



Bundesministerium
für Verkehr und
digitale Infrastruktur

Masterplan BIM Bundesfernstraßen

Rahmendokument: Definition der Fachmodelle – Version 1.0

Inhaltsverzeichnis

- Überblick über die Rahmendokumente 4
- Kurzdarstellung 5
- 1. Einleitung 6
- 2. Modellarten 7
 - 2.1 Fachmodell 8
 - 2.2 Teilmodell 8
 - 2.3 Koordinationsmodell 8
 - 2.4 Weitere Modelle 9
 - 2.4.1 Betriebsmodell 9
 - 2.4.2 Bauablaufmodell (4D-Modell) 9
 - 2.4.3 Mengen- und Kostenmodell (5D-Modell) 9
- 3. Beschreibung der Fachmodelle 10
 - 3.1 Fachmodell Umgebung 11
 - 3.2 Fachmodell Vermessung 12
 - 3.3 Fachmodell Umwelt 13
 - 3.4 Fachmodell Geotechnik/Baugrund 14
 - 3.5 Fachmodell Verkehrsanlage/Strecke 15
 - 3.6 Fachmodell Ingenieurbau/Bauwerk 16
 - 3.7 Fachmodell Technische Ausrüstung 17
 - 3.8 Fachmodell Landschaftsbau 18
 - 3.9 Fachmodell Leitungsbau 19
- 4. Informationsbedarfstiefe – Level of Information Need (LOIN) 20
- 5. Empfehlungen zur Umsetzung 22
 - Georeferenzierung 22
 - Modellbereiche und Modellgrenzen 22
 - Objektorientierte parametrische Modellierung 22
 - Objektklassifikation 22
 - Interoperabilität und Schnittstellen 23
 - Granularität 23
 - Testdatenaustausch 23
 - Qualitätssicherung 23
- 6. Zusammenfassung 24
- 7. Literaturverzeichnis 25
- Abbildungsverzeichnis 26
- Tabellenverzeichnis 26

Überblick über die Rahmendokumente

Das hier vorliegende Rahmendokument Definition der Fachmodelle ist Teil der Musterrichtlinie BIM (MR BIM). Die Rahmendokumente der MR BIM legen die einheitliche Anwendung der BIM-Methode fest und begleiten die im Masterplan BIM Bundesfernstraßen erläuterte Implementierungsstrategie. Sie liefern praxisorientierte Antworten zu den BIM-spezifischen Themen und Fragestellungen, die für ein bundesweit einheitliches BIM-Verständnis im Bereich der Bundesfernstraßen erforderlich sind.

Die Rahmendokumente der Version 1.0 wurden so aufbereitet, dass diese zu Beginn der Phase II der BIM-Implementierungsstrategie in eine neue Version der Musterrichtlinie BIM überführt werden können, gleiches gilt dann auch für die Phase III. Am Ende werden die Dokumente in die Musterrichtlinie BIM für den Regelprozess überführt.

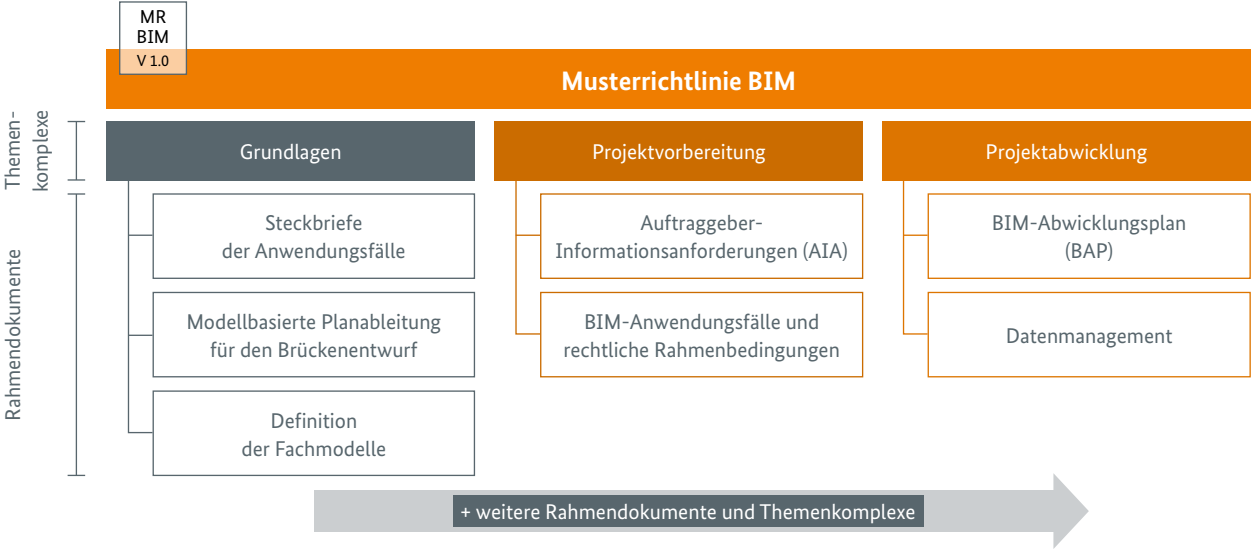
Rahmendokumente werden durch die vom BMVI initiierten und in der Bund-Länder-Dienstbesprechung BIM etablierten Fachgruppen erarbeitet. In diesen Gruppen arbeiten verschiedene Fachexperten bestehend aus Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des BMVI, des Fernstraßenbundesamtes, der Autobahn GmbH, der DEGES, den Auftragsverwaltungen der Länder, der BAST und der FGSV mit BIM Deutschland an der weiteren Umsetzung der BIM-Implementierungsstrategie für die Bundesfern-

straßen. Dabei wurden sowohl die Erfahrungen aus den bereits abgeschlossenen und laufenden Projekten, die bewährten Handreichungen von BIM4INFRA2020 und die Beiträge aus der kontinuierlichen Beteiligung aller Beteiligten berücksichtigt. Zugleich wurden die allgemeinen Entwicklungen der BIM-Methode bei der nationalen und internationalen Standardisierung beachtet.

Somit spiegeln die Dokumente den jeweiligen Stand der Technik und die Fortschritte bei der Standardisierung wider. Diesen Wissensfortschritt reflektierend, ersetzen die Rahmendokumente die thematisch gleichen Teile der BIM4INFRA2020 Handreichungen und sind als Empfehlungen für zukünftige Projekte und für eine mögliche Anpassung verschiedenster Normen und Richtlinien zu verstehen.

Jedes Rahmendokument ist einer thematischen, sich am Projektablauf orientierenden Kategorie zugeordnet und in sich thematisch abgeschlossen. Querbezüge zu anderen Rahmendokumenten werden explizit hervorgehoben. Weitere Informationen zu den Rahmendokumenten können dem Dokument „Erläuterung der Rahmendokumente“ entnommen werden.

Die Version 1.0 der Musterrichtlinie BIM umfasst die in der Abbildung gezeigten Dokumente.



Kurzdarstellung

Das vorliegende Rahmendokument richtet sich an alle Anwender der BIM-Methode. Das Dokument konkretisiert die Handreichung „Teil 7 – BIM-Fachmodelle und Ausarbeitungsgrad“ der Arbeitsgemeinschaft BIM4INFRA hinsichtlich der Bundesfernstraßeninfrastruktur. Ein Fachmodell ist ein fachspezifisches Modell, welches nur die Modellelemente einer speziellen Fachdisziplin oder eines Gewerks enthält. Es wird durch den jeweiligen Fachplaner entsprechend der projektspezifischen Festlegungen zur Modellierung in den AIA und im BAP erstellt, geprüft und übergeben.

Das Dokument liefert dem Anwender eine Beschreibung der bei Bauprojekten des Bundesfernstraßenbaus erforderlichen Fachmodelle. Hierbei werden folgende Kernaspekte aufgegriffen:

- Beschreibung der Arbeit mit fachspezifischen Modellen
- Benennung der relevanten Fachmodelle

- Aufbau, Struktur und Inhalte der jeweiligen Fachmodelle
- Abhängigkeiten der verschiedenen Fachmodelle untereinander
- Hinweise zur Definition der erforderlichen geometrischen und alphanumerischen Informationen (Informationsbedarfstiefe – LOIN)
- Allgemeine Empfehlungen zur Umsetzung

Die Anwender erhalten durch das Dokument wichtige Informationen zur Arbeit mit und an fachspezifischen Modellen. Durch das Dokument werden sowohl strukturelle als auch inhaltliche Vorgaben für die Fachmodelle formuliert und wichtige Festlegungen für die modellbasierte Realisierung von Projekten der Bundesfernstraßeninfrastruktur definiert.

1. Einleitung

Mit Building Information Modeling (BIM) etabliert sich eine modellbasierte Arbeitsmethodik bei Planung, Bau, Erhalt und Betrieb von Bauwerken. Die Projektbearbeitung erfolgt hierbei nicht in einem zentralen digitalen Modell, sondern die beteiligten Fachdisziplinen erstellen eigene fachspezifische Modelle – sogenannte Fachmodelle [1], die in regelmäßigen Abständen zusammengeführt und koordiniert werden. Diese Vorgehensweise entspricht dem Arbeiten mit föderierten Modellen nach DIN EN ISO 19650 [2].

