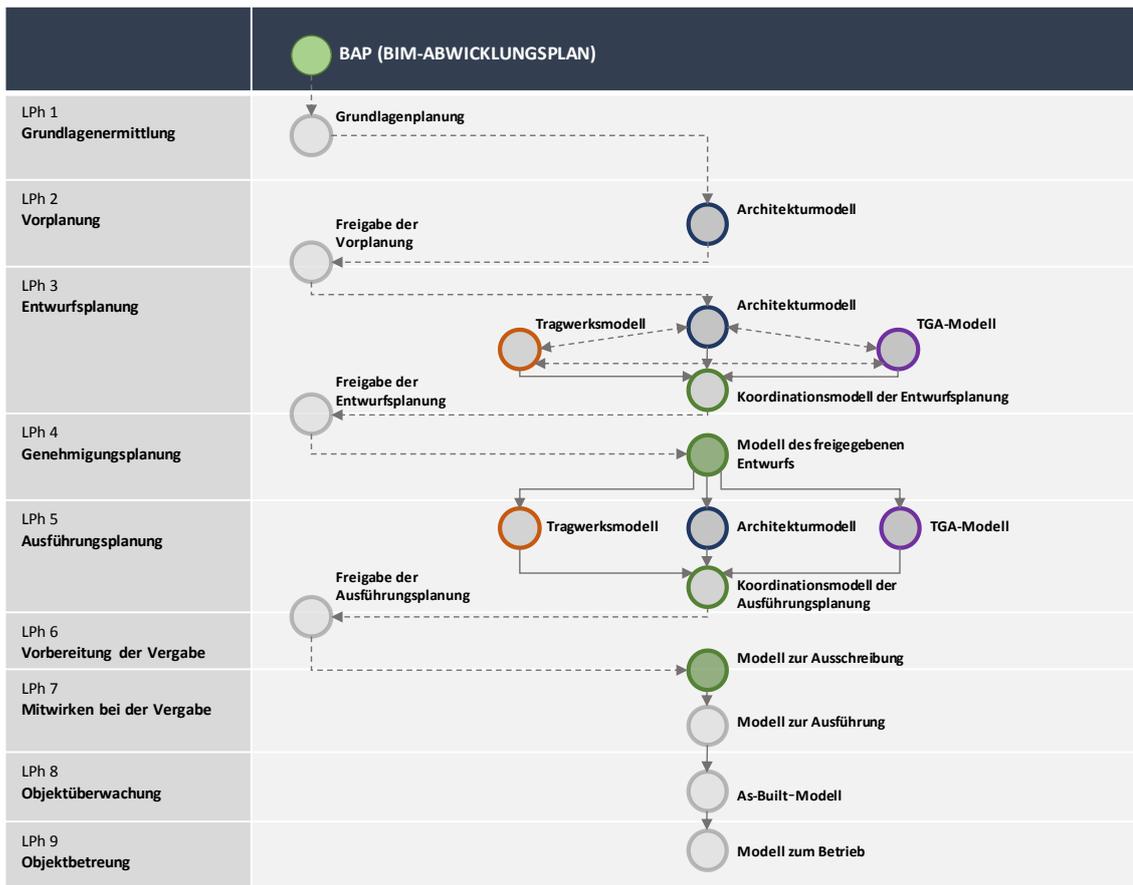


Abbildung 13: Zuordnung der Fachmodelle zu Leistungsphasen nach HOAI

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 beschriebenen 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 zusammengefügt 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. Redlings) 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 eines 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).

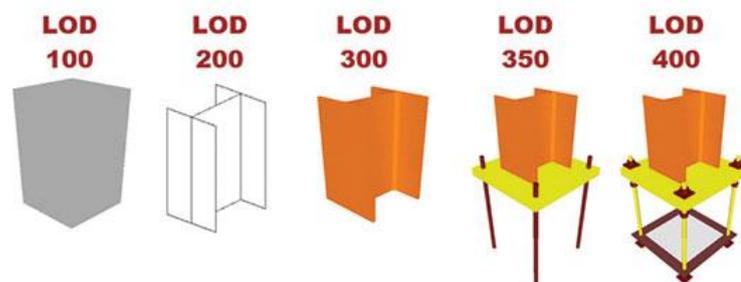


Abbildung 14: Stufen des *Level of Development*³¹

Prinzipiell orientiert sich demnach das Level of Development an den Leistungsphasen eines Projektes. Dabei nähert sich das Modell mit zunehmender Detaillierung 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.

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

²⁹ Auch *Level of Detail*

³⁰ Vgl. Borrmann 2015, S. 472

³¹ Entnommen: BIM Forum, 2016

Projektes in der Software verarbeitet werden, werden mit der englischsprachigen Übersetzung Content bezeichnet.

Content bezeichnet im Zusammenhang mit BIM Daten bzw. Datensätze mit objektbezogenen 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 Beziehung 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
Anforderungsmanagement	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
Animationen Visualisierungen / Virtual Reality	Twinmotion	Abvent
	LumernRT	E-on Software
	Lumion	Lumion
	Cinem 4D Studio	Nemetschek
Tragwerksplanung	Tekla Structures	Tekla
	Allplan Ingenieurbau	Nemetschek
	Revit Structure	Autodesk
Tragwerksplanung - Statische Berechnungen	RFEM/RSTAB	Dlubal Software GmbH
	Scia Engineer	Nemetschek
	InfoCAD	InfoGraph GmbH
	SOFiSTiK Structural	Sofistik
TGA-Planung	AutoCAD MEP	Autodesk
	DDS-CAD MEP	Nemetschek
	Revit MEP	Autodesk
	AECosim Building Designer	Bentley Systems
TGA- Energieberechnung und Simulationen	IDA ICE	EQUA Solutions AG
	Raumtool 3D	SOLAR-COMPUTER GmbH
	DesignBuilder	DesignBuilder Software Ltd
Qualitätsmanagement - Modelprüfung	ceapoint desite MD	ceapoint aec technologies GmbH
	Solibri Model Checker	Nemetschek
	Tekla BIMsight	Tekla
	Navisworks	Autodesk Company
Kosten- und Terminmanagement	iTWO	RIB Software AG
	BIM4You	BIB GmbH
	DBD-Kalkül	Dr. Schiller & Partner GmbH
Model- Daten- und Dokumentenmanagement	Aconex Connected BIM	Aconex
	BIM+	Allplan
	BIM 360	Autodesk
	think project! BIM Collaboration	think project! GmbH
	Project Wise	bentley
Facility Management	4Projects	Viewpoint
	CAFM-Morada	SMB AG 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 Analyisierte 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 Gewährleistungsfrist. 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.

5.2 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).

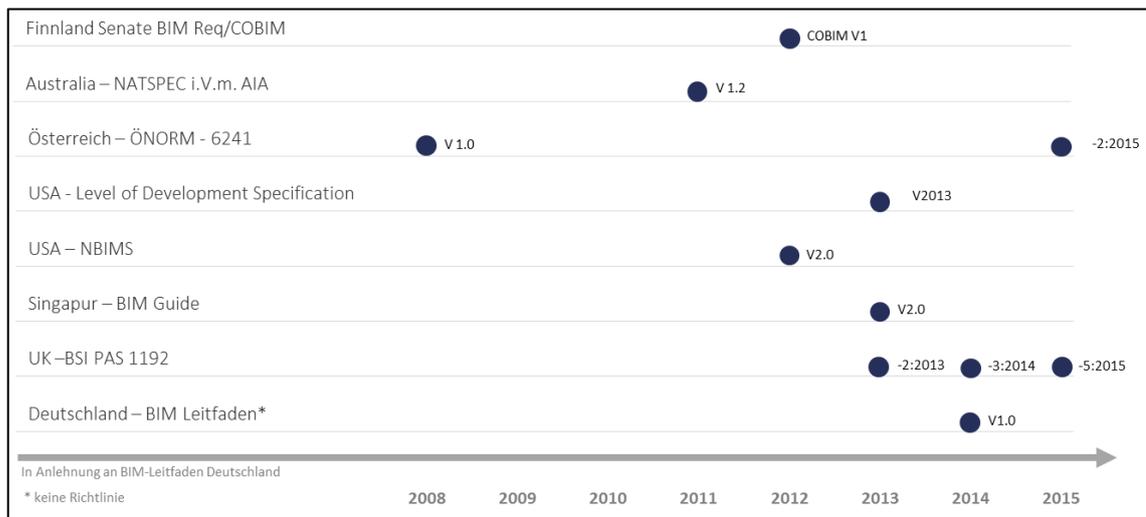


Abbildung 16: Übersicht internationale BIM-Dokumente

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. Ein weiterer, sich aktuell in Entwicklung befindlicher Standard, ist die ISO 19650 Information management using building information modeling. Die 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

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

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 9 Arbeitsgruppen eingerichtet, in denen Richtlinien zu verschiedenen Aspekten von BIM innerhalb der Bundesrepublik entwickelt werden.

- VDI 2552-1 „BIM – Rahmenrichtlinie“
- VDI 2552-2 „BIM – Begriffe und Definitionen“
- VDI 2552-3 „BIM – Mengen / Controlling“
- VDI 2552-4 „BIM – Modellinhalte und Datenaustausch“
- VDI 2552-5 „BIM – Datenmanagement“
- VDI 2552-6 „BIM – Bauherrenseitige Implementierung und FM“
- VDI 2552-7 „BIM – Prozesse“
- VDI 2552-8 „BIM – Qualifizierung“
- VDI 2552-9 „BIM – Klassifizierung“

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

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

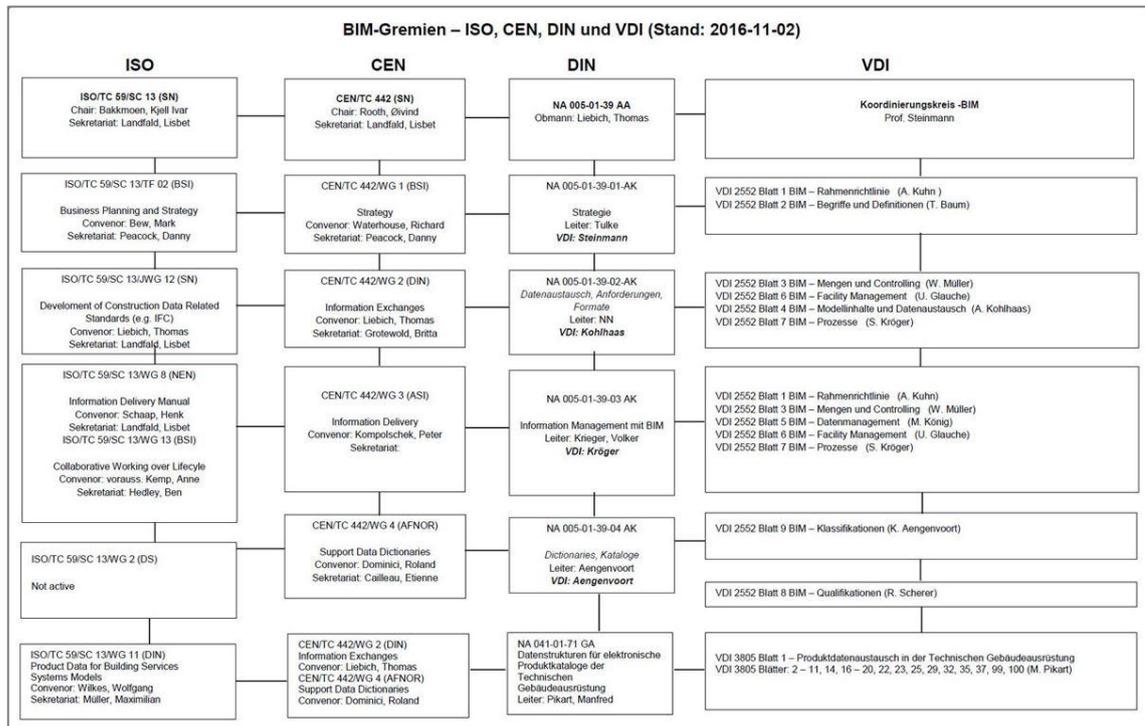


Abbildung 17: Übersicht BIM-Gremien

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 Betriebens 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:

³⁴ BMVI, 2015

1. Stufe: Vorbereitungsphase (bis 2017), in der z.B. Standardisierungsmaßnahmen 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

"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.“³⁶

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.

³⁵ Entnommen: Koalitionsvertrag für Nordrhein-Westfalen, 2017, S. 33

³⁶ Entnommen: Koalitionsvertrag für Nordrhein-Westfalen, 2017, S. 79

³⁷ Entnommen: BMUB, 2017, S. 5

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.

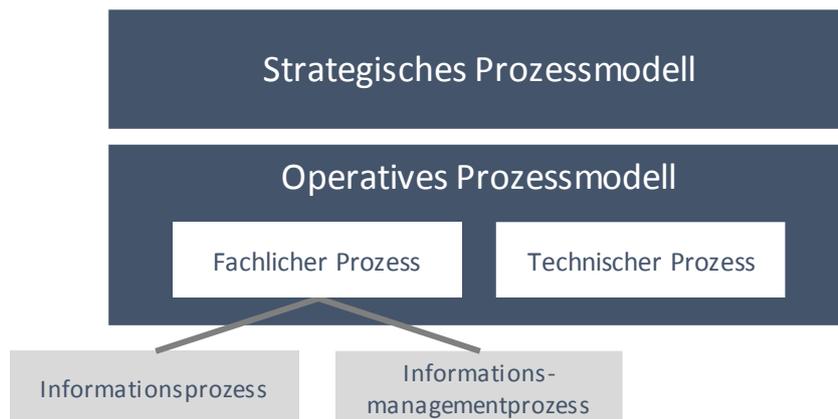


Abbildung 18: Schichtenmodell Prozessmodelle und -flüsse³⁸

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 zu 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?“

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

6.1.2 Informationsmanagementprozess

Ein weiterer fachlicher Prozess stellt den Weg zur Anwendung der Informationsmanagement-Methode BIM dar. In Anlehnung an die sich in Entwicklung befindliche 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:

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 sich in Entwicklung befindende ISO 19650 herangezogen, als sog. Informationsmanagementprozess, um das digitale Erstellen, Verarbeiten und Weiterleiten der Informationen des fachlichen Informationsprozesses ebenfalls darzustellen. Beide Prozessstypen 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. Partiiell 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 genehmigungsbedürf-

³⁹ Anlage 1 enthält eine Übersicht der Verantwortungssphären und Rollen

⁴⁰ Entnommen: Pfarr, 1984, S. 99

tigen Bauvorhabens eine Entwurfsverfasserin oder einen Entwurfsverfasser (§ 58), Unternehmerinnen oder Unternehmer (§ 59) und eine Bauleiterin oder einen Bauleiter (§ 59 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

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“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

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

Nutzer

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.

Objektplaner

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

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.

Bauaufsichtsbehörden

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 Lauf 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 eignen 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 mitgelieferte 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 eine 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 Austauschenebene 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 weiteren Gliederungsebenen beschreiben Arbeitsabläufe zur Erstellung detailliertere Teil-Informationen der Informationsobjekte aus Ebene 3. Das Prinzip ließe sich herunterbrechen bis auf die Füllung einzelner Attributwerte. Dem gegenüber steht jedoch die Sinnhaftigkeit einer Darstellung über Prozesse.

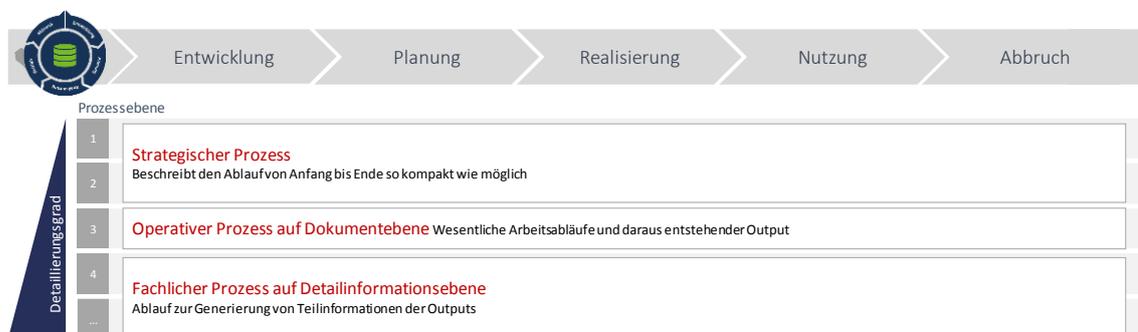


Abbildung 19: Gliederungsebenen der Prozesse

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 wie folgt in die Gliederungsebenen der Prozesslandschaft ein:

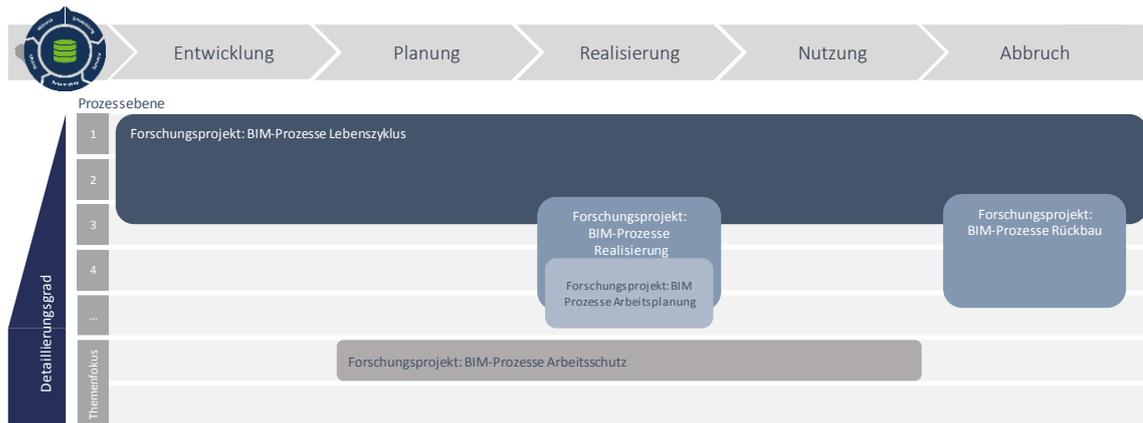


Abbildung 20: Gliederungsebenen der Prozesse – Zuordnung Forschungsprojekte

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 web-basierten 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. (02. 05 2017). Von <https://bimundumbimherum.wordpress.com/glossar/a-z/#C> abgerufen
- BMUB. (1. 9 2017). *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. (14. 08 2017). *buildingSMART Germany*. Von <http://www.buildingsmart.de> abgerufen
- buildingSMART Tech. (14. 08 2017). *buildingSMART Tech*. Von <http://www.buildingsmart-tech.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 Heidelberg: 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_nrw-koalition_2017.pdf abgerufen
- Koch, S. (2011). *Einführung in das Management von Geschäftsprozessen*. Berlin Heidelberg: 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. (02. 06 2017). <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. (15.. 08 2017). *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. (20. 12 2016). 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 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. Aggregationsmodelle, 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 beinhaltet 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 Begriff 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 Manufacturing (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 booleschen 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) / Enterprise 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 netzwerkbasieren 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 einem 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, Tragwerksmodell, 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 Planungs-, 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, das 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 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.

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 netzwerkbasieren 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 gliederndes 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

Stand: 22.02.2018	Verantwortungssphäre u. Akteure (neutrale Bezeichnung nach Rollen)		
	Verantwortungssphäre	Einzelrollen nach Unternehmen / Institutionen	
Bauherren-Sphäre		Eigentümer	
		Investor	
		Nutzer	
		Mieter Kunde Besucher ...	
		Betreiber	Facility Manager Kaufmännischer Gebäudemanager / Liegenschaftsverwalter Technischer Gebäudemanager Infrastruktureller Gebäudemanager Immobilien Portfoliomanager ...
		sonstige Träger von Bauherrenaufgaben (evtl. in der Funktion einer der vorherigen Rollen)	
		Projektentwickler	
		Projektsteuerer	
		Sachverständiger für Geotechnik (Sondierung des Bodens)	
		SiGeKo (des Bauherren) Betreiber von virtuellen Projekträumen (Archivierungs- und Datenbereitstellungsleistungen etc. outgesourct) ...	
Planer-Sphäre	Objektplaner		
	Tragwerksplaner		
	TGA-Planer		
		Fachplaner Brandschutz	
		Fachplaner Schallschutz	
		Fachplaner EnEV	
		Sachverständiger für Geotechnik (Gründungsplanung)	
		Repro-Dienste (Ausdruckleistungen outgesourct)	
		Zeichnungsbüros (Zeichenleistung outgesourct)	
		Vermessung	
		Landschaftsplanung	
		Bauphysik	
		EneV-Planung	
		Verkehrsplanung	
		Umweltingenieurtechnik	
	Bauleistungsplanung FM-Beratung ...		

Fortsetzung Anlage 1

Stand: 22.02.2018	Verantwortungssphäre u. Akteure (neutrale Bezeichnung nach Rollen) Einzelrollen nach Unternehmen / Institutionen	
	Verantwortungssphäre	
	Ausführungs-Sphäre	Rohbauunternehmen Ausbauunternehmen Tiefbauunternehmen ... Reinigungsunternehmen Hausmeister-Service Techniker/Handwerker ... Oberste Bauaufsichtsbehörde (Ministerium) Obere Bauaufsichtsbehörde (Bezirksregierung, Landratsämter) Untere Bauaufsichtsbehörde (Städte, Kreise) Bezirksschornsteinfeger 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) Ordnungsämter Straßenverkehrsämter Feuerwehr (zur Beurteilung des Brandschutzes) Institutionen für technische Abnahmen (z.B. TÜV für Aufzüge) Gewerbeaufsichtsamt (bei Gewerbeobjekten) Berufsgenossenschaften Vergabeprüfstellen Tiefbauamt (zur Genehmigung der Entwässerung, Erschließung) Katasteramt ... Immobilienbewerter Wetterdienste Anbieter von Katalog-/Vorlagendatensätzen Zertifizierungsstellen (z.B. DGNB, FSC, ...) Verbände (HVB, ZDB) Makler Juristen Zulieferer Hersteller ... Registerinstitutionen Katasterbehörde DIBt / Bauproduktzulassungsstellen Handwerkskammern Firmenregister Sachverständigenausschuss Grundstückswerte ...
		Genehmigungs- und Aufsichts-Sphäre
	Sonstige Projektbeteiligte, die nicht betrachtet werden im Rahmen des Projektes	



BERGISCHE UNIVERSITÄT WUPPERTAL

TEIL 2: Fachbericht

Methodik und Instrumente zur Verbesserung der Arbeitsplanung in kleinen und mittleren Unternehmen der Bauwirtschaft unter Einsatz des Building Information Modeling

Der Forschungsbericht wurde mit Mitteln der Forschungsinitiative Zukunft Bau des Bundesinstitutes für Bau-, Stadt und Raumforschung gefördert.

Aktenzeichen: SWD-10.08.18.7-16.44

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: Prof. Dr.-Ing. Manfred Helmus
Dr.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. Anica Meins-Becker
Agnes Kelm M.Sc.

Bearbeitung: Brian Klusmann M.Sc.
Carla Pütz M.Eng.

Co-Autor: Michael Zibell M.Sc.

Wuppertal, 31.08.2018

Inhaltsverzeichnis

ABBILDUNGSVERZEICHNIS	III
TABELLENVERZEICHNIS	V
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	VI
1 EINFÜHRUNG	1
1.1 AUSGANGSSITUATION	1
1.2 ZIELSETZUNG UND PRAXISPARTNER.....	1
1.3 EINORDNUNG IN DIE FORSCHUNGSLANDSCHAFT DES LUFG BAUBETRIEB UND BAUWIRTSCHAFT.....	3
2 GLIEDERUNG DES PROJEKTES	5
2.1 AP 1 – EMPIRISCHE UNTERSUCHUNG/DATEN-BEDARFSANALYSE	6
2.2 AP 2 – ANALYSE DATENAUSLESE-SOFTWARETOOLS.....	6
2.3 AP 3 – AUFSTELLUNG LASTENHEFT DATENSCHNITTSTELLE	6
2.4 AP 4 – PROGRAMMIERUNG SCHNITTSTELLE	6
2.5 AP 5 – ENTWICKLUNG ANWENDUNGSMODELL.....	7
2.6 AP 6 – ERGEBNISVERÖFFENTLICHUNG UND BERICHTE	7
3 THEORETISCHER FORSCHUNGSRAHMEN	8
3.1 SCHNITTSTELLE ZUR BIM-FORSCHUNGSLANDSCHAFT	8
3.2 METHODISCHES VORGEHEN	8
4 ERGEBNISSE DES FORSCHUNGSPROJEKTS	10
4.1 AP 1 – EMPIRISCHE UNTERSUCHUNG/DATEN-BEDARFSANALYSE	10
4.1.1 <i>Theoretischer Bezugsrahmen</i>	10
4.1.2 <i>Aufstellung Fragebogen</i>	12
4.1.3 <i>Technische Umsetzung und Verteilung</i>	14
4.1.4 <i>Durchführung und Rücklauf der Ergebnisse</i>	15
4.1.5 <i>Auswertung</i>	17
4.1.6 <i>Zwischenfazit AP1</i>	38
4.2 AP 2 – ANALYSE DATENAUSLESE SOFTWARE TOOLS	40
4.2.1 <i>Allgemein</i>	40
4.2.2 <i>Datenviewer / Model Viewer</i>	41
4.2.3 <i>Vergleich</i>	43
4.2.4 <i>Zwischenfazit AP2</i>	43
4.3 AP 3 – AUFSTELLUNG LASTENHEFT DATENSCHNITTSTELLE	45
4.3.1 <i>Lastenheft</i>	46
4.3.2 <i>Demonstratorniveau</i>	50
4.3.3 <i>Gewerke für den Datenviewer</i>	50
4.3.4 <i>Zwischenfazit AP3</i>	51

4.4	AP 4 – PROGRAMMIERUNG DATENSCHNITTSTELLE.....	52
4.4.1	<i>Allgemeines Schema des Demonstrators</i>	52
4.4.2	<i>Abgrenzung der zu übertragenden Informationen</i>	53
4.4.3	<i>Technische Umsetzung</i>	55
4.4.4	<i>Zugang zum Code</i>	63
4.4.5	<i>Zwischenfazit AP4</i>	63
4.5	AP 5 – ENTWICKLUNG ANWENDUNGSMODELL.....	65
4.5.1	<i>Modell/Modellbearbeitung</i>	65
4.5.2	<i>Eingrenzung Gewerk</i>	66
4.5.3	<i>Weiterverwendung in MF Dach</i>	66
4.5.4	<i>Zwischenfazit AP5</i>	68
5	FAZIT	69
6	AUSBLICK	71
	LITERATURVERZEICHNIS	72
	ANLAGE 1 – LISTE DER HANDWERKE DER HANDWERKSORDNUNG	74
	ANLAGE 2 – FRAGEBOGEN	75
	ANLAGE 3 – AUSWERTUNGSTABELLEN	92
	ANLAGE 4 – SOFTWAREANALYSE	93
	ANLAGE 5 – DOKUMENTATION NUTZUNG DATENVIEWER 1.0	100

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Praxispartner des Forschungsprojekts	3
Abbildung 2: Eingliederung der Forschungsprojekte der Bergischen Universität Wuppertal im Immobilienlebenszyklus	3
Abbildung 3: Arbeitspakete des Forschungsprojekts.....	5
Abbildung 4: Zeitplan für die Bearbeitung des Projekts	5
Abbildung 5: Gesamtanzahl der vollständig und unvollständig ausgefüllten Fragebogen	15
Abbildung 6: Bundesweite Verteilung der Rückläufer.....	16
Abbildung 7: Zeitpunkt des Abbruchs der Befragung	17
Abbildung 8: Umfrageteilnehmer differenziert nach Handwerksbereichen.....	18
Abbildung 9: Umfrageteilnehmer zulassungsfreies Handwerk differenziert nach Gewerken	19
Abbildung 10: Verteilung der zulassungspflichtigen Handwerke	20
Abbildung 11: Betriebsgrößen.....	21
Abbildung 12: Verhältnis der Betriebsgrößen zum Unternehmensumsatz	22
Abbildung 13 Tätigkeitsbereiche Neubau/Bauen im Bestand.....	23
Abbildung 14: Informationskanäle.....	24
Abbildung 15: Zustimmung zur gewählten BIM-Definition	25
Abbildung 16. Arbeit mit der Methode BIM	26
Abbildung 17: Wunsch nach zukünftiger Arbeit mit der Methode BIM.....	26
Abbildung 18: Vorteile durch die Anwendung von BIM.....	27
Abbildung 19: Nachteile/Hindernisse bei Anwendung der Methode BIM für den Betrieb.....	28
Abbildung 20: Austauschformate für Planunterlagen.....	29
Abbildung 21: Austauschformate Ausschreibungsunterlagen	30
Abbildung 22: Austauschformate für sonstige Projektunterlagen	31
Abbildung 23: Durchgeführte Prozesse der Arbeitsplanung	32
Abbildung 24: Von Dachdeckern genutzte Softwaretools nach Prozessen.....	37
Abbildung 25: Phasen der Softwareentwicklung.....	45
Abbildung 26: Lastenheft - Problembereich.....	47
Abbildung 27: Lastenheft: Use Case Diagramm	48
Abbildung 28: Allgemeines Schema zur Entwicklung des Demonstrator	52
Abbildung 29: Schema Demonstrator	53

Abbildung 30: Status Quo der Modellverarbeitung	54
Abbildung 31: Revit - Gemeinsam genutzte Parameter.....	56
Abbildung 32: Revit – Parametereigenschaften.....	57
Abbildung 33: Revit - Projektinformationen.....	57
Abbildung 34: Building One – Projekte	58
Abbildung 35: <i>Building One</i> - Anlegen eines Attributs	59
Abbildung 36: Schnittstelle Revit - Building One (Provider zuordnen).....	59
Abbildung 37: Schnittstelle <i>Revit - Building One (Synchronisationsregeln)</i>	60
Abbildung 38: BO - Datenbankstruktur	61
Abbildung 39: BO - Datenbankabfrage	61
Abbildung 40: Export und Aufbereitung der Daten von <i>Revit</i> zum Import	63
Abbildung 41: <i>Revit</i> – Eingepflegte Projektinformationen.....	65
Abbildung 42: <i>MF Dach</i> - Import GAEB Datei.....	67
Abbildung 43: <i>MF Dach</i> - Import GAEB Datei (Ergebniss)	68

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: KMU Schwellenwerte der Europäischen Kommission	11
Tabelle 2: KMU Prozentuale Verteilung der Betriebsgrößen	21
Tabelle 3: Gewerkeunabhängig benötigte Informationen nach Quelle	33
Tabelle 4: Gewerkeunabhängig benötigte Informationen nach Prozessen	34
Tabelle 5: Gewerkespezifische Informationen nach Prozessen	36
Tabelle 6: Übersicht möglicher Schnittstellen	37
Tabelle 7: <i>BIMcraft</i> - Import-/Exportfunktionen	41
Tabelle 8: <i>DDS-CAD Viewer</i> - Import-/Exportfunktionen	41
Tabelle 9: <i>DESITE MD</i> - Import-/Exportfunktionen	42
Tabelle 10: <i>Solibri Model Viewer</i> - Import-/Exportfunktionen.....	42
Tabelle 11: Tekla BIMsight - Import-/Exportfunktionen.....	43
Tabelle 12: Vergleich Datenviewer - Importfunktionen	43
Tabelle 13: Gewerkeunspezifische Informationen (3D)	55

Abkürzungsverzeichnis

AG	Auftraggeber
AIA	Auftraggeberinformationsanforderung
AN	Auftragnehmer
AP	Arbeitspaket
AP	Arbeitsplanung
AVOR	Arbeitsvorbereitung
BAP	BIM-Abwicklungsplan
BCF	BIM Collaboration Format
BGB	Bürgerliches Gesetzbuch
BIM	Building Information Modeling
CEN	Comite Europeen de Normalisation
DB	Deutsche Bahn
DIN	Deutsches Institut für Normung
EnEV	Energieeinsparverordnung
GAEB	Gemeinsamer Ausschuss Elektronik im Bauwesen
ggf.	gegebenenfalls
i. d. R.	in der Regel
IDM	Information Delivery Manual
IFC	Industry Foundation Classes
KMU	Kleine und mittlere Unternehmen
LPh	Leistungsphase
LzPh	Lebenszyklusphase
MVD	Model View Definition
NRW	Nordrhein-Westfalen
o. g.	oben genannten
SQL	Structured Query Language
u. a.	unter anderem
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
Vgl.	Vergleiche
z. B.	zum Beispiel

1 Einführung

1.1 Ausgangssituation

Die Digitalisierung der Wirtschaft schreitet seit einigen Jahren, auch in Deutschland, stetig voran. In Bezug auf die Baubranche steht hierbei vor allem die Methode des Building Information Modeling (BIM) im Fokus. Eine flächendeckende Anwendung der Methode erfolgt bislang jedoch nicht. Nach allgemeiner Auffassung liegen die Ursachen hierfür darin, dass

1. eine Vielzahl unterschiedlicher Definitionen der zugehörigen Fachbegriffe kursieren,
2. die aktuellen Entwicklungen sowie deren Ergebnisse nicht ausreichend aufbereitet der Fachöffentlichkeit zur Verfügung stehen,
3. der Fokus bei Standardisierungsbestrebungen derzeit kaum auf der Phase der Realisierung zu liegen scheint,
4. die Thematisierung der Software und der Datenformate gegenüber der Betrachtung von Dateninhalten zu überwiegen scheint.

Vor dem Hintergrund, die Effektivität und Effizienz der deutschen Bauwirtschaft zu optimieren und somit die Wettbewerbsfähigkeit der zugehörigen Bauunternehmen - auch im internationalen Vergleich - zu stärken, ist die Anwendung der Methode BIM auch während der Bauausführung unabdingbar. Immer häufiger werden Gebäudedatenmodelle bereits während der Planung zur Verbesserung der Abläufe innerhalb der Phase erzeugt, jedoch sind sie häufig nicht entsprechend für eine Weiternutzung in nachgelagerte Phasen wie der Bauausführung aufgebaut. Somit müssen die Bauunternehmen in der Praxis Modelle neu modellieren oder die für sie relevanten Informationen aufwendig hinzufügen. Damit sich die Methodik jedoch auch in der Bauausführung etablieren kann, bedarf es der Entwicklung eines entsprechenden Anforderungskatalogs an die Inhalte von Bauwerksdatenmodellen aus Sicht der Bauausführung. Gespräche mit Unternehmen aus der Bauwirtschaft haben ergeben, dass diesbezüglich dringender Handlungsbedarf besteht.

1.2 Zielsetzung und Praxispartner

Das Thema „Digitalisierung der Bauwirtschaft“ und die hiermit in Verbindung stehende Methode BIM werden vielerorts diskutiert und besprochen. Auf unternehmensübergreifender Ebene haben sich bereits Arbeitskreise gebildet, die meist auch die Notwendigkeit einer Standardisierung thematisieren. Während sich Building Smart international vor allem mit der Weiterentwicklung eines softwareunabhängigen Informationstauschs befasst,¹ betrachten die Arbeitskreise des BIM-Clusters die strategische Ausrichtung zur Förderung der Methode BIM.² Trotz der intensiven Zusammenarbeit, gehen die Meinungen dazu auseinander, ob Standards festgelegt und normativ vor-

¹ (buildingSMARTe.V., 2018)

² (König, 2018)

geschrieben werden sollen, oder ob sie sich aus der Praxis heraus entwickeln bzw. von den Anwendern schrittweise erarbeitet werden sollen. Die Phase der Realisierung innerhalb des Lebenszyklus‘ eines Immobilienprojektes steht hierbei aktuell jedoch nicht im Fokus.

Das Forschungsprojekt „Methodik und Instrumente zur Verbesserung der Arbeitsplanung in kleinen und mittleren Unternehmen der Bauwirtschaft unter Einsatz des Building Information Modeling“ (Kurztitel: „BIM-gestützte Arbeitsplanung in KMU“) ist Teil eines längerfristig aufzubauenden Gesamtkonzepts. Ziel dessen ist es, die Standardisierungsbestrebungen von Bauwerksdatenmodellen in Bezug auf Prozesse und den zugehörigen Informationsfluss zwischen den Projektbeteiligten in allen Lebenszyklusphasen voranzutreiben. Dies wird bei gleichzeitiger Rechts- und Normkonformität dazu beitragen, Transparenz in Bezug auf die Methode BIM für die am Bau Beteiligten zu schaffen.

Im Rahmen des im Forschungsprojekt „BIM-gestützte Arbeitsplanung in KMU“ dargestellten Teilabschnittes wird der Fokus auf die Phase der Realisierung von Bauwerken gelegt. Kleine und mittlere Unternehmen haben innerhalb des Baugewerbes eine besondere Rolle, da diese ca. 99% der Unternehmen ausmachen. Ca. 83% des Baugewerbes sind sogar der kleinsten erfassten Betriebsgröße (0 – 9 Beschäftigte) zuzuordnen. Die Bedeutung der KMU zeigt sich neben der Anzahl der Unternehmen auch bei der Betrachtung der Umsätze. Vom Gesamtumsatz des deutschen Baugewerbes generieren sie ca. 88 % (Stand 2014).³

Aufgrund dieses hohen Stellenwerts der KMU, erfolgt innerhalb der Realisierungsphase eine Detailbetrachtung der Arbeitsplanung von kleinen und mittleren Unternehmen. Ziel der Betrachtungen ist die Entwicklung eines sogenannten Datenviewers. Er soll KMU die Angliederung an die Nutzung der Methode BIM erleichtern, indem er die für sie relevanten Informationen aus einem Datenmodell in einer Web-Anwendung darstellt. Die KMU sollen hierzu weder eigene Softwareprodukte anschaffen müssen, noch selbst in dem Modell arbeiten müssen. In Form eines Demonstrators wird im Rahmen des Forschungsprojekts für ausgewählte Gewerke gezeigt werden, wie die für KMU benötigten Informationen aus einem Gebäudedatenmodell in einer webbasierten Anwendung dargestellt werden können. Hierzu sind zu Beginn die aktuell in der Branche stattfindenden Prozesse (Ist-Prozesse) zu erfassen und hinsichtlich der je Prozess benötigten Informationen zu untersuchen. Des Weiteren ist zu klären, inwieweit diese Prozesse standardisiert abzubilden und im Hinblick auf die Digitalisierung anzupassen sind. Im Ergebnis sollen aus dem entwickelten Prozess sowohl inhaltliche als auch strukturelle Anforderungen hinsichtlich der zu liefernden Informationen an die vorgelagerten Lebensphasen der Immobilie formuliert werden.

Um einen unmittelbaren Bezug zur Praxis und eine anschließende Verwendbarkeit in der Praxis gewährleisten zu können, unterstützen folgende Praxispartner das Forschungsvorhaben:

³ (eurostat, 2017)



Abbildung 1: Praxispartner des Forschungsprojekts

Finanziell wird das Forschungsprojekt mit Mitteln der Forschungsinitiative ZukunftBAU des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) durch das Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) gefördert. Der Projektstart erfolgte im Oktober 2016, die Laufzeit beträgt inklusive kostenneutraler Verlängerung 23 Monate.

1.3 Einordnung in die Forschungslandschaft des LuFG Baubetrieb und Bauwirtschaft

Das Forschungsprojekt „Methodik und Instrumente zur Verbesserung der Arbeitsplanung in kleinen und mittleren Unternehmen der Bauwirtschaft unter Einsatz des Building Information Modeling“ (BIM-gestützte Arbeitsplanung in KMU) steht in engem Austausch mit weiteren Projekten des LuFG Baubetrieb und Bauwirtschaft der Bergischen Universität Wuppertal (www.biminsti-tut.de). Mit Hilfe einer entwickelten Prozessstruktur (s. bereits abgeschlossene Forschungsprojekte, wie z. B. „Digital Bauen mit BIM in Deutschland: Fokus Bauausführung“) lassen sich die verschiedenen Forschungsvorhaben konkret einordnen.

Im oberen Bereich der Abbildung befinden sich die Lebenszyklusphasen einer Immobilie, denen die Forschungsprojekte zugeordnet sind. Auf der vertikalen Achse werden die Forschungsprojekte einem inhaltlichen Detaillierungsgrad, sogenannten Prozessebenen, zugewiesen. Damit steht mit der horizontalen Achse eine zeitliche, und der vertikalen Achse eine inhaltliche Gliederungsebene zur Verfügung.

