

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURE

Building Information Modeling
Anforderungen an den Datenaustausch
Building information modeling
Requirements for data exchange

VDI 2552
Blatt 4 / Part 4

Ausg. deutsch/englisch
Issue German/English

Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.

The German version of this standard shall be taken as authoritative. No guarantee can be given with respect to the English translation.

Inhalt	Seite	Contents	Page
Vorbemerkung	3	Preliminary note.....	3
Einleitung.....	3	Introduction.....	3
1 Anwendungsbereich.....	3	1 Scope.....	3
2 Normative Verweise.....	4	2 Normative references.....	4
3 Begriffe	4	3 Terms and definitions	4
4 Datenaustauschprozesse und Modellinhalte.....	4	4 Data exchange processes and model content.....	4
4.1 Datenübergaben	5	4.1 Data transfers.....	5
4.2 Informationslieferungshandbuch (Information Delivery Manual – IDM).....	6	4.2 Information delivery manual (IDM).....	6
4.3 Model View Definition	9	4.3 Model view definition.....	9
4.4 BIM-Anwendungsfälle.....	9	4.4 BIM use cases.....	9
4.5 Verantwortlichkeit	10	4.5 Responsibility	10
5 Ausarbeitungsgrade.....	12	5 Levels of development.....	12
5.1 Modellentwicklungsmatrix	13	5.1 Model development matrix.....	13
5.2 Bauteiltyptabelle	13	5.2 Component type table.....	13
6 Modellarten.....	15	6 Model types.....	15
6.1 Grundlagenmodell.....	15	6.1 Initial site model	15
6.2 Fachmodelle.....	16	6.2 Discipline models	16
6.3 Koordinationsmodell.....	18	6.3 Coordination model	18
6.4 Bestandsmodell	19	6.4 Inventory model.....	19
6.5 As-built-Modell.....	19	6.5 As-built model.....	19
6.6 Betreibermodell.....	19	6.6 Operator model	19
7 Allgemeingültige Modellinhalte	20	7 General model contents.....	20
7.1 Koordinatensystem	20	7.1 Coordinate system	20
7.2 Global eindeutige Identifikation	20	7.2 Globally unique identifier.....	20
7.3 Klassifikation	20	7.3 Classification	20
7.4 Projektstrukturplanschlüssel	20	7.4 Project structure plan key	20
7.5 Räumliche Gliederung	20	7.5 Spatial structure	20
8 Modellierungsrichtlinien.....	20	8 Modeling guidelines	20
8.1 Allgemeines	21	8.1 General	21
8.2 Koordinatensystem	23	8.2 Coordinate system	23
8.3 Koordinatenursprungsmarkierung.....	24	8.3 Coordinate origin marking.....	24
8.4 Modellstruktur.....	24	8.4 Model structure.....	24
8.5 Ebenenweise erfolgende Gliederung.....	24	8.5 Layered structure	24

VDI-Gesellschaft Bauen und Gebäudetechnik (GBG)

Fachbereich Bautechnik

VDI-Handbuch Building Information Modeling
VDI-Handbuch Bautechnik

Inhalt	Seite
8.6 Lagezuordnung der Modellelemente.....	25
8.7 Bauteilschichten	25
8.8 Planmaßstäblichkeit	25
8.9 Modellierungsgenauigkeit.....	26
8.10 Elementkollisionen	27
8.11 Elementdopplung	27
8.12 Durchbrüche.....	28
8.13 Elementattributierung.....	28
9 Modellprüfung	28
9.1 Qualitätsprüfung von Teilmodellen zu Datenübergabepunkten.....	29
9.2 Plausibilitätsprüfung	29
9.3 Visualisierung	30
9.4 Inhaltliche Prüfung.....	30
9.5 Mengenkonsistenzprüfung	31
10 Datenaustauschformate	31
10.1 Industry Foundation Classes	31
10.2 BIM Collaboration Format.....	32
10.3 Container für Leistungsverzeichnisse (DIN SPEC 91350)	33
10.4 Green Building Extensible Markup Language.....	33
10.5 Produktdatenaustausch in der technischen Gebäudeausrüstung	34
10.6 Datenstandard CityGML.....	34
10.7 Objektkatalog Straße	34
Anhang A Beispiel – Modellierungsvorschriften für Architekturmodelle	35
A1 Modellelemente in LPH 1–2 (Vorplanung/Wettbewerb)	35
A2 Modellelemente in LPH 3–5	35
A3 Weitere Elemente.....	40
A4 Modellelemente.....	41
A5 Attributierung von Modellelementen.....	50
A6 Bezeichnung der Elemente.....	51
Anhang B Beispielhafte LOD- Leistungsphasenzuordnung	52
Schrifttum	59

Contents	Page
8.6 Model element location assignment.....	25
8.7 Component layers	25
8.8 Plan scale	25
8.9 Modeling accuracy.....	26
8.10 Element clashes	27
8.11 Element duplication	27
8.12 Breakthroughs.....	28
8.13 Element attributes	28
9 Model validation	28
9.1 Quality validation of partial models at data transfer points.....	29
9.2 Plausibility check.....	29
9.3 Visualisation	30
9.4 Content validation.....	30
9.5 Quantity consistency validation.....	31
10 Data exchange formats	31
10.1 Industry foundation classes.....	31
10.2 BIM collaboration format	32
10.3 Bill of quantities container (DIN SPEC 91350).....	33
10.4 Green Building Extensible Markup Language.....	33
10.5 Product data exchange in building services	34
10.6 CityGML data standard	34
10.7 Object catalogue for road and traffic networks.....	34
Annex A Example – Modeling rules for architectural models	35
A1 Model elements in work phases WPH 1–2 (preliminary planning/competition)	35
A2 Model elements in work phases WPH 3–5	35
A3 Additional elements	40
A4 Model elements.....	41
A5 Model-element attributes	50
A6 Element designations	51
Annex B Example LOD work phase assignment.....	52
Bibliography	59

Vorbemerkung

Der Inhalt dieser Richtlinie ist entstanden unter Beachtung der Vorgaben und Empfehlungen der Richtlinie VDI 1000.

Alle Rechte, insbesondere die des Nachdrucks, der Fotokopie, der elektronischen Verwendung und der Übersetzung, jeweils auszugsweise oder vollständig, sind vorbehalten.

Die Nutzung dieser Richtlinie ist unter Wahrung des Urheberrechts und unter Beachtung der Lizenzbedingungen (www.vdi.de/richtlinien), die in den VDI-Merkblättern geregelt sind, möglich.

Allen, die ehrenamtlich an der Erarbeitung dieser Richtlinie mitgewirkt haben, sei gedankt.

Eine Liste der aktuell verfügbaren und in Bearbeitung befindlichen Blätter dieser Richtlinienreihe sowie gegebenenfalls zusätzliche Informationen sind im Internet abrufbar unter www.vdi.de/2552.

Einleitung

Die Realisierung von Datenaustauschszszenarien ist essenzieller Bestandteil bei der Abwicklung von Building-Information-Modeling(BIM)-Projekten. Im Mittelpunkt steht dabei die Übergabe von geometrisch-semantischen Bauwerksmodellen. Die vorliegende Richtlinie fokussiert den Datenaustausch mit herstellerneutralen, standardisierten Schnittstellen und beschreibt Verfahren zur Definition des geometrischen und attributiven Ausarbeitungsgrads.

1 Anwendungsbereich

Diese Richtlinie beschreibt den Datenaustausch bei der Anwendung der BIM-Methodik zwischen den an Planung, Bau und Betrieb von Bauwerken Beteiligten. Es werden sowohl die Ausgangsdaten für die planerische Tätigkeit als auch die Daten der Ergebnisse betrachtet, die für den BIM-Gesamtprozess erforderlich sind. Neben den in dieser Richtlinie beschriebenen Regelungen werden bereits bestehende Regelungen betrachtet und Hinweise zu den zwischen den Partnern bei Projektbeginn zu vereinbarenden Datenaustauschregeln gegeben.

Auf das Projektmanagement und Methoden der Datenverwaltung wird im Rahmen dieser Richtlinie nicht eingegangen. Den erweiterten Anforderungen an die semantische Beschreibung der geometrischen Bauteile sowie weitere Festlegungen für das Projektmanagement, die Datenverwaltung und die Prozessabläufe wird in weiteren Blättern der Richtlinienreihe VDI 2552 Rechnung getragen.

Der Datenaustausch spielt eine entscheidende Rolle bei der Projektrealisierung mittels der BIM-Methode mit durchgängiger Verwendung digitaler

Preliminary note

The content of this standard has been developed in strict accordance with the requirements and recommendations of the standard VDI 1000.

All rights are reserved, including those of reprinting, reproduction (photocopying, micro copying), storage in data processing systems and translation, either of the full text or of extracts.

The use of this standard without infringement of copyright is permitted subject to the licensing conditions (www.vdi.de/richtlinien) specified in the VDI Notices.

We wish to express our gratitude to all honorary contributors to this standard.

A catalogue of all available parts of this series of standards and those in preparation as well as further information, if applicable, can be accessed on the Internet at www.vdi.de/2552.

Introduction

The implementation of data exchange scenarios is an essential part in the execution of building information modeling (BIM) projects. The focus is on the transfer of geometric-semantic building models. This standard focuses on data exchange over vendor-neutral, standardised interfaces and describes processes to define the levels of development for geometry and attributes.

1 Scope

This standard describes data exchange under the application of BIM methodology between parties involved in the planning, construction and operation of physical structures. It considers both the baseline data for the planning activity and the data on results required for the overall BIM process. In addition to the regulations described in this standard, existing regulations are also considered and information on the data exchange rules to be agreed between the partners at the beginning of the project is provided.

Project management and methods for data management are not covered by this standard. The extended requirements for the semantic description of the geometric components, as well as further specifications for project management, data management and process sequences are covered in further parts of the VDI 2552 Series of Standards.

Data exchange plays a decisive role in project realisation under BIM methodology, with continuous use of digital building models over the entire life

Bauwerksmodelle über den gesamten Lebenszyklus. Voraussetzung ist der Austausch möglichst vollständiger und hochwertiger Informationen, die je nach Anwendungsfall sowohl die 3-D-Bauwerksgeometrie (objektorientiert aufgelöst in einzelne Bauteile) als auch umfassende alphanumerische Informationen, u.a. zum Typ der Bauteile, zu den verwendeten Materialien, umfasst. Der geforderte Modellinhalt richtet sich dabei immer nach dem konkreten, zu unterstützenden Zweck des Datenaustauschs. Dies kann unter Umständen bedeuten, dass für bestimmte Szenarien keinerlei geometrische Informationen übergeben werden müssen (z.B. Flächenlisten, Leistungsaufstellungen, Raumbuch).

Zur Umsetzung des Datenaustauschs im BIM-Kontext stehen zwei grundlegend verschiedene Strategien zur Verfügung, die unter den Begriffen „Open BIM“ und „Closed BIM“ zusammengefasst werden. Dies sind zum einen ein Austausch mit herstellerneutralen und standardisierten Datenformaten, die den Datenaustausch zwischen Softwareprodukten verschiedener Hersteller ermöglichen und zum anderen ein proprietärer Austausch mit einem herstellereigenen Format.

Im Rahmen dieser Richtlinien werden keine Festlegungen getroffen, welcher der beiden Pfade gewählt wird, es wird jedoch vorausgesetzt, dass die eingesetzte Software so zu konfigurieren ist, dass ein softwareunabhängiger Austausch zu jedem Zeitpunkt unterstützt werden kann.

2 Normative Verweise

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieser Richtlinie erforderlich:

VDI 2552 Blatt 2:2018-06 (Entwurf) Building Information Modeling; Begriffe

VDI 4700 Blatt 1:2015-10 Begriffe der Bau- und Gebäudetechnik

3 Begriffe

Für die Anwendung dieser Richtlinie gelten die Begriffe nach VDI 2552 Blatt 2 und VDI 4700 Blatt 1.

4 Datenaustauschprozesse und Modellinhalte

Die BIM-gestützte Abwicklung von Bauvorhaben erfordert die Übergabe von Daten zu definierten Zeitpunkten und in definierten Qualitäten. Auf Sender- und Empfängerseite können unterschiedliche Softwaresysteme zum Einsatz kommen. Ziel ist es, die manuelle Datenübertragung bereits vorhandener digitaler Informationen zu vermeiden.

cycle. The prerequisite is the exchange of the most complete and high-quality information possible, depending on the application both as 3D building geometry (object-oriented at the resolution of individual components) and comprehensive alphanumeric information, ranging from the type of components to the materials used. The required model content is always oriented to the specific purpose of the data exchange to be supported. Under certain circumstances, this may mean that no geometrical information need be transferred for some scenarios (for example, area lists, performance statements, room data sheet).

Two fundamentally different strategies are available for the implementation of data exchange in BIM contexts, which are summarised under the terms “open BIM” and “closed BIM”. On the one hand, this describes data exchange using neutral and standardised data formats, which enable exchange between software products from different vendors and, on the other hand, proprietary exchange using a vendor-specific format.

This standard does not make any specification regarding which of the two paths is to be chosen but does require that the selected software be configured such that software-independent data exchange is supported at all times.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this standard:

VDI 2552 Part 2:2018-06 (Draft) Building information modeling; Terms and definitions

VDI 4700 Part 1:2015-10 Terminology of civil engineering and building services

3 Terms and definitions

For the purposes of this standard, the terms and definitions as per VDI 2552 Part 2 and VDI 4700 Part 1 apply.

4 Data exchange processes and model content

BIM-supported development of construction projects requires the transfer of data at defined times and in defined qualities. Different software systems may be used on the sender and recipient sides. The goal is to avoid manual data transmission of already existing digital information.

4.1 Datenübergaben

Generell lassen sich folgende Datenübergaben identifizieren:

- von Modellen zwischen Auftragnehmer (Sender) und Auftraggeber (Empfänger)
- zwischen den an Planung und Ausführung Beteiligten:
 - unternehmensintern
 - unternehmensübergreifend
- mit und zwischen Behörden
- zwischen Betreibern (Betreiberwechsel)
- zwischen Immobilienbesitzern (Veräußerung)

Voraussetzung für die erfolgreiche Umsetzung des Datenaustauschs ist in jedem Fall die eindeutige Spezifikation der zu übergebenden Informationen. Bild 1 verdeutlicht den Datenaustauschprozess zwischen zwei Beteiligten mit verschiedenen Softwarelösungen.

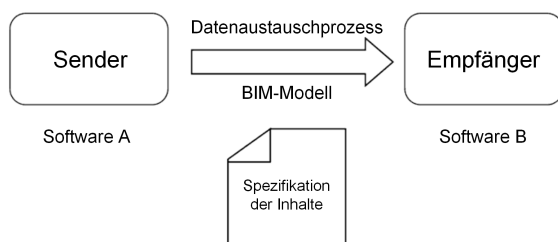


Bild 1. Grundlegendes Schema eines Datenaustauschprozesses in BIM-Projekten

Eine derartige Spezifikation erfolgt durch den Auftraggeber im Rahmen der Auftraggeberinformationen (AIA) und wird zusammen mit dem Auftragnehmer im BIM-Abwicklungsplan (BAP) fortgeschrieben.

Der Datenaustausch in BIM-Projekten umfasst:

- Übergabe von BIM-Modellen (z.B. mittels IFC)
- Übergabe von elektronischen Dokumenten (technische Zeichnungen, Protokolle, Spezifikationen)
- Übergabe von Prozessinformationen (z.B. BCF-Dateien)
- Übergabe von alphanumerischen Informationen (z.B. GAEB)

Im Fokus dieser Richtlinie steht die Definition von Modellinhalten und Modellbeschaffenheiten. Für Realisierung von Datenübergaben mit kombinierten Datentypen können Containerformate verwendet werden (siehe DIN EN ISO 21597-1).

4.1 Data transfers

In general, the following data transfers can be identified:

- of models between contractor (sender) and client (recipient)
- between planning and execution participants:
 - within a company
 - between companies
- with and between authorities
- between operators (operator change)
- between property owners (sale)

The prerequisite for the successful implementation of data exchange is the unambiguous specification of the information to be transferred. Figure 1 illustrates the data exchange process between two participants using different software solutions.

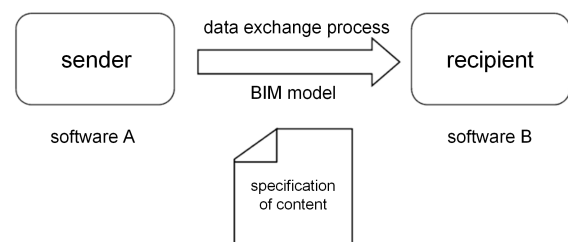


Figure 1. Basic schema of a data exchange process in BIM projects

Such a specification is made by the client within the framework of the employer information requirements (EIR) and is updated together with the contractor in the BIM execution plan (BEP).

Data exchange in BIM projects includes:

- transfer of BIM models (using IFC, for example)
- transfer of electronic documents (technical drawings, protocols, specifications)
- transfer of process information (BCF files, for example)
- transfer of alphanumeric information (GAEB, for example)

This standard focuses on the definition of model contents and qualities. Container formats (see DIN EN ISO 21597-1) can be used for the implementation of data transfers using combined data types.

4.2 Informationslieferungshandbuch (Information Delivery Manual – IDM)

Da sich Anforderungen an die zu übergebenden Modelle direkt aus dem Zweck des Datenaustauschs ergeben, ist es notwendig, im ersten Schritt den BIM-Prozess und die darin involvierten Datenaustauschszszenarien eindeutig zu spezifizieren. Die Beschreibung des BIM-Prozesses und der sich daraus ergebenden Informationsanforderungen ist in Analogie zu DIN EN ISO 29481-1 im Folgenden dargestellt. Hierbei wird die grafische Prozessbeschreibungssprache Business Process Model and Notation (BPMN) zur Erstellung eines Prozessdiagramms (englisch: process map) genutzt.

Der Inhalt eines IDM

- beschreibt den Bedarf und den Prozess für einen Informationsaustausch,
- definiert Akteure, die die Information senden und erhalten, und
- definiert, spezifiziert und beschreibt die auszutauschenden Informationen, um an jedem Datenübergabepunkt die entsprechenden Anforderungen zu erfüllen.

Der grundsätzliche Ablauf zur Erstellung eines IDM ist:

- a) Definition der Rollen und Aufgaben
- b) Definition wiederkehrender Prozesse und Aktionen
- c) Ermittlung benötigter Informationen
- d) Festlegung der auszutauschenden Informationen
- e) Abbildung der auszutauschenden Information im Datenmodell
- f) Erstellung der entsprechenden Modellsicht (Model View Definition – MVD)

Zur Entwicklung eines IDM ist das Ziel des zugrunde liegenden Prozesses, der sogenannte Anwendungsfall, zu identifizieren. Wenn der Fokus auf der Lieferung von Dienstleistungen oder eines Endprodukts liegt, sind Prozesslandkarten nützlich. Liegt der Fokus auf den Interaktionen zwischen Akteuren und/oder der Vereinbarung von Kommunikationsprotokollen, bieten sich Interaktions- oder Transaktionslandkarten an. Hier hängen die betreffenden Informationen mit einer Transaktion zusammen. Innerhalb eines bestimmten Prozesses kann es auch angebracht sein, beide Methoden zu verwenden. Das IDM enthält jedoch immer die Komponenten Transaktions-/Interaktionsabbildung und/oder eine Prozessabbildung. Die IDM-Basisstruktur sowie die Bausteine eines IDM werden in Bild 2 veranschaulicht. Grundsätzlich kann von

4.2 Information delivery manual (IDM)

Since requirements for the models to be transferred arise directly from the purpose of the data exchange, it is first necessary to unambiguously specify the BIM process and the involved data exchange scenarios. The description of the BIM process and the resulting information requirements are described below in analogy to DIN EN ISO 29481-1. The graphic process description language Business Process Model and Notation (BPMN) is applied to create a process map.

The content of an IDM

- describes the need and process for an information exchange,
- identifies the actors sending and receiving the information, and
- defines, specifies, and describes the information being exchanged to satisfy the requirements at each point of data transfer.

The basic process for creating an IDM is:

- a) definition of roles and tasks
- b) definition of recurring processes and actions
- c) determination of required information
- d) specification of the information to be exchanged
- e) mapping of the information to be exchanged in the data model
- f) creation of the corresponding model view definition (MVD)

To develop an IDM, it is necessary to identify the goal of the underlying process, called the use case. Process maps are useful if the focus is on the delivery of services or a final product. If the focus is on the interactions between roles and/or agreement on communication protocols, interaction or transaction maps are an option. In this case, the relevant information is related to a transaction. It may also be appropriate to use both methods within a given process. However, the IDM always contains the transaction/interaction map and/or process map components. The base IDM structure and the building blocks of an IDM are illustrated in Figure 2. These are divided into two fundamental levels. The first level includes the interaction/transaction map, process map and exchange requirements. This level is processed by actors involved in the construction

zwei Ebenen gesprochen werden. Die erste Ebene umfasst die Interaktions-/Transaktionsabbildung, Prozessabbildung und die Austauschforderungen. Diese Ebene wird von den am Bauprozess beteiligten Akteuren bearbeitet. Darunter befindet sich die Ebene der Softwareentwickler. Diese Ebene umfasst die technologische Detaillierung der Austauschforderungen und die Definition einer MVD.

Die Interaktion definiert die beteiligten Rollen und die Transaktionen zwischen ihnen. Der Zweck einer Interaktionsabbildung ist, die relevanten Rollen und Transaktionen für eine bestimmte Aufgabe zu identifizieren. Für jede Transaktion gibt es eine Rolle „Initiator“ und eine Rolle „Ausführende“.

Die korrespondierende Transaktionsabbildung definiert die Information in einer Transaktion und

process. Underlying this is the software developer level. This level includes the technical details of the exchange requirements and the definition of an MVD.

The interaction defines the roles involved and the transactions between them. The purpose of an interaction map is to identify the relevant roles and transactions for a specific purpose. Each transaction has an “initiator” role and an “executor” role.

The corresponding transaction map defines the information in a transaction and the rules for the

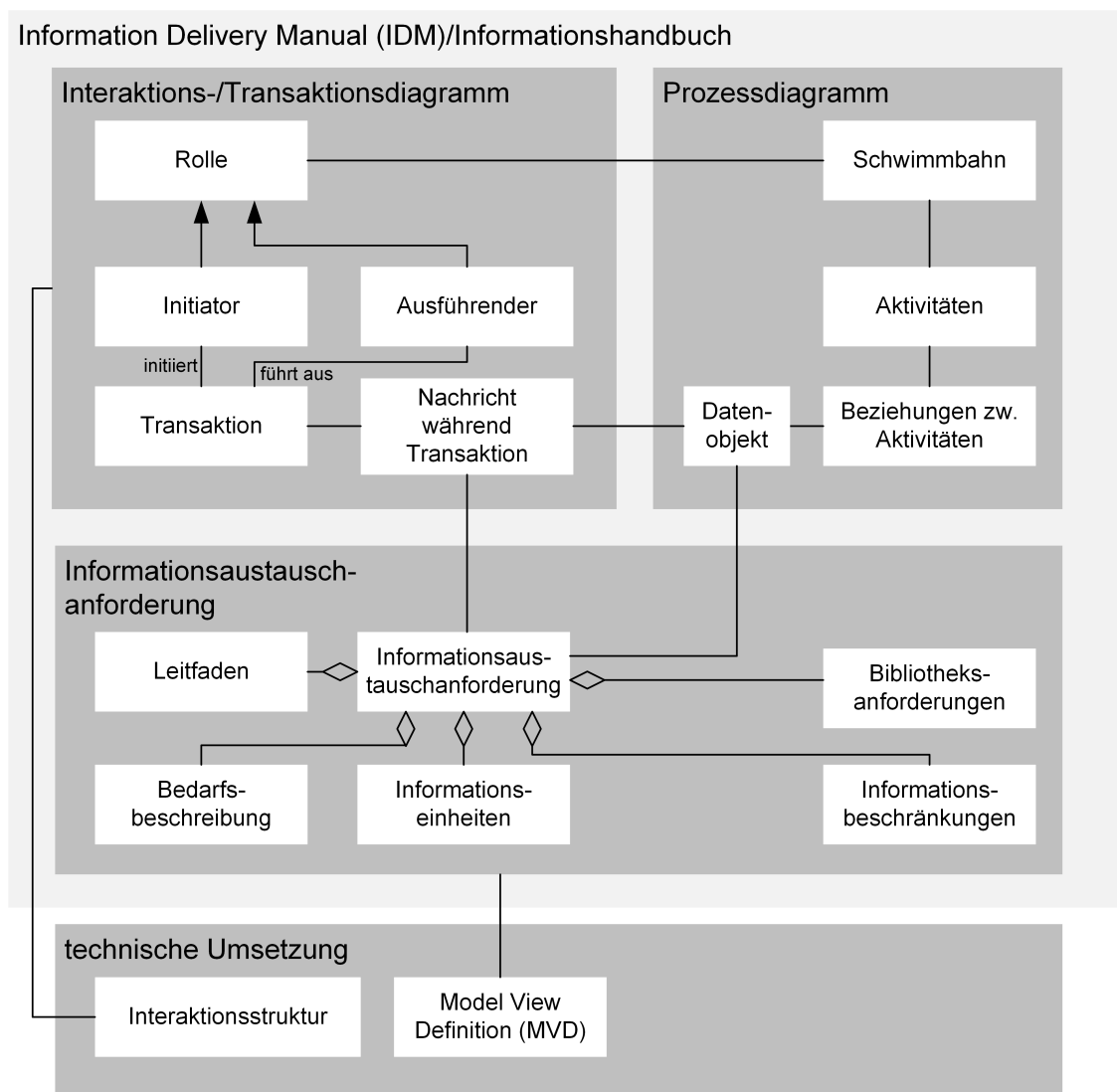


Bild 2. Bausteine eines IDM (in Anlehnung an DIN EN ISO 29481-1)

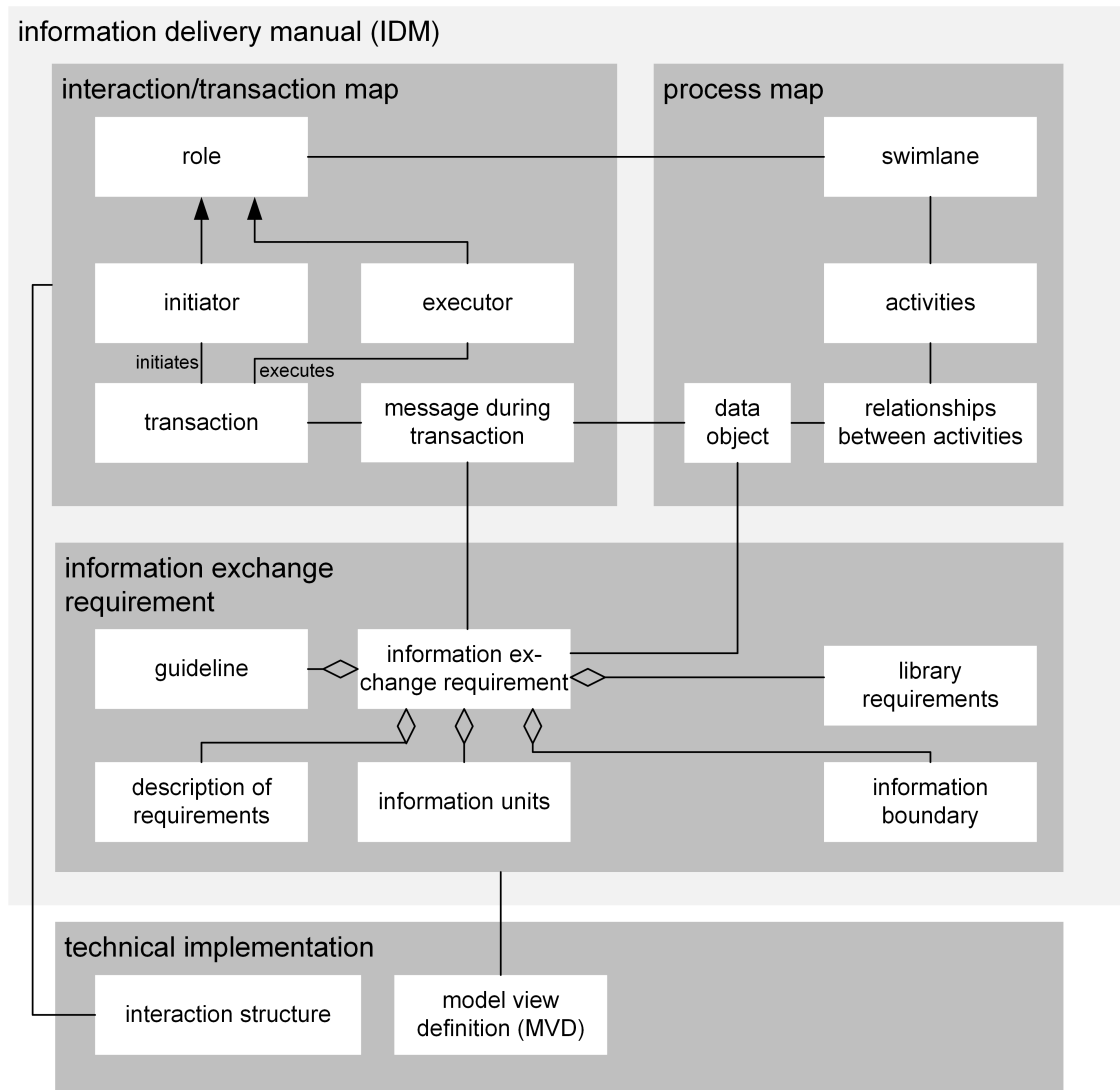


Figure 2. IDM modules (adapted from DIN EN ISO 29481-1)

die Regeln zur Ausführungssequenz. Sie zeigt die interne Struktur einer Transaktion, mithin die Rollen, die Informationen und die Reihenfolge, in der diese geliefert werden sollten. Mit einer Transaktion werden die Beteiligten und deren Kommunikationsanforderungen festgelegt.