Das modellbasierte Arbeiten im Kontext von BIM ist durch die Anreicherung von geometrischen Bauwerksmodellen mit semantischen Informationen geprägt. Informationen können durch BIM besser erfasst, strukturiert und computerlesbar beschrieben werden als bei konventionellen Methoden. Welche geometrische Detaillierung ein fachspezifisches Bauwerksmodell aufweisen soll und welche semantischen Informationen es beinhalten muss, ist durch die Projektbeteiligten und den Auftraggeber festzulegen. Alle Projektbeteilig-

ten haben die Leistungserbringung entsprechend der vereinbarten Vorgaben zu erfüllen.

Das vorliegende Rahmendokument beschreibt die zentralen Begriffe und Zusammenhänge zur modellbasierten Umsetzung von Bauprojekten anhand fachspezifischer Modelle. Hierzu werden zunächst die Begriffe Fachmodell, Teilmodell und Koordinationsmodell beschrieben und inhaltlich voneinander abgegrenzt [1, 3, 4, 5]. Anschließend folgt eine detaillierte Darstellung der im Rahmen von Bauprojekten des Bundesfernstraßenbaus relevanten fachspezifischen Modelle in Form von Steckbriefen. Es werden zudem Vorgaben zur Definition der den Modellen zugrunde liegenden Informationsanforderungen (geometrische sowie alphanumerische Informationen) gemacht [6]. Abschließend werden einige übergreifende Empfehlungen bei der Umsetzung des modellbasierten Arbeitens mit fachspezifischen Modellen erläutert. Diese adressieren unter anderem die spezifischen Anforderungen zum modellbasierten Arbeiten in der Bundesfernstraßeninfrastruktur.

2. Modellarten

Der BIM-Methodik ist eine modellbasierte Arbeitsweise zugrunde gelegt. Hierbei werden digitale Bauwerksinformationsmodelle erstellt, die in der Planung, der Ausführung sowie dem Betrieb und der Instandhaltung von Bauwerken Anwendung finden können. Die Modellerstellung erfolgt nicht simultan in einem gemeinsamen zentralen Modell, sondern alle Projektbeteiligten arbeiten autark an fachspezifischen Modellen (Fachmodellen).

Um verschiedene Fachmodelle untereinander zu koordinieren und auf geometrische und semantische Konsistenz zu prüfen, werden einzelne Fachmodelle in regelmäßigen Abständen zu einem gesamtheitlichen **Koordinationsmodell** zusammengeführt (siehe Abbildung 1).

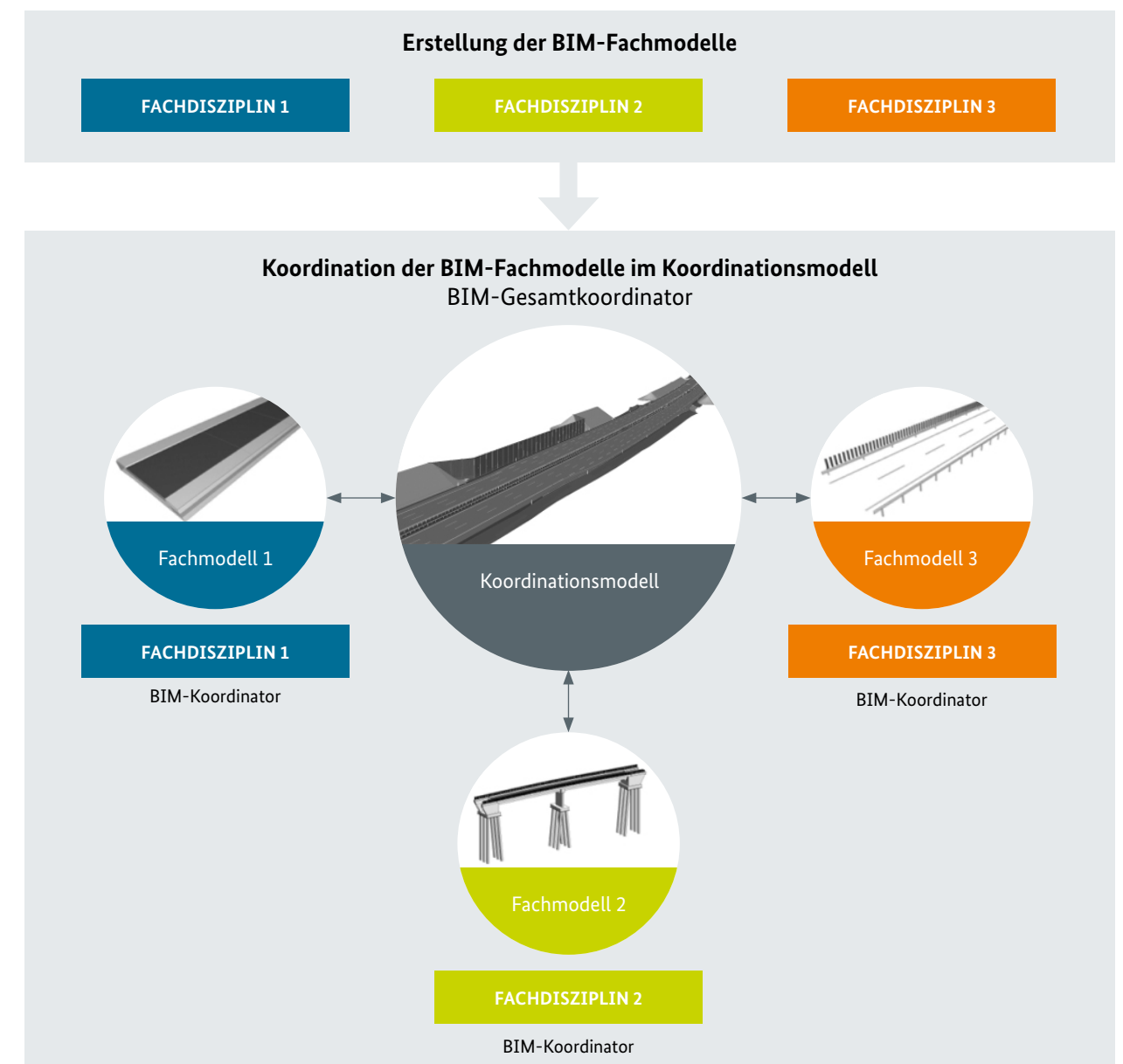


Abbildung 1: Planungskoordination anhand von Fachmodellen (© Schüler-Plan/STRABAG)

2.1 Fachmodell

Der Begriff **Fachmodell (FM)** beschreibt die gesamte modellbasierte Planung einer einzelnen Fachdisziplin beziehungsweise eines Gewerks. Das Fachmodell enthält nur die Modellelemente der entsprechenden Disziplin. Die Erstellung der Fachmodelle erfolgt durch die entsprechenden Objekt- oder Fachplaner in fachspezifischer BIM-fähiger Autorensoftware. Jede Fachdisziplin ist für die in sich konsistente Erstellung ihres Fachmodells verantwortlich und hat die Qualität hinsichtlich der projektspezifischen Vorgaben zu gewährleisten. Die Qualitätssicherung liegt in der Verantwortlichkeit der BIM-Koordinatoren der einzelnen Fachdisziplinen. Die Übergabe der Fachmodelle erfolgt im Idealfall im standardisierten herstellernerutralen Format IFC (Industry Foundation Classes) [7]. Im Bedarfsfall sind abweichende Übergabeformate zu vereinbaren, welche die Informationen digital übergeben lassen. Eine besondere Rolle spielen sogenannte Multimodellcontainer, mit deren Hilfe sich miteinander verknüpfte Informationseinheiten in einem Container übergeben lassen. Ein typisches Beispiel ist die Verknüpfung eines IFC-Modells mit einem GAEB-Format (Gemeinsamer Ausschuss Elektronik im Bauwesen) für die LV-Beschreibung [8].

Eine Auflistung relevanter Fachmodelle im Kontext von Bauprojekten des Bundesfernstraßenbaus folgt in Abschnitt 3 des vorliegenden Rahmendokuments.

2.2 Teilmodell

Als **Teilmodell (TM)** wird eine Untermenge eines jeweiligen Fachmodells bezeichnet. Es stellt demnach einen Teilinhalt der Fachdisziplin dar. Dies kann sich sowohl auf die **räumliche** Ausdehnung (z. B. einzelne Streckenabschnitte oder Bauwerke) als auch die weitere **fachliche** Untergliederung (z. B. Überbauten und Unterbauten bei Brücken)

beziehen. Die Summe aller Teilinhalte einer Fachdisziplin entspricht dem gesamten Fachmodell der Disziplin. Die Bearbeitung der Teilmodelle erfolgt in der Regel in derselben Autorensoftware wie das übergeordnete Fachmodell. Redundante Daten innerhalb der Teilmodelle einer Disziplin sind zu vermeiden.

2.3 Koordinationsmodell

Einzelne Fachmodelle und Teilmodelle werden in einem **Koordinationsmodell (KM)** zusammengeführt (vgl. Abbildung 1). Hierfür sind in sich qualitätsgesicherte Modelle der Fachdisziplinen und nach Möglichkeit herstellernerneutrale Formate, wie IFC, zu verwenden. Die Zusammenführung der Modelle erfolgt in einer entsprechenden Koordinationssoftware, in der die Auswertung und Analyse der Modelle möglich ist. Im Koordinationsmodell wird kontrolliert, ob die verschiedenen Fach- oder Teilmodelle zueinander konsistent sind. Die Erstellung des Koordinationsmodells obliegt dem BIM-Gesamtkoordinator.

