

BIM-Materialdatenstrukturen im Kontext harmonisierter Produktnormen

Christoph Carl Eichler
ODE office for digital engineering
Wien, Österreich



BIM-Materialdatenstrukturen im Kontext harmonisierter Produktnormen

1. Zusammenfassung

Dieses Referat berichtet vom aktuellen Stand der Entwicklung von Materialdatenstrukturen in der digitalisierten Bauplanung.

Im ersten Teil des Dokuments erfolgt eine Zusammenfassung der Grundlagen und Rahmenbedingungen. Dem folgt im zweiten Teil eine Untersuchung der wesentlichen Anforderungen an Materialdatenstrukturen. Im dritten Teil wird ein Umsetzungsvorschlag zur Erfüllung der Anforderungen (aus dem zweiten Teil) auf Grundlage der technologischen Rahmenbedingungen (des ersten Teils) vorgestellt.

Ziel des Referats ist die Vermittlung eines Überblicks über die Mechanismen der Entwicklung von Grundlagen in der Digitalisierung der Bauwirtschaft. Daraus ergibt sich ein Lagebild über die resultierenden strategischen Handlungsspielräume der Marktteilnehmer.

2. Stand der Technik

Es folgt eine Vorstellung über die vorhandenen Technologien und Vorgangsweisen der digitalisierten Bauplanung.

Als Digitalisierung bezeichnen wir ein vernetztes und prozessübergreifendes Arbeiten mit digitalen Werkzeugen entlang der gesamten Wertschöpfungskette, in unserem Fall eines Bauprojektes. Unter Digitalisierung subsumieren wir die Vielfalt der zur Verfügung stehenden digitalen Werkzeuge und ihre Einsatzformen in Planung, Bau und Betrieb, ebenso wie die daraus resultierenden und damit zusammenhängenden digital gesteuerten oder unterstützten Prozesse, in unserem Fall in Bauwirtschaft und Baubetrieb.

2.1. Schnittstelle

Zum Austausch von Information zwischen digitalen Werkzeugen, bei der Durchführung der zur Projektdurchführung notwendigen Prozesse, werden Schnittstellen benötigt. Seit 1995 wird für den Austausch von modellbasierten Bauwerksinformationen die herstellerunabhängige IFC-Schnittstelle (ausgeschrieben: Industry Foundation Classes) entwickelt. Diese ist als IFC4 seit 04/2013 durch die ISO 16739¹ internationaler Standard.

Sie wurde mittlerweile unter anderem in den USA (NBS), Grossbritannien (PAS1192) sowie Österreich (ÖN A6241-2) als normative Vorgabe festgelegt. Der kommende europäische BIM-Standard (CEN TC/442) wird ebenfalls auf IFC basieren.

Der Anwendungsbereich der IFC-Spezifikation fokussiert auf dem Austausch von Bauwerksinformationen innerhalb eines Projektteams und deren BIM-Applikationen zur Planung, Kalkulation, Errichtung, Abrechnung, Wartung und den Betrieb von Bauwerken.

Die IFC-Schnittstelle wird durch die internationale nichtstaatliche non-profit-Organisation buildingSMART² entwickelt, diese wird in Österreich durch den buildingSMART Austrian Chapter³ vertreten.

Die Implementierung der IFC-Spezifikation in die jeweiligen digitalen Werkzeuge obliegt dem jeweiligen Softwarehersteller. buildingSMART bietet den Softwareherstellern eine dazugehörige Zertifizierung⁴ zur Prüfung der IFC-Implementierung in digitalen Werkzeugen.

¹ <https://www.iso.org/standard/51622.html>

² <https://www.buildingsmart.org>

³ <https://www.buildingsmart.co.at>

⁴ <https://www.buildingsmart-tech.org/certification>

Ein zertifiziertes digitales Werkzeug⁵ gewährleistet den Nutzern bestmögliche Zusammenarbeit.

2.2. Datenstruktur

Die IFC-Spezifikation beinhaltet eine komplexe Datenstruktur welche es ermöglicht Bauwerke über ihren gesamten Lebenszyklus abzubilden. Diese Datenstruktur wird in Folge mit ihren wesentlichen Grundprinzipien vorgestellt.

Der Aufbau der IFC-Datenstruktur basiert auf einem Vererbungsbaum. Dabei bildet die Wurzel der IFC-Datenstruktur die Klasse IfcRoot⁶. Hier werden die grundlegenden Attributierungen für alle Klassen (entities), bis auf die Bestandteile des Resource Layer, definiert. So bspw. die Funktionalitäten des GUID, die Informationen zur Autorenschaft.

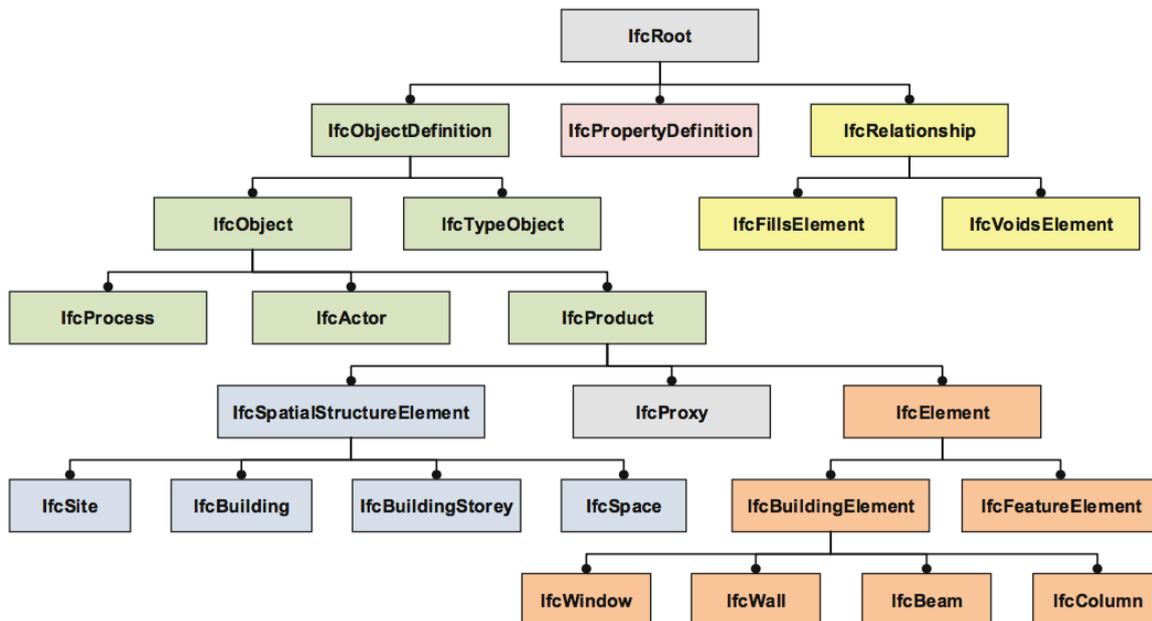


Abbildung 1: Ausschnitt aus der IFC-Datenstruktur mit den wichtigsten Entitys der obersten Ebenen der Vererbungshierarchie

Zur Definition von Inhalten stehen in der IFC-Datenstruktur folgende Gliederungs- bzw. Definitionsmöglichkeiten zur Verfügung:

- Domänen (engl. Domains) - bilden eine Gruppe von Klassen, bspw. für die Gebäudetechnik.
- Klassen (engl. Entities) entspricht einer Kategorie von physischen Elementen, bspw. eine Wand.
- Typen (engl. Types) entspricht einer Ausprägung innerhalb einer Kategorie, bspw. eine Vorsatzsschale.
- Merkmale (engl. Propertys) tragen Vorgaben zu Ausstattung, Qualität oder Ausprägung einer Klasse.