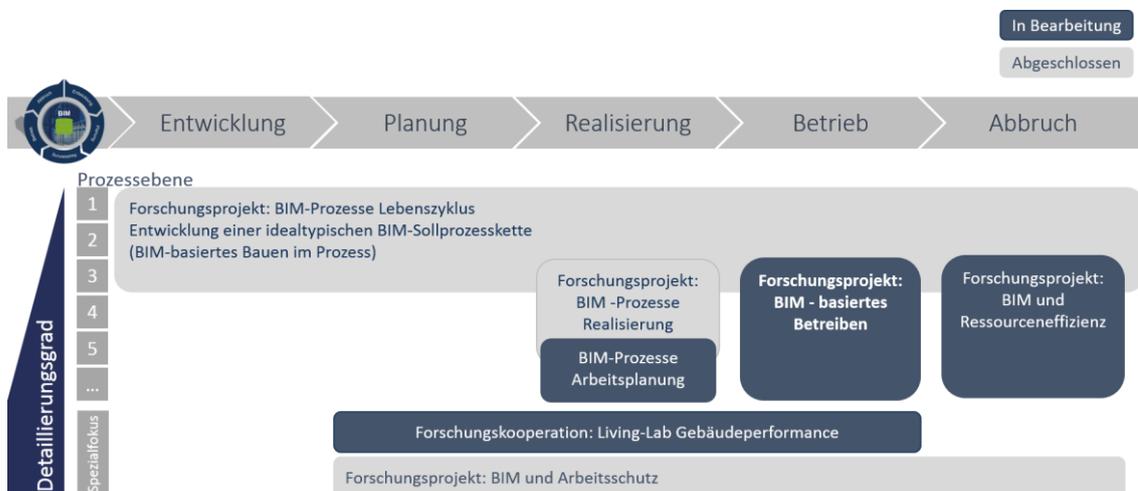


Abbildung 2: Eingliederung der Forschungsprojekte der Bergischen Universität Wuppertal im Immobilienlebenszyklus

Den Rahmen spannt das bereits abgeschlossene Forschungsprojekt „BIM-basiertes Bauen im Prozess“. Das ebenfalls abgeschlossene Projekt „Digital Bauen mit BIM in Deutschland: Fokus Bauausführung“ zur Entwicklung eines Anforderungskataloges aus Sicht der ausführenden Unternehmen (Prozessebenen drei und vier) erstreckt sich entsprechend über die Phase der „Realisierung“ und stellt die Grundlage für das gegenständliche Forschungsprojekt dar. Es liefert als vertiefendes Projekt wesentliche Rückmeldungen für die Kompatibilität zwischen dem generalistischen Prozess über den gesamten Lebenszyklus und den jeweiligen fachspezifischen Sichten.

Auf Grundlage des vorgenannten Forschungsprojekts zur Lebenszyklusphase Realisierung behandelt das gegenständliche Projekt speziell die Phase der Arbeitsplanung nochmals in einem tieferen Detaillierungsgrad, da diese Phase für die Realisierung der Bauvorhaben durch KMU besonders entscheidend ist.

Das bis Ende 2017 parallel gelaufene Forschungsprojekt „BIM und Arbeitsschutz“ - betrachtet spezifische Fachinhalte des Arbeitsschutzes und erstreckt sich von der Phase der Planung bis hin zum Betrieb. In zwei weiteren Forschungsprojekten (BIM-basiertes Betreiben und Living Lab Gebäudeperformance) wird die Nutzungsphase eines Gebäudes vertiefend betrachtet. Darüber hinaus betrachtet das Forschungsprojekt „BIM und Ressourceneffizienz“ den Umgang mit digitalen Informationen zur Optimierung von Stoffkreisläufen im Bauwesen.

Auf Grund der engen Vernetzung zwischen den vorgenannten Projekten können Synergien bestmöglich genutzt und ein breites Wissensfundament aufgebaut werden. Dieses befähigt das LuFG Baubetrieb und Bauwirtschaft an der Bergischen Universität Wuppertal in besonderem Maße die gewonnenen Erkenntnisse gezielt in der Öffentlichkeit zu publizieren und somit die Digitalisierung der Immobilien-Wertschöpfungskette zu fördern.

Ein Ergebnis der projektübergreifenden Forschungsarbeit ist der gemeinsam entwickelte Grundlagenbericht „Building Information Modeling und Prozesse“, der dem gegenständlichen spezifischen Fachbericht vorangestellt ist.

2 Gliederung des Projektes

Um sicherzustellen, dass alle für das Forschungsprojekt relevanten Tätigkeiten erfasst und anschließend zielgerichtet bearbeitet werden, wurde das Projekt in Arbeitspakete (AP) gegliedert. Als Gliederungsprinzip wurde eine zeitorientierte Gliederung in sechs Arbeitspakete auf Grundlage der Projektlaufzeit gewählt. Die Arbeitspakete unterteilen sich folgendermaßen:

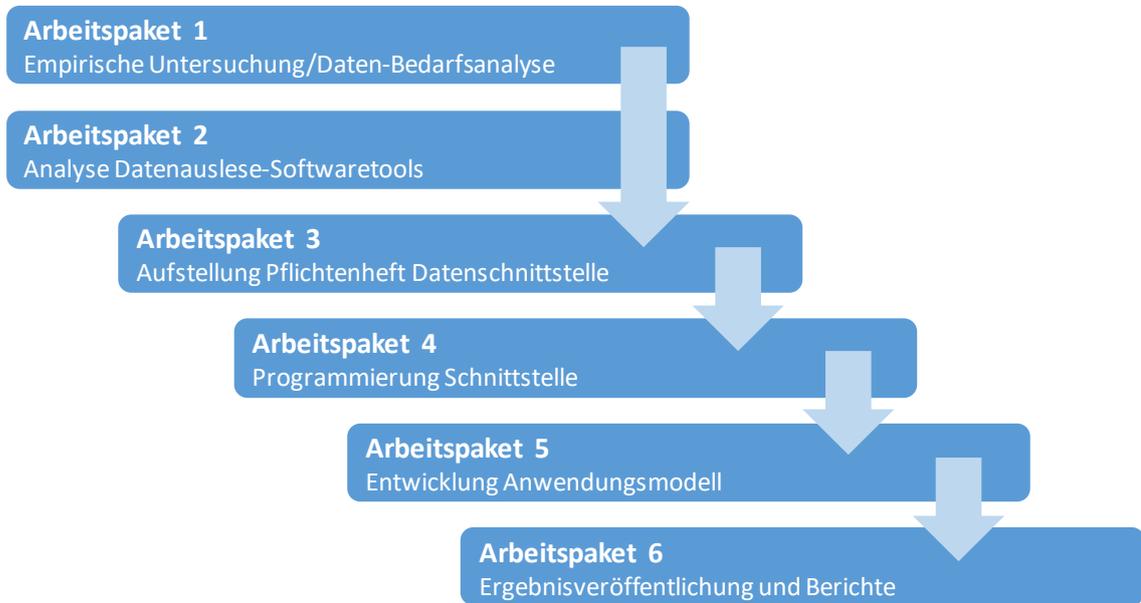


Abbildung 3: Arbeitspakete des Forschungsprojekts

Die sechs Arbeitspakete waren zeitlich auf 23 Monate Projektlaufzeit aufgeteilt und wurden bis auf kleinere Überschneidungen nacheinander bearbeitet. Abbildung drei zeigt den zeitlichen Ablauf der Forschungsarbeit, der in den folgenden Abschnitten inhaltlich, gegliedert nach den AP, beschrieben wird.

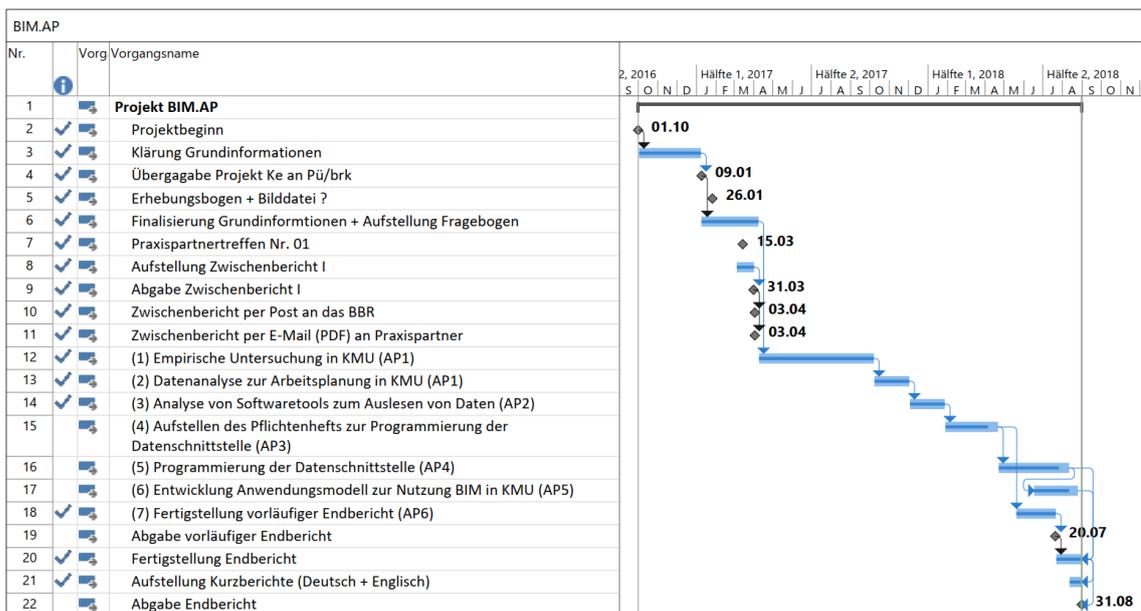


Abbildung 4: Zeitplan für die Bearbeitung des Projekts

2.1 AP 1 – Empirische Untersuchung/Daten-Bedarfsanalyse

Um Handwerksbetriebe im Hinblick auf die Arbeitsplanung an die Methode BIM anzugliedern, mussten zunächst Informationen dazu gesammelt werden, wie sich die aktuelle Situation der Betriebe im Bereich der Arbeitsplanung und der Methode BIM darstellt, da hierzu bislang keine Statistiken vorhanden sind. Daher wurde auf Grundlage der Recherche zum gegenständlichen Forschungsthema eine empirische Untersuchung in Handwerksbetrieben entwickelt. Die Untersuchung verfolgte das Ziel herauszufinden, wie Arbeitsplanung aktuell in den Betrieben umgesetzt wird, welche Daten für die Arbeitsplanung benötigt werden und inwieweit in den Betrieben bereits modellorientiert gearbeitet wird.

Im ersten Arbeitspaket wurde hierzu ein Fragebogen erstellt, mit den Praxispartnern abgestimmt (s. Anlage 2 – Fragebogen) und für die Befragung von KMU genutzt. Die bereits in der Prozessmodellierungssoftware durch das Forschungsprojekt BIM in der Bauausführung⁴ modellierten Prozesse zur Arbeitsplanung wurden für die Erstellung der Umfrage analysiert und als Grundlage für die Befragung genutzt.

Um neben der Befragung weitere Erkenntnisse zur Arbeitsplanung und der Methode BIM bei Handwerksbetrieben zu erhalten, wurden die Praxispartner zur Validierung der Ergebnisse der Auswertung hinzugezogen.

2.2 AP 2 – Analyse Datenauslese-Softwaretools

Im Rahmen von Arbeitspaket 2 wurde der Markt hinsichtlich verfügbarer Software zum Auslesen von Daten aus einem digitalen Gebäudemodell analysiert. Hierbei wurde überprüft, inwieweit solche Angebote bereits in Teilen existieren und ob diese für die Bedarfe der Handwerker entsprechend umgesetzt wurden. Für diese Überprüfung wurden unter anderem die Angaben der Umfrageteilnehmer aus AP 1 berücksichtigt.

2.3 AP 3 – Aufstellung Lastenheft Datenschnittstelle

Die Ergebnisse der Interviews und Befragungen sowie der Marktanalyse aus den Arbeitspaketen 1 und 2 wurden im Arbeitspaket 3 ausgewertet. Auf Grundlage der Resultate wurde festgelegt, wie die Software, der sog. „Datenviewer“, programmiert werden muss, damit er von den Betrieben angenommen wird und diesen größtmöglichen Nutzen bringt. Diese Anforderungen wurden in einem Lastenheft festgehalten und für die Programmierung der Schnittstelle zur Verfügung gestellt.

2.4 AP 4 – Programmierung Schnittstelle

Arbeitspaket 4 diente dazu, die Schnittstelle, den „Datenviewer“, zu programmieren. Die Software wird die für die Arbeitsplanung von Handwerksbetrieben relevanten Daten aus Gebäudemodellen identifizieren und in Tabellenform darstellen. Dadurch können die Handwerksbetriebe die für Sie relevanten Informationen mit bereits in Betrieb befindlicher Software darstellen und nutzen. Zur

⁴ Gesamter Titel des Forschungsprojekts: Entwicklung eines Anforderungskatalogs an Gebäudedatenmodelle in Bezug auf die Standardisierung der Detailinhalte und Detailtiefe aus Sicht der Bauausführung

Unterstützung bei der Programmierung der Schnittstelle war die Firma OneTools als Praxispartner am Forschungsprojekt beteiligt.

2.5 AP 5 – Entwicklung Anwendungsmodell

Das Arbeitspaket 5 umfasste die Anwendung des entwickelten Datenviewers an einem Beispielmmodell und ausgewählten Beispielgewerken, um die Funktionalität nachzuweisen und einen Demonstrator für die Weiterentwicklung zur Verfügung zu stellen. Die Kombination von Datenbank und Datenviewer macht die Datendurchgängigkeit von der Planung bis zur Bauausführung für KMU transparent und nachvollziehbar.

2.6 AP 6 – Ergebnisveröffentlichung und Berichte

Zum Abschluss des Projekts wurde in Arbeitspaket 6 der Endbericht angefertigt und veröffentlicht. Auf der Internetseite www.biminstitut.de sowie auf weiteren Kommunikationskanälen werden die Ergebnisse des Projekts veröffentlicht und so der Öffentlichkeit vor- und zur Verfügung gestellt.

Im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit werden die Projektergebnisse in Vorträge, Präsentationen etc. eingebunden.

3 Theoretischer Forschungsrahmen

Das Forschungsprojekt wurde am LuFG Baubetrieb und Bauwirtschaft der Bergischen Universität Wuppertal im Kontext einer Forschungslandschaft zur lebenszyklusorientierten Anwendung der Methode BIM in der Bauwirtschaft bearbeitet. Die Zusammenarbeit zwischen den einzelnen Projekten sowie das methodische Vorgehen in diesem Projekt werden im Folgenden erläutert.

3.1 Schnittstelle zur BIM-Forschungslandschaft

Zu Beginn des Projektes war die Trennung der Forschungsinhalte zu den zeitlich teilweise parallel laufenden Forschungsprojekten „BIM-Prozesse Lebenszyklus“, „BIM-Prozesse Realisierung“ und „BIM und Ressourceneffizienz“ notwendig (vgl. Kap. 1.3). Diese Differenzierung der Forschungsinhalte war anhand der Detailtiefe und des Detaillierungsgrades der einzelnen Forschungsschwerpunkte möglich. Das Projekt „BIM-Prozesse Lebenszyklus“ befasste sich mit der titelgebenden Betrachtung des gesamten Lebenszyklus einer Immobilie und dem Zusammenwirken der verschiedenen Akteure über den gesamten Zyklus, ohne jedoch die einzelnen Arbeits- und Abstimmungsprozesse im Detail zu beleuchten. Im Projekt „BIM und Ressourceneffizienz“ wird der Umgang mit digitalen Informationen zur Optimierung von Stoffkreisläufen im Bauwesen analysiert. Der für das gegenständliche Forschungsprojekt relevante Lebenszyklusabschnitt „Realisierung“ wird auf Basis der vorgenannten Projekte zwar behandelt, jedoch ergeben sich aufgrund der unterschiedlichen Detaillierungstiefen keine unmittelbaren Schnittstellen zwischen den Projekten.

Das Projekt „BIM-Prozesse Realisierung“ bezieht sich ebenso wie das gegenständliche Projekt „BIM-Prozesse Arbeitsplanung“ primär auf den Lebenszyklusabschnitt „Realisierung“, unterscheidet sich jedoch maßgeblich im Detaillierungsgrad der Prozessanalyse. Das Projekt „BIM-Realisierung“ befasst sich mit dem gesamten Prozess der Realisierung inklusive vor- und nachgelagerter Prozesse, wohingegen das Projekt „BIM-Arbeitsplanung“ explizit die Prozesse der Arbeitsplanung beleuchtet. Während sich das Projekt „BIM-Prozesse Realisierung“ zudem hauptsächlich auf den Detaillierungsgrad der Dokumentenebene und ihrer Hauptbestandteile fokussiert, betrachtet das Projekt „BIM-Prozesse Arbeitsplanung“ primär den Detaillierungsgrad auf Dokumenten- und Informationsebene. Die Informations- und Datendurchgängigkeit beider Forschungsprojekte wurde durch regelmäßigen Austausch und Abstimmung der Schnittstelle sowie der auftretenden Wechselwirkungen gewährleistet.

Als weiterer wesentlicher Differenzierungsfaktor ist der Fokus des gegenständlichen Forschungsprojektes auf den Bereich der kleinen und mittleren Betriebe zu nennen, wohingegen das Projekt „BIM-Prozesse Realisierung“ einen allgemeingültigen Analyseschwerpunkt hat.

3.2 Methodisches Vorgehen

Zentrales Instrument der Datenerhebung und damit zur Generierung von belastbarem Datenmaterial war die Ausarbeitung eines Fragebogens zur Durchführung einer schriftlichen Umfrage. Im Vorfeld wurden hierzu alle bestehenden und verwandten Umfragen und entsprechende Daten gesichtet, um einen detaillierten Überblick über die bereits vorhandenen Informationen zu erhal-

ten. Darüber hinaus erfolgte im Vorfeld zur großflächigen Verteilung des Fragebogens die Verifikation der Praxistauglichkeit mit verschiedenen Praxispartnern und Firmen in bilateralen Abstimmungen. Die detaillierte Entwicklung des Fragebogens sowie weitergehende Informationen zur zweistufigen Durchführung der Umfrage sind Kap. 4.1.2 zu entnehmen.

Neben dem o. g. zentralen Instrument der Datenerhebung wurde mit folgenden weitere Methoden darauf abgezielt, möglichst viele verschiedene Impulse und Informationsquellen zu nutzen, um das themenspezifische und projektorientierte Wissen fundiert aufzubauen und darzustellen:

- Themenbezogene, reflektierte Aufbereitung des vorhandenen, eigenen Erfahrungsfachwissens,
- Einschlägige Literaturrecherchen zu verschiedenen Detailthemen,
- Analyse der einschlägigen Gesetze, Verordnungen, Richtlinien, Handbücher,
- Analyse der Funktionalitäten fachspezifischer Softwareprodukte,
- Durchführung von Experteninterviews,
- Durchführung von Workshops mit den am Hochbau beteiligten Fachpersonen und ihren verschiedenen Perspektiven,
- Einbeziehen von Wissen aus Gremienarbeit,
- Teilnahme an Kongressen,
- Teilnahme an Messeveranstaltungen.

4 Ergebnisse des Forschungsprojekts

Im folgenden Kapitel werden die Ergebnisse des vorgestellten Projekts erläutert. Zur vereinfachten Übersicht werden die Ergebnisse gegliedert nach den in Kapitel 2 dargestellten AP vorgestellt. Im Anschluss an Zwischenfazits zu jedem Arbeitspaket wird ein Gesamtfazit gezogen.

4.1 AP 1 – Empirische Untersuchung/Daten-Bedarfsanalyse

Wie in Kapitel 2.1 einleitend erläutert, wurden im ersten Arbeitspaket anhand von empirischen Untersuchungen die Prozesse der Arbeitsplanung in kleinen und mittleren Unternehmen untersucht. Die Untersuchungen dienten dazu, die aktuelle Herangehensweise der Betriebe an die Arbeitsplanung sowie die für die Arbeitsplanung benötigten Informationen und die derzeitige Anwendung der Methode BIM festzustellen. Auf Grundlage der Ergebnisse dieser Untersuchung wurden die Anforderungen an den in Arbeitspaket 4 programmierten Datenviewer ermittelt und bestimmt. Um die Anforderungen an den Datenviewer und die für die Arbeitsplanung gelieferten Informationen beschreiben zu können, wurden mit Hilfe der Untersuchungen folgende Forschungsfragen geklärt:

- Welche Daten/Informationen sind für KMU für die Arbeitsplanung relevant?
- Inwieweit nutzen KMU bereits die Methode BIM?
- Welche Hemmnisse halten KMU von einer Anwendung der Methode BIM ab?

4.1.1 Theoretischer Bezugsrahmen

Da das Forschungsprojekt KMU im Bereich der Arbeitsplanung an die Methode BIM anbinden soll, galt es für die Untersuchung Betriebe zu befragen, die zum einen die Merkmale eines KMU erfüllen und zum anderen im Bereich Bauwesen arbeiten, also Arbeitsplanung, im Sinne des Projekts, durchführen. Für die Auswahl der Grundgesamtheit der empirischen Untersuchung wurden daher Definitionen gewählt, die diese beschreiben.

Für die Definition von KMU wurde die Definition der Europäischen Kommission aus der EU-Empfehlung 2003/361⁵ ausgewählt. Diese unterteilt KMU in kleinst, kleine und mittlere Unternehmen, wie Tabelle 1 darstellt.

⁵ (Empfehlung der Kommission vom 6. Mai 2003 betreffend die Definition der Kleinstunternehmen sowie der kleinen und mittleren Unternehmen, 2003)

Tabelle 1: KMU Schwellenwerte der Europäischen Kommission⁶

Unternehmensgröße	Zahl der Beschäftigten	Umsatz in €/Jahr	Bilanzsumme in €/Jahr
Kleinst	bis 9	bis 2 Millionen	bis 2 Millionen
Klein	bis 49	bis 10 Millionen	bis 10 Millionen
Mittel	bis 249	bis 50 Millionen	bis 43 Millionen

Zur Bestimmung der zu befragenden Handwerksbetriebe wurden Anlage A und B der Handwerksordnung⁷ herangezogen, in der alle zulassungspflichtigen und zulassungsfreien Handwerke benannt sind. Diese wurden gefiltert nach Handwerken, die bei Hochbauprojekten des Bauwesens beteiligt sind.

Auf Grundlage dieser Definitionen galten als Grundgesamtheit der Befragung alle Unternehmen in Nordrhein-Westfalen, die folgende Kriterien erfüllen:

- Das Unternehmen übt ein zulassungspflichtiges oder zulassungsfreies Handwerk aus dem Hochbaubereich aus⁸. In Anlage 1 – Liste der Handwerke sind alle Handwerkstypen aufgelistet, die dieser Kategorie entsprechen.
- Das Unternehmen beschäftigt weniger als 250 Mitarbeiter und hat einen Jahresumsatz von weniger als 50 Millionen Euro oder eine Bilanzsumme von weniger als 43 Millionen Euro⁹.

Durch die als Praxispartner am Projekt beteiligten Verbände und Kammern wurde der Zugriff auf die Betriebe in NRW sichergestellt.

Da eine Totalerhebung dieser Betriebe aufgrund der Vielzahl der Betriebe¹⁰ nicht möglich war, erfolgte eine Stichprobenauswahl. Um zu gewährleisten, dass jedes Unternehmen die gleiche Chance hat an der Umfrage teilzunehmen, wurden die Fragebogen durch die als Praxispartner am Projekt beteiligten Pflichtverbände verteilt.

Bei der Recherche zu einer allgemeingültigen Definition des innerhalb des Forschungstitels stehenden Begriffs „Arbeitsplanung“ hat sich herauskristallisiert, dass die Untergliederung des Prozesses der Arbeitsvorbereitung in die Prozessschritte Arbeitsplanung, Arbeitssteuerung und Ar-

⁶ (Empfehlung der Kommission vom 6. Mai 2003 betreffend die Definition der Kleinstunternehmen sowie der kleinen und mittleren Unternehmen, 2003)

⁷ (Gesetz zur Ordnung des Handwerks, 1953)

⁸ (Gesetz zur Ordnung des Handwerks, 1953)

⁹ (Empfehlung der Kommission vom 6. Mai 2003 betreffend die Definition der Kleinstunternehmen sowie der kleinen und mittleren Unternehmen, 2003)

¹⁰ 338.302 Handwerksbetriebe des Baugewerbes in Deutschland; (eurostat, 2017)

beitskontrolle primär in der mechanischen Fertigung vorzufinden ist und nicht direkt auf die Bau-
branche übertragen werden kann. Der Begriff Arbeitsvorbereitung (AVOR) ist im gegenständigen
Forschungsprojekt mit dem Begriff der Arbeitsplanung gleichzusetzen.¹¹

4.1.2 Aufstellung Fragebogen

Für die Erstellung des Fragebogens wurden Empfehlungen aus Werken von Kallus¹² und Kirch-
hoff¹³ umgesetzt. Dadurch wurde die Qualität des Fragebogens und die Wahrscheinlichkeit eine
hohe Rückläuferzahl zu erhalten, gesteigert.

Der Fragebogen (s. Anlage 2 – Fragebogen) ist in folgende vier Abschnitte gegliedert:

- A - Allgemeiner Teil
- B - Building Information Modeling
- C - Arbeitsplanung
- D - Sonstiges

Die Abschnitte verfolgen einen Aufbau vom Allgemeinen zum Speziellen. So werden in Abschnitt
A Fragen zum Unternehmen und der Befragten Person gestellt und in Abschnitt B die Kenntnisse
und Erfahrungen zur Methode BIM betrachtet. In Abschnitt C werden dann die Prozesse der Ar-
beitsplanung mit den dafür benötigten Informationen beleuchtet. Basis für die vertiefte Analyse
der Prozesse der Arbeitsplanung waren die Ergebnisse des Forschungsprojektes „BIM-Prozesse
Realisierung“, welche die Arbeitsplanung/Arbeitsvorbereitung bereits in folgende Teilprozesse
unterteilt haben:

- Planung der Bauverfahren
- Planung der Baulogistik und der Lagerplätze
- Kostenplanung
- Terminplanung
- Qualitätsmanagementplan
- Planung der Arbeitssicherheit
- Montageplanung
- Personalplanung
- Planung der Materialbeschaffung
- Planung der Beschaffung/Bereitstellung von Geräten und Maschinen

Den Abschluss in Abschnitt D bilden die offene Frage nach Anregungen, Bedenken oder Wün-
schen zur Thematik BIM sowie die Frage nach dem Interesse an den Umfrageergebnissen.

Durch die Gliederung wurde den Befragten ein leichter Einstieg in die Umfrage geboten, da zu
Beginn in Abschnitt A nur leicht zu beantwortende Faktfragen in Form geschlossener Fragen
gestellt wurden. Erst im zweiten und dritten Abschnitt wurden Meinungs- und Verhaltensfragen in

¹¹ (Girmscheid, 2015), s. 122

¹² (Kallus, 2010)

¹³ (Kirchhoff, Kuhnt, Lipp, & Schlawin, 2010)

geschlossener und offener Form gestellt. Zum Abschluss des Fragebogens wurde jedem Teilnehmer die Möglichkeit geboten, allgemeine Anmerkungen zum Forschungsprojekt bzw. der Befragung zu geben.

Da die befragte Zielgruppe nicht aus dem wissenschaftlichen Bereich stammt und teilweise noch nicht mit dem Thema Digitalisierung der Baubranche vertraut ist, wurde auf Fachbegriffe verzichtet. Stattdessen wurden diese operationalisiert und so für jeden Befragten verständlich beschrieben.

Um zusätzlich sicherzustellen, dass der Fragebogen leicht verständlich ist und die Informationen abfragt, die auch tatsächlich benötigt werden, wurde ein Pretest durchgeführt.

4.1.2.1 Pre-Test-Phase

Die Befragung der Unternehmen erfolgte in einem zweistufigen Verfahren, indem vor der eigentlichen Befragung eine Pre-Test-Phase durchgeführt wurde. Diese Vorgehensweise hatte das Ziel den Fragebogen zu verifizieren und anschließend entsprechend der gewonnenen Erkenntnisse anzupassen. Dadurch wurde sowohl eine Steigerung der Qualität des Fragebogens als auch der Rückläuferzahl der Befragung angestrebt.

Innerhalb der Pre-Test-Phase, welche in den Monaten Mai bis Juli 2017 lief, wurde der Fragebogen in Form eines Interviews mit insgesamt elf Handwerksbetrieben durchgesprochen und getestet. Damit ein für möglichst alle Gewerke allgemeingültiger Fragebogen entwickelt werden konnte, wurde bereits innerhalb des Pre-Tests darauf geachtet, den Fragebogen mit Firmen unterschiedlicher Gewerke durchzusprechen, die in Summe ein breites Leistungsspektrum erbringen. Zu diesen Gewerken gehörten:

- Dachdecker (4x)
- Fliesen-, Platten- und Mosaikleger
- Installateur & Heizungsbauer
- Klempner
- Maler und Lackierer
- Maurer und Betonbauer
- Metallbauer
- Rollladen- und Sonnenschutztechniker
- Straßenbauer, Kanalbauer
- Stuckateur (2x)
- Tischler
- Zimmerer (2x)

Im Rahmen des Pretests wurde darauf geachtet, dass das Verständnis der Fragestellungen einheitlich ist und die für das weitere Vorgehen im Forschungsprojekt benötigten Informationen generiert werden. Darüberhinausgehende Anmerkungen der Betriebe wurden zudem ebenfalls aufgenommen.

Während des Pretests wurde der Fragebogen anhand der jeweiligen Gesprächsergebnisse kontinuierlich angepasst. Dadurch wurde eine Steigerung der Fragebogenqualität sowie der Rückläuferzahl erreicht.

4.1.2.2 Ergebnisse der Pre-Test-Phase

Durch die Interviews im Rahmen des Pre-Tests konnten Anmerkungen und Verbesserungsvorschläge für den Fragebogen gesammelt werden, die zum leichteren Verständnis und einer verkürzten Bearbeitungsdauer führten. Zudem konnte ein erstes Stimmungsbild der Handwerksunternehmen zum Thema BIM aufgenommen werden. Bereits durch den Pre-Test wurde deutlich, dass den Betrieben der Begriff BIM zwar nicht unbekannt ist, sie in ihrer alltäglichen Arbeit bislang jedoch wenig auf digitale Unterstützung ihrer Arbeitsprozesse setzen.

Im Hinblick auf die durchgeführten Prozesse im Rahmen der Arbeitsplanung wurde deutlich, dass die Betriebe ihre Arbeit bislang nicht aus einer Prozesssicht betrachten. Arbeitsplanung wird in sich durchgeführt, eine bewusste Unterteilung in weitere Prozessschritte erfolgt jedoch nicht. Die Fragen innerhalb des Abschnitts C „Arbeitsplanung“, die im ersten Entwurf detaillierte Angaben zu den benötigten und generierten Informationen innerhalb der einzelnen Prozessschritte abfragten, wurden in Folge des Pre-Tests umformuliert. Der Fokus wurde nun auf benötigte und erzeugte Dokumente gelegt, da diese Sichtweise der der Betriebe entspricht und mit Blick auf die Dokumente im Anschluss an die Befragung weiterhin ein Rückschluss auf die benötigten Informationen gezogen werden konnte.

4.1.3 Technische Umsetzung und Verteilung

Im zweiten Schritt wurde der Fragebogen über die Verbände und Kammern, die als Praxispartner am Projekt beteiligt sind, an ihre jeweiligen Mitgliedsbetriebe verteilt. Durch die Beteiligung mehrerer Praxispartner für die Verteilung der Fragebogen wurde sichergestellt, dass zum einen allen Handwerksbetrieben der Zielgruppe eine Teilnahme ermöglicht wird, zum anderen, dass alle Arten von Handwerksbetrieben berücksichtigt werden.

Für die Verteilung der Fragebogen wurden verschiedene Medien eingesetzt, um möglichst viele Betriebe zu erreichen. Über den Umfrage-Service der Web-Plattform „LimeSurvey“, welche einen Rahmenvertrag mit der Bergischen Universität Wuppertal hat, wurde der Fragebogen online zur Verfügung gestellt. Auf der Plattform konnten die Umfrageteilnehmer die Fragen anonym beantworten und anschließend „absenden“, sodass den Anforderungen des Datenschutzes Rechnung getragen wurde. Durch die Verteilung über das Internet wurde zudem eine breite Streuung gewährleistet, welche im Vergleich zu anderen Erhebungsmethoden (z.B. Post oder Telefon) deutlich kosten- und zeiteffizienter ist.

Neben der Onlinevariante wurde der Fragebogen als ausfüllbares PDF-Dokument zur Verfügung gestellt. Dieses wurde z.B. per E-Mail an die Betriebe versendet und von ihnen nach Beantwortung zurückgesendet. Als dritte Variante wurde der Fragebogen als Papierversion erstellt und z.B. bei Informationsveranstaltungen der Verbände ausgehändigt. Der Link zur Umfrage wurde über Newsletter, Infomails usw. an die Betriebe verteilt.

Um die Anonymität der Teilnehmer zu wahren, wurde der Fragebogen mittels des Adressmittlungsverfahrens über die Praxispartner verteilt. Dazu erhielten die Baugewerblichen Verbände und die Handwerkskammer Düsseldorf die Fragebogen bzw. den Link zum Onlinefragebogen von der Universität Wuppertal. Die Verbände verschickten diesen anschließend sowohl per Mail

als auch per Post an ihre Mitglieder. Die Rückantwort schickten die Firmen direkt an die Universität Wuppertal. So wurde die Vorsorge getroffen, dass die Universität keinen Einblick in die personenbezogenen Daten der Betriebe erhält, die Verbände ihrerseits erhielten keine Auskunft zu den Antworten der Betriebe.

Um die Anzahl der Rückläufe zu steigern, wurde von jedem Verband ein eigener Einleitungstext, speziell auf die eigenen Mitgliedsbetriebe abgestimmt, verfasst. Zudem wurde als Ansprechpartner jeweils ein Mitarbeiter des Verbands innerhalb der Informationsmail inkl. Link zur Umfrage vermerkt, da diese in engem Kontakt zu den Betrieben stehen und somit die Hemmschwelle zur Kontaktaufnahme für die Betriebe sinkt. Die Distanz der Universität zu den Betrieben wurde als zu groß angesehen, um sie als sinnvollen Ansprechpartner anzugeben.

Neben den Praxispartnern Handwerkskammer Düsseldorf und Baugewerbliche Verbände Nordrhein wurde Kontakt zu diversen weiteren Handwerkskammern, Schwester-Verbänden und Zentralverbänden aufgenommen, um eine möglichst deutschlandweite Verteilung des Fragebogens zu erreichen. Darüber hinaus wurden durch das Projektteam über die Online-Plattform „Gelbe Seiten“ diverse Firmen außerhalb von NRW auf die Umfrage hingewiesen.

4.1.4 Durchführung und Rücklauf der Ergebnisse

Nach Abschluss der inhaltlichen und technischen Vorbereitungen wurde die Umfrage in der finalen Version vom 07.07.2017 (s. Anlage 2 – Fragebogen) über die Links <https://www.dialog.uni-wuppertal.de/index.php/377755?lang=de> und www.uni-w.de/la online gestellt. Die Fragen konnten im Zeitraum vom 07.07.2017 bis zum 04.10.2017 beantwortet werden.

Neben der Online-Version standen auch die PDF- sowie die Papierversion zur Verfügung, jedoch konnte über dieses Medium kein Rücklauf erzielt werden. Die auswertbaren Daten wurden somit rein über die Online-Umfrage erhoben.

Insgesamt haben an der Umfrage 366 Betriebe teilgenommen, jedoch haben nur 132 den kompletten Fragebogen ausgefüllt, was einer Abbruchquote von insgesamt 63,9 Prozent entspricht.

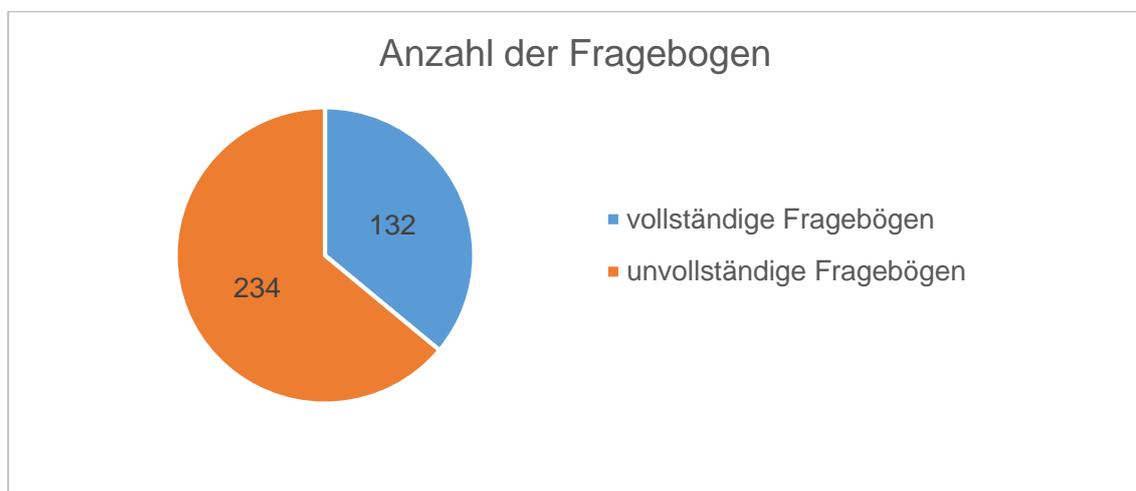


Abbildung 5: Gesamtanzahl der vollständig und unvollständig ausgefüllten Fragebogen

Die Ansiedlung des Forschungsprojekts und seiner Praxispartner in NRW zeigt sich in der deutschlandweiten Verteilung der Umfragerückläufer. Während die meisten Rückläufer, durch die Adressmittlungsverfahren der Baugewerblichen Verbände und der Handwerkskammer Düsseldorf, aus Nordrhein-Westfalen kommen, konnte in den restlichen Bundesländern nur in Brandenburg eine zweistellige Teilnehmerzahl erreicht werden (s. Abbildung 6).



Abbildung 6: Bundesweite Verteilung der Rückläufer

Während in Bayern (9), Baden-Württemberg (7), Berlin (5), Hessen (4), Rheinland-Pfalz (4), Sachsen-Anhalt (3) und Hamburg (2) noch mehrere Unternehmen erreicht werden konnten, lieferten die Bundesländer Niedersachsen, Saarland, Sachsen und Thüringen nur einen erfolgreichen Rückläufer. In den Bundesländern Mecklenburg-Vorpommern und Schleswig-Holstein konnten keine Unternehmen erreicht werden.

Von den 234 abgebrochenen Befragungen haben 92 (39,3%) bereits nach der ersten Seite abgebrochen. Weitere 65 Befragte (27,7%) haben die Befragung nach dem Allgemeinen Teil A abgebrochen. Der Großteil der restlichen Abbrüche erfolgte vor der Bearbeitung des Fragenteils C, welcher sich mit den jeweiligen Anforderungen an die zur Arbeitsplanung benötigten Informationen der einzelnen Betriebe auseinandersetzt. Zur Auswertung lagen somit die Daten aus 132 vollständig ausgefüllten Fragebogen vor (vgl. Abbildung 7).

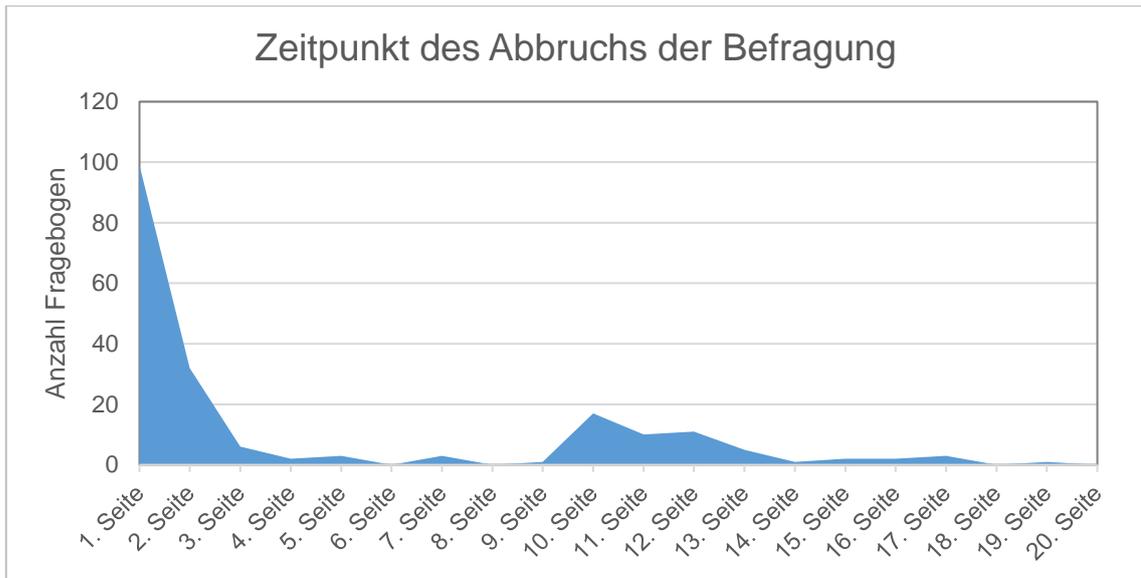


Abbildung 7: Zeitpunkt des Abbruchs der Befragung

Die Ableitung einer absoluten Rücklaufquote ist nicht möglich, da die Zahl der effektiv erreichten Personen unbekannt ist (vgl. Kapitel 4.1.3).