Die Zusammenführung der Modelle zur Koordination verfolgt einen bestimmten Zweck und findet zu festgelegten Zeitpunkten statt (z. B. Arbeitsstände, definierte Meilensteine oder Abgaben zum Ende einer bestimmten Leitungsphase). Im Rahmen der Modellkoordination identifizierte, modellbasierte Aufgaben und Unstimmigkeiten werden dokumentiert und an die Fachplaner übermittelt. Hierzu werden i. d. R. Issues¹ im Format BCF (BIM Collaboration Format) [9] erstellt. Eine Anpassung der einzelnen Fachmodelle erfolgt nicht in der Koordinationssoftware, sondern in der entsprechenden Autorensoftware.

¹ Das Wort Issue lässt sich in diesem Kontext am besten mit Anmerkung bzw. Hinweis übersetzen.

Im Kontext von Infrastrukturbauwerken, insbesondere bei Instandsetzungs- und Ertüchtigungsmaßnahmen sowie Ersatzneubauten, spielt die Abbildung der Bestandssituation eine wichtige Rolle. Die Inhalte eines Bestandsmodells sind vielschichtig und können beispielsweise Umgebungs- und Vermessungsdaten, Verkehrsanlage, Brückenbauwerke, Leitungen und weitere Informationen enthalten. Somit ist unter einem Bestandsmodell im Regelfall kein einzelnes Fachmodell zu sehen, sondern ein Koordinationsmodell der für die Planung und den Bau relevanten Grundlagen im **Bestand**.

Nach Abschluss der Bestandsmodellierung zum Ende der Grundlagenermittlung (LPH 1) bilden die Fachmodelle die Basis für die Ausarbeitungen in den anschließenden Leistungsphasen. Im Zuge der Vorplanung und folgender Leistungsphasen werden diese mitunter fortgeschrieben. In die Koordinationsmodelle für **Planung, Bau, Erhalt und Betrieb** werden die verschiedenen Fachmodelle des Bestands entsprechend integriert.

Die Fachmodelle der Planung werden im Zuge der Bauausführung mit Abschluss der LPH 9 im Sinne einer Bauwerksdokumentation für den Betrieb als „Wie-gebaut“-Modelle bzw. Betriebsmodelle fortgeschrieben. Nähere Erläuterungen hierzu erfolgen in der Beschreibung weiterer Modellarten in Abschnitt 2.4.

Werden sämtliche verfügbare Fach- und Teilmodelle zusammengeführt, wird das Koordinationsmodell als **Gesamtmodell (GM)** bezeichnet. Die Erstellung eines Gesamtmodells ist insbesondere zum Abschluss einer jeweiligen Leistungsphase erforderlich.

2.4 Weitere Modelle

2.4.1 Betriebsmodell

Das Betriebsmodell wird auf Grundlage des „Wie-gebaut“-Modells entwickelt. Für das Modell werden Informationen für den Betrieb und die Erhaltung ergänzt. Dementsprechend werden mitunter Bauelemente sowie Planungs- und Bauausführungsinformationen verworfen, um die modellbasierten Betriebs- und Erhaltungsmaßnahmen zu vereinfachen.

2.4.2 Bauablaufmodell (4D-Modell)

Durch die Verknüpfung eines 3D-Modells mit der Bauablaufplanung lassen sich Bauabläufe sowohl visualisieren als auch simulieren. Die Verknüpfung der Modellelemente mit Vorgängen des Terminplans erfolgt im Idealfall regelbasiert. Durch die Ergänzung des 4D-Modells um weitere Inhalte lassen sich sowohl die Baulogistik als auch die benötigten Ressourcen (Personal, Material, Baumaschinen etc.) darstellen. Zudem können durch das 4D-Modell Konflikte im Ablauf frühzeitig vor Baubeginn identifiziert werden.

2.4.3 Mengen- und Kostenmodell (5D-Modell)

Das Mengen- und Kostenmodell ist das Ergebnis der Ermittlung und Auswertung von Bauteilmengen und der dazugehörigen Kosten. Dabei werden aus den Modellen die entsprechenden Mengen abgeleitet und in eine Mengen- oder Kostenstruktur eingebunden.

3. Beschreibung der Fachmodelle

Die in Abschnitt 2 beschriebenen Grundsätze zum Arbeiten in verschiedenen Fachmodellen orientieren sich an den bei der Planung und dem Bau vertretenen Disziplinen bzw. Gewerken. Folgende Fachmodelle sind im Kontext von Bauprojekten des Bundesfernstraßenbaus üblicherweise von Relevanz:

Tabelle 1: Fachmodelle und mögliche Teilmodelle bei Bauprojekten des Bundesfernstraßenbaus

Fachmodell	Mögliche Teilinhalte
Umgebung	<div><div>Digitales Geländemodell (DGM)</div><div>Stadtmodell</div><div>Digitale Orthofotos (DOP)</div><div>Amtliches Liegenschaftskataster (ALKIS)</div><div>Digitale Karten/Fachkarten</div><div>Kampfmittel</div></div>
Vermessung	<div><div>Bauwerksvermessung</div><div>Geländevermessung/DGM</div><div>Punktwolken aus Laserscans oder Photogrammetrie</div></div>
Umwelt	<div><div>Artenschutz</div><div>Naturschutz</div><div>Wasserwirtschaft</div><div>Immissionsschutz</div></div>
Geotechnik/ Baugrund	<div><div>Baugrundaufschlüsse/Bohrprofile</div><div>Baugrund-/Bodenschichten</div><div>Hydrologische Daten/Wasserstände</div></div>
Verkehrsanlage/ Strecke	<div><div>Trassierung</div><div>Oberbau</div><div>Erdbau/Unterbau</div><div>Entwässerung</div></div>
Ingenieurbau/ Bauwerk	<div><div>Brücke</div><div>Überbauten</div><div>Unterbauten</div><div>Tunnel</div><div>Stützwände</div><div>Schutzwände</div></div>
Technische Aus- rüstung	<div><div>Verkehrszeichen</div><div>Wegweisungen</div><div>Fahrbahnmarkierungen</div><div>Fahrzeugrückhaltesysteme</div><div>Lichtsignalanlagen/Lichtzeichen</div><div>Straßenbeleuchtung</div><div>Sicherungssysteme</div><div>Maschinentechnik</div></div>

Fachmodell	Mögliche Teilinhalte
Landschaftsbau	<div><div>Straßenbegleitgrün</div><div>Begrünung von Lärmschutzwänden</div></div>
Leitungsbau	<div><div>Wasserleitungen</div><div>Abwasserleitungen/Siele</div><div>Gasleitungen</div><div>Stromleitungen</div><div>Telekommunikationsleitungen</div></div>

In den nachfolgenden Abschnitten 3.1 bis 3.9 werden die gelisteten Fachmodelle näher spezifiziert. Hierzu wird jedes Fachmodell in einem Steckbrief inhaltlich beschrieben, Verantwortlichkeiten für die Erstellung festgelegt, mögliche Teilmodelle gelistet sowie Eingangsdaten und Abhängigkeiten definiert. Darüber hinaus wird ausgewiesen, zu welchen Lebenszyklusphasen (Grundlagenermittlung, Planung, Ausführung und Betrieb) diese Modelle üblicherweise primär umgesetzt werden.

Nicht jedes Fach- bzw. Teilmodell wird hierbei zwangsläufig durch eine dreidimensionale Geometrie abgebildet. So werden unter anderem die im Kontext von Infrastrukturbauwerken einzubeziehenden Geodaten oftmals als 2D-Geometrie in Form von Raster- oder Vektordaten eingebunden.

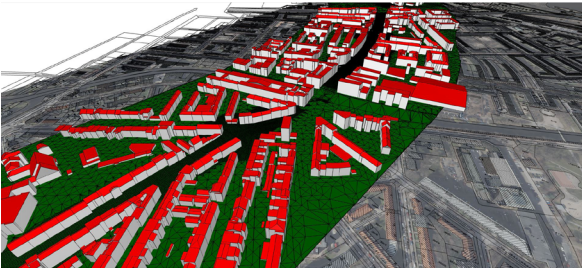
Die genannten Inhalte und möglichen Teilmodelle weisen keinen Anspruch auf Vollständigkeit auf. Diese sind projektspezifisch zu detaillieren und festzulegen.

3.1 Fachmodell Umgebung

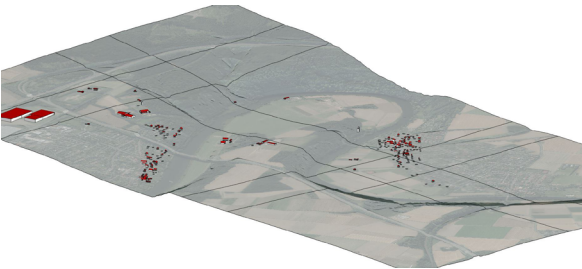
Fachmodell Umgebung

Beschreibung

Das Fachmodell Umgebung umfasst im Wesentlichen generelle Informationen bzw. die bestehende Umgebungssituation des Bauprojektes, wie beispielsweise Gelände, städtebauliche Gegebenheiten oder Katasterdaten. Die Umgebungsdaten werden in einem definierten Korridor entlang der Strecke erfasst und zusammengeführt. Die einzelnen Inhalte liegen in Form von Geodaten, die oftmals aus Geoportalen der jeweiligen Bundesländer bezogen werden können, vor. In diesem Kontext ist eindeutig zu definieren, welche Datenstrukturen sowie formate bereitgestellt werden und wie diese unter Wahrung relevanter semantischer Informationen integriert werden können.



© Schüßler-Plan/HOCHBAHN



© Schüßler-Plan/DEGES

Ersteller

Die Daten werden vorrangig von den Landesämtern für Geodäsie/Vermessung erhoben. Die Integration der Daten erfolgt durch den im Projekt verantwortlichen BIM Gesamtkoordinator.

