

Leitfaden für die Erstellung eines Bauwerksdatenmodells

Modellierungsgrundlagen

Bergische Universität Wuppertal

Fakultät für Architektur und Bauingenieurwesen
Lehr- und Forschungsgebiet Baubetrieb und Bauwirtschaft

Projektleitung:

Manfred Helmus, Univ.-Prof. Dr.-Ing.
Anica Meins-Becker, Dr.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing.

Bearbeitung:

Daiki John Feller, M. Sc. Baulng.
Gamze Hort, M. Sc. Arch.

Projektpartner:

Bergische Universität Wuppertal

Fakultät für Architektur und Bauingenieurwesen
Lehrstuhl Darstellungsmethodik und Entwerfen
Holger Hoffmann, Prof.

Technische Universität Darmstadt

Institut für Baubetrieb
Christoph Motzo, Prof. Dr.-Ing.
Abdelmoumen Norrdine, Dr.-Ing.

Stand: 09/2020

Gender-Hinweis

Aus Gründen der leichteren Lesbarkeit wird in der vorliegenden Broschüre die gewohnte männliche Sprachform bei personenbezogenen Substantiven und Pronomen (z.B. Nutzer, Planer) verwendet. Dies impliziert jedoch keine Benachteiligung des weiblichen Geschlechts, sondern ist im Sinne der sprachlichen Vereinfachung als geschlechtsneutral zu verstehen.

Nutzungshinweis/Haftungsausschluss

Das vorliegende Dokument stellt einen Leitfaden für die Erstellung digitaler Bauwerksdatenmodelle unter Definition modell- und modellelementrelevanter Anforderungen dar und wurde mit großer Sorgfalt erstellt. Eine Gewährleistung für die Richtigkeit und Vollständigkeit der Inhalte wird dennoch nicht übernommen. Die Verantwortlichkeit für die inhaltliche, formelle, fachliche und vertragsgerechte Erbringung von Leistungen liegt weiterhin allein beim Anwender. Ein Vertragsverhältnis oder vertragsähnliches Verhältnis erfolgt durch die Bereitstellung und Nutzung des vorliegenden Dokumentes nicht. Für die Inhalte der Quellen sind die Autoren und der Herausgeber nicht verantwortlich.

Das vorliegende Dokument ist aus dem Forschungsprojekt „Entwicklung einer standardisierten BIM-Modellierungsrichtlinie“, gefördert aus den Mitteln der Forschungsinitiative Zukunft Bau des Bundesinstitutes für Bau-, Stadt- und Raumforschung und in Kooperation mit Partnern aus der Praxis, hervorgegangen.

ZUKUNFT BAU
FÖRDERN FORSCHEN ENTWICKELN



Bundesinstitut für
Bau-, Stadt- und Raumforschung

Praxispartner:

Amt für Bundesbau Rheinland-Pfalz

auxalia GmbH

buildingSMART e.V.

DAW SE

DB Station&Service AG

DEUBIM GmbH

Firmengruppe Max Bögl

Gerber Architekten GmbH

HOCHTIEF Infrastructure GmbH

Implenia AG

Koschany + Zimmer Architekten GmbH

mg Architekt

PERI GmbH

PORR AG

RKW Architektur +

Wayss & Freytag Ingenieurbau AG

Wolff & Müller Holding GmbH & Co. KG

Index

Nr.	Version	Änderung	Datum	Verfasser
01	0.1	Entwurf	08.04.2020	BUW
01	0.2	Struktur	28.04.2020	BUW
01	0.3	Ergänzung Import/Export & Glossar	25.09.2020	BUW

ENTWURF

Inhaltsverzeichnis

Index

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

Tabellenverzeichnis

1 Einleitung

- 1.1 Hintergrund
- 1.2 Zielsetzung
- 1.3 Aufbau des Leitfadens

2 Modellierungsgrundlagen

- 2.1 Grundprinzipien der Modellerstellung
- 2.2 Allgemeine Modellregularien
- 2.3 Koordinierende Modellregularien
- 2.4 Modellstruktur
 - 2.4.1 Geschosse
- 2.5 Modellierungsvorgaben für Räume und Bauelemente

3 Projektorganisation

- 3.1 Definition der Projektstruktur
- 3.2 Definition der Projektinformationen
- 3.3 Definition des Klassifizierungssystems/ der Klassifizierungssysteme
- 3.4 Definition des Einfügepunktes
- 3.5 Definition der Verantwortlichkeiten

4 Modellierungsempfehlungen

- 4.1 Umgang mit Nordung
- 4.2 Umgang mit Platzierung der Elemente
- 4.3 Umgang mit mehrschichtigen Modellelementen
- 4.4 Umgang mit Basislinien

Anlagen

- Anlage 1 Unterlagen zur Projektorganisation
- Anlage 2 Bezeichnungsvorschläge
- Anlage 3 Anforderungskatalog an Räume und Bauelemente - Architektur

Glossar

Abkürzungsverzeichnis

2	
2D	zweidimensional
3	
3D	dreidimensional
A	
A	außen
AB	As-Built
ARC	Architektur
AW	Wandaufbau
B	
BIM	Building Information Modeling
C	
D	
DA	Dach
DIN	Deutsches Institut für Normung
DFT	Drehflügeltür
E	
ELT	Fachplaner der Elektrotechnik
F	
FU	Fundament
G	
H	
HKLS	Fachplaner der Heizung, Kühlung, Lüftung, Sanitär
I	
I	Innen
ID	Identifikationsnummer
IFC	Industry Foundation Classes
J	
K	
KM	Koordinationsmodell
L	
LoG	Level of Geometry (Grad der geometrischen Detaillierung)
Lol	Level of Information (Grad der Information)
M	
m.ü.NHN	Höhe über dem Normalnull
O	
OG	Obergeschoss
OKF	Oberkante Fertigmass
OKFF	Oberkante Fertigfußboden
OKRD	Oberkante Rohdecke
P	
Q	
R	
S	
SSoT	Single Source of Truth
STB	Stahlbeton
T	
U	
UG	Untergeschoss
UKD	Unterkante Ausbaudecke
UKRD	Unterkante Rohdecke
V	
W	
WA	Wand außen
WI	Wand innen
X	
Y	
Z	
z.B.	zum Beispiel

Abbildungsverzeichnis

- Abbildung 1: Achsraster
- Abbildung 2: Modellbasierte, fachübergreifende Koordination
- Abbildung 3: Beispiel Modellstruktur
- Abbildung 4: Geschosse
- Abbildung 5: Umgang mit Nordung und Dokumentation bei Modellteilung
- Abbildung 6: Teilmodell ohne Rotation
- Abbildung 7: Teilmodell mit Rotation
- Abbildung 8: Rotation nach Nordausrichtung
- Abbildung 9: Platzierung der Elemente
- Abbildung 10: Erstreckung vertikale Elemente
- Abbildung 11: Erstreckung horizontal Elemente
- Abbildung 12: Modellierweisen
- Abbildung 13: Basislinienvarianten
- Abbildung 14: Anwendungsbeispiele zur Verwendung von Basislinien

ENTWURF

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Vor- und Nachteile der verschiedenen Modellierweisen

ENTWURF

1. Einleitung

1.1. Hintergrund

Die erfolgreiche, durchgängige Anwendung der Methode BIM über den gesamten Lebenszyklus von Bauwerken hängt wesentlich von der Abstimmung der Projektbeteiligten bezüglich der relevanten Informationen und des Datenaustausches ab. Dabei nimmt das Bauwerksdatenmodell eine wesentliche Position ein, welche die Basis für die Verknüpfung aller relevanter Informationen bildet. Einige Unternehmen dahingehend dazu übergegangen eigene Modellierungsrichtlinien zu entwickeln, welche die Arbeitsweise, Sachstände und Anforderungen subjektiv dokumentieren und für auszuführende Projekte zugrunde legen. Die so entstandenen Arbeitsdokumente variieren jedoch unternehmensabhängig in ihren Inhalten, Detaillierungsgraden und Betrachtungsweisen. Zudem ist die Bereitstellung dieser intern erarbeiteten Modellierungsrichtlinien zumeist nur für eigene Vertragspartner vorgesehen und nicht für die Öffentlichkeit zugänglich. Um ein konsistentes und einheitliches Informationsmanagement gewährleisten zu können, bedarf es einer standardisierten Modellierungsrichtlinie, die zum einen die strukturellen Rahmenbedingungen zur Erstellung eines Bauwerksdatenmodells definiert und zum anderen die Anforderungen an die Geometrie- und Informationsdetaillierung der modellierten Bauelemente in Abhängigkeit der vom Auftraggeber definierten Ziele beschreibt. Die Darlegung eines solchen Dokumentes bietet eine Grundlage für ein einheitliches Verständnis und eine transparente Kommunikation sowie einen Ansatzpunkt für die Verbesserung modellierungsbezogener Prozesse, wodurch insbesondere eine erhebliche Verschlankung des Abstimmungsprozesses ermöglicht wird.

1.2. Zielsetzung

Die vorliegende Modellierungsrichtlinie dient im ersten Schritt als Leitfaden und Handreichung zur Erstellung von Bauwerksdatenmodellen mit dem Fokus auf der objektorientierten Modellierung. Sie dokumentiert Festlegungen, Arbeitsweisen und Informationen, die noch vor der Modellierung projektspezifisch zu berücksichtigen, zu vereinbaren und zu dokumentieren sind und kann als Grundlage für eine institutionsinterne Weiterentwicklung dienen. In Abhängigkeit der Akzeptanz und Durchdringung aus bzw. in der Praxis ist die Berücksichtigung des vorliegenden Modellierungsleitfadens (vollständig oder auszugsweise) als Teil der Auftraggeber-Informationsanforderungen (AIA) denkbar.