Der Zweck einer Prozessabbildung ist, den Aktivitätenfluss innerhalb eines umgrenzten Prozesses, die dazugehörigen Rollen der Akteure und die benötigten, konsumierten und produzierten Daten und Informationen zu beschreiben. Die Prozessabbildung (angelehnt an die Business Process Model and Notation) bildet eine sogenannte Schwimmbahn für jede Rolle ab und definiert die von der jeweiligen Rolle auszuführenden relevanten Aktivitätssequenzen. Von unterschiedlichen Rollen ausgeführte Aktivitäten können Beziehungen zueinander haben. Diese können eine Datenübergabe in dadurch identifizierten, sogenannten Datenübergabepunkten notwendig machen. Bild 3 stellt ein Beispiel für eine Prozessabbildung dar. Dargestellt sind in dem Pool

execution sequence. It shows the internal structure of a transaction, including the roles, the information and the sequence in which they shall be delivered. A transaction specifies the participants and their communication requirements.

The purpose of a process map is to describe the flow of activities within a bounded process, the associated actor roles and the data and information required, consumed and produced. The process map (based on Business Process Model and Notation) depicts a so-called swim lane for each role and defines the relevant activity sequences to be performed by the respective role. Activities executed by different roles may have relationships with each other, which may necessitate a data transfer through so-called data transfer points identified by this need. Figure 3 shows an example of a process map. Within the “BIM service providers” pool, “Planner A” and “Planner B” are each represented by a swim lane. The swim lane for data

„BIM-Dienstleister“ „Planer A“ und „Planer B“, repräsentiert durch jeweils eine Schwimmbahn. Zwischen den beiden Planern ist die Schwimmbahn für den Datenaustausch positioniert. Insgesamt werden interne Daten ausgetauscht und externe Daten in den Prozess eingepflegt. Zusätzlich ist ein exklusives Gateway zur Entscheidungsfindung im Prozess abgebildet.

Eine Austauschforderung definiert die Informationen, die zu einem bestimmten Datenübergabepunkt ausgetauscht werden müssen, um diesen Prozess in seinem Projektstatus zu unterstützen. Die Informationen müssen für alle Beteiligten eindeutig definiert sein. Die Austauschforderungen können verwendet werden, um eine Model View Definition (MVD) zu erstellen.

4.3 Model View Definition

Eine MVD ist eine computerinterpretierbare Definition einer Austauschforderung. Sie definiert ein Datenmodell oder eine Teilmenge eines existierenden Datenmodells (z.B. IFC), das für die Unterstützung von einer oder mehreren Datenaustauschforderungen notwendig ist. Mit MVD können Informationen für bestimmte Austauschforderungen eines IDM gefiltert werden und unterstützen damit einen oder mehrere Prozesse, die z.B. durch Auftraggeberinformationsanforderungen im BIM-Abwicklungsplan definiert sind (siehe Abschnitt 4.1 und Abschnitt 4.2).

Durch das Hinzufügen von Restriktionen zu einer MVD kann diese auch zu Zwecken der Datenvalidierung verwendet werden. Eine konsolidierte MVD von Softwareprodukten, die mehrere Austauschforderungen unterstützen, kann sich auch auf mehrere IDM beziehen.

Mit mvdXML steht ein von buildingSMART standardisiertes Dateiformat zur formalen, rechnerinterpretierbaren Festlegung von MVD bereit. Entsprechende Softwaresysteme (Model Checker) sind in der Lage, Modellinstanzen auf die Einhaltung der getroffenen Festlegungen hinsichtlich der Modellinhalte zu prüfen. Details zur Modellprüfung werden in Abschnitt 9 ausgeführt.

4.4 BIM-Anwendungsfälle

Die BIM-Anwendungsfälle beschreiben, für welche Zwecke Modelle im Projekt genutzt werden. Die Festlegung der BIM-Anwendungsfälle ist notwendig, damit für die zu erstellenden Modelle die damit einhergehenden Anforderungen hinsichtlich Geometrie und Attribuierung definiert werden können. Anwendungsfälle werden üblicherweise vom Auftraggeber in den AIA spezifiziert, können aber auch unternehmensintern ausgewählt werden.

exchange is positioned between the two planners. Overall, internal data are exchanged, and external data are entered into the process. An exclusive gateway for decision-making is additionally depicted in the process.

An exchange requirement is a description of a set of information that needs to be exchanged at a particular data transfer point to support this process at a particular stage of a project. The information must be unambiguously defined for all participants. The exchange requirements can be used to create a model view definition (MVD).

4.3 Model view definition

An MVD is a computer-readable definition of an exchange requirement. It defines a data model or subset of an existing data model (IFC, for example) necessary to support one or more data exchange requirements. MVD can be used to filter information for the specific exchange requirements of an IDM, supporting one or more processes defined, for example, by the employer's information requirements in the BIM execution plan (see Section 4.1 and Section 4.2).

By adding restrictions to an MVD, it can also be used for data validation purposes. In software products that support multiple exchange requirements, a consolidated MVD may also relate to multiple IDMs.

mvdXML defines a file format standardised by buildingSMART for the formal, computer-readable definition of MVDs. Corresponding software systems (model checkers) are able to validate model instances for compliance with the model content definitions. Model validation details are listed in Section 9.

4.4 BIM use cases

The BIM use cases describe the purposes for which models are used in the project. It is necessary to specify the BIM use cases in order to be able to define the associated requirements with regard to geometry and attributes for the models to be created. Use cases are typically specified by the client in the EIR but can also be selected in-house.

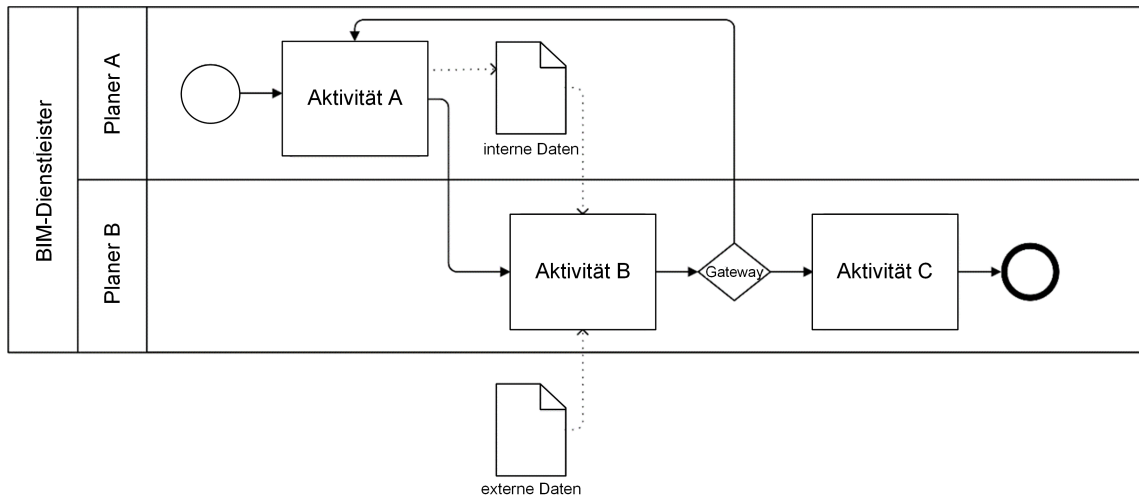


Bild 3. Beispiel einer Prozesslandkarte

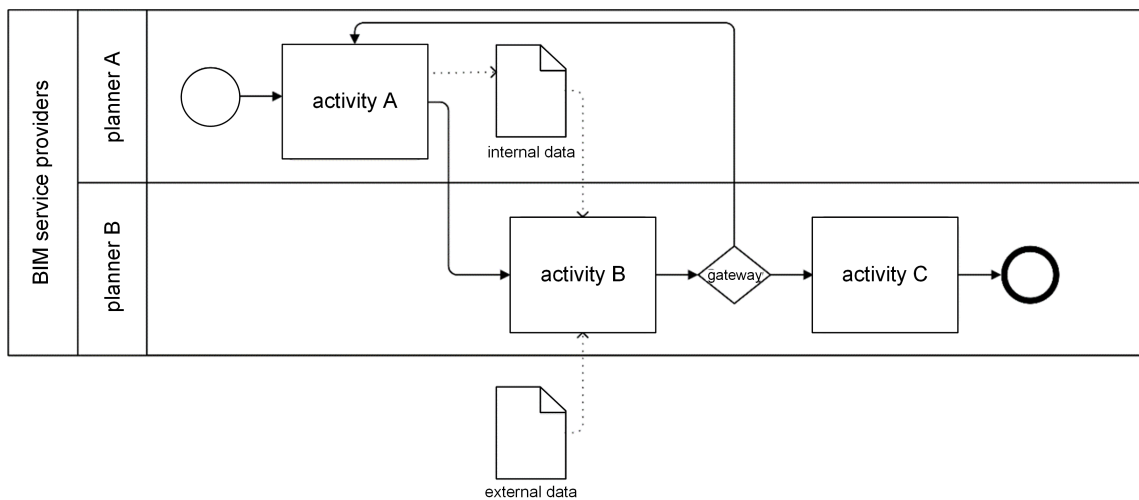


Figure 3. Example of a process map

Tabelle 1 listet die gebräuchlichsten BIM-Anwendungsfälle auf. Es wird darauf hingewiesen, dass diese Auflistung nicht abschließend ist und projektspezifisch zusätzliche oder abweichende BIM-Anwendungsfälle definiert werden können.

Anwendungsfälle implizieren Anforderungen an Modellinhalte, führen aber nur dann zu Anforderungen an den Datenaustausch, wenn Daten zwischen unterschiedlichen Beteiligten oder verschiedenen Programmen ausgetauscht werden müssen. In diesem Fall ist mit dem Anwendungsfall ein DatenaustauschszENARIO verknüpft, das sich an der entsprechenden Stelle im Prozessmodell wiederfindet.

4.5 Verantwortlichkeit

Ein Modell besteht aus Modellelementen. Die Verantwortlichkeit für ein Modellelement ist vor Planungsbeginn zwischen den Planungsbeteiligten abzustimmen.

Table 1 lists the most common BIM use cases. It should be noted that this list is not exhaustive and that additional or different BIM use cases can be defined on a project-specific basis.

Use cases imply model content requirements, but only lead to data exchange requirements when data needs to be exchanged between different participants or different programs. In this case, a data exchange scenario is linked with the use case, which is found at the corresponding point in the process model.

4.5 Responsibility

A model consists of model elements. The responsibility for a model element must be agreed between the planning participants before planning begins.

Tabelle 1. Beispiele für BIM-Anwendungsfälle

Anwendungsfall	Umsetzung
Visualisierung	Visualisierung des 3-D-Modells als Basis für die Projektbesprechung sowie für die Öffentlichkeitsarbeit
Koordination	regelmäßiges Zusammenführen der Fachmodelle in einem Koordinationsmodell, Kollisionsprüfung und systematische Konfliktbehebung
Planableitung	Ableitung der wesentlichen Teile der Entwurfs- und Ausführungspläne aus dem Modell
Kostenschätzung und Kostenberechnung	Mengenermittlung (Volumen, Flächen) anhand des Modells als Basis für die Kostenschätzung und Kostenberechnung
Erstellung des Leistungsverzeichnisses für Ausschreibung und Vergabe	modellgestützte Erzeugung von mengenbezogenen Positionen des Leistungsverzeichnisses, modellbasierte Ausschreibung und Vergabe
Tragwerksplanung	Nutzung des Modells für Bemessung und Nachweisführung
Energiebedarfsermittlung	Nutzung des Modells für die Ermittlung des Energiebedarfs eines Bauwerks
Bauablaufmodellierung (4-D-Modellierung)	Verknüpfung des 3-D-Modells mit dem Bauablauf
Simulation des zeitlichen Verlaufs der Kosten (5-D-Modellierung)	Verknüpfung des 4-D-Modells mit den Kosten zur Herstellung der betreffenden Bauteile
Baufortschrittskontrolle	Nutzung des Modells für die Baufortschrittskontrolle, Erzeugung und Nachführung eines 4-D-Modells zum tatsächlichen Baufortschritt
Abrechnung	Nutzung des Modells für Abrechnung und Controlling (Die Grundlage bildet das 4-D-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

Table 1. Examples of BIM use cases

Use case	Implementation
Visualisation	3D model visualisation as the basis for the project meeting and public relations
Coordination	regular integration of discipline models into a coordination model, clash detection and systematic conflict resolution
Plan derivation	derivation of the essential parts of the design and execution plans from the model
Cost estimation and calculation	quantity determination (volumes, areas) based on the model for cost estimation and calculation
Creation of the bid specification for tendering and awarding	model-based generation of item quantities for the bid specification, model-based tendering and awarding
Structural planning	use of the model for design and verification
Energy analysis	use of the model to determine the energy requirements of a structure
Construction sequencing (4D modeling)	linking the 3D model with the construction sequence
Time course simulation of costs (5D modeling)	linking the 4D model with the costs of manufacturing the affected components
Construction progress monitoring	use of the model for construction progress checks, generation and tracking of a 4D model for the actual construction progress
Accounting	use of the model for accounting and controlling (Basis is the 4D model or construction progress monitoring.)
Defect management	use of the model to document defects in execution and their rectification
Use for operation and maintenance	transfer of data to corresponding systems for maintenance management

Die inhaltliche Verantwortung für ein Modell oder ein Modellelement liegt beim jeweiligen Fachverantwortlichen des Modells oder Modellelements (MEA – Modellelementautor), welcher als Urheber zu betrachten ist.

Die Modellverantwortlichkeit des MEA wird nicht durch Modellaustausch, koordinierende Modellprüfungen oder das Einfügen des Fachmodells in ein gemeinsames Koordinationsmodell berührt, falls individualvertraglich keine anderen Regelungen hierzu getroffen werden.

Die Definition der Modellverantwortlichkeit bezieht sich ausschließlich auf die physischen Elemente einer Planung, nicht auf Leistungen oder Maßnahmen.

5 Ausarbeitungsgrade

Ausarbeitungsgrade, in anderen Blättern der Richtlinieinreihe VDI 2552 auch Fertigstellungsgrade (englisch: level of development – LOD), beschreiben zum einen den geforderten Modellinhalt und zum anderen die Zuverlässigkeit, Vollständigkeit und Konkretheit der übermittelten Modellinformationen. Ein LOD bildet dabei die Analogie zu den Planmaßstäben der konventionellen zeichnungs-basierten Arbeit. Ein Übersichtsplan in einem groben Maßstab (z.B. 1:200) beinhaltet grobe Informationen, die mit einer gewissen Unschärfe verbunden sind. Eine Detailzeichnung (z.B. 1:10) hingegen enthält alle zur Herstellung notwendigen Informationen mit hoher Zuverlässigkeit.

Das LOD beschreibt den Geometrie- und Informationsinhalt der Modellelemente. Der jeweilige Ausarbeitungsgrad der Modellelemente ist im Vorfeld der Modellierung festzulegen.

Das Level of Geometry (LoG) beschreibt den geometrischen Detaillierungs- und Ausarbeitungsgrad. Das Level of Information (LoI) beschreibt den alphanumerischen Detaillierungs- und Ausarbeitungsgrad. LoG und LoI können unterschiedliche Ausarbeitungsgrade je nach Anwendungsfall und Planungsphase aufweisen und sind im Bezug zueinander zu entwickeln. Ein LOD ist erst vollständig, wenn sowohl LoG als auch LoI modelliert sind. Eine Trennung der alphanumerischen von der geometrischen Entwicklung eines Modells ist zu vermeiden, sofern der Anwendungsfall nichts Anderes vorsieht (z.B. Anwendungsfall Visualisierung). Ein geometrisches Objekt ohne alphanumerischen Inhalt ist auszuschließen.

Eine beispielhafte Darstellung der Anforderungen an LoG und LoI ist in Anhang B zu finden.

Responsibility for the content of a model or model element lies with the respective specialist responsible for the model or model element (MEA – model element author), who is regarded as the author.

The responsibility of the MEA for the model is not affected by model exchange, coordinated model checks or the insertion of the discipline model into a shared coordination model, so long as no conflicting regulations are made on an individual basis.

The model responsibility definition refers exclusively to the physical elements of planning, not to services or measures.

5 Levels of development

Levels of development (LOD), also referred to as degrees of completion in other parts of the series of standards VDI 2552, describe on the one hand the required model content, and on the other the reliability, completeness and specificity of the transferred model information. A LOD is analogous to the planning scales used in conventional drawing-based work. An overview diagram in a coarse scale (1:200, for example) contains rough information with some associated lack of definition. In contrast, a detail drawing (1:10, for example) contains all information necessary for construction with a high degree of reliability.

The LOD describes the geometry and information content of the model elements. The level of development of the model elements must be determined prior to modeling.

The level of geometry (LoG) describes the level of geometric detail and development. The level of information (LoI) describes the level of alphanumeric detail and development. The LoG and LoI may have different levels of development depending on the use case and planning phase and must be developed in reference to each other. A LOD is only complete when both the LoG and LoI have been modeled. Separation of the alphanumeric and geometric model development should be avoided, unless the use case specifies otherwise (visualisation use case, for example). A geometric object without alphanumeric content should be ruled out.

An example of the requirements for LoG and LoI can be found in Annex B.

Durch die grundlegende Analogie zu Planmaßstäben lässt sich eine Beziehung zu den HOAI-Leistungsphasen aufbauen. Um speziellen Anwendungsfällen gerecht zu werden, können neben der groben Einteilung in Hundertersprüngen (LOD 100, LOD 200 usw.) auch Zehner- oder Einerinkremente gewählt werden.

Für die Angabe der LoG können die Spezifikationen des amerikanischen BIMForums [1] herangezogen werden und gegebenenfalls die entsprechende Nummerierung (LOG 100, LOG 200 usw.) verwendet werden, die in Tabelle 2 dargestellt sind.

Für die Spezifikation der Modellinhalte im Rahmen der Auftraggeberinformationsanforderungen (AIA) empfiehlt sich die Angabe von LoG und LoI für jeden Anwendungsfall und Datenübergabepunkt. Erfordert der Anwendungsfall eine feinere Darstellung, ist diese dem Anwendungsfall entsprechend vorzunehmen.

5.1 Modellentwicklungsmatrix

Für die eindeutigen Festlegungen der LoG und LoI ist eine Aufschlüsselung gemäß gewählter Klassifikation zu wählen, beispielhaft in Tabelle 3 dargestellt.

5.2 Bauteiltyptabelle

Zur Präzisierung der Inhalte einer Modellentwicklungsmatrix wird empfohlen, in AIA oder BAP für jeden Meilenstein (Data Drop) eine Bauteiltyptabelle mit genauen Angaben zu LOG und LOI anzugeben (siehe Tabelle 4).

The basic analogy to planning scales can be used to set up a relationship to the HOAI work phases. In order to handle special use cases, divisions in increments of ten or one can be chosen in addition to coarse increments of a hundred (LOD 100, LOD 200, etc.).

The specifications of the American BIMForum [1] can be drawn upon for specification of the LoG, as well as the corresponding numbering (LOG 100, LOG 200, etc.) shown in Table 2, as necessary.

It is recommended to specify LoG and LoI for each use case and data transfer point when specifying the model contents in the employer’s information requirements (EIR). If the use case requires a finer representation, this should be done as necessary according to the use case.

5.1 Model development matrix

A breakdown according to the selected classification is to be selected for unambiguous definition of the LoG and LoI, as shown in the example in Table 3.

5.2 Component type table

To refine the contents of a model development matrix, it is recommended to define a component type table specifying the LoG and LoI (see Table 4) for each milestone (data drop) in the EIR or BEP.

Tabelle 2. Typische Ausarbeitungsgrade

Ausarbeitungsgrad	Beschreibung
LOD 100	Das Modellelement wird sehr vereinfacht mithilfe eines Symbols oder einer generischen Repräsentation dargestellt. Des Weiteren werden wesentliche Eigenschaften definiert, die für die Vorplanung (konzeptionelle Planung) erforderlich sind.
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.
LOD 300	Das Modellelement wird mit seiner genauen Position und Geometrie für die Ausführungsplanung oder Werkplanung angegeben. Auf Basis dieses Modellelements kann die eigentliche Arbeitsvorbereitung erfolgen. In der Regel wird dieser Ausarbeitungsgrad auch für die Ermittlung der Mengen und das Aufstellen von Leistungsverzeichnissen verwendet.
LOD 400	Das Modellelement enthält alle geometrischen und alphanumerischen Informationen, die für die Erstellung oder den Umbau des Elements erforderlich sind. Hierzu gehören auch Montageanweisungen und die im Rahmen der Arbeitsvorbereitung spezifizierten Bauverfahren.
LOD 500	Das Modellelement repräsentiert das reale Element bezüglich Position und Geometrie. Des Weiteren werden Informationen zur Bauüberwachung und Dokumentation gespeichert.
LOD 600	Das Modellelement repräsentiert Informationen, die für das Facility-Management relevant sind. Gegebenenfalls kann der geometrische Detaillierungsgrad geringer sein, als bei LOD 500.

Normen-Download-Beuth-VFA-Interliff-e.-V.-KdNr.6363432-ID.91UYF4TTE5E0H023QCEPIEM.3-2022-08-19 12:48:42

Table 2. Typical levels of development

Level of development	Description
LOD 100	The model element is represented in a highly simplified form with a symbol or other generic representation. Basic properties necessary for preliminary planning (conceptual planning) are also defined.
LOD 200	The model element is represented with an approximate position, geometry and important properties. Cost calculation information is key, for example according to DIN 276.
LOD 300	The model element is represented with its specific position and geometry for execution drawings or construction design. Actual work preparation can take place based on this model element. This level of development is generally also used to determine quantities and draw up bid specifications.
LOD 400	The model element includes all geometric and alphanumeric information necessary to construct or alter the element. This also includes assembly instructions and the construction processes specified during work preparation.
LOD 500	The model element is a field verified representation of the element in terms of position and geometry. Information for construction supervision and documentation is also recorded.
LOD 600	The model element represents information relevant to facility management. The level of detail may be lower than LOD 500, if necessary.

Tabelle 3. Beispiel für eine Modellentwicklungsmatrix

Modellelement gemäß der Kostengruppen (KG) DIN 276			Meilenstein			Meilenstein		
			LOD	MEA	Notiz	LOD	MEA	Notiz
420	Wärmeversorgungsanlagen		100	TGA		200	TGA	
421	Wärmeerzeugungsanlage					100	TGA	
		Wärmepumpensystem				100	TGA2	
422	Wärmeverteilstetze					100	H	
423	Raumheizflächen							
429	Wärmeversorgungsanlagen, Sonstiges							

Table 3. Example of a model development matrix

Model element according to DIN 276 Cost Categories (CC)			Milestone			Milestone		
			LOD	MEA	Note	LOD	MEA	Note
420	Heat supply systems		100	BS		200	BS	
421	Heat generation plants					100	BS	
		Heat pump systems				100	BS2	
422	Heat distribution networks					100	H	
423	Space heating surfaces							
429	Heat supply systems, other items							

Tabelle 4. Beispiel für eine Bauteiltyptabelle

Bauteiltyp	Geometrie (LOG)	Attributierung (LOI)
Tragende Wand	200	DIN-276-Schlüssel Material Bewehrungsgrad Wärmedurchgangskoeffizient

Table 4. Example of a component type table

Component type	Geometry (LoG)	Attribution (LoI)
Loadbearing wall	200	DIN 276 classification material reinforcement ratio heat transfer coefficient

Tabelle 4 bildet damit die nach dem Informationslieferungshandbuch (IDM) geforderte Definition der Informationsanforderungen (Exchange Requirements). Sie sollte die Grundlage für die auftragnehmer- und arbeitgeberseitige Modellprüfung im Zuge der Datenübergabe bilden. Sie kann gegebenenfalls in formale Prüfregeln, z.B. auf Basis von MVD, übersetzt werden.

6 Modellarten

Neben den in den vorangegangenen Abschnitten definierten Mechanismen zur Definition spezifischer Datenaustauschprozesse können die folgenden grundlegenden Modellarten beschrieben werden, die in nahezu jedem Bauvorhaben auftreten:

- Grundlagenmodelle
- Fachmodelle
- Koordinationsmodelle
- Bestandsmodelle
- Wie-gebaut-Modelle (As-built-Modelle)
- Betreibermodelle

Diese Modelle erfüllen, jedes für sich, einen spezifischen Zweck.

Fachmodellbasiertes Arbeiten

BIM-gestützte Zusammenarbeit bedeutet nicht, dass alle Projektbeteiligten kontinuierlich an einem vollumfassenden Gesamtmodell arbeiten. Dies ist aus technischen Gründen sowie aus Gründen der Haftung und des Urheberrechts nicht realisierbar. Stattdessen werden die BIM-Projekte heute nach dem Prinzip des fachmodellbasierten Arbeitens abgewickelt. Dabei erzeugen die Fachplaner jeweils eigene, nur durch Referenzen verknüpfte Modelle, die regelmäßig miteinander abgeglichen werden.

Den grundsätzlichen Ablauf einer Modellkoordination zeigt Bild 4. Grundsätzlich müssen die Fachmodelle vor der Zusammenführung und vor der Modellveröffentlichung eine Prüfung hinsichtlich der spezifizierten Modellinhalte durchlaufen (siehe Abschnitt 9).

6.1 Grundlagenmodell

Als Grundlage für alle Fachmodelle dient eine Projektvorlage in Form eines gesonderten Fachmodells, dessen Anforderungen vor dem Projektstart festgelegt werden. In das Grundlagenfachmodell fließen alle geometrischen und georeferenzierten Erkenntnisse für das Projekt und seine Modellierung ein. Dazu gehören die Festlegung der lokalen Projektkoordinaten mit Projektnullpunkt, der als Nullpunktkörperbauteil eingeht, sowie die Konstruktionsebenen, eventuell auch die Geländeform und Baugrundeigenschaften, Grundstücksgrenzen,

Table 4 thereby represents the definition of information requirements (exchange requirements) stipulated by the information delivery manual (IDM). It should form the basis for model validation by the contractor and client during data transfer. If necessary, it can be translated into formal validation rules, for example based on MVD.

6 Model types

In addition to the mechanisms defined in the previous sections for defining specific data exchange processes, the following basic model types can be described, which exist in almost every construction project:

- initial site models
- discipline models
- coordination models
- inventory models
- as-built models
- operator models

Each of these models has its own specific purpose.

