



BIM-LEITFADEN FÜR DIE FHH

Version 4

Impressum

Herausgeber

BIM.Hamburg

info@bim.hamburg.de

www.bim.hamburg.de



 **BIM-Leitstelle Hafenund PM-Standards**
Hamburg Port Authority AöR

 **BIM-Leitstelle Tiefbau**
Landesbetrieb Straßen, Brücken und Gewässer Hamburg

 **BIM-Leitstelle Hochbau**
Sprinkenhof GmbH

 **BIM-Leitstelle Vermessung, Daten & Grundlagen**
Landesbetrieb Geoinformation und Vermessung

 **BIM-Leitstelle Bahnbau**
Hamburger Hochbahn AG

 **BIM-Leitstelle Forschung & Lehre**
HafenCity Universität Hamburg

Index/Version

Version	Datum	Beschreibung	Verfasser
001	Sept 2018	Basisdokument BIM- Standards FHH	LGV + LSBG
002	Okt 2019	Veröffentlichung	BIM.Hamburg
003	Sept 2021	Veröffentlichung	BIM.Hamburg
004	Dez 2023	Veröffentlichung	BIM.Hamburg

Hinweis:

In der Version V004 sind im Vergleich zur Vorgängerversion V003 grundlegende Änderungen des Leitfadens, sowohl inhaltlich als auch strukturell, erfolgt.

Vorbemerkung

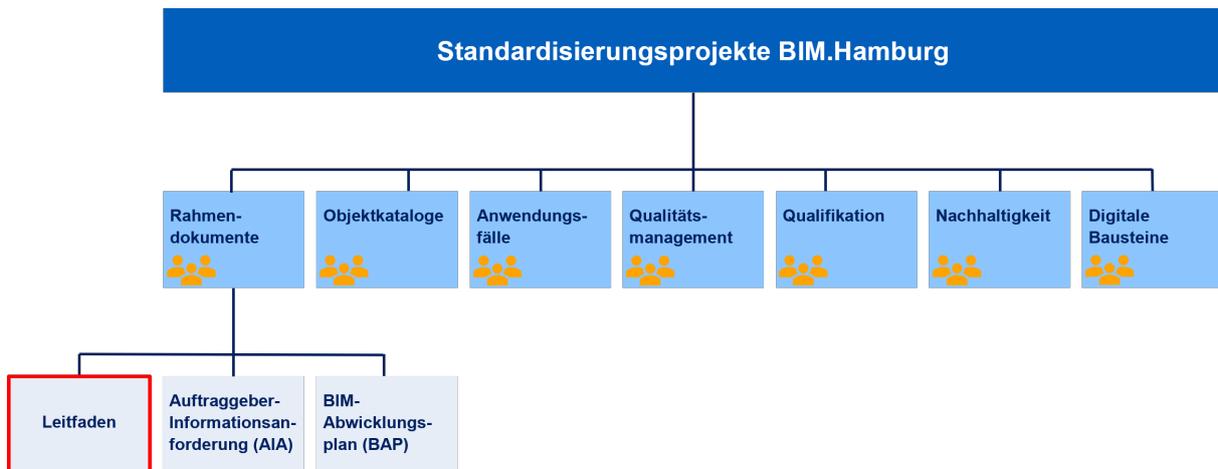


Abb. 1: Einordnung Leitfaden in die Standardisierungsprojekte BIM.Hamburgs (©BIM.Hamburg, 2023)

Der *BIM-Leitfaden für die FHH* als Teil des Standardisierungsprojektes Rahmendokumente soll als Rahmen für alle am digitalen Planen, Bauen und Betreiben Beteiligten dienen. BIM.Hamburg schafft mit dem vorliegenden BIM-Leitfaden ein einheitliches Verständnis, wie in Hamburg BIM-Projekte grundsätzlich umgesetzt werden können. Der BIM-Leitfaden steht für Weiterentwicklungen und als allgemeine Orientierungshilfe öffentlich zur Verfügung.

Dieser Leitfaden hat keinen normativen Charakter. Vorhandene Referenzen, Normen und die Expertise der Autor:innen waren die Grundlagen für den Inhalt. Die rechtlichen Vereinbarungen für die Umsetzung der Projekte mit BIM werden in den jeweiligen Verträgen geschaffen und damit auch die projekt- sowie bereichsspezifischen Besonderheiten berücksichtigt.

In den Auftraggeber-Informationen-anforderungen (AIA) und dem BIM-Abwicklungsplan (BAP) werden die projektspezifischen Ziele, Ergänzungen, Abweichungen, Ausnahmen und Vorgaben für die Anwendung der BIM-Methode festgehalten. Aus diesen Dokumenten leiten sich die im jeweiligen Projekt gültigen Vorgaben ab. Der BIM-Leitfaden für die FHH, die AIA und der BAP wirken zusammen und ergänzen sich.

Der BIM-Leitfaden für die FHH ist urheberrechtlich geschützt und wird von den Herausgebern kostenfrei zur Verfügung gestellt. Es ist untersagt, seine Inhalte zu entstellen oder zu verfälschen. Dieses Dokument erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Die Herausgeber haften nicht und übernehmen keine Gewähr für die Vollständigkeit, Richtigkeit und Aktualität der bereitgestellten Inhalte und Informationen des BIM-Leitfadens. Die Haftung für Vorsatz und grobe Fahrlässigkeit bleibt unberührt. Die Verantwortlichkeit für die konkrete Anwendung des BIM-Leitfadens auf den Einzelfall liegt allein bei den Anwendenden. Für die Inhalte der Sekundärquellen werden keine Haftung und keine Gewähr übernommen.

Der BIM-Leitfaden wird der fortschreitenden und dynamischen Entwicklung der BIM-Thematik entsprechend angepasst. Soweit neue technologische und praxisrelevante Erkenntnisse dem vorliegenden BIM-Leitfaden für die FHH widersprechen, sind diese vor Projektbeginn oder ggf.

nächster Projektphase mit allen Projektbeteiligten abzustimmen. Während eines laufenden Planungsprozesses sind Abweichungen oder Änderungen von diesem Leitfaden seitens der Auftraggebenden zustimmungspflichtig. Diese Änderungen sind vollumfänglich im BAP zu dokumentieren.

Inhaltsverzeichnis

Impressum	II
Index/Version	III
Vorbemerkung.....	IV
Inhaltsverzeichnis.....	1
Building Information Modeling (BIM).....	3
1. Einleitung	3
1.1. Verwendungszweck	3
1.2. BIM-Umfeld	3
1.3. Open BIM-Ansatz.....	5
2. Anwendungsfälle (AwF)	5
3. Rollen und Verantwortlichkeiten.....	6
3.1. Projekt-Organigramm	6
3.2. BIM-Management.....	7
3.3. BIM-Gesamtkoordination.....	7
3.4. BIM-Koordination	8
3.5. BIM-Autor:in	8
3.6. BIM-Nutzer:in	8
4. Kollaboration.....	8
4.1. Grundsätze der Zusammenarbeit.....	8
4.2. Informationsmanagement.....	9
4.3. Aufgabenmanagement	11
4.4. Datenmanagement.....	12
4.5. BIM-Testphase.....	14
5. Qualitätsmanagement.....	14
5.1. Qualitätsprüfungs- und Kollaborationsprozess	15
5.2. Qualitätsprüfung der Modelle und Informationen	17
5.3. Prüfberichte.....	18
6. Modellierung	18
6.1. Modellkonzept und Modellarten.....	18
6.2. Modellgliederung und Modellstruktur.....	20
6.3. Formale Modellvorgaben.....	21

6.4. Modellinhalte und Anforderungen.....	21
6.5. Objekte.....	24
6.6. Georeferenzierung	25
7. Technologien	26
7.1. Software.....	26
7.2. Common Data Environment (CDE)	26
Relevante Normen und Richtlinien	28
Glossar.....	30
Abkürzungsverzeichnis.....	31
Abbildungsverzeichnis.....	32
Tabellenverzeichnis.....	32
Literaturverzeichnis	33

Building Information Modeling (BIM)

BIM ist eine integrative Arbeitsmethode, die die Planungsergebnisse aller beteiligten Fachdisziplinen strukturiert zusammenfasst und diese wiederum allen zur Verfügung stellt.

Mit dem BIM-Prozess wird der gesamte Lebenszyklus eines Bauwerks von der Entwicklung über die Planung, Erstellung und Nutzung bis zum Abriss betrachtet. Während des BIM-Prozesses werden dreidimensionale Bauwerksinformationsmodelle erstellt, die im Laufe der Projektentwicklung kontinuierlich gepflegt und aktualisiert werden.

Auf der Grundlage dieser digitalen Modelle als Datenpool und virtuelles Abbild (digitaler Zwilling) des zu schaffenden Bauwerks werden alle notwendigen Daten und Informationen konsistent erfasst, verwaltet und unter den Projektbeteiligten ausgetauscht. Dabei ist das digitale Modell nicht ein einzelnes Gesamtmodell, sondern immer die Zusammenführung verschiedener Fachmodelle in beliebiger Anzahl und für verschiedene Anwendungen.

1. Einleitung

1.1. Verwendungszweck

Der BIM-Leitfaden für die FHH ist als Grundlage für BIM-Projekte zu verstehen. Es werden Anforderungen für die Umsetzung von BIM definiert, die bei der Anwendung der BIM-Methode in einem Projekt zu beachten sind. Es sind weiterhin projektunabhängige Vorgaben und Mindestanforderungen für die Erstellung von Modellen definiert.

Ziel dieses Dokuments ist es, ein einheitliches Verständnis der BIM-Begrifflichkeiten und der BIM-Arbeitsmethode zu schaffen, um eine reibungslose Verständigung aller Projektbeteiligten sicherzustellen.

1.2. BIM-Umfeld

Für eine erfolgreiche Zusammenarbeit in einem BIM-Projekt sind u.a. die Anforderungen an die Modelle, Spezifikationen zu den Lieferleistungen und Beschreibungen zu den Prozessen zwingend erforderlich. Diese formalen Projektgrundlagen werden durch die Auftraggeber-Informationsanforderungen und den BIM-Abwicklungsplan gesteuert.

1.2.1. Auftraggeber-Informationsanforderungen (AIA)

Die Auftraggeber-Informationsanforderungen, kurz **AIA**, definieren die Anforderungen an Informationsbedürfnisse der Auftraggebenden (AG) gegenüber den Auftragnehmenden (AN). Im Wesentlichen beschreiben die AIA die im Projekt umzusetzenden Anwendungsfälle, zu welchem Zeitpunkt welche Informationen benötigt werden und in welcher Detailtiefe diese vorliegen sollen. Die AIA sind Bestandteil der Vergabeunterlagen und werden im Auftragsfall Vertragsgegenstand zwischen AG und AN.

1.2.2. BIM-Abwicklungsplan (BAP)

Der BIM-Abwicklungsplan, kurz **BAP**, basiert auf den projektbezogenen AIA und regelt die modellbasierte Zusammenarbeit aller Projektbeteiligten. Detailliert festgelegt werden beispielsweise die organisatorischen Strukturen, Verantwortlichkeiten und Aufgabenzuordnungen, die anzuwendenden Standards, informations- und kommunikationstechnische Vorgaben in Bezug auf Datenaustauschprozesse, Software-Kompatibilität und -Interoperabilität oder auch vereinbarte technische Beschränkungen und Plattformen.

Der BAP ist ein dynamisches Dokument und wird projektbegleitend laufend fortgeschrieben.