4.1.5 Auswertung

Im folgenden Kapitel werden die Umfrageergebnisse visuell aufbereitet und interpretiert. Die Interpretation der Ergebnisse dient der Ableitung von Inhalten für das aufzustellende Lastenheft für die Datenschnittstelle (AP 3).

4.1.5.1 Auswertungsmethodik

Die innerhalb des Aufbaus der Umfrage definierte Struktur sowie die Bereitstellungsmöglichkeiten der genutzten Umfrage-Plattform ermöglichen es, die Analyse auf verschiedenen Betrachtungsebenen durchzuführen, nach spezifischen Blickwinkeln zu filtern sowie alle Antworten zueinander in Bezug zu setzen. Somit können einzelne Abschnitte analysiert werden, ohne dass der Gesamtkontext vernachlässigt wird.

Die Auswertung orientiert sich somit an der vorgegebenen Struktur des Fragebogens nach den Abschnitten A „Allgemeiner Teil“, B „Building Information Modeling“, C „Arbeitsplanung“ und D „Sonstiges“ (vgl. Kapitel 4.1.2).

Bei der Analyse der Ergebnisse wurde grundsätzlich beachtet, dass bei einigen Fragen Mehrfachnennungen möglich waren (vgl. Anlage 2 – Fragebogen), sodass teilweise mehr als 132 Antworten vorliegen. Alle im Folgenden dargestellten Prozentangaben beziehen sich auf die Antworten der 132 vollständig ausgefüllten Fragebogen.

Eine Datei zur individuellen Auswertung der Umfrageergebnisse wird diesem Bericht in Anlage 3 beigefügt. Aus Datenschutzgründen wurden die E-Mail-Adressen, sofern eine Angabe erfolgte, aus der Datei gelöscht.

4.1.5.2 Repräsentativität

Eine exakte Zahl der erreichten Adressaten kann nicht genannt werden (vgl. Kapitel 4.1.3), jedoch kann aufgrund des Adressmittlungsverfahrens über die Baugewerblichen Verbände Nordrhein sowie der Handwerkskammer Düsseldorf abgeleitet werden, dass mehrere Tausend Betriebe erreicht wurden.

Die vollständig auswertbaren Fragebogen stellen in Summe keine repräsentative Datenbasis dar, jedoch sind die vorliegenden Daten nach Auffassung der Verfasser, die genauesten und detailreichsten Daten, die im Kontext der Thematik BIM und den Anforderungen von kleinen und mittleren Handwerksbetrieben an diese neue Methode bislang erhoben wurden. Alle bislang zu den Themen Digitalisierung und Building Information Modeling durchgeführten Umfragen befassen sich ohne Detailtiefe mit der Thematik und legen häufig einen Fokus auf die Planungsphase. Der gesamte Lebenszyklus der Immobilie stand bislang nicht im Fokus. Als Beispiele hierzu können folgende Umfragen genannt werden:

- von Both, Koch, Kindsvater 2013: BIM – Potentiale, Hemmnisse und Handlungsplan¹⁴
- CONJECT 2015: BIM-Umfrage 2015¹⁵
- BRZ 2016: IT-Trends in der Baubranche¹⁶
- ZDH/ bitkom 2017: Digitalisierung des Handwerks¹⁷

4.1.5.3 Abschnitt A - Allgemeiner Teil

Ziel des Forschungsprojektes ist die Entwicklung eines Datenviewers für BIM-Modelle, der gewerkespezifisch genutzt werden kann, sodass die Antworten differenziert nach Leistungsbereichen sowie nach zulassungspflichtigen und zulassungsfreien Gewerken gemäß Handwerksordnung erfasst wurden (s. Abbildung 8).



Abbildung 8: Umfrageteilnehmer differenziert nach Handwerksbereichen

¹⁴ (von Both, Koch, & Kindsvater, 2013)

¹⁵ (CONJECT, 2015)

¹⁶ (brz, 2016)

¹⁷ (Rohleder & Schulte, 2017)

Deutlich wird, dass primär Betriebe mit einem zulassungspflichtigen Tätigkeitsbereich an der Befragung teilgenommen haben (121 Teilnehmer). Aus dem Bereich der zulassungsfreien Handwerke haben 19 Teilnehmer die Umfrage beendet. Zu beachten ist, dass insgesamt 140 Antworten gegeben wurden, da 8 Probanden sowohl Leistungen im zulassungsfreien als auch im zulassungspflichtigen Bereich anbieten. Dies bedeutet im Umkehrschluss, dass nur 11 Betriebe erreicht wurden, welche ihr Betätigungsfeld rein im zulassungsfreien Handwerksbereich haben.

Das Verhältnis zwischen den zulassungspflichtigen und zulassungsfreien Betrieben von 86% zu 14% entspricht annähernd dem Verhältnis der Unternehmen in NRW, welche zu 76% in zulassungspflichtigen und zu 24% in zulassungsfreien Gewerken gemeldet sind.¹⁸

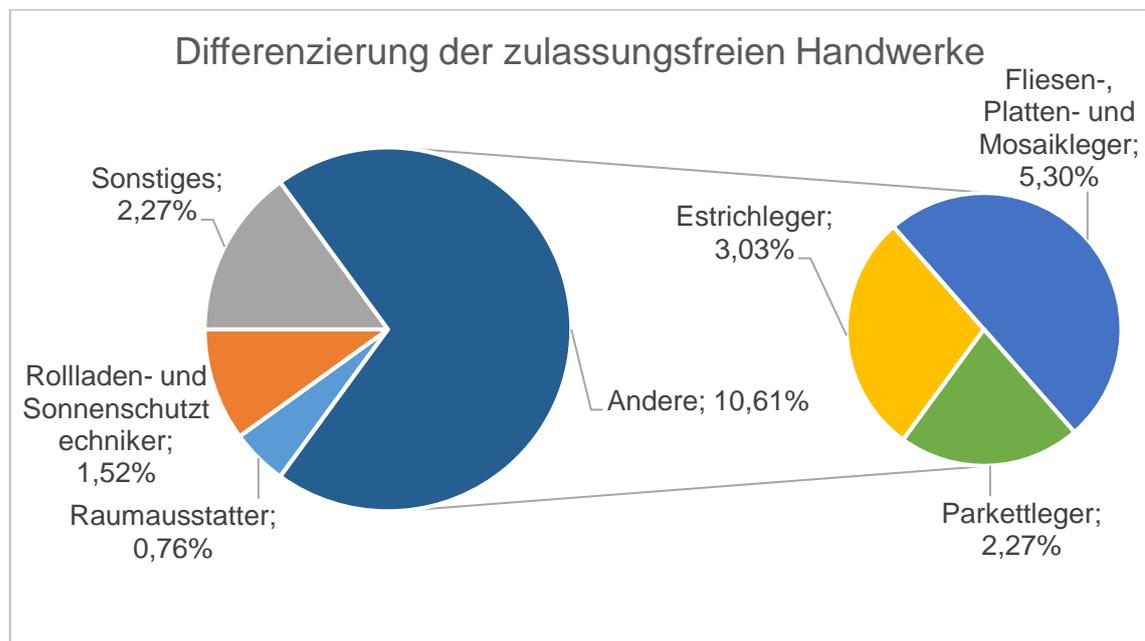


Abbildung 9: Umfrageteilnehmer zulassungsfreies Handwerk differenziert nach Gewerken

Die erhobenen Daten der zulassungsfreien Handwerke zeigen, dass der Großteil der zulassungsfreien Leistungen im Bereich der Bodenarbeiten erbracht wird (10,6%), sodass diese Gruppe nochmals aufgegliedert dargestellt wurde. Die Antwortmöglichkeit „Sonstiges“ bei den zulassungsfreien Handwerken (2,3%) ergab die Angaben „Trockenbau“, „Erdarbeiten“ und „Bodenleger“. Somit sind diese zum Teil auch den Bodenarbeiten zuzuordnen.

¹⁸ (Handwerkskammer Düsseldorf, 2017)

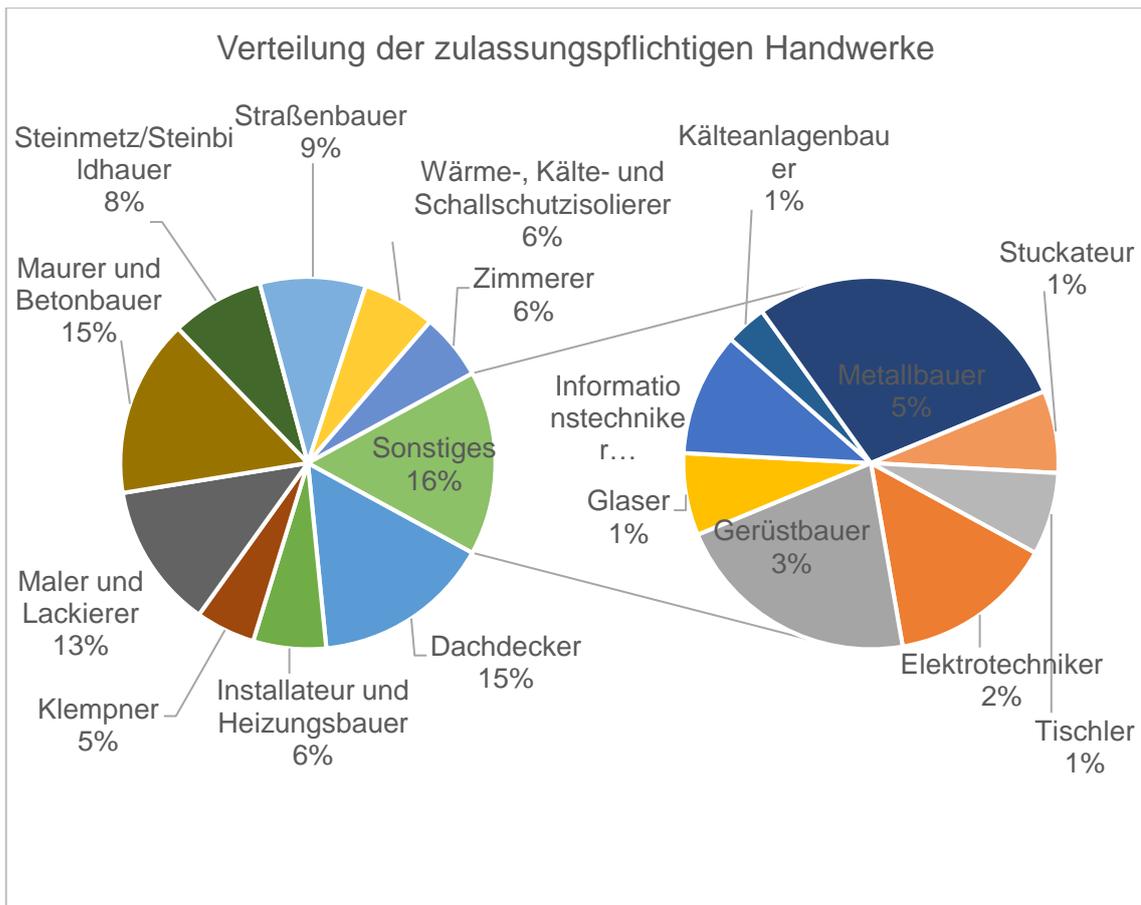


Abbildung 10: Verteilung der zulassungspflichtigen Handwerke

Die erhobenen Daten der zulassungspflichtigen Handwerke zeigen ein vielfältiges Leistungsspektrum, das durch die Befragten angeboten und erbracht wird. Hervorzuheben sind die größten Datensätze zu den Gewerken Dachdecker (15%), Maurer und Betonbauer (15%), Maler und Lackierer (13%), Straßenbauer (9%) sowie Steinmetz/Bildhauer (8%). Kleinere Teilnehmergruppen nahmen aus den Gewerken Wärme-, Kälte- und Schallschutzisolierer (6%), Zimmerer (6%), Installateur und Heizungsbauer (6%) und Klempner (5%) teil. Vereinzelt wurden durch die Befragten die Gewerke Metallbau (5%) und Gerüstbau (3%) angegeben. Darüber hinaus werden Leistungen in den Gewerken Elektrotechniker (2%), Informationstechniker (2%), Tischler (1%), Stuckateur (1%), Kälteanlagenbauer und Glaser (1%) erbracht.

Bei den Angaben zu den zulassungspflichtigen Handwerken ergibt sich ein deutlich differenzierteres Bild als bei den zulassungsfreien Handwerken. Dies ist u. a. dadurch bedingt, dass es gemäß Handwerksordnung mehr zulassungspflichtige als zulassungsfreie Handwerke gibt, welche der Baubranche zuzuordnen sind (vgl. Anlage 1 – Liste der Handwerke). Insgesamt zeigt die Verteilung nach zulassungspflichtigen und zulassungsfreien Handwerken sowie nach Gewerken, dass das Ziel der Verfasser, möglichst viele verschiedene Gewerke zu erreichen, erfolgreich umgesetzt werden konnte.

Neben dem breiten Spektrum an Gewerken konnten zudem Unternehmen jeder Beschäftigtenzahl erreicht werden. Kleinstbetriebe, kleine Betriebe, mittlere Betriebe und ein Großunternehmen nahmen an der Umfrage teil. (s. Abbildung 11).

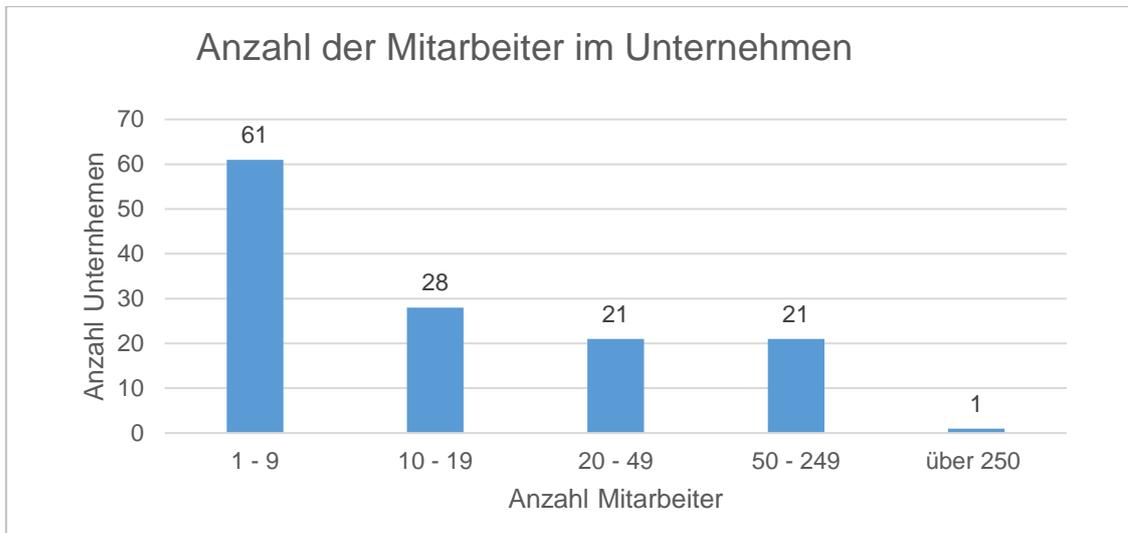


Abbildung 11: Betriebsgrößen

Die durch die Umfrage erfassten Betriebsgrößen spiegeln nur zum Teil die Verhältnisse innerhalb der deutschen Baubranche wieder. Prozentual wurden mehr Betriebe mit einer Beschäftigtenzahl über 20 erreicht, als diese anteilsmäßig in der deutschen Baubranche vertreten sind.

Tabelle 2: KMU Prozentuale Verteilung der Betriebsgrößen

Unternehmensgröße	Zahl der Beschäftigten	Verteilung Deutschland ¹⁹	Verteilung Umfrage BIM-gestützte AP
Kleinst	bis 9	83,5 %	46,2 %
	bis 19	12,2 %	21,2 %
Klein	bis 49	3,3 %	15,9 %
Mittel	bis 249	1,0 %	15,9 %
Groß	ab 250	0,1 %	0,8 %

Dies legt eine Bestätigung der Hypothese nahe, dass sich die Beschäftigten der größeren Betriebe eher mit dem Thema Digitalisierung und der Thematik BIM befassen. Größere Betriebe haben eher die Möglichkeiten und Kapazitäten sich mit diesem komplexen Themenfeld auseinanderzusetzen und entsprechend auch an solchen Umfragen teilzunehmen.

¹⁹ (eurostat, 2017)

Bei der Analyse der Betriebsgrößen im Verhältnis zum Umsatz wird ersichtlich, dass der Umsatz des Unternehmens höher ist, je größer auch sein Betrieb ist. (s. Abbildung 12).

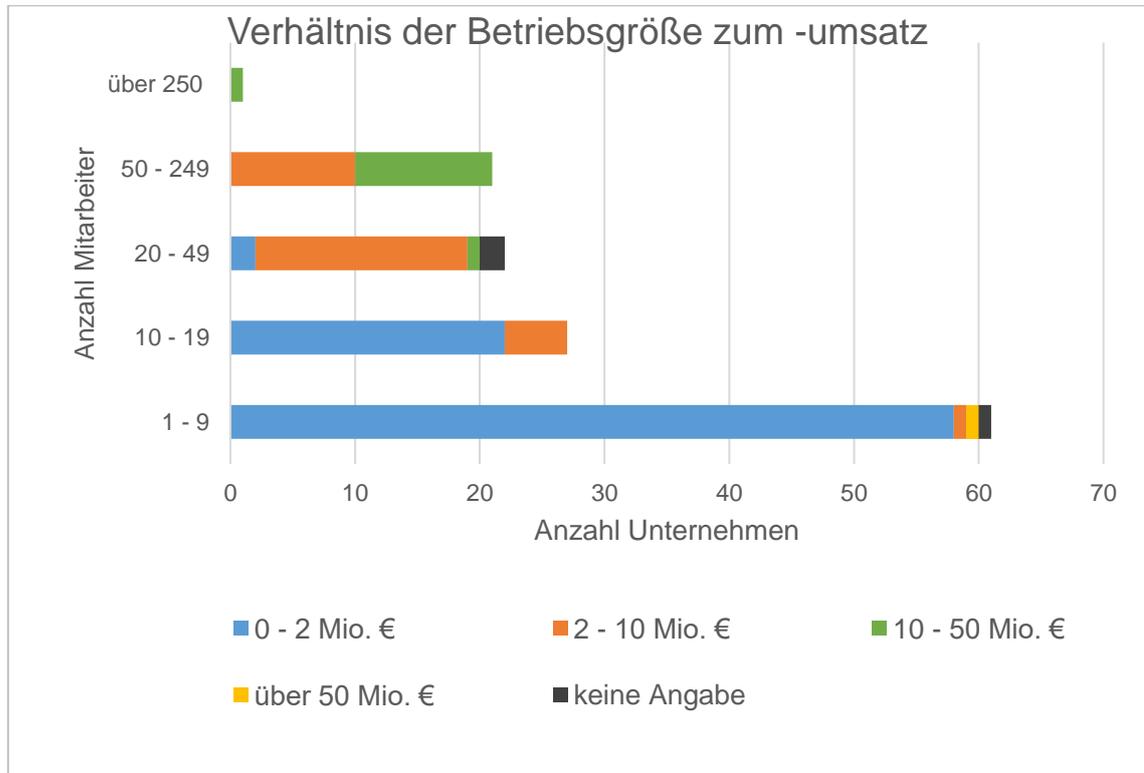


Abbildung 12: Verhältnis der Betriebsgrößen zum Unternehmensumsatz

Als Ausreißer kann der Datensatz eines Unternehmens identifiziert werden, das bei einer Mitarbeiteranzahl von 1-9 einen Umsatz von über 50 Mio. € generiert.

Die befragten Unternehmen sind gewerkeübergreifend primär im Bauen im Bestand aktiv. 41% der Teilnehmer gaben an, dass sie zu ca. 75% Aufträge ausführen, die sich auf Bestandsimmobilien beziehen. Darüber hinaus sind 17% der befragten ausschließlich im Bauen im Bestand tätig, wohingegen nur 2% ausschließlich Leistungen im Neubau erbringen (s. Abbildung 13).

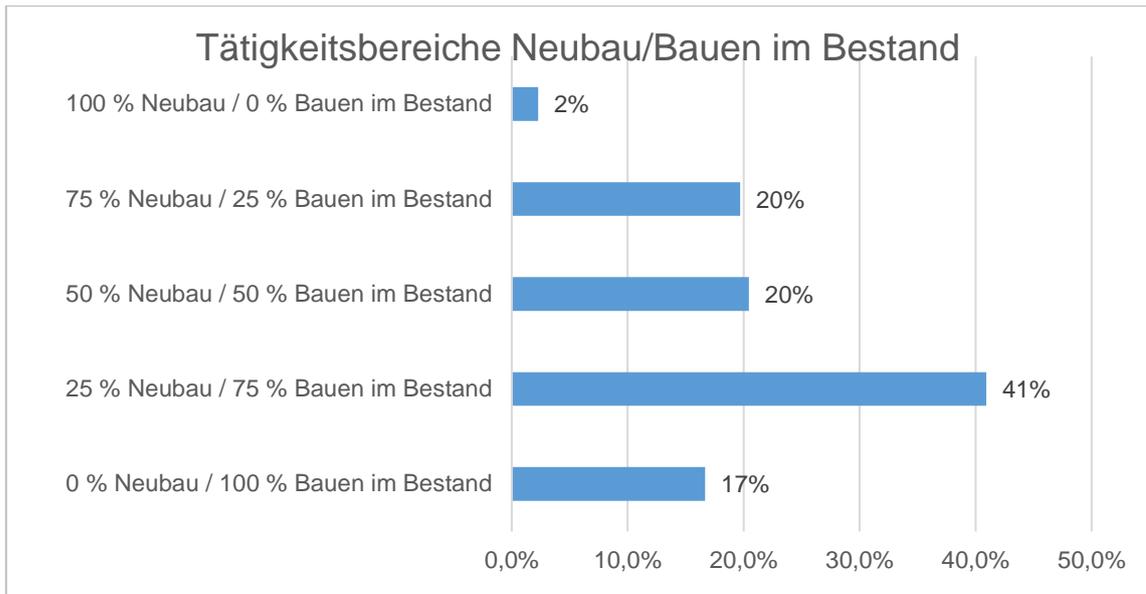


Abbildung 13 Tätigkeitsbereiche Neubau/Bauen im Bestand

Erklärungsansätze hierfür finden sich in der Vergabestruktur bei Neubauten im Gegensatz zum Bauen im Bestand. Während bei Neubauten oftmals Firmen mit großen Mannstärken aus Ländern mit einem günstigen Lohnniveau den Zuschlag erhalten, werden Bestandsarbeiten aufgrund der teilweise komplexen Anforderungen eher an regionale Betriebe vergeben. Da die Umfrage durch das Adressmittlungsverfahren über die Baugewerblichen Verbände Nordrhein und die Handwerkskammer Düsseldorf an lokal gemeldete Betriebe versandt wurde, lässt sich das Ergebnis der Befragung entsprechend gut einordnen.

4.1.5.4 Abschnitt B: Building Information Modeling

Im zweiten Abschnitt der Umfrage wurde das Verständnis sowie die jeweilige Einschätzung der Methode Building Information Modeling abgefragt. Zu Beginn wurde hierzu auf die jeweiligen Informationskanäle bezüglich Innovationen in der Baubranche eingegangen. Wie informieren sich Unternehmen über Neuerungen in der Branche und können ggf. auf das Themenfeld BIM aufmerksam gemacht werden. Dies wurde über die Frage „Informieren Sie sich regelmäßig über Innovationen für die Baubranche? Falls ja, über welche Angebote informieren Sie sich zu den Entwicklungen?“ erfasst.

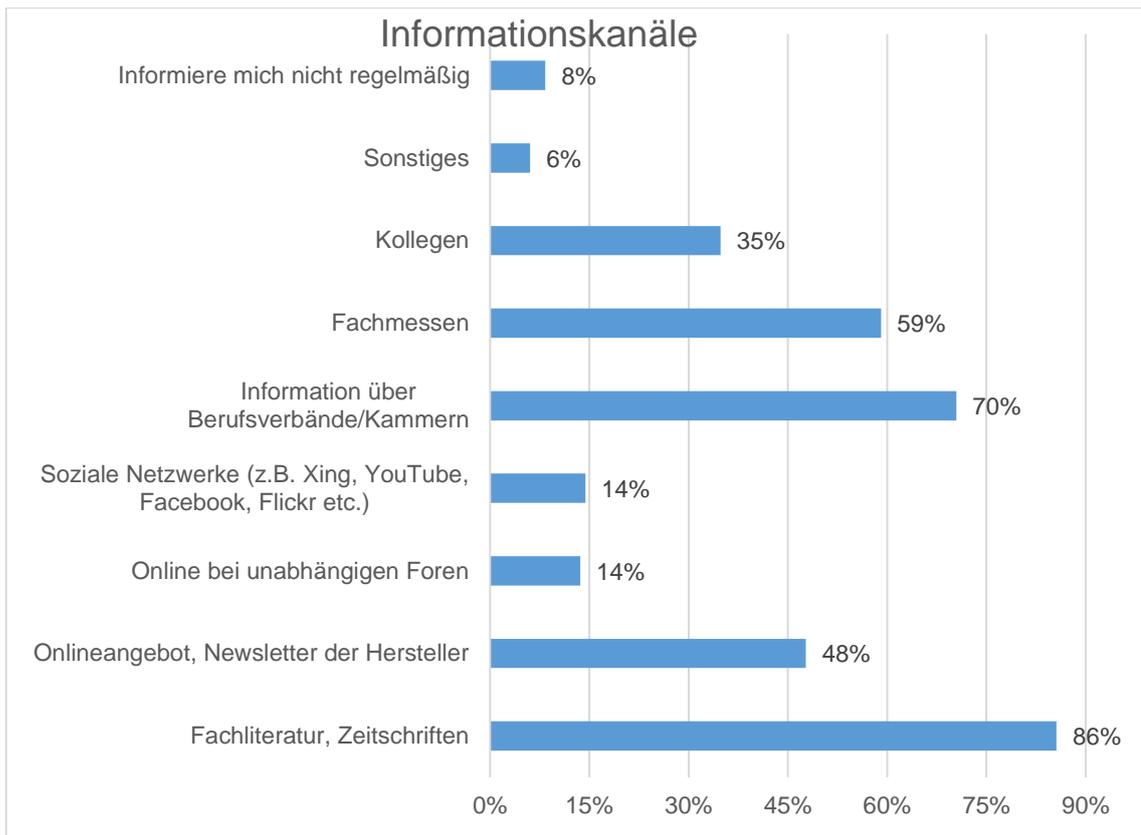


Abbildung 14: Informationskanäle

Nur eine Minderheit der befragten Unternehmen (8%) gab an, sich nicht regelmäßig über Neuerungen in der Baubranche zu informieren. Der Großteil (92%) befasst sich aktiv mit aktuellen Themen.

Spitzenreiter bei den Informationskanälen sind Fachliteratur und Zeitschriften mit einem Wert von 85,61%, gefolgt von der Informationsbereitstellung über Berufsverbände und Kammern (70%). Darüber hinaus bieten Fachmessen 59% den Befragten die Möglichkeit, sich über Innovationen in der Baubranche zu informieren. Nach den Fachmessen sind sowohl das Online-Angebot inkl. Newsletter von Produktherstellern (48%) sowie der Austausch mit den Kollegen (35%) häufig genutzte Informationskanäle.

Weitere verfügbare Online-Angebote wie z.B. unabhängige Foren (14%) und soziale Netzwerke (z.B. Xing, YouTube, Facebook, Flickr) (14%) werden hingegen nur selten durch die Umfrageteilnehmer genutzt. Unabhängig von den vorgeschlagenen Informationskanälen werden durch die Befragten unter der Antwortmöglichkeit „Sonstiges“ ebenfalls die Angebote der Hersteller, die Fortbildungen der Verbände sowie eigene Recherchen angegeben.

Um das Verständnis von BIM abzufragen, wurde den Befragten die durch das Lehr- und Forschungsgebiets²⁰ erarbeitete Definition vorgestellt:

²⁰ (Bergische Universität Wuppertal, 2018)

"Building Information Modeling ist die Zusammenführung und Vernetzung aller relevanten Daten eines Bauwerks in einem virtuellen Datenmodell. Dies erfolgt über die gesamte Lebensdauer des Gebäudes, also von der Konzeption, Planung und Ausführung über die Nutzung bis zum Rückbau."

Innerhalb der Umfrage wurde validiert, ob diese Definition den Handwerksbetrieben im Zusammenhang mit Building Information Modeling bekannt ist und ob dieser Definition zugestimmt wird.

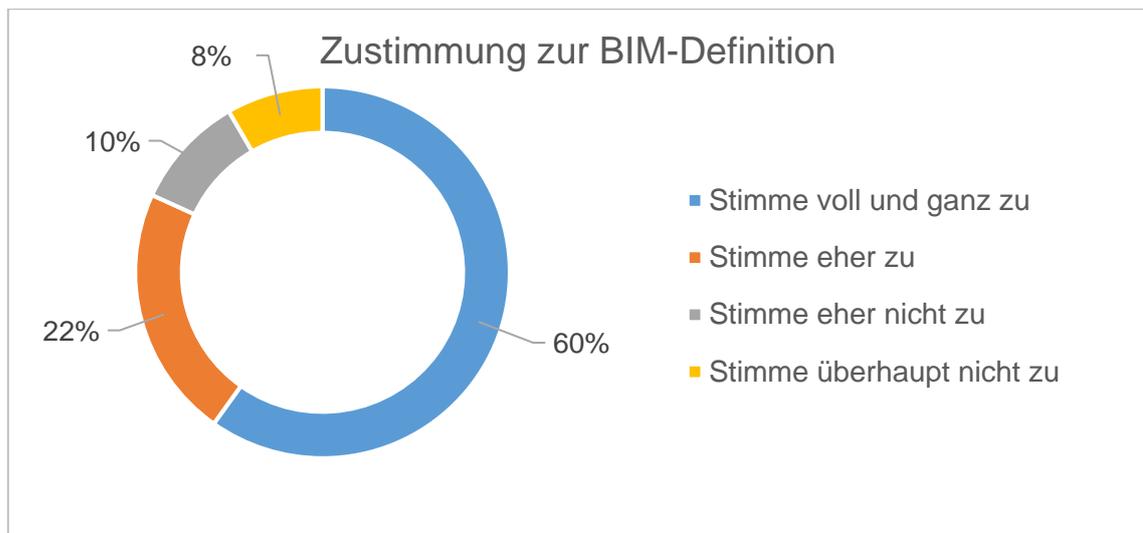


Abbildung 15: Zustimmung zur gewählten BIM-Definition

Von den Befragten haben 60% der vorgestellten Definition zugestimmt. Darüber hinaus stimmten 22% der Befragten der Definition eher zu, sodass die durch das BIM-Institut aufgestellte Definition dem Verständnis von über 80% der Umfrageteilnehmer entspricht. Demgegenüber stehen 10% der Teilnehmer, die der Definition eher nicht zustimmen sowie 8%, die dieser Definition überhaupt nicht zustimmen.

Allen Teilnehmern, die dieser Definition nicht „voll und ganz“ zustimmten, wurde die Möglichkeit geboten, das eigene Verständnis von BIM zu erläutern (vgl. Anlage 2 – Fragebogen). Teilnehmer, die „stimme eher zu“ angekreuzt haben, haben keine weiteren Erläuterungen zu den Unterschieden zum eigenen Verständnis genannt. Verwertbare Ergänzungen oder Anregungen zur Definition der Methode BIM konnten den frei formulierten Antworten nicht entnommen werden. Für einen Umfrageteilnehmer steht BIM für Digitales Arbeiten. Darüber hinaus wird durch die Teilnehmer darauf hingewiesen, dass „Englisch nicht die Handwerkersprache ist“ und „BIM höchstens bei Großprojekten Sinn macht“.

Im weiteren Verlauf der Befragung wurde neben der expliziten Frage nach der Arbeit mit der Methode BIM erfragt, ob ggf. mit einem Modell oder modellorientiert gearbeitet wird (s. Abbildung 16). Zu 95% wurde dies durch die Teilnehmer verneint. Von den restlichen 5% der Teilnehmer, welche modellorientiert oder mit der Methode BIM arbeiten, gaben 80% an, dies in nur bei 1-25% der Aufträge zu nutzen. Ein einzelnes Unternehmen (entspricht den restlichen 20% der „BIM-Nutzer“) gab an, die Methode bei 51-75% der Aufträge einzusetzen.

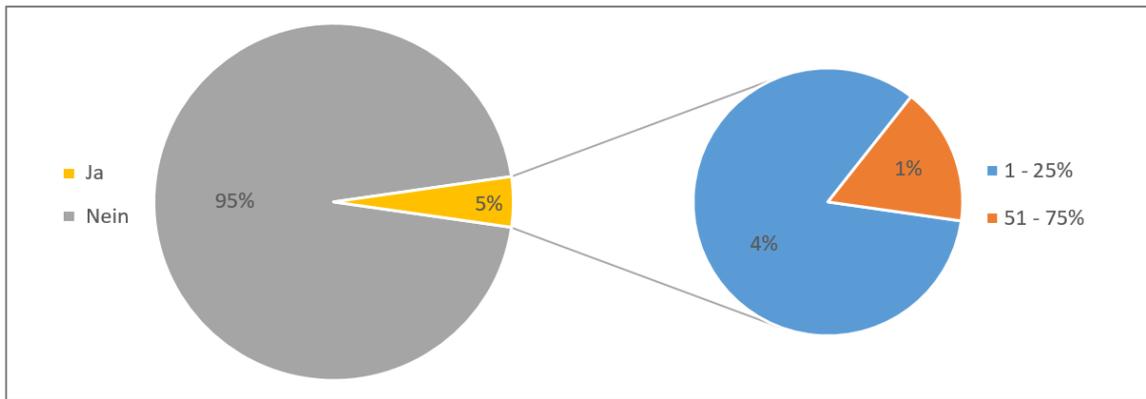


Abbildung 16. Arbeit mit der Methode BIM

Daraus lässt sich eindeutig ableiten, dass das Verständnis von BIM bereits vorhanden ist, bislang jedoch nicht durch die Handwerksunternehmen genutzt wird. Dem gegenüber haben 16% der Befragten angegeben, das Auftraggeber zum Teil schon das Arbeiten mit der Methode BIM einfordern. Ob daraus der Wunsch der Unternehmen entsteht zukünftig mit der Methode BIM zu arbeiten, lässt sich Abbildung 17 entnehmen.

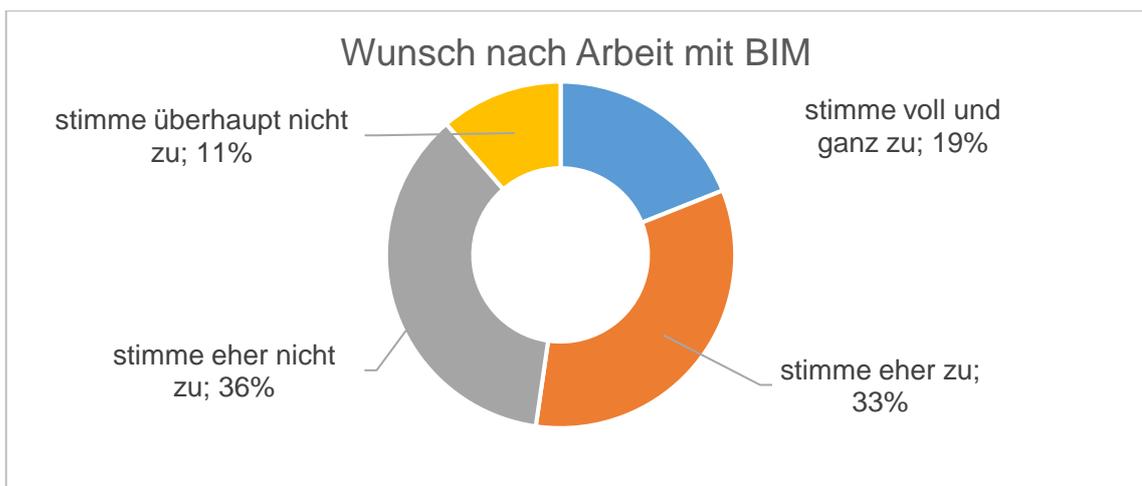


Abbildung 17: Wunsch nach zukünftiger Arbeit mit der Methode BIM

Insgesamt haben 52% der Unternehmen vor, zukünftig mit der Methode zu arbeiten. Die restlichen 48% der Befragten hingegen wollen weiterhin ohne Anwendung der Methode BIM ihre Leistungen erbringen.

Im nächsten Schritt wurde geprüft, was ausschlaggebende Kriterien für oder gegen eine Einführung von BIM sein können. Diverse Vorteile, aber auch Nachteile oder mögliche Hemmnisse wurden den Teilnehmern zur Auswahl vorgeschlagen, ergänzt um die Option, individuelle Vor- und Nachteile mitzuteilen.

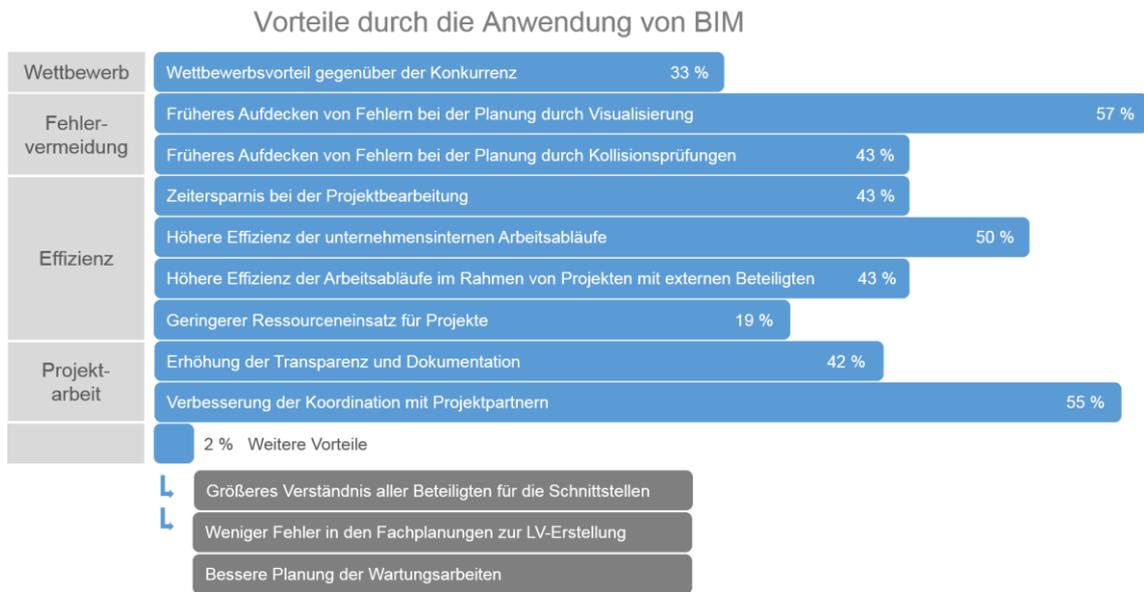


Abbildung 18: Vorteile durch die Anwendung von BIM

Die größten Vorteile, welche durch die Einführung von BIM im Unternehmen erwartet werden, sind das frühzeitige Aufdecken von Fehlern bei der Planung durch Visualisierung (57%) sowie eine Verbesserung der Koordination mit den Projektpartnern (55%), gefolgt von der höheren Effizienz der unternehmensinternen Abläufe (50%). Die Vorteile durch ein früheres Aufdecken von Fehlern bei der Planung durch Kollisionsprüfungen, die Zeitersparnis bei der Projektbearbeitung sowie eine höhere Effizienz der Arbeitsabläufe im Rahmen von Projekten mit externen Beteiligten werden von jeweils 43% der Befragten als zutreffend gewertet. Neben dem geringeren Ressourceneinsatz für Projekte wird von den wenigsten Unternehmen (33%) erwartet, dass durch die Einführung der Methode Building Information Modeling ein Wettbewerbsvorteil am Markt erzielt werden kann.

