



TEIL 7

Handreichung BIM- Fachmodelle und Ausarbeitungsgrad (engl. Level of Development – LOD)

Handreichungen und Leitfäden – Teil 7

Die vorliegende Handreichung beschreibt die BIM-Fachmodelle und definiert den Ausarbeitungsgrad der Modelle gegliedert in den geometrischen Detaillierungsgrad (LOG) und den alphanumerischen Detaillierungsgrad (LOI) bezogen auf die Anwendungsfälle und Leistungsphasen.

Stand: April 2019

Danksagung

Ein großer Dank gilt den Vertretern der öffentlichen Auftraggeber, Verbände und Organisationen im Bauwesen sowie den Teilnehmern der Beratungs- und Workshop-Angebote der Arbeitsgemeinschaft BIM4INFRA2020, insbesondere für die zahlreichen und umfassenden Kommentaren zu den Entwürfen der Handreichungen mit wertvollen Beiträgen und Hinweisen für deren weitere Ausgestaltung. Des Weiteren danken wir den Beteiligten der von uns begleiteten Pilotprojekte für ihr Interesse und Engagement bei der Anwendung von BIM in den jeweiligen Vorhaben und für die dabei mit uns geteilten Erfahrungen.

Ein besonderer Dank gilt der Arbeitsgemeinschaft BIM4INFRA2020 und ihren Mitgliedern sowie dem Einsatz weiterer Experten aus den beteiligten Unternehmen

und Forschungseinrichtungen für ihre umfangreichen Beiträge, eingebrachten praktischen Erfahrungen und wissenschaftliche Expertise bei der Umsetzung der Leitfäden, Muster und Handreichungen.

Des Weiteren bedanken wir uns beim Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Referat DG 15, und insbesondere bei unserem Ansprechpartner Herrn Alexander Doebler, für die immer positive und konstruktive kritische Begleitung.

Nicht zuletzt bedanken wir uns herzlich bei Erste Lesung, insbesondere bei Frau Marie Luise Blüml, für das Lektorat und die redaktionelle sowie grafische Umsetzung der vorliegenden Leitfäden, Muster und Handreichungen.

Impressum

Herausgeber

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
Invalidenstraße 44
10115 Berlin

Auftragnehmer

Arbeitsgemeinschaft BIM4INFRA2020
c/o planen-bauen 4.0 – Gesellschaft zur Digitalisierung
des Planens, Bauens und Betriebens mbH
Geneststrasse 5
10829 Berlin

Projektleiter

Dr. Thomas Liebich
(Leitung AP4 Leitfäden, Muster und Handreichungen),
Dr. Jan Tulke, Prof. Dr. Markus König
(Gesamtprojektleitung)

Verfasser

Prof. Dr. André Borrmann, Dr. Robert Elixmann,
Prof. Dr. Klaus Eschenbruch, Christian Forster,
Kerstin Hausknecht, Daniel Hecker, Markus Hochmuth,
Carsten Klempin, Michael Kluge, Prof. Dr. Markus König,
Dr. Thomas Liebich, Genia Schäferhoff, Ingo Schmidt,
Maciej Trzeciak, Dr. Jan Tulke, Simon Vilgertshofer,
Dr. Bernd Wagner

Stand

April 2019

Gestaltung

ERSTE LESUNG GmbH,
Französische Straße 24,
D-10117 Berlin

Inhaltsverzeichnis

Überblick der Handreichungen und Leitfäden	4
Kurzdarstellung	5
1. Ausgangssituation und Intention	6
2. Modellbasiertes Planen anhand von Fachmodellen	6
2.1 Übersicht Fachmodelle	7
2.2 Erläuterung der Fachmodelle	9
2.3 Zusammenarbeit mit den Fachmodellen.....	13
3. Der Ausarbeitungsgrad – LOD	14
3.1 Geometrischer Detaillierungsgrad – LOG	14
3.2 Alphanumerischer Detaillierungsgrad – LOI	14
3.3 Festlegung des LOI durch den Auftraggeber	17
4. Fazit	19

Überblick der Handreichungen und Leitfäden

Die Arbeitsgemeinschaft BIM4INFRA2020 erbringt im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr und Digitale Infrastruktur (BMVI) wissenschaftliche Unterstützungsleistungen im Zusammenhang mit der Einführung von Building Information Modeling (BIM). Diese Unterstützungsleistungen dienen unter anderem dem Wissenstransfer von BIM in die Bauverwaltungen und sollen dabei helfen, diese in die Lage zu versetzen, BIM-Leistungen auszuschreiben, zu vergeben und abzuwickeln. Alle Empfehlungen,

Handreichungen und sonstigen schriftlichen Ausarbeitungen der Arbeitsgemeinschaft sind als generelle Empfehlungen zu verstehen und ersetzen keine projektspezifischen Planungs-, Bau- und Rechtsberatungsleistungen im Einzelfall. Durch die Kommunikation mit Dritten im Rahmen der Abwicklung des Unterstützungsauftrags gegenüber dem BMVI übernimmt die Arbeitsgemeinschaft keine vertraglichen Leistungspflichten gegenüber Dritten.

Das hier vorliegende Dokument „BIM-Fachmodelle und Ausarbeitungsgrad (engl. Level of Development - LOD)“ bildet den **Teil 7** der Handreichungen und Leitfäden. Folgende Muster und Handreichungen sind verfügbar:

- Teil 1:** Grundlagen und BIM-Gesamtprozess
- Teil 2:** Leitfaden und Muster für Auftraggeber-Informationsanforderungen (AIA)
- Teil 3:** Leitfaden und Muster für den BIM-Abwicklungsplan (BAP)
- Teil 4:** Leitfaden zur Leistungsbeschreibung
- Teil 5:** Muster Besondere Vertragsbedingungen BIM (BIM-BVB)
- Teil 6:** Steckbriefe der wichtigsten BIM-Anwendungsfälle
- Teil 7: Handreichung BIM-Fachmodelle und Ausarbeitungsgrad (engl. Level of Development – LOD)**
- Teil 8:** Handreichung Neutraler Datenaustausch im Überblick
- Teil 9:** Handreichung Datenaustausch mit Industry Foundation Classes (IFC)
- Teil 10:** Handreichung Technologien im BIM-Umfeld
- Anhang:** Glossar

Kurzdarstellung

Für öffentliche Auftraggeber im Verantwortungsbereich des BMVI wird mit der Implementierung des Stufenplans Digitales Planen und Bauen für neue Infrastrukturprojekte ab Ende des Jahres 2020 die Anwendung der Methode des BIM vorgeschrieben. Projekte sollen von der Grundlagenermittlung bis zur Fertigstellung und dem anschließenden Betrieb möglichst ganzheitlich mit BIM durchgeführt werden.

Dieses Dokument richtet sich an die öffentlichen Auftraggeber im Bereich des Bundesfernstraßen- und Bundeswasserstraßenbaus, die in ihrer Funktion als wichtigste Auftraggeber von Infrastrukturbaumaßnahmen diese Anforderungen umsetzen und somit eine maßgebliche Rolle in der Realisierung der BIM-Methode am Markt einnehmen.