Die IFC-Datenstruktur unterscheidet darüber hinaus zwischen der **Verortungsstruktur** (IfcSpatialStructureElement⁷), der **Funktionalen Struktur** (IfcElement⁸) sowie der **Materialstruktur** (IfcMaterial⁹).

⁵ <https://technical.buildingsmart.org/certification/certification-participants/>

⁶ https://standards.buildingsmart.org/IFC/RELEASE/IFC4_1/FINAL/HTML/link/ifcroot.htm

⁷ https://standards.buildingsmart.org/IFC/RELEASE/IFC4_1/FINAL/HTML/link/ifcspatialstructureelement.htm

⁸ https://standards.buildingsmart.org/IFC/RELEASE/IFC4_1/FINAL/HTML/link/ifcelement.htm

⁹ https://standards.buildingsmart.org/IFC/RELEASE/IFC4_1/FINAL/HTML/link/ifcmaterial.htm

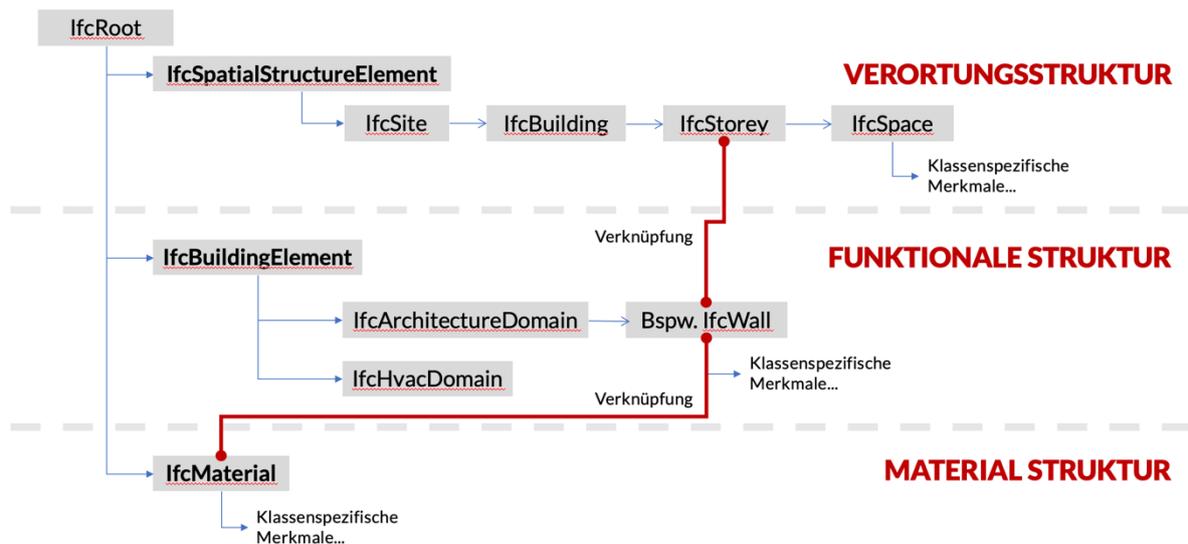


Abbildung 2: Aufbau der IFC Datenstruktur

Eine Elementinstanz der **Funktionalen Struktur**, bspw. eine Wand, wird mittels Beziehungen in der **Verortungsstruktur** positioniert, beispielsweise im 3. Obergeschoss eines Gebäudes. Üblicherweise werden Elementinstanzen immer auf dem Geschoss verortet, von dem ihre Errichtung ausgeht.

Die **Materialstruktur** wird ebenfalls über Beziehungen in die **Funktionale Struktur** eingebunden. Das Zusammenspiel zwischen Funktionaler Struktur und Materialstruktur wird ebenfalls mittels Beziehungen aufgebaut.

Die **Verortungsstruktur** (`IfcSpatialStructureElement`¹⁰) trägt alle Informationen bzgl. der räumlich-organisatorischen Gliederung eines Projektes. Für den Hochbau sind diese Strukturen bereits seit längeren fixiert und in folgende Hierarchie gegliedert:

Bauplatz (`IfcSite`¹¹) – Gebäude (`IfcBuilding`¹²) – Geschoss (`IfcBuildingStorey`¹³) – Raum (`IfcSpace`¹⁴)

¹⁰ https://standards.buildingsmart.org/IFC/RELEASE/IFC4_1/FINAL/HTML/link/ifcspatialstructureelement.htm

¹¹ https://standards.buildingsmart.org/IFC/RELEASE/IFC4_1/FINAL/HTML/link/ifcsite.htm

¹² https://standards.buildingsmart.org/IFC/RELEASE/IFC4_1/FINAL/HTML/link/ifcbuilding.htm

¹³ https://standards.buildingsmart.org/IFC/RELEASE/IFC4_1/FINAL/HTML/link/ifcbuildingstorey.htm

¹⁴ https://standards.buildingsmart.org/IFC/RELEASE/IFC4_1/FINAL/HTML/link/ifcspace.htm

Die **Funktionale Struktur** (IfcElement¹⁵) trägt die jeweiligen Instanzen der physischen Elemente (Bauelemente) eines Bauwerks. Die Elementinstanzen eines Projektes sind in keine Hierarchie gegliedert, alle Elemente sind zueinander gleichwertig.

Die primären Subklassen der funktionalen Struktur gliedern sich wie folgt:

- IfcBuildingElement¹⁶ - beinhaltet alle Klassen die Teil der physischen Gebäudekonstruktion darstellen
- IfcCivilElement¹⁷ - eine generelle Zusammenfassung aller Klassen die Teil des Tiefbaus darstellen
- IfcDistributionElements¹⁸ - beinhaltet alle Klassen die Teil der technischen Gebäudeausrüstung darstellen, diese ist untergliedert in:
 - IfcDistributionControlElement¹⁹ - Elemente der Gebäudeautomation
 - IfcDistributionFlowElement²⁰ - TGA-Komponenten
- IfcFurnitureElement²¹ - beinhaltet alle Klassen die Teil der Gebäudeausstattung darstellen
- IfcGeographicElement²² - beinhaltet alle Klassen die Teil der Freiraumausstattung darstellen
- IfcTransportationElement²³ - beinhaltet alle Klassen der Beförderungstechnik
- IfcVirtualElement²⁴ - beinhaltet alle Klassen für virtuelle Elemente

Materialien werden mithilfe der Beziehungsklasse IfcRelAssociatesMaterial²⁵ mit einem Bauelement (einer beliebigen Subklasse von IfcElement) verknüpft.