1.2.3. Vergabe von BIM-Leistungen | AIA/BAP-Konstellation

„Die in BIM-Projekten durch Auftragnehmer zusätzlich bzw. in einer spezifischen Weise zu erbringenden Leistungen werden in den zusätzlichen Vertragsanlagen AIA und – soweit bei Vertragsschluss vorliegend – BAP sowie in zusätzlichen Leistungsfestlegungen in Leistungsbeschreibungen für Planungsleistungen bzw. Leistungsverzeichnissen für Bauleistungen benannt. Ergänzende Vertragsbestimmungen für BIM-Projekte sind in den BIM-BVB enthalten.“ (BMVI 2019, S. 11)

Die AIA und der BAP können in unterschiedlicher Form in Vergabeprozessen eingesetzt werden. Kriterien für die Auswahl der AIA/BAP-Konstellation sind u.a. Projektkomplexität, Projektgröße, ausgeschriebene Leistungen (z.B. Planung oder Ausführung) und Umfang der seitens AG verbindlich vorgegebenen BAP-Inhalte.

Seitens BIM.Hamburg werden die zwei folgenden Varianten empfohlen:

► Variante 1:

„Der Auftraggeber gibt im Rahmen der Ausschreibung neben den üblichen Vertragsgrundlagen lediglich AIA vor, allerdings keinen BAP. Die Auftragnehmer werden verpflichtet, nach Beauftragung in Abstimmung mit den weiteren Projektbeteiligten einen BAP aufzusetzen, um Festlegungen zur geplanten Zusammenarbeit hinsichtlich der Umsetzung der AIA zu dokumentieren.“ (BMVI 2019, S. 12)



Abb. 2: AIA/BAP-Konstellation bei der Vergabe von BIM-Leistungen – Variante 1 (©BIM.Hamburg in Anlehnung an BMVI 2019, S. 12)

► Variante 2:

„Der Auftraggeber gibt AIA vor und fordert von den Bietern im Vergabeverfahren einen Vor-BAP ab. Der Vor-BAP ist eine vorläufige Fassung eines BAP, in welchem die Bieter ihre Umsetzungskonzepte für die Erfüllung der AIA beschreiben. Allerdings stellt der Auftraggeber ein Muster für den Vor-BAP in den Ausschreibungsgrundlagen zur Verfügung, welches von den Bietern auszufüllen ist (Muster-BAP). Die AIA und der vom Bieter erstellte Vor-BAP werden Vertragsanlage. Durch die Vorgabe eines Musters für einen Vor-BAP im Sinne von einer rahmenvertraglichen Anforderung wird die Einheitlichkeit der angebotenen Umsetzungskonzepte sichergestellt und die Erwartungshaltung des Auftraggebers an die inhaltliche Tiefe des abzugebenden Vor-BAP klarer kommuniziert. Die verschiedenen Vor-BAP sind dann auch besser vergleichbar.“ (BMVI 2019, S. 13)

Der Vor-BAP (Vertragsbestandteil) wird während der Projektbearbeitung als BAP fortgeschrieben.



Abb. 3: AIA/BAP-Konstellation bei der Vergabe von BIM-Leistungen – Variante 2 (©BIM.Hamburg in Anlehnung an BMVI 2019, S. 12)

1.3. Open BIM-Ansatz

Die FHH als öffentliche Auftraggebende verfolgt den Open BIM-Ansatz. Damit wird das volle Potential des freien Wettbewerbs ausgeschöpft. Der Datenaustausch hat grundsätzlich mit herstellernerneutralen Formaten zu erfolgen. Sollten bei der Umsetzung eines Anwendungsfalls native Formate erforderlich sein, so kann dies in den projektspezifischen AIA vereinbart werden.

2. Anwendungsfälle (AwF)

BIM-Anwendungsfälle, kurz **AwF**, beschreiben die zu erbringende Leistung zur Erreichung der im Projekt definierten Ziele unter Berücksichtigung der projektspezifischen Randbedingungen, der Anforderungen an Daten und Modelle sowie die zur Umsetzung erforderlichen Prozesse.

Durch die AwF ergeben sich die inhaltlichen Anforderungen an Daten und Modelle. Die AwF definieren folglich, welche konkreten Aufgaben und Anforderungen in der Projektbearbeitung mit der BIM-Methode erfüllt werden sollen. Diese werden vor Projektbeginn in den AIA definiert und deren Umsetzung im folgenden Projektverlauf im BAP für alle Beteiligten festgehalten. Die AwF sind fester Vertragsbestandteil zwischen AG und AN.

Im Oktober 2021 wurde von BIM.Deutschland eine standardisierte und über alle Bereiche (Infrastrukturbau, Hochbau, etc.) harmonisierte Liste von Anwendungsfallbezeichnungen und deren Beschreibungen herausgegeben. Diese Liste bildet die Grundlage für die Steckbriefe der AwF, welche von BIM.Hamburg für die FHH entwickelt werden und auf www.bim.hamburg.de abrufbar sind.

3. Rollen und Verantwortlichkeiten

BIM erfordert klar definierte Rollen, Verantwortlichkeiten und Aufgaben, um ein reibungsloses Zusammenwirken in der Projektorganisation zu gewährleisten.

3.1. Projekt-Organigramm

Die Umsetzung von BIM-Projekten erfordert die Einführung von ergänzenden Rollen. Um die Arbeitsbeziehungen zwischen den am Projekt beteiligten BIM-Rollen zu verdeutlichen, wird die graphische Darstellung dieser Beziehungen in einem Projektorganigramm empfohlen.

Das für das jeweilige Projekt zugrundeliegende Organigramm ist den zugehörigen projektspezifischen AIA zu entnehmen.

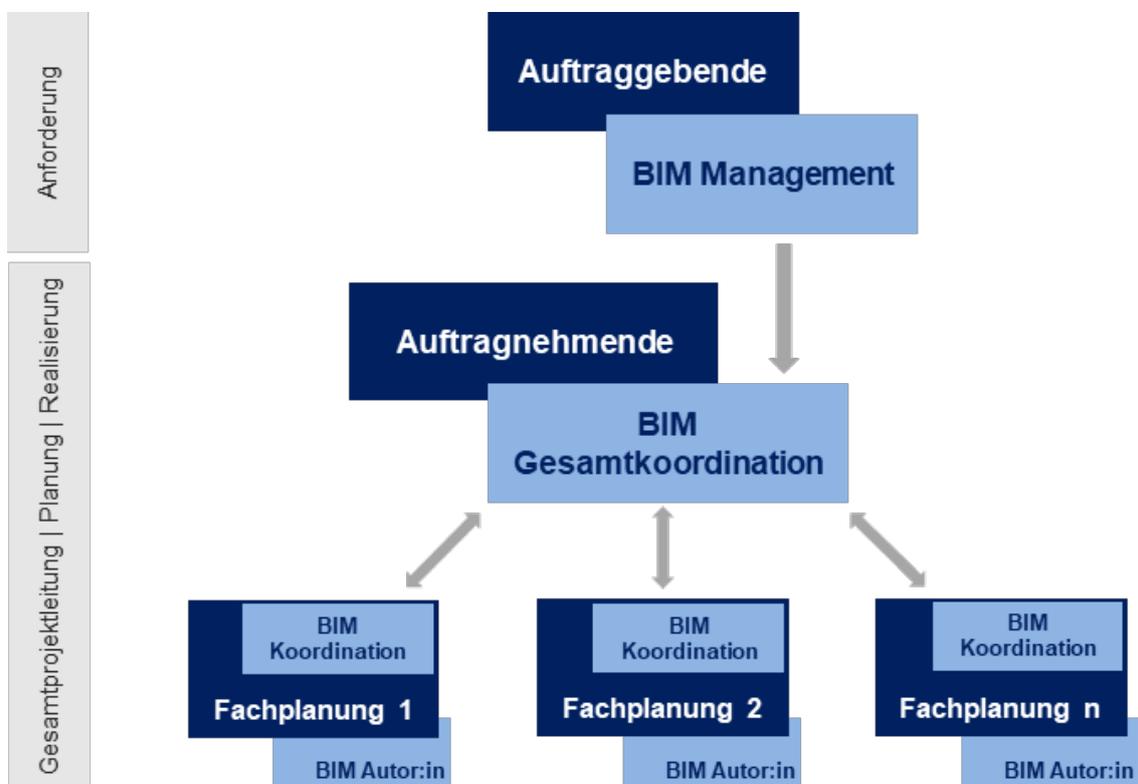


Abb. 4: Beispielhafte Organigramm-Vorlage (©BIM.Hamburg, 2023)

3.2. BIM-Management

Das BIM-Management agiert i. d. R. auf Seiten der AG und ist die zentrale Instanz für alle BIM-relevanten Themen. Zu den übergeordneten Aufgaben des BIM-Managements gehören u. a.:

- Erstellung von Vorlage-Dokumenten für BIM-Leistungen
- Verfolgung und ggf. Anpassung der BIM-Prozesse und BIM-Anwendungsfälle
- Projektübergreifender Erfahrungsaustausch
- Wissensmanagement, Fortbildungen, Schulungen

In Projekten ist das BIM-Management für die BIM-konforme Umsetzung des Projektes verantwortlich. Zu den Aufgaben und Verantwortlichkeiten gehören u. a.:

- Beratung, Definition und Kontrolle der BIM-Ziele, Meilensteine und AwF
- Erstellung der AIA als Teil der Leistungsbeschreibung
- Mitwirkung bei der Vergabe hinsichtlich BIM-Leistungen
- Projektspezifische Anpassung der Vorlage-Dokumente
- Teilnahme an Besprechungen
- Prüfung des BAP
- Sicherstellung der Qualitätsprüfung der digitalen Liefergegenstände hinsichtlich Anforderungen der AIA
- Definition der Anforderungen an die gemeinsame Datenumgebung (CDE) (siehe Abschnitt 7.2)
- Ansprechpartner:in für die BIM-Gesamtkoordination

3.3. BIM-Gesamtkoordination

Die BIM-Gesamtkoordination agiert i. d. R. auf Seiten der AN als die zentrale Instanz für das BIM-Management und die BIM-Koordination der einzelnen Fachdisziplinen. Sie ist für die Einrichtung, Koordinierung und Einhaltung der beschriebenen BIM-Prozesse im Projekt verantwortlich. Die Rolle umfasst im Wesentlichen folgende Aufgaben und Verantwortlichkeiten:

- Erstellung und Fortschreibung des BAP
- Steuerung der Umsetzung von Anwendungsfällen und der AN-seitigen Koordinationsprozesse
- Teilnahme an Besprechungen
- Organisation, Durchführung und Nachbereitung des modellbasierten Teils der Besprechungen
- Umsetzung der Anwendungsfälle unter Berücksichtigung der in den AIA definierten Vorgaben
- Erstellung von Koordinationsmodellen zur disziplinübergreifenden Kollisionsprüfung und Konflikterkennung
- Sicherstellung der Datenlieferung zu den vereinbarten Meilensteinen
- Qualitätssicherung und Qualitätsprüfung (siehe Kapitel 5)

3.4. BIM-Koordination

Die BIM-Koordination agiert i. d. R. auf Seiten der AN und ist für die Umsetzung der AwF in ihrer Fachdisziplin verantwortlich. Insbesondere sind folgende Verantwortlichkeiten mit der Rolle der BIM-Koordination verbunden:

- Mitwirkung bei der Erstellung des BAP
- Teilnahme an Besprechungen
- Übergabe der jeweiligen Fachmodelle (FM) unter Berücksichtigung der vereinbarten Standards und Ziele
- Umsetzung der BIM-Anwendungsfälle für die jeweilige Fachdisziplin
- Durchführung der Qualitätsprüfung (siehe Kapitel 5)
- Bereitstellung der Daten zu den vereinbarten Meilensteinen
- Zusammenführung verschiedener Modelle im Rahmen der Bearbeitung

3.5. BIM-Autor:in

BIM-Autor:innen erstellen, bearbeiten und ergänzen im Rahmen der BIM-Prozesse Fach- und Teilmodelle. Darüber hinaus erstellen, bearbeiten und ergänzen sie auch weitere BIM-Daten im Rahmen der Umsetzung eines Anwendungsfalls. BIM-Autor:innen stehen in Abstimmung mit der BIM-Koordination. Die Rolle umfasst im Wesentlichen folgende Aufgaben und Verantwortlichkeiten:

- Erstellung und Bearbeitung der digitalen Liefergegenstände für die jeweilige Fachdisziplin gemäß AIA und BAP
- Unterstützung des BIM-Koordinators durch Zuarbeit

3.6. BIM-Nutzer:in

Bei BIM-Nutzer:innen handelt es sich um Personen, die BIM-Daten ausschließlich zur Informationsgewinnung nutzen. Die Geometrie und die alphanumerischen Informationen der Modelle sowie weiterer BIM-Daten werden durch den/die BIM-Nutzer:in nicht bearbeitet.