Der vorliegende **Teil 7** gliedert sich nach der Schilderung der Ausgangssituation (**Kapitel 1**) in zwei inhaltliche Abschnitte:

Kapitel 2 erläutert, wofür BIM-Fachmodelle notwendig sind und mit welchen Fachmodellen derzeit im Straßenbau, Ingenieurbau und Wasserbau gearbeitet wird. Danach wird auf die Arbeit mit Koordinationsmodellen, die aus BIM-Fachmodellen zusammengesetzt werden, eingegangen.

In **Kapitel 3** werden die Ausarbeitungsgrade (LOD) der Modellelemente, aus denen die BIM-Fachmodelle bestehen, genauer beschrieben. Es wird die Unterteilung der Ausarbeitungsgrade in den geometrischen Detaillierungsgrad (engl. Level of Geometry – LOG) und den alphanumerischen Detaillierungsgrad (engl. Level of Information – LOI) erläutert. Des Weiteren wird eine stärker auf das deutsche Bauwesen angepasste Definition und ihre Adaption an den Infrastrukturbereich vorgestellt.

Hauptfragestellungen, die in diesem Dokument behandelt werden:

- Welche Fachmodelle gibt es derzeit im Straßen-, Ingenieur- und Wasserbau?
- Welche Fachmodelle gelten als übergeordnet bzw. als Planungsgrundlage für ein BIM-Projekt?
- Was ist ein Koordinationsmodell und wie funktioniert die Zusammenarbeit mit den diversen Fachmodellen?
- Wie werden die Ausarbeitungsgrade definiert?
- Was ist der Unterschied zwischen dem geometrischen und alphanumerischen Detaillierungsgrad?

1. Ausgangssituation und Intention

Die neue modellbasierte, sich zunehmend etablierende Planungsmethode BIM erfordert ein grundlegendes Verständnis der für die Leistungserbringung erforderlichen und insbesondere in der Koordination und Kommunikation wesentlichen digitalen Modelle und ihrer entsprechenden

Ausarbeitungsgrade. Auch in einem BIM-Planungsprozess arbeitet jede Fachdisziplin bzw. jedes Gewerk in der eigenen fachspezifischen Software anhand von BIM-Fachmodellen, welche in einem Koordinationsmodell zu spezifischen Planungsständen zusammengeführt werden.

2. Modellbasiertes Planen anhand von Fachmodellen

Ein wesentlicher Aspekt der Planung mit BIM ist das Informationsmanagement. Zentral ist hierbei die Frage: Wer benötigt was, wann, in welcher Form bzw. welchem Format, in welcher Qualität und von wem? Dabei sollte stets gelten, dass lediglich solche Daten angelegt und ausgetauscht werden, die unbedingt nötig sind, und nicht so viele wie möglich. Definiert werden diese Anforderungen aus Sicht des Auftraggebers in den Auftraggeber-Informationsanforderungen (AIA) (☞ siehe Teil 2 „Leitfaden und Muster für Auftraggeber-Informationsanforderungen (AIA)“) und später im BIM-Abwicklungsplan (BAP) (☞ siehe Teil 3 „Leitfaden und Muster für den BIM-Abwicklungsplan (BAP)“). Im BAP werden die zusätzlichen Informationsanforderungen aus der Planung und der Zusammenarbeit mit anderen Fachplanern mit aufgenommen. Die Fachmodelle sollen durch die Fachplaner dementsprechend aufgebaut, geprüft und übergeben werden.

Das gemeinsame simultane Arbeiten in einem zentralen Bauwerksmodell, wie es vor allem in älteren Veröffentlichungen beschrieben wurde, hat sich aus technologischen und organisatorischen Gründen bisher nicht etabliert. Jeder Planungsbeteiligte arbeitet in seiner fachspezifischen

Software (☞ siehe Teil 10 „Handreichung Technologien im BIM-Umfeld“). Da sich viele der bislang gebräuchlichen Softwaresysteme in den letzten Jahren auf die Planung mit Modellen eingestellt und technologisch weiterentwickelt haben, können diese weiterverwendet werden. In den verschiedenen Softwareprogrammen werden unterschiedliche Fachmodelle durch die einzelnen am Projekt beteiligten Planungsdisziplinen erstellt.

Sämtliche Fachmodelle, sowohl im Hochbau als auch im Infrastrukturbereich, sind aus digitalen Bauteilen – den Modellelementen – aufgebaut. Typische Modellelementtypen für die Infrastruktur sind beispielsweise Fundamente, Stützen (Pfeiler), Oberbauschichten, Dämme oder Einschnitte.

Wichtig für die Zusammenarbeit aller am Projekt Beteiligten ist die Festlegung von Modellierungsregeln zu Beginn des Projektes im BAP. So werden unter anderem ein einheitlicher Projektursprung mit Georeferenzierung und homogene Einheiten zwischen den Beteiligten vereinbart. Das spätere Zusammenführen der diversen Fachmodelle zu Koordinationszwecken wird dadurch wesentlich vereinfacht.

2.1 Übersicht Fachmodelle

In der folgenden Tabelle sind zentrale, derzeit genutzte Fachmodelle beispielhaft gelistet. Es können darüber hinaus aber auch weitere Fachmodelle in den Straßen-, Ingenieur-, Wasser- und Hochbauprojekten angewandt werden.

Tabelle 1 – Übersicht der Fachmodelle

Übergeordnete Fachmodelle	
Planungsgrundlage	Bestandsmodell (Bauwerk)
	Digitales Geländemodell
	Baugrundmodell
	Umgebungs-, Bebauungs-, Umweltmodell
Planung	Trassierungsmodell
	Verkehrsmodell
Straßenbau	
Objektplanung	Straßenbaumodell
	Ausstattungsmodell
Ingenieurbau	
Objektplanung	Brückenmodell
	Tunnelmodell
	Ausstattungsmodell
Tragwerksplanung	Tragwerksmodell
	Bewehrungsmodell
Wasserbau	
Objektplanung	Massivbaumodell
	Stahlwasserbaumodell
	Ausstattungsmodell
	Wasserstraßenmodell
Tragwerksplanung	Tragwerksmodell
	Bewehrungsmodell

Hochbau ¹	
Objektplanung	Architekturmodell
	Raummodell
	Rohbaumodell
	Ausbaumodell
Tragwerksplanung	Tragwerksmodell
	Bewehrungsmodell
Technische Ausrüstung	Heizung-Lüftung-Sanitär-Modell
	Elektrotechnikmodell-Modell
	Förderanlagenmodell
Modelle der Bauvorbereitung und -ausführung	
	Bau- und Montagmodell
	Baustellenmodell
	Bauablaufmodell (4D-Modell)
	Mengen- und Kostenmodell (5D-Modell)
Zusammengeführte Fachmodelle	
	Koordinationsmodell
	„Wie-gebaut“-Modell
Betriebsrelevante Modelle	
	Betriebsmodell

Nicht alle Fachmodelle müssen 3D-Modelle sein, so kann das Umgebungsmodell auch ein 2D-Modell sein, das Bauablaufmodell kann als 4D-Modell und das Mengen- und Kostenmodell auch als 5D-Modell bezeichnet werden. Hinzu kommen Auswertungen aus den Modellen wie Berechnungen, Simulationen und Ableitungen. Beispiele hierfür sind Verkehrsmodelle auf der Grundlage von Geoinformationssystem-Daten, Planableitungen, Berechnungsmodellen und Leistungsverzeichnissen.