» Modellierungsrichtlinien definieren die in einer Organisation oder einem Projekt einzuhaltenden Rahmenbedingungen zur Erstellung von Bauwerksdatenmodellen.«

1.3. Aufbau des Leitfadens

Der Leitfaden für die Erstellung eines Bauwerksdatenmodells baut sich aus einem Hauptdokument sowie der weiteren Anlagen zum Hauptdokument auf:

Das Hauptdokument beschreibt die Grundlagen der Modellierung, welche anhaltend gelten. Hierzu zählen unter anderem die Grundprinzipien der Modellerstellung, allgemeine und koordinierende Regularien sowie konkrete Vorgaben für Räume und Bauelemente. Weiterhin werden projektorganisatorische Aspekte behandelt, die vor der Modellierung projektspezifisch festgelegt und dokumentiert werden müssen. Darüber hinaus werden ausgewählte Modellierungsmethoden bzw. vorgehen beschrieben. Da die Modellierungsweise software- oder anwendungsspezifisch variieren kann und daher eine Standardisierung des Vorgehens erschwert wird, sind die vorgestellten Methoden als idealtypische Vorschläge zu berücksichtigen.

In Anlage 1 werden ergänzend zu den im Hauptdokument aufgelisteten projektorganisatorischen Aspekten, falls nicht bereits im BIM-Abwicklungsplan bereits definiert und dokumentiert, Orientierungshilfen zur Dokumentation der beschriebenen Inhalte zur Verfügung gestellt.

Anlage 2 enthält zur Veranschaulichung exemplarischen Abkürzungen Listen für die Verwendung von Bezeichnungen für Dateien und Modellelementen.

Anlage 3 beschreibt die relevanten Anforderungen an die Modellelemente in Abhängigkeit der geometrischen und informativen Tiefe der Modellierung. Alle möglichen Eigenschaften, die den Modellelementen als Attribut hinterlegt werden können, werden je Modellelement einzeln aufgelistet. Die Erörterung und Dokumentation der Verantwortlichkeiten für die Informationslieferung sowie das Einpflegen ebendieser ist vor Projektbeginn zwingend erforderlich.

ENTWURF

2. Modellierungsgrundlagen

Die für den sauberen Datenaustausch, die saubere Modell- und Datenauswertung sowie die interne und fachübergreifende Qualitätsprüfung notwendigen Modellierungsgrundlagen werden nachfolgend behandelt. Neben den Grundprinzipien der Modellerstellung, allgemeinen und koordinierenden Modellregularien werden ebenso modellelementbezogene Vorgaben gemacht.

2.1. Grundprinzipien der Modellerstellung

Das Gerüst eines jeden Fach- und Teilmodells bilden folgende aufgelistete Grundprinzipien:

Das Bauwerksdatenmodell ist als einzige Quelle für die Plan- und Dokumentenableitung gemäß dem Prinzip Single Source of Truth (kurz: SSoT) anzuwenden. Nur so kann eine Grundlage der Gebäudedokumentation über alle Lebenszyklusphasen gewährleistet werden. Alle Darstellungen im Plan resultieren daher aus der Verwendung intelligenter 3D-Geometrien. Eine Ausnahme bilden Detailkonstruktionen ab einem Planmaßstab von 1:20 sowie 2D-Schemata. Der Grund hierfür ist, dass beispielsweise in den frühen Entwurfsphasen noch keine 3D-Geometrien zur Entscheidungsfindung oder Variantenanalyse benötigt werden. Zudem ist die Modellierungstiefe ab dem Maßstab 1:20 zum einen aufgrund der daraus resultierenden Datenmenge unzumutbar, und zum anderen wird oft im Zuge der Ausführungsplanung mit Leitdetails gearbeitet, die das Erstellen derselben Details für weitere Bauwerksdatenmodelle nichtig macht. Dennoch gilt es, die notwendigen Daten wie Detailkonstruktionen oder 2D-Schemata nach dem Prinzip des Single Source of Truth in die Bauwerksdatenmodelle zu hinterlegen.

Bei der Modellierung gilt grundsätzlich, dass alle Modelle eines Projektes dem Vorbild des tatsächlichen Bauablaufs anzulehnen sind. Dies bedingt eine geschossweise Modellierung gemäß der tatsächlichen Baukonstruktion sowie eine fachspezifische Modellierung. Somit ist der Rohbau beispielsweise getrennt vom Ausbau zu modellieren. Eine nähere Beschreibung der Modellstruktur ist unter Kapitel 2.4 aufgeführt.

Die Bauwerksdatenmodelle sind in ihrer Struktur und Qualität gemäß der entwickelten BIM-Modellierungsrichtlinie sowie unter Berücksichtigung der Festlegungen der mitgeltenden Dokumente aufzubauen. Modellelemente sind mit den entsprechenden Werkzeugen zu modellieren und gemäß den Vorgaben der Modellierungsrichtlinie zu klassifizieren. Die konsistente Pflege der Daten ist zu gewährleisten. Vor Datenübergabe ist das Modell auf Vollständigkeit und Richtigkeit der Daten, beispielsweise durch ModelChecker oder MVDs, zu prüfen. Zwischen den verschiedenen Projektbeteiligten sind Testdateien für die Sicherstellung des sauberen Datentransfers zu erstellen.

2.2. Allgemeine Modellregularien

Modelleinheiten

Alle Modelle eines Projektes müssen konsistent metrische Einheiten aufweisen. Modelle werden in dem Maßstab 1:1 in der Einheit Meter (m) erstellt. Die Einheit Meter (m) ist mit drei Nachkommastellen zu verwenden. Winkel sind im Dezimalgrad mit drei Nachkommastellen anzugeben, wobei ein rechter Winkel 90,00 Grad entspricht (ergänzend hierzu s. Anlage 1).

Achsraster

Achsraster sind nicht als Linien, sondern als 3D-Raster mit Benennungen zu erstellen, wodurch eine Darstellung in allen Projektionsebenen (Grundrisse, Schnitte, Ansichten) gewährleistet wird. Die Unterteilung des Achsrasters in verschiedene Rastertypen, zum Beispiel in Hauptachsraster (Gebäuderaster / Konstruktionsraster) und Hilfsachsraster (Ausbauraster, Fassadenraster etc.) ist empfehlenswert. Sie sind einmal vom Objektplaner anzulegen und von allen weiteren Fachplanern zu übernehmen. Achsraster sind gegen unbeabsichtigtes Verschieben zu sperren.

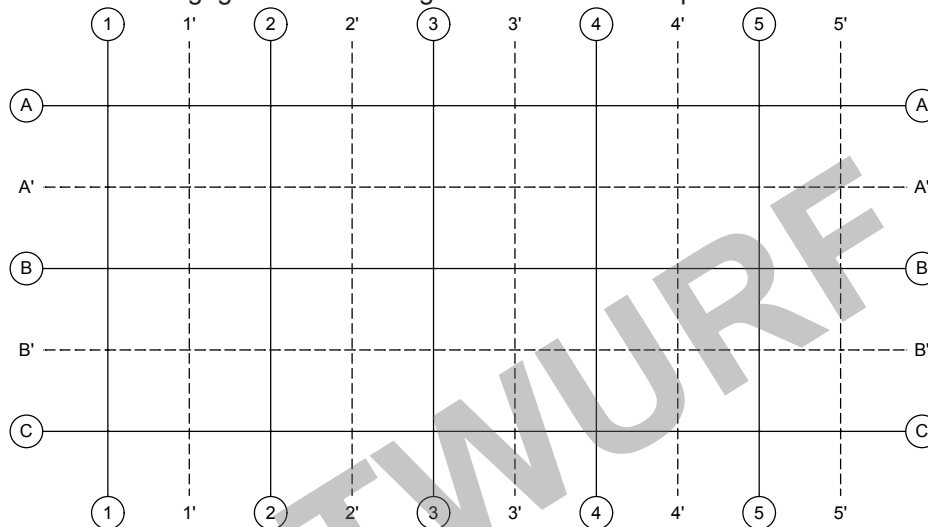


Abbildung 1: Achsraster¹

Materialien, Texturen und Schraffuren

Alle Modellelemente sind mit entsprechenden Materialzuweisungen zu definieren. Die Modellelementmaterialien müssen auf die verschiedenen Anzeigedarstellungen im Modell und beim Generieren von 2D-Plänen Texturen und Schraffuren in ihrer Art und Größe der DIN entsprechen. Das heißt, die Plandarstellung muss mit dem Modell übereinstimmen.

Schematische Darstellungen

Alle schematischen 2D-Darstellungen, welche keine Verbindung zum 3D-Modell besitzen, können mit einer 2D-Software erstellt werden (z.B. Anlagenschemata, Funktionsschemata, Stromlaufpläne etc.). Die 2D-CAD-Daten müssen nach Fertigstellung über einen Link als 2D-Zeichnung in der 3D-Software referenziert werden.² Diese Referenzierungen dürfen kein Bestandteil des 3D-Exports sein.

Beschriftungen

Beschriftungen von modellierten Bauelementen sind wenn möglich aus Bauelementinformationen abzuleiten und auf der Plandarstellung, soweit technisch möglich, mit den diesen übereinstimmen. Manuelle Textbeschriftungen von Bauelementen und Räumen sollten nach Möglichkeit vermieden werden. Abweichungen sind nur nach vorheriger Abstimmung zulässig.