Working on the basis of discipline models

BIM-based collaboration does not mean that everyone involved in the project is continuously working on a complete, comprehensive model. This is not feasible both for technical reasons as well as liability and copyright reasons. Instead, BIM projects today are based around the principle of work based on discipline models. In this process, the planners produce their own models, linked only by references, which are regularly compared with each other.

Figure 4 shows the basic model coordination procedure. In principle, the discipline models must undergo validation against the specified model content before integration and model publication (see Section 9).

6.1 Initial site model

The basis for all discipline models is a project template in the form of a separate discipline model, the content of which is defined before the project begins. All geometric and georeferenced insights for the project and its modeling flow into the initial site model. This includes determination of the local project coordinates with the project zero point, which serves as a zero-point body component, as well as the construction levels, possibly also the terrain form and ground properties, property boundaries, development data and other informa-

Erschließungsdaten und weitere Angaben. Des Weiteren ist der Bezug des Grundlagenmodells zu einem oder mehreren Koordinatensystemen der Vermessung herzustellen, sodass die Georeferenzierung nachvollzogen werden kann und eine bidirektionale Überführung zwischen Bauwerkskoordinaten und Vermessungskoordinaten möglich ist.

6.2 Fachmodelle

Die Planungsleistung einer Fachdisziplin lässt sich in einem Fachmodell darstellen. Die Fachmodelle (Modelle oder Teilmodelle einer Planungsdisziplin), die in Geometrie und Semantik den jeweiligen Planungs-, Bau- oder Betriebszustand abbilden, dienen den nachfolgenden Prozessen als Grundlage und bilden in der Summe das gesamte Bauwerk ab.

Generell ist darauf zu achten, dass Fachmodelle, gemessen an den technischen Möglichkeiten aller Beteiligten, in ihrem Datenvolumen nicht zu groß werden, sondern in angemessenen Teilmodellen eine sinnvolle Bearbeitung in den Folgeprozessen ermöglichen. Die softwaretechnischen und planungsabhängigen Anforderungen weiterer Projektbeteiligter an die Modellaufteilung sind dabei zu berücksichtigen. Tabelle 5 zeigt eine exemplarische Aufteilung von Fachmodellen der an der Planung beteiligten Disziplinen, die jedoch beliebig erweitert werden kann und vornehmlich der Darstellung des Konzepts dient.

It is additionally necessary to establish a reference from the initial site model to one or more survey coordinate systems for reproducible georeferencing and to facilitate bidirectional transfer between building coordinates and survey coordinates.

6.2 Discipline models

Planning services within a specialist discipline are represented in a discipline model. The discipline models (models or partial models of a planning discipline) that represent the geometry and semantics of the respective planning, construction or operating state serve as a basis for the subsequent processes and, in sum, represent the structure as a whole.

In general, it is important to ensure that discipline models do not become too large in terms of their data volume (as measured by the technical capabilities of all participants), but instead enable meaningful processing in subsequent processes through use of appropriate partial models. The technical software and planning requirements of other project participants on how the model is subdivided must be taken into account. Table 5 shows an example of how discipline models can be broken down into the disciplines involved in planning. This division can be extended as necessary and serves primarily to illustrate the concept.

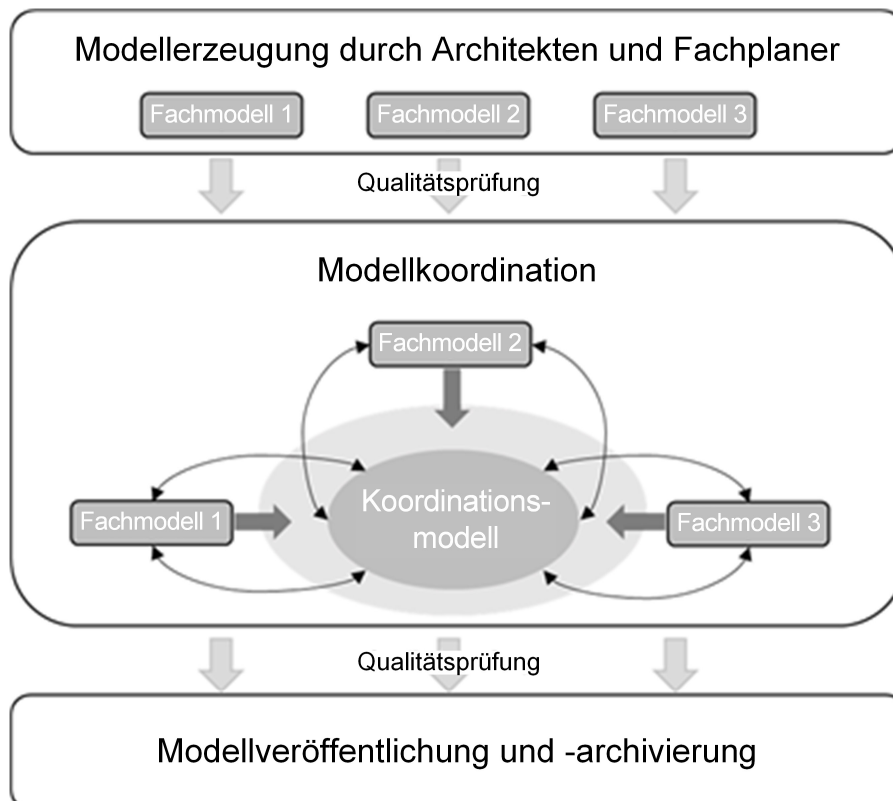


Bild 4. Fachmodellbasiertes Arbeiten

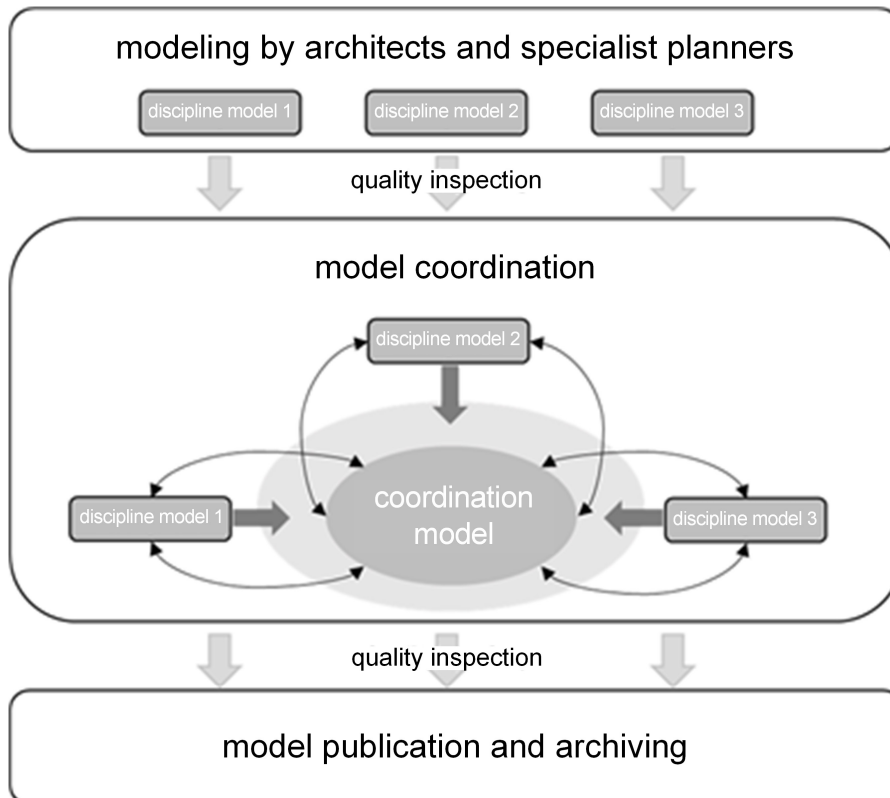


Figure 4. Working on the basis of discipline models

Tabelle 5. Exemplarische Aufteilung von Fachmodellen des Hochbaus

Fachmodell	Modellinhalte (gegebenenfalls als Teilmodelle)
Vermessung	Grundlagen Georeferenz Geländemodell
Architektur	Baugrube Rohbau Fassade Tragwerk Ausbau
Technische Gebäudeausrüstung (TGA)	Abwasser-, Wasser- und Gasanlagen Wärmeversorgungsanlagen lufttechnische Anlagen Starkstromanlage Fernmeldeanlagen Förderanlagen nutzungsspezifische und verfahrensspezifische Anlagen Gebäudeautomation
Tragwerksplanung	Tragwerksbemessung Bewehrung Schalung Baugrube/Verbau

Table 5. Example division of discipline models for building construction

Discipline model	Model content (as partial models where necessary)
Survey	fundamentals georeference terrain model
Architecture	excavation building shell facade structural interior
Building services (BS)	sewage, water, and gas systems heat supply systems ventilation systems high-voltage systems telecommunication and information technology systems conveyance systems use-specific and process-specific systems building automation
Structural planning	structural design reinforcement formwork excavation/shoring

6.3 Koordinationsmodell

Die Fachmodelle der beteiligten Disziplinen werden turnusmäßig, entsprechend vorher festgelegter Meilensteine zu den Datenübergabepunkten, zu Koordinationsmodellen zusammengesetzt. Die Summe der Fachmodelle wird in der DIN EN ISO 19650 als föderierte Modell bezeichnet. Die Fachmodelle werden gegeneinander abgeglichen, um den Zustand und die Qualität des Gesamtentwurfs oder dessen Fortschritt im Planungsablauf zu überprüfen und zu dokumentieren. Die Verantwortlichkeit der Koordination und die zugrunde gelegten Modelle sind zu vereinbaren.

Die Funktionen der Koordinationsmodelle sind insbesondere:

- Abgleich der Fachmodelle auf geometrische Übereinstimmung als Basis der Koordination
- interner Abgleich der Fachmodelle einer Planungsdisziplin untereinander (z.B. Teilmodelle eines Fachmodells) als Basis der Koordination
- Koordination und Kontrolle von geometrischen Belangen, z.B. Bauräume und Kollisionen
- Kommunikation und Koordination des Planungsprozesses mit den Beteiligten

Beispiele für Koordinationsmodelle sind:

- Durchbruchskordinationsmodell
- Trassen-, Lichtraum-, Technikbereichskordinationsmodell

6.3 Coordination model

The discipline models of the participating disciplines are integrated into coordination models at regular intervals through the data transfer points according to previously specified milestones. DIN EN ISO 19650 refers to the sum of the discipline models as a federated model. The discipline models are compared against one another to check and document the state and quality of the overall design or its progress in the planning process. Agreement must be reached on the responsibility for coordination and the underlying models.

The functions of the coordination models are, in particular:

- comparison of the discipline models for geometric conformity as the basis for coordination
- internal comparison of the discipline models from one planning discipline with one another (for example partial models of a discipline model) as the basis for coordination
- coordination and control of geometric issues, for example installation spaces and clashes
- communication and coordination of the planning process with the participants

Examples of coordination models are:

- breakthrough coordination model
- routing, clearance and engineering area coordination model

- gewolltes Kollisionsmodell, z.B. das Leerrohrmodell als Sonderform des Trassenmodells zu den Fachmodellen Architektur und Tragwerksplanung

Die Definition der notwendigen Koordinationsmodelle ergibt sich aus den Anwendungsfällen und den Datenübergabepunkten.

6.4 Bestandsmodell

Als Bestandsmodell wird ein Modell bezeichnet, das die Grundlage für die weitere Bearbeitung bildet. Je nach Anforderungen beinhaltet es Bauelemente verschiedener Gewerke. Ein Bestandsmodell kann aus verschiedenen Quellen entwickelt werden, z.B. aus 3-D-Laserscans, manuellem Aufmaß, vorhandenen 2-D-Plänen oder anderen vorliegenden Informationen. Wichtig ist, dass es sich hierbei um ein geometrisch-semantisches Modell handelt, an das dieselben Anforderungen hinsichtlich der maschinellen Interpretierbarkeit gestellt werden, wie an die Fachmodelle der Planung.

6.5 As-built-Modell

Ein As-built-Modell kann ein Fachmodell eines beliebigen Gewerks, einer beliebigen Disziplin oder ein aus beliebig vielen Fachmodellen zusammengesetztes Modell sein. Es wird zum Zweck der Dokumentation des erstellten Bauwerks oder Teilbauwerks angelegt. Inhalt, Detaillierungstiefe und Genauigkeit sind dabei auf den jeweiligen Nutzungszweck des As-built-Modells abzustimmen. Nach der Ausführungs- und Montageplanung gehen in das As-built-Modell auch alle Veränderungen gegenüber der Planung ein, die am Bauwerk bei der Erstellung entstanden sind. In der Komposition aller As-built-Fachmodelle liegt somit der höchste Informationsgehalt vor.

6.6 Betreibermodell

Das As-built-Modell dient als Ausgangsmodell für ein Facility-Management(FM)-Modell. Es muss jedoch für die Erfordernisse des FM-Betriebs ergänzt, gefiltert und strukturiert werden. Als Betreiber- oder FM-Modell gelten alle Datenmodelle, die ihre Kopplung zur geometrischen Ausprägung der Bauteile nicht verlieren oder verloren haben. Das Betreibermodell wird zur Grundlage aller Geschäftsprozesse im Betrieb des Bauwerks. Es erfährt damit eine kontinuierliche Anreicherung im Sinne von Wartungs- und Instandhaltungsprozessen sowie im Sinne des Asset-Managements. Jedes Bauteil, dessen Ersatz oder hinzugekommene Bauteile bleiben jedoch verortbar und im Betreibermodell mit ihrer Historie verbunden.

- desired clash model, for example the ductwork model as a special form of the routing model for the architectural and structural planning discipline models

The necessary coordination models are defined based on the use cases and data transfer points.

6.4 Inventory model

An inventory model forms the basis for further processing. Depending on the requirements, it can include components from various trades. An inventory model can be developed from a variety of sources, for example from 3D laser scans, manual measurements, existing 2D plans or other available information. It is important to note that this is a geometric-semantic model subject to the same requirements for machine-readability as the discipline models for planning.

6.5 As-built model

An as-built model may be a discipline model of any trade or discipline, or an integrated model composed of any number of discipline models. It is created to document the built structure or partial structure. The content, level of detail and accuracy are to be coordinated to the particular purpose of the as-built model. In accordance with execution and assembly planning, the as-built model also includes all changes to the plans that were made to the structure during construction. All as-built discipline models are therefore composed from the highest degree of information content.

6.6 Operator model

The as-built model serves as the base model for a facility management (FM) model. It must however be supplemented, filtered and structured for the requirements of FM operations. All data models which do not lose or have not lost their coupling to the geometric shape of the components are considered to be operator or FM models. The operator model becomes the basis of all business processes for operation of the structure. As such, it undergoes a process of continuous enrichment in terms of maintenance and servicing processes, as well as asset management. Each component, its replacement or added components, however, remain locatable and connected with their history in the operator model.

7 Allgemeingültige Modellinhalte

Die im Folgenden beschriebenen generischen Modellinhalte sollen unabhängig vom Datenaustauschscenario in jedem übergebenen Modell enthalten sein.

7.1 Koordinatensystem

Jedes übergebene Modell muss Informationen zum verwendeten Koordinatensystem einschließlich des geodätischen Bezugssystems und des Höhendatums aufweisen.

7.2 Global eindeutige Identifikation

Eine global eindeutige Identifikation (GUID, Globally Unique Identifier) erlaubt die unverwechselbare Identifizierung eines Objekts. Die entsprechende Zeichenkette wird in der Regel bei der Erstellung eines Modellelements automatisiert erzeugt. Alle Elemente eines übergebenen Modells müssen mit einer GUID versehen sein.

7.3 Klassifikation

Vom Auftraggeber ist ein im Projekt einzusetzendes Klassifikationssystem festzulegen. Jedes Objekt der zu übergebenden Modelle muss einen entsprechenden Klassifikationsschlüssel tragen. Die Übereinstimmung zwischen Objekttyp und Klassifikationsschlüssel ist zu gewährleisten.

7.4 Projektstrukturplanschlüssel

Insbesondere bei großen Projekten empfiehlt sich die Verwendung eines Projektstrukturplanschlüssels. Dieser kodiert die Zuordnung eines Elements in einem hierarchischen Projektstrukturplan (PSP). Der Projektstrukturplan kann sich beispielsweise aus den hierarchischen Elementen Gebäude, Gebäudeteil, Geschoss und Lage zusammensetzen. Ein PSP-Schlüssel erlaubt die eindeutige Identifizierung eines Elements auch für den Fall des Ersetzens.

7.5 Räumliche Gliederung

Konstruktionsebenen mit ihrem Bezug zu Geschossen in Bauwerken stellen eine notwendige räumliche Gliederung dar. Da verschiedene Disziplinen unter Umständen verschiedene Anforderungen an die räumliche Strukturierung der Fachmodelle haben, muss diesem Umstand durch eine Definition oder Sonderregelungen in dem BAP Rechnung getragen werden (siehe Abschnitt 8.5). Weitere Hilfen zur Strukturierung (z.B. 2-D-Raster) können ebenso in einem eigenen Fachmodell oder in einem der führenden Modelle bereitgestellt werden.

8 Modellierungsrichtlinien

Damit die übergebenen Modelle zweckgerecht weiterverwendet werden können, sind neben Spezifikationen zu den Ausarbeitungsgraden weitere

7 General model contents

The following generic model contents should be included in each transferred model, regardless of the data exchange scenario.

7.1 Coordinate system

Each transferred model must contain information on the coordinate system used, including the geodetic reference system and elevation.

7.2 Globally unique identifier

A globally unique identifier (GUID) permits unique identification of an object. The corresponding string is usually generated automatically when creating a model element. All elements of a transferred model must have a GUID.

7.3 Classification

The client must specify a classification system to be used in the project. Each object of the models to be transferred must have a corresponding classification key. The correspondence between the object type and classification key must be ensured.

7.4 Project structure plan key

For large projects in particular, the use of a project structure plan key is recommended. This encodes the assignment of an element in a hierarchical project structure plan (PSP). The project structure plan can, for example, be composed of the building, building part, floor and position hierarchical elements. A PSP key allows unique identification of an element even in the case of replacement.

7.5 Spatial structure

Construction levels with their reference to floors in structures represent a necessary spatial structure. Because different disciplines may have different requirements on the spatial structuring of discipline models, this fact must be taken into account through a definition or special arrangement in the BEP (see Section 8.5). Further aids to structuring (2D rasters, for example) can also be made available in a separate discipline model or in one of the leading models.

8 Modeling guidelines

In order to be able to continue to use the transferred models appropriately, further specifications in addition to the levels of development are re-

Festlegungen zum Aufbau der Modelle und zur Ausgestaltung zur Modellinhalte erforderlich. Diese sind anwendungsfallbezogen in AIA und BAP oder dazu mitgeltenden Bestimmungen festzulegen. Ein Beispiel für Modellierungsvorschriften für Architekturmodelle befindet sich in Anhang A.

8.1 Allgemeines

Alle Modelle und Modellelemente sind dem Zweck ihrer Nutzung entsprechend zu erstellen. Sofern auftraggeberseitig keine abweichenden Forderungen aufgestellt werden, gilt:

- a) Alle Elemente, die erforderlich sind, die bauliche Struktur eines Objekts oder die Planungsabsicht wiederzugeben, sind im Modell darzustellen. Um die Modelle inhaltlich und datentechnisch nicht zu überfrachten und bei größeren Projekten handhabbar zu halten, ist bei Auftragsvergabe zu entscheiden, ob Modellelemente als 3-D-Modellkörper im Modell dargestellt werden oder ob sie als ergänzende Informationen zur Ausprägung eines Modellelements vorhanden sein können (z.B. Wandanstrich). Die Kriterien hierfür sind abhängig vom Anwendungsfall, von den Projektzielen, von der beabsichtigten Nutzung der Modelle, vom Modellelement und vom Ausarbeitungsgrad. Vom Modell unabhängige Darstellungen gemäß Abschnitt 8.8 sind möglich.
- b) Im Rahmen des Planungsprozesses und der Modellentwicklung können Elementabmessungen Maßabweichungen aufweisen, die mit zunehmendem Kenntnisgewinn der Planung zu reduzieren oder zu beseitigen sind. Im höchsten Ausarbeitungsgrad haben alle Modellelemente die zur Ausführung kommenden Abmessungen und Geometrien aufzuweisen. Bauabschnitte, Bauteiltrennungen und konstruktive Erfordernisse (z.B. Bauteilfugen) sind zu beachten.
- c) Ähnliche oder geometrisch gleiche Elemente mit abweichenden Inhalten sind als separate Elemente zu erstellen (z.B. Decken mit gleicher Deckenstärke, jedoch unterschiedlichen Bewehrungsgraden oder Spannrichtungen, deckengleiche Unterzüge). Die inhaltliche Differenz ähnlicher oder geometrisch gleicher Modellelemente muss zwingend auslesbar sein.
- d) Sofern die Modellierungssoftware keine planmaßstabgerechte Abstrahierung der Elementdarstellung zulässt, ist bei der Modellierung der Modellelemente und ihrer geometrischen Ausprägung gemäß Ausarbeitungsgrad grundsätzlich die erforderliche Ableitung von 2-D-Plänen und ihrer geforderten Maßstäblichkeit zu berücksichtigen.

quired for the structure of the models and design of the model contents. These are to be defined with reference to the use case in the EIR and BEP or other applicable regulations. An example of modeling rules for architectural models is provided in Annex A.

8.1 General

All models and model elements are to be created according to the purpose of their use. Insofar as no deviating demands are made by the client, the following applies:

- a) All elements necessary to reproduce the architectural structure of an object or the planning objective are to be represented in the model. To avoid overloading the models with content and data and to keep them manageable for larger projects, a decision as to whether model elements should be represented as 3D bodies in the model or if they can be made available as supplementary information on the model element characteristics (wall paint, for example) must be made when the contract is awarded. The criteria for this depend on the use case, the project goals, the intended use of the models, the model element and the level of development. Model-independent representations as described in Section 8.8 are possible.
- b) As a part of the planning process and the model development, element dimensions may exhibit deviations which must be reduced or eliminated as knowledge of planning increases. In the highest level of development, all model elements feature the dimensions and geometries used for execution. Building sections, component partitions and structural requirements (such as component joints) must be taken into consideration.
- c) Similar or geometrically identical elements with different contents are to be created as separate elements (for example slabs with the same slab thickness, but different degrees of reinforcement or tensioning directions, flush joists). It must be possible to read out the difference in content of similar or geometrically identical model elements.
- d) If the modeling software does not allow element representation true to the planning scale, it is in generally necessary to consider the derivation of 2D plans and their required scale when modeling the model elements and their geometric characteristics according to the level of development.

- e) Alle Modellelemente sind grundsätzlich mit dem von der Modellierungssoftware vorgesehenen Modellierungswerkzeug zu erstellen. Hierdurch wird sichergestellt, dass alle Modellelemente korrekt klassifiziert, ausgelesen und übertragen werden können. Wird von der Verwendung des eigentlichen Modellierungswerkzeugs abgewichen, ist durch geeignete Maßnahmen sicherzustellen, dass alle Modellelementinformationen korrekt ausgelesen und übertragen werden. Auf die korrekte Klassifizierung ist dabei zwingend zu achten.
 - f) Eine Abweichung in der Anwendung der Modellierungswerkzeuge ist mit den Planungsmitgliedern abzustimmen und zu dokumentieren.
 - g) Modelle und Modellelemente der Objektplanung bilden den Ausführungsprozess ab und dienen der Ermittlung korrekter Mengen und Massen, als Ausgangsmodell anderer Planungsteilnehmer sowie zur Ableitung von 2-D-Planungsunterlagen.
 - h) Modelle und Modellelemente der Tragwerkplanung dienen der Nachvollziehbarkeit der Tragstruktur und der Ermittlung und Ableitung der statischen Erfordernisse.
 - i) Modelle und Modellelemente der technischen Gebäudeausrüstung bilden den Ausführungsprozess ab und dienen neben der Ermittlung korrekter Mengen und Massen der Ermittlung von Anlagenerfordernissen sowie zur Ableitung von 2-D-Planungsunterlagen. Ferner bilden sie die Basis des späteren FM.
 - j) Modelle und Modellelemente anderer Fachplanungsdisziplinen berücksichtigen den jeweiligen Zweck ihrer Erstellung oder der nachgelagerten Prozesse.
 - k) In allen Fachmodellen ist eine sinnvolle Kollisionsfreiheit sicherzustellen. Dies bedeutet, dass bestimmte Kollisionen, die beabsichtigt oder deren Auswirkungen auf den Planungsstand unerheblich sind, oder deren Behebung einen unverhältnismäßig hohen Aufwand erzeugen würde, akzeptiert werden können. Sie müssen abgestimmt und dokumentiert werden.
 - l) Es kann erforderlich sein, dass gleiche Elemente aus verschiedenen Fachmodellen parallel in einem Koordinationsmodell existieren (z.B. Strukturmodelle Architektur und Tragwerkplanung). Die inhaltliche und geometrische Entsprechung dieser Elemente ist dabei sicherzustellen. Die Nutzung dieser Elemente hat ihrem Modellierungszweck zu entsprechen (z.B. Architekturelement: Massengenerierung; Statikelement: statische Berechnung).
- e) All model elements must always be created using the modeling tool provided by the modeling software. This ensures that all model elements can be correctly classified, read out and transmitted. If deviating from the actual modeling tool, appropriate measures must be taken to ensure that all model element information is correctly read out and transmitted. It is imperative to pay attention to the correct classification.
 - f) Deviations in the application of the modeling tools must be coordinated with the planning participants and properly documented.
 - g) Object planning models and model elements represent the execution process and are used to determine correct quantities and materials as the base model for other planning participants, and to derive 2D planning documents.
 - h) Structural planning models and model elements support traceability of the supporting structure and are used to determine and derive the structural requirements.
 - i) Building services models and model elements represent the execution process and are used to determine correct quantities and materials, to determine system requirements and to derive 2D planning documents. They later also form the basis for FM.
 - j) Models and model elements from other specialist planning disciplines must take into account the respective purpose of their creation or the downstream processes.
 - k) All discipline models must ensure meaningful freedom from clashes. This means that certain clashes that are either planned, have insignificant effects on the planning status, or the elimination of which would result in unjustifiable effort or expense, can be accepted. These must be coordinated and documented.
 - l) Identical elements may need to exist in parallel in different discipline models and the same coordination model (structural models for architecture and structural planning, for example). In this case, it is important to ensure the content and geometry of these elements are equivalent. The use of these elements must correspond to their modeling purpose (for example architectural element: mass generation; structural element: structural calculation).

8.2 Koordinatensystem

Sofern auftraggeberseitig keine abweichenden Forderungen aufgestellt werden, gilt für das Koordinatensystem:

- a) Jedes Modell eines Projekts wird auf Basis desselben Koordinatensystems modelliert oder zu diesem in Bezug gesetzt. Dazu ist gegebenenfalls ein Grundlagenmodell vorab zu erstellen und bereitzustellen.
- b) Das Koordinatensystem ist mit Projektbeginn zu vereinbaren, zu dokumentieren und während des Projekts nicht ohne Grund zu verändern. Alle Änderungen müssen von allen projektbeteiligten Parteien genehmigt werden.
- c) Der Bezug zwischen Projektnullpunkt, Projektorientierung und Vermessungspunkten, die in einem Katasterplan vermerkt sind, soll hergestellt werden können. In diesem Fall ist die bidirektionale Georeferenzierung zum geodätischen Koordinatensystem zu erhalten.
- d) Bei Verwendung eines übergeordneten Koordinatensystems ist die Softwaredurchgängigkeit im Vorhinein zu prüfen. Der Bezug zwischen dem Koordinatensystem der Vermessung und dem Projektkoordinatensystem ist auf nachvollziehbare und eindeutige Weise herzustellen.
- e) Im Fall der Verfügbarkeit eines Bestandsmodells sollte das Koordinatensystem des Bestandsmodells die Koordinatenbasis aller weiteren Modelle bilden.
- f) Das projektspezifische Koordinatensystem ist in Bezug zu einem globalen Koordinatensystem zu setzen. Die Lage des projektspezifischen Koordinatensystems wird über die Definition von mindestens zwei Koordinatenpunkten festgelegt. Die Koordinaten für jeden dokumentierten Punkt werden im Quell- und Zielsystem erstellt. Die Verwendung eines einzelnen Koordinatenpunkts und Drehwinkels zur Inbezugsetzung des projektspezifischen Koordinatensystems zum globalen Koordinatensystem kann Winkelungenauigkeiten erzeugen und sollte nur bei der Möglichkeit des Ausschlusses der Ungenauigkeiten angewendet werden.
- g) Bei der Überführung von Modellen aus dem lokalen Koordinatensystem in geodätische Koordinatensysteme zum Zweck der Absteckung ist auf korrekte Anwendung der geodätischen Transformation zu achten, einschließlich der Berücksichtigung der Längenverzerrung.
- h) Der Modellbereich sollte nahe des Koordinatenursprungs liegen, diesen aber nicht einschließen (siehe auch Abschnitt 8.3).