Verbundmaterialien werden mithilfe der Beziehungsklasse IfcMaterialRelationship modelliert, die es erlaubt, eine Aggregations-Beziehung abzubilden. Das Attribut RelatedMaterials verweist dabei auf die Einzelbestandteile, während das Attribut RelatingMaterial auf das Verbundmaterial verweist.²⁶

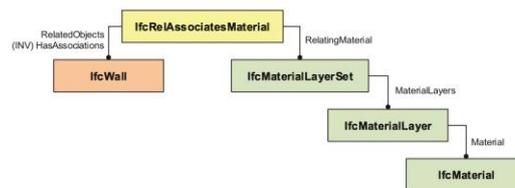


Abbildung 3: Beispiel der Verknüpfung eines Bauteils mit seinen Materialien mithilfe der Beziehungsklasse IfcRelAssociatesMaterial anhand einer mehrschichtigen Wand

Für Materialien sind in der aktuellen IFC4.1-Spezifikation bereits zahlreiche Attribuierungen vordefiniert. Allerdings ist festzuhalten dass diese zum einen bisher (Stand 11/2019) in keiner BIM-Applikation vollständig implementiert wurden und zum anderen keinen praxisnahen Bezug aufweisen. Darüber hinaus beinhalten diese vorhandenen IFC-Materialdatenstrukturen keinen Materialkatalog, also keine abgestimmte Gliederung und einheitliche Vorgabe von Materialien. Dadurch existiert bislang auch kein übergeordneter Materialdatenstamm, auf den sich digitale Werkzeuge einheitlich beziehen können.

2.3. Arbeitsprozess

Die Durchführung einer digitalen Bauplanung wurde erstmals in der ÖN A6241-2 – Anhang C ausführlich beschrieben. Im Folgendem befindet sich eine Darstellung des im Anhang C vordefinierten Ablaufs unter Anpassung der Begrifflichkeiten und Rollenbilder nach den

¹⁵ https://standards.buildingsmart.org/IFC/RELEASE/IFC4_1/FINAL/HTML/link/ifcelement.htm

¹⁶ https://standards.buildingsmart.org/IFC/RELEASE/IFC4_1/FINAL/HTML/link/ifcbuildingelement.htm

¹⁷ https://standards.buildingsmart.org/IFC/RELEASE/IFC4_1/FINAL/HTML/link/ifccivilelement.htm

¹⁸ https://standards.buildingsmart.org/IFC/RELEASE/IFC4_1/FINAL/HTML/link/ifcdistributionelement.htm

¹⁹ https://standards.buildingsmart.org/IFC/RELEASE/IFC4_1/FINAL/HTML/link/ifcdistributioncontrolement.htm

²⁰ https://standards.buildingsmart.org/IFC/RELEASE/IFC4_1/FINAL/HTML/link/ifcdistributionflowelement.htm

²¹ https://standards.buildingsmart.org/IFC/RELEASE/IFC4_1/FINAL/HTML/link/ifcfurnishingelement.htm

²² https://standards.buildingsmart.org/IFC/RELEASE/IFC4_1/FINAL/HTML/link/ifcgeographicelement.htm

²³ https://standards.buildingsmart.org/IFC/RELEASE/IFC4_1/FINAL/HTML/link/ifctransportelement.htm

²⁴ https://standards.buildingsmart.org/IFC/RELEASE/IFC4_1/FINAL/HTML/link/ifcvirtualelement.htm

²⁵ https://standards.buildingsmart.org/IFC/RELEASE/IFC4_1/FINAL/HTML/link/ifcrelassociatesmaterial.htm

²⁶ Zitat aus: Industry Foundation Classes – Ein herstellerunabhängiges Datenmodell für den gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks/André Borrmann, Jakob Beetz, Christian Koch und Thomas Liebich

Angaben der PF 4.0 Schrift 8²⁷. Darüber hinaus sind in dieser Ablaufbeschreibung Erfahrungen aus der praktischen Arbeit mit BIM-Projekten eingeflossen, welche die Vorgaben des Anhang C teilweise ergänzen und präzisieren.

Die Gliederung erfolgt auf Grundlage der Projektphasen und beschreibt die Vorgangsweise in chronologischen Schritten.

Projektinitiierung

Zu Beginn des Projektes müssen durch die BIM-Projektleitung (BPL) die wesentlichen Ziele des Auftraggebers identifiziert und definiert werden. Diese werden nach ihrer Priorität eingestuft und den Möglichkeiten des Planerteams gegenübergestellt. Daraus lässt sich in Folge eine Projektstrategie für das weitere Vorgehen entwickeln. Diese Schritte werden gemeinsam mit der BIM-Projektleitung (BPL) und den FM- und BIM-Experten der BIM-Projektsteuerung (BPS) durchgeführt. Dadurch können die Bedürfnisse des Auftraggebers im späteren Gebäudebetrieb professionell identifiziert und frühzeitig in allen Vorgaben an das Planerteam berücksichtigt werden. Ziel ist der Aufbau einer vollständigen sowie stabilen Datenkette zwischen Planung, Errichtung und Betrieb.

Im ersten Schritt erarbeitet die BIM-Projektsteuerung (BPS) mit dem BIM Abwicklungsplan (BAP) einen Lösungsvorschlag zur Umsetzung der Projektstrategie unter Berücksichtigung der Vorgaben aus dem AIA inklusive der Bedarfsplanung (Anforderungsmodell). Diese werden der BIM-Projektleitung vorgestellt und durch ihn freigegeben.

Die Kommunikation zwischen allen Projektbeteiligten wird jederzeit zentral über die Kollaborationsplattform geführt. Dabei werden modellbezogene und modellunabhängige Informationen ausgetauscht.

Modellbezogene Informationen können zum einen aus bereitgestellten Fachmodellen oder dem Kollaborationsmodell, bzw. den zwischen diesen Modellen ausgetauschten Kommentaren/Anmerkungen bestehen. Die nachvollziehbare Ablage dieser Informationen liefert erhebliche Erkenntnisse über den aktuellen Projektstatus und über den vollständigen Projektverlauf.

