



Christoph Carl Eichler | Christian Schranz | Tina Krischmann | Harald Urban | Markus Gratzl

# BIMcert Handbuch

## Grundlagenwissen openBIM

Ausgabe 2021



Christoph Carl Eichler | Christian Schranz  
Tina Krischmann | Harald Urban | Markus Gratzl



BIMcert Handbuch  
Grundlagenwissen openBIM



Christoph Carl Eichler | Christian Schranz  
Tina Krischmann | Harald Urban | Markus Gratzl

# BIMcert Handbuch

## Grundlagenwissen openBIM

Ausgabe 2021



## DANKSAGUNG

Die Idee und die Themen zu diesem Buch entstanden im Zuge des Forschungsprojekts *BIM-Zert – Standardisiertes Qualifizierungs- und Zertifizierungsmodell für Building Information Modeling in Österreich*. Dieses Forschungsprojekt förderte das Bundesministerium für Digitalisierung und Wirtschaftsstandort (BMDW) im Zuge der FFG-Schiene *Qualifizierungsnetze (4. Ausschreibung)* im FFG-Programm *Forschungskompetenzen für die Wirtschaft*.

## RECHTE

Alle Rechte vorbehalten. Kein Teil dieser Publikation darf ohne vorherige schriftliche Genehmigung des Verlags vervielfältigt, bearbeitet und/oder verbreitet werden. Unter dieses Verbot fällt insbesondere der Nachdruck, die Aufnahme und Wiedergabe in Online-Diensten, Internet und Datenbanken sowie die Vervielfältigung auf Datenträgern jeglicher Art.

## HAFTUNGSAUSSCHLUSS

Das vorliegende Werk wurde sorgfältig erarbeitet. Dennoch können Autor und Verlag für die Richtigkeit und Vollständigkeit von Angaben sowie für eventuelle Druckfehler keine Haftung übernehmen.

## UMWELTHINWEIS

Dieses Buch ist auf in Deutschland hergestelltem, alterungsbeständigem Papier aus chlorfrei gebleichtem Zellstoff (DIN ISO 9706) gedruckt.

## BIBLIOGRAPHISCHE INFORMATIONEN DER DEUTSCHEN BIBLIOTHEK

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliographie; detaillierte bibliographische Daten sind im Internet über [www.d-nb.de](http://www.d-nb.de) abrufbar.

## IMPRESSUM

© 2021 Mironde-Verlag  
© Text: Christoph Carl Eichler, Christian Schranz, Tina Krischmann, Harald Urban, Markus Gratzl  
© Grafik: Alexander Gerger  
Layout: Birgit Eichler  
Gesetzt: aus der Lato  
Druck: Saxoprint GmbH Dresden  
Herausgeber: buildingSMART Austria · 1010 Wien, Eschenbachgasse 9



Hergestellt in Deutschland  
[www.mironde.com](http://www.mironde.com)  
ISBN 978-3-96063-034-0



#### Christoph Carl Eichler

war von 2006 bis 2011 als Architekt tätig. In dieser Zeit realisierte er zahlreiche BIM-Projekte in Österreich, den Niederlanden und Deutschland. Seit damals arbeitet er als BIM-Berater in zahlreichen BIM-Pilotprojekten öffentlicher Auftraggeber im Bereich Hochbau und Infrastruktur, engagierte sich im ASI-Komitee ASI 11/09 und ASI 15/11 sowie auf europäischer Ebene im CEN/TC442. Seit 2017 ist er außerdem an mehr als 25 Forschungsprojekten zu verschiedenen Aspekten der Digitalisierung in Zusammenarbeit mit der TU Wien und der TU Graz beteiligt. Seit 2015 leitete er mehrere BIM-Ausbildungsprogramme der Überbau Akademie und des Wifi Wien. Seit 2020 ist er Mitglied des buildingSMART Austria-Vorstands und Teil der Prüfungskommission für die BIMcert-Ausbildung.



#### Christian Schranz

ist Assistant Prof. an der TU Wien und leitet das Zentrum Digitaler Bauprozess (TU Wien). Er begann seine Forschungsarbeit an der University of Illinois at Urbana-Champaign, USA, und setzte diese an der TU Wien fort. Seine Forschungen beschäftigen sich mit der Modellierung von Baukonstruktionen (inkl. Lebenszyklusbetrachtung) und der Digitalisierung im Bauwesen, insbesondere dem Einsatz von openBIM und Augmented Reality. Als Vorstandsmitglied von buildingSMART Austria ist er für das Quality Management sowie die openBIM-Ausbildung verantwortlich. Er ist Teil der Prüfungskommission für die BIMcert-Ausbildung.

#### Tina Krischmann

ist Architektin und arbeitet als BIM Operation Director bei ODE office for digital engineering. Sie ist eine der ersten Zertifizierten Trainerin (BIM) von buildingSMART Austria, bei der sie auch die stellvertretende Leitung der nationalen Workinggroup »Digitale Baueinreichung« innehat. Neben zahlreichen Projekten als BIM-Projektleitung, BIM-Projektsteuerung und BIM-Gesamtkoordination leitet sie derzeit im EU-geförderten Forschungsprojekt »BRISE-Vienna« (digitale Baueinreichungen) die Arbeitsgruppe für die Umsetzung der Rechtsmaterie in die BIM-Methode.



#### Harald Urban

ist stellvertretender Leiter des Zentrums Digitaler Bauprozess (TU Wien), staatlich geprüfter Baumeister und einer der ersten Zertifizierten Trainer (BIM) von buildingSMART Austria. Dort leitet er die nationale Workinggroup »Digitale Baueinreichung«, die er im EU-geförderten Forschungsprojekt »BRISE-Vienna« als openBIM-Baueinreichung weiterentwickelt. Er betreut zahlreiche Forschungsprojekte zum Thema Digitalisierung im Bauwesen und ist Mitautor der von der WKO und BMVIT beauftragten Studie »Potenziale der Digitalisierung im Bauwesen«.