8.2 Coordinate system

Insofar as no deviating demands are made by the client, the following applies for the coordinate system:

- a) Each model in a project is modeled on or in relation to the same coordinate system. If necessary, an initial site model must be prepared and provided in advance.
- b) When the project begins, the coordinate system must be agreed upon, documented and not changed without reason during the project. All changes must be approved by all project participants.
- c) The relationship between the project zero-point, project orientation and survey points noted in a cadastral survey should be established. This preserves bidirectional georeferencing to the geodetic coordinate system.
- d) When using a higher-level coordinate system, software consistency must be checked in advance. The relationship between the coordinate system of the survey and the project coordinate system must be verifiably and unambiguously established.
- e) If an inventory model is available, its coordinate system should form the coordinate basis of all other models.
- f) The project-specific coordinate system should be set in relation to a global coordinate system. The position of the project-specific coordinate system is specified by defining at least two coordinate points. The coordinates for each documented point are created in the source and target systems. The use of a single coordinate point and rotation angle to relate the project specific coordinate system to the global coordinate system can result in angular inaccuracies and should be used only if such inaccuracies can be excluded with certainty.
- g) When transferring models from the local coordinate system into geodetic coordinate systems for staking out points, care must be taken to ensure correct application of geodesic transformations, including consideration of distortions in length.
- h) The model area should lie close to the coordinate origin, but not include it (see also Section 8.3).

8.3 Koordinatenursprungsmarkierung

Sofern auftraggeberseitig keine abweichenden Forderungen aufgestellt werden, gilt für die Koordinatenursprungsmarkierung:

- a) Zur Markierung des Koordinatenursprungs soll ein Nullpunktkörper verwendet werden. Der Nullpunktkörper besteht aus einem geometrischen Grundkörper in ausreichender Größe.
- b) Der Nullpunktkörper dient als Vergleichskörper der sicheren, deckungsgleichen Verortung aller Fachmodelle im dreidimensionalen Raum. Er muss in allen Fachmodellen an identischer Position vorhanden sein.
- c) Bedarfsweise kann der Nullpunktkörper mit allgemeinen Informationen zum jeweiligen Projekt versehen sein.

8.4 Modellstruktur

Sofern auftraggeberseitig keine abweichenden Forderungen aufgestellt werden, gilt für die Modellstruktur:

- a) Mit Projektbeginn ist abzuklären, welche inhaltlichen und softwaretechnischen Anforderungen der Projektbeteiligten an die Modellstruktur gestellt werden.
- b) Bei der Festlegung der Modellstruktur sind neben technischen Aspekten (z.B. Modellgröße, Modellhandling) auch die projektspezifischen Gegebenheiten (z.B. Planungscoordination, Projektablauf, TGA-Hauptsysteme) zu beachten. Eine Untergliederung großer Modelle in Teilmodelle kann sinnvoll sein. Anforderungen aller Fachdisziplinen sind dabei zu beachten.
- c) Die abgestimmte Modellstruktur ist während des Projektverlaufs nicht zu ändern. Abweichungen hiervon bedürfen der Zustimmung aller Planungsbeteiligten.

8.5 Ebenenweise erfolgende Gliederung

Sofern auftraggeberseitig keine abweichenden Forderungen aufgestellt werden, gilt für die ebenenweise erfolgende Gliederung:

- a) Grundsätzlich sollten alle Disziplinen eine Modellierungsmethode verwenden, in der das Modell in Konstruktionsebenen aufgeteilt wird. Die Konstruktionsebenen bilden die horizontale Struktur eines Objekts ab. Alle Konstruktionsebenen und Konstruktionszwischenebenen sind bei Auftragsvergabe anzulegen und hinsichtlich Typ, Bezeichnung und Höhenlage abzustimmen und zu definieren. Die Benennung der Konstruktionsebenen und ihrer Höhen müssen vereinheitlicht und abgestimmt erfolgen.

8.3 Coordinate origin marking

Insofar as no deviating demands are made by the client, the following applies for the coordinate origin marking:

- a) A zero-point body should be used to mark the coordinate origin. The zero-point body consists of sufficiently large geometric body.
- b) The zero-point body is used as a reference body for congruent and reliable location of all discipline models in three-dimensional space. It must be present in an identical position in all discipline models.
- c) If necessary, general information on the project can be added to the zero-point body.

8.4 Model structure

Insofar as no deviating demands are made by the client, the following applies for the model structure:

- a) When the project begins, it is necessary to clarify the project participants' requirements on the model structure in terms of content and software.
- b) When defining the model structure, project-specific conditions (for example planning coordination, project sequence, building services systems) must be considered in addition to technical aspects (for example model size, model handling). It may make sense to break larger models down into partial models. In this case, it is important to consider the requirements of all specialist disciplines.
- c) The agreed model structure must not be changed over the course of the project. Deviations require the consent of all planning participants.

8.5 Layered structure

Insofar as no deviating demands are made by the client, the following applies for the layered structure:

- a) In principle, all disciplines should use one modeling method, with the model divided into construction levels. The construction levels represent the horizontal structure of an object. All construction levels and intermediate construction levels are to be created when the contract is awarded and coordinated and defined in terms of type, name, and height. The construction-level names and their heights must be consistent and coordinated.

- b) Zwischenebenen (z.B. Split Level) sind normalen Konstruktionsebenen zuzuordnen, aber mit der korrekten Raumhöhe zu modellieren. Die Zuordnung ist projektspezifisch unter Berücksichtigung aller Fachplaner festzulegen.
 - c) Die Bauteile und Elemente eines Modells sind einer Konstruktionsebene zuzuordnen. Objekte jeder Art sind in der Konstruktionsebene zu modellieren, zu der sie gehören.
 - d) Konstruktionsebenenübergreifende Elemente sind ebenenweise zu modellieren, sofern dies ihrer Fertigungsart entspricht (z.B. Ortbetonwandscheiben) und der Elementcharakter nichts anderes erfordert (z.B. mehrgeschossige Fertigteilstützen oder Bauteile, die auf der Baustelle geschossübergreifend in einem Stück erstellt werden). Daraus folgt, dass im Allgemeinen Bauteile nicht geschossübergreifend modelliert werden.
 - e) Stützen sind gegebenenfalls zu trennen und in dem Architekturmodell ebenenweise in Teilstützen aufzutrennen. Das Tragwerksmodell und die Konstruktion bleiben davon unberührt. Stockwerkübergreifende Elemente, z.B. aus der Fassade, werden analog modelliert, obwohl sie konstruktiv aus einem Element oder in einer anderen Konfiguration gefertigt sein können.
- b) Intermediate levels (a split level, for example) are to be assigned to normal construction levels, but modeled with the correct room height. Allocation is project-specific under consideration of all specialist planners.
 - c) The components and elements of a model are assigned to a construction level. All types of objects are to be modeled in the construction level to which they belong.
 - d) Elements spanning multiple construction levels are to be modeled in levels if this corresponds to the method of production (in-situ concrete wall sections) and does not work against the character of the element (for example multi-storey prefabricated columns, or components constructed in a single piece on-site). It follows that components are generally not modeled across floors.
 - e) If necessary, columns are to be separated and divided into partial columns in the architectural model. The structural model and design remain unaffected. Elements spanning multiple floors, such as facade elements for example, are modeled in the same way, even if they can be constructed by design as a single element or in another configuration.

8.6 Lagezuordnung der Modellelemente

Sofern auftraggeberseitig keine abweichenden Forderungen aufgestellt werden, gilt für die Lagezuordnung der Modellelemente:

- a) Die Lage von Bauteilen im baulichen Gefüge ist zu berücksichtigen und entsprechend darzustellen.
- b) Modellelemente, die sowohl Außen- also auch Innenbezüge haben, müssen getrennt dargestellt werden (z.B. durchlaufende Platte als Solplatte und Deckenplatte über Kellergeschoss bei Teilunterkellerung).

8.7 Bauteilschichten

Die Modellierung von Bauteilschichten ist abhängig vom gewählten Ausarbeitungsgrad und im BIM-Abwicklungsplan zu dokumentieren. Grundsätzlich gilt, dass Bauteilschichten im Modell zu berücksichtigen und geometrisch oder deskriptiv darzustellen sind.

8.8 Planmaßstäblichkeit

Sofern auftraggeberseitig keine abweichenden Forderungen aufgestellt werden, gilt für die Planmaßstäblichkeit:

8.6 Model element location assignment

Insofar as no deviating demands are made by the client, the following applies for the model element location assignment:

- a) The position of components in the structural framework must be considered and represented appropriately.
- b) Model elements with both external and internal references must be displayed separately (for example continuous plate as a sole plate and structural slab above basement level in a partial basement).

8.7 Component layers

Component layer modeling depends on the selected level of development and must be documented in the BIM execution plan. In general, component layers must be considered in the model and include a geometric or descriptive representation.

8.8 Plan scale

Insofar as no deviating demands are made by the client, the following applies for the plan scale:

- a) 2-D-Pläne unterhalb eines festzulegenden Maßstabs können unabhängig vom Modell mit einem Zeichenwerkzeug erstellt werden. Bei der Übergabe von Modell und Plänen ist ihre geometrische Konsistenz sicherzustellen.
- b) Wenn 2-D-Pläne aus dem Modell abgeleitet werden, sind die Modelle entsprechend ihrem Ausarbeitungsgrad auf die Darstellungserfordernisse auszurichten.
- c) Die Darstellung der geometrischen Modellausprägung entspricht beispielsweise der in Tabelle 6 dargestellten LOD-Maßstabsbeziehung im Hochbau.
- d) Die Grundlage der Detailpläne (Beispiel Hochbau: detaillierter als 1:20) ist aus dem Modell abzuleiten. Hierzu bedarf es der partiell vertieften Ausarbeitung der Modelle oder Teilmodelle sowie ihrer grafischen Aufbereitung.

- a) 2D plans below a specified scale can be created with a drawing tool, regardless of the model. Geometric consistency must be ensured during transfer of the model and plans.
- b) If 2D plans are derived from the model, the models should be aligned with the representation requirements according to their level of development.
- c) The representation of the geometric model characteristics corresponds, for example, to the LOD scale relationship for building construction shown in Table 6.
- d) The foundation for the detailed plans (building construction example: finer than 1:20) is to be derived from the model. This requires partial elaboration of the models or partial models, as well as graphic processing.

Tabelle 6. Beispiel Hochbau: Beziehung von LODs zu Maßstäben

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

Table 6. Building-construction example: relationship of LODs to scales

LOD	Plan scale
100	1:500 to 1:200
200	1:200 to 1:100
300	1:50 to 1:20
≥ 400	≥ 1:20

8.9 Modellierungsgenauigkeit

Sofern auftraggeberseitig keine abweichenden Forderungen aufgestellt werden, gilt für die Modellierungsgenauigkeit:

- a) Alle Modellelemente sind mit der dem Ausarbeitungsgrad entsprechenden Genauigkeit und geometrischen oder alphanumerischen Ausprägung zu konstruieren.
- b) Inhaltliche sowie semantische und konstruktive Unterteilungen oder Differenzierungen der Elemente sind zu beachten und entsprechend zu modellieren.
- c) Beim Modellieren der Elemente ist auf den korrekten Anschluss eines Elements an benachbarte oder anschließende Elemente zu achten. Abstände zu Elementen oder fehlende Anschlüsse an benachbarten Elementen sind nur dann zulässig, wenn der Abstand von planerischem Belang ist. In diesem Fall ist zwingend zu prüfen, wie sich das Modellelement und seine benachbarten Elemente zueinander verhalten.

8.9 Modeling accuracy

Insofar as no deviating demands are made by the client, the following applies for the modelling accuracy:

- a) All model elements are to be designed with accuracy and geometric or alphanumeric characteristics according to the level of development.
- b) Content, semantic and design subdivisions or element differentiations are to be considered and modeled accordingly.
- c) During element modeling, ensure that elements connect with adjacent or adjoining elements correctly. Distances to elements or missing connections to adjacent elements are only permissible if the separation is required for planning reasons. In this case, it is imperative to examine how the model element relates to its neighbouring elements.

8.10 Elementkollisionen

Sofern auftraggeberseitig keine abweichenden Forderungen aufgestellt werden, gilt für Elementkollisionen:

- a) Elementkollisionen sind eine räumlich-geometrische und funktionale Überlappung oder Überschneidung von Modellelementen, die nicht dem Planungszweck entsprechen und somit Konstruktions- und Planungsfehler darstellen. Kollisionen können innerhalb oder zwischen Fach- oder Teilmodellen auftreten und führen zu falschen Mengen- und Massenermittlungen. Davon ausgenommen sind Elementverschneidungen, die bewusster Teil des Modellierungsprozesses sind und über die Modellierungssoftware bei der Berechnung von Mengen und Massen berücksichtigt werden.
- b) Die Regeln zur Definition der Kollisionsfreiheit eines Modells sind mit Projektbeginn zu definieren und zu dokumentieren. In diesen Regeln sind auch die zulässigen Überschneidungstoleranzen und Abstände funktionaler Elementbeziehungen zueinander festzulegen.
- c) Zur Sicherstellung der Kollisionsfreiheit eines Modells sind die Fach- und Teilmodelle regelmäßig auf Kollisionsfreiheit zu überprüfen. Das Prüfintervall sowie die erforderlichen Prüfprozesse sind bei Projektbeginn abzustimmen und zu dokumentieren.

8.11 Elementdopplung

Elementdopplungen führen zu Kollisionen sowie falschen Mengen und Massenausügen.

Sofern auftraggeberseitig keine abweichenden Forderungen aufgestellt werden, gilt für eine Elementdopplung:

- a) Durch Nutzung einer Modellierungssoftware kann grundsätzlich nicht verhindert werden, dass doppelte Elemente angelegt werden oder dass diese durch diverse Bearbeitungsschritte entstehen. Jedes Fachmodell einer Planungsdisziplin ist regelmäßig mit einer geeigneten Prüfsoftware auf Elementdopplungen zu prüfen und von doppelten Elementen zu bereinigen.
- b) Im Fall der Einbindung eines Modells in ein Koordinationsmodell ist sicherzustellen, dass jedes Element nur einmal im Koordinationsmodell vorkommt. Identische Elemente unterschiedlicher Fachdisziplinen (Beispiel: Wand, Objektplanung/Wand, Tragwerkplanung) sind nur dann in einem Modell zulässig, wenn ihre Präsenz dem gegenseitigen Abgleich dient.
- c) Es ist aber grundsätzlich vorstellbar, dass dasselbe Objekt in verschiedenen Ausprägungen in

8.10 Element clashes

Insofar as no deviating demands are made by the client, the following applies for the case of element clashes:

- a) Element clashes are a spatial-geometric and functional overlap or intersection of model elements which do not correspond to the planning purpose and thus represent design and planning errors. Clashes can occur within or between discipline models or partial models and result in incorrect quantity and material take-offs. Exceptions to this are element intersections, which are an intentional part of the modeling process and are considered by the modeling software when calculating quantities and materials.
- b) The rules for defining freedom from clashes in a model must be defined and documented when the project begins. These rules also define the permissible overlap tolerances and distances between functional element relationships.
- c) Discipline models and partial models must be regularly checked to ensure they are free of clashes. The test interval and the required test processes are to be agreed and documented when the project begins.

8.11 Element duplication

Element duplication results in clashes and incorrect quantity and material take-offs.

Insofar as no deviating demands are made by the client, the following applies for the case of element duplication:

- a) The use of modeling software cannot in itself prevent elements from being created twice or arising through various processing steps. Appropriate test software must be regularly used to check and clean up duplicate elements in each discipline model of a planning discipline.
- b) If a model is integrated in a coordination model, steps must be taken to ensure that each element occurs only once in the coordination model. Identical elements from different specialist disciplines (for example: wall, building planning/wall, structural planning) are only allowed in a model if their presence serves mutual comparison.
- c) It is, however, generally conceivable for the same object to exist in different forms in differ-

verschiedenen Disziplinen existiert. Dann sollte aber nur eine Disziplin diese Elementklasse dem Koordinationsmodell beisteuern.

8.12 Durchbrüche

Sofern auftraggeberseitig keine abweichenden Forderungen aufgestellt werden, gilt für Durchbrüche:

- a) Durchbrüche müssen, unabhängig von der Art und Beschaffenheit ihres Basisbauteils, modelliert werden. Fehlende Durchbrüche erzeugen Kollisionen. Ohne Durchbruchelemente können Abzugsvolumina nicht korrekt berechnet werden. Darüber hinaus erfordern Durchbrüche in der Regel bauliche Maßnahmen, die in ihren Dimensionen im Modell dargestellt und deren Aufwände auf Basis des Modells erfasst und bewertet werden müssen.
- b) Die Modellierungstiefe entspricht den Vorgaben des Ausarbeitungsgrads.

8.13 Elementattributierung

Sofern auftraggeberseitig keine abweichenden Forderungen aufgestellt werden, gilt für die Elementattributierung:

- a) Die Attributierung von Modellelementen erfolgt unter Bezugnahme auf den Nutzungszweck eines Modells und muss den Vorgaben des Ausarbeitungsgrads entsprechen.
- b) Die erforderlichen Elementattribute eines Modells sind, wie im IDM dokumentiert, anzulegen und planungsbegleitend im Rahmen des Planungsfortschritts zu füllen. Für eine korrekte und sichere Auswertbarkeit zur weiteren Nutzung ist auf den korrekten Übertrag der Attribute in das Austauschformat zu achten.
- c) Um Redundanzen zu vermeiden ist sicherzustellen, dass die Definition der attributiven Ausprägung eines Modellelements ausschließlich über das Modellelement erfolgt. Das Vermeiden von Redundanzen und Inkonsistenzen ist sicherzustellen.

9 Modellprüfung

Eine wichtige Rolle bei der Zusammenführung und Koordination der Teilmodelle spielt die Qualitätskontrolle. Ziel ist es, eventuell 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 (BIM Collaboration Format, siehe Abschnitt 10.2) zur Verfügung.

ent disciplines. In this case, only one discipline should contribute this element class to the coordination model.

8.12 Breakthroughs

Insofar as no deviating demands are made by the client, the following applies for breakthroughs:

- a) Breakthroughs must be modeled, regardless of the type and characteristics of their base component. Missing breakthroughs result in clashes. It is not possible to correctly calculate deduction volumes without breakthrough elements. Breakthroughs also typically require structural measures, which must be dimensioned in the model, and the expense of which must be recorded and evaluated on the basis of the model.
- b) The modeling depth corresponds to the requirements of the level of development.

8.13 Element attributes

Insofar as no deviating demands are made by the client, the following applies for element attributes:

- a) Model-element attributes are assigned with reference to the intended purpose of a model and must correspond to the requirements of the level of development.
- b) The required element attributes of a model, as documented in the IDM, must be created and filled in during planning processes as planning progresses. It is important to ensure correct attribute transfer in the exchange format for correct and reliable evaluation in further use.
- c) In order to avoid redundancies, ensure that the characteristic attributes of a model element are defined exclusively via the model element itself. Avoid redundancies and inconsistencies.

9 Model validation

Quality control plays an important role when integrating and coordinating partial models. The goal is to identify any planning errors that have occurred. If conflicts arise, the affected specialist planners are informed and responsible for resolving the errors. Appropriate technical tools and a dedicated open file format (BIM collaboration format, see Section 10.2) are available for the management and tracking of the identified issues.

Eine wichtige Voraussetzung für eine qualifizierte Anwendung der in den vorangegangenen Abschnitten beschriebenen ablauftechnischen und inhaltlichen Aspekte der BIM-Methodik ist die formale sowie inhaltliche Qualitätssicherung der ausgetauschten Modelldaten. Entscheidend für das Gelingen einer gemeinsamen Umsetzung ist dabei die Vereinbarung einer definierten und somit reproduzierbaren Vorgehensweise beim Datenaustausch unter den Beteiligten.

Durch eine kontinuierliche Qualitätskontrolle der Koordinationsmodelle während der verschiedenen Phasen werden Planungs- und Ausführungsfehler frühzeitig entdeckt. Um hierfür eine größtmögliche Durchgängigkeit und Kontrolle der Koordinationsleistung zu erhalten, sollten diese Aufgaben von einem Akteur mit einer entsprechenden Aufgabenzuweisung durchgeführt werden.

Die Teil- oder Fachmodelle erfüllen nur dann ihren Zweck, wenn sie den Anforderungen der nachfolgenden Prozesse entsprechen und die dort geforderten Daten in einer derart definierten Art und Weise zur Verfügung stehen, dass sie in diesem Prozess auch gelesen und verarbeitet werden können. Der Nutzen einer Modellierung entsteht in den BIM-Abläufen häufig erst in einem nachgelagerten Prozessschritt, der sich auf die Qualität der vorherigen Modellierung als Umsetzung der gesamten Planungsleistung verlassen können muss.

9.1 Qualitätsprüfung von Teilmodellen zu Datenübergabepunkten

Vor Abgabe der fachspezifischen Teilmodelle sind diese disziplintern zu prüfen. Fachmodelle dürfen zu den festgelegten Datenübergabepunkten von den verantwortlichen Planern, Architekten und Ausführenden nur dann übermittelt werden, wenn diese die geforderten Inhalte und Qualitäten aufweisen.

Die Modelle sind ebenso von den empfangenden Stellen nach Erhalt sorgfältig zu prüfen, um die spätere Verwendbarkeit sicherzustellen und etwaige Fehler zu identifizieren und vom Ersteller beheben zu lassen. Die Prüfkriterien und Toleranzen sowie deren Gewichtungen sind in Bezug auf Fehlerfreiheit anwendungsbezogen mit Projektbeginn festzulegen. Eine entsprechende Prüfdokumentation ist der Modellübergabe beizufügen.

9.2 Plausibilitätsprüfung

Die Prüfung auf Plausibilität stellt eine nicht automatisierte Inaugenscheinnahme der Modelle dar. Die Plausibilitätsprüfung wird häufig mittels Visualisierungen durchgeführt. Sie zeigt grobe Passungenauigkeiten der Modellgeometrie und möglicherweise fehlende geometrische Modellinhalte.

Formal and content-based quality assurance of the exchanged model data is an important prerequisite for appropriate use of the procedural and content aspects of the BIM methodology described in the preceding sections. Agreement on a defined, and therefore reproducible, procedure for data exchange amongst the participants is critical for the success of a joint implementation.

Continuous quality control of the coordination models during the various phases means that planning and execution errors are discovered early. In order to achieve the greatest possible level of consistency and control over the coordination activities, these tasks should be carried out by an actor with a corresponding task assignment.

The discipline models or partial models only fulfil their purpose if they meet the requirements of the subsequent processes and the data required there are available in a defined manner such that they can also be read and processed in this procedure. The benefit of modeling in the BIM processes is often only realised in a subsequent process step, which must be able to rely on the quality of the previous modeling as the implementation of the overall planning performance.

9.1 Quality validation of partial models at data transfer points

Discipline-specific partial models must be validated within the discipline before transfer. Discipline models may only be transmitted to the specified data transfer points by the responsible planners, architects and contractors if they exhibit the required contents and qualities.

The models must also be carefully checked upon receipt by the receiving parties to ensure later usability and to identify any errors and have them rectified by the author. The test criteria and tolerances, as well as their weightings, are to be defined in terms of freedom from errors with reference to the application when the project begins. Corresponding validation documentation must be enclosed with the model transfer.

9.2 Plausibility check

The plausibility check is a non-automated visual inspection of the models. Visualisations are often used to carry out the plausibility check. They show rough fit inaccuracies in the model geometry, as well as potentially missing geometric model content.

9.3 Visualisierung

Visualisierungen dienen der transparenten Darstellung der Fachmodelle und der Erläuterung der Entwürfe der unterschiedlichen Fachdisziplinen. Hierdurch können sowohl bei Planern als auch bei Bauherren Entscheidungen beschleunigt und das Entwurfsverständnis und die Kommunikationsfähigkeit gestärkt werden.

Visualisierungen sind ein Mittel, um Kausalitäten auf schnelle Art und Weise in Augenschein zu nehmen und diese zu überprüfen. So lassen sich beispielsweise die Änderungen zwischen zwei Planungsversionen farblich unterschiedlich darstellen.

Es lassen sich nicht nur die geometrischen Eigenschaften des Modells visualisieren, sondern auch die Ergebnisse der verschiedenen Simulationen, z.B. thermische Analysen, zeitliche Soll-Ist-Vergleiche, Windströmungsberechnungen oder Erdbebensimulationen, die auf Basis der Modelle durchgeführt wurden.

9.4 Inhaltliche Prüfung

Durch die inhaltliche Prüfung wird die geometrische und attributive Vollständigkeit eines Modells im Rahmen der gestellten Anforderungen bewertet. Darüber hinaus werden die qualitativen Ausprägungen der Geometrie und der Attribute überprüft. Die inhaltliche Prüfung sollte, wann immer möglich, teilautomatisiert und systematisch erfolgen. Eine entsprechende Prüfdokumentation ist vorzunehmen.

9.4.1 Kollisionsprüfung

Die Kollisionsprüfung umfasst die geometrische Prüfung auf Durchdringung oder Überlappung von Körpern, die physikalisch nicht möglich ist. Dies können auch doppelte Elemente am gleichen Ort oder in der gleichen Position sein.

Ausnahmen in der Kollisionsprüfung sind bestimmungsgemäße Überlagerungen, z.B. Unterputzsteckdosen oder Leerrohre in Wänden, die gesondert definiert werden müssen und in der Prüfung zu berücksichtigen sind. Diese erlaubten Kollisionen bedürfen einer genauen Klassifikation der Bauteile zur Identifikation. Ebenso ist eine Toleranz anzugeben, innerhalb der die Kollisionen nicht weiterverfolgt werden.

Die Kollisionsprüfung sollte diese Ausnahmen regelbasiert unterstützen. Die entsprechenden Regeln inklusive ihrer Toleranzen sind in der Prüfdokumentation zu vermerken.

Kollisionen sind nicht gegeben, wenn gemeinsame Modellelemente zweier Teil- oder Fachmodelle kongruent und doppelt in den Fachmodellen existieren, z.B. tragende Bauteile in Architektur- und Tragwerksmodellen. Gemeinsame Modellelemente und ihre Behandlung müssen vorher eindeutig de-

9.3 Visualisation

Visualisations are used for transparent representation of the discipline models and to illustrate the drafts from the different specialist disciplines. As a result, both planners and clients can accelerate decisions and strengthen understanding of the design and their communication capabilities.

Visualisations are a means to quickly inspect and validate causalities. For example, the changes between two planning versions can be displayed in different colours.

It is possible to visualise not only the geometric properties of the model, but also the results of the different simulations, for example thermal analyses, time-related target-performance comparisons, wind flow calculations or earthquake simulations based on the models.

9.4 Content validation

Content validation evaluates the geometric and attributive integrity of a model within the scope of the requirements. Furthermore, the qualitative characteristics of the geometry and attributes are checked. Whenever possible, content validation should be partially automated and systematic. Corresponding validation documentation should be prepared.

9.4.1 Clash detection

Clash detection describes geometric inspection for breakthrough or overlaps of bodies that are not physically possible. These may also be duplicate elements in the same place or position.

Exceptions to clash detection are intentional overlays, for example flush-mounted sockets or ductwork in walls, which must be defined separately and must be taken into consideration during validation. These permitted clashes require a precise classification of the components for identification. Likewise, a tolerance within which the clashes are not pursued must be specified.