4. Kollaboration

4.1. Grundsätze der Zusammenarbeit

Eine intensive Zusammenarbeit, Kooperation und Kommunikation sind wesentliche Aspekte der BIM-Methode. Der Nutzen resultiert insbesondere aus der synchronen und modellbasierten Bearbeitung des Projekts durch mehrere Projektbeteiligte. Entscheidend ist u.a. die laufende Koordination der Projektbearbeitung und der verwendeten Modelle. Ziel der Modellkoordination ist es, Konsistenz und Richtigkeit der Modelle sicherzustellen, die Inhalte abzugleichen und den weiteren Projektverlauf zu steuern.

Projektbeteiligte arbeiten in der Regel in ihrer eigenen Softwareumgebung und sind für diese verantwortlich. In regelmäßigen Abständen, festgelegt im projektspezifischen BAP, werden qualitätsgeprüfte Fachmodelle der einzelnen Disziplinen auf einer gemeinsamen Datenumgebung zur Verfügung gestellt. Sind Korrekturen an den Fachmodellen erforderlich, so werden diese von den verantwortlichen Fachplanungen aufgearbeitet und erneut bereitgestellt.

Abstimmungen und Besprechungen werden modellbasiert durchgeführt. Für die interdisziplinäre Zusammenarbeit sind neutrale Dateiformate wie beispielsweise Industry Foundation Classes (IFC) oder BIM Collaboration Format (BCF) zu nutzen (siehe Abschnitt 4.3).

Zu Beginn der Zusammenarbeit wird die Art der Kommunikation im Detail vereinbart und im BAP niedergeschrieben.

4.2. Informationsmanagement

4.2.1. Nutzung einer gemeinsamen Datenumgebung (CDE)

Für die interdisziplinäre Zusammenarbeit der Projektbeteiligten bedarf es einer CDE (Common Data Environment). Während der Planung, Erstellung und dem Betrieb eines Bauwerks müssen u.a. die Inhalte der Modelle unterschiedlicher Fachdisziplinen auf Grundlage von vereinbarten Abläufen zwischen den verschiedenen Projektbeteiligten ausgetauscht werden.

Für ein effizientes Daten- und auch Informationsmanagement hat jeglicher Datenaustausch und die komplette Dokumentation der relevanten Entscheidungen auf dieser CDE zu erfolgen. Sämtlicher Schriftverkehr sowie Protokolle u.Ä. sind ebenfalls dort abzulegen. Standardisierte Prozesse und Workflows regeln den sicheren Zugriff auf Dateien und Daten innerhalb des Projektteams.



Abb. 5: Gemeinsame Datenumgebung (CDE) (©BIM.Hamburg, 2021)

4.2.2. Datei-/Modellnamenskonventionen

Die abgestimmten projektspezifischen Namenskonventionen sind von allen Projektbeteiligten konsequent zu verfolgen. Alle am Projekt Beteiligten haben Zugriff auf die jeweils aktuelle Version der Modelle.

4.2.3. Status | Informationsfluss innerhalb der CDE

Neben dem sicheren Zugriff der Projektbeteiligten auf die Informationen wird auch der Informationsfluss durch standardisierte Prozesse geregelt. Der Bearbeitungsstand der Informationen (einzelner Modelle oder Dateien) wird mittels einer im Vorfeld definierten Organisationsstruktur bzw. einem Status beschrieben. Dieser Status gibt an, von wem eine Information (Datei) wann verwendet werden darf. Gesteuert wird dies in der CDE über die entsprechenden Zugriffsrechte, sodass Projektbeteiligte nur die für sie vorgesehenen Informationen beziehen können und nur an den für ihre Liefergegenstände erforderlichen Prozessen beteiligt sind.

Dieser Informationsfluss innerhalb einer CDE ist beispielhaft in der nachfolgenden Grafik dargestellt. Anpassungen entsprechend projekt- oder unternehmensspezifischer Anforderungen werden üblicherweise vorgenommen und sind in den AIA und dem BAP festzuhalten.

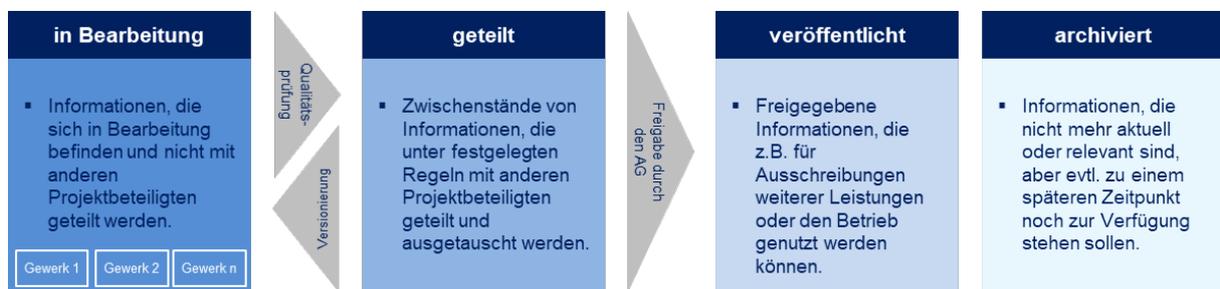


Abb. 6: Datenfluss innerhalb einer CDE (©BIM.Hamburg in Anlehnung an DIN 19650-1:2019-08)

Für jede Fachdisziplin kann die CDE einen eigenen Arbeitsbereich bereitstellen. Die dort abgelegten Informationen/Dateien erhalten den Status „in Bearbeitung“ und sind nicht für andere Projektbeteiligte nutzbar. Nach erfolgreicher Prüfung werden diese Informationen/Dateien freigegeben und mit dem Status „geteilt“ versehen. Ein Austausch der Daten mit den anderen Gewerken ist nun möglich.

Ist die Bearbeitung von Informationen abgeschlossen, erhalten diese den Status „veröffentlicht“. Dieser Status erfordert die vorherige Qualitätsprüfung (z.B. auf Konformität mit den AIA) und die Freigabe durch den AG.

Werden Informationen für die Projektbearbeitung nicht mehr benötigt bzw. genutzt, erhalten sie den Status „archiviert“. Bei Bedarf können sie für eine spätere Nutzung verwendet werden. Es ist projekt- und unternehmensspezifisch abzustimmen, ob weitere Status für den Informationsfluss benötigt werden. Eine Anpassung der Konfiguration ist i.d.R. möglich und im BAP festzuhalten.

Vor dem Übergang von einem Status zum anderen ist zumeist eine Qualitätsprüfung durch die AN (z.B. Kollisionsprüfung, AIA- und BAP-Konformität, Datei- und Namenskonvention etc.) und die Freigabe durch die AG durchzuführen.

4.3. Aufgabenmanagement

Für Entscheidungsfindungen und daraus resultierenden Festlegungen von Aufgaben und Verantwortlichkeiten werden die Modelle über alle Lebenszyklusphasen als Kommunikationswerkzeug genutzt. Zur Unterstützung der modellbasierten Kommunikation wird das offene Datenformat BIM Collaboration Format (BCF) eingesetzt, welches den Austausch von Nachrichten und Änderungsanforderungen zwischen den verschiedenen Softwareprodukten unterstützt. Die im BCF versandten Nachrichten werden Issues genannt.

Diese Issues dienen der Strukturierung und Dokumentation der digitalen Kommunikation zwischen den Prozessbeteiligten unter Referenzierung von betroffenen Objekten aus den Modellen und ermöglichen so ein modellbasiertes Aufgabenmanagement. Sie sind in der Regel direkt mit der Position und den betreffenden Objekten im Modell verknüpft und beinhalten darüber hinaus alle erforderlichen Informationen, um einen Konflikt oder eine Aufgabe in einem Modell darzustellen bzw. zu erfassen und nachvollziehbar wiederzugeben. Diese Informationen bestehen i.d.R. aus der Angabe des Verfassenden, konkretisierenden Kommentaren, den betreffenden Objekten, einer Frist, sowie einem Status und weisen die Aufgabe direkt einer verantwortlichen Person oder einem Gewerk zu.

Um das BCF-basierte Aufgabenmanagement effektiv nutzen zu können, sollten vor Projektbeginn Festlegungen zum Umgang mit dem Format getroffen werden. Dazu gehören u. a.:

- Titel (Nomenklatur) und Informationen des Issues
- Zuständigkeiten, Aufgaben/Funktionen und Berechtigungen
- Workflow eines Issues

Idealerweise sind diese Festlegungen in einem organisationsspezifischen Standard in den AIA definiert oder in dem projektspezifischen BAP zu dokumentieren.



Abb. 7: Beispielhafte Inhalte BIM Collaboration Format (BCF) (©BIM.Hamburg, 2023)

Der in Abbildung 8 dargestellte BCF-Kommunikationsprozess macht deutlich, dass die Kommunikation innerhalb eines Projektes über Issues im BCF erfolgt. Dabei koordiniert die BIM-Gesamtkoordination einerseits die BCF-Kommunikation zwischen den jeweiligen BIM-Koordinator:innen und andererseits stellt sie das Bindeglied zum BIM-Management in dem BCF-Kommunikationsprozess dar. Durch die zentrale Kommunikation über eine gemeinsame BCF-Schnittstelle sind Anmerkungen, Probleme, Informationen etc. innerhalb des Projektes transparent für die Beteiligten zugänglich. Dadurch wird zwischen den einzelnen BIM-Rollen das gemeinschaftliche Arbeiten gestützt.

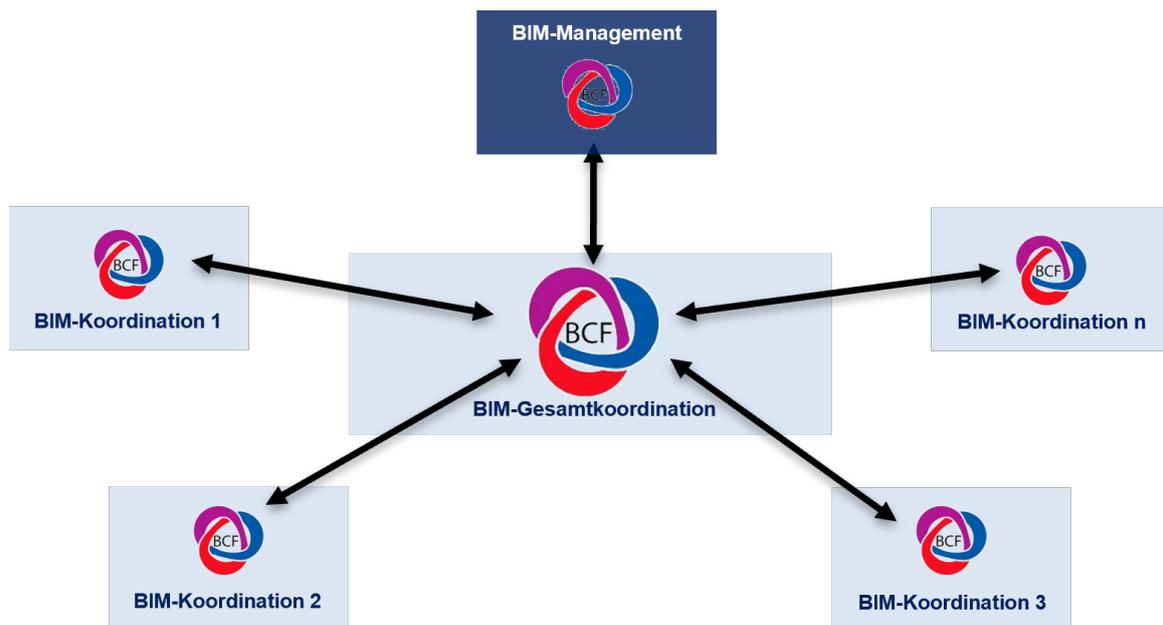


Abb. 8: BCF-Kommunikationsprozess (©BIM.Hamburg, 2023)

4.4. Datenmanagement

4.4.1. Datensicherung

Für Modelle im Bearbeitungsstatus obliegt die Datensicherung den Planenden/Autor:innen. Sobald das Modell auf die gemeinsame CDE geladen wird, obliegt die Verantwortung für die Datensicherung den Betreibenden der CDE.