¹ Eigene Darstellung, basierend auf der Abbildung einer vorliegenden Modellierungsrichtlinie

² vgl. BLB NRW, 2019, S. 35

Bezeichnungskonvention

Bezeichnungskonventionen sind vor der Modellierung zu definieren und konsistent einzuhalten. Die Einhaltung gilt für Dateibezeichnungen, Geschossdefinitionen bis hin zu Bezeichnungen von Modellelementen und ihren Attributen. Die Wahrung der Bezeichnungskonvention ist notwendig, um die Kommunikation zwischen den Projektbeteiligten zu erleichtern und den einwandfreien Austausch der Projektdateien und deren Inhalte zu gewährleisten. Die einheitliche und konsistente Bezeichnungen von Modellelementen dient beispielsweise zum einen dem internen Qualitätsmanagement, da auf diese Weise beispielsweise Dopplungen oder fehlerhafte Angaben zu Materialien oder Abmessungen schneller identifiziert werden können, und zum anderen zur einfachen Identifizierung von Elementen im Modell. Bezeichnungen sind ferner die Basis für die Weiterverarbeitung der angelegten Daten für verschiedene Anwendungen wie beispielsweise die Prüfung der Daten, die Erstellung von Vergabeunterlagen etc. und müssen daher fortlaufend gepflegt werden. Die Strukturierung von Bezeichnungen kann je nach Unternehmen variieren. Wichtig ist die konsistente Einhaltung der Bezeichnungsstruktur innerhalb eines Bauvorhabens und die Transparenz für Externe beispielsweise in Form von Listen oder Legenden. In der Anlage 2 sind exemplarische Bezeichnungsvorschläge zur Orientierung enthalten.

Folgende Bezeichnungskonventionen, die größtenteils aus technischen Gründen und Gründen der Usability resultieren, sind dahingehend zwingend einzuhalten:

- Umlaute wie ä, ö, ü müssen ausformuliert werden zu ae, oe, ue
- Buchstaben wie Eszett (ß) oder mit diakritischen Zeichen und Glyphen wie é, à etc. dürfen nicht verwendet werden
- Sonderzeichen können in der Programmiersprache verschiedene Befehle übergeben, weswegen folgende Sonderzeichen nicht verwendet werden dürfen:
^/:;*+##=?&%\$ [] {} "< >
- Ebenfalls dürfen keine Leerzeichen verwendet werden, da sie ebenfalls technisch interpretiert werden. Nutzen Sie stattdessen Unterstrich _ oder Bindestrich -
- Bezeichnungen müssen einem einheitlichen und sinnvollen Schema folgen. Zu lange Bezeichnungen sollten vermieden werden.³

Import

Zur Erstellung von Bauwerksdatenmodellen können verschiedene Medien, u.a. schematische Darstellungen, Liegenschaftspläne, Punktwolken, Objekt- oder Fachplanermodelle in den verschiedensten Dateiformaten (.dwg, .dxf, .dgn, .skp, .sat, .3dm, .pdf, .jpeg, .rcp etc.), in das Modell als Referenz importiert werden. Beim Import eines Mediums ist sicherzustellen, dass Maßstab, Einheiten und Nachkommastellen identisch zu denen des Modelles sind; bei mehreren Importmedien sind diese zueinander auszurichten. Zu importierende Referenzdateien sind immer auf ihre Richtigkeit und Genauigkeit zu prüfen. Der definierte Einfügebepunkt sowie die Achsen dienen hierbei als Kontroll- und Orientierungshilfe (vgl. Kapitel 2.2 „Achsraster“, Kapitel 2.3 „Fachübergreifende Modellkoordination“).

Export

Für den Export von Bauwerksdatenmodellen mit dem Ziel des Datenaustausches ist das IFC-Datenformat als offener Datenstandard zu nutzen. Der Austausch des Modells in einem nativen Datenformat ist in Abstimmung mit den Projektpartnern weiterhin auch möglich. In Abhängigkeit der genutzten Autorensoftware bieten diese verschiedene Einstellungen für den IFC-Export. Die Auswahl der Einstellung ist dabei abhängig von der jeweiligen Anwendung bzw. Weiterverwendung des Modells. Um die Vollständigkeit und Qualität des sauberen Datenaustauschs sicherstellen zu können, ist nach den Exporteinstellungen eine Probeübergabe zu machen.

Bei den Exporteigenschaften sind folgende Punkte zu berücksichtigen:

- nur benötigte Geschosse weitergeben,
- nur benötigte Bauelemente weitergeben (z.B. nur Decken, Wände, Fenster, Rohbau, Ausbau, Räume etc.) und importierte Referenzdateien ausblenden/nicht mit exportieren,
- nur benötigte Eigenschaften weitergeben,
- sicherstellen, dass die GUID mitgeliefert wird,
- überprüfen, ob den Modellelementen die richtigen IFC-Klassen zugeordnet sind und bei Bedarf gem. MRL anpassen sowie
- bei Bedarf die Zuordnung der Merkmale zu den jeweiligen Psets überprüfen und anpassen.

2.3. Koordinierende Modellregularien

Modellqualität

Die Verantwortung für die Erbringung geschuldeter Modellqualitäten verbleibt weiterhin bei dem jeweiligen Autor für Fachmodelle sowie der koordinierenden Partei für das Koordinations- und Gesamtmodell. Die Konsistenz innerhalb der Klassifizierung, Bezeichnungen sowie die korrekte Berücksichtigung der erforderlichen Daten sind vor Weiterleitung eigenständig und fachspezifisch zu prüfen.

Fachübergreifende Modellkoordination

Für die einwandfreie Kommunikation und Kollaboration auf Basis der Modelle sind ein identisches Koordinatensystem, die tatsächliche Ausrichtung des Bauwerks, ein identischer Einfügepunkt, ein identisches Achsraster und vordefinierte Geschosse zu verwenden. Diese sind durch den vom Objektplaner erstellten Grundlagenmodell festzulegen und von allen Fachplanern zu übernehmen. Es ist zwingend erforderlich, die Kompatibilität zwischen den Modellen zu testen und die Positionierung der einzelnen Modelle vor Beginn der Modellierungsarbeiten zu überprüfen.⁴ Nachfolgend werden die einzelnen Vorgaben näher erläutert:

Vorlagedatei

Das zentrale interdisziplinäre Koordinationsmodell ist eine einfache Hilfestellung für die Sicherstellung der fachübergreifenden Qualitätsprüfung. Um die technische Umsetzung des Zusammenführens der Modelle zu erleichtern, wird im Rahmen des Forschungsprojektes eine Vorlagedatei erstellt, welche zur Hilfestellung ein Koordinationskörper (vgl. Abbildung 1: modellbasierte, fachübergreifende Koordination) beinhaltet, wodurch das saubere Positionieren der verschiedenen Modelle sichergestellt wird. Der Umgang mit der Vorlagedatei wird nachfolgend erläutert:

Einfügepunkt, Georeferenzierung

Als Einfügepunkt dient ein Koordinationskörper, dessen Schnittstelle auf den Koordinaten $(x,y,z) = (0,0,0)$ liegt und den geometrischen Projektnullpunkt definiert. Dieser Projektnullpunkt hat der OKFF des Erdgeschosses zu entsprechen (s. Abbildung 1: modellbasierte, fachübergreifende Koordination). Grund hierfür ist, dass der Vermesser die OKFF als Referenzwert für weitere Modellelemente in seinem Meterriss aufnimmt. Die entsprechende Höhe über dem Normalnull (m. ü. NHN) wird anhand der Vermessungsdaten eingefügt. Die Tragwerksplaner, welche ausschließlich mit den Rohbauwerten arbeiten, können sich weiterhin an den Rohhöhenkoten orientieren. Der referenzierte Projektnullpunkt sollte bei Höhenversprüngen innerhalb von Teilmodellen fortbestehen.