Clash detection should support these exceptions on the basis of rules. The corresponding rules including their tolerances are to be noted in the validation documentation.

Common model elements of two congruent discipline models or partial models existing in duplicate within the discipline models are not considered to be clashes, for example loadbearing components in architectural and structural models. Common model elements and their treatment must be clearly

finiert werden, um die Kriterien für diese Qualitätsprüfung erfüllen zu können.

9.4.2 Anschlussüberprüfung

Die Anschlussprüfung prüft die Anschlüsse der Modellelemente untereinander. Modellelemente müssen gemäß konstruktivem Erfordernis einander anschließen. Anschlusstoleranzen sind im Vorhinein zu definieren.

9.5 Mengenkonsistenzprüfung

Die Mengenkonsistenzprüfung vergleicht die modellierten mit den exportierten Mengen. Dies umfasst sowohl die Quantitäten der Modellelemente als auch abgeleitete Attributswerte. Diese Quantitäten sollten bei jedem Modellexport überprüft werden.

10 Datenaustauschformate

Die beschriebenen Anforderungen an den Datenaustausch beziehen sich auf offene Datenformate, das schließt eine Übergabe von nativen Datenformaten nicht aus. Für bestimmte Anwendungsfälle bieten sich hybride Vorgehensweisen an, bei denen die Bauwerksmodelle sowohl in einem offenen Format als auch im proprietären Format übergeben werden.

10.1 Industry Foundation Classes

Bei den Industry Foundation Classes (IFC) handelt es sich ein umfassendes objektorientiertes Datenmodell zur Beschreibung digitaler Bauwerksmodelle. Das IFC-Modell ist ein herstellerneutrales, offenes Datenformat, das in DIN EN ISO 16739 standardisiert ist. Es bietet damit eine wichtige Grundlage für die Umsetzung von Open-BIM-Projekten und dient in dieser Richtlinie als Grundlage zur Beschreibung von Detaillierungen und Informationen sowie deren Struktur, die auch auf native Datenformate angewandt werden kann.

Das IFC-Datenformat bietet eine ganze Reihe von unterschiedlichen Ansätzen zur Beschreibung von 3-D-Geometrie (Dreiecksnetze, B-rep-Modelle, Extrusions- und Rotationsgeometrie usw.) sowie Möglichkeiten zur semantischen Beschreibung eines Bauwerks. Dazu gehören neben der Typisierung von Modellelementen (Wand, Stütze, Träger usw.) die Modellierung von Beziehungen zwischen Modellelementen und die Angabe weiterer beschreibender Attribute. Zur dynamischen Erweiterung des Schemas um a priori nicht berücksichtigte Informationen stehen freie Attribute, sogenannte Property-Sets (Psets), zur Verfügung.

Für die Unterstützung eines konkreten Austauschszenarios muss im Detail spezifiziert werden, welche Teile des Datenmodells für den Datenaustausch genutzt werden sollen. Hierfür werden in der Regel Modellsichten in Form einer Model

defined in advance in order to meet the criteria for this quality inspection.

9.4.2 Connection validation

Connection validation checks the connections of the model elements with each other. Model elements must connect with one another according to design requirements. Connection tolerances are to be defined in advance.

9.5 Quantity consistency validation

The quantity consistency check compares the modeled and exported quantities. This includes both the model element quantities and derived attribute values. These quantities should be checked during every model export.

10 Data exchange formats

The described data exchange requirements refer to open data formats, but do not exclude transfer in native data formats. Certain applications lend themselves to hybrid approaches, in which the building models are transferred in both open and proprietary formats.

10.1 Industry foundation classes

The industry foundation classes (IFC) is a comprehensive object-oriented data model for describing digital building models. The IFC model is a neutral and open data format standardised in DIN EN ISO 16739. It provides an important foundation for the implementation of open BIM projects, and in this standard serves as a basis to describe details and information as well as their structure, which can also be applied to native data formats.

The IFC data format offers a number of different approaches to describe 3D geometry (triangular meshes, B-rep models, extrusion and rotation geometry, etc.) as well as options for the semantic description of a structure. In addition to the typing of model elements (wall, column, girder, etc.), this also includes the modeling of relations between model elements and the specification of further descriptive attributes. Free attributes known as property sets (Psets) are available to dynamically extend the schema with information not considered to be available a priori.

Detailed specifications of which parts of the data model are to be used for data exchange must exist to support a specific exchange scenario. Model views are usually defined for this purpose in the form of a model view definition (MVD; see also

View Definition (MVD; siehe auch Abschnitt 4.3) definiert, die Festlegungen zu den zu verwendenden Klassen und zu belegenden Attributen umfassen. Mithilfe entsprechender Softwarewerkzeuge ist es damit möglich, übermittelte IFC-Dateien gegen eine vereinbarte MVD zu prüfen.

Für übliche Anwendungsfälle hat buildingSMART die folgenden MVD spezifiziert:

- für IFC-Version 2x3:
 - IFC2x3 Coordination View Version 2.0
 - IFC2x3 Structural Analysis View
 - IFC2x3 Basic Facility Management Hand-over View
- für IFC-Version 4:
 - IFC4 Reference View
 - IFC4 Design Transfer View

Es müssen neben der einzusetzenden Version des IFC-Formats Festlegungen zu den Model Views getroffen werden. Dabei kann entweder auf die von buildingSMART vordefinierten MVD zurückgegriffen werden oder es können projektspezifische MVD definiert werden.

Es ist darauf hinzuweisen, dass MVD lediglich Festlegungen zu den zu verwendenden Teilen des Datenmodells vornehmen. Sie erlauben keine Spezifikation der Modellqualität oder des Ausarbeitungsgrads.

10.2 BIM Collaboration Format

Neben dem Austausch von Modellinhalten spielt bei der modellbasierten Planungs- und Durchführungsweise von Bauprojekten die Kommunikation zwischen den Akteuren eine wesentliche Rolle. Zu diesen Prozessen gehören insbesondere die Planung von Aufgaben und Fristen sowie das Problem- und Mängelmanagement.

Um die Übertragung und den Austausch der hierzu relevanten Informationen zu harmonisieren, wurde das sogenannte BIM Collaboration Format (BCF) [2] entwickelt. Ein wesentliches Merkmal des Formats ist, dass mit diesem keine Bauwerksmodelle übertragen werden, sondern lediglich allgemeine Informationen zu dem vorliegenden Problem selbst sowie entsprechende Markierungen und Annotationen. Um ein Problem mit Modellinhalten zu verknüpfen, können darüber hinaus Referenzen zu betroffenen Bauteilen gespeichert werden. Auf diese Weise können mithilfe jeweils einzelner BCF-Objekte (in BCF topic oder issue) Mängel oder Probleme in einem Bauwerksmodell zunächst markiert und dokumentiert sowie anschließend einer verantwortlichen Person zur Bearbeitung zugewiesen werden.

Section 4.3), which specifies the classes and attributes to be used. Using appropriate software tools, it is thereby possible to validate transferred IFC files against an agreed MVD.

For common use cases, buildingSMART has specified the following MVDs:

- for IFC2x3:
 - IFC2x3 Coordination View Version 2.0
 - IFC2x3 Structural Analysis View
 - IFC2x3 Basic Facility Management Hand-over View
- for IFC4:
 - IFC4 Reference View
 - IFC4 Design Transfer View

In addition to the version of the IFC format to be used, model view specifications must also be made. This can be done either by falling back on the pre-defined MVDs from buildingSMART, or by defining MVDs on a project-specific basis.

It should be noted that MVDs only specify the parts of the data model to be used. They do not allow specification of model quality or level of development.

10.2 BIM collaboration format

In addition to the exchange of model content, the communication between the actors plays an essential role in model-based planning and implementation of construction projects. These processes include, in particular, the planning of tasks and deadlines, as well as problem and defect management.

The so-called BIM collaboration format (BCF) [2] was developed to harmonise the transfer and exchange of information relevant to these requirements. An essential feature of the format is that it does not transfer any building models, but only general information on the problem itself and corresponding markings and annotations. It is additionally possible to save references to affected components to link to a problem with model content. In this way, deficiencies or problems in a building model can be first marked and documented using individual BCF objects (in a BCF topic or issue), and then assigned to a responsible person for processing.

Dadurch ersetzt ein einzelnes BCF-Objekt die Revisionswolke, die in der traditionellen Bearbeitung auf 2-D-Plänen verwendet wird. BCF-Objekte können beispielsweise während der Planungsphase eingesetzt werden, um Konflikte zwischen Teilmodellen, die im Koordinationsmodell identifiziert wurden, oder Verstöße gegen geltende Normen und Richtlinien, z.B. Brandschutz, zu dokumentieren. Während der Ausführungsphase können im Rahmen des Mängelmanagements eines Projekts gegebenenfalls auftretende bauliche Mängel mithilfe der BCF-Objekte auf der Baustelle systematisch festgestellt, vermerkt und anschließend von den zugewiesenen Beteiligten nach- und ausgebessert werden. Der wesentliche Vorteil bei diesem modell- und prozessorientierten Vorgehen gegenüber der konventionellen Arbeitsweise ist, dass die Kommunikationsinformationen – ähnlich einer Heftnotiz – mit einem Modellelement, z.B. einem Raum- oder Bauteil, verknüpft werden können, obwohl diese nicht Teil des Modellinhalts sind. Auf diese Weise können die erstellten Mängel und deren beabsichtigte Bedeutung schneller erkannt und besser nachvollzogen werden.

Die entstehenden BCF-Informationen können zwischen den verschiedenen Projektbeteiligten ausgetauscht werden. Es bietet sich an, diese Informationen zentral und zugreifbar für alle Beteiligten in einem Common Data Environment zu speichern und zu verwalten.

10.3 Container für Leistungsverzeichnisse (DIN SPEC 91350)

DIN SPEC 91350 erlaubt die Verknüpfung über semantikfreie Metadaten in ein Bauwerksmodell im IFC-Datenformat mit Ausschreibungsdaten im Format des *Gemeinsamen Ausschusses Elektronik im Bauwesen* (GAEB). Der Container für Leistungsverzeichnisse (LV) ist eine praktische Umsetzung der Multimodellcontainer, die auch in anderen Anwendungen international genutzt und standardisiert werden. Die Anwendung der LV-Container stellt u.a. eine Erleichterung in Ausschreibe- und Vergabeprozessen dar, weil sie einen bidirektionalen Vergleich der ausgeschriebenen und aggregierten Positionen eines LV mit den korrespondierenden geometrischen Bauelementen des Bauwerksmodells zulässt. Somit wird eine vom Modell abgeleitete mengenbasierte Ausschreibung nachvollziehbar.

10.4 Green Building Extensible Markup Language

Das Schema der Green Building Extensible Markup Language (gbXML) stellt ein bereits etabliertes offenes Austauschformat dar, das zum Datenaustausch zwischen CAD-Programmen und Ener-

As a result, a single BCF object replaces the revision cloud used in traditional editing on 2D plans. For example, BCF objects can be used during the planning phase to document conflicts between partial models identified in the coordination model, or violations of applicable standards and regulations, such as fire safety for example. During the execution phase, any structural deficiencies can be systematically identified, noted and then corrected and remodeled by the assigned participants using the BCF objects on the construction site as part of project defect management. The key advantage of this model and process-oriented approach compared to the conventional method of operation is that the communicated information – similar to a sticky note – is linked with a model element, such as a room or component, although they are not part of the model content. In this way, the created defects and their intended meaning can be more quickly recognised and better understood.

The resulting BCF information can be exchanged between the various project participants. It makes sense to store and manage this information in a central location accessible to all involved in a common data environment.

10.3 Bill of quantities container (DIN SPEC 91350)

DIN SPEC 91350 makes it possible to link non-semantic metadata in a building model in the IFC data format with tender data in the *German Joint Committee for Electronics in Construction* (GAEB) format. The bill of quantities container is a practical implementation of the multimodel container, which has also found international use and standardisation in other applications. The application of bill of quantities containers also represents a simplification in the tendering and awarding processes, as it allows bidirectional comparison of the tendered and aggregated bill of quantity positions with the corresponding geometric building model elements. This facilitates tracing of quantity-based tendering derived from the model.

10.4 Green Building Extensible Markup Language

The Green Building Extensible Markup Language (gbXML) schema is an established open exchange format developed for the purpose of data exchange between CAD programs and energy simulation

giesimulationsprogrammen entwickelt worden ist. Das Format bildet geometrische Daten, Nutzungsprofile, Wetterdaten und einige weitere energierelevante Informationen ab. Es eignet sich jedoch nicht zur Abbildung von Komponenten der Gebäudetechnik.

10.5 Produktdatenaustausch in der technischen Gebäudeausrüstung

Für den Austausch von Daten zu den Komponenten in der technischen Gebäudeausrüstung (TGA) sollte das in VDI 3805/DIN ISO 16757-1 beschriebene Format verwendet werden. Hier werden die Daten einiger in der Haustechnik verwendeten Bauteile, z.B. aus der Heizungstechnik, mit physikalischen Informationen der Hersteller angereichert. Die Standardisierung der Produktinformationen erlaubt eine Einbindung in andere Formate, um so komplette Systeme mit ihren Eigenschaften übertragen zu können.

10.6 Datenstandard CityGML

Als offenes und herstellernertrales XML-basiertes Format für die Verwaltung und den Austausch virtueller 3-D-Stadtmodelle hat sich der Datenstandard CityGML etabliert. CityGML stellt eine Anwendung des weitverbreiteten und im Rahmen des Open Geospatial Consortiums (OGC) normalisierten Beschreibungsverfahrens GML (Geography Markup Language) für raumbezogene geografische Informationen dar. Der Standard bildet die Schnittstelle zu zahlreichen Fachapplikationen. CityGML erlaubt eine vereinheitlichte Abbildung urbaner Strukturen mittels thematisch klassifizierter Stadtobjekte und beschreibt neben Geometrie, Lage und Aussehen auch abgeleitete semantische Eigenschaften sowie räumlich-topologische Beziehungen. Darüber hinaus ermöglicht ein offener Standardisierungsmechanismus (die sogenannten Application Domain Extensions (ADE)) individuelle Erweiterungen des Modellschemas hinsichtlich dezidiert domänenspezifischer Belange, z.B. CAFM, Energie und Lärm. Des Weiteren ermöglicht der Standard die simultane Repräsentation des Abbildungsgegenstands in mehreren kohärenten, aufeinander aufbauenden Detaillierungsgraden, den sogenannten Levels of Detail (LoD).

10.7 Objektkatalog Straße

Der Objektkatalog Straße (OKSTRA) ist ein umfangreiches, herstellernertrales Datenaustauschformat für das Straßenwesen (Planung, Bau, Betrieb), basierend auf einem Objektmodell mit Attributen. Die Hauptanwendungsbereiche des OKSTRA sind Aufgaben in Betrieb, Verwaltung und Planung des Straßennetzes, z.B. Planung von

programs. The format is capable of representing geometric data, usage profiles, weather data and certain other information of relevance to energy use. However, it is not suitable for representing components of building services.

10.5 Product data exchange in building services

The format described in VDI 3805/DIN ISO 16757-1 is intended for use to exchange data on building services (BS) components. In this format, data from certain components used in building services, such as in heating for example, are enriched with physical information from the manufacturer. The standardisation of product information facilitates integration into other formats in order to be able to transfer complete systems with their properties.

10.6 CityGML data standard

The CityGML data standard has become established as an open and vendor-neutral XML-based format for the management and exchange of virtual 3D city models. CityGML is an application of the widely-used Geography Markup Language (GML) for spatial geographical information, standardised by the Open Geospatial Consortium (OGC). The standard forms the interface to numerous specialist applications. CityGML allows a standardised representation of urban structures through thematically classified city objects, and describes geometry, position and appearance, as well as derived semantic properties such as spatial-topological relations. In addition, an open standardisation mechanism, the so-called application domain extensions (ADE), allows customised extensions to the model schema relating to dedicated domain-specific requirements, such as CAFM, energy and noise, for example. The standard also enables the simultaneous representation of the represented object in several coherent levels of detail that build on one another, the so-called levels of detail (LoD).

10.7 Object catalogue for road and traffic networks

The object catalogue for road and traffic networks (OKSTRA) is a comprehensive vendor-neutral data exchange format for the road sector (planning, construction, operation), based on an object model with attributes. The primary fields of application for OKSTRA are tasks relating to the operation, management and planning of the road network,

Transport- und Sicherheitsszenarien. Der Entwurfsbereich und damit für den Datenaustausch relevante Teil ist nur ein kleiner Zusatz. Mit dem Austauschformat besteht ein Standard zur herstellerunabhängigen Datenweitergabe von vollständigen Entwurfsdaten einschließlich der zugrunde liegenden Bestandsdaten. So werden Anwender unterschiedlicher Software für den Straßenentwurf in die Lage versetzt, solche Daten auf einer fachlichen Ebene untereinander und mit den Auftraggebern auszutauschen, ohne dass proprietäre Datenformate genutzt werden müssen.

such as planning transport and safety scenarios, for example. The design aspect, which is relevant for data exchange, is only a small addition. The exchange format is a standard for vendor-neutral transfer of complete design data, including the underlying inventory data. This allows users of different road design software to exchange this type of data with one other and their clients on a technical level without the use of proprietary data formats.

Anhang A Beispiel – Modellierungsvorschriften für Architekturmodelle

A1 Modellelemente in LPH 1–2 (Vorplanung/Wettbewerb)

Die Modelle in den Leistungsphasen LPH 1–2/LOD 100 setzen sich aus den Elementen nach DIN 276, mindestens 2. Ebene, zusammen und werden als abstrahiertes Gesamtbauteil dargestellt.

Eine tiefere Aufteilung der Grobelemente erfolgt nur, wenn es aufgrund der benötigten Modellierungswerkzeuge erforderlich ist. Hierbei ist ebenfalls auf eine weitgehende Abstrahierung zu achten.

Städtebauliche Modelle in LPH 1–2/LOD 100 werden abstrahiert aus 3-D-Körperobjekten erstellt.

Über die baukonstruktiven Elemente hinaus beinhaltet das Modell in LPH 1–2/LOD 100 folgende ergänzende Elemente:

- Räume
- Flächen
- grafische Elemente

A2 Modellelemente in LPH 3–5

Die Modelle in LPH 3–5/LOD 200–350 setzen sich aus den Elementen nach DIN 276 (siehe Tabelle A1), mindestens 3. Ebene, zusammen und werden den Erfordernissen der LPH und den inhaltlichen Anforderungen entsprechend detailliert dargestellt. Ein Modell in LPH 3–5/LOD 200–350 besteht aus den in Tabelle A2 bis Tabelle A7 dargestellten baukonstruktiven Elementen.

Annex A Example – Modeling rules for architectural models

A1 Model elements in work phases WPH 1–2 (preliminary planning/ competition)

The models in work phases WPH 1–2/LOD 100 consist of elements as defined in DIN 276, at least second level, and are represented as an abstracted overall component.

The coarse elements are only divided further if the required modeling tools make this necessary. Pay attention to achieving an extensive level of abstraction here as well.

Urban models in WPH 1–2/LOD 100 are abstracted from 3D body objects.

Beyond the structural elements, the WPH 1–2/LOD 100 model contains the following supplementary elements:

- rooms
- surfaces
- graphic elements

A2 Model elements in work phases WPH 3–5

The models in WPH 3–5/LOD 200–350 consist of elements as defined in DIN 276 (see Table A1), at least third level, and are represented as the requirements of the WPH and content in a corresponding level of detail. A model in WPH 3–5/LOD 200–350 consists of the structural elements described in Table A2 to Table A7.

Tabelle A1. Zuordnung von Kostengruppen (DIN 276) zu Modellierungstiefen

Ordnungsnummer	Kostengruppe	Modellierungstiefe
320	Gründungen	alle Gründungen abstrahiert
324	Bodenplatten	alle Bodenplatten abstrahiert
330	Außenwände	alle Außenwände abstrahiert
333	Außenstützen	alle Außenstützen abstrahiert
334	Außentüren	alle Außentüren abstrahiert
334	Außenfenster	alle Außenfenster abstrahiert
340	Innenwände	alle Innenwände abstrahiert
343	Innenstützen	alle Innenstützen abstrahiert
344	Innentüren	alle Innentüren abstrahiert
344	Innenfenster	alle Innenfenster abstrahiert
350	Decken	alle Decken abstrahiert
351	Unterzüge	alle Unterzüge abstrahiert
351	Treppen	alle Treppen abstrahiert
351	Rampen	alle Rampen abstrahiert
360	Dächer	alle Dächer abstrahiert
362	Dachfenster	alle Dachfenster abstrahiert

Table A1. Assignment of cost categories (DIN 276) to modeling levels

Reference number	Cost category	Modeling depth
320	Foundations	abstracts all foundations
324	Floor slabs	abstracts all floor slabs
330	External walls	abstracts all external walls
333	External columns	abstracts all external columns
334	External doors	abstracts all external doors
334	External windows	abstracts all external windows
340	Internal walls	abstracts all internal walls
343	Internal columns	abstracts all internal columns
344	Internal doors	abstracts all internal doors
344	Internal windows	abstracts all internal windows
350	Slabs	abstracts all slabs
351	Joists	abstracts all joists
351	Stairs	abstracts all stairs
351	Ramps	abstracts all ramps
360	Roofs	abstracts all roofs
362	Rooflights	abstracts all rooflights

Tabelle A2. Kostengruppe 320 – Gründung

Ordnungsnummer	Kostengruppe	Modellierungstiefe
322	Flachgründungen	alle Rohgründungskonstruktionen
323	Tiefgründungen	alle Rohgründungskonstruktionen
324	Unterböden	alle Unterböden/Unterschichten
324	Bodenplatten	alle Rohbodenplatten

Tabelle A2. Kostengruppe 320 – Gründung (Fortsetzung)

Ordnungsnummer	Kostengruppe	Modellierungstiefe
325	Bodenbeläge	alle Bodenbeläge inklusive Schichten
326	Bauwerksabdichtung	alle Gründungsbekleidungen
327	Drainagen	alle Drainagen
329	Gründungen, Sonstiges	

Table A2. Cost category 320 – Foundations

Reference number	Cost category	Modeling depth
322	Shallow foundations	all structural foundation constructions
323	Deep foundations	all structural foundation constructions
324	Subsoils	all subsoils/underlayers
324	Floor slabs	all structural floor slabs
325	Floor coverings	all floor coverings including layers
326	Waterproofing	all foundation linings
327	Drainage	all drainage
329	Foundations, other items	

Tabelle A3. Kostengruppe 330 – Außenwände

Ordnungsnummer	Kostengruppe	Modellierungstiefe
331	Tragende Außenwände	alle Rohwandkonstruktionen
332	Nicht tragende Außenwände	alle Rohwandkonstruktionen
333	Außenstütze	alle Rohstützenkonstruktionen
334	Außentüren	alle Außentüren (exklusive Türen einer Systemwand)
334	Außenfenster	alle Außenfenster (exklusive Fenster einer Systemwand)
335	Außenwandbekleidungen, außen	alle Wandbekleidungen (inklusive Vorsatzschalen usw.), die mit der tragenden Wandkonstruktion verbunden sind und/oder nicht als eigene Wand zu betrachten sind
335	Außenstützenbekleidungen, außen	alle Stützenbekleidungen (inklusive Vorsatzschalen usw.), die mit der tragenden Stützenkonstruktion verbunden sind und/oder nicht als eigene Stütze zu betrachten sind
336	Außenwandbekleidungen, innen	alle Wand-/Stützenbekleidungen (inklusive Vorsatzschalen usw.), die mit der tragenden Wand-/Stützenkonstruktion verbunden sind und/oder nicht als eigene Wand/Stütze zu betrachten sind
337	Elementierte Außenwände	alle elementierten Wandkonstruktionen (inklusive Systemfenster und Systemtüren)
338	Sonnenschutz	alle Sonnenschutzelemente
339	Außenwände, Sonstiges	

Table A3. Cost category 330 – External walls

Reference number	Cost category	Modeling depth
331	Loadbearing external walls	all structural wall constructions
332	Non-loadbearing external walls	all structural wall constructions
333	External columns	all structural column constructions
334	External doors	all external doors (excluding system wall doors)
334	External windows	all external windows (excluding system wall windows)

Table A3. Cost category 330 – External walls (continued)

Reference number	Cost category	Modeling depth
335	External wall cladding, exterior	all wall claddings (including facing shells, etc.) connected to the load-bearing wall construction and/or not considered as a separate wall
335	External column cladding, exterior	all column claddings (including facing shells, etc.) connected to the loadbearing column construction and/or not considered as a separate column
336	External wall cladding, interior	all wall/column claddings (including facing shells, etc.) connected to the loadbearing wall/column construction and/or not considered as a separate wall/column
337	Prefabricated external walls	all prefabricated wall structures (including system windows and system doors)
338	Sun screens	all sun-screen elements
339	External walls, other items	

Tabelle A4. Kostengruppe 340 – Innenwände

Ordnungsnummer	Kostengruppe	Modellierungstiefe
341	Tragende Innenwände	alle Rohwandkonstruktionen
342	Nicht tragende Innenwände	alle Rohwandkonstruktionen
343	Innenstützen	alle Rohstützenkonstruktionen
344	Innentüren	alle Innentüren (exklusive Türen einer Systemwand)
344	Innenfenster	alle Innenfenster (exklusive Fenster einer Systemwand)
345	Innenwandbekleidungen	alle Wandbekleidungen (inklusive Vorsatzschalen usw.), die mit der Rohwandkonstruktion verbunden sind und/oder nicht als eigene Wand zu betrachten sind
345	Innenstützenbekleidung	alle Stützenbekleidungen (inklusive Vorsatzschalen usw.), die mit der Rohstützenkonstruktion verbunden sind und/oder nicht als eigene Stütze zu betrachten sind
346	Elementierte Innenwände	alle elementierten Wandkonstruktionen (inklusive Systemfenster und Systemtüren)
349	Innenwände, Sonstiges	

Table A4. Cost category 340 – Internal walls

Reference number	Cost category	Modeling depth
341	Loadbearing internal walls	all structural wall constructions
342	Non-loadbearing internal walls	all structural wall constructions
343	Internal columns	all structural column constructions
344	Internal doors	all internal doors (excluding system wall doors)
344	Internal windows	all internal windows (excluding system wall windows)
345	Internal wall linings	all wall linings (including facing shells, etc.) connected to the structural wall construction and/or not considered as a separate wall
345	Internal column linings	all column linings (including facing shells, etc.) connected to the structural column construction and/or not considered as a separate column
346	Prefabricated internal walls	all prefabricated wall structures (including system windows and system doors)
349	Internal walls, other items	

Tabelle A5. Kostengruppe 350 – Decken

Ordnungsnummer	Kostengruppe	Modellierungstiefe
351	Deckenkonstruktionen	alle Rohdeckenkonstruktionen
351	Unterzugkonstruktion	alle Rohunterzugkonstruktionen
351	Treppenkonstruktionen	alle RohTreppenkonstruktionen
351	Rampenkonstruktionen	alle Rohrampenkonstruktionen
352	Deckenbeläge	alle Deckenbeläge (inklusive Schichten)
352	Treppenbeläge	alle Treppenbeläge (inklusive Schichten)
352	Rampenbeläge	alle Rampenbeläge (inklusive Schichten)
353	Deckenbekleidungen	alle Deckenbekleidungen (inklusive Vorsatzschalen usw.), die mit der Rohdeckenkonstruktion verbunden sind und/oder nicht als eigene Decke zu betrachten sind
353	Unterzugbekleidung	alle Unterzugbekleidungen (inklusive Vorsatzschalen usw.), die mit der Rohunterzugkonstruktion verbunden sind und/oder nicht als eigener Unterzug zu betrachten sind
353	Treppenbekleidung	alle Treppenbekleidungen (inklusive Vorsatzschalen usw.), die mit der RohTreppenkonstruktion verbunden sind und/oder nicht als eigene Treppe zu betrachten sind
353	Rampenbekleidung	alle Rampenbekleidungen (inklusive Vorsatzschalen usw.), die mit der Rohrampenkonstruktion verbunden sind und/oder nicht als eigene Rampe zu betrachten sind
359	Decken, Sonstiges	
359	Geländer/Umwehrungen	alle Geländer/Umwehrungen