4.4.2. Datenaktualisierung

Für die Datenaktualisierung der einzelnen Modelle ist jede Fachdisziplin selbst verantwortlich. Aktualisierungszyklen der Modelle sind im BAP dokumentiert.

4.4.3. Datenaustauschformate

Für die digitalen Planungsleistungen sind offene, herstellernerneutrale Datenformate zum Informationsaustausch zu nutzen (Open BIM). Die eingesetzten Datenformate müssen einen vollständigen und reibungslosen Datenaustausch gewährleisten.

Von den AN ist sicherzustellen, dass die beschriebenen Anforderungen des BIM-Leitfadens und der AIA eingehalten und die erforderlichen Daten vollumfänglich an die AG übergeben werden.

Im Folgenden sind Beispiele von herstellerneutralen Formaten aufgeführt.

Tabelle 1: Beispiele herstellerneutraler Dateiformate

Format	Beschreibung
BCF	BIM Collaboration Format
IFC	Industry Foundation Classes
CTE	OKSTRA®
XML	OKSTRA® (ab Version 2)
XML	LandXML
DXF	Drawing Interchange File Format (Industriestandard)

In den AIA wird die Version des IFC-Datenformats festgelegt. Die gewählte Version muss einen vollständigen Datenaustausch der Modelle insbesondere hinsichtlich der erforderlichen Ausprägung der Geometrie (LoG) und der Merkmale (LoI) sicherstellen.

Zu Projektbeginn sind Tests bezüglich der Austauschkompatibilität durchzuführen.

Es sind mindestens die folgenden allgemeinen Anforderungen zu prüfen:

- Die Georeferenzierung muss den Vorgaben der AIA bzw. dem übergebenen Mastermodell entsprechen
- Geometrie, Struktur, Klassifikation und Merkmale müssen möglichst verlustfrei übertragen werden.

4.4.4. Dateigröße

Es besteht die Anforderung der Datenwirtschaftlichkeit. Die Dateigrößen sind so gering wie möglich zu halten. Sofern sinnvoll, werden Modelle aufgeteilt (Teilmodelle), um u.a. die Auswertzeiten so gering wie möglich zu halten. Dies ist zwischen den AN und dem AG vor Beginn der Arbeiten projektspezifisch abzustimmen. Die Modellaufteilungen sind im BAP zu dokumentieren.

4.4.5. Datenlieferungen

Für jeden AwF sind ein oder mehrere Meilensteine für die Datenübergabe in den AIA und/oder dem BAP definiert. Je nach AwF werden die erforderlichen Fachmodelle, Dokumente und al-

phanumerischen Daten übergeben. Das Bauwerksinformationsmodell und die damit verknüpften Daten dienen so über den gesamten Nutzungszyklus des Bauwerks als Grundlage für die Fortschreibung der AwF.

4.5. BIM-Testphase

Um eine reibungslose Projektabwicklung hinsichtlich der BIM-Methode zu gewährleisten, sind seitens der AN BIM-Testphasen einzuplanen. In diesen Testphasen sind mindestens die Umsetzung der AwF, der fachübergreifende Datenaustausch sowie die Kommunikation über BCF zu kontrollieren. Anhand der Testläufe ist insbesondere auch die von den AN zu gewährleistende Kompatibilität der im Projekt zum Einsatz kommenden IT-Lösungen zu prüfen.

Im Laufe des Projekts sind zu folgenden Zeitpunkten Testphasen erforderlich:

- Vor **projektspezifischer Modellerstellung**
- Im weiteren Projektverlauf, wenn **weitere Fachdisziplinen** beteiligt werden
- Vor **Beginn komplexer AwF**

In den AIA werden die Tests und die dazu gehörigen Meilensteine konkretisiert. Im BAP wird dokumentiert, wie der Prozess der BIM-Testphase im Kontext des Projektes umgesetzt wird und entsprechende Lieferzeitpunkte und Abstimmungstermine werden konkret vereinbart.

5. Qualitätsmanagement

Für die Arbeit mit digitalen Bauwerksinformationsmodellen und zur Erfüllung der vertraglich vereinbarten Anforderungen (AIA) ist insbesondere die Konsistenz der einzelnen Fachmodelle untereinander sicherzustellen. Durch Vorgaben für das **Qualitätsmanagement** in den BIM-Prozessen soll der Austausch von konfliktfreien (siehe Glossar) Modellen sichergestellt werden, um eine qualitativ hochwertige Datengrundlage zu erhalten.

Grundsätzlich gilt, dass alle fertiggestellten Fachmodelle vor Übergabe an den AG in einem Qualitätsmanagementprozess zu überprüfen sind. Dieser Prozess setzt sich aus der Qualitätssicherung und der Qualitätsprüfung zusammen. Ebenfalls gilt, dass eine Prüfung der Fachmodelle im jeweiligen Übergabeformat stattzufinden hat. Eine Prüfung nur in der Autorensoftware ist nicht ausreichend.

Die **Qualitätssicherung** befasst sich mit der Erstellung von Normen, unternehmensinternen Richtlinien, Vorgaben in AIA/BAP, Objektkatalogen und anderen Regeln, die die Liefergegenstände im Detail spezifizieren. Die **Qualitätsprüfung** umfasst die Kontrolle der Liefergegenstände auf die Einhaltung der vorgenannten Spezifikationen.

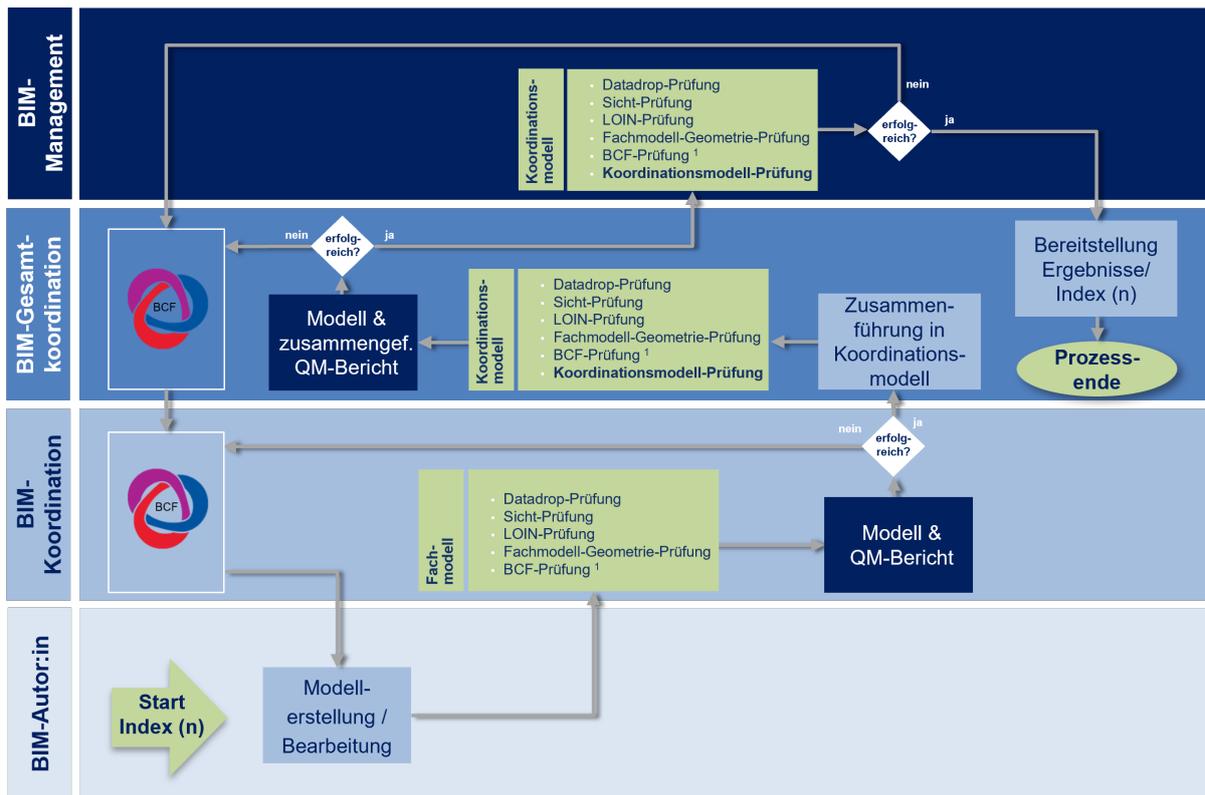
Eine Prüfung kann u.a. in Form von visuellen oder (teil-)automatisierten Modellprüfungen erfolgen. Die Prüfung wird mithilfe von Checklisten oder Prüfberichten dokumentiert. Eine Checkliste zur Qualitätsprüfung von Modellen ist auf der Webseite von BIM.Hamburg abrufbar.

Prüfgegenstand	Prüfung erforderlich?	Prüfung erfolgt?	Prüfung bestanden?	Bemerkung
1.1 Wurden die Daten auf der vereinbarten Projektplattform (CDE) zur Verfügung gestellt?	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	
1.2 Wurden alle geforderten Daten geliefert?	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	
1.3 Wurden die Dateien fristgerecht geliefert?	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	
1.4 Wurden die Datei- bzw. Modellnamenskonventionen eingehalten?	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	
1.5 Wurde der korrekte Index verwendet?	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	
1.6 Wurde der oder die Modell-/ Dokumentenverantwortliche benannt?	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	
1.7 Wurde ein Prüfprotokoll mit vereinbarten Inhalten der Lieferung beigelegt?	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	
1.8 Liegen die Daten in den geforderten Programmversionen und Formaten vor?	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	
1.9 Wurden die Maßeinheiten entsprechend der Vereinbarung eingehalten?	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	

Abb. 9: Beispiel Auszug aus der Checkliste zur Modellprüfung V1.0 (©BIM.Hamburg, 2023)

5.1. Qualitätsprüfungs- und Kollaborationsprozess

Zur Gewährleistung von einheitlich qualitätsgeprüften Modellen sind klar definierte Abläufe und Verantwortlichkeiten innerhalb des BIM-Prozesses festzulegen. Hierfür ist ein Qualitätsprüfungs- und Kollaborationsprozess zu erstellen, welcher die abgestimmten Arbeitsabläufe zwischen den Beteiligten definiert. Dies kann in Anlehnung an Abbildung 10 erfolgen. Hierzu gehört die Festlegung von Datenaustauschformaten, Modellarten und -status sowie Dokumentationsformen zur Qualitätsprüfung.