Mögliche Teilmodelle

Im Fachmodell Umgebung werden einzelne fachliche Untergliederungen vorgenommen, wie z. B.:

- Digitales Geländemodell (DGM)
- Stadtmodell
- Digitale Orthofotos (DOP)
- Amtliches Liegenschaftskataster (ALKIS)
- Digitale Karten/Fachkarten
- Kampfmittel

Eine räumliche Unterteilung in einzelne (Strecken-)Abschnitte ist möglich.

Primäre Umsetzung

- Grundlagenermittlung

Planung

Ausführung

Betrieb

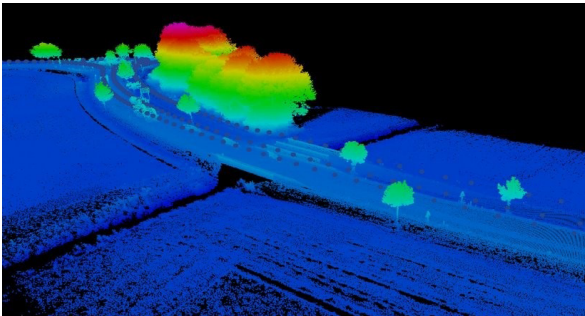
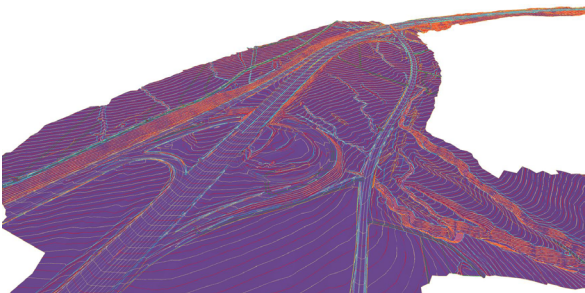
Eingangsdaten

- Öffentliche verfügbare Daten aus den Geoportalen der Bundesländer

Abhängigkeiten

- Bei Änderungen in der Umgebung ggf. zu aktualisieren
- Das digitale Geländemodell ist mitunter in die Vermessung zu integrieren

3.2 Fachmodell Vermessung

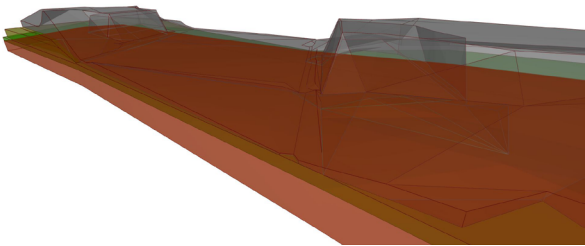
Fachmodell Vermessung	
Beschreibung	<p>Das Fachmodell Vermessung dient der Beschreibung bzw. Ableitung des Ist-Zustands. Hierzu zählen sowohl die vermessungstechnische Aufnahme bestehender Bauwerksstrukturen als auch der Umgebung bzw. des Geländes. Fachmodelle der Vermessung dienen von der Grundlagenermittlung für die Planung über die Bauausführung bis hin zum Betrieb als zentrale Grundlage für alle weiteren Fachmodelle. Der Detaillierungsgrad der Vermessung wird zu Beginn des Projekts zwischen dem AG und dem Vermessungsingenieur definiert.</p> <p>Die Vermessung bedarf einer evidenten Dokumentation. Hierzu zählen z. B. eine vollständige Triangulation und Beschreibung von Bruchkanten bei digitalen Geländemodellen oder die eindeutige Beschreibung von Bauteilkanten bei der Bauwerksvermessung.</p> <p>Die generierten Daten müssen kompatibel mit der jeweiligen Autorensoftware der Objekt- und Fachplaner sein. Hierzu sind nach Möglichkeit herstellerneutrale Übergabeformate zu verwenden.</p>
Ersteller	Vermessungsingenieur
Mögliche Teilmodelle	<p>Fachlich können u. a. folgende Teilmodelle generiert werden:</p> <ul style="list-style-type: none">BauwerksvermessungGeländevermessung/Digitales Geländemodell (DGM)Punktwolken aus Laserscans oder Photogrammetrie <p>Räumlich ist das Fachmodell nach den einzelnen Bauwerken und bedarfsweise (Strecken-)Abschnitten zu unterteilen.</p>
	 <p>© STRABAG</p>  <p>© Schüßler-Plan/DEGES</p>
Primäre Umsetzung	<div><div>■</div>Grundlagenermittlung</div> <div><div>■</div>Planung</div> <div><div>■</div>Ausführung</div> <div><div>■</div>Betrieb</div>
Eingangsdaten	<ul style="list-style-type: none">Keine gesonderten Eingangsdaten erforderlichBei der Geländevermessung oftmals Integration von Raster-DGMs des FM Umgebung
Abhängigkeiten	<ul style="list-style-type: none">Zentrale Grundlage für alle weiteren Fachmodelle

3.3 Fachmodell Umwelt

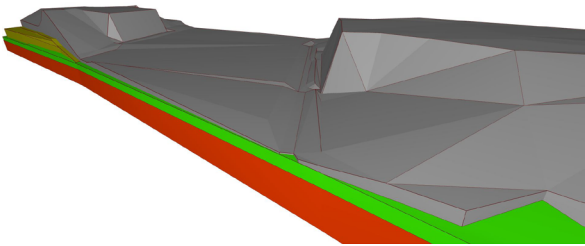
Fachmodell Umwelt	
Beschreibung	<p>Das Fachmodell Umwelt umfasst sämtliche naturräumlichen und schutzbezogene Daten. Die entsprechenden Informationen werden in Geoinformationssystemen (GIS) in Form von Vektor- und Rasterdaten, oftmals als 2D-Repräsentationen, vorgehalten. Die Datenstrukturen divergieren mitunter. Eine Interoperabilität der Geodaten im Kontext von BIM ist sicherzustellen. Für die Datenintegration sind daher geeignete Schnittstellen und Übergabeformate auszuwählen, sodass eine verlustfreie Überführung der geometrischen Ausprägung und vor allem der semantischen Informationen gewährleistet wird. Hierzu ist eine enge Abstimmung zwischen dem Fachplaner Umwelt und dem BIM-Gesamtkoordinator erforderlich.</p>
Ersteller	Fachplaner Umwelt
Mögliche Teilmodelle	<p>Im Fachmodell Umwelt werden einzelne fachliche Untergliederungen vorgenommen, wie z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none">ArtenschutzNaturschutzWasserwirtschaftImmissionsschutz <p>Eine räumliche Unterteilung ein einzelne (Strecken-)Abschnitte ist möglich.</p>
	 <p>© Schüßler-Plan</p>  <p>© Schüßler-Plan/DEGES</p>
Primäre Umsetzung	<div><div>■</div>Grundlagenermittlung</div> <div><div>■</div>Planung</div> <div><div>□</div>Ausführung</div> <div><div>□</div>Betrieb</div>
Eingangsdaten	<ul style="list-style-type: none">FM UmgebungFM VermessungFM Verkehrsanlage/StreckeFM Ingenieurbau/Bauwerke
Abhängigkeiten	<ul style="list-style-type: none">Interaktion mit dem Fachmodell Landschaftsbau, in dem planerische Maßnahmen des Arten- und Gebietsschutzes definiert werden

3.4 Fachmodell Geotechnik/Baugrund

Fachmodell Geotechnik/Baugrund	
Beschreibung	<p>Das Fachmodell Geotechnik bzw. Baugrund dient der Beschreibung der Baugrundsituation. Hierzu zählen z. B. Baugrundaufschlüsse und daraus abgeleitete bzw. interpolierte Bodenschichten, Grund- und Stauwasserverhältnisse und die Einteilung des Baugrunds in Homogenbereiche. Als semantische Informationen enthält das Fachmodell die entsprechenden Daten, die aus dem geotechnischen Bericht hervorgehen. Exemplarisch seien hier charakteristische Bodenkennwerte, LAGA-Klassen, Kennwerte von Homogenbereichen und charakteristische Wasserstände genannt.</p> <p>Zur Sicherstellung der Datenkonsistenz hat die Ableitung eines geologischen Längsschnitts auf Grundlage des Baugrundmodells zu erfolgen.</p> <p>Die mit dem Baugrundmodell einhergehenden Unsicherheiten sind äquivalent zu der von konventionellen 2D-Darstellungen im geotechnischen Bericht. Dies sollte aber ggf. explizit in den Verträgen festgehalten werden.</p>
Ersteller	Fachplaner Geotechnik/Baugrundgutachter
Mögliche Teilmodelle	<p>Im Fachmodell Geotechnik/Baugrund werden einzelne fachliche Untergliederungen vorgenommen, wie z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none">Baugrundaufschlüsse/BohrprofileBaugrund-/BodenschichtenHydrologische Daten/WasserständeAltlasten <p>Eine räumliche Unterteilung in einzelne Strecken- oder Bauwerksabschnitte ist möglich.</p>



© Schüßler-Plan/Autobahn GmbH des Bundes



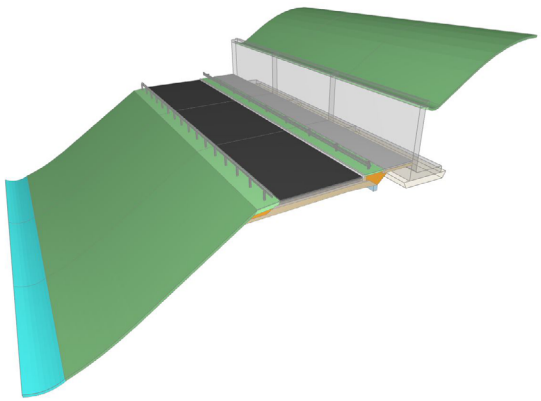
© Schüßler-Plan/Autobahn GmbH des Bundes