⁴ Vgl. VDI, 2018, S. 12

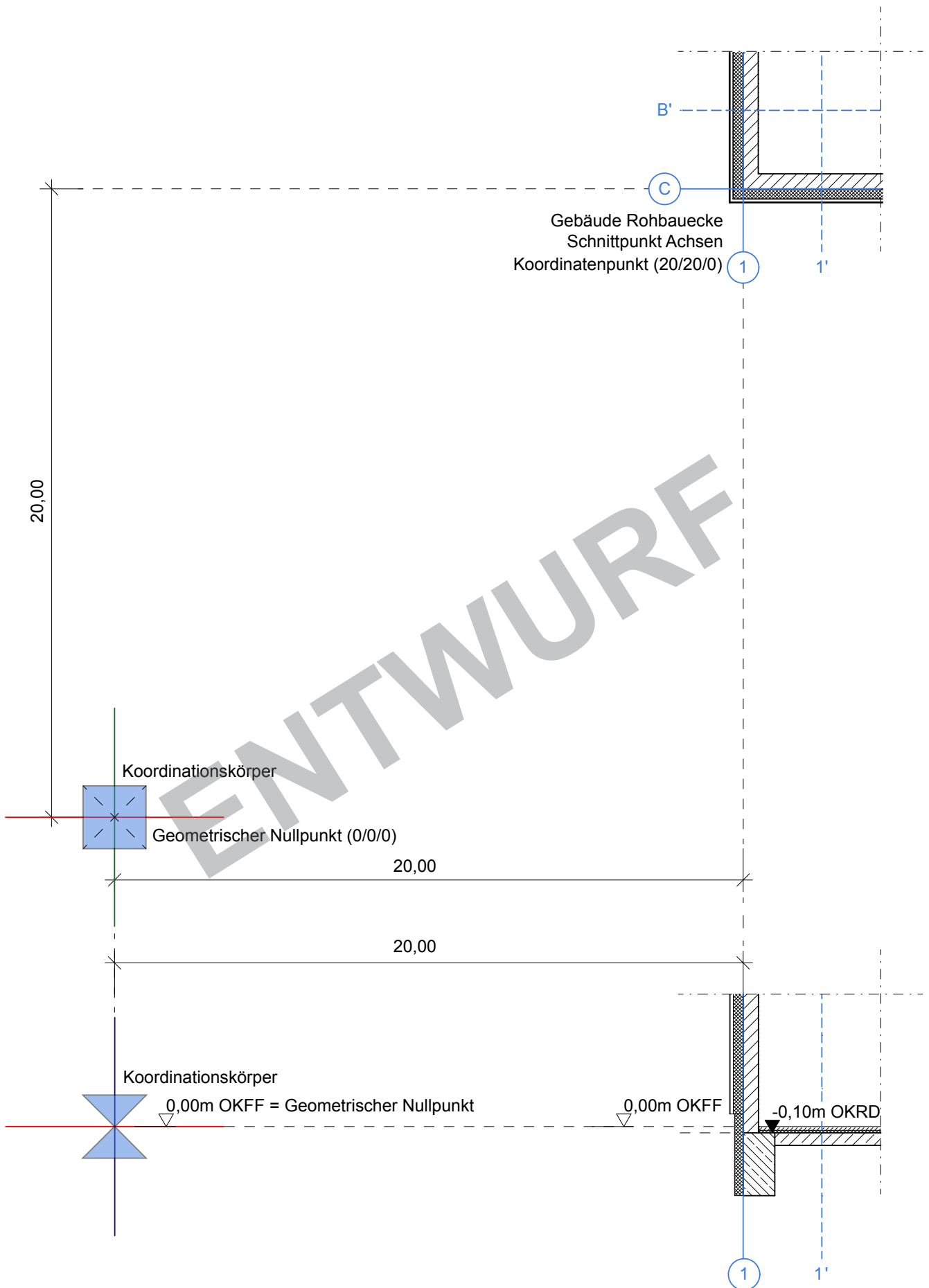


Abbildung 2: Modellbasierte, fachübergreifende Koordination⁵

⁵ Eigene Darstellung, basierend auf der Abbildung einer vorliegenden Modellierungsrichtlinie

2.4. Modellstruktur

Die festgelegte Modellstruktur ist während des gesamten Projektverlaufs einzuhalten. Abweichungen hiervon dürfen nur in Zustimmung aller Planungsbeteiligten erfolgen. In Abhängigkeit von inhaltlichen und softwaretechnischen Anforderungen muss die Modellstruktur in Abstimmung mit allen Projektbeteiligten erfolgen und kommuniziert werden. Neben technischen Aspekten, beispielsweise dem Handling des Modells und die Modellgrößen, sind auch projektspezifische Gegebenheiten sowie die Verwendung der Modelle für verschiedene Zwecke, wie zum Beispiel für die Gewerkekoordination oder für die Prüfung von funktionalen Anforderungen zu berücksichtigen.^{6/7}

Folgende Unterscheidung zwischen den Modellelementen im Modell ist zu gewährleisten:

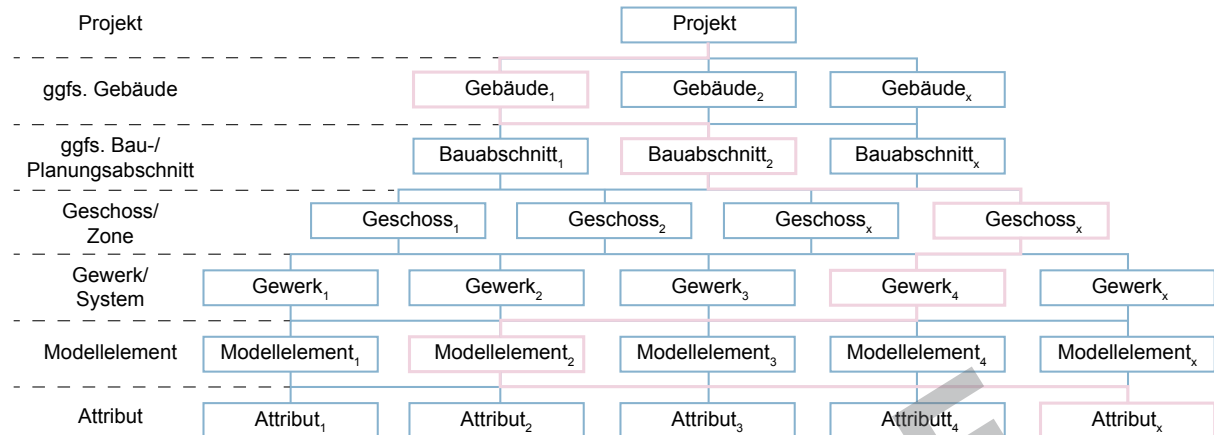


Abbildung 3: Modellstruktur⁸

2.4.1. Geschosse

Für die einwandfreie Kollaboration und Kommunikation sind abgestimmte Geschosse inklusive der Zwischengeschosse ebenfalls eine wesentliche Grundlage. Geschosse sind in ihrer exakten Höhenlage zu platzieren und zu dokumentieren.⁹ Es ist zu gewährleisten, dass bei der Datenübergabe ausschließlich alle relevanten Gebäudegeschosse angezeigt werden (s. rot markierte Geschosse in Abbildung 4: Geschosse). Jedes Gebäudegeschoss darf nur einmal auftauchen. Die Geschosshöhe wird von OKRD bis OKRD des oberen Geschosses gemessen.

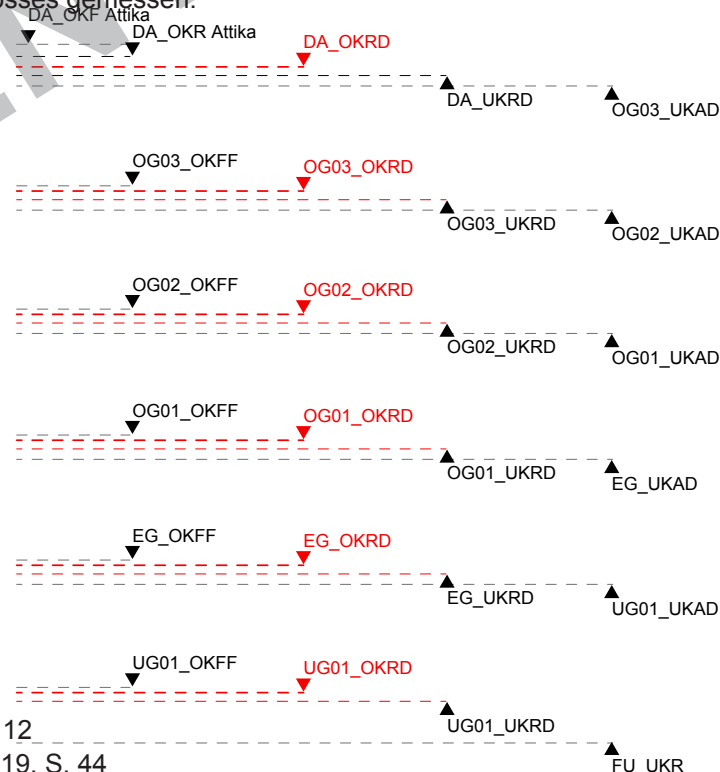


Abbildung 4: Geschosse¹⁰

⁶ Vgl. VDI, 2018, S. 12

⁷ Vgl. BLB NRW, 2019, S. 44

⁸ Eigene Darstellung, angelehnt an LIST Digital

⁹ Vgl. VDI, 2018, S. 13

¹⁰ Eigene Darstellung, basierend auf der Abbildung einer vorliegenden Modellierungsrichtlinie

2.5. Modellierungsvorgaben für Räume und Bauelemente

Modellelemente

Modellelemente sind sowohl Räume als auch Bauelemente die in dem Bauwerksdatenmodell erstellt werden. Bei der Erstellung dieser sind neben den in Kapitel 2.2 aufgelisteten allgemeinen Regularien weitere modellelementbezogene Regularien zu beachten, welche nachfolgend genannt werden:

Räume

Ein Raum ist ein von Wänden, Decken und Böden umgebenes Volumen. Für das Modellelement Raum werden folgende Vorgaben festgehalten:

- Alle Räume müssen als geschlossene Volumina existieren und dürfen sich nicht überschneiden. Sie müssen direkt an ihre umgebenden Bauelemente grenzen. (Anmerkung: Anwendungs- und softwarespezifisch sind Ausbauelemente (z.B. Vorsatzschalen, Abhangdecken) beispielsweise für die Raumhöhe zu berücksichtigen.)
- Räume sind in dem Modell als solche zu definieren und gemäß dem vereinbarten Klassifizierungssystem zu klassifizieren.
- Technische Schächte, Lichtschächte, Aufzugsschächte und sonstige Schächte sind als Räume in jedem Geschoss zu modellieren.
- Raumnummerierungen sind vor Planungsbeginn mit den Planungsbeteiligten abzustimmen.
- Die Voreinstellung zur Flächen- u. Volumenberechnung müssen in allen Räumen identisch sein.
- Alle Räume müssen im Modell enthalten sein und bei der Datenübergabe mitgeliefert werden. ¹¹

Bauelemente

Bauelemente beschreiben Körper, die einen einheitlichen Aufbau und Konstruktion bzw. eine Funktion aufweisen. Folgende Festlegungen werden für Bauelemente festgehalten:

- Bauelemente müssen geschossweise modelliert werden. Die Platzierung der Elemente muss im richtigen Geschoss erfolgen (vgl. Kapitel 4.2).
- Bauelemente müssen mit dem entsprechenden Werkzeug modelliert werden (vgl. Anlage 3, Grafik je Modellelement). Sofern kein entsprechendes Werkzeug vorhanden ist, ist ein alternatives Werkzeug zu verwenden (Beispiel: Für die Gründungsdämmung verwendet man das Werkzeug „Decke“ und klassifiziert diese als Gründungsdämmung (IfcIsolation, s. Anlage 3, S.14). Wichtig bei der Auswahl des alternativen Werkzeuges ist es, dass die saubere Auswertung der Informationen sichergestellt ist.
- Jedes Bauelement muss gemäß dem vereinbarten Klassifizierungssystem klassifiziert werden.
- Bei Bauelementen, die aus mehreren Komponenten bestehen, beispielsweise Fenster mit einer besonderen Form, die nicht in den Standardbibliotheken zu finden sind, wird empfohlen von externe Bibliotheken Gebrauch zu machen, sofern man sich mit der sauberen Modellierung von komplexeren Komponenten nicht auskennt. Bei jedem neu dazu geladenen Modellelement muss sichergestellt werden, dass die notwendigen und relevanten Modellelementinformationen anforderungsgerecht vorhanden sind und bei Bedarf zu ergänzen. Zudem muss die Produktneutralität beispielsweise für öffentliche Ausschreibungen gewahrt werden.
- Kein Bauelement darf doppelt modelliert werden, da diese beispielsweise zu Kollisionen führen oder Ergebnisse der Mengen- und Massenermittlungen verfälschen.
- Bauelemente müssen eine einheitliche Namens-/Bezeichnungskonvention aufweisen. Diese sind vor Planungsbeginn mit den Planungsbeteiligten abzustimmen und zu dokumentieren.
- Bauelementbeschriftungen sind nach Möglichkeit aus den Bauelementinformationen abzuleiten.
- Das Spiegeln von Bauelementen ist zu vermeiden, sodass diese nicht spiegelverkehrt ausgewertet werden.
- Verschneidungen von Bauelementen sind so zu definieren, dass diese zu keinen falschen Massen führen und möglichst soweit auszuarbeiten, dass diese auch plangrafisch sinnvoll sind.