1. Im Gegensatz zu den anderen Prüfungen gibt es in der Checkliste von BIM.Hamburg keine eigenständige Tabelle zur BCF-Prüfung, da diese in den anderen Prüfschritten exemplarisch integriert sind. Siehe dazu auch Checkliste von BIM.Hamburg

Abb. 10: Beispiel eines Qualitätsprüfungs- und Kollaborationsprozesses (©BIM.Hamburg, 2023)

Grundsätzlich kann dieser Qualitätsprüfprozess zur Prüfung von Zwischenständen als auch zur Prüfung von z.B. Meilensteinen oder Abgaben zum Ende von Leistungsphasen verwendet werden. Dabei behandelt ein Durchlauf des Prozesses die Erstellung oder Bearbeitung eines Modells in seinem jeweiligen Index bis zum nächsthöheren Index. Hierzu sind die Anforderungen zur erfolgreichen Prüfung entsprechend des Projektfortschrittes iterativ anzupassen. Issues, die erst zu einem späteren Zeitpunkt bearbeitet werden, müssen entsprechend gekennzeichnet werden. Das Vorgehen ist im BAP festzuhalten. Der in Abbildung 10 dargestellte Prozess bezieht sich ausschließlich auf die Modellprüfung. Um bestimmte Anwendungsfälle und deren Liefergegenstände zu prüfen sind ggf. andere Prozessschritte erforderlich.

Die einzelnen FM werden von den Verantwortlichen entsprechend den in den AIA definierten Anforderungen und möglichst auf Grundlage von anderen referenzierten Modellen erstellt, um frühzeitig andere Fachbereiche einzubinden. Dadurch erfolgt bereits eine erste Koordination mit relevanten FM weiterer Fachdisziplinen. Die einzelnen FM sind vor Weitergabe an die Gesamtkoordination immer durch die jeweilige BIM-Koordination auf deren Konformität zu prüfen und in einem Prüfbericht zu dokumentieren. Hierzu kann die „Checkliste zur Modellprüfung“ von BIM.Hamburg herangezogen werden.

Die BIM-Gesamtkoordination fasst daraufhin die gelieferten Fachmodelle zu Koordinationsmodellen zusammen und prüft die Qualität dieser mit Fokus auf Schnittstellen zu Fachmodellen anderer Gewerke und die damit zu bearbeitenden Anwendungsfälle. Ein zusammengefasster

Qualitätsmanagement-Bericht wird daraufhin zusammen mit den Modellen dem BIM-Management zur Verfügung gestellt. AG-seitig stellt das BIM-Management sicher, dass die Modelle anschließend zur Überprüfung der erbrachten Leistung ebenfalls einer Qualitätsprüfung unterzogen werden. Durch den Abschluss dieser Prüfung beginnt entweder der nächste iterative Prüflauf (mit dem nächsten Index des Modells) oder das Modell wird freigegeben. Festgestellte Konflikte und Änderungsanforderungen werden in Form von Issues an die zuständige Koordination zur Überarbeitung übermittelt (Aufgabenmanagement, siehe Abschnitt 4.3).

Der iterative Prozess der fachübergreifenden Qualitätssicherung durch die BIM-Gesamtkoordination erfolgt bis zur Übergabe eines konsistenten und konfliktarmen Modells an das BIM-Management. Dieses prüft das Modell final und erteilt bei bestandener Prüfung eine Freigabe oder eine interne Freigabeempfehlung.

5.2. Qualitätsprüfung der Modelle und Informationen

Alle Modelle müssen der geforderten Qualität entsprechen. Dabei unterteilt sich die Qualitätsprüfung in folgende Prozesse:

- Konformitätsprüfung
- Fachprüfung
- AwF-Prüfung

5.2.1. Konformitätsprüfung

Die Konformitätsprüfung bezieht sich auf die Forderungen der AIA und beinhaltet beispielsweise die Prüfung, ob ein gefordertes Merkmal vorhanden ist, die Einhaltung der vorgegebenen Merkmalstruktur oder der Georeferenzierung. Diese Prüfungen können je nach Anforderung manuell oder automatisiert durchgeführt werden. Die manuelle Prüfung erfolgt in der Regel durch die Sichtung der Liefergegenstände und kann beispielsweise durch Listen und Filterungen unterstützt werden.

(Teil-)automatisierte Prüfläufe sind immer softwarespezifisch. Mit diesen können beispielsweise Abhängigkeiten zwischen Identifikationsebenen (Klassen) und Merkmalen kontrolliert werden. Bei geometrischen Prüfungen werden Kollisionen von Objekten, eingeschlossene Bauteile, sowie Objektdoppelungen untersucht. Grundsätzlich sollten sich Objekte nicht überschneiden oder doppelt vorhanden sein. Eine fachspezifische Einschätzung (Fachprüfung) ist erforderlich.

5.2.2. Fachprüfung

Mit dieser Prüfung soll die fachliche Qualität der Modelle aus ingenieurtechnischer Sicht geprüft und die Baubarkeit gewährleistet werden. Diese Prüfung beinhaltet u.a. die Kontrolle auf Einhaltung der Vorgaben des Baurechts, von bauspezifischen Festlegungen, von geltenden Regelwerken und Richtlinien und auf Zulassungskonformität. Sie beinhaltet die Bewertung der Prüfergebnisse auf Kollisionen, der Identifikationsebenen (Klassen) sowie der Merkmalswerte.

5.2.3. Anwendungsfallprüfung

In der Anwendungsfallprüfung werden die Liefergegenstände der jeweiligen AwF entsprechend den Anforderungen in AIA und BAP geprüft. Die durchzuführende Prüfung ist abhängig von den zu prüfenden AwF.

5.3. Prüfberichte

Die von AN und AG durchgeführten Prüfungen von Modellen und Informationen sind in Prüfberichten zu dokumentieren. Dies dient der Sicherung der geforderten Qualität. Die Inhalte der Prüfberichte sind in den AIA zu spezifizieren.

6. Modellierung

Modelle dienen zur optimalen Unterstützung der Planung, Realisierung und Nutzung des Bauwerks. Digitale Bauwerksinformationsmodelle enthalten neben der Bauwerksgeometrie auch Merkmale, welche die Eigenschaften und Kennwerte von Objekten beschreiben. Zur Sicherstellung einer hohen Modellqualität mit möglichst automatisierter Vergleich-, Prüf- und Anwendbarkeit der Modelle ist eine enge Abstimmung während der Modellierung sowie eine konsistente Struktur der Geometrie- und Metadaten erforderlich.

6.1. Modellkonzept und Modellarten

Ein wesentlicher Baustein der BIM-Methode sind die digitalen Modelle als virtuelles Abbild des realen Projekts. Die digitalen Modelle bilden die verschiedenen fachlichen Anforderungen interdisziplinär ab. Jede Fachdisziplin erstellt ihr eigenes Fachmodell und ist für die Ergebnisse verantwortlich. Entsprechend des jeweiligen AwF kann es spezifische Anforderungen an die Modelle geben, die in den AIA bzw. dem BAP festgehalten werden.

Die Strukturierung der Modelle erfolgt in Teil-, Fach-, Koordinationsmodelle.

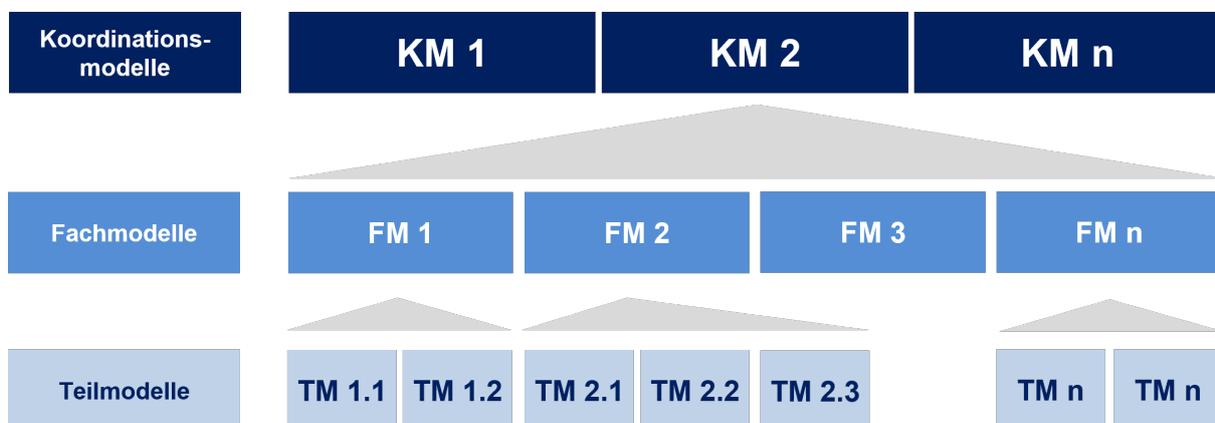


Abb. 11: Modellkonzept (©BIM.Hamburg, 2023)

6.1.1. Teilmodell (TM)

Das Teilmodell (TM) beinhaltet Untermengen bzw. Teile der entsprechenden FM. TM formen die unterste Ebene der Modellstruktur und bilden zusammen ein FM z. B. wenn aufgrund von räumlicher Ausdehnung, thematischer Aufteilung, Bauphasenzuordnungen oder Dateigrößen (Performance) eine Aufteilung der Fachmodelle erforderlich wird. Eine Gliederung/Unterteilung ist im BAP zu dokumentieren und für alle FM zu übernehmen.

6.1.2. Fachmodell (FM)

Das Fachmodell (FM) stellt ein gewerkspezifisches Modell einzelner beteiligter Fachdisziplinen (z.B. Umgebung, Umwelt, Ingenieurbau/Bauwerk, Verkehrsanlage/Strecke, Technische Ausrüstung) in einem Bauprojekt dar. Im Laufe des Lebenszyklus eines Projektes werden abhängig von Projektart und -umfang verschiedene Fachmodelle erzeugt, integriert und weiterbearbeitet. In jeder Fachdisziplin werden jeweils eigene Modelle erstellt, deren Planungstiefe sich am Zweck und dem zu erzielenden Werkerfolg orientiert. Die einzelnen Fachmodelle werden aufeinander aufbauend erstellt, während der gesamten Projektlaufzeit sukzessive im Detaillierungsgrad erweitert, ausgebaut und vervollständigt.

6.1.3. Koordinationsmodell (KM)

Im modellbasierten Prozess werden für den spezifischen Koordinationszweck relevante Fach- bzw. Teilmodelle temporär in einem Koordinationsmodell zusammengefügt. Dieser Schritt dient zur fachübergreifenden Abstimmung und Koordination unter den Beteiligten, wobei insbesondere bei größeren Projekten auch nur einzelne Projektteile in einem Koordinationsmodell abgebildet werden können.

6.1.4. Weitere Modellarten

Weitere Modelle sind Teil-, Fach- oder Koordinationsmodelle, die zur Erfüllung eines bestimmten Anwendungsfalls gefordert und erstellt werden. Die hier aufgeführten Arten stellen mögliche Varianten dar und sind nicht abschließend zu verstehen.

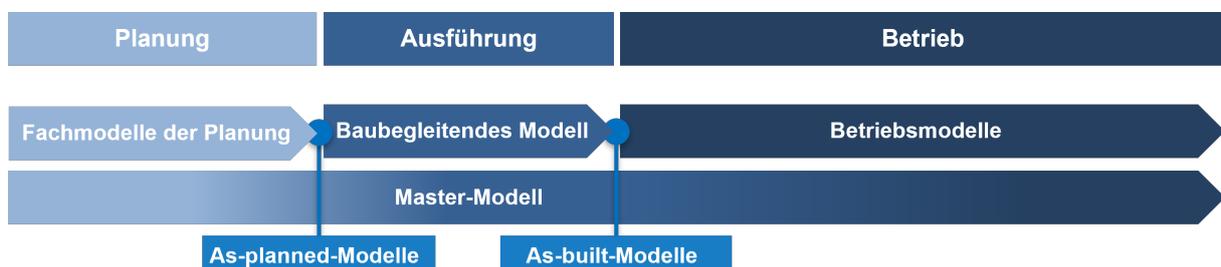


Abb. 12: Weitere Modellarten (©BIM.Hamburg, 2023)

6.1.4.1. Master-Modell

Das Master-Modell ist ein Fachmodell. Es besteht aus einem oder mehreren Volumenkörpern (Nullpunktobjekt) mit den zugehörigen Metadaten und Merkmalen des Objektkataloges Allge-

mein (siehe BIM.Hamburg). Das Master-Modell dient zur Informationsdarstellung für die disziplinübergreifende Koordination. Vor Beginn der Zusammenarbeit wird in der Regel vom AG das Master-Modell im IFC-Datenformat mit den für alle Projektbeteiligten essentiellen Randbedingungen und Informationen zur Verfügung gestellt. Dieses Modell sichert die Georeferenzierung und ist als Basis für alle weiteren Modelle über die gesamte Projektlaufzeit bindend zu verwenden.