Table A5. Cost category 350 – Floors and ceilings

Reference number	Cost category	Modeling depth
351	Floor structures	all structural floor constructions
351	Joist structures	all structural joist constructions
351	Stair structures	all structural stair constructions
351	Ramp structures	all structural ramp constructions
352	Floor coverings	all floor coverings (including layers)
352	Stair coverings	all stair coverings (including layers)
352	Ramp coverings	all ramp coverings (including layers)
353	Ceiling linings	all ceiling linings (including facing shells, etc.) connected to the structural floor construction and/or not considered as a separate floor
353	Joist linings	all joist linings (including facing shells, etc.) connected to the structural joist construction and/or not considered as a separate joist
353	Stair linings	all stair linings (including facing shells, etc.) connected to the structural stair construction and/or not considered as a separate stair
353	Ramp linings	all ramp linings (including facing shells, etc.) connected to the structural ramp construction and/or not considered as a separate ramp
359	Floors and ceilings, other items	
359	Railings/protective devices	all railings/protective devices

Tabelle A6. Kostengruppe 360 – Dächer

Ordnungsnummer	Kostengruppe	Modellierungstiefe
361	Dachkonstruktionen	alle Rohdachkonstruktionen
362	Dachfenster, Dachöffnungen	alle Dachfenster/Dachöffnungen
363	Dachbeläge	alle Dachbeläge (inklusive Schichten)
364	Dachbekleidungen	alle Dachbekleidungen (inklusive Abhangdecken usw.), sofern sie nicht als eigene Decke zu betrachten sind
369	Dächer, Sonstiges	alle Geländer/Umwehrungen

Table A6. Cost category 360 – Roofs

Reference number	Cost category	Modeling depth
361	Roof structures	all structural roof constructions
362	Rooflights, roof openings	all rooflights/roof openings
363	Roof coverings	all roof coverings (including layers)
364	Roof linings	all roof linings (including suspended ceilings, etc.) not considered as a separate ceiling
369	Roofs, other items	all railings/protective devices

Tabelle A7. Kostengruppe 370 –baukonstruktive Einbauten

Ordnungsnummer	Kostengruppe	Modellierungstiefe
371	Allgemeine Einbauten	nach Erfordernis
372	Besondere Einbauten	nach Erfordernis
379	Baukonstruktive Einbauten, Sonstiges	nach Erfordernis

Table A7. Cost category 370 – Structural fittings

Reference number	Cost category	Modeling depth
371	General-purpose fitments	as required
372	Special-purpose fitments	as required
379	Structural fittings, other items	as required

A3 Weitere Elemente

Über die baukonstruktiven Elemente hinaus beinhaltet das Modell in LPH 3–5/LOD 200–LOD 350 folgende ergänzende Elemente:

- Räume
- Flächen
- grafische Elemente
- Körperobjekte: benachbarte Bestandsgebäude, städtebauliches Modell
- projektspezifische Modellelemente: nur in Ausnahme-/Einzelfällen nach Rücksprache mit dem zuständigen BIM-Koordinator

A3 Additional elements

Beyond the structural elements, the WPH 3–5/LOD 200–LOD 350 model contains the following supplementary elements:

- rooms
- surfaces
- graphic elements
- body objects: neighbouring existing buildings, urban planning model
- project-specific model elements: only in exceptional/individual cases after consultation with the responsible BIM coordinator

A4 Modellelemente

A4.1 Gründungen

Je nach Gründungstyp ist das spezifische Modellierungswerkzeug für Streifen-, Einzel- und Plattenfundamente zu verwenden und die Elemente sind zu klassifizieren. Bei Anwendung abweichender Modellierungswerkzeuge (z.B. Verwendung des Wandwerkzeugs zum Modellieren senkrechter Fundamentelemente bei Fundamentschächten) ist auf die korrekte IFC-Klassifizierung zu achten. Elemente mit statischer oder nicht statischer Funktion sind mit den entsprechenden Werkzeugen zu modellieren oder als solche zu kennzeichnen (z.B. nicht tragende Frostschürzen). Bodenplatten sind unterhalb derjenigen Ebene zu platzieren, auf die sie bezogen werden. Der Schichtenaufbau der Gründung ist entsprechend dem Anwendungsfall und dem Ausarbeitungsgrad zu modellieren. Bauwerks- oder Bauteilfugen sind zu berücksichtigen. Bodenplatten, die in Geschossdecken übergehen, sind getrennt voneinander als Bodenplatten und Geschossdecken zu modellieren. Auf die korrekte Volumenberechnung komplexer Geometrien oder sich überschneidender Elemente unterschiedlicher Fundamenttypen ist zu achten. Geometrien sind gegebenenfalls zu verbinden.

A4.2 Wände

Sofern nicht über das Modellierungswerkzeug vorgegeben, sind Wände gegliedert nach Lage und räumlicher Zuordnung (innen/außen) sowie statischer Funktion (tragend/nicht tragend) anzulegen. Gegebenenfalls sind auch Attributwerte wie Bestand, Neubau oder Abbruch zu pflegen, die dem Anwendungsfall entsprechen. Die entsprechend korrekte IFC-Klassifizierung ist zu beachten. Die Materialität ist dem Anwendungsfall und den LOD-Anforderungen entsprechend darzustellen und zu attribuieren. Der Schichtenaufbau ist je nach Anwendungsfall und LOD-Anforderung vorzunehmen. Bei mehrschichtigen Wänden ist auf die korrekte statische Zuweisung der inneren Kernwandschicht zu achten.

Folgende Konstruktionsvorgaben sind bei der Modellierung zu berücksichtigen:

- Durch Bauteile oder angrenzende Elemente durchlaufende Wände sind nicht zulässig.
- Wände mit unterschiedlichen Eigenschaften (z.B. Material, Tragverhalten) sind getrennt zu modellieren. Gegenfalls erforderliche Bauteilanschlüsse oder Fugen sind zu beachten.
- An Kreuzungspunkten sind Wände entsprechend der beabsichtigten Konstruktion, statischen Funktion, Materialität und Ausführung zu

A4 Model elements

A4.1 Foundations

Depending on the type of foundation, it is necessary to use the specific modeling tool for strip, individual and slab foundations and classify the elements. If different modeling tools are used (using the wall tool to model vertical foundation elements in foundation shafts, for example) ensure that the IFC classification is correct. Elements with structural or non-structural functions are to be modeled or marked as such using the corresponding tools (non-loadbearing ice walls, for example). Floor slabs are to be placed below the level on which they are referenced. The layer structure of the foundation is to be modeled according to the use case and the level of development. Structural or component joints must be taken into consideration. Floor slabs that pass into structural slabs are to be modeled separately as floor slabs and structural slabs. Pay attention to the correct volume calculation of complex geometries or overlapping elements of different foundation types. Connect geometries as necessary.

A4.2 Walls

If not specified by the modeling tool, walls should be classified according to position and spatial assignment (internal/external) as well as structural function (loadbearing/non-loadbearing). It may also be necessary to enter attribute values such as existing, new or demolition, according to the use case. Pay attention to the corresponding correct IFC classification. Represent and attribute the materiality according to the use case and LOD requirements. The layer structure must be made depending on the use case and LOD requirements. In the case of multi-layered walls, ensure correct structural assignment of the inner core wall layer.

The following design specifications must be considered during modeling:

- Walls passing through components or adjacent elements are not permitted.
- Walls with different properties (for example material, structural behaviour) are to be modeled separately. Any necessary component connections or joints must be considered.
- At intersections points, walls must be modeled according to the intended design, structural function, materiality and layout. In early plan-

modellieren. In frühen Planungsstadien kann die Wand mit der größeren geometrischen Abmessung durchlaufend modelliert werden.

- Wände sind an allen einbindenden Geschossdecken (auch Zwischenebenen) zu trennen.
- Die Basislinie einer Wand ist in Bezug zur tragenden Schicht zu wählen.

Abweichungen hiervon sind mit den Projektbeteiligten abzustimmen und zu dokumentieren.

A4.3 Stützen

Stützen sind analog zu Wänden anzulegen. Die Materialität ist dem Anwendungsfall und den LOD-Anforderungen entsprechend darzustellen und zu attribuieren. Bei mehrschichtigen Stützen ist auf die korrekte statische Zuweisung der inneren Kernstützenschicht zu achten.

Folgende Konstruktionsvorgaben sind bei der Modellierung zu berücksichtigen:

- Stützen sind, sofern ihre Konstruktion nichts Gegenteiliges erfordert, geschossweise/ebenenweise von Oberkante Rohdecke (OKRD) bis Unterkante Rohdecke (UKRD) zu modellieren.
- Ausnahmen sind Stützen, deren Fertigung geschossübergreifend erfolgt (z.B. Fertigteilstützen). Diese werden in ihren wahren Abmessungen modelliert.

Abweichungen hiervon sind mit den Projektbeteiligten abzustimmen und zu dokumentieren.

A4.4 Unterzüge, Balken, Träger, Sparren

Alle stabförmigen und tragenden Bauteile mit horizontaler oder geneigter Lage, die nicht Teil eines Fundaments sind, sind entsprechend ihrer beabsichtigten Konstruktion anzulegen.

Sofern nicht über das Modellierungswerkzeug vorgegeben, sind Unterzüge, Balken und Träger getrennt nach Konstruktion, Material und räumlicher Zuordnung (innen oder außen) zu differenzieren. Auf die korrekte IFC-Klassifizierung ist zu achten.

Die Materialität ist dem Anwendungsfall und den LOD-Anforderungen entsprechend darzustellen und zu attribuieren.

Der Schichtenaufbau eines Unterzugs, Balkens oder Trägers ist je nach Anwendungsfall und LOD-Anforderung vorzunehmen. Bei mehrschichtigen Unterzügen, Balken und Trägern ist auf die korrekte statische Zuweisung der inneren Trägerschicht zu achten.

In frühen Projektphasen bis LOD 200 können bekleidete Unterzüge, Balken oder Träger als monolithisches Element modelliert werden. In diesem Fall ist der beabsichtigte Aufbau des Trägerpakets de-

ning stages, the wall with the larger geometric dimensions can be modeled continuously.

- Walls are to be separated at all structural slabs (including intermediate levels).
- The baseline of a wall should be selected in relation to the bearing layer.

Deviations must be agreed with the project participants and documented.

A4.3 Columns

Columns are to be created in the same way as walls. Represent and attribute the materiality according to the use case and LOD requirements. In the case of multi-layered columns, ensure correct structural assignment of the inner core column layer.

The following design specifications must be considered during modeling:

- Unless their design requires otherwise, columns are to be modeled on each floor/level from the top (OKRD) to bottom (UKRD) edges of the structural slab.
- Exceptions are columns manufactured across floors (precast columns, for example). These are modeled according to their true dimensions.

Deviations must be agreed with the project participants and documented.

A4.4 Joists, girders, beams, rafters

All bar-shaped and loadbearing components with a horizontal or inclined position which are not part of a foundation are to be created according to their intended design.

If not specified by the modeling tool, joists, girders and beams are to be differentiated by their design, material and spatial assignment (internal or external). Pay attention to the correct IFC classification.

Represent and attribute the materiality according to the use case and LOD requirements.

The layer structure of a joist, girder or beam must be made depending on the use case and LOD requirements. In the case of multi-layered joists, girders or beams, ensure correct structural assignment of the inner support layer.

In early project phases up to LOD 200, lined joists, girders or beams can be modeled as a monolithic element. In this case, the intended structure of the support package should be described according to

skriptiv gemäß LoI-Anforderungen zu beschreiben. Wenn nicht anders vereinbart, sind Unterzüge, Balken und Träger sowie ihre Schichten ab LOD 200 separat zu modellieren.

Auflager sind entsprechend ihrer konstruktiven Erfordernisse auszubilden und je nach Anwendungsfall und LOD-Anforderungen darzustellen. Konstruktiv erforderliche Fugen sind auszubilden.

Folgende Konstruktionsvorgaben sind bei der Modellierung zu berücksichtigen:

- Unterzüge, Balken und Träger müssen der Konstruktionsebene zugewiesen sein, der auch die darüber liegende Decke oder das darüber liegende Dach zugewiesen ist.
- Je nach Element und beabsichtigter Konstruktionsweise ist die darüber liegende Deckenplatte oder Dachplatte statisch einzubeziehen. Die Elemente sind in diesem Fall zu verschneiden.
- Fertigteile sind mit ihren wahren Maßen und Abmessungen zu erstellen und zu positionieren.
- Unabhängig von der Konstruktionsart (z.B. Rippendecke) sind Decken-, Unterzug- oder Trägerelemente separat zu modellieren und zu klassifizieren (z.B. IfcSlab und IfcBeam). Gegebenenfalls sind die Elemente zu verschneiden.

A4.5 Decken

Decken sind horizontale oder geneigte Bauteile mit statischer Funktion innerhalb des Baukörpergefüges. Sie stellen keinen Baukörperabschluss dar. Im Fall eines Baukörperabschlusses ist das Werkzeug für Gründungen oder Dächer zu verwenden oder eine entsprechende Umtypisierung vorzunehmen. In diesem Fall ist auf die korrekte Klassifizierung zu achten.

Sofern nicht über das Modellierungswerkzeug vorgegeben, sind Decken getrennt nach Konstruktion und Material zu differenzieren. Decken sind entsprechend ihrer beabsichtigten Konstruktion anzulegen und mit dem auf die Konstruktionsweise abgestimmten Modellierungswerkzeug zu erstellen.

Auf die korrekte IFC-Klassifizierung ist zu achten.

In frühen Projektphasen bis LOD 200 können Decken als monolithisches Element modelliert werden. In diesem Fall ist der beabsichtigte Aufbau des Deckenpakets deskriptiv gemäß LoI-Anforderungen zu beschreiben.

Wenn nicht anders vereinbart, sind Deckenbekleidungen und Beläge sowie ihre Schichten ab LOD 200 separat zu modellieren. Die korrekte IFC-Klassifizierung der Elemente ist zu beachten.

Folgende Konstruktionsvorgaben sind bei der Modellierung zu berücksichtigen:

LoI requirements. Unless otherwise agreed, joists, girders and beams and their layers are to be modeled separately for LOD 200 and higher.

Structural supports are to be designed according to their design requirements and represented according to the use case and LOD requirements. Structurally required joints must be formed.

The following design specifications must be considered during modeling:

- Joists, girders and beams must be assigned to the construction level to which the overlying slab or roof is assigned.
- Depending on the element and intended construction method, the overlying structural slab or roof slab should be structurally integrated. In this case, the elements should blend.
- Finished parts must be created and positioned with their true measurements and dimensions.
- Regardless of the type of construction (ribbed slab, for example), slab, joist or beam elements must be modeled and classified separately (IfcSlab and IfcBeam, for example). If necessary, the elements should blend.

A4.5 Slabs

Slabs are horizontal or sloped components with a structural function within the building structure. They are non-enclosing elements of a building. In the case of a building enclosing element, the tool for foundations or roofs should be used, or the element type should be changed. In this case, ensure correct classification.

If not specified by the modeling tool, slabs are to be differentiated by their design and material. Slabs are to be created according to their intended design and modeled with the modeling tool appropriate to the construction method.

Pay attention to the correct IFC classification.

In early project phases up to LOD 200, slabs can be modeled as a monolithic element. In this case, the intended structure of the slab package should be described according to LoI requirements.

Unless otherwise agreed, slab linings and their layers are to be modeled separately for LOD 200 and higher. Pay attention to the correct IFC classification of the elements.

The following design specifications must be taken into account during modeling:

- Geschossdecken sind nach Konstruktion und Material zu gliedern.
 - Geschossdecken haben direkten räumlichen Bezug zu der Konstruktionsebene, der sie zugehörig sind (Ausnahme: Zwischenpodeste).
 - Geschossdecken sind an den Außenkanten der tragenden Wände auszurichten.
 - Überkragende Decken die Außenkante einer Außenwand, sind sie an der Außenkante der Außenwand zu trennen und als gesondertes Element darzustellen. Entsprechende Anschlusskonstruktionen und Fugen sind zu berücksichtigen.
 - Auskragende Decken innerhalb geschlossener Räume werden durchlaufend modelliert, sofern dies ihrer beabsichtigten Konstruktion entspricht.
 - Deckenversprünge sind entsprechend ihrer beabsichtigten Konstruktion zu modellieren. Bei Verwendung elementfremder Werkzeuge ist auf die korrekte IFC-Klassifizierung der Elemente zu achten.
 - Dicken- und Lageänderungen, Änderung der Spannrichtung usw. bedingen eigene Deckenelemente. Die Lage und Einbindung von Unterzügen ist entsprechend ihrer statischen Ausprägung zu berücksichtigen und abzubilden.
 - Unabhängig von der Konstruktionsart (z.B. Rippendecke) sind Decken-, Unterzug- oder Trägerelemente separat zu modellieren und zu klassifizieren (z.B. IfcSlab und IfcBeam). Gegebenenfalls sind die Elemente zu verschneiden.
- Floor slabs are to be classified according to design and material.
 - Floor slabs have a direct spatial relation to the construction levels to which they belong (exception: intermediate landings).
 - Floor slabs are to be aligned to the outer edges of the loadbearing walls.
 - Slabs which project beyond the outer edge of an external wall are to be separated at the outer edge of the external wall and represented as a separate element. Appropriate connecting designs and joints must be taken into consideration.
 - Overhanging slabs inside closed spaces are modeled continuously, assuming this conforms with their intended design.
 - Slab offsets are to be modeled according to their intended design. Pay attention to the correct IFC classification of the elements if using tools not native to the element.
 - Changes in thickness, position or tensioning direction, etc. require separate slab elements. Consider and represent the position and integration of joists according to their structural characteristics.
 - Regardless of the type of construction (ribbed slab, for example), slab, joist or beam elements must be modeled and classified separately (IfcSlab and IfcBeam, for example). If necessary, the elements should blend.

A4.6 Dächer

Dächer sind Baukörper abschließende Bauteile. Sie sind entsprechend ihrer Konstruktion auszubilden und mit dem auf die Konstruktionsweise abgestimmten Modellierungswerkzeug zu erstellen. Auf die korrekte IFC-Klassifizierung ist zu achten.

Dächer sind in ihren wahren Abmessungen zu modellieren. Dachversprünge, Dicken- oder Lageänderungen, Änderung der Spannrichtung usw. bedingen eigene Dach- oder Konstruktionselemente. Die Lage und Einbindung von Unterzügen ist entsprechend ihrer statischen Ausprägung zu berücksichtigen und abzubilden.

Auf eine sinnvolle Ebenenbeziehung der konstruktiven Dachelemente ist zu achten.

Je nach Lage in Bezug zur Dachkonstruktion ist die letzte obere horizontale Platte eines Objekts als Dach oder als Decke auszubilden.

Zur Unterscheidung bei Flachdächern gilt:

- Befindet sich oberhalb des letzten horizontalen Plattenelements ein Raum, der nicht konstru-

A4.6 Roofs

Roofs are building enclosing components. They are to be shaped according to their design and modeled with the modeling tool appropriate to the construction method. Pay attention to the correct IFC classification.

Roofs are to be modeled in their true dimensions. Roof offsets, changes in thickness or position, tensioning direction, etc. require separate roof or design elements. Consider and represent the position and integration of joists according to their structural characteristics.

Ensure that the structural roof elements are meaningfully related to layers.

Depending on the position in relation to the roof design, the last upper horizontal plate of an object should be designed as a roof or slab.

The following applies to differentiate flat roofs:

- If there is a space above the last horizontal plate element that is not required by the design, then

tionsbedingt ist, handelt es sich um eine Decke. Die Modellelemente sind mit IfcSlab zu klassifizieren.

- Befindet sich oberhalb der Plattenfläche kein Raum oder ein aufgrund der Konstruktion erforderlicher Raum (z.B. bedingt durch eine Aufständering), handelt es sich um eine Dachfläche. Die Modellelemente sind mit IfcRoof zu klassifizieren.
- Bei Vorkommen beider Situationen (z.B. Staffelgeschoss mit umlaufender Dachterrasse) sind die Grundsätze gleichermaßen anzuwenden und die Decken- oder Dachkonstruktion mit unterschiedlichen Modellierungswerkzeugen geometrisch getrennt zu erstellen (siehe Anhang A4.5).

A4.7 Beläge

Beläge umfassen alle oberhalb einer Sohlplatte, Decke oder Dachkonstruktion befindlichen Elemente, die sich im direkten konstruktiven Bezug zu diesen befinden.

Sofern Beläge nicht mit einem eigenständigen Werkzeug erstellt werden können, können sie mit dem Deckenwerkzeug oder einem Werkzeug erstellt werden, das der beabsichtigten Konstruktion entspricht (z.B. Wandwerkzeug bei vertikalen Belagsteilen). In diesem Fall ist neben der korrekten IFC-Klassifizierung auf die korrekte statische Funktion (nicht tragend) der Belagselemente zu achten.

Beläge sind bis LOD 200 nicht separat darzustellen, sondern bilden zusammen mit der Decke und gegebenenfalls der Deckenbekleidung ein monolithisches Element. Planungsbedingte Ausnahmen, z.B. bei einem aufgeständerten Bodenbelag in Technikräumen, sind möglich. Ab LOD 200 sind Beläge mit ihren Schichten als eigenständige Elemente mit entsprechender geometrischer Ausprägung zu modellieren. Die LOD-Vorgaben sind zu beachten.

Abhängig vom Anwendungsfall und LOD sind alle Fußbodenaufbauschichten und Unterkonstruktionen zu modellieren. Ausnahme hiervon bilden z.B. Folien, Trenn- und Abdichtungsschichten sowie Anstriche. Diese Schichten sind im 3-D-Modell dem Belag deskriptiv als Attribut hinzuzufügen. Ihre Massen, Mengen usw. müssen sich aus den Abmessungen des Belags oder der angrenzenden Modellelemente ermitteln lassen (z.B. Randtrennstreifen aus Wandlängen der angrenzenden Wände). Für Detailplandarstellungen sind diese nicht modellierten Schichten als 2-D-Grafik auf den Planvorlagen zu ergänzen.

Der LOD und speziell der LoG der Beläge ist sinnvoll zu wählen. Kriterien hierzu sind: Modellgröße,

this is a slab. The model elements are to be classified as IfcSlab.

- If there is no space or space required by the design (due to supports, for example) above the plate surface, this is a roof surface. The model elements are to be classified as IfcRoof.
- If both situations occur (for example a staggered floor with surrounding roof terrace), then both principles should be applied equally and the slab or roof design should be geometrically separated using different modeling tools (see Annex A4.5).

A4.7 Coverings

Coverings comprise all elements above and standing in direct structural relationship to a sole plate, slab or roof structure.

If coverings cannot be created using a separate tool, they can be created using the slab tool or a tool corresponding to the intended design (for example the wall tool for vertical covering components). In this case, in addition to the correct IFC classification, attention must be paid to the correct structural function (non-loadbearing) of the covering elements.

Coverings are not to be shown separately up to LOD 200, but together with the slab and, if necessary, the slab covering to form a monolithic element. Exceptions required for planning purposes, for example raised floor coverings in technical equipment rooms, are possible. For LOD 200 and higher, coverings are to be modeled with their layers as independent elements and corresponding geometric characteristics. Observe the LOD requirements.

Depending on the use case and LOD, it is necessary to model all built-up floor layers and substructures. Examples of exceptions include films, separating and insulating layers and paints. These layers are should be added to the 3D model of the covering as descriptive attributes. It must be possible to determine their masses, quantities, etc., based on the dimensions of the covering or the adjacent model elements (for example edge dividing strips from the wall lengths of the adjacent walls). For detail plans, such unmodeled layers should be added to the plan templates as 2D graphics.

The LOD and in particular the LoG of the coverings must be selected meaningfully. Criteria for

Modellierungsaufwand, Kleinteiligkeit sowie die BIM-Ziele des Auftraggebers.

Auf die korrekte Zuordnung der Konstruktionsebenen ist zu achten. Konstruktive Fugen, Belagsaufteilungen usw. sind zu berücksichtigen.

A4.8 Bekleidungen

Bekleidungen stellen die unteren oder seitlichen Schichten von Konstruktionselementen, z.B. Decken, Dächern, Wänden, Stützen, Unterzügen, dar und sind diesen inhaltlich zugeordnet. Bekleidungen können einen direkten konstruktiven Bezug zu den Konstruktionselementen besitzen (z.B. Putz oder Abhangdecke) oder als eigenständiges Element diesen zugeordnet sein (z.B. freispannende Abhangdecke).

Sofern Bekleidungen nicht mit einem eigenständigen Werkzeug erstellt werden können, können sie mit einem Werkzeug erstellt werden, das der beabsichtigten Konstruktion entspricht (z.B. Wandwerkzeug bei vertikalen Bekleidungsanteilen). In diesem Fall ist neben der korrekten IFC-Klassifizierung auf die korrekte statische Funktion (nicht tragend) der Bekleidungsanteile zu achten.

Bekleidungen sind bis LOD 200 nicht separat darzustellen, sondern bilden zusammen mit der Decke und gegebenenfalls dem Deckenbelag ein monolithisches Element. Planungsbedingte Ausnahmen, z.B. eine tief abgehängte Abhangdecke, sind möglich. Ab LOD 200 sind Bekleidungen mit ihren Schichten als eigenständige Elemente mit entsprechender geometrischer Ausprägung zu modellieren. Die LOD-Vorgaben sind zu beachten.

Abhängig vom Anwendungsfall und LOD sind alle Deckenbekleidungsanteile und Unterkonstruktionen zu modellieren. Ausnahme hiervon bilden z.B. Folien, Trenn- und Abdichtungsschichten sowie Anstriche. Diese Schichten sind im 3-D-Modell der Bekleidung deskriptiv als Attribut hinzuzufügen. Ihre Massen, Mengen usw. müssen sich aus den Abmessungen der Bekleidung oder der angrenzenden Modellelemente ermitteln lassen. Für Detailplandarstellungen sind diese, nicht modellierten Schichten, als 2-D-Grafik auf den Planvorlagen zu ergänzen.

Der LOD und speziell der LoG der Bekleidungen ist sinnvoll zu wählen. Kriterien hierzu sind: Modellgröße, Modellierungsaufwand, Kleinteiligkeit sowie die BIM-Ziele des Auftraggebers.

Auf die korrekte Zuordnung der Konstruktionsebenen ist zu achten. Konstruktive Fugen, Feldaufteilungen usw. sind zu berücksichtigen.

this include the modeling size, modeling effort, attention to detail and the client's BIM objectives.

Pay attention to the correct assignment of the construction levels. Structural joints, covering divisions, etc. must be taken into account.

A4.8 Linings

Linings represent the lower or side layers of structural elements, for example slabs, roofs, walls, columns or joists, and are assigned to this content. Linings may have a direct structural relationship to the structural elements (for example plaster or suspended ceilings) or be assigned to them as an independent element (for example free-hanging suspended ceilings).

If linings cannot be created using a separate tool, they can be created using a tool corresponding to the intended design (for example the wall tool for vertical lining components). In this case, in addition to the correct IFC classification, attention must be paid to the correct structural function (non-loadbearing) of the lining elements.

Linings are not to be shown separately up to LOD 200, but together with the slab and, if necessary, the slab lining to form a monolithic element. Exceptions required for planning purposes, for example a low-hanging suspended ceiling, are possible. For LOD 200 and higher, linings are to be modeled with their layers as independent elements and corresponding geometric characteristics. Observe the LOD requirements.

Depending on the use case and LOD, it is necessary to model all slab lining layers and substructures. Examples of exceptions include films, separating and insulating layers and paints. These layers should be added to the 3D model of the lining as descriptive attributes. It must be possible to determine their masses, quantities, etc., based on the dimensions of the lining or the adjacent model elements. For detail plans, such unmodeled layers should be added to the plan templates as 2D graphics.

The LOD and in particular the LoG of the linings must be selected meaningfully. Criteria for this include the modeling size, modeling effort, attention to detail and the client's BIM objectives.

Pay attention to the correct assignment of the construction levels. Structural joints, field divisions, etc. must be considered.

