

André Borrmann und König Markus

Inhaltsverzeichnis

22.1	Überblick	1319
22.1.1	Motivation	1319
22.1.2	Begriffsdefinition	1319
22.1.3	BIM-Umsetzungsniveaus	1320
22.2	BIM-Projekttablauf	1321
22.2.1	Überblick	1321
22.2.2	Auftraggeberinformationsanforderungen	1321
22.2.3	BIM-Abwicklungsplan	1322
22.2.4	Fachmodell-basiertes Arbeiten	1323
22.2.5	Gemeinsame Projektumgebung	1323
22.2.6	Rollen	1323
22.3	BIM-Anwendungsfälle	1324
22.4	Datenaustauschprozesse und Modellinhalte	1325
22.4.1	Methoden der Prozessschreibung	1325
22.4.2	Modellinhalte und Ausarbeitungsgrade	1325
22.4.3	Klassifikation	1327
22.4.4	Prüfung von Modellinhalten	1327
22.4.5	Offenes Datenaustauschformat: Industry Foundation Classes	1328

stützung der Projektabwicklung und Bewirtschaftung bietet, so gut wie ungenutzt.

An dieser Stelle setzt das Konzept des Building Information Modeling an. Durch die BIM-Methode bestehen viel tiefgreifender Möglichkeiten zur Computerunterstützung bei Planung, Bau und Betrieb von Bauwerken, da Bauwerksinformationen nicht in Zeichnungen abgelegt, sondern in Form eines umfassenden digitalen Bauwerksmodells erstellt, vorgehalten und weitergegeben werden. Die Koordination der Planung, die Anbindung von Simulationen, die Steuerung des Bauablaufs und die Übergabe von Gebäudeinformationen an den Betreiber kann dadurch deutlich verbessert werden. Durch den Wegfall von Neueingaben und der konsequenten Weiternutzung digitaler Informationen werden aufwändige und fehleranfällige Arbeit vermieden und ein Zuwachs an Produktivität und Qualität erzielt.

22.1 Überblick**22.1.1 Motivation**

Der Informationsaustausch im Bauwesen basiert heute zu einem überwiegenden Teil auf dem Austausch von technischen Zeichnungen, die Bauwerksinformationen vor allem in Form von Schnitten, Grundrissen und Detailzeichnungen wiedergeben.

Derartige Strichzeichnungen können aber in der Regel nicht vom Computer interpretiert, d. h. die darin enthaltenen Informationen können zum großen Teil nicht automatisiert erschlossen und verarbeitet werden. Dadurch bleibt das große Potential, das die Informationstechnologie zur Unter-

A. Borrmann ✉
Technische Universität München, Arcisstraße 21, 80333 München,
Deutschland

K. Markus
folgt, folgt, Deutschland

22.1.2 Begriffsdefinition

Unter einem Building Information Model (BIM) versteht man ein umfassendes digitales Abbild eines Bauwerks mit großer Informationstiefe. Dazu gehören neben der dreidimensionalen Geometrie der Bauteile vor allem auch nicht-geometrische Zusatzinformationen wie Typinformationen, technische Eigenschaften oder Kosten. Der Begriff Building Information Modeling beschreibt entsprechend den Vorgang zur Erschaffung, Änderung und Verwaltung eines solchen digitalen Bauwerkmodells mit Hilfe entsprechender Softwarewerkzeuge.

Im erweiterten Sinne wird der Begriff Building Information Modeling auch verwendet, um damit die Nutzung von digitalen Informationen über den gesamten Lebenszyklus des Bauwerks hinweg zu beschreiben – also von der Planung, über die Ausführung bis zur Bewirtschaftung und schließlich zum Rückbau. Durch die konsequente Weiternutzung digitaler Daten kann die bislang übliche aufwändige und fehleranfällige Wiedereingabe von Informationen auf ein Minimum reduziert werden.

1 **Abb. 22.1** Building Informa-
2 tion Modeling beruht auf der
3 durchgängigen Nutzung und
4 verlustfreien Weitergabe eines
5 digitalen Gebäudemodells über
6 den gesamten Lebenszyklus



18 22.1.3 BIM-Umsetzungsniveaus

19
20 Der Umstieg von der herkömmlichen zeichnungsgestütz-
21 ten auf die modellgestützte Arbeit macht Änderungen an
22 den unternehmensinternen und unternehmensübergreifenden
23 Prozessen notwendig. Um die Funktionstüchtigkeit der Ab-
24 läufe nicht zu gefährden, ist ein schrittweiser Übergang
25 sinnvoll. Entsprechend unterscheidet man bei der Umset-
26 zung von BIM verschiedene technologische Umsetzungs-
27 formen.

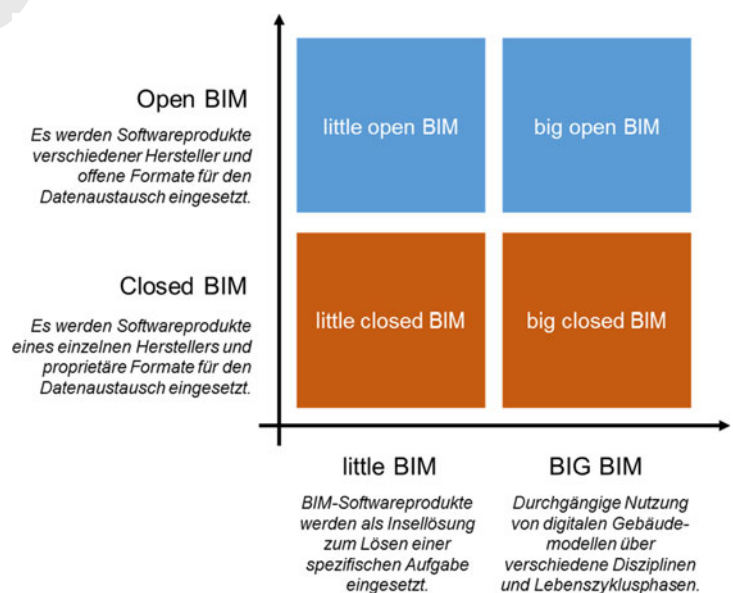
29 22.1.3.1 Little BIM vs. BIG BIM

30 Die mögliche Unterscheidung wird mit den Begriffen „BIG
31 BIM“ und „little BIM“ vorgenommen (Jernigan, 2008). Da-
32 bei bezeichnet little BIM die Nutzung einer spezifischen
33 BIM-Software durch einen einzelnen Planer im Rahmen
34 seiner disziplinspezifischen Aufgaben. Mit dieser Software