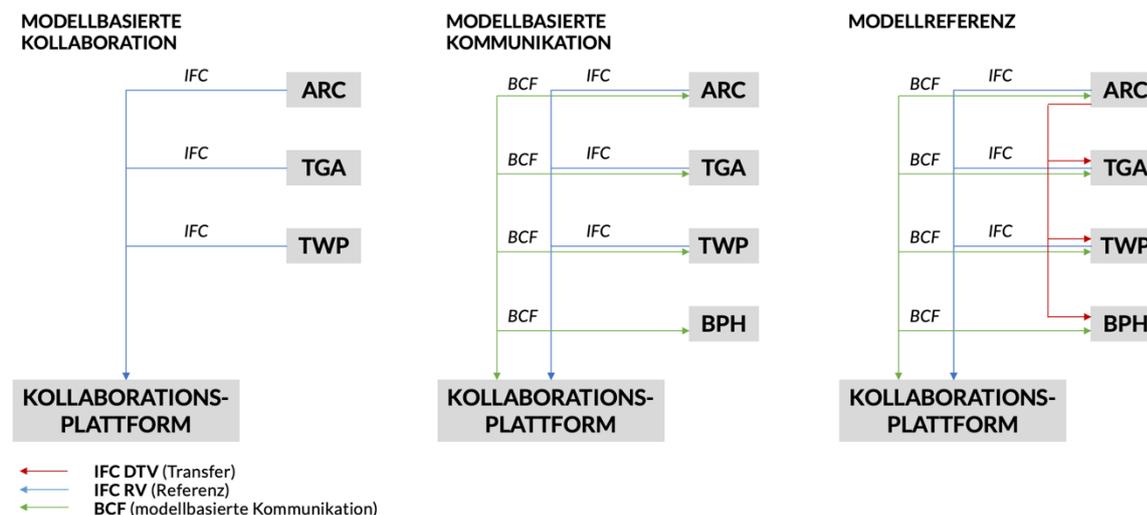


Abbildung 4: Zusammenspiel zwischen Fachmodellen und Kollaborationsplattform

Der Aufbau einer Kollaborationsstruktur obliegt der BIM-Projektsteuerung (BPS). Während der Phase der Projektinitiierung werden die zur Entscheidung nötigen Informationen zusammengetragen und eine Produktempfehlung ausgesprochen.

Für die Zusammenarbeit des Planerteams empfiehlt sich der Einsatz einer Kollaborationsplattform zum kombinierten Austausch von Fachmodellen (IFC-Dateien) sowie der modellbasierten Kommunikation (BCF-Kommentaren).

²⁷ <https://platform4zero.at/schrift-08-begriffe-zu-bim-und-digitalisierung/>

Eine entsprechende Produktempfehlung an den Auftraggeber erfolgt im zweiten Schritt der Projektinitiierung mit dem BIM Abwicklungsplan (BAP).

Planung

Die Durchführung des Projektes basiert auf Grundlage der ÖN A6241-2. Dies umfasst die Organisation des Projektmodells – also dem interdisziplinären Zusammenspiel der Planungsbeteiligten – auf openBIM.

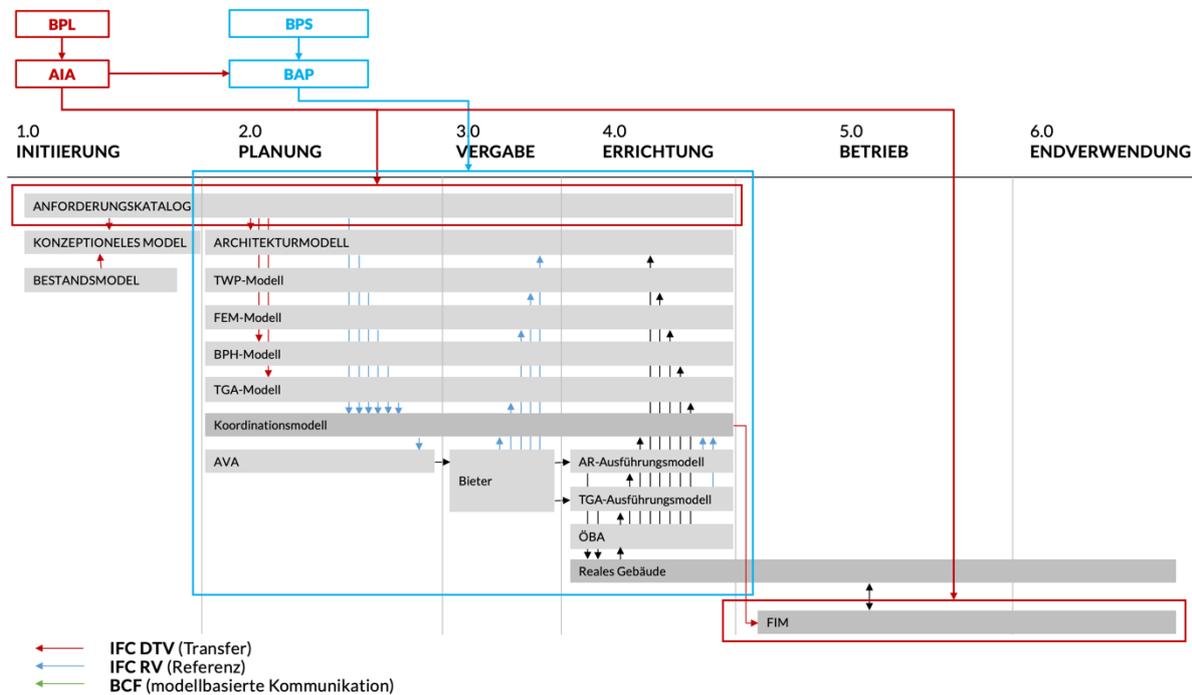


Abbildung 5: openBIM Projektmodell

Jede Disziplin arbeitet in ihrem eigenen Fachmodell. Alle Fachmodelle fließen zu festgelegten Zeitpunkten in ein Koordinationsmodell ein. Die Abstimmung zwischen den verschiedenen Disziplinen erfolgt:

- Auf Grundlage der herstellerunabhängigen IFC-Schnittstelle (Spezifikation IFC 2x3 bzw. IFC4)
- In verschiedenen im BIM-Abwicklungsplan (BAP) vordefinierten Übergabekonfigurationen (Vorgabe Zusammensetzung der jeweils übermittelten IFC-Dateien(Filtereinstellung) und IFC-Exportkonfiguration)
- Punktuell nach Vorgabe des, im BIM-Abwicklungsplan (BAP) vordefinierten, Datenlieferplans der Meilensteine (Große Abstimmung unter Einbeziehung der BIM-Gesamtkoordination (BGK))
- Punktuell nach Vorgabe des, im BIM-Abwicklungsplan (BAP) vordefinierten, Koordinierungszeitplans (Generelle Abstimmung unter Einbeziehung der BIM-Gesamtkoordination (BGK))
- Punktuell situativ zur Abstimmung einzelner hervorgehobener Arbeitsschritte (direkt zwischen den Beteiligten)

Alle Informationen werden immer über die im BIM-Abwicklungsplan (BAP) festgelegte Kollaborationsplattform ausgetauscht. Einen Sonderfall stellen BPH- und Brandschutzplanung dar, diese erstellen keine eigenen Fachmodelle, sondern werden üblicherweise über rein alphanumerische Modelle bidirektional an das Fachmodell der Architektur angebunden.