6.1.4.2. As-planned-Modell

As-planned-Modelle sind Teil-, Fach- bzw. Koordinationsmodelle, die die Ausführungsplanung abbilden und alle für die Ausführungsphase relevanten Informationen beinhalten.

6.1.4.3. Baubegleitendes Modell

Baubegleitende Modelle sind Teil-, Fach- bzw. Koordinationsmodelle zur Dokumentation des Stands der Bauausführung. Sie können unter anderem für die Baufortschrittskontrolle, das Änderungs- und Nachtragsmanagement, die Abrechnung von Bauleistungen und das Abnahme- und Mängelmanagement verwendet werden. Für das baubegleitende Modell lassen sich vorhandene einzelne As-planned-Modelle parallel zu den Bautätigkeiten gemäß der tatsächlich erfolgten Ausführung angleichen. Das baubegleitende Modell zum Abschluss der Bauausführung kann als As-built-Modell genutzt werden.

6.1.4.4. As-built-Modell

As-built-Modelle sind Teil-, Fach- bzw. Koordinationsmodelle, die nach Abschluss der Bauphase die überprüfte digitale des tatsächlich gebauten Bauwerks darstellen. Wird das Modell mit Revisionsunterlagen verknüpft, kann es als Revisionsmodell genutzt werden.

6.1.4.5. Betriebs-/Facility Management-Modell

Betriebs-/Facility Management-Modelle sind Teil-, Fach- bzw. Koordinationsmodelle, die für die Nutzung in der Betriebsphase optimiert sind. In diesen Modellen werden alle für die Betriebsphase relevanten Informationen abgebildet. Sollte ein As-built-Modell vorhanden sein, so kann dies als Basis für die Facility Management-/Betriebsmodelle genutzt werden. Hierfür werden die betriebsrelevanten geometrischen und alphanumerischen Daten herausgefiltert und komplexe Geometrien und Informationen mit ausschließlicher Planungs- und Baurelevanz entfernt oder vereinfacht, um den modellbasierten Betrieb und die Pflege des Modells zu erleichtern. Weitere betriebsrelevante Informationen, wie Wartungsintervalle und Prüfzyklen, werden dem Modell hinzugefügt.

6.2. Modellgliederung und Modellstruktur

Grundsätzlich ist für alle FM die Strukturvorgabe des IFC-Formats zu verwenden. Ggf. ist eine in den zugehörigen projektspezifischen AIA definierte Projektstruktur auf die Modellstruktur zu übertragen. Die Modellstruktur muss allen Objekten eindeutig zugeordnet werden. Alle Modellstrukturebenen, die im FM eingepflegt werden, müssen auswertbar sein.



Abb. 13: Struktur eines Fach-/Teilmodells (IFC 2x3) (©BIM.Hamburg, 2021)

Aufgrund von derzeit noch fehlenden IFC-Standards für den Infrastruktur- und Ingenieurbaubereich können für Projekte aus diesen Bereichen noch keine eindeutigen bzw. endgültigen Modellstrukturen vorgegeben werden. Die Modellstrukturen sind in Abhängigkeit der eingesetzten Software so übersichtlich wie möglich zu gestalten.

6.3. Formale Modellvorgaben

Zur Festlegung der für das Projekt erforderlichen Modellgenauigkeit dienen formale Modellvorgaben. Die für das Projekt relevanten Einheiten und für die Modellierung einzuhaltenden Genauigkeiten und Toleranzen sowie weitere formale Modellvorgaben (z.B. Farben, Schraffuren etc.) sind vor Projektbeginn zu definieren und in den AIA bzw. dem BAP festzuhalten.

6.4. Modellinhalte und Anforderungen

Grundsätzlich richtet sich der Detaillierungsgrad bzw. die Bearbeitungstiefe der Modelle nach den spezifischen Nutzungen im Projekt. In den AIA ist unter anderem definiert, welche Anwendungsfälle innerhalb einer Leistungsphase umgesetzt werden sollen und welche Informationen demzufolge die AN zu liefern haben. Hieraus leiten sich insbesondere die Vorgaben ab, welche Objekte in den einzelnen Fachmodellen in welchem Detaillierungsgrad erfasst sein müssen.

Da es bei der Anwendung der BIM-Methode bzw. bei der Arbeit mit Modellen keinen Maßstab gibt, der vergleichsweise den Inhalt und die Detaillierung eines Plans vorgibt, wird der Detaillierungsgrad der Modelle über die Level of Information Need (LOIN) beschrieben.

6.4.1. Informationsbedarf

Objekte werden ergänzend zu ihrer modellierten geometrischen Repräsentanz anhand von alphanumerischen Informationen abgebildet. Für eine effektive Projektabwicklung ist im Vorfeld zu definieren, zu welchem Zeitpunkt welche Objekte in welcher Granularität benötigt werden (inhaltliche Mindestanforderung). Der Umfang und die Detaillierung dieses Informationsbedarfs werden anhand der einzelnen Objekte definiert und über die LOIN beschrieben.

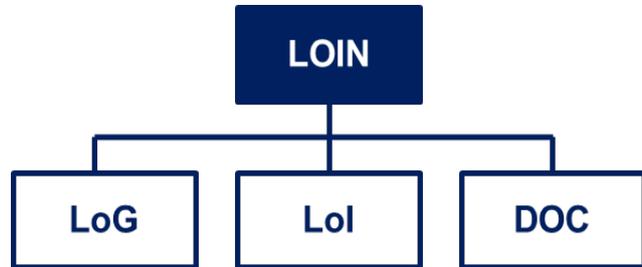


Abb. 14: LOIN (©BIM.Hamburg, 2021)

Die LOIN definieren die erforderliche Granularität der geometrischen Ausarbeitung der Objekte (Level of Geometry, LoG), des Informationsgrades der Merkmale (Level of Information, Lol) und bei Bedarf des nötigen Dokumentationsgrades (DOC).

LOIN Grad des Informationsbedarfs (en: Level of Information Need)

LoG Geometrischer Genauigkeitsgrad (en: Level of Geometry)
Beschreibung der Detaillierung und des Umfangs der Geometrie.

Lol Alphanumerischer Informationsgrad (en: Level of Information)
Beschreibung der Detaillierung und des Umfangs der Informationen. Dazu werden die Merkmale der zu verwendenden Objekte festgelegt.

DOC Dokumentationsgrad (bei Bedarf)
Beschreibung von zusätzlichen Informationen (externe Dokumente, die mit den entsprechenden Objekten zu verknüpfen sind).

Die LOIN der Modelle werden mit dem Fortschritt der Projektbearbeitung kontinuierlich angepasst. Entsprechend werden die Informationen der FM erweitert oder reduziert.

Diese sukzessive Anpassung des Informationsgehaltes der Modelle wird anhand von definierten Stufen (Level) des Detaillierungsgrades abgebildet. Die Level des Detaillierungsgrades (inhaltliche Mindestanforderungen) erstrecken sich vom LoG/Lol 100 für die konzeptionelle Annäherung zu Beginn eines Projekts bis zum LoG/Lol 500 für die präzise Darstellung. Der Dokumentationsgrad wird ggf. anhand einer Liste der jeweils erforderlichen externen Dokumente definiert.

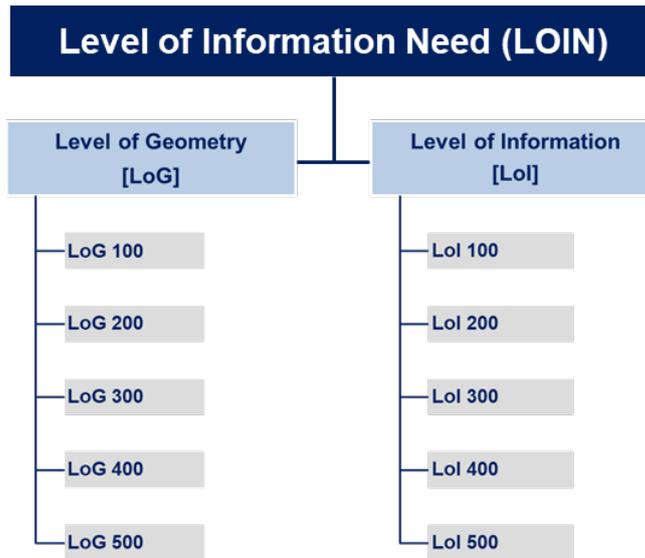


Abb. 15: Detaillierungsgrade (©BIM.Hamburg, 2021)

6.4.2. Detaillierungsgrade

Die Detaillierungsgrade beschreiben den geforderten Geometrie- und Informationsinhalt der Objekte und die Vollständigkeit der übermittelten Modellinformationen, die zu einem bestimmten Zeitpunkt geliefert werden.

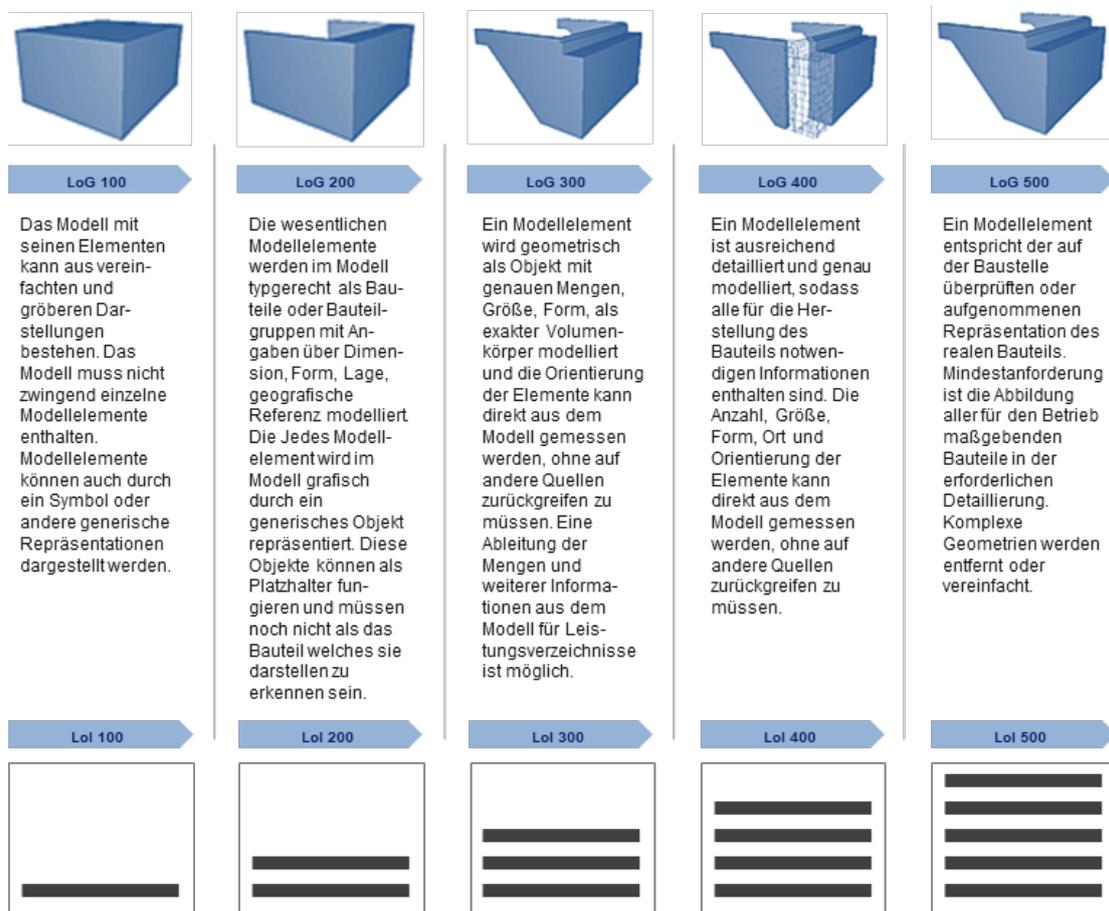


Abb. 16: Detaillierungsgrade (Level) (©BIM.Hamburg in Anlehnung an BIM Forum, 2016)

Hinweis: Es ist zu beachten, dass LoG 500 durchaus vereinfachte Geometrien gegenüber LoG 400 haben kann, da in der Betriebsphase auch vereinfachte Geometrien ausreichend sein können. Gleiches gilt für Lol 500. Auch hier können in der Betriebsphase weniger oder nur für den Betrieb spezifische Informationen erforderlich sein.