Primäre Umsetzung				
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Grundlagenermittlung	Planung	Ausführung	Betrieb	

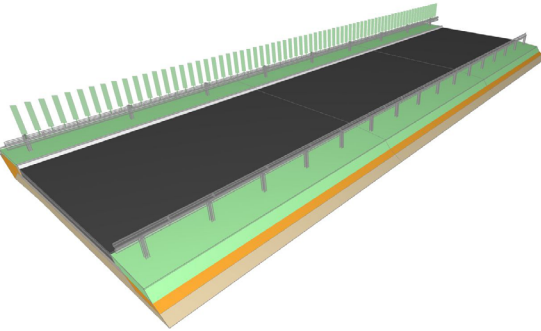
Eingangsdaten	
<ul style="list-style-type: none">FM UmgebungFM Vermessung	
Abhängigkeiten	
<ul style="list-style-type: none">Grundlage für die Fachmodelle Ingenieurbau/Bauwerk und Verkehrsanlage/Strecke	

3.5 Fachmodell Verkehrsanlage/Strecke

Fachmodell Verkehrsanlage/Strecke	
Beschreibung	<p>Das Fachmodell Verkehrsanlage bzw. Strecke enthält die Objektplanung der Verkehrsanlage. Hierzu zählen sämtliche Daten zur Trassierung (Achsen, Gradienten etc.) sowie der komplette Straßenkörper (Oberbau, Erdbau, Entwässerung etc.).</p> <p>Einzelne Schichten des Straßenkörpers sind als individuelle Modellelemente zu modellieren und klassifizieren. Entlang der Trasse sind die Modellobjekte in Blöcke zu gliedern. Die Auftrags- und Abtragskörper des Erdbaus sind zu berücksichtigen, um eine Mengenermittlung anhand des Modells zu ermöglichen. Sicherheitsräume von Fahrbahn, Rad- und Gehwegen etc. sind im Modell auszuweisen.</p> <p>Dem Fachmodell liegen insbesondere Vermessungs- und Umgebungsdaten zugrunde, entsprechende Daten sind in die Autorensoftware zu integrieren.</p> <p>Unter Umständen kann es sinnvoll sein, gewisse Elemente der technischen Ausrüstung, wie z. B. Fahrbahnmarkierungen oder Fahrzeugrückhaltesysteme, in das Fachmodell Verkehrsanlage/Strecke zu integrieren. Entsprechende Festlegungen sind projektspezifisch abzustimmen.</p>
Ersteller	Objektplaner Verkehrsanlage
Mögliche Teilmodelle	<p>Fachlich können u. a. folgende Unterteilungen genutzt werden:</p> <ul style="list-style-type: none">TrassierungOberbauErdbau/UnterbauEntwässerung <p>Eine räumliche Untergliederung kann nach dem jeweiligen Bedarf (z. B. in Streckenabschnitte) erfolgen.</p>



© Schüßler-Plan

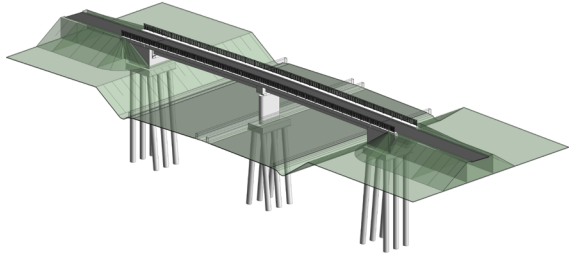
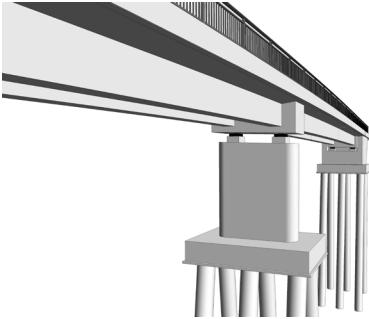


© Schüßler-Plan

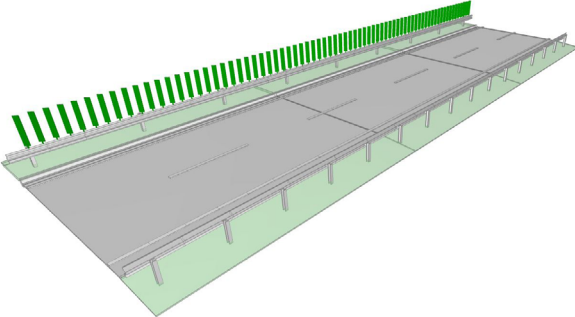

Primäre Umsetzung				
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Grundlagenermittlung	Planung	Ausführung	Betrieb	

Eingangsdaten	
<ul style="list-style-type: none">FM UmgebungFM VermessungFM UmweltFM Geotechnik/BaugrundFM Ingenieurbau/Bauwerk	
Abhängigkeiten	
<ul style="list-style-type: none">Interaktion mit sämtlichen weiteren Fachmodellen möglichInsbesondere Abhängigkeit zum Fachmodell Ingenieurbau/Bauwerk, hier sind Schnittstellen (z. B. Modellierungsgrenzen) abzustimmen	

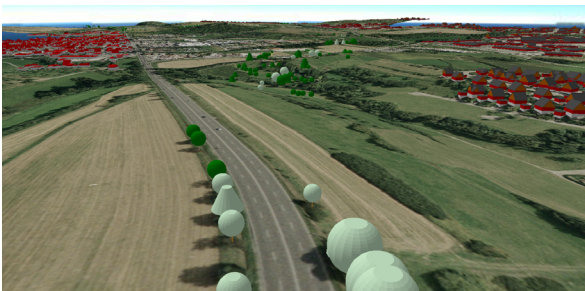
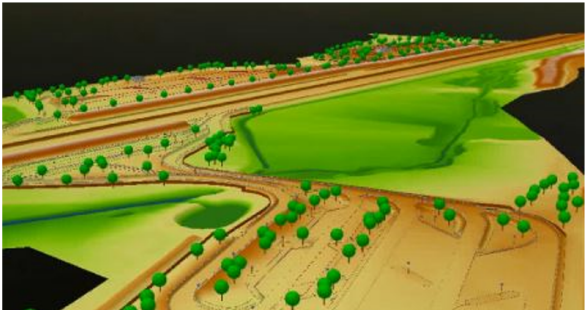
3.6 Fachmodell Ingenieurbau/Bauwerk

Fachmodell Ingenieurbau/Bauwerk	
Beschreibung	<p>Das Fachmodell Ingenieurbau bzw. Bauwerk umfasst die Objektplanung der Ingenieurbauwerke. Hierzu zählen u. a. Brücken, Tunnel, Stützwände und (Lärm-)Schutzwände. Die einzelnen Modellobjekte sind bauteilbezogen zu modellieren und zu klas-sifizieren (bei Brücken z. B. Gründung, Pfeiler, Widerlager, Lager, Überbau, Ausstattung etc.).</p> <p>Bei der Erstellung des Fachmodells stehen vor allem die Vor-gaben aus der Trassierung der Strecke sowie die Interaktion des Bauwerks mit der Umgebung (Digitales Geländemodell) im Fokus. Entsprechende Daten müssen in die Autorensoftware integriert werden. Geländeanpassungen, wie z. B. Baugruben-aushub, Hinterfüllungen oder Böschungen, sind im Modell zu berücksichtigen, um eine modellbasierte Mengenermittlung zu ermöglichen.</p> <p>Unter Umständen kann es sinnvoll sein, gewisse Elemente der technischen Ausrüstung, wie z. B. Fahrbahnmarkierungen oder Fahrzeugrückhaltesysteme, in das Fachmodell Ingenieurbau/ Bauwerk zu integrieren. Entsprechende Festlegungen sind projektspezifisch abzustimmen.</p>
Ersteller	Objektplaner Ingenieurbauwerke
Mögliche Teilmodelle	<p>Die räumliche Unterteilung erfolgt nach einzelnen Bauwerken innerhalb des Projektraums. Hierzu zählen Bauwerke der Typo-logien</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Brücke▪ Tunnel▪ Stützwände▪ (Lärm-)Schutzwände▪ etc. <p>Darüber hinaus können einzelne fachliche Untergliederungen vorgenommen werden (z. B. Teilmodell Unterbau, Teilmodell Überbau etc.).</p>
	
© Schüßler-Plan	
	
© Schüßler-Plan	
Primäre Umsetzung	<div><div>■</div>Grundlagenermittlung</div> <div><div>■</div>Planung</div> <div><div>■</div>Ausführung</div> <div><div>■</div>Betrieb</div>
Eingangsdaten	<ul style="list-style-type: none">▪ FM Umgebung▪ FM Vermessung▪ FM Umwelt▪ FM Geotechnik/Baugrund▪ FM Verkehrsanlage/Strecke
Abhängigkeiten	<ul style="list-style-type: none">▪ Insbesondere Abhängigkeit zum Fachmodell Verkehrsanlage/ Strecke, hier sind Schnittstellen (z. B. Modellierungsgrenzen) abzustimmen