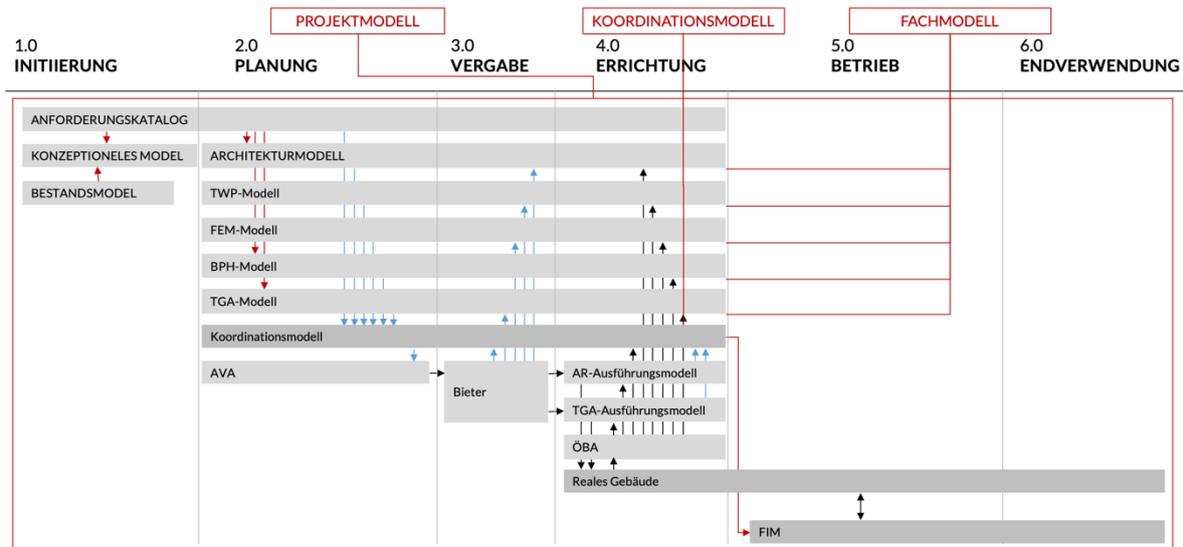


Abbildung 6: Darstellung der Modelltypen

Die Projektdurchführung auf Grundlage der ÖN A6241-2, bzw. auf Grundlage der Systematik von openBIM, definiert sich die Verantwortlichkeiten im Planerteam wie folgt:

- Jede Disziplin arbeitet in ihrem jeweiligen Fachmodell und ist für dessen Inhalt verantwortlich
- Änderungen an den Fachmodellen können nur durch die jeweils verantwortliche Disziplin durchgeführt werden.
- Änderungswünsche einer anderen Disziplin an einem Fachmodell müssen mittels BCF-Kommentaren über die Kommunikationsplattform gestellt werden.
- Jede Disziplin trägt die Verantwortung für die disziplinspezifische Fachkoordination/Qualitätssicherung.
- Jedes, an die Projektbeteiligten auf der Kollaborationsplattform publizierte, Fachmodell trägt ausschließlich die Informationen aus dem Verantwortungsbereich der jew. Disziplin.

Die modellbasierte Zusammenarbeit der verschiedenen Disziplinen erfolgt auf Grundlage der, durch die Beteiligten über die Kollaborationsplattform bereitgestellten, Fachmodelle bzw. BCF-Kommentare.

Dabei gelten die im vorherigen Kapitel definierten Verantwortlichkeiten. Zur gegenseitigen Abstimmung/Führung werden dabei gegenseitig Fachmodelle in die nativen Arbeitsmodelle referenziert.

Hierzu werden im BIM-Abwicklungsplan (BAP) angepasste Übertragungskonfigurationen definiert, welche die Zusammensetzung der jeweils übermittelten IFC-Dateien (Filtereinstellung) und die IFC-Exportkonfiguration beinhalten.

Die übergeordnete Koordination sämtlicher Disziplinen erfolgt durch die BIM Gesamtkoordination (BGK) des Objektplaners und im Rahmen der ÖN A6241-2. Ihre Aufgabe besteht in der Überwachung der ordnungsgemäßen Durchführung der jeweiligen Fachkoordinationen und in der qualitativen Abstimmung sämtliche Disziplinen zueinander.

Die Abstimmung zwischen den verschiedenen Disziplinen erfolgt:

- Auf Grundlage der herstellerunabhängigen IFC-Schnittstelle (Spezifikation IFC 2x3 bzw. IFC4)
- Punktuell nach Vorgabe des Datenlieferplans der Meilensteine (Große Abstimmung unter Einbeziehung der BIM-Gesamtkoordination)
- Punktuell nach Vorgabe des Koordinierungszeitplans (Generelle Abstimmung unter Einbeziehung der BIM-Gesamtkoordination)

Sämtliche, durch die einzelnen Disziplinen bereitgestellten Modelldaten, müssen vor einer Bereitstellung an das Planerteam durch die Gesamtkoordination freigegeben werden. Dabei werden folgende Aspekte berücksichtigt:

- Änderungsverfolgung zu vorherigen bereitgestellten/freigegebenen Modelldaten
- Modellformalitäten (Einhaltung grundlegender Spezifikationen)
- Modellqualitäten (Kollisionsprüfung)
- Modellintegritäten (Einhaltung techn./projektspezifischer Richtlinien)

Die Prüfung erfolgt automatisiert auf Grundlage von Prüfregeln in einer Prüfsoftware und gewährleistet eine vollständige und objektive Beurteilung der Modelldaten. Ergebnisse werden in Berichten dokumentiert und publiziert. Deren Zusammensetzung wird im BIM-Abwicklungsplan (BAP) definiert.

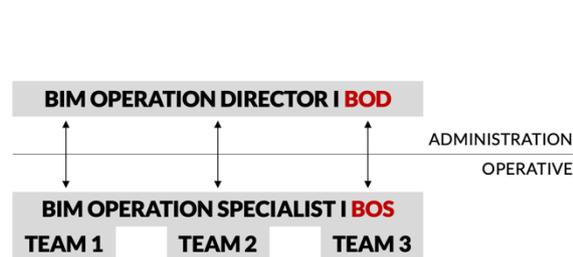
Eine entsprechende Spezifizierung für die zu verwendende Prüfsoftware erfolgt im zweiten Schritt der Projektinitiierung mit dem BIM-Abwicklungsplan (BAP).

Zur Herstellung der erforderlichen Modell- bzw. Planungsqualität wird langfristig, im Rahmen der im BIM-Abwicklungsplan (BAP) definierten Meilensteine bzw. Projektphasen, eine Qualitätssicherungsstrategie festgelegt. Die Intensität bzw. der Prüfumfang ist in Abhängigkeit zum Projektverlauf sowie dem ansteigenden Ausarbeitungsgrad (Level of Development) der Modelldaten festgelegt.

Digitale Modelle tragen hochkomplexe Informationen. Die Verlässlichkeit dieser Modelldaten ist wesentlich für die digitalisierte Bauplanung. Daher spielt die laufende Qualitätssicherung eine entscheidende Rolle. Diese wird projektbegleitend wie folgt organisiert.