Über die vorgeschlagenen Antwortmöglichkeiten hinaus wurde das größere Verständnis aller Beteiligten für die Schnittstellen, die Entstehung von weniger Fehlern in den Fachplanungen zur LV-Erstellung sowie eine bessere Planung der Wartungsarbeiten als weitere Vorteile durch die Befragten genannt.

Es wird deutlich, dass aus den vorgegebenen Antwortmöglichkeiten zu den möglichen Vorteilen durch die Einführung der Methode BIM im Unternehmen keiner besonders hervorgehoben werden kann und es insgesamt Zustimmungswerte gibt, die relativ nah beieinanderliegen. Das Gesamtbild bei den erwarteten Nachteilen oder Hindernissen durch die Einführung von BIM unterscheidet sich hiervon (s. Abbildung 19).

Nur 2% der Befragten gaben an, dass BIM bereits eingeführt ist und keine Hindernisse bestehen. Demgegenüber stehen 98% der Befragten, die verschiedene Nachteile und Hindernisse bei der Einführung der Methode BIM im Unternehmen sehen. Die vorgeschlagenen Antwortmöglichkeiten erhalten jedoch eine stark unterschiedliche Gewichtung.

Nachteile/Hindernisse bei der Anwendung von BIM

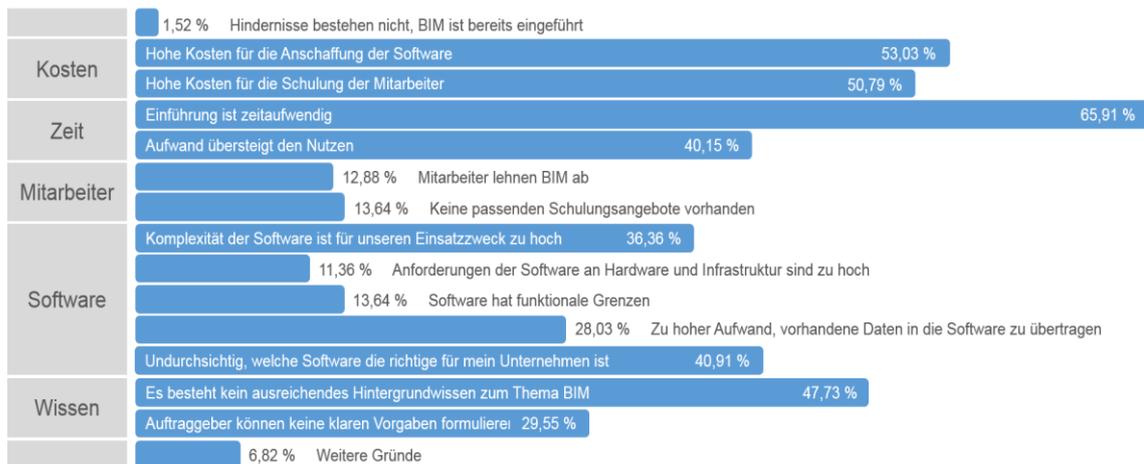


Abbildung 19: Nachteile/Hindernisse bei Anwendung der Methode BIM für den Betrieb

Die Hauptgründe, die für die Betriebe einer Einführung von BIM entgegenstehen sind die zeitaufwändige Einführung (65,91%), die hohen Kosten für die Anschaffung der notwendigen Software (53,03) sowie die hohen Kosten für die Schulung der Mitarbeiter (50,79%). Insbesondere der Faktor Zeit spielt somit eine essenzielle Rolle bei der Einführung der Methode BIM. Die Baubranche befindet sich seit einigen Jahren in einer Hochkonjunktur, sodass die Auftragsbücher voll sind und es an Kapazitäten mangelt, die Thematik intensiv voranzutreiben. Es wird zudem zu 40% angegeben, dass der Aufwand der Einführung den Nutzen übersteigen würde.

Ein weiterer Aspekt, welcher die Unternehmen bei der Einführung von BIM zurückhält, ist der Umstand, dass bislang kein ausreichendes Hintergrundwissen zum Thema BIM vorhanden ist (48%). Hier sind insbesondere die Verlage für Fachliteratur und Zeitschriften gefragt, der Zielgruppe der Handwerksbetriebe die Methode Building Information Modeling näherzubringen. Denn obwohl sich 86% der Befragten über diesen Informationskanal informieren, würden nur 52% angeben, dass ein ausreichendes Hintergrundwissen vorhanden ist.

Eine große Rolle bei einer möglichen Einführung von BIM spielt die Auswahl der richtigen Software. Hier empfinden 41% der Befragten die aktuelle Marktlandschaft als zu undurchsichtig, um einschätzen zu können, welche die richtige Software für das eigene Unternehmen ist. Darüber hinaus geben 36% an, dass die Komplexität der Software für die Anforderungen der Handwerksbetriebe zu hoch ist. In Hinblick auf die Softwarebeschaffung sind zudem der Aufwand, die vorhandenen Daten in die Software zu übertragen (28%), die funktionalen Grenzen der Software (14%) sowie die zu hohen Anforderungen der Software an Hardware und Infrastruktur ebenfalls Faktoren, welche die Unternehmen bei der Einführung der Methode BIM als Nachteil bzw. Hemmnis empfinden.

Die Ablehnung der Methode BIM durch die Mitarbeiter (13%) oder zu geringe Schulungsangebote zur Weiterbildung (14%) stellen keine wesentlichen Hindernisse dar.

4.1.5.5 Abschnitt C: Ablauf der Arbeitsplanung

Abschnitt C „Ablauf der Arbeitsplanung“ befasste sich mit den individuellen Arbeitsabläufen der einzelnen Betriebe sowie mit der Frage, ob Prozesse standardisiert werden können. Zu Beginn wurde in Erfahrung gebracht, in welchem Dateiformat die Betriebe Planunterlagen, Ausschreibungsunterlagen und sonstige Projektunterlagen, wie z.B. Protokolle, Verträge oder Fotos, austauschen.

Bei den Planunterlagen stehen für die Betriebe zwei Austauschmedien im Fokus. So tauschen 90% der Befragten Planunterlagen als PDF-Dokument und 77% als Papierversion, welche zum einen keine offenen Dateien darstellen und zum anderen z.T. nicht digital verfügbar sind. Darüber hinaus werden die Dateiformate Word und Excel von Microsoft sowie DXF und DWG Dateien von etwa einem Drittel der Befragten ausgetauscht (s. Abbildung 20).

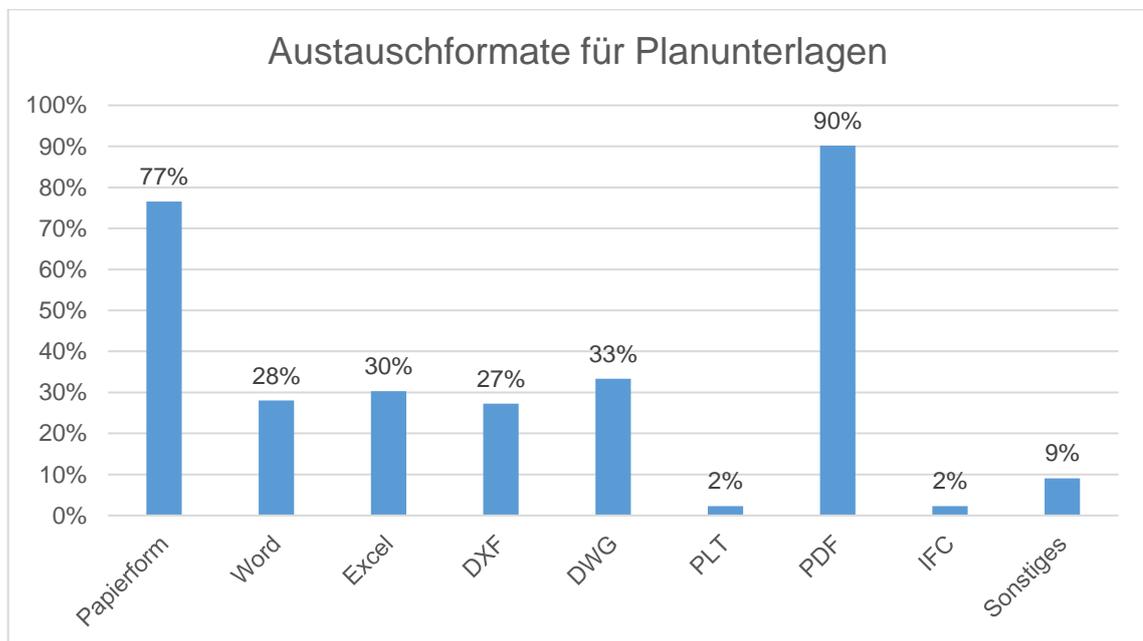
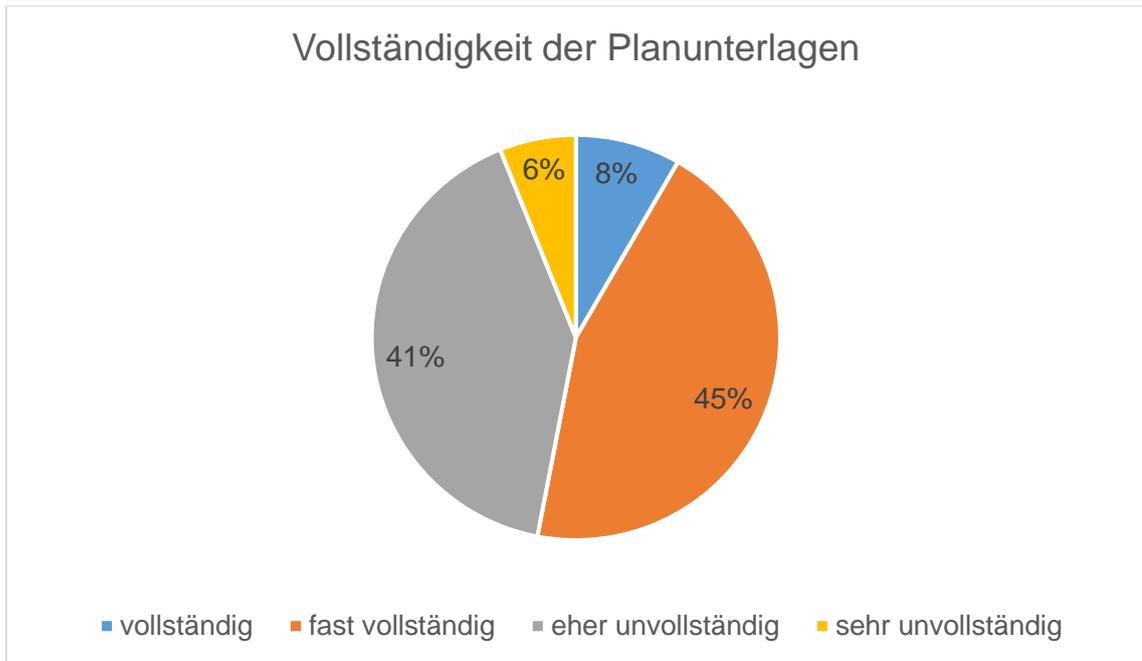


Abbildung 20: Austauschformate für Planunterlagen

Es wurde durch die Befragten angegeben, dass das Format Industry Foundation Classes (IFC), das den Dateiaustausch von BIM-basierten Modell-Daten regelt, nur zu 2% genutzt wird. Somit ist der IFC-Austauschstandard unter KMU kaum verbreitet. Dies deckt sich mit den bisherigen Umfrageergebnissen und der geringen Anwendung der Methode BIM.

Neben dem reinen Austauschformat wurden die Umfrageteilnehmer befragt, wie vollständig sie die Planunterlagen von Ihren Auftraggebern erhalten. Nur 8% der Befragten gaben an, diese vollständig zu erhalten. 45% erhalten die Planunterlagen fast vollständig. Demgegenüber stehen 41%, die Planunterlagen eher unvollständig und 6%, die Planunterlagen sehr unvollständig erhalten. Es ist ableitbar, dass bei der Übersendung vollständiger Planunterlagen ein starkes Verbesserungspotenzial vorhanden ist.



Bei der Befragung nach dem genutzten Austauschformat bei Ausschreibungsunterlagen zeigt sich ein ähnliches Bild in der Nutzungsverteilung (s. Abbildung 21).

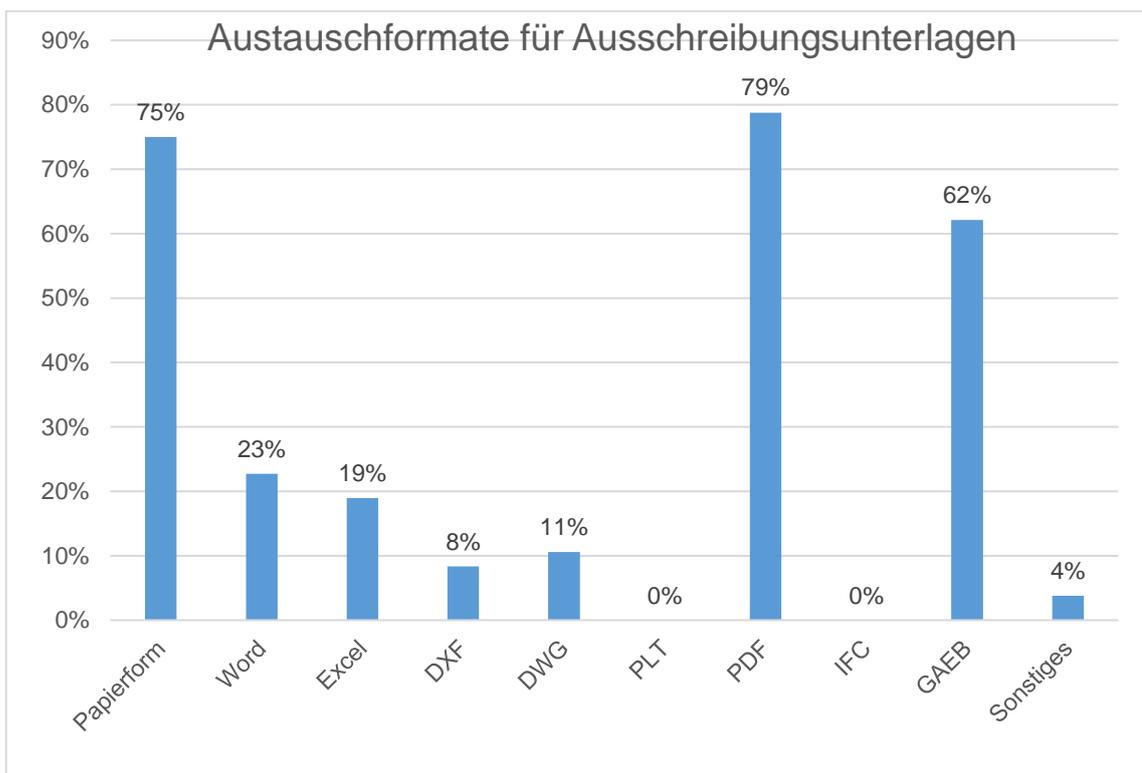
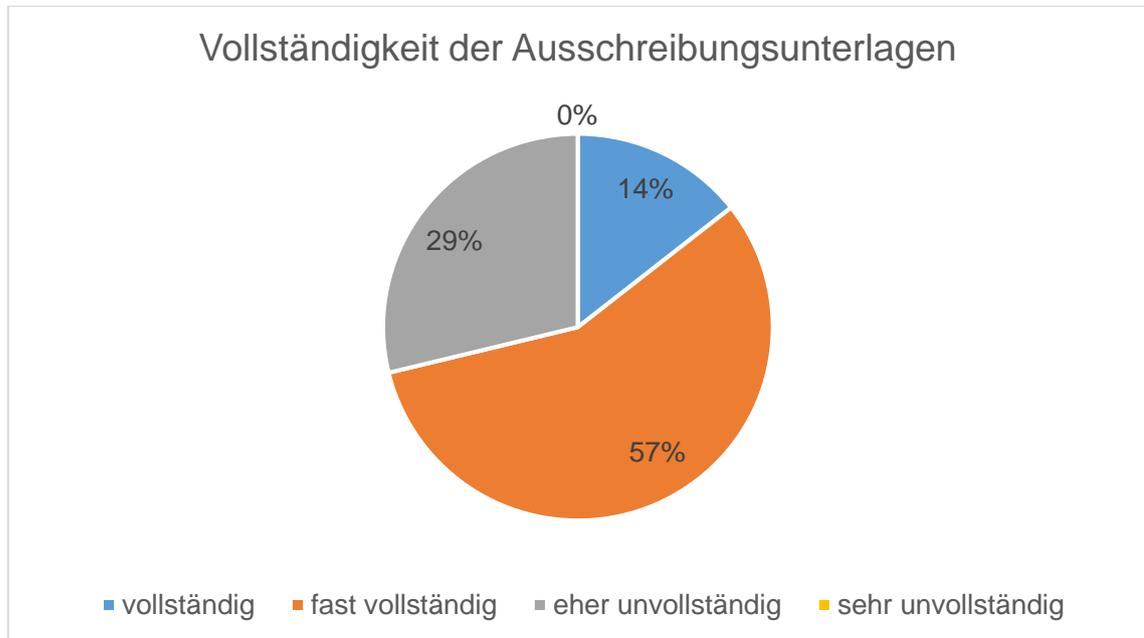


Abbildung 21: Austauschformate Ausschreibungsunterlagen

Auch bei den Ausschreibungsunterlagen werden primär PDF-Dateien (79%) oder Papierdokumente (75%) versandt. Ergänzend dazu wird der Austauschstandard GAEB (Gemeinsamer Ausschuss Elektronik im Bauwesen) zu 62% verwendet und stellt damit die am häufigsten genutzte

digitale Methode zum Austausch von Ausschreibungsunterlagen dar. Bei den Ausschreibungsunterlagen werden im Verhältnis zu den Planunterlagen die Formate Word, Excel, DXF und DWG deutlich seltener genutzt.

Die Bewertung der Vollständigkeit der Ausschreibungsunterlagen wird durch die Befragten positiver gewertet als die der Planunterlagen. So geben 14% an, die Unterlagen komplett vollständig zu erhalten, 57% fast vollständig und 29% eher unvollständig.



Sonstige Projektunterlagen werden durch die Umfrageteilnehmer primär als PDF-Format (92%), oder in Papierform (70%) ausgetauscht. Weitere Austauschformate sind Word-Dateien (33%), Excel-Dateien (28%) und GAEB-Dateien (25%) (s. Abbildung 22).

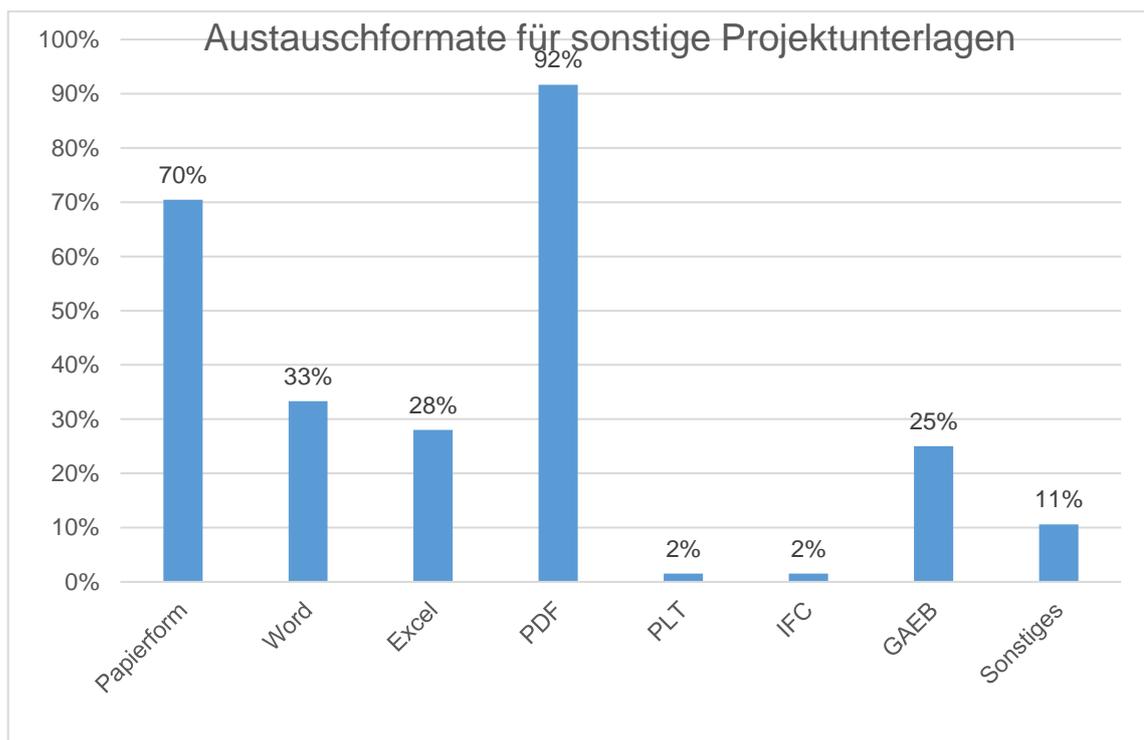


Abbildung 22: Austauschformate für sonstige Projektunterlagen

Im Anschluss an die Fragen zum allgemeinen Austausch von diversen Projektunterlagen, bezogen sich die Fragen auf die konkreten Prozesse der Arbeitsplanung, die im jeweiligen Unternehmen erbracht werden. Darauf aufbauend wurde abgefragt, welche Informationen zur Bearbeitung der genannten Prozesse benötigt werden.

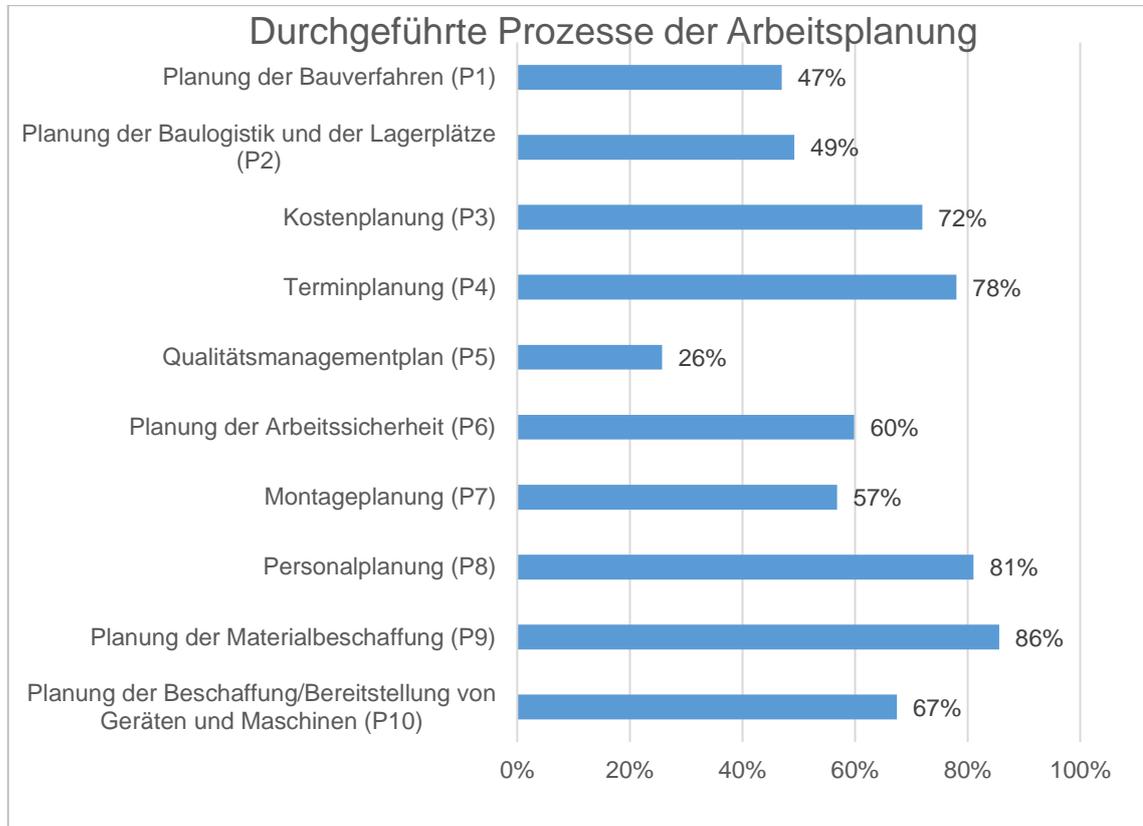


Abbildung 23: Durchgeführte Prozesse der Arbeitsplanung

Zu welchen Anteilen die Prozesse der Arbeitsplanung durch die Umfrageteilnehmer durchgeführt werden, ist in Abbildung 23 ersichtlich. Die am häufigsten durchgeführten Prozesse sind die der Planung der Materialbeschaffung (86%), der Personalplanung (81%), der Terminplanung (78%) und der Kostenplanung (72%). Die Planung der Beschaffung bzw. Bereitstellung von Geräten und Maschinen wird von 67% der Befragten durchgeführt. Während die Prozesse Planung der Arbeitssicherheit (60%) und Montageplanung (57%) noch von über fünfzig Prozent der Befragten durchgeführt werden, planen nur 47% die Bauverfahren und 49% die Baulogistik und Lagerplätze. Abgeschlagen auf dem letzten Rang liegt der Prozess des Qualitätsmanagements, welcher nur von 26% der Befragten durchgeführt wird.

Im Zuge der folgenden Fragen wurden die Befragten nach den Informationen gefragt, die sie zur Umsetzung der zuvor genannten Prozesse der Arbeitsplanung benötigen. Für die Auswertung wurden die Informationen durch folgende vier Leitfragen in Kategorien eingeteilt:

- Ergeben sich die Informationsanforderungen aus dem Planungsmodell (3D)?
- Ergeben sich Informationsanforderungen aus dem Bereich Termine (4D)?
- Ergeben sich die Informationsanforderungen aus dem Bereich Kosten (5D)?
- Welche benötigten Informationen sind BIM-unabhängig?

Darüber hinaus wurde unterschieden zwischen Informationen, die gewerkeunabhängig von allen KMU benötigt werden und gewerkespezifischen Informationen, die beispielsweise nur ein Heizungsinstallateur benötigt. Tabelle 3 zeigt zunächst alle Informationen, die jedem Gewerk zur Abwicklung seines Auftrags zur Verfügung gestellt werden müssen, gruppiert nach ihrer Quelle.

Tabelle 3: Gewerkeunabhängig benötigte Informationen nach Quelle

BIM 3D (Planung)	BIM 4D (Termine)	BIM 5D (Kosten)	NOBIM (intern)
Materialmenge	Bauzeitenplan	Materialpreise	Personalplanung
Ausführungsplanung	Zeitplan des Projektes	Budget	Lohnkosten
Montageplanung	Fertigstellungsfristen		Lieferzeiten Material
Leistungsverzeichnis	Zeitraum, Dauer		Lagerbestand
Lage, Bezeichnung, Beschaffenheit	Terminplan AG		Wetter
Materialqualität			Nachunternehmer / Subunternehmer
Bauvolumen			Kolonnenplanung
Ortskenntnisse			Gefährdungsanalysen/ Subunternehmer
Adresse			Produktdaten vom Hersteller
Art der Baumaßnahme			Personalplanung
Statik			Lohnkosten
Zeichnungen, Pläne			Lieferzeiten Material
Aufmaß			
Projektnummer			
Objektinformationen			

BIM-bezogene Informationen, die KMU für die Arbeitsplanung benötigen, stammen vor allem aus der Planungsphase. Dies unterstreicht die Relevanz einer gründlichen und abgeschlossenen Planung zum Zeitpunkt der Beauftragung der KMU. Trotz der Anwendung der Methode BIM bleiben zusätzliche benötigte Informationen, die nicht aus einem Gebäudedatenmodell abgeleitet werden können, wie z.B. Wetterdaten und Lohnkosten.

Tabelle 4 setzt die Prozesse der Arbeitsplanung aus Abbildung 23 in Bezug zu den benötigten Informationen aus Tabelle 3 und zeigt die benötigten gewerkeunabhängigen Informationen nach Prozessen.

Tabelle 4: Gewerkeunabhängig benötigte Informationen nach Prozessen

		Planung	Baulogistik	Kosten	Termine	Qualität	Arbeitsicherheit	Montage	Personal	Material	Geräte
Planung	Materialmenge	x		x	x	x	x	x		x	x
	Ausführungsplanung	x		x	x		x	x		x	
	Montageplanung		x	x	x		x		x	x	x
	Leistungsverzeichnis			x	x	x	x	x		x	x
	Lage, Bezeichnung, Beschaffenheit	x	x				x	x		x	
	Materialqualität			x		x				x	
	Bauvolumen			x	x		x				
	Ortskenntnisse	x								x	
	Adresse	x			x						
	Art der Baumaßnahme										x
	Statik					x		x		x	
	Zeichnungen, Pläne		x					x	x	x	
	Aufmaß	x	x	x						x	x
	Projektnummer				x						
	Objektinformationen	x	x				x			x	
	Materialmenge	x		x	x	x	x	x		x	x
	Ausführungsplanung	x		x	x		x	x		x	
Kosten	Materialpreise			x						x	
	Budget	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Termine	Bauzeitenplan	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Zeitplan des Projektes	x	x	x	x	x	x	x	x		x
	Fertigstellungsfristen		x	x	x		x	x	x	x	x
	Zeitraum, Dauer		x	x	x						x
	Terminplan AG			x	x		x		x	x	x
NOBIM (intern)	Personalplanung	x		x	x		x	x	x		x
	Lohnkosten			x	x						
	Lieferzeiten Material	x	x		x			x		x	
	Lagerbestand	x	x	x						x	x
	Wetter	x			x		x	x	x		
	Nachunternehmer / Subunternehmer			x	x		x	x	x		
	Kolonnenplanung			x	x		x		x		x
	Gefährdungsanalysen / Belehrungen						x				
	Produktdaten vom Hersteller	x	x	x			x	x		x	

Je nachdem welche Prozesse der Arbeitsplanung ein Betrieb ausführt (vgl. Abbildung 23: Durchgeführte Prozesse der Arbeitsplanung), werden nicht alle der in Tabelle 4 aufgeführten Informationen aus den Bereichen Planung, Termine, Kosten und NOBIM benötigt. Zudem werden über die gewerkeunabhängig benötigten Informationen hinaus zusätzlich gewerkespezifische Informationen benötigt, um Aufträge zu erfüllen. Auch diese Informationen wurden von den Befragten angegeben. Sie legten die Basis, um im Datenviewer Informationen aus dem Gebäudedatenmodell gewerkespezifisch anzuzeigen. Tabelle 5 zeigt die benötigten Informationen für die sieben Gewerke, von denen der größte Antwortrücklauf erzielt werden konnte.

Da für die weiteren befragten Gewerke aufgrund der geringen Rückläuferzahl keine verlässliche Datengrundlage vorliegt, werden die folgenden Auswertungen an Hand der sieben Gewerke

- Dachdecker
- Installateur
- Maler und Lackierer
- Maurer
- Straßenbauer
- Stuckateur
- Zimmerer

dargestellt.

Tabelle 5: Gewerkespezifische Informationen nach Prozessen

	Planung				Baulogistik				Termine	Arbeits-sicherheit	Montage	Material	Geräte											
	Objektinformationen	Gewünschte Ausstattung	Bodengutachten	Höhen- und Tiefenangaben	Vorlaufzeit anderer Gewerke	Objektlageplan	SiGePlan	Parkmöglichkeiten						Leitungspläne	Lage Versorgungsleitungen	Aufmaß	Anfahrt / Zufahrt	Kran vorhanden	Leistungsstand Vorgewerke	Terminliche Übereinstimmung mit anderen Gewerken	Leistungsstand Vorgewerke	SiGePlan	Weitere Gewerke am Objekt	Zertifikat Anforderung zb. LEED oder DGNB
Dachdecker	x				x								x		x									
Installateur		x																						x
Maler und Lackierer					x	x	x	x			x		x	x								x		
Maurer						x		x	x		x						x							
Straßenbauer			x	x																				
Stuckateur					x	x				x	x													
Zimmerer											x										x			

Die Betrachtung der benötigten Informationen je Gewerk lässt die Vermutung zu, dass einige Informationen mit großer Wahrscheinlichkeit von allen Gewerken benötigt werden, dies von den Befragten jedoch nicht angegeben wurde. Es liegt beispielsweise nahe, dass die Vorlaufzeit anderer Gewerke für alle Gewerke von Relevanz ist.

In Ergänzung zu den Informationen, die die Betriebe für die Abwicklung der Prozesse benötigen, wurden die Umfrageteilnehmer gefragt, welche Softwaretools sie für die Abwicklung der Prozesse nutzen. Die Auswertung der verwendeten Software lässt wiederum Schlüsse darauf zu, welche Datenformate die Gewerke verarbeiten können. Die Exportfunktion innerhalb des Datenviewers wird Datenformate unterstützen, die möglichst viele Betriebe verarbeiten können. Die genutzten Softwaretools nach Prozessen sind in Abbildung 24 beispielhaft für Dachdecker dargestellt. Die Angaben zu den sechs weiteren ausgewählten Gewerken können Anlage 4 – Softwareanalyse entnommen werden.

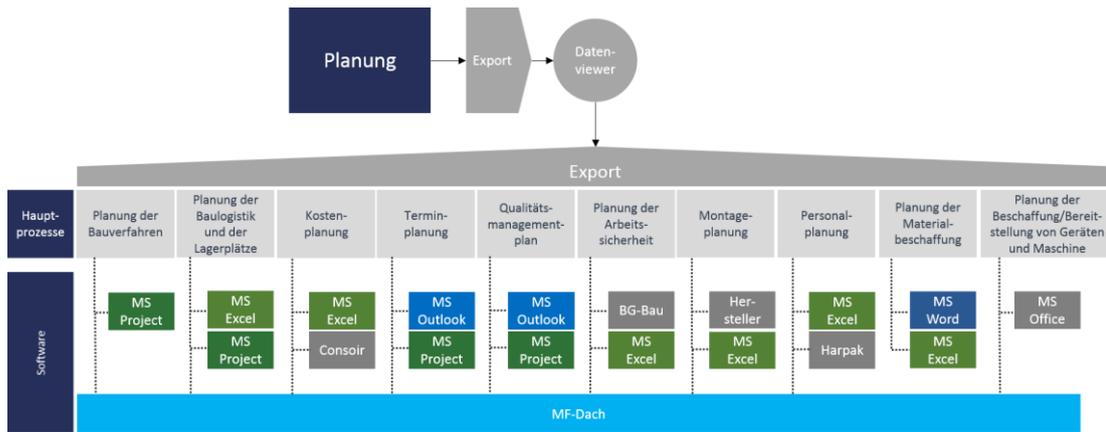


Abbildung 24: Von Dachdeckern genutzte Softwaretools nach Prozessen

Die Auswertung der genutzten Softwaretools aller Gewerke und der von den Softwaretools unterstützten Dateiformate ergab, dass alle betrachteten Beispielgewerke in der Lage sind Excel-dokumente zu lesen und verarbeiten. Durch einen Excelexport aus dem Datenviewer ist es somit möglich, allen Gewerken die für sie relevanten Informationen zur Verfügung zu stellen. Die weiteren von den Softwaretools der einzelnen Gewerke unterstützten Dateiformate sind in Tabelle 6 dargestellt.

Tabelle 6: Übersicht möglicher Schnittstellen

Gewerk	GAEB	Excel	Word	IFC	ODF	DXF	DWG	XML
Dachdecker	x	x	x					
Installateur und Heizungsbauer		x	x		x			
Maler und Lackierer	x	x	x	x		x	x	
Maurer und Betonbauer	x	x	x	x		x	x	
Straßenbauer		x		x		x	x	
Stuckateur	x	x	x	x		x	x	x
Zimmerer	x	x	x	x		x	x	

4.1.5.6 Abschnitt D: Sonstiges

In Abschnitt D „Sonstiges“ konnten die Befragten Anregungen, Bedenken oder Wünsche zum Thema BIM in der Baubranche äußern. Dieses Angebot wurde von diversen Umfrageteilnehmern angenommen (vgl. Anlage 3 – Auswertungstabellen). Im Folgenden sind Auszüge der Bedenken und Wünsche aufgeführt, die die Gesamtstimmung wiedergeben:

- „BIM wird immer fern der Baustellenpraxis sein! Da grundsätzlich und immer der Planer über keine Baustellenpraxis verfügt!“
- „Viel zu aufwendig für Arbeiten meines Gewerkes im privaten Um-/Neubau“

- „Beim [...] unterirdischen Verlegen von Kabeln sind die örtlichen Umstände wie Lagen anderer Kabel/Leitungen oft nicht bekannt. Lagen von Fundamenten, Hindernissen o.ä. sind nie bekannt. Man muss also spontan auf die örtlichen Umstände reagieren können. Wie soll BIM hier helfen?“
- „[...] Das Thema BIM schreckt die älteren Unternehmer [...] ab [...]. Es sollte daher unbedingt in das Bauingenieur/ Architekturstudium forciert einfließen. Die jungen Absolventen müssen vom Nutzen von BIM überzeugt sein!“
- „Anbindung von Betriebssoftware wie WinWorker-Schnittstellen und Kommunikationssoftware, Lesen und auswerten von DWG etc, Anschaffungskosten auf verschiedene Leistungen anpassen“
- „[...] Wir sind ein kleines Handwerksunternehmen mit über 25-jähriger Geschichte und nur in der Bausanierung tätig. Das alles geht vollkommen an der Realität von kleinen Handwerksunternehmen vorbei. [...] Viele kleine Betriebe [schreiben] [...] fast noch mit der Schreibmaschine [...] Rechnungen [...] oder schaffen es gerade mal mit Excel Listen und Rechnungen zu erstellen. Der bürokratische Aufwand an z.B. öffentlichen Ausschreibungen teilzunehmen überfordert inzwischen sogar schon computeraffine Betriebe. Es sollte nicht vergessen werden, das Handwerk ist ein Konglomerat an Minibetrieben oder Einzelkämpfern... für die ist BIM vollkommen am Alltag vorbei gedacht.“

Darüber hinaus gaben 83 Umfrageteilnehmer an, über die Ergebnisse der Umfrage informiert werden zu wollen. Dies erfolgte per E-Mail am 30. Januar 2018.

4.1.6 Zwischenfazit AP1

Die Umfrage in AP 1 stellte heraus, dass fehlende Zeit und zu hohe Kosten die bestimmenden Hemmnisse sind, als KMU nicht in die Arbeit mit der Methode BIM einzusteigen. Kosten für die Anschaffung der Software und die Schulungen der Mitarbeiter sowie die zeitaufwendige Einführung waren die meist genannten Probleme. Am Faktor Zeit wird der entwickelte Datenviewer direkt ansetzen. Dadurch, dass die Betriebe die für sie relevanten Informationen aus einem Modell über eine Webplattform abrufen können, entfallen hohe Anschaffungskosten für Software und der Einarbeitungsaufwand für die Mitarbeiter sinkt. Durch diese Minderung der aktuellen Hemmnisse soll der Einstieg ins digitale Arbeiten gefördert werden.

Als weiteres Ergebnis konnte der Status Quo des Informationsaustauschs zwischen KMU und ihren Auftraggebern erhoben werden. Dieser erfolgt derzeit in den meisten Fällen über pdf-Dokumente. Dies zeigt das hohe Potenzial für die Etablierung einer medienbruchfreien durchgängigen Informationsübertragung. Ein Lösungsansatz kann das Modell des hier entwickelten Datenviewers sein. Neben dem medienbruchfreien Austausch nannten die Befragten die Vollständigkeit der Daten als ein großes Verbesserungspotenzial. Hier werden die Auftraggeber in der Pflicht sein, die Gebäudedatenmodelle entsprechend detailliert zu erstellen, damit die KMU im Datenviewer alle benötigten Informationen nutzen können.

Die Erfassung der zur Arbeitsplanung benötigten Informationen zeigte, dass sich diese in projektspezifische Informationen, welche sich den Bereichen 3D-5D BIM zuordnen lassen, sowie innerbetriebliche Informationen (z.B. Personalverfügbarkeit) und externe Informationsgrößen (z.B.

Wetter oder Lieferzeiten von Herstellern) unterscheiden lassen. Im weiteren Verlauf des Forschungsprojektes wird der Fokus auf die Übermittlung der projektspezifischen Informationen gelegt.