6.4.3. Anforderungen und Hinweise

- Die Detaillierungsgrade müssen die Anforderungen der AwF erfüllen
Grundsätzlich müssen alle Objekte in ihren Detaillierungsgraden (LoG und Lol) den Anforderungen der in den projektspezifischen AIA verpflichtenden AwF genügen. Im Sinne der besseren Zusammenarbeit und Handhabung der Modelle ist die geometrische Detaillierung deshalb so weit wie möglich zu reduzieren. Damit wird sichergestellt, dass nur die notwendige und nicht die maximal mögliche Informationstiefe für die Modellierung gewählt wird. Es ist anzustreben, Informationen, die nicht zwingend einer (detaillierten) geometrischen Repräsentanz bedürfen, nur in der Projektdatenbank bzw. als Merkmal abzulegen. Für die Objekte sind die Lol in den Objektkatalogen definiert. Sollte es für eine Fachdisziplin keinen Objektkatalog geben, so sind die Lol spezifisch zu definieren.
- LoG und Lol sind disziplinspezifisch
Die geometrischen Anforderungen und alphanumerischen Informationen sind auf die jeweiligen Fachdisziplinen anzupassen. Beispielsweise kann das Fachmodell Rohbau bereits mit LoG 300 in der Planung vorangeschritten sein, während das Fachmodell TGA noch in LoG 100 vereinfacht geplant wird. Dies kann auch für einzelne Objekte innerhalb eines Fachmodells gelten. Dieses Vorgehen weicht somit nicht von der konventionellen Planung ab. Folglich muss es aufgrund des Bedarfs nach unterschiedlichen Informationen der Fachdisziplinen und der AwF keine einheitliche LOIN im Projekt geben.
- LoG und Lol können voneinander abweichen
Es ist zu beachten, dass die LoG- und die Lol-Definitionen individuell und unabhängig voneinander erfolgt. Je nach AwF können die LoG der Objekte einen anderen Detaillierungsgrad aufweisen als die Lol. Beispielsweise benötigt die Kollisionsprüfung keine ausgeprägten Lol.

6.5. Objekte

Ein Objekt ist ein Element oder eine Elementgruppe innerhalb eines FM und bilden so die Bausteine für die Bauwerksinformationsmodelle. Sie spielen mit den darin enthaltenen geometrischen und alphanumerischen Informationen eine zentrale Rolle.

Eine grundlegende Anforderung an die geometrische Modellierung ist, dass alle Objekte als Volumenkörper dargestellt werden. Die geometrischen Informationen, wie z.B. Volumina, müssen für die Mengenermittlung direkt aus den Körpern entnommen werden können. Des Weiteren sind den Objekten die entsprechenden Identifikationsebenen für die Modellierung zuzuordnen.

Zur Modellierung der Objekte können Hilfskonstruktionen verwendet werden. Sie dienen beispielsweise in Form von Achsen oder Ebenen der Unterstützung der Modellierung und Koordination. Hilfskonstruktionen sind ergänzend zu Objekten zu betrachten und sind im Gegensatz zu diesen nicht als Volumenkörper ausgebildet.

6.5.1. Merkmale

Alle im FM enthaltenen Objekte sind mit Merkmalen zu attribuieren. Die Merkmale und die zugehörigen Merkmalswerte können projektspezifisch variieren. Die im jeweiligen Projekt zu verwendenden Merkmalstabellen sind den in den AIA beigefügten Objektkatalogen zu entnehmen. Die Objektkataloge beinhalten eine Übersicht aller bisher bekannten und notwendigen Merkmale, die das jeweilige Objekt beinhalten muss, um die entsprechenden AwF zu bedienen. Sowohl die Bezeichnungen der Merkmale als auch die Werte sind eindeutig im Objektkatalog definiert.

6.5.2. Identifikation der Objekte

Jedes Objekt muss eine persistente und projekteindeutige Objekt-ID (GUID) besitzen.

6.6. Georeferenzierung

Grundsätzlich ist sicherzustellen, dass alle FM georeferenziert sind und einen identischen Modellursprung aufweisen. Dafür muss zu Projektbeginn ein einheitlicher Projektnullpunkt festgelegt werden. Dieser ist über den gesamten Lebenszyklus des Bauwerks gültig und darf nicht verändert werden.

Da BIM-Systeme nahezu ausschließlich ein kartesisches Koordinatensystem mit *lokalem* Nullpunkt (Projektnullpunkt i.d.R. auf den Koordinaten $x/y/z = 0/0/0$) einsetzen, muss zusätzlich der Bezug zu einem übergeordneten Koordinaten- und Höhenreferenzsystem (geodätisches Bezugssystem) gesetzt werden. Dadurch wird sichergestellt, dass alle digitalen Liefergegenstände im gleichen geodätischen Bezugssystem modelliert werden.

Dieser Projektnullpunkt muss im Projekt mittels eines Nullpunktobjektes (Koordinationskörper der im Nullpunkt liegt) optisch fixiert und in allen Fach- und Teilmodellen integriert werden (siehe Abschnitt 6.1.4.1). Damit ist in den Koordinationsmodellen eine Überprüfung der Positionierung der Modelle möglich.

Hinweis: Einige Softwareprodukte können nicht mit negativen Koordinaten arbeiten.

Tabelle 2: Koordinaten Projektnullpunkt (Beispiel)

Koordinatenreferenzsystem	EPSG	Erläuterung		Bemerkung
ETRS89_3GK3 (ETRS89_CM9E)	<u>8395*</u>	ETRS89 mit GK-Abbildung		Lagestatus 320
Höhenreferenzsystem	EPSG	Erläuterung		Bemerkung
DE_DHHN2016_NH	<u>7837</u>	Haupthöhenetz von 2016		Höhenstatus 170
Projektnullpunkt	Rechtswert [x]	Hochwert [y]	Höhe [z]	
Weltkoordinaten (WCS)	3565970,000	5936858,000	0,000	
Lokale Koordinaten	0,000	0,000	0,000	

*Beim EPSG8395 wird die voranstehende 3 im Rechtswert gekürzt

7. Technologien

7.1. Software

Die Auswahl der Softwareprodukte, z.B. für die Erstellung der Bauwerksinformationsmodelle, bleibt aufgrund des aktuellen öffentlichen Vergaberechts den beteiligten AN überlassen. Die AN haben bei der Wahl der Software zu berücksichtigen, dass die digitalen Liefergegenstände den Anforderungen der jeweiligen Anwendungsfälle entsprechen müssen.

Die Softwareprodukte müssen für einen herstellereutralen Datenaustausch geeignet sein. Zu Projektbeginn sollten die bei den verschiedenen Projektbeteiligten zum Einsatz kommenden Softwarelösungen auf Kompatibilität geprüft werden.

Die von AN eingesetzte Autorensoftware zur Erstellung der Modelle muss folgende **Mindestanforderungen** erfüllen:

- Modellierung von dreidimensionalen und parametrisierbaren Objekten
- Verknüpfung der Objekte mit beliebigen alphanumerischen Informationen
- Definition von logischen Abhängigkeiten zwischen den Objekten
- Erstellung von logischen Strukturelementen (Bauwerksgliederung) und die Zuordnung der Objekte zu diesen Strukturen
- Planableitung aus den Modellen und Auswertungen (Listen)
- Vollständiger Datenaustausch der Modelle hinsichtlich der erforderlichen Ausprägung der Geometrie (LoG) und der Merkmale (LoI)
- Integration mit anderen BIM-fähigen Softwareprodukte über offene Schnittstellen (IFC)Georeferenzierung

7.2. Common Data Environment (CDE)

Um die in Abschnitt 4.2.1 beschriebenen Mehrwerte einer CDE nutzen zu können, sind folgende Grundfunktionen für diese erforderlich:

- Verarbeitbarkeit für das Projekt notwendiger Dateiformate (PDF, IFC, BCF, XLXS, DOCX, XML, GAEB, etc.)
- Cloubasierte Lösung
- Projektspezifische Workflows, z. B. für den Freigabeprozess
- Strukturierte Versionierung von Daten
- Spezifische Berechtigungseinstellungen

Nähere Informationen zu diesem Thema können der DIN ES ISO 19650-1, dem VDI 2552 Blatt 5 sowie dem Rahmendokument Datenmanagement des Masterplans BIM Bundesfernstraßen entnommen werden.

Relevante Normen und Richtlinien

Hier wird ein Überblick über die BIM-relevanten Normen und Richtlinien gegeben. Diese können in den Projekten adaptiert zur Anwendung kommen.

Für Verweise auf Normen und Richtlinien in diesem Dokument und den Objektkatalogen ist zu beachten, dass bei undatierten Verweisen die letzte Ausgabe, bei datierten die entsprechende Ausgabe gilt.

VDI Richtlinie 2552

Building Information Modeling (BIM)

„Die Richtlinienreihe VDI 2552 liefert einen strukturierten Ansatz für die effektive Implementierung von BIM in die Prozesse des Planens, Bauens und Betriebens. Sie beschreibt dazu die heute bereits bewährten Regeln der Technik, Erfahrungen und Entwicklungen bei der Anwendung von BIM. [...] Diese Richtlinie berücksichtigt nationale und internationale Standards und Spezifikationen sowie Best-Practice-Erfahrungen und stellt insbesondere den Bezug zur Erstellung und Nutzung von Bauwerksinformationen während des Planens und Bauens eines Bauwerks oder einer Anlage her. Die Richtlinie wendet sich vor allem an Bauherren, Beteiligte an der Planung, Beteiligte am Bau, Beteiligte am Betrieb.“ (VDI 2552-1:2020-07, S. 2-3)

DIN EN ISO 19650

Organisation und Digitalisierung von Informationen zu Bauwerken und Ingenieurleistungen, einschließlich Bauwerksinformationsmodellierung (BIM) – Informationsmanagement mit BIM.