BIM IM UNTERNEHMEN

Unternehmensstrukturen



BIM IM PROJEKT

Projektstrukturen

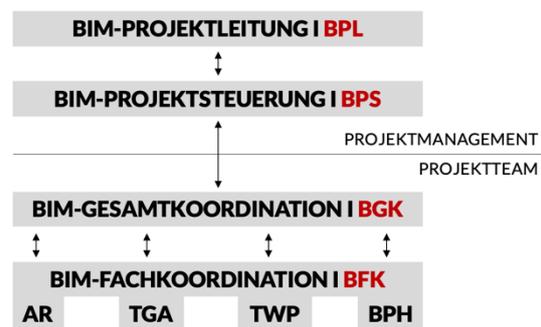


Abbildung 7: Rollenbilder der digitalisierten Bauplanung

Die Fachmodelle aller Planungsbeteiligten werden an die BIM-Gesamtkoordination (BFG) übersendet. Sie fließen in das sogenannte Koordinationsmodell. Auf dieser Grundlage wird zu abgestimmten und festgelegten Zeitpunkten von der BIM-Gesamtkoordination (BGK) in einer Prüfsoftware eine Prüfung auf folgende Aspekte durchgeführt:

- Änderungsverfolgung zur vorherigen Version/Revision
- Alphanumerischer Inhalt lt. Lebensphase ÖN A6241-2 bzw. projektspezifischer Vorgaben lt. BAP
- Modellformalitäten (Einhaltung grundlegender Spezifikationen)
- Modellqualitäten (Kollisionsprüfung)
- Modellintegritäten (Einhaltung techn./projektspezifischer Richtlinien).

Die Prüfung der Fachmodelle obliegt der BIM-Fachkoordination (BFG) der jeweiligen Fachdisziplin.

Die Prüfung des Koordinationsmodells obliegt der BIM-Gesamtkoordination (BGK).

Grundlage und Zeitpunkte sind folgend definiert:

- Bereitstellung auf Grundlage der herstellerunabhängigen IFC-Schnittstelle (Spezifikation IFC 2x3 bzw. IFC4)
- Zeitpunkte, Lieferumfang, Zusammensetzung punktuell nach Vorgabe des Koordinierungszeitplans
- Zeitpunkte, Lieferumfang, Zusammensetzung punktuell nach Vorgabe des Datenlieferplans

Die Prüfung erfolgt durch die, vorab durch die BIM-Projektsteuerung (BPS) spezifizierten und durch die BIM-Gesamtkoordination (BFG) konzipierten, Prüfregeln. Die daraus resultierenden Ergebnisse werden vollständig dokumentiert. Dies stellt eine vollständige und objektive Bewertung der vorliegenden Modelldaten dar. Die Übergabe der Prüfergebnisse erfolgt unmittelbar im BCF-Format über die Kollaborationsplattform. Damit ist der aktuelle Qualitäts-Status des Projektes für alle Projektbeteiligten ersichtlich und etwaige Abstimmungspunkte sind im Modell schnell und vollständig lokalisier- und nachvollziehbar.

Vergabe

Die AVVA ist an das Koordinationsmodell gebunden. So wird gewährleistet, dass keine Differenzen zwischen Status Koordinationsmodell und für die Kostenberechnung verwendeter

Modelldaten aufkommen und nur verifizierte Stände verwendet werden. Die Übergabe der Modelldaten zur Erstellung der Kostenberechnung erfolgt durch das Koordinationsmodell, zu abgestimmten und festgelegten Zeitpunkten – gemäß Datenlieferungsplan im BIM-Abwicklungsplan (BAP).

Die Datengrundlage bilden die aus der Geometrie der Fachmodelle analysierten Massen und Mengen sowie Klassifikationskennungen und Attribuierungen. Diese werden den konsistenten sowie verifizierten Fachmodellen aus dem Koordinationsmodell entnommen.

Der Mechanismus zur Zuordnung identifizierbarer Massen und Mengen aus dem jeweiligen Fachmodell an eine Leistungsposition eines Leistungsverzeichnisses wird in folgenden Schritten durchgeführt:

- Aufnahme des verifizierten Fachmodells in der AVVA-Software
- Identifikation der Modellinhalte mittels Klassifikationskennungen und Attribuierungen
- Zuordnung der identifizierten Modellinhalte in Gruppen mittels dynamischer Filter
- Analyse entsprechender Massen und Mengen einer Gruppe
- Zuweisung der Analyseergebnisse der Gruppe an eine Leistungsposition

Ausführung

Die im Zuge der Werk- und Montageplanung von den Ausführenden bereitgestellten Details (Umsetzungsvorschläge) werden zur Plausibilitätskontrolle vom Planerteam in die jeweiligen Fachmodelle eingearbeitet, hinsichtlich Machbarkeit, Sinnhaftigkeit und Auswirkung auf die Kosten geprüft und in Abstimmung mit dem AG freigegeben.

Die geometrische Anpassung der Fachmodelle durch das Planerteam ist nur bei Überschreiten vordefinierter Schwellenwerte (Position/Dimension) erforderlich. Diese werden im BIM Abwicklungsplan (BAP) definiert.

Die Übermittlung der Produktinformationen muss durch die Ausführenden mittels einer, durch die BIM-Projektsteuerung (BPS) bereitgestellten, Schnittstelle in die Fachmodelle der Architektur und Gebäudetechnik erfolgen.

Bei Vorhandensein mehrerer ausführenden Firmen ist eine zentrale koordinative Zuständigkeit seitens der Ausführenden zu bestimmen, die als eindeutiger Koordinator zu den Planenden dient.

Das Resultat ein produktspezifisches Modell zu Beginn der Errichtungsphase und damit eine ideale Grundlage für die Anbindung von AKS-Strukturen des FM.

Die damit verbundenen Mehraufwände für das Planerteam sind durch die Übergabe des AsBuilt-Modellstandes zu entlohnen.

Der Rückfluss von Informationen von der Baustelle in die Planung erfolgt über die ÖBA zu, im Vorhinein festgelegten, sinnvollen Zeitpunkten in Abstimmung mit der Bauzeitplanung. Ziel sind konsistente, dem gebauten Zustand entsprechende Modelldaten (asBuilt Modell) als qualifizierte Grundlage für den Gebäudebetrieb. Zu diesem Zweck werden mögliche aufkommende Abweichungen des gebauten Zustandes zum Planungsstand per Laser-Scan aufgenommen, und an die Planenden zur Implementierung in die Fachmodelle übermittelt. Die Aufnahme des gebauten Standes erfolgt in mehreren Phasen in Abstimmung zum Baufortschritt. Dadurch wird zum einen die Aufnahme aller wesentlichen, im späteren Verlauf eventuell verbauten oder verdeckten, Elemente ermöglicht.

Das resultierende Koordinationsmodell entspricht somit dem gebauten Ist-Zustand, und bildet die Grundlage des Facility Managements im Betrieb. Die dabei verwendeten Detaillierungsgrade bzw. Modellkomplexitäten werden frühzeitig im BAP definiert.

Die damit verbundenen Mehraufwände für das Planerteam sind durch die Übergabe des AsBuilt-Modellstandes zu entlohnen.