wird ein digitales Gebäudemodell erzeugt und Pläne ab-
geleitet. Die Weiternutzung des Modells über verschiedene
Softwareprodukte wird jedoch nicht realisiert. Ebenso wenig
wird das Gebäudemodell zur Koordination der Planung zwi-
schen den beteiligten Fachdisziplinen herangezogen. BIM
wird in diesem Fall also als Insellösung innerhalb einer Fach-
disziplin eingesetzt, die Kommunikation nach außen wird
weiterhin zeichnungsgestützt abgewickelt. Zwar lassen sich
mit little BIM bereits Effizienzgewinne erzielen, das große
Potential einer durchgängigen Nutzung digitaler Gebäudein-
formationen bleibt jedoch unerschlossen.

Im Gegensatz dazu bedeutet BIG BIM die konsequente
modellbasierte Kommunikation zwischen allen Beteiligten
über alle Phasen des Lebenszyklus eines Gebäudes hinweg.
Für den Datenaustausch und die Koordination der Zusam-
menarbeit werden in umfassender Weise Internetplattformen
und Datenbanklösungen eingesetzt (siehe Abb. 22.2). ^[TS.1]

37 **Abb. 22.2** Je nach Umfang der
38 BIM-Nutzung und Art des Infor-
39 mationstausches unterscheidet
40 man little BIM von BIG BIM
41 und Open BIM von Closed BIM



^[TS.1] Bitte prüfen Sie generell die Abbildungsverweise im ganzen Kapitel. Diese schienen im Manuskript fehlerhaft zu sein. Bitte fügen Sie auch noch Verweise auf die Abb. 22.1, 22.2, 22.5 und 22.6 in den Text ein.

22.1.3.2 Open vs. Closed BIM

Orthogonal dazu steht die Frage, ob ausschließlich Softwareprodukte eines Herstellers eingesetzt werden und für den Datenaustausch entsprechende proprietäre Schnittstellen genutzt werden, oder ob offene, herstellernerneutrale Datenformate zum Einsatz kommen, die den Datenaustausch zwischen Produkten verschiedener Hersteller ermöglichen. Zwar bieten einzelne Softwarehersteller eine erstaunliche Palette von Softwareprodukten für das Bauwesen an und können damit eine große Bandbreite der Aufgaben in Planung, Bau und Betrieb abdecken. Allerdings wird es auch weiterhin Lücken geben, bei denen Produkte anderer Hersteller zum Einsatz kommen müssen. Die Heterogenität der Softwarelandschaft ergibt sich darüber hinaus insbesondere aus der Vielzahl der beteiligten Fachdisziplinen und der Verteilung der Aufgaben über verschiedene Unternehmen.

Eines der umfangreichsten und am weitesten verbreiteten herstellernerneutralen Datenformate ist das Format Industry Foundation Classes (IFC). Das Datenmodell beinhaltet umfangreiche Datenstrukturen zur Beschreibung von Objekten aus nahezu allen Bereichen des Hochbaus. Es wurde 2013 in den ISO-Standard 16739 überführt und bildet die Grundlage einer Vielzahl nationaler Richtlinien zur Umsetzung von Open BIM.

22.1.3.3 BIM-Reifegradstufen

Die Bauindustrie kann die den Umstieg auf ein durchgängiges modellgestütztes Arbeiten im Sinne von BIG Open BIM nicht in einem Zug bewältigen, stattdessen ist eine schrittweise Einführung dieser neuen Technologie sinnvoll. Im Rahmen der in 2017 erscheinenden ISO EN DIN 19650-1 „Organization of information about construction works“ wird die BIM-Reifegradstufe 2 beschrieben, welche auch als Basis für alle neuen Infrastrukturprojekte des Bundes ab 2020 in Deutschland vorgesehen ist.

Diese anvisierte Reifegradstufe, die seit April 2016 beispielsweise in Großbritannien für öffentliche Bauprojekte vorgeschrieben ist, basiert auf einer gemeinsamen Datenumgebung (engl. Common Data Environment), die einzelne digitale Fachmodelle und verknüpfte zusätzliche Informationen beinhaltet. Die Fachmodelle können zu einem verknüpften Koordinationsmodell zusammengefügt werden. Wesentlich dabei ist, dass die Fachmodelle ihre Identität sowie Integrität behalten.

Durch die Verknüpfung von zusätzlichen Informationen können sogenannte nD-Modelle, beispielsweise für die Bauablaufplanung (4D) oder Kostenkontrolle (5D) erzeugt werden. Aktuell werden weitere BIM-Reifegradstufen entwickelt, die im Wesentlichen auf dem Ansatz eines integrierten Gesamtmodells, offenen Datenstandards und Integration von weiteren Anwendungsfällen und Technologien (z. B. Internet of Things) basiert.

22.2 BIM-Projektablauf

22.2.1 Überblick

Der in Niveau 1 des „Stufenplan Digitales Planen und Bauen“ des BMVI beschriebene Ablauf von BIM-gestützten Projekten orientiert sich weitgehend an den Abläufen konventioneller Bauvorhaben, insbesondere der Aufteilung nach Leistungsphasen der HOAI. Das deutsche Niveau 1 des BMVI zeichnet sich durch folgende Festlegungen aus:

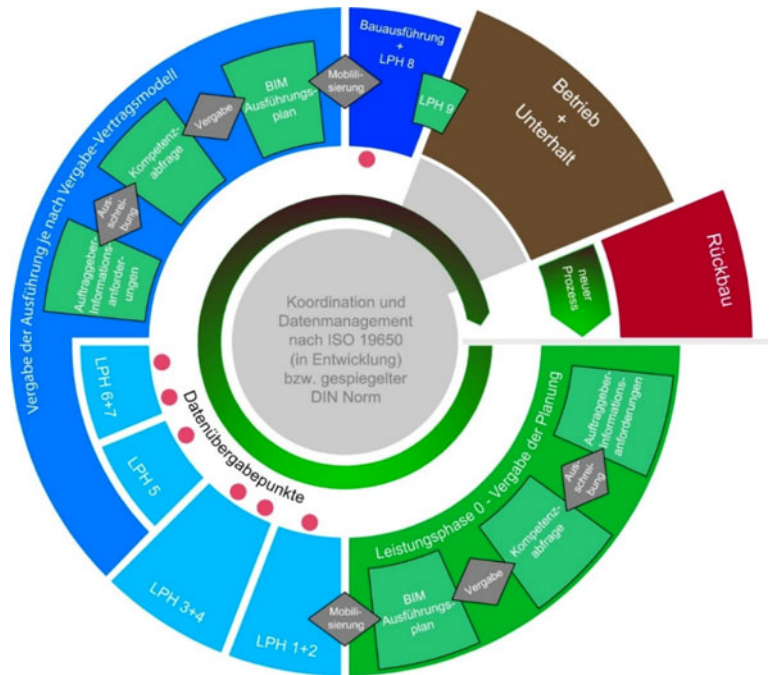
- Bereitstellung von **Auftraggeberinformationsanforderungen** (AIA) als Teil der Ausschreibung von Planungsleistungen, darin Festlegung von BIM-Zielen, BIM-Anwendungsfällen und technischen Randbedingungen
- Vorlegung eines initialen **BIM-Abwicklungsplans** (BAP) durch den Bieter der Planungsleistungen, der die konkrete Umsetzung des BIM-Vorhabens einschließlich wichtiger technischer Details beschreibt
- Im Vergabeverfahren ist zu gewährleisten, dass die Auftragnehmer über die notwendigen **BIM-Kompetenzen** verfügen und zu einer partnerschaftlichen Zusammenarbeit bereit sind. Die BIM-Kompetenz soll daher bei der **Vergabeentscheidung** gewertet werden.
- Kontinuierliche Weiterentwicklung und Aktualisierung des BIM-Abwicklungsplans während der Projektbearbeitung
- Gebot der **Modellkonsistenz**: Pläne werden grundsätzlich aus dem Modell abgeleitet und nur in Ausnahmefällen separat erstellt
- Nutzung von **herstellernerneutralen Datenformaten** für die Übergabe von Bauwerksmodellen und weiteren Informationen an den Auftraggeber
- Übergabe von Modellen und weiteren Informationen zu festgelegten **Datenübergabepunkten**
- Nutzung einer **gemeinsamen Datenumgebung** (Common Data Environment) zur strukturierten Verwaltung aller anfallenden Daten
- Umsetzung des Prinzips des **Fachmodell-basierten Arbeitens**, bei dem Fachplaner unabhängig voneinander Teilmodelle entwickeln, diese aber in regelmäßigen Abständen zum Erkennen von Widersprüchen und Kollisionen in einem Koordinationsmodell zusammenführen

Durch die in Deutschland übliche Trennung der Vergabe für die Entwurfs- und Ausführungsphase ist ggf. eine erneute Erstellung von AIA und BAP notwendig. Die Abb. 22.3 gibt die Abwicklung von BIM-Projekten über die verschiedenen Leistungsphasen hinweg wieder.

22.2.2 Auftraggeberinformationsanforderungen

Die Auftraggeberinformationsanforderungen (AIA) beinhalten eine detaillierte Beschreibung der vom Auftraggeber im

Abb. 22.3 BIM-gestützte Projektentwicklung einschließlich der Erstellung von AIA und BAP (Quelle: Planen Bauen 4.0)



Zuge der Planung und Ausführung vom jeweiligen Auftragnehmer geforderten Daten und Informationen. Sie sind verbindlicher Teil der Ausschreibungsunterlagen. Der Bieter reagiert mit einem groben BIM-Abwicklungsplan als Teil seines Angebots auf die AIA. Darin legt er dar, wie er beabsichtigt, die AIA umzusetzen bzw. zu erfüllen. Die AIA sollten Festlegungen zu folgenden Punkten beinhalten:

- Leistungsphasen: Auf welche HOAI-Leistungsphasen beziehen sich die AIA?
- BIM-Ziele: Welche Ziele verfolgt der Auftraggeber mit der Nutzung von BIM?
- BIM-Anwendungsfälle: Welche Anwendungsfälle sollen mit BIM abgedeckt werden?
- BIM-Umfang: Welche Teile des Bauvorhabens sollen BIM-gerecht modelliert werden?
- Grundlagen für die BIM-Modellierung: Welche digitalen und nicht-digitalen Grundlagen werden AG-seitig für die Modellierung zur Verfügung gestellt? Gibt es BIM-Bauteilbibliotheken die zwingend zu verwenden sind?
- Detaillierungsgrad: Welcher geometrische Detaillierungsgrad (LOG) ist für die einzelnen Bauteile erforderlich? Welche Bauteile müssen dargestellt werden, welche nicht? Wie feingliedrig müssen die Bauteile unterteilt werden.
- Alphanumerische Informationen (LOI): Wird ein Klassifikationsschema genutzt? Welche Attribute müssen die Bauteile aufweisen?

- Koordinatensysteme: Welche Koordinatensysteme sind zu verwenden?
- Datenaustauschformate: Welche Datenaustauschformate sollen im Zuge des Projekts zum Einsatz kommen?
- Datenübergabepunkte: Wann müssen welche Daten in welcher Form und in welchem Umfang übergeben werden?
- Qualitätskontrolle: In welcher Form und mit welchen technischen Hilfsmitteln wird eine Qualitätskontrolle auf AN und AG-Seite durchgeführt?
- Gemeinsame Datenumgebung: In welcher Form muss eine gemeinsame Datenumgebung realisiert werden? Liegen die Verantwortlichkeiten dafür beim AG oder beim AN? Sind Namenskonventionen des AG zu beachten? Welche Statuskonventionen gelten?
- Rollen und Verantwortlichkeiten: Welche Rollen und Verantwortlichkeiten werden durch den AG besetzt, welche müssen vom AN definiert werden?