¹¹ vgl. BLB NRW, 2019, S. 36

3. Projektorganisation

Vor Beginn der Modellerstellung sind, falls nicht bereits im BIM-Abwicklungsplan erfolgt, projektspezifische Festlegungen, wie beispielsweise die zu erbringenden Modelle sowie dazugehörige Datenaustauschformate und das zu verwendende Klassifizierungssystem zu definieren und zu dokumentieren.¹² Folgende Punkte sind dabei zu berücksichtigen:

3.1. Definition der Projektstruktur

Die festgelegte Projektstruktur ist während des gesamten Projektverlaufs einzuhalten (vgl. Kapitel 2.4). Abweichungen hiervon dürfen nur in Abstimmung mit allen Planungsbeteiligten erfolgen und müssen kommuniziert werden. Die jeweiligen Modelle, ihre einheitliche Namensgebung (gem. Bezeichnungskonvention s. Kapitel 2.2) und Inhalte sind, falls nicht bereits im BAP geschehen, festzuhalten und zu dokumentieren. Eine mögliche Vorlage zur Dokumentation der zu liefernden Modelle ist in Anlage 1 enthalten und mögliche Abkürzungen zur Verwendung der verschiedenen Modelltypen können aus Anlage 2 entnommen werden.

Grundsätzlich werden BIM-basierte Projekte „nach dem Prinzip des fachmodellbasierten Arbeitens abgewickelt.“¹³ Das Objektplanermodell oder das Bestandsmodell, welches gemäß der Modellierungsrichtlinie aufgebaut sein soll, dient hierbei als Referenzmodell für die Erstellung aller weiteren Fach- und Teilmodelle. Je nach Projektumfang oder Bauablauf ist es zu empfehlen dieses in Teilmodelle zu untergliedern und mit dem Objektplanermodell/Bestandsmodell zu referenzieren.

3.2. Definition der Projektinformationen

Für die kontinuierliche Nutzung der Modelle insbesondere für den Zeitraum nach der Realisierung ist das Einpflegen der Projektinformationen relevant, sodass die Rückverfolgung der Inhalte über das Modell gewährleistet wird. Eine Liste mit den zu liefernden Projektinformationen mit den dazugehörigen Verantwortlichkeiten ist der Anlage 3 zu entnehmen.

3.3. Definition des Klassifizierungssystems/ der Klassifizierungssysteme

Für eine einfache und konsistente Identifizierung von Modellelementen während des gesamten Lebenszyklus eines Projektes, ist vor Beginn der Modellerstellung das in dem Projekt anzuwendende Klassifizierungssystem festzulegen. „Jedes Objekt der zu übergebenden Modelle muss einen entsprechenden Klassifikationsschlüssel tragen. Die Übereinstimmung zwischen Objekttyp und Klassifikationsschlüssel ist zu gewährleisten.“ In dem beiliegenden Anforderungskatalog (s. Anlage 3) sind den Modellelementen Klassifizierungssysteme wie beispielsweise IFC4, DIN276 Omni Class 21 und Uniclass2, zugeordnet.

3.4. Definition des Einfügepunktes

Der Einfügepunkt ist für sämtliche Modelle vor Modellierung zu definieren und zu dokumentieren. Ein mögliches Vorgehen kann gemäß den Vorgaben in Kapitel 2.3 berücksichtigt werden.

3.5. Definition der Verantwortlichkeiten

Eine eindeutige Definition der Verantwortlichkeiten ist vor Beginn der Projekterstellung zwingend zu definieren und zu dokumentieren. Hierfür ist die Erstellung eines Projekt-Organigramms sinnvoll. Die modellierenden Beteiligten sind entlang ihrer fachplanerischen Aufgaben aufzuführen. Der Erstellung der Modelle entsprechend ist ggfs. eine Differenzierung zwischen einer liefernden (Information(-swert) bestimmenden) und einer übertragenden (Information(-wert) in das Modell einpflegenden) Rolle innerhalb einer Fachplanungsdiziplin notwendig. Anlage 3 gibt hierfür eine Orientierungshilfe vor, die es individuell anzupassen gilt.

¹² Vgl. VDI, 2018, S. 8 ff.

¹³ Vgl. VDI, 2018, S. 8

4. Modellierungsempfehlungen

4.1. Umgang mit Nordung

Das Bauwerk mitsamt dem Achsraster wird in die Vorlagendatei in einem festen Abstand vom Koordinationskörper modelliert (vgl. Abbildung 2: modellbasierte, fachübergreifende Koordination). Da die genaue Nordung vor Beginn der Entwurfsplanung oft unbekannt ist, hat sich für den Umgang mit der Nordung folgende Vorgehensweise in der Praxis bewährt: Der Objektplaner modelliert das Projekt orthogonal (s. Abbildung 5: Umgang mit Nordung und Dokumentation bei Modellteilung) und platziert den Nordpfeil zur ersten Orientierung. Sobald die Vermesserdaten vorliegen wird lediglich der Nordpfeil an die exakte Position angepasst. Koordinationskörper, Achsraster und Gebäudeausrichtung bleiben unverändert. Sofern das Modell inklusive Achsen und Koordinationskörper, beispielsweise im Fall der Modellteilung oder für die Berechnung des Wärmeschutzes gedreht werden muss, kann die Rotation im jeweiligen Fach- bzw. Teilmodell erfolgen (vgl. Abbildung 6-8). Bei Datenübergabe ist das gesamte Modell anhand des Koordinationskörpers an die Ursprungsposition zu drehen und zu platzieren. Die Dokumentation der Platzierung gemäß Abbildung 5 ist zu empfehlen.