4.2 AP 2 – Analyse Datenauslese Software Tools

In AP 2 erfolgte eine Marktanalyse hinsichtlich bereits verfügbarer Software zum Exportieren von Informationen aus einem Gebäudemodell, um den Entwicklungsbedarf des geplanten Datenviewers zu ermitteln. Die Analyse der aktuell verfügbaren Datenauslese Software Tools erfolgte auf Basis einer Online-Recherche, Sichtung von Fachliteratur, Messebesuchen sowie den Praxiserfahrungen des BIM-Instituts aus verschiedenen Forschungsprojekten. Der Vergleich der verschiedenen Tools gibt Aufschluss darüber, welche Funktionen die einzelnen Tools haben und welche Vorkenntnisse zur Nutzung gegebenenfalls vorhanden sein müssen.

4.2.1 Allgemein

Die zu analysierenden Datenauslese Software Tools werden auch als Datenviewer oder Model Viewer (BIM Viewer) bezeichnet. Diese Programme bieten allen Projektbeteiligten die Möglichkeit die einzelnen Fachmodelle oder das Gesamtmodell des jeweiligen Projektes zu betrachten und darüber hinaus Informationen herauszufiltern. Datenviewer können durch verschiedene Projektbeteiligte mit unterschiedlichen Intentionen genutzt werden. Während z.B. die verschiedenen Planer in einem Model Viewer die jeweiligen Fachmodelle übereinanderlegen, um eine Kollisionsprüfung durchzuführen, besteht das Ziel dieses Forschungsprojektes darin, einen Datenviewer für ausführende KMU zu entwickeln, der unter Berücksichtigung der Datendurchgängigkeit die KMU mit allen notwendigen Informationen zur Arbeitsplanung versorgt. Der Fokus liegt auf den Informationen zur Arbeitsvorbereitung der durch KMU vertraglich geschuldeten Leistung (Planunterlagen, Ausschreibungsunterlagen), die im Idealfall direkt in die bereits genutzte Software importiert werden können. Die visuelle Darstellung der Leistungspositionen in einem 3D-Modell oder die modellbasierte Kommunikation stellen nicht die primären Anforderungen der KMU dar (vgl. Kap. 4.1.5.5), sodass die Bezeichnung Datenviewer hier zutreffender ist als die modellorientierte Betrachtung in einem Model Viewer.

Das Software-unabhängige Datenaustauschformat im Open-BIM Ansatz ist das IFC-Format.²¹ Primär sollten alle Datenviewer in der Lage sein, dieses Austauschformat zu verarbeiten und die entsprechenden Inhalte anzuzeigen. Neben dem IFC-Format werden von den meisten Programmen auch weitere unterschiedliche Formate unterstützt.

Die Recherche ergab, dass die Programme *DESITE MD*, *Solibri Model Viewer*, *Tekla BIMsight* und *DDS-CAD* zum Zeitpunkt der Betrachtung die bekanntesten Datenviewer im Bereich Open-BIM waren. Diese bieten diverse Grundfunktionen, wie z.B. Modelle schneiden, transparent darstellen, Informationen zu einzelnen Bauteilen anzeigen sowie Bauteile ein- und ausblenden und Bemaßungen durchführen. Darüber hinaus wird zur Abstimmung interdisziplinärer Inhalte meist das gängige BIM Collaboration Format (BCF) unterstützt.

²¹ (Bergische Universität Wuppertal, 2018), S. 25

4.2.2 Datenviewer / Model Viewer

Nachfolgend werden die zuvor genannten und weitere Programme mit ihren individuellen Funktionalitäten vorgestellt und hinsichtlich der Tauglichkeit für den Einsatz durch KMU verglichen. Die innerhalb von Datenraumumgebungen (z.B. Aconex, thinkproject, etc.) vorhandenen BIM-Funktionen (u.a. Visualisierung) sind nicht Bestandteil dieses Vergleiches bzw. Forschungsprojektes.

4.2.2.1 BIMcraft

BIMcraft ist eine kostenlose 5D-BIM-Software, die von dem Institut für Bauinformatik der TU Dresden im Rahmen des Projektes eWorkBau entwickelt wurde und sich an den Anforderungen von kleinen und mittleren Betrieben orientiert.²² Neben dem 3D Gebäudemodell, können GAEB-Dateien für ein Kosten- bzw. Leistungsmodell (4D) und iCal-Dateien für Terminmodelle (5D) importiert werden. Es besteht die Möglichkeit, sowohl Fachmodelle als auch Multimodelle zu öffnen. *BIMcraft* ist primär ein Viewer, in dem BIM-Modelle betrachtet und gefiltert werden können. Zur Filterung, Analyse und Ausführung von Abfragen wurde eine visuelle Abfragesprache (Visual BIM Query Language) entwickelt, die es KMU ermöglichen soll, schnell und einfach gewünschte Informationen aus einem Gebäudemodell zu erhalten. Gefilterte Ergebnisse (Raumbücher oder Stücklisten) können für eine spätere Bearbeitung in Excel-Tabellen exportiert werden.

Tabelle 7: *BIMcraft* - Import-/Exportfunktionen

Import	IFC / .mmaa / GAEB / ical
Export	Excel

4.2.2.2 DDS-CAD Viewer

Der *DDS-CAD Viewer* ist eine kostenlose BIM-Software von der Data Design System GmbH, welche das Zusammenführen und Prüfen von Modellen im IFC-Format unterstützt. Der *DDS-CAD Viewer* beinhaltet Standardfunktionen wie eine gewerkeübergreifende Kollisionserkennung und bietet detaillierte Visualisierungsfiler zur Modellanalyse.²³ Der Fokus des Viewers liegt ebenfalls auf der gemeinsamen Betrachtung und Analyse von 3D-Fachmodellen aus Architektur, Konstruktion und TGA, um mit Unterstützung des integrierten BCF-Managers Planungsabstimmungen zu erleichtern.

Tabelle 8: *DDS-CAD Viewer* - Import-/Exportfunktionen

Import	IFC / BCF / gbXML / DWG/DXF / cfi / vec.
Export	IFC / BCF / DWG/DXF / DWF / 3DS

²² (TU Dresden, TU Dresden Open BIM Platform Services, 2018); aufgerufen am 25.04.2018

²³ (Data Design System, 2018); aufgerufen am 25.04.2018

4.2.2.3 *DESITE MD*

Die kostenpflichtige Software *DESITE MD* von ceapoint aec technologies GmbH unterstützt ebenfalls diverse Schnittstellen durch Importfunktionen (s. Tabelle 9). Eine wesentliche Schnittstelle ist darüber hinaus die Synchronisation mit *Autodesk Revit* mit Hilfe eines Plug-Ins und der Export nach Excel oder CSV, damit der Anwender auf einfache Weise Informationen aus dem 3D-Modell in einer Excel-Tabelle weiterverarbeiten kann. Dies kann beispielweise für eine Mengenermittlung auf Basis des importierten Gebäudemodells genutzt werden. Des Weiteren bietet *DESITE MD* die Möglichkeit mehrere Teilmodelle zu einem Gesamtmodell zusammenzuführen und Verknüpfungen zwischen dem Modell und Terminplänen herzustellen, um eine Ablaufsimulation zu ermöglichen oder verschiedene Ablaufvarianten zu vergleichen.²⁴

Mit der optionalen Erweiterung auf *DESITE MD PRO* lassen sich Funktionen wie Modellprüfung und Kollisionskontrolle hinzufügen, um das Modell auf Fehler und Vollständigkeit zu überprüfen und eventuelle Kollisionen verschiedener Gewerke zu vermeiden.

Tabelle 9: *DESITE MD* - Import-/Exportfunktionen

Import	3DS / OBJ / DWG/DXF / DWF/x / VRML / IFC 2x3 / IFC 4 / LandXML / CPI XML
Export	Excel / CSV

4.2.2.4 *Solibri Model Viewer*

Das Programm *Solibri Model Viewer* ist eine kostenlose Open Standard Software für Modelle im IFC-Format und kann durch den Kauf des *Solibri Model Checker* ergänzt werden. Wie beim Produkt *DESITE MD* wird die Kollisionsprüfung und Modellprüfung über eine kostenpflichtige Erweiterung abgedeckt. Da es sich bei dem *Solibri Model Viewer* um einen reinen Datenviewer handelt, ist eine Bearbeitung oder Speicherung des Modells nicht möglich.

Tabelle 10: *Solibri Model Viewer* - Import-/Exportfunktionen

Import	IFC / DWG / BCF / .smv
Export	BCF

4.2.2.5 *Tekla BIMsight*

Tekla BIMsight (TBS) ist ein kostenfreier Model Viewer von der Trimble Solutions Germany GmbH, der bereits in der Grundversion eine Modell- und Kollisionsprüfung beinhaltet. Durch *TBS* werden die gängigen Import-Formate unterstützt (s. Tabelle 11). Eine Besonderheit von *TBS* ist die automatisierte Aktualisierung von verlinkten Modellen, was die Zusammenarbeit mit weiteren Projektbeteiligten erleichtert. In *TBS* lassen sich Teilmodelle in ein Gesamtprojekt zusammenführen, Eigenschaften von Bauteilen und Materialqualität abfragen sowie Aufgaben verschiedenen Projektbeteiligten zuweisen.

TBS verfügt jedoch nicht über eine Exportfunktion. Es besteht nur die Möglichkeit ein ganzes Projekt abzuspeichern, das anschließend wiederum nur mit *TBS* geöffnet werden kann.

²⁴ (ceapoint aec technologies GmbH, 2018); aufgerufen am 25.04.2018

Tabelle 11: Tekla BIMsight - Import-/Exportfunktionen

Import	IFC / DWG / BCF / DGN
Export	TBP (Tekla BIMsight package)

Neben den vorgestellten Viewern sind am Markt weitere Viewer wie z.B. *Navisworks Freedom*, *FKZ Viewer*, *Datacomb Bim Vision*, etc. erhältlich, auf die nicht im Detail eingegangen wird, da diese ebenso die bereits aufgeführten Funktionen anbieten. Es liegen keine Statistiken zu den genauen Marktanteilen von Model Viewern oder Datenviewern vor.

4.2.3 Vergleich

Alle näher vorgestellten Viewer verfügen über diverse Schnittstellen für den Import von Dateiformaten. Eine Übersicht der wesentlichen Importfunktionen ist Tabelle 12 zu entnehmen.

Tabelle 12: Vergleich Datenviewer - Importfunktionen

Format	BIMcraft	DDS-CAD	DESITE MD	Solibri	Tekla BIMsight
.ifc	X	X	X	X	X
.dwg		X	X		X
.dxf			X		
.xml			X		X
.bcf		X			X

Die Exportfunktionen der einzelnen Viewer bieten unterschiedliche Dateiformate an, i.d.R. jedoch weder Excel noch das GAEB-Format, das von den Handwerksbetrieben benötigt wird. Die Möglichkeit sich Informationen im Excel- oder GAEB-Format zu exportieren ist eine essentielle Voraussetzung für die medienbruchfreie Informationsübertragung und Datendurchgängigkeit. Dieses Erfordernis ergibt sich insbesondere aus den aktuell in den Handwerksbetrieben vorhandenen Softwarelösungen und deren Importmöglichkeiten (vgl. Kapitel 4.1.5.5).

Weitere wesentliche Merkmale aller vorgestellten Viewer sind die notwendige lokale Installation, um die entsprechenden Funktionen nutzen zu können, sowie die Durchführung von Filterprozessen, um die jeweils relevanten Informationen anzuzeigen.

4.2.4 Zwischenfazit AP2

Die Analyse der am Markt vorhandenen kostenlosen und kostenpflichtigen Model Viewer und Datenviewer lässt sich in folgende Ergebnisse zusammenfassen:

- Die analysierten Viewer haben z.T. keine ausreichenden Exportfunktionen, um die Informationen in anderen Programmen weiter zu nutzen
- Die analysierten Viewer müssen lokal installiert werden

- In allen analysierten Viewern müssen Handwerksbetriebe selbst das Modell Filtern, um an die relevanten Informationen zu gelangen

Die Marktanalyse zeigt somit, dass bislang kein Softwareangebot besteht, das es KMU ermöglicht Informationen aus einem Gebäudedatenmodell vorgefiltert ohne eigene Software zu erhalten. Dies entspricht jedoch den Anforderungen der KMU, die durch die Befragung in AP 1 ermittelt werden konnten. An diesem Entwicklungsbedarf wird der im Forschungsprojekt entwickelte Demonstrator des Datenviewers ansetzen.

4.3 AP 3 – Aufstellung Lastenheft Datenschnittstelle

In Arbeitspaket 3 wurde auf Basis der Erkenntnisse aus Arbeitspaket 1 und 2 erarbeitet, wie der Datenviewer programmiert werden muss, um für die Betriebe leicht anwendbar und funktional zu sein.

Eine geordnete Softwareentwicklung erfolgt auf Basis einer ausführlichen Analyse der Anforderungen sowie einer detaillierten Planung. Die Softwareentwicklung lässt sich nach Balzert in die Analyse-, Entwurfs-, Implementierungs-, Test- und Wartungsphase unterteilen (s. Abbildung 25).²⁵

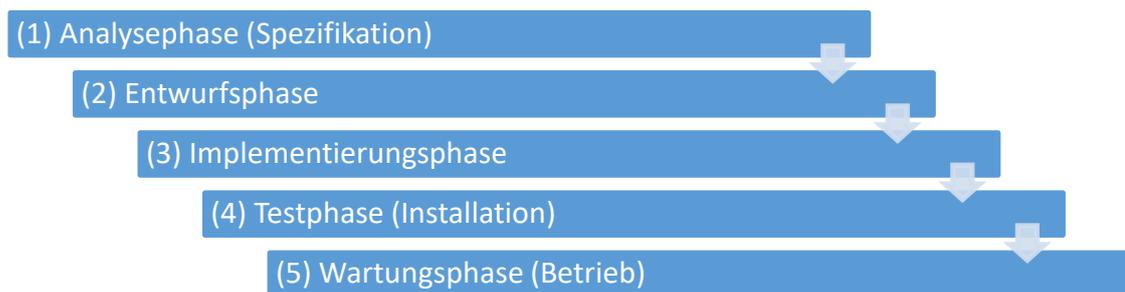


Abbildung 25: Phasen der Softwareentwicklung

Insbesondere die Entwicklung von Individualsoftware macht eine auskömmliche Analyse- und Entwurfsphase unabdingbar. Innerhalb der Analysephase werden die grundlegenden Anforderungskataloge ermittelt und in einem Lastenheft festgehalten. Hierbei gilt es eine hohe Ebene der Abstraktion zu verwenden und die Aspekte der technischen Realisierung auszuklammern. In der Entwurfsphase wird die Architektur der Anwendung festgelegt und die Gesamtaufgabe in Teilaufgaben aufgeschlüsselt. Hier wird insbesondere festgehalten, ob es sich um eine Einzelanwendung oder eine Client-Server-Architektur handelt. Während die Implementierungsphase die eigentliche Programmierarbeit in der gewählten Programmiersprache darstellt, wird das Produkt innerhalb der Testphase installiert und auf Fehler überprüft. Die Wartungsphase beschreibt den eigentlichen Betrieb einer (zu diesem Zeitpunkt) abgeschlossenen Softwareentwicklung.

In der gegenständigen Forschungsarbeit wird in einem auf das Demonstratorniveau reduzierten Ansatz auf die Phasen 1 – 4 eingegangen. Während das Kapitel 4.3 die Analysephase umfasst, behandelt Kapitel 4.4 die Entwurfsphase und Kapitel 4.5 die Implementierungs- und Testphase. Die Wartungsphase wird im Rahmen dieses Projektes nicht betrachtet.

Die Aufstellung des Lastenhefts für die Datenschnittstelle erfolgt auf den Erkenntnissen der Arbeitspakete 1 und 2. Hierbei werden alle Anforderungen aufgeführt, die an den Datenviewer gestellt werden. Insbesondere die allgemeingültigen und die gewerkespezifischen Anforderungen an die benötigten Informationen zur Durchführung von Prozessen der Arbeitsplanung stehen hierbei im Fokus. Aufgrund der notwendigen Anpassungen innerhalb der Durchführung der Befragung (vgl. Kapitel 4.1.2) hat sich ein geringer Detaillierungsgrad ergeben, sodass nur eine grobe

²⁵ (Balzert, Lehrbuch der Software-Technik, 2011), S. 1

Unterscheidung der gewerkespezifischen Informationen möglich ist. Diese grundsätzliche Feinjustierung des Projektes ist ebenfalls für die Differenzierung von Informationen nach Gewerken über den Datenviewer ausschlaggebend.

4.3.1 Lastenheft

Wie bereits erläutert, beinhaltet das Lastenheft die zentralen Anforderungen an die Software. Dieses dient dazu, die Anforderungen und Produktdefinition an die zu entwickelnde Software verbindlich vorzuschreiben. Das Lastenheft fungiert ebenfalls als Leistungsbild bei der Vertragsgestaltung zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer, da es die Randbedingungen der Entwicklung festlegt. Grundsätzlich wird das Lastenheft durch den Auftraggeber erstellt, jedoch können Dritte (ggf. auch der Auftragnehmer) bei der Erstellung des Lastenheftes behilflich sein. Gemäß DIN 69901-5 „Projektmanagement – Projektmanagementsysteme – Teil 5: Begriffe“ wird das Lastenheft wie folgt definiert:

„Vom Auftraggeber festgelegte Gesamtheit der Forderungen an die Lieferungen und Leistungen eines Auftragnehmers innerhalb eines (Projekt-)Auftrags“²⁶

Im gegenständigen Forschungsprojekt dienen die Arbeitspakete 1 und 2 als Grundlage für die Erstellung des Lastenheftes. Alle innerhalb der Umfrage gesammelten Informationen sowie die Rückkopplung über die Praxispartner werden genutzt, um die Anforderungen an die Softwareentwicklung zu formulieren und über das Lastenheft festzuschreiben.

Zur Strukturierung des Lastenheftes wird der Gliederungsvorschlag von Balzert gewählt:²⁷

1. Zielbestimmung
2. Produkteinsatz
3. Produktinformationen
4. Produktdaten
5. Produktleistungen
6. Qualitätsanforderungen
7. Sonstiges

Die genauere Beleuchtung der Inhalte der einzelnen Gliederungspunkte erfolgt über die nachfolgenden Unterkapitel. Hierbei ist zu beachten, dass bei der Aufstellung des Lastenheftes grundsätzlich auf Detailvorgaben bzgl. der technischen Umsetzung verzichtet werden sollte, um nicht im Vorfeld den Prozess der Lösungssuche zu stark einzuschränken.

4.3.1.1 Zielbestimmung

Ziel der Software ist die digitale Übertragung von Informationen innerhalb eines Bauprojektes zwischen verschiedenen Projektpartnern, insbesondere KMU. Eine Ablösung der analogen durch digitale Informationsübertragung und somit die Vermeidung von digitalen Brüchen ermöglicht u.a.

²⁶ (69901-5, 2009), S. 3

²⁷ (Balzert, Lehrbuch der Softwaretechnik. Basiskonzepte und Requirements Engineering, 2009), S.485ff

eine stärkere Partizipation von KMU an der Methode BIM. Zielgruppe der Software sind insbesondere Kleinst- und Kleinbetriebe, die selten über die notwendigen Ressourcen (Geld, Zeit) verfügen, um sich intensiv mit der Thematik BIM auseinanderzusetzen. Diese beklagen, dass nicht immer alle benötigten Informationen des Auftraggebers zur optimalen Erfüllung der beauftragten Leistung vorliegen. Die zu entwickelnde Software soll diese Schnittstelle der Kommunikation zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer verbessern und die Abwicklung von Aufträgen effizienter und transparenter gestalten. Der Fokus bei der Informationsübertragung liegt auf den erhobenen Informationen, welche die bauausführenden Betriebe für die Arbeitsplanung benötigen. Die Nutzung der Daten soll medienbruchfrei in verschiedenen anderen Softwarelösungen möglich sein, sodass eine Vielzahl an Exportmöglichkeiten der Informationen zur Verfügung gestellt werden muss.

4.3.1.2 Produkteinsatz

Der Einsatz der zu entwickelnden Software soll die Schnittstelle zwischen Auftraggebern und bauausführenden Gewerken bedienen. Dabei ist es unerheblich, ob es sich um einen direkten Auftraggeber oder ein Nachunternehmerverhältnis handelt, der die auszuführenden Bauleistungen beauftragt. Diese Schnittstelle zwischen Auftraggeber und ausführendem Betrieb hat starkes Potential zur Effizienzsteigerung durch die vollständige, digitale und transparente Übermittlung von Informationen (s. Abbildung 26).

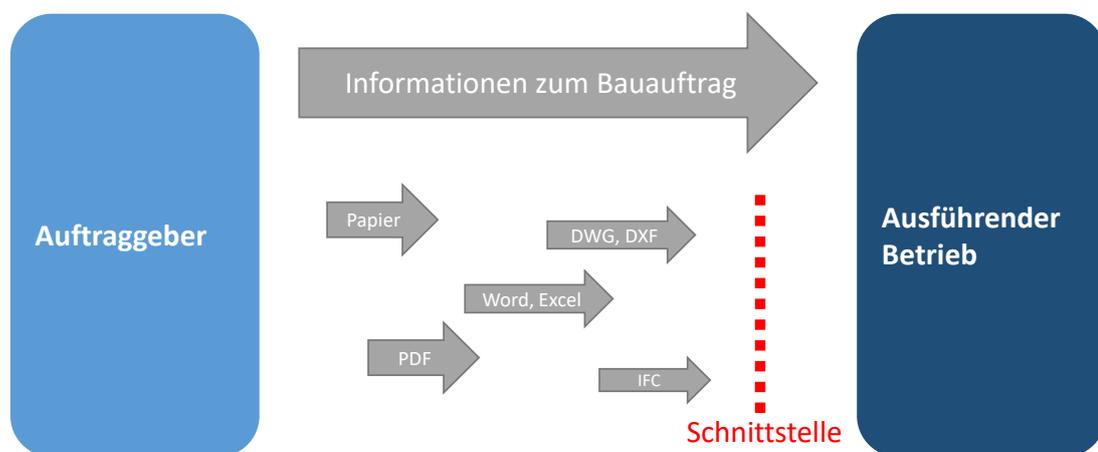


Abbildung 26: Lastenheft - Problembereich

Die aktuelle Abwicklung dieser Schnittstelle entspricht in der Regel nicht den Möglichkeiten und den Anforderungen der heutigen Projektabwicklung, da oft analoge und/oder unvollständige Informationen zum Auftrag übermittelt werden. Diese werden zumeist digital erstellt, dann analog versandt, um anschließend wieder in digitalen Prozessen genutzt zu werden.

Lange wurde die Thematik BIM von den Planern vorangetrieben, mittlerweile beschäftigen sich auch immer mehr große Baufirmen damit. Der Großteil der Bauleistungen in Deutschland wird jedoch durch KMU erbracht. Die zu entwickelnde Software soll die Anforderungen der KMU an die Informationsübertragung bedienen und eine spürbare Effizienzsteigerung bei der Bearbeitung

von Aufträgen ermöglichen. Die Software soll den KMU die medienbruchfreie Informationsübertragung ermöglichen, sodass die internen Prozesse der Arbeitsplanung in der jeweiligen Software direkt gestartet werden können (vgl. Kapitel. 4.1.2).

4.3.1.3 Produktfunktionen

Die nachfolgende Grafik gibt eine Übersicht zu den Hauptfunktionen, die durch die Software durchgeführt werden sollen.

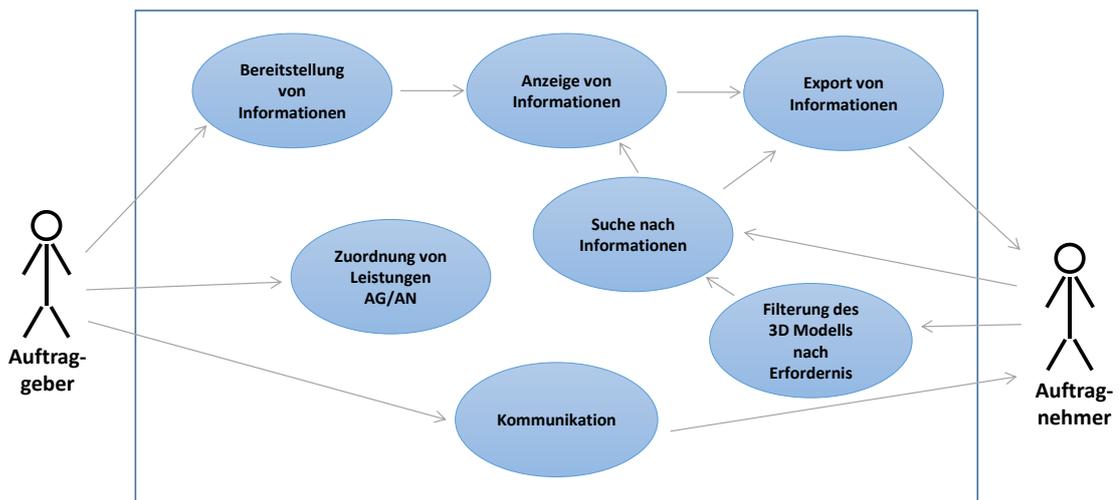


Abbildung 27: Lastenheft: Use Case Diagramm

Die Software soll die in Abbildung 26 aufgezeigte Schnittstelle digital abbilden. Das Produkt setzt beim Zeitpunkt der Auftragsvergabe durch den Bauherrn an. Zur Vorbereitung der internen Arbeitsplanung benötigt der Auftragnehmer detaillierte Informationen durch den Bauherrn. Diese werden über das Produkt bereitgestellt. Primär dient das Produkt der durchgängigen Datenversorgung der KMU aus Bauwerksinformationsmodellen. Neben der Versorgung mit Plänen, Berichten, etc. kann ebenfalls die Kommunikation über den Demonstrator erfolgen. (Der Import von Daten in das Bauwerksinformationsmodell durch die Handwerksunternehmen ist nicht Bestandteil des gegenständigen Forschungsprojektes.)

Zusammenfassend sollen folgende Funktionen durchgeführt werden können (vgl. Abbildung 27):

- Die Bereitstellung von Informationen durch den Auftraggeber
- Die Zuordnung von Auftragnehmern zu einzelnen oder mehreren Leistungen zur Erstellung der Bauaufgabe
- Das Einsehen der Informationen ohne die Installation weiterer Software über allgemein verfügbare Software hinaus
- Die gezielte Suche nach Informationen
- Die Filtermöglichkeit für die Darstellung mehrerer Gewerke, da Unternehmen häufig für mehrere Gewerke beauftragt werden. Die Zuordnung im Modell erfolgt i.d.R. durch den Ursprungserzeuger der Daten.
- Die Auswahl von einzelnen Objekten im Modell (Freistellen) sowie die Filterung von Objekten ist wünschenswert. Ggf. kann sich eine Infobox für die einzelnen Elemente öffnen.

- Die Kommunikation zwischen AG und AN. Im Idealfall ist ein E-Mail Dienst in die Plattform integriert.
- Die Visualisierung des Zeitablaufs des Auftrags
- Der Export der Informationen in verschiedenen Dateiformaten.

Sekundäre Funktionen, wie z.B. Benutzer einrichten und verwalten, Drucken von Dokumenten etc. werden nicht beschrieben.

4.3.1.4 Produktdaten

Das Produkt muss verschiedene Formate von Bauwerksinformationen lesen, speichern und weitergeben. Hierzu gehört insbesondere das allgemeingültige IFC-Format, das den Open-BIM Ansatz repräsentiert.²⁸ Darüber hinaus können ggf. weitere Dateiformate von proprietären Systemen verarbeitet werden, wie zum Beispiel eine *Revit*-Datei. Die Daten bestehen aus Informationen zur Planung, zur beauftragten Leistung, besonderen Randbedingungen und ergänzenden Informationen zu Kosten und Terminen.

Eine wichtige Funktion des Produkts wird der Export der Daten in verschiedenen Dateiformaten sein, damit die bestehende Software-Landschaft der Handwerksbetriebe weiterhin genutzt werden kann. Hierzu wurden die derzeit genutzten Software-Programme der Umfrageteilnehmer analysiert, sodass eine Auswahl an benötigten Export-Dateien abgeleitet werden kann (vgl. Kapitel 4.1.5.5).

In einem ersten Schritt soll ein Export in den Dateiformaten PDF, EXCEL, CSV, GAEB möglich sein. Gegebenenfalls können in einer Weiterentwicklung des Produkts weitere Exportmöglichkeiten entwickelt und angeboten werden.

4.3.1.5 Produktleistungen

Das Produkt muss Datenmengen des Planungs- und Vergabeprozesses online darstellen und verarbeiten können. Die Modelle sollen flüssig visualisiert und gefiltert werden können. Darüber hinaus ist darauf zu achten, dass die Downloadgeschwindigkeit für die zu exportierenden Daten ausreichend ist, um keine wesentliche Verzögerung der Arbeit zu verursachen.

4.3.1.6 Qualitätsanforderungen

Ein wichtiges Kriterium an die Qualität ist die intuitive Nutzbarkeit des Produkts über einen Webbrowser. Alle im Rahmen dieses Forschungsvorhabens untersuchten Datenviewer erfüllen das Kriterium der Weboberfläche nicht, sondern erfordern eine lokale Installation der Software. Darüber hinaus soll die gewerkespezifische Vorfilterung der Informationen erfolgen, sodass sich die Auftragnehmer nicht selbst die für Sie relevanten Informationen aus dem Gesamtmodell herausfiltern müssen. Die Charakteristika dieser qualitativen Anforderungen führen zu einem Alleinstellungsmerkmal des Produktes innerhalb der aktuellen Softwarelandschaft in diesem Bereich.

²⁸ (Bergische Universität Wuppertal, 2018), S. 25

4.3.1.7 Sonstiges

Weitere Anforderungen bestehen für die Entwicklung des Produktes (Demonstrator) nicht. Detaillierte Anforderungen bzgl. der Effizienzanforderungen (Laufzeit- und Speichereffizienz), Pflegeanforderungen, gesetzlichen Anforderungen oder Sicherheitsanforderungen werden zum aktuellen Projektzeitpunkt nicht festgelegt. Ein wesentlicher Aspekt der Portierbarkeit wäre die Erweiterung um diverse Sprachen, um die sprachliche Barriere bei der Kommunikation und der Vergabe von Bauleistungen zu überwinden.

Des Weiteren werden keine Angaben bzgl. der Systemumgebung gemacht, da das Produkt zur webbasierten Verarbeitung von Dateien genutzt werden soll. Eine direkte Einbettung in ein standardisiertes System (Auftraggeber oder Nutzer) ist somit nicht möglich.

4.3.2 Demonstratorniveau

Die Verfasser weisen darauf hin, dass nicht alle beschriebenen, gewünschten Funktionalitäten innerhalb des Forschungsprojektes umgesetzt werden können. Es wird allgemeingültig die Datendurchgängigkeit über verschiedene Projektstufen und Projektbeteiligte dargestellt. Ein konkretes Produkt, das flächendeckend in der Praxis eingesetzt werden kann, entsteht nicht. Vielmehr kann das Schema als Vorlage für Projektraumanbieter oder sonstige Softwareentwickler dienen, um ein marktreifes Produkt zu entwickeln.

4.3.3 Gewerke für den Datenviewer

Der Datenviewer kann auf dem angestrebten Demonstratorniveau nur für die Gewerke programmiert werden, für die eine ausreichende Datengrundlage erhoben werden konnte. Im Detail können somit Anwendungsfälle für die zulassungspflichtigen Gewerke Maurer- und Betonbauer, Dachdecker, Straßenbauer, Maler und Lackierer sowie im Bereich der zulassungsfreien Gewerke der Bodenarbeiten konstruiert werden.

Im vorliegenden Forschungsbericht wird die Datendurchgängigkeit für das Gewerk des Dachdeckers und die Überführung der Daten in das gängige Programm MF Dach getestet (s. Kapitel 0). Das Programm MF Dach wurde exemplarisch ausgewählt, da es, basierend auf den Umfrageergebnissen, unter den Dachdeckerbetrieben die meist verwendete Software ist.

Die flächendeckende Anwendung des Demonstrators kann nicht gewährleistet werden, da es noch keine Standards bezüglich der Ablage von gewerkespezifischen Informationen in den BIM-Modellen bzw. den angekoppelten Datenbanken gibt. Ansätze zur genaueren Definition von nutzerspezifischen Sichten finden sich aktuell innerhalb der Baubranche in der Erstellung. Bislang werden in verschiedenen Zusammenhängen hierfür die Begriffe „*Model View Definition*“ (MVD), „*BIM-Profil*“, „*Level of Information Need*“ (LOIN), „*Information Delivery Manual*“ (IDM), oder „*Auftraggeberinformationsanforderung*“ (AIA) verwendet.²⁹

²⁹ Diese Themen werden aktuell in verschiedenen Gremien der Normungsarbeit untersucht, die teilweise durch Mitarbeiter des LuFG Baubetrieb und Bauwirtschaft besetzt sind. Vgl. (Bergische Universität Wuppertal, 2018), S. 50f

Diese Begrifflichkeiten haben gemeinsam, dass Sie die Informationsanforderung in unterschiedlichen Zusammenhängen des Informationsmanagementprozesses definieren sollen. Erst wenn diese Thematik der nutzerspezifischen Sicht durch Standardisierungsprozesse abgestimmt wurde, kann die Systematik des hier entwickelten Datenviewers flächendeckend eingesetzt werden (vgl. Kapitel 4.5).

4.3.4 Zwischenfazit AP3

Der im gegenständigen Forschungsprojekt zu entwickelnde Datenviewer orientiert sich am Status Quo der KMU und versucht, eine Brücke zu Bauwerksinformationsmodellen zu bauen. Hierbei wird insbesondere der aktuelle Ausbildungsstand im Bereich IT sowie die aktuelle Softwarelandschaft der Baubranche berücksichtigt. Zukünftig wird die Digitalisierung der Wertschöpfungsprozesse den intensiveren Umgang mit Software notwendig machen, sodass in diesem Zusammenhang ebenfalls die Anforderungen an einen Datenviewer für KMU steigen werden. Für das hier zu entwickelnde Produkt wurden folgende Kernanforderungen für die Nutzerfreundlichkeit herausgearbeitet:

- Webbasiert
- Vorgefilterte Informationen
- Leichte Bedienbarkeit

Das Produkt selbst hat keinen Einfluss auf die Qualität der Planung und die Vollständigkeit der Daten, sondern bietet Funktionen für die Filterung und Verteilung von Informationen.

4.4 AP 4 – Programmierung Datenschnittstelle

In Arbeitspaket 4 werden die Anforderungen aus dem Lastenheft umgesetzt. Die Schnittstelle zu den arbeitsplanungsrelevanten Daten wird erstellt, um im Anschluss mit dem Anwendungsmodell in AP 5 getestet werden zu können. AP 4 umfasst somit den technischen Aufbau des Datenviewers sowie die Differenzierung, was im Rahmen des Forschungsprojektes umgesetzt werden kann und in welchen Bereichen noch Standardisierungsbedarf besteht, bevor eine allgemeingültige Lösung entwickelt werden kann.

4.4.1 Allgemeines Schema des Demonstrators

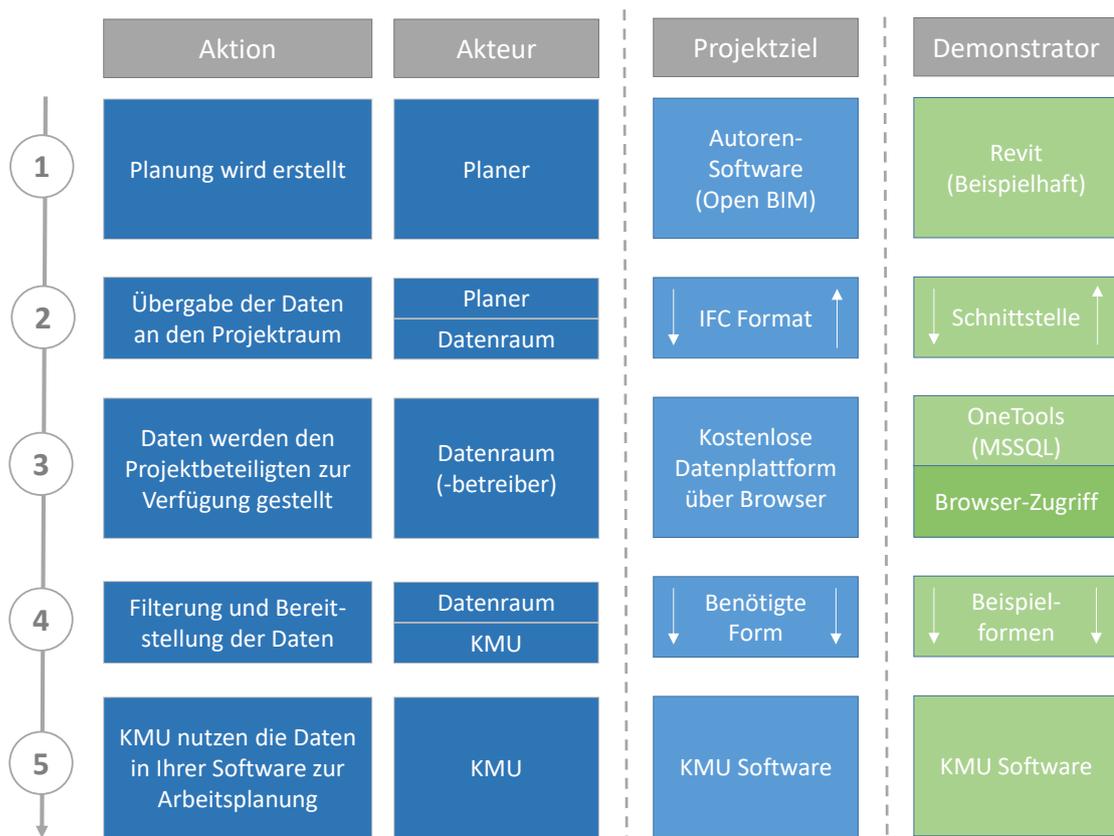


Abbildung 28: Allgemeines Schema zur Entwicklung des Demonstrator

Das in Abbildung 28 dargestellte allgemeine Schema zur Entwicklung des Demonstrators unterteilt sich in fünf übergeordnete Schritte. Während die Spalten 1 und 2 den allgemeinen Vorgang (Aktion) sowie den Verantwortlichen (Akteur) benennen, dient Spalte 3 „Projektziel“ zur Verdeutlichung des ursprünglichen Ansatzes, der unter dem Open-Bim Aspekt formuliert wurde. Die Planung wird erstellt (1) und zentral abgelegt (2), z.B. bei einem Projektraumanbieter oder in einer Datenbank. Diese zentrale Ablage (3) ermöglicht allen Projektbeteiligten den Zugriff auf die gleiche Datengrundlage. Im nächsten Schritt (4) sollen die nach Relevanz und Zuständigkeit gefilterten Informationen zur Nutzung bzw. zum Export bereitgestellt werden. Diese können dann medienbruchfrei durch die KMU in der bislang verwendeten Software zur Durchführung der eigenen Arbeitsplanung/Arbeitsvorbereitung genutzt werden (5).

Die konkrete Umsetzung im gegenständigen Forschungsprojekt wird in Spalte 4 „Demonstrator“ beschrieben. Hier wird als Autoren Software das *Autodesk Revit* genutzt, welches eine bidirektionale Schnittstelle zum Produkt *Building One* des Praxispartners OneTools verfügt. *Building One* wird mit seiner integrierten SQL-Datenbank stellvertretend als Datenraum genutzt. Zwar bestünde auch die Möglichkeit über ein Add-In direkt auf die *Revit*-Datenbank zuzugreifen, der gewählte Weg bietet jedoch in den Augen der Verfasser zwei wesentliche Vorteile: Zum einen verfügt *Building One* über eine bidirektionale Schnittstelle sowohl zu *Autodesk Revit* als auch *Graphisoft Archicad*. Damit werden über eine Schnittstellenprogrammierung zwei wesentliche objektorientierte Modellierungswerkzeuge abgedeckt. Zum anderen stellen, vor allem in Bezug auf die Anwendung bei KMU, das Datenbankmanagementsystem SQL und dessen Einbindungsmöglichkeiten einen viel verbreiteteren Ansatz zur Informationsweitergabe dar, als das bei *Autodesk Revit* zum Einsatz kommende API Software Development Kit *Autodesk Revit SDK*.