22.2.3 BIM-Abwicklungsplan

Der BIM-Abwicklungsplan beschreibt, wie und in welcher Weise der AN die BIM-Methoden in Planung bzw. Ausführung des Bauvorhabens einsetzt. Er geht dabei im Detail auf die o. g. Punkte der AIA ein. Folgende Aspekte sollten im BAP beschrieben werden:

- BIM-Ziele
- BIM-Anwendungen nach Phasen

- 1 • Modellinhalte nach Anwendungen
- 2 • Klassifikation
- 3 • Datenübergabepunkte
- 4 • Rollen und Verantwortlichkeiten
- 5 • Modellkonventionen
- 6 • Software und Datenaustauschformate
- 7 • Koordination und Qualitätssicherung
- 8 • Gemeinsame Datenumgebung
- 9 • Dateinamenkonventionen
- 10 • Anzuwendende Modellierungsstandards und Richtlinien

11 Der BIM-Abwicklungsplan bildet in der einer groben Form
12 einen Teil des Angebots des AN und wird zur Angebotswer-
13 tung herangezogen. Erhält der AN den Zuschlag, erarbeitet
14 er vor dem Beginn der eigentlichen Planungs- bzw. Aus-
15 führungsleistung in enger Abstimmung mit dem AG eine
16 detailliertere Fassung des BAP aus.

17 Der BAP bildet in seinen einzelnen Versionen ein forma-
18 les Dokument, das vom AG freigegeben werden muss. Es
19 bildet einen Teil der Projektdokumentation. Sind im Laufe
20 des Projekts Änderungen notwendig, werden vom AN über-
21 arbeitete Fassungen des BAP entwickelt.

22.2.4 Fachmodell-basiertes Arbeiten

25 BIM-gestützte Zusammenarbeit bedeutet nicht, dass alle
26 Projektbeteiligten kontinuierlich an einem vollumfassenden
27 Gesamtmodell arbeiten. Die ist aus technischen Gründen
28 sowie aus Gründen der Haftung und des Urheberrechts
29 nicht realisierbar. Stattdessen wird die BIM-Projekte heute
30 nach dem Prinzip des Fachmodell-basierten Arbeitens ab-
31 gewickelt. Dabei erzeugen die Fachplaner jeweils eigene,
32 voneinander unabhängige Modelle, die regelmäßig miteinan-
33 der abgeglichen werden. Zur Abstimmung und Koordination
34 werden die Daten auf einer gemeinsamen Projektplattform,
35

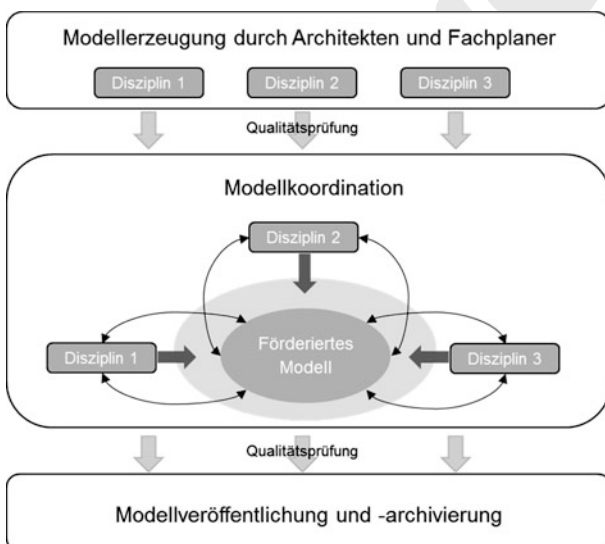


Abb.22.4 Fachmodell-basiertes Arbeiten (nach Singapore BIM Guide)

dem Common Data Environment vorgehalten. Hier werden die Teilmodellen mit einem entsprechenden Ausarbeitungs-Status versehen.

Eine wichtige Rolle bei der Zusammenführung und Koordination der Teilmodelle spielt die Kollisionskontrolle. Dabei werden die geometrischen Elemente der Teilmodelle mithilfe entsprechender Softwarewerkzeuge auf räumliche Überlappungen überprüft. Ziel ist es, evtl. aufgetretene Planungsfehler zu identifizieren. Treten Konflikte auf, werden die betroffenen Fachplaner informiert und mit der Bereinigung beauftragt. Für das Management und die Nachverfolgung der identifizierten Probleme stehen entsprechende technische Hilfsmittel und ein dezidiertes offenes Dateiformat (Building Collaboration Format, BCF) zur Verfügung.

22.2.5 Gemeinsame Projektumgebung

Die gemeinsame Datenumgebung (engl. Common Data Environment, CDE) dient der integrierten Speicherung aller digitalen Projektinformationen einschließlich digitaler Modelle, technischer Zeichnungen, Spezifikationen, Terminpläne usw. Die ISO EN DIN 19650 legt die Anforderungen an CDEs im Detail fest.

Gemeinsame Projektumgebungen bieten die Möglichkeit der strukturierten Verwaltung und Bereitstellung dieser Daten. Die Beteiligten beziehen alle relevanten und zuvor vereinbarten Informationen ausschließlich aus der gemeinsamen Datenumgebung bzw. stellen Informationen dort bereit. Rahmenbedingungen zum Aufbau und zum Arbeiten mit der gemeinsamen Datenumgebung sind vertraglich zu vereinbaren. Die eigentliche Datenhaltung inkl. Sicherungen und Sicherheitseinstellungen muss den aktuellen Standards entsprechen.