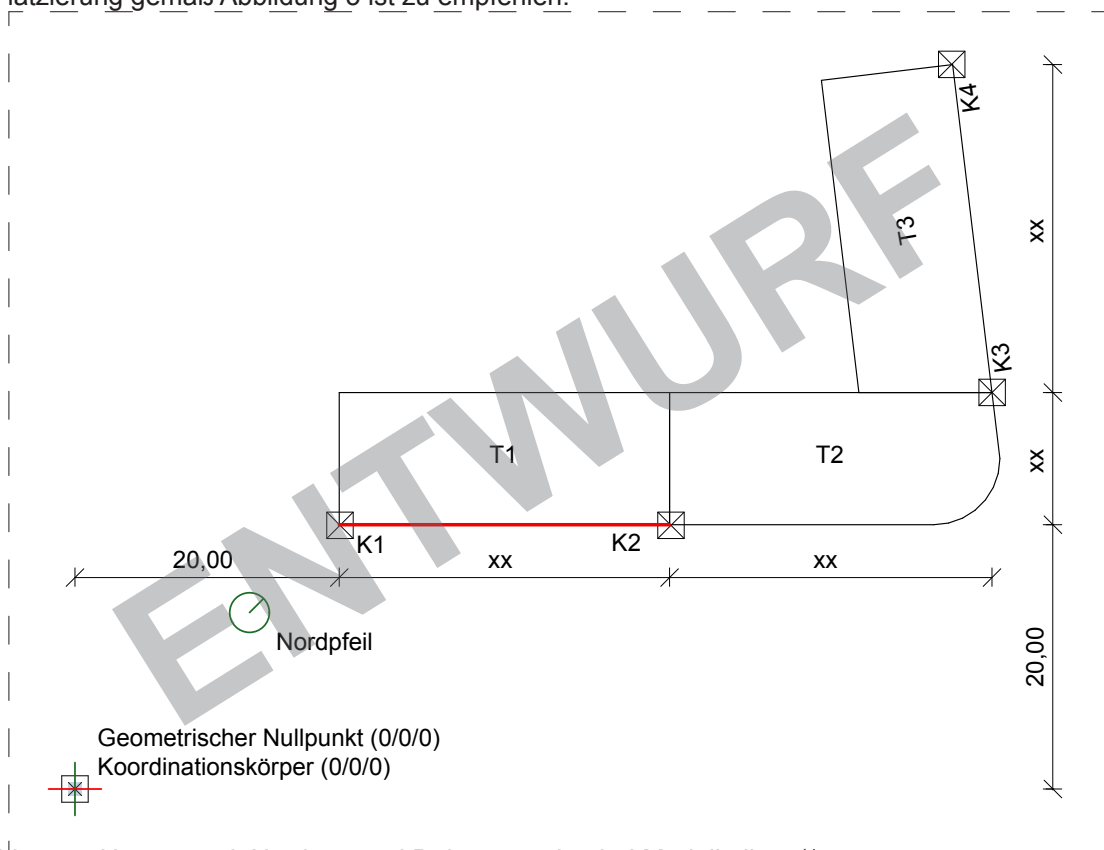


Abbildung 5: Umgang mit Nordung und Dokumentation bei Modellteilung¹⁴

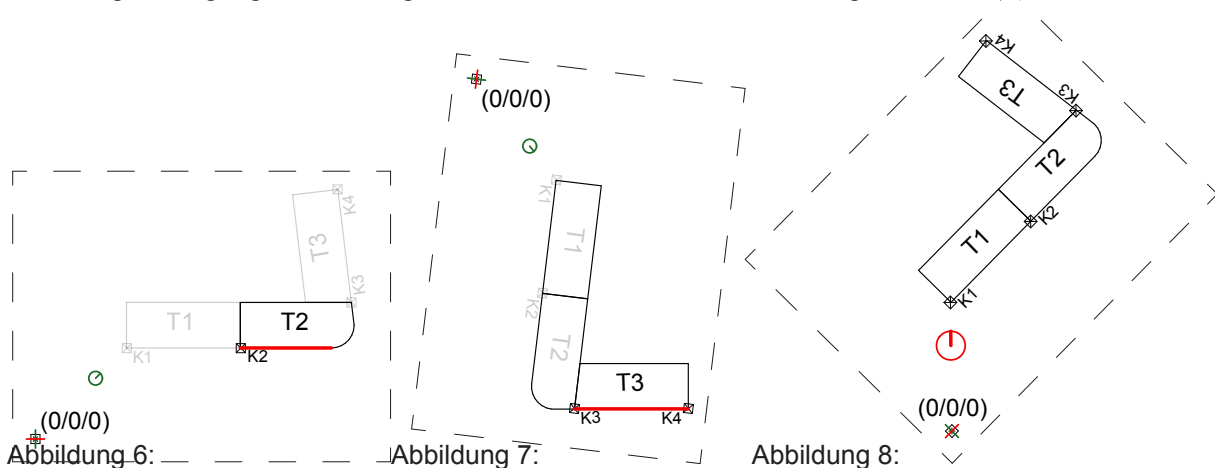


Abbildung 6:

Abbildung 7:

Abbildung 8:

Bsp. Teilmodell ohne Rotation¹⁵ Bsp. Teilmodell mit Rotation¹⁶ Bsp. Rotation nach Nordausrichtung¹⁷

4.2. Umgang mit Platzierung von Modellelementen

Wie in den Modellierungsvorgaben für Bauelemente in Kapitel 2.4 beschrieben, müssen Bauelemente geschossweise modelliert werden. Je nach Software variieren die Methoden zur Platzierung der Elemente in den jeweiligen Geschossen. Beispielsweise werden Geschossen „Untergeschoss, Erdgeschoss, 1. Obergeschoss“ etc. in weitere, sogenannte Ebenen wie etwa „UKRD“ oder „OKRD“ untergliedert. Dadurch verändern sich die Regeln für Platzierungen und Erstreckungen der Elemente. Dennoch können grundlegende Vorgehensweisen für die Platzierung der Elemente im richtigen Geschoss festgehalten werden, die in den nachfolgenden Abbildungen erläutert werden:

ENTWURF

▨ Rohbau

○ gemäß tatsächlicher Konstruktion

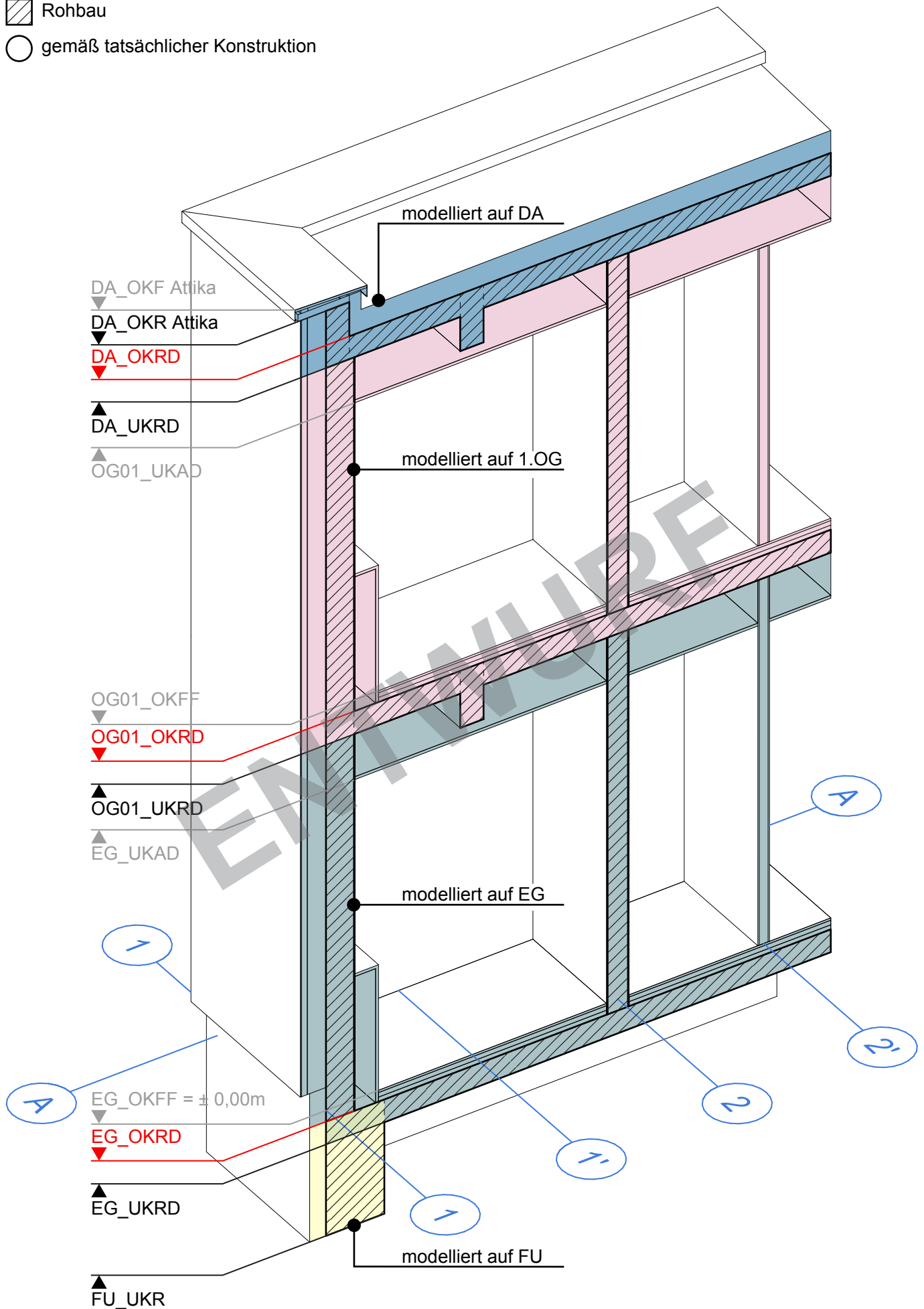


Abbildung 9: Platzierung der Elemente¹⁸

▨ Rohbau

○ gemäß tatsächlicher Konstruktion*

*Tipp: Je nach Software können Erstreckungen der Wände über Verschneidungsregeln bestimmt werden, weswegen es hierzu keine verbindliche Regelung der Modellierung gibt. Wichtig ist, dass die Darstellung im Modell der tatsächlichen Konstruktion entspricht und eine saubere Auswertung der Massen, Flächen etc. sichergestellt ist.