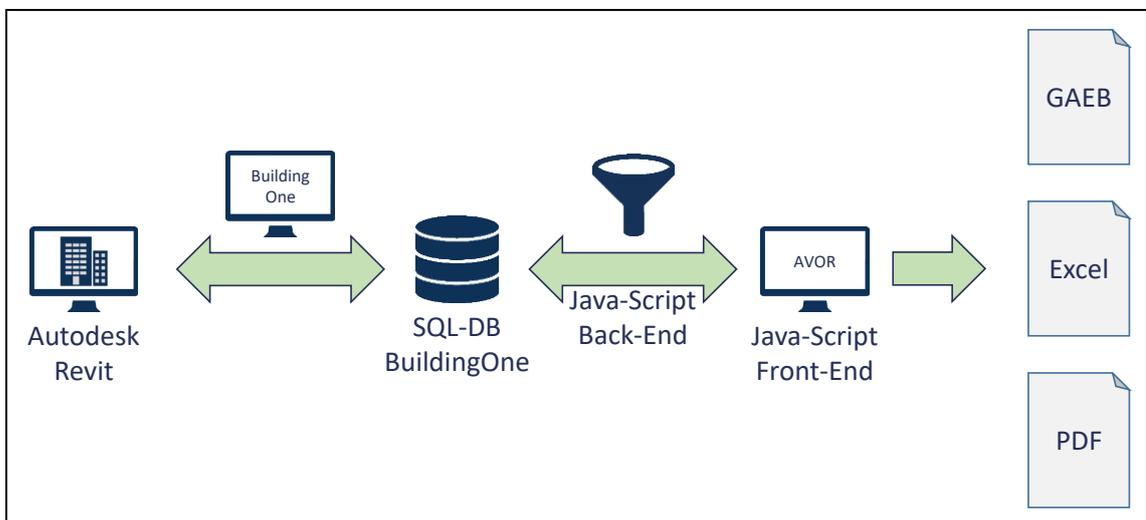


Abbildung 29: Schema Demonstrator

Abbildung 29 visualisiert den Aufbau des Demonstrators detaillierter. Über die Erzeugung von Informationen in der Autorensoftware *Autodesk Revit* und der weiteren Verarbeitung mit der Software *Building One* werden die Informationen in einer SQL-Datenbank abgelegt. Die Projektdatenbank wurde auf Uni-Servern eingerichtet, um einen direkten Zugriff auf die Daten zu behalten und den individualisierten Webzugriff zu ermöglichen. Zur Herstellung des Webzugriffs ist die Abfrage der Informationen bzw. Daten aus der Datenbank notwendig. Dies erfolgt über ein im Zuge dieses Projektes entwickeltes Java Script Back-End. Der Zugriff durch die Nutzer erfolgt auf dem zugehörigen Java Script Front-End.

4.4.2 Abgrenzung der zu übertragenden Informationen

In Kapitel 4.1.5.5 wurden die Ergebnisse der Umfrageteilnehmer zu den benötigten Informationen zur Durchführung der eigenen Arbeitsplanung vorgestellt. Neben der Differenzierung nach gewerkeunspezifischen und gewerkespezifischen Informationen wurden die Angaben in die Bereiche BIM 3D (Planung), BIM 4D (Termine), BIM 5D (Kosten) und NOBIM (intern) unterteilt.

Aktuell existieren in der Baubranche unterschiedliche Ansätze, wie diese Menge an Informationen zukünftig übertragen werden soll. Hierbei gibt es zum einen die Möglichkeit, dass alle Informationen direkt in das Modell eingepflegt werden. Dies führt jedoch ggf. dazu, dass die einzelnen Dateien zu groß und „unhandlich“ werden, um effizient damit arbeiten zu können. Zum anderen gibt es die Idee, dass die Verarbeitung der Daten auf diversen Systemen umsetzbar sein muss. Dies bedarf einer Referenzierung der Daten untereinander, wie beispielsweise durch die Nutzung der Global Unique Identifier (GUID). So können die in beliebiger Software ergänzten Informationen eindeutig jeweils einem Modellobjekt zugeordnet werden. Diese Möglichkeit wird derzeit zwar z.T. in direkten Schnittstellen zwischen zwei Softwareprodukten verwendet (Modell zu AVA-Software), findet aber keinen durchgehenden Einsatz über mehrere Systeme hinweg.³⁰ Die Problematik soll über die nachfolgende **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** verdeutlicht werden.

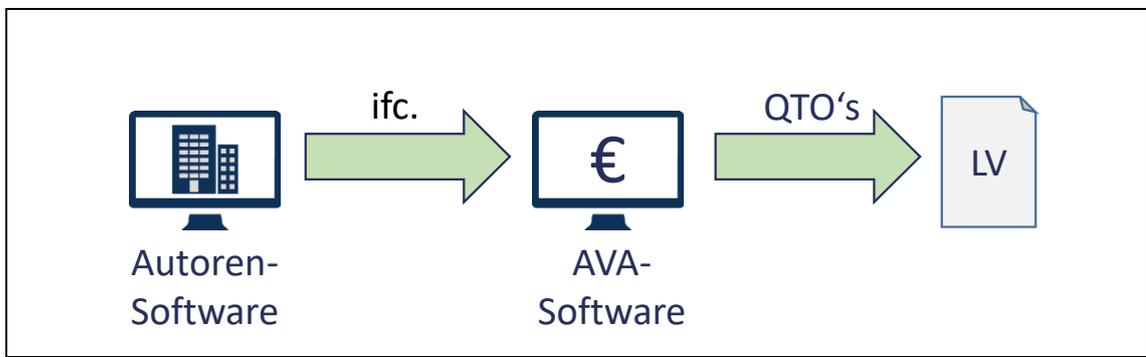


Abbildung 30: Status Quo der Modellverarbeitung

Die Planung wird standardmäßig in einer Autorensoftware erstellt. Innerhalb des Planungsmodells wird jedem Objekt eine GUID zugewiesen, die eine eindeutige Referenzmöglichkeit zu diesem Objekt darstellt. Aktuell kann zur Erstellung eines Leistungsverzeichnisses (LV) oder der Zuordnung von Kosten zu einzelnen Positionen das Modell als IFC-Datei in eine AVA-Software (Programm zur Ausschreibung, Verarbeitung und Abrechnung von Leistungen) übertragen werden. Innerhalb der AVA-Software werden mit der Unterstützung von Zuordnungs- und Filterkriterien (z.B. QTO's - Quantity Takeoffs) die Inhalte des Modells abgefragt und vordefinierten Leistungsbeschreibungen zugeordnet. Die Kriterien filtern somit das Modell nach den benötigten Daten. Innerhalb der AVA-Software besteht z.T. die Möglichkeit Objekte freizustellen und sich die entsprechende LV-Position dazu anzeigen zu lassen oder anders herum. Die grundsätzliche Problematik besteht im Verlust der GUID bei der Weitergabe (Export) der in der AVA-Software erzeugten Informationen. Beispielsweise werden bei einem Export des LVs die zugeordneten GUIDs nicht mit Bezug zu den Leistungspositionen übertragen.

³⁰ Ergebnisse des Austauschs mit Unternehmen aus der Praxis durch Praxispartnerschaften, Mitarbeit in Arbeitskreisen (VDI, DIN, CEN)

Zur Erfüllung des Open-BIM Ansatzes ist somit zwingend eine eindeutige Objektreferenz bei jeder Informationsweitergabe zu übertragen, um softwareunabhängig eine spätere eindeutige Zuordnung von Informationen untereinander gewährleisten zu können (z.B. LV-Positionen zu Modellobjekten). Dies betrifft alle Verknüpfungen über alle Informations-Dimensionen und den gesamten Lebenszyklus einer Immobilie von der Projektentwicklung über die Planung, die Realisierung, den Betrieb bis zum Rückbau.

Aufgrund der noch nicht standardisierten Vorgehensweise zur Implementierung und Verknüpfung der Informationen im Zuge der Methode BIM fokussiert dieses Forschungsprojekt ausschließlich die Übertragung der Planungs- bzw. Modellinformationen (3D). Die Datendurchgängigkeit der Informationen kann bei fortgeschrittener Standardisierung analog für die weiteren Dimensionen der BIM-Methode abgeleitet werden (4D, 5D etc.).

4.4.3 Technische Umsetzung

Die technische Umsetzung der Informationsübertragung (vgl. Kapitel 4.3.1) wird in den nachfolgenden Kapiteln beschrieben. Dabei wird im Wesentlichen die Reihenfolge der Abbildung 29 befolgt. Dieser allgemeingültige Ansatz wird anhand des Beispielattributs „Art der Baumaßnahme“ verdeutlicht. Es steht damit stellvertretend für alle weiteren Informationen, die nach den Ergebnissen der Umfrage in das Modell einzupflegen sind.

4.4.3.1 Informationen in Revit

Die Modellierungssoftware *Autodesk Revit* stellt mit der Erstellung des objektorientierten Bauwerksmodells den Ausgangspunkt der im Rahmen dieses Forschungsprojektes aufgezeigten Prozesskette dar. In Anlehnung an die zuvor beschriebenen Problematiken bezüglich der Verortung von Informationen und deren standardisierter Clusterung werden im Zuge der Demonstrator-Entwicklung zunächst die Informationen identifiziert, die über die Umfrage ermittelt wurden (vgl. Kapitel 4.1.5.5) und aus Sicht der Projektorganisation/-Zuordnung ohnehin in das Bauwerksmodell einfließen sollten. Die Informationen des Planungsmodells (3D) wurden nachfolgend nach originären Planungsinformationen und allgemeinen Projektinformationen unterschieden (s. Tabelle 13).

Tabelle 13: Gewerkeunspezifische Informationen (3D)

BIM 3D (Planung)	Planungsinformation	Projektinformation
Materialmenge	X	
Ausführungsplanung	X	
Montageplanung	X	
Leistungsverzeichnis	X	
Lage, Bezeichnung, Beschaffenheit	X	
Materialqualität	X	
Bauvolumen	X	
Adresse		X
Art der Baumaßnahme		X
Statik	X	
Zeichnungen, Pläne	X	
Aufmaß	X	

Projektnummer		X
Objektinformationen		X

Noch nicht in den *Revit*-Projekten oder –Vorlagen enthaltene Informationen wurden zunächst ergänzt. Zum Zweck einer späteren Übertragbarkeit auf weitere Projektdateien wurde dazu die Funktion der „gemeinsam genutzten Parameter“ genutzt. Dabei werden die zusätzlich in einem Projekt angelegten Informationsfelder in einer separaten txt-Datei gespeichert. Auf diese Weise können Sie in beliebige Projekte importiert und den Modellobjekten zugewiesen werden.

Als Beispiel dient im Folgenden das Attribut *Art der Baumaßnahme*. Dieses wird in *Autodesk Revit* zunächst angelegt, da es im Auslieferungszustand nicht als Attribut in den Projektvorlagen enthalten ist. Zur späteren Übertragbarkeit auf andere Projekte und weiteren Nutzungsmöglichkeiten wird es unter den gemeinsam genutzten Parametern angelegt (s. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**

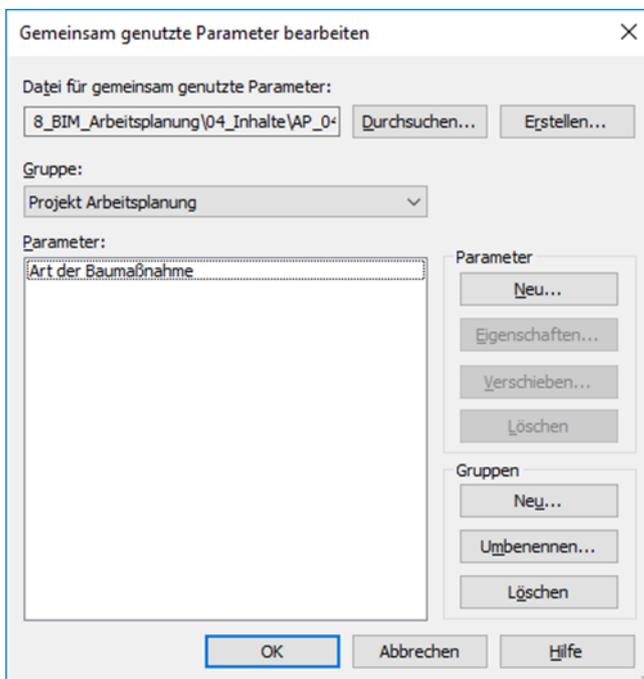


Abbildung 31: Revit - Gemeinsam genutzte Parameter

Zusätzlich zur Erstellung in den gemeinsam genutzten Parametern muss das Attribut in die Projektstruktur implementiert werden. Die Art der Baumaßnahme ist eine Eigenschaft des gesamten Projektes. Aus diesem Grund wird die Information ausschließlich der Kategorie *Projektinformationen* zugeordnet (s. Abbildung 32).

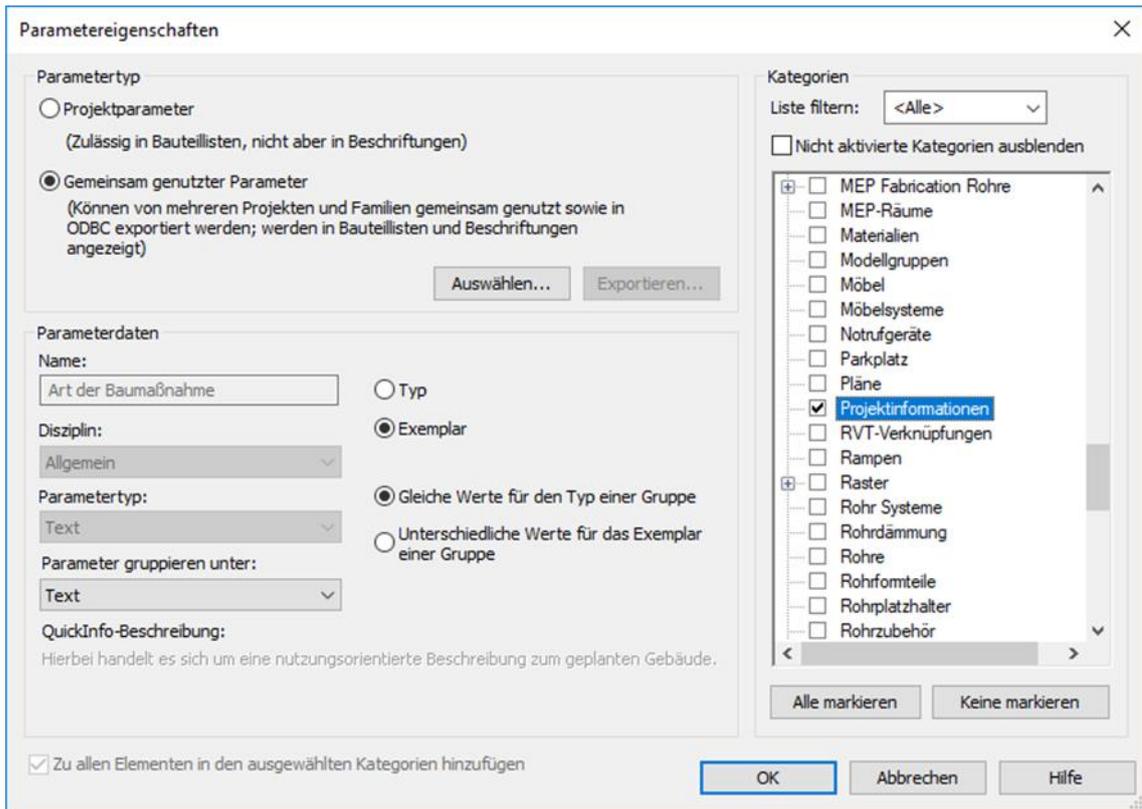


Abbildung 32: Revit – Parametereigenschaften

Mit der Zuordnung des Attributes zur Kategorie ist es im Projekt verfügbar. In der Eingabemaske für die Projektinformationen kann abschließend der zugehörige Wert (im Beispiel *Bürogebäude*) eingetragen werden (s. Abbildung 33).

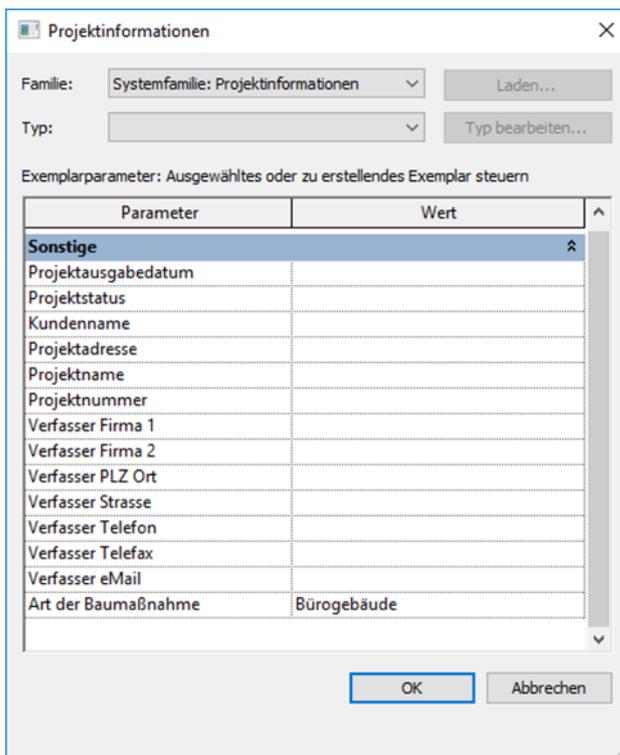


Abbildung 33: Revit - Projektinformationen

4.4.3.2 Informationen in Building One

Im Vorfeld der Nutzung von *Building One* muss ein neues Projekt in einer Datenbank angelegt werden. Der Entwickler und Praxispartner OneTools bietet dazu firmeneigene Server an. Zur freieren Entwicklung des auf die Datenbank zugreifenden Datenviewers und im Hinblick auf das Aufzeigen der Übertragbarkeit haben sich die Projektbearbeiter jedoch dazu entschieden das Beispielprojekt in einer eigenen Datenbank abzulegen. Der zugehörige Dienst wurde über SQL Server 2017 Express Edition realisiert. Die Software wird von Microsoft kostenlos zu Download angeboten und erlaubt die Bereitstellung einer Datenbank über MS-SQL, die neben Oracle und My-SQL von *Building One* unterstützt wird. Als Umgebung dient ein vorhandener virtueller Windows-Server der Bergischen Universität Wuppertal. Dieser Aufbau lässt sich auch von PC-Nutzern ohne gesonderte Programmierkenntnisse einrichten und ist somit gut in der Praxis umsetzen.

Abbildung 34: Building One – Projekte

Die Einrichtung des Projektes in *Building One* bedarf zunächst einer Spiegelung der Attribute, Objekte und deren Struktur aus *Autodesk Revit*. In *Building One* entspricht dies dem Anlegen von Eigenschaften, Struktur- und Bauteiltypen sowie der Zuweisung untereinander. Als Beispiel dient im Folgenden das Attribut *Art der Baumaßnahme*. In der Konfiguration wird es unter Eigenschaften über einen Schlüssel, einen Namen und den Eigenschaftentyp *Text* definiert. Abbildung 35 zeigt den Vorgang für das gewählte Beispiel *Art der Baumaßnahme*.

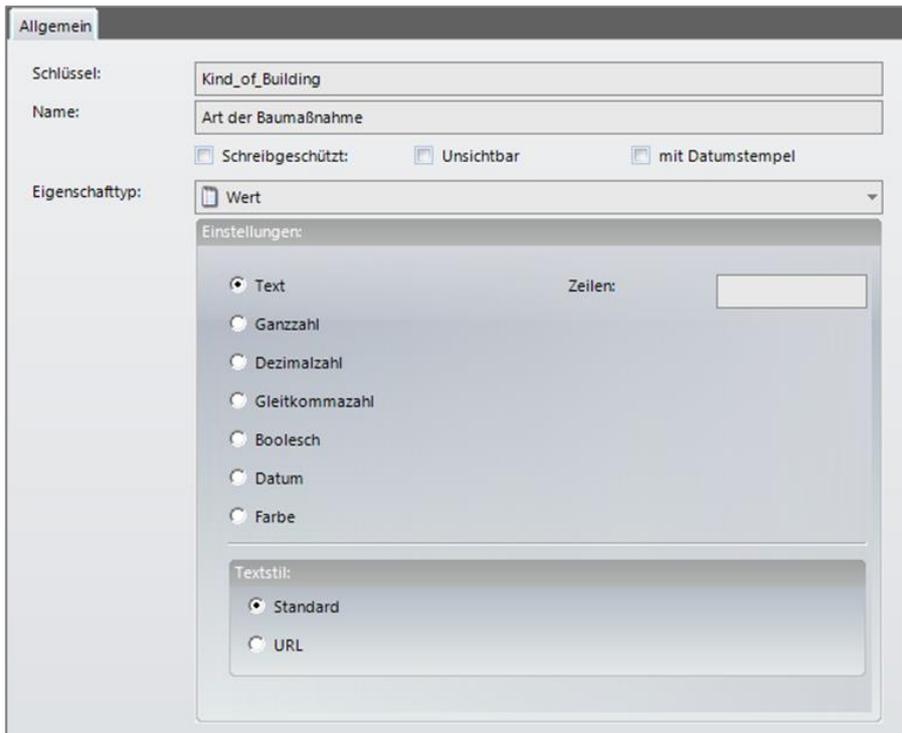


Abbildung 35: *Building One* - Anlegen eines Attributs

4.4.3 Schnittstelle Revit – *Building One*

Zur Übertragung der Planungsinformationen aus *Revit* in *Building One* wird die bidirektionale Schnittstelle der Programme von OneTools genutzt. Die Konfiguration erfolgt über sogenannte Provider. Über diese wird die Zuordnung der Attribute aus *Revit* zu den „gespiegelten“ Attributen aus der *Building One* Datenbank definiert. Im Beispiel ist das zuvor in *Revit* angelegte und ausgefüllte Attribut *Art der Baumaßnahme* aus den Projektinformationen dem ebenso in *Building One* angelegten gleichnamigen Attribut zugeordnet. Zudem ist festgelegt, dass der Wertaustausch bidirektional stattfinden kann (s. Abbildung 36).

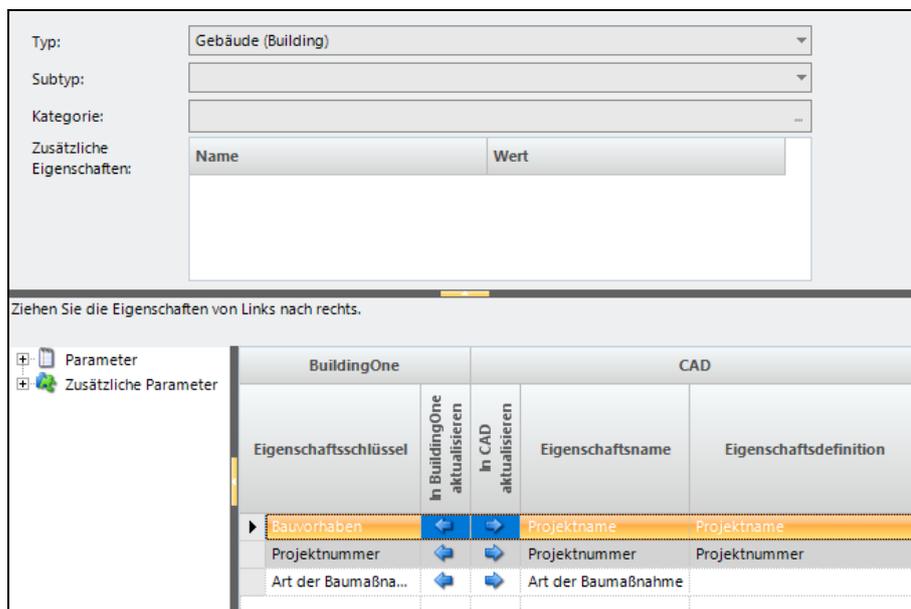


Abbildung 36: Schnittstelle Revit - *Building One* (Provider zuordnen)

In einem zweiten Schritt werden innerhalb der Synchronisationsumgebung die Objekte zu den jeweiligen Providern identifiziert. In der Folge sind Regeln zu definieren, die die Richtung des Informationsflusses festlegen. Die wichtigsten Einstellungen in diesem Schritt definieren das Löschen, Aktualisieren und Erstellen von Daten in beiden Softwareumgebungen. Ist dies erfolgt, können mit der Synchronisation die Werte aus *Revit* in die *Building One* Datenbank übertragen werden (s. Abbildung 37).

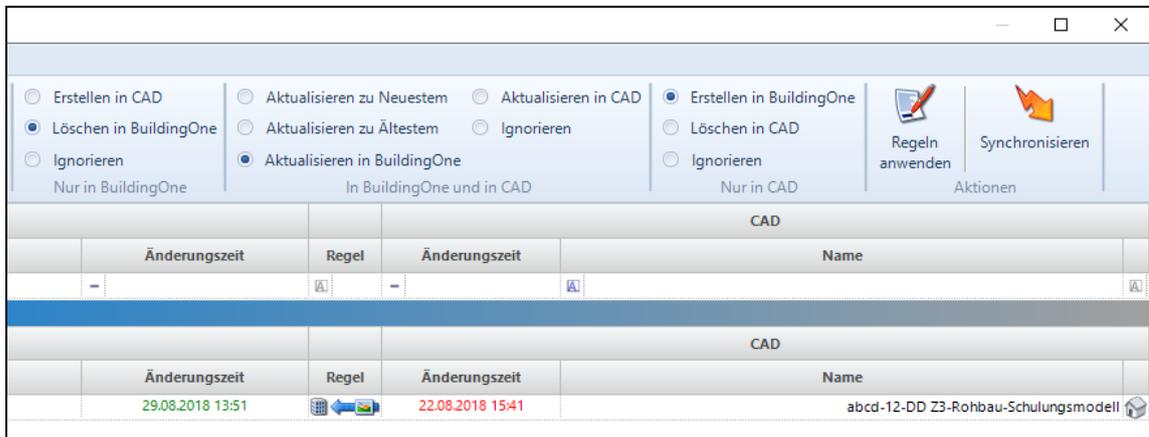


Abbildung 37: Schnittstelle *Revit - Building One* (Synchronisationsregeln)

Der Lösungsweg für die Übertragung der Planungsinformationen kann analog für die Übertragung von Informationen zu Terminen und Kosten durchgeführt werden, sofern alle Informationen im Bauwerksinformationsmodell abgelegt werden.

4.4.3.4 Schnittstelle SQL-DB

Nach erfolgreicher Synchronisation zwischen Revit und Building One liegen die ausgewählten Daten in der Datenbank vor. Zur Einarbeitung in die dortige Struktur und zum Aufbau der Abfrage für die spätere Informationsextraktion haben die Verfasser SQL-Management-Studio von Microsoft verwendet. Mit Zugriff auf die Datenbank sind alle in Building One definierten Inhalte in diversen Tabellen verfügbar (s. Abbildung 38).

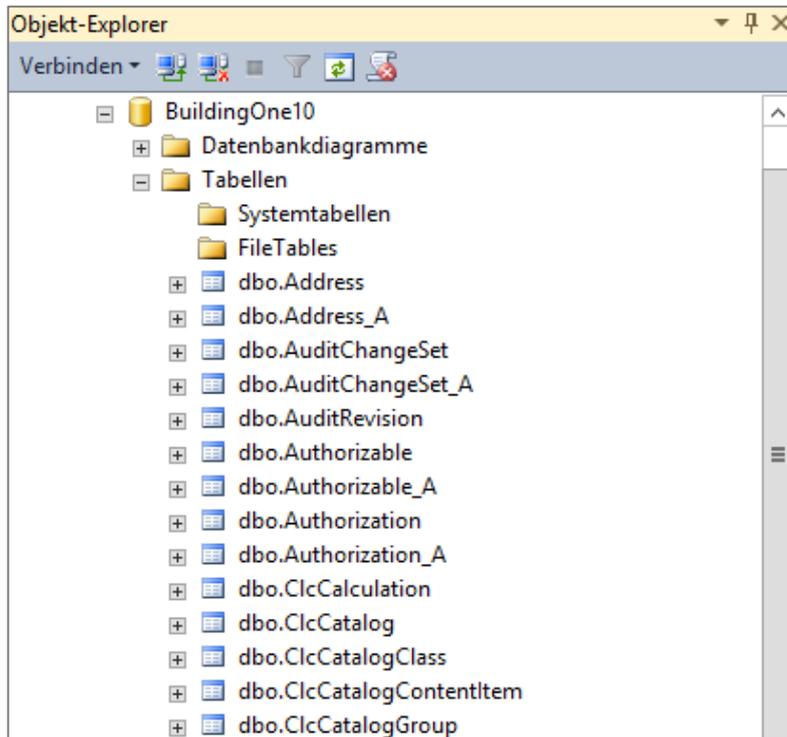


Abbildung 38: BO - Datenbankstruktur

Dies betrifft sowohl die angelegten Strukturtypen, Bauteile, Eigenschaften und deren Zuordnung als auch alle durch die Synchronisation entstandenen Instanzen im Projekt. Durch den Aufbau entsprechender Abfragen können die Informationen wie die Art der Baumaßnahme aus der Datenbank herausgefiltert werden (s. Abbildung 39).

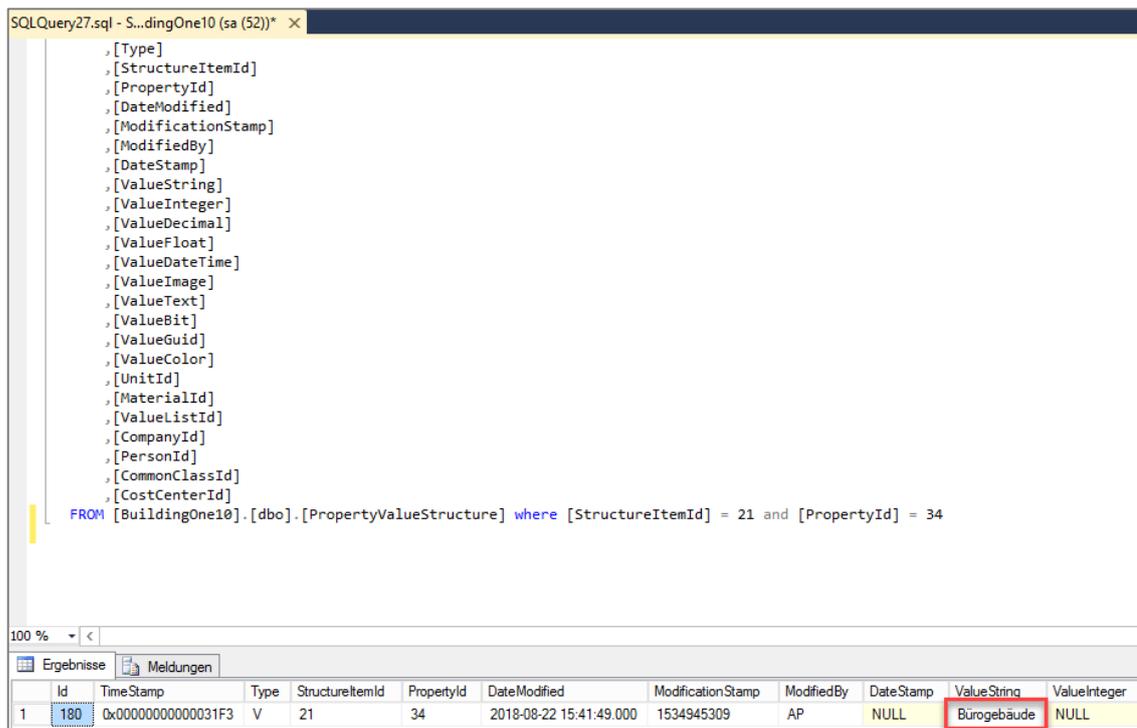


Abbildung 39: BO - Datenbankabfrage

Die Abfragen können entsprechend für alle Informationen aufgebaut werden. Anschließend werden die Abfragen in den Back-End-Code der Webanwendung eingearbeitet, um den Zugriff über die Webanwendung zu ermöglichen.

4.4.3.5 Webanwendung

Die Webanwendung wurde in der Entwicklungsumgebung Meteor aufgebaut. In dieser Entwicklungsumgebung kommen im Wesentlichen die Sprachen Node.js, HTML und CSS zum Einsatz. HTML und CSS sind für die Struktur und die Ausgestaltung der Nutzeroberflächen verantwortlich. Node.js als Unterform von JavaScript ermöglicht im Hintergrund alle entwickelten Funktionalitäten. Im gegenständigen Meteor-Projekt wurde zur besseren Organisation eine eigenständige Ordnerstruktur entwickelt. Zu weiteren Information bzgl. der genauen Struktur und zur Organisation der Anwendung kann das LuFG Baubetrieb und Bauwirtschaft der Bergischen Universität Wuppertal kontaktiert werden (vgl. Kapitel 4.4.4).

Der aktuelle Stand der Anwendung wurde kompiliert und auf einem Server der Bergischen Universität Wuppertal eingerichtet. Auf diese Weise kann die Anwendung Interessenten vorgestellt und erläutert werden. Die Dokumentation für die Nutzung des Datenviewers ist dem Bericht als Anlage 5 beigefügt.

4.4.3.6 Visualisierung des 3D Modells

Aus den Funktionsanforderungen der Praxispartner bzgl. der Webanwendung hat sich die Darstellung des visualisierten 3D-Modells innerhalb der Webanwendung ergeben (vgl. Kapitel 4.3.1.3). Diese wurde im Rahmen des Forschungsprojektes umfangreich untersucht. Für die unmittelbare Darstellung von IFC-Modellen der unterschiedlichen Formate (2x3, 4 jeweils in STEP und XML) in einer Weboberfläche gibt es nach Kenntnisstand der Verfasser bisher keine frei verfügbare Lösung. Die eigenständige Entwicklung einer solchen funktionierenden Lösung würde den Rahmen dieses Forschungsprojektes sprengen. Vor diesem Hintergrund haben die Verfasser einen in der Funktionalität gleichbleibenden Ansatz aus einem bereits abgeschlossenen Forschungsprojekt des LuFG Baubetrieb und Bauwirtschaft gewählt³¹, der jedoch einen direkten Import einer IFC-Datei nicht ermöglicht. Dieser Ansatz wurde ursprünglich für die Visualisierung innerhalb einer HoloLens oder auf dem Tablet aufgesetzt, lässt sich jedoch ebenfalls für die Darstellung innerhalb der Webanwendung nutzen (s. Abbildung 40).

³¹ Anwendung der Methode Building Information Modeling und Einsatz der RFID-Technik zur Verbesserung des Arbeitsschutzes in der Bau- und Immobilienwirtschaft; Kurztitel: „Arbeitsschutz – Building Information Modeling“; Der Forschungsbericht wurde mit Mitteln der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) gefördert. Aktenzeichen: 617.0-FP-0389

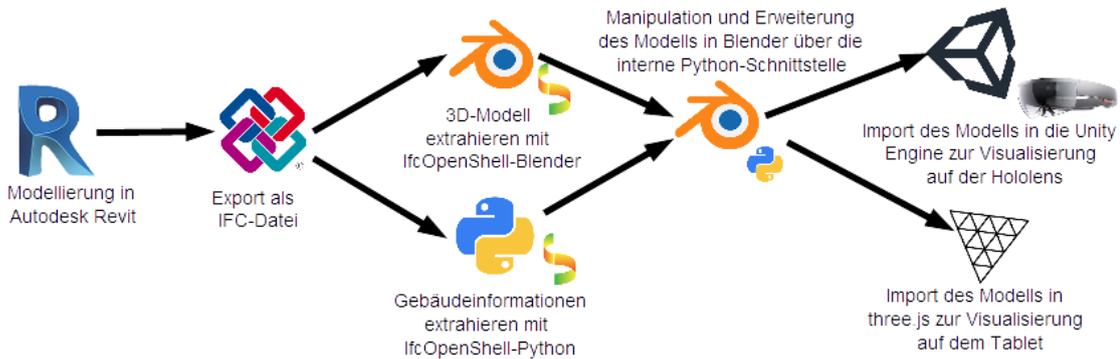


Abbildung 40: Export und Aufbereitung der Daten von *Revit* zum Import

Durch das Vorgehen kann das IFC-Modell über die Software *Blender* der Blender Foundation mit dem Add-On *IfcOpenShell* in jegliches Dateiformat überführt werden. Dabei gehen allerdings die detaillierten Informationen über das Gebäude verloren. Damit über die Webanwendung auf diese Daten zugegriffen kann, müssen die Informationen getrennt aus der IFC ausgelesen und einem Format abgespeichert werden, das im Web verstanden wird. Zudem müssen die Daten aus dem 3D-Modell wieder mit den Eigenschaften aus der IFC verknüpft werden können.

Somit wurde eine Software entwickelt, die in der Lage ist, eine IFC-Datei unter Nutzung der *IfcOpenShell* für Python zu verarbeiten und die zusätzlichen Informationen aus dem IFC in einer separaten JSON-Datei abzulegen. Mit dem Import des neuen 3D-Modells und den Informationen über die JSON-Datei lassen sich die Informationen in der Webanwendung erneut zusammenführen.

4.4.3.7 Übertragung von Dokumenten

Neben dem Export von Dokumenten, die sich über Abfragen aus der SQL-Datenbank erzeugen lassen, können auch weitere Dokumente im Datenraum zum Download bereitgestellt und exportiert werden. Dadurch werden die klassischen Upload- und Download-Funktionen bedient.

4.4.4 Zugang zum Code

Für konkrete Fragen zu den verwendeten Schnittstellen oder zum entwickelten Code kann das LuFG Baubetrieb und Bauwirtschaft der Bergischen Universität Wuppertal kontaktiert werden.

4.4.5 Zwischenfazit AP4

Grundsätzlich ist die Entwicklung einer Webanwendung, die allen gestellten Anforderungen nachkommt möglich. Im Rahmen des gegenständigen Forschungsprojektes bestanden jedoch im Wesentlichen zwei Hindernisse:

1. Die Möglichkeiten zur Weitergabe von Informationen der aktuell vorhandenen Austauschstandards in der Baubranche sind an diversen Stellen nicht ausreichend, um mit ihnen eine umfassende Datendurchgängigkeit zu erreichen. Nach Auffassung der Verfasser ist es daher notwendig bei der Weiterentwicklung dieser Standards die Anforderungen aus der Praxis detailliert aufzunehmen und zu implementieren.

2. Die Implementierung einer 3D-Visualisierung über einen unmittelbaren Import von IFC gestaltet sich komplex. Dies erschweren auch die Kompatibilitätsanforderungen zu den unterschiedlichen IFC-Formaten. Alternativ ist es möglich die Visualisierung zunächst getrennt von den Informationen in allgemeingültigen Formaten zu realisieren und die Informationen später mit den Modellobjekten zu Referenzieren.

Die Anwendbarkeit der vorhandenen Austauschstandards hängt demzufolge von zwei wesentlichen Faktoren ab. Zum einen der vorgesehenen Inhalte, die entsprechend nachvollziehbar für die Anwender implementiert und dokumentiert sein müssen. Zum anderen der Entwicklung von Softwaremodulen für diese Standards, die in der Softwareentwicklung eine einfachere Einbindung der Formate ermöglichen.

4.5 AP 5 – Entwicklung Anwendungsmodell

In diesem Kapitel wird der Informationsfluss für das Gewerk des Dachdeckers erläutert, um die Funktionalität des Demonstrators zu belegen. Als Autorensoftware wird hierzu die bereits erläuterte Software *Autodesk Revit* genutzt. Als Zielsoftware wird hierzu die in diesem Gewerk gängige Software *MF Dach* der Firma Markus Friedrich – Datentechnik genutzt. Dieses Anwendungsmodell soll als Beispiel für alle Gewerke und Zielsysteme gelten. Die Dokumentation zur Nutzung des Datenviewers ist dem Bericht als Anlage 5 beigefügt.

4.5.1 Modell/Modellbearbeitung

Der Praxispartner Züblin hat ein *Revit*-Modell des Züblin Gebäudes Z3 am Standort Stuttgart zum Test innerhalb des Anwendungsmodells zur Verfügung gestellt. Für eine Implementierung der Informationen im Modell muss eine Zuordnung zu Modellobjekten getroffen werden. Damit wird definiert, an welcher Stelle im Modell die Informationen in Form von Attributen angehängen zu platzieren sind (s. Abbildung 41).

Projektinformationen

Familie: Systemfamilie: Projektinformationen Laden...

Typ: Typ bearbeiten...