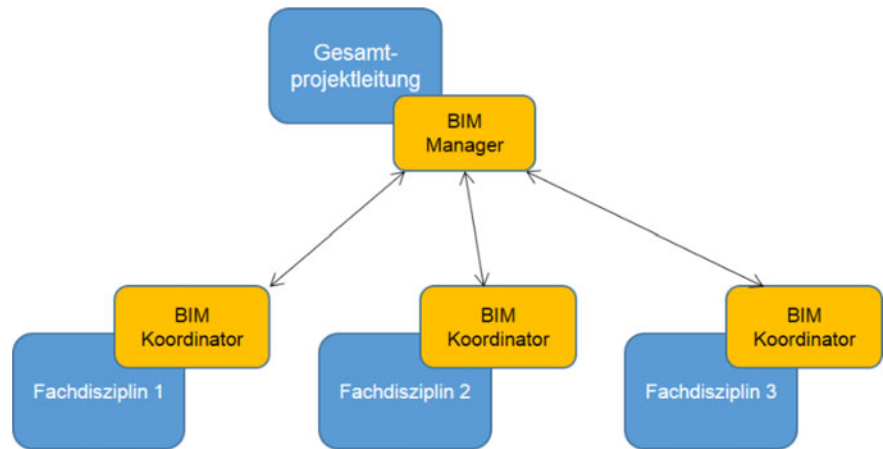
Die BIM-basierte Zusammenarbeit setzt voraus, dass Informationen zwischen den einzelnen Projektbeteiligten zu bestimmten Zeitpunkten ausgetauscht werden. Der Austausch erfolgt über die gemeinsame Datenumgebung und wird im BAP beschrieben. Die Häufigkeit und der Umfang der Informationen, die in die gemeinsame Datenumgebung eingepflegt werden, haben einen hohen Einfluss auf die technische Realisierung.

Nur geprüfte und freigegebene Informationen sollten für weitere Arbeitsschritte verwendet werden. Um dies zu gewährleisten, wird jeder Informationsentität, die in der CDE vorgehalten wird, einer der Status *In Bearbeitung* (Work in Progress), *Geteilt* (Shared), *Veröffentlicht* (Published) und *Archiviert* (Archived) zugewiesen. Bei jedem Statusübergang müssen fest vorgegebene Prüfläufe durchlaufen werden.

22.2.6 Rollen

Für die Übernahme von BIM-spezifischen Aufgaben und die Steuerung der BIM-Abläufe ist die Besetzung verschiedener Rollen notwendig.

Abb. 22.5 Aufgabenverteilung zwischen BIM-Manager und BIM-Koordinatoren (Quelle: Egger et al. 2013)



Aufgabe des BIM-Managers ist es, eine Strategie für die Qualitätssicherung im Gesamtprojekt auszuarbeiten und die notwendigen Arbeitsabläufe festzulegen. Der BIM-Manager übernimmt die regelmäßige Zusammenführung der Fachmodelle und darauf aufbauend die Koordination der verschiedenen Planungsdisziplinen. Nach der erfolgten Prüfung und Kollisionsbereinigung werden die einzelnen Fachmodelle bzw. das Gesamtmodell durch den BIM-Manager freigegeben und zur Dokumentation des Planungsprozesses archiviert.

Für jede Fachdisziplin gibt es einen eigenen BIM-Koordinator. Er ist für die Qualität des bereitzustellenden Fachmodells verantwortlich und muss die Einhaltung von BIM-Standards und -Richtlinien, Datensicherheit, Datenqualität überwachen. Insbesondere muss er sicherstellen, dass das Modell im vereinbarten Ausarbeitungsgrad zu jeweiligen Meilenstein bereitgestellt wird.

Der BIM-Manager und die einzelnen BIM-Koordinatoren müssen im Laufe des Projekts eng zusammenarbeiten, insbesondere, wenn sie unterschiedlichen Unternehmen angehören.

22.3 BIM-Anwendungsfälle

Die BIM-Anwendungsfälle beschreiben, auf welche Weise BIM-Modelle im Projekt genutzt werden. Die Festlegung der BIM-Anwendungsfälle ist notwendig, damit die erstellten Modelle die damit einhergehenden Anforderungen hinsichtlich Geometrie und Attributierung erfüllen. Die Tafel 22.1 listet die üblichsten BIM-Anwendungsfälle auf. Es wird aber darauf hingewiesen, dass diese Auflistung nicht abschließend ist und projektspezifisch zusätzliche BIM-Anwendungsfälle definiert werden können.

Tafel 22.1 BIM-Anwendungsfälle

Technische Visualisierung	Visualisierung des 3D-Modells als Basis für die Projektbesprechung sowie für die Öffentlichkeitsarbeit
Koordination der Fachgewerke	regelmäßiges Zusammenführen der Fachmodelle in einem Koordinationsmodell, Kollisionsprüfung und systematische Konfliktbehebung
Planableitung	Ableitung der wesentlichen Teile der Entwurfs- bzw. Ausführungspläne aus dem Modell
Kostenschätzung und Kostenberechnung	Mengenermittlung (Volumen, Flächen) anhand des Modells als Basis für die Kostenschätzung und Kostenberechnung
Leistungsverzeichnis, Ausschreibung, Vergabe	Modellgestützte Erzeugung von mengenbezogenen Positionen des Leistungsverzeichnisses, modellbasierte Ausschreibung und Vergabe
BIM-gestützte Tragwerksplanung	Nutzung des Modells für Bemessung und Nachweisführung
Bauablaufmodellierung (4D-Modellierung)	Verknüpfung des 3D-Modells mit dem Bauablauf
Simulation des zeitlichen Verlaufs der Kosten (5D-Modellierung)	Verknüpfung des 4D-Modells mit den Kosten zur Herstellung der betreffenden Bauteile
Baufortschrittskontrolle	Nutzung des Modells für die Baufortschrittskontrolle, Erzeugung und Nachführung eines 4D-Modells zum tatsächlichen Baufortschritt
Abrechnung	Nutzung des Modells für Abrechnung und Controlling, Grundlage bildet das 4D-Modell der Baufortschrittskontrolle
Mängelmanagement	Nutzung des Modells zur Dokumentation von Ausführungsmängeln und deren Behebung
Nutzung für Betrieb und Erhaltung	Übernahme von Daten in entsprechende Systeme für das Erhaltungsmanagement

Die Auswahl der umzusetzenden BIM-Anwendungsfälle geschieht durch den Auftraggeber anhand einer Aufwand-Nutzen-Analyse im konkreten Projekt.