„Diese Norm definiert die Handhabung des BIM-Informationsmanagements. Hierzu zählen der Austausch, die Dokumentation, die Versionsverwaltung und die Organisation von Informationen über den gesamten Lebenszyklus von baulichen Assets.“ (DIN 19650-1:2019-08, S. 1-2)

DIN EN ISO 23386

Bauwerksinformationsmodellierung und andere digitale Prozesse im Bauwesen - Methodik zur Beschreibung, Erstellung und Pflege von Merkmalen in miteinander verbundenen Datenkatalogen

„Diese Europäische Norm legt die Regeln für die Definition von im Bauwesen verwendeten Merkmalen und eine Methodik für die Erstellung und Pflege solcher Merkmale fest, um einen sicheren und nahtlosen digitalen Austausch unter den Beteiligten, die einem BIM-Prozess folgen, zu ermöglichen.“ (DIN 23386:2020-11, S. 6)

DIN EN ISO 16739

Industry Foundation Classes (IFC) für den Datenaustausch in der Bauindustrie und im Anlagenmanagement

„Diese Internationale Norm behandelt die computer-interpretierbare Darstellung von Informationen im Bauwesen und Facility Management und den Austausch von Bauwerksinformationen. Ziel der Norm ist die Schaffung eines neutralen Mechanismus, der in der Lage ist, Bauwerke und ähnliche Anlagen in der bebauten Umgebung während ihres Lebenszyklus zu beschreiben. Dieser Mechanismus eignet sich nicht nur für den neutralen Austausch von Dateien, sondern auch als Basis für die Einführung und Weitergabe von Produktdatenbanken sowie als Basis für die Archivierung.“ (DIN 16739-1:2019-09, S. 6)

DIN EN 17412

Building Information Modeling – BIM-Definitionsgrade – Konzepte und Definitionen

„Dieses Dokument legt Konzepte und Grundsätze fest, um eine Methodik für die Festlegung der Informationsbedarfstiefe und von Informationsbereitstellungen für die Anwendung von Building Information Modeling (BIM) in einer konsistenten Weise aufzustellen.“ (DIN 17412-1:2021-06, S. 5)

DIN SPEC 91391

Gemeinsame Datenumgebungen (CDE) für BIM-Projekte – Funktionen und offener Datenaustausch zwischen Plattformen unterschiedlicher Hersteller

„Für die Zusammenarbeit in digitalen Bauwerksmodellen bei BIM-Projekten sehen nationale und internationale Standards gemeinsame Datenumgebungen (Common Data Environment, kurz CDE) vor. Bisher besteht in der Baubranche kein einheitliches Verständnis über Inhalte und Details einer solchen Datenumgebung. Die neue DIN SPEC 91391 beschreibt daher erstmals Anforderungen sowohl an die Funktionen einer CDE als auch an den offenen Datenaustausch zwischen Plattformen verschiedener Hersteller.“ (DIN 91391 2019)

Glossar

BIM.Hamburg nutzt die Richtlinie VDI 2552 – Blatt 2 (VDI 2552-2:2021-04) als Grundlage bei der Verwendung der Begriffe zum Thema BIM.

Die nachfolgenden Begriffsdefinitionen sind als Ergänzung zur Richtlinie VDI 2552 - Blatt 2 (Begriffe) zu sehen. Diese Liste erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit und unterliegt der kontinuierlichen Überarbeitung und Erweiterung.

Ausgangsdaten	siehe Lieferleistung
AwF Anwendungsfall	Anwendungsfälle beschreiben die zu erbringende Leistung zur Erreichung der im Projekt vordefinierten Ziele unter Berücksichtigung der projektspezifischen Randbedingungen, der Anforderungen an Daten und Modelle sowie der zur Umsetzung erforderlichen Prozesse.
Bauablaufsimulation	Ist eine Bezeichnung für ein Bauwerksinformationsmodell, bei dem Objekte den Vorgängen eines Terminplans zugeordnet werden. Hierdurch wird der zeitliche Verlauf der Erstellung eines Bauwerks simuliert. Planung und Steuerung von Bauablaufplänen können damit besser kontrolliert/optimiert werden. Anmerkung: Der Begriff 4D ist hier gebräuchlich.
BIM-Daten	BIM-Daten umfassen alle Informationen, die im Rahmen von AwF erzeugt werden. Hierzu gehören beispielsweise Modelle, Terminpläne, Leistungsverzeichnisse, Visualisierungen, etc.
CDE Common Data Environment	Kollaborationsplattform/Gemeinsame Datenumgebung Vorrangige Informationsstelle für jedwedes Projekt, die dafür verwendet wird, alle relevanten, freigegebenen Projektdokumente zu sammeln, zu verwalten und zu verteilen.
Interoperabilität	Interoperabilität ist die Fähigkeit verschiedener Systeme/Plattformen, Informationen auszutauschen und gleichzeitig in der Lage zu sein, diese Informationen ohne Verlust der erforderlichen Spezifikationen/Datenwerte zu verarbeiten.
Konfliktfrei (konfliktfreies Modell)	Ein konfliktfreies Modell kann Kollisionen im Toleranzbereich enthalten. Diese evtl. auftretenden Kollisionen sind für den aktuellen Planungsstand irrelevant und können akzeptiert werden. Der Toleranzbereich ist mit den AG festzulegen.
Lieferleistung -objekt	Von den AN zu erbringende Leistung (Ergebnis) nach erfolgter Umsetzung des jeweiligen Anwendungsfalls.
Merkmal	Ein Merkmal ist eine konkrete, nicht-geometrische Eigenschaft eines Objekts. Ein Objekt wird somit durch die Gesamtheit seiner Merkmale eindeutig bestimmt.
Natives Format	Softwareeigenes (proprietäres) Dateiformat.
Parametrisierung	Die Parametrisierung ist eine Intelligenz (Abhängigkeit), die den Objekten eingeschrieben wird (z.B. Brüstungshöhe bleibt gleich, auch wenn sich die Geschosshöhe ändert).

Abkürzungsverzeichnis

AG	Auftraggebende
AIA	Auftraggeber-Informationsanforderungen
AN	Auftragnehmende
AwF	Anwendungsfall
BAP	BIM-Abwicklungsplan
BCF	BIM Collaboration Format
BIM	Building Information Modeling
BMDV	Bundesministerium für Digitales und Verkehr (ehemals BMVI - Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur)
BVB	Besondere Vertragsbedingungen
CDE	Gemeinsame Datenumgebung (engl. Common Data Environment)
DHHN	Deutsches Haupthöhennetz
DIN	Deutsches Institut für Normung
DOC	Dokumentationsgrad
EPSG	European Petroleum Survey Group Geodesy
ETRS89	Europäisches Terrestrisches Referenzsystem 1989
FHH	Freie und Hansestadt Hamburg
FM	Fachmodell
GUID	Globally Unique Identifier
IFC	Industry Foundation Classes
ISO	Internationale Organisation für Normung
KM	Koordinationsmodell
LoG	Level of Geometry (Geometrischer Genauigkeitsgrad)
LoI	Level of Information (Alphanumerischer Informationsgrad)
LOIN	Level of Information Need (Grad des Informationsbedarfs)
QS	Qualitätssicherung
TM	Teilmodell
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
WCS	Weltkoordinatensystem (engl. World Coordinate System)

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Einordnung Leitfaden in die Standardisierungsprojekte BIM.Hamburgs (©BIM.Hamburg, 2023)	IV
Abb. 2: AIA/BAP-Konstellation bei der Vergabe von BIM-Leistungen – Variante 1 (©BIM.Hamburg in Anlehnung an BMVI 2019, S. 12)	4
Abb. 3: AIA/BAP-Konstellation bei der Vergabe von BIM-Leistungen – Variante 2 (©BIM.Hamburg in Anlehnung an BMVI 2019, S. 12)	5
Abb. 4: Beispielhafte Organigramm-Vorlage (©BIM.Hamburg, 2023)	6
Abb. 5: Gemeinsame Datenumgebung (CDE) (©BIM.Hamburg, 2021)	9
Abb. 6: Datenfluss innerhalb einer CDE (©BIM.Hamburg in Anlehnung an DIN 19650-1:2019-08)	10
Abb. 7: Beispielhafte Inhalte BIM Collaboration Format (BCF) (©BIM.Hamburg, 2023)	11
Abb. 8: BCF-Kommunikationsprozess (©BIM.Hamburg, 2023)	12
Abb. 9: Beispiel Auszug aus der Checkliste zur Modellprüfung V1.0 (©BIM.Hamburg, 2023)	15
Abb. 10: Beispiel eines Qualitätsprüfungs- und Kollaborationsprozesses (©BIM.Hamburg, 2023)	16
Abb. 11: Modellkonzept (©BIM.Hamburg, 2023)	18
Abb. 12: Weitere Modellarten (©BIM.Hamburg, 2023)	19
Abb. 13: Struktur eines Fach-/Teilmodells (IFC 2x3) (©BIM.Hamburg, 2021)	21
Abb. 14: LOIN (©BIM.Hamburg, 2021)	22
Abb. 15: Detaillierungsgrade (©BIM.Hamburg, 2021)	23
Abb. 16: Detaillierungsgrade (Level) (©BIM.Hamburg in Anlehnung an BIM Forum, 2016)	23

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Beispiele herstellerneutraler Dateiformate	13
Tabelle 2: Koordinaten Projektnullpunkt (Beispiel)	26

Literaturverzeichnis

BIM Hamburg Anwendungsfälle (2023). <https://bim.hamburg.de/standardisierungsprojekte/anwendungsfaelle>; abgerufen am 02.11.2023

BMVI (2019)/seit 2021: BMDV. BIM4INFRA2020 Handreichung Teil 1: Grundlagen und BIM-Gesamtprozess, <https://www.bimdeutschland.de/service/downloads>; abgerufen am 25.05.2023

DIN 16739-1:2019-09 DIN EN ISO Entwurf - Industry Foundation Classes (IFC) für den Datenaustausch in der Bauindustrie und im Anlagenmanagement; Teil 1: Datenschema (ISO 16739-1:2018). Beuth-Verlag, Berlin

DIN 17412-1:2021-06 DIN EN - Bauwerksinformationsmodellierung - Informationsbedarfstiefe; Teil 1: Konzepte und Grundsätze. Beuth-Verlag, Berlin

DIN 19650-1:2019-08 DIN EN ISO - Organisation und Digitalisierung von Informationen zu Bauwerken und Ingenieurleistungen, einschließlich Bauwerksinformationsmodellierung (BIM) - Informationsmanagement mit BIM; Teil 1: Begriffe und Grundsätze (Deutsche Fassung EN ISO 19650-1:2018). Beuth-Verlag, Berlin

DIN 23386:2020-11 DIN EN ISO - Bauwerksinformationsmodellierung und andere digitale Prozesse im Bauwesen - Methodik zur Beschreibung, Erstellung und Pflege von Merkmalen in miteinander verbundenen Datenkatalogen. Beuth-Verlag, Berlin

DIN 91391 (2019). Ökosystem für die Zusammenarbeit bei BIM-Projekten - Neue DIN SPEC 91391 für gemeinsame Datenumgebungen bei BIM-Projekten veröffentlicht, <https://www.din.de/de/din-und-seine-partner/presse/mitteilungen/oekosystem-fuer-die-zusammenarbeit-bei-bim-projekten-327096>; abgerufen am 22.05.2023

Masterplan BIM Bundesfernstraßen (2021). Ergänzung zu den Rahmendokumenten: Liste der standardisierten Anwendungsfallbezeichnungen, https://www.bimdeutschland.de/fileadmin/media/Downloads/Download-Liste/Strasse/BIM_RD_ergaenzung_barrierefrei.pdf; abgerufen am 02.11.2023

Masterplan BIM Bundesfernstraßen (2021). Rahmendokument: Datenmanagement – Version 1.0, https://www.bimdeutschland.de/fileadmin/media/Downloads/Download-Liste/Strasse/BIM_RD_Datenmanagement_V1_0_barrierefrei.pdf; abgerufen am 02.11.2023

VDI 2552-1:2020-07 Building Information Modeling; Blatt 1: Grundlagen. Beuth-Verlag, Berlin

VDI 2552-2:2021-04 Entwurf; Building Information Modeling; Blatt 1: Begriffe. Beuth-Verlag, Berlin

VDI 2552-5:2018-12 Building Information Modeling; Blatt 5: Datenmanagement. Beuth-Verlag, Berlin