Exemplarparameter: Ausgewähltes oder zu erstellendes Exemplar steuern

Parameter	Wert
Titeltext ^	
Auftraggeber/Bauherr	Ed. Züblin AG
Generalübernehmer	Verwalten
Objektplaner	Verwalten
Fachplaner/Planersteller	Verwalten
Allgemein ^	
Kostenstelle	570-XXX
Sonstige ^	
Projektausgabedatum	Projekt Datum
Projektstatus	Projektstatus
Kundenname	Direktion
Projektadresse	Albstadtweg 5, 70567 Stuttgart
Projektname	Z3-Rohbau-Schulungsmodell
Projektnummer	EPPE-22-979031
Verfasser Firma 1	
Verfasser Firma 2	
Verfasser PLZ Ort	
Verfasser Strasse	
Verfasser Telefon	
Verfasser Telefax	
Verfasser eMail	
Sdfas Contentversion	1.0
Sdsfb Contentversion	1.0
Art der Baumaßnahme	Bürogebäude
Projektleitung	Max Mustermann
Telefonnummer	+49 (0) 71178830

OK Abbrechen

Abbildung 41: *Revit* – Eingepflegte Projektinformationen

Für die Zuordnung von Informationen zu Modellobjekten sind der Aufbau und die inhaltliche Struktur von Bauwerksinformationsmodellen elementar. Zum aktuellen Zeitpunkt existieren jedoch keine standardisierten oder allgemeingültigen Vorgehensweisen hierzu.³² Aufgrund der untergeordneten Bedeutung für die Funktionalität, die der Demonstrator aufzeigen soll und in Rücksichtnahme auf die aktuellen Entwicklungen in diesem Bereich durch Arbeitskreise aus Wissenschaft und Praxis, wird an dieser Stelle auf die neue umfängliche Definition allgemeingültiger Modellierungsstandards verzichtet.

Innerhalb des Modells wurden noch nicht vorhandene, aber durch KMU benötigte Informationen bei den gemeinsam genutzten Parametern ergänzt. Als Beispiel kann die „Art der Baumaßnahme“ genannt werden, die durch die Umfrageteilnehmer als erforderlich angegeben wurde (vgl. Kapitel 4.1.5.5).

4.5.2 Eingrenzung Gewerk

Die durchgängige Informationsübertragung wird am Gewerk des Dachdeckers demonstriert. Ausschlaggebend hierfür sind mehrere Aspekte. Die nicht vorhandenen allgemeingültigen Modellierungsstandards führen dazu, dass keine allgemeingültige Abfrage von Objektinformationen durchgeführt werden kann. Eine Darstellung der Informationsvermittlung für diverse Gewerke ist somit nicht zielführend, da dies nicht pauschal auf andere Modelle übertragen werden kann. Die Filterung von gewerkespezifischen Informationen stellt jedoch keinen Sonderfall dar, sondern kann über die hier vorgestellten Lösungsansätze ebenfalls realisiert werden. Hierzu müssen den Objekten innerhalb der Modellierung die Information der entsprechenden Gewerke zugeordnet werden, damit eine Filterung dieser ermöglicht wird. Darüber hinaus besteht für das Gewerk Dachdecker mitunter die beste Datengrundlage, um die geforderten Informationen im Modell zu hinterlegen, sofern diese nicht bereits vorhanden sind (vgl. Kapitel 4.1.5.3).

Neben den vorgenannten Faktoren spielte die Verfügbarkeit einer gängigen Zielsoftware eine wesentliche Rolle. Die Software *MF Dach* der Firma Markus Friedrich – Datentechnik kann als Demo-Version frei genutzt werden.

4.5.3 Weiterverwendung in MF Dach

MF Dach ist eine kaufmännische Software für die Gewerke Dachdecker, Zimmerer und Dachklempner. Neben der Softwarelösung für die vorgenannten Gewerke bietet der Entwickler innerhalb seiner Softwarefamilie ebenfalls Lösungen für weitere Gewerke der Baubranche an.

Innerhalb der Datenerhebung wurde die Software *MF Dach* als meistgenutzte Software zur Durchführung der Prozesse der Arbeitsplanung angegeben. Die Software wird zur Durchführung aller vorbereitenden Maßnahmen, bis auf die Planung der Materialbeschaffung, eingesetzt (vgl. Anlage 4 – Softwareanalyse; Gewerk: Dachdecker).

³² Es gibt nach Wissen der Verfasser keinen Arbeitskreis bzw. Gremium zu dieser Thematik. Vor diesem Hintergrund hat das Lehr- und Forschungsgebiet Baubetrieb und Bauwirtschaft der Bergische Universität hat am 30.11.2017 einen Antrag zur Erarbeitung einer standardisierten Modellierungsrichtlinie bei der Forschungsinitiative Zukunft Bau eingereicht.

Die innerhalb der Planung erzeugten Informationen werden zur weiteren Verarbeitung über den im Bericht beschriebenen Informationsfluss und den Demonstrator exportiert. Dies erfolgt in den Formaten GAEB, Excel und PDF. Es besteht aktuell i.d.R. keine direkte und offene Schnittstelle zwischen einer Autorensoftware und den durch KMU genutzten Zielsystemen. Im vorliegenden Beispiel kann *MF Dach* keine *Revit*-Datei verarbeiten.

Als Importfunktion der Software *MF Dach* wird die Möglichkeit „GAEB zu LV“ genutzt (s. Abbildung 42). Dies greift das bisher verwendete Beispiel zur Informationsübertragung in ein LV erneut auf (vgl. Kapitel 0).

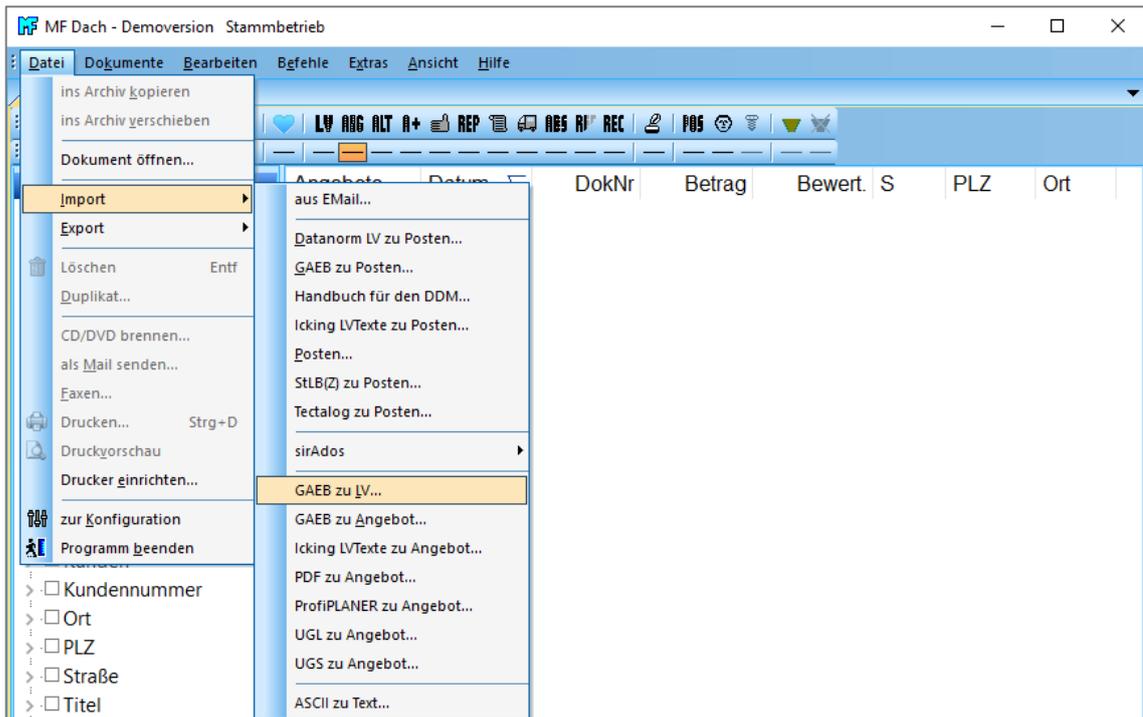
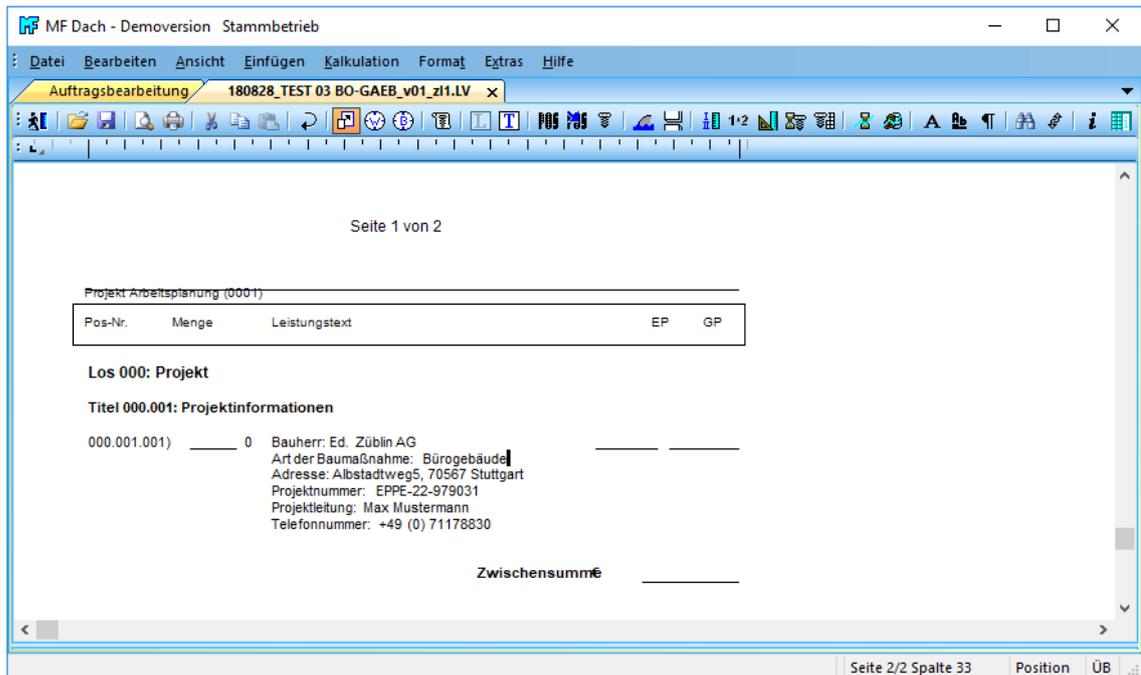


Abbildung 42: *MF Dach* - Import GAEB Datei

Die Zuordnung von Informationen erfolgt in diesem Schritt bereits innerhalb der Struktur der GAEB-Datei, sodass eine weitere Verwendung der Informationen problemlos möglich ist. Die in *Revit* abgelegten Informationen (s. 4.5.1) können nun in der Zielsoftware *MF Dach* angezeigt und weiterverwendet werden (s. Abbildung 43).

Abbildung 43: *MF Dach* - Import GAEB Datei (Ergebniss)

Die Verfasser sind bei der Wahl der Zielsoftware davon ausgegangen, dass alle Komponenten der GAEB-Datei beim Import verwendet werden. Nach Rücksprache mit dem Softwarehersteller wurde diese Annahme verneint. Die einzelnen Softwareanbieter entscheiden z.T. selbst, welche Informationen des GAEB-Imports weiterverwendet werden. Die angedachte Ablage der Projektinformationen in dem Feld *Description* der GAEB-Struktur war somit nicht zielführend, da die Software *MF Dach* das Informationsfeld *Description* nicht weiterverwendet. Zur Demonstration haben sich die Verfasser dazu entschieden, die Projektinformationen als LV-Position mit Langtext darzustellen, um die Datendurchgängigkeit aufzuzeigen. Diese Anpassungsmaßnahmen werden voraussichtlich zu diversen Zielsystemen notwendig sein.

4.5.4 Zwischenfazit AP5

Die grundsätzliche Funktionsfähigkeit konnte innerhalb dieses Kapitels dargelegt werden. Die Übertragbarkeit auf weitere Zielsysteme bedarf einer Betrachtung der Importmöglichkeiten im Einzelfall. Eine direkte und offene Schnittstelle zwischen Autorensoftware und Zielsoftware von KMU ist nicht bekannt, jedoch besteht mit dem hier vorgestellten Ansatz die Möglichkeit, Informationen aus einer mit der BIM-Methode aufgestellten Planung den KMU ohne Medienbrüche zur Verfügung zu stellen. Darüber hinaus bedarf die flächendeckende Umsetzung der Anwendung eine Standardisierung im Bereich der Objektmodellierung und des Datenaustauschs.

5 Fazit

Die Zielsetzung des Forschungsprojektes bestand in der Entwicklung einer Softwarelösung auf Demonstratorniveau, die eine bessere Partizipation der KMU an der Methode BIM ermöglicht. Die Idee bestand darin, dass KMU an der Methode BIM teilnehmen, ohne sich neue Software zulegen oder intensive Schulungen durchführen zu müssen. Somit betrachtete das Forschungsprojekt den Status Quo der Baubranche und die aktuell verwendeten Softwarelösungen. Die Umsetzung eines idealtypischen Open-BIM Prozesses der Informationsverteilung war nicht Ansatz des Forschungsprojektes, da dieser nur auf Basis von derzeit noch fehlenden Standards erreicht werden könnte. Der beschriebene Ansatz war jeweils Grundlage für die Erstellung des Fragebogens, die Erhebung der entsprechenden Daten und die daraus abgeleitete Entwicklung des Demonstrators.

Die Umfrage unter KMU verschiedenster Gewerke der Baubranche zeigte, dass BIM bislang kaum den Einzug in den Handwerksbereich geschafft hat. Die Thematik ist den Betrieben zwar bekannt, angewendet wird die Methode bislang jedoch nicht. Zu den größten Hemmnissen bei der Anwendung zählen die Kosten für die Anschaffung von Software und der Schulung von Mitarbeitern sowie der damit zusammenhängende Zeitfaktor.

Der entwickelte Demonstrator des Datenviewers liefert darauf aufbauend eine Vorlage zur Angliederung der KMU an die Methode BIM. Bei der Umsetzung des Demonstrators wurden die Anforderungen der KMU an eine solche Softwarelösung berücksichtigt. Sie können mit Hilfe dessen die Informationen für ihr Gewerk aus einem Bauwerksdatenmodell erhalten ohne selber ein Modellierungswerkzeug kaufen bzw. damit umgehen können zu müssen. Die webbasierte Anwendung ermöglicht den Zugriff auf die Informationen und filtert diese gewerkespezifisch vor. Durch eine an die bei KMU vorhandene Softwarelösungen angepasste Exportfunktion können KMU die Informationen in ihre gewohnten Programme übernehmen und weiterverarbeiten.

Bei einer Weiterentwicklung des Demonstrators hin zu einer marktreifen Lösung kann KMU der Einstieg in die Arbeit mit der Methode BIM deutlich erleichtert werden und eine Basis für die Erhaltung ihrer Wettbewerbsfähigkeit gelegt werden.

Im Rahmen der Bearbeitung des Forschungsprojekts ergab sich durch Expertengespräche, die Umfrage und die Zusammenarbeit mit den Praxispartnern darüber hinaus ein Überblick über allgemein in der Baubranche bestehende Hindernisse bei der Entwicklung eines offenen Standards. Diese werden im Folgenden als Ansatzpunkte für weitere Forschungsaktivitäten aufgezeigt.

Hindernisse bei der Implementierung

Die nachfolgend aufgeführten Hindernisse bei der Implementierung des Open-BIM Ansatzes wurden im Rahmen der Projektarbeit erfasst und zwischen den Praxispartnern am 19.06.2018 diskutiert. Sie können als Ansatz für eine erfolgreiche und flächendeckende Umsetzung des Open-BIM Ansatzes innerhalb der Baubranche dienen:

- Oft funktioniert die Kommunikation mit den KMU noch über Fax. Alle KMU müssten auf einem einheitlichen Kommunikationslevel (digitale Daten) arbeiten.

-
- I.d.R. werden auf einer Baustelle aufgrund der Struktur der Auftragnehmer viele verschiedene Sprachen gesprochen. Die Informationen müssten somit immer in vielen verschiedenen Sprachen verfügbar sein.
 - Die Meldungen in der Presse suggerieren seit Jahren, dass BIM jetzt startet und viele Abläufe besser und transparenter werden. Konkrete Auswirkungen auf den Großteil der Baubetriebe in Deutschland sind jedoch bislang nicht spürbar. Vor diesem Hintergrund sehen die KMU aktuell keinen direkten Anlass sich mit dem Thema im Detail auseinanderzusetzen, da sich noch viele Standards in Klärung befinden. Es ist oft kein direkter Nutzen erkennbar.
 - Oft können solche strukturellen Änderungen nur vom Chef einer Firma vorgegeben werden. Jedoch befindet sich die gesamte Branche aktuell in einer hochkonjunkturellen Phase, sodass derzeit wenig Ambitionen bestehen die Arbeitsprozesse anzupassen.
 - Die Vorteile der Datendurchgängigkeit liegen i.d.R. beim Bauträger. Die eigentliche handwerkliche Arbeit – unabhängig von der Informationsverteilung – muss immer noch genauso durchgeführt werden, wie vorher. Somit wird der Handwerker selbst in der Erledigung seiner Aufgaben nicht schneller.
 - Der Zeitaufwand für die Implementierung und die Schulung von neuen Arbeitsprozessen wird oft als nicht wirtschaftlich eingestuft.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass neben der unklaren Entwicklung der Standardisierung die Diversität der KMU (technische Ausstattung, Sprache) ein Grund für eine schleppende Umsetzung von Digitalisierungsansätzen ist. Dazu kommen die innerbetrieblichen Strukturen und die aktuelle wirtschaftliche Lage. Neben der notwendigen Verbesserung in diesen Bereichen muss zudem deutlicher der wirtschaftliche Nutzen der BIM-Methodik herausgearbeitet werden, um die Verantwortlichen Personen von einer Umsetzung zu überzeugen.

6 Ausblick

Die Entwicklung des Demonstrators im Rahmen des Forschungsprojekts beinhaltete bisher eine Informationslieferung vom Auftraggeber zum Auftragnehmer. Um den digitalen Informationsaustausch weiter zu fördern und KMU noch stärker an die Methode BIM anzugliedern, wäre es hilfreich, wenn KMU über einen solchen Datenviewer Informationen an das Modell zurückspielen könnten. Um diese Erweiterung der Schnittstelle umzusetzen, stellt das Lehr- und Forschungsgebiet Baubetrieb und Bauwirtschaft der Bergischen Universität Wuppertal einen Aufstockungsantrag zum gegenständigen Forschungsprojekt. Neben der Informationsübertragung von KMU zurück in das Bauwerksdatenmodell z.B. über Bautagesberichte, soll eine Testphase des Datenviewers erfolgen.

Die verschiedenen aufgezeigten Entwicklungen innerhalb der Baubranche lassen erahnen, dass eine technische Umsetzung des digitalen medienbruchfreien Informationsflusses in naher Zukunft abbildbar ist. Die weitere Vernetzung der bestehenden Informationsinseln und das Ausfüllen der „weißen Flecken“ werden als Ergebnis vielfältige digitale Werkzeuge für den einzelnen Anwender bereitstellen können. Ein zentraler Aspekt bleibt weiterhin, wie der jeweilige Anwender auf eine Anpassung der bestehenden Arbeitsmethode reagiert. Ob eine ablehnende Haltung eingenommen oder das Werkzeug als Unterstützung angesehen wird, ist ein wichtiger Aspekt im Moderationsprozess der Gesamthematik Digitalisierung und deren gesellschaftlichen und politischen Auswirkungen (Thema Arbeitsplatzverlust). Neben der Entwicklung des technischen Prozesses der Informationsweitergabe darf der Mensch bei der Betrachtung nicht außer Acht gelassen werden. Zur Umsetzung der hier formulierten Ziele müssen die umsetzenden Personen Schulungen zur neuen Arbeitsmethode erhalten. Darüber hinaus muss die Thematik des Informationsmanagementprozesses in die Ausbildung einfließen, um die Inhalte auf den aktuellen Wissensstand anzupassen.

Innerhalb der Bearbeitung, dem Austausch mit diversen Betrieben, den intensiven Diskussionen mit den Praxispartnern und weiteren Experten sowie den weiteren Mitgliedern des Lehr- und Forschungsgebietes Baubetrieb und Bauwirtschaft ergaben sich immer wieder die Anforderungen an den Open-BIM Ansatz. Der entwickelte Demonstrator kann als eine Art Gradmesser eingestuft werden, welcher sukzessive um die Funktionen des Open-BIM Ansatzes ergänzt werden kann, sofern diese standardisiert vorliegen.

Literaturverzeichnis

- 69901-5, D. (2009). *Projektmanagement – Projektmanagementsysteme – Teil 5: Begriffe*.
- AHO-Fachkommission. (2014). *Projektmanagementleistungen in der Bau- und Immobilienwirtschaft (Heft 9)*. Bundesanzeiger.
- Balzert, H. (2000). *Lehrbuch der Softwaretechnik*. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- Balzert, H. (2009). *Lehrbuch der Softwaretechnik. Basiskonzepte und Requirements Engineering*. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- Balzert, H. (2011). *Lehrbuch der Software-Technik*. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- Bauordnung NRW § 57. (Stand 15.12.2016).
- Becker, J., Kugler, M., & Rosemann, M. (2012). *Prozessmanagement - Ein Leitfaden zur prozessorientierten Organisationsgestaltung*. Berlin, Heidelberg: Springer Gabler.
- Bergische Universität Wuppertal. (2017). Grundlagenbericht Building Information Modeling und Prozesse.
- Berner, F., Kochendörfer, B., & Schach, R. (2013). *Grundlagen der Baubetriebslehre 1*. Wiesbaden: Springer Vieweg.
- BMVI. (2015). *Stufenplan Digitales Planen und Bauen*. Berlin: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur.
- brz. (2016). IT-Trends in der Baubranche 2016. Status quo und Perspektiven.
- buildingSMARTe.V. (2018). *buildingSmart international*. Abgerufen am 16. Juli 2018 von Ziele und Arbeitsweise: <https://www.buildingsmart.de/buildingsmart-ev/verein>
- ceapoint aec technologies GmbH. (25. 04 2018). *ceapoint - DESITE MD / DESITE MD PRO*. Von <https://www.ceapoint.com/desite-md-md-pro/> abgerufen
- Chies, S. (2016). *Change Management bei der Einführung neuer IT-Technologien*. Wiesbaden: Springer Fachmedien.
- CONJECT. (2015). BIM-Umfrage 2015. Auswertung.
- Data Design System. (25. 04 2018). *Data Design System*. Von <http://www.dds-cad.de/downloads/dds-cad-viewer/> abgerufen
- DIN-69901-5:2009-01. (2009). *Projektmanagement - Projektmanagementsysteme - Teil 5: Begriffe*.
- DIN-EN-15221-1. (2007).
- Empfehlung der Kommission vom 6. Mai 2003 betreffend die Definition der Kleinunternehmen sowie der kleinen und mittleren Unternehmen. (20. 05 2003). *Amtsblatt der Europäischen Union*.
- eurostat. (26. 01 2017). *eurostat* . Von Kleine und mittlere Unternehmen (KMU): <http://ec.europa.eu/eurostat/web/structural-business-statistics/structural-business-statistics/sme> abgerufen
- 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). *Praxishandbuch BPMN 2.0* (4. Ausg.). München: Carl Hanser Verlag.
- GEFMA 100. (2004).
- GEFMA 100-1. (2004).
- GEFMA 100-2. (2004).
- GEFMA 100-2, Anhang B. (2004).
- GEFMA 190. (2004).

- Gesetz zur Ordnung des Handwerks. (17. 09 1953). *Handwerksordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 24. September 1998 (BGBl. I S.3074; 2006 I S.2095), die zuletzt durch Artikel 283 der Verordnung vom 31. August 2015 (BGBl. I S.1474) geändert worden ist.*
- Girmscheid, G. (2015). *Angebots- und Ausführungsmanagement*. Berlin: Springer Vieweg.
- Handschuhmacher, J. (2014). *Immobilienrecht praxisnah*. Springer Vieweg.
- Handwerkskammer Düsseldorf. (2017). Unternehmen, Umsätze und tätige Personen im Handwerk.
- Hausknecht, K., & Liebich, T. (2016). *BIM-Kompendium: Building Information Modeling als neue Planungsmethode*. Fraunhofer IRB Verlag.
- Kallus, K. (2010). *Erstellung von Fragebogen*. Wien: facultas.wuv Universitätsverlag .
- Kirchhoff, S., Kuhnt, S., Lipp, P., & Schlawin, S. (2010). *Der Fragebogen. Datenbasis, Konstruktion und Auswertung*. Wiesbaden: Springer Fachmedien.
- Koch, S. (2011). *Einführung in das Management von Geschäftsprozessen*. Berlin/Heidelberg: Springer Verlag.
- Kochendörfer, B., Berner, F., Liebchen, J., & Viering, M. (2010). *Bau-Projektmanagement: Grundlagen und Vorgehensweisen (Leitfaden des Baubetriebs und der Bauwirtschaft)*. Vieweg+Teubner Verlag.
- König, P. D.-I. (Hrsg.). (2018). *BIM Cluster NRW*. Abgerufen am 16. Juli 2018 von http://bim-nrw.de/?page_id=6
- Landesbauordnung NRW §58. (Stand: 15.12.2016).
- Landesbauordnung NRW §59. (Stand: 15.12.2016).
- MBWSV. (14. 12 2016). *Ministerium für Bauen, Wohnen, Stadtentwicklung und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen*. Von <http://www.mbwsv.nrw.de/bauen/bautechnik/pruefingenieureFBAustatik/index.php> abgerufen
- Pfarr, K. (1984). *Grundlagen der Bauwirtschaft*. Essen: Deutscher Consulting Verlag.
- Rabe, K., & Heintz, D. (2006). *Bau und Planungsrecht*. Deutscher Gemeindeverlag GmbH.
- Rohleder, B., & Schulte, K.-S. (2017). Digitalisierung des Handwerks.
- 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. Ausg.). München: Carl Hanser Verlag.
- Stolzenberg, K., & Heberle, K. (2013). *Change Management - Veränderungsprozesse erfolgreich gestalten*. Heidelberg: Springer.
- TU Dresden. (25. 04 2018). *TU Dresden Open BIM Platform Services*. Von <https://openeebim.bau.tu-dresden.de/openeebim/bimcraft.html> abgerufen
- TU Dresden. (25. 04 2018). *TU Dresden Open BIM Platform Services*. Von https://openeebim.bau.tu-dresden.de/openeebim/resources/20151209_Manual_BIMcraft.pdf abgerufen
- von Both, P., Koch, V., & Kindsvater, A. (2013). *BIM - Potentiale, Hemmnisse und Handlungsplan*. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag.

Anlage 1 – Liste der Handwerke der Handwerksordnung

Liste der Handwerke der Handwerksordnung, die für die empirische Untersuchung befragt werden. Ausgewählt wurden alle Handwerke der Handwerksordnung, die zulassungspflichtig oder zulassungsfrei sind und im Hochbau tätig sind.

Handwerke mit Meisterpflicht:

- Maurer und Betonbauer
- Ofen- und Luftheizungsbauer
- Zimmerer
- Dachdecker
- Straßenbauer
- Wärme-, Kälte- und Schallschutzisolierer
- Brunnenbauer
- Steinmetzen und Steinbildhauer
- Stuckateure
- Maler und Lackierer
- Gerüstbauer
- Schornsteinfeger
- Metallbauer
- Kälteanlagenbauer
- Informationstechniker
- Klempner
- Installateur und Heizungsbauer
- Elektrotechniker
- Tischler
- Glaser

Zulassungsfreie Handwerke (keine Meisterpflicht):

- Fliesen-, Platten- und Mosaikleger
- Betonstein- und Terrazzohersteller
- Estrichleger
- Behälter- und Apparatebauer
- Parkettleger
- Rollladen- und Sonnenschutztechniker
- Raumausstatter
- Gebäudereiniger
- Schilder- und Lichtreklamehersteller

Anlage 2 – Fragebogen

Fragebogen (final) – Stand 07.07.2017

Sehr geehrte Damen und Herren,

herzlichen Dank, dass Sie sich die Zeit nehmen uns im Rahmen des Forschungsprojekts „BIM-gestützte Arbeitsplanung in kleinen und mittleren Unternehmen“ zur Einbindung von kleinen und mittleren Bau- und Handwerksunternehmen in das Arbeiten mit der Methode BIM zu unterstützen.

Wir bitten Sie uns den vollständig ausgefüllten Fragebogen an

Bergische Universität Wuppertal
Herrn Univ.-Prof. Dr.-Ing. Manfred Helmus / Frau Carla Pütz
Pauluskirchstraße 7
42285 Wuppertal

oder per E-Mail an puetz@uni-wuppertal.de

oder per Fax an +49 (0)202 439 4314

zu übersenden.

Selbstverständlich behandeln wir Ihre Antworten vertraulich und geben Sie nicht an Dritte weiter. Die Ergebnisse der Befragung werden in anonymisierter Form zusammengefasst und im Rahmen des Forschungsprojektes veröffentlicht.

Bei Interesse senden wir Ihnen gerne die Auswertung der Ergebnisse separat zu. Bitte beantworten Sie die entsprechende Frage im Fragebogen.

Mit freundlichen Grüßen

Ihr Evaluationsteam
der Bergischen Universität Wuppertal

Wozu dieser Fragebogen?

Die Digitalisierung ist aktuell eines der zentralen Themen in der Baubranche. Das mag im Handwerk heute noch nicht spürbar sein. Die Fähigkeit, als Handwerksbetrieb zumindest ausschnittsweise digitale Planungs- und Steuerungsinstrumente nutzen zu können, wird sich zunehmend als Präqualifizierungskriterium etablieren. Hierbei steht vor allem der Begriff BIM (Building Information Modeling) im Vordergrund.

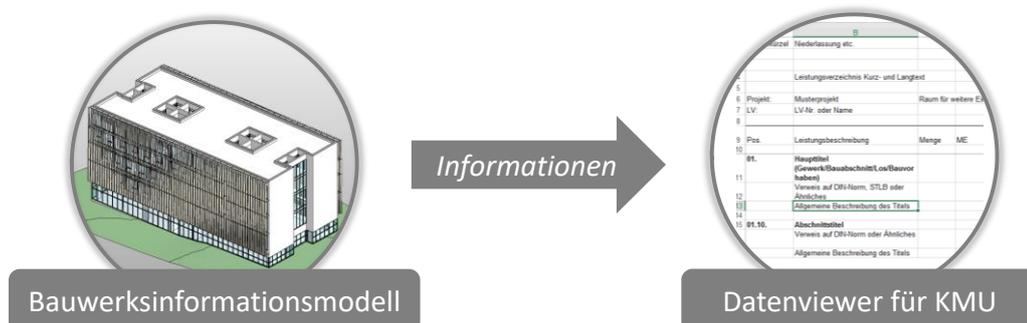
Die Methode bedeutet die Zusammenführung und Vernetzung aller relevanten Daten eines Bauwerks in einem virtuellen Datenmodell (dem Bauwerksinformationsmodell) während des gesamten Lebenszyklus, also von der Konzeption über die Planung, Ausführung und Nutzung bis zum Rückbau. Mehr Informationen zum Thema BIM erhalten Sie unter <http://www.biminstitut.de/start>.

Um Ihnen den Zugang zur Methode BIM zu erleichtern, wird innerhalb eines Forschungsprojektes der Bergischen Universität Wuppertal eine Möglichkeit entwickelt, Handwerksbetriebe ohne hohen Kosten- und Zeitaufwand in das Arbeiten mit der Methode BIM zu integrieren. Handwerker sollen die BIM-Daten insbesondere für ihre Arbeitsplanung nutzen können.

Ziel ist die Entwicklung eines sog. „Datenviewers“, der es Ihnen ermöglicht, aus einem Bauwerksinformationsmodell genau die für Sie benötigten Informationen zu nutzen. Der „Datenviewer“ soll Handwerksbetrieben kostenlos zur Verfügung gestellt werden.

Unser Fragenkatalog bietet den Teilnehmern der Umfrage die Möglichkeit, Wünsche und Vorstellungen für eine Einbindung in die Methode BIM einzubringen. Durch die Teilnahme an der Umfrage wird ein direkter Einfluss auf die Entwicklung eines „Datenviewers“ ermöglicht, der die für Sie relevanten Informationen aus einem Bauwerksinformationsmodell aufbereitet.

Das Forschungsprojekt der Bergischen Universität Wuppertal erfolgt in Zusammenarbeit mit der Handwerkskammer Düsseldorf und den Baugewerblichen Verbänden.



Um zu einem gemeinsamen Verständnis der Begriffe des Fragebogens zu kommen, geben wir diese drei Definitionen vor:

Arbeitsplanung (oder Arbeitsvorbereitung):

Unter Arbeitsplanung wird jede Tätigkeit verstanden, die dazu dient, die eigentliche Bauleistung nach Erhalt des Auftrags zu planen. Dazu zählen z.B. die Erstellung von Terminplänen, Baustelleneinrichtungsplänen usw.

BIM:

BIM ist die Zusammenführung und Vernetzung aller relevanten Daten eines Bauwerks in einem virtuellen Datenmodell während des gesamten Lebenszyklus, also von der Konzeption, Planung und Ausführung bis zur Nutzung und zum Rückbau.

Prozess:

Unter Prozess wird ein Vorgang/Arbeitsschritt verstanden, der mehrere Inputs, aber nur einen Output haben kann.

Beispiel:

Für den Prozess der Materialbestellung von Fliesen wird als Input die gewünschte Art der Fliesen und die Größe (m²) des zu fliesenden Raumes benötigt. Als Output wird die Materialbestellung generiert.

A. ALLGEMEINER TEIL

(Angaben zu Ihrem Unternehmen)

1. In welchem Handwerksbereich ist Ihr Unternehmen tätig?

(Mehrfachnennung möglich)

a) zulassungspflichtige Handwerke

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Maurer und Betonbauer | <input type="checkbox"/> Ofen- und Luftheizungsbauer |
| <input type="checkbox"/> Zimmerer | <input type="checkbox"/> Dachdecker |
| <input type="checkbox"/> Straßenbauer | <input type="checkbox"/> Wärme-, Kälte- und Schallschutzisolierer |
| <input type="checkbox"/> Brunnenbauer | <input type="checkbox"/> Steinmetz/Steinbildhauer |
| <input type="checkbox"/> Stuckateur | <input type="checkbox"/> Maler und Lackierer |
| <input type="checkbox"/> Gerüstbauer | <input type="checkbox"/> Schornsteinfeger |
| <input type="checkbox"/> Metallbauer | <input type="checkbox"/> Kälteanlagenbauer |
| <input type="checkbox"/> Informationstechniker | <input type="checkbox"/> Klempner |
| <input type="checkbox"/> Installateur und Heizungsbauer | <input type="checkbox"/> Elektrotechniker |
| <input type="checkbox"/> Tischler | <input type="checkbox"/> Glaser |

b) zulassungsfreie Handwerke

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Fliesen-, Platten- und Mosaikleger | <input type="checkbox"/> Betonstein- und Terrazzohersteller |
| <input type="checkbox"/> Estrichleger | <input type="checkbox"/> Parkettleger |
| <input type="checkbox"/> Rollladen- und Sonnenschutztechniker | <input type="checkbox"/> Raumausstatter |
| <input type="checkbox"/> Gebäudereiniger | <input type="checkbox"/> Glasveredler |
| <input type="checkbox"/> Schilder- und Reklamehersteller | <input type="checkbox"/> Sonstiger: _____ |

2. Welche Position haben Sie in Ihrem Unternehmen?

- Inhaber/in bzw. Technische/r Betriebsleiter/in
- Teamleiter/in bzw. Führungskraft
- kaufmännische/r Mitarbeiter/in
- gewerbliche/r Mitarbeiter/in
- Auszubildende/r
- Sonstiger: _____

3. Wie alt sind Sie?

4. Wie viele Mitarbeiter beschäftigt Ihr Unternehmen?

- 1 bis 9 Mitarbeiter
- 10 bis 19 Mitarbeiter
- 20 bis 49 Mitarbeiter
- 50 bis 249 Mitarbeiter
- über 250 Mitarbeiter

5. Wie hoch war der Umsatz Ihres Unternehmens im Jahr 2016?

- 0 bis 2 Millionen €
- 2 bis 10 Millionen €
- 10 bis 50 Millionen €
- über 50 Millionen €
- keine Angabe

6. In welchem Bundesland befindet sich der Sitz Ihres Unternehmens?

- | | | |
|--|---|---|
| <input type="checkbox"/> Baden-Württemberg | <input type="checkbox"/> Bayern | <input type="checkbox"/> Berlin |
| <input type="checkbox"/> Brandenburg | <input type="checkbox"/> Bremen | <input type="checkbox"/> Hamburg |
| <input type="checkbox"/> Hessen | <input type="checkbox"/> Mecklenburg-Vorpommern | <input type="checkbox"/> Niedersachsen |
| <input type="checkbox"/> Nordrhein-Westfalen | <input type="checkbox"/> Rheinland-Pfalz | <input type="checkbox"/> Saarland |
| <input type="checkbox"/> Sachsen | <input type="checkbox"/> Sachsen-Anhalt | <input type="checkbox"/> Schleswig-Holstein |
| <input type="checkbox"/> Thüringen | | |

7. Welche Auftragsvolumina bearbeitet Ihr Unternehmen überwiegend?

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> bis 10.000 € | <input type="checkbox"/> bis 1.000.000 € |
| <input type="checkbox"/> bis 50.000 € | <input type="checkbox"/> bis 2.000.000 € |
| <input type="checkbox"/> bis 100.000 € | <input type="checkbox"/> bis 5.000.000 € |
| <input type="checkbox"/> bis 250.000 € | <input type="checkbox"/> bis 30.000.000 € |
| <input type="checkbox"/> bis 500.000 € | <input type="checkbox"/> über 30.000.000 € |
| <input type="checkbox"/> Hierzu liegen mir keine Informationen vor | |

8. Was ist der Tätigkeitsbereich Ihres Unternehmens?

Neubau	100%	75%	50%	25%	0%
Sanierung/Bauen im Bestand	0%	25%	50%	75%	100%
	<input type="checkbox"/>				

B. BUILDING INFORMATION MODELING

(Erfahrungen und Erwartungen)

1. Informieren Sie sich regelmäßig über Innovationen für die Baubranche?

- Ja Nein

Falls ja, über welche Angebote informieren Sie sich zu den Entwicklungen?
(Mehrfachnennung möglich)

- Fachliteratur, Zeitschriften
- Onlineangebot, Newsletter der Hersteller
- Online bei unabhängigen Foren
- Soziale Netzwerke (z.B. Xing, YouTube, Facebook, Flickr etc.)
- Information über Berufsverbände/Kammern
- Fachmessen
- Kollegen
- Sonstige: _____

2. Building Information Modeling ist die Zusammenführung und Vernetzung aller relevanten Daten eines Bauwerks in einem virtuellen Datenmodell. Dies erfolgt über die gesamte Lebensdauer des Gebäudes, also von der Konzeption, Planung und Ausführung über die Nutzung bis zum Rückbau.

Der Begriff „Building Information Modeling“ ist mir in diesem Zusammenhang bekannt.

- stimme voll und ganz zu stimme eher zu stimme eher nicht zu stimme überhaupt nicht zu

Was verstehen Sie unter BIM, wenn Sie der o.g. Definition nicht zustimmen?

3. Arbeitet Ihr Unternehmen bereits modellorientiert/mit der Methode BIM?

- Ja Nein

Falls ja, in wieviel Prozent Ihrer Arbeitsprozesse nutzt Ihr Unternehmen Modelle/die Methode BIM?

- 1-25 % 26-50 % 51-75 % 76-100 %

4. Wieviel Prozent Ihrer Auftraggeber verlangen bereits eine Auftragsbearbeitung
5. modellorientiert/mit der Methode BIM?

0 % 1-25 % 26-50 % 51-75 % 76-100 %

6. Mein Unternehmen würde künftig gerne modellorientiert/mit der Methode BIM arbeiten.

stimme voll stimme eher stimme eher stimme überhaupt
und ganz zu zu nicht zu nicht zu

7. Welche Vorteile erwarten Sie bei der Einführung der Methode BIM für Ihren Betrieb?
(Mehrfachnennung möglich)

- Wettbewerbsvorteil gegenüber der Konkurrenz
- Höhere Effizienz der unternehmensinternen Arbeitsabläufe
- Höhere Effizienz der Arbeitsabläufe im Rahmen von Projekten mit externen Beteiligten
- Früheres Aufdecken von Fehlern bei der Planung durch Visualisierung
- Früheres Aufdecken von Fehlern bei der Planung durch Kollisionsprüfungen
- Erhöhung der Transparenz und Dokumentation
- Geringerer Ressourceneinsatz für Projekte
- Zeitersparnis bei der Projektbearbeitung
- Verbesserung der Koordination mit Projektpartnern
- Weitere Vorteile:

8. Welche Nachteile/Hindernisse erwarten Sie bei der Einführung der Methode BIM für Ihren Betrieb?
(Mehrfachnennung möglich)

- Hindernisse bestehen nicht, BIM ist bereits eingeführt
- Hohe Kosten für die Anschaffung der Software
- Hohe Kosten für die Schulung der Mitarbeiter
- Einführung ist zeitaufwendig
- Aufwand übersteigt den Nutzen
- Mitarbeiter lehnen BIM ab
- Keine passenden Schulungsangebote vorhanden
- Komplexität der Software ist für unseren Einsatzzweck zu hoch
- Anforderungen der Software an Hardware und Infrastruktur sind zu hoch
- Software hat funktionale Grenzen
- Zu hoher Aufwand, vorhandene Daten in die Software zu übertragen
- Undurchsichtig, welche Software die richtige für mein Unternehmen ist
- Es besteht kein ausreichendes Hintergrundwissen zum Thema BIM
- Auftraggeber können keine klaren Vorgaben formulieren
- Weitere Gründe:

C. ABLAUF DER ARBEITSPLANUNG

(Prozesse, also Arbeitsschritte, und dafür benötigte Informationen)

Die nachfolgenden Fragen C1 – C3 unterscheiden die Dokumente nach Planunterlagen, Ausschreibungsunterlagen (ohne Planunterlagen) und sonstigen Projektunterlagen.