22.4 Datenaustauschprozesse und Modellinhalte

22.4.1 Methoden der Prozessschreibung

Die erfolgreiche Anwendung der BIM-Methodik erfordert eine detaillierte Betrachtung der Prozesse, bei denen digitale Informationen erstellt, verändert, verwendet und weitergegeben werden. Bei großen Bauprojekten können diese Austauschprozesse sehr komplex werden. Eine kontinuierliche Prüfung, Anpassung und Verbesserung der Prozesse ist daher sehr sinnvoll.

Die BIM-basierte Austauschprozesse können auf Basis der ISO 29481-1:2016-05 „Building information models – Information delivery manual – Part 1: Methodology and format“ definiert werden. Die ISO 29481-1 legt eine Vorgehensweise fest, wie für die einzelnen Planungs- und Bauprozesse die erforderlichen Informationen beschrieben und mit Hilfe des Information Delivery Manuals (IDM) dokumentiert werden können. Ein IDM umfasst im Wesentlichen Diagramme zur Beschreibung der Prozesse (Processlandkarte) und einzelne Anforderungen für den Informationsaustausch (Exchange Requirements). Die hierfür er-

forderlichen Spezifikationen werden in mehreren Schritten erarbeitet. Die Abb. 22.7 stellt das methodische Vorgehen vor. Zunächst werden die verschiedenen Akteure und ihre jeweiligen Rollen der betrachteten Prozesse festgelegt (1). Anschließend werden die Prozesse auf Basis der Business Process Modeling Notation (BPMN) modelliert (2) und die jeweils benötigten bzw. auszutauschenden Informationen beschrieben (3). Diese sogenannten „Exchange Requirements“ werden anschließend formalisiert (4) und auf die verwendeten Datenmodelle abgebildet (5). Die softwaretechnische Umsetzung erfolgt im letzten Schritt über sogenannte Model View Definition (MVD) (6). Letztendlich definiert ein MVD eine Teilmenge eines existierenden Datenmodells, welches im Rahmen des definierten Datenaustauschprozesses verwendet werden soll. Softwarewerkzeuge können ein MVD verwenden, um bestimmte Informationen zu filtern und zu validieren. Hierbei kann ein MVD auch mehrere Exchange Requirements der gesamten Process Map umfassen.

22.4.2 Modellinhalte und Ausarbeitungsgrade

Die Exchange Requirements spezifizieren für verschiedene Prozesse die notwendigen Modellinhalte. In der Praxis hat sich gezeigt, dass nach bestimmten Projektphase die Bauwerksmodelle bestimmte Elemente in einer bestimmten Ausarbeitung vorliegen. Diese Ausarbeitungsgrade oder

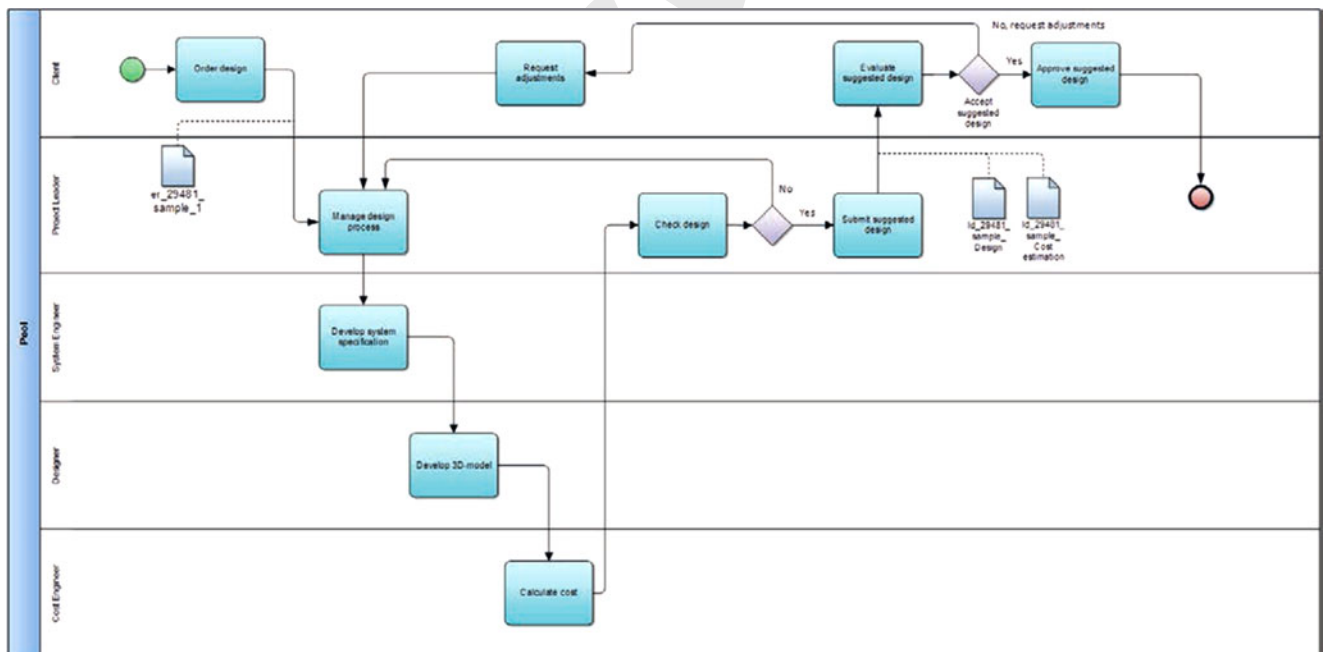


Abb. 22.6 Die Prozesslandkarte stellt horizontal in den sogenannten Schwimmbahnen die Prozessbeteiligten dar, zwischen denen Modelle oder digitale Dokumente ausgetauscht werden. Diese Darstellung erlaubt die eindeutige Definition von Informationsanforderungen für Datenaustauschenszenarien