¹ Hier insbesondere der infrastrukturbezogene Hochbau wie beispielsweise über- und unterirdische Verkehrsstationen, Tank- und Rastanlagen, Verkehrsflughäfen etc.

2.2 Erläuterung der Fachmodelle

Im Folgenden werden einige ausgewählte Fachmodelle beispielhaft erläutert:

Bestandsmodell

Das Bestandsmodell bildet den baulichen Bestand ab und ist die Planungsgrundlage für Bauprojekte. Es wird auf der Basis von vorhandenen 2/2,5D-CAD-Unterlagen, 3D-Modellen, Geoinformationssystem-Daten, Daten nach „City Geographic Modeling Language (CityGML), Punktwolken oder eines ingenieurgeodätischen Aufmaßes erstellt. Das digitale Geländemodell und das Baugrundmodell sind ebenfalls Bestandsmodelle, bzw. können in einem umfassenden Bestandsmodell integriert sein. Des Weiteren können sowohl das „Wie-gebaut“-Modell als auch das Betriebsmodell später als Bestandsmodell bezeichnet werden.

Digitales Geländemodell

Das digitale Geländemodell ist meist ein trianguliertes Flächennetz und bildet die angenäherte Oberfläche des betrachteten Bereichs ab. Zur Beschreibung der Genauigkeit der digitalen Geländemodelle werden Gitterweiten und Höhengenaugigkeiten angegeben. Diese sind abhängig von den Planungsphasen beziehungsweise Anwendungsfällen. Für die Trassenfindung wird beispielsweise eine Gitterweite von mindestens 10 m und eine Höhengenaugigkeit bis $\pm 2,0$ m (Digitales Geländemodell Gitterweite 10m [DGM10]) gefordert. Für die detaillierte Entwurfsplanung ist eine höhere Genauigkeit und eine geringere Rasterweite erforderlich.

Digitale Geländemodelle können auch als Punktmengen und Bruchkanten übergeben werden, die erst im Zielsystem entsprechend trianguliert werden.

Baugrundmodell

Das Baugrundmodell bildet die ungefähren Verläufe der Bodenschichten ab und basiert auf dem Baugrundgutachten. Das Baugrundmodell wird für statische Betrachtungen genutzt und die Gründungsart des Bauwerkes daraus abgeleitet. Die einzelnen Schichten werden mit allen relevanten geotechnischen Eigenschaften inklusive der Integration der zugrundeliegenden Bohrprofile und des Grundwasserverlaufs modelliert.

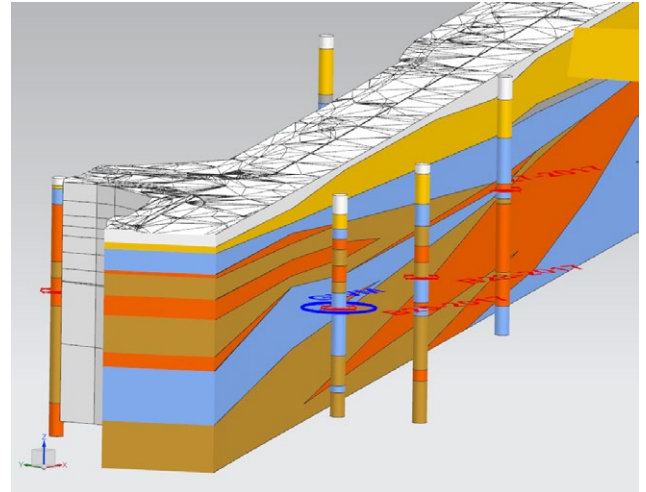


Abbildung 1: Baugrundmodell

(Quelle: OBERMEYER Planen und Beraten GmbH)

Umgebungs-, Bebauungs- und Umweltmodell

Auf Basis der Geodaten, die in Geoinformationssystemen erfasst, verwaltet und analysiert werden, können Umgebungs-, Bebauungs- und Umweltmodelle erstellt werden.

Trassierungsmodell

Das Trassierungsmodell ist eine aus horizontalen und vertikalen 2D-Linienprojektionen definierte 3D-Kurve, die als Referenzsystem für Linienbauwerke wie Straßen, Brücken oder Tunnel erforderlich ist. Anhand des Trassierungsmodells werden die Modellelemente des Straßen-, Brücken- oder Tunnelmodells positioniert.

Verkehrsmodell

Verkehrsmodelle werden ebenfalls auf der Grundlage von Geodaten erstellt und dienen Verkehrssimulationen. Diese wiederum sind eine wichtige Basis für die Gestaltung von Straßenkörpern. Auch im Wasserbau gibt es zahlreiche hydrotechnische Simulationen, die in Geoinformationssystem-Modellen abgebildet werden.

Straßenbaumodell

Das Straßenbaumodell ist ein Fachmodell des Objektplaners Verkehrsanlagen. Es enthält den technischen Straßenentwurf sowie die Entwässerungsanlagen und Böschungsbefestigungen auf Basis des Trassierungsmodells. Außerdem kann das Ausstattungsmo- dell in das Straßenbaumodell integriert werden.



Abbildung 2: Straßenbaumodell
(Quelle: OBERMEYER Planen und Beraten GmbH)

Ausstattungsmodell

Das Ausstattungsmodell beinhaltet die Ausstattungs- objekte für den Straßen- oder Wasserstraßenbau, wie beispielsweise Verkehrszeichen, Wegweisungen, Fahr- bahnmarkierungen, Fahrzeugrückhaltesysteme, Lichtzei- chenanlagen, Straßenbeleuchtung, Sicherungssysteme. Das Ausstattungsmodell, wenn separat erstellt, referen- ziert das jeweilige Fachmodell der verkehrstechnischen Anlage, wie unter anderem das Straßen-, Brücken-, oder Tunnelmodell. Das Ausstattungsmodell kann auch integ- raler Bestandteil dieser Fachmodelle sein.

Brückenmodell / Tunnelmodell

Das Brückenmodell und das Tunnelmodell sind die Fach- modelle des Objektplaners Ingenieurbau. Die Modelle können weitere Fachmodelle, wie das Ausstattungsmo- dell, enthalten. Im Planungsprozess dienen beide Modelle unter anderem Analysen, Simulationen, Visualisierungen, Mengenermittlungen bis hin zu Kollisionsprüfungen im Koordinationsmodell.