1. In welchem Datenformat tauscht Ihr Betrieb heute **Planunterlagen** mit den Projektbeteiligten aus? *(Mehrfachnennung möglich)*

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> In Papierform | <input type="checkbox"/> Excel |
| <input type="checkbox"/> Word | <input type="checkbox"/> DXF |
| <input type="checkbox"/> DWG | <input type="checkbox"/> IFC |
| <input type="checkbox"/> PLT | <input type="checkbox"/> Sonstige: _____ |
| <input type="checkbox"/> PDF | |

Wie vollständig sind die **Planunterlagen**, die Ihr Betrieb von Auftraggebern für die Arbeitsplanung erhält?

- | | | | |
|---|--|--|--|
| <input type="checkbox"/> Komplet
vollständig | <input type="checkbox"/> Fast vollstän-
dig | <input type="checkbox"/> Eher unvoll-
ständig | <input type="checkbox"/> Sehr unvollstän-
dig |
|---|--|--|--|

2. In welchem Datenformat tauscht Ihr Betrieb heute **Ausschreibungsunterlagen (ohne Planunterlagen)** mit den Projektbeteiligten aus? *(Mehrfachnennung möglich)*

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> In Papierform | <input type="checkbox"/> PDF |
| <input type="checkbox"/> Word | <input type="checkbox"/> Excel |
| <input type="checkbox"/> DWG | <input type="checkbox"/> DXF |
| <input type="checkbox"/> PLT | <input type="checkbox"/> IFC |
| <input type="checkbox"/> GAEB | <input type="checkbox"/> Sonstige: _____ |

Wie vollständig sind die **Ausschreibungsunterlagen (ohne Planunterlagen)**, die Ihr Betrieb von Auftraggebern für die Arbeitsplanung erhält?

- | | | | |
|---|--|--|--|
| <input type="checkbox"/> Komplet
vollständig | <input type="checkbox"/> Fast vollstän-
dig | <input type="checkbox"/> Eher unvoll-
ständig | <input type="checkbox"/> Sehr unvollstän-
dig |
|---|--|--|--|

3. In welchem Datenformat tauscht Ihr Betrieb heute **sonstige Projektunterlagen (z.B. Protokolle, Verträge, Fotos, etc.)** mit den Projektbeteiligten aus? *(Mehrfachnennung möglich)*
- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> In Papierform | <input type="checkbox"/> PDF |
| <input type="checkbox"/> Word | <input type="checkbox"/> Excel |
| <input type="checkbox"/> PLT | <input type="checkbox"/> IFC |
| <input type="checkbox"/> GAEB | <input type="checkbox"/> Sonstige: _____ |
4. Wie erhält Ihr Betrieb die in den Fragen C1 bis C3 genannten Unterlagen? *(Mehrfachnennung möglich)*
- | | |
|------------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> Post | <input type="checkbox"/> Projektkommunikationsraum (z.B. ThinkProject, Conject etc.) |
| <input type="checkbox"/> Fax | <input type="checkbox"/> Als Download |
| <input type="checkbox"/> E-Mail | <input type="checkbox"/> Sonstige: _____ |
| <input type="checkbox"/> CD | |
| <input type="checkbox"/> USB-Stick | |
5. Welche der folgenden Prozesse werden in Ihrem Unternehmen für ein Projekt durchgeführt?
- Planung der Bauverfahren
 - Planung der Baulogistik und der Lagerplätze
 - Kostenplanung
 - Terminplanung
 - Qualitätsmanagementplan
 - Planung der Arbeitssicherheit
 - Montageplanung
 - Personalplanung
 - Planung der Materialbeschaffung
 - Planung der Beschaffung/Bereitstellung von Geräten und Maschinen

6. Bitte geben Sie an, welche Software Sie für die folgenden Prozesse nutzen und ob ein Ausdruck des Dokumentes in Papierform erfolgt. Falls Sie keine Software nutzen, geben Sie bitte an, ob Sie ein selbst erstelltes Formblatt (z. B. in Excel) bzw. eine Vorlage verwenden.

Darüber hinaus bitten wir Sie um Angabe, welche Informationen Sie für diese Tätigkeiten nach Auftragsbestätigung benötigen.

Folgende **Beispiele** zu den benötigten Informationen, sollen die Abfrage verdeutlichen:

- (1) *Beispiel aus dem Prozess Planung der Materialbeschaffung:*

<i>Benötigte Menge der einzelnen Baustoffe</i>
<i>Benötigte Qualität der Baustoffe</i>
<i>Montageplanung/Werkplanung</i>
<i>Produktdaten vom Hersteller</i>
<i>Lagerbestand</i>
<i>Preis/Budget</i>
<i>Zeitplan des Projektes</i>

- (2) *Beispiel aus dem Prozess Planung der Personalplanung:*

<i>Zu erbringendes Bausoll (LV)</i>
<i>Zeitplan des Projektes</i>
<i>Qualifikation der Mitarbeiter/-innen</i>
<i>Urlaubsplanung</i>
<i>Wetterdaten</i>
<i>Krankheit</i>
<i>Schulzeiten der Auszubildenden / Fortbildungen</i>
<i>Einsatznotwendigkeit externen Personals</i>

a. Planung der Bauverfahren

Verwendete Software: _____

Ausdruck und Ablage in Papierform

Verwenden Sie für den Prozess ein selbst erstelltes Formblatt/eine Vorlage?

Ja Nein

Welche Informationen werden für die Planung der Bauverfahren benötigt?

b. Planung der Baulogistik und der Lagerplätze auf der Baustelle

Verwendete Software: _____

Ausdruck und Ablage in Papierform

Verwenden Sie für den Prozess ein selbst erstelltes Formblatt/eine Vorlage?

Ja Nein

Welche Informationen werden für Planung der Baulogistik und der Lagerplätze auf der Baustelle benötigt?

c. Kostenplanung

Verwendete Software: _____

Ausdruck und Ablage in Papierform

Verwenden Sie für den Prozess ein selbst erstelltes Formblatt/eine Vorlage?

Ja Nein

Welche Informationen werden für die Kostenplanung benötigt?

d. Terminplanung

Verwendete Software: _____

Ausdruck und Ablage in Papierform

Verwenden Sie für den Prozess ein selbst erstelltes Formblatt/eine Vorlage?

Ja Nein

Welche Informationen werden für die Terminplanung benötigt?

e. Qualitätsmanagementplan

- Verwendete Software: _____
- Ausdruck und Ablage in Papierform

Verwenden Sie für den Prozess ein selbst erstelltes Formblatt/eine Vorlage?

- Ja
- Nein

Welche Informationen werden für den Qualitätsmanagementplan benötigt?

f. Planung der Arbeitssicherheit

- Verwendete Software: _____
- Ausdruck und Ablage in Papierform

Verwenden Sie für den Prozess ein selbst erstelltes Formblatt/eine Vorlage?

- Ja
- Nein

Welche Informationen werden für die Planung der Arbeitssicherheit benötigt?

g. Montageplanung

- Verwendete Software: _____
- Ausdruck und Ablage in Papierform

Verwenden Sie für den Prozess ein selbst erstelltes Formblatt/eine Vorlage?

- Ja
- Nein

Welche Informationen werden für die Montageplanung benötigt?

h. Personalplanung

- Verwendete Software: _____
- Ausdruck und Ablage in Papierform

Verwenden Sie für den Prozess ein selbst erstelltes Formblatt/eine Vorlage?

- Ja
- Nein

Welche Informationen werden für die Personalplanung benötigt?

i. Planung der Materialbeschaffung

- Verwendete Software: _____
- Ausdruck und Ablage in Papierform

Verwenden Sie für den Prozess ein selbst erstelltes Formblatt/eine Vorlage?

- Ja
- Nein

Welche Informationen werden für die Planung der Materialbeschaffung benötigt?

j. Planung der Beschaffung/Bereitstellung von Maschinen und Geräten

- Verwendete Software: _____
- Ausdruck und Ablage in Papierform

Verwenden Sie für den Prozess ein selbst erstelltes Formblatt/eine Vorlage?

- Ja
- Nein

Welche Informationen werden für die Beschaffung/Bereitstellung von Maschinen und Geräten benötigt?

D. Sonstiges

1. Haben Sie weitere Anregungen, Bedenken oder Wünsche zum Thema BIM in der Arbeitsplanung von kleinen und mittleren Unternehmen?

2. Möchten Sie über die Ergebnisse der Umfrage informiert werden?

Ja, Mailadresse _____

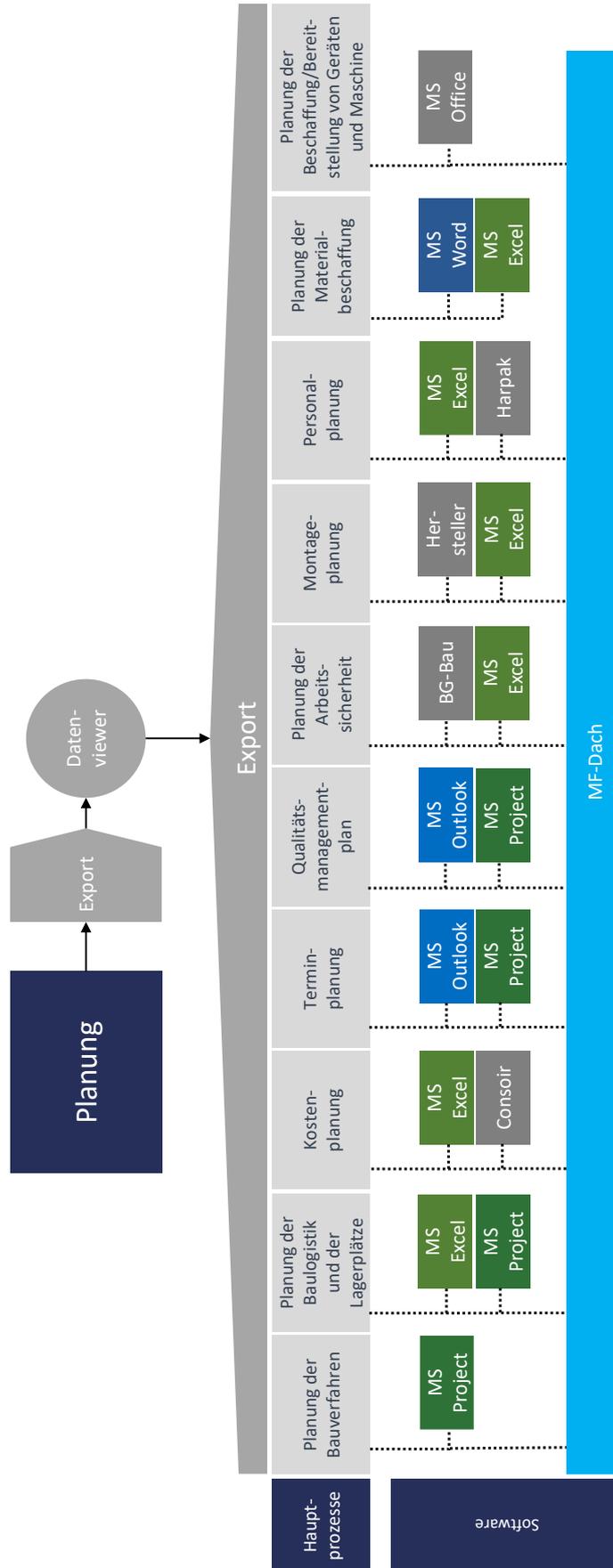
Nein

Anlage 3 – Auswertungstabellen

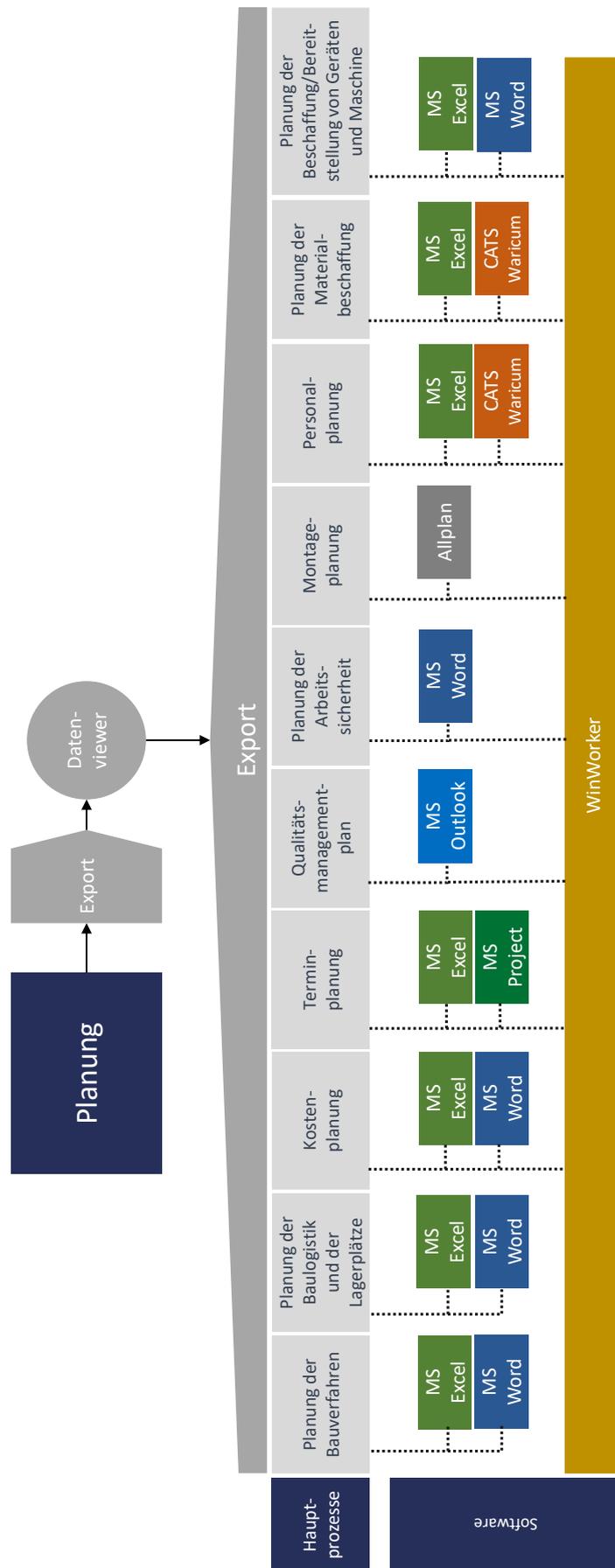
Aufgrund der Datenmengen wird die Anlage 3 dem Bericht nur als digitale Version beigelegt.

Anlage 4 – Softwareanalyse

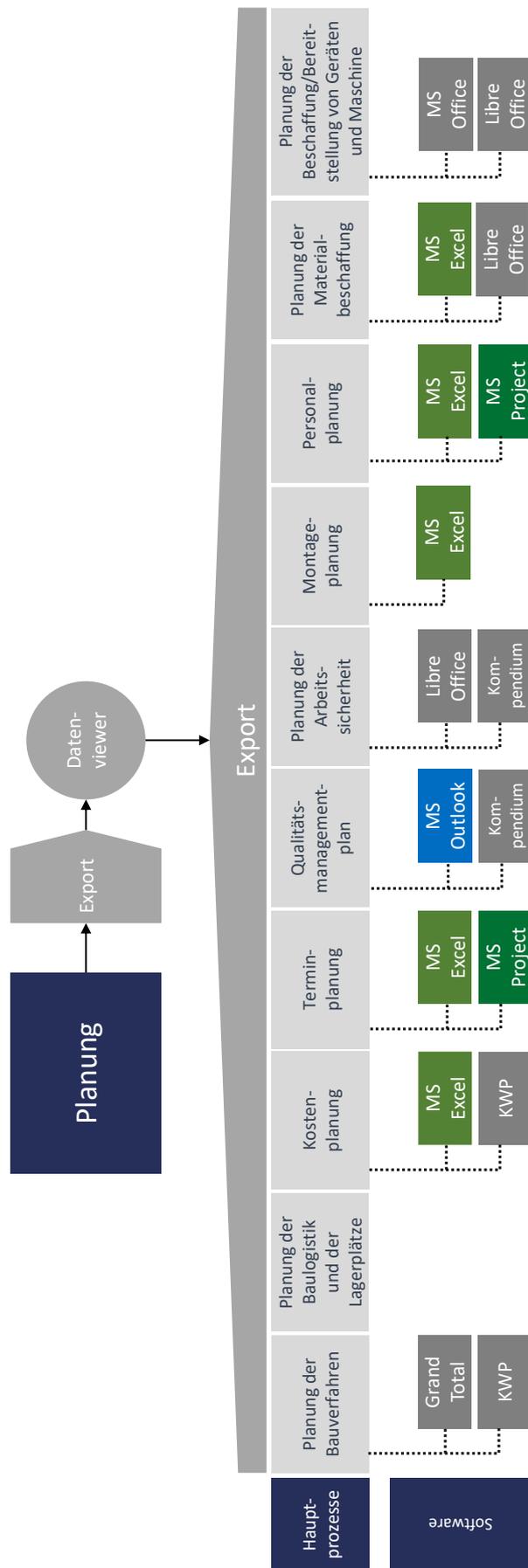
Gewerk Dachdecker:



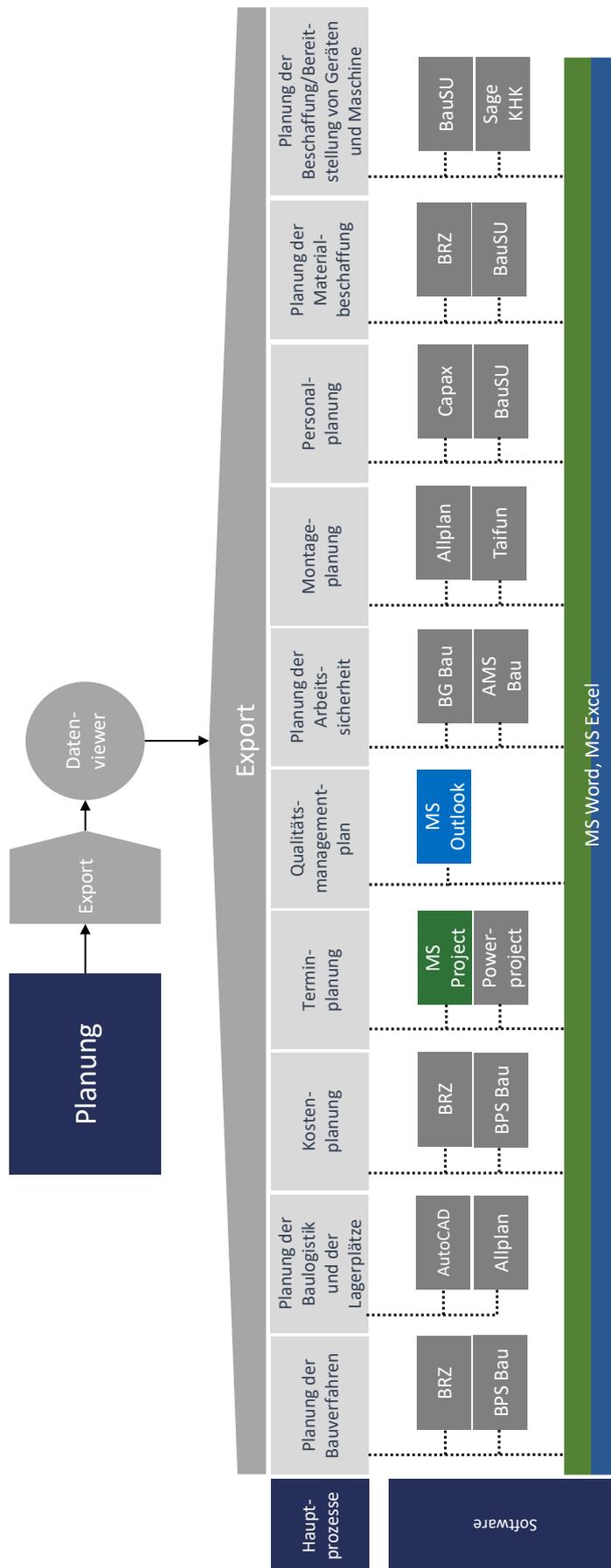
Gewerk Maler und Lackierer:



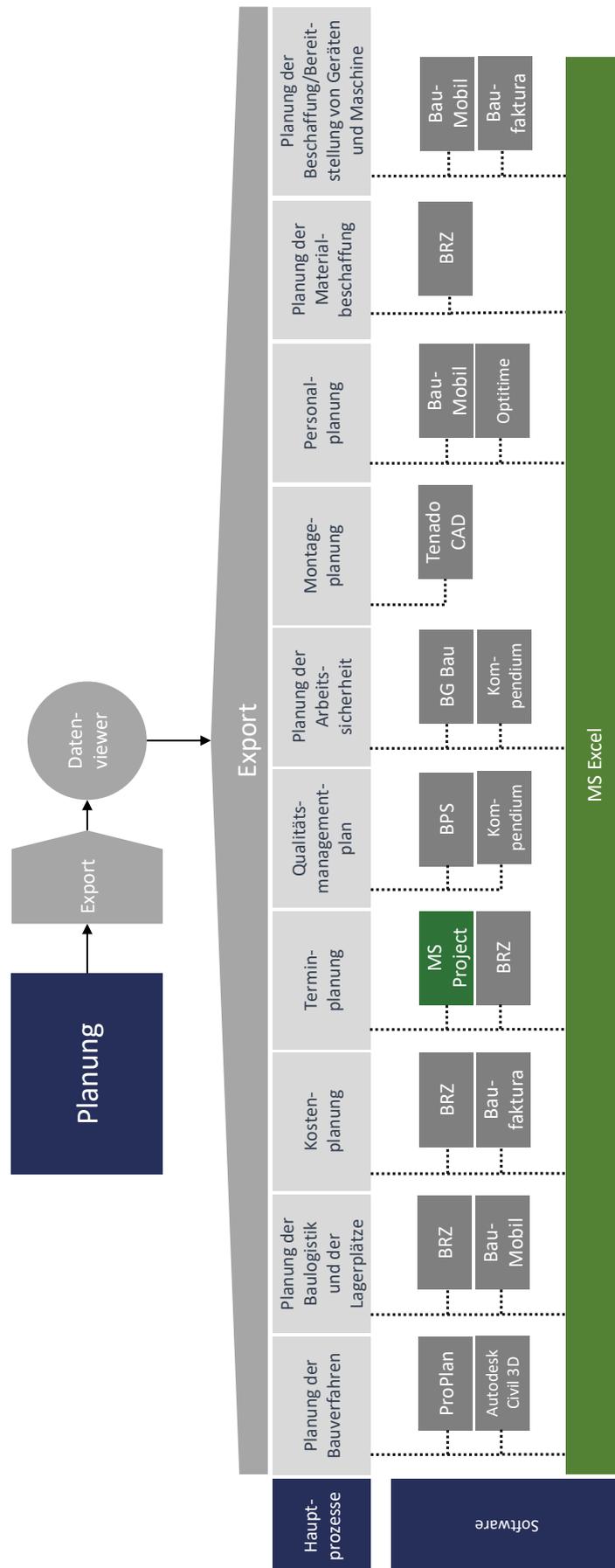
Gewerk Installateur und Heizungsbauer:



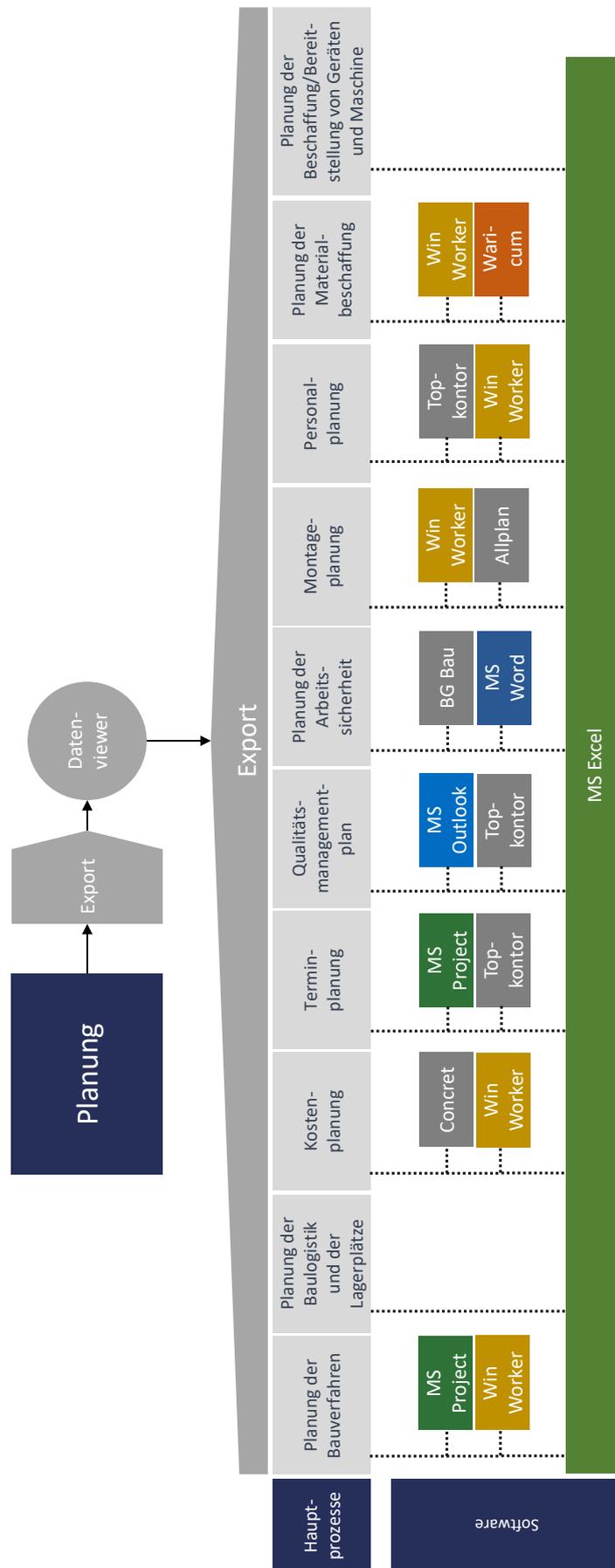
Gewerk Maurer und Betonbauer:



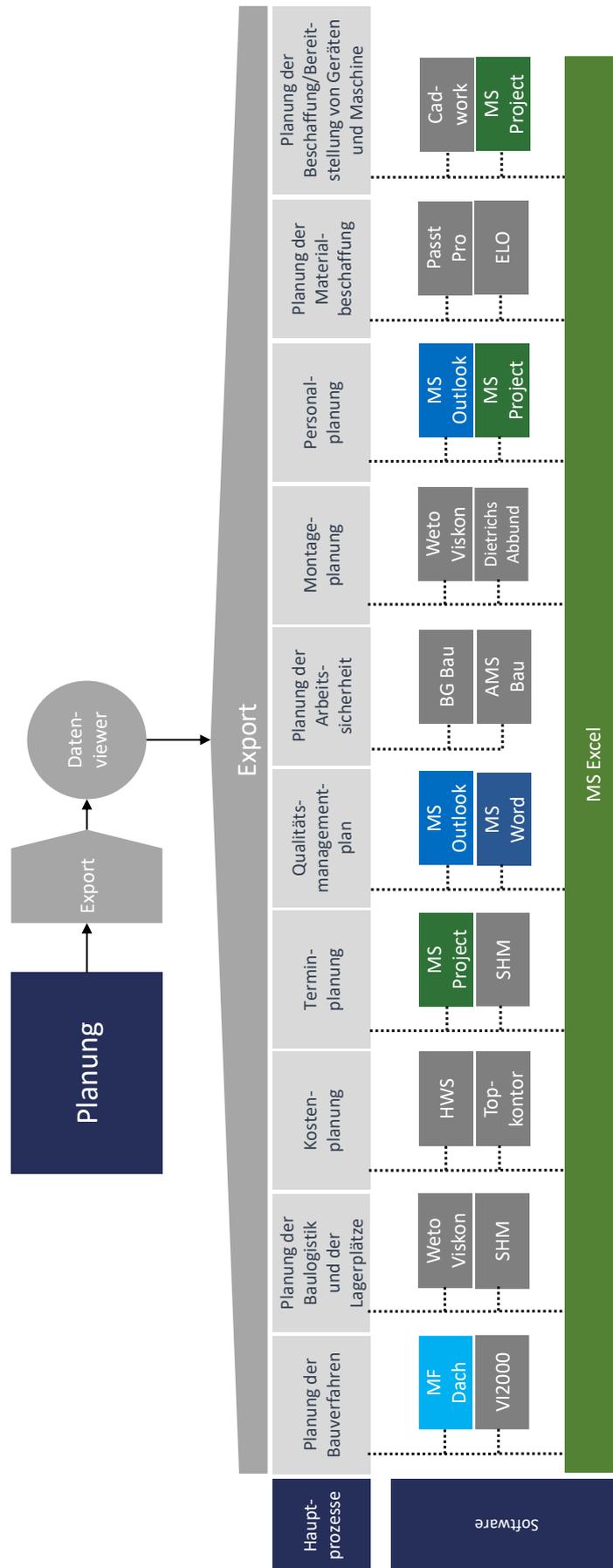
Gewerk Straßenbauer:



Gewerk Stuckateur:



Gewerk Zimmerer:



Anlage 5 – Dokumentation Nutzung Datenviewer 1.0

Diese Dokumentation beschreibt die Funktionen des Demonstrators. Die Dokumentation wird mit der Weiterentwicklung des Demonstrators fortgeschrieben und auf der Internetseite www.biminstitut.de bereitgestellt werden.

Login

Beim Aufruf der Seite oder dem Starten der App ist eine Login-Maske erkennbar. Hier kann zunächst zwischen Objektleiter und Dienstleister bzw. Gewerk wählen. Fällt die Entscheidung für die Auswahlmöglichkeit auf Dienstleister bzw. Gewerk, stehen die Gewerke Dachdecker, Installateur, Maler und Lackierer, Maurer, Straßenbauer, Stuckateur und Zimmerer zur Verfügung.

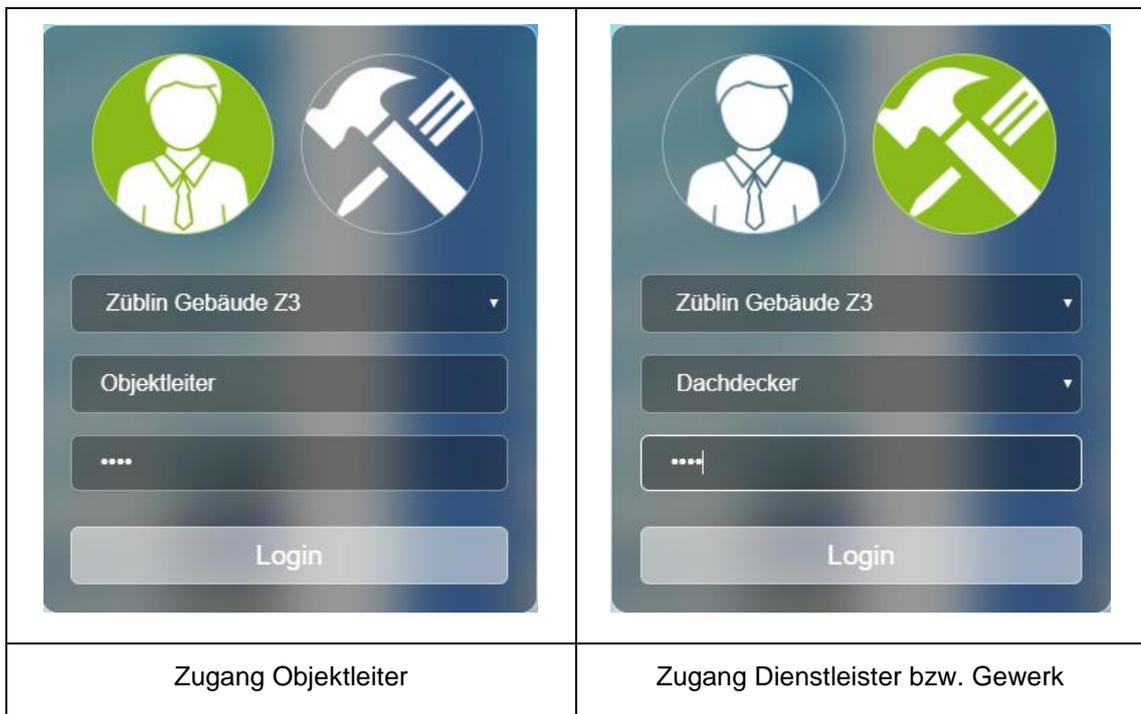


Abbildung 1: Loginmaske

Die vorgestellten Auswahlmöglichkeiten sind variabel und erweiterbar.

Als Gebäude bzw. Projekt steht nur das Projekt „Züblin Gebäude Z3“ zur Verfügung. Diese Funktion soll vor allem die Möglichkeit der Auswahl zwischen mehreren Objekten verdeutlichen, sofern die entsprechenden Daten / Informationen funktionsgerecht aufbereitet wurden.

Navigation

Nach dem Login gelangt der jeweilige Nutzer zur Hauptseite.

Auf allen Seiten findet der jeweilige Nutzer oben links das gewählte Gebäude bzw. Projekt und oben rechts die Navigationsleiste, um zu anderen Seiten zu gelangen.

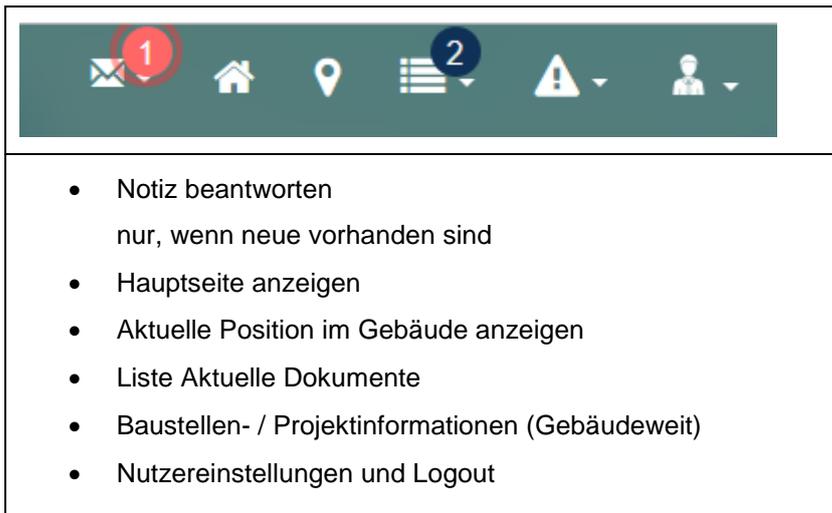


Abbildung 2: Auswahlmöglichkeiten der Navigationsleiste

Hauptseite (Übersicht)



Abbildung 3: Übersicht der Hauptseite

Die Hauptseite beinhaltet Informationsfelder zu den Bereichen Notizen, Projektübersicht - Modell, Projektinformationen, Wetter und Dokumente. Im Folgenden werden die einzelnen Felder genauer erläutert.

Notizen

Existieren bereits Notizen, werden diese auf der Hauptseite angezeigt. Hier werden die Notizen zu allen Aufgaben sowie alle gebäudeweiten Notizen angezeigt.

Notizen			
Priorität	Erstellt	Text	Position
Hoch	06.07.2018	Bitte Termin anpassen.	Gewerk Dachdecker

Abbildung 4: Anzeige der Notizen

Neue Nachrichten erscheinen zudem als Popup. Erst, wenn auf diese Nachricht geantwortet wurde, verschwindet das Popup.

Zum Antworten wird auf das Nachrichten-Icon in der Navigationsleiste und anschließend auf die entsprechende Nachricht geklickt. Im Gegensatz zum Erstellen von normalen Notizen erscheint beim Antworten noch die Ursprungsantwort, auf die geantwortet wird im oberen Teil des Notiz-Wählen Dialoges.

Projektübersicht - Modell



Abbildung 5: Anzeige des Modells

Dies zeigt das Modell, aus dem die Informationen gefiltert wurden. Der Nutzer kann das Modell durch Drehen etc. auf verschiedene Weisen betrachten.

(wird fortgeschrieben)

Projektinformationen

Projektinformationen	
Art der Baumaßnahme	Bürogebäude
Adresse	Albstadtweg 5, 70567 Stuttgart
Bauherr	Ed. Züblin AG
Projektnummer	EPPE-22-979031
Projektleiter	Max Mustermann
Telefonnummer	+49 (0) 71178830
E-Mail	objektleiter@zueblin-demo.de
Aktuelle Infos	

Abbildung 6: Übersicht über die Projektinformationen

Rechts sieht der Nutzer die auf ihn zugeschnittenen Gebäudeinformationen. Der Projektleiter oder auch Objektleiter kann hier aktuelle Informationen zum Gebäude eingeben während der Dienstleister bzw. Auftragnehmer diese nur lesen kann.

Wetter



Abbildung 7: Darstellung der Wetterinformationen

Für die „NOBIM“-Information Wetter findet der Nutzer links unten den aktuellen Wetterbericht mit möglichen Hinweisen über Unwetter und den UV-Index.

Liste aktueller Dokumente



Dokumente		
Name	Erstellt	Status
Leistungsverzeichnis.x83	04.06.2018	Freigabe

Abbildung 8: Dokumentenliste

Hier erkennt der Nutzer direkt, ob neue relevante Unterlagen zur Erledigung seines Auftrages vorliegen. Die Gesamtübersicht zu den Auftragsleistungen, Dokumenten und die Exportfunktion findet sich auf der Seite „Liste aktuelle Dokumente“.

(wird fortgeschrieben)

Baustellen- / Projektinformationen (Gebäudeweit)

(wird fortgeschrieben)

Nutzerprofil und Ausloggen

Ganz rechts befindet sich das Icon des Logins, klickt der Benutzer auf dieses, öffnet sich ein Menü in dem er entweder auf "Profil bearbeiten" oder "Ausloggen" klicken kann. Das Ausloggen führt zur Seite Einloggen.

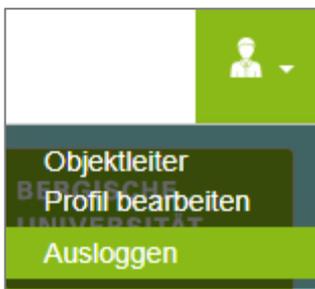


Abbildung 9: Maske zum Ausloggen

Unter „Nutzerprofil bearbeiten“ kann der jeweilige Benutzer seine Daten sowie seinen Anzeigegenahmen oder seine ausgewählte Sprache ändern. Darüber hinaus kann festgelegt werden, welche Benutzer für welche arbeiten eine persönliche Schutzausrüstung (PSA) benötigen. Entsprechende Administratorenrechte für den Sicherheitsbeauftragten sind hierfür erforderlich.

Persönliche Daten: Projektleiter
Speichern

Vorname
Max

Nachname
Mustermann

Angezeigter Name
Projektleiter

de ▼

Qualifikation

Qualifikation
keine

Arbeitsschutz Qualifikation
keine

Zugewiesene PSA

 Schutzschürze	 Fußschutz	 Gehörschutz	 Gesichtsschutz	 Augenschutz	 Kopfschutz	 Maske
 Schutzkleidung	 Auffanggurt	 Warnweste	 Handschutz	 Atemschutz		

Kontakt

☎ +49 (0) 71178830

✉ objektleiter@zueblin-demo.de

📍 Albstadtweg 5, 70567 Stuttgart

Abbildung 10: Maske zum Bearbeiten des Profils

Hinweis zu Anlage 3:

Die **Anlage 3 – Auswertungstabellen** steht zum Download zur Verfügung, unter:

<https://www.baufachinformation.de/fb/251373>