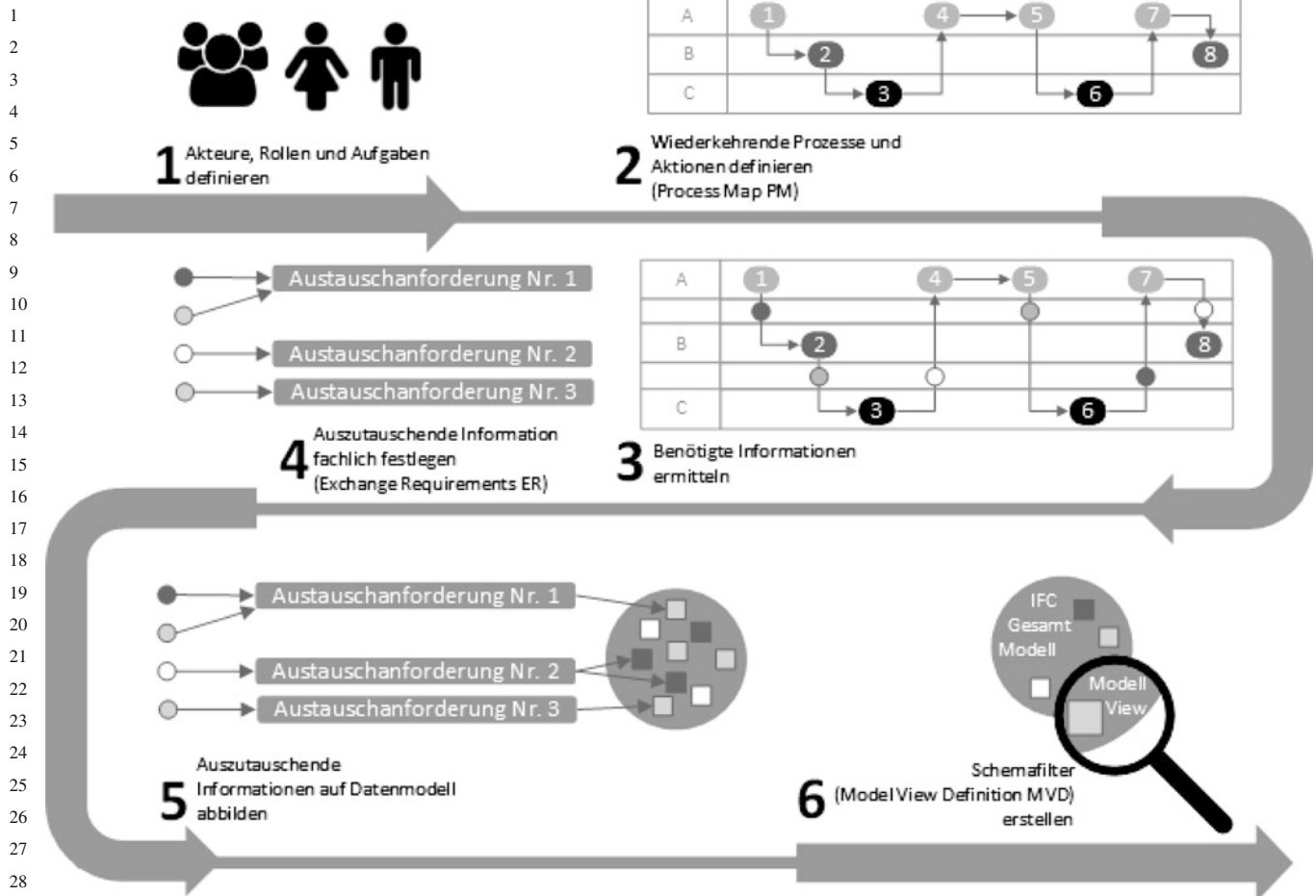


Abb. 22.7 Ablauf bei der Entwicklung von Datenaustauschanforderungen und Model View Definitions (Quelle: M. Weise)

Fertigungsgrade beschreiben neben den geforderten Modellinhalten auch eine gewisse Zuverlässigkeit der vorliegenden Modellinformationen. Hierbei handelt es sich jedoch in der Regel um Minimalanforderungen an die Modellinhalte im Rahmen der Austauschprozesse.

Im englischen Sprachraum wird ein Ausarbeitungsgrad in der Regel als „Level of Development“ bezeichnet und beschreibt sowohl die geometrische als auch die alphanumerische Informationstiefe der Elemente eines Bauwerksmodells. Generell wird zwischen geometrischen Informationen (Level of Geometry, LOG) und alphanumerischen Informationen (Level of Information, LOI) unterschieden. Die geometrischen Informationen können dabei durch explizite und/oder implizite Werte ausgedrückt werden.

Implizite Informationen sind beispielsweise geometrische Parameter, wie Länge, Höhe oder Breite. Explizite Informationen sind in der Regel Punkte, Linien, Flächen oder Volumen auf Basis von Koordinatensystemen. Die geometrischen und alphanumerischen Informationen können sich im Laufe der Bearbeitung unterschiedlich entwickeln. Für die verschiedenen Aufgaben im Rahmen der Planung, Ausführ-

ung und des Betriebs ist es wichtig, dass die vorhandenen Fachmodelle digital auswertbar sind und die Informationstiefe jeweils ausreichend vorhanden ist. Durch eine Zuordnung eines LODs zu jedem Modellelement kann somit die Zuverlässigkeit eines Bauwerksmodells bewertet werden.

International haben sich fünf verschiedene Ausarbeitungsgrade etabliert, die mit LOD 100 bis LOD 500 bezeichnet werden. Ein Modellelement liegt nur in einem bestimmten LOD vor, wenn alle grundlegenden Anforderungen erfüllt sind. Die LOD Definition sind hierarchisch aufgebaut und ein detaillierter Ausarbeitungsgrad schließt in der Regel alle größeren Ausarbeitungsgrade ein. Bei der Definition der Ausarbeitungsgrade für bestimmte Phasen sollte immer beachtet werden, dass nur so viel notwendig modelliert werden sollte.

Die Tafel 22.2 listet die international üblichen LODs auf und illustriert sie mit den verschiedenen Stufen der geometrischen Ausarbeitung eines Brückenlagers. Die LOD-Definitionen wurden in dieser Form von der VDI-Richtlinie 2552 übernommen, jedoch um eine feinere Abstufung (LOD 310, 320) ergänzt.