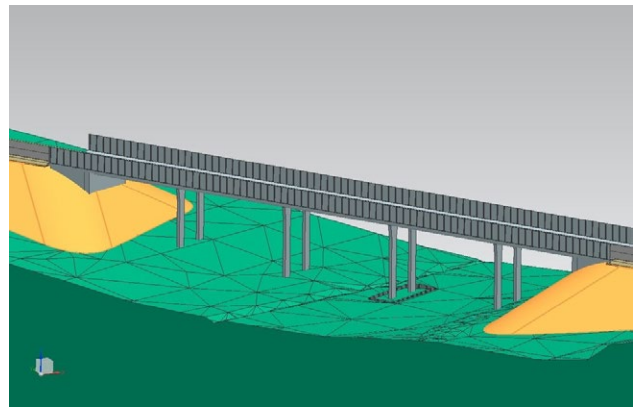


Abbildung 3: Brückenmodell
(Quelle: OBERMEYER Planen und Beraten GmbH)

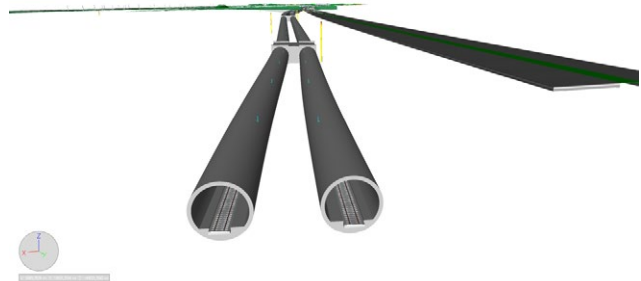


Abbildung 4: Tunnelmodell
(Quelle: OBERMEYER Planen und Beraten GmbH)

Massivbaumodell

Das Massivbaumodell umfasst die massiven Stahlbe- tonkonstruktionen eines Ingenieurbauwerks und findet beispielsweise Anwendung in der Planung von Schlei- sen. Es ist ein Fachmodell des Objektplaners Ingenieur- bau. Im Planungsprozess dient das Massivbaumodell unter anderem Analysen, Simulationen, Visualisierungen, Mengenermittlungen bis hin zu Kollisionsprüfungen im Koordinationsmodell.

Stahlbaumodell / Stahlwasserbaumodell

Das Stahlbaumodell und das Stahlwasserbaumodell um- fassen die Stahlkonstruktionen eines Ingenieurbau- werks. Im Wasserbau wird insbesondere das Stahlwas- serbaumodell für Ingenieurbauwerke wie Schleusentore verwendet, dieses ergänzt dann das Massivbaumodell. Es sind Fachmodelle des Objektplaners Ingenieurbau. In das Stahlbaumodell kann das Ausstattungsmo- dell integriert werden. Im Planungsprozess dient das Stahlbaumodell unter anderem Analysen, Simulationen, Visualisierungen, Mengenermittlungen bis hin zu Kollisionsprüfungen im Koordinationsmodell.

Tragwerksmodell

Das Tragwerksmodell bildet die tragende Struktur eines Bauwerkes ab. Es kann das Bewehrungsmodell (in der Regel für den Bereich des Hochbaus) für die 3D-Bewehrungsplanung inklusive der Positions- und Schalungsplanung enthalten. Aus dem Tragwerksmodell wird das Berechnungsmodell abgeleitet, welches die statischen Nachweise liefert.

Bewehrungsmodell

Das Bewehrungsmodell wird vom Tragwerksplaner aus dem Tragwerksmodell abgeleitet. Es enthält die 3D-Bewehrungsplanung inklusive der Positions- und Schalungsplanung.

Bauablaufmodell (4D-Modell)

Das Bauablaufmodell, auch als 4D-Modell bezeichnet, dient der visuellen Kontrolle und Optimierung der Bauablaufplanung durch Verknüpfung der Modelle mit dem Bauablaufplan. Es wird vom Planer bereits während der Planungsphase erstellt bzw. als Baufortschrittsmodell durch die ausführende Baufirma. Das Bauablaufmodell dient z.B. der Visualisierung der Terminplanung oder Fortschrittskontrolle der Baustelle.

Mengen- und Kostenmodell (5D-Modell)

Das Mengen- und Kostenmodell wird zur Mengen- und Kostenermittlung verwendet und wird auch als 5D-Modell bezeichnet. Anhand dieses Modells ist es möglich, eine genaue Mengenermittlung zu generieren. Hierbei ist zwischen den physikalisch korrekten Modellmengen und den auf Abrechnungsregeln beruhenden und mit den Regelungen für die Elektronische Bauabrechnung konformen Mengen zu unterscheiden. Letztere können derzeit nicht oder nur mit großem Aufwand aus dem Modell abgeleitet werden. Es empfiehlt sich, bei der Verwendung von Mengen- und Kostenmodellen mit Modellmengen zu arbeiten (☑ siehe auch Teil 2 der Handreichungen „Leitfaden und Muster für Arbeitgeber-Informationsanforderungen“).

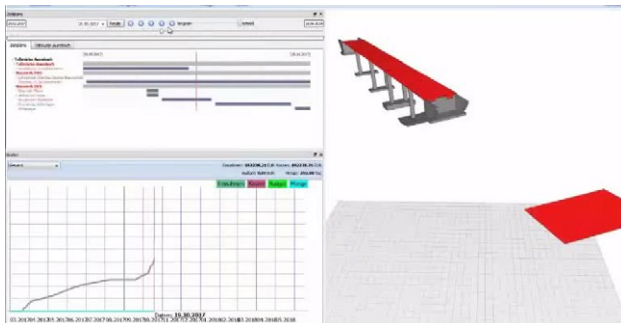


Abbildung 5: 4D-Modell

(Quelle: OBERMEYER Planen und Beraten GmbH)