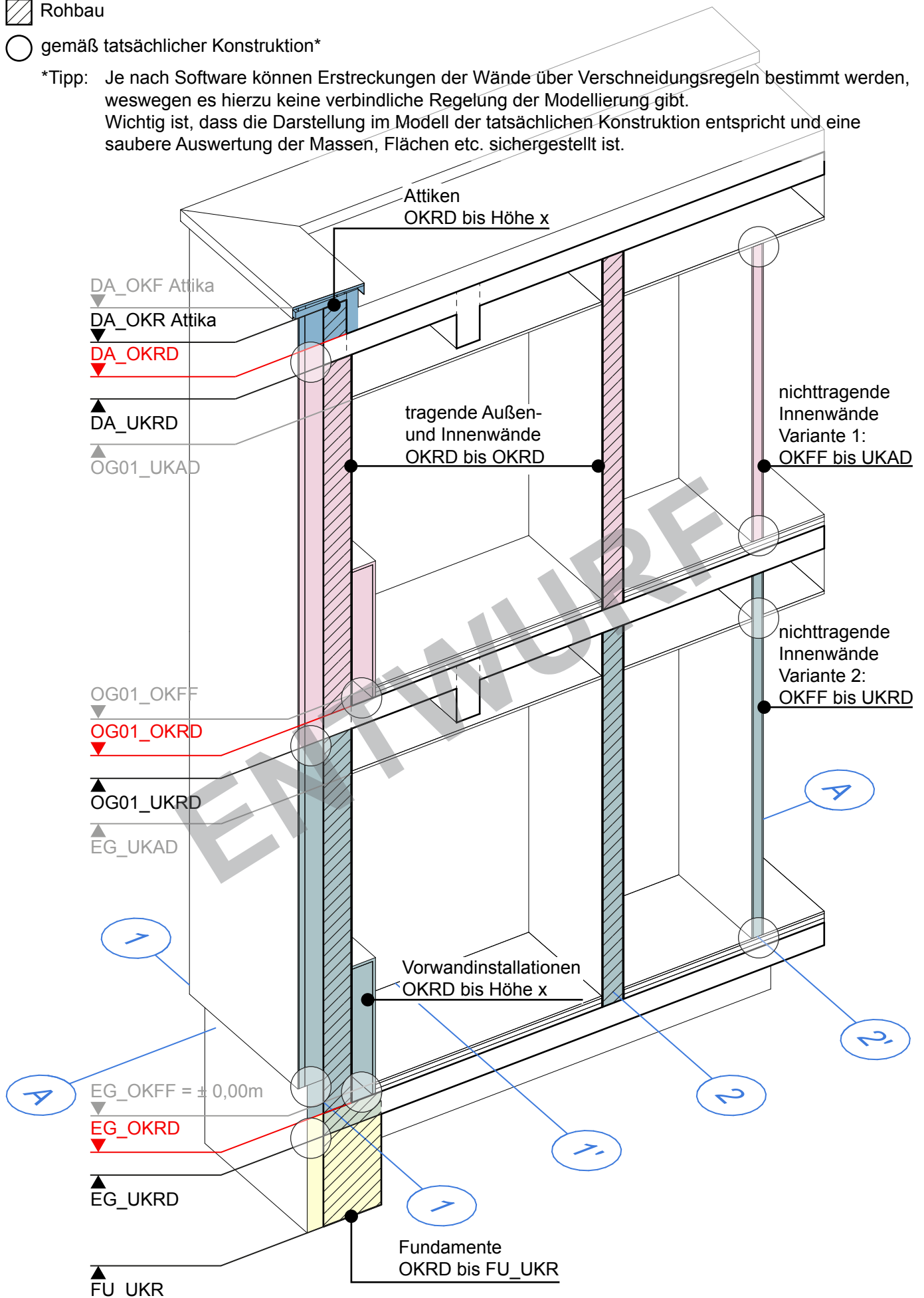


Abbildung 10: Erstreckung vertikale Elemente¹⁹

▨ Rohbau

○ gemäß tatsächlicher Konstruktion*

*Tipp: Je nach Software können Erstreckungen der Decken über Verschneidungsregeln bestimmt werden, weswegen es hierzu keine verbindliche Regelung der Modellierung gibt. Wichtig ist, dass die Darstellung im Modell der tatsächlichen Konstruktion entspricht und eine saubere Auswertung der Massen, Flächen etc. sichergestellt ist.

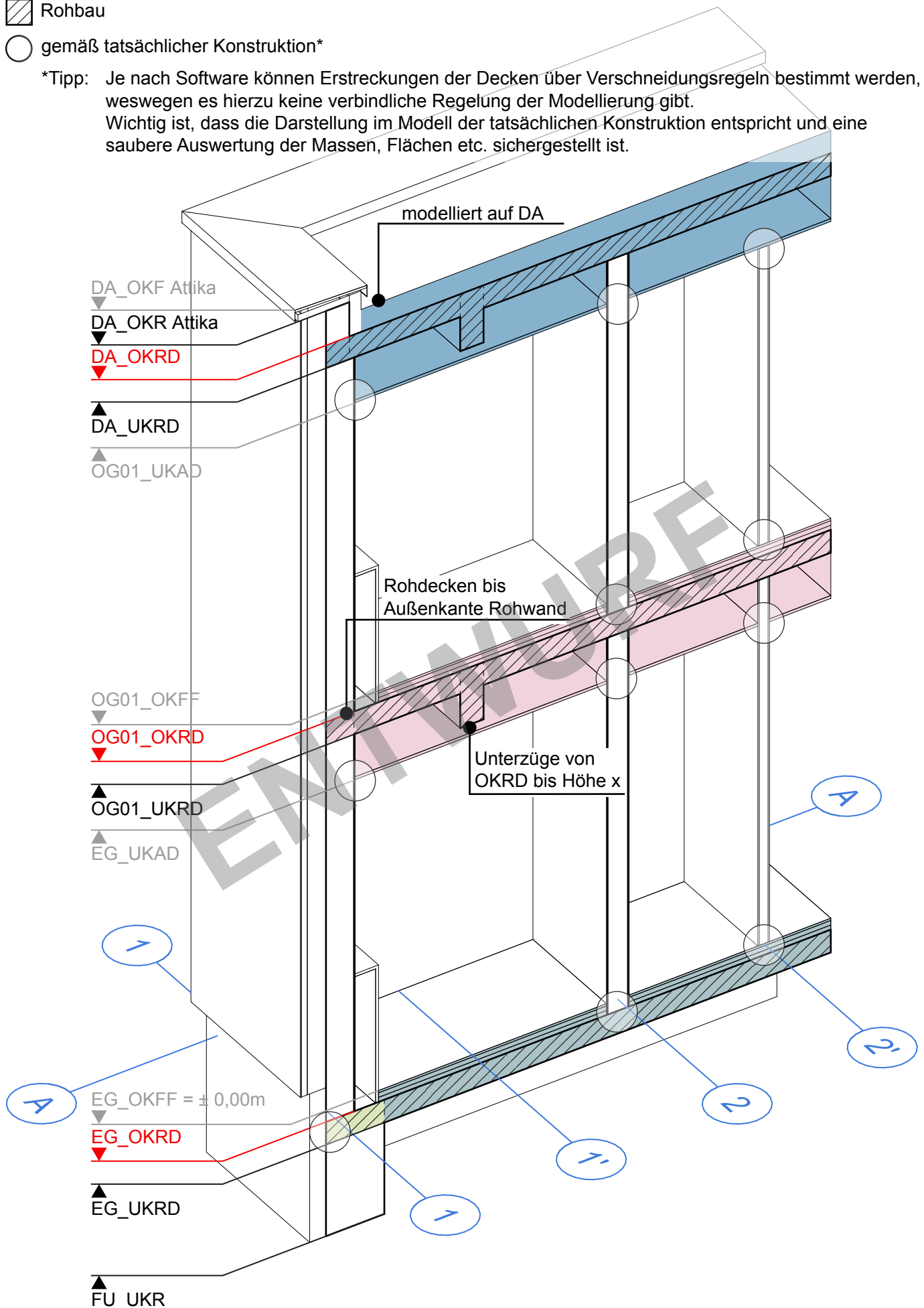


Abbildung 11: Erstreckung horizontale Elemente²⁰

4.3. Umgang mit mehrschichtigen Modellelementen

Abhängig vom gewählten Level of Geometry sind einige Modellelemente, wie etwa Wände, Decken und Dächer in ihren einzelnen Schichten darzustellen. Hierzu gibt es verschiedene technische Modellierungsmethoden, die nachfolgend erläutert und mit ihren Vor- und Nachteilen aufgelistet werden. Für den erfolgreichen Datentransfer insbesondere in der interdisziplinären Zusammenarbeit sind diese projektspezifisch unter Berücksichtigung der Weiterverarbeitung der Modelle zu diskutieren und die anzuwendende Modellierungsmethode festzulegen.

Grundsätzlich ist die einzelne Auswertbarkeit der einzelnen Schichten bei der Übergabe der IFC-Dateien zu sicherzustellen.

Sofern die Entscheidung zur Einzelschicht-Modellierweise fällt, müssen die einzelnen Schichten als ein Objekt angewählt werden können.

Einzelschicht-Modellierweise

„Bei der Einzelschicht-Modellierweise wird jede Schicht eines bautechnischen Verbundsystems (wie z.B. einer gedämmten, tragenden Außenwand) einzeln modelliert. So werden bei einer vier-schichtigen Wand vier separate direkt aneinandergrenzende Wände modelliert.“

Hybrid-Modellierweise

„In Hybridmodellen werden Rohbauelemente wie z.B. Rohdecken separat modelliert, sämtliche sonstigen Aufbauten aber in mehrschichtigen Paketen, z.B. ein Fußbodenaufbau.“

Mehrschicht-Modellierweise

„Beim Mehrschicht-Modellieren werden bautechnische Verbundsysteme als „Pakete“ gezeichnet. So wird z.B. ein Wandaufbau „AW01“ zentral in der BIM Software in seinen Schichten definiert und die Wand dann mit diesem Aufbau versehen.“²¹