Inbetriebnahme

Der Gebäudebetrieb ist, insbesondere bei komplexen Gebäuden, mit einem hohen Anteil an gebäudetechnischer Ausstattung, die kostenintensivste Phase. Der strukturierte Zugriff auf alle Detailinformationen sämtlicher verbauten Anlagen, Geräte und Einzelteile ermöglicht den Gesamtüberblick über zu erwartende Kosten und nötige Aktionen. Dies ist die Grundlage eines effizienten und nachhaltigen Gebäudebetriebs.

Aus diesem Grund setzt sich die BIM- Projektsteuerung (BPS) aus BIM- und FIM-Experten zusammen. Diese arbeiten gemeinsam von Beginn am Projekt um frühzeitig die Anforderungen aus dem Gebäudebetrieb zu berücksichtigen.

Die Grundlagen für ein erfolgreiches FIM (Facility Information Management) werden schon zur Projektinitiierung hergestellt. Dazu sind in dieser frühen Phase neben BIM-Experten auch FIM-Experten Bestandteil der BIM- Projektsteuerung. Sie sind in der Lage die Anforderungen des Auftraggebers für den späteren Gebäudebetrieb genau zu analysieren und Lösungen zu entwickeln.

Diese Lösungen fließen über die Vorgaben der BIM-Regelwerke (AIA, BAP) in die konkreten Projektstrukturen der Planungsmodelle ein und werden dort sukzessive mit zunehmendem Projektverlauf verdichtet. Die begleitende Kontrolle der BIM- Projektsteuerung (BPS) sorgt dabei regelmäßig für eine Verifizierung der Angaben bzw. prüft die korrekte Durchführung der damit im Zusammenhang stehenden Abläufe zur Zusammenstellung der benötigten Informationen (Prüfung auf Einhaltung Eingabe FM-spezifischen Angaben wie Produktinformationen, Prüfzertifikate, Wartungshinweise, Protokolle zu Einbau/Wartung/Inbetriebnahme).

Dies ermöglicht frühzeitig die Simulation des Gebäudebetriebs auf Grundlage der eingebrachten Daten und den Aufbau von FM-Strukturen. Damit kann die Phase der Inbetriebnahme sorgfältig vorbereitet werden.

Ein weiterer wesentlicher Fokus liegt auf der Kontrolle der Rückkopplung vom gebauten Stand zurück zur Planung. Dies wird ebenfalls über die begleitende Kontrolle gewährleistet und ermöglicht nach der Fertigstellung zur Inbetriebnahme die Verwendung einer absolut exakten FIM-Grundlage, welche 1:1 dem gebauten Stand entspricht und welche sämtliche Angaben aller verbauten Produkte enthält. Diese Struktur kann größtenteils automatisiert an normnahe FM-Strukturen²⁸ geknüpft werden und steht damit für alle gängigen FM-Softwarelösungen bereit.

2.4. digitale Werkzeuge

Wir unterscheiden in verschiedene Kategorien von digitalen Werkzeugen, in die sich die unterschiedlichen BIM-Applikationen gliedern. Die Kategorie beschreibt deren Einsatzbereich und Wirkungsweise.

Alle Produkte verfügen über eine IFC-Schnittstellenimplementierung zu Aufnahme von digitalen Modellen bzw. zum Export von Digitalen Modellen (trifft jedenfalls auf Autorensoftware zu).

Die Qualität der Schnittstellenimplementierung von digitalen Werkzeugen wird durch die hinter IFC stehende weltweite Organisation buildingSMART überwacht. Die entsprechenden Ergebnisse sind auf deren Website²⁹ abrufbar.

Zum Zeitpunkt 03/2018 sind digitale Werkzeuge nur für die IFC 2x3-Schnittstelle zertifiziert. Der Zertifizierungsprozess für die IFC4-Spezifikation ist Mitte 2017 angelaufen, allerdings sind derzeit dazu noch keine Ergebnisse veröffentlicht.

Für produktive Projektumgebungen empfiehlt sich die Vorgabe bzw. der Einsatz von bereits zertifizierten Schnittstellen, da nur so reproduzierbare und qualitative Austauschergebnisse gewährleistet werden können.

Der technische Funktionsumfang der IFC-Schnittstellenimplementierung muss folgende Kriterien erfüllen:

- Unterstützung sämtlicher offizieller IFC MultiViewDefinitions inklusive der dahinterliegenden technischen Funktionalitäten (bspw. Splittung komplexer Elemente in Einzelelemente, BREP-Übertragung, Extruded-Übertragung)
- Kontrolliertes und variabel steuerbares Mapping der Funktionalen Struktur, im Detail: Mapping der internen Datenstruktur auf die funktionale IFC-Datenstruktur mit Zuordnung von internen Inhalten zu IfcEntities, IfcTypes, PSets, Attributierungen

²⁸ bspw. nach DIN/VDMA

²⁹ <https://www.buildingsmart.org/compliance/certified-software/>

- Kontrollierte Zuordnung der internen zur IFC-Verortungsstruktur bzw. Referenzierung der IFC-Verortungsstruktur als Grundlage in die BIM-Applikation, im Detail: Zuordnung der Projektkoordinaten/-ausrichtung, der Bauplatz-, Gebäude- und Raumstruktur bzw. Zuordnung der Trassenführung und Geländeneiveaus.
- Kontrollierte Zuordnung der internen Materialstruktur zur IFC-Materialstrukturen bzw. Referenzierung der IFC-Materialstrukturen als Grundlage in die BIM-Applikation.

Neben dem Austausch von Modelldaten zählt der Austausch von modellbasierten Kommentaren (BCF) auch zu einer wichtigen Funktionalität. Dieser sollten von den vorhandenen Kommunikationswerkzeugen eines digitalen Werkzeugs unterstützt werden, da er in der Abwicklung von openBIM-Projekten ein Schlüsselfunktion darstellt.

3. Anforderungen

Es folgt eine Beschreibung der Anforderungen an die Weiterentwicklung der IFC-Datenstruktur im Hinblick auf die Übertragung von Materialinformationen. Wie bereits unter Punkt 2.2 Eingangs beschrieben ist der derzeitige Entwicklungsstand der Materialdefinition in der IFC-Datenstruktur noch rudimentär, daher ist es sinnvoll die Kriterien einer Weiterentwicklung zu identifizieren, dies erfolgt in nachfolgenden Punkten.

3.1. Strukturell

Mit den harmonisierten EN-Produktnormen steht eine umfassende, normativ abgestimmte und bewährte **Materialgliederung** und Zusammenstellung **relevanter Materialkennwerte** zur Verfügung. Eine Konformität der IFC-Materialdatenstruktur zu diesen Vorgaben ist erforderlich um eine Anwendung unter den Anforderungen der Praxis, insbesondere bei der Nutzung von digitalen Modellen als Bestandteil einer Bestellung oder von Vergabeverfahren.