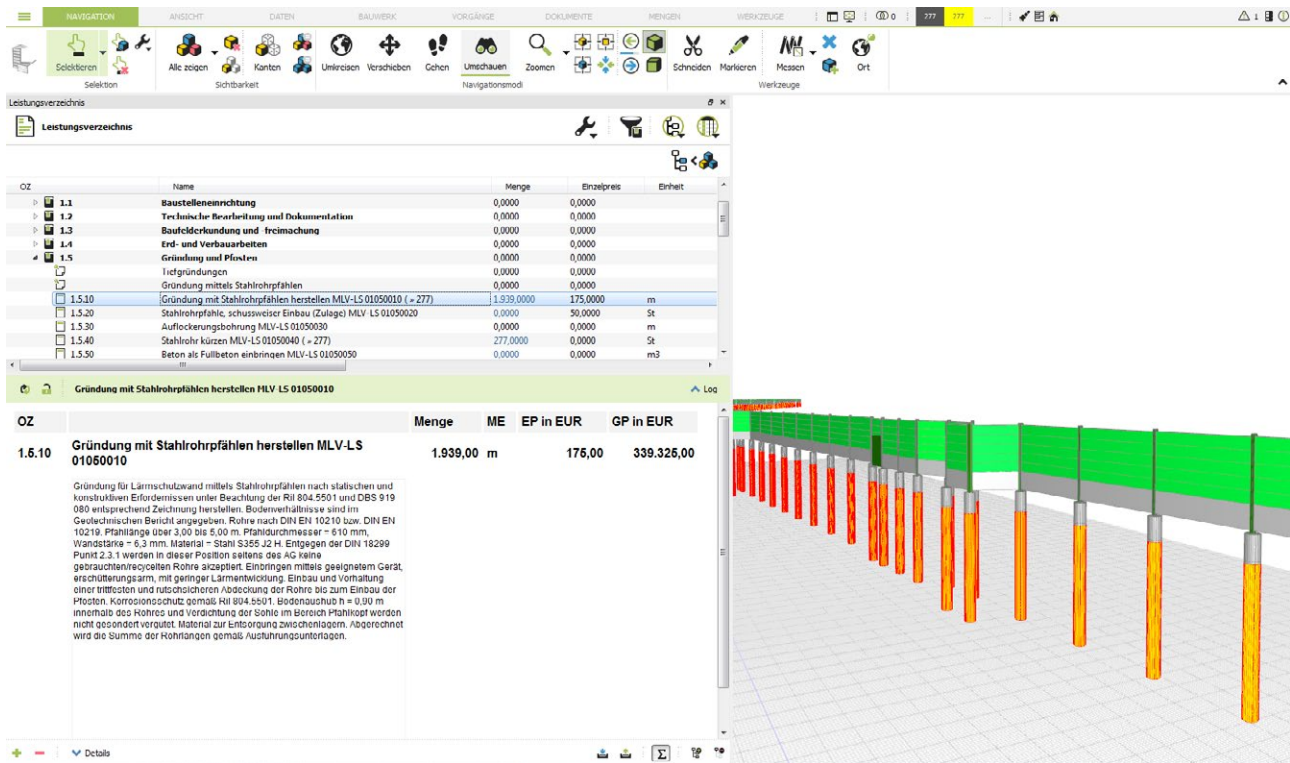


Abbildung 6: 5D-Modell (Quelle: OBERMEYER Planen und Beraten GmbH)

Koordinationsmodell

Das Koordinationsmodell entsteht durch das Zusammenfassen sämtlicher Fachmodelle für die modellbasierte Koordination und ist daher das zentrale Modell im modellbasierten Planungs- und Bauprozess (ausführliche Beschreibung siehe Abschnitt 2.3).

„Wie-gebaut“-Modell

Das „Wie-gebaut“-Modell ist die überprüfte digitale Abbildung des tatsächlich gebauten Bauwerkes. Sämtliche Modellelemente sind in der realisierten Version mit tatsächlicher Abmessung, Form, Lage und Ortsbezug modelliert. Das „Wie-gebaut“-Modell wird häufig aus den relevanten Fachmodellen der Ausführungsplanung durch die Einarbeitung der Abweichungen zum tatsächlich gebauten Bauwerk erstellt. Zusätzlich kann eine Überprüfung durch ein digitales Aufmaß erfolgen.

Betriebsmodell

Aus dem „Wie-gebaut“-Modell wird das Modell für Betrieb und Unterhaltung erstellt. Hierfür werden die betriebsrelevanten Daten herausgefiltert, komplexe Geometrien und Informationen mit ausschließlicher Planungs- und Baurelevanz werden 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.

2.3 Zusammenarbeit mit den Fachmodellen

Die Zusammenfassung der Fachmodelle zur Koordination erfolgt in Koordinationsmodellen temporär zu den im BAP festgelegten Meilensteinen in einer entsprechenden Softwareumgebung („BIM-Viewer /-Checker“).

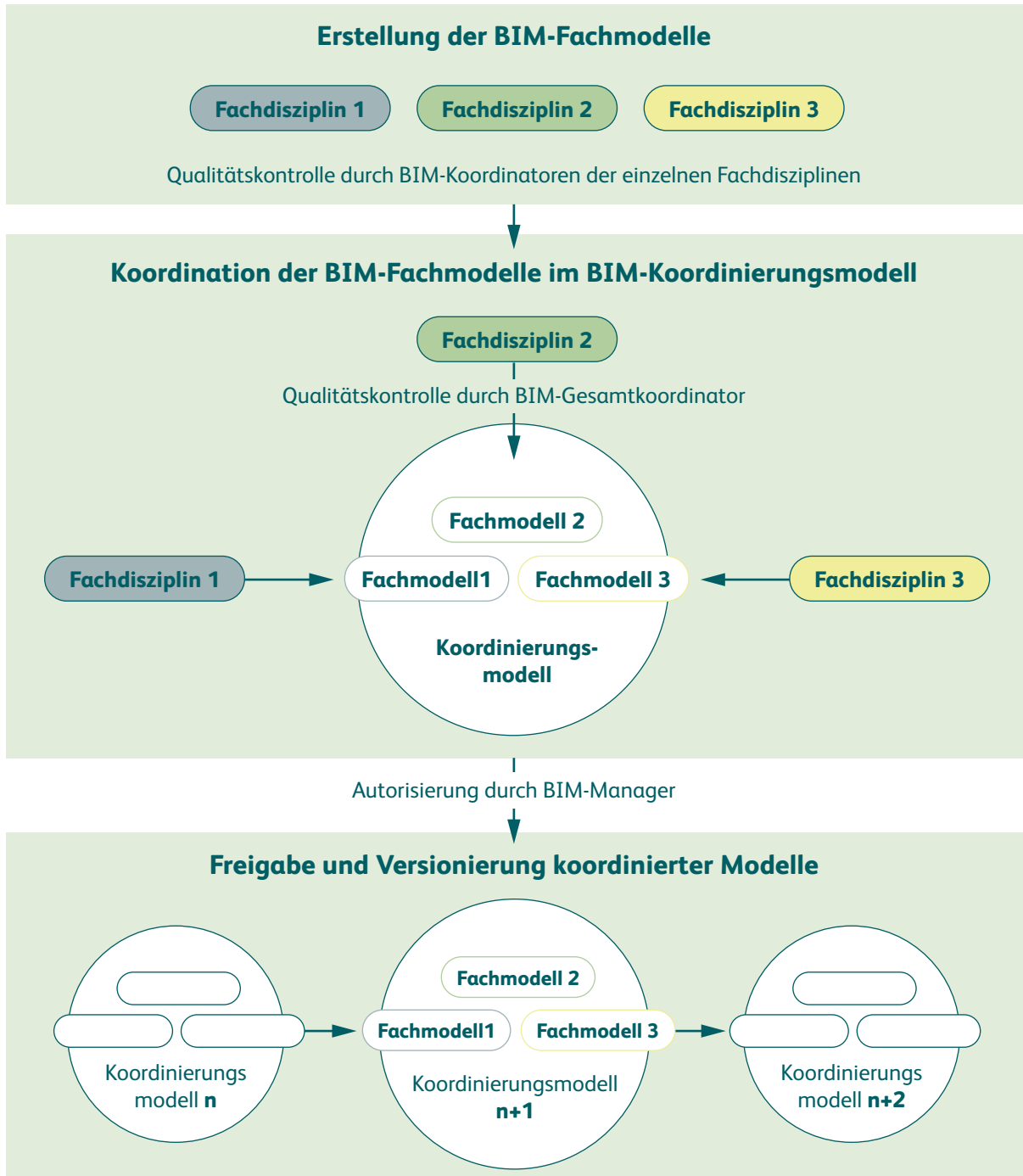


Abbildung 7: Planungskoordination anhand von Fachmodellen (Quelle: AEC3 nach Singapur Guideline)