#### Markus Gratzl

ist als Bauphysiker an der Schnittstelle von Praxis und Wissenschaft tätig: In seinem Ingenieurbüro Gratzl widmet er sich unter der Bezeichnung Green.Building.Simulation der gesamten Bandbreite von Simulationen- von Gebäude- über Anlagen- bis hin zu Strömungs- und Tageslichtsimulationen. Als Professor für Simulationsmethoden in der Bauphysik am Studiengang Smart Building der Fachhochschule Salzburg leitet er vorwiegend kooperative F&E-Projekte. Unter anderem entwickelte und leitete er das FFG-Qualifizierungsnetzwerk »BIM-Zert«.



## INHALTSVERZEICHNIS

Vorwort	13	3.1.9	Properties	75
Kapitel 1 Einleitung	14	3.1.10	Objekttypen	76
1.1 Wer ist buildingSMART?	14	3.2	<b>Model View Definition (MVD)</b>	78
1.2 buildingSMART Professional Certification	15	3.2.1	Nutzen von MVD	78
1.3 BIMcert – bSAT Professional Certification	15	3.2.2	Etablierte MVDs und ihre Zielsetzung	79
1.4 Aufbau und Konventionen	18	3.2.3	Künftige MVD und ihre Zielsetzung	80
Kapitel 2 Basiswissen	20	3.3	<b>BCF-Kommentare</b>	81
2.1 Digitalisierungsgrundlagen	22	3.4	<b>Common Data Environment (CDE)</b>	84
2.2 Werkzeuge	26	3.4.1	Entwicklungsgeschichte	84
2.2.1 BIM-Applikationen	26	3.4.2	Zielsetzung einer CDE	87
2.2.2 Kollaborationsplattformen	26	3.4.3	Kriterien an CDE	87
2.2.3 Datenstrukturwerkzeug	29	3.5	<b>Detaillierungsgrade (LOD, LOG, LOI)</b>	88
2.3 Struktur/Datenschema	30	3.6	<b>Standardisierung und Normierung</b>	92
2.3.1 IFC-Datenstruktur	30	3.6.1	ISO 16739:2013	93
2.3.2 bSDD-Plattform	33	3.6.2	EN 16310:2013	93
2.3.3 BCF-Kommentare	34	3.6.3	ÖNORM A 6241-2	94
2.3.4 DataTemplates	35	3.6.4	ÖNORM A 7010-6	96
2.4 Organisation	36	3.6.5	ISO 12006-3:2017 (bSDD Propertyserver)	96
2.4.1 Rollen und Leistungsbilder (LM BIM)	36	3.6.6	ISO 29481-1/2	97
2.4.2 BIM-Regelwerke (AIA, BAP)	38	3.6.7	ISO 19650-1/2/3	97
2.4.3 openBIM-Zusammenarbeit	41	3.6.8	Geplante Normierung und Standardisierung	97
2.4.4 IDM-Methodik	43	Kapitel 4	<b>BIM-Projektdurchführung</b>	98
2.5 Standardisierung und Normierung	46	4.1	<b>Projektinitiative</b>	104
2.5.1 Internationale Standardisierung	46	4.1.1	Festlegen der projektbezogenen Zielsetzungen	104
2.5.2 Europäische Standardisierung	48	4.1.2	Festlegen des Finanzierungsmodells	105
2.5.3 Nationale Standardisierung	49	4.1.3	Abstimmen der Leistungsindikatoren	105
Kapitel 3 Vertiefendes Wissen	52	4.2	<b>Projektinitiierung</b>	106
3.1 IFC – Industry Foundation Classes	54	4.2.1	Identifizieren und Zusammenstellen projektbezogener Anforderungen	106
3.1.1 Allgemeine Grundlagen	54	4.2.2	Erstellen und Einrichten der BIM-Leistungsbilder, Regelwerke, Verträge	106
3.1.2 Begriffsdefinitionen	58	4.2.3	Modellgestützte Bedarfsplanung (Anforderungsmodell)	107
3.1.3 Konzeptionelle Layer	59	4.2.4	Grundlagenaufbau (Vermessung, Bestandsmodell, Geländemodell)	108
3.1.4 Vererbungshierarchie	63	4.2.5	Ausschreibung, Vergabe und Einrichtung der Kollaborationsplattform	108
3.1.5 Datenstruktur	64	4.2.6	Ausschreibung und Vergabe der Planungsleistungen	108
3.1.6 Domains und Elementklassen	65	4.2.7	Durchführen modellgestützter Studien/Wettbewerbe	109
3.1.7 IfcElement und ihre Subklassen	65	4.2.8	Aufbau des Planerteams / AN Planung	109
3.1.8 Objektbeziehungen – Materialzuweisung und räumliche Zuweisung	67	4.2.9	Einrichten des Projektmodells (PIM) mittels BIM-Kolloquien	110
		4.3	<b>Planung</b>	111
		4.3.1	Übergabe der Grundlagen an den AN Planung	111

4.3.2	Aufbau der Modellgrundlagen	112
4.3.3	Aufbau der Zusammenarbeit	117
4.3.4	Durchführen des Modellmanagements/BIM-Qualitätsmanagements	120
4.3.5	Durchführen der Koordinationssitzungen	124
4.3.6	Durchführen der Datenübergabe	125
4.3.7	Durchführen der modellbasierten Kostenermittlung	126
4.3.8	Fortschreiben der Projektvorgaben im Verlauf der Planung	127
4.3.9	Fortschreiben der Modelldaten	127
4.3.10	Durchführen der modellgestützten Genehmigungsverfahren	128
4.3.11	Durchführen des Probelaufs der Anbindung des CAFM-Systems des Betreibers	130
<b>4.4</b>	<b>Ausschreibung und Vergabe</b>	<b>131</b>
4.4.1	Identifizieren und Zusammenstellen projektbezogener Anforderungen	131
4.4.2	Vorbereiten der Modellgrundlagen	132
4.4.3	Vorbereiten der Kollaborationsplattform	132
4.4.4	Erstellen der Ausschreibungsunterlagen	132
4.4.5	Durchführen der Ausschreibung und Vergabe	133
4.4.6	Gemeinsame Entwicklung der Projektstrategie für die Errichtung	133
4.4.7	Regulieren des Projektmodells (PIM) mittels BIM-Kolloquien	134
<b>4.5</b>	<b>Errichtung</b>	<b>135</b>
4.5.1	Durchführen der modellgestützten Bauzeitplanung	135
4.5.2	Durchführen der Werk- und Montageplanung	135
4.5.3	Durchführen der baubegleitenden As-Built-Dokumentation	137
4.5.4	Durchführen der modellbasierten Produktdokumentation	138
4.5.5	Zusammenstellen und Übergabe der Baudokumentation	139
<b>Anhang</b>		
<b>A</b>	<b>Planspiel – Ein sinnvolles Simulationsinstrument im Rahmen der BIMcert-Ausbildung</b>	<b>141</b>
	Gastbeitrag: Hannes Asmera	