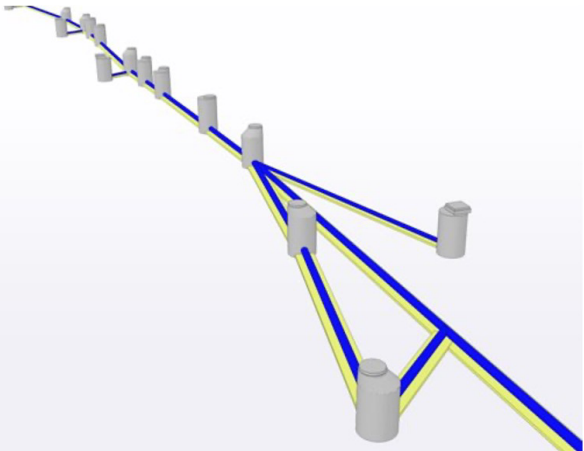
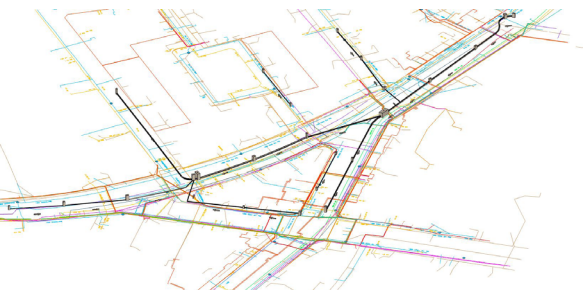
3.7 Fachmodell Technische Ausrüstung

Fachmodell Technische Ausrüstung	
Beschreibung	<p>Das Fachmodell Technische Ausrüstung beinhaltet die Objekte der verkehrstechnischen und betriebstechnischen Ausrüstung der Verkehrsanlage. Die Erstellung des Fachmodells hat unter Berücksichtigung der Trassierung der Strecke zu erfolgen.</p> <p>Die Darstellung der Ausrüstungselemente variiert von einer ver-einfachten Darstellung bis hin zu einer detaillierten Modellie-rung.</p> <p>Unter Umständen kann es sinnvoll sein, gewisse Elemente der technischen Ausrüstung, wie z. B. Fahrbahnmarkierungen oder Fahrzeugrückhaltesysteme, abweichend im Fachmodell Verkehrsanlage/Strecke bzw. Ingenieurbau/Bauwerk zu berück-sichtigen. Entsprechende Festlegungen sind projektspezifisch abzustimmen.</p>
Ersteller	Fachplaner verkehrstechnischer Anlagen sowie Fachplaner be-triebstechnischer Anlagen
Mögliche Teilmodelle	<p>Fachlich ist die Unterteilung z. B. in folgende Teilmodelle mög-lich:</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Verkehrszeichen▪ Wegweisungen▪ Fahrbahnmarkierungen▪ Fahrzeugrückhaltesysteme▪ Lichtsignalanlagen/Lichtzeichen▪ Straßenbeleuchtung▪ Sicherungssysteme▪ Maschinentechnik <p>Eine räumliche Unterteilung, z. B. in (Strecken)-Abschnitte oder Bauwerke kann ebenfalls erfolgen.</p>
	
© Schüßler-Plan	
	
© Schüßler-Plan/DEGES	
Primäre Umsetzung	<div><div>□</div>Grundlagenermittlung</div> <div><div>■</div>Planung</div> <div><div>■</div>Ausführung</div> <div><div>■</div>Betrieb</div>
Eingangsdaten	<ul style="list-style-type: none">▪ FM Umgebung▪ FM Vermessung▪ FM Verkehrsanlage/Strecke▪ FM Ingenieurbau/Bauwerk
Abhängigkeiten	<ul style="list-style-type: none">▪ Insbesondere die Interaktionen mit den Fachmodellen Verkehrsanlage/Strecke und Ingenieurbau/Bauwerk sind zu berücksichtigen

3.8 Fachmodell Landschaftsbau

Fachmodell Landschaftsbau	
Beschreibung	<p>Das Fachmodell Landschaftsbau beinhaltet alle Maßnahmen des Naturschutzes und der Landschaftspflege. Hierzu zählen die Anlage, Sicherung und Pflege von Ausgleichs- oder Ersatzmaßnahmen unvermeidbarer Beeinträchtigungen im Sinn des Arten- und Gebietsschutzes.</p> <p>Es bildet demnach die planerische Umsetzung der im Fachmodell Umwelt erfassten naturräumlichen und schutzbezogenen Daten ab.</p> <p>Die Inhalte des Fachmodells Landschaftsbau orientieren sich an der landschaftspflegerischen Begleit- und Ausführungsplanung und dem dort definierten Maßnahmenkonzept. Hier seien vor allem gestalterische Maßnahmen, wie z. B. das Anlegen von Straßenbegleitgrün oder die Begrünung von Lärmschutzwänden genannt.</p>
Ersteller	Fachplaner Landschaftsbau
Mögliche Teilmodelle	<p>Im Fachmodell Landschaftsbau werden einzelne fachliche Untergliederungen anhand planerischer Vermeidungs-, Ausgleichs-, Ersatz- und Gestaltungsmaßnahmen vorgenommen. Eine räumliche Unterteilung in einzelne (Strecken-)Abschnitte ist möglich.</p>
 <p>© Schüßler-Plan/card_1</p>  <p>© Schüßler-Plan/card_1</p>	
Primäre Umsetzung	
<div><div></div>Grundlagenermittlung</div> <div><div></div>Planung</div> <div><div></div>Ausführung</div> <div><div></div>Betrieb</div>	
Eingangsdaten	
<ul style="list-style-type: none">FM UmgebungFM VermessungFM UmweltFM Verkehrsanlage/StreckeFM Ingenieurbau/Bauwerk	
Abhängigkeiten	
<ul style="list-style-type: none">Starke Abhängigkeit zu den Fachmodellen Umwelt sowie Verkehrsanlage/Strecke	

3.9 Fachmodell Leitungsbau

Fachmodell Leitungsbau	
Beschreibung	<p>Das Fachmodell Leitungsbau stellt sämtliche projektrelevanten Leitungen und Schächte dar. Diese reichen beispielsweise von der kommunalen Entwässerung bis hin zum überregionalen Netzausbau.</p> <p>Im Kontext des Abbilds der Bestandssituation gestaltet sich oftmals die Erfassung der Höhenlage der Leitungen (Wasser, Strom, Gas, Telekommunikation) schwierig, sodass mitunter keine 3D Repräsentationen möglich sind und entsprechende Daten meist nur als 2D Geometrie ins Fachmodell integriert werden können. Eine volumetrische 3D Darstellung bei Abwasserleitungen und Schächten ist i. d. R. möglich.</p> <p>Um bestehende Lagetoleranzen abbilden zu können, werden oftmals erweiterte Leitungskorridore im Modell hinterlegt. Bei Freileitungen sind Schutzräume im Modell auszuweisen.</p>
Ersteller	Objekt- und Fachplaner der betroffenen Gewerke
Mögliche Teilmodelle	<p>Je nach Granularität kann eine fachliche Unterteilung in Versorgungs- und Entsorgungsleitungen oder in weitere Teilmodelle erfolgen, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none">WasserleitungenAbwasserleitungen/SieleGasleitungenStromleitungenTelekommunikationsleitungen <p>Eine räumliche Unterteilung nach einzelnen (Strecken-)Abschnitten oder Bauwerksbereiche ist mitunter sinnvoll.</p>
 <p>© STRABAG</p>  <p>© Schüßler-Plan/HOCHBAHN</p>	
Primäre Umsetzung	
<div><div></div>Grundlagenermittlung</div> <div><div></div>Planung</div> <div><div></div>Ausführung</div> <div><div></div>Betrieb</div>	
Eingangsdaten	
<ul style="list-style-type: none">FM UmgebungFM VermessungFM Geotechnik/BaugrundFM Verkehrsanlage/StreckeFM Ingenieurbau/Bauwerk	
Abhängigkeiten	
<ul style="list-style-type: none">Insbesondere die Interaktionen mit den Fachmodellen Verkehrsanlage/Strecke und Ingenieurbau/Bauwerk sind zu berücksichtigen	

4. Informationsbedarfstiefe – Level of Information Need (LOIN)

Für die in Abschnitt 3 beschriebenen Fachmodelle sind durch den Auftraggeber bei der Ausschreibung und Vergabe des Projekts Informationsanforderungen hinsichtlich der geometrischen und semantischen Ausarbeitung der Modelle festzulegen. Dies erfolgt in den projektspezifischen Auftraggeber-Informationsanforderungen (kurz: AIA, ergänzende Informationen siehe Rahmendokument „Auftraggeber-Informationsanforderungen (AIA)“). Im nachfolgenden Abschnitt werden die wesentlichen Definitionen für die Struktur der Informationsanforderungen von digitalen Bauwerksmodellen und deren Elementen aufgestellt.

Die Ausarbeitung basiert auf der DIN EN 17412-1 „Bauwerksinformationsmodellierung - Informationsbedarfstiefe - Teil 1: Konzepte und Grundsätze“. Die sogenannte Informationsbedarfstiefe oder LOIN (engl.: Level of Information Need) beschreibt den Umfang und die Detaillierung des Informationsaustausches im Sinne der Geometrie, Information und Dokumentation [6]. Da sich die Informationsanfragen bei den einzelnen Projektbeteiligten je nach Zeitpunkt und Fachdisziplin unterscheiden, präzisiert die Informationsbedarfstiefe (LOIN) welche Informationen, hinsichtlich welches Anwendungsziels, zu welchem Zeitpunkt und von welchem Akteur gebraucht werden. Dabei unterteilt sich die Informationsbedarfstiefe (LOIN) – gemäß [1] ehemals als Ausarbeitungsgrad bzw. Level of Development (LOD) bezeichnet – in geometrische Informationen, alphanumerische Informationen und die Dokumentation.