Das Koordinationsmodell ist somit von zentraler Bedeutung im gesamten modellbasierten Planungsprozess bzw. in der modellbasierten Koordination. Zu festgelegten Zeitpunkten und für spezifische Anwendungsfälle (siehe Teil 6 „Steckbriefe der wichtigsten

BIM-Anwendungsfälle“) werden alle Fachmodelle der Projektbeteiligten in Koordinationsmodellen zur Projektkoordination, Kollisionsprüfung, den gemeinsamen Auswertungen und Regelprüfungen zusammengefasst. Die Verantwortlichkeiten für das Zusammenführen der

Fachmodelle werden im BAP festgelegt, diese können sich im Projektverlauf ändern. Eine Qualitätskontrolle der einzelnen Fachmodelle sollte vorab durch die jeweiligen Fachplaner erfolgen. Diese Zusammenfassung der Fachmodelle erfolgt während des gesamten Planungsprozesses. Die so entstehenden Koordinationsmodelle werden versioniert

und für alle Planungsbeteiligten freigegeben. Änderungsanforderungen erfolgen nicht im Koordinationsmodell, sondern werden separat an die Planer übermittelt, welche die Änderungen in ihrem Fachmodell bearbeiten müssen. Zur Unterstützung dieses Änderungsprozesses wurde das BIM Collaboration Format (BCF) entwickelt.

3. Der Ausarbeitungsgrad – LOD

Für den Daten- bzw. Informationsaustausch werden Ausarbeitungsgrade verwendet. Es ist notwendig zwischen allen Projektbeteiligten ein gemeinsames Verständnis hinsichtlich des Ausarbeitungsgrades der Modellelemente, aus denen die Fachmodelle bestehen, zu entwickeln, um weder zu viele noch zu wenige oder die falschen Informationen bereitzustellen. Der Ausarbeitungsgrad beschreibt somit die Informationen, die zu einem bestimmten Zeitpunkt zu liefern sind, und wird für bestimmte Anwendungsfälle festgelegt. Für diese verschiedenen Anwendungsfälle gibt es entsprechende Anforderungen. Zur Anpassung des Ausarbeitungsgrades an das jeweilige Projekt werden vorab die Anwendungsfälle, die Datenübergaben bzw. Meilensteine in den Leistungsphasen sowie die Projektbeteiligten und die Projektstruktur definiert. Dies wird grundsätzlich in den AIA angelegt und im BAP angepasst und fortgeschrieben.

So erhält jeder Fachplaner die Information darüber, in welchem Ausarbeitungsgrad, in welchen Leistungsphasen und für welche Anwendungsfälle die Fachmodelle zur Verfügung zu stellen sind.

An einer europäischen Norm für den Ausarbeitungsgrad wird aktuell in dem Europäischen Komitee für Normung (CEN) Arbeitsgruppe TC/442 WG/2 gearbeitet. Zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Dokuments konnte darauf nicht eingegangen werden, da der Entwurf noch nicht veröffentlicht ist.

Der Ausarbeitungsgrad beschreibt sowohl den geometrischen Detaillierungsgrad als auch den alphanumerischen Detaillierungsgrad. Oft wird dies in folgender Formel dargestellt: $LOD = LOG + LOI$

3.1 Geometrischer Detaillierungsgrad – LOG

Um die unterschiedlichen Anforderungen an die reine Geometrie der Modellelemente und deren Eigenschaften und Informationen besser unterscheiden zu können, hat sich die Differenzierung in geometrischer Detaillierungsgrad und alphanumerischer Detaillierungsgrad durchgesetzt.

Grundsätzlich entspricht der zunehmende geometrische Detaillierungsgrad (von symbolisch über vereinfacht bis hin zu detailliert) der Modellelemente in den Fachmodellen, der zunehmenden Maßstabgenauigkeit in den

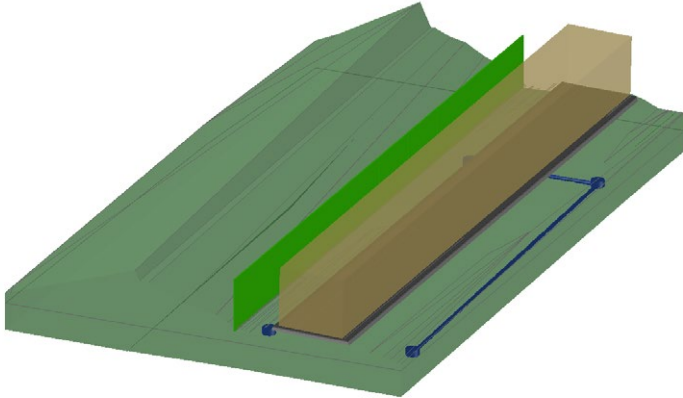
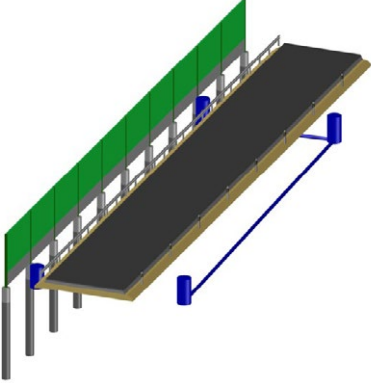
zeichnerischen Darstellungen und ist damit an die fortschreitende Tiefe der Planung entlang der Leistungsphasen gekoppelt. Daher lässt sich eine ungefähre Zuweisung der geometrischen Detaillierungsgrade zu den Leistungsphasen herstellen, die jedoch im Detail und je nach Anwendungsfall oder Fachmodell unterschiedlich sein kann. Die Zuordnung in Tabelle 2 bezieht sich exemplarisch auf das Straßenbaumodell.

3.2 Alphanumerischer Detaillierungsgrad – LOI

Der alphanumerische Detaillierungsgrad beinhaltet die Information zur eindeutigen Identifikation der Modellelemente wie Name und Bauteilkennziffer sowie weitere Informationen, die zu spezifischen Anwendungsfällen oder

in bestimmten Leistungsphasen erforderlich sind. Die genauen Anforderungen werden in den AIA angelegt und im BAP wenn nötig fortgeschrieben.