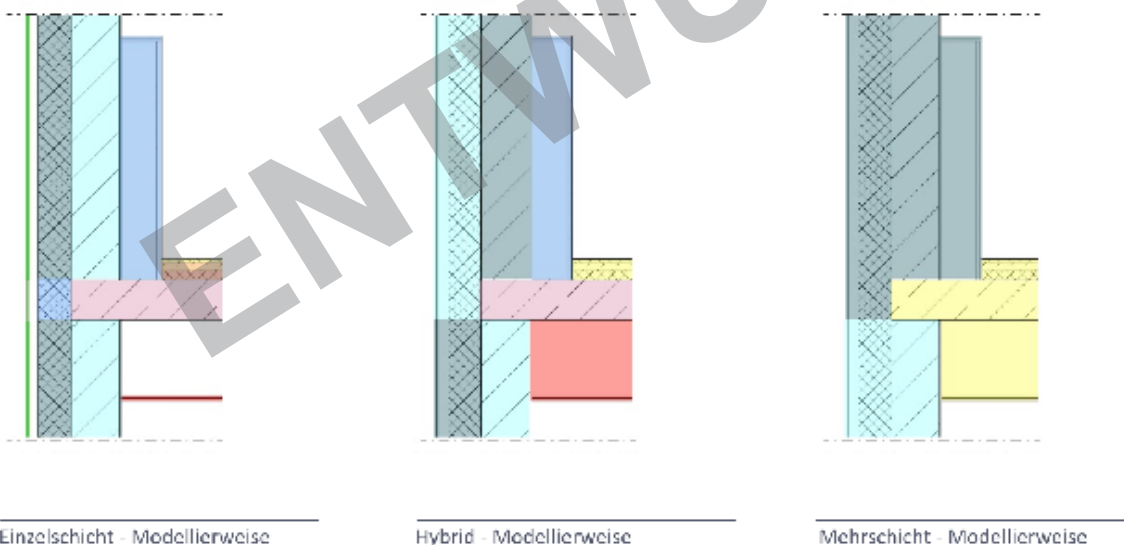


Abbildung 12: Modellierweisen²²

²¹ Plandata Datenverarbeitungs GmbH, 2019

²² Eigene Darstellung, angelehnt an: Plandata Datenverarbeitungs GmbH, 2019

Tabelle 1: Vor- und Nachteile der verschiedenen Modellierweisen²³

	Einzel-schicht-Modellierweise	Hybrid-Modellierweise	Mehrschicht-Modellierweise
Modellierungsaufwand	- hoher Modellierungsaufwand bei Durchbrüchen, Fenstern, Türen	o normaler Modellierungsaufwand, jedoch je nach Software bei Durchbrüchen, Fenstern, Türen etwas umständlich	o normaler Modellierungsaufwand, jedoch ggfs. Verschneidungsproblematiken bei mehrschichtigen Systemen + erleichterte Modellierung von Durchbrüchen, Fenstern, Türen
Änderungen	- fehleranfällig, da jede Schicht einzeln angepasst werden muss	+ durch Typenzuordnung (z.B. bei Bodenpaket) leichte Anpassung bei Änderung -o bei Durchbrüchen, Fenstern, Türen je nach Software etwas umständlich, jedoch geringe Fehleranfälligkeit	+ durch Typenzuordnung (z.B. Wandpaket 1) leichte Anpassung bei Änderung + leichte Anpassung bei Durchbrüchen, Fenstern, Türen
Mengen- und Massenauswertungen	+ leicht anwendbare und genaue modellbasierte Mengen- und Massenermittlung (durch einzelne Schichten und präzise Verschneidungen)	o modellbasierte Mengen- und Massenermittlung umständlich, jedoch durch Typenzuordnung handhabbar	- modellbasierte Mengen- und Massenermittlung schwierig o ggfs. ungenaue Massenauswertungen durch Verschneidungsproblematiken
Datenaustausch	+ erleichtertes Ein- und Ausblenden einzelner Schichten für die spezifische Anwendungen (z.B. Bauablaufsimulation) sowie Planableitung (z.B. Rohbau-/Ausbauplan) - schwierige Zuordnung von Gesamtkennwerten mehrschichtiger Bauelemente für Bauphysik und Technische Gebäudeausrüstung	+ erleichtertes Ein- und Ausblenden von Rohbau- und Ausbauelementen für die Planableitung sowie erleichterte Datenübergabe an den Tragwerksplaner - schwierige Zuordnung von Gesamtkennwerten mehrschichtiger Bauelemente für Bauphysik und Technische Gebäudeausrüstung	+ Zuordnung von Gesamtkennwerten mehrschichtiger Bauelemente für Bauphysik und Technische Gebäudeausrüstung sind gegeben - schwieriges Ein- und Ausblenden für spezifische Anwendungen sowie Planableitung (z.B. Rohbau-/Ausbauplan)

4.4. Umgang mit Basislinien

Viele Modellelemente beziehen ihre geometrische Struktur auf sogenannte Basislinien. Sie dienen bei der Erstellung von Modellelementen zur Orientierung wie es vergleichsweise Achsen auch tun, mit dem Unterschied, dass Basislinien nicht nur projektbezogen, sondern modellelementbezogen sind. Somit wird bei Änderungen gewährleistet, dass die Ursprungsposition des modellierten Elementes gesichert ist, unabhängig von den geänderten Abmessungen des jeweiligen Modellelementes. Zudem sind Basislinien insbesondere bei Modellelementen, die von fachübergreifender Relevanz sind, maßgeblich, wie zum Beispiel tragende Außenwände, da auf diese Weise beim Austausch der Modelle die Ursprungsposition sichergestellt werden kann. Aufgrund dessen sind Referenzlinien vor Beginn der Modellelementmodellierung zu definieren und anzulegen. Nachfolgend werden Basislinien anhand des Beispiels „Wand“ erläutert:

In der Regel wird bei der Erstellung von Wänden zwischen folgenden Basislinien unterschieden:

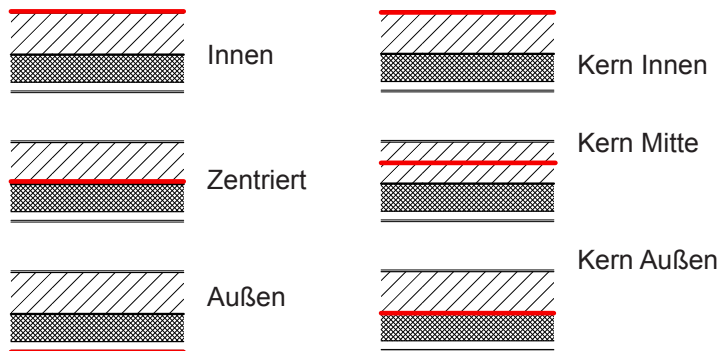


Abbildung 13: Basislinienvarianten²⁴

Das Anlegen der Basislinie für Wände kann beispielsweise wie folgt geregelt werden:

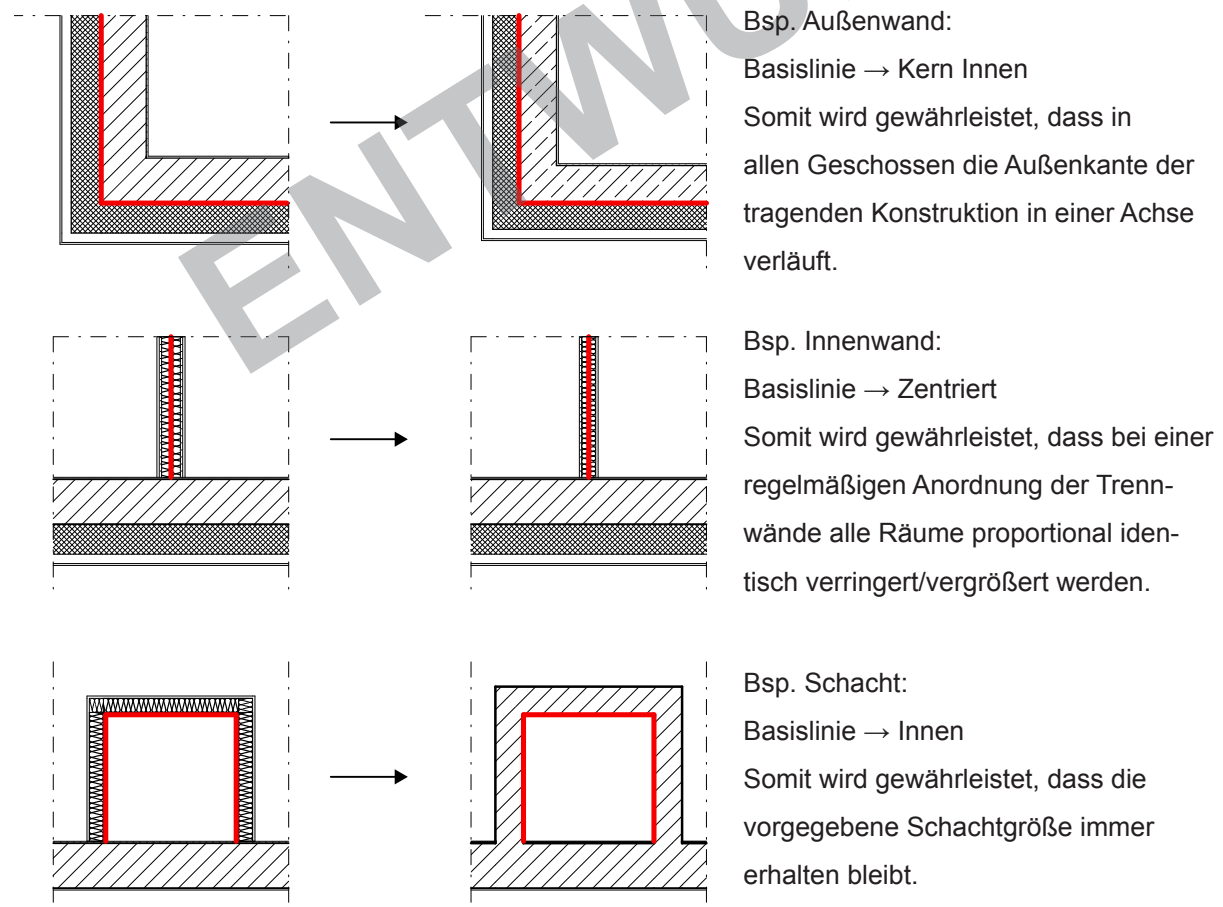


Abbildung 14: Anwendungsbeispiele zur Verwendung von Basislinien²⁵

²⁴ Eigene Darstellung

²⁵ Eigene Darstellung

Literaturverzeichnis

BIM-Richtlinie des BLB NRW - für die BIM-Projekte Auftraggeber-Information-Anforderung. (2019). Bau- und Liegenschaftsbetrieb NRW.

Building Information Modeling - Anforderungen an den Datenaustausch (VDI 2552 Blatt 4 - Entwurf). (2018). VDI.

Building Information Modeling - Begriffe (VDI 2552 Blatt 2 - Entwurf). (2018). VDI.

DIN EN ISO 29481 - Handbuch der Informationslieferung. (2018). DIN.

Positionspapier BIM Hochbau. (2019). Bauindustrie NRW.

Internetquellen

Plandata Datenverarbeitungs GmbH. 2019. <http://bimpedia.eu/node/1297>. abgerufen: 29.11.2019

Deutsches Archäologisches Institut. 2020. <http://www.ianus-fdz.de/it-empfehlungen/dateibenennung>. abgerufen: 14.02.2020

ENTWURF