Für die Angabe der **geometrischen Informationen** – gemäß [1] ehemals als geometrischer Detaillierungsgrad bzw. Level of Geometry (LOG) bezeichnet – eines Objekts oder einer Menge von Objekten können die folgenden Aspekte angegeben werden:

- Detail (Komplexität des Objekts)
- Dimensionalität (Punkt, Linie, Fläche oder Volumen)
- Ort (Positionierung und Ausrichtung)
- Aussehen (Visuelle Darstellung)
- Parametrisches Verhalten (Grad der Abhängigkeit von anderen Informationen)

Hinsichtlich der **alphanumerischen Informationen** – gemäß [1] ehemals als alphanumerischer Detaillierungsgrad bzw. Level of Information (LOI) bezeichnet – eines Objekts oder einer Menge von Objekten sind folgenden Aspekte relevant:

- Identifikation des Objekts im Strukturplan (z. B. Name, Typ, Index, Klassifikation)
- Informationsgehalt (Liste von notwendigen Merkmalen)

Die **Dokumentation** für ein Objekt oder eine Menge von Objekten zur Unterstützung von Prozessen, Entscheidungen, Genehmigungen und Verifizierung von Informationslieferungen sollte als eine Reihe von erforderlichen Dokumenten spezifiziert werden:

- Dokumentenmenge (Häufigkeit)
- Dokumentenart (Datenblätter, Handbücher, Kalkulationen etc.)
- Dokumentenformat (IFC, PDF, XLSX etc.)

Durch die Abgrenzung der Anwendungsziele der einzelnen Informationsbedarfstiefen (LOIN), das

Aufsetzen von Meilensteinen der Informationslieferung, das Identifizieren von Akteuren und der Konkretisierung der zur Auslieferung gewünschten Objekte werden Verifikations- und Validationsprozesse vereinfacht. Die Informationsbedarfstiefe (LOIN) hat dadurch den Zweck, Fehlinformationen und Fehlinterpretationen der gestellten Anforderungen zu minimieren. Das Risiko von Redundanzen wird reduziert.

In der Praxis werden insbesondere die geometrischen Informationen häufig in Zwischenschritten, sogenannten Leveln, untergliedert.² Das Level 100 beschreibt dabei den niedrigsten Informationsgrad und das Level 500 den höchsten. Für die Level können allgemeine qualitative Beschreibungen oder spezifische Beschreibungen mit Beispielsbauteilen verwendet werden. Die Beschreibungen weisen aber sowohl national (z. B. DEGES, BIM. Hamburg, Deutsche Bahn) als auch international einige Diskrepanzen auf. Eine Harmonisierung der Definition gilt es künftig umzusetzen. Nachfolgend wird exemplarisch die Definition von BIM.Hamburg [10] dargereicht:

Tabelle 2: Abstufung der Level der geometrischen Informationen nach der Definition von BIM.Hamburg [10]

Level	Beschreibung
100	Das Modell mit seinen Elementen kann aus vereinfachten und gröberen Darstellungen bestehen. Das Modell muss nicht zwingend einzelne Modellelemente enthalten. Modellelemente können auch durch ein Symbol oder andere generische Repräsentationen dargestellt werden.
200	Die wesentlichen Modellelemente werden im Modell typgerecht als Bauteile oder Bauteilgruppen mit Angaben über Dimension, Form, Lage und geografische Referenz modelliert. Jedes Modellelement wird im Modell grafisch durch ein generisches Objekt repräsentiert. Diese Objekte können als Platzhalter fungieren und müssen noch nicht als das Bauteil zu erkennen sein, welches sie darstellen.

² Level zur Beschreibung der geometrischen Informationen werden in der EN 17412-1 nicht explizit definiert. Da sich dieser Standard zur Abgrenzung der Detailtiefe jedoch bereits national und international etabliert, wird die gewählte Untergliederung empfohlen.

Level	Beschreibung
300	Ein Modellelement wird geometrisch als Objekt mit genauen Mengen, Größe und Form, als exakter Volumenkörper modelliert. Die Orientierung der Elemente kann direkt aus dem Modell gemessen werden, ohne auf andere Quellen zurückgreifen zu müssen. Eine Ableitung der Mengen und weiterer Informationen aus dem Modell für Leistungsverzeichnisse ist möglich.
400	Ein Modellelement ist ausreichend detailliert und genau modelliert, sodass alle für die Herstellung des Bauteils notwendigen Informationen enthalten sind. Die Anzahl, Größe, Form, Ort und Orientierung der Elemente kann direkt aus dem Modell gemessen werden, ohne auf andere Quellen zurückgreifen zu müssen.
500	Ein Modellelement entspricht der auf der Baustelle überprüften oder aufgenommenen Repräsentation des realen Bauteils. Mindestanforderung ist die Abbildung aller für den Betrieb maßgebenden Bauteile in der erforderlichen Detaillierung. Komplexe Geometrien werden entfernt oder vereinfacht.

Die konkreten Inhalte und einzelnen Abstufungen zwischen den geometrischen Informationen und die alphanumerischen Informationen sind projektbezogen in den AIA zu definieren. Eine einheitliche Strukturierung der LOIN soll im Projekt einen effizienten Informationsaustausch im BIM-Prozess unterstützen, Informationen auf das geforderte Maß beschränken, sowie Vergabe-, Freigabe- und Prüfprozesse vereinfachen. Um einheitliche Strukturen und eine Wiederverwendbarkeit der definierten Anforderungen in weiteren Projekten zu gewährleisten, ist das BIM-Portal des Bundes zur Festlegung der LOIN zu verwenden. Hier stehen entsprechende Module, insbesondere für die Erstellung und Verwaltung von Merkmalen und Merkmalsgruppen sowie AIA, zur Verfügung.

5. Empfehlungen zur Umsetzung

Die in Abschnitt 3 beschriebenen Fachmodelle sind durch die jeweiligen Verantwortlichen der einzelnen Fachdisziplinen zu erstellen. Die Prozesse der Modellierung unterscheiden sich hierbei zwischen den Fachmodellen und verwendeten Autorensystemen. Jedoch gibt es einige Grundsätze und Vorgaben, welche unabhängig von der Fachdisziplin bei der Erstellung der Modelle zu berücksichtigen sind:

Georeferenzierung

Die Fachmodelle sind in dem für das Projekt definierten Lage- und Höhensystem zu erstellen. Eine Übergabe der Modellierung in reellen Gesamtkoordinaten ist oftmals nicht möglich, da die großen Zahlenwerte in den Softwareanwendungen zu numerischen Ungenauigkeiten führen. Daher wird für die Modelle, unter Angabe des geodätischen Koordinatenreferenzsystems, ein Projektnullpunkt mit geodätischen Koordinaten definiert und die Modellierung erfolgt in einem lokalen Koordinatensystem, dessen Ursprung im Projektnullpunkt liegt. Die Übergabe der Fachmodelle mit Bezug zum spezifischen Projektnullpunkt ist zu gewährleisten. Die Angabe des zugrunde liegenden geodätischen Koordinatenreferenzsystems (Lagestatus mit EPSG-Code und Höhenstatus) ist in den Modellen auszuweisen.

Hierbei bleibt zu berücksichtigen, dass im Rahmen des Projektverlaufs die übergeordnet anzuwendenden geodätischen Bezugssysteme meist in lokale Baustellensysteme für die Ausführung überführt werden. Eine Transformation der Modelle zwischen den unterschiedlichen Systemen führt dazu, dass die gewählten Längen und Winkel verzerrt werden. In Abhängigkeit der Größe der Verzerrung ist gemeinsam mit der Vermessung abzuwägen, ob diesem Umstand in der Praxis mit einer Nachmodellierung des Bauwerks, einer translatorischen Einpassung des Modells oder einer Transformation des Modells begegnet wird.

Modellbereiche und Modellgrenzen

Für jedes Fachmodell ist ein Korridor zu definieren, in dem die Modellierung zu erfolgen hat. Dies betrifft sowohl die Modellgrenzen parallel als auch entlang der Verkehrsstraße. Insbesondere bei der Interaktion zwischen verschiedenen Fachdisziplinen sind die Übergangsbereiche der Modelle individuell aufeinander abzustimmen. So kann beispielsweise die Modellierung des Damms und der Böschungen bis zu einem definierten Bereich hinter dem Widerlager im Fachmodell Ingenieurbau erfolgen, bevor ab einer Modellgrenze die Modellierung im Fachmodell Verkehrsanlage hieran anschließt.

Objektorientierte parametrische Modellierung

Die Erstellung der Fachmodelle in der Autorenssoftware erfolgt im Regelfall anhand parametrischer objektorientierter Modellierungsansätze. Die Modelle werden dabei auf Basis wesentlicher geometrischer Randbedingungen (Haupt- und Sekundärachsen, Gradienten, Stationierung, Querneigung etc.) erstellt. Die Parametrik erlaubt es, im Vergleich zu einer direkten Modellierung, schneller und effizienter auf Änderungen dieser Randbedingungen reagieren zu können, da eine automatisierte Anpassung der (teil-)assoziativen Geometrie erfolgt. Im Idealfall werden Bauteilbibliotheken aufgebaut, in denen Vorlagen für die Modellierung angelegt sind. Diese können in verschiedenen Projekten Einsatz finden.

Objektklassifikation

Die Modellobjekte der einzelnen Fachmodelle sind eindeutig zu klassifizieren. Voraussetzung hierfür ist eine entsprechend strukturierte, typgerechte Modellierung von Bauteilen und Bauteilgruppen. Über die Klassifikation kann eine Abgrenzung und Ordnung der Bauteile erfolgen. Durch die Datenstruktur können hierdurch einheitliche Modellelemente ausgewiesen werden. Die Objektklassifikation erfolgt aktuell durch Merkmale. Eine Implementierung der Klassifikation über das IFC-Format ist auf diese Weise bereits heute möglich.

Interoperabilität und Schnittstellen

Zur Interoperabilität zwischen den Fachdisziplinen und zur Koordination sind Übergabeformate und Austauschprozesse festzulegen. Dies trifft insbesondere auf Daten zu, die in andere Autorensysteme als Grundlage zu integrieren sind, wie z. B. die Trassierung der Verkehrsanlage. Darüber hinaus spielt im Kontext von Infrastrukturbauwerken insbesondere die Einbindung von Geodaten, die in Geoinformationssystemen (GIS) vorgehalten werden, eine entscheidende Rolle. Daher ist eine Interoperabilität zwischen Geo- und Modelldaten anzustreben. Die Überführung der Daten aus den proprietären Systemen der Fachdisziplinen in offene Datenformate ist durch die Fachdisziplin abzusichern.

Granularität

Die Objekte des Modells sind so zu modellieren, wie die spätere Ausführung auf der Baustelle erfolgen wird. Die Modellelemente sind also gemäß ihrer natürlichen Abgrenzung geometrisch zu unterteilen. Die Granularität des Modells ist an die in den AIA definierten Anwendungsfälle anzupassen. Die im Projekt zu realisierenden Anwendungsfälle sollten daher bereits zu Beginn des Projektes Berücksichtigung bei den Überlegungen zur Modellierung finden. Sie beeinflussen die Modellstruktur und -klassifikation maßgeblich. Das Modell ist so zu gliedern, dass beispielsweise der Bauablauf simuliert werden kann (4D-Modell) oder die Modellobjekte gemäß Kostenstruktur einzelnen Kostenpositionen zugeordnet werden können (5D-Modell).

Testdatenaustausch

Zu Projektbeginn ist zwischen allen Projektbeteiligten ein Testdatenaustausch vorzusehen. Dieser dient der Abstimmung der konformen Übergabe der definierten Liefergegenstände. Insbesondere die grundsätzliche Umsetzbarkeit der projekt-

spezifisch festgelegten Informationsbedarfstiefe (geometrische und alphanumerische Informationen) durch alle Projektbeteiligten ist im Testdatenaustausch sicherzustellen.

Qualitätssicherung

Die Qualität der Modelle ist kontinuierlich sicherzustellen. Maßgebend hierbei sind die zu übergebenden IFC-Dateien oder Modelle in vereinbarten abweichenden Übergabeformaten, nicht hingegen die nativen Dateien der jeweiligen Autorenssoftware. Die Qualitätssicherung betrifft sowohl die Konformität der einzelnen Fachmodelle als auch die der Koordinationsmodelle (Konformität verschiedener Fachmodelle untereinander). Für die Fachmodelle erfolgt die Qualitätssicherung durch die BIM-Koordinatoren und für die Koordinationsmodelle durch den BIM-Gesamtkoordinator. Die Prüfung wird im Hinblick auf eine fachlich sowie technisch korrekte Modellierung durchgeführt.

Es erfolgt ausschließlich eine Übergabe qualitätsgesicherter Modelle an den Auftraggeber. Hierbei kann die Qualitätssicherung auch nur Teilaspekte beinhalten, sofern gewisse Informationen nicht benötigt werden. In den frühen Projektphasen liegt der Fokus der Modellprüfung in der Regel auf der geometrischen Konformität der Modelle. In der weiteren Bearbeitung treten hingegen neben der geometrischen Prüfung der Modelle semantische Modellprüfungen stärker in den Vordergrund, da die entsprechenden Anwendungsfälle (u. a. Kostenberechnung, Ausschreibung und Vergabe) aus der Semantik abgeleitet werden.

Mit Abgabe der Modelle zum Ende einer Leistungsphase ist ein Qualitätsbericht final zu übergeben. Aufseiten des Auftraggebers prüft der BIM-Manager die Modelle auf Konformität zu den in den AIA und dem BIM-Abwicklungsplan (BAP) definierten Vorgaben. Zum Abschluss der Qualitätssicherung durch das BIM-Management erfolgt eine Freigabe der Modelle.

6. Zusammenfassung

Beim modellbasierten Planen, Bauen, Erhalten und Betreiben von Bauprojekten ist die Zusammenarbeit innerhalb verschiedener (Fach-)Modelle ein zentraler Bestandteil bei der Anwendung der BIM-Methode. In diesem Zusammenhang stellt das Rahmendokument die wesentlichen Aspekte zur Arbeit mit und an Modellen für die Bundesstraßeninfrastruktur zusammen.

Das Rahmendokument gibt einen Überblick zu relevanten Fachmodellen für Bauprojekte des Bundesfernstraßenbaus und deren Inhalten. Die für die Erstellung der einzelnen Fachmodelle üblicherweise verantwortlichen Disziplinen und Gewerke werden hierbei aufgeführt sowie mögliche Teilmodelle dargestellt. Zusammen mit den Eingangsdaten und deren Abhängigkeiten geben

sie einen Überblick, welche Modelle im Projektverlauf von den einzelnen Gewerken üblicherweise erstellt werden und wie diese mit anderen Gewerken in Bezug stehen.

Darüber hinaus ist das Vorgehen bei der Definition der Informationsanforderungen (LOIN) beschrieben. Das LOIN bildet durch die auftraggeberseitigen Vorgaben für geometrische und alphanumerische Informationen der Fachmodelle die Basis für die Informationstiefe der einzelnen Modelle.

Für die Ausarbeitung der Fachmodelle werden allgemeine Empfehlungen zur Umsetzung gegeben, die unabhängig von der Fachdisziplin oder der verwendeten Software bei der Modellerstellung Berücksichtigung finden können.

7. Literaturverzeichnis

- [1] BIM4INFRA: Handreichung Teil 7 – BIM-Fachmodelle und Ausarbeitungsgrad, April 2019, URL: https://bim4infra.de/wp-content/uploads/2019/07/BIM4INFRA2020_AP4_Teil7.pdf, letzter Aufruf: 03.02.21.
- [2] DIN EN ISO 19650: Organisation und Digitalisierung von Informationen zu Bauwerken und Ingenieurleistungen, einschließlich Bauwerksinformationsmodellierung (BIM) – Informationsmanagement mit BIM, August 2019
- [3] DEGES: BIM-Leitfaden, Juli 2019, URL: https://www.deges.de/wp-content/uploads/2019/08/1_DEGES-BIM-Leitfaden_V15.pdf, letzter Aufruf: 03.02.21.
- [4] DEGES: BIM-Anwendungsfälle, September 2019, URL: https://www.deges.de/wp-content/uploads/2020/02/BIM-Anwendungsfälle_V23.pdf, letzter Aufruf: 03.02.21.
- [5] DEGES: BIM-Modellierungsrichtlinie, Mai 2021, URL: https://www.deges.de/wp-content/uploads/2021/05/BIM-Modellierungsrichtlinie_V2.0.pdf, letzter Aufruf: 19.08.21.
- [6] DIN EN 17412-1: Bauwerksinformationsmodellierung – Informationsbedarfstiefe – Teil 1: Konzepte und Grundsätze, Juni 2021
- [7] buildingSMART: Industry Foundation Classes (IFC), URL: <https://www.buildingsmart.org/standards/bsi-standards/industry-foundation-classes/>, letzter Aufruf: 19.02.21.
- [8] Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung im Geschäftsbereich des Bundesministeriums des Innern, für Bau und Heimat (BMI): Gemeinsamer Ausschuss Elektronik im Bauwesen (GAEB), URL: <https://www.gaeb.de/de/produkte/gaeb-datenaustausch/>, letzter Aufruf: 30.02.21
- [9] buildingSMART: BIM Collaboration Format (BCF), URL: <https://technical.buildingsmart.org/standards/bcf/>, letzter Aufruf: 19.02.21.
- [10] BIM.Hamburg: LOG-Beschreibungen, Interne Arbeitsmaterialien, Stand: 29.03.20.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Planungskoordination anhand von Fachmodellen.7

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Fachmodelle und mögliche Teilmodelle bei Bauprojekten des Bundesfernstraßenbaus10

Tabelle 2: Abstufung der Level der geometrischen Informationen nach der Definition von BIM.Hamburg [10]21

Impressum

Herausgeber
Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
Invalidenstraße 44
10115 Berlin

Autoren
Nils Schluckebier, M. Sc. (BIM Deutschland)
Dr.-Ing. Andreas Bach (BIM Deutschland)
Boris Gerbersgagen, B. A. (BIM Deutschland)

Fachliche Begleitung, Redaktion und Gestaltung
BIM Deutschland - Zentrum für die Digitalisierung des Bauwesens

Stand
Oktober 2021

Druck
Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
Referat Z 32, Druckvorstufe | Hausdruckerei

Diese Publikation wird von der Bundesregierung im Rahmen ihrer Öffentlichkeitsarbeit herausgegeben. Die Publikation wird kostenlos abgegeben und ist nicht zum Verkauf bestimmt. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlwerbern oder Wahlhelfern während eines Wahlkampfes zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Bundestags-, Landtags- und Kommunalwahlen sowie für Wahlen zum Europäischen Parlament.