A4.9 Treppen

Die Wahl des korrekten Modellierungswerkzeugs ist abhängig vom gewünschten Treppentyp und der Treppenkonstruktion. In Fällen, in denen kein entsprechendes Treppenwerkzeug genutzt werden kann, können Treppen durch Verwendung anderer Modellierungswerkzeuge erstellt werden. Die Vorgehensweise ist mit den Planungsbeteiligten abzustimmen und zu dokumentieren. Auf die korrekte IFC-Klassifizierung ist zu achten (IfcStair). Treppen und Treppenhäuser sind konstruktionsebenenweise zu gliedern.

Unabhängig von der Zuordnung durch das Modellierungswerkzeug gehören Deckenpodeste und Zwischenpodeste zu den Decken und sind als solche zu modellieren. Ausnahmen hiervon bilden Fertigteiltreppen, bei denen Treppenlauf und Treppenpodest eine konstruktive Einheit bilden. Auf die richtige Ebenenzuordnung und korrekte IFC-Klassifizierung ist zu achten.

Geländer können über das Treppenwerkzeug erstellt werden, sofern die Modellierungssoftware dies zulässt. In diesem Fall ist auf die korrekte IFC-Klassifizierung der Geländer zu achten. Geländer sind der Ebene zuzuordnen, der das Bauteil zugeordnet ist, mit dem sie konstruktiv verbunden sind.

Abhängig vom Anwendungsfall und vom LOD sind alle Treppenbelags- und Bekleidungsschichten und Unterkonstruktionen zu modellieren. Ausnahme hiervon bilden z.B. Folien, Trenn- und Abdichtungsschichten sowie Anstriche. Diese Schichten sind im 3-D-Modell der Bekleidung deskriptiv als Attribut hinzuzufügen. Ihre Massen, Mengen usw. müssen sich aus den Abmessungen der Bekleidung oder der angrenzenden Modellelemente ermitteln lassen. Für Detailplandarstellungen sind diese nicht modellierten Schichten als 2-D-Grafik auf den Planvorlagen zu ergänzen.

Der LOD und speziell der LoG der Bekleidungen und Beläge ist sinnvoll zu wählen. Kriterien hierzu sind Modellgröße, Modellierungsaufwand, Kleinteiligkeit sowie die BIM-Ziele des Auftraggebers.

Auf die korrekte Zuordnung der Konstruktionsebenen ist zu achten. Konstruktive Fugen, Feldaufteilungen usw. sind zu berücksichtigen.

A4.10 Fassaden

Je nach beabsichtigter Konstruktion können Fassaden sowohl zu den Wänden (z.B. Vorhangfassade) oder den Wandbekleidungen (Mauerwerkvorsatzschale) zugeordnet werden. Das entsprechende Modellierungswerkzeug ist zu verwenden. Die statische Funktion ist nicht tragend. Auf die korrekte Lagezuordnung (innen oder außen) ist zu achten.

A4.9 Stairs

The choice of the correct modeling tool depends on the desired type and design of the stairs. In cases where no corresponding stair tool can be used, stairs can be created using other modeling tools. The procedure must be coordinated with the planning participants and properly documented. Pay attention to the correct IFC classification (IfcStair). Stairs and stairwells must be organised into construction levels.

Regardless of the assignment by the modeling tool, slab landings and intermediate landings form a part of the slabs and should be modeled as such. Exceptions to this are prefabricated staircases, where the stairs and landing are a single structural unit. Pay attention to the correct level assignment and IFC classification.

Railings can be created using the stairs tool, if permitted by the modeling software. In this case, ensure correct IFC classification of the railings. Railings are to be assigned to the level to which the component with which they are structurally connected is assigned.

Depending on the use case and LOD, it is necessary to model all stair covering and lining layers and substructures. Examples of exceptions include films, separating and insulating layers and paints. These layers are to be added to the 3D model of the lining as descriptive attributes. It must be possible to determine their masses, quantities, etc., based on the dimensions of the lining or the adjacent model elements. For detail plans, such unmodeled layers should be added to the plan templates as 2D graphics.

The LOD and in particular the LoG of the linings and coverings must be selected meaningfully. Criteria for this include the modeling size, modeling effort, attention to detail and the client's BIM objectives.

Pay attention to the correct assignment of the construction levels. Structural joints, field divisions, etc. must be taken into account.

A4.10 Facades

Depending on the intended design, facades can be assigned to both the walls (curtain walls, for example) or the wall linings (masonry facing shell). The appropriate modeling tool should be used. The structural function is not loadbearing. Pay attention to the correct position assignment (interior or exterior).

In Fällen, in denen kein entsprechendes Fassadenwerkzeug genutzt werden kann, können Fassaden durch Verwendung anderer Modellierungswerkzeuge erstellt werden. Die Vorgehensweise ist mit den Planungsbeteiligten abzustimmen und zu dokumentieren. Auf die korrekte IFC-Klassifizierung ist zu achten.

Die LOD-bezogene Darstellung von Fassaden kann je nach Fassadentyp, Konstruktionsart und Material variieren:

- Fassaden, die eine Bekleidung einer tragenden Wand darstellen, können bis LOD 200 abstrahiert als monolithisches Element dargestellt werden. Ab LOD 200 ist die Fassade als Bekleidungsschicht separat darzustellen.
- Fassaden, die eine konstruktiv eigenständige Schicht darstellen (z.B. Vorhangfassaden), sind bereits in LOD 100 als eigenes Bauteil darzustellen. Auf einen dem LOD entsprechenden Ausarbeitungsgrad ist zu achten.

Abhängig vom Anwendungsfall und vom LOD sind alle Schichten, Unterkonstruktionen und konstruktiven Anschlüsse gemäß den LOD-Anforderungen zu modellieren. Alle erforderlichen konstruktiven Fugen, Feldaufteilungen usw. sind zu berücksichtigen. Ausnahme hiervon bilden Folien, Trenn- und Abdichtungsschichten sowie Anstriche usw. Diese Schichten sind im 3-D-Modell der Fassade deskriptiv als Attribut hinzuzufügen. Ihre Massen, Mengen usw. müssen sich aus den Abmessungen der Bekleidung oder der angrenzenden Modellelemente ermitteln lassen. Für Detailplandarstellungen sind diese nicht modellierten Schichten als 2-D-Grafik auf den Planvorlagen zu ergänzen.

A4.11 Fenster

Fenster sind einem Wandbauteil zugeordnet und bilden zusammen mit den zugehörigen Öffnungselementen eine Einheit. Fenster und Öffnung dürfen die Wand an den Rändern nicht schneiden oder überlappen. Sollte das gestalterisch erforderlich sein, muss die Wand dementsprechend erweitert werden, sodass Fenster und Öffnung vollständig von der Wand umfasst werden. Ein Versetzen des Fensters aus der Wandebene heraus nach innen oder außen ist unproblematisch.

Fenster sind mit dem entsprechenden Modellierungswerkzeug zu erstellen oder entsprechend zu klassifizieren (IfcWindow).

Fenster innerhalb einer Systemfassade (z.B. Pfosten-Riegel-Fassade) sind Teil dieser Fassade und mit dem Fassadenwerkzeug zu erstellen und entsprechend zu klassifizieren (IfcCurtainWall).

In cases where no corresponding facade tool can be used, facades can be created using other modeling tools. The procedure must be coordinated with the planning participants and properly documented. Pay attention to the correct IFC classification.

The representation of facades with reference to the LOD may vary depending on the facade type, type of construction and material:

- Facades which represent a lining of a loadbearing wall can be abstracted as a monolithic element up to LOD 200. For LOD 200 and higher, the facade is to be represented separately as a lining layer.
- Facades which represent a structurally independent layer (curtain walls, for example) are to be represented as separate components already in LOD 100. Observe the LOD requirements.

Depending on the use case and LOD, it is necessary to model all layers, substructures and structural connections according to the LOD requirements. All necessary structural joints, field divisions, etc. must be considered. Examples of exceptions include films, separating and insulating layers and paints, etc. These layers are should be added to the 3D model of the facade as descriptive attributes. It must be possible to determine their masses, quantities, etc., based on the dimensions of the lining or the adjacent model elements. For detail plans, such unmodeled layers should be added to the plan templates as 2D graphics.

A4.11 Windows

Windows are assigned to a wall component and form a unit together with the associated opening elements. The window and opening must not cut or overlap with the wall at the edges. If this is necessary for design reasons, the wall must be extended accordingly so that the window and the opening are completely enclosed by the wall. It is not a problem to move the window inwards or outwards from the wall layer.

Windows are to be created using the appropriate modeling tool or classified accordingly (IfcWindow).

Windows within a facade system (mullion-transom system facade, for example) are a part of this facade and must be created using the facade tool and classified accordingly (IfcCurtainWall).

Je nach Anwendungsfall und LOD werden Fenster abstrahiert oder mit korrekten Abmessungen, Positionen und Aufschlagsrichtungen modelliert. Auf die korrekte Lagebezeichnung (innen oder außen) ist zu achten.

LoI-Anforderungen sind dem Fenster deskriptiv zuzuordnen. Fensterelemente müssen alle vereinbarten Attribute beinhalten. Sollte dies aufgrund der möglichen Vielzahl von Attributen nicht direkt im Element möglich sein, können die Attribute des Fensters in einer separaten Datenbank vorgehalten werden.

A4.12 Türen

Türen sind Elemente, die zusammen mit ihrem Öffnungselement einer Wand zugehörig sind und diese nicht überragen dürfen. Türen sind mit dem entsprechenden Modellierungswerkzeug zu erstellen oder entsprechend zu klassifizieren (IfcDoor).

Türen innerhalb einer Systemfassade (z.B. Fassadentür) sind Teil dieser Fassade und mit dem Fassadenwerkzeug zu erstellen. Auf die korrekte Klassifizierung der Tür als solche ist zu achten.

Je nach Anwendungsfall und LOD werden Türen abstrahiert oder mit korrekten Abmessungen, Positionen und Aufschlagsrichtungen modelliert. Auf die korrekte Lagebezeichnung (innen und außen) ist zu achten.

LoI-Anforderungen sind der Tür deskriptiv zuzuordnen. Türelemente müssen alle vereinbarten Attribute beinhalten. Sollte dies aufgrund der möglichen Vielzahl von Attributen nicht direkt im Element möglich sein, können die Attribute der Tür in einer separaten Datenbank vorgehalten werden.

A4.13 Geländer

Geländer sind Umwehrungen, die der Sicherung von Personen gegen Absturz dienen. Geländer können aus verschiedenen Materialien und in unterschiedlichen Konstruktionsweisen erstellt werden. Die Wahl des Modellierungswerkzeugs hat die Konstruktion und Materialität zu berücksichtigen. Auf die korrekte IFC-Klassifizierung entsprechend dem Zweck und der Konstruktion ist zu achten (IfcRailing).

Geländer sind der Konstruktionsebene zuzuordnen, der das Bauteil zugeordnet ist, mit dem sie konstruktiv verbunden sind.

Abhängig vom Anwendungsfall und vom LOD sind alle Schichten und Unterkonstruktionen zu modellieren.

Ausnahme hiervon bilden z.B. Folien, Trenn- und Abdichtungsschichten sowie Anstriche. Diese Schichten sind im 3-D-Modellje nach Bedarf deskriptiv als Attribut hinzuzufügen. Ihre Massen,

Depending on the use case and LOD, windows must be abstracted or modeled with correct dimensions, positions and incident directions. Pay attention to the correct position designation (interior or exterior).

LoI requirements must be assigned to the window as descriptive attributes. Window elements must contain all agreed attributes. If this is not possible in the element directly due to the large number of attributes, the window attributes can be stored in a separate database.

A4.12 Doors

Doors are elements that are associated with their opening element in a wall and may not protrude beyond this element. Doors are to be created using the appropriate modeling tool or classified accordingly (IfcDoor).

Doors within a facade system (facade door, for example) are a part of this facade and must be created using the facade tool. Pay attention to the correct classification of the door as such.

Depending on the use case and LOD, doors must be abstracted or modeled with correct dimensions, positions and incident directions. Pay attention to the correct position designation (interior and exterior).

LoI requirements must be assigned to the door as descriptive attributes. Door elements must contain all agreed attributes. If this is not possible in the element directly due to the large number of attributes, the door attributes can be stored in a separate database.

A4.13 Railings

Railings are protective devices used to protect people against falling. Railings can be made from a range of materials and construction methods. The choice of modeling tool should reflect the design and materiality. Pay attention to the correct IFC classification according to the purpose and design (IfcRailing).

Railings are to be assigned to the construction level to which the component, with which they are structurally connected, is assigned.

Depending on the use case and LOD, it is necessary to model all layers and substructures.

Examples of exceptions include films, separating and insulating layers and paints. These layers are should be added to the 3D model as necessary as descriptive attributes. It must be possible to deter-

Mengen usw. müssen sich aus den Abmessungen des Geländers oder der angrenzenden Modellelemente ermitteln lassen. Für Detailplandarstellungen sind diese nicht modellierten Schichten als 2-D-Grafik auf den Planvorlagen zu ergänzen.

Der LOD und speziell der LoG des Geländers ist sinnvoll zu wählen. Kriterien hierzu sind Modellgröße, Modellierungsaufwand, Kleinteiligkeit sowie die BIM-Ziele des Auftraggebers.

Auf die korrekte Zuordnung der Konstruktionsebenen ist zu achten. Konstruktive Fugen, Feldaufteilungen usw. sind zu berücksichtigen.

A4.14 Durchbrüche

Durchbrüche werden (zur Ermittlung korrekter Ausschreibungsmengen und -massen sowie zur verbindlichen Abstimmung mit dem TWP-Modell) als eigene Öffnungselemente in das Fachmodell Architektur übernommen. Im planerischen Abstimmungsprozess können sie als Öffnungselemente oder als Störkörpergeometrien erzeugt werden, anhand denen Schlitze und Durchbrüche in den Bauwerksmodellen erstellt werden. Bei Planungsbeginn ist die Bezeichnung der Durchbrüche (siehe Tabelle A8) mit allen Planungsbeteiligten abzustimmen und zu dokumentieren.

A4.15 Fugen

Fugen zwischen Bauteilen, Auflager und Betonierabschnitte sind je nach BIM-Anwendung und formulierten Anforderungen der Fachplaner in der entsprechenden Leistungsphase explizit zu modellieren. Dies gilt insbesondere für TWP-Modelle mit Fertigelementen, die mit dem Architekturmodell abgeglichen werden.

A4.16 Räume

Räume werden entsprechend der Klassifikation oder Nutzungsart modelliert. Prinzipiell wird der Raum durch die ihn umschließenden Bauteile begrenzt und muss an diesen anliegen. Rauntrennungen ohne physikalische Umgrenzung können aus verschiedenen Gründen notwendig sein und erfahren eine Sonderbehandlung bei der Qualitätsprüfung. Die Benennung der Räume sollte in eindeutiger, sinnvoller und konsistenter Weise erfolgen.

A5 Attributierung von Modellelementen

Die Attributanforderungen (LoI) sind zu Projektbeginn auf den jeweiligen Anwendungsfall und Zweck der Modelle und der beabsichtigten Nutzung der Attribute abzustimmen.

Die Attributbezeichnungen und Attributwerte müssen eindeutig und für Nachfolgeprozesse nutzbar sein. Alle Bezeichnungen, Werte und Einheiten

mine their masses, quantities, etc., based on the dimensions of the railing or the adjacent model elements. For detail plans, such unmodeled layers should be added to the plan templates as 2D graphics.

The LOD and in particular the LoG of the railings must be selected meaningfully. Criteria for this include the modeling size, modeling effort, attention to detail and the client's BIM objectives.

Pay attention to the correct assignment of the construction levels. Structural joints, field divisions, etc. must be considered.

A4.14 Breakthroughs

Breakthroughs are transferred (in order to determine correct bills of quantity and materials for tender, and for binding coordination with the structural model) as separate opening elements to the architectural discipline model. In the planning coordination process, they can be created as opening elements or obstruction geometries, which are then used to create slots and breakthroughs in the building models. When planning begins, the breakthrough designations (see Table A8) must be agreed and documented with all planning participants.

A4.15 Joints

Joints between components, supports and concreting sections must be modelled explicitly in the corresponding work phase depending on the BIM use case and the requirements formulated by the specialist planner. This is especially true for structural models with prefabricated elements compared against the architectural model.

A4.16 Rooms

Rooms are modelled according to the classification or type of use. In principle, the room is enclosed by its surrounding components and must fit against these. Room separations without physical boundaries may be necessary for various reasons and receive special treatment during quality validation. Rooms should be named in a unambiguous, meaningful and consistent manner.

A5 Model-element attributes

The attribute requirements (LoI) are to be agreed at the beginning of the project according to the respective use case, the purpose of the models and the intended use of the attributes.

The attribute names and values must be unambiguous and usable for further processes. All names, values and units must be defined before the project

sind vor Projektbeginn festzulegen und auf ihre Nutzbarkeit und Auswertbarkeit in Nachfolgeprozessen zu prüfen.

Bei der Attributierung der Modellelemente sind Redundanzen in Eingabe und Vorhaltung zwingend zu vermeiden. Sofern möglich, sind alle Attribute im Modell anzulegen, über dieses einzupflegen und im Modell vorzuhalten.

Bei der Attributierung sollte man sich auf einen Standard einigen. Falls keine passenden Standards existieren, sollte durch eine Abstimmung der Planungsbeteiligten eine projektspezifische Regelung festgelegt und dokumentiert werden. Es muss ein Attribut für die Repräsentation eines Klassifikationsschlüssels gemäß eines nationalen oder internationalen Klassifikationsschemas vorgesehen werden.

Sofern vertraglich keine abweichenden Regelungen zur Attributierung der Modellelemente vereinbart wurden, erfolgt die Attributierung der Modellelemente grundsätzlich nach dem Planungsfortschritt und entsprechend den Anforderungen an die LODs.

Tabelle A8. Bezeichnung der Durchbrüche (je nach Möglichkeit der verwendeten TGA-Software per lfcName oder lfcDescription)

Bauteil	Öffnungsart	Bezeichnung
---	Rohrhülse	RH
Decke	Aussparung	DA
Decke	Durchbruch	DD
Decke	Schlitz	DS
Fußboden/Sohle	Aussparung	FA
Fußboden/Sohle	Durchbruch	FD
Fußboden/Sohle	Schlitz	FS
Unterzug	Durchbruch	DU
Wand	Aussparung/Nische	WA
Wand	Durchbruch	WD
Wand	Schlitz	WS
---	Kernbohrung	KB

Die Attributierungsanforderungen je LoI stellen die Mindestanforderungen dar. Eine tiefergehende Attributierung sowie die Überarbeitung oder Veränderung der Elementattribute ist jederzeit möglich.

Zu den Datenübergabepunkten müssen alle Attribute der Bauwerkmodelle validiert sein. Standardeinstellungen der CAD-Systeme sind grundsätzlich zu überprüfen.

A6 Bezeichnung der Elemente

Eindeutige Bezeichnungen der Bauteile sind unabhängig von ihrer Klassifikation wichtig für den Datenaustausch und für die nachfolgenden Prozesse

begins and checked to ensure they can be used and evaluated in further processes.

It is imperative to avoid redundancies when entering and maintaining model-element attributes. If possible, all attributes should be created in the model, entered via this model and maintained in the model.

Agreement should be reached on a standard for attributes. If no suitable standards exist, a project-specific rule should be defined and documented through coordination amongst planning participants. An attribute must exist to represent a classification key according to a national or international classification scheme.

If no deviating rules for model-element attributes were agreed by contract, model-element attributes should generally be developed based on planning progress and according to LOD requirements.

Table A8. Breakthrough designations (per lfcName or lfcDescription, depending on options in the BS software in use)

Component	Opening type	Abbreviation
---	tube sleeve	TS
Slab	recess	SR
Slab	breakthrough	SB
Slab	slot	SS
Floor/sole	recess	FR
Floor/sole	breakthrough	FB
Floor/sole	slot	FS
Joist	breakthrough	JB
Wall	recess/niche	WR
Wall	breakthrough	WB
Wall	slot	WS
---	core drilling	CD

The attribute requirements for each LoI represent the minimum requirements. It is possible to add more in-depth attributes and revise or modify element attributes at any time.

All building model attributes must be validated at the data transfer points. Default settings for the CAD systems must always be checked.

A6 Element designations

Independent of their classification, unambiguous component designations are important for data exchange and further processes, such as tendering

Normen-Download-Beuth-VFA-Interliff-e.-V.-KdNr.:6363432-ID:91UYF4TTTE0H023QCDEPIEM.3-2022-08-19 12:48:42

se, z.B. Ausschreibung und Bauausführung. Die eindeutige Identifikation eines Bauteils kann über die Bezeichnung GUID unabhängig nachvollzogen werden. Beispiele hierfür sind das projektspezifische Anlagenkennzeichnungssystem (AKS), Betriebsmittelkennzeichen, Tür- und Fensterbezeichnungen.

and construction for example. The GUID designation makes it possible to independently understand and unambiguously identify a component. Examples include the project-specific system identification key (SIK), equipment identifiers, door and window designations.

Anhang B Beispielhafte LOD- Leistungsphasenzuordnung

Die nachfolgende Tabelle stellt ein Beispiel der anwendungsfallspezifischen Ausarbeitungsgrade dar und ordnet diese zeitlich den Leistungsphasen zu. Die Preisgestaltung nach HOAI bleibt hiervon unberührt.

Annex B Example LOD work phase assignment

The following table shows an example of levels of development for specific use cases, and assigns them to temporal work phases. Pricing according to HOAI remains unaffected.