3.2. Normativ

Auf Seiten der nationalen Standardisierung werden klare Regelungen zu Übertragung von **produktneutralen sowie produktspezifischen** Modellinformationen benötigt. Dies ist im Kontext von vergaberechtlichen Aspekten ein wesentliches Thema. Es werden Vorgaben zum Informationsgehalt der Modelldaten zum Zeitpunkt der Übergabe zwischen Planer, Bieter, Ausführenden usw. benötigt.

4. Umsetzung

Aufgrund der unter Punkt 3 definierten Anforderungen wurden mehrere Entwicklungsschwerpunkte für die Umsetzung identifiziert für welche nachfolgend Umsetzungsvorschläge erläutert werden.

Materialgliederung

Benötigt wird ein generischer applikationsübergreifend-einheitlicher Materialkatalog mit Konformität zu geltenden EN-Produktnormen. Eine solche Funktionalität mit einheitlicher Implementierung auf Seiten der BIM-Applikationen kann nur gewährleistet werden, wenn ein generischer Materialkatalog als Bestandteil der IFC-Datenstruktur eingerichtet wird. Nur auf diesem Weg ist eine einheitliche Gliederung der Materialien möglich, welche die Grundlage für alle ausgetauschten Materialinformationen darstellt.

Dabei kann mittels der bestehenden Logik der Datenstrukturen analog zu vorhanden Strukturen vorgegangen werden.

- Materialdomäne auf IfcDomainebene - bspw. Holz
- Materialkategorie auf IfcKlassenebene - bspw. Vollholz
- Grundmaterialien auf IfcTypenebene - bspw. Rundholz, Kantholz

Normenkonforme Materialkennwerte

Benötigt wird die Möglichkeit der Übertragung generischer spezifischer Materialkennwerte mittels der IFC-Schnittstelle. Diese Anforderung kann aufbauend auf dem generischen Materialkatalog aus dem vorherigen Punkt hergestellt werden. Dabei ist es notwendig entsprechende gemeinsam bzw. spezifisch genutzte Materialkennwerte zu identifizieren und

den entsprechenden Gliederungsstufen auf der Ebene IfcDomain, IfcKlasse, IfcTyp zuzuordnen. Dies muss unter Berücksichtigung der erforderlichen Attributierung gemäß der harmonisierten EN-Produktnormen erfolgen.

Teilweise werden diesbezüglich Informationen mit alphanumerischen und geometrischen Bezug benötigt, bspw. Informationen zur Faserrichtung. Derartige Fälle benötigen zum einen eine wesentlich intensivere Implementierung in vorhandene Vorgaben der Funktionalen Struktur und sind zum anderen deutlich aufwändiger in BIM-Applikationen implementierbar. Daher ist es denkbar eine tatsächliche Interaktion/Ableitung derartiger Angaben zu funktionalen Modellinhalten in einen späteren Schritt durchzuführen und vorerst nur die Information als solches abzubilden.

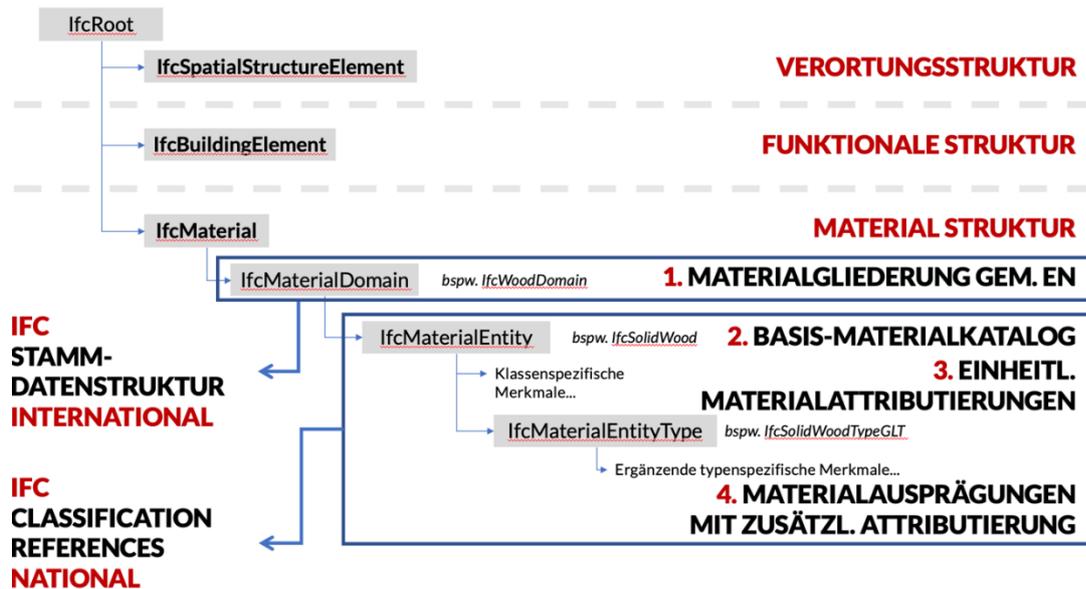


Abbildung 8: IFC-Materialdatenstruktur

Produktneutral/Produktspezifisch

Benötigt wird die Möglichkeit der kontrollierten Übergabe von Materialinformationen, insbesondere der bewussten Zurückhaltung von produktspezifischen Informationen. Zu diesem Zweck wird als Grundlage eine einheitliche, in den beiden vorherigen Punkten beschriebenen, Materialdatenstruktur als Bestandteil der IFC-Spezifikation benötigt. Darüber hinaus wird in der Autorensoftware die Funktionalität eines sogenannten «Mappings» zwischen internen und externen Materialinformationen benötigt (siehe auch Punkt 2.4). Damit ist die Ausgabe produktneutraler Fachmodelle mittels IFC aus produktspezifischen nativen Modellen möglich. Die Vorgaben einer produktneutralen bzw. einer produktspezifischen Materialdatenstruktur sollten bestenfalls national normativ erfolgen.

5. Erkenntnis

Die IFC-Schnittstelle und damit verbundenen Abläufe sowie die notwendige Unterstützung durch digitale Werkzeuge findet in praktischen Projekten zunehmend Verbreitung. Die verlustfreie Übertragung von applikationsübergreifend-einheitlich interpretierten Materialinformationen ist über den dargestellten Umsetzungsvorschlag technisch realisierbar und am Markt über die vorgestellte Distribution der IFC-Spezifikation an BIM-Applikationen am Markt etablierbar. Über die Mapping-Funktionalität bei der Erzeugung von IFC-Daten kann die produktneutrale/produktspezifische Ausgabe exakt gesteuert werden.

6. Quellen-/Bildverzeichnis

- ÖNorm A 6241-2:2015
- Plattform Planen.bauen.Betreiben 4.0, PF 4.0 Schrift 8
- Abbildung 1,3 aus «Industry Foundation Classes – Ein herstellerunabhängiges Datenmodell für den gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks» André Borrmann, Jakob Beetz, Christian Koch und Thomas Liebich
- Abbildungen 2,4,5,6,7,8,9 aus: «Ablaufbeschreibung der digitalisierten Bauplanung» Christoph Carl Eichler