Tafel 22.2 Levels of Development (LODs), am Beispiel eines Brückenlagers (Bilder: Franziska Mini)

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11	<p>LOD 100 Das Modellelement wird sehr vereinfacht mit Hilfe eines Symbols oder einer generischen Repräsentation dargestellt. Des Weiteren werden wesentliche Eigenschaften definiert, die für die Vorplanung (konzeptionelle Planung) erforderlich sind</p>	
12 13 14 15 16 17 18 19	<p>LOD 200 Das Modellelement wird mit seiner ungefähren Position und Geometrie sowie wichtigen Eigenschaften angegeben. Ganz wesentlich sind Informationen zur Kostenberechnung, z. B. nach DIN 276</p>	
20 21 22 23 24 25 26 27	<p>LOD 300 Das Modellelement wird mit seiner genauen Position und Geometrie für die Ausführungsplanung bzw. Werkplanung angegeben. Auf Basis dieses Modellelements kann die eigentliche Arbeitsvorbereitung erfolgen. In der Regel wird dieser Ausarbeitungsgrad auch für die Ermittlung der Mengen und das Aufstellen von Leistungsverzeichnissen verwendet</p>	
28 29 30 31 32 33 34 35 36	<p>LOD 400 Das Modellelement enthält alle geometrischen und alphanumerischen Informationen, die für die Erstellung oder den Umbau des Elements erforderlich sind. Hierzu gehören auch Montageanweisungen und die im Rahmen der Arbeitsvorbereitung spezifizierten Bauverfahren</p>	
37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53	<p>LOD 500 Das Modellelement repräsentiert, dass reale Elemente bzgl. Position und Geometrie. Des Weiteren werden Informationen zur Bauüberwachung und Dokumentation gespeichert</p>	

Die Levels of Information (LOI) werden in der momentan üblichen Praxis jeweils projektspezifisch festgelegt, d. h. die zu liefernden Attribute in den AIA spezifiziert. International oder national geltende Richtlinien gibt es bislang nicht.

22.4.3 Klassifikation

Ein Klassifikationssystem dient zur hierarchischen Strukturierung und vereinheitlichten Nutzung von Begrifflichkeiten. Die Nutzung eines Klassifikationssystems für die Objekte eines BIM-Modells ist notwendig, um sie semantisch präzise zu beschreiben und für weitere Auswertungen (Mengenermittlung, Normenprüfung) zugreifbar zu machen. Letztlich wird durch ein vereinheitlichtes Klassifikationssystem verhindert,

dass projektweise oder auftraggeberweise unterschiedliche Objektbezeichnungen zum Einsatz kommen. International übliche Klassifikationssysteme sind Omniclass aus Nordamerika und Uniclass aus Großbritannien. In Deutschland wird zum Teil die DIN276 als Klassifikationssystem eingesetzt, die jedoch ursprünglich allein für die Belange der Kostenberechnung entwickelt wurde und eine für viele BIM-Anwendungen zu grobe Klassifikationsstruktur aufweist.

22.4.4 Prüfung von Modellinhalten

Bei der Übergabe von Modellen zwischen Vertragspartner ist es notwendig, diese auf inhaltliche Korrektheit zu prüfen. Neben einer Sichtprüfung bietet sich die automatisierte

1 Prüfung durch entsprechende Softwarewerkzeuge (Model
2 Checker) an. Diese sind in der Lage, Modellelemente auf
3 die zuvor festgelegte Attributierung zu überprüfen und dien-
4 en somit als Kontrollinstrument. Sie bieten in der Regeln
5 darüberhinausgehende Prüfmechanismen, u. a. zur Identifi-
6 kation von geometrischen Überlappungen bzw. Klaffungen.

9 **22.4.5 Offenes Datenaustauschformat: Industry 10 Foundation Classes**

11 Infolge des Gebots zur produktneutralen Ausschreibung für
12 öffentliche Auftraggeber ist es notwendig, Modellübergaben
13 an den Auftraggeber mithilfe eines herstellerneutralen und
14 standardisierten Dateiformats zu realisieren. Hierzu wurde
15 von der internationalen Organisation buildingSMART das
16 offene Format Industry Foundation Classes (IFC) entwickelt
17 und als ISO CEN DIN 16739 standardisiert. Das IFC-Format
18 erlaubt die Beschreibung und Übertragung hochwertiger Bau-
19 werksmodelle. Es verwendet eine objektorientierte Model-
20 lierung und setzt eine strikte Trennung von Geometrie und
21 Semantik um.

22 Die unterstützten Geometriepäsentationen umfassen:

- 23 • triangulierte Oberflächennetze
- 24 • Boundary Representation (mit ebenen Flächen oder mit
- 25 NURBS-Flächen)
- 26 • Constructive Solid Geometry
- 27 • Sweep- und Extrusionsgeometrie
- 28
- 29
- 30
- 31
- 32
- 33
- 34
- 35
- 36
- 37
- 38
- 39
- 40
- 41
- 42
- 43
- 44
- 45
- 46
- 47
- 48
- 49
- 50
- 51
- 52
- 53

Auf der semantischen Seite unterstützt das IFC-Format die
folgenden hierarchischen Strukturen:

- räumliche Strukturierung
- funktionale Strukturierung
- Aggregation/Dekomposition von Bauteilen

Durch die Möglichkeit, generische Platzhalterobjekte (Ifc-Proxy) und dynamische Eigenschaftenlisten (Property Sets) einzusetzen, ist das IFC-Format sehr flexibel und leicht an die Bedürfnisse eines spezifischen Bauherrn bzw. Projekts anpassbar.

Das IFC-Format wird von vielen Softwareprodukten beim Import und Export unterstützt und ist in vielen Ländern als verbindliches Format für den Datenaustausch mit öffentlichen Auftraggebern vorgeschrieben.

Literatur

1. Stufenplan Digitales Planen und Bauen. Berlin: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur.
2. VDI-Richtlinie 2552 – Building Information Modeling, Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf
3. ISO EN DIN 19650 – Organisation von Daten zu Bauwerken – Informationsmanagement mit BIM
4. ISO 16739 – Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries, International Organization for Standardization, Genf, Schweiz
5. ISO 29481-1 „Building information models – Information delivery manual – Part 1: Methodology and format“

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53

Sachverzeichnis

C
Common Data Environment, [1323](#)

I
Insellösung, [1320](#)

Uncorrected proof