Tabelle B1. Beispielhafte generische LOD-Definition und Leistungsphasenzuordnung

Thema	LOD	HOAI	Projektphase	Anforderungen an den Planungsinhalt gemäß HOAI 2013 (hier für Grundleistungen Objektplanung)	Projektphase	Anforderungen an den allgemeinen Planungsinhalt der TGA gemäß VDI 6026 Blatt 1	Abgeleitete Anforderungen an den LOD			
Vorplanung	LOD 100	LPH 1	Grundlagen- ermittlung		Grundlagen- ermittlung	eventuell Ermittlung und Abstimmung der Nutzervorgaben unter Berücksichtigung der anerkannten Regeln der Technik, unter Hinzuziehung von Spezialisten z. B. Brandschutzsachverständiger, überschlägige Abschätzung des Primärenergieeinsatzes anhand von Flächenansätzen Kontaktaufnahme mit Versorgern zur Ermittlung der Versorgungsmöglichkeiten	LOG - abstrakte Geometrie/abstrahierte Darstellung Das Modellelement wird geometrisch repräsentiert durch ein Symbol oder eine andere generische Repräsentation. Elementbezogene Informationen (Kosten pro m ² usw.) können von anderen Modellelementen abgeleitet werden. LOI Das Modellelement enthält nur generische Informationen, die sich aus der Anwendung des Modellelements ergeben und die eine qualitative und quantitative Bewertung im Rahmen einer Kostenschätzung gemäß DIN 276 ermöglichen.			
			Vorentwurfs- planung	zeichnerische Darstellung des Planungskonzepts in skizzenhafter Form Im Allgemeinen Grundrisse der Hauptgeschosse, Baukörper- und Fassadengestaltung, eine oder erforderlichenfalls mehrere Schnittsituationen und die Einbindung in die Umgebung mit der Lage im Grundstück Vermassung auf die wesentlichen Hauptmaße beschränkt, die zur Festlegung der Kostenschätzung nach DIN 276 nach Raum- oder Flächeninhalten erforderlich sind	Vorentwurfs- planung	Darstellung der Nutzervorgaben, Annahmen oder Vorgaben aus den anerkannten Regeln der Technik Modellierung des Flächenbedarfs in Zentralen, Schächten und abgehängten Decken auch im Vergleich zu alternativen Lösungsmöglichkeiten Verbrauchsdaten der Wirtschaftlichkeit für die einzelnen alternativen Lösungsmöglichkeiten aufgrund von Erfahrungswerten für die 2. Stufe der KG 400 (DIN 276) Überschlägige Auslegung und Grobbemessung aller Kostengruppen der 2. Stufe in der KG 400 (DIN 276) Grundlage der Berechnungen sind Bedarfe (Mengen, Leistungen usw.) der einzelnen Gewerke Anschlüsse und Komponenten werden soweit möglich modelliert.				
		LPH 2	keine Maßstabvorgabe		Das Modell wird entsprechend Maßstab 1:200 aufgebaut und detailliert Funktions-/Prinzipschemata zur Darstellung der Grundfunktionen der geplanten Anlagen mit den wesentlichen Komponenten			Das Modell wird entsprechend Maßstab 1:200 aufgebaut und detailliert Funktions-/Prinzipschemata zur Darstellung der Grundfunktionen der geplanten Anlagen mit den wesentlichen Komponenten		
			Erstellen eines Terminplans mit den wesentlichen Vorgängen des Planungs- und Bauablaufs		Abstimmung des technischen Gesamtkonzepts für eine passende technische und wirtschaftliche Gesamtlösung unter Beachtung der Zielvorgaben Abstimmung der Raumbedarfe aller Gewerke (z.B. VDI 2050) und Mitwirkung bei der Koordinierung zu einem Ganzen			Abstimmung des technischen Gesamtkonzepts für eine passende technische und wirtschaftliche Gesamtlösung unter Beachtung der Zielvorgaben Abstimmung der Raumbedarfe aller Gewerke (z.B. VDI 2050) und Mitwirkung bei der Koordinierung zu einem Ganzen		
			Kostenschätzung nach DIN 276 (bis zur 2. Ebene möglich)		Kostenschätzung anlagenspezifisch getrennt nach Zonen, Bauteilen oder Funktionsbereichen nach Vorgaben des Auftraggebers oder des Architekten bis zur 2. Stufe nach DIN 276			Kostenschätzung anlagenspezifisch getrennt nach Zonen, Bauteilen oder Funktionsbereichen nach Vorgaben des Auftraggebers oder des Architekten bis zur 2. Stufe nach DIN 276		
					falls CAFM zusätzlich gewünscht: Mitwirkung beim Einrichten der Struktur und Nomenklatur			falls CAFM zusätzlich gewünscht: Mitwirkung beim Einrichten der Struktur und Nomenklatur		
Entwurf	LOD 200	LPH 3	Entwurfsplanung	zeichnerische Darstellung des Gesamtentwurfs	Entwurfsplanung	Darstellung der Nutzervorgaben, Berechnungen oder Vorgaben aus den anerkannten Regeln der Technik Das Modell der Entwurfsplanung ist durch den Auftraggeber auf Übereinstimmung mit seinen funktionalen Planungsvorgaben zu prüfen, zu genehmigen und die Planungsleistung abzunehmen.	LOG - grobe Geometrie Ein Modellelement wird geometrisch repräsentiert durch ein generisches Objekt, das mit ungefähren Abmessungen, Position und Orientierung versehen ist. LOI Ein Modellelement enthält neben generischen Informationen, die sich aus der Anwendung des Modellelements ergeben, spezifische Informationen zu Konstruktion, Material, Gestaltung, die eine qualitative und quantitative Bewertung im Rahmen einer Kostenberechnung gemäß DIN 276 ermöglichen. □			
			Alle kostenrelevanten Details sind zu klären.		Grundlage der Kosten: Berechnung der Mengen von Bezugseinheiten der Kostengruppe und Multiplikation mit Kostenansatz bis zur 2. Stufe nach DIN 276			Grundlage der Kosten: Berechnung der Mengen von Bezugseinheiten der Kostengruppe und Multiplikation mit Kostenansatz bis zur 2. Stufe nach DIN 276		
			Entwurf im Maßstab 1:100, größere Objekte 1:200, Innenräume 1:50 bis 1:20, Freianlagen 1:500 bis 1:100		Das Modell wird mit dem Maßstab 1:100 modelliert. Aus dem Modell werden Darstellungen mit Hauptdimensionen erzeugt.			Das Modell wird mit dem Maßstab 1:100 modelliert. Aus dem Modell werden Darstellungen mit Hauptdimensionen erzeugt.		
			nur Hauptmaße und die wichtigsten Ausführungsmerkmale		Modellierung aller Ver- und Entsorgungsnetze mit den wesentlichen Funktionsgruppen und Funktionselementen			Modellierung aller Ver- und Entsorgungsnetze mit den wesentlichen Funktionsgruppen und Funktionselementen		
			alle erforderlichen Grundrisse, Schnitte und Ansichten sowie das geplante, künftige Gelände im Anschluss an das Gebäude		Funktionsschemata zur Darstellung der Funktionen der geplanten Anlagen mit den relevanten Anlagenbauteilen sollen, falls möglich, aus dem Modell abgeleitet werden.			Funktionsschemata zur Darstellung der Funktionen der geplanten Anlagen mit den relevanten Anlagenbauteilen sollen, falls möglich, aus dem Modell abgeleitet werden.		
			Objektbeschreibung mit allen wesentlichen Merkmalen und Ausführungsstandards, die die Baukosten bestimmen: z. B. Konstruktionen, Materialien, technische Gebäudeausrüstung, Ausbau		Die Bemessung erfolgt auf der Grundlage der vorliegenden Berechnungen. Die Bemessung hat so zu erfolgen, dass grundsätzliche Änderungen in der Ausführungsplanung bei unveränderten Planungsgrundlagen vermieden werden. Es dürfen aus der Tiefe der Berechnungen später keine grundsätzlichen Änderungen mehr resultieren.			Die Bemessung erfolgt auf der Grundlage der vorliegenden Berechnungen. Die Bemessung hat so zu erfolgen, dass grundsätzliche Änderungen in der Ausführungsplanung bei unveränderten Planungsgrundlagen vermieden werden. Es dürfen aus der Tiefe der Berechnungen später keine grundsätzlichen Änderungen mehr resultieren.		
			Fortschreiben des Terminplans		CAFM: Fortführen der Struktur und Nomenklatur			CAFM: Fortführen der Struktur und Nomenklatur		
			Kostenberechnung nach DIN 276 (mindestens bis 2. Ebene)		Kostenberechnung der Mengen von Bezugseinheiten der Kostengruppe und Multiplikation mit Kostenansatz bis zur 2. Stufe nach DIN 276			Kostenberechnung der Mengen von Bezugseinheiten der Kostengruppe und Multiplikation mit Kostenansatz bis zur 2. Stufe nach DIN 276		
					Alle für das Brandschutzkonzept notwendigen Berechnungen, Dimensionierungen und Zeichnungen müssen abgeschlossen sein.			Alle für das Brandschutzkonzept notwendigen Berechnungen, Dimensionierungen und Zeichnungen müssen abgeschlossen sein.		
					gemeinsame Schnittstellendefinition zwischen den Gewerken der KG 400, nutzer-/bauherrseitigen oder bauseitigen Leistungen (Listen) Die Koordination erstreckt sich in dieser Phase bereits auf die Ausführbarkeit der Planung. Dazu sind eventuell Schnitte und Schachtaufstellungen erforderlich.			gemeinsame Schnittstellendefinition zwischen den Gewerken der KG 400, nutzer-/bauherrseitigen oder bauseitigen Leistungen (Listen) Die Koordination erstreckt sich in dieser Phase bereits auf die Ausführbarkeit der Planung. Dazu sind eventuell Schnitte und Schachtaufstellungen erforderlich.		
					Es müssen alle statisch relevanten Durchbruchgrößen, Lasten und Schachtabläufe für die Bauangaben vorliegen.			Es müssen alle statisch relevanten Durchbruchgrößen, Lasten und Schachtabläufe für die Bauangaben vorliegen.		
					Modellierung der Schächte inklusive zu berücksichtigender Bedingungs-/Instandhaltungs-/Sicherheitsvolumina an der Stelle der jeweils größten Installationsdichte, inklusive Hinweis auf die Art des Brandschutzes			Modellierung der Schächte inklusive zu berücksichtigender Bedingungs-/Instandhaltungs-/Sicherheitsvolumina an der Stelle der jeweils größten Installationsdichte, inklusive Hinweis auf die Art des Brandschutzes		
			LOD 210 Aus Gründen behördlicher Anträge eventuell möglich...	LPH 4	Genehmigungs- planung	finale Planung aus LPH 3, angepasst an LPH 4		Genehmigungs- planung	Darstellung der im Entwurf abgestimmten Nutzervorgaben zur Vorlage bei den Genehmigungsstellen Darstellung, Berechnungen usw. nach den Vorgaben der Genehmigungsstellen (in der Regel Wasserbehörden, Baubehörden, Feuerwehr usw.) sowie anderer Stellen (EVU, VSS usw.) Die Genehmigungsplanung wird durch die Genehmigungsstelle geprüft und genehmigt. CAFM: Fortführen der Struktur und Nomenklatur	LOG - grobe Geometrie Das Modellelement wird geometrisch repräsentiert durch ein generisches Objekt, das mit ungefähren Abmessungen, Position und Orientierung versehen ist. LOI Ein Modellelement enthält neben generischen Informationen, die sich aus der Anwendung des Modellelements ergeben, spezifische Informationen zu Konstruktion, Material, Gestaltung, die eine qualitative und quantitative Bewertung im Rahmen einer Baugenehmigung ermöglichen.
					Maßstab 1:100			Die Festlegungen der Entwurfsplanung für die Berechnung sind berücksichtigt, in die Genehmigungspläne überführt und beinhalten die Dimensionierung aller Zentralen, Versorgungsanschlüsse und Trassen. Ebenfalls werden Volumenkörper für die Möblierung im Modell hinterlegt.		
Flächen nach DIN 277 - Raumberechnung		Die Bemessung erfolgt auf der Grundlage der vorliegenden Berechnungen des Entwurfs; hierbei sind alle für das Brandschutzkonzept notwendigen Bemessungen zu berücksichtigen.				Die Bemessung erfolgt auf der Grundlage der vorliegenden Berechnungen des Entwurfs; hierbei sind alle für das Brandschutzkonzept notwendigen Bemessungen zu berücksichtigen.				
Baubeschreibung		Alle Angaben, Beschreibungen, Daten und Zusammenstellungen, um die Planung nachvollziehen, beurteilen und genehmigen zu können, werden dem Modell hinterlegt.				Alle Angaben, Beschreibungen, Daten und Zusammenstellungen, um die Planung nachvollziehen, beurteilen und genehmigen zu können, werden dem Modell hinterlegt.				
		Funktionsschemata zur Darstellung der Funktionen der geplanten Anlagen mit den relevanten Anlagenbauteilen sowie alle für das Brandschutzkonzept notwendigen Darstellungen.				Funktionsschemata zur Darstellung der Funktionen der geplanten Anlagen mit den relevanten Anlagenbauteilen sowie alle für das Brandschutzkonzept notwendigen Darstellungen.				
Fachplanungen/Gesuche (z. B. Lüftung/Entwässerung)		Pläne im Maßstab 1:100 werden aus dem Modell abgeleitet. Darstellung aller Ver- und Entsorgungsnetze mit den wesentlichen Funktionsgruppen und Funktionselementen sowie aller für das Brandschutzkonzept notwendigen Einbauteile				Pläne im Maßstab 1:100 werden aus dem Modell abgeleitet. Darstellung aller Ver- und Entsorgungsnetze mit den wesentlichen Funktionsgruppen und Funktionselementen sowie aller für das Brandschutzkonzept notwendigen Einbauteile				
		Hinweis auf die Art des Brandschutzes für die Schächte				Hinweis auf die Art des Brandschutzes für die Schächte				

Normen-Download-Beuth-VFA-Interliff-e.-V.-KdNr.:6363432-ID:91UYF4TTE50H023QCDPEIEM.3-2022-08-19 12:48:42

Tabelle B1. Beispielhafte generische LOD-Definition und Leistungsphasenzuordnung (Fortsetzung)

LOD	HOAI	Projektphase	Anforderungen an den Planungsinhalt gemäß HOAI 2013	Projektphase	Anforderungen an den allgemeinen Planungsinhalt der TGA gemäß VDI 6028 Blatt 1
					<p>Safem für die Montage erforderlich, sind für die Zentralen, Trassen und Schächte Schnittle und Details im erforderlichen Maßstab aus dem Modell abzuleiten und anzufertigen.</p> <p>Fundamentpläne müssen Angaben über Abmessungen, Lasten sowie Hinweise zum Aufbau und zu den Beschichtungen des Fundaments enthalten. Die für den Bau relevanten technischen Daten (z. B. Emissionswerte) sind anzugeben.</p>
					<p>Parametrisierung von Inspektions- und Wartungsöffnungen für technische Komponenten, die eine Zugänglichkeit erfordern</p> <p>Bei den angrenzenden Gewerken ist die Zugänglichkeit dieser Bauteile durch geeignete Maßnahmen (z. B. Öffnungen, Klappen) zu gewährleisten</p> <p>Ferner ist eine eindeutige Darstellung von Schnittstellen einander tangierender Gewerke aus dem Modell abzuleiten</p>
					<p>Die vom Bauherrn/Planer übernommenen Anlagenbeschreibungen sind um bauprodukt- und betriebliche Angaben, die Auswirkungen auf die Montage und Inbetriebnahme haben, zu ergänzen.</p>
					<p>Für die jeweiligen Gewerke: Angaben zu Wärmedämmungen, Schutz von Trassen, Trassenführungen, Einbaustellen für Mess-, Regel-, und Stellorgane (mit Angabe von Soll- und Grenzwerten), Einstellung von Drossel- und Reglerarmaturen, Liefergrenzen und Übergabepunkte zu angrenzenden Leistungen</p> <p>Zusätzlich anzugeben sind Hinweise für die Werkstatt, Angaben für die Vorfertigung sowie Raumdaten</p>
					<p>Es sind Angaben beispielsweise zu machen über Bauteileinrichtungen, Lagerflächen, Transportwege und Liefertermine, die eine Koordination der Baulogistik ermöglichen.</p>
Ausführung	ohne LOD-Bezug	LPH 6	Vorbereiten der Vergabe Aufstellen von Leistungsbeschreibungen mit Leistungsverzeichnissen nach Leistungsbereichen, Ermitteln und Zusammenstellen von Mengen auf der Grundlage der Ausführungsplanung unter Verwendung der Beiträge anderer an der Planung fachlich Beteiligter Ermitteln der Kosten auf der Grundlage vom Planer bepreister Leistungsverzeichnisse	Vorbereiten der Vergabe	
		LPH 7	Kostenkontrolle durch Vergleich der vom Planer bepreisten Leistungsverzeichnisse mit der Kostenberechnung	Mitwirken bei der Vergabe	
Ausführung	LOD 410 ohne LPH-HOAI-Bezug	Werkstatt- und Montageplanung, Auftragnehmer		Werkstatt- und Montageplanung, Auftragnehmer	<p>Ausführung/Werkplanung Das Modellelement wird im Modell geometrisch repräsentiert durch ein detailliertes Objekt in Bezug auf Größe, Abmessungen, Form, Position und Orientierung sowie Informationen zu Herstellung, Zusammenbau und Installation. Die vorhandenen Planermodelle werden durch auftragnehmerseitige Fachmodelle ersetzt.</p> <p>Rohbau/Stahlbau Stahlelemente enthalten Informationen, wie Verankerungen, Aussteifungen usw. Betonplatten enthalten alle Daten über die verbaute Bewehrung. Zudem sind Details wie Anschlüsse und Verbindungsmittel dargestellt.</p> <p>Architektur Das Architekturmodell beinhaltet alle Parameter und Informationen, die für eine Montage benötigt werden. Holz- und Stahlbohlen sind modelliert, Fassade, Fenster und Türen enthalten alle relevanten Informationen sowie Herstellerangaben.</p> <p>TGA Das TGA-Modell beinhaltet alle Parameter und Informationen, die für eine Montage benötigt werden. Darüber hinaus sind freizuhaltende Flächen, z. B. zur Instandhaltung, zu modellieren.</p>
		Objektüberwachung	Dokumentation des Bauablaufs	Objektüberwachung	<p>Revisionsmodell Das Modellelement wird im Modell geometrisch repräsentiert durch ein detailliertes Objekt in Bezug auf Größe, Abmessungen, Form, Position und Orientierung sowie Informationen zu Herstellung, Zusammenbau und Installation. Das Modellelement enthält alle planerischen und ausführungsbedingten Änderungen vorangegangener Phasen und wurde auf der Bauteile hinsichtlich seiner Größe, Abmessungen, Form, Position und Orientierung überprüft und freigegeben.</p>
Bestand	LOD 600 ohne LPH-HOAI-Bezug	Bestand/Aufmass		Bestand/Aufmass	<p>As Built/Bestandsmodell Das Modellelement wurde durch geeignete Vermessungsmethoden überprüft und der Örtlichkeit angepasst. Es stellt den baulichen Istzustand dar. Das Modellelement wird im Modell geometrisch repräsentiert durch ein detailliertes Objekt in Bezug auf Größe, Abmessungen, Form, Position und Orientierung sowie Informationen zu Herstellung, Zusammenbau und Installation.</p>
Bewirtschaftung	LOD 800 ohne LPH-HOAI-Bezug	Betrieb/FM		Betrieb/FM	<p>Die Modelle für die Revisionsunterlagen, die u. a. aus den Modellen für Bestandspläne, aus Bedienungs- und Wartungsunterlagen bestehen, sind zu übergeben und sollen den Auftraggeber, Nutzer und Betreiber in die Lage versetzen, die Anlagen sicher zu nutzen und zu betreiben. Es müssen eindeutige Angaben zu Wartung, Instandhaltung, Sicherheitshinweisen, Betrieb, Stör- und Fehlerbehandlung usw. enthalten sein.</p>
					<p>CAFM: Fortführen der Struktur und Nomenklatur GA-Grafiken sind ableitbar.</p> <p>Aus dem Modell werden, soweit möglich, die Unterlagen gemäß zugehöriger VOB/C abgeleitet. Die Berechnungen, die Genehmigungsbestandteil sind, sind beizufügen.</p> <p>Betriebs-, Wartungs- und Bedienungsanleitungen mit allen für den Betrieb relevanten Angaben sind im Modell zu hinterlegen oder zu verlinken. Angaben über die tatsächlich zur Ausführung gelangten Einbauteile für Betrieb, Wartung, Instandhaltung, Störbeseitigung, Ablaufbeschreibungen, Funktionsbeschreibungen, Datenpunktliste und technische Angaben, z. B. Stromaufnahme, Gewichte der Einbauteile Liste der Ersatzteile, die der Betreiber vorhalten soll</p> <p>Anpassung der Funktions-, Regel- und Strangschemata an die tatsächlich ausgeführte Anlage "altplage Stromaufpläne" der Schallschranke, Verteilungen und Unterverteilungen, Schaltungsunterlagen, Klemmenlisten mit Querverweisen zu den Schnittstellen anderer Gewerke, Funktionsmatrix.</p> <p>Die relevanten, aus dem Modell abgeleiteten Zeichnungen und Grundrisse sind im Maßstab 1:50 bis 1:10 zu erzeugen.</p> <p>Darstellung aller Anlagen mit allen relevanten Einbauteilen Angaben zu brandschutztechnischen Maßnahmen, Dämmungen und Isolierungen Die Inhalte entsprechen der tatsächlich ausgeführten Anlage</p> <p>Falls gefordert, werden Schnitte und Details zu den Zentralen, Trassen und Schächten, die für einen ordnungsgemäßen Betrieb notwendig sind, erzeugt. Für die jeweiligen Gewerke gilt: Verschiedene Medienströme sind in den aus dem Modell abgeleiteten Zeichnungen gekennzeichnet, ebenso wie Revisions- und Wartungskomponenten, der Platzbedarf für Reparaturen und Instandhaltung sowie Angaben zum Schutz von Trassen. Die Darstellung von Liefergrenzen ist ebenfalls enthalten.</p>

Normen-Download-Beuth-VFA-Interliff-e.V.-KdNr.:6363432-1D.91UYF4TTE50H023QCDPIEM.3-2022-08-19 12:48:42

Table B1. Example generic LOD definition and work phase assignment

Topic	LOD	HOAI	Project phase	Requirements on planning content according to HOAI 2013 (here for project planning basic services!)	Project phase	Requirements on general planning content for BS according to VDI 6026 Part 1	Derived requirements for the LOD	
Preliminary planning	LOD 100	WPH 1	establishing the basis of the project		establishing the basis of the project	as necessary, determine and coordinate the user requirements under consideration of generally accepted technical rules and consultation of specialists fire protection expert, for example, rough estimate of the primary energy use based on area estimates Contacting suppliers to determine supply options		
			preliminary design	graphic representation of the planning concept as a sketch	preliminary design	representation of the user requirements, assumptions or specifications from the accepted technical standards	LOG – abstract geometry/abstracted representation The geometric representation of the model element is a symbol or some other generic representation. Information on the element (cost per m ² , etc.) can be derived from other model elements.	
		WPH 2		In general, floor plans of the main floors, structure and facade design, one or, if necessary, several cross-sections and integration into the environment with the position on the property		modeling of space requirements in control centres, shafts and suspended ceilings, also in comparison to alternative solutions consumption efficiency data for each alternative solution based on experience for the second level of CC 400 (DIN 276)	LOI The model element contains only generic information resulting from the use of the model element and which facilitates qualitative and quantitative assessment as part of a cost estimate according to DIN 276.	
				dimensioning limited to key dimensions required to determine the cost estimate according to DIN 276 in terms of space or area		rough design and assessment of all second level cost categories in CC 400 (DIN 276) calculations are based on requirements (quantities, services, etc.) of the individual trades Connections and components are modeled to the greatest extent possible.		
				no scale		The model is designed and detailed at a scale of 1:200. function/schematic diagrams for the representation of the basic functions of the planned systems with essential components		
				create a schedule with the essential planning and construction processes		coordination of the overall technical concept for a suitable overall technical and economic solution under consideration of objectives coordination of the space requirements of all trades (for example VDI 2050) and participation in coordination to a whole		
				if CAFM additionally requested: participation in setting up structure and nomenclature				
			cost estimation according to DIN 276 (possible up to second level)		plant-specific cost estimation separated by zones, components or functional areas according to client or architect specifications up to second level according to DIN 276.			
	Draft	LOD 200	WPH 3	final design	graphic representation of the overall design	final design	representation of the user requirements, calculations or specifications from the accepted technical standards The final design model must be checked by the client for conformity with their functional planning specifications, approved and the planning services accepted.	LOG – rough geometry Geometric representation of a model element as a generic object with approximate dimensions, position and orientation. LOI In addition to generic information resulting from the use of the model element, a model element contains specific information on the structure, material and design, which facilitates qualitative and quantitative assessment as part of a cost estimate according to DIN 276.
					All cost-relevant details must be clarified.		cost basis: calculation of the cost category reference unit quantities and multiplication with cost estimate up to second level according to DIN 276	
					draft in scale 1:100, larger objects 1:200, interiors 1:50 to 1:20, outdoor areas 1:500 to 1:100		The model is created at a scale of 1:100. Views with the main dimensions are generated based on the model.	
					main dimensions and the most important design features only		modeling of all supply and disposal networks with the main functional groups and functional elements	
				all necessary floor plans, sections and views as well as the planned future site adjacent to the building		Function diagrams to represent the functions of the planned systems with the relevant system components should be derived from the model, if possible.	□	
				object description with all essential characteristics and construction standards with influence on construction costs; for example, structures, materials, building services, interior		The design is based on the current calculations. The design should be executed such as to avoid fundamental changes to execution drawings so long as the planning principles are unchanged. No fundamental changes may later result from more detailed calculations.		
				schedule update		CAFM: continue the structure and nomenclature		
				cost calculation according to DIN 276 (at least up to second level)		cost calculation of the cost category reference unit quantities and multiplication with cost estimate up to second level according to DIN 276		
						All calculations, dimensions and drawings required for the fire protection concept must be completed.		
						joint interface definition between CC 400 trades, user/client or on-site services (lists) Coordination already extends to planning feasibility in this phase. Sections and media crossings at shaft openings may be necessary.		
						All structurally relevant breakthrough sizes, loads and shaft sizes must be available for the construction specifications.		
LOD 210 Possible on the grounds of official inquiries...				WPH 4	building permission application	final planning from WPH 3, adapted to WPH 4	building permission application	representation of the user requirements agreed in the draft for submission to the licensing authorities representation, calculations, etc. according to the specifications of the licensing authorities (typically water authorities, building authorities, fire department, etc.) as well as other authorities (power utilities, VdS, etc.) Approval planning is checked and approved by the licensing authority.
			scale 1:100			CAFM: continue the structure and nomenclature		
			areas according to DIN 277 – space calculation			The specifications from the final design phase are considered for calculation, transferred to the approval plans and include dimensions for all control centres, supply connections and routing Similarly, solid bodies for furnishings are added to the model.		
			building specification			The design is based on the current calculations from the draft; all dimensions required for the fire protection concept must be considered.		
						All specifications, descriptions, data and compilations needed in order to be able to understand, evaluate and approve the plans are entered in the model.		
			specialist planning/applications (for example ventilation/drainage)			Function diagrams to represent the functions of the planned systems with the relevant system components and all diagrams necessary for the fire protection concept.		
				Plans at a scale of 1:100 are derived from the model. representation of all supply and disposal networks with the main functional groups and functional elements and all built-in components necessary for the fire protection concept				
			indication on the type of fire protection for the shafts					

Table B1. Example generic LOD definition and work phase assignment (continued)

	LOD	HOAI	Project phase	Requirements on planning content according to HOAI 2013	Project phase	Requirements on general planning content for BS according to VDI 6028 Part 1
						parametrisation of inspection and maintenance openings for technical components that require accessibility ensure accessibility of these components through appropriate measures (for example openings, flaps) in adjacent trades. Additionally, derive a clear representation of interfaces between tangential trades from the model.
						The system descriptions transferred by the client/planner must be supplemented with construction-specific and operational information with an effect on assembly and commissioning.
						for each respective trade: details on thermal insulation, pipeline routes, protection of routes, installation points for measuring, control and actuating elements (with specification of setpoints and limits), adjustment of throttle and control valves, delivery limits and transfer points to adjacent services Additional information must be provided for the workshop, information for prefabrication and space data.
						Information which makes it possible to coordinate construction logistics must be provided, for example regarding construction site facilities, storage areas, transport routes and delivery dates.
Execution	without LOD reference	WPH 6	preparation of contract award	preparation of performance specifications with bills of quantities by service areas, determination and preparation of quantities on the basis of execution drawings using the contributions of others involved in the planning process determination of costs based on bills of quantities priced by the planner	preparation of contract award	
				cost control by comparison of the performance specifications priced by the planner with the cost calculation		
		WPH 7	assisting award process		assisting award process	
Execution	LOD 410	without WPH/HOAI reference	workshop and assembly planning, contractor		workshop and assembly planning, contractor	execution/construction design Geometric representation of the model element in the model as a detailed object in terms of size, dimensions, shape, position and orientation, as well as information on manufacture, assembly and installation. The existing planner models are replaced by the contractor's discipline models. building shell/steel structure Steel elements contain information such as anchors, braces, etc. Concrete slabs contain all data regarding installed reinforcement. Details such as connectors and fasteners are also shown. architecture The architecture model contains all parameters and information necessary for assembly. Wood and steel bolts are modeled, facades, windows and doors contain all relevant information and manufacturer specifications. BS The BS model contains all parameters and information necessary for assembly. Surfaces to be kept free, for example for maintenance, must also be modeled.
Inventory	LOD 460	WPH 8/WPH 9	project supervision	documentation of construction processes	project supervision	audit model Geometric representation of the model element in the model as a detailed object in terms of size, dimensions, shape, position and orientation, as well as information on manufacture, assembly and installation. The model element contains all information relating to changes in planning and implementation from previous phases, and has been checked and approved on the construction site with regard to its size, dimensions, shape, position and orientation.
Inventory	LOD 500	without WPH/HOAI reference	inventory/measurement		inventory/measurement	as-built/inventory model The model element has been validated using appropriate surveying methods and adapted to the location. It represents the actual structural state. Geometric representation of the model element in the model as a detailed object in terms of size, dimensions, shape, position and orientation, as well as information on manufacture, assembly and installation.
Management	LOD 600	without WPH/HOAI reference	operation/FM		operation/FM	operating model Geometric representation of the model element in the model as a detailed object in terms of size, dimensions, shape, position and orientation, and containing information on manufacture, assembly and installation. The model element is complemented by company-specific FM information (maintenance, exchange, replacement, etc.).

Schrifttum / Bibliography

Technische Regeln / Technical rules

DIN 276:2018-12 Kosten im Bauwesen (Building costs). Berlin: Beuth Verlag

DIN EN ISO 16739:2017-04 Industry Foundation Classes (IFC) für den Datenaustausch in der Bauindustrie und im Anlagenmanagement (ISO 16739:2013); Englische Fassung EN ISO 16739:2016, nur auf CD-ROM (Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries (ISO 16739:2013); English version EN ISO 16739:2016, only on CD-ROM). Berlin: Beuth Verlag

DIN EN ISO 19650 Organisation und Digitalisierung von Informationen zu Bauwerken und Ingenieurleistungen, einschließlich Bauwerksinformationsmodellierung (BIM); Informationsmanagement mit BIM (ISO 19650); Deutsche Fassung EN ISO 19650 (Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM); Information management using building information modelling (ISO 19650); German version EN ISO 19650). Berlin: Beuth Verlag

DIN EN ISO 29481-1:2018-01 Bauwerksinformationsmodelle; Handbuch der Informationslieferungen; Teil 1: Methodik und Format (ISO 29481-1:2016); Deutsche Fassung EN ISO 29481-1:2017 (Building information models; Information delivery manual; Part 1: Methodology and format (ISO 29481-1:2016); German version EN ISO 29481-1:2017). Berlin: Beuth Verlag

DIN EN ISO 21597-1:2018-10 Informationscontainer zur Datenübergabe; Austausch-Spezifikation; Teil 1: Container (ISO/DIS 21597-1:2018); Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 21597-1:2018 (Information container for data drop; Exchange specification; Part 1: Container (ISO/DIS 21597-1:2018); German and English version prEN ISO 21597-1:2018). Berlin: Beuth Verlag

DIN ISO 16757-1:2019-10 Datenstrukturen für elektronische Produktkataloge der Technischen Gebäudeausrüstung; Teil 1: Konzepte, Architektur und Modelle (ISO 16757-1:2015); Deutsche Fassung EN ISO 16757-1:2019 (Data structures for electronic product catalogues for building services; Part 1: Concepts, architecture and model (ISO 16757-1:2015); German version EN ISO 16757-1:2019). Berlin: Beuth Verlag

DIN SPEC 91350:2016-11 Verlinkter BIM-Datenaustausch von Bauwerksmodellen und Leistungsverzeichnissen (Linked BIM data exchange comprising building information model and specified bill of quantities). Berlin: Beuth Verlag

VDI 1000:2017-02 VDI-Richtlinienarbeit; Grundsätze und Anleitungen (VDI Standardisation Work; Principles and procedures). Berlin: Beuth Verlag

VDI 2050 Anforderungen an Technikzentralen; Technische Grundlagen für Planung und Ausführung (Requirements for technical equipment rooms). Berlin: Beuth Verlag

VDI 2552 Blatt 2:2018-06 (Entwurf / Draft) Building Information Modeling; Begriffe (Building information modeling; Terms and definitions). Berlin: Beuth Verlag

VDI 3805 Blatt 1:2011-10 Produktdatenaustausch in der Technischen Gebäudeausrüstung; Grundlagen (Product data exchange in the Building Services; Fundamentals). Berlin: Beuth Verlag

VDI 4700 Blatt 1:2015-10 Begriffe der Bau- und Gebäudetechnik (Terminology of civil engineering and building services). Berlin: Beuth Verlag

VDI 6026 Blatt 1:2020-07 (Entwurf / Draft) Dokumentation in der technischen Gebäudeausrüstung; Inhalte und Beschaffenheit von Planungs-, Ausführungs- und Revisionsunterlagen (Documentation in the building services; Contents and format of planning, execution, and review documents). Berlin: Beuth Verlag

VDI 6026 Blatt 1:2008-05 Dokumentation in der Technischen Gebäudeausrüstung; Inhalte und Beschaffenheit von Planungs-, Ausführungs- und Revisionsunterlagen (Documentation in the building services; Contents and format of planning, execution and review documents). Berlin: Beuth Verlag

Literatur / Literature

- [1] BIMForum
<http://bimforum.org/lod/> (abgerufen am / accessed on 18. Juni 2020)
- [2] BCF intro – Open BIM Collaboration Format (BCF)
<https://technical.buildingsmart.org/standards/bcf/> (abgerufen am / accessed on 19. Juni 2020)