Tabelle 2 – Beschreibung des LOD

LOD	Beschreibung
<p>LOD 100</p>	<p>Das Modell wird als einfaches Modell mit wesentlichen groben Bauwerksparametern, wie Fläche, Länge, Breite, Höhe, Lage und Position erstellt und muss noch nicht zwingend einzelne Modellelemente enthalten. Es dient der Ausarbeitung eines Lösungskonzepts für das Linienbauwerk inklusive des Ingenieurbauwerks, der städtebaulichen Einordnung und der Kommunikation mit dem Auftraggeber.</p> <p>Modelle bzw. Modellelemente mit einem LOD 100 werden in der Leistungsphase 2 nach der Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI) genutzt. Die jeweiligen Fachmodelle werden auch Vorentwurfsmodelle genannt.</p>  <p>Abbildung 8: Beispiel für den LOD-100 (Quelle: OBERMEYER Planen und Beraten GmbH)</p>
<p>LOD 200</p>	<p>Die wesentlichen Modellelemente werden im Modell typgerecht als Bauteile oder Bauteilgruppen mit Angaben über Dimension, Form, Lage, geografische Referenz und Mengen sowie den erforderlichen alphanumerischen Informationen modelliert.</p> <p>Für die Genehmigungsplanung erfolgt eine für die Genehmigung notwendige Erhöhung der Informationstiefe. Die 2D-Pläne sind aus dem Modell ableitbar.</p> <p>Modelle bzw. Modellelemente mit einem LOD 200 werden in den Leistungsphasen 3 und 4 genutzt, die jeweiligen Fachmodelle werden auch Entwurfsmodelle genannt.</p>  <p>Abbildung 9: Beispiel für den LOD 200 (Quelle: OBERMEYER Planen und Beraten GmbH)</p>

LOD	Beschreibung
<p>LOD 300</p>	<p>Die Modellelemente werden im Modell typgerecht und ausführungsfähig als Bauteile oder Bauteilgruppen mit präzisen Angaben über Dimension, Form, Lage, geografische Referenz und Mengen modelliert. Weitere alphanumerische Informationen werden den Modellelementen hinzugefügt.</p> <p>Zur Vorbereitung der Vergabe erfolgt eine Ableitung der Mengen und weiterer Informationen aus dem Modell für Leistungsverzeichnisse.</p> <p>Modelle bzw. Modellelemente mit einem LOD 300 werden in den Leistungsphasen 5 bis 7 genutzt, die jeweiligen Fachmodelle werden auch Ausführungsmodelle genannt.</p> <div data-bbox="954 454 1305 808" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="954 819 1390 875" data-label="Caption"> <p>Abbildung 10: Beispiel für den LOD 300 (Quelle: OBERMEYER Planen und Beraten GmbH)</p> </div>
<p>LOD 350</p>	<p>Die Modellelemente werden im Modell wie in LOD 300 typgerecht und ausführungsfähig als Bauteile oder Bauteilgruppen mit präzisen Angaben über Dimension, Form, Lage, geografische Referenz und Mengen und alphanumerischen Informationen modelliert.</p> <p>Der LOD kann durch Detailzeichnungen, wie Böschungssicherung, Geländer oder Bordsteindetails ergänzt werden.</p> <div data-bbox="783 1120 1331 1384" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="778 1406 1214 1462" data-label="Caption"> <p>Abbildung 11: Beispiel für den LOD 350 (Quelle: OBERMEYER Planen und Beraten GmbH)</p> </div>
<p>LOD 400</p>	<p>Die Modellelemente werden im Modell typgerecht und ausführungsfähig als Bauteile oder Bauteilgruppen mit präzisen Angaben über Dimension, Form, Lage, geografische Referenz und Mengen sowie Montage- und Installationsdetails modelliert. Weitere alphanumerische Informationen wie Fertigungs- und Einbaudetails sowie Herstellerinformationen werden den Modellelementen hinzugefügt.</p> <p>Modelle bzw. Modellelemente mit einem LOD 400 werden in der Leistungsphase 8 genutzt; die jeweiligen Fachmodelle werden auch Bau- und Montagemodelle genannt.</p>
<p>LOD 500</p>	<p>Die Modellelemente sind bezüglich Dimension, Form, Lage, geografischer Referenz, Mengen und sämtlicher erforderlicher alphanumerischer Informationen eine überprüfte Abbildung der eingebauten Bauteile.</p> <p>Modelle bzw. Modellelemente mit einem LOD 500 beinhaltet das „Wie-gebaut“-Modell.</p> <p>Basierend auf dem „Wie-gebaut“-Modell wird das Betriebsmodell für den Betrieb und die Unterhaltung des Bauwerks erstellt. Betriebsrelevante alphanumerische Informationen werden hinzugefügt, komplexe Geometrien und planungsrelevante Informationen werden entfernt oder vereinfacht.</p>

3.3 Festlegung des LOI durch den Auftraggeber

Die nötigen Informationen werden vom Auftraggeber vorgegeben. Wie im [Teil 2](#) „Leitfaden und Muster für Auftraggeber-Informationsanforderungen (AIA)“ ausführlich beschrieben, werden die Anforderungen nach Leistungsphasen und Anwendungsfällen gestellt, damit nur die nötigen Informationen angelegt und ausgetauscht werden. Die Angabe einer exakten Anzahl dieser Eigenschaften pro Modellelement lässt sich nicht allgemeingültig definieren. Im Hochbau zeigt sich bei unterschiedlichen Fachdisziplinen ein differenziertes Bild: Während Modellelemente der Technischen Ausrüstung bis zu 50 Eigenschaften benötigen, kommen Modellelemente der Architektur mit deutlich weniger aus. Diese unterschiedliche Anzahl der Eigenschaften der Modellelemente erfordert daher eine genauere Beschreibung.

Für diese Systematisierung wird in der Regel Excel genutzt. Mittlerweile gibt es hierfür allerdings auch datenbankbasierte Werkzeuge, mit denen ein durchgängiges Informationsmanagement erreicht werden kann. Die Modellelemente werden einzeln gelistet und ihre geforderten Attribute hinzugefügt. Des Weiteren werden die Leistungsphasen mit den Anwendungsfällen und die Leistungsbilder bzw. die Modellverantwortlichen gelistet. Diese Elemente werden miteinander verknüpft, sodass daraus ersichtlich wird, welche Attribute jedes Modellelement in welcher Leistungsphase enthalten muss. Die Abbildung auf die BIM-Software und das Datenaustauschformat wird ebenfalls hinzugefügt und mit den Modellelementen und ihren Attributen verbunden. So können die Vorgaben des Auftraggebers präzise auf die BIM-Anwendungsfälle abgestimmt werden.