**Vorwort zur ersten Auflage 2021**

Building Information Modeling (BIM) stellt für alle am Bauprozess Beteiligten den nächsten großen Schritt dar. Die BIM-Methode wird im gesamten Abwicklungsprozess über den Lebenszyklus eine zentrale Rolle einnehmen. Dieser Entwicklung hinkt die derzeitige BIM-Ausbildung noch ein wenig hinterher; sie konzentriert sich oft hauptsächlich auf die Anwendung von BIM-fähiger Software. Die funktionale BIM-Ausbildung kommt meist zu kurz. Gerade in einem BIM-Projekt sind die Verantwortlichkeiten der einzelnen Beteiligten und die richtige Kommunikation zwischen diesen Beteiligten äußerst wichtig. Diese Rollen und Aufgaben müssen alle Beteiligte kennen.

Im Zuge des Forschungsprojekts BIM-Zert entwickelten Forscherinnen und Forscher vier verschiedener, führender Hochschulen (FH Salzburg-Kuchl, TU Wien, TU Graz, FH Kärnten Spittal/Drau) zusammen mit openBIM-erfahrenen Praktikerinnen und Praktikern, der Überbau Akademie sowie buildingSMART Austria ein Standardisiertes Qualifizierungs- und Zertifizierungsmodell für BIM in Österreich. Die Empfehlungen aus diesem Forschungsprojekt werden nun von buildingSMART Österreich unter dem Namen BIMcert fortgeführt und entsprechen den Stufen des »Professional Certification«-Programms von buildingSMART International.

Die Idee zu diesem Buch kam in den Besprechungen während des Projekts und aufgrund des Feedbacks der Teilnehmerinnen und Teilnehmer am ersten Durchlauf. Dieses Buch widmet sich der funktionalen openBIM-Ausbildung und beschreibt alle Themengebiete für die Zertifizierungsstufen der BIMcert-Ausbildung. Wir bedanken uns bei allen am Projekt mitarbeitenden Kolleginnen und Kollegen für die Unterstützung während des Projekts und die vielen Ideen, die auch in dieses Buch einfließen. Bei Alexander Gerger bedanken wir uns für die sorgfältige Gestaltung der im Buch verwendeten Grafiken. Ein besonderer Dank gilt buildingSMART Austria, insbesondere Alfred Waschl, für die Unterstützung bei der Erstellung dieser essentiellen Grundlage für die künftige BIM-Ausbildung.

Christoph Carl Eichler, Christian Schranz,  
Tina Krischmann, Harald Urban, Markus Gratzl

Wien, im Jänner 2021

**1 Einleitung**

Building Information Modeling (BIM) stellt für alle Beteiligten am Planungsprozess im Bauwesen den »nächsten großen Schritt« dar. Es ist absehbar, dass sich in wenigen Jahren – wie bei der Einführung von CAD im letzten Jahrtausend – der gesamte Abwicklungsprozess über den Lebenszyklus dahingehend anpassen wird, dass die BIM-Methode eine zentrale Rolle einnehmen wird. Dies erfordert in Zukunft eine entsprechend qualifizierte BIM-Ausbildung. Die Überprüfung der BIM-Kenntnisse muss über international vergleichbare Qualitätsstandards für personenbezogene Kenntnisse und Kompetenzen gewährleistet sein. buildingSMART International hat daher eine »Professional Certification« entwickelt. Dieses Buch beschäftigt sich mit den Themen dieser »Professional Certification«.

**1.1 Wer ist buildingSMART?**

buildingSMART International (bSI) ist eine internationale Non-Profit-Organisation und als Verein organisiert. In den 1990er Jahren wurde es als Industry Alliance for Interoperability (IAI) gegründet, kurz darauf in International Alliance for Interoperability und 2005 in buildingSMART umbenannt. Zwischenzeitlich haben sich über 20 Landesorganisationen (local Chapters) auf vier Kontinenten gebildet – z.B. buildingSMART Austria (bSAT), buildingSMART Germany (bSDE) oder buildingSMART Switzerland (bSCH).

Als Kernziel verfolgt buildingSMART (bS) die Verbesserung des Daten- und Informationsaustausches zwischen verschiedenen Softwareprogrammen in der Bauindustrie. Dies soll die Kollaboration und den digitalen Arbeitsablauf optimieren. Daher konnte buildingSMART auch alle namhaften Software-Hersteller als Mitglieder gewinnen. buildingSMART hat die Wichtigkeit offener (also softwareneutraler) und interoperabler Lösungen verstanden und steht für internationale, interoperable, offene (Datenaustausch-)Standards für BIM. Diese ermöglichen eine umfassende digitale Umgebung für den gesamten Projekt- und Asset-Lebenszyklus und bieten somit erhebliche Vorteile. buildingSMART möchte dies mit drei Kernprogrammen erzielen: Standards/Normen, Software-Zertifizierung und Mitgliederprogramm.

buildingSMART entwickelt als unabhängiger Verein eigene Standards für den Datenaustausch und die Zusammenarbeit. Die bekanntesten sind IFC und BCF, wobei IFC seit 2013 als ISO-Norm veröffentlicht ist (ISO 16739). Zusätzlich entwickelt bSI auch das bSDD für die Beschreibung von Objekten und deren Attributen, MVD zur Definition von Teilmengen eines IFC-Datenmodells und IDM für die Beschreibung von Informationsanforderungen. Mit diesen Standardisierungen unterstützt bSI maßgeblich den Einsatz von openBIM (also BIM mit offenen Standards).

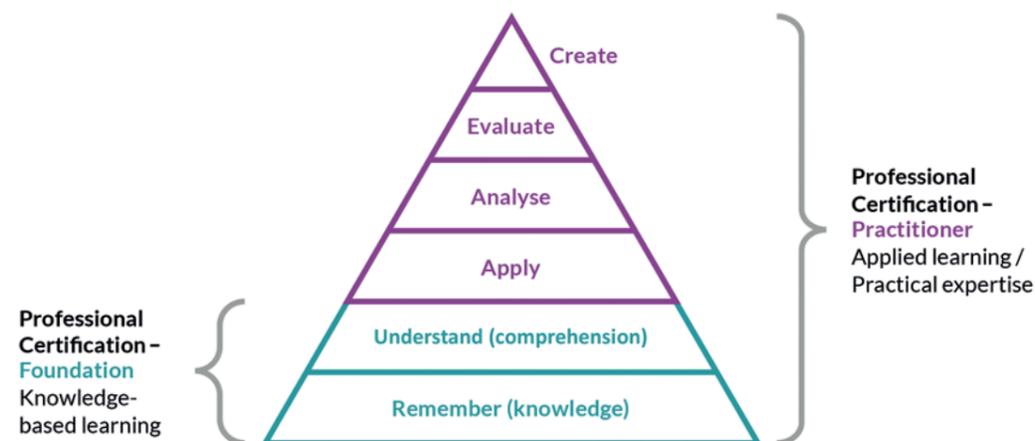
Softwarehersteller können ihre BIM-fähigen Produkte von buildingSMART auf die korrekte Implementierung von IFC zertifizieren lassen. Diese Zertifizierung garantiert eine durchgängig hohe Übertragungsqualität.

Mit dem buildingSMART Mitgliederprogramm wird das Verständnis und der Einsatz von openBIM-Standards und -Lösungen gefördert. Dazu zählt u.a. auch das buildingSMART »Professional Certification« Programm.

**1.2 buildingSMART Professional Certification**

BIM-Anwender können ihr BIM-Wissen über buildingSMART zertifizieren lassen. Dazu hat buildingSMART die Professional Certification eingeführt. Die buildingSMART »Professional Certification« besteht aus 2 Stufen:

- Professional Certification – Foundation
- Professional Certification – Practitioner

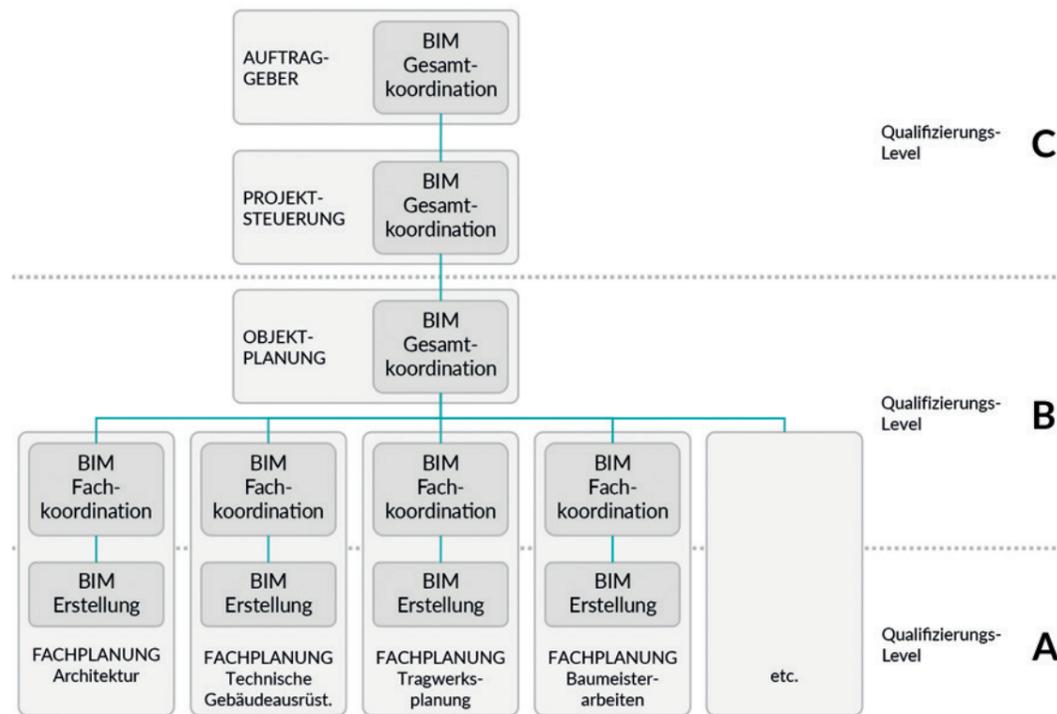


Die bSI »Professional Certification – Foundation« überprüft Grundlagenkenntnisse und das Verständnis des openBIM-Einsatzes in BIM-Projekten. Diese Zertifizierung ist von bSI international festgelegt und wird über einen Multiple-Choice-Test abgeprüft.

Die bSI »Professional Certification – Practitioner« überprüft das Anwendungswissen des praktischen Einsatzes von openBIM über das gesamte BIM-Projekt von der Projektinitiierung bis zur Übergabe des Bauwerks an die Auftraggeber. Diese Zertifizierungsstufe ist derzeit international noch nicht festgelegt.

**1.3 BIMcert – bSAT Professional Certification**

Daher entwickelten in Österreich führende Hochschulen gemeinsam mit buildingSMART Austria im Zuge des Forschungsprojekts BIM-Zert ein standardisiertes Qualifizierungs- und Zertifizierungsmodell für BIM in Österreich, das auch diese Zertifizierungsstufe beinhaltet: »bSAT Professional Certification – Practitioner«. Diese Zertifizierung inkludiert zwei Level: Level B (für BIM-Koordination) und Level C (für BIM-Steuerung).



Die Schulung für die »Professional Certification« (Level A, B und C) erfolgt in themenbezogenen Vortragsblöcken, die in der folgenden Tabelle dargestellt sind. Level B und Level C sind nicht aufeinander aufgebaut, sondern sprechen gesondert die Zielgruppen BIM-Koordination bzw. BIM-Steuerung an. Die ersten beiden Vortragsblöcke sind für beide Zielgruppen ident (daher B & C). Die folgende Tabelle enthält eine Zuordnung der Buchkapitel zu den zertifizierungsbezogenen Vortragsblöcken der »Professional Certification« (Level A, Level B und Level C). Zusätzlich zu diesem Buch baut die Zertifizierung von bSAT durchgeführt »Professional Certification – Practitioner« Level B und Level C auf die von bSAT/ bSCH herausgegebenen Regelwerke (AIA, BAP) und Leistungsbilder (LM BIM) auf.

**THEMENGEBIET**

wird behandelt in Buchkapitel / externer Literatur

<b>A</b>	<b>Grundlagen Digitalisierung (2 Tage)</b>	
	Grundlagen Digitalisierung	2
	Grundlagen Begriffe	2
	Grundlagen IFC-Datenstruktur	2
	Grundlagen openBIM-Projektmodell	1, 2

**THEMENGEBIET**

wird behandelt in Buchkapitel / externer Literatur

<b>B &amp; C</b>	<b>Spezielle Grundlagen (2 Tage)</b> Bauwerksbetrieb Digitale Örtliche Bauaufsicht (ÖBA) IFC-Datenschema und Modellbasierte Kommunikation Normierung (national, europäisch, international)	ab Auflage 2 4.5.3 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5 2.5, 3.6
<b>B &amp; C</b>	<b>Allgemeine Aufbauphase (3 Tage)</b> Datenstrukturwerkzeuge und Datenmerkmalserver Kommunikation und Kooperation Praxisbeispiel Aufbauphase	4.3 4.2, 4.3 Praxisbeispiel*
<b>C</b>	<b>Funktionsausbildung (2 Tage)</b> BIM-Leistungsbilder, -Regelwerke, -Verträge  BIM-Projekt Durchführung und -organisation  Qualitätsmanagement	4.2.2, bSAT-BAP, bSAT-AIA, bSAT-LM BIM 4, bSAT-BAP, bSAT-AIA, bSAT-LM BIM 4.3
<b>C</b>	<b>Prozessausbildung (2 Tage)</b> Prozessmanagement Prozessmodellierung Risikomanagement Übergabe Bauwerksbetrieb inkl. Praxisworkshop	Literaturverweis Literaturverweis ab Auflage 2 ab Auflage 2
<b>B</b>	<b>Koordination (4 Tage)</b> BIM-gestützte Ausschreibung, Vergabe und Abrechnung BIM-Koordination	Praxisbeispiel* Praxisbeispiel*
<b>B &amp; C</b>	<b>BIM-Kollaborationsworkshop (2 Tage)</b> (Präsenz)	Praxisbeispiel* siehe Anhang Gastbeitrag H. Asmera

\* Im jeweiligen BIMcert-Kurs verwenden die Zertifizierten Trainer und Trainerinnen ein eigenes Praxisbeispiel, das diese Themen behandelt. Diese Themenbereiche sind daher nicht im Buch inkludiert.

**Ablauf Zertifizierung**

Die Absolvierung der bSI »Professional Certification – Foundation« bildet die erste Stufe. Nach Besuch des 2-tägigen Level-A-Lehrgangs kann die Single-Choice-Prüfung mit 25 Fragen abgelegt werden. Zusätzlich gibt es einen Fragenblock von 5 Single-Choice-Fragen zu nationalen openBIM-Themen. Dieser Fragenblock steht für Österreich demnächst zur Verfügung. Die entsprechenden Themen sind in diesem Buch bereits behandelt. Die Zertifizierung erhält, wer mindestens 75 % der Fragen richtig beantwortet.

Erst nach dieser Zertifizierung können die Level-B- und/oder Level-C-Kurse besucht werden (bSAT »Professional Certification – Practitioner«). Nach Besuch der Kurse kommt es zur Zertifizierungsprüfung, die als kommissionelle Prüfung bei einer Prüfungskommission von buildingSMART Austria abgelegt wird. Davor muss eine schriftliche Arbeit über ein Themengebiet der BIM-Koordination (bei Level-B-Zertifizierung) bzw. der BIM-Steuerung (bei Level-C-Zertifizierung) verfasst und rechtzeitig an buildingSMART Austria übermittelt werden. Prüfungsstoff der mündlichen kommissionellen Prüfung sind sowohl die abgegebene Arbeit als auch der theoretische Stoff der Kurse (in diesem Buch die Kapitel 2, 3 und 4).

Die Level-B- und die Level-C-Zertifizierung können unabhängig voneinander angestrebt werden (also zuerst Level B oder zuerst Level C). Werden beide gleichzeitig angestrebt, müssen zwei schriftliche Arbeiten verfasst und bei buildingSMART Austria eingereicht werden.

**1.4 Aufbau und Konventionen**

Dieses Buch beinhaltet die Themen für die buildingSMART »Professional Certification«. Kapitel 1 und 2 beschäftigen sich mit dem grundlegenden Wissen zur Digitalisierung, den für BIM erforderlichen Werkzeugen und Strukturen, der Organisation samt Regelwerken sowie der Standardisierung und Normierung. Dieses Wissen ist essentiell für die Zertifizierung »Professional Certification – Foundation«.

Kapitel 3 vertieft das Wissen aus Kapitel 2 und behandelt die wichtigen openBIM-Begriffe ausführlich. Dieses Kapitel beginnt mit einer eingehenden Erklärung und Beschreibung der IFC-Datenstruktur und beschäftigt sich dann mit den von buildingSMART entwickelten MVD, IDM sowie BCF. Abschließend thematisiert es noch CDE, Detaillierungsgrade und die Zusammenhänge der Standardisierung.

Gänzlich der openBIM-Anwendung widmet sich Kapitel 4. Schritt-für-Schritt wird hier der openBIM-Einsatz in den einzelnen Projektphasen des Lebenszyklus eines Bauwerks von der Projektidee über die Planung bis zur Errichtung. Die nächsten Auflagen des Handbuchs inkludieren dann auch die letzten Projektphasen.

Diese Kapitel behandeln alle Themen für die auf Österreich spezialisierte »Professional Certification – Practitioner« (Level B und Level C).

Die in diesem Buch angegebenen QR-Codes verweisen entweder auf die Quellen der Bilder oder auf weiterführende Informationen.

**2 Basiswissen**

Dieses Kapitel liefert die Grundlagen für all jene, die zur buildingSMART »Professional Certification – Foundation« Prüfung (= Level A) antreten möchten. Es bietet einen einfachen Einstieg in openBIM. Alle grundlegenden Begriffe für openBIM sind hier erklärt. Alle in einem openBIM-Projekt Beteiligte können somit auf eine gemeinsame Sprache mit gleicher Begriffsverständlichkeit zurückgreifen.

- Relevant für BIM-Neulinge, BIM-Geübten und BIM-Experten, die die gleichen Begriffe verwenden möchten & all jene, die die Level-A-Prüfung ablegen möchten
- Es ist kein Vorwissen erforderlich

Wichtige in diesem Kapitel vorkommende Abkürzungen sind:

AG	Auftraggeber
AIA	Auftraggeber Informationsanforderung (EIR Exchange Information Requirements)
AN	Auftragnehmer
AR	Architektur
ASI	Austrian Standards International
AVA	Ausschreibung, Vergabe, Abrechnung
BAP	BIM-Projektentwicklungsplan
BCF	BIM Collaboration Format
BE	BIM-Erstellung
BFK	BIM-Fachkoordination
BGK	BIM-Gesamtkoordination
BIA	Betreiber Informationsanforderung
BIM-ÖBA	BIM-Örtliche Bauaufsicht
BPL	BIM-Projektleitung
BPMN	Business Process Modeling and Notation
BPS	BIM-Projektsteuerung
bSAT	buildingSMART Austria
bSCH	buildingSMART Switzerland
bSDD	buildingSMART Data Dictionary
bSDE	buildingSMART Deutschland
bSI	buildingSMART International
CDE	Common Data Environment
CEN	Comité Européen de Normalisation
CV	Coordination View

DIN	Deutsches Institut für Normung
DTV	Design Transfer View
DWG	Drawing (Dateiendung)
DXF	Drawing Interchange File Format
GUID	Globally Unique Identifier
HOA	Honorarordnung für Architekten
IDM	Information Delivery Manual
IFC	Industry Foundation Classes
IFD	International Framework for Dictionaries
ISO	International Organization for Standardization
LIA	Liegenschafts-Informationsanforderungen (AIR Asset Information Requirements)
LIM	Liegenschafts-Informationsmodell (AIM Asset Information Model)
LM BIM	Leistungsmodelle BIM
LM.VM	Leistungsmodelle.Vergütungsmodelle
LOG	Level of Geometry
LOI	Level of Information
LOIN	Level of Information Need
MEP	Mechanical, electrical, and plumbing (Haustechnik)
MVD	Model View Definition
ÖBA	Örtliche Bauaufsicht
OHB	Organisationshandbuch
OIA	Organisations-Informationsanforderungen (OIR Organizational Information Requirements)
PDF	Portable Document Format
PF4.0	Plattform 4.0
PIA	Projekt-Informationsanforderungen (PIR Project Information Requirements)
PIM	Projekt-Informationsmodell (PIM Project Information Model)
Pset	Property Set
RV	Reference View
SIA	Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
STEP	Standard for Exchange of Product model data
TGA	Technische Gebäudeausstattung
TWP	Tragwerksplanung

### 2.1 Digitalisierungsgrundlagen

Die Bauwirtschaft gehörte lange Zeit zu den am wenigsten von der Digitalisierung erfassten Wirtschaftszweigen. In vielen Bereichen herrscht lange Zeit ein hoher Grad an Prozessineffizienz, da ein projektorientiertes anstatt eines prozessorientierten Denkens vorherrschte. Damit einhergehend waren Kommunikation, Risikomanagement und Vertragsumsetzung verbesserungswürdig. Ein besonders hohes Optimierungspotenzial gibt es bei der Ressourcenverschwendung. Zusätzlich ist die Bauindustrie sehr kleinteilig, spezialisiert und fragmentiert. Gerade kleinere Unternehmen weisen Schwierigkeiten in der Umstellung auf digitale Neuerungen auf. Dies bremste lange Zeit die Digitalisierung der Baubranche.

Die Digitalisierung eröffnet der Baubranche neue Optimierungspotenziale. Daher nimmt diese sog. 4. industrielle Revolution nun auch in der Baubranche immer mehr an Fahrt auf. Die Vorteile der Digitalisierung werden schrittweise in der Bauwirtschaft erkannt. Sie sollen helfen, einige bestehende Probleme zu beseitigen. Als Vorteile der Digitalisierung und digitaler Modelle gelten u.a.

- Kostensenkung,
- Vernetzung,
- Informationstransparenz,
- technische Assistenz,
- effizienteres Arbeiten,
- Verbesserung der Kommunikation und Kollaboration,
- Flexibilität,
- Zeitersparnis,
- Etablierung neuer Geschäftsmodelle,
- Umweltfreundlichkeit (Reduktion der Ressourcenverschwendung),
- Steigerung der Produktivität,
- Wettbewerbsvorteile und
- höhere Attraktivität für neue Mitarbeiter.

#### Gute Entscheidungsfindung bedarf guter Daten

BIM gilt als starker Treiber der Digitalisierung. BIM fördert die erfolgreiche Kommunikation und Kollaboration zwischen den Beteiligten eines Bauprojekts. Dies unterstützt die Qualitätssicherung entscheidend. Der Kern von BIM ist das *digitale Bauwerksmodell*, das die Informationen in Form von Geometrien und Alphanumerik enthält. Somit liefert BIM eine optimierte Methode zum Erzeugen, Austauschen und Pflegen von digitalen Bauwerksdaten.

Die Möglichkeit der BIM-basierten Visualisierung von Bauwerken und ihrer Daten kann Entscheidungsprozesse beschleunigen. Der digitale Austausch von Projektinformationen reduziert fragmentierte Arbeitsprozesse und unterstützt die Bereitstellung der Informationen zum geeigneten Zeitpunkt. Dadurch kann die Menge an unstrukturierten Informationen eingegrenzt werden und der Informationsfluss zwischen den Beteiligten verbessert sich.

Dies bietet für Baufachleute einen großen Vorteil. Das digitale Modell bündelt alle Informationen, die von einzelnen Beteiligten geliefert werden. Die Anwender der digitalen Modelle erstellen, pflegen und nutzen die Geometrien und Informationen des Modells. Die Zusammenarbeit erfolgt dabei ortsunabhängig in einer gemeinsamen Datenumgebung (CDE). Das wesentliche Potential von CDEs ist ein effizientes Kommunizieren, Dokumentieren und Abgleichen von Informationen (Daten) verschiedener Quellen. Da alle Bauteile Attribute aufweisen und diese im System hinterlegt sind, können Mengen und Kosten früher und präziser geplant und ermittelt werden. Die »Genauigkeit« eines digitalen Modells legen die Detaillierungsgrade fest, bspw. Level of Geometry LOG für die geometrischen Anforderungen und Level of Information LOI für alphanumerische Anforderungen.

Ein Grundprinzip von BIM ist ein konsistenter Daten- und Informationsaustausch. Digitale Modelle unterstützen, Daten konsistent in der Bauwerksdatenbank zu halten. Dazu gibt es Modellierungsrichtlinien. Das optimierte Informationsmanagement verbessert die Kollaboration/Zusammenarbeit sowie Kommunikation und hilft somit, Verzögerungen im Projektablauf zu reduzieren oder gar zu vermeiden.

#### BIM-Vorteile für Auftraggeber und Betreiber

Die Verwendung von BIM liefert nicht nur den Planern, sondern vor allem den Auftraggebern und Betreibern von Bauwerken viele Vorteile. Die digitalen Modelle unterstützen die Übergabe konsistenter und digitaler Projektinformationen des Bauwerks in den Betrieb. Sie helfen bei der Abwicklung üblicher Asset-Management-Aufgaben. Durch die regelmäßige Archivierung des Modells baut sich ein langfristiges Archiv des Projekts (inkl. seiner Planung) auf. Dadurch bietet sich die Möglichkeit, unterschiedliche Planungsstände miteinander abzugleichen und Fehler zu evaluieren. Der Rückblick auf vorangegangene Projekte kann Anforderungen aus dem Betrieb effizienter in die Planung aktueller Projekte zurückspielen. Dies liefert eine deutliche Steigerung der Bewertungsmöglichkeiten, eine Risikominderung und Kostensenkung im Aufbau und der Pflege von FM-Systemen. Informationen für den Betrieb können sehr früh in das Modell übertragen werden. Der Soll-Ist-Abgleich ist einfacher möglich. Die Anforderungen des Betriebs können vor der Fertigstellung visualisiert und schon in der Planungsphase definiert werden. Dies kann helfen, die Betriebsaufwände besser vorherzusehen und zu reduzieren. Die gemeinsam und durchgängig genutzten Informationsmodelle reduzieren Zeit- und Kostenaufwand bei der Erstellung koordinierter Informationen. Die Modelle transportieren alle relevanten Liegenschaftsinformationen. Dies ermöglicht eine zentrale, digitale Datenhaltung aller wichtigen Bauwerksinformationen.

Dazu ist es wichtig, das Datenmanagement gewissenhaft durchzuführen und zu warten. Eine unstrukturierte Ablage von gesammelten Projektdaten führt zu mangelhaftem Datenmanagement und erhöht den Bearbeitungsaufwand. Daher müssen die Daten für alle Projektpartner systematisiert abgelegt und bereitgestellt werden. Ein gewissenhaftes Datenmanagement ist daher für eine effektive Kommunikation und Koordination wichtig. Mit BIM erstellte digitale Bauwerksmodelle bieten die Möglichkeit, alle Infos unter Zuhilfenahme von Objekten und Bauteilen darzustellen und zu beschreiben. Dies integriert alle Aspekte der Wertschöpfungskette über den Lebenszyklus hinweg, vermeidet Missverständnisse und verbessert die Entscheidungsgrundlage.

#### **BIM-Einführung in einem Unternehmen**

Eine BIM-Einführung in einem Unternehmen bietet viele **Vorteile**. Digitale Informationsmodelle können nahezu alle Datensätze transportieren, die für die erfolgreiche Abwicklung und Betrieb von Bauwerken erforderlich sind. In jeder Phase können Rückschlüsse und Vergleiche gezogen werden. Werden interne Prozesse/Abläufe sinnvoll digitalisiert, führt dies zu Effizienzsteigerung und in weiterer Folge zu Kosteneinsparungen (Personalkosten, Baukosten, Betriebskosten). Eine sinnvolle Digitalisierung erfordert die Analyse der bestehenden Prozesse und ev. eine Anpassung dieser Prozesse an die Möglichkeiten der digitalen Tools.

Durch Automatisierung kann eine Aufwandsersparnis erzielt werden. Eine systematische, softwaregestützte Fehlerprüfung führt dazu, dass Konflikte weniger übersehen werden. Die Visualisierungen führen zu einem besseren und schnelleren Verständnis des jeweiligen Konflikts. Die Lösung eines Konflikts kann zwischen den Fachplanern schneller geschehen. Eine hohe BIM-Kompetenz verbessert zusätzlich das Image eines Büros.

Die BIM-Einführung ist eine ganzheitliche Unternehmensentscheidung. Dazu wird eine BIM-Strategie erstellt. Diese beinhaltet grundlegende Überlegungen zu den angestrebten Mehrwerten durch die Einführung digitaler Methoden, die geplanten Anwendungen, Weiterbildungskonzepte und die Prozessdefinitionen. Die Strategie gleicht dabei einem Lastenheft. Die angestrebten Mehrwerte können Kostenwahrheit und -transparenz, Termintreue, hohe Projektqualität im gesetzten Zeit- und Kostenrahmen, Verschlankeung interner Prozesse, Effizienzsteigerung, Kostenersparnisse oder Kommunikationsverbesserung sein.

Die BIM-Strategie muss mit den Unternehmenszielen abgeglichen werden, damit die Investitionen sinnvoll eingesetzt werden. Die Maßnahmen berücksichtigen die aktuelle Leistungsfähigkeit des Unternehmens sowie dessen Ziele und anderen Strategien. Dazu wird eine GAP-Analyse zwischen Soll und Ist durchgeführt, um bestehende Lücken zu finden. Die erforderlichen Investitionen in Personal, Prozesse, Rahmenbedingungen, Daten und Technologien müssen auf die Ziele abgestimmt sein. Erst dann sollte mit der BIM-Einführung begonnen werden. Die Implementierung ist ein strategischer Prozess, öfters muss Vorhandenes Neuem weichen.

Eine BIM-Einführung beinhaltet jedoch auch **Herausforderungen**. Oft gibt es anfänglich eine temporär verringerte Produktivität, wobei diese von den Eingangsvoraussetzungen und Zielen abhängt. Die Akquise und Weiterbildung kompetenter Mitarbeiter muss bereits zu Beginn der Implementierung erfolgen. Es ergeben sich also erhöhte Anfangsinvestitionen für Weiterbildung, Hardware und BIM-fähiger Software. Genauso erfolgt dabei die Ermittlung der Anforderungen an die technische Infrastruktur. Diese Investitionen dürften sich bereits zeitnah amortisieren. Etablierte Vertrags- und Vergütungsmodelle müssen neu definiert werden. Auch Abrechnungsregeln erfordern eine Adaption an die BIM-Software.

Für die eigene Organisation ist es wichtig, den eigenen **BIM-Reifegrad** zu kennen, um ihre Leistungsfähigkeit im Vergleich zur Konkurrenz zu kennen. Dieser wird in mehreren Stufen angegeben. Beim niedrigsten BIM-Reifegrad ist die BIM-Implementierung durch Abwesenheit einer Strategie und einer nicht-systematischen Anwendung BIM-fähiger Softwarelösungen gekennzeichnet. Im höchsten BIM-Reifegrad werden die Implementierungsstrategie und organisatorischen Modelle kontinuierlich überprüft und neu ausgerichtet; die Softwarelösungen werden lösungsorientiert verwendet und Veränderungen in Prozessen proaktiv eingeführt.

Dazu setzt sich das Unternehmen mit dem internen Prozessmanagement (Abläufe) auseinander und schätzt die vorhandene Kompetenz des Personals realistisch ein. Dies ergibt den Status quo und liefert die Grundlage für die Definition der BIM-Ziele und die Etablierung eines Maßnahmenplans.

Eine BIM-Einführung geht mit einer zunehmenden Digitalisierung des Unternehmens einher. Daher wird die Datensicherheit immer wichtiger. Effektive Maßnahmen zur Gewährung der Datensicherheit beinhalten die Verschlüsselung der Daten sowie die Etablierung einer effektiven Zugangsrechtestruktur auf den Serverumgebungen oder cloudbasierten Plattformen. Diese Hierarchien müssen während der Lebensdauer stetig überprüft werden, um unbefugten Zugriff, Informationsverlust und -verfälschung zu vermeiden.

Die Digitalisierung wirft weitere rechtliche Fragen auf. Es stellt sich die Frage der Haftung und des Urheberrechts für den digitalen Modellinhalt. Damit einher gehen auch die Rechte für die Datenverwertbarkeit.

#### **Schritte zur Digitalisierung**

- Bestandsaufnahme, Prüfung der Ist-Situation, Chancen identifizieren
- Strategiekonzeption und Entwicklung eines Maßnahmenplans
- Auswahl der Werkzeuge
- Ausbildung der Mitarbeiter
- Laufende Optimierung



**2.2 Werkzeuge**

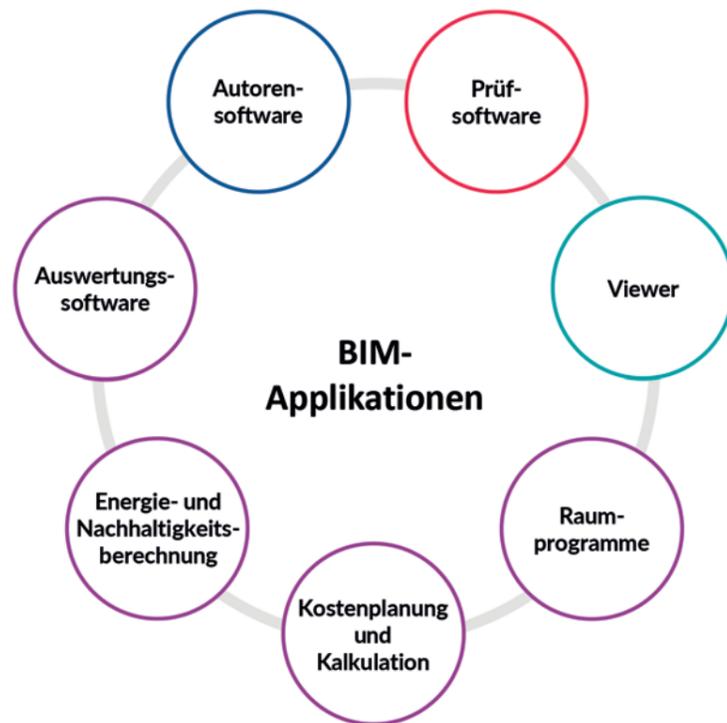
In diese Kategorie fallen BIM-Applikationen, Kollaborationsplattformen (Common Data Environments – CDEs) und Datenstrukturwerkzeuge.

**2.2.1 BIM-Applikationen**

In BIM kommt eine Vielzahl von Software-Produkten zum Einsatz. Diese werden unter dem Begriff BIM-Werkzeuge zusammengefasst. Der Begriff BIM-Applikationen bezeichnet jene Werkzeuge, die Modelldaten erstellen, prüfen und auswerten. Eine BIM-Applikation muss den Ansprüchen und Funktionalitäten der BIM-Methode entsprechen. Ob eine bereits in Verwendung befindliche Applikation diesen Bedingungen entspricht, lässt sich über ihren Status in der Zertifizierung durch buildingSMART herausfinden (siehe QR-Code).

In Projekten sollten vor allem zertifizierte BIM-Applikationen verwendet werden (Status = Finished). Kommen nicht-zertifizierte BIM-Applikationen zum Einsatz, muss geprüft werden, ob die Applikation hinsichtlich der Anforderungen verwendet werden kann. Diese Anforderungen sind in den Regelwerken definiert (AIA und BAP).

Folgende Grafik gibt eine Übersicht zu den verschiedenen Arten von BIM-Applikationen:



Die Haupt-BIM-Applikation ist die **Autorensoftware**. In dieser werden die Modellinhalte entsprechend der jeweiligen Planung, Disziplin und BIM-Organisationseinheit erstellt.

