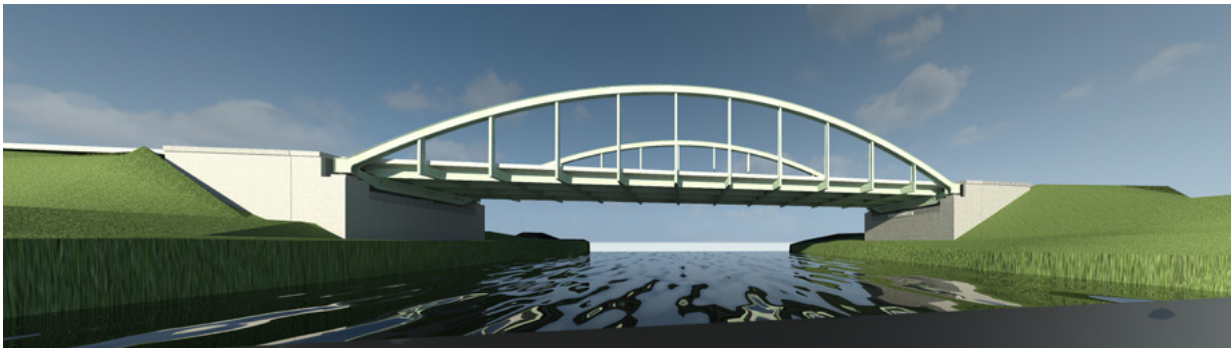
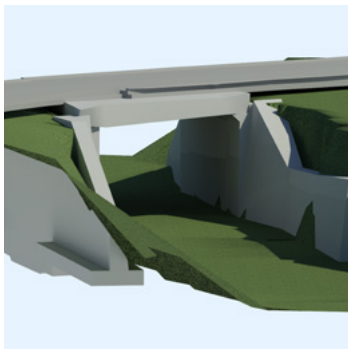
EFRE.NRW
Investitionen in Wachstum und Beschäftigung

EUROPÄISCHE UNION
Investition in unsere Zukunft
Europäischer Fonds für regionale Entwicklung





BIM-Leitfaden

Netzwerk Building Information Modeling Mittleres Ruhrgebiet

HOCHSCHULE BOCHUM, UNIVERSITÄT DUISBURG-ESSEN

BIM.Ruhr

Auftraggeber:
Europäische Union
Europäische Fonds für
regionale Entwicklung (EFRE)

Auftragnehmer:
Hochschule Bochum
Universität Duisburg-Essen
Kreis Recklinghausen

Ersteller und wissenschaftliche Begleitung:
Hochschule Bochum
Dr.-Ing. Dirk Eling
Dr. rer. nat. Signe Mikulane
Universität Duisburg-Essen
Dr.-Ing. Alexander Malkwitz
Elena Straßenmeyer, M. Sc.

Weitere Mitwirkende:
BIMSWARM
Build-Ing.
DVW NRW e.V.
EMSCHERGENOSSENSCHAFT und LIPPEVERBAND (EGLV)
Geonetzwerk.metropoleRuhr
Handwerkskammer Dortmund
Handwerkskammer Münster
HANDWERK-DIGITAL.NRW
Heitkamp Brücken GmbH
IHK Nord Westfalen
Business Metropole Ruhr
Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Planen und Bauen
Verband Deutscher Vermessungsingenieure (VDV)

Beteiligte Partner:
Kreis Recklinghausen – Fachdienst 62/Kataster & Geoinformation
Stadt Bochum – Stadt Bochum/Amt für Geoinformation, Liegenschaften und Kataster
Stadt Herne – Fachdienst 66/Tiefbau

Gender-Hinweis

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird in diesem Dokument auf eine geschlechterneutrale Differenzierung verzichtet. Die verkürzte Sprachform impliziert keinesfalls eine Benachteiligung des jeweils anderen Geschlechts und enthält keine Wertung. Entsprechende Begriffe gelten selbstverständlich im Sinne der Gleichbehandlung grundsätzlich für alle Geschlechter.

BIM.Ruhr

BIM-Leitfaden

Im Kontext kommunaler BIM-Prozesse mit dem Fokus auf die Informations-anforderungen, den Prozessstrukturen sowie die Modellierung

bb BAUBETRIEB + BAUMANAGEMENT

BO BIM

INHALTSVERZEICHNIS

Abbildungsverzeichnis **6**
Tabellenverzeichnis **7**
Abkürzungsverzeichnis **8**
Vorwort **9**
BIM.Ruhr Projekt **10**

1 Thematische Einführung 11
1.1 Ziel und Zweck des Leitfadens 13
1.2 Fokus und Methodik des Leitfadens 15

2 BIM-Implementierung für Kommunen 16
2.1 BIM-Ziele und -Anwendungsfälle 19
2.1.1 BIM-Anwendungsfälle 19
2.1.2 Ziel-Anwendungszuordnung 22
2.2 Informationsanforderungsprozess 23
2.2.1 Organisatorische Informationsanforderungen 23
2.2.2 Projekt-Informationsanforderungen 23
2.2.3 Asset-Informationsanforderungen 24
2.2.4 Austausch-Informationsanforderungen 24
2.2.5 Projekt-Informationsmodell 24
2.2.6 Asset-Informationsmodell 25
2.3 Zeitliche Einordnung der Informationsanforderungen in die konventionellen Projektphasen 26
2.4 Leitfaden für den Informationsanforderungskatalog 28
2.5 Informationsbedarfstiefe 32
2.6 Zusammenhang zwischen Informationsanforderungen und Informationsbedarfstiefe 34
2.7 Changemanagement: Rollenübersetzung und Prozessoptimierung im kommunalen Kontext 35
2.7.1 Prozessstruktur 35
2.7.2 BIM-Rollen, ihre Aufgaben und Verantwortlichkeiten 39
2.7.3 Rollenübersetzung: von konventionell zu BIM-basiert 44
2.7.4 Weiterbildung und Schulung 45

3 BIM-Mustervorlagen 48
3.1 Entstehung der Mustervorlagen AIA und BAP 49
3.1.1 Auftraggeber-Informationsanforderungen 52
3.1.2 BIM-Abwicklungsplan 54
3.2 Konzept zur Nutzung der Arbeitsdokumente AIA und BAP 55

4 Konzept zur Nutzung einer Common Data Environment 62
4.1 Einsatz einer CDE-Lösung in kommunalen Bauverwaltungen 66

5	**Modellierungsrichtlinie**	68
5.1	Koordinatenursprung/Verortung und georeferenzierte Lage	70
5.2	Projekteinheiten	71
5.3	Modellierbasis/Grundlagendaten	72
5.4	Modellierungssoftware/-werkzeuge	72
5.5	Austauschformate	72
5.6	Grundstück/Topographie	73
5.7	Bauwerksstruktur/Gebäude & Geschosse	73
5.8	Modellinhalte	73
5.9	Detaillierung eines BIM-Modells	74
5.10	Generalisiertes Modellieren	77
5.11	Datenmanagement und Versionierungsstrategie	77
5.12	Qualitätssicherung/-prüfung	78
6	**Kommunale Rahmenbedingungen**	79
6.1	Herausforderungen bei der Einführung der BIM-Methodik	80
6.1.1	BIM-Herausforderungsebenen	80
6.1.2	Grundlegende Herausforderungen der BIM-Methodik	83
6.1.3	Kommunale BIM-Herausforderungen	85
6.2	Warum BIM bisher nicht funktioniert	88
6.3	Ausblick: BIM-Implementierung bei öffentlichen Auftraggebern	90
7	**Erfahrungen mit Pilotprojekten**	91
7.1	Brücken- und Infrastrukturbau: Brücke Bielefelder Straße in Herne (Ersatzneubau)	96
7.1.1	Allgemeine Projektbeschreibung	96
7.1.2	Vorgehensweise bei der Abwicklung des Pilotprojekts	97
7.1.3	Bestandsmodellierung	99
7.2	Brückenbau: Drewer Brücke in Marl, Kreis Recklinghausen (Sanierung)	100
7.2.1	Allgemeine Projektbeschreibung	100
7.2.2	Bestandsmodellierung	101
7.3	Hochbau: Aula des Alice-Salomon-Berufskollegs in Bochum (Sanierung)	103
7.3.1	Allgemeine Projektbeschreibung	103
7.3.2	Bestandsmodellierung	104
8	**Literaturverzeichnis**	105
Anhangsverzeichnis		108
Anhang 1: Glossar (einheitliche, projektinterne Begriffsdefinitionen)		109
Anhang 2: AWF-Steckbriefe		113
Anhang 3: Verantwortlichkeitsmatrix (konventionell)		134
Anhang 4: Verantwortlichkeitsmatrix (BIM)		137
Anhang 5: Weiterbildungs- und Schulungsangebot		140

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Forschungsablauf und Ergebnisse des BIM.Ruhr Forschungsprojekts 14
Abbildung 2: BIM-Implementierungsprozess 17
Abbildung 3: Hierarchische Arbeitsschritte einer erfolgreichen BIM-Strategie 18
Abbildung 4: AWF-Steckbrief „Bestandserfassung und -modellierung" 21
Abbildung 5: Informationsanforderungsprozess 27
Abbildung 6: Arbeitsblätter des Informationsanforderungskatalog in der Excel-Datei 28
Abbildung 7: Informationsanforderungskatalog Arbeitsblatt 2 – AWF-Tabelle 29
Abbildung 8: Informationsbedarfstiefe gemäß DIN EN 17412 33
Abbildung 9: Hierarchische Ebenen einer öffentlichen Verwaltung & die Zuordnung der oberen BIM-Rollen 39
Abbildung 10: Hierarchische Stufen der verschiedenen projektbezogenen BIM-Rollen 43
Abbildung 11: Zeitliche Einordnung der AIA und BAP in den Projektablauf 51
Abbildung 12: Konzept einer gemeinsamen Datenumgebung 64
Abbildung 13: Modellkoordination – Entwicklungsprozess des Koordinationsmodells 65
Abbildung 14: Allgemeine Herausforderungsebenen 81
Abbildung 15: Differenzierte Übersicht der Herausforderungen bei der Einführung der BIM-Methodik 83
Abbildung 16: Ergebnisse der Status quo Umfrage zu BIM in kommunalen Verwaltungen in NRW 88
Abbildung 17: Genereller Arbeitsablauf der Bestandsmodellierung, verändert 92
Abbildung 18: Lokalisierung Pilotprojekt 96
Abbildung 19: Lokalisierung Brücke Bielefelder Straße 96
Abbildung 20: Foto Brücke Bielefelder Straße 96
Abbildung 21: Punktwolke des Gesamtareals „Brücke und Straße" des TLS Trimble-X7 mit in orange-weiß gekennzeichneten Scannerstandorten (links) und Punktwolke des TLS Zoller + Fröhlich Imager 5016 der Nahansicht der Brücke 99
Abbildung 22: BIM-Modell des Brückenbauwerks und des Straßenabschnitts des Pilotprojekts „Brücke Bielefelder Straße" 100
Abbildung 23: Lokalisierung und Fotoaufnahme der Drewer Brücke in Marl 100
Abbildung 24: Punktwolke des TLS Leica RTC360 101
Abbildung 25: Vollständiges BIM-Modell des Piloten Drewer Brücke 101
Abbildung 26: Metadatenangaben zu exemplarisch ausgewählten Bauteilen der Drewer Brücke 102
Abbildung 27: Absolute Abweichungen im Sinne der geodätischen Richtigkeit als Ergebnis des C2M-Vergleichs 102
Abbildung 28: Lokalisierung Alice-Salomon-Berufskolleg 103
Abbildung 29: Punktwolke des TLS Trimble-X7 des Alice-Salomon-Berufskollegs (Außenansicht und Innenansicht der Aula) 104
Abbildung 30: BIM-Modell der Aula des Alice-Salomon-Berufskollegs in Bochum mit ausgeblendeten Außenwänden auf der zugewandten Blickseite 104

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1:	Ziel – Anwendungszuordnung (Hilfestellung bei der Definition von umzusetzenden BIM-Anwendungsfällen)	22
Tabelle 2:	Gegenüberstellung des konventionellen und BIM-basierten Prozessablaufs	36
Tabelle 3:	Rollenübersetzung – von konventionell zu BIM-basiert	44
Tabelle 4:	Übersicht Schulungsbedarf zur Erlangung notwendiger BIM-Kompetenzen in Bezug auf die neuen BIM-Rollen	46
Tabelle 5:	Konzept zur Nutzung der Arbeitsdokumente AIA und BAP	55
Tabelle 6:	Gegenüberstellung von existierenden CDE-Lösungen (Stand Ende 2021)	67
Tabelle 7:	Koordinatenursprung am Beispiel des Hochbau-Pilotprojekts Aula des Alice-Salomon Berufskollegs in Bochum	70
Tabelle 8:	Im Projekt verwendete Einheiten (beispielhaft)	71
Tabelle 9:	Beziehung von LOD zu Maßstäben (Beispiel Hochbau)	75
Tabelle 10:	Detaillierungs- bzw. Ausarbeitungsgrade (LOD)	75
Tabelle 11:	Geometrische Genauigkeitsgrade (LOA) nach USIBD	78
Tabelle 12:	PW-Metadatenblatt – beispielhaft ausgefüllt anhand der PW der Drewer Brücke, generiert durch RTC360	94
Tabelle 13:	Beispielhaft ausgefüllte LOIN-Tabelle	98

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

AG	Auftraggeber
AIA	Auftraggeber-Informationsanforderungen
AIM	Asset-Informationsmodell (engl. Asset Information Model)
AIR	Asset-Informationsanforderungen (engl. Asset Information Requirements)
AN	Auftragnehmer
AWF	Anwendungsfall/-fälle
BCF	BIM Collaboration Format
bSD+	das Magazin von buildingSMART Deutschland
CAFM	Computer-Aided Facility Management
CDE	Common Data Environment (gemeinsame Datenumgebung)
BAP	BIM-Abwicklungsplan (engl. BEP – BIM Execution Plan)
BIM	Building Information Modeling
EIR	Austausch-Informationsanforderungen (engl. Exchange Information Requirements)
FM	Facility Management
HOAI	Honorarordnung für Architekten und Ingenieure
IFC	Industry Foundation Classes
KMU	Kleine und mittlere Unternehmen
LOA	Genauigkeitsgrad (engl. Level of Accuracy)
LOD	Detaillierungsgrad, Reifegrad (engl. Level of Development)
LOG	Geometrischer Detaillierungsgrad
LOI	Alphanumerischer Detaillierungsgrad
LOIN	Informationsbedarfstiefe (engl. Level of Information Need)
LPH	Leistungsphase
MVD	Model View Definition
OIR	Organisatorische Informationsanforderungen (engl. Organizational Information Requirements)
PIM	Projekt-Informationsmodell (engl. Project Information Model)
PIR	Projekt-Informationsanforderungen (engl. Project Information Requirements)
PW	Punktwolke
TGA	Technische Gebäudeausrüstung
TLS	Terrestrisches Laserscanning
USIBD	U.S. Institute of Building Documentation
VBI	Verein Beratender Ingenieure
VDI e.V.	Verein Deutscher Ingenieure
VOB	Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen

VORWORT

Das interdisziplinäre BIM Institut (BO BIM) der Hochschule Bochum ist eine Allianz aus den Fachbereichen Architektur, Bau- und Umweltingenieurwesen sowie Geodäsie. Durch das breite Spektrum an Fachkompetenzen trägt das Institut maßgeblich der „Zukunfts-Modellierung" durch Transformation innovativer Wissensbausteine in die Köpfe der Zukunftsgestalter bei. Zusätzlich zu der umfangreichen Lehre ist das Institut auch mit seinen Drittmittelprojekten in der Forschung tätig. Im Rahmen des Projekts BIM. Ruhr beschäftigte sich das BO BIM mit geodätischen Aspekten innerhalb der BIM-Prozesse und generierte umfassende Erkenntnisse über BIM im Bestand, dem Umgang mit heterogenen Daten als Modellierungsbasis sowie Metadaten und deren Integration in die Bestandsmodelle.
Das Institut für Baubetrieb und Baumanagement (ibb) der Universität Duisburg-Essen besitzt fundiertes Know-how in den Bereichen des Baubetriebs sowie des Managements von Bauprojekten und Bauunternehmen. Ähnlich wie das BO BIM, betreut das ibb unterschiedliche, durch Drittmittel geförderte Forschungsprojekte. Im Laufe des Projekts BIM.Ruhr hat sich das Institut zu einem Experten für BIM-assoziierte-Dokumente, deren Erstellung und die richtige Handhabung mit ihnen entwickelt. Insbesondere der bisher eher vernachlässigte Informationsanforderungsprozess, welcher einen der Grundbausteine der BIM-Methodik bildet, konnte gut strukturiert und analysiert werden, sodass dieser seinen wichtigen Stellenwert in den finalen Ausarbeitungen erhält.

Beide Institute, zusammen mit dem Kreis Recklinghausen als dritten Projektpartner und den Städten Herne und Bochum, dank derer das BIM.Ruhr Projekt die BIM-Methodik anhand von drei Pilotprojekten aus Hoch-, Brücken- sowie Infrastrukturbau erproben konnte, sind zu einem starken Team zusammengewachsen. Als Kernstück unseres Forschungsprojekts ist das BIM.Ruhr Netzwerk, welches mit uns gemeinsam sowohl in der physischen Größe als auch in Bezug des Wissensstands gewachsen ist.
Wir erlebten die gemeinsame Zeit innerhalb des BIM. Ruhr Projekts mit allen unseren Partnern und Mitstreitern als belebend und bereichernd. Mit Zufriedenheit schauen wir zurück – auf das, was wir zusammen erreicht haben, und mit Zuversicht blicken wir in die Zukunft – auf neue Erkenntnisse und Erlebnisse sowie auf weitere Bereicherung und Austausch miteinander. Wir danken all unseren Netzwerkteilnehmern und wünschen Ihnen weiterhin viel Freude und gutes Gelingen bei der Implementierung der spannenden BIM-Thematik!

Alles Gute für die Zukunft!

Ihr BIM.Ruhr Team

Signe Mikulane

Elena Straßenmeyer

BIM.Ruhr Projekt

Die Digitalisierung ist auch im Bauwesen nicht mehr aufzuhalten. Die Mehrheit der Bauunternehmen hat ihre Dringlichkeit erkannt. Das betrifft insbesondere die Arbeitsmethode BIM, deren Wichtigkeit und Wirkung in der Branche als sehr hoch eingeschätzt wird. Insbesondere die Produktivitätssteigerung sowie die Erhöhung der Zeit- und Kosteneffizienz sind Faktoren, die eine positive Wirkung auf den Bauprozess entfalten, weshalb BIM immer mehr zur Anwendung kommt.[1]

Gerade auch auf der Auftraggeberseite kann sich der digitale Umschwung und die Nutzung von Building Information Modeling lohnen und zu erheblichen Einsparungen führen – nicht nur hinsichtlich monetärer Mittel, sondern auch in Hinblick auf die effiziente Abwicklung von Sanierungsmaßnahmen, denen sich die Kommunen vor allem im mittleren Ruhrgebiet derzeit und auch für die kommenden Jahre gegenübergestellt sehen. Denn das Bild, welches sich in den verschiedenen Städten abzeichnet, ist eindeutig: Viele Gebäude sind sanierungsbedürftig und daher nur eingeschränkt nutzbar, viele Straßen sowie Brücken sind ebenfalls sanierungsbedürftig und teilweise baufällig, daher nicht mehr ausreichend befahrbar.

Um den öffentlichen Verwaltungen sowie hiesigen kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) den Zugang zu BIM und den Einstieg in die BIM-basierte Arbeitsmethodik zu erleichtern, mit dem Ziel, eine Effizienzsteigerung zu ermöglichen und der allgegenwärtigen Herausforderung der Ressourcenknappheit entgegenzuwirken, wurde das Projekt „Netzwerk Building Information Modeling Mittleres Ruhrgebiet (BIM.Ruhr)“ ins Leben gerufen. Damit die verschiedenen Schwerpunkte bei BIM.Ruhr ausreichend analysiert und bearbeitet werden konnten, haben sich drei Parteien mit jeweiligen Teilprojekten zu einem Kooperationsprojekt zusammengeschlossen:

- Kreis Recklinghausen mit den Städten Bochum und Herne mit „Netzwerkmanagement und Impulse für die Wissenschaft“,
- Hochschule Bochum mit „Bestandsmodelle und ihre Qualitätsbeschreibung im Kontext kommunaler BIM-Prozesse“ und
- Universität Duisburg-Essen mit „Informationsanforderungen und Prozessstrukturen im Kontext kommunaler BIM-Prozesse“.

Bei dem vom Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) geförderten Projekt stand der Auf- und Ausbau eines Innovationsnetzwerks, bestehend aus Akteuren aus der Bauwirtschaft, Wissenschaft und Verwaltung, im Fokus. Des Weiteren wurde die BIM-Methodik anhand von drei Pilotprojekten aus dem Bereich Hoch-, Tief- sowie Infrastrukturbau praxisnah erprobt. Ausgewählt und verantwortet wurden die Pilotprojekte vom Kreis Recklinghausen und den Städten Bochum und Herne.

Der BIM.Ruhr Leitfaden, der im stetigen Austausch mit dem Innovationsnetzwerk entstanden ist, fungiert als Unterstützung der öffentlichen Verwaltung sowie der regionalen Bauwirtschaft bei der Umsetzung von realen BIM-Projekten. Dieser spiegelt die kumulierte Arbeit der Projektlaufzeit aus den Arbeitsgruppen, den mit vielen Kommunen geführten Interviews, der wissenschaftlichen Recherche, der KMU-Umfrage, den Impulsen aus den Kooperationskommunen und Pilotprojekten sowie den BIM.Ruhr Konferenzen wider.

1 Vgl. PWC (2018), S. 12 ff.

1 Thematische Einführung

1 Thematische Einführung

International betrachtet hat sich die Abkürzung BIM für die Arbeitsmethodik Building Information Modeling als Oberbegriff für die digitale Abwicklung eines Bauprozesses, d.h. die digitale Darstellung eines Bauwerks über den gesamten Lebenszyklus (Planen, Bauen und Betreiben) etabliert. Bei der BIM-Methodik handelt es sich um eine kooperative Arbeitsmethode unter Nutzung digitaler räumlicher Modelle, die darüber hinaus bis zur 7. Dimension Informationen in sich integrieren kann. Dabei beinhaltet die 4. Dimension die Terminplanung und die 5D integriert zusätzlich noch die Kosteninformationen der jeweiligen Bauteile innerhalb des Modells in sich.[2] Die 6. und 7. Dimension erweitern das Modell um die Nachhaltigkeitsaspekte und um Informationen zur Nutzung und Bewirtschaftung des Bauwerks, d. h. Informationen, die das Facility Management betreffen. Zu den signifikanten Anforderungen an das Modell gehören unter anderem die Beinhaltung aller projektrelevanten Informationen für jegliche Projektbeteiligte, wozu auch die spezifischen Mengen und Kosten als auch die zeitliche Einordnung gehören. Somit wird nicht nur das Bauwerk an sich modelliert, sondern die vorig genannten Parameter den Bauteilen zugeordnet sowie weitere Bauteileigenschaften, wie Material oder Beschaffenheit, hinzugefügt.[3]

Der Verein Deutscher Ingenieure e.V. (VDI) definierte innerhalb der von ihnen veröffentlichten VDI 2552 Blatt 2 im Jahr 2021 die BIM-Methodik wie folgt:

„Methode zur Planung, zur Ausführung und zum Betrieb von Bauwerken mit einem kollaborativen Ansatz auf Grundlage eines digitalen Bauwerks-Informations-Modells zur gemeinschaftlichen Nutzung." [4]

Gemäß dieser Definition ist der Grundbaustein der BIM-Methodik daher die gemeinschaftliche Projektbearbeitung, weswegen „eine abgestimmte und koordinierte Zusammenarbeit aller relevanten Projektbeteiligten" [5] unumgänglich ist. Darüber hinaus kann also generell gesagt werden, dass BIM eine Beschreibung eines Bauwerks über seinen gesamten Lebenszyklus, d. h. der Planung über die Ausführung bis letztendlich zur Betriebsphase sowie der Instandhaltung als auch dem späteren Rückbau, ermöglicht.[6]

Bauprojekte können bei dieser Arbeitsmethodik vom Beginn eines Bauprojekts bis hin zur Fertigstellung und den danach folgenden Phasen des Betriebes und der Unterhaltung sowie der Rückbauphase allumfassend geplant und ausgeführt werden. Damit BIM in Bauprojekten zum Einsatz kommt, sollen jegliche Projektbeteiligte den Verpflichtungen der digitalen Übergabe von Leistungsergebnissen als auch dem Mitwirken bei der Zusammenarbeit mittels digitaler Informationen unterliegen.[7]

2 Vgl. VDI 2552-1 (2020), S. 5.

3 Vgl. Tuttas et al. (2014), S. 1; Bormann et al. (2019a), S. 8.

4 VDI 2552-2 (2021), S. 2.

5 VDI 2552-10 (2021), S. 7.

6 Vgl. Bormann et al. (2019a), S. 8 f.

7 Vgl. Bormann et al. (2019a), S. 8.

1.1 Ziel und Zweck des Leitfadens

Das Forschungsprojekt „Netzwerk Building Information Modeling Mittleres Ruhrgebiet" – kurz BIM.Ruhr – wurde ins Leben gerufen, um eine Hilfestellung für den Einführungsprozess der Arbeitsmethodik BIM in den kommunalen Verwaltungen zu fördern und dementsprechend eine Stärkung der kommunalen Vertreter hinsichtlich dieser neuen Arbeitsmethodik voranzubringen.

Die Kommunen in Nordrhein-Westfalen stehen in den nächsten Jahren vor der Herausforderung digitale Methoden, wie das Building Information Modeling, bei der Abwicklung von Bauprojekten einzuführen und umzusetzen. Die Anwendung digitaler Methoden soll durch Schnittstellenminimierung den Informationsverlust reduzieren und die Abwicklung von Projekten effizienter gestalten. Darüber hinaus erhofft man sich durch die Betrachtung des gesamten Lebenszyklus von Bauwerken erhebliche Vorteile.

Bei der Einführung digitaler Methoden gilt es eine Reihe an Herausforderungen zu überwinden, so sind die grundsätzlichen Begrifflichkeiten der BIM-Methode in der DIN EN ISO 19650 definiert und elementare Prozesse skizziert. Es fehlt jedoch die Spezifität in Bezug auf die besonderen Anforderungen aus Sicht der Kommunen, da diese ein breites Spektrum an Neu- und Bestandsobjekten betreuen. So sind die Anforderungen an die unterschiedlichen Projektarten aus dem Bereich Hochbau, Ingenieurbau und Verkehrsflächen grundsätzlich zu unterscheiden. Hinzukommen die unterschiedlichen Anforderungen an die Projektphasen. So gehört die Planung von Neubauprojekten nur sekundär zu den Aufgaben der Kommunen, denn die Bewirtschaftung der unterschiedlichen Bauwerke stellt diese durch den Sanierungsstau vor eine deutlich komplexere Herausforderung. Hinzu kommt, dass es derzeit an einer Methodik fehlt den Sanierungsbedarf effizient und wirtschaftlich zu bewerten, um anschließend den Handlungsbedarf ableiten zu können.

Hieraus ergibt sich die Herausforderung, die gesamte Wertschöpfungskette (Planung, Ausführung, Betrieb, Sanierung, Rückbau) angepasst an die drei spezifischen Projektarten (Hochbau, Ingenieurbau und Verkehrsflächen), in Bezug auf die Informationsanforderungen, die Abwicklungsreihenfolge, die Prozesse und die zu erbringenden Leistungen, abzubilden und konzeptionell zu entwickeln. Außerdem soll insbesondere die Abwicklung der BIM-Methodik anhand von Bestandsobjekten aufgezeigt werden, da diese den Hauptanteil der kommunalen Bauprojekte abdecken und reine Neubauprojekte von geringerer Relevanz sind.

Aus den oben genannten Herausforderungen ergibt sich das Primärziel, welches in Abbildung 1 dargestellt ist, nämlich einen Leitfaden für die gesamte Wertschöpfungskette in Abhängigkeit von den Projektarten für die kommunalen Bauverwaltungen zu konzeptionieren. Dabei wird insbesondere der Fokus, aus den oben genannten Gründen, auf Bestandobjekte gelegt, weswegen es sich bei den drei Pilotprojekten des BIM.Ruhr Projekts, die vom Kreis Recklinghausen, der Stadt Bochum und der Stadt Herne zur Verfügung gestellt wurden, auch um Bestandsbauwerke handelt. Dabei wurden die Bauwerke zuerst mithilfe von Laserscannern aufgenommen und im Laufe des Projektdurchführungszeitraums modelliert. Zusätzlich zum Leitfaden wurden die Auftraggeber-Informationsanforderungen (AIA) sowie der BIM-Abwicklungsplan (BAP) als Mustervorlagen konzipiert und ein Informationsanforderungskatalog generiert.

Dabei dient die Erarbeitung der Empfehlungen und des Leitfadens als Grundlage für die Kommunen aus Nordrhein-Westfalen, um zukünftige Projekte mit der Arbeitsmethode Building Information Modeling besser bewerkstelligen zu können. Auf Grund der regionalen Nähe fungierte der Kreis Recklinghausen mit den Partnern Herne und Bochum für das Forschungsvorhaben, über die bereitgestellten Pilotprojekte hinaus, als Impulsgeber.

Weitere operationelle Ziele des BIM.Ruhr Forschungsprojekts waren:

1. Erarbeitung eines regionalen Leitfadens für die Abwicklungen von BIM-Projekten, in Bezug auf die unterschiedlichen Projektarten (Brückenbau, Infrastruktur und Hochbau) und Phasen (Planung, Ausführung, Betrieb, Sanierung und Abriss),
2. Erarbeitung der spezifischen Informationsanforderungen für typische Projekte der Kommunen,
3. Erarbeitung der spezifischen Prozessstruktur aus Sicht der Kommunen,
4. Erstellung von Bestandsmodellen auf Basis von Messungen und heterogenen Bestandsdaten,
5. Ableitung von relevanten Metadaten hinsichtlich Qualität und Herkunft der Daten und deren Integration in die Bestandsmodelle.

Alle Erkenntnisse sind in diesem Leitfaden zusammengetragen und auch auf die drei Mustervorlagen projiziert worden als Empfehlung und Orientierungshilfe, um den Einstieg für die hiesigen Kommunen in die BIM-Thematik so barrierefrei wie möglich zu gestalten und ihnen unterstützend bei dem Einführungsprozess zur Seite zu stehen. Darüber hinaus soll hier auch der Synergieeffekt zwischen den Kommunen und den KMU unterstützt werden, denn je eher BIM bei den Kommunen eingeführt und eingesetzt wird, desto eher profitieren KMU als Auftragnehmer bei den kommunalen Ausschreibungen. Der Leitfaden beinhaltet darüber hinaus auch eine Modellierungsrichtlinie, die bei der Modellierung von Bestandsbauten entlasten soll.

Abbildung 1 soll einen Überblick über die Vorgehensweise der Aufbereitung und anschließenden Weitergabe der gewonnenen Ergebnisse und Erkenntnisse während des Durchführungszeitraums des BIM.Ruhr Projekts vermitteln.

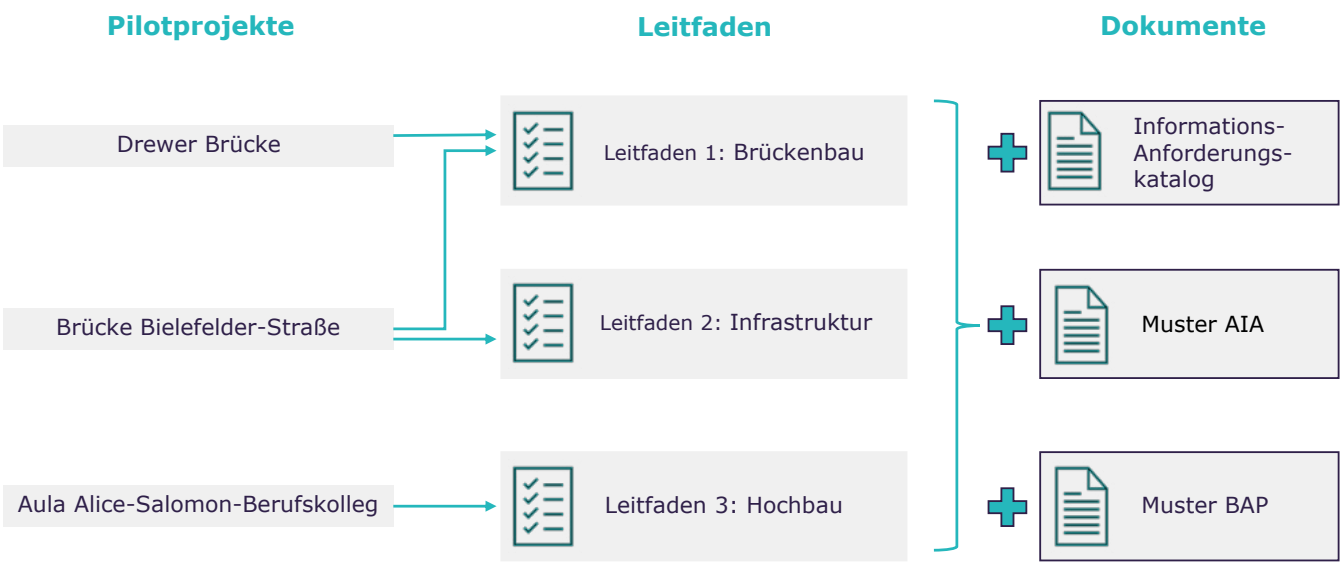


Abbildung 1: Forschungsablauf und Ergebnisse des BIM.Ruhr Forschungsprojekts[8]

8 Eigene Darstellung.

1.2 Fokus und Methodik des Leitfadens

Der hier vorliegende Leitfaden wurde so generiert, dass er auf die wirklichen Bedürfnisse und Anforderungen der nordrhein-westfälischen Kommunen eingeht, wobei ein besonderer Fokus auf Bestandsobjekte gelegt wird und nicht auf Neubauprojekte, da durch mehrere Interviews mit verschiedenen Kommunen sowie der Status quo Umfrage zur BIM-Implementierung der Kommunen in Nordrhein-Westfalen[9] ersichtlich wurde, dass der Arbeitsschwerpunkt hauptsächlich auf der Fülle der Bestandsobjekte liegt.

Der Leitfaden umschließt dabei alle Projektarten (Hochbau, Straßenbau, Brückenbau) gleichermaßen. Da der Mittelpunkt auf dem Einführungsprozess der BIM-Methodik in öffentlichen Verwaltungen liegt, sind dabei viele Arbeitsschritte und Prozessabläufe der verschiedenen Projekttypen identisch. Wenn es jedoch zu Abweichungen kommt, werden diese in projektspezifischen Infokästen miteingebaut, um einen reibungslosen und effektiven Start in die neue Arbeitsmethodik zu gewährleisten.

Darüber hinaus wurde der Leitfaden so generiert, dass er einen Leveleinstieg ermöglicht. Dies soll dem Leser die Möglichkeit geben, selbstständig zu entscheiden, wie ausgeprägt sein Vorwissen ist und an welcher Stelle des Leitfadens und somit des Einführungsprozesses er steht und eine Hilfestellung benötigt. Dies wurde so gewählt, da der Leitfaden bei einem Wissensstand beginnt, der jeden kommunalen Mitarbeiter sowie KMU abholt, damit keine zusätzlichen Hürden beim Einstieg in die Einführung von BIM geschaffen werden.

Damit ein Leitfaden und Empfehlungen konzipiert werden konnten, welche die Rahmenbedingungen der hiesigen Kommunen beachten, wurde ein offenes Verfahren gewählt. Dies stellt sicher, dass die Kommunen auf verschiedene Weise involviert und einbezogen wurden, sodass möglichst allseitig die Bedingungen und Anforderungen an kommunale Projekte in den Dokumenten inkludiert werden können. Dies wurde mit stetig stattfindenden Interviews mit den Kommunen, aber auch durch den Netzwerkgedanken des BIM.Ruhr Projekts mithilfe von iterativen Arbeitsgruppen- und Schnittstellensitzungen sowie den BIM.Ruhr Konferenzen umgesetzt.

9 Vgl. Meins-Becker und Kaufhold (2021), S. 30.

2 BIM-Implementierung für Kommunen

2 BIM-Implementierung für Kommunen

Die BIM-Implementierung für Kommunen basiert auf in Abbildung 2 dargestellten drei Hauptbestandteilen, wobei insbesondere die Phase der BIM-Strategie eine ausschlaggebende Rolle bei der erfolgreichen und effektiven Einführung von BIM in der öffentlichen Hand einnimmt.

Die Phase der BIM-Strategie findet ausschließlich kommunenintern bzw. unternehmensintern statt. In dieser Phase wird quasi der Grundstein der BIM-Umsetzung entwickelt und ist nicht ausschließlich projektabhängig, sondern kann immer wieder verwendet und im Laufe der Zeit weiterentwickelt werden. Sie nimmt daher eine organisationsübergreifende Rolle ein und gilt für die gesamte Verwaltung, unabhängig von dem Projekttyp oder der Lebenszyklusphase des Bauwerks.

An diese Phase schließen die Phasen der AIA und die des BAP an, die in Zusammenarbeit mit den Auftragnehmern absolviert werden, da es sich bei beiden Dokumenten um Dokumente handelt, die während der Projektabwicklung als vertragsrelevant anzusehen sind.

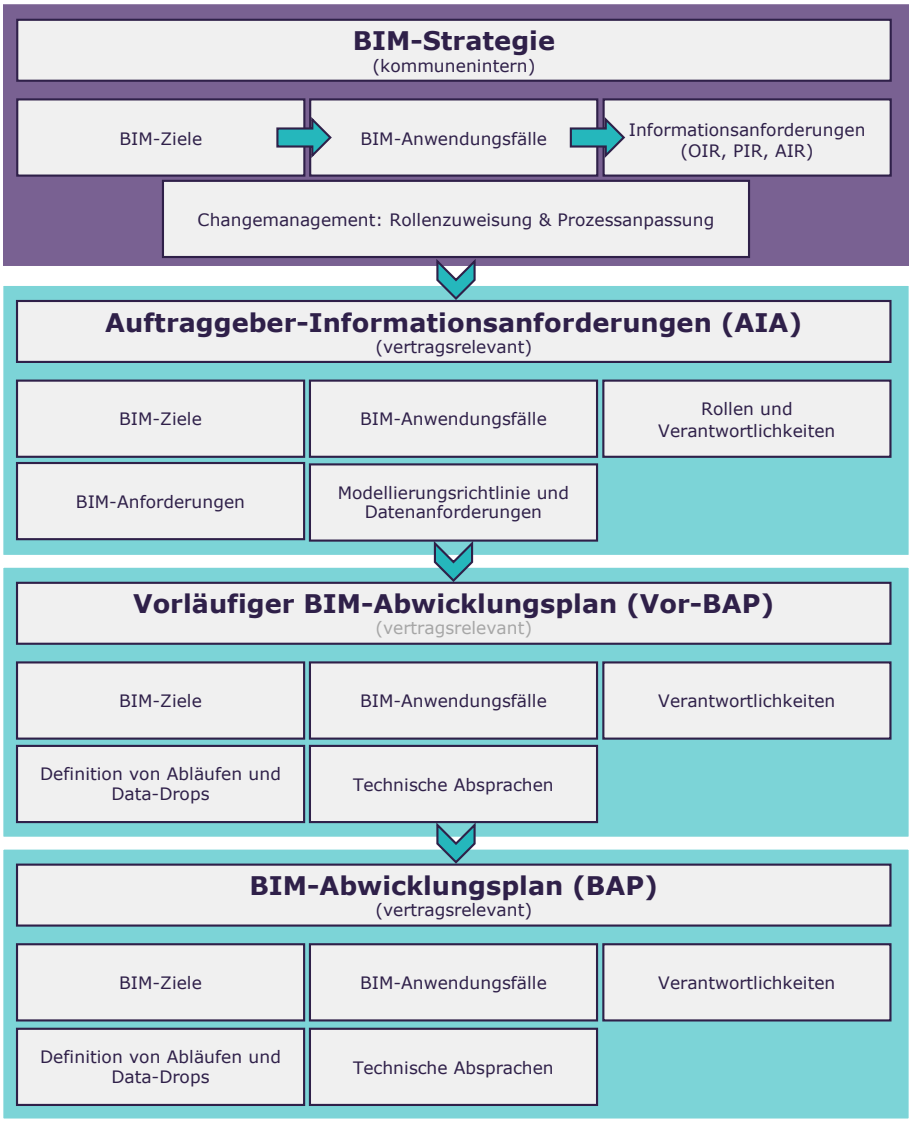


Abbildung 2: BIM-Implementierungsprozess[10]

10 Eigene Darstellung in Anlehnung an Helmus et al. (2018), S. 15.

Die Definition der kommuneninternen BIM-Strategie baut sich somit aus den in Abbildung 3 dargestellten drei Hauptphasen zusammen, die dabei ein Changemanagement in Bezug auf die Rollen und Prozesse mit sich bringt.

An dieser Abbildung orientiert sich auch der innerhalb des BIM.Ruhr Projekts erstellte Informationsanforderungskatalog (externer Anhang 1). Die BIM-Ziele werden zuerst definiert, um einen Wegweiser für die BIM-Strategie der kommunalen Bauverwaltung zu haben. Auf Grundlage dessen werden dann die umzusetzenden BIM-Anwendungsfälle festgelegt, die dazu dienen, die gewünschten Ziele zu erfüllen bzw. zu erreichen.

Im Anschluss daran werden die einzelnen Informationsanforderungen definiert, die sich in drei Gruppen differenzieren lassen. Dabei basieren die Organisations-Informationsanforderungen (OIR) auf die vorher festgelegten organisatorischen BIM-Ziele und sind somit die übergeordneten Anforderungen, die Beachtung finden müssen. Weitere Informationsanforderungen sind die, die das Projekt (PIR) sowie das fertiggestellte Asset (AIR) betreffen und somit projektbezogen sind. Der hier erwähnte Informationsanforderungsprozess ist ein hochkomplexes Konstrukt, welches in diesem Leitfaden in Kapitel 2.2 beschrieben und erläutert wird.

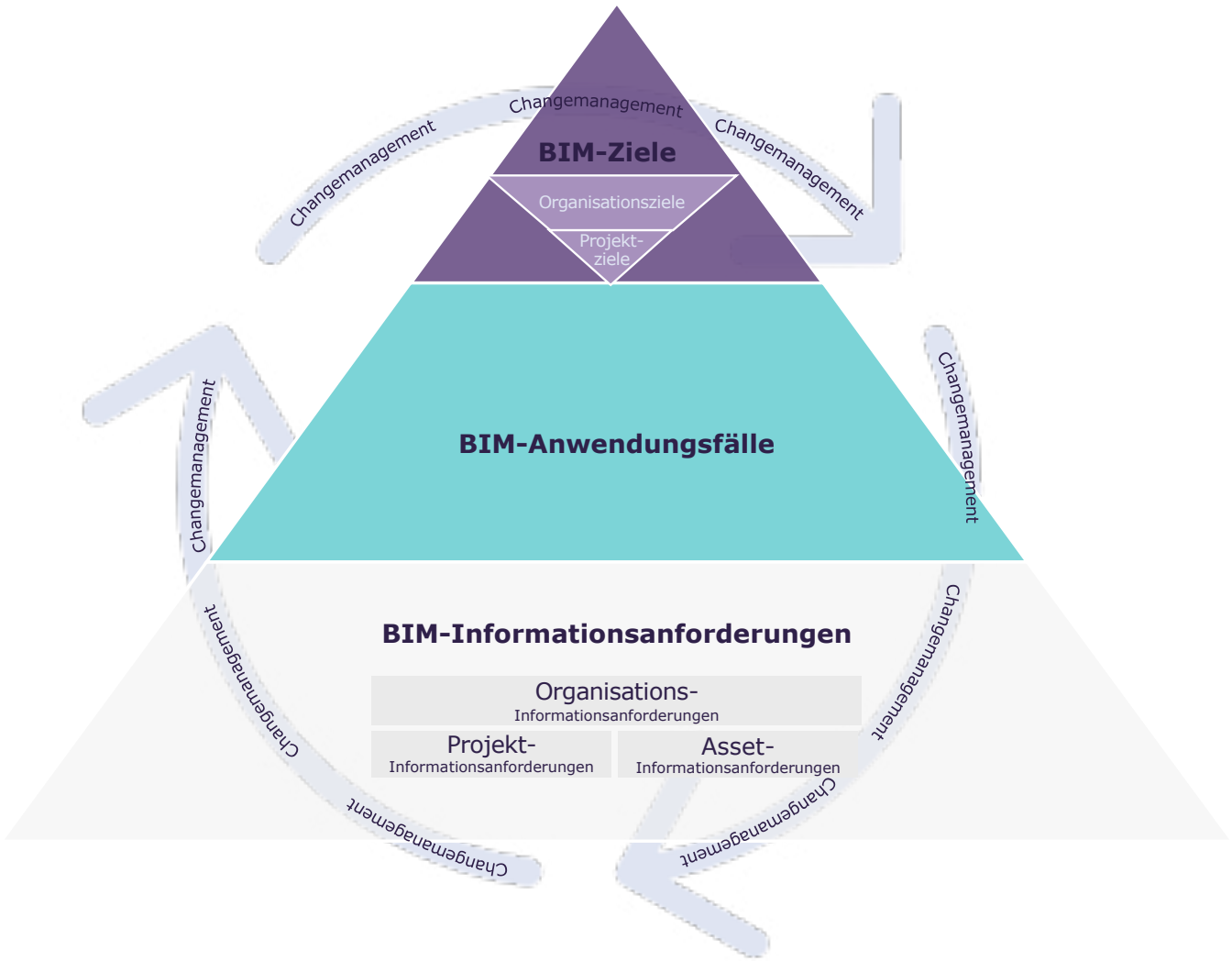


Abbildung 3: Hierarchische Arbeitsschritte einer erfolgreichen BIM-Strategie[11]

11 Eigene Darstellung

2.1 BIM-Ziele und -Anwendungsfälle

„Ein BIM-Ziel entsteht aus der Absicht heraus, einen größtmöglichen Mehrwert für die Organisation und das jeweilige Projekt zu erreichen“ [12]

Die BIM-Ziele müssen als Bestandteil der AIA von den Kommunen festgelegt werden und werden im Zuge dessen Vertragsbestandteil. Sie können, wie aus der Definition zu entnehmen ist, in zwei Hauptkategorien unterteilt werden: den Organisationszielen und den Projektzielen. Dabei befassen sich die Organisationsziele mit den BIM-Zielen des Bauherrn, in diesem Fall des öffentlichen Auftraggebers, die projektübergreifend gelten sollen und somit die gesamte Organisation betreffen. Projektziele hingegen beschreiben die expliziten Ziele, die sich ausschließlich auf das aktuelle Bauvorhaben beziehen. Sie sind damit projektspezifisch. Zur besseren Übersicht werden die projektrelevanten BIM-Ziele entsprechend der Lebenszyklusphasen eines Bauvorhabens, d. h. in Projektziele der Planung, der Ausführung, des Betriebs und des Rückbaus unterteilt respektive differenziert.* Eine weitere zu nennende Besonderheit der Projektziele ist, dass sie in manchen Fällen von den zuvor definierten Organisationszielen abzuleiten sind.

(Übergeordnete) Organisationsziele

Die (übergeordneten) Organisationsziele werden auf der Organisationsebene, d.h. im kommunalen Kontext auf der Dezernatsebene definiert. Sie bilden den Grundstein der auftraggeberseitigen Anforderungen und stehen daher auch in direkter Beziehung mit dessen Geschäftsmodell, der vorgesehenen Umsetzungsstrategie sowie seiner Risikobetrachtung.

Projektziele

Diese Art der BIM-Ziele muss auf Bauprojektebene, also den Fachbereichen bzw. Fachdiensten, die direkt an der Baumaßnahme beteiligt sind, definiert werden. Die Umsetzung der gewünschten BIM-Projektziele wird vom Auftragnehmer im BAP festgelegt.[13]

Diese Arten der BIM-Ziele werden unter Zuhilfenahme von BIM-Anwendungsfällen (AWF) verwirklicht. Daher kann gesagt werden, dass die existenten AWF den Zweck erfüllen, die Umsetzung bzw. Verwirklichung von BIM-Zielen zu gewährleisten.

2.1.1 BIM-Anwendungsfälle

BIM-Anwendungsfälle, auch BIM-Anwendungen (engl. BIM Use Cases genannt), beschreiben bestimmte Prozesse bzw. Arbeitsschritte unter Anwendung der BIM-Methodik,[14] um BIM-Ziele, unabhängig davon, ob es sich um Organisationsziele oder Projektziele handelt, zu verwirklichen. Ein BIM-Anwendungsfall erneuert somit die konventionellen Prozessschritte hin zu den neuen BIM-basierten Prozessabläufen.

Bei der Auswahl der Anwendungsfälle muss der aktuelle Stand der Umsetzung der Anwendungsfälle sowie der damit zusammenhängende Aufwand Berücksichtigung finden, denn es sollte unter allen Umständen der Sachverhalt, dass „zu viele oder komplexe Anwendungsfälle [können] die Projektabwicklung erschweren und Motivationsverluste zur Folge haben […]“ berücksichtigt werden.[15]

---

12 Meins-Becker und Kaufhold (2021), S. 25.

* Siehe auch Informationsanforderungskatalog – Blatt 4 (externer Anhang 1).

13 Vgl. Meins-Becker und Kaufhold (2021), S. 25.

14 Vgl. VDI 2552-2 (2021), S. 3.

15 VDI 2552-10 (2021), S. 4.

Damit die öffentlichen Verwaltungen während des BIM-Einführungsprozesses die richtige Wahl bei den umzusetzenden Anwendungsfällen treffen, stellt das BIM.Ruhr Projekt im externen Anhang 1 einen Informationsanforderungskatalog zur Verfügung. Dieser zeigt auf, welche Anwendungsfälle zur Erreichung welcher gewünschten BIM-Ziele benötigt werden. Dabei gibt er außerdem einen Überblick über die Realisierbarkeit und Notwendigkeit des jeweiligen AWF mittels eines Ampelsystems, um einen Überblick darüber zu vermitteln, in welchem Stadium der BIM-Implementierung es sinnvoll ist, die Umsetzung dieses Anwendungsfalls anzustreben. Darüber hinaus werden die BIM-Anwendungsfälle ihren jeweiligen Projektphasen, orientiert an den Leistungsphasen der HOAI sowie den darüber hinausgehenden Lebenszyklusphasen, zugewiesen, in welchen sie zur Anwendung kommen.

Außerdem wurde im Zuge des BIM.Ruhr Projekts ein Dokument erstellt, welches Steckbriefe der wichtigsten bzw. der am häufigsten zur Anwendung kommenden Anwendungsfälle beinhaltet. Diese Steckbriefe zeigen zusätzlich zu den Arbeitsblättern 2 bis 4 des Informationsanforderungskatalogs auch noch auf, welche Informationsbesteller und -bereitsteller an diesen Anwendungsfällen mitwirken. Beispielhaft ist in Abbildung 4 der Steckbrief eines AWF dargestellt. Die gesamte Auflistung der AWF ist zusammenhängend im Anhang 2 dieses Dokuments zu finden.

Diese zwölf AWF haben sich insofern während des Projektgeschehens herauskristallisiert, sodass sie entweder von den direkten kommunalen Projektpartnern des BIM.Ruhr Projekts für die Pilotprojekte ausgewählt wurden oder aber in den meisten literarischen Quellen als AWF aufgelistet wurden und somit eine ausgeprägte Gewichtung erlangt haben.

AWF Nr. 9 Bestandserfassung und -modellierung

Level Umsetzbarkeit:			**Lebenszyklusphase (LPH gemäß HOAI):**										
E ☒	F ☐	H ☐	Bestand ☒	Betrieb ☐	1 ☒	2 ☒	3 ☒	4 ☒	5 ☐	6 ☐	7 ☐	8 ☐	9 ☐
Kommentar zur Umsetzbarkeit:			*Technisch umsetzbar, bereits in einigen Praxisprojekten angewandt.*										

Beschreibung:	*Bestandsaufnahme eines Bauwerks und/oder dessen näheren Umgebung mit Hilfe von Laserscans, vorhandener Pläne, Photogrammetrie usw., welche anschließend in ein dreidimensionales Modell überführt werden kann.*
Zugehörige BIM-Ziele: → auch nachlesbar im Informationsanforderungskatalog	*OIR:* *- verbesserte Unternehmens-/Organisationssteuerung (digitale Prozesse)* *- verbessertes Portfolio / Asset-Management* *PIR (Planung):* *- verständlichere Planung für alle Projektbeteiligten und Interessensvertretern* *- frühzeitige Fehlererkennung und -vermeidung in der Planung* *- verbesserte Kommunikation zwischen Projektbeteiligten während der Planung* *- verbesserte Kommunikation innerhalb der Organisation während der Planung*

Beteiligte Informationsbereitsteller:	*Katasteramt, Vermessung*
Verantwortlich für Durchführung:	*Katasteramt, Vermessung*

Voraussetzungen:	**AG:**	*Spezifikation zu Inhalt, Struktur und Umfang der 3D-Bestandsmodelle durch den Auftraggeber unter Berücksichtigung geltender Vorgaben als Teil der AIA notwendig. Schulungsaufwand für die Anwendung von Werkzeugen zur Betrachtung und Prüfung der 3D-Bestandsmodelle.*
	AN:	*Erwerb von Kenntnissen und Techniken je Auftragnehmer zur Weiterverarbeitung von erfassten Bestandsdaten und deren Überführung in Fachmodelle; Ggf. Anschaffung BIM-fähiger Softwareprodukte (z. B. zur Überführung vorhandener Bestandsinformationen in entsprechende Fachmodelle).*
Nutzen: → auch ableitbar aus den BIM-Zielen	- *Reduzierung von Risiken durch Referenzieren des Projektkontextes in der Planungsphase* - *Erkennen von Schnittstellen zwischen Bestand und Neubau* - *Unterstützung von Entscheidungsprozessen des Auftraggebers im Projektverlauf* - *Wiederverwendung und/oder Fortschreibung von Daten zur Nachverfolgung des Baufortschritts sowie für die Nutzung während der Betriebsphase und Unterhaltung* - *Kostensenkung für erforderliche Bestandserfassung zukünftiger (angrenzender) Bauprojekte oder bei Umbau und Instandsetzung*	

Abbildung 4: AWF-Steckbrief „Bestandserfassung und -modellierung“[16]

16 Eigene Darstellung (siehe Anhang 2).

2.1.2 Ziel-Anwendungszuordnung

Der Zusammenhang zwischen den BIM-Zielen und den BIM-Anwendungsfällen wird in Tabelle 1 dargestellt und zusätzlich auch in dem innerhalb des BIM.Ruhr Projekts erstellten Informationsanforderungskatalog (externer Anhang 1) mittels einer Matrix abgebildet.

Tabelle 1: Ziel – Anwendungszuordnung (Hilfestellung bei der Definition von umzusetzenden BIM-Anwendungsfällen)[17]

(Übergeordnete) Organisationsziele	Projektrelevante BIM-Ziele	BIM-Anwendung*
Verbesserte Öffentlichkeitsarbeit/ Image für den öffentlichen AG	Verbesserte Öffentlichkeitsarbeit in der Planungsphase	• (Modellbasierte) Visualisierung • Modellbasierte Öffentlichkeitsarbeit • Modellbasierte Terminplanung [4D] > Bauablaufplanung, -simulation, ... • ...
	Frühzeitige Fehlererkennung und -vermeidung in der Planung	• Modellbasierte Prognosen und Simulationen • (Modellbasierte) Visualisierung • Erstellen, Pflegen und Zusammenarbeiten an einem Koordinationsmodell (CDE) • Modellbasierte Kollisions- und Qualitätsprüfung • Bestandserfassung und -modellierung • ...
	Verbessertes Qualitätsmanagement während der Bauausführung	• Modellbasierte Kollisions- und • Erstellung von Ausführungs-, Werk- und Montageplänen • (Modellbasierte) Abrechnung von Bauleistungen ○ Prüfung der Abrechnung von Bauleistung • Modellbasiertes Abnahme- und Mängelmanagement • ...
Lebenszyklusübergreifendes Bauwerksinformationsmanagement	Verbesserte Datenverfügbarkeit (z. B. Überführung in Betriebszielsysteme) und Pflege der Betriebsdaten	• (Modellbasierte) Visualisierung • Modellbasiertes Nachhaltigkeits- und Energiemanagement • Modellbasierte Bauwerksdokumentation • Inbetriebnahmemanagement • Modellbasiertes Übergabe- und Gewährleistungsmanagement • ...

* die genauen Beschreibungen mit ihrem Nutzen und den zu erfüllenden Voraussetzungen bzw. Grundlagen finden sich im Informationsanforderungskatalog (externer Anhang 1) wieder.

17 Eigene Darstellung in Anlehnung an VDI 2552-10 (2021), 15 f.

2.2 Informationsanforderungsprozess

Ein wesentlicher Grundbaustein der BIM-Methodik ist das richtige Verständnis in Bezug auf die verschiedenen Informationsanforderungen gemäß der DIN EN ISO 19650 und ihre spezifischen Charakteristika sowie ihre genaue Funktion innerhalb der Abwicklung eines Projekts. Darüber hinaus muss auch evident sein, welche Rollenbilder in diesem Prozess benötigt werden sowie welche Partei, welche Rolle übernimmt.

Der Informationsanforderungsprozess verfolgt dabei hauptsächlich drei Ziele, die für eine optimierte Projektabwicklung unverzichtbar sind:

1. effizienterer und effektiverer Daten- und Informationstransfer,
2. Vermeidung von überflüssigem Datenaustausch (Quantität & Qualität),
3. leichtere Entscheidungsfindung aufgrund der ausgewählten Informationen.[18]

Das erste Ziel sorgt dabei für die Sicherung der Durchgängigkeit der Daten und ihre Integrität[19], das heißt, dass die Daten nach der Erstellung während des gesamten Lebenszyklusprozesses in ihrer Form unverändert beibehalten werden, ohne dass sie verloren gehen.

Von besonderer Relevanz bei diesem Themenkomplex, damit das zweite und dritte Ziel erfüllt wird, ist es, zu filtern, welche Informationen eine wirkliche Signifikanz für die Liegenschaft bzw. das Projekt aufweisen. Denn es können nur fachgerechte Entscheidungen getroffen werden, wenn vorher eine Basis von qualitätsgesicherten Informationen geschaffen wurde.[20] Das bedeutet im Umkehrschluss, dass zu detaillierte Informationsanforderungen einen erschwerenden Effekt auf die Projektabwicklung ausüben können, genauso wie zu gering gewählte, da der Auftraggeber dann Entscheidungen auf der Grundlage von unzureichender Information treffen muss.[21]

2.2.1 Organisatorische Informationsanforderungen

Die organisatorischen Informationsanforderungen (engl. Organizational Information Requirements (OIR)) umfassen die essenziellen und strategischen Informationsbedürfnisse des Auftraggebers.[22] Somit wird hier die Frage beantwortet „Welche Informationen benötigt werden, um die Hauptziele des Auftraggebers mit dem Bau des Objekts zu verwirklichen respektive zu erreichen?". Solche Ziele können beispielhaft strategische Geschäftstätigkeiten als auch das strategische Asset-Management sein. Darüber hinaus fällt auch die Portfolioplanung sowie regulatorische Aufgaben unter diese Art der Informationsanforderung.[23]

2.2.2 Projekt-Informationsanforderungen

Die Projekt-Informationsanforderungen werden im internationalen Bereich auch als „Project Information Requirements (PIR)" bezeichnet und sind mit derselben Abkürzung in der DIN EN ISO 19650 zu finden. Sie geben genauso wie die OIR und AIR (Asset-Informationsanforderungen) an, was innerhalb des Projektes umgesetzt werden soll. Dabei beziehen sich diese Anforderungen besonders auf den Zweck, die Auslegung und den Bau einer Anlage, wobei die PIR sowie auch die AIR einen projektspezifischeren Charakter aufweisen als die Definition der OIR, denn diese beiden Anforderungstypen bilden die Grundlage zur Erfüllung der OIR.[24]

18 Vgl. Boulte et al. (2019), S. 13.
19 Vgl. VDI 2552-10 (2021), S. 4.
20 Vgl. VDI 2552-10 (2021), S. 2.
21 Vgl. Boulte et al. (2019), S. 13.
22 Vgl. Dohmen et al. (2018), S. 8.
23 Vgl. DIN EN ISO 19650-1 (2019), S. 18.
24 Vgl. DIN EN ISO 19650-1 (2019), S. 19.

2.2.3 Asset-Informationsanforderungen

Hierbei handelt es sich um Informationsanforderungen, welche ausschließlich Informationen bezüglich anlagenrelevanter Faktoren für den Betrieb und/oder die Wartung einer Anlage betreffen. Somit beantwortet diese Anforderung die übergeordnete Frage nach „was soll gebaut werden?", um die vorrangigen strategischen Ziele, welche in den OIR definiert wurden, zu erreichen. Darüber hinaus werden hier zusätzlich noch die Thematiken der empfohlenen Instandhaltungsmaßnahmen oder aber erwartete Kosten für iterative Wartungen, Instandhaltungen und Reparaturen abgefragt.[25] Dies bietet den Vorteil einer besseren und frühzeitigen Kostenabschätzung während der Betriebsphase sowie einen optimierten Planungsablauf bei der späteren Umsetzung der Maßnahme. Obwohl die Einforderung der AIR erst für die spätere Betriebsphase eines Bauwerks erfolgt, werden sie schon frühzeitig im Projektprozess vom Betreiber (Facility Management) definiert, da diese Information für die gesamte Betriebsphase benötigt wird.[26]

Zu dieser Art der Anforderung gehören Informationen bezüglich der physischen Daten (Name, Beschreibung, Fläche, usw.), den Standort- und Raumdaten, um die Frage zu beantworten, wo sich eine Anlage im Bauwerk befindet und in welchem Verhältnis sie zu weiteren Anlagen steht. Darüber hinaus werden häufig Leistungsdaten abgefragt sowie allgemeine Zustandsdaten einer Anlage, die hauptsächlich auf die Lebenserwartung und die Wartungsintervalle abzielen.[27]

2.2.4 Austausch-Informationsanforderungen

Die Austausch-Informationsanforderungen werden mit der Abkürzung EIR (engl. Exchange Information Requirements) in Verbindung gebracht, welche auch so in der DIN EN ISO 19650 festgehalten ist. Dieser Typus definiert Anforderungen in Bezug auf den allgemeinen Austausch von Informationen mit Hauptaugenmerk auf einzuhaltende Termine. Zusätzlich beinhalten EIR auch Details zur Art der Informationsübergabe als auch die zu verwendenden Formate und beziehen sich somit ausschließlich auf Informationsbestellungen.

Bei dieser Form der Informationsanforderung ist es strittig, ob sie als eigenständige Art aufgeführt werden soll oder ob sie lediglich ein Teil der AIA darstellt.

Innerhalb dieses Leitfadens wird davon ausgegangen, dass die EIR, wie auch in einigen anderen fachlichen Texten zuvor[28], unter dem Gesichtspunkt der AIA zusammengefasst wird, weswegen sie im Informationsanforderungsprozess nur eine nebensächliche Funktion einnimmt und ausschließlich für die Vollständigkeit in der Abbildung 5 (Seite 29) verzeichnet wurde. Im Informationsanforderungskatalog (externer Anhang 1) wird sie nicht weiter aufgeführt, um die Übersichtlichkeit des Dokuments nicht zu beeinträchtigen.

2.2.5 Projekt-Informationsmodell

Das Projekt-Informationsmodell (PIM) wird während der Bereitstellungsphase, d. h. von Leistungsphase 1 bis 8 bedient. Dabei besteht dieses BIM-Modell aus mehreren BIM-Extraktionen. Bei BIM-Extraktionen handelt es sich bspw. um Zeichnungen, Dokumentationen aber auch Videoaufnahmen und vielen weiteren Informationsträgern. Dabei lassen sie sich in strukturierte (geometrische Modelle, Zeitpläne, Datenbanken, usw.) und unstrukturierte (Dokumentationen, Videoclips, Tonaufnahmen, usw.) Informationen unterteilen.[29]

Während der Bereitstellungsphase wächst die Informationsbedarfstiefe (LOIN*) des Projekt-Informationsmodells stetig an, bis irgendwann ein virtuelles Konstruktionsmodell entsteht. Inhalte eines

25 Vgl. DIN EN ISO 19650-1 (2019), 18 f.
26 Vgl. Dohmen et al. (2018), S. 11.
27 Vgl. Fatt et al. (2018), S. 15.

28 Vgl. Meins-Becker und Kaufhold (2021), S. 33.
29 Vgl. DIN EN ISO 19650-1 (2019), S. 14.
* Nähere Informationen zur Informationsbedarfstiefe und dem Zusammenhang zu den Informationsanforderungen finden Sie im Kapitel 2.5 und 2.6.

solchen Modells sind Objekte, die dazu beitragen, dass das konstruierte Produkt hergestellt, konstruiert und installiert werden kann. Als Endergebnis der Bedienung eines solchen Modells steht somit der Erhalt des As-built-Modells (wie-gebaut-Modell) und der dazugehörigen nicht-grafischen Informationen.[30]

2.2.6 Asset-Informationsmodell

Das AIM oder auch Asset-Informationsmodell ist das Informationsmodell für die Betriebsphase und baut sich auf der Grundlage des vorangegangenen PIM, dem Informationsmodell der Bereitstellungsphase auf. Gemäß anderer fachlicher Quellen wird manchmal auch vom LIM (Liegenschafts-Informationsmodell) gesprochen.[31]

Das AIM beinhaltet dieselben Informationsarten wie das PIM, fokussiert sich jedoch lediglich auf die Daten, die die verwirklichte Konstruktion des Bauvorhabens direkt betreffen, sodass es den Ist-Zustand des Projekts bzw. des Bauwerks zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme widerspiegelt. Darunter fallen insbesondere alle Informationen, welche für die Wartung, die Instandhaltung und den Betrieb des Assests benötigt werden. Unberücksichtigt bleiben hingegen Informationen die die Planung und Ausführung des Assets betreffen. Das AIM kann als „duales Informations-Ökosystem" verstanden werden.
Es vereint alle Daten aus dem PIM zusammen mit neuauftretenden Informationen, welche während der Betriebsphase produziert werden, in einer datenbasierten Struktur.[32]

30 Vgl. Rail Baltica (2019a), S. 45.
31 Vgl. Dohmen et al. (2017), S. 10.
32 Vgl. Rail Baltica (2019a), S. 48.

2.3 Zeitliche Einordnung der Informationsanforderungen in die konventionellen Projektphasen

Die beschriebenen Informationsanforderungen lassen sich in den konventionellen Projektablauf integrieren und bauen aufeinander auf, sodass sie einen strukturierten Prozess ergeben. Dieser Prozess wird Informationsanforderungsprozess genannt und ist in der nachfolgenden Abbildung 5 dargestellt.

Zu Beginn sollten die Organisationsanforderungen, die sich aus den (übergreifenden) Organisationszielen ergeben, bestimmt werden. Dies geschieht direkt nach Projektbeginn in der Planungsvorbereitungsphase des Auftraggebers. Direkt im Anschluss daran und auch weiterhin noch in der Phase der Planungsvorbereitung müssen die projektspezifischen Informationsanforderungen, d. h. die Projekt- sowie Asset-Informationsanforderungen, definiert werden. Diese beziehen sich explizit auf das umzusetzende Bauvorhaben und beeinflussen die Umsetzung maßgeblich.

Die AIA sind als BIM-Lastenheft zu verstehen, welches einen vertragsrelevanten Charakter aufweist. Die AIA beinhalten alle BIM-Ziele und BIM-Anwendungsfälle sowie die daraus resultierenden Informationsanforderungen. Sie halten fest, wann welcher Liefergegenstand in welchem Umfang geliefert werden muss. Die AIA umfasst also alle nötigen Bereitstellungsanforderungen wie die Termine, die Qualität und das Format sowie weitere Faktoren, die den Austausch der Informationen betreffen. Damit übernimmt dieses Dokument die Aufgabe der EIR, die zwar nicht als eigenständige Anforderungsart anzusehen ist, deren Anforderungen aber trotzdem für die bestellten Informationen gelten, wie in Abbildung 5 zu erkennen ist. Nach der Fertigstellung der AIA und der darauffolgenden Planungsausschreibung (und ggf. eines Muster-BAP von Seiten der Auftraggeber) wird auf die Einreichung von BIM-Abwicklungsplänen von interessierten Auftragnehmern gewartet.

Differenzierung BAP-Arten

Das Vorhandensein von verschiedenen BAP-Arten hängt von der Wahl des Vergabeverfahrens* ab, zu differenzieren sind der Muster- sowie der Vor-BAP, welche im Laufe des Prozesses zum vertragsrelevanten BAP werden.

1. Muster-BAP: Zur Verfügung gestellte Vorlage des AG für den AN, welcher die Vorlage als Grundlage für seinen (Vor-)BAP verwenden kann.

2. Vor-BAP: Vorläufige Fassung des BAP eingereicht vom AN, in welchem die Bieter ihre Umsetzungskonzepte für die Erfüllung der AIA beschreiben.

* Näheres über die verschiedenen Vergabeverfahren findet sich in den Folien der 1. Schnittstellensitzung vom 10.02.2022 sowie weitere rechtliche Grundlagen in dem Buch unseres Netzwerkmitglieds Eduard Dischke „Rechtlicher Umgang mit BIM-Daten".

Diese reichen im Optimalfall einen Vor-BAP ein, welcher vorab von dem Auftraggeber geprüft wird und auf Grundlage dessen die Zuschlagserteilung bestimmt wird. Nach Zuschlagserteilung wird der Vor-BAP, nach potenziell gewünschten Anpassungen, Vertragsbestandteil als BIM-Pflichtenheft des Auftragnehmers.

Danach beginnt der „Lieferprozess", in dem die Auftragnehmer Modelle usw. generieren, die von Beginn der Baumaßnahme stetig mit geometrischen und alphanumerischen Informationen sowie weiteren Dokumenten gefüllt werden. Dadurch entsteht ein PIM, welches bis zur Übergabe an den Betrieb anwächst und dadurch das As-built-Modell als Ergebnis darstellt. Dieses beschriebene Modell mit all seinen Informationen wird in der gemeinsamen Datenumgebung (engl. Common Data Environment (CDE)) gespeichert und bietet für alle Projektbeteiligten die Möglichkeit, zu jeder Zeit des Projektgeschehens auf die Daten zuzugreifen. Bei der Übergabe an den Betrieb werden die Informationen auf das Mindestmaß an relevanten Informationen für die Betriebsphase des Bauwerks gekürzt, sodass Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten einwandfrei umgesetzt werden können sowie die benötigten Informationen nach der Nutzungsdauer des Bauwerks für einen effektiven Rückbau vorhanden sind.

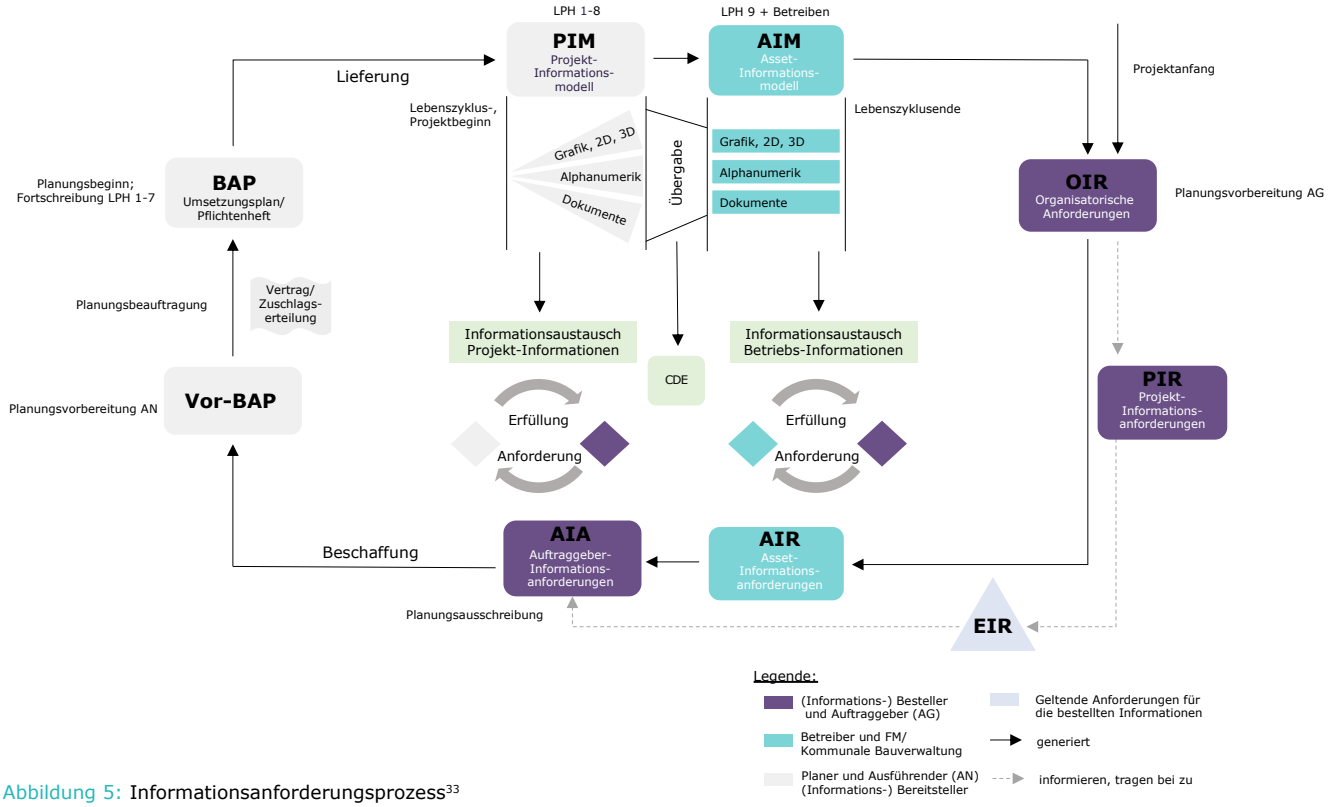


Abbildung 5: Informationsanforderungsprozess[33]

33 Eigene Darstellung in Anlehnung an Dohmen et al. (2017); Meins-Becker und Kaufhold (2021); Rail Baltica (2019b); DIN EN ISO 19650-1 (2019); Straßenmeyer et al. (2021).

2.4 Leitfaden für den Informationsanforderungskatalog

Im externen Anhang 1 befindet sich der von BIM.Ruhr erstellte Informationsanforderungskatalog, welcher gemäß der Abbildung 6 strukturiert ist. Dieses Kapitel soll dabei helfen, wie der Informationsanforderungskatalog zu verstehen sowie anzuwenden ist.

Der Katalog beinhaltet über die Definition der Informationsanforderungen für die drei Projektarten in Bezug auf die wichtigsten zwölf Anwendungsfälle (Siehe auch Anhang 2 „AWF-Steckbriefe") auch eine Liste aller momentan existierenden Anwendungsfälle (Blatt 2) sowie deren Beschreibung, Nutzen und Vorteile (Blatt 3) als auch die fachlichen Quellen (Blatt 1) aus derer die AWF zusammengetragen wurden. Darüber hinaus bildet Blatt 4 der Excel-Datei die Ziel-Anwendungsmatrix wieder, worauf der eigentliche Informationsanforderungskatalog (Blatt 6-7) basiert.

Abbildung 6: Arbeitsblätter des Informationsanforderungskatalog in der Excel-Datei[34]

Die zwölf „wichtigsten" Anwendungsfälle haben sich dabei so ergeben, dass sie entweder von den Kommunen als erstes Ziel für ihre Pilotprojekte angegeben wurden oder bei der umfangreichen fachlichen Recherche in den meisten literarischen Quellen angegeben wurden. Die analysierten und ausgewerteten Dokumente befinden sich auf dem Arbeitsblatt 1 und wurden auf dem Blatt 2 und 4 als Referenzzahlen jeweils hinter den verschiedenen AWF gesetzt, um einen stetigen Überblick für die Nutzer des Informationsanforderungskatalogs zu generieren ohne ständiges Wechseln zwischen den einzelnen Arbeitsblättern.

Blatt 2: AWF-Tabelle

Das Arbeitsblatt 2 übernimmt die Rolle der Übersichtstabelle innerhalb des Informationsanforderungskatalogs. Das heißt die hier generierte Tabelle vermittelt einen Abriss über die (derzeit) existierenden Anwendungsfälle und deren Einsatzzeitpunkte (siehe roter Kreis 1 in Abbildung 7) gemäß der nach HOAI geltenden Leistungsphasen (LPH) sowie den darüber hinaus existierenden Lebenszyklusphasen (Bestand, Betrieb, Rückbau).

Darüber hinaus wurde auch hier eine Levelbewertung für die Umsetzbarkeit (siehe roter kreis 2 in Abbildung 7) der jeweiligen Anwendungsfälle erarbeitet und alle Anwendungsfälle bewertet und dem entsprechenden Level zugeordnet. Die Level unterteilen sich dabei in die Kategorien Einstieg (E), Fortschritt (F) und Höchstleistung (H). Das Level Einstieg umfasst dabei alle Anwendungsfälle, die bei der Einführung der BIM-Methodik umsetzbar sind. Diejenigen Anwendungsfälle, die mit einem F gekennzeichnet sind, sollten hingegen erst angestrebt werden, wenn bereits ein gewisser Grad an BIM-Erfahrung besteht und ein paar Pilotprojekte erfolgreich abgewickelt wurden. Das letzte und höchste Level, die „Höchstleistung", umfasst all die Use Cases, welche erst bei reibungsloser Abwicklung der vorigen Anwendungsfälle, angestrebt werden sollte. Dazu gehören insbesondere die meisten Anwendungsfälle, welche die Betriebsphase betreffen.

34 Eigene Darstellung.

Level Umsetzbarkeit E = Einstieg F = Fortschritt H = Höchstleistung	Nr.	Anwendungsfälle (AWF)	Lebenszyklusphase: Bestand	LPH 1	LPH 2	LPH 3	LPH 4	LPH 5	LPH 6	LPH 7	LPH 8	LPH 9	Betrieb	Rückbau
Phasenunabhängig														
E	1	Modellbasierte, dynamische Ableitung von Daten, 2D-Plänen und Listen [3,4,5,7,8,11,14]			■	■		■	■		■			
F	2	Modellbasierte Prognosen und Simulationen (z.B. Entrauchungssimulation) [3]			■	■		■						
E	3	(Modellbasierte) Visualisierung [1,2,3,4,5,10,11,14,15]	■		■	■	■	■			■			
E	4	Erstellen, Pflegen und Zusammenarbeiten an einem Koordinationsmodell (CDE) [5,6,7,8,10]			■	■		■	■		■		■	■
E	5	Modellbasiertes Änderungsmanagement [1,3,14,15]			■	■		■						
E	6	Modellbasierte Kollisions- und Qualtitätsprüfung [3,4,5,6,7,8,10,13,14]			■	■		■	■		■			
E	7	Modellbasierte Öffentlichkeitsarbeiten (z.B. Erzeugen von Renderings für Marketingzwecke) [3,5,7,9,14]			■	■		■	■					
F	8	Modellbasiertes Nachhaltigkeits- und Energiemanagment [3,9,13]				■	■	■					■	
Bestand														
E	9	Bestandserfassung und -modellierung [1,2,3,4,7,9,11,12,13,14]	■	■	■	■	■							
E	10	Implementierung des BIM-Modells in ein Stadtmodell	■											
F	11	Machbarkeitsstudie für Bestandsbauten [15]	■											
E	12	Modellbasierte Objektumgestaltung [3]	■											
Planung														
E	13	Machbarkeitsstudie für Neubauten [15]		■	■									
E	14	(Parametrische) 3D-Modellierung [2,3,7,8,10]	■	■	■	■	■	■						
E	15	Koordination und Integration der Fachgewerke [1,3,4,9,11,12,13,14,15]	■	■	■	■	■	■			■			
E	16	Modellbasierte Variantenuntersuchung / Planungsvariantenuntersuchung [1,2,3,4,7,10,11,12,14,15]	■	■	■	■	■	■						
F	17	Bemessung und Nachweisführung [1,15]		■	■	■	■	■						
	17.1	Baustatik		■	■	■	■	■						
	17.2	Brandschutz		■	■	■	■	■						
	17.3	Schallschutz		■	■	■	■	■						
	17.4	Technische Gebäudeausrüstung (TGA)		■	■	■	■	■						
	17.5	Gebäudeenergiegesetz (GEG)		■	■	■	■	■						
	17.6	Nachhaltigkeitszertifizierung		■	■	■	■	■						
	17.7	Bauantrag		■	■	■	■	■						
	18	Fortschrittskontrolle der Planung [1,15]		■	■	■	■	■						
E	19	Erstellung von Entwurfs- und Genehmigungsplänen [1,9,12,13,15]			■	■	■							
E	20	Modellbasierte Terminplanung (4D) (z.B. Bauablaufplanung, -simulation) [1,2,3,4,5,7,8,13,14,15]	■	■	■	■	■	■			■			
E	21	Modellbasierte Mengenermittlung (inkl. Plausibilitätsprüfung) [1,2,4,5,6,7,8,9,10,11,13,14,15]	■	■	■	■	■	■						

Abbildung 7: Informationsanforderungskatalog Arbeitsblatt 2 – AWF-Tabelle[35]

Die Auflistung der Anwendungsfälle kann nicht als abschließend angesehen werden, sodass der gesamte Informationsanforderungskatalog (wie die Vorlagen AIA und BAP) als dynamisch weiterzuentwickelndes Arbeitsdokument anzusehen ist. Es werden immer weitere Anwendungsfälle entwickelt, die für bestimmte Leistungsphasen und Aufgabengebiete generiert werden – dies muss nicht durch eine offizielle Institution geschehen, sondern kann auch kommunen- oder unternehmensintern selbstständig umgesetzt werden, angepasst an die Bedürfnisse und Anforderungen des Erstellers.

Blatt 3: Inhalte AWF

Das dritte Arbeitsblatt zielt darauf ab, dass die Inhalte aller Anwendungsfälle ausführlich beschrieben werden, sodass verständlich ist, worauf die Fälle im Einzelnen abzielen und hier gegebenenfalls Unsicherheiten noch einmal ausgemerzt werden können. Zusätzlich zu der inhaltlichen Beschreibung bzw. der Definition der AWF sind hier noch zwei weitere Spalten (Spalte 4 + 5) integriert. Die vierte Spalte beschreibt dabei den Nutzen des AWF, sodass erkenntlich wird, welcher Mehrwert durch die Umsetzung des Anwendungsfalls generiert wird. Die fünfte und letzte Spalte definiert die benötigten Grundlagen und damit die Voraussetzungen zur erfolgreichen Umsetzung des ausgewählten Anwendungsfalls.

35 Eigene Darstellung.

Blatt 4: Ziel-Anwendungsmatrix
Die „Ziel-Anwendungsmatrix" bildet den direkten Grundbaustein für die Definition von Informationsanforderungen der einzelnen Projektarten für die jeweiligen Anwendungsfälle. Dieses Arbeitsblatt setzt die Anwendungsfälle in eine direkte Beziehung zu den BIM-Zielen. Dabei unterteilen sich die Ziele, wie bereits vorher schon erwähnt, in Organisationsziele, welche übergeordnete und damit nicht projektbezogene Ziele der Institution sind, und in Projektziele, die sich in die jeweiligen Hauptprozesse des Lebenszyklus eines Bauwerks unterteilen. Unter den Hauptprozessen[36] werden Projektvorbereitung, Planung, Ausführung, Betrieb sowie der am Ende stehende Rückbau eines Bauwerks verstanden.

Hauptprozesse
Ein Hauptprozess besteht aus erkennbar zusammenhängenden Folgen von Teilprozessen, welche in demselben zeitlichen Turnus auftreten. Die hier verwendeten Hauptprozesse* beziehen sich auf den gesamten Lebenszyklus eines Bauobjekts und spiegeln diese wider.

*Projektvorbereitung/Planung/Ausführung/Betrieb/Rückbau

Die einzelnen Ziele, projektübergreifende als auch projektbezogene, werden in der dritten Zeile der Matrix hinreichend beschrieben, sodass jedem Nutzer der Zweck des Ziels ersichtlich ist.

Der Aufbau dieser Matrix sowie die Ziele orientieren sich dabei an der 2021 veröffentlichten Ziel-Anwendungsmatrix der BUW[37]. Innerhalb des BIM.Ruhr Projekts wurde die Matrix um weitere Ziele sowie AWF ergänzt. Die Aufzählung in beiderlei Richtung kann jedoch nicht als endgültig angesehen werden.

Im Laufe der BIM-Entwicklung in den kommenden Jahren sowie aufgrund der sich weiter voranschreitenden Digitalisierung des Bauwesens werden sich weitere Anwendungsfälle herauskristallisieren. Daher ist diese Matrix als ein dynamisches Dokument anzusehen, welches je nach Ausrichtung der Institution sowie des Entwicklungsgrads der BIM-Anwendung weiterentwickelt werden muss.

Auch hier sind die Anwendungsfälle wie bei den vorigen zwei Arbeitsblättern strukturiert und aufgelistet. Wie bei Blatt 2 weisen die einzelnen Use Cases auch hier Referenzzahlen auf, um sie den jeweiligen Quellen zuzuordnen.

Nach der Beschreibung der Leitzeile beginnt die eigentliche Ziel-Anwendungsmatrix. Sie besteht aus Kreuzen und in Klammern gesetzten Kreuzen, deren Definition wie folgt lautet:

x : = erfüllt direkt das BIM-Ziel
(x): = erfüllt indirekt das BIM-Ziel

Blatt 5-7: Informationsanforderungskatalog für Hochbau, Infrastruktur und Brückenbau
Die letzten drei Arbeitsblätter des Informationsanforderungskatalogs definieren die Informationsanforderungen für die drei verschiedenen Projektarten, den Hochbau, den Infrastrukturbau (Straße) sowie den Brückenbau. Dabei liegt der Fokus, wie das gesamte BIM.Ruhr Forschungsprojekt nicht ausschließlich auf dem Neubau, sondern auch auf dem Bestandsbau von Bauwerken.

36 Vgl. ibo Akademie GmbH.

37 Weitere Informationen finden Sie in der Anlage 2 „BIM-Ziel-BIM-Anwendungsmatrix" der BIM-Handlungsempfehlung für die kommunale Bauverwaltungen und die kommunale Gebäudewirtschaft in Nordrhein-Westfalen (2021).

Aufgrund des Umfangs sowie des bisherigen Stands der Anwendung der BIM-Methodik und dem damit zusammenhängenden weiteren Herausforderungen wurden die Anforderungen erstmals nur für die zwölf, die sich als die wichtigsten Anwendungsfälle im Laufe des Projektgeschehens herauskristallisiert haben (siehe zusätzlich Anhang 2: „AWF-Steckbriefe"), definiert.

Informationsanforderungen

Die Definition der Informationsanforderungen empfiehlt sich erst ab dem Zeitpunkt, wo schon die ersten Projekte erfolgreich eingeführt und umgesetzt wurden. In dem Sinne ist die Verwendung von Informationsanforderungen als eine Prozessoptimierung bei der BIM-Umsetzung zu sehen.

Die Definition der Informationsanforderungen stellt insbesondere einen Mehrwert bei der Prozessoptimierung der BIM-Methode dar, die zu einem späteren Zeitpunkt, d. h. nach erfolgreicher Einführung und Umsetzung in den ersten Projekten, Anwendung finden muss. Bei dem jetzigen Integrationsstand der Kommunen hinsichtlich der BIM-Implementierung würde dies zu vielen weiteren und vor allem unnötigen Hürden führen, die die Motivation und alle weiteren Herausforderungen nur noch weiter ausprägen würden. Darüber hinaus wird die Definition der Informationsanforderungen stets als optional beschrieben, sodass bei einer erfolgreichen BIM-Implementierungsstrategie der Fokus zuerst auf die obligatorischen Zusammenhänge und Arbeitsschritte gelegt werden muss und diese Thematik eine vielversprechende Prozessoptimierung im weiteren Verlauf der BIM-basierten Projektabwicklung darstellt.[38]

Die drei Informationsanforderungsmatrizen gleichen hinsichtlich des Aufbaus der Ziel-Anwendungsmatrix des Arbeitsblattes 4. Dies wurde aus Verständnisgründen so gewählt, damit der Nutzer sich nur in eine Matrix einarbeiten muss, d. h. an den Stellen, wo auf dem Arbeitsblatt 4 ein volles Kreuz bei den zwölf ausgewählten Anwendungsfällen gesetzt wurde, werden Informationsanforderungen für die jeweilige Projektart definiert, sodass direkt ersichtlich ist, welche Anforderungen bei der Umsetzung welches Anwendungsfalls zur Erreichung des BIM-Ziels benötigt werden.

Alle vier Matrizen, d. h. die „Haupt"-Matrix (Ziel-Anwendungsmatrix) und die drei projektartenbezogenen Informationsanforderungsmatrizen, sind so konzipiert, dass sie stetig erweitert werden können, sodass im Allgemeinen von dynamischen Matrizen gesprochen werden kann. Auch muss dem Nutzer bewusst sein, dass die definierten Informationsanforderungen keine abschließende Aufzählung ausdrücken, sondern lediglich eine Orientierung und Hilfestellung im umfangreichen und komplexen Informationsanforderungsprozess darstellen.

38 Weitere Informationen zu der Thematik der Informationsanforderungen sowie deren Zusammenhang zur Informationsbedarfstiefe befinden sich im Kapitel 2.6.

2.5 Informationsbedarfstiefe

Die Informationsbedarfstiefe, im englischen Level of Information Need – kurz LOIN – genannt, findet ihre Verwendung innerhalb der BIM-Methodik, um den Fertigstellungsgrad- bzw. den Ausarbeitungsgrad zu bestimmen und wird in der DIN EN 17412-1 (2021-06) definiert. Dieser Grad respektive diese Bedarfstiefe bezieht sich lediglich auf die digitalen Liefergegenstände, die in Form von Modellen abgewickelt werden.

Sie stellt die neue Vorgehensweise bei der Bestimmung des Fertigstellungsgrads eines Modells und seinen Modellobjekten unter Bezugnahme seiner geometrischen und alphanumerischen Informationen dar, somit soll sie den vorig verwendeten Level of Development (LOD) erweitern (Abbildung 8). Zusätzlich zu den geometrischen und alphanumerischen Informationen integriert die Informationsbedarfstiefe das momentan noch sehr ausgeprägte Vorhandensein von Dokumentationen eines Bauobjekts, welche für das entsprechende Bauteil und zur Erfüllung des Anwendungsziels Informationen bereitstellen, die bisher noch nicht digital eingebunden sind. Dazu zählen Produktspezifikationen oder Wartungsbücher und viele weitere noch nicht digital abgelegte Dokumente. Diese Ausgeprägtheit wird in den kommenden Jahren rapide abnehmen, da sie durch BIM in virtuelle Objekte eingebunden werden kann.

Die Tabelle zur Bestimmung der LOIN gemäß DIN EN 17412-1 wurde innerhalb des BIM.Ruhr Projekts unter Zuhilfenahme der Entwicklung des BIMKIT[39] strukturiert und aufgebaut, sodass diese auch für Bestandsobjekte optimal zu verwenden ist. Daher befindet sich unter den Parametern der geometrischen Informationen zusätzlich unter Punkt b die Bestimmung der „Genauigkeit", um die Aufgabe der Bestandserfassung in die Tabelle zu integrieren. Diese orientiert sich an der Definition des Level of Accuracy (LOA) und weist daher projektspezifische Toleranzen auf.

Aus zahlreichen Interviews mit den projektbeteiligten Kommunen ergab sich jedoch bei der Bestimmung der Informationsbedarfstiefe hinsichtlich der Pilotprojekte, dass die neue angestrebte Variante, d. h. die weitaus komplexere Definition des LOIN, bei der BIM-Einführung zu spezifisch und nicht praktikabel ist. Die hiesigen Kommunen bevorzugen die vorherige Variante bei der lediglich der LOD gemäß VDI 2552-4 auf Basis der definierten Stufen ausgewählt werden muss.

LOIN vs. LOD
Die Bestimmung der Informationsbedarfstiefe eignet sich aufgrund des hohen Komplexitätsgrads noch nicht bei der BIM-Einführung. Es wird empfohlen weiterhin mit Hilfe der Stufen des Detaillierungsgrads gemäß VDI 2552-4 die Anforderungen an die Modellierung zu stellen.

Dies ist auch aus wissenschaftlicher Sicht zu präferieren, da eine effektive Bestimmung der Informationsbedarfstiefe ohne nennenswerte Erfahrung in der Umsetzung von BIM innerhalb von Bauprojekten nur schwer bis gar nicht möglich ist. Die Verwendung des LOIN muss daher als zukünftiges Ziel und Bestreben angesehen werden. Vorerst soll jedoch unter Zuhilfenahme des LOD an die BIM-Umsetzung gewagt werden.

39 Vgl. BIM KIT (2022).

Meilenstein der Informationsbereitstellung:	*Leistungsphase (z. B. Vorplanung, Entwurfsplanung inkl. Genehmigungsplanung, Ausführungsplanung)*	
Anwendungsziel (AWF):	*Ableitbar von den Anwendungsfällen*	
Akteur:	*Zuständiger Projektbeteiligter*	
Objekt:	*Bauteil/e, Bauabschnitt*	
1. LOG:	*Geometrische Informationen*	
a. Detaillierung:	*Angabe in LOD Stufen (siehe die folgende Tabelle) → Vergleich bzw. Maß der Komplexität der Objektgeometrie mit dem realen Objekt*	
b. Genauigkeit:	*Verwendung nur bei Bestandsmodellierung*	
c. Dimensionalität:	*0D: Ortspunkt/Verortung* *1D: Linie, Kurve, Strecke* *2D: Oberfläche, Fläche* *3D: Körper, Volumen*	
d. Lage:	*Absolut:*	*Bezogen auf einen Referenzpunkt (bspw. Koordinatenursprung)*
	Relativ:	*Bezogen auf ein anderes Objekt (Abstand)*
e. Darstellung:	*Realistisch* *Symbolisch*	
f. Parametrisches Verhalten:	*explizit:*	*Definition der Form als Außenmaßdarstellung (Eckpunkte, Kanten, Flächen), die keine Änderung der Form durch andere Parameter zulassen*
	konstruktiv:	*Definition der Form als konstruktive Festkörpergeometrie, basierend auf geometrischen Primitiven und geschwungenen Festkörpern, die eine Änderung der Form durch Formparameter ermöglichen*
	parametrisch:	*Definition einer singulären Form/Anordnung von Formen durch Gleichungen, die Werte für die Formparameter bereitstellen, die Formänderung auf Grundlage von Objekt- oder Kontextmerkmalen ermöglichen*
2. LOI:	*Alphanumerische Informationen*	
a. Identifizierung:	*Name, Typenbezeichnung, Klassifizierung, Codierung, Referenzstruktur, Index, Nummerierung*	
b. Informationsgehalt:	*spezifische Merkmale, wie ein möglicher Wartungsbedarf, lasttragend/nicht tragend, usw.*	
3. Dokumentation:		
- Satz Dokumente:	*Dokumente verschiedener Arten:* *- Berichte (Zustandsbericht, Vorkalkulation, ...)* *- Spezifikationen* *- Handbücher (z.B. Wartungs- und Benutzerhandbuch)* *- Fotos (z.B. Nachweisführung über erledigte Arbeit oder bestehender Wetterverhältnisse)* *- Handskizzen (z.B. Baustellenskizzen)* *- unterzeichnete Dokumente (Prüfbescheinigungen, ...)* *- Ausdrucke geometrischen & alphanumerischen Informationen*	

Abbildung 8: Informationsbedarfstiefe gemäß DIN EN 17412[40]

40 Eigene Darstellung in Anlehnung an DIN EN 17412-1 (2021).

2.6 Zusammenhang zwischen Informationsanforderungen und Informationsbedarfstiefe

Informationsanforderungen mit in den BIM-basierten Prozessablauf zu integrieren, ist erst ab dem Zeitpunkt als effektiv zu erachten, wo es bei der Abwicklung der BIM-Methodik um die Prozessoptimierung geht. Die Anforderungen direkt bei den ersten BIM-Projekten zu definieren, führt zu weiteren Hürden, die ohne ausreichende BIM-Erfahrung nur sehr schwer bzw. gar nicht gemeistert werden können. Daher ist die Empfehlung des BIM.Ruhr Forschungsprojekts, dass es notwendig ist, den Ablauf und das Zusammenspiel aller Komponenten des BIM-basierten Prozessablaufes zu kennen und im Groben zu verstehen, bevor die Umsetzung dieser Komponente angestrebt werden sollte. Das bedeutet, dass die Institution über die Phase des Einführungsprozesses hinausgewachsen sein sollte, da die Informationsanforderungen einen Optimierungsansatz im gesamten BIM-Prozess darstellen, jedoch ausgeprägte Vorkenntnisse erfordern.

Definieren von Informationsanforderungen
Es ist nicht empfehlenswert Informationsanforderungen schon bei den ersten Versuchen mit BIM-Projekten zu definieren. Der Ablauf und das Zusammenspiel aller Komponenten des BIM-basierten Prozessablaufes sollte vorher bekannt sein und verstanden werden, zusätzlich sollten ausreichend Erfahrungen mit den entsprechenden AWF gesammelt worden sein.

Den Erkenntnissen aus den zahlreichen geführten Interviews und Diskussionen nach bietet es sich nicht an, die Informationsbedarfstiefe in die ersten BIM-basierten Projektabwicklungen zu integrieren. Auch hier sind die Argumente sehr ähnlich zu denen der Definition von Informationsanforderungen. Der Aufwand der Integration übersteigt den Nutzen während des Implementierungsprozesses der BIM-Methode in eine Organisation.

Die Verbindung dieser beiden Parameter kann daher auch nur für einen weiter fortgeschrittenen Umsetzungsstand der BIM-Methodik angestrebt und empfohlen werden. Zum jetzigen Zeitpunkt ist das Verbinden der LOIN-Tabelle mit dem Informationsanforderungskatalog nicht sinnstiftend und zielführend. Es generiert nur eine Reihe an weiteren Hindernissen und Problematiken, die es dann bei dem ohnehin schon komplexen Einführungsprozess der BIM-Methode zu bewältigen gilt. Ein ausschlagender Punkt für diese Erkenntnis ist beispielsweise, dass bisher noch keine Anwendungsfälle in den Projektarten in dem Maße umgesetzt wurden, dass dort Vergleiche für die Definition der Informationsbedarfstiefe für eine Projektart und den umzusetzenden Anwendungsfall möglich sind.

Darüber hinaus haben die projektinternen Kommunen in Interviews zur Besprechung des Informationsanforderungskatalogs und zur Bestimmung der Informationsbedarfstiefe hinsichtlich der jeweiligen Pilotprojekte mitgeteilt, dass die LOIN-Variante eine zu umfangreiche und nicht praktikable Anforderung darstellt. Dies begründet sich in den Argumenten, dass es zuallererst ein zu komplexer Prozess ist.

Ein weiterer Punkt ist (wie oben auch schon erwähnt), dass noch keine Erfahrung bei der Umsetzung von BIM vorhanden ist bzw. spezifische Anwendungsfälle noch nicht für die Projektart umgesetzt worden sind. Auf dieser Grundlage ist die Definition von Informationsanforderungen im Zusammenhang mit der Informationsbedarfstiefe schwierig.

2.7 Changemanagement: Rollenübersetzung und Prozessoptimierung im kommunalen Kontext

Aufgrund der verschiedenen Organisationsstrukturen (siehe Kapitel 6 „Kommunale Rahmenbedingungen") innerhalb der nordrhein-westfälischen Kommunen kann keine einheitliche und auf alle öffentlichen Verwaltungen übertragbare Prozessstruktur entwickelt und angewandt werden. Daher wurde während der Forschungsarbeit der Entschluss gefasst, dass es effektiver ist, nur allgemeingültige Prozessanpassungen im Zuge des Changemanagements durch die neue Arbeitsmethodik BIM zu formulieren und darüber hinaus den Fokus auf die Rollenübersetzung, von den konventionellen hin zu den BIM-Rollen, zu legen.

Da aus den zahlreichen Interviews sowie der Status quo Umfrage[41] der Bergischen Universität Wuppertal herausgefiltert werden konnte, dass ein Großteil der Bauprojekte mittels Einzelvergaben an externe Auftragnehmer vergeben werden, fokussiert sich dieses Kapitel innerhalb ihrer Matrizen und Gegenüberstellung auf die Projektabwicklung mit externen Dienstleistern und nicht auf eine reine Inhouse-Lösung.

Als weiterer ausschlaggebender Punkt, der den kommunalen Bauverwaltungen bei der Umstrukturierung der Prozesse sowie der Rollenzuweisung entgegentritt, ist, dass die Kommunen als Auftraggeber bei BIM-Projekten identifizieren müssen, welche Auftragnehmer als fachlich kompetent erscheinen. Im Gegenzug müssen die Auftragnehmer gleichzeitig dafür Sorge tragen, dass sie die notwendigen BIM-Kompetenzen nachweisen können (siehe externer Anhang 2 „AIA-Vorlage"). Die Identifizierung sowie die Nachweisführung sind derzeit ausgeprägte Herausforderungen, für die es aufgrund der sich dynamisch ändernden Normungen- und Richtlinienentwicklungen auf deutscher als auch auf internationaler Ebene wenig Orientierungshilfe gibt.[42] Diese Herausforderung wird im Kapitel 2.7.4 „Weiterbildung und Schulung" aufgegriffen.

2.7.1 Prozessstruktur

Die BIM-basierte Prozessstruktur unterscheidet sich maßgeblich von den Strukturen der konventionellen Arbeitsmethodik, insbesondere hinsichtlich der zeitlichen Durchführung von notwendig abzuwickelnden Arbeitspaketen bzw. der Umsetzung der gemäß HOAI festgelegten Leistungsphasen. Der dort festgeschriebene Arbeitsaufwand innerhalb der Grundleistungen und besonderen Leistungen erfährt in der BIM-basierten Projektabwicklung eine Vorverschiebung, im Vergleich zur konventionellen Abwicklung, auf frühere Projektphasen. Dies bringt den Vorteil mit sich, dass ein größerer Einfluss auf die gesamtheitlichen Projektkosten genommen werden kann.[43]

Die beschriebene Prozessanpassung durch die zeitliche Verschiebung des Arbeitsaufwands wird in der Tabelle 2 (Seite 38) dargestellt und im Zuge dessen den konventionellen Prozessen gegenübergestellt, sodass eine Übersicht der veränderten Prozessgegebenheiten in Bezug auf die Leistungsphasen ersichtlich ist.[44]

Die folgende Tabelle dient der direkten Gegenüberstellung der beiden Prozessabläufe, aufgegliedert in die Hauptprozesse sowie Teilprozesse der verschiedenen Projektarten.

41 Vgl. Meins-Becker und Kaufhold (2022).

42 Vgl. Karl (2022).
43 Vgl. Wiese (2019), S. 89.
44 Weitere Informationen über die BIM-basierte Projektabwicklung je Leistungsphase finden Sie in dem DBV-Merkblatt (2020) „BIM-Prozessqualität".

Tabelle 2: Gegenüberstellung des konventionellen und BIM-basierten Prozessablaufs[45]

Hauptprozesse	LPH	Teilprozesse	
		konventionell	BIM-basiert
Projektvorbereitung	**0**	• Bedarfsanmeldung und -planung • Ausschreibung und Vergabe der Planungsleitung (Objektplaner)	• Bedarfsanmeldung • Definition der Projektziele • Definition der Informationsanforderungen (Einbindung des Betriebs) • Erstellung AIA • Planungsausschreibung • Planungsbeauftragung (bei gemeinsamen Verständnis der AIA)
Planung	**1**	• Definition der Projektziele (> Klären der Aufgabenstellung) • Bestandserfassung • Beratung zum Leistungsbedarf	• Abstimmung & Erarbeitung des BAP • Erstellung der BIM Organisation • Erstellung eines Bestandsdatenmodells (z. B. auf Grundlage vermessungstechnischer Verfahren)
	2	• 2D-Vorentwurfsplanung (der Objektplanung) • Variantenuntersuchung • Kostenschätzung (DIN 276) • Terminplanung	• Fortschreibung BAP • Beginn der Modellierung gemäß BAP • Fortführung des 3D-Bauwerksmodells > Objektplanung und Fachplanung • Fortschreibung BAP • Zusammenführung der Modelle zu einem Koordinationsmodell > Kollisionsprüfung • Modellbasierte Mengenermittlung • Kostenberechnung (DIN 276) • Terminplanung
	3	• 2D-Entwurfsplanung der Objektplanung • Beginn 2D-Vorentwurfsplanung durch Fachplanung	• Fortschreibung BAP • Erhöhung der Detaillierung der Modelle

45 Eigene Darstellung in Anlehnung an AHO (2019) Heft Nr. 11; HOAI 2021 Anlage 10, 12, 13; Spengler und Peter (2020); DBV-Merkblatt (2020).

Haupt-prozesse	LPH	Teilprozesse	
		konventionell	BIM-basiert
Planung	3	• Manuelle Mengenermittlung • Kostenberechnung (DIN 276) • Terminplanung (Fortschreibung) **Straße + Brücke:** Ermittlung wesentlicher Bauphasen unter Berücksichtigung der Verkehrslenkung und Aufrechterhaltung des Betriebs während der Bauzeit	• Erneute Zusammenführung der Modelle zu einem Koordinationsmodell > Kollisionsprüfung • Aktualisierung Kostenberechnung • Visualisierung der Terminplanung >Bauablaufsimulation
	4	• Erarbeiten der Genehmigungsplanung • Einreichung Bauantrag • 2D-Entwurfsplanung der Fachplanung • Vervollständigung und Anpassung der Planungsunterlagen (bei Bedarf)	• Fortschreibung BAP • Ableitung der für den Bauantrag erforderlichen Pläne • Ableitung der erforderlichen Informationen, bspw. Bruttorauminhalt, Wohnflächenberechnung, usw. • Modellbasierte Bauantragsstellung (zukünftig) • Einreichung Bauantrag
	5	• Erarbeitung der Ausführungsplanung (bis zur ausführungsreifen Lösung)	• Fortschreibung BAP • Einarbeitung der Auflagen aus der Baugenehmigung in die Modelle • Ausarbeitung der Modelle zu einer ausführungsreifen Planung • Zusammenführung der Modelle in einem Koordinationsmodell • Kostenanschlag (DIN 276)
Ausführung	6	• Vorbereitung • Vergabeunterlagen > Vergabeterminplan > Erstellen der Leistungsverzeichnisse > besondere Vertragsbedingungen • Kostenanschlag und Kostenkontrolle (DIN 276)	• Fortschreibung BAP • Erstellung der Leistungsverzeichnisse • Modellbasierte Mengenermittlung • Verknüpfung mit kalkulierten Preisen • Bereitstellung der Vergabeunterlagen inkl. der IFC-Datei der Modelle • Submission

Haupt-prozesse	LPH	Teilprozesse	
		konventionell	BIM-basiert
Ausführung	7	• Veröffentlichung Ausschreibung • Angebotseinreichung/-einholung • Submission • Angebotsprüfung • Vergleich Ausschreibungs-ergebnisse mit dem vom Planer bepreisten LV der Kosten-berechnung	• Fortschreibung BAP • Prüfung und Wertung der Angebote • Einlesen der Angebote in ein AVA-Programm • Erstellung des Preisspiegels • Vergabe der Bauleistungen an ausführenden Unternehmen
	8	• Bauüberwachung • Rechnungsprüfung • Aufmaßerstellung • Abnahme der Bauleistung • Fortschreiben und Überwachen des Terminplans (Balkendia-gramm) • Kostenfeststellung (DIN 276) • Dokumentation des Bauablaufs • Auflistung Verjährungsfristen der Mängelansprüche • Mängelbeseitigung	• Fortschreibung BAP • Direkter Vergleich zwischen Soll und Ist auf der Baustelle (unter Zuhilfenahme digitaler und mobiler Endgeräte) • Erfassung von Abweichungen • Dokumentation festgestellter Mängel • Digitales Mängelmanagement • Verknüpfung von Abnahme- und Prüfprotokollen, etc. mit dem Modell • Generierung eines As-Built-Modells
Betrieb	9	• Gewährleistungsmanagement • Mängelfeststellung innerhalb der Gewährleistungspflicht	• Generierung eines As-Built-Modells > das Endergebnis der stetigen Weiterführung des PIM • As-Built-Modell übernimmt die Rolle des AIM > Nutzung des AIM für das gesamte Facility Management bzw. die gesamte Betriebsphase • Feststellung von Mängeln inner-halb der Gewährleistungsfrist und deren Dokumentation im Modell

Der Hauptprozess des Betriebs geht über die Leistungsphase 9 gemäß HOAI hinaus, da die Betriebsphase eines Bauobjekts sich über mehrere Jahrzehnte erstrecken kann und somit die verschiedenen Bauobjekte (Hochbau, Brücke sowie Infrastruktur) weit über die Gewährleistungspflicht hinaus bewirtschaftet werden müssen. Hinzu kommt als letzter Hauptprozess die Phase des Rückbaus, welcher nicht in der obigen Tabelle mit aufgenommen wurde, in der das Betriebsmodell (bzw. Asset-Informationsmodell) für die Rückbauarbeiten genutzt werden kann. Durch das Modell kann festgestellt werden, welche Materialien der Kreislaufwirtschaft (Cradle-to-Cradle) hinzugefügt werden können oder aber auch, welche Materialien Schadstoffe enthalten und gesondert entsorgt werden müssen.

2.7.2 BIM-Rollen, ihre Aufgaben und Verantwortlichkeiten

Die neue Arbeitsmethodik BIM bringt einige neue Rollen mit angepassten Aufgaben und Verantwortlichkeiten mit sich, die in diesem Kapitel ausführlich beschrieben werden. Darüber hinaus befinden sich in Anhang 3-4, zwei Verantwortlichkeitsmatrizen, die die konventionellen Rollen mit den BIM-Rollen in Zusammenhang bringen und die Übersetzungsarbeit der Rollenzuweisungen erleichtern soll.

Eine kommunale Rahmenbedingung, die an dieser Stelle greift, ist, dass die Rollenverteilung und Übersetzung je nach Größe und Auslastung der Kommune variieren können, was dazu führt, dass mehrere BIM-Rollen auch von einer Person ausgeführt werden können. Diese Rahmenbedingung basiert auf der Tatsache, dass die hiesigen Kommunen, wie in Kapitel 6 „Kommunale Rahmenbedingungen" beschrieben wird, unabhängig von der Größe der jeweiligen Kommune, keiner einheitlichen Organisationsstruktur folgen. Die Abbildung 9 zeigt die verschiedenen hierarchischen Ebenen einer Kommune auf. Dabei befindet sich die erste explizite BIM-Rolle erst auf der taktischen Ebene, weswegen die folgenden Rollenbeschreibungen auch erst auf diese Ebene ansetzen. Auf der strategischen Ebene findet sich die Behördenleitung wieder, die lediglich strategische Ziele einer Verwaltung definiert und nicht konkret an einem BIM-abgewickelten Projekt beteiligt ist.

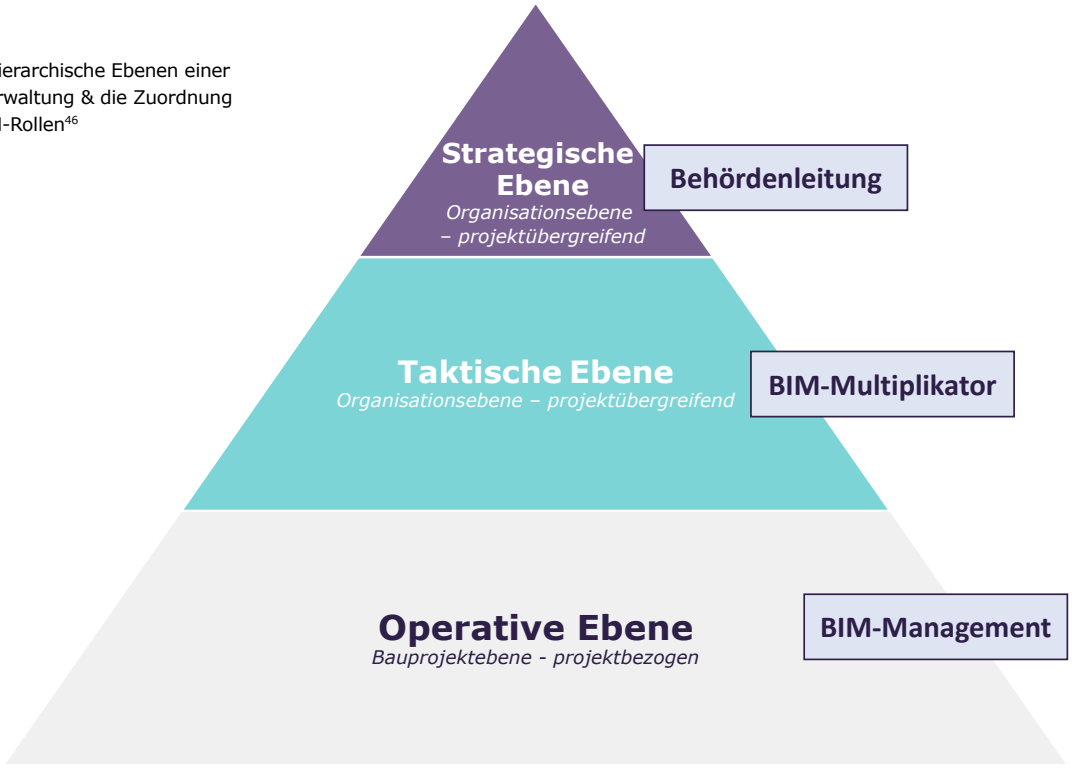


Abbildung 9: Hierarchische Ebenen einer öffentlichen Verwaltung & die Zuordnung der oberen BIM-Rollen[46]

46 Eigene Darstellung.

BIM-Multiplikator

Bei dem BIM-Multiplikator handelt es sich um einen projektübergreifenden, lokalen Ansprechpartner einer Verwaltung bzw. eines Unternehmens, welcher eine ausreichende Unterstützung und Motivation der Mitarbeiter generieren soll. Darüber hinaus soll er auch an den notwendigen Stellen (Fachdienst, Fachbereich, Dezernat, ...) Überzeugungsarbeit leisten, dass mit dem BIM-Implementierungsprozess begonnen werden kann, damit alle Vertreter und Organe der jeweiligen Kommune denselben BIM-Stand aufweisen. Außerdem soll der bei den ersten Schritten bei BIM-Projekten unterstützend zur Seite stehen.

Er ist auf der taktischen Ebene einer öffentlichen Verwaltung angesiedelt, wie in Abbildung 9 zu erkennen ist. Dadurch übernimmt der BIM-Multiplikator keine konkrete Rolle im Projektgeschehen, sondern ein organisationsübergreifendes Amt, welches alle Dezernate und Fachbereiche miteinander verbindet und somit eine Schnittstelle zwischen diesen bildet. Seine Aufgabe fokussiert sich zudem auf den repetitiven Austausch innerhalb von Arbeitsgruppensitzungen mit den anderen hiesigen Kommunen und deren BIM-Multiplikatoren, sodass ein Lernen von- und miteinander arrangiert wird. Dies ermöglicht, dass Best Practice Projekte analysiert werden und bei auftretenden Problematiken gemeinsam Lösungen gefunden werden können. Von den erörterten Lösungen können im Nachgang die nicht direkt betroffenen Kommunen lernen, damit diese Problematiken bei neuen Projekten direkt eingedämmt oder gar vermieden werden können. Daher ist er zuständig für die Vermittlung kommunenübergreifender Informationen in seiner Institution, die er bestenfalls während regelmäßig stattfindender Treffen den verschiedenen Verwaltungsorganen einer Kommune (IT, Hauptamt, Vertreter aus den verschiedenen Bauämtern) übermittelt. Beispielsweise kann dieser Austausch, ähnlich wie auch auf kommunenübergreifender Ebene, innerhalb einer iterativen Arbeitsgruppensitzung stattfinden.

Erfordernis Erfahrungsaustausch

Ministerium für Heimat, Kommunales, Bau und Digitalisierung des Landes NRW (MHKBG) hat die Veranstaltungsreihe „BIM in der kommunalen Praxis“ ins Leben gerufen.

Eine weitere Aufgabe des BIM-Multiplikators stellt die Erstellung eines Schulungsportfolios für die Mitarbeiter der Kommune dar. Dabei strukturiert er in direkter Absprache mit dem BIM-Management, welcher Vertreter der BIM-Rolle an welcher Schulung teilnehmen sollte. Eine erste grobe Übersicht über sinnvolle Schulungen für die verschiedenen Rollen ist in Kapitel 2.7.4 zu finden. Des Weiteren obliegt den Tätigkeiten des BIM-Multiplikators auch die Akquise von Forschungsprojekten, um die BIM-Methode bestmöglich in die Praxis ohne wirtschaftlichen Druck erproben zu können.

Durch seine Zugehörigkeit zur taktischen Ebene einer Kommune soll er dezernatsübergreifende Anforderungen für die gemeinsame Datenumgebung (engl. Common Data Environment, kurz CDE) definieren, die dann in die entsprechende CDE integriert werden sollen. Dies soll den Vorteil generieren, dass die Kommune ein einheitliches Archivsystem aufweist und jeder Fachbereich bei allen abgelegten Projekten weiß, unabhängig von der Projektart, wo welche Informationen zu finden sind.

BIM-Management

Der BIM-Manager steuert, als Vertreter des AG, das strategische und operative Informationsmanagement und ist darüber hinaus für die Erstellung bzw. Umsetzung der BIM-Ziele, der BIM-Anwendungsfälle und der AIA sowie für die Mitwirkung bei der Erstellung des Muster-BAP als auch dessen Fortschreibung und Freigabe verantwortlich. Er prüft die Einhaltung der Vorgaben der AIA und des BAP durch die Auftragnehmer und ist deren Ansprechpartner für projekt- und BIM-spezifische Fragestellungen. Außerdem muss er auch die benötigten Informationsanforderungen für sein spezifisches Bauprojekt definieren, damit diese während der Projektabwicklung generiert werden und am Ende der Bereitstellungsphase für den Betrieb bzw. die Bewirtschaftung durch den BIM-Nutzer respektive des Facility Managements zur Verfügung stehen. Der BIM-Manager ist damit quasi der Projektsteuerer der BIM-Anwendung[47]. Der BIM-Manager ist darüber hinaus für die projektspezifische Verwaltung der ausgewählten und vorstrukturierten CDE des BIM-Multiplikators verantwortlich. Zudem ist er auch für die abschließende Qualitätskontrolle und die Freigabe der Modelle zuständig.

Gesamtes Verantwortlichkeitsportfolio eines BIM-Managers[48]:

- Erstellung der Auftraggeber-Informationsanforderungen (AIA),
- Mitwirken bei der Erstellung möglicher Muster-BIM-Abwicklungspläne (BAP),
- Festlegung projektbezogener BIM-Ziele und der zugehörigen -Anwendungen,
- Projektspezifische Verwaltung der Common Data Environment (CDE),
- Koordination der Aufgaben und Prozesse,
- Qualitätskontrolle und Freigabe der Modelle, d. h. er ist die letzte Instanz bei der endgültigen Freigabe von Modellen,
- Organisatorische Aufgaben, wie die
  - o Definition von BIM-Prozessen,
  - o Umsetzung (steuernd) der BIM-Prozesse (Meilensteine),
  - o Einhaltung (überwachend) der BIM-Prozesse (Qualitätsmanagement),
  - o Dokumentation der BIM-Prozesse anhand von Statusberichten und einem abschließenden Projektabschlussbericht
- Schulungsportfolio (beratende Funktion für BIM-Multiplikator),
- Mitwirken bei der Festlegung von Standards.

Sollte das BIM-Management (wie aktuell noch häufig auftretend) innerhalb eines Projektes ausgelagert sein, dann ist der BIM-Manager des Projekts der direkte Ansprechpartner für den Auftraggeber in allen digitalen Belangen.

BIM-Management für die ersten BIM-Projekte auslagern

Es ist sehr empfehlenswert das BIM-Management für die ersten BIM-Projekte auszulagern. Damit werden Misserfolge vermieden und Lernerfolge gesteigert. Bei vorangeschrittener BIM-Kompetenz kann diese Rolle intern zugewiesen und ausgeübt werden.

Das interne BIM-Management hat außerdem einige Schnittstellen mit dem BIM-Multiplikator. Er empfiehlt und berät den BIM-Multiplikator nicht nur in Bezug auf den Schulungskatalog, sondern erbringt nach jedem Projektabschluss auch einen Erfahrungsbericht, sodass die gewonnen Erkenntnisse während der Abwicklung für zukünftige Projekte berücksichtigt werden können. Auch stellt dieser Erfahrungsbericht die Grundlage für die iterativen BIM-Multiplikatoren Arbeitsgruppensitzungen dar.

47 Vgl. Bodden et al. (2017), S. 14.
48 Vgl. Liebsch und Sautter (2018), S. 8.

BIM-Gesamtkoordination
Der BIM-Gesamtkoordinator ist im Regelfall beim Objektplaner (AN) angesiedelt, kann jedoch ebenfalls beim Rohbauer oder beim Betreiber präsent sein. Bei Projekten mit kleinerer und mittlerer Komplexität wird die Rolle in der Regel vom Hauptauftragnehmer der Planung wahrgenommen. In seinem Aufgabenbereich liegt die Entwicklung und Fortschreibung des BIM-Abwicklungsplans, als auch die Gesamtkoordination der an der weiteren Planung, Ausführung oder dem Betrieb beteiligten Unternehmen. Dabei muss er die verschiedenen Fachplanungen koordinieren und diese im Laufe des Planungsprozesses in Koordinationsmodelle integrieren (Abbildung 10).

Am Beispiel der Objektplanung ist der BIM-Gesamtkoordinator für die Zusammenführung der jeweiligen Fachmodelle zu einem Koordinationsmodell verantwortlich und hat dafür Sorge zu tragen, dass die geforderten Modellinhalte und Modellierungsrichtlinien von den jeweiligen BIM-Koordinatoren an die BIM-Autoren weitergetragen und die Datenliefertermine entsprechend den Vorgaben im BIM-Abwicklungsplan eingehalten werden. Darüber hinaus führt er die Kollisionsprüfungen durch sowie ggf. notwendige Regelprüfungen.[49] Nach der Qualitätsprüfung der Bauwerksinformationsmodelle (Fach- und Koordinationsmodelle sowie Gesamtmodell) werden diese an das BIM-Management weitergeleitet.

BIM-(Fach-)Koordination
Der BIM-(Fach)Koordinator hat BIM-spezifische Fachkenntnisse und ist für die interne Koordination der Fachplanung, der Ausführung oder des Betriebs verantwortlich. Er ist für die digitale Projektabwicklung in seinem jeweiligen Aufgabenbereich zuständig. Außerdem reicht er die Anforderungen des Auftraggebers an die BIM-Autorenschaft weiter und ist darüber hinaus für die Qualitätssicherung und interne Vorprüfung der BIM-Autorenleistung verantwortlich.

Der BIM-Koordinator hat die vom BIM-Autor ausgeführte BIM-Leistung freizugeben und an den BIM-Gesamtkoordinator weiterzuleiten. Ansonsten agiert er als Ansprechpartner für Fragen rund um den allgemeinen BIM-Prozess, explizit in Bezug auf seine Fachrichtung.[50]

BIM-Autorenschaft
Der BIM-Autor ist für die Erstellung, Bearbeitung und Pflege der Modellinhalte und aller damit verbundenen Attribute, als auch daraus abzuleitenden Pläne, Zeichnungen, Dokumente, Tabellen, etc. verantwortlich, die innerhalb seines jeweiligen Fachbereiches anfallen. Er ist für die fachliche Richtigkeit und die Einhaltung der geforderten Qualität hinsichtlich der AIA- und BAP-konformen Modellierung verantwortlich.[51] Einem BIM-Autor obliegt die Datenhoheit über seine erstellten Modelle und Modellinhalte.[52] Darüber hinaus ist er auch an der Erstellung bzw. der stetigen Aktualisierung des BAP beteiligt.

BIM-Nutzer
Der BIM-Nutzer erarbeitet zusammen mit dem BIM-Management die detaillierten Auftraggeber-Informationsanforderungen, wobei er vor allem Anforderungen an die Modellinhalte, die den späteren Betrieb betreffen, vorgibt. Darüber hinaus definiert er die übergeordneten Ziele, die in allen Lebensphasen des Bauwerks zu befolgen und einzuhalten sind. Er ist daher nicht aktiv an der Modellerstellung beteiligt. Zu den BIM-Nutzern gehören unter anderem das Facility Management, welche die AIR, die für das spätere Betriebsmodell bzw. die gesamte Bewirtschaftungsphase benötigt werden, definieren. Auch ausführende Firmen auf der Baustelle nehmen die Rolle des BIM-Nutzers ein, da sie anhand extrahierter Informationen aus dem erstellten Fachmodell die Arbeiten vornehmen, jedoch keine weiteren Daten oder Informationen dem Modell hinzufügen. Der BIM-Nutzer kann aber auch einfach

49 Vgl. Bodden et al. (2017), S. 20.

50 Vgl. Bodden et al. (2017), S. 20.
51 Vgl. Karl (2022).
52 Vgl. Hartmann (2021), S. 6.

der Bauherr des Bauobjekts sein, bspw. der spätere Bewohner oder Betreiber des Gebäudes im Falle eines Hochbauprojekts.

Die hier beschrieben Rollen, die aktiv am Projektgeschehen teilnehmen, und somit projektspezifisch agieren, können in folgenden hierarchischen Zusammenhang miteinander gebracht werden. Die Abbildung 10 zeigt dabei nicht nur die hierarchischen Stufen der verschiedenen Rollenbilder auf, sondern auch den stufenweisen Werdegang des Fachmodells, welches bei der Übergabe an die BIM-Gesamtkoordination zum Koordinationsmodell wird.

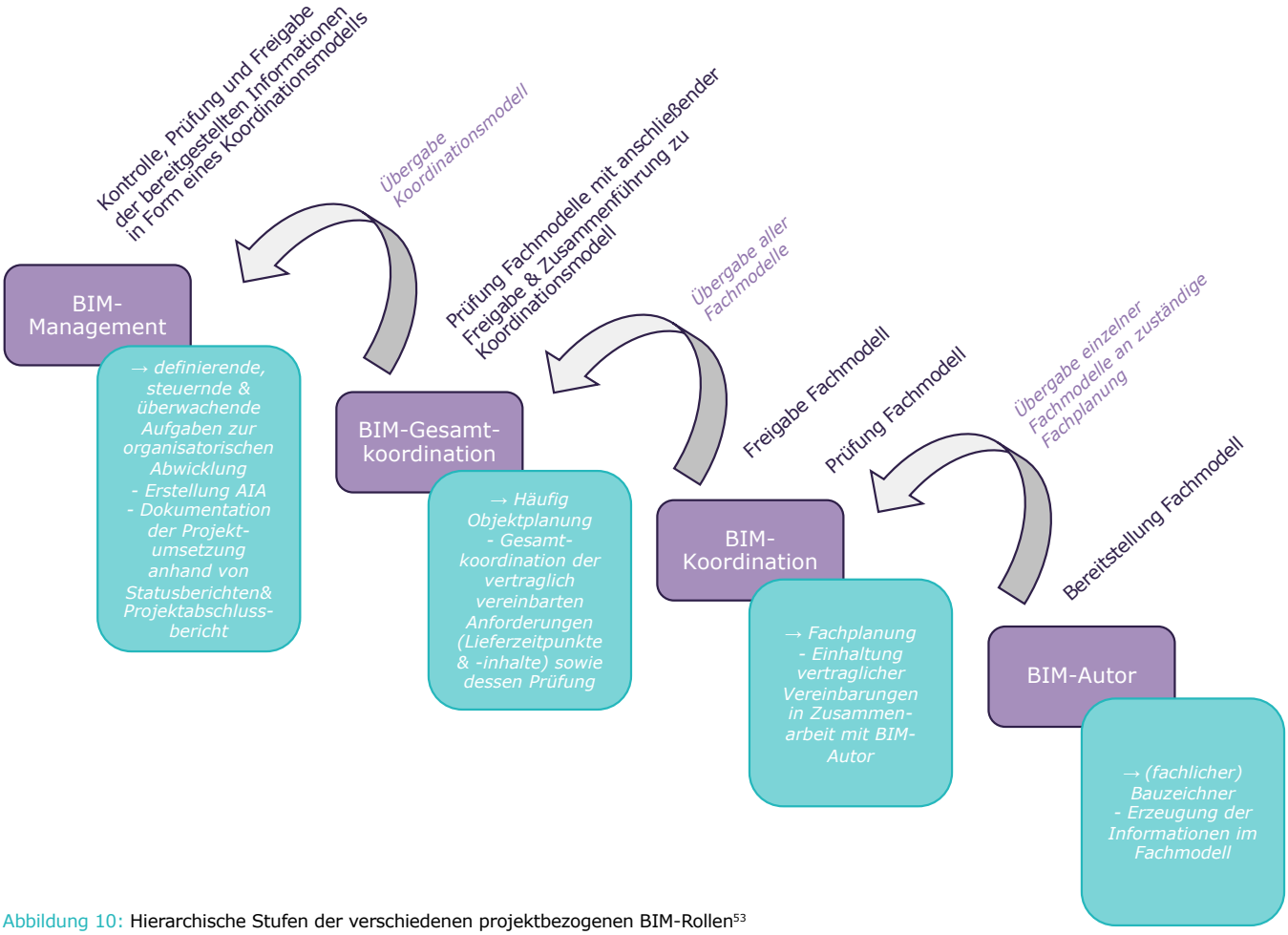


Abbildung 10: Hierarchische Stufen der verschiedenen projektbezogenen BIM-Rollen[53]

53 Eigene Darstellung.

2.7.3 Rollenübersetzung: von konventionell zu BIM-basiert

Die Tabelle 3 verdeutlicht, welche Aufgaben schon bei dem konventionellen Bauprozess existierten, welche durch die Arbeitsmethodik BIM hinzugekommen sind und wer die jeweilige Aufgabe in den beiden Abwicklungsarten übernimmt. Sie dient als zusätzlicher Überblick, ohne die genaue Definition und ausführliche Beschreibung der verschiedenen Rollenbilder erneut umfangreich mit einzubinden und soll somit den Arbeitsprozess optimieren, damit im laufenden Projekt ein schnellerer und verlässlicher Einblick über die Verantwortlichkeiten der jeweiligen Rollen vermittelt werden kann.

Tabelle 3: Rollenübersetzung – von konventionell zu BIM-basiert[54]

Aufgabe/Verantwortlichkeit	konventionell	BIM-basiert
Beratung des Bauherrn	Projektsteuerung	BIM-Multiplikator, BIM-Management
Datensicherheit	IT, Datenschutzbeauftragter	IT
(abschließendes) Qualitätsmanagement	Architekt/Bauingenieur (Projektleiter Planung, Bauleiter Ausführung)	BIM-Management
BIM-Ziele (organisationsübergreifend)	Behördenleitung (Dezernenten*innen)	Strategische Ebene/ BIM-Multiplikator (mitwirkend)
BIM-Ziele (projektspezifisch)	Architekt/Bauingenieur	BIM-Management, BIM-Multiplikator (mitwirkend)
BIM-Anwendungsfälle	-	BIM-Management
Informationsanforderungen	-	BIM-Management, BIM-Nutzer (FM)
Erstellung AIA	-	BIM-Management
Erstellung Vor-BAP	-	Potenzieller AN
Erstellung BAP	-	BIM-Gesamtkoordination
Koordination der Beteiligten	Architekt/Bauingenieur	BIM-Gesamtkoordination

54 Eigene Darstellung

Aufgabe/Verantwortlichkeit	konventionell	BIM-basiert
Objektplanung (inkl. Modellierung + Attribuierung)	Architekt/Bauingenieur	BIM-Gesamtkoordination, BIM-Autorenschaft
Fachplanung (inkl. Modellierung + Attribuierung)	Fachplaner	BIM-(Fach-)Koordination, BIM-Autorenschaft
(abschließende) Kollisions-prüfung aller Gewerke	Nur je Fachplanung möglich, eine gebündelte Kollisions-prüfung aller Gewerke daher nicht abschließend möglich	BIM-Gesamtkoordination
Meilensteine	Architekt/Bauingenieur	BIM-Management
Controlling	Architekt/Bauingenieur	BIM-Management
Verwaltung Kollaborations-plattform (CDE) > organisationsübergreifend > projektbezogen	-	BIM-Multiplikator BIM-Management
Datenaustausch über CDE, Kommunikation	Architekt/Bauingenieur	BIM-Gesamtkoordination

2.7.4 Weiterbildung und Schulung

Durch den stetig voranschreitenden Einführungsprozess der Methode BIM in die deutsche Bauwirtschaft entwickelt sich das Schulungsangebot für die neue Arbeitsmethode auch kontinuierlich weiter. Immer mehr Anbieter mit buildingSMART zertifizierten Schulungsangeboten durchdringen den Markt. Hinzukommt, dass die Schulungen nunmehr auch spezifischer werden und nicht mehr ausschließlich auf die BIM-Grundlagen abzielen – auch wenn diese immer noch den größten Anteil ausmachen.

Seit kurzer Zeit existiert auf dem Markt auch ein Schulungs- und Weiterbildungsangebot, welches sich explizit auf die öffentlichen Verwaltungen bzw. öffentliche Auftraggeber fokussiert, um diesen eine gewissen Orientierungssicherheit bei der Identifizierung der benötigten BIM-Kompetenzen seitens der Auftraggeber sowie der Nachweisführung von BIM-Kompetenzen seitens der Auftragnehmer zu bieten.

Damit die neuen BIM-Rollen erfolgversprechend in den optimierten Arbeitsprozess eingebunden werden können, müssen entsprechende BIM-Kompetenzen mittels Schulungen und Weiterbildungen vermittelt werden. Dies wurde auch noch mal durch den Vortrag von Frau Martha Lehmann (planen-bauen 4.0) innerhalb der 2. BIM-Ruhr-Konferenz besonders betont. Die Tabelle 4 (Seite 48) liefert einen Überblick über die notwendigen Schulungs- und Weiterbildungsmaßnahmen für die neuen BIM-Rollen.

Tabelle 4: Übersicht Schulungsbedarf zur Erlangung notwendiger BIM-Kompetenzen in Bezug auf die neuen BIM-Rollen[55]

Schulungskatalog	BIM-Management	BIM-Gesamt-koordination	BIM-(Fach-) Koordination	BIM-Autorenschaft	BIM-Nutzer	BIM-Multiplikator
BIM-Grundlagen	x	x	x	x	x	x
BIM fachspezifische Kenntnisse	x	x	x	x	(x)	(x)
BIM-Management	x	-	-	-	-	x
Informationsmanagement (Kollaboration & CDE)	x	x	x	x	(x)	x
Modellprüfung	x	x	x	-	-	-
BIM-Viewer	x	x	x	x	x	x
BIM Autorensoftware	-	-	x	x	-	-
AVA-Software	-	-	-	-	x	-
Terminplanungssoftware	x	(x)	-	-	-	-

Legende: x = dauerhafte Verwendung; (x) = gelegentliche Verwendung

55 Eigene Darstellung in Anlehnung an Lehmann (2022), S. 15.

Daraus ergibt sich, dass der BIM-Multiplikator sowie das BIM-Management den umfassendsten Schulungsbedarf aufweisen. Der BIM-Autor benötigt zwar den geringsten Umfang an Schulungsthemen, dafür weist dieser aber sehr spezifische und individuelle Schulungen und Weiterbildungen, angepasst und abgestimmt auf die jeweiligen Bedürfnisse der Fachplanung, auf.

Außerdem sollten auch Vertreter aus nicht bauspezifischen Fachbereichen eine BIM-Grundlagenschulung erhalten, damit ein gewisses Grundverständnis innerhalb der gesamten Kommune vorhanden ist und Problematiken effizienter und erfolgsversprechender gelöst werden können. Ein Beispiel dafür stellt u. a. die kommuneninterne IT da, welche für die Datensicherheit, insbesondere auf Softwareebene, zuständig ist. Nur mit einem gewissen Grad an Verständnis und Grundlagenwissen können die IT-Fachleute die zu ihnen getragenen Bedürfnisse hinsichtlich der benötigten BIM-basierten Softwarelösungen usw. ausreichend verstehen und auf diese eingehen.

Im Anhang 5 dieses Leitfadens befindet sich eine Übersicht über das Weiterbildungs- und Schulungsangebot in Bezug auf die BIM-Methodik, welches in Deutschland angeboten wird. Dabei sind die einzelnen Angebote nach vorher definierten Parametern aufgelistet, um einen gewissen Überblick über die Tauglichkeit des Angebots für den jeweiligen Nutzer zu ermöglichen. Diese Auflistung stellt jedoch lediglich einen groben Querschnitt des umfangreichen Angebots, welches auf dem Markt zu finden ist, dar. Ersichtlich werden hier jedoch zwei Fokussierungen. Zum einen richtet sich das Angebot derzeit noch hauptsächlich an die Grundlagen der BIM-Methodik. Besteht ein Bedürfnis nach spezifischeren Schulungen, dünnt sich das Angebot im hohen Maße aus. Die zweite wichtige Erkenntnis, die aus dem hier aufgelisteten, aber auch generellen Schulungsangebot in Deutschland gezogen werden kann, ist, dass sich auch die öffentlichen Institutionen sowie auch explizit die Regierung bzw. die Politik mit der Thematik Building Information Modeling auseinandersetzt und hier den erheblichen Mehrwert, der durch die durchgängige Umsetzung der BIM-Methode generiert werden kann, erkannt hat. Denn auch sie bieten nun Schulungsangebote an und es werden immer mehr Leitfäden, Handreichungen und Masterpläne mit den Bedürfnissen der öffentlichen Hand veröffentlicht.

Über die hier kurz beschriebenen Schulungsangebote hinaus, gibt es noch zahlreiche weitere Anbieter, die sich auf Weiterbildungen im Bereich BIM spezialisiert haben. Diese Auflistung aller Angebote würde jedoch den Rahmen des Leitfadens sprengen. Bedarf es weitere Informationen zu den jeweiligen Schulungsangeboten der aufgelisteten Anbieter, so können diese auf den offiziellen Webseiten der Unternehmen nachgelesen werden (siehe Anhang 5).

Sollte weiteres Interesse bezüglich der buildingSMART zertifizierten Weiterbildungs- und Schulungsangeboten bestehen, führt buildingSMART selbst auf seiner Internetseite ein internationales Register, in dem alle Namen der Teilnehmer gelistet sind, die durch buildingSMART zertifizierte Schulungen absolviert haben, inklusive der Information, bei welchem Anbieter die Schulung absolviert wurde.[56]

56 Näheres unter https://education.buildingsmart.org/registry/

3 BIM-Mustervorlagen

3 BIM-Mustervorlagen

Es wird auf die im Zuge des BIM.Ruhr Projekts erstellten Arbeitsdokumente für den Ausschreibungsprozess eingegangen und diese näher beschrieben. Der Fokus wird auf die Alleinstellungsmerkmale der Auftraggeber-Informationsanforderungen für die öffentliche Verwaltung gelegt. Darüber hinaus werden aber auch die Potenziale der AIA sowie ihr Aufbau nähergehend erläutert. Außerdem wird auf den BIM-Abwicklungsplan eingegangen und in welchem Zusammenhang die beiden Arbeitsdokumente zueinanderstehen und wie deren Entwicklungsprozess vollzogen wurde. Zuletzt soll das Kapitel 3.2 bei aufkommenden Fragen hinsichtlich der Nutzung der Mustervorlagen eine unterstützende Funktion einnehmen.

3.1 Entstehung der Mustervorlagen AIA und BAP

Die beiden Mustervorlagen (externer Anhang 2-3) wurden als zwei direkt miteinander verbundene Arbeitsdokumente generiert, die dem Zweiphasen-Prinzip folgen.

Zweiphasen-Prinzip
AIA bildet die Basis für den (Vor-) BAP, dabei sind die Strukturen der Dokumente so ausgearbeitet, dass sie zum Großteil eins zu eins identisch sind, jedoch von den zwei verschiedenen Parteien (AG und AN) im „Zweiphasen-Prinzip" ausgefüllt werden.

Beide Arbeitsdokumente haben ihren Grundstein in der umfangreichen Recherche sowie europäischen Fachliteratur, dessen daraus gewonnenen Erkenntnisse im BIM.Ruhr Netzwerk, explizit in den entsprechenden Arbeitsgruppensitzungen sowie Interviews mit den direkten Kooperationspartnern des Projekts (Kreis Recklinghausen, Stadt Bochum, Stadt Herne) diskutiert wurden. Sie sind somit als Fortschrift der bereits bestehenden Standards, aber mit einem konkreten kommunalen Fokus anzusehen, welche jedoch in dem sich schnell verändernden BIM-Feld einer stetigen Weiterentwicklung bedürfen.

Die zu beachtenden Alleinstellungsmerkmale einer an die kommunalen Rahmenbedingungen angepassten AIA- und BAP-Vorlage sind beispielsweise die Einhaltung und Verfolgung der Open BIM-Methode, damit die Diskriminierungsfreiheit von Auftragnehmern, d. h. die Produkt- sowie die Methodenneutralität gemäß VOB/A gewährleistet wird. Außerdem erfolgt die CDE-Bereitstellung, entgegen der allgemeingültigen Empfehlung gemäß der DIN EN 17412-1[57], nicht vom Informationsbesteller, d. h. der öffentlichen Verwaltung, sondern vom Informationsbereitsteller. Dies soll sich aber lediglich auf den Einführungsprozess begrenzen, da aktuell die Kommunen aufgrund ihres Wissensstandes und weiterer Kompetenzen diese Aufgabe noch nicht bewältigen können. Zukünftig soll die Bereitstellung und Verwaltung der CDE aber kommunenintern abgewickelt werden. Die erarbeiteten Vorlagen gelten für alle Projektarten (Hoch-, Tief- und Straßenbau). Denn sie weisen diesbezüglich nur geringe Abweichungen bei der Darstellung der Anforderungen und Vorgaben der Auftraggeberseite in Bezug auf die Struktur innerhalb der beiden Dokumente auf, sodass hier keine Trennung der Bauprojekte als sinnvoll zu erachten ist.[58]

57 Vgl. DIN EN 17412-1 (2021), S. 15.
58 Vgl. Mellenthin Filardo und Krischler (2020), S. 7.

Die beiden entstandenen Arbeitsdokumente wurden entsprechend der Impulse aus den Arbeitsgruppen sowie aus dem Netzwerk durch vorgefertigte Tabellen strukturiert, die auf die spezifischen Anforderungen der kommunalen Auftraggeber sowie deren Auftragnehmer (häufig KMU) eingehen. Die vorstrukturierten Tabellen müssen so nur nach den jeweiligen Belangen der beiden Seiten ausgefüllt bzw. angekreuzt werden. Die Strukturierung verfolgt dabei das Ziel, eine möglichst intuitive Handhabung zu generieren und die Inhalte leicht verständlich zur Verfügung zu stellen. Die Vorstrukturierung generiert darüber hinaus eine verkürzte Bearbeitungsdauer für die Zuständigen der Auftraggeber-Informationsanforderungen oder auftragnehmerseitig des BIM-Abwicklungsplans.

Exkurs: Zusammenhang AIA und BAP

Die Auftraggeber-Informationsanforderungen sowie der BIM-Abwicklungsplan stehen im direkten Zusammenhang miteinander. Sie können jedoch nur effektiv eingesetzt werden, wenn die Auftraggeber- sowie die Auftragnehmerseite die geforderten Anforderungen des Auftraggebers vollumfänglich verstehen und wissen, in welchem Rahmen diese umzusetzen sind. Das heißt, dass für beide Parteien die Spielregeln klar definiert sein müssen.[59]

Die AIA sind dem BAP vorgeschaltet, sodass der BAP als Antwort auf die geforderten Umsetzungspunkte der AIA verstanden werden kann. Er definiert dabei maßgeblich, wie die geforderten Anforderungen erfolgreich umgesetzt werden können. Dabei unterscheiden sich die beiden Dokumente jedoch hinsichtlich ihres Entwicklungsprozesses stark in Bezug auf den Informationsgewinn. Während der Informationsgehalt der AIA während der gesamten Projektlaufzeit konstant ist, bis es letztlich zu einem möglichen Vor-BAP kommt, wird ab diesem Zeitpunkt durch den Auftragnehmer der Informationsgehalt des BAP exponentiell anwachsen. Dies geschieht, da der Auftragnehmer den BAP stetig mit Informationen füttert, bis es schließlich zur Vergabe des Zuschlags kommt. Doch auch nach der Zuschlagsvergabe wächst der Informationsgehalt des Dokuments konstant, wenn auch weniger rapide als vor der Zuschlagserteilung, an, da der BIM-Abwicklungsplan als dynamischer Vertragsbestandteil anzusehen ist. Dieser Prozess setzt sich bis zur Inbetriebnahme des Bauwerks fort.[60]

Muster-BAP*:
Der Auftraggeber stellt den Auftragnehmern ein Muster für einen Vor-BAP in den Ausschreibungsgrundlagen zur Verfügung, welches von den Bietern auszufüllen ist.

Vor-BAP*:
Vom Auftraggeber geforderte vorläufige Fassung eines BAP, in welchem der Bieter seine Umsetzungskonzepte für die Erfüllung der AIA beschreibt.

* Definition aus der Handreichung BIM4INFRA – Teil 1 „Grundlagen und BIM-Gesamtprozess", Näheres zu den verschiedenen Vergabevarianten kann dort nachgelesen werden.

Hinsichtlich der zeitlichen Einordnung der beiden Dokumente empfiehlt der Verbund Beratender Ingenieure (VBI) in ihrem BIM-Leitfaden folgenden Sachverhalt, der in Abbildung 11 veranschaulicht wird. Die zeitliche Einordnung der beiden miteinander verknüpften Dokumente beginnt mit der Erarbeitung der AIA und muss gleichzeitig mit der Planungsvorbereitung des Auftraggebers gestartet werden, sodass sie zum Ende der Vorbereitungsphase sowie zu Beginn der Angebotserstellung zur Ausgabe bereit liegt.

59 Vgl. Mellenthin Filardo und Krischler (2020), S. 12.

60 Beschreibung der Abbildung aus Mellenthin Filardo und Krischler (2020), S. 12. „Informationsgewinn im Entwicklungsprozess AIA und BAP".

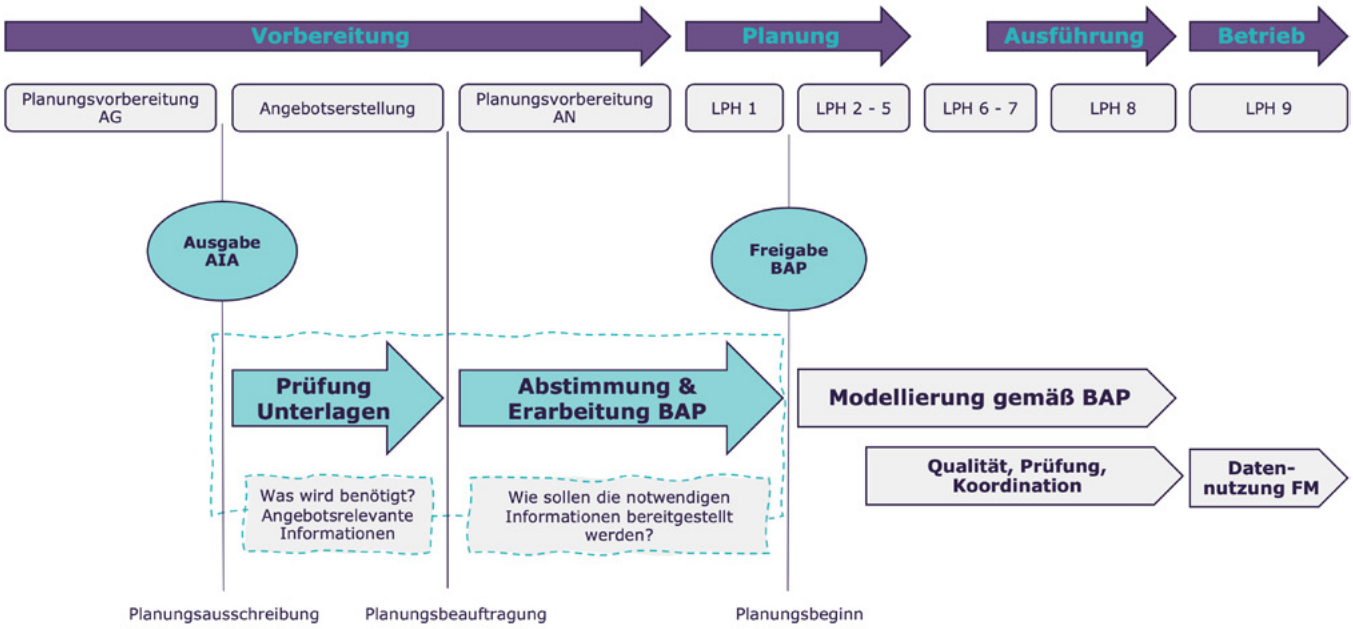


Abbildung 11: Zeitliche Einordnung der AIA und BAP in den Projektablauf[61]

Das projektspezifische Ausfüllen der Arbeitsdokumente ist in einem Zweiphasenprinzip vorgesehen. Dabei wird in der ersten Phase die leere AIA-Vorlage mit projektspezifischen Informationen durch den Auftraggeber angereichert. Das Ausfüllen der BAP-Vorlage mit den Informationen zur Umsetzung des Projekts erfolgt dann in der zweiten Phase durch den Auftragnehmer. Aufgrund der analogen Struktur der beiden Dokumente kann der BAP als direkte Antwort auf die AIA begriffen werden. Dies hat den Vorteil, dass sich die Projektbeteiligten lediglich einmal zu Beginn des Projekts in die Thematik dieser beiden Dokumente einarbeiten müssen. Hinzu kommt, dass der Arbeitsaufwand sowie die auftretenden Problematiken bei der Erarbeitung der vertragsrelevanten Dokumente minimiert werden. Außerdem ergibt sich durch das Zweiphasenprinzip die Option, die Vorlage auch als Muster-BAP zu verwenden. Diese Möglichkeit ist insbesondere für die Auftragnehmer vorteilhaft, da direkt ersichtlich ist, welche Anforderungen die Kommune an den BAP stellt. Die Struktur und weitere benötigte Informationen werden bereits mit der Ausschreibung durch den an die AIA angelehnten Muster-BAP (Teil der Ausschreibungsgrundlagen) festdefiniert und veröffentlicht. Dies erspart dem Auftragnehmer ein hohes Maß an Einarbeitungszeit und generiert zusätzlich einen diskriminierungsfreieren Ausschreibungsprozess, da sich alle Bieter an demselben vorgegebenen Muster des Auftraggebers orientieren können. Durch diese Vorgehensweise können auch alle eingegangenen Angebote effektiver miteinander verglichen werden, sodass das Auswahlverfahren in Bezug auf das wirtschaftlichste Angebot (§ 2 EU Absatz 1 VOB/A, S. 2) für den Auftraggeber rationalisiert wird.

Aufgrund dieser Vorgehensweise bei der Strukturierung der beiden vertragsrelevanten Mustervorlagen, spricht das BIM.Ruhr Projekt eine Empfehlung für die vierte Vergabevariante, d. h. der Vergabe mit einem Muster sowie einem Vor-BAP, aus, welche in der Handreichung des BIM4INFRA Teil 1[62] näher beschrieben sind.

61 Eigene Darstellung in Anlehnung an Spengler und Peter (2020), S. 7.

62 Vgl. Bormann et al. (2019a), S. 11 ff.

3.1.1 Auftraggeber-Informationsanforderungen

Der Zweck der BIM-Methodik ist bei der Erzeugung, Verwaltung und Weitergabe von Informationen über den gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks möglichst keine redundanten Informationen zu erzeugen. Daher müssen bereits zu Beginn eines Projektes im Optimalfall Informationsanforderungen, aber insbesondere BIM-Ziele definiert werden, auf deren Grundlage die Auftraggeber-Informationsanforderungen erstellt werden.[63] Die BIM-Ziele sowie die Definition von BIM-Anwendungsfällen sind dabei als obligatorisch anzusehen, wohingegen die daraus resultierenden Informationsanforderungen optional sind.[64] Die Festlegung dieser Parameter erfordert eine frühzeitige Auseinandersetzung aller am Projekt Beteiligten. Das umfasst auch insbesondere den für den Betrieb zuständigen Bereich, mit dem abzuwickelnden Bauvorhaben.[65]

Bei den Auftraggeber-Informationsanforderungen (BIM-Lastenheft) handelt es sich um ein Dokument, das die Anforderungen des Auftraggebers umfasst, die für die digitale Abwicklung eines Projektes mit BIM benötigt werden.[66] Das heißt, es umfasst alle vorformulierten Informationsbedürfnisse, die vom Auftragnehmer geliefert werden sollen, um die definierten BIM-Ziele und BIM-Anwendungsfälle zu erreichen. Dabei ist eine der Hauptanforderungen, dass die gewünschten Informationen „zum festgelegten Zeitpunkt in der geforderten Quantität und Qualität zur gemeinschaftlichen Nutzung vorliegen."[67] Denn auch hier, wie schon bei dem Informationsanforderungsprozess, führt ein Überschuss an Informationen zu einer Ineffizienz des gesamten BIM-Abwicklungsprozesses. Die Informationsbedürfnisse respektive Informationsanforderungen setzen sich dabei aus den OIR, den PIR und den AIR gemäß der DIN EN ISO 19650-1 zusammen. Bei der Erarbeitung der AIA sind die verschiedenen Arten der Informationsanforderungen, falls vorhanden, als Basis zu berücksichtigen, „um die Durchgängigkeit der Daten und ihre Integrität sicherzustellen."[68] Jedoch hat die Erarbeitung der AIA eine übergeordnete Funktion, sodass sie autonom zur Existenz der Informationsanforderungen ist.

Daher ist es entscheidend, dass der Auftraggeber sich zur Vorbereitung der Formulierung der AIA über seine Ziele und Anwendungsfälle sowie über die damit zusammenhängenden Informationsanforderungen bewusst ist, da ohne eine strategische Vorbereitung die Erstellung der AIA nicht effektiv und erfolgsversprechend umzusetzen ist.

Die Auftraggeber-Informationsanforderungen werden in der Regel durch das BIM-Management in Absprache mit dem Auftraggeber erstellt. Dabei werden neben den Informationsanforderungen auch BIM-Ziele, BIM-Anwendungsfälle sowie Rollen und Verantwortlichkeiten, BIM-Anforderungen, Modellierungsrichtlinien als auch Datenanforderungen festgehalten. Die AIA beschreiben, welche Informationen der Auftraggeber bekommen möchte. Dies schließt nicht die Methode oder die Software, mit der die Informationen erstellt werden sollen, ein, da das Building Information Modeling die Methodenfreiheit, d. h. Open BIM, anstrebt. Sollte es doch der Fall sein, dass die Methode und die Software definiert werden müssen, sollten vertragliche Regelungen diesbezüglich getroffen werden.[69] Zu dem Bestreben der BIM-Methodik eine Methodenfreiheit einzuhalten kommt außerdem hinzu, dass die Kommunen durch die Verpflichtung der Einhaltung der VOB generell dazu verpflichtet sind eine diskriminierungsfreie Ausschreibung zu gewährleisten, sodass auch aus diesem Grund lediglich die Open BIM Methode in Frage kommt.

Somit enthalten die AIA nicht nur Anforderungen an die Informationsinhalte, sondern auch an die verantwortlichen Informationslieferanten, die Übergabezeitpunkte und die Dateiformate, in denen die Informa-

63 Vgl. VDI 2552-10 (2021), S. 5.
64 Vgl. VDI 2552-10 (2021), S. 5.
65 Vgl. Mellenthin Filardo und Krischler (2020), S. 10.
66 Vgl. Dohmen et al. (2017), S. 6.
67 VDI 2552-10 (2021), S. 4 f.
68 VDI 2552-10 (2021), S. 4.
69 Vgl. VDI 2552-10 (2021), S. 11.

tionen bereitzustellen sind. Daher ist die Erstellung der AIA stets projektbezogen, weswegen sie für jede Beauftragung bzw. Vergabe projektintern spezifiziert werden müssen, sodass die AIA stets vor Beginn jedes neuen Bauprojekts projektspezifisch angepasst werden müssen. Dies bedeutet, dass die Struktur, die vom BIM.Ruhr Projekt innerhalb der AIA-Mustervorlage vorgegeben wurde, beibehalten wird, und lediglich spezifische An- und Vorgaben vor Projektbeginn überprüft und angeglichen werden müssen. Dabei müssen bspw. die Tabelle zu den Projektinformationen oder die Koordinaten in jedem Fall angepasst werden, eine genauere Nachprüfung bedarf hingegen beispielsweise die Bestimmung der Verwaltung der CDE.[70]
AIA stellen darüber hinaus einen Bestandteil der Ausschreibungsunterlagen dar, womit sie zur Vertragsgrundlage des Bauprojekts werden.[71]

Die AIA ermöglichen den Bietern einen Überblick über die Ziele und Anforderungen des Auftraggebers, bezogen auf das mit BIM abzuwickelnde Projekt. Sie können deshalb auch als Part der Vergabe sowie Angebotsaufforderung betrachtet werden. Darüber hinaus ermöglichen sie potenziellen Auftragnehmern eine angemessene Kalkulation und Zeiteinplanung bei ihrer Angebotsunterbreitung, denn der Aufwand der Daten- und Informationserstellung sowie deren Verwaltung kann anhand der AIA präzise abgeschätzt werden.[72]

Die erstellten AIA des Auftraggebers sollen nicht nur für den direkten Auftragnehmer vorliegen und gelten, sondern darüber hinaus auch für alle übrigen Subunternehmer des direkten Auftragnehmers, die einen Teil seiner Lieferkette bilden. Außerdem ist darauf zu achten, dass sie andere mitgeltende Unterlagen berücksichtigen und ihnen somit nicht widersprechen als auch dass die Inhalte dieser Unterlagen nicht dupliziert werden. Weiterhin muss beachtet werden, dass eine Neutralität gegenüber aller Vergabestrategien eingehalten wird.[73]

Nach endgültiger Zuschlagserteilung und somit Vertragsschluss mit dem Auftragnehmer sollten Änderungen innerhalb der AIA vermieden werden. Sollte es doch zu notwendigen Anpassungen kommen, müssen diese in einem weiteren vertragsrelevanten Protokoll dokumentiert werden. Dieses Protokoll muss stets mit einer Versionsnummer und einem Freigabevermerk gezeichnet werden. Nach der endgültigen Erstellung der AIA und der anschließenden Zuschlagserteilung wird als Antwort auf die AIA in Absprache zwischen dem BIM-Manager und den jeweiligen Auftragnehmern ein BIM-Abwicklungsplan (BIM-Pflichtenheft), erstellt (siehe Kapitel 3.1.2).

Der Auftraggeber kann entscheiden, ob er die AIA intern eigenständig erstellen möchte oder ob er die Erstellung des Dokuments an einen externen Dienstleister* vergibt.[74] Durch die in diesem Projekt erarbeitete AIA-Vorlage, explizit für den kommunalen Gebrauch und somit angepasst an die kommunalen Rahmenbedingungen, besteht kein Bedürfnis, die Erstellung extern zu vergeben. Bei der Erarbeitung der Mustervorlage wurde außerdem darauf geachtet, dass diese nachvollziehbar strukturiert und für den Einführungsprozess von BIM in eine Institution praktikabel ist. Das Ausfüllen des Arbeitsdokuments wird von Projekt zu Projekt intuitiver, hinzu kommt die Steigerung der Inhouse-Kompetenz, was beides von den kommunalen Vertretern als Anreiz angesehen werden sollte.

Potenziale der Auftraggeber-Informationsanforderungen

Die AIA als vertragsrelevantes Dokument weist viele differenzierte Potenziale auf, die sich positiv auf die Projektabwicklung auswirken. Daher ist die häufige Einschätzung, dass die Erstellung der AIA lediglich mehr Arbeitsaufwand generiert, fehlerhaft. Denn die Arbeit mit effektiv ausgefüllten AIA ist in den meisten Fällen die Erfolgsgarantie dafür, dass die geplanten Zeiten sowie der Kostenumfang eines Bauprojekts

70 Vgl. Mellenthin Filardo und Krischler (2020), S. 16.
71 Vgl. Mellenthin Filardo und Krischler (2020), S. 11.
72 Vgl. VDI 2552-10 (2021), S. 5.
73 Vgl. VDI 2552-10 (2021), S. 5

* VFalls nicht mit der AIA-Mustervorlage des BIM.Ruhr Projekts gearbeitet wird, sollte bei den ersten Pilotprojekten einer Kommune die AIA-Erstellung extern vergeben werden. Bei einem weiter fortgeschrittenen BIM-Implementierungsprozess sollte die Erstellung dann eigenständig erfolgen.
74 Vgl. Mellenthin Filardo und Krischler (2020), S. 17.

nicht überschritten werden. Deshalb kann hier nicht von einem zusätzlichen Arbeitsaufwand gesprochen werden, sondern lediglich von einem vorgezogenen.[75]

Zu den herausragendsten Vorteilen der Auftraggeber-Informationsanforderungen zählen folgende Punkte:

- eine vorzeitige Begutachtung des Bauvorhabens durch den Auftraggeber,
- eine eindeutige Definition von Anforderungen, die die geschäftlichen sowie technischen und managementbehafteten Bedürfnisse erfüllen,
- eine realistische Einschätzung von zu erbringenden Leistungen respektive eine realistische Erwartungshaltung des Auftraggebers gegenüber der Arbeitsleistung des Auftragnehmers,
- die Eindämmung von Fehlern und Generierung einer Durchgängigkeit hinsichtlich der Kommunikation, der Planung sowie während der Ausführung. Im Idealfall können diese Fehler und Lücken sogar vollständig vermieden werden.[76]

Mit Blick in die Zukunft sollten die heute erstellten Auftraggeber-Informationsanforderungen einer festgelegten Struktur folgen, damit die jeweiligen Informationscontainer der AIA in allen Projekten einheitlich definiert und sie auch im gesamten Lebenszyklus weiterverwendet werden können. Es vereinfacht den in Zukunft zum einsatzkommenden Einführungsprozess der Maschinenlesbarkeit.[77] Dies stellt einen weiteren Grund dar, wieso sich das BIM. Ruhr Forschungsprojekt dazu entschlossen hat, die beiden Arbeitsdokumente (AIA und BAP, externer Anhang 2 und 3) in einer einheitlich strukturierten Tabellenform abzuwickeln. Damit muss dieser Prozess bei der Implementierung der Maschinenlesbarkeit nicht erneuert und an die neuen Gegebenheiten angepasst werden.

3.1.2 BIM-Abwicklungsplan

Der BIM-Abwicklungsplan stellt einen aus Sicht des Auftragnehmers verfassten Bericht dar, welcher die konkreten Umsetzungsschritte implementiert, die der Auftraggeber, wie zuvor in den Auftraggeber-Informationsanforderungen festgehalten, vorgegeben hat. Im internationalen Kontext bzw. englischsprachigem Bereich wird dieser Bericht auch BIM Execution Plan (BEP) genannt.

Dieser Bericht stellt eine kontraktliche und kollektive Festlegung dar, die während der gesamten Projektabwicklung als bindend anzusehen ist. Er umfasst alle „erforderlichen Konventionen, Prozesse, Regeln und technischen Unterstützungen“[78] und stellt somit den Eckpfeiler der Informationserstellung dar. Der BAP nimmt darüber hinaus die Rolle zur projektinternen Fixierung von Abmachungen zwischen der Auftraggeber- und Auftragnehmerseite hinsichtlich der Umsetzung der BIM-Methodik innerhalb von Projektvorhaben ein.[79]

Der Unterschied zwischen AIA und BAP basiert auf der Fragestellung, was bzw. wie umgesetzt werden soll. Der BAP beantwortet die explizite Fragestellung zu der Art und Weise der Abwicklung und Umsetzung der festgelegten Aufgaben aus den AIA. Somit beantwortet der BAP die Frage nach dem „Wie ist zu planen bzw. wie sind die Vorgaben aus den AIA umzusetzen?“.

Weiterhin muss beim BAP, anders als bei den AIA, beachtet werden, dass es sich um ein lebendes respektive dynamisches Dokument handelt, welches sich während des gesamten Projektgeschehens an neu auftretende technologische Entwicklungen als auch an erstmalig gemachte Fähigkeiten und Erkenntnisse angleicht.

75 Vgl. Mellenthin Filardo und Krischler (2020), S. 10.
76 Vgl. Mellenthin Filardo und Krischler (2020), S. 13.
77 Vgl. Mellenthin Filardo und Krischler (2020), S. 14.
78 VDI 2552-10 (2021), S. 2.
79 Vgl. Mellenthin Filardo und Krischler (2020), S. 11.

Auf Grundlage dessen liegt der Zweck eines BAPs in der Leitung der Zusammenarbeit der Mitwirkenden eines Projektes bezogen auf das Arbeiten mit der BIM-Methodik. Darüber hinaus zielt es auf die Beschreibung der konkret umzusetzenden Arbeitsschritte während des Projektgeschehens, die sich durch die vorher aufgestellten Vorgaben des Auftragnehmers innerhalb der AIA ergeben haben, ab. Elementarer Inhalt sind die allgemeinen BIM-Ziele des Projektes, die Verantwortlichkeiten, die Organisationsstrukturen als auch die Software- sowie Dateiaustauschanforderungen. Außerdem werden die geforderten BIM-Leistungen beschrieben und projektabhängige technische Details festdefiniert. Hervorzuheben ist jedoch auch, dass zum momentanen Zeitpunkt noch kein einheitlich definierter Aufbau eines BAP existiert.

3.2 Konzept zur Nutzung der Arbeitsdokumente AIA und BAP

Dieses Kapitel soll das Nutzungskonzept der bereitgestellten AIA- und BAP-Mustervorlagen näher erläutern und als Wegweiser für die Erstellung und Bearbeitung der vertragsrelevanten Dokumente dienen. Die Tabelle 5 ist als weitergehende Ergänzung zu den beiden externen Anhängen 2 und 3 zu sehen. In diesen finden Sie noch weitere und insbesondere präzisere Definitionen zu einigen Abschnitten der Mustervorlagen. Die hier folgende Tabelle zeigt lediglich auf, welche Partei welche Abschnitte der Vorlagen ausfüllen muss und zu welchem Zweck dies geschieht. Es empfiehlt sich also bei der Abwicklung der ersten BIM-Projekte, die hier vorliegende Tabelle neben die Mustervorlagen der vertragsrelevanten Dokumente zu legen, um ein Verständnis für diese zu entwickeln.

Tabelle 5: Konzept zur Nutzung der Arbeitsdokumente AIA und BAP[80]

Kapitel	**AIA** – auftraggeberseitig	**BAP** – auftragnehmerseitig
Glossar	Alle nötigen Fachbegriffe und Abkürzungen können hier für ein einheitliches Begriffsverständnis aufgenommen werden. Beide Parteien (AG + AN) können nach Belieben Begrifflichkeiten ergänzen.	
Allgemein	Festlegung des Open BIM Standards und dass die CDE mit allen projektrelevanten Daten vom Auftragnehmer bereitgestellt wird. Anforderung der CDE-Bereitstellung ist optional. Zukünftig sollte die CDE von der kommunalen Verwaltung bereitgestellt werden.	
Projektinformationen und -gegebenheiten	Die ersten 8 Zeilen der Tabelle sind auszufüllen – damit der AN die wichtigsten Projektinformationen auf den ersten Blick übersichtlich strukturiert auffinden kann. Tabelle 2 führt weitere mitgeltende Dokumente auf, die vom AN Beachtung finden müssen.	Die letzten zwei Zeilen sind auszufüllen – Übersicht über die vorliegende Version des BAP, da das Dokument über die gesamte Projektabwicklung weiterentwickelt wird.

80 Eigene Darstellung.

Kapitel	**AIA** – auftraggeberseitig	**BAP** – auftragnehmerseitig
BIM-Ziele und -Anwendungsfälle	BIM-Ziele innerhalb der Tabelle festdefinieren und die dazugehörigen AWF, welche umgesetzt werden sollen, einfügen (als Hilfestellung kann der Informationsanforderungskatalog [externer Anhang 1] verwendet werden). Die ausgewählten AWF in die zweite Tabelle eintragen und eine detaillierte Beschreibung zu diesen formulieren sowie die LPH für die Umsetzung der AWF ankreuzen.	-
Bereitgestellte digitale Grundlagen	Auflistung aller projektrelevanten digitalen Informationen zur erfolgreichen Umsetzung des Projekts bzw. der ausgewählten AWF. Dies können Bestandspläne sein aber auch Prüfberichte. Eine konkretere Aufzählung, differenziert zwischen Neubau und Bestandsbau, befindet sich auf Seite 9 der AIA-Vorlage.	Sichtung und Prüfung der bereitgestellten Informationen und Eintragen der Freigabe bzw. weiterer Hinweise in der letzten Spalte der Tabelle.
Digitale Liefergegenstände	-	Benennung des expliziten Liefergegenstands zur Erreichung des ausgewählten AWF sowie seine ausführliche Beschreibung der Umsetzung des Liefergegenstandes. Darüber hinaus soll die LPH angekreuzt werden in der der Liefergegenstand erarbeitet wird und in welchen Ausarbeitungsgrad (differenziert nach LOG [geometrisch] und LOI [alphanummerisch]) der Liefergegenstand angefertigt wird.

Rollen & Verantwortlichkeiten		
Rollenorganigramm (optional)	Erstellung eines Rollenorganigramms, damit der AG aber auch der AN die Strukturen des Projekts versteht und auf einen Blick sieht.	
Beschreibung BIM-Rollen	Soll beiden Parteien eine Übersicht bieten, welche Verantwortlichkeiten und Aufgaben durch welche Rollen übernommen werden.	
Rollen, ihre Verantwortlichkeiten und Aufgaben	Vermittelt die im vorigen Kapitel beschriebenen Verantwortlichkeiten und Aufgaben einer Rolle innerhalb einer Verantwortlichkeitsmatrix. Zusätzlich besteht nach der Matrix die Möglichkeit, dass der AG gewünschte bzw. benötigte weitere Qualifikationen oder auch Schulungen und Weiterbildungsmaßnahmen definieren kann, die er für erstrebenswert hält.	Vermittelt die im vorigen Kapitel beschriebenen Verantwortlichkeiten und Aufgaben einer Rolle innerhalb einer Verantwortlichkeitsmatrix. AN weist in der folgenden Tabelle den BIM-Rollen explizite Unternehmen und Personen zu, die die Rolle in dem Projekt einnehmen werden. Über den Namen hinaus werden auch alle weiteren Kontaktinformationen eingetragen, sodass alle Informationen in einem Dokument übersichtlich aufgeschlüsselt sind.
Strategie der Zusammenarbeit		
Besprechungsmanagement	Führt alle Besprechungstermine innerhalb eines Projekts auf, welche abzusehen sind. Hier sind bspw. alle Jour Fixe oder andere wiederkehrende Besprechungen einzutragen. In die Tabelle soll daher nicht nur der Name der Besprechung, sondern auch seine Frequenz, in der die Besprechung stattfinden soll, sowie die Art des Meetings und die Themen, die dort (immer) besprochen werden sollen, eingetragen werden. In der letzten Spalte sollen alle Teilnehmer aufgelistet werden, die an der jeweiligen Besprechung teilnehmen sollen. Daher stellt dieses Kapitel auch eine gröbere Protokollführung dar.	-

Strategie der Zusammenarbeit		
Entwicklungsprozess Fachmodell zu Koordinations-modell (optional)	-	AN bzw. der BIM-Gesamt-koordinator füllt diese Tabelle so aus, dass ersichtlich ist, aus welchen Fachmodellen und mit welchen Versionen sich das Koordinationsmodell zusammensetzt. (siehe auch die Abbildungen zur Modell-koordination in Kapitel 4 – Abbildung 13)
Datenübergabezeitpunkt	Legt fest, welche (digitalen) Liefergegenstände, wie Fach-modelle oder Qualitätsberichte der jeweiligen Modelle, usw. zu welchem Zeitpunkt dem AG vom AN vorzulegen sind.	Der AN listet alle Organisations- sowie Vertragstermine (an-kreuzen) in Bezug auf die Liefergegenstände in der Liste auf und fügt dabei ein, zur Erfüllung welches AWF der Liefergegenstand umgesetzt wurde. Darüber hinaus zeigt die Tabelle auf, welches Gewerk/ Unternehmen den Liefer-gegenstand generiert und wem zur Verfügung gestellt hat. Außerdem zeigt die Tabelle das Lieferdatum des entsprechenden Liefergegenstands und das Format, in welchem dieser übermittelt wurde.
Qualitätssicherung	Ist an zweiter und damit an letzter Stelle für dieses Kapitel zuständig. Der AG prüft (nach abgeschlossener Prüfung und Freigabe des AN) die angefor-derten Liefergegenstände nach den folgenden Kriterien: 1. Modellstruktur und -inhalte 2. Datenformat 3. Datengröße 4. Kollisionsfreiheit 5. Übereinstimmung abgeleitete Pläne und digitale Modelle.	Trägt alle angeforderten Liefergegenstände in die Tabelle ein und prüft diese nach den folgenden fünf Kriterien: 1. Modellstruktur und -inhalte 2. Datenformat 3. Datengröße 4. Kollisionsfreiheit 5. Übereinstimmung abgeleitete Pläne und digitale Modelle.

Qualitätssicherung		Nach erfolgreicher Prüfung werden die jeweiligen Liefergegenstände für den AG freigegeben und er kann in der Tabelle vermerken, ob er die fertigen Liefergegenstände nach erfolgreicher Prüfung freigibt oder ob bei einem der Kriterien nachgearbeitet werden muss.
Modellstruktur und Modellinhalte	Festlegung der allgemein geltenden Anforderungen an die Modellierung.	-
Koordinatenursprung	Hier wird das Koordinatensystem (z. B. Gauß-Krüger oder UTM) sowie das Höhensystem festdefiniert. In die zweite Tabelle kann der Ostwert/ Rechtswert (y), Nordwert/ Hochwert (x) und die Höhe (z) eingetragen werden. So kann jeder Projektbeteiligte während des gesamten Projektverlaufs nachgucken, an welcher Stelle der Ursprung des Bauwerks verankert ist.	-
Projekteinheiten	Auflistung aller Projektkoeffizienten und deren Einheiten mit dazugehöriger Abkürzung.	-
Bestandsmodellierung	Auflistung aller bereitgestellten sekundären sowie originären Daten. Zusätzlich zu der Auflistung soll vermerkt werden, wer diese bereitgestellt hat bzw. wer für die Erfassung zuständig war.	-

Fertigstellungs- bzw. Ausarbeitungsgrad	Aufzeigen der LOIN-Tabelle gemäß DIN EN 17412 mit Ausfüllbeispielen für alle Kategorien. Außerdem befindet sich in diesem Kapitel noch eine Tabelle für den Ausarbeitungsgrad (LOD), unteranderem angelehnt an die VDI 2552-4.	-
Namenskonvention	Definiert die Namenskonvention, welche bei der Archivierung von Daten in der CDE verwendet werden soll, damit für jeden Projektbeteiligten nachvollziehbar ist, wo er welche Informationen und Liefergegenstände suchen bzw. finden kann. Dieses Kapitel integriert auch eine Vorgehensweise für die Namenskonvention beim Arbeiten ohne eine CDE-Lösung.	-
Klassifikation	-	Festlegung bestimmter Klassifikationssysteme (z. B. DIN 276, BKI, ...) für die verschiedenen Projektarten.

Technologie		
CDE-Kollaboration	- Dies sollte zukünftig Aufgabe des Auftraggebers werden, wenn die nötige Erfahrung zur Verwaltung einer solchen Datenumgebung gemacht wurde.	Festlegung der CDE, welche innerhalb des Projekts verwendet wird. Darüber hinaus Definition der zur Verfügung stehenden Statuslevel (im Normalfall gemäß DIN EN ISO 19650-1 lauten diese „In Bearbeitung", „Geteilt", „Veröffentlicht" und „Archiviert").
Softwarewerkzeuge	Festlegung von Sicherheitsstandards in Bezug auf verwendete Softwarelösungen (bspw. Server-Standort innerhalb der EU) mit der IT der jeweiligen Kommune.	Festlegung der verwendeten Softwarewerkzeuge zur Einhaltung der geforderten Datenformate.
Datenaustauschformat	Festlegung der gewünschten Datenaustauschformate. Hier muss darauf geachtet werden, dass der Open BIM-Gedanke gewahrt wird.	AN ergänzt die Tabelle um den Übergabetermin sowie bei ggf. einer Abweichung zwischen Originalformat und Übergabeformat die jeweilige Information.

4 Konzept zur Nutzung einer Common Data Environment

4 Konzept zur Nutzung einer Common Data Environment

Die Einführung einer gemeinsamen Datenumgebung oder im BIM-Kontext Common Data Environment genannt (CDE), bietet viele verschiedene Vorteile für die Nutzer. Einer der Hauptgründe stellt die durchgängige Zugänglichkeit für alle Projektbeteiligten hinsichtlich aller Informationen dar. Diese werden im Zuge der CDE innerhalb von Informationscontainer erfasst und verwaltet. Das Zurverfügungstellen sowie die Zuständigkeit der Verwaltung der CDE-Plattform sollte in das Aufgabenportfolio des AG fallen.[81]

Common Data Environment

Die CDE-Plattform sollte im Allgemeinen vom AG gestellt und verwaltet werden. Zu Beginn der BIM-Einführung in kommunale Strukturen bietet es sich an, diese Disziplin extern zu vergeben bis ausreichend Kompetenzen diesbezüglich erworben wurden. In naher Zukunft sind die Verwaltung und der Betrieb der CDE kommunenintern jedoch ausdrücklich anzustreben.

Zu den weiteren Vorteilen gehören unter anderem die folgenden Punkte:[82]

- Ausgeprägte Transparenz durch die Verantwortlichkeit der produzierenden Organisationseinheit in Bezug auf die Informationen eines Informationscontainers
  - o Anpassung der Informationen nur durch sie möglich
  - o Möglichkeit der Nutzung und Verwendung jedoch von allen Projektbeteiligten gegeben
- Zeit- und Kostenreduktion für die Erstellung von koordinierten Informationen durch die gemeinsame Nutzung der Informationscontainer
- Verbesserte Kommunikation durch eine gesteigerte Nachverfolgbarkeit aufgrund der Nutzung einer CDE als einziges Kommunikationsmittel innerhalb eines Projekts
- Informationserzeugung wird durch einen vollständigen Prüf-Pfad (engl. Audit-Trail) begleitet, welcher für die Verwendung während und nach jeder Projektdurchführung und Asset-Managementtätigkeit zur Verfügung steht
- Festlegung, wer für die Bereitstellung einer CDE mit den vier verschiedenen Hauptstatus (d. h. in Bearbeitung, geteilt, veröffentlicht und archiviert) und Übergangsstatus, die Prüfung und Freigabe bzw. Autorisierung von Inhalten, verantwortlich ist
  - o bei Kommunen wird dies während des BIM-Einführungsprozesses vom AN erwartet (siehe roter Kasten)
    - > sollte dies der Fall sein, muss diese Anforderung Teil der Ausschreibung werden[83] (siehe AIA-Vorlage, externer Anhang 2)
- Festlegung, ob AN von seinen Nachunternehmern verlangt, dass alle Informationscontainer im Status „in Bearbeitung" ausschließlich oder teilweise auf der Projekt-CDE zu speichern sind.

Jeder Informationsbereitsteller, einzelne Person oder Organisation, ist für seine erzeugte Information eigenständig verantwortlich, sodass diese inhaltlich auch nur von dem Lieferanten der Informationen angepasst werden darf. Alle erzeugten Informationen durchlaufen innerhalb ihres zugewiesenen Informationscontainers die vier verschiedenen Hauptstatus sowie die zwei Übergangsstatus gemäß DIN EN ISO 19650-1. Dabei sollte der Übergang von einem Status in einen anderen nur mit einem Freigabeverfahren möglich sein.[84]

81 Vgl. DIN EN ISO 19650-1 (2019), S. 36.

82 Vgl. DIN EN ISO 19650-1 (2019), S. 35.

83 Vgl. VDI 2552-10 (2021), S. 8 f.

84 Vgl. DIN EN ISO 19650-1 (2019), S. 35.

Die verschiedenen Informationscontainer entstehen beispielsweise aus Teilmodellen oder anderen Dokumenten, dabei müssen sie sich an den Anforderungen des Auftraggebers orientieren in Bezug auf die Parameter Menge, Qualität und Lieferzeitpunkt, welche in den AIA festgelegt wurden. Die zu durchlaufenden Status werden in der Abbildung 12 dargestellt und im Anschluss beschrieben.

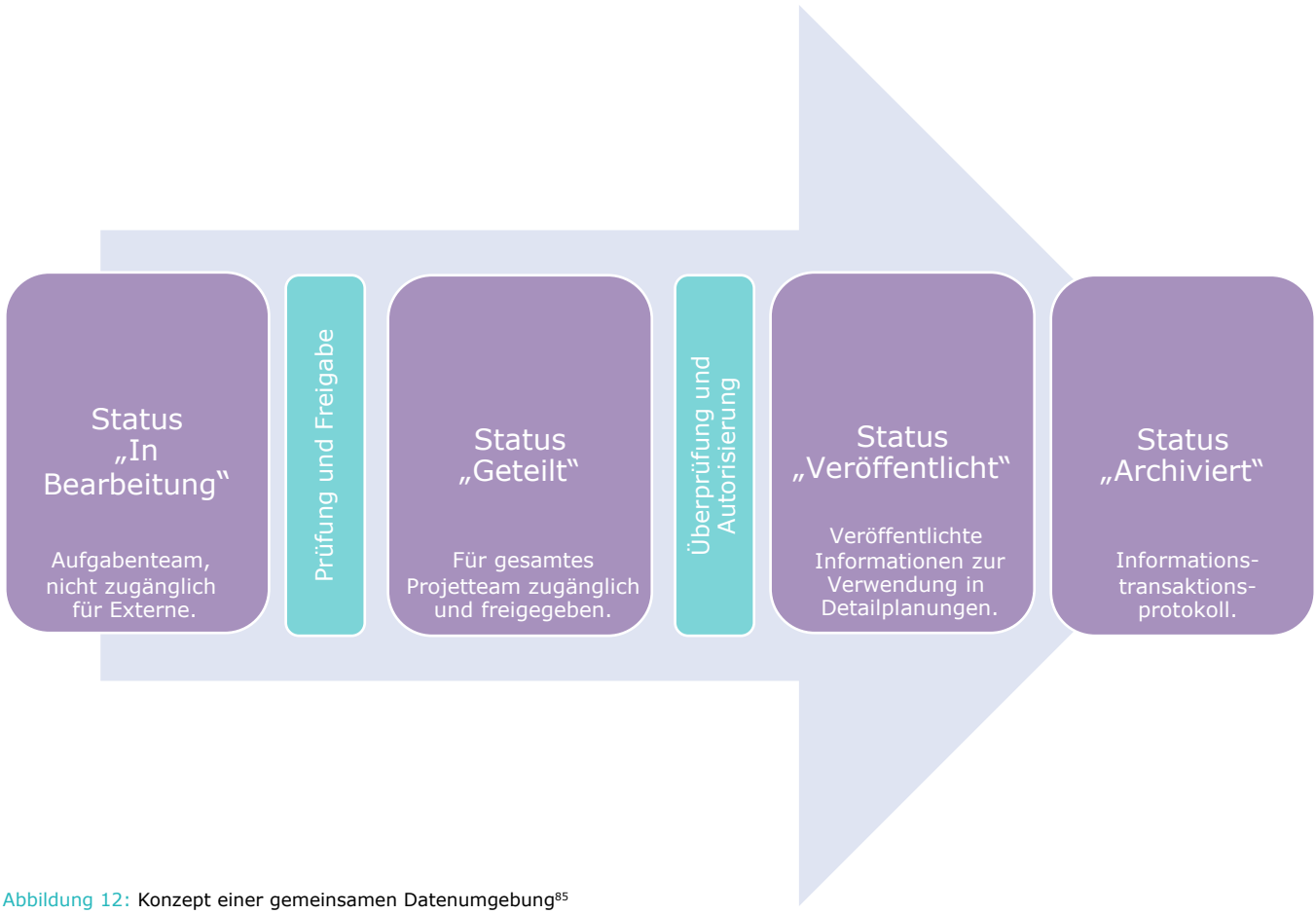
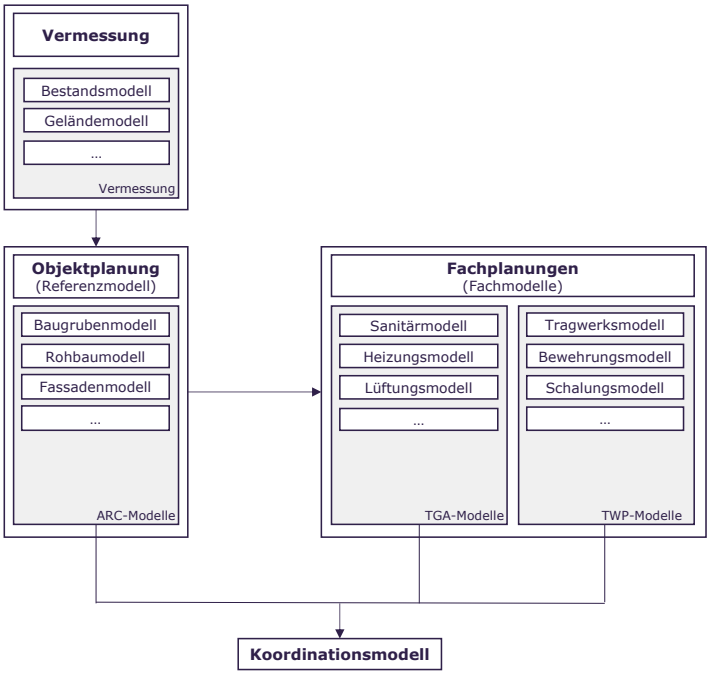


Abbildung 12: Konzept einer gemeinsamen Datenumgebung[85]

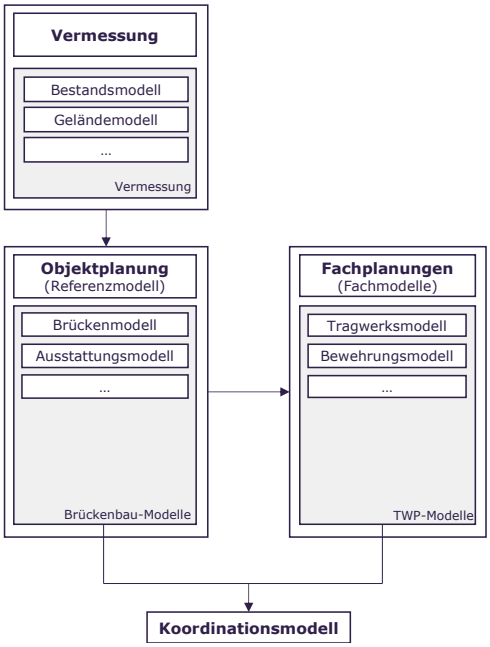
Ein Praxisbeispiel für den oben beschriebenen Prozess, den alle Informationscontainer innerhalb der BIM-Methodik und in Zusammenhang des Einsatzes einer CDE-Lösung durchlaufen müssen, ist beispielsweise das Zusammenfügen von Fachmodellen zu einem großen Koordinationsmodell. Die einzelnen Informationen werden in den gewerkspezifischen Informationscontainern produziert und nach einer Prüfung freigegeben, sodass der Container in den Status „Geteilt" aufrückt. Eine bildliche Veranschaulichung der verschiedenen Fachmodelle, welche sich zu einem Koordinationsmodell je Projektart (Hochbau, Brücke, Straße) zusammensetzen, ist in Abbildung 13 dargestellt.

85 Eigene Darstellung in Anlehnung an DIN EN ISO 19650-1 (2019), S. 36.

Beispiel Hochbau:



Beispiel Brückenbau:



Beispiel Straßenbau (links) und Straßenbau inklusive eines Brückenbauwerks (rechts):

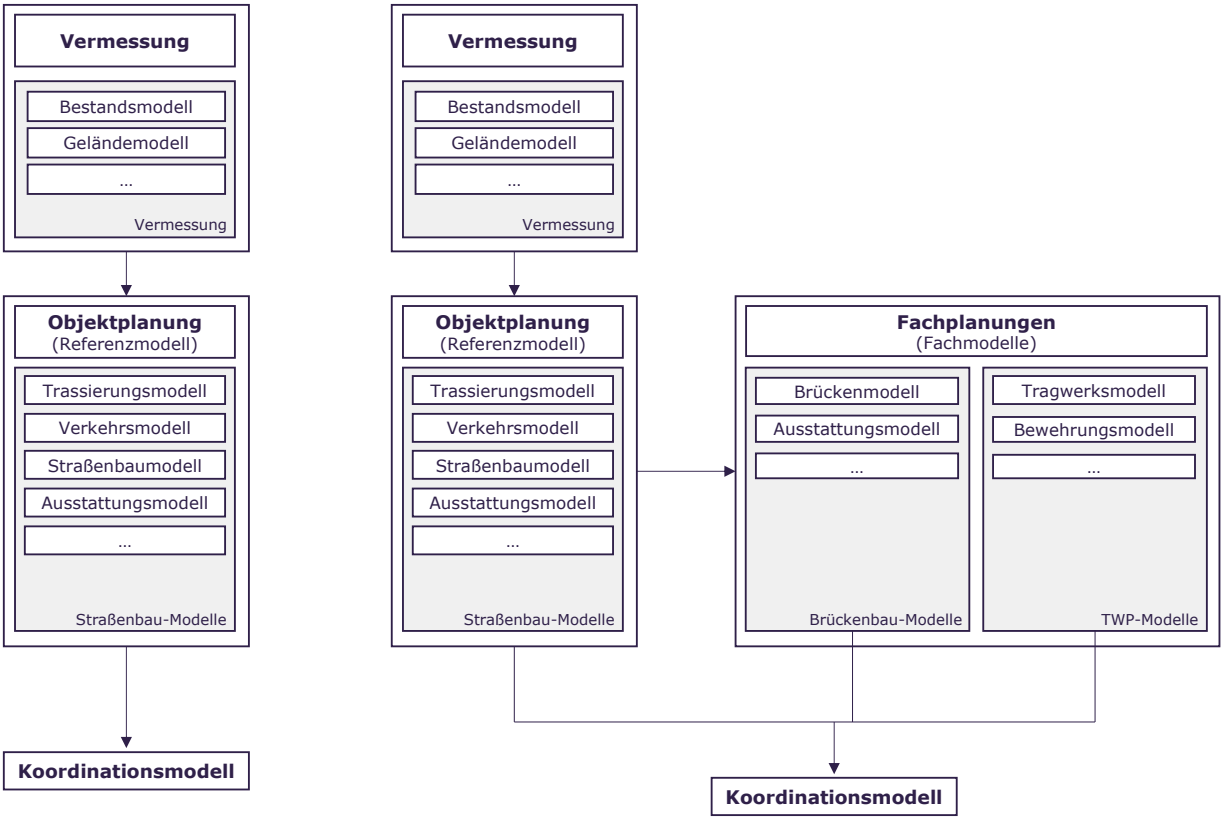


Abbildung 13: Modellkoordination – Entwicklungsprozess des Koordinationsmodells[86]

86 Eigene Darstellung.

4.1 Einsatz einer CDE-Lösung in kommunalen Bauverwaltungen

Der Einsatz einer CDE-Lösung bringt auch für die kommunalen Verwaltungen einen ausgeprägten Mehrwert mit sich, der sind insbesondere aus den vorig beschriebenen Vorteilen zusammensetzt. Dabei muss sie aber, wie alle zum Einsatz kommenden Softwarelösungen bei Kommunen, den datenschutzrechtlichen Anforderungen entsprechen. Hierzu zählt insbesondere das Bedürfnis, dass der Server der Softwarelösung in Europa positioniert sein muss. Derzeit gibt es keinen allgemeinen Konsens, welche CDE-Lösung für die hiesigen öffentlichen Verwaltungen die optimale Variante darstellt, da keine der existierenden Softwarelösungen allen Anforderungen entspricht.

Innerhalb des BIM.Ruhr Projekts wurde mit Dalux gearbeitet. Die Arbeit mit der Webversion stellte kein Hindernis dar. Problematisch wurde es jedoch bei der festen Installation der CDE-Lösung. Diese bedarf einer umfangreichen und aufwändigen Prüfung durch die IT, wodurch die Partnerkommunen nur auf die Webversion zurückgreifen konnten.

Dieser Sachverhalt führt dazu, dass sich kommunenübergreifend für eine einheitliche CDE-Lösung, die für alle Fachbereiche praktikabel ist, entschieden werden sollte, in dessen Entscheidungsprozess die IT direkt mit einbezogen wird. Diese Vorgehensweise verbindet Vorteile für beide Ressorts. Die Baudezernate erhöhen den Druck auf die IT, sodass diese aktiv werden müssen, da mehrere Fachbereiche betroffen sind. Auf der anderen Seite minimiert es aber auch den Arbeitsaufwand für die IT, da sie von Anfang an in dem Entscheidungsprozess involviert sind und untaugliche Lösungen direkt eliminiert werden können. Darüber hinaus muss sich die IT auch nur mit einem gesammelten Antrag befassen und nicht mit mehreren verschiedenen Anträgen für eine Softwarelösung, die denselben Nutzen verfolgt.

Die nachfolgende Tabelle führt hierzu die verschiedenen auf dem Markt existierenden CDE-Lösungen auf und vergleicht diese hinsichtlich ihres Serverstandorts sowie welche Hauptfunktionen diese übernehmen können. Diese Aufzählung kann dabei nicht als abschließend erachtet werden, sondern soll lediglich einen ersten Überblick über die auf dem Markt zur Verfügung stehenden Softwarelösungen generieren.

Tabelle 6: Gegenüberstellung von existierenden CDE-Lösungen (Stand Ende 2021)[87]

CDE-Lösungen										
	Dalux	**Autodesk Construction Cloud (ACC)** > ehemals BIM 360	**Trimble Connect**	**ThinkProject**	**Aconex (Oracle)**	**Projectwise 365 (Bentley)**	**planBIM (Tecture)**	**wpsquirrel**	**Procore**	**Allplan BIMplus (Nemetschek)**
Allgemeines	Open BIM und Dokumenten-verwaltung	Plattform gemeinsamer Datenbasis für die Zusammenarbeit in Bauprojekten einige Inhalte: BIM 360 Docs, -Coordinate, -Design und -Build	Cloudbasierte BIM-Plattform	Mehrere CDE-Lösungen: Conclude CDE, EPLASS BIM Collaboration, usw.	Projekt-management Cloudbasierte Plattform für die Bau- und Immo-bilienbranche	Software für Projekt-management und Zusammenarbeit	cloudbasierte BIM-Management Plattform	Plattform für BIM-Daten- & Informations-management inkl. IFC-Viewer und einer BIM-Projektverwaltung	BIM-Software für Konstruktions-management	BIM-Kollabora-tionsplattform mit Koordination, Kollaboration, Change-Management, Informations- sowie Projekt-management
Server-standort	ja	Nein (Serverinforma-tionen basieren aber auf EU-GDPR-Regeln)	Ja (Server vorhanden in Europa, Asien und Nordamerika)	ja	Nein (USA)	Nein (USA)	Nein	Ja (Frankfurt)	Nein (USA)	ja
Modell-viewer	ja	ja	ja	ja	ja	Nein, aber Plugin möglich.	ja	ja	ja	ja
Daten-verwaltung	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
Nutzung				EU-Zentralbank & Deutsche Bank	Stadt Paderborn, Stadt Velbert, Stadt Wuppertal, Stadtwerke Düsseldorf, u.v.m.		Deutsche Bahn Netze	Deutsche Bahn Netze	Deutsche Bahn Netze	

87 Eigene Darstellung.

5 Modellierungsrichtlinie

5 Modellierungsrichtlinie

Die Modellierungsrichtlinie soll die wichtigsten Schritte eines Modellierungsprozesses strukturiert zusammenhalten und durch definierte Rahmenbedingungen als Wegweiser für die Modellierung dienen. Es ist ratsam ein allgemeines Dokument zu Modellierungsvorgehensweisen, wie das hier im Rahmen des BIM. Ruhr Projekts erfolgt, zu erstellen. Da sich die einzelnen Projekte voneinander stark unterscheiden können, soll die Richtlinie bei Bedarf bzw. je nach Anwendungsfall einer projektspezifischen Anpassung unterzogen werden.[88]

Einen Konsens, ob die Modellierungsrichtlinie seitens AG oder AN erstellt werden soll, gibt es zurzeit nicht. Häufig unterliegt diese Aufgabe dem BIM-Gesamtkoordinator. Es ist jedoch empfehlenswert eine Modellierungsrichtlinie kommunenintern zu generieren, die als Mustervorlage zu verwenden ist und bei Bedarf angepasst und fortgeschrieben werden kann.

Für einen optimalen Modellierungsprozess sollten die Anforderungen zur geometrischen und alphanummerischen Information seitens der Auftraggeber schon vor der Modellierung klar definiert und gestellt werden. Für den Auftragnehmer ist es wichtig die spezifischen Anforderungen für das Bauvorhaben zu kennen. In der Praxis funktionieren die Vereinbarungen noch nicht einwandfrei, daher wird angeraten, nach gewissen Modellierungsabschnitten mit dem Auftraggeber Rücksprache zu halten, um spätere Unstimmigkeiten und Unzufriedenheiten mit dem Ergebnis zu vermeiden.

Basierend auf unterschiedliche existierende Richtlinien und Handreichungen zur Modellierung[89] sowie Ergebnisse aus Diskussionsrunden mit Teilnehmenden der BIM.Ruhr Arbeitsgruppe „Geodäsie – Bestandserfassung und Modellierung nach den Vorgaben von Auftraggeber*innen" wurden folgende Punkte als sinnvolle Bestandteile einer Modellierungsrichtlinie erachtet:

- Koordinatenursprung/Verortung und georeferenzierte Lage
- Projekteinheiten
- Modellierbasis/Grundlagendaten
- Modellierungssoftware/-werkzeuge
- Austauschformate
- Grundstück/Topographie
- Bauwerksstruktur/Gebäude & Geschosse
- Modellinhalte
- Detaillierung eines BIM-Modells
- Generalisiertes Modellieren
- Datenmanagement und Versionierungsstrategie
- Qualitätssicherung/-prüfung

88 Vgl. VDI 2552-4 (2018).

89 Vgl. planen-bauen 4.0 GmbH et al. (2020); Freistaat Sachsen (2020); VDI 2552-4 (2018); Bau- und Liegenschaftsbetrieb NRW (2019); Feller et al. (2020).

5.1 Koordinatenursprung/Verortung und georeferenzierte Lage

Das BIM-Modell muss sowohl durch eine genaue Lagebeschreibung als auch durch Information zu Bezugssystemen gekennzeichnet werden (Tabelle 7). Bei Hoch- und Ingenieurbauprojekten (Brücken) ist das in der Regel ein mathematisches, lokales Koordinatensystem (der Projektnullpunkt mit den Koordinaten x, y, z = 0,0,0) mit Referenz zum Projektursprung, welches Bezug zu der realen Geoposition enthält.[90] Das lokale System benötigt zwei Referenzpunkte oder einen Drehwinkel (gegen Nord). Bei langgestreckten Infrastrukturprojekten (z. B. Straßen, Autobahnen und Gleise) kann ein lokales Koordinatensystem nicht angewendet werden, da dies erhebliche Verzerrungen verursachen kann. Daher erfolgt die Modellierung dieser Bauwerke in geodätische Koordinatensysteme wie Landeskoordinatensytem oder im Koordinatensystem der Deutschen Bahn AG (DB_REFerenznetz (DB_REF)). Ein gemeinsames Koordinatensystem ist insbesondere bei mehreren Teilmodellen wichtig. Die Kenntlichmachung des Koordinatenursprungs je Teilmodell kann durch einen Koordinations- bzw. Nullpunktkörper erfolgen. Dieser kann als 3D-Einfügewürfel mit einer x, y und z-Achse und einer entsprechenden Georeferenzierung definiert werden. Die Hinterlegung der Herkunft der Daten zum Projektbasispunkt in jedem Teilmodell erfolgt durch das jeweilige Gewerk bzw. die Fachplanung. Außerdem ist es ratsam, bekannte Referenzpunkte in die Teilmodelle zu implementieren, vor allem im Infrastrukturbau. Dadurch kann die Lage einzelner Teilmodelle bei deren Zusammenführung unabhängig geprüft werden.

Tabelle 7: Koordinatenursprung am Beispiel des Hochbau-Pilotprojekts Aula des Alice-Salomon Berufskollegs in Bochum[91]

Koordinatensystem	*UTM-Koordinaten (ETRS89)*	*Zone 32-Nord (32U)*	
Höhensystem	*DHHN 16*	*Höhenstatus 170*	
Projektnullpunkt in Landeskoordinatensystem	**Ostwert/ Rechtswert [y]**	**Nordwert/ Hochwert [x]**	**Höhe [z]**
	377385.406	*5704593.104*	*119.000*

90 Vgl. Freistaat Sachsen (2020); planen-bauen 4.0 GmbH et al. (2020).
91 Eigene Darstellung.

5.2 Projekteinheiten

Hier werden alle im Modell verwendeten Einheiten tabellarisch aufgelistet (Tabelle 8).

Tabelle 8: Im Projekt verwendete Einheiten (beispielhaft)[92]

Projekteinheit	Einheit	Abk.
Höhe (NHN)	Meter	m
Länge	Meter	m
Fläche	Quadratmeter	m^2
Volumen	Kubikmeter	m^3
Winkel	Grad	°
Winkel (Geodäsie)	Gon	gon
Datum	Jahr-Monat-Tag	YYYY-MM-DD
Zeit	Stunden:Minuten:Sekunden, dezimale Bruchteile einer Sekunde	hh:mm:ss.f
Masse	Kilogramm	kg
Neigung	Grad	°
Straßengefälle	Prozent	%
Bahngefälle	Promille	‰
Temperatur	Grad Celsius	°C
Kosten/Währung	Euro	€
...	...	...

Aufgrund des potenziellen Bezugs zu Bergsenkungen (insbesondere im Ruhrgebiet), sollte der Höhenbezug (NHN) im Idealfall einen Zeitstempel erhalten. Bei Neigungen ist ein Böschungsverhältnis (von 1:1,5) zu nutzen.

92 Eigene Darstellung.

5.3 Modellierbasis/Grundlagendaten

Die Modellierbasis soll eine Auskunft darüber geben, welche Grundlagendaten für die Bestandsmodellierung zugrunde liegen. Dafür kommen sowohl originäre (z. B. Punktwolken aus TLS oder UAV) als auch sekundäre Daten (z. B. Bestands-, Leitungs- oder Sanierungspläne, Bauwerks- und Brückenbücher, statische Berechnungen, Skizzen sowie diverse Geobasisdaten (ALKIS, DWG, DGM, DOP, OSM, etc.)) in Frage. Zudem soll hier dokumentiert werden, wenn auf Basis einer Punktwolke modelliert wird, ob diese lokale (Maßstab 1) oder amtliche (ETRS89/UTM) Koordinaten aufweist. Da die gängigen BIM-Autorensoftwarelösungen auf das Modellieren in lokalen Koordinaten ausgelegt sind und unnötig lange Zahlenwerte die Performance erheblich einschränken, müssen in ETRS89 vorliegende Punktwolken vorprozessiert werden, indem die amtlichen Koordinaten „gekürzt" werden. Dies führt unausweichlich zu Abweichungen und Verzerrungen zwischen dem Modell und dem realen Bauobjekt[93], dies soll in Form von Metadaten im Modell dokumentiert werden. Zudem ist neben der Kürzung auch eine geeignete Maßstabsanpassung möglich, um die beschriebenen Abweichungen/Verzerrungen zu vermeiden.

5.4 Modellierungssoftware/-werkzeuge

Software und Werkzeuge, die für die Modellierung verwendet werden, sollen unter diesem Punkt gelistet werden. Da die Nutzung verschiedener Versionen gleicher Software zu Inkompatibilitäten führen kann (z. B. Fehler an Bauteilen bei IFC-Export der BIM-Modelle), muss auch die Softwareversion dringendst dokumentiert werden.

5.5 Austauschformate

Bei der Dokumentation der Austauschformate (im Sinne des Open BIM: IFC) muss die Version zwingend mitangegeben werden (z. B. IFC 2x3, IFC 4, etc.). Zusätzlich soll die Model View Definition (MVD), wie beispielsweise IFC 2x3 Coordination View 2.0, IFC 4 Design Transfer View, individuell angepasste MVD, etc., dokumentiert werden. Auf einen fehlerfreien Export im IFC-Format ist zu achten bzw. das Resultat muss auf Unstimmigkeiten geprüft werden, da ein fehler- und verlustfreier Austausch im IFC-Format zwischen verschiedenen Autorensoftwarelösungen zum aktuellen Zeitpunkt noch nicht reibungslos funktioniert.
Um sicher zu gehen, dass alle Details eines BIM-Modells geliefert werden, soll auch das native Format der Modellierungssoftware mitgeliefert werden. Dadurch geht der Ansatz des reinen Open BIM-Workflows zwar verloren, aber um die Datenvollständigkeit zu bewahren, ist diese Vorgehensweise ratsam. Zudem kommt es häufiger vor, dass das IFC-Format unterschiedlich in BIM-Viewern und CDE wiedergegeben wird. Die gesammelten Erfahrungen im Rahmen der BIM.Ruhr Pilotprojekte zeigen, dass dieselbe IFC-Datei (z. B. das BIM-Modell der Drewer Brücke) in BIM-Viewer (BIMvision) und in dem Viewer der im Projekt genutzten CDE (Dalux) nicht gleichaussehend visualisiert wird und gewisse Bauteile zum Teil gar nicht dargestellt werden (z. B. Brückenbögen in Dalux).

93 Vgl. Heunecke (2017).

5.6 Grundstück/Topographie

Wenn vom Auftraggeber gefördert, soll das zum Bauwerk gehörende Grundstück bzw. die Topographie modelliert und für den IFC-Export als ifcSite klassifiziert werden. Falls ein Grundstück aus mehreren Flurstücken besteht und sowohl das Grundstück als auch die Flurstücke modelliert werden sollen, können die zusätzlichen Elemente als ifcBuildingElementProxy klassifiziert werden, da nur eine ifcSite-Instanz pro Projekt (fehlerfrei) vorhanden sein kann.

5.7 Bauwerksstruktur/Gebäude & Geschosse

Hier soll die zu modellierende Struktur des jeweiligen Bauwerks angegeben werden. Je nach Bauwerksart – Hochbau, Tiefbau oder Infrastruktur – ist die Struktur zu spezifizieren. Die Gebäudegliederung und Zuordnung der Modellelemente im Hochbau (ifcBuilding) ist beispielsweise nach Konstruktionsebenen (z. B. UK RD = Unterkante Rohdecke, OK RD = Oberkante Rohdecke, OK FFB = Oberkante Fertigfußboden, etc.) und Geschossen zu strukturieren. Der Tiefbau (z. B. eine Brücke, IfcBridge) kann in Bauteilkomplexe unterteilt werden – wie Widerlager, Überbau, Brückenbögen, falls vorhanden, und Unterbau. Die Infrastruktur wird nach Schichtaufbau des Straßenkörpers strukturiert (ifcRoad).

Wenn gefordert, sind räumliche Strukturen wie Brutto-Grundflächen, Netto-Raumflächen sowie versiegelte Flächen als Raumobjekte zu differenzieren.

5.8 Modellinhalte

Alle Inhalte, die im BIM-Modell vorkommen (z. B. Bauteilfamilien, Bauteile, Durchbrüche (als Abzugskörper), Brandschutz, etc.), sollen aufgelistet werden. Die modellierten Bauteile sind zu klassifizieren, wünschenswert nach DIN 276 oder, wenn detaillierter gefordert, nach BKI-Klassifizierung. Für Mengen- und Massenermittlung sowie die Kostenplanung ist eine umfangreichere Attribuierung und ein detaillierterer Bauteilkatalog, z. B. mit Brandschutzqualitäten, hilfreich. Die Bauteile sind als dreidimensionale intelligente und, falls gefordert, parametrisierbare Objekte mit Attribuierung (z. B. Typ, Volumen, Material, etc.) sowie Metadaten (z. B. Datengrundlage, Genauigkeit, Modellierer (BIM-Autor), etc.) zu modellieren. Als intelligent werden Bauteile bezeichnet, wenn sie BIM-konform in einer BIM-fähigen Software als Bauteile, entweder unter Vorlage aus der Bauteilbibliothek oder als neu generierte Familie, modelliert worden sind. Allerdings können auch reine Volumenkörper in einer BIM-Software erstellt werden, z. B. mit dem Werkzeug „Projektkörper" in der Autorensoftware Revit. Auf diese Weise erstellte Modellelemente werden im Sinne eines BIM nicht als Bauteile erkannt und werden nicht bei automatisierten BIM-Analysen (z. B. Kollisionsprüfung, Bauteillisten, etc.) berücksichtigt. Des Weiteren ist auf Zuweisung der Bauteile zu korrekten Konstruktionsebenen zu achten. Bei der Modellierung der Bauteile ist ein lückenloser Anschluss an angrenzende Bauelemente wichtig. Ebenso sollen die einzelnen Schichten der Bauteile modelliert werden, falls gefordert, z. B. bei Wänden und Decken.

Je nach Software funktionieren „kombinierte Bauteile" als IFC-Dateien bei der Auswertung nicht. Beispielsweise werden die in der Autorensoftware modellierten und als IFC-Dateien exportierten mehrschichtigen Wände als solche nicht erkannt und die einzelnen Schichten dieser Wände müssen für die Weiterbenutzung erneut modelliert werden. Es wird daher empfohlen, vorab einen Testlauf mit einem einfachen Modell für den Datenaustausch durchzuführen.

Generell gilt es zu beachten, dass der Datenaustausch im IFC-Format bis dato mit einem gewissen Datenverlust behaftet ist. Wichtig ist, dass dies zur Kenntnis genommen und eine Vorgehensweise festgelegt wird, wie solche Fälle zu handhaben sind.

Es soll dokumentiert werden, ob für die Konstruktion der Bauteile Bauteilkataloge der Autorensoftware (z. B. von Revit: Architektur, TGA, Stahlbau, etc.) verwendet worden sind oder ob diese fallspezifisch als neue Bauteilfamilien konstruiert wurden. Im Fall der Neu-Generierung von Bauteilfamilien, soll auf die korrekte Bauteilklassifizierung zwingend geachtet werden. Ebenfalls sollten die Rechte bzw. die Eigentümerschaft der fallspezifisch generierten Bauteile festgehalten werden.

Wichtig ist zudem, die Dateigrößen der Modellinhalte so gering wie möglich zu halten, und nur die vom Auftraggeber geforderten Modellinhalte in ihrem jeweiligen Detaillierungsgrad darzustellen, damit die Gesamtgröße des Modells nicht durch unnötig komplexe Geometrie und Attribuierung der Bauteile Ausmaße einnimmt, welche die Nutzung des Modells verlangsamt und erschwert.

Die Information zum Material eines Bauteils zeigt exemplarisch den Mehrwert des BIM-Modells bezüglich der Nachhaltigkeit. Die Kenntnis über verbaute Materialien sowie deren Mengenanteil im Bauwerk ermöglicht ein transparentes und daher effizientes Materialienmanagement. Dadurch können vorhandene Baustoffe im Sinne eines klimagerechten Umgangs mit Ressourcen, sinnvoll wiederverwendet oder recycelt werden. Des Weiteren ermöglicht die Kenntnis über umwelt- und gesundheitsschädliche Baustoffe in älteren Bauwerken eine sachgerechte Entsorgung entsprechender, also belasteter Bauteile.

5.9 Detaillierung eines BIM-Modells

Der Detaillierungsgrad (engl. Level of Detail, kurz LOD) dient als Indikator für den AN, um die Kosten und den Aufwand für die Erstellung der geforderten Leistung abzuschätzen. Modelle werden immer 1:1 modelliert, bei der Verwendung von 2D-Plänen werden auch stets gewünschte Maßstäbe (bspw. 1:200 oder 1:20) verwendet, dabei sind der Aufwand und damit auch die Kosten für einen Plan mit dem Maßstab 1:20 bedeutend höher als für 2D-Pläne mit einem gröber gewählten Maßstab wie 1:200. Tabelle 9 zeigt die Beziehung zwischen dem Detaillierungsgrad und dem Planmaßstab auf.

Tabelle 9: Beziehung von LOD zu Maßstäben (Beispiel Hochbau)[94]

LOD	Planmaßstab
100	1:500 bis 1:200
200	1:200 bis 1:100
300	1:50 bis 1:20
≥400	≥ 1:20

Alle Bauteile sind so detailgetreu zu modellieren und attribuieren, wie mit dem Auftraggeber (gemäß AIA) vereinbart (LOIN nach DIN EN 17412, siehe Kapitel 2.5 Informationsbedarfstiefe). Kleinteilige Bauteile und spezifische Details (z. B. Schweiß- oder Schraubenverbindungen), sofern nicht zwingend für den Verwendungszweck des Modells benötigt und nicht mit dem Auftraggeber vereinbart, sind nicht zu modellieren.

Für die Festlegung des Detaillierungsgrades der zu modellierenden Bauteile, der sowohl die geometrische (engl. Level of Geometry, kurz LOG) als auch die alphanummerische Information (engl. Level of Information, kurz LOI) beinhaltet, soll die Richtlinie VDI 2552-4 als Hilfestellung verwendet werden (Tabelle 10).

Tabelle 10: Detaillierungs- bzw. Ausarbeitungsgrade (LOD)[95]

Ausarbeitungsgrad LOD	Beschreibung
LOD 100	Das Modellelement wird sehr vereinfacht mithilfe eines Symbols oder einer generischen Repräsentation dargestellt. Des Weiteren werden wesentliche Eigenschaften definiert, die für die Vorplanung (konzeptionelle Planung) erforderlich sind. (> bspw. Flächen, Längen, Lage, usw.)
LOD 200	Das Modellelement wird mit seiner ungefähren Position und Geometrie sowie wichtigen Eigenschaften angegeben. Ganz wesentlich sind Informationen zur Kostenberechnung, z. B. nach DIN 276. (> bspw. Dimension, Form, Menge, usw. [ungefähre Geometrie]).

94 Vgl. VDI 2552-4 (2018).

95 Vgl. VDI 2552-4 (2018); Bormann et al. (2019b).

Ausarbeitungsgrad LOD	Beschreibung
LOD 300	Das Modellelement wird mit seiner genauen Position und Geometrie für die Ausführungsplanung oder Werkplanung angegeben. Auf Basis dieses Modellelements kann die eigentliche Arbeitsvorbereitung erfolgen. In der Regel wird dieser Ausarbeitungsgrad auch für die Ermittlung der Mengen und das Aufstellen von Leistungsverzeichnissen verwendet.
LOD 400	Das Modellelement enthält alle geometrischen und alphanumerischen Informationen, die für die Erstellung oder den Umbau des Elements erforderlich sind. Hierzu gehören auch Montageanweisungen und die im Rahmen der Arbeitsvorbereitung spezifizierten Bauverfahren.
LOD 500	Das Modellelement repräsentiert das reale Element bezüglich Position und Geometrie. Des Weiteren werden Informationen zur Bauüberwachung und Dokumentation gespeichert.
LOD 600	Das Modellelement repräsentiert Informationen, die für das Facility-Management relevant sind. Gegebenenfalls kann der geometrische Detaillierungsgrad geringer sein als bei LOD 500.

Die beiden Informationsgruppen (LOI und LOG) korrelieren nicht unbedingt miteinander. Soll das Modell bspw. für Öffentlichkeitsarbeit oder Marketingzwecke eingesetzt werden, wird der LOG, also der geometrische Informationsgehalt, bereits in einem frühen Stadium detailliert ausgereift sein, wohingegen sich der alphanummerische Informationsgehalt erst im späteren Projektverlauf weiter entwickeln wird. Des Weiteren kann der Detaillierungsgrad auch fallspezifisch mit Zwischenwerten angegeben werden, z. B. mit LOD 250 für die LP3 nach HOAI-Leistungsphasen.

Typischerweise wächst insbesondere die geometrische Komplexität während der Ausführungsplanung stark an. Das gleiche Phänomen kann nochmals während der eigentlichen Ausführungsphase, also der Realisierung der Bauleistung in LPH 8 gemäß HOAI, verortet werden. Häufig erfolgt ein Abfall des LOG bei der Übergabe des Modells an den Betrieb, häufig erscheint es bedeutend praktischer, ein vereinfachtes Gebäudemodell im Betrieb zu verwenden, welches lediglich als Platzhalter für die ausschlaggebenden Objektinformationen dient.[96]

Anders als beim Neubau, erfordert die Bestandsmodellierung einen deutlich höheren zeitlichen Aufwand. Wenn originäre Daten als Modellierbasis vorliegen, kann oftmals nicht die gesamte Geometrie des Bauwerks lückenfrei erfasst werden (z. B., wenn Bauteile wie Widerlager einer Brücke teils vom Erdreich überlagert sind). In solchen Fällen können sekundäre

96 Vgl. https://plan.one/blog/lod-grundlagen/ (bisher gesamter LOD-Text).

Daten (z. B. Bauwerkspläne), falls vorhanden, eine Hilfestellung bieten. Die Attribuierung der durch Laserscanning erfassten Bauteile gestaltet sich noch schwieriger, da die Punktwolke nur geometrische Information liefern kann. Daher muss die Information über die Bauteile aus sekundären Daten, falls vorhanden, oder durch gemeinsame Begehung und Prüfung der Bauteile des zu modellierenden Bauwerks mit einem Experten beschaffen werden. Bei einer nicht Übereinstimmung der LOG und LOI für einen gemeinsamen LOD, kann ein Detaillierungsgrad mit einem + angegeben werden, z. B. LOD 200+, wenn LOG einem LOD 300 entspricht, der LOI aber nur einem LOD 200. Im Fall einer differenzierten Detaillierung beider LOD-Komponenten, soll der jeweilige Detaillierungsgrad zu jeder Komponente mit angegeben werden.

5.10 Generalisiertes Modellieren

Bauteile der Bestandsbauten weisen häufig keine graden und rechtwinkligen Formen und Strukturen auf. Eine realitätstreue Modellierung deformierter Bauteile sprengt allerdings in der Regel sowohl den finanziellen als auch den zeitlichen Rahmen. Daher erfolgt die Bestandsmodellierung häufig generalisiert. Der Generalisierungsgrad hängt maßgeblich von den Anforderungen des Auftraggebers und den geplanten Anwendungsfällen für das BIM-Modell ab. Im Fall einer generalisierten Modellierung muss den Bauteilen diese Information in Form von Metadaten mitgegeben werden.

Abgesehen davon gilt die Generalisierung auch beispielsweise für Fugen oder Toleranzen im Rohbau. Auch ist es nicht sinnvoll, für jede Steckdose einen Abzugskörper zu modellieren. Wichtig ist es, mit dem AG über den Generalisierungsgrad klar zu kommunizieren und die Vereinbarungen zu dokumentieren.

5.11 Datenmanagement und Versionierungsstrategie

Eine eindeutige und einheitliche Benennung von Bauteilen und Attributen ist erforderlich, eine Doppelnennung ist zu vermeiden. Das BIM-Modell ist zudem in regelmäßigen Abständen fortschreitend als eine neue Version (gleichbleibende Benennung, aktuelles Datum) zu speichern. Dadurch wird der temporäre Vergleich und der archivierte Modellzustand gewährleistet.

5.12 Qualitätssicherung/-prüfung

Nach der Fertigstellung des BIM-Modells soll dieses einer Qualitätskontrolle unterzogen werden. Die Prüfung der modellierten Bauwerke kann zum einem manuell-visuell auf Unregelmäßigkeiten, Elementdopplung, ungeplanten Lücken und sonstige offensichtliche Fehler und zum anderen automatisiert auf Kollisionen der Bauteile nach vordefinierten Prüfkriterien und Überschneidungstoleranzen erfolgen. Dabei wird zwischen soft und hard clashes (weiche und harte Zusammenstöße) unterschieden. Bei den hard clashes handelt es sich um offensichtliche „physische" Zusammenstöße mehrerer Modellelemente. Als soft clashes werden i. d. R. Freihalteräume/Aussparungen bezeichnet. Diese Kollisionen sind tolerierbar und werden, nach Prüfung durch BIM-Autor oder BIM-Koordinator, freigegeben.

Die Überprüfung der Übereinstimmung zwischen dem BIM-Bestandsmodell und der Punktwolke kann beispielsweise mit Cloud Compare oder Cintoo durchgeführt werden. Für eine Kollisionsprüfung kann entweder die für die Modellierung genutzte Autorensoftware (z. B. Revit) oder umfangreiche Projekt-/Modellüberprüfungssoftware zur Qualitätssicherung wie Navisworks und Solibri eingesetzt werden.

Um eine fortlaufende Qualitätssicherung bei einem Bestandsmodell zu gewährleisten, ist es wichtig, dieses schon während der Modellierungsphase regelmäßig auf Genauigkeit durch die Prüfung der Übereinstimmung der Punktwolke und der modellierten Bauelemente in verschiedenen, möglichst unterschiedlichen Ansichten zu prüfen.

Der geometrische Genauigkeitsgrad (LOA = Level of Accuracy, nach USIBD[97]) kann fünf Genauigkeitsstufen (LOA 10-50) zugeordnet werden, die sich an der DIN 18710 orientieren (Tabelle 11).

Tabelle 11: Geometrische Genauigkeitsgrade (LOA) nach USIBD

Level	Oberer Bereich	Unterer Bereich
LOA10	Nutzerdefiniert	5 cm*
LOA20	5 cm*	15 mm*
LOA30	15 mm*	5 cm*
LOA40	5 mm*	1 cm*
LOA50	1 mm*	0*

* angegeben bei einem Konfidenzniveau von 95 %

Dabei ist zwischen der gemessenen (Punktwolke) und der repräsentierten (Modell) Genauigkeit zu unterscheiden. Weiterhin wird zwischen relativer und absoluter Genauigkeit differenziert.

97 Vgl. U.S. Institute of Building Documentation (USIBD) (2019).

6 Kommunale Rahmenbedingungen

6 Kommunale Rahmenbedingungen

In diesem Abschnitt des Leitfadens werden die kommunalen Rahmenbedingungen beleuchtet und die daraus entstehenden Herausforderungen bei der BIM-Einführung in öffentlichen Verwaltungen thematisiert. Darüber hinaus werden direkt mögliche Lösungswege aufgezeigt, mit denen sich die im Zuge der Herausforderungen zu erwartenden Probleme umgangen oder zumindest minimiert werden können.[98]

6.1 Herausforderungen bei der Einführung der BIM-Methodik

Die BIM-basierte Arbeitsmethodik bringt einige Herausforderungen mit sich, die sich in zahlreichen Interviews und interdisziplinären Arbeitsgruppensitzungen mit KMU sowie Vertretern der öffentlichen Hand herauskristallisiert haben, welche nun im Zuge dieses Leitfadens thematisiert werden. Auf Grundlage dessen hat das BIM.Ruhr Forschungsprojekt einige Handlungsempfehlungen erarbeitet, die nun innerhalb des Leitfadens ausgesprochen werden, um einen möglichst reibungslosen Einführungsprozess zu garantieren. Dieses Kapitel befasst sich daher mit den erkannten Herausforderungen, die bei der Einführung der BIM-Methodik zu erwarten sind. Dabei wird insbesondere Bezug auf die Problematiken, die explizit die Kommunen betreffen genommen. Zunächst werden die verschiedenen Herausforderungsebenen beschrieben. Im Anschluss daran werden die allgemeinen Probleme, die bei der BIM-Implementierung auftreten sowie schließlich die explizit kommunalen Herausforderungen sukzessive dargestellt. Außerdem werden auch hier schon mögliche Optionen zur Bewältigung dieser Herausforderungen formuliert, die im späteren Verlauf auch praktisch angewandt werden.

6.1.1 BIM-Herausforderungsebenen

Das Ausmaß der Herausforderungen ist von Kommune zu Kommune und von Unternehmen zu Unternehmen sehr unterschiedlich. Während es für alle BIM-Interessierten übergeordnete Herausforderungen zu meistern gilt, stehen Kommunen vor einer Vielzahl weiterer Hürden, die es bei der Einführung von BIM zu überwinden gilt. Genau auf diese kommunalspezifischen Schwierigkeiten möchte dieses Kapitel eingehen, mit dem Ziel, BIM-interessierten Kommunen die Möglichkeit zu geben, sich frühzeitig mit ihnen auseinanderzusetzen. Das Thema BIM-Herausforderungen ist komplex, da es nicht nur in allgemeine und kommunale Herausforderungen unterschieden werden kann, sondern auch je nach Intensität der Anwendung von BIM divergiert. Denn je tiefer sich mit der BIM-Methode auseinandergesetzt wird, d. h., je mehr Anwendungsfälle umgesetzt werden, desto vielfältiger und prägnanter können die Herausforderungen sein, die es zu meistern gilt. Die Herausforderungen lassen sich daher nicht nur auf Basis der Körperschaft, d. h. der verschiedenen Kommunen oder Unternehmen, sondern auch vor allem auf Basis des Fortschritts des jeweiligen BIM-Grads in der Körperschaft bestimmen.

Aus den genannten Gründen hat sich das Projekt BIM.Ruhr dazu entschlossen, mit dem vorliegenden Leitfaden und den erläuterten und vorgestellten Handreichungen an einem Punkt zu beginnen, der alle Anwender der BIM-Methodik einbezieht. Ausschlaggebend dafür ist, dass die meisten Kommunen im mittleren Ruhrgebiet am Anfang der BIM-Einführung stehen. Ein Ziel des vorliegenden Leitfadens ist es also einen leichten Einstieg in die BIM-Methodik zu ermöglichen, sodass auch anfängliche Herausforderungen nicht als unüberwindbar angesehen werden und der Einstieg so barrierearm wie möglich gestaltet wird.
Die aufgezählten Eigenschaften führen dazu, dass sich die auftretenden Hindernisse in drei BIM-Herausforderungsebenen einteilen lassen, die in Abbildung 14 (Seite 86) dargestellt sind.

98 Vgl. Straßenmeyer (2022).

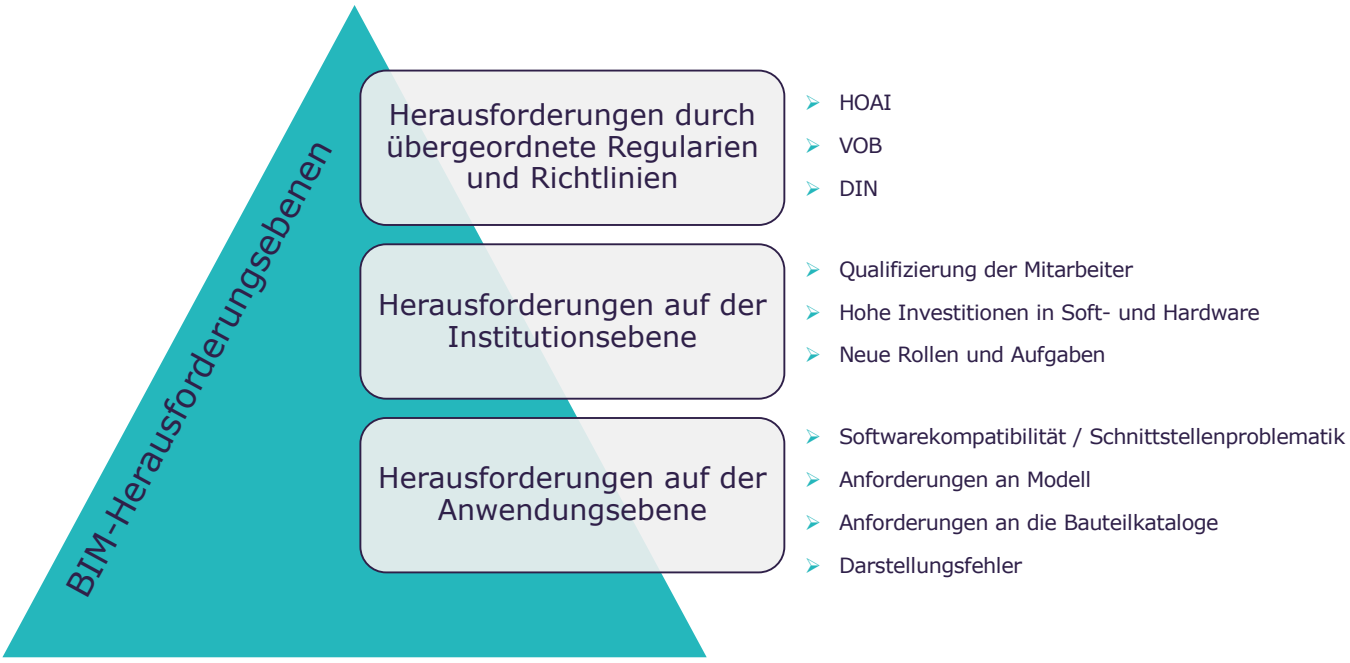


Abbildung 14: Allgemeine Herausforderungsebenen[99]

Übergeordnete Regularien und Richtlinien
Die Spitze der Herausforderungspyramide mit ihren verschiedenen Ebenen bilden die übergeordneten Regularien und Richtlinien. Diese umfasst die bisher bestehenden Regularien und Richtlinien wie die der Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI), der Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen (VOB) aber auch weitere Vorgaben, die sich explizit auf die Implementierung und Umsetzung von BIM beziehen und daher unverzichtbar sind. Dies sind in erster Linie Vorgaben aus Normungen, Standards, Richtlinien und weiteren Handreichungen. Die komplexe Normungsarbeit, die auf dieser Ebene stattfindet, bringt neue, digitalisierte Prozesse mit den konventionellen Abläufen in der Baubranche in Einklang respektive gleicht die veralteten Prozesse der neuen Realität an. An dieser Stelle sind die entsprechenden Normungsarbeiten für BIM jedoch noch nicht abgeschlossen, sodass die komplexen Prozessabläufe noch nicht hinreichend und vollständig unter Einbeziehung aller Bauwerkstypen und Lebenszyklusphasen beschrieben werden. Insbesondere bei der Verwendung von BIM im Betrieb besteht ein ausgeprägter Nachholbedarf, da sich die bisherigen Arbeiten und Veröffentlichungen in den meisten Fällen auf die Planung fokussieren.

Deshalb leistet die kontinuierliche Arbeit der DIN, des VDI und von BIM Deutschland zusammen mit buildingSMART einen wichtigen Beitrag, um diese Lücke zu schließen.[100]

Eine weitere Herausforderung, die sich über die Neuentwicklung von Normungen, Richtlinien und Regularien ergibt, ist die Novellierung bestehender Vorgaben. Dabei spielt insbesondere die Anpassung der HOAI mit ihren Leistungsbildern bezüglich der einzelnen Fachdisziplinen an die neue Arbeitsmethodik

99 Eigene Darstellung.

100 Vgl. DIN e.V. (2021), S. 3.

eine ausschlaggebende Rolle. Bisher wurde hier noch keine vollumfängliche Anpassung vorgenommen, die in den kommenden Jahren jedoch umgesetzt werden muss. Denn einige Arbeitsschritte innerhalb der BIM-Methodik unterscheiden sich erheblich von der Vorgehensweise der konventionellen Bauabwicklung, sodass die altbewährten Leistungsbilder und die dazugehörigen Prozedere nicht mehr reibungslos angewendet werden können. Im Umkehrschluss bedeutet dies, dass die aufgezählten Regularien und Richtlinien an die Arbeitsmethodik Building Information Modeling assimiliert werden müssen, um eine störungsfreie Projektabwicklung gewährleisten zu können. Dies kann jedoch nur nach einschlägiger Praxiserfahrung innerhalb der jeweiligen Gewerke erarbeitet werden, damit die Novellierungen der konventionellen Leistungsbilder auch wirklich BIM-tauglich werden.

Institutionsebene

Eine Ebene darunter, auf der Ebene der jeweiligen Institution (Unternehmen oder Kommune), finden sich weitere Herausforderungen. Unter der Voraussetzung, dass alle relevanten Normen und Richtlinien etc. für die vorgesehenen Anwendungen der BIM-Methodik vorhanden und verstanden sind, folgt als nächster Schritt die interne Umsetzung. Hierbei spielen insbesondere die Qualifizierung und das Mitwirken der Mitarbeiter eine ausschlaggebende Rolle. Hinzu kommen die teilweise hohen Investitionskosten für Hard- sowie Softwareprodukte, die stark variieren können, abhängig davon, wie ausgeprägt die bereits vorhandene Ausstattung der Institution ist. Wie eklatant die Herausforderung ist, wird dabei von der Ausgeprägtheit der Digitalisierung der internen Prozesse beeinflusst. Denn je weiter diese vorangeschritten ist, desto leichter erfolgt der Wandel von den konventionellen Prozessen hin zu den BIM-basierten Strukturen.

Zuzüglich zu den neuen Softwarelösungen und dem benötigten Verständnis sowie das Mitwirken der Mitarbeiter müssen auch neue Rollenbilder mit abgewandelten Aufgaben und Verantwortlichkeiten an die bestehenden Strukturen assimiliert bzw. integriert werden. Hauptbestandteil der Übersetzung der konventionellen Rollen zu den BIM-Rollen bilden vor allem Schulungen, die zusätzlich zu den definierten Regularien und Richtlinien benötigt werden, um den Ansprüchen der neuen Rollenbilder zu genügen.

Anwendungsebene

Bei der untersten Herausforderungsebene handelt es sich um die anwendungsorientierten Herausforderungen, die sich bei der praktischen Anwendung und Umsetzung von BIM-Prozessen ergeben können. Dies betrifft sowohl Softwarehersteller, die sich mit Software- und Schnittstellenproblemen auseinandersetzen müssen, als auch die Auftraggeber von BIM-Projekten, die in der Lage sein müssen, adäquate Anforderungen an die Modelle und den Informationsaustausch zu formulieren. Daher muss ein sinnvolles und zielführendes Anforderungsportfolio an die jeweiligen Modelle erstellt werden, das insbesondere das Ziel verfolgt, eine frühe Leistungsanforderung festzulegen, damit eine bessere Spezifikation und die genau richtige Menge an Informationen bereitgestellt wird.[100] Darüber hinaus ergeben sich aber auch häufige Anfälligkeiten der BIM-Modelle hinsichtlich jeglicher Darstellungsfehler, die zu Hindernissen führen, die nur durch viel „Learning-by-Doing" ausgemerzt werden können.

Aber auch die Auftragnehmer, ob Vermesser, Planer oder Bauunternehmer, werden immer wieder mit Herausforderungen bei der Anwendung von BIM konfrontiert. Gerade die Bauausführenden stehen derzeit noch vor den größten Herausforderungen, da die BIM-Methode in der Anwendung noch am wenigstens erprobt ist.

101 Vgl. DIN EN ISO 19650-1 (2019), S. 23; Boulte et al. (2019), S. 13.

6.1.2 Grundlegende Herausforderungen der BIM-Methodik

Die Herausforderungen und Aufgaben, die bei der Einführung von BIM in der öffentlichen Hand sowie Unternehmen bewältigt werden müssen, sind vielfältig und komplex. Die Abbildung 15 ermöglicht einen ersten groben Überblick über einige der größten Herausforderungen, die bei der Implementierung von BIM zu beachten sind. Der Fokus liegt dabei deutlich auf der differenzierten Darstellung von explizit kommunalen Herausforderungen, welche auch einige allgemeine Herausforderungen einbindet.

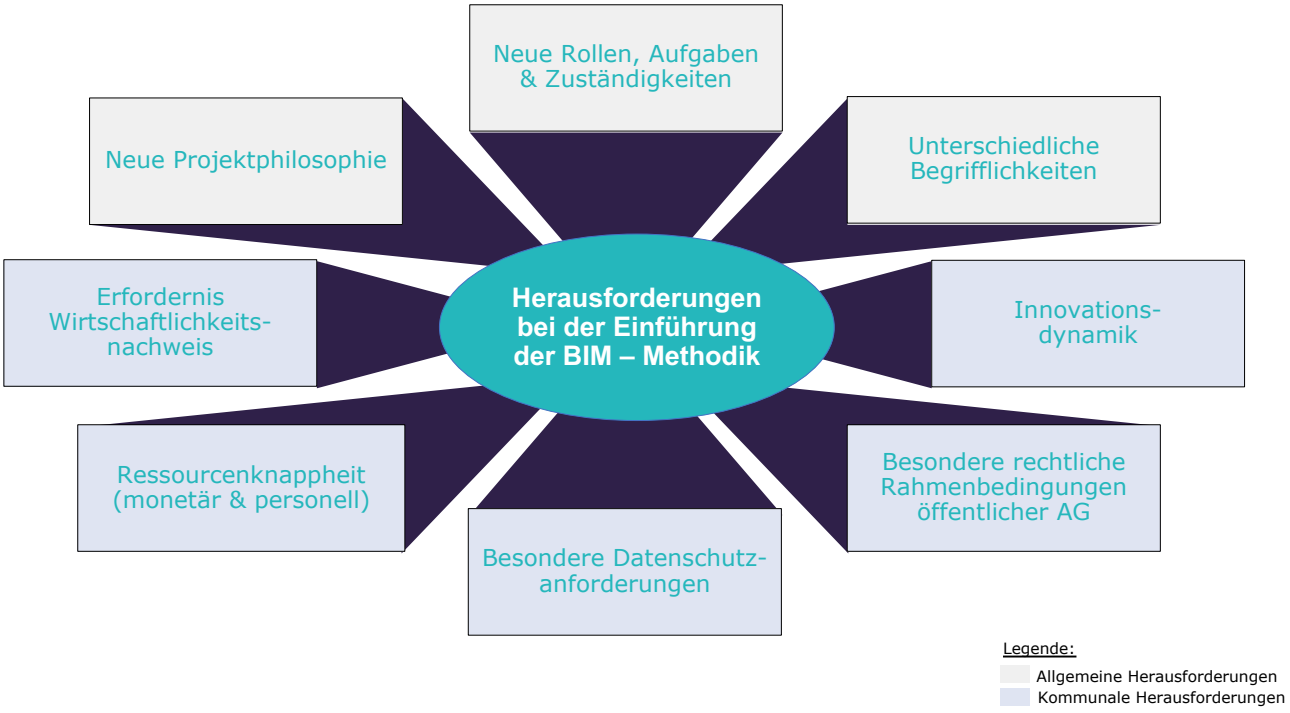


Abbildung 15: Differenzierte Übersicht der Herausforderungen bei der Einführung der BIM-Methodik[102]

Eine der grundlegendsten Herausforderungen liegt in der Frage, wie der optimale Start bei der Einführung der BIM-Methode gelingen kann. Hierbei existieren verschiedene Ansätze, in die diverse Umstände einfließen, welche Berücksichtigung finden müssen. Zu diesen Umständen gehören beispielsweise die bestehenden Vorkenntnisse, der Stand der Digitalisierung der Institution (z. B. Kommune), die zur Verfügung stehenden finanziellen Mittel. Entscheidend ist also, die Abweichungen zwischen den konventionellen und den neuartigen BIM-basierten Arbeitsprozessen zu erfassen.

Neue Rollen, Aufgaben und Zuständigkeiten

Die BIM-Methodik stellt eine komplexe Arbeitsmethode dar, welche den gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks begleitet, weswegen es insbesondere darum geht, dass die neuen Aufgaben und Zuständigkeiten ermittelt und effizient zugeteilt werden. Daraus resultiert eine unausweichliche Anpassung der Rollenbilder sowie ein Hervorbringen gewisser neuer Rollen, wie dem BIM-Manager und dem BIM-Koordinator. Dieser Einflussfaktor der Neueinführung und Anpassung der Rollen, Aufgaben und Verantwortlichkeiten erweist sich nicht nur als Herausforderung in sich,

102 Eigene Darstellung.

sondern beeinflusst maßgeblich auch eine der größten kommunalen Herausforderungen: die vorherrschende Ressourcenknappheit. Diese explizit kommunale Herausforderung wird noch im Laufe dieses Kapitels nähergehend erläutert, nachdem zuerst auf die allgemeinen Herausforderungen, die nicht ausschließlich die Kommunen, sondern auch Unternehmen aus der Wirtschaft betreffen, eingegangen wurde. Darüber hinaus wird die Rollenthematik einen ausschlaggebenden Faktor des Leitfadens darstellen, der unter dem Kapitel 2.7 „Changemanagement: Rollenübersetzung und Prozessoptimierung im kommunalen Kontext" detailliert aufgegriffen und zudem eine Empfehlung ausgesprochen wird, wie mit den Neuerungen bestmöglich umgegangen werden kann.

Neue Begrifflichkeiten

Ein weiterer Faktor, den es zu überwinden gilt, ist eine Reihe neuer Begrifflichkeiten, welche mit der BIM-Methodik einhergehen und immer wieder in Normen, Richtlinien oder der Fachliteratur benannt werden. Häufig vorkommende Begriffe und Abkürzungen sind dabei beispielsweise die Auftraggeber-Informationsanforderungen (AIA) oder der BIM-Abwicklungsplan (BAP), die Common Data Environment (CDE) sowie Model View Definition (MVD) aber auch das Level of Development / Level of Detail (LOD) oder auch Level of Information Need (LOIN, in Deutsch: Informationsbedarfstiefe). Dieses Ausmaß an neuen Terminologien kann bei erster Betrachtung durchaus etwas einschüchternd wirken und zu einem erhöhten Hindernis bei der Arbeit mit BIM führen, weswegen sie ebenfalls eine ausgeprägte Herausforderung für das Baugewerbe darstellen.

Die Schriftenreihe der VDI 2552 stellt hierzu bereits ein gutes Unterstützungsangebot bereit, indem sie innerhalb ihres Blatt 2 eine große Anzahl der neuen Terminologien vorstellt und ausreichend erläutert. Darüber hinaus kann dieser Herausforderung projektintern mit Hilfe eines Begriffs- und Abkürzungsglossars (siehe auch Anhang 1) innerhalb der vertragsrelevanten AIA entgegengewirkt werden. Denn mit dieser Vorkehrung sind alle Projektbeteiligten gleichermaßen auf die neuartigen Begrifflichkeiten und den dazugehörigen Abkürzungen vorbereitet, was ein einheitliches Verständnis sowie die Verwendung innerhalb des Projekts gewährleistet.

Neue Projektphilosophie

Die Anwendung der BIM-Methodik erfordert ein umfassendes Umdenken in der Baubranche, weshalb Changemanagement-Prozesse für die Implementierung von BIM unerlässlich sind. Denn BIM basiert nicht nur auf der Einhaltung der Normen, Richtlinien und Standards, sondern vor allem auch auf einer offenen und kollaborativen Arbeitsweise sowie einem transparenten Informationsaustausch zwischen allen Projektbeteiligten durch die Verwendung einer gemeinsamen Datenumgebung (CDE). Diese erhöhte Transparenz sowie die gesteigerte Zusammenarbeit zwischen den Projektbeteiligten fördern maßgeblich den Übergang hin zu einer erneuerten Projektphilosophie.

Insbesondere das Lean-Management, mit der effektiven und effizienten Realisierung der Wertschöpfungskette einer Institution, spielt bei der Umgestaltung der Projektphilosophie eine entscheidende Rolle. Dabei wird der Fokus auf die Bereiche der Kundenorientierung sowie der Nachhaltigkeit, d. h. der Schonung der Ressourcen einer Kommune, gelegt.

Der Zusammenhang des LEAN-Managements und BIM wurde auch auf der BIM World 2022 in München innerhalb eines Vortrags der pde Integrale Planung mit dem Titel „BIM und LEAN als strategische Erfolgsfaktoren in Großprojekten" von Clemens Neubauer und Oliver Philips stark thematisiert.

6.1.3 Kommunale BIM-Herausforderungen

Aus den zahlreichen Interviews, die im Rahmen des Forschungsprojekts BIM.Ruhr mit verschiedenen Kommunen aus NRW, sowie explizit aus dem Mittleren Ruhrgebiet, geführt wurden, kann generell festgehalten werden, dass keine Kommune der anderen gleicht. Ihre Organisationsstrukturen sind oft verschieden, sodass wenige Fachbereiche oder Dezernate miteinander identisch sind. Dies gilt sowohl für den personellen als auch monetären Faktor der eine Kommune bestimmt ebenso wie für den Faktor der Schnittstellenproblematik.

Diese Heterogenität stellt zum einen eine der größten Hindernisse bei der Erstellung eines Leitfadens für Kommunen dar und ist zum anderen eine große Herausforderung für die Kommunen selbst: Aufgrund der stark variierenden Strukturen, ist das Übertragen einer kommunalen Struktur auf alle kommunalen Verwaltungen nur begrenzt möglich. Dieser Umstand erschwert den Aneignungsprozess der hiesigen Kommunen, da ein Lernen von- und miteinander nur bedingt möglich ist. Aus diesem Grund verfolgt der vorliegende Leitfaden die Strategie möglichst viele Abweichungen abzudecken und jeder Kommune in gewisser Weise eine Hilfestellung zu bieten. Darüber hinaus wird ein Lösungsansatz entwickelt, der den Lernprozess von- und miteinander vereinfacht und dadurch eine Entspannung bei der Einführung von BIM in den Kommunen bieten soll.

Besondere rechtliche Rahmenbedingungen öffentlicher Auftraggeber

Eine weitere beachtenswerte Herausforderung der nordrhein-westfälischen Kommunen liegt in der Einhaltung der VOB/A, wobei das Erfordernis des Wirtschaftlichkeitsnachweises der Vergabe von Planungs- und Bauleistungen und die notwendige Produktneutralität entscheidende Faktoren darstellen. Darüber hinaus müssen die Kommunen datenschutzrechtliche Anforderungen erfüllen.

Erfordernis Wirtschaftlichkeitsnachweis

Die zwingende Berücksichtigung der VOB/A der öffentlichen Auftraggeber beinhaltet das Gebot der wirtschaftlichsten Auftragsvergabe (§ 2 EU Absatz 1 VOB/A, Nr. 1). Die Kommunen bzw. alle öffentlichen Auftraggeber sind stets dazu verpflichtet, dem wirtschaftlichsten (nicht dem preisgünstigsten) Angebot den Zuschlag zu erteilen.[103]

Aus iterativen Arbeitsgruppensitzungen, die innerhalb des Abwicklungszeitraums des BIM.Ruhr Projekts durchgeführt wurden, leitet sich ab, dass die BIM-basierte Projekte derzeit ein Vielfaches an Aufwand und zusätzlicher Zeit gegenüber der konventionellen Methode erfordern. Eine Verpflichtung, die BIM-Methode bei der Ausschreibung von öffentlichen Projekten vorzusehen, würde den Kommunen den Rückhalt bieten, neues Personal dafür zu generieren und die Pflicht auferlegen, sich mit der Methode auseinanderzusetzen.

Produktneutralität

Der offene Datenaustausch, das sogenannte Open BIM, gewinnt vor allem für öffentliche Auftraggeber zunehmend an Bedeutung. Aufgrund der Einschränkung, dass ihre Ausschreibungen stets einen offenen Wettbewerb (§ 2 EU Absatz 1 VOB/A, Nr. 2) gewährleisten und lancieren sollen, also unter anderem die so genannte Produktneutralität sichern müssen, sind sie auf den offenen Datenaustauschstandard angewiesen. Denn aufgrund der Gebundenheit an die VOB/A darf „bei der Vergabe von Bauleistungen [darf] kein Unternehmen diskriminiert werden".[104] Gemäß dieser Devise kann das Datenaustauschformat Closed BIM, welches sich lediglich auf die Verwendung von Softwareprodukten eines bestimmten Herstellers und des jeweiligen proprietären Formats bezieht, bei Ausschreibungen für die öffentliche Hand nicht verwendet werden.

---

103 Vgl. Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie (2019), S. 1.
104 § 2 EU Absatz 2 VOB/A (2019).

Gerade diese Thematik führt zu einer ausgesprochenen Diskrepanz: Denn der Open BIM-Standard ermöglicht zwar, dass einzelne KMU nicht von der Ausschreibung direkt ausgeschlossen werden respektive enorme Ressourcen aufbringen müssen, um wettbewerbsfähig zu bleiben und an der Ausschreibung teilnehmen zu können. Sie ist allerdings auch der Auslöser, insbesondere in der Einführungsphase von BIM, für eine erschwerte und komplexere Kollaboration zwischen allen Projektbeteiligten.

Auf der BIM World 2022 wurde außerdem auf die Problematik des führenden Datenaustauschformats IFC hinsichtlich der Open BIM-Methode hingewiesen, denn diese ist im Infrastrukturbereich noch nicht zertifiziert und noch nicht ausreichend getestet.

Besondere Datenschutzanforderungen und Datensicherheit

Kommunen und öffentliche Auftraggeber stehen zudem vor besonderen Herausforderungen im Bereich der Datenschutzanforderungen und der Datensicherheit, da sich auch hier speziell kommunale Anforderungen ergeben.

Während viele Unternehmen beispielsweise frei wählen können, welche Softwarelösungen für ihre internen Prozesse zur Anwendung kommen sollen, haben Kommunen mitunter strenge Richtlinien, um die Datensicherheit zu garantieren. Cloud-Diensten oder auch CDE-Lösungen, deren Server sich nicht in einem EU-Land befinden, stehen viele IT-Fachbereiche der Kommunen skeptisch gegenüber und sollen von den meisten Kommunen nicht verwendet werden, wodurch die Auswahl und Nutzung von etablierten und gut funktionierenden Softwarelösungen erheblich eingeschränkt wird. Außerdem ist der Beschaffungsprozess einer solchen Software langwieriger, da verschiedene Genehmigungsstufen und -prozesse eingehalten werden müssen.

Ressourcenknappheit

Entscheidendster Faktor und Schlüssel zur Einführung von BIM ist die Bewältigung und die Handhabung der vorherrschenden Ressourcenknappheit innerhalb der öffentlichen Verwaltungen. Diese begrenzt sich nicht nur auf die personellen Engpässe, sondern auch auf den monetären Handlungsspielraum der Kommunen.

Gemäß den Erkenntnissen aus den Interviews und Diskussionen im Rahmen dieses Forschungsprojekts, basiert der monetäre Handlungsspielraum bzw. das Baukostenvolumen der jeweiligen Städte für den Bausektor im Wesentlichen auf die Dichte der ansässigen Unternehmen im Stadt- bzw. Kreisgebiet. Die Gewerbesteuereinnahmen werden unter anderem von den Kommunen für die Straßenerneuerungen im Stadtgebiet verwendet. Aus diesen Einnahmen und Zuweisungen des Landes finanzieren die Kommunen die Straßenerneuerungsmaßnahmen als Ganzes oder zumindest die notwendigen Eigenanteile. Zur Refinanzierung von Straßenbaumaßnahmen stehen nordrheinwestfälischen Kommunen Fördermittel und Beiträge nach Kommunalabgabengesetz (KAG) zur Verfügung. Daraus ergibt sich die Problematik, dass es bei einem zu geringen Eigenmittelvolumen zu einer maßgeblichen Einschränkung beim Gestaltungsspielraum der kommunalen Verwaltungen führt. BIM-basiertes Planen und Bauen erfordert zunächst höhere Planungs- und Baukosten. Daher ist es zwingend erforderlich, dass die Mehrkosten von den Zuwendungsgebern anerkannt werden und folglich BIM-Projekte besonders gefördert werden, um BIM-basiertes Planen und Bauen innerhalb der Kommunen nicht aufgrund der monetären Ressourcenknappheit und -einschränkung restringieren, sondern durch spezielle Förderanreize die Einführung von BIM zu beschleunigen. Hier wäre erstrebenswert, dass auch das für BIM zusätzliche

Personal in den Kommunen mit gefördert wird. Ansonsten kann die Einführung auf Grund des mangelnden BIM-spezifischen Know-hows zum derzeitigen Zeitpunkt nicht problemlos realisiert werden.

Zudem hat der Mangel an personellen Ressourcen einen erheblichen Einfluss auf die Einführung von BIM in den Kommunen. Dabei spielt der akute Fachkräftemangel eine große Rolle. Dieser wird zusätzlich auch stetig durch den altersbedingten Ressourcenschwund verstärkt. Bereits 2009 prognostizierte die Robert Bosch Stiftung, dass der Anteil der 55-Jährigen zunehmen und in Zukunft einen federführenden Anteil der Erwerbstätigen ausmachen wird.[105]

Wird ein direkter Vergleich hinsichtlich der Altersstruktur und dem damit einhergehenden Ressourcenschwund zwischen den öffentlichen Auftraggebern und der Privatwirtschaft angestrebt, so kann festgehalten werden, dass der Anteil der Beschäftigten im Alter von 55 Jahren und älter in Bezug auf den gesamten Personalbestand im öffentlichen Dienst fast doppelt so hoch wie im privaten Sektor ist.[106] Dieser beschriebene Alterungsprozess betrifft somit insbesondere den öffentlichen Dienst, weswegen in den vergangenen Jahren die Befürchtung zunimmt, dass angesichts der hohen Rentenabgänge der geburtenreichen Jahrgänge in den kommenden Jahren und des dazu noch weiter steigenden Wettbewerbs um die Fachkräfte, die vollumfängliche Betriebsfähigkeit der öffentlich Hand gefährdet ist.[107]

Hinzu kommt, dass die Ressourcenknappheit weiterhin durch den Umstand verstärkt wird, dass selbst wenn ausreichend Personal eingestellt wird, die fehlenden Personalqualifikationen für die Anwendung der BIM-Methodik aufgrund der neuen Rollen, Aufgaben und Verantwortlichkeiten nur mittels Schulungen und Weiterbildungen ausgeräumt werden kann. Vorerst sollen die meisten der hiesigen Kommunen jedoch auch mit dem bereits bestehenden Personal bei der BIM-Einführung auskommen. Hier besteht bisher keine ausgeprägte Bereitschaft neue Arbeitsstellen zu schaffen, sondern die vorhandenen Stellen sollen, neben ihrem normalen Arbeitsalltag, mittels von Schulungen und Weiterbildungen auf die BIM-Implementierung vorbereitet werden.

Die ausgeprägte Personalknappheit und der daraus resultierende Zeitmangel führen außerdem dazu, dass viele Projekte bzw. Teile von Projekten an externe Dienstleister vergeben werden. Dabei wird als häufigste Vergabeform (im Hochbau) die Einzelvergabe gewählt, sodass eine ausgeprägte und effektive Kollaboration die Erfolgsgarantie bildet.[108]

Innovationsdynamik

Ferner muss die Innovationsdynamik in den jeweiligen Kommunen ausgeprägt vorhanden sein, denn die Einführung von BIM kann nur dann gelingen, wenn der Wille und die Unterstützung der Führungsebene bzw. des Managements existent sind. Erst dann wird der Einführungsprozess vorangebracht und der Mehrwert der BIM-Methode erkannt. Diese Thematik wurde mehrfach in den Interviews sowie in weiteren Arbeitsgruppensitzungen und Diskussionsrunden hervorgehoben, und als wichtiger, ausschlaggebender Punkt deklariert, ohne den die BIM-Einführung nicht effektiv gestaltet werden kann.

Der Optimalfall wäre darüber hinaus eine ausgeprägte Unterstützung durch die Politik in Form einer Verpflichtung der BIM-Anwendung sowie der zur Verfügungstellung von Orientierungshilfen in Form von Leitfäden oder ähnlichem. Beispiele dafür sind die im vergangenen Jahr erschienenen Masterpläne der Bundesfernstraße und der Bundesbauten. Aber auch diese Dokumente sowie die im Rahmen des BIM.Ruhr Projekts veröffentlichten Arbeitsdokumente zu den Themenkomplexen AIA, BAP und der Informationsanforderungskatalog sollen eine unterstützende Funktion für die Kommunen bei der BIM-Einführung einnehmen.

105 Vgl. Robert Bosch Stiftung (2009), S. 13.
106 Vgl. Robert Bosch Stiftung (2009), S. 38.
107 Vgl. Geißler und Niemann (2017), S. 50.
108 Vgl. Meins-Becker und Kaufhold (2022).

6.2 Warum BIM bisher nicht funktioniert

Die Fragestellung „Wieso BIM bisher nicht funktioniert?" stellt einen großen Diskussionspunkt bei der Einführung der neuen Arbeitsmethodik in die hiesige Baubranche dar. Dieses Kapitel befasst sich daher mit den vorherrschenden Meinungen bezüglich der BIM-Methodik, die während der KMU-Umfrage des BIM.Ruhr Forschungsprojekts von den Vertretern der freien Wirtschaft angegeben wurden.

„Die BIM-Methodik ist für unser Unternehmen irrelevant, da die Nachfrage seitens des Auftraggebers sowie der bisherige Verbreitungsgrad zu gering ist, sodass ein Angebots-Nachfrage-Defizit vorhanden ist."

Diese Erkenntnis wird weiter unterstützt durch die Tatsache, dass der Großteil der Befragten die Meinung vertritt, dass „Öffentliche Auftraggeber […] nicht auf die Einführung der BIM-Methodik vorbereitet [sind]." sowie durch die Ergebnisse der Status quo Umfrage des Forschungsprojekts „Digitalisierung und BIM in der kommunalen Bauverwaltung und der kommunalen Gebäudewirtschaft in Nordrhein-Westfalen" in der lediglich 17 % der befragten Kommunen angaben, dass sie die BIM-Methodik im Detail kennen. Über ein Viertel der befragten Kommunen gaben sogar an, dass Ihnen die BIM-Methodik überhaupt nicht bekannt ist, und der übrige Teil kennt sich auf diesem Gebiet nur oberflächlich aus.[109]

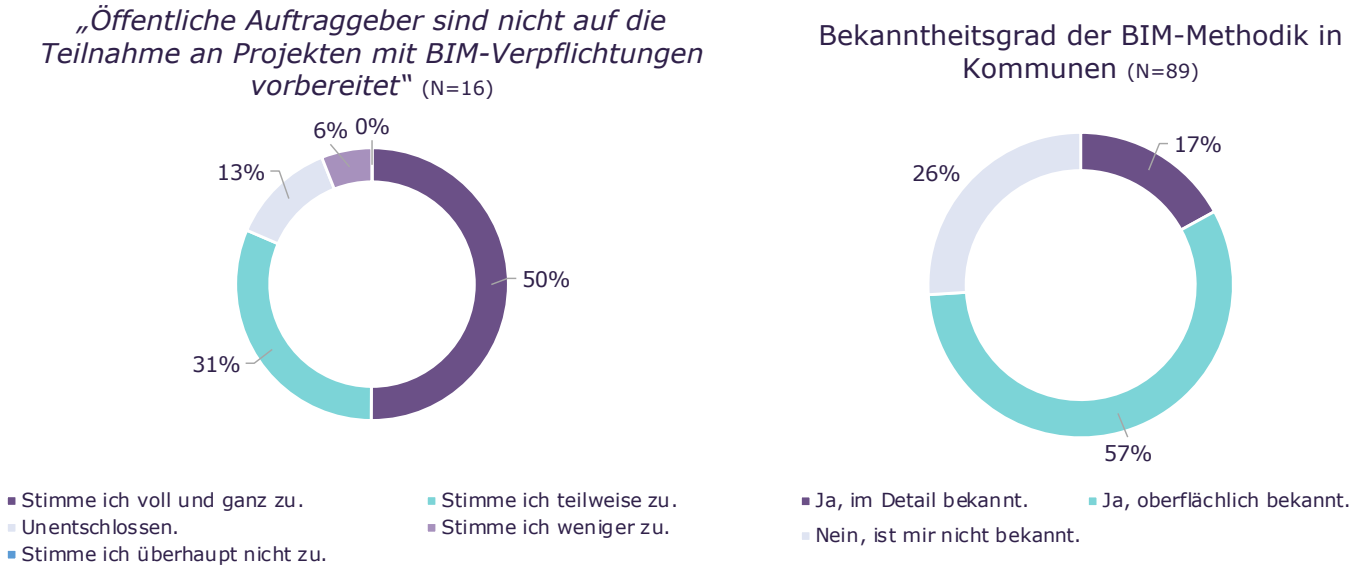


Abbildung 16: Ergebnisse der Status quo Umfrage zu BIM in kommunalen Verwaltungen in NRW[110]

109 Vgl. Meins-Becker und Kaufhold (2022), S. 15.
110 In Anlehnung an Meins-Becker und Kaufhold (2022), modifiziert.

Diesem Defizit kann nur entgegengewirkt werden, indem gewisse Hilfestellungen den Kommunen als auch den KMU entgegengebracht werden. Daher sind auch die allgemein gewünschten Hilfestellungen zur Verbesserung der Arbeit mit der BIM-Methodik als auch die Einführung von BIM in KMU sehr eindeutig ausgefallen.

Die Mehrheit der Befragten, die aktuell noch nicht mit BIM arbeiten und somit noch am Anfang der Umstrukturierung des gesamten Projektabwicklungsprozesses stehen, wünschen sich Leitfäden speziell auf die Anforderungen und Bedürfnisse der KMU zugeschnitten sowie gut dokumentierte Pilotprojekte, die eine Orientierungshilfe bei der Umsetzung von BIM an ersten eigenen Projekten darstellen. Darüber hinaus visieren sie eine festdefinierte und ausformulierte Hilfestellung für die Einführung von BIM in ihrem Unternehmen an.

„Der Aufwand der Einführung von BIM in unserem Unternehmen übersteigt den Nutzen."

Zusätzlich zu einer angemessenen Hilfestellung muss noch ein großes Maß an Überzeugungsarbeit bei einer großen Anzahl der KMU geleistet werden. Denn bei mehr als der Hälfte der Vertreter ist das Bewusstsein für die BIM-basierte Arbeitsmethodik noch nicht gefestigt, denn sie vertreten die Auffassung, dass der Aufwand den Nutzen der Methode übersteigen könnte. Dabei sind sie allerdings nicht der Meinung, dass die BIM-Einführung die Mitarbeiter überlasten würde, sondern die Relevanz und die hervorstechenden Vorteile von BIM explizit formuliert und herausgestellt werden müssen, sodass ein allgemeines Bewusstsein für die BIM-basierte Arbeitsmethodik etabliert wird. Zu schaffen ist dies mit einer, wie im vorigen Kapitel schon erwähnt, ausgeprägten Innovationsdynamik, die bisher im ausreichenden Maße noch nicht existiert. Dies wurde durch die zahlreichen Interviews sowie den kommunalen Arbeitsgruppensitzungen ersichtlich und wird darüber hinaus durch die Erkenntnis aus der Status quo Umfrage gefestigt. Denn durch diese wird evident, dass die Förderung der BIM-Implementierung lediglich ein Bruchteil (15 %) von den politischen und übergeordneten Entscheidungsträgern übernommen wird.[111] Dies muss in den kommenden Jahren bedeutend ausgeweitet werden, sodass ein organisationsübergreifender Einführungsprozess stattfinden kann, die vorhandenen Ressourcen gebündelt dafür eingesetzt werden können und die Motivation und das Bewusstsein der Vertreter der kommunalen Bauverwaltungen für die neue Arbeitsmethodik geschaffen wird.

Darüber hinaus muss auf Grundlage dessen, genauso wie im vorigen Abschnitt schon erläutert, eine explizite und beispielbezogene Hilfestellung zur Orientierung der einzelnen KMU definiert werden, um so dem Angebotsdefizit entgegenwirken zu können. Hier kann aufgrund der regen Beteiligung und der umfassenden Teilnehmerzahl im BIM.Ruhr Netzwerk eine positive Tendenz verzeichnet werden. Insbesondere im Vergleich zur im Jahr 2020 durchgeführten Status quo Umfrage der Bergischen Universität Wuppertal ergab sich, dass sich damals lediglich 5 % der befragten Kommunen an der Erstellung einer Handlungsempfehlung explizit für die kommunale Bauverwaltung beteiligen möchten. 25 % gaben in diesem Zuge sogar an, sich nicht beteiligen zu wollen und die übrigen 70 % enthielten sich.[112]

111 Vgl. Meins-Becker und Kaufhold (2022), S. 16.
112 Vgl. Meins-Becker und Kaufhold (2022), S. 20.

6.3 Ausblick: BIM-Implementierung bei öffentlichen Auftraggebern

Zwar gibt es eine Reihe von kommunalen Herausforderungen, die öffentliche Auftraggeber zusätzlich zu den generellen Problematiken bewältigen müssen, jedoch lassen sich viele davon mit präventiven Maßnahmen gut meistern. So kann beispielsweise die Schwierigkeit der durchgängigen Terminologie mit Hilfe eines projektinternen Glossars in den AIA festgehalten werden, sodass für alle Projektbeteiligten eine einheitliche Basis geschaffen wird und bei Unklarheiten immer die Möglichkeit des Nachschlagens besteht. Darüber hinaus muss die obere Ebene einer jeden Institution den Willen haben, der neuen Innovation BIM zu folgen und diese in den üblichen Arbeitsalltag zu implementieren. Denn nur in diesem Fall besteht die bedingungslose Unterstützung, die benötigt wird, um alle Arbeitsprozesse und Strukturen hinsichtlich der Verteilung der Rollen, Aufgaben und Verantwortlichkeiten effektiv zu implementieren. Speziell die Grundvoraussetzung, die uneingeschränkte und transparente Kollaboration, muss bei der BIM-Einführung Berücksichtigung finden. Dies geschieht durch die Integration einer CDE-Lösung in das allgemeine Projektgeschehen sowie durch die Orientierung an den Ansätzen des Lean-Managements. Darüber hinaus basiert die kollaborative und transparente Zusammenarbeit auf Normen und Standards, die die Basis für ein digitales Modell bilden und die Zusammenarbeit der einzelnen Mitarbeiter optimieren soll. Einzig die Herausforderung der Ressourcenknappheit gehört nicht zu den Problematiken denen leicht entgegengewirkt werden kann, weswegen sie auch die anspruchsvollste sowie weitreichendste Herausforderung der Kommunen darstellt.

Zu Beginn des umfangreichen Implementierungsprozesses müssen daher die in diesem Kapitel beschriebenen Herausforderungen und kommunalen Rahmenbedingungen in den Mittelpunkt gestellt und sukzessive angegangen werden. Erst dann kann sich dem weiteren BIM-Einführungsprozess, wie dem Einsatz von BIM im Betrieb oder für die Nachhaltigkeit, gewidmet werden. Vor allem für die Kommunen ist dies von entscheidender Bedeutung, da öffentliche Auftraggeber eine hohe Bewirtschaftungsquote aufweisen, die einen sehr komplexen und umfangreichen Aufgabenbereich verkörpern, welcher durch den effizienten Einsatz von BIM deutlich erleichtert werden kann.

7 Erfahrungen mit Pilotprojekten

7 Erfahrungen mit Pilotprojekten

Im Rahmen des Kooperationsprojekts BIM.Ruhr wurden drei Pilotprojekte für das modellhafte Erproben der BIM-Methode bedient:

- Brücke Bielefelder Straße inklusive Straßenabschnitt in Herne (Brückenbau und Infrastruktur)
- Drewer Brücke in Marl (Brückenbau)
- Aula des Alice-Salomon-Berufskollegs in Bochum (Hochbau)

Bei allen drei Bauobjekten handelt es sich um Bestandsbauten, die eine Sanierung erfahren oder so marode sind, dass im Anschluss an die Bestandsaufnahme ein Ersatzneubau geplant und umgesetzt wird, wodurch sie sich hervorragend für Erfahrungsagglomeration bezüglich BIM im Bestand eigneten.

Zu den Hauptmaßnahmen der Modellierung für die Pilotprojekte gehörten die Bestandserfassung und die Bestandsmodellierung auf Basis von Messungen und heterogenen Bestandsdaten. Der generelle Arbeitsablauf der Bestandsmodellierung wurde in fünf Stationen eingeteilt (Abbildung 17). Die erste Station wird durch das Bestandsbauwerk selbst gekennzeichnet.

Die zweite Station stellt die Anforderungen an das Modell bzw. an die Bauteile dar, da i. d. R. nicht alle Bauteile mit gleicher Genauigkeit modelliert werden sollen (Tabelle 13). Hierbei wurde mit dem jeweiligen Auftraggeber das Ziel der Anwendung des BIM-Modells geklärt, wodurch die differenziellen Anforderungen, bezüglich der geometrischen und alphanummerischen Detaillierung, an die Bauteile in den BIM-Modellen spezifiziert werden konnten. Die dritte Station in dem Prozess der Bestandsmodellierung symbolisiert die Grundlagendaten (originäre und sekundäre), die für die Modellierung verwendet wurden. Die vierte Station wird durch die Modellierung selbst repräsentiert. Die fünfte und letzte Station der Bestandsmodellierung ist durch das BIM-Modell, unter Beachtung des exportierten IFC-Modells im Sinne des Open BIM, vertreten. Das BIM-Modell besteht sowohl aus geometrischen als auch aus alphanummerischen Informationen, zudem sind die Bauteile durch Metadaten zu Datenherkunft, Modellierung und deren Qualität angereichert. Außerdem weist die Abbildung auf die generalisierte Modellierung hin, die zu einem Standardverfahren in der Bestandsmodellierung gehört (vergleiche Stationen „Bestand“ und „BIM [IFC])“.

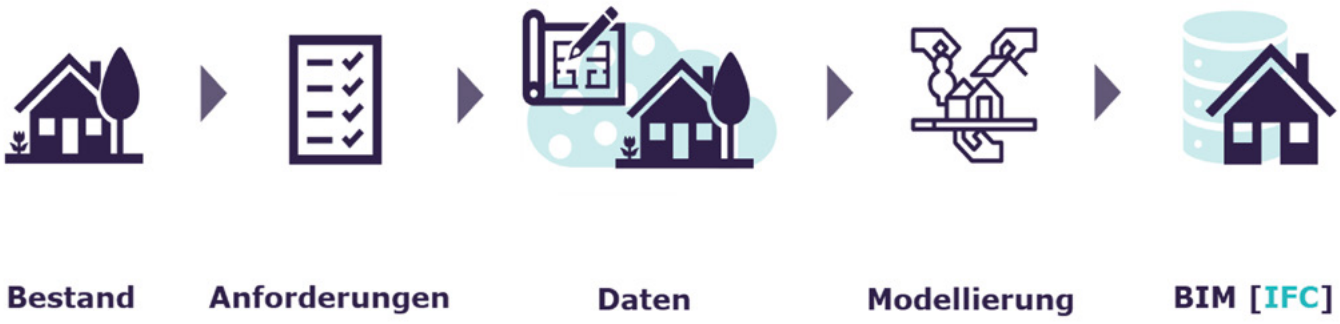


Abbildung 17: Genereller Arbeitsablauf der Bestandsmodellierung[113]

113 In Anlehnung an Rauh (2020), S. 13, modifiziert.

Die heterogene Landschaft der Grundlagendaten für die Bestandsmodellierung der Pilotprojekte bot sich hervorragend an, um Erfahrungen in Bezug auf die Ableitung von relevanten Metadaten hinsichtlich Qualität und Herkunft dieser Daten zu sammeln sowie um geeignete Vorgehensweise zu entwickeln, wie diese Information in die Bestandsmodelle integriert werden können. Durch die Analyse vorhandener Grundlagendaten hinsichtlich potenziell essenzieller Metadaten zur Integration in die BIM-Modelle, um deren Wertigkeit zu steigern sowie einen transparenten Datenfluss für weitere Anwendungsfälle (z. B. BIM im Betrieb) zu sichern, wurde eine Auswahl geeigneter Metadaten getroffen. Zusätzlich wurde die Metadatenthematik in der Arbeitsgruppe Geodäsie diskutiert, worauf Empfehlungen und Anregungen der Arbeitsgruppenmitglieder berücksichtigt wurden. Folgende Metadaten-Parameter wurden im VERM-Metadaten-Katalog (VERM = Vermessung / vermessungstechnisch) aufgenommen (beispielhafte Beschreibung und Visualisierung hierzu ist im Kapitel 7.2.2 „Bestandsmodellierung" der Drewer Brücke dargestellt) und in die BIM-Modelle integriert:

- [Daten] Quelle – z. B. PW aus TLS oder UAV, Bestandsdaten, etc.
- [Daten] Annahme – wenn die Position des Bauteils aufgrund fehlender Datengrundlage nur angenommen werden kann
- [Daten] Datum – Datenerfassung oder Plananfertigung = Zeitstempel
- [Daten] Messgenauigkeit – Abgeschätzte Messunsicherheit der Daten (Normalfall: Standardabweichung; in Sonderfällen unter Parameter „Kommentar" zu vermerken)
- [Daten] Autor
- [Modell] Abweichung (Typ) – zwischen dem Modell und der Datengrundlage für die gesamte Bauteilklasse
- [Modell] Abweichung (Exemplar) – des einzelnen Bauteilexemplars (z. B. einer speziellen Wand)
- [Modell] Autor
- Kommentar – zusätzliche Information, die wichtig im Modell mitzuführen ist wie beispielsweise der Name und sonstige Metadaten der zugrundeliegenden Punktwolke; Problematik bei der Objekterfassung (z. B. eingeschränkter Zugang, Hindernis aufgrund der Vegetation, etc).

Sie decken damit die Bereiche der Datenherkunft, Modellierung und deren Qualität ab. Abgesehen von den zu den Modellelementen gehörenden Metadaten im Bestandsmodell, wurde im Rahmen des Projekts auch ein Punktwolken-Metadatenblatt (PW-Metadatenblatt) entwickelt. Die Notwendigkeit eines solchen Dokuments zeigte sich nach der Sichtung unterschiedlicher Punktwolken für die Pilotprojekte. Das PW-Metadatenblatt ist in drei übergeordnete Abschnitte gegliedert: Basis-, Bearbeitungs- und Zusatzdaten (Tabelle 12).

Tabelle 12: PW-Metadatenblatt – beispielhaft ausgefüllt anhand der PW der Drewer Brücke, generiert durch RTC360[114]

Basisdaten	
Name der PW:	20201118_DB_TLS_Leica.e57
Erfasstes Objekt:	Drewer Brücke
Datenformat der PW:	E57
Erfasst durch:	...
Erfasst am:	18.11.2020
Erfasst mit:	Laserscanner Leica RTC360
Punktauflösung:	Unterhalb der Brücke hohe Auflösung; Rest mittlere Auflösung
Weitere Einstellparameter:	VIS
Einfärbung:	☒ Ja (= RGB/kolorierte PW) ☐ Nein (= intensitätsgefärbte/„schwarz-weiß"-PW)
Koordinatenursprung + Orientierung der PW:	Lokales Koordinatensystem mittels Tachymeter
Ansprechpartner für die Daten:	...
Bearbeitungsdaten	
PW bereits bearbeitet?	☐ Nein (= unbearbeitete Roh-Daten) ☒ Registriert ☒ Zugeschnitten ☒ Ausgedünnt (Subsampling) ☒ Weiteres: Störpixel entfernt
Bearbeitet durch:	...

114 Eigene Darstellung.

Bearbeitungsdaten	
Falls die PW registriert wurde: … Mit welcher Software? … Registrierungsprotokoll vorhanden? … Name des Registrierung-sprotokolls:	Leica Cyclone ☒ Ja ☐ Nein Drewer_Bruecke.txt
Falls die PW zugeschnitten wurde: …Was zeigt der Zuschnitt?	Brücke + ca. 20m der Umgebung
Falls die PW ausgedünnt wurde: … Wie?	Brücke Ausdünnung 1mm; Restlicher Bereich (Gehweg, Böschungen, etc.) 5mm
Zusatzdaten	
Fotodokumentation vorhanden?	☒ Ja ☐ Nein
Wurden auch Zielzeichen erfasst?	☐ Ja, mit Eignung zur Georeferenzierung (= sind in einem übergeordneten System bekannt) ☒ Ja, aber nur zur Registrierung ☐ Nein
Liste weiterer hinzugefügter Dokumente:	· Messskizze_Unten_Westen.pdf · Messskizze_Unten_Osten.pdf · Messskizze_Oben_Westen.pdf · Messskizze_Oben_Osten.pdf · Kafka_Ausgleichung_Lage.txt · Kafka_Ausgleichung_Hoehe.txt
Kommentare:	Bei der Entfernung der Störpixel wurden Bereiche des Asphalts mit Entfernt

7.1 Brücken- und Infrastrukturbau: Brücke Bielefelder Straße in Herne (Ersatzneubau)

7.1.1 Allgemeine Projektbeschreibung

Bei diesem Pilotprojekt handelt es sich um eine Plattenbrücke von 1916, die über eine Gleisanlage der Wanne-Herner Eisenbahn führt (Abbildung 18). Bei der Brücke handelt es sich um eine kleine Autobrücke mit Maßen von ca. 11 m Länge und 13,5 m Breite, die aus Walzträgern aus Bimsbeton besteht (Abbildung 19 und Abbildung 20). Aufgrund ihres schlechten Allgemeinzustands, der bei der letzten Prüfung im Jahr 2016 festgestellt wurde, wird die Brücke vollumfänglich abgerissen und ein Ersatzneubau wird geplant und umgesetzt.

Abbildung 18: Lokalisierung Pilotprojekt (Straße + Brücke)[115]

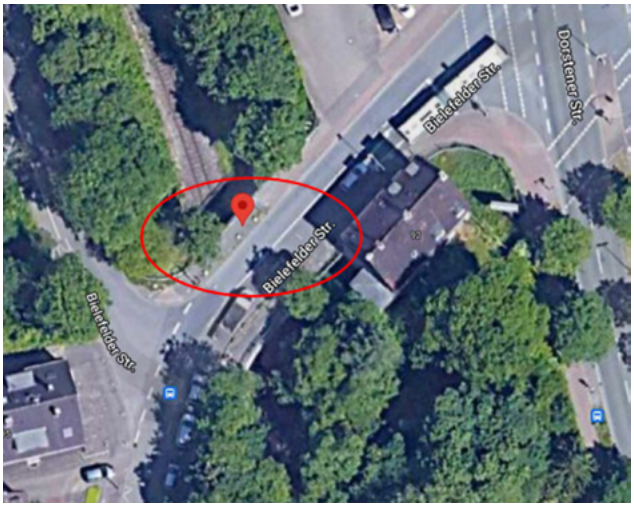


Abbildung 19: Lokalisierung Brücke Bielefelder Straße[116]

Abbildung 20: Foto Brücke Bielefelder Straße[117]

115 Google Maps.
116 Google Maps.
117 Eigene Aufnahme.

Des Weiteren soll bei diesem Pilotprojekt auch die Bielefelder Straße, einschließlich der Kreuzung mit der Dorstener Straße erneuert und leistungsfähiger gestaltet werden. Bei dem etwa einen Kilometer langen Straßenabschnitt soll die Fahrbahn komplett erneuert werden.

Bei der Straße handelt es sich um eine hoch frequentierte Verkehrsader, auf der zwei Buslinien (390 und NE34) in regelmäßigen Abständen in der gesamten Woche fahren, sodass hier bei der Bauphase für eine Umleitung der öffentlichen Verkehrsmittel gesorgt werden muss. Darüber hinaus wird in der Nähe des Bauvorhabens ein neues Gebiet erschlossen, weswegen prognostiziert wird, dass das Verkehrsaufkommen hier in den kommenden Jahren noch weiter zunehmen wird.

7.1.2 Vorgehensweise bei der Abwicklung des Pilotprojekts

Die Stadt Herne, explizit der Fachbereich 63, haben als erstes BIM-Pilotprojekt das Projekt „Brücke Bielefelder Straße" ausgewählt. Der Fokus bei der ersten Abwicklung eines BIM-Projekts lag direkt zu Beginn des BIM.Ruhr Forschungsprojekts auf den folgenden Schwerpunkten:

1. Modellierung des Pilotprojekts bis zum Erhalt eines Bestandsmodells,
   a. Generierung eines präzisen Aufmaßes
   b. Erleichterung der Informationssuche durch Speicherung in ein und demselben Modell
2. Nachhaltigkeit, Verfolgung des Cradle-to-Cradle Ansatzes,
3. Schaffung von BIM-Kompetenzen bei allen Beteiligten.

Daher verfolgte die Kommune auch insbesondere die Umsetzung der folgenden vier Anwendungsfälle, welche im Laufe der Planung und Ausführung erfüllt werden sollen. Baubeginn ist ab 2024 angestrebt und das Projekt soll 2026 fertiggestellt werden.

Zum aktuellen Zeitpunkt befindet sich das Projekt in einer europaweiten Ausschreibung, welche ca. 5-6 Monate in Anspruch nehmen wird. Zu den gewünschten BIM-Anwendungen gehören:

1. Bestandsmodellierung auf der Grundlage von vermessungstechnischen Verfahren wie Scans und aus vorhandenen 2D-Plänen und Nachweisen (AWF 9),
2. Visualisierung (AWF 3),
3. Mengenermittlung (AWF 21),
4. Kostenmanagement (AWF 22).

Informationsanforderungen wurden bei diesem Projekt nicht definiert, da wie auch schon im Hauptteil des Leitfadens beschrieben, dies zwar zu einer Prozessoptimierung beiträgt, jedoch erst ab einem Zeitpunkt, in dem der Einführungsprozess der BIM-Methodik bereits abgeschlossen ist und schon einige Erfahrungen mit der Abwicklung von BIM-Projekten gemacht wurden. Dasselbe gilt für die Definition des Level of Information Need, kurz LOIN genannt. Auch dies ist als Prozessoptimierung anzusehen und kann zu Beginn der Implementierung von BIM in einer Institution nicht empfohlen werden.

Als Best-Practice-Beispiel wird auf der kommenden Seite für einen Anwendungsfall und ein Bauteil in Bezug auf das hier vorliegende Pilotprojekt eine LOIN-Tabelle ausgefüllt (Tabelle 13). An dieser kann sich zu einem fortgeschrittenen Zeitpunkt orientiert werden, wenn schon einige eigenständige Erfahrungen mit der neuen Arbeitsmethodik gesammelt wurden.

Die untenstehende ausgefüllte LOIN-Tabelle ist dabei nur als Beispiel anzusehen, um eine Orientierungshilfe zu bieten. Aufgrund der zeitlichen Komponente der Pilotprojekte sowie des BIM.Ruhr Forschungsprojekts laufen die Pilotprojekte dem Forschungsprojekt hinterher, sodass es nur möglich war, eine Bestandsmodellierung der jeweiligen Pilotprojekte anzufertigen.

Tabelle 13: Beispielhaft ausgefüllte LOIN-Tabelle[118]

Meilenstein der Informationsbereitstellung:	Bestand
Anwendungsziel (AWF):	(Modellbasierte) Visualisierung
Akteur:	Vermessungs- und Katasteramt (BIM.Ruhr: HS BO)

Objekt:	Verbauten:
1. LOG:	**Geometrische Informationen**
a. Detaillierung:	LOD 300
b. Genauigkeit:	Projektspezifische Toleranz
c. Dimensionalität:	3D: Körper, Volumen
d. Lage:	Absolut: *Bezogen auf einen Referenzpunkt (bspw. Koordinatenursprung)*
e. Darstellung:	Symbolisch
f. Parametrisches Verhalten:	explizit: *Definition der Form als Außenmaßdarstellung (Eckpunkte, Kanten, Flächen), die keine Änderung der Form durch andere Parameter zulassen*
2. LOG:	**Alphanumerische Informationen**
a. Identifizierung:	Fahrbahnplatte
b. Informationsgehalt:	· Name · Breite, Höhe, Tiefe
3. Dokumentation:	
a. Satz Dokumente:	Dokumente verschiedener Arten: · Spezifikationen · Fotos · Handskizzen (z. B. Baustellenskizzen)

118 Eigene Darstellung.

Für die Abwicklung des Pilotprojekts „Brücke Bielefelder Straße" wurde das BIM-Management extern hinzugekauft. Der BIM-Manager tritt somit als externer Bauherrenvertreter auf, der dadurch einer gesonderten Beauftragung bedingt.

Leistungen externer BIM-Manager werden derzeit durch verschiedene Unternehmen auf dem Markt angeboten.

Die interne Abwicklung bzw. die externe Vergabe verhält sich zwischen dem Straßenbauwerken und den Brückenbauwerken verschieden. Bei dem Straßenbauprojekt wird die Stadt erst ab der Leistungsphase 6 eigenständig tätig, die gesamte Planung wird aus personellem Ressourcenmangel extern vergeben. Hinsichtlich der Brücke verhält es sich anders: Hier wird ab der Leistungsphase 1 selbstständig geplant, da eine höhere Dichte der personellen Besetzung zu verzeichnen ist. Lediglich sehr umfangreiche und große Brückenbauprojekte werden extern an entsprechende Experten vergeben, die sich ausschließlich mit Brückenbauprojekten beschäftigen und sich somit den einzelnen Brücken intensiver widmen können als es die Mitarbeiter der öffentlichen Verwaltung könnten.

Zukünftig strebt die Stadt Herne die Einführung einer festen Arbeitsgruppe an, hier werden zwei unserer Netzwerkmitglieder ein fester Bestandteil sein. Damit orientiert sich die Stadt Herne an unserer Empfehlung aus dem Kapitel 2.7. Auch die Einführung eines BIM-Multiplikators erachtet die Stadt als sehr sinnvoll und wird diesen, bei entsprechender Möglichkeit, mit in ihre kommunale Verwaltung integrieren.

7.1.3 Bestandsmodellierung

Als Grundlage für die Modellierung der Brücke Bielefelder Straße und des Straßenknotenpunkts dienten sowohl originäre (Punktwolke) als auch sekundäre (Bestandspläne) Daten. Der Brückenbestand wurde mittels terrestrischem Laserscanner (TLS) Trimble-X7 durch den Projektpartner Kreis Recklinghausen sowie mittels TLS Zoller + Fröhlich Imager 5016 durch die Stadt Herne erfasst (Abbildung 21). Aufgrund der besseren Vorregistrierung (durch zusätzlich verbauten GPS-Sensoren) und einer höheren Messgenauigkeit des Zoller + Fröhlich Imager 5016 wurde die hiermit generierte Punktwolke als Grundlage für die Bestandsmodellierung der Brücke verwendet.

Abbildung 21: Punktwolke des Gesamtareals „Brücke und Straße" des TLS Trimble-X7 mit in orange-weiß gekennzeichneten Scannerstandorten (links) und Punktwolke des TLS Zoller + Fröhlich Imager 5016 der Nahansicht der Brücke[119]

119 Eigene Darstellung.

Die Modellierung des Brückenbauwerks erfolgte mit der Autorensoftware Revit von Autodesk. Da Revit den Fokus auf die Modellierung im Hochbau legt, beinhaltet der Bauteilkatalog der Autorensoftware keine spezifischen Brückenbauteile. Diese wurden daher speziell für die Brücke Bielefelder Straße als neue Bauteilfamilien konstruiert. Für die Modellierung des Straßenabschnitts wurde die CAD-Software Civil 3D, ebenfalls aus dem Hause Autodesk, die spezifisch für Infrastrukturprojekte ausgelegt ist, eingesetzt. Die Abbildung 22 veranschaulicht die Fusion des Straßenkörpers und des Brückenbauwerks.

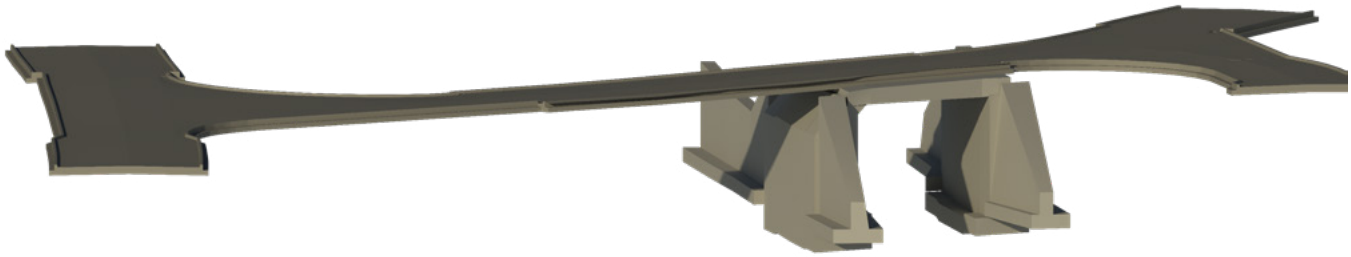


Abbildung 22: BIM-Modell des Brückenbauwerks und des Straßenabschnitts des Pilotprojekts „Brücke Bielefelder Straße“[120]

7.2 Brückenbau: Drewer Brücke in Marl, Kreis Recklinghausen (Sanierung)

7.2.1 Allgemeine Projektbeschreibung

Dieses Pilotprojekt deckt abermals die Projektart „Brücke“ (Ingenieurbauwerk) im Forschungsprojekt BIM.Ruhr ab. Es handelt sich hierbei um eine Bogenbrücke mit abgehängter Fahrbahn für PKW und LKW (Metro Logistics Halle in unmittelbarer Nähe) aus dem Jahr 1970, die über den Wesel-Datteln-Kanal in Marl verläuft (Abbildung 23). Ihre Maße belaufen sich auf eine Länge von ca. 63 m und einer Breite von 14 m. Im Zuge einer regelmäßigen Prüfung des Bauwerks, wurde auch hier 2019 ein schlechter Allgemeinzustand diagnostiziert, sodass die Brücke in großen Teilen saniert werden muss.

Gefertigt wurde die Drewer Brücke hauptsächlich aus Stahl, um bspw. die Stabbögen ausreichend konstruieren zu können. Dabei wurden die Stahlteile mit einer Bleimennige als Grundanstrich bearbeitet, die jedoch durch ihren Bleianteil schadstoffbelastet ist und daher zusätzlich zur allgemeinen Instandsetzung sachgerecht entfernt, verwertet und ersetzt werden muss.

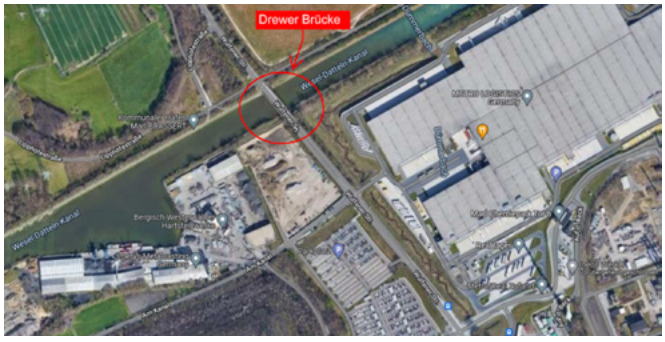


Abbildung 23: Lokalisierung[121] und Fotoaufnahme der Drewer Brücke in Marl[122]

120 Eigene Darstellung.

121 Google Maps.
122 Eigene Aufnahme.

7.2.2 Bestandsmodellierung

Als Grundlage für die Modellierung der Drewer Brücke dienten, wie bei der Brücke Bielefelder Straße auch, sowohl originäre (Punktwolke) als auch sekundäre Daten (Bestandspläne). Der Brückenbestand wurde mittels TLS Trimble-X7 durch den Projektpartner Kreis Recklinghausen, mittels TLS Leica RTC360 durch die Hochschule Bochum und mittels UAV-Befliegung mit der DJI Inspire Pro durch die Stadt Herne erfasst. Alle Punktwolken wurden vorab durch punktwolkenbasierte Ansätze (Cloud-to-Cloud-Vergleich (C2C) und Multiscale-Model-to-Model-Cloud-Vergleich (M3C2) in CloudCompare) miteinander verglichen. Am besten schnitt die Punktwolke des Leica 360 ab, weshalb sie für die Bestandsmodellierung ausgewählt wurde (Abbildung 24).

Abbildung 24: Punktwolke des TLS Leica RTC360[123]

Die Modellierung des Brückenbauwerks erfolgte mit der Autorensoftware Revit von Autodesk. Das BIM-Modell, ebenfalls wie das Modell der Brücke Bielefelder Straße, besteht sowohl aus geometrischen als auch aus alphanummerischen Informationen und die Bauteile sind durch Metadaten zu Datenherkunft, Modellierung und deren Qualität angereichert (Abbildung 25).

Abbildung 25: Abbildung 25: Vollständiges BIM-Modell des Piloten Drewer Brücke[124]

123 Eigene Darstellung.
124 Eigene Darstellung.

Für die Implementierung der Metadaten zu den einzelnen Brückenbauteilen im Bestandsmodell, wurde das entwickelte VERM-Metadaten-Katalog eingesetzt. Dieses wurde in Revit unter gemeinsam genutzten Parametern vordefiniert und anschließend im Projekt als projekteigene Projektparameter bzw. in Familien als familieneigene Parameter zur Beschreibung von Bauteil-Metadaten eingeführt. Demgemäß erhält jedes Bauteil den gleichen Satz an Exemplarparametern, die Auskunft über seine Herkunft und Modellierung geben und je nach Informationslage besetzt sind (Abbildung 26).

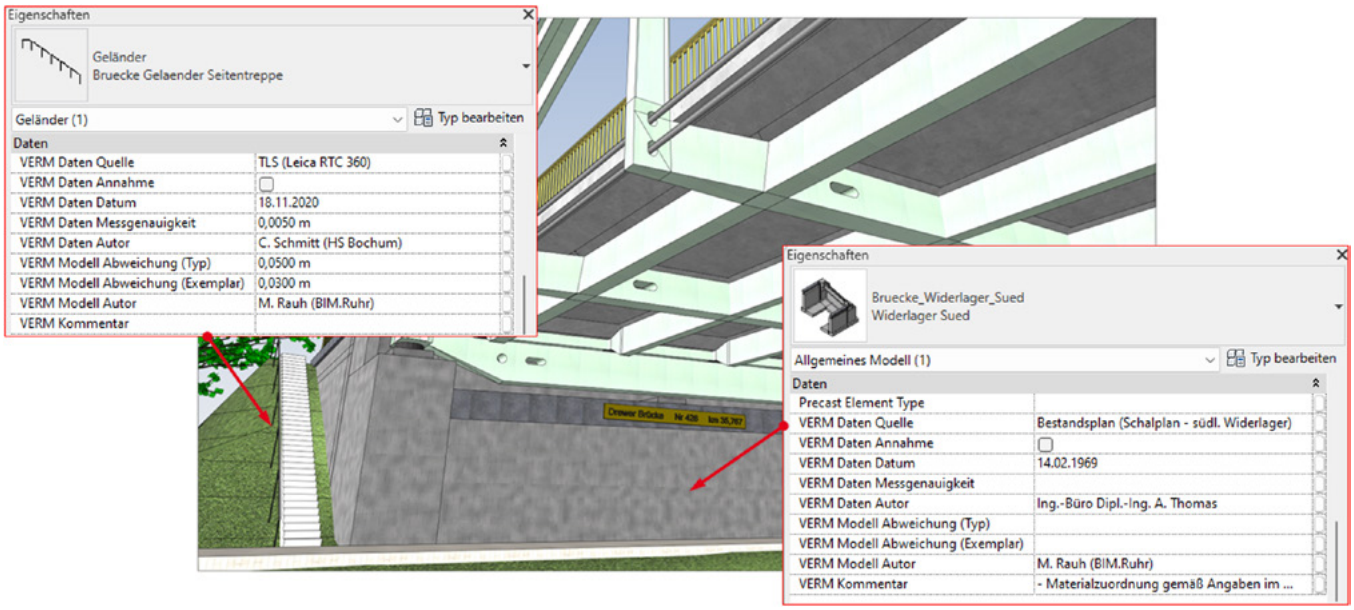


Abbildung 26: Metadatenangaben zu exemplarisch ausgewählten Bauteilen der Drewer Brücke[125]

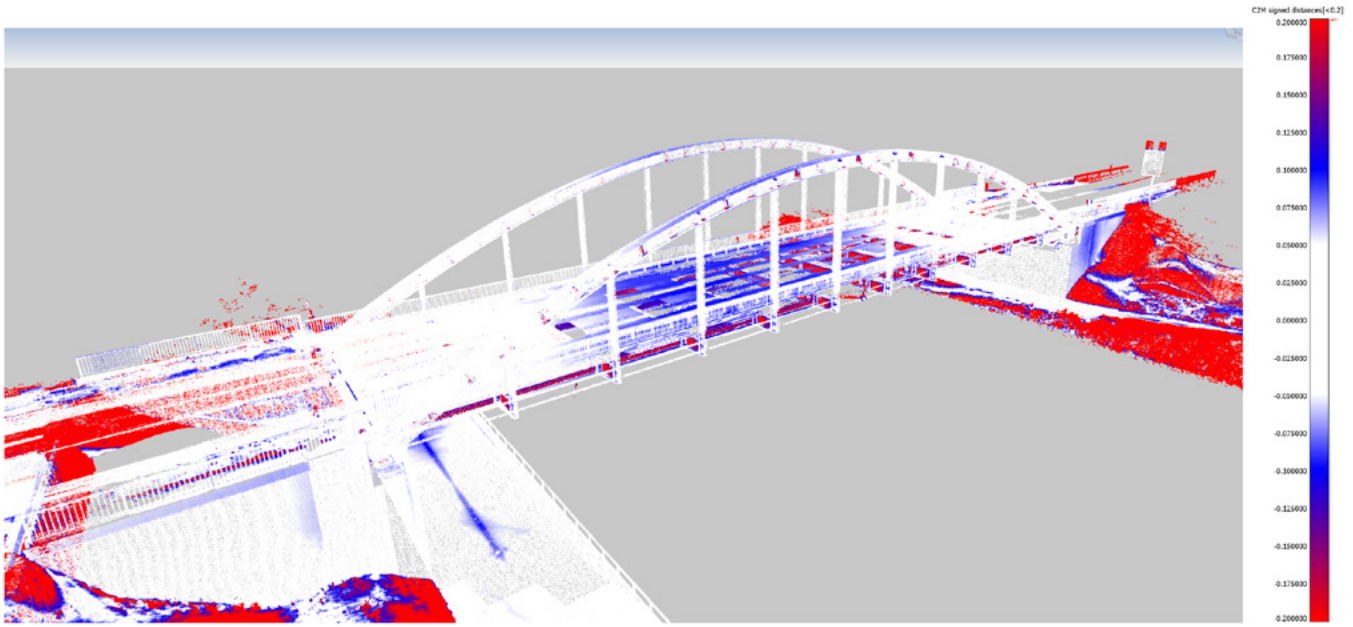


Abbildung 27: Absolute Abweichungen im Sinne der geodätischen Richtigkeit als Ergebnis des C2M-Vergleichs[126]

125 Eigene Darstellung.
126 Eigene Darstellung.

Zur Qualitätsprüfung des BIM-Modells wurde ein Abgleich zwischen Modell und der Punktwolke durchgeführt. Hierfür wurde das Cloud-to-Mesh-Vergleichsverfahren (C2M) in Cloud Compare (CC) angewendet (Abbildung 27). Mit einem Spektrum von -5 bis +5 cm deuten die weißen Bereiche des Brückenbauwerks auf mehrheitlich geringe Abweichungen zwischen dem BIM-Modell und der Punktwolke hin. Der häufigste Grund für die größten Abweichungen zwischen Bestandsmodell und Punktwolke ist zum einem die generalisierte Modellierung bestimmter Bauteile (z. B. Straßenbelag über die Brücke wird nicht verformungsgetreu abgeschrägt modelliert, sondern gerade) oder nicht benötigte Bestandteile in der Punktwolke, die nicht bereinigt worden sind (z. B. Vegetation), aber auch Bereiche, die keine hohe Modellierungsgenauigkeit bedürfen wie die direkte Umgebung (Topographie) im Fall der Drewer Brücke.

7.3 Hochbau: Aula des Alice-Salomon-Berufskollegs in Bochum (Sanierung)

7.3.1 Allgemeine Projektbeschreibung

Die Aula des Alice-Salomon Berufskollegs in Bochum, welches 1964 gebaut wurde, stellt das hochbaubezogene Pilotprojekt dar, bei der eine energetische Sanierung vorgenommen werden soll. Dabei steht insbesondere die Fassadendämmung sowie die Einbindung von Fensterflächen im ersten Obergeschoss als auch der Einsatz einer Lüftungsanalage im Fokus des Projekts. Darüber hinaus soll das in die Jahre gekommene Dach der Aula erneuert werden. Die energetische Sanierung bezieht sich dabei lediglich auf den Aula-Komplex und lässt den Rest des Berufskollegs unberücksichtigt.

Das Berufskolleg befindet in fußläufiger Nähe vom Bochumer Hauptbahnhof (Abbildung 28).

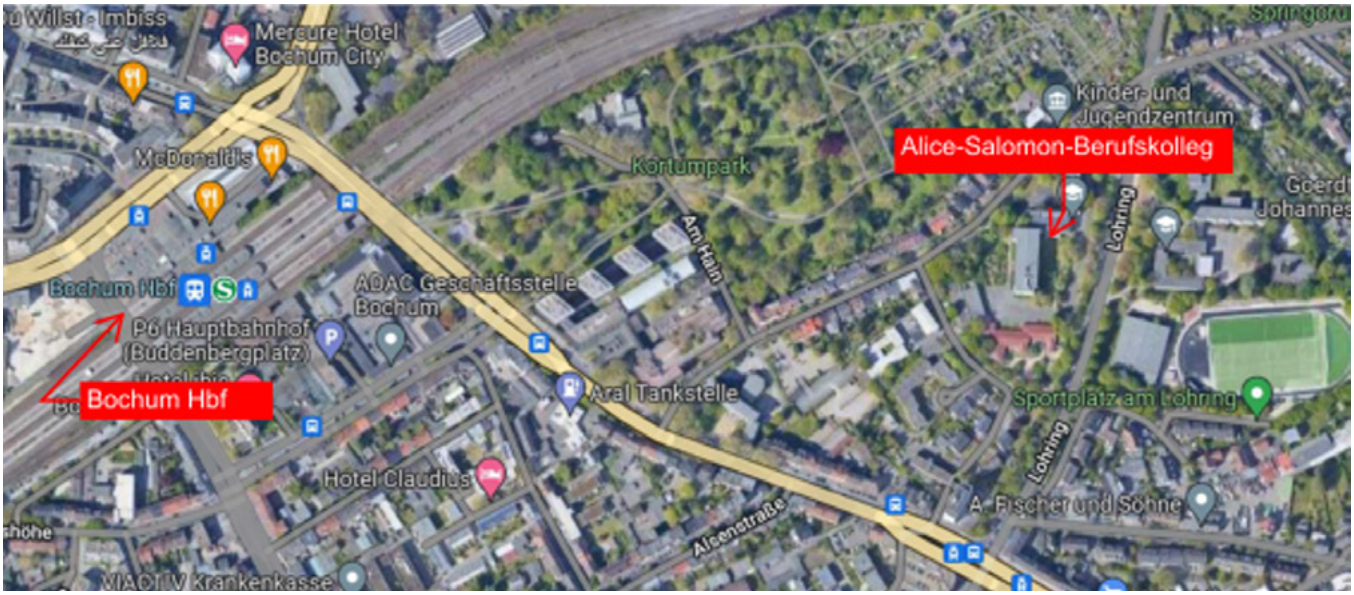


Abbildung 28: Lokalisierung Alice-Salomon-Berufskolleg[127]

127 Google Maps.

7.3.2 Bestandsmodellierung

Als Grundlage für die Modellierung der Aula des Alice-Salomon-Berufskollegs dienten, wie auch bei beiden Brücken, sowohl originäre (Punktwolke) als auch sekundäre (Bestandspläne) Daten. Der Bestand wurde zum einen mittels TLS Trimble-X7 (Abbildung 29) durch den Projektpartner Kreis Recklinghausen, zum anderen mit der Drohne DJI Phantom 4 durch die Stadt Bochum erfasst.

Abbildung 29: LPunktwolke des TLS Trimble-X7 des Alice-Salomon-Berufskollegs (Außenansicht und Innenansicht der Aula)[128]

Für die Modellierung wurden beide Punktwolken als Grundlage verwendet. Dabei diente die prozessierte Punktwolke aus der UAV-Befliegung zur Modellierung des Gebäudedachs. Die Modellierung des Bestandsbauwerks erfolgte mit der Autorensoftware Revit von Autodesk. Das BIM-Modell, ebenfalls wie beide Modelle der Brücken, besteht sowohl aus geometrischen als auch aus alphanummerischen Informationen und die Bauteile sind ebenfalls durch die im Kapitel 7 „Erfahrungen mit Pilotprojekten" gelisteten Metadaten zu Datenherkunft, Modellierung und deren Qualität angereichert (Abbildung 30).

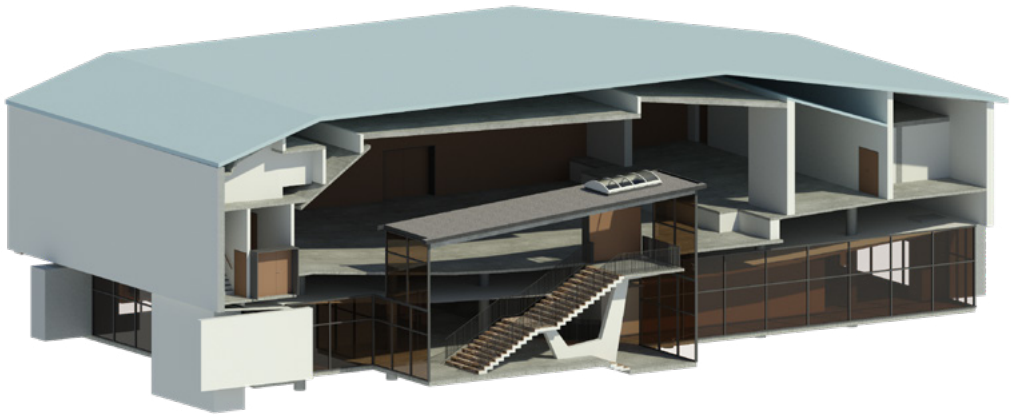


Abbildung 30: BIM-Modell der Aula des Alice-Salomon-Berufskollegs in Bochum mit ausgeblendeten Außenwänden auf der zugewandten Blickseite[129]

128 Eigene Darstellung.
129 Eigene Darstellung.

8 Literaturverzeichnis

AHO (2019): Leistungen Building Information Modeling - die BIM-Methode im Planungsprozess der HOAI. Stand: Januar 2019, 1. Auflage. Köln: Reguvis Bundesanzeiger Verlag (AHO-Schriftenreihe, Nr. 11).

Bau- und Liegenschaftsbetrieb NRW (2019): BIM-Richtlinie des BLB NRW für die BIM-Projekte. Auftraggeber-Informations-Anforderungen. Version 1.02.

DIN EN 17412-1, Juni 2021: Bauwerksinformationsmodellierung - Informationsbedarfstiefe - Teil 1: Konzepte und Grundsätze. Berlin: Beuth Verlag GmbH.

Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie (Hg.) (2019): Das wirtschaftlichste Angebot. Hinweise zur richtigen Gestaltung und Wertung im Vergabeverfahren. München. Online verfügbar unter https://www.stmwi.bayern.de/fileadmin/user_upload/stmwi/publikationen/pdf/2019-10-08_Das_wirtschaftlichste_Angebot.pdf, zuletzt geprüft am 22.08.2022.

VOB/A, 31.01.2019: Bekanntmachung der Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen Teil A (VOB/A); Ausgabe 2019. Berlin: Beuth Verlag GmbH.

BIM KIT (2022): Bestandsmodellierung von Gebäuden und Infrastrukturprojekten mittels KI zur Generierung von Digital Twins. Hg. v. Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz. Online verfügbar unter https://bimkit.eu/wp-content/uploads/2022/02/Dokumentation-NEU.pdf, zuletzt geprüft am 25.04.2022.

DBV-Merkblatt, Dezember 2020. Druck: AC Medienhaus GmbH, 65205 Wiesbaden: Eigenverlag.

Bodden, Jörg L.; Elixmann, Robert; Eschenbruch, Klaus (2017): BIM-Leistungsbilder. 2. Aufl.

Bormann, André; Elixmann, Robert; Eschenbruch, Klaus; Forster, Christian; Hausknecht, Kerstin; Hecker, Daniel et al. (2019a): Grundlagen und BIM-Gesamtprozess. Handreichungen und Leitfäden -Teil 1. Hg. v. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur. BIM4INFRA2020.

Bormann, André; Elixmann, Robert; Eschenbruch, Klaus; Hecker, Daniel; Hochmuth, Markus; Klempin, Carsten et al. (2019b): Handreichung BIM-Fachmodelle und Ausarbeitungsgrad (engl. Level of Development - LOD). Handreichungen und Leitfäden -Teil 7. Hg. v. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur. BIM4INFRA2020.

Boulte, Andy; Croft, Andrew; Dodd, Paul; Holmes, Stephen; Hooper, Emma; Ford, John et al. (2019): Information management according to BS EN ISO 19650. Guidance Part 1: Concepts. 2. Aufl. Hg. v. David Churcher, Sarah Davidson und Anne Kemp. UK BIM Alliance & Centre for Digital Built Britain & bsi. Online verfügbar unter https://www.ukbimalliance.org/wp-content/uploads/2019/04/Information-Management-according-to-BS-EN-ISO-19650_-Guidance-Part-1_Concepts_2ndEdition.pdf, zuletzt geprüft am 01.09.2021.

VDI 2552-1, Juli 2020: Building Information Modeling. Blatt 1: Grundlagen. Berlin: Beuth Verlag GmbH.

VDI 2552-10, Februar 2021: Building Information Modeling. Blatt 10: Auftraggeber-Informations-Anforderungen (AIA) und BIM-Abwicklungspläne (BAP). Berlin: Beuth Verlag GmbH.

VDI 2552-2, April 2021: Building Information Modeling. Blatt 2: Begriffe. Berlin: Beuth Verlag GmbH.

VDI 2552-4, Oktober 2018: Building Information Modeling. Blatt 4: Anforderungen an den Datenaustausch. Berlin: Beuth Verlag GmbH.

DIN e.V. (Hg.) (2021): Deutsche Normungsroadmap BIM. Version 1. 1. Aufl. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur. Berlin.

Dohmen, Philipp; Gebhardt, Daniel; Waldhauser, Marco; Marti, Mario; Lukic, Dejan; Glättli, Thomas et al. (2017): BIM Abwicklungsmodell. Verständigung. Hg. v. Bauen digital Schweiz. buidlingSMART Switzerland. Online verfügbar unter https://bauen-digital.ch/assets/Downloads/free4all/170412-BdCH-BIM-Abwicklungsmodell-T1-web.pdf, zuletzt geprüft am 01.09.2021.

Dohmen, Philipp; Huber, Urs; Drobnik, Michael; Maier, Claus; Schneider, Peter; Marti, Mario et al. (2018): BIM Nutzungsplan. Verständigung. Hg. v. Bauen digital Schweiz. buidlingSMART Switzerland.

Fatt, Cheng Tai; Anggono, Jusuf; Fatt, Lam Lee; Woon, Harry; Khoo, Tony; Wu, Norman et al. (2018): BIM Guide for Asset Information Delivery. Hg. v. Building and Construction Authority. Online verfügbar unter https://www.corenet.gov.sg/media/2187064/bim_guide_for_asset_information_delivery_v1.pdf, zuletzt geprüft am 01.09.2021.

Feller, Daiki John; Hort, Gamze; Helmus, Manfred; Meins-Becker, Anica (2020): Leitfaden für die Erstellung eines Bauwerksdatenmodells. Modellierungsgrundlagen. Unter Mitarbeit von Holger Hoffmann, Christoph Motzo und Abdelmoumen Norrdine. Bergische Universität Wuppertal. Online verfügbar unter https://biminstitut.uni-wuppertal.de/fileadmin/biminstitut/Download-Bereich/Forschungsprojekte-Modellierungsrichtlinie/MRL_20200925_Modellierungsgrundlagen.pdf, zuletzt geprüft am 17.02.2021.

Freistaat Sachsen (Hg.) (2020): Muster-Modellierungsrichtlinie für Pilotprojekte des SIB. Sächsiches Immobilien- und Baumanagement (SIB). Dresden.

Geißler, René; Niemann, Friederike-Sophie (2017): Begrenzt zukunftsfähig: Die Altersstruktur der Gemeindeverwaltungen in Nordrhein-Westfalen. In: dms 10 (1), S. 49–68. DOI: 10.3224/dms.v10i1.03.

Hartmann, Ulrich (2021): BIM-Standards in der Praxis. Teil 2 - Buidling Information Management. Hg. v. Oracle - Construction and Engineering. Online verfügbar unter https://www.oracle.com/oce/dc/assets/CONT76D08116CDE-34A75930D737FE627B745/native/lpd400153408-part2-de.pdf?elqTrackId=6443915df8fb4d3bb6c2b225ea11e088&elqaid=110571&elqat=2, zuletzt geprüft am 14.11.2022.

Helmus, Manfred; Meins-Becker, Anica; Kelm, Agnes; Quessel, Melanie; Kaufhold, Matthias; Röhr, Christoph; Pilling, André (2018): BIM-Leitfaden für den Mittelstand. Wie viel BIM verträgt ein Mittelstandsprojekt? Hg. v. Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung. Bonn. Online verfügbar unter https://bingk.de/wp-content/uploads/2019/01/leitfaden_bim_fuer_den_mittelstand_2019.pdf, zuletzt geprüft am 01.09.2021.

Heunecke, Otto (2017): Planung und Umsetzung von Bauvorhaben mit amtlichen Lage- und Höhenkoordinaten. In: zfv – Zeitschrift für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement (3/2017), S. 180–187. DOI: 10.12902/zfv-0160-2017.

HOAI(2021): Honorarordnung für Architekten und Ingenieure. Textausgabe mit amtlicher Begrndung.

ibo Akademie GmbH: ibo Glossar. Online verfügbar unter https://www.ibo.de/glossar/definition/hauptprozess, zuletzt geprüft am 29.01.2023.

Karl, Christian K. (2022): BIM-Kompetenzen ausschreiben und nachweisen. Leitlinien für Bauleute und Auftragnehmende. Beuth Verlag GmbH (Beuth White Paper). Online verfügbar unter https://www.beuth.de/resource/blob/882640/d5968c5e0ab75574d702133a0558f261/bim-wp-ausbildung-data.pdf, zuletzt geprüft am 27.10.2022.

Lehmann, Martha (Hg.) (2022): Neue Anforderungen des Bundes für die BIM-Implementierung bei öffentlichen Bauvorhaben. Unter Mitarbeit von planen-bauen 4.0 GmbH. 2. BIM.Ruhr-Konferenz.

Liebsch, P.; Sautter, H.-P. (2018): Rollen und Verantwortlichkeiten V1.03. Ein Dokument des BIM-Praxisleitfadens. Online verfügbar unter www.BIM-Blog.de.

Meins-Becker, Anica; Kaufhold, Matthias (2021): BIM-Handlungsempfehlung für die kommunalen Bauverwaltungen und die kommunale Gebäudewirtschaft in Nordrhein-Westfalen. Hg. v. Ministerium für Heimat, Kommunales, Bau und Gleichstellung des Landes Nordrhein-Westfalen. Referat „Reden, Publikationen". Düsseldorf.

Meins-Becker, Anica; Kaufhold, Matthias (2022): Status Quo - Digitalisierung und BIM in der kommunalen Bauverwaltung und der kommunalen Gebäudewirtschaft in Nordrhein-Westfalen. Ergebnisse einer Umfrage aus dem Jahr 2020. Durchgeführt im Rahmen der Erstellung der BIM-Handlungsempfehlung für die kommunalen Bauverwaltungen und die kommunale Gebäudewirtschaft in Nordrhein-Westfalen. Hg. v. Bergische Universität Wuppertal - Fakultät für Architektur und Bauingenieurwesen. Lehr- und Forschungsgebiet Baubetrieb und Bauwirtschaft. Wuppertal.

Mellenthin Filardo, Martina; Krischler, Judith (2020): Basiswissen zu Auftraggeber-Informationsanforderungen (AIA). Berlin: bSD Verlag (BIM Basics).

DIN EN ISO 19650-1, August 2019: Organisation und Digitalisierung von Informationen zu Bauwerken und Ingenieurleistungen, einschließlich Bauwerksinformationsmodellierung (BIM) – Informationsmanagement mit BIM – Teil 1: Begriffe und Grundsätze (ISO 19650-1:2018). Berlin: Beuth Verlag GmbH.

planen-bauen 4.0 GmbH; Ruhr-Universität Bochum; Stadt Hamburg - Landesbetrieb Geoinformation und Vermessung; Stadt Hamburg - Behörde für Stadtentwicklung und Wohnen; Stadt Dortmund - Land Nordrhein-Westfalen; CORE Digital Engineering GmbH et al. (2020): Konzept für die nahtlose Integration von Building Information Modeling (BIM) in das behördliche Bauantragsverfahren. Modellierungsrichtlinie für den BIM-basierten Bauantrag.

PWC (Hg.) (2018): Baubranche aktuell. Wachstum 2020 – Digitalisierung und BIM. PwC Kurzstudie 2018 zur aktuellen Branchensituation und Marktentwicklung im Deutschen Baugewerbe. PricewaterhouseCoopers GmbH Wirtschaftsprüfungsgesellschaft. Online verfügbar unter https://www.pwc.de/de/industrielle-produktion/baubranche-aktuell-wachstum-2020-maerz-2018.pdf, zuletzt geprüft am 29.01.2023.

Rail Baltica (Hg.) (2019a): BIM Manual. Design Guidelines.

Rail Baltica (Hg.) (2019b): Building Information Management (BIM) Employer's Information Requirements. Design Guidelines.

Rauh, Max (2020): Laser Scanning for Building Information Modeling. Bachelorarbeit. Hochschule Bochum. Bochum.
Robert Bosch Stiftung (Hg.) (2009): Demographieorientierte_Personalpolitik in der öffentlichen Verwaltung. Studie in der Reihe „Alter und Demographie". Stuttgart. Online verfügbar unter https://www.bosch-stiftung.de/sites/default/files/publications/pdf/2019-02/Demographieorientierte_Personalpolitik_in_der_%C3%B6ffentlichen_Verwaltung.pdf, zuletzt geprüft am 23.08.2022.

Spengler, Arnim J.; Peter, Jacqueline (2020): Die Methode Building Information Modeling. Schnelleinstieg für Architekten und Bauingenieure. [1. Auflage]. Wiesbaden, Germany: Springer Vieweg (Essentials).

Straßenmeyer, Elena (2022): BIM Auf kommunaler Ebene – Ressourcenknappheit, Innovationsdynamik, enge Regularien. Online verfügbar unter https://www.bsdplus.de/fachartikel/bim-auf-kommunaler-ebene-ressourcenknappheit-innovationsdynamik-enge-regularien.html, zuletzt geprüft am 27.01.2023.

Straßenmeyer, Elena; Bachor, Tim; Stevens, Florian (2021): Informationsanforderungen gemäß DIN EN ISO 19650. Semantik des BIM-Informationsaustauschprozesses. In: Build-Ing. (5), S. 38–43.

Tuttas, Sebastian; Braun, Alexander; Bormann, André; Stilla, Uwe (Hg.) (2014): Konzept zur automatischen Baufortschrittskontrolle durch Integration eines Building Information Models und photogrammetrisch erzeugten Punktwolken. DGfK; DGPF; GfGI; GiN.

U.S. Institute of Building Documentation (USIBD) (2019): USIBD Level of Accuracy (LOA) Specification Guide v 3.0 - 2019. Document C120TM [Guide]. Guide for USIBD Document C220TM: Level of Accuracy (LOA) Specification for Building Documentation.

Wiese, Marion (2019): BIM-Prozess kompakt. Abwicklung eines Bauvorhabens mit der Planungsmethode BIM. Köln: Rudolf Müller.

ANHANGSVERZEICHNIS

Anhang 1: Glossar (einheitliche, projektinterne Begriffsdefinitionen) 109
Anhang 2: AWF-Steckbriefe 113
Anhang 3: Verantwortlichkeitsmatrix (konventionell) 134
Anhang 4: Verantwortlichkeitsmatrix (BIM) 137
Anhang 5: Weiterbildungs- und Schulungsangebot 140

Anhang 1:
Glossar (einheitliche, projektinterne Begriffsdefinitionen)

Abk.	Bezeichnung	FB	Definition
AIA	Auftraggeber-Informationsanforderungen (BIM-Lastenheft)		Dokument, das die Anforderungen des Auftraggebers umfasst, die für die digitale Abwicklung eines Projekts mit BIM benötigt werden.
AIM	Asset-Informationsmodell	-	Informationsmodell für den Betrieb
AIR	Asset-Informationsanforderungen	-	Informationsbedarf zum Betrieb einer baulichen Anlage (Asset)
	Asset	-	Baulicher Vermögensgegenstand wie Liegenschaft oder ein Bauwerk (inkl. Hochbau, Tiefbau, z. B. Gebäude, Anlagen, usw.)
	As-built-Modell	-	Im Zuge der Ausführung aufgenommenes, angepasstes Bauwerksmodell, das den IstZustand, d. h. den tatsächlich ausgeführten Zustand („wie-gebaut"), widerspiegelt
	Bestandsmodell	-	Bauwerksmodell, das den Ist-Zustand eines Bauwerks, der bei der Bestandserfassung festgehalten wurde, abbildet
AWF	BIM Anwendungen → auch BIM-Anwendungsfälle (AWF) genannt, engl.: BIM Use Cases		Durchführung eines spezifischen Prozesses oder eines Arbeitsschritts unter Anwendung der BIM-Methodik, z. B. die Ableitung von Plänen, Kostenberechnung, Simulation → stellen die Prozesse zur Erreichung der BIM-Ziele dar
BAP	BIM-Abwicklungsplan		BAP ist die Antwort auf AIA aus Sicht des Auftragnehmers, darin werden konkrete Umsetzungsschritte der in AIA geforderten Maßnahmen festgehalten
BCF	BIM-Collaboration-Format	-	Herstellerneutrales Datenformat für den Austausch von Koordinationsnachrichten im Änderungsmanagement zwischen verschiedenen BIM-Softwareprodukten
	BIM-Autor*in	-	Projektmitglied, das das Datenmodell über den gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks in Abstimmung mit den Informationskoordinatoren bearbeitet
	BIM-Koordinator*in		Projektmitglied, das im Rahmen des Wertschöpfungsprozesses für die operative Umsetzung der BIM-Ziele über den gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks verantwortlich ist
	BIM-Manager*in		Projektmitglied, das im Rahmen des Projektmanagementprozesses die Auftraggeber-Informationsanforderungen verfasst

			und BIM-Ziele und -Anwendungen definiert
	BIM-Nutzer*in		Projektmitglied, das das Datenmodell ausschließlich zur Informationsgewinnung nutzt und dem Modell keine Daten oder Informationen hinzufügt
	BIM-Ziel		Erwartetes Ergebnis, das mittels Durchführung eines Prozesses unter Anwendung der BIM-Methode innerhalb einer Organisation oder eines Projekts erreicht werden soll
	Closed BIM	-	BIM-Prozesse, bei denen Softwareprodukte eines Herstellers und proprietäre Formate für den Datenaustausch verwendet werden
	Data Drops	-	Datenaustauschszenario / -übergabezeitpunkt Prozess zu einem definierten Zeitpunkt, bei dem Daten zwischen den Beteiligten ausgetauscht werden
EIR	Informationsaustauschanforderungen	-	
	Liegenschaft	-	Grundstück mit oder ohne Bebauung
LOD	Level of Development/Level of Detail → LOD = LOG + LOI	Planung	Detailierungsgrad, Fertigstellungsgrad Fertigstellungsgrad der fachspezifischen Bauwerksmodelle zu einer bestimmten Projektphase und für die Freigabe der BIM-Anwendungen
LOG	Level of Geometry (Teil des Level of Development)	Planung	Geometrischer Detaillierungsgrad Geometrischer Detaillierungsgrad der Modellelemente in fachspezifischen Bauwerksmodellen
LOI	Level of Information (Teil des Level of Development)	Planung	Alphanumerischer Detaillierungsgrad / Informationstiefe / Informationsinhalt Grad der Attribuierung der Modellelemente in fachspezifischen Bauwerksmodellen
LOIN	Informationsbedarfstiefe		Vorgabe, die den Umfang und Tiefe der Informationen definiert (beinhaltet unteranderem LOG und LOI)
	Modellelemente		Einzelne Bauteile im Bauwerksmodell wie Türen, Fenster, Wände und Stützen

MVD	Model View Definition (deutsch: Modellansichtsdefinition)		Beschreiben bestimmte Filter-Voreinstellungen beim Export von IFC Datensätzen
OIR	Organisations-Informationsanforderungen	-	Relevanter strategischer Informationsbedarf der auftraggeberseitigen Organisation
	Open BIM	-	BIM-Prozesse, bei den Softwareprodukte verschiedener Hersteller und offene Formate (BCF, IFC) für den Datenaustausch verwendet werden
PIM	Projekt-Informationsmodell	-	Informationsmodell während der Planungs- und Ausführungsphase
PIR	Projekt-Informationsanforderungen	-	Projektspezifischer Informationsbedarf zur Umsetzung von Planung und Bauausführung
PW	Punktwolke	Vermessung	Menge von Punkten, die dreidimensionale Strukturen bezeichnet, wobei die Punkte neben ihren Koordinaten (X, Y, Z) auch weitere Informationen wie Intensitäts- oder Farbwerte (z. B. RGB) enthalten können

Anhang 2:
AWF-Steckbriefe

AWF Nr. 3 (Modellbasierte) Visualisierung

Level Umsetzbarkeit:			**Lebenszyklusphase (LPH gemäß HOAI):**										
E ☒	F ☐	H ☐	Bestand ☒	Betrieb ☐	1 ☐	2 ☒	3 ☒	4 ☒	5 ☒	6 ☐	7 ☐	8 ☒	9 ☐
Kommentar zur Umsetzbarkeit:			*Technisch umsetzbar, bereits in einigen Praxisprojekten angewandt.*										

Beschreibung:	*Bedarfsgerechte Visualisierung auf Grundlage des BIM-Modells als Basis für Projektbesprechungen im Zuge der Planung und Ausführung sowie für die Öffentlichkeitsarbeiten. Erzeugen von Renderings für Marketing, Vermietung oder für Öffentlichkeitsarbeiten und / oder Bereitstellung des Koordinationsmodells in einem Viewer.* *Visualisierung in Form von hochauflösenden Renderings, Filmsequenzen oder ganzen Modellen, durch die frei navigiert werden kann.*
Zugehörige BIM-Ziele: → auch nachlesbar im Informationsanforderungskatalog	*<u>OIR:</u>* *- verbesserte Öffentlichkeitsarbeit → Imageaufbesserung* *- verbesserte Kommunikation (intern und ggf. Politik)* *<u>PIR (Planung):</u>* *- verbesserte Öffentlichkeitsarbeit in der Planungsphase* *- verbesserte Entscheidungsfindung zur Vergabe der Planungsleistungen* *- verständlichere Planung für alle Projektbeteiligten und Interessensvertretern*

Beteiligte Informationsbereitsteller:	*Katasteramt, Objektplanung*
Verantwortlich für Durchführung:	*Objektplanung*

Voraussetzungen:	**AG:**	- *Ggf. Anschaffung von Spezialsoftware für fotorealistische Visualisierungen*
	AN:	- *Aneignung von Kenntnissen zur Erstellung zweckmäßiger Visualisierungen*
Nutzen: → auch ableitbar aus den BIM-Zielen	- *Verdeutlichte Darstellung komplexer Zusammenhänge in visueller Form* *→ Beteiligte und Betroffene bekommen ein realistisches Bild von der Planung, optimale räumliche Darstellung und Möglichkeit verschiedene Blickwinkel einzunehmen* - *Verbesserte Unterstützung der Entscheidungsfindung* - *Erhöhung der öffentlichen Akzeptanz durch verständliche Kommunikation des Bauvorhabens*	

AWF Nr. 9 Bestandserfassung und -modellierung

Level Umsetzbarkeit:			**Lebenszyklusphase (LPH gemäß HOAI):**										
E ☒	F ☐	H ☐	Bestand ☒	Betrieb ☐	1 ☒	2 ☒	3 ☒	4 ☒	5 ☐	6 ☐	7 ☐	8 ☐	9 ☐
Kommentar zur Umsetzbarkeit:			*Technisch umsetzbar, bereits in einigen Praxisprojekten angewandt.*										

Beschreibung:	*Bestandsaufnahme eines Bauwerks und/oder dessen näheren Umgebung mit Hilfe von Laserscans, vorhandener Pläne, Photogrammetrie usw., welche anschließend in ein dreidimensionales Modell überführt werden können.*
Zugehörige BIM-Ziele: → auch nachlesbar im Informationsanforderungskatalog	*<u>OIR:</u>* *- verbesserte Unternehmens-/Organisationssteuerung (digitale Prozesse)* *- verbessertes Portfolio / Asset-Management* *<u>PIR (Planung):</u>* *- verständlichere Planung für alle Projektbeteiligten und Interessensvertretern* *- frühzeitige Fehlererkennung und -vermeidung in der Planung* *- verbesserte Kommunikation zwischen Projektbeteiligten während der Planung* *- verbesserte Kommunikation innerhalb der Organisation während der Planung*

Beteiligte Informationsbereitsteller:	*Katasteramt, Vermessung*
Verantwortlich für Durchführung:	*Katasteramt, Vermessung*

Voraussetzungen:	**AG:**	*Spezifikation zu Inhalt, Struktur und Umfang der 3D-Bestandsmodelle durch den Auftraggeber unter Berücksichtigung geltender Vorgaben als Teil der AIA notwendig. Schulungsaufwand für die Anwendung von Werkzeugen zur Betrachtung und Prüfung der 3D-Bestandsmodelle.*
	AN:	*Erwerb von Kenntnissen und Techniken je Auftragnehmer zur Weiterverarbeitung von erfassten Bestandsdaten und deren Überführung in Fachmodelle; Ggf. Anschaffung BIM-fähiger Softwareprodukte (z. B. zur Überführung vorhandener Bestandsinformationen in entsprechende Fachmodelle).*

Nutzen: → auch ableitbar aus den BIM-Zielen	- *Reduzierung von Risiken durch Referenzieren des Projektkontextes in der Planungsphase* - *Erkennen von Schnittstellen zwischen Bestand und Neubau* - *Unterstützung von Entscheidungsprozessen des Auftraggebers im Projektverlauf* - *Wiederverwendung und / oder Fortschreibung von Daten zur Nachverfolgung des Baufortschritts sowie für die Nutzung während der Betriebsphase und Unterhaltung* - *Kostensenkung für erforderliche Bestandserfassung zukünftiger (angrenzender) Bauprojekte oder bei Umbau und Instandsetzung*

AWF Nr. 10 Implementierung des BIM-Modells in ein Stadtmodell

Level Umsetzbarkeit:			**Lebenszyklusphase (LPH gemäß HOAI):**										
E ☒	F ☐	H ☐	Bestand ☒	Betrieb ☐	1 ☒	2 ☒	3 ☒	4 ☒	5 ☒	6 ☐	7 ☐	8 ☒	9 ☐
Kommentar zur Umsetzbarkeit:			*Technisch umsetzbar, in der Praxis bisher nicht erprobt bzw. kein Best-Practice-Beispiel bekannt. MVD sollte explizit definiert sein.*										

Beschreibung:	*Modell, welches nach Fertigstellung des AWF 9 „Bestandserfassung und -modellierung" bzw. bei einem Neubau nach Fertigstellung des „As-built"-Modells, in das Stadtmodell der Kommune eingepflegt wird.*
Zugehörige BIM-Ziele: → auch nachlesbar im Informationsanforderungskatalog	*OIR:* *- verbesserte Unternehmens- / Organisationssteuerung (digitale Prozesse)* *- verbessertes Portfolio / Asset-Management* *- verbesserte Kommunikation (intern und gegenüber der Politik oder dem Bürger)*

Beteiligte Informationsbereitsteller:	*Planung / Katasteramt*
Verantwortlich für Durchführung:	*Katasteramt*

Voraussetzungen:	**AG:**	/
	AN:	/
Nutzen: → auch ableitbar aus den BIM-Zielen	*Vorhandensein eines intelligenten Stadtmodells, welches stets weiterwächst und ab einem gewissen Zeitpunkt den Großteil aller Bauwerke einer Stadt abbildet. Dadurch können übergreifende stadtplanerische Berechnungen, Prognosen und Planungen besser realisiert werden.*	

AWF Nr. 15 Koordination und Integration der Fachgewerke

Level Umsetzbarkeit:			**Lebenszyklusphase (LPH gemäß HOAI):**										
E ☒	F ☐	H ☐	Bestand ☒	Betrieb ☐	1 ☒	2 ☒	3 ☒	4 ☒	5 ☒	6 ☐	7 ☐	8 ☒	9 ☐
Kommentar zur Umsetzbarkeit:			*Technisch umsetzbar, bereits in einigen Praxisprojekten angewandt.*										

Beschreibung:	*Koordination der an einem Projekt beteiligten Fachgewerke sowie Prüfung der Fachmodelle anhand der Vorgaben des BAPs und Koordination der Erstellung eines konfliktfreien 3D-Gesamtmodells (Verwendung einer Kollisionserkennungssoftware). Modellbasierte Kollaboration erfolgt über das BCF-Verfahren innerhalb einer CDE. Erstellung und Fortschreibung eines aus mehreren Fach- bzw. Teilmodellen bestehenden BIM-Modells. Die durch die verschiedenen Gewerke erstellten Fach- und Teilmodelle werden hierfür regelmäßig zu einem Koordinationsmodell zusammengeführt.*
Zugehörige BIM-Ziele: → auch nachlesbar im Informationsanforderungskatalog	*<u>PIR (Planung):</u> - frühzeitige Fehlererkennung & -vermeidung in Planung - verbesserte Variantenvergleiche / schnelle Entscheidungsfindung bei der Planung - verbesserte Möglichkeiten zur Prüfung der Einhaltung bestehender Vorgaben* *<u>PIR (Ausführung):</u> - verbessertes Qualitätsmanagement während der Bauausführung*

Beteiligte Informationsbereitsteller:	*Objektplanung, alle Fachplaner*
Verantwortlich für Durchführung:	*Objektplanung (Gesamtkoordinator)*

Voraussetzungen:	**AG:**	- *Aneignung von Kenntnissen zum Umgang mit Koordinationsmodellen* *→ notwendige Software* *→ Kenntnisse zur Prüfung der Modellqualität* - *Erfordernis der eindeutigen Definition der Anforderungen an das Modell und die daraus resultierenden Anwendungsfälle* - *Höherer Implementierungsaufwand, wenn eigene Kollisionskontrollen und weitere Modellprüfungen durchgeführt werden sollen*
	AN:	- *Aneignung von (nötigen) Kenntnissen und Techniken zur BIM-gestützten Koordination, d. h. zur Erstellung eines BIM-Modells unter Einhaltung der vom AG geforderten Detaillierungsgrade und Anforderungen*

		- *Definition von Prozessen zur formalen Behandlung von Konflikten*
Nutzen: → auch ableitbar aus den BIM-Zielen	- *Verbesserung der Planungsqualität und Arbeitsvorbereitung* - *Verringerung von Kosten- und Terminrisiken durch Koordination der Fachgewerke und Konfliktbehebung im Planungsprozess* ○ *weniger Änderungsaufträge* - *Reduktion des Aufwandes für das Gesamtbauvorhaben* - *Reduktion oder gar Eliminierung der Kollisionen und weiterer Nutzungskonflikte, was Informationsanfragen reduziert, insbesondere im Vergleich zu anderen Methoden* - *Visualisierung von Konstruktionen* - *Verkürzung der allgemeinen Bauzeit* - *Steigerung der Produktivität vor Ort* - *Genauere Bestandszeichnungen*	

AWF Nr. 16 Modellbasierte Variantenuntersuchung / Planungsvariantenuntersuchung

Level Umsetzbarkeit:			**Lebenszyklusphase (LPH gemäß HOAI):**										
E ☒	F ☐	H ☐	☒ Bestand ☒	☐ Betrieb ☐	1 ☒	2 ☒	3 ☒	4 ☒	5 ☒	6 ☐	7 ☐	8 ☐	9 ☐
Kommentar zur Umsetzbarkeit:			*In Abhängigkeit der Detailtiefe und Qualitäten technisch umsetzbar, d. h. hier sollte mit kleinen Projekten gestartet werden und sich erst Wissen angeeignet werden.*										

Beschreibung:	*Erstellung von unterschiedlichen Planungsvarianten für Wirtschaftlichkeitsanalysen hinsichtlich Kosten, Terminen und Qualitäten. Der Detaillierungsgrad ist so zu wählen, dass sowohl die entscheidungsrelevanten Projektparameter (Kosten, Termine, Qualität) bestimmt werden können als auch die Nutzer der Anlagen die Betriebs- und Instandhaltungstauglichkeit sowie Kundenfreundlichkeit bewerten können.*
Zugehörige BIM-Ziele: → auch nachlesbar im Informationsanforderungskatalog	*<u>OIR:</u>* *- verbesserte Kommunikation (intern und ggf. Politik)* *<u>PIR (Planung):</u>* *- verbesserte Öffentlichkeitsarbeit in der Planungsphase* *- verbesserte Entscheidungsfindung zur Vergabe der Planungsleistungen*

Beteiligte Informationsbereitsteller:	*Objektplanung, Fachplanung*
Verantwortlich für Durchführung:	*Objektplanung, Fachplanung*

Voraussetzungen:	**AG:**	*- Muss im Stande sein, Werkzeuge zur Betrachtung und Auswertung der BIM-Modelle zu bedienen*
	AN:	*- Muss die nötigen Kenntnisse und Techniken zur Erstellung planungsphasengerechter BIM-Modelle aufweisen*
Nutzen: → auch ableitbar aus den BIM-Zielen	*- Transparente und schnellere Erstellung einzelner Planungsvarianten* *- Verbesserte Entscheidungsgrundlage für Auftraggeber* *- Qualitätsvorteil durch einheitliche Ableitung von Mengen und Kosten aus einem BIM-Modell*	

AWF Nr. 20 Modellbasierte Terminplanung (4D)
(z. B. Bauablaufplanung, -simulation)

Level Umsetzbarkeit:			**Lebenszyklusphase (LPH gemäß HOAI):**										
E ☒	F ☐	H ☐	☒ Bestand ☒	☐ Betrieb ☐	1 ☒	2 ☒	3 ☒	4 ☒	5 ☒	6 ☐	7 ☐	8 ☒	9 ☐
Kommentar zur Umsetzbarkeit:			*Technisch umsetzbar. In Abhängigkeit des Detaillierungsgrades. Konstruktionsdetails (bspw. Rohrmuffen, usw.) werden i. d. R. nicht modelliert. Der Bauablauf kann visualisiert werden.*										

Beschreibung:	*Bauablaufplanung auf Basis des digitalen Gebäudemodells sowie Verknüpfung von Terminplänen mit dem digitalen Gebäudemodell zur Erstellung von Bauablaufsimulation, d. h. Verknüpfung der geometrischen Modelle mit Terminplaninformationen zu 4D Modellen.*
Zugehörige BIM-Ziele: → auch nachlesbar im Informationsanforderungskatalog	*PIR (Ausführung):* *- verbesserte Kontrolle und Steuerung der Bauausführung*

Beteiligte Informationsbereitsteller:	*Objektplanung*
Verantwortlich für Durchführung:	*Bauausführung*

Voraussetzungen:	**AG:**	- *Einführung von Software zur Visualisierung und Auswertung von 4D-Modellen inkl. entsprechender Schulungen*
	AN:	- *Aneignung von Kenntnissen und Techniken zur BIM-konformen Terminplanerstellung und -verknüpfung mit dem Modell* - *Einführung geeigneter Softwareprodukte inkl. entsprechender Schulungen*
Nutzen: → auch ableitbar aus den BIM-Zielen	- *Lückenloser Terminplan durch automatische Aufdeckung enthaltener Unregelmäßigkeiten während der Verknüpfung von Modellelementen und Terminplan* - *Erhöhte Terminsicherheit durch vereinfachte Kommunikation innerhalb bearbeitender Projektteams* - *Akzeptanzsteigerung von Projekten von öffentlichem Interesse durch Visualisierung der Maßnahme und verbesserte Kommunikation* - *Validierung der Machbarkeit gemäß Terminplanung, unter anderem anhand des visualisierten Bauablaufs* - *Auswirkungen der geometrischen Planung auf den Terminplan werden sofort dargestellt* - *Simulationen und Analysen anhand des integrierten Modells sind möglich* - *Entscheidungen werden anhand einer fundierten Datengrundlage getroffen*	

	- *Besseres Verständnis der Meilensteine (Terminplan) und der Baupläne eines Projekts seitens der Projektbeteiligten und des Eigentümers, zeigt zusätzlich den kritischen Weg des Projekts auf* - *Dynamische Terminpläne mit mehreren Optionen und Lösungen für Raumkonflikte* - *Integrierte Planung von Personal-, Ausrüstungs- und Materialressourcen mit Hilfe des BIM-Modells, um Zeit und Kosten des Projekts besser einschätzen zu können* - *Raum- und Arbeitsbereichskonflikte werden im Vorfeld des Bauprozesses identifiziert und gelöst* - *Marketingzwecke und Öffentlichkeitsarbeit* - *Identifizierung von Problemen mit dem Zeitplan, Ablauf / Abfolge oder der Phaseneinteilung* - *Führt zu einem leichter konstruierbaren (baufähigem), betriebsfähigeren und wartungsfreundlicheren Projekt* - *Überwachung des Beschaffungsstatus von Projektmaterialien* - *Erhöhte Produktivität und weniger Abfall auf Baustellen* - *Förderung der räumlichen Komplexität eines Projekts*

AWF Nr. 21 Modellbasierte Mengenermittlung inkl. Plausibilitätsprüfung

Level Umsetzbarkeit:			**Lebenszyklusphase (LPH gemäß HOAI):**										
E ☒	F ☐	H ☐	Bestand ☒	Betrieb ☐	1 ☒	2 ☒	3 ☒	4 ☒	5 ☒	6 ☐	7 ☐	8 ☐	9 ☐
Kommentar zur Umsetzbarkeit:			*Technisch umsetzbar, bereits in einigen Praxisprojekten angewandt.*										

Beschreibung:	*Ableitung von Mengen und Massen aus dem digitalen Modell, stellt die Grundlage der Kostenermittlung je Leistungsphase sowie der LV-Erstellung dar.*
Zugehörige BIM-Ziele: → auch nachlesbar im Informationsanforderungskatalog	*<u>PIR (Planung):</u>* *- Verbesserte Durchführung der Erstellung von Leistungsbeschreibungen für die Beauftragung der Bauausführung* *- Verbesserte Plausibilisierungskontrollen auf Auftraggeberseite / Schaffung von Transparenz* *<u>PIR (Ausführung):</u>* *- Verbesserte Kostenüberprüfung der Angebotskalkulation der Bauausführung*

Beteiligte Informationsbereitsteller:	*Bauherr / Auftraggeber, Projektsteuerung*
Verantwortlich für Durchführung:	*Objektplanung, Fachplanung*

Voraussetzungen:	**AG:**	
	AN:	- *Bauteile müssen weitere Eigenschaften (Attribute) zugewiesen bekommen* o *Projektbezogen muss den Objekten in der Planungs- / Modellierungssoftware über ein einheitliches Klassifizierungssystem eine eindeutige Identifizierung und Attribuierung zugeordnet werden* - *Mengenableitungsregeln sollten möglichst einfach beschrieben sein (Netto oder Brutto).* - *Komplizierte Regeln sind mit Hinblick auf Übersichtlichkeit und Nachvollziehbarkeit zu vermeiden.*
Nutzen: → auch ableitbar aus den BIM-Zielen	- *Schnellere und sicherere Mengenermittlung durch direkte (automatisierte) Ableitung der Mengen und Massen aus den jeweiligen 3D-Modellen, idealerweise im Zusammenhang mit der Verknüpfung von entsprechenden Kosten-Datenbanken* - *Arbeitserleichterung und höhere Genauigkeit sowie eine bessere Dokumentation der Kostenermittlung*	

	- *Erhöhung der Zuverlässigkeit und Kostenschätzung bzw. Kostenberechnung und damit die Transparenz sowie Kostensicherheit in einem Bauvorhaben*

AWF Nr. 22 Modellbasiertes Kostenmanagement nach DIN 276 (5D)

Level Umsetzbarkeit:			**Lebenszyklusphase (LPH gemäß HOAI):**										
E ☒	F ☒	H ☐	Bestand ☒	Betrieb ☐	1 ☒	2 ☒	3 ☒	4 ☐	5 ☒	6 ☒	7 ☒	8 ☒	9 ☒
Kommentar zur Umsetzbarkeit:			*Technisch umsetzbar, in der Praxis aber bisher wenig erprobt. Ab der Kostenfeststellung keine Best Practice Beispiele bekannt.*										

Beschreibung:	*Kostenschätzung und Kostenberechnung auf Basis der zugewiesenen Kostengruppen und Mengen der jeweiligen Elemente. Mit Hilfe von BIM können konkrete Mengenermittlungen als auch Kostenschätzungen für den gesamten Lebenszyklus generiert werden.*
Zugehörige BIM-Ziele: → auch nachlesbar im Informationsanforderungskatalog	*PIR (Planung):* *- verbesserte Kostenkontrolle*

Beteiligte Informationsbereitsteller:	*Objektplanung, Fachplanung* *Bei Kostenfeststellung: Bauausführung*
Verantwortlich für Durchführung:	*Objektplanung, Fachplanung*

Voraussetzungen:	**AG:**	- *Einführung von Software zur Auswertung oder Plausibilisierung BIM-gestützter Mengenermittlungen inkl. entsprechender Schulungen*
	AN:	- *Aneignung von Kenntnissen und Techniken zur BIM-gestützten Durchführung einer Kostenschätzung oder Kostenberechnung* - *Ggf. Einführung von spezieller Software inkl. entsprechender Schulungen (Software zur Entwurfserstellung, Planungs- sowie 4D-Modellierungssoftware)*
Nutzen: → auch ableitbar aus den BIM-Zielen	- *Erhöhte Kostensicherheit des Gesamtprojekts durch verbesserte Transparenz und Prüfbarkeit der Ergebnisse* - *Reduktion des Aufwandes für nachfolgende Kostenschätzung und Kostenberechnung, insbesondere bei erforderlichen Aktualisierungen der Mengenermittlung im Fall von Planungsänderungen* - *Erkennung und Validierung der Auswirkungen auf die Kosten aufgrund von (gewünschten) Änderungen in allen Phasen im Projekt* o *Eindämmung bzw. frühe Erkenntnis über übermäßiger Budgetüberschreitungen* - *Weiterverwendung der Ergebnisse in Verbindung mit weiteren Anwendungsfällen, z. B. Terminplanung* - *Schnelles Generieren von Mengen zur Unterstützung der Entscheidungsfindung*	

	- *Schnellere und vereinfachte Erstellung von Kostenvoranschlägen* - *Bessere visuelle Darstellung von Projekt- und Konstruktionselemente, die geschätzt werden müssen* - *Frühzeitige Informationen über Kosten des Bauwerks (beginnend in der Entscheidungsphase über den gesamten Lebenszyklus hinweg und einschließlich Änderungen während der Bauzeit)* - *Zeitersparnis für den Kalkulator durch Reduzierung der Mengenerfassungszeit* - *Ermöglicht es dem Kalkulator, sich auf wichtigere Aufgaben / Aktivitäten zu konzentrieren, wie bspw.: Identifizierung von Baugruppen, Preisfindung und Risikobewertung, die für qualitativ hochwertigen Kostenvoranschläge unerlässlich sind*

AWF Nr. 28 Modellbasierte LV-Erstellung, Ausschreibung und Vergabe (für die Ausführung und / oder den Betrieb)

Level Umsetzbarkeit:			**Lebenszyklusphase (LPH gemäß HOAI):**										
E ☒	F ☐	H ☐	☐ Bestand ☐	☐ Betrieb ☐	1 ☐	2 ☐	3 ☐	4 ☐	5 ☐	6 ☒	7 ☒	8 ☐	9 ☐
Kommentar zur Umsetzbarkeit:			*Technisch umsetzbar. In der Praxis aber bisher wenig erprobt. Zukünftig wäre es denkbar, die LV-Positionen direkt im Bauwerksinformationsmodell zu integrieren.*										

Beschreibung:	*Modellbasierte Erstellung von Leistungsverzeichnissen durch Verknüpfung und Zuordnung von Leistungspositionen und Teilleistungen zu den jeweiligen Modellelementen. Leistungsverzeichnisse für die Ausschreibung von Bauleistungen sind aus Fachmodellen abzuleiten. Hierzu sind die Bauteile der Fachmodelle mit dem zugehörigen LV zu verknüpfen.* *Ausschreibung und Vergabe auf Grundlage des BIM-Modells und ggf. daraus abgeleiteter Pläne und Listen. Angebotsabfrage am Markt anhand von 5D-Modellen, modellbasierte Auswertung der Angebote, Vereinbarung der bepreisten Modelle als Bau-Soll.*
Zugehörige BIM-Ziele: → auch nachlesbar im Informationsanforderungskatalog	*PIR (Planung):* *- verbesserte Durchführung der Erstellung von Leistungsbeschreibungen für die Beauftragung der Bauausführung*

Beteiligte Informationsbereitsteller:	*Objektplanung, Fachplanung*
Verantwortlich für Durchführung:	*Bauausführung, Fachplanung*

Voraussetzungen:	**AG:**	- *Einführung von Software zur Erstellung und Auswertung von BIM-basierten Leistungsverzeichnissen inkl. entsprechender Schulungen* - *Verbindlichkeit von Regeln und Richtlinien wie bspw. die VOB/C sind anzupassen oder ihre Anwendung teilweise außer Kraft zu setzen*
	AN:	- *Aneignung von Kenntnissen und Techniken zur BIM-basierten Erstellung von Leistungsverzeichnissen* - *Ggf. Einführung von spezieller Software inkl. entsprechender Schulungen*
Nutzen: → auch ableitbar aus den BIM-Zielen	- *Reduzierter Aufwand für die Erstellung von Leistungsverzeichnissen und mehrfachen Mengenauszügen* - *Erhöhte Prüfbarkeit und Transparenz von Positionen im Leistungsverzeichnis durch verbesserte Nachvollziehbarkeit anhand verknüpfter Bauteile*	

	- *Erhöhte Kostensicherheit des Gesamtprojekts durch Minimierung von Nachträgen, die aus fehlerhaften Mengenauszügen in Leistungsverzeichnissen resultieren* - *Ausschreibung der Bauleistung anhand der Modelle, Auswertung der Angebote kann im gleichen System mit Bezug zum Modell erfolgen* - *Vereinbarung des Bau-Solls anhand der bepreisten Modelle*

AWF Nr. 31 Baufortschrittskontrolle (Soll-Ist-Vergleich)

Level Umsetzbarkeit:			**Lebenszyklusphase (LPH gemäß HOAI):**										
E ☐	F ☒	H ☐	☐ Bestand	☐ Betrieb	1 ☐	2 ☐	3 ☐	4 ☐	5 ☒	6 ☐	7 ☐	8 ☒	9 ☐
Kommentar zur Umsetzbarkeit:			*Technisch umsetzbar. In der Praxis wenig erprobt.*										

Beschreibung:	*Verwendung des BIM-Modells und der damit verbundenen Terminplanung zum Soll-Ist-Vergleich des Baufortschritts. Kontinuierliche Kontrolle und Steuerung des aktuellen Baufortschritts gegenüber dem geplanten Baufortschritts anhand der 4D-Modelle.*
Zugehörige BIM-Ziele: → auch nachlesbar im Informationsanforderungskatalog	*PIR (Ausführung):* *- verbesserte Kontrolle und Steuerung der Bauausführung*

Beteiligte Informationsbereitsteller:	*Objektplanung, Bauausführung*
Verantwortlich für Durchführung:	*Objektplanung*

Voraussetzungen:	**AG:**	- *Viewer-Software zur Ansicht der Bauablaufmodelle oder Baufortschrittsberichte des Auftragnehmers*
	AN:	- *Abstimmung von Prozessen und Vorgehensweisen für die modellgestützte Baufortschrittskontrolle* - *Einführung von 4D-Software zur Erfassung der Ist-Termine und Möglichkeit zur Einfärbung von Bauteilen auf Basis von Rechenregeln inkl. entsprechender Schulungen*
Nutzen: → auch ableitbar aus den BIM-Zielen	- *Schnelle Identifikation von Bereichen mit verzögerter Leistung* - *vorausschauende modellbasierte Projektsteuerung und Veranlassung von Gegensteuerungsmaßnahmen anhand stichtagsgenauer Earned-Value Betrachtungen und Prognosen möglich* → *Reduzierung von Terminüberschreitungen durch frühzeitige Entscheidung über Gegenmaßnahmen* - *Objektive Dokumentation des Fortschritts anhand der vereinbarten Modellinhalte* - *Fortschrittskontrolle anhand eines integrierten Modells*	

AWF Nr. 35 Erstellung eines As-Built-Modells (Bauwerksdokumentation)

Level Umsetzbarkeit:			**Lebenszyklusphase (LPH gemäß HOAI):**										
E ☐	F ☒	H ☐	Bestand ☐	Betrieb ☐	1 ☐	2 ☒	3 ☒	4 ☒	5 ☒	6 ☐	7 ☐	8 ☒	9 ☒
Kommentar zur Umsetzbarkeit:			*Technisch umsetzbar in Abhängigkeit der Detaillierungstiefe. Informationen zu Mängeln und Abnahmen können im Bauwerksinformationsmodell ergänzt werden.*										

Beschreibung:	*Auf Basis von Echtzeitdaten wird ein digitaler Zwilling des Bauwerks erstellt, der den Zustand "wie gebaut" (as-built) darstellt. Bei der „as-built"-Kontrolle wird ein Bestandsmodell auf Übereinstimmung mit dem Planungsmodell geprüft, sie entspricht einem klassischen / konventionellen Soll-Ist-Vergleich im Rahmen von Abnahmen und Abrechnungsprozessen. Um den Bestandsstatus der Arbeiten aufzuzeichnen und falls notwendig, die Positionierung / Form / Art der Objekte wieder an den tatsächlich gebauten Zustand anzupassen.*
Zugehörige BIM-Ziele: → auch nachlesbar im Informationsanforderungskatalog	*<u>OIR:</u>* *- verbessertes Portfolio / Asset-Management* *<u>PIR (Ausführung):</u>* *- verbesserte Kontrolle und Steuerung der Bauausführung* *- verbesserte und transparente Dokumentation der eingebauten Bauprodukte* *<u>PIR (Betrieb):</u>* *- verbesserte Planung für Nutzer und Betreiber nach Fertigstellung bei Umbau oder Abbruch* *- verbesserte Datenverfügbarkeit (z. B. Überführung in Betriebszielsysteme) und Pflege der Betriebsdaten* *<u>PIR (Rückbau):</u>* *- Bereitstellung einer Datengrundlage für Maßnahmenentscheidungen im Bauwerks-Lebenszyklus*

Beteiligte Informationsbereitsteller:	*Bauausführung*
Verantwortlich für Durchführung:	*Objektplanung, (Fachplanung, Bauausführung)*

Voraussetzungen:	**AG:**	*- Festlegung von Vorgaben und Richtlinien in Bezug auf die geplante Weiterverwendung der digitalen Bauwerksakte.* *- Definition von Anforderungen an das Wie-gebaut- Modell (Datenumfang, Toleranzen hinsichtlich geometrischer Aktualisierungen etc.) und Festlegung geeigneter Container-Formate zur gekoppelten Datenübergabe von Modellen und Dokumenten.*

		- Konfiguration eines Systems zur Sichtung und ggf. Prüfung der vom Auftragnehmer empfangenen Modelldaten inkl. entsprechender Schulungen.
	AN:	*- Anpassung bereits vorhandener digitaler Verfahren an Vorgaben des Auftraggebers.* *- Erlernen geeigneter Methoden zur Verknüpfung von Baudokumentation mit Modellelementen und zur gekoppelten Datenübergabe.*
Nutzen: → auch ableitbar aus den BIM-Zielen	- *Erstellung eines digitalen Zwillings des Bauwerks für Dokumentation und Revision* - *Stellt ein genaues Modell des Gebäudes, der (technischen) Ausrüstung und der Räume innerhalb eines Gebäudes zur Verfügung, um mögliche Synergien mit anderen BIM-Nutzungen zu schaffen* - *Grundlage für die Inbetriebnahme im Rahmen eines FM-Modells oder kann am Ende des Lebenszyklus als Bestandsmodell für den Umbau oder den Abriss verwendet werden* - *Erstellung eines „as-built"-Modells als Fortführung des „as-planned"-Modells, das auch zur Übergabe an den Betrieb genutzt werden kann* *→ Die Anforderungen an die zu erfassenden und zu dokumentierenden Informationen ergeben sich aus den Anforderungen an die Baudokumentation und an die Bestandsdokumentation sowie den in den AIA definierten Anforderungen des Betreibers, Bauherrn und ggf. Nutzers.* - *Anforderungen an Inhalt und Genauigkeit des Dokumentationsmodells sollten bereits möglichst früh im Projekt festgelegt werden* - *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.*	

AWF Nr. 40 Asset – Management

Level Umsetzbarkeit:			**Lebenszyklusphase (LPH gemäß HOAI):**										
E ☐	F ☐	H ☒	☐ Bestand	☒ Betrieb	1 ☐	2 ☐	3 ☐	4 ☐	5 ☐	6 ☐	7 ☐	8 ☐	9 ☐
Kommentar zur Umsetzbarkeit:													

Beschreibung:	*Ein Prozess unter Verwendung des digitalen Betriebsmodells, bei dem ein organisiertes Managementsystem die Wartung und den Betrieb einer Einrichtung und ihrer Anlagen effizient unterstützt. Die im Modell vorhandenen Assets, bestehend aus dem physischen Bauwerk, den Systemen, der Umgebung und der Ausrüstung, müssen effizient gewartet, verbessert und betrieben werden, dass sowohl den Eigentümer als auch die Nutzer zu den niedrigsten angemessenen Kosten zufrieden gestellt werden.* *Die Anlagenverwaltung nutzt die im Modell enthaltenen Daten, um die Kostenauswirkungen einer Änderung oder Modernisierung von Gebäudeanlagen zu ermitteln, die Kosten der Anlagen für finanzielle Steuerzwecke auszusondern und eine aktuelle umfassende Datenbank zu unterhalten, die den Wert der Anlagen eines Unternehmens ermitteln kann.*
Zugehörige BIM-Ziele: → auch nachlesbar im Informationsanforderungskatalog	*OIR:* *- Förderung der Arbeitsmotivation* *- Verbesserte Unternehmens- / Organisationssteuerung* *AIR:* *- verbessertes Qualitätsmanagement während des Betriebs* *- verbesserte Datenverfügbarkeit & Pflege der Betriebsdaten*

Beteiligte Informationsbereitsteller:	*Gesamtes Planungsteam*
Verantwortlich für Durchführung:	*Facility Management / Betreiber*

Voraussetzungen:	**AG:**	/
	AN:	/
Nutzen: → auch ableitbar aus den BIM-Zielen	- *Entwicklung von Wartungs- und (präventiven) Instandhaltungskonzepten* - *Fortschreiben des Modells inkl. automatischer Benachrichtigungen von Wartungszyklen* *→ automatische Generierung geplanter Arbeitsaufträge für Wartungspersonal.* - *Dokumentation von Wartungs- und Instandhaltungsmaßnahmen im Modell (Generierung einer vollständigen digitalen Bauakte)* - *Wartungs- und Instandhaltungsplanung anhand virtueller Begehungen des 3D-Modells.*	

	- *Speichern von Betriebsabläufen, Wartungs- sowie Benutzerhandbüchern und Gerätespezifikationen für einen schnelleren Zugriff.* - *Durchführen und Analysieren von Zustandsbewertungen von Einrichtungen und Geräten* *→ Visualisierung und Meldung des Status der Bauprüfungen und die Zusammenstellung der Arbeiten, Testergebnisse werden in einem Asset gespeichert.* - *Reduktion der Gesamtwartungskosten.* - *Bereitstellung einer umfassenden Quelle für den Eigentümer, das Wartungsteam und die Finanzabteilung zur Verfolgung der Nutzung, Leistung und Wartung der Vermögenswerte eines Bauwerks.* - *Ermöglichung eine zukünftige Aktualisierung des Datensatzmodells, welches aktuelle Gebäudebestandsinformationen nach Upgrades, Ersatz oder Wartung anzeigt, indem Änderungen verfolgt werden und neue Informationen in das Modell importiert werden.* - *Erhöht die Möglichkeiten zur Messung und Überprüfung von Systemen während der Gebäudebelegung. Außerdem hilft es bei der finanziellen Entscheidungsfindung, und auch die kurz- und langfristige Planung wird durch das digitale Modell unterstützt.*

Anhang 3:
Verantwortlichkeitsmatrix (konventionell)

Leistungen, Aufgaben, Verantwortlichkeiten	Konventionelle Rollen					
	Strategisches Management	Operatives Management	Kataster & Vermessung	Planungs-abteilung	Bauprojekt-management	Betreiber
0 Bedarfsplanung						
Bedarfsanmeldung und -planung	A			E		
1 Grundlagenermittlung						
Klärung Aufgabenstellung	A	M		E		
Bestandserfassung			E			
Beratung zum Leistungsbedarf	A			E		
2 Vorplanung						
Erstellung Gutachten				A, K		
Terminplanung				E		
Kostenschätzung		P		E, F		
3 Entwurfsplanung						
Erstellung der Entwurfsplanung				E		
Fortschreibung Terminplanung				F		
Kostenberechnung (DIN 276)		P		E, F		
4 Genehmigungsplanung						
Einreichung der Unterlagen			U	K		
Einarbeitung möglicher Hinweise der Genehmigungsbehörde				U		
5 Ausführungsplanung						
Erstellung der Ausführungsplanung				E		
Kostenvoranschlag (DIN 276)		P		E, F		
6 Vorbereiten der Vergabe						
Mengenermittlung				E, K		
LV-Erstellung				E, K		
Angebotseinholung				K	M	
Kostenanschlag & Kostenkontrolle (DIN 276)				E	M	

7	**Mitwirken bei der Vergabe**						
Koordination der Vergabe			K				
Beauftragung		P	K				
Vergleich Ausschreibungsergebnisse mit Kostenberechnung (DIN 276)						E, F	
8	**Objektüberwachung**						
Koordination der Baustelle		P	K			K	
Dokumentation			K			E	
Kostenfeststellung (DIN 276)		P	K			E, F	
9	**Objektbetreuung**						
Objektbegehung zur Mängelfeststellung						U	
Überwachung der Mängelbeseitigung						U	
Objektverwaltung / Objektbeobachtung							U

A	Anforderungen	**P**	Prüfung mit anschließender Freigabe	**E**	Erstellung / Konzeptionierung
F	Fortschreibung / Aktualisierungen	**K**	Koordinierung	**U**	Umsetzung
M	Mitwirkend / Beratend				

Anhang 4:
Verantwortlichkeitsmatrix (BIM)

Leistungen / Aufgaben / Verantwortlichkeiten	BIM-Rollen						
	Strategisches (BIM)-Management	BIM-Multiplikator (taktische Ebene)	(Operatives) BIM-Management	BIM-Gesamtkoordination	BIM-Koordination	BIM-Autor	BIM-Nutzer / Betreiber
1. Vertragliches							
Auftraggeber-Informationsanforderungen (AIA)	M	M	E				
BIM-Strategie	A	E					
BIM-Ziele (organisationsübergreifend)	A, E	M					
BIM-Ziele (projektbezogen)		M	A, E				
BIM-Anwendungsfälle		M	A, E				
Informationsanforderungen	A		E				A
BIM-Abwicklungsplan (Muster-BAP)	M	M	E				
BIM-Abwicklungsplan (BAP)				E, F	U, F	U, F	
Modellierungsrichtlinie		A, E	M				
2. Management							
Standards & Richtlinien (sowie Mustervorlagen)	A	E	M, F	U	U	U	
Koordination			A, P	E	U	U	
Iterative kommunale Arbeitsgruppensitzungen	A	E, F	M				
Forschungsvorhaben		M, K	U	U	U	U	U
Schulungen & Weiterbildungen		A, E	M	U	U	U	
Qualitätsmanagement (projektbezogen)		M, A	E, P	P	P	U	
Controlling			U				
Meilensteine/ Informationsaustausch		A	E, F	U	U	U	

3. Technik / aktive Umsetzung							
Kollaborationsplattform (CDE)		A	F	F	U	U	
Datensicherheit	A	A					
Datenqualität			P	P	P	E	
Bestandsaufnahme			A		E		
Modellierung		A	A, P	P	P	U	
Modellkoordination		A	P	U	U		
Modellprüfung		A	P	P	P		
Attribuierung		A	P	P	K, P	E	
Modellpflege (As-built-Modell)		A					U

A	Anforderungen	**P**	Prüfung mit anschließender Freigabe	**E**	Erstellung / Konzeptionierung
F	Fortschreibung / Aktualisierungen	**K**	Koordinierung	**U**	Umsetzung
M	Mitwirkend / Beratend				

Anhang 5:
Weiterbildungs- und Schulungsangebot

Überblick Weiterbildungs- und Schulungsangebot in Deutschland für die BIM-Methodik (nicht abschließend)

	„BIM ready“[130]	TÜV Süd[131]	Ruhr Campus Academy[132]	Allplan[133]
Name und Beschreibung	Grundausbildung und Spezialisierungen (AIA + BAP, Scan2BIM, für explizite Softwarelösungen)	Grundlagenschulungen zur Einstiegs-erleichterung in die Arbeitsmethode BIM (bspw. Seminar Grundverständnis, AWF und Werkzeuge von BIME-Learning)	**„BIM für Kommunen“** Weiterbildungspro-gramm (9 einzeln buch-bare Module [einzeln-/mehrtägig, Grundlagen/Professional]) abgestimmt auf den Qualifizierungsleitfaden für kommunale Bauverwaltungen	Softwarebezogenes sowie -unabhängiges Schulungsprogramm angepasst an die weltweiten Standards
Initiiert durch	Mensch & Maschine GmbH	TÜV Süd Akademie	MHKBG NRW Kommunal Agentur NRW, Lehr und Forschungsbereich Fachdidaktik Bautechnik (UDE)	Allplan
building SMART Zertifizierung	Ja	Ja	Nein	Ja
Für wen?	Alle Vertreter der Bauwirtschaft	Alle Vertreter der Bauwirtschaft	Kommunale Bauverwaltungen	Alle Vertreter der Bauwirtschaft, aber mit expliziter Annonce für öffentliche AG
Kosten	Ab 295,00 € (Online) ab 1960,00 € (Präsens)	95,00 €–2.290,00 €	650,00 € pro Unterrichtstag	ab 1.380,00 € pro Person

130 https://www.mum.de/seminare/seminarueberblick/bim-ready-lernkonzept
131 https://www.tuvsud.com/de-de/store/akademie/seminare-technik/bim?gclid=Cj0KCQiA_P6dBhD1ARIsAAGI7HACvPHkaPlBviRL6rF-6B1VWBEnAOhoTw815-fcXY004__z8niThxy8aAr1YEALw_wcB
132 https://www.rca.uni-due.de/bim-fuer-kommunen/
133 https://www.allplan.com/de/bim-trainings/?

IMPRESSUM

Herausgeber:
BIM.Ruhr Projekt
www.bim-ruhr.net

Autoren:
Dr. rer. nat. Signe Mikulane
Elena Straßenmeyer, M. Sc.

Veröffentlichung:
März 2023

Gestaltung und Layout:
Sarah Greger Kommunikationsdesign
www.sarahgreger.de

Abbildungen und Fotos:
BIM.Ruhr
Freepik.com

©2023

EFRE.NRW
Investitionen in Wachstum
und Beschäftigung

EUROPÄISCHE UNION
Investition in unsere Zukunft
Europäischer Fonds
für regionale Entwicklung

BIM.Ruhr