Anforderungen für Brückenmodell (Tragwerksplaner)	Typ	IFC 2X3 TC1	LOI 100	LOI 200	LOI 300	LOI 400	LOI 500
▸ Bauwerke	Element	IfcBuildingStorey					
▸ Teilbauwerke	Element	IfcBuildingElementProxy					
▸ Brücken	Element	IfcBuildingElementProxy					
▸ gemeinsame Eigenschaften	Gruppe	ASB-ING_2013	x	x	x	x	x
▸ Hyperlinks	Gruppe	Hyperlinks	x	x	x	x	x
▸ Eigenschaftssatz Brücken	Gruppe	ASB-ING_2013	x	x	x	x	x
▸ Stützen	Element	IfcBuildingElementProxy					
▸ Geometrie	Gruppe	-	x	x	x	x	x
▸ LOG 100	Geometrie	-	x	-	-	-	-
▸ LOG 200	Geometrie	-	-	x	-	-	-
▸ LOG 300	Geometrie	-	-	-	x	-	-
▸ LOG 400	Geometrie	-	-	-	-	x	-
▸ LOG 500	Geometrie	-	-	-	-	-	x
▸ gemeinsame Eigenschaften	Gruppe	ASB-ING_2013	x	x	x	x	x
▸ Hyperlinks	Gruppe	Hyperlinks	x	x	x	x	x
▸ Eigenschaftssatz Brückenfelder-stützen	Gruppe	ASB-ING_2013	x	x	x	x	x
▸ Art der Stützung	Eigenschaft	#.Art der Stuetzung	x	x	x	x	x
▸ Feldnummer	Eigenschaft	#.Feldnummer	-	-	-	-	x
▸ Stützweite	Eigenschaft	#.Stützweite	-	-	-	-	x
▸ Stützungshöhe	Eigenschaft	#.Stützungshöhe	-	-	-	-	x
▸ Anzahl der Stützen in Querrichtung	Eigenschaft	#.Anzahl der Stützen in Querrichtung	-	-	-	-	x
▸ Schiffartsöffnung	Eigenschaft	#.Schiffartsöffnung	-	-	-	-	x
▸ Statisches System / Tragfähigkeit	Element	IfcBuildingElementProxy					
▸ Geometrie	Gruppe	-	x	x	x	x	x
▸ gemeinsame Eigenschaften	Gruppe	ASB-ING_2013	x	x	x	x	x
▸ Hyperlinks	Gruppe	Hyperlinks	x	x	x	x	x
▸ Eigenschaftssatz Statisches System/Tragfähigkeit	Gruppe	ASB-ING_2013	x	x	x	x	x
▸ Statisches System in Bauwerksachse	Eigenschaft	#.Statisches System in Bauwerksachse	x	x	x	x	x
▸ Statisches System quer zur Bauwerksachse	Eigenschaft	#.Statisches System quer zur Bauwerks	x	x	x	x	x
▸ Tragfähigkeit	Eigenschaft	#.Tragfähigkeit	x	x	x	x	x

Abbildung 12: Beispiel für eine datenbankbasierte LOI-Festlegung (Quelle: AEC3 Deutschland GmbH auf Basis der LSBG)

Die Daten dienen im weiteren Planungsprozess auch einer automatischen Qualitätskontrolle der Fachmodelle, die auch der Auftraggeber durchführen kann. Die Datenvalidierung erfolgt mithilfe exportierter Regeln in einem BIM-Viewer oder BIM-Checker.

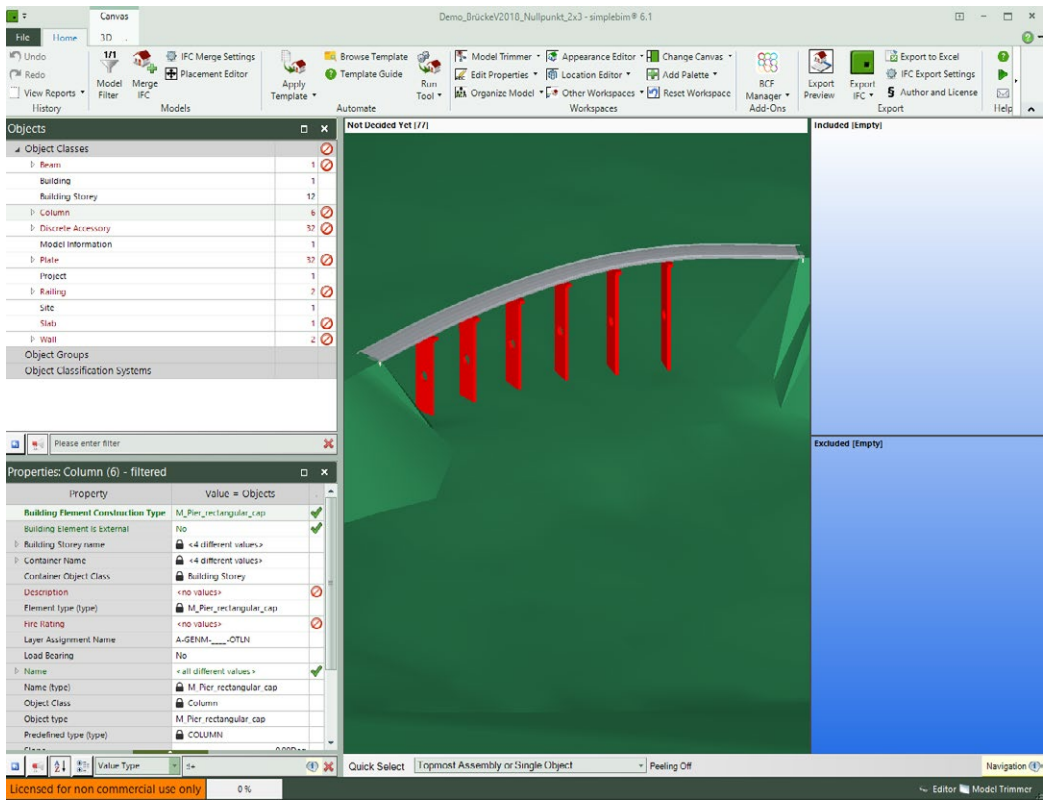


Abbildung 13: Beispiel für eine Qualitätskontrolle des Fachmodells (Quelle: AEC3 Deutschland GmbH)

4. Fazit

Der Auftraggeber spielt bei der Festlegung der Informationsanforderungen eine entscheidende Rolle. Aus diesem Grund muss er verstehen, wozu diese Anforderungen gebraucht, an welchen Planungsständen sie abgefragt und wie sie in den anschließenden Betrieb des Bauwerkes übernommen werden können.

Werden diese Anforderungen vor Planungsbeginn exakt definiert, können bereits für Ausschreibungen sehr konkrete Unterlagen erstellt werden, die auch die Bieter in die Lage versetzen, genauer als bisher zu kalkulieren. Während des Planungsprozesses ist es dem Auftraggeber jederzeit möglich (evtl. auch mit Unterstützung durch

ein BIM-Management), die Qualität der Planung bzw. der Fachmodelle bezüglich seiner definierten Informationsanforderungen zu prüfen. Für die Übernahme in den Betrieb erhält der Auftraggeber schließlich ein gefiltertes Betriebsmodell, welches er für den BIM-basierten Betrieb und die Unterhaltung benötigt.

Hierfür ist die Entwicklung einer eigenen BIM-Kompetenz sowie eines Verständnisses für die unterschiedlichen Fachmodelle, ihre Ausarbeitungsgrade und modellbasierten Zusammenarbeitsprozesse durch den Auftraggeber erforderlich.

Konsortium



Kontakt

E-Mail: beratung@bim4infra.de
www.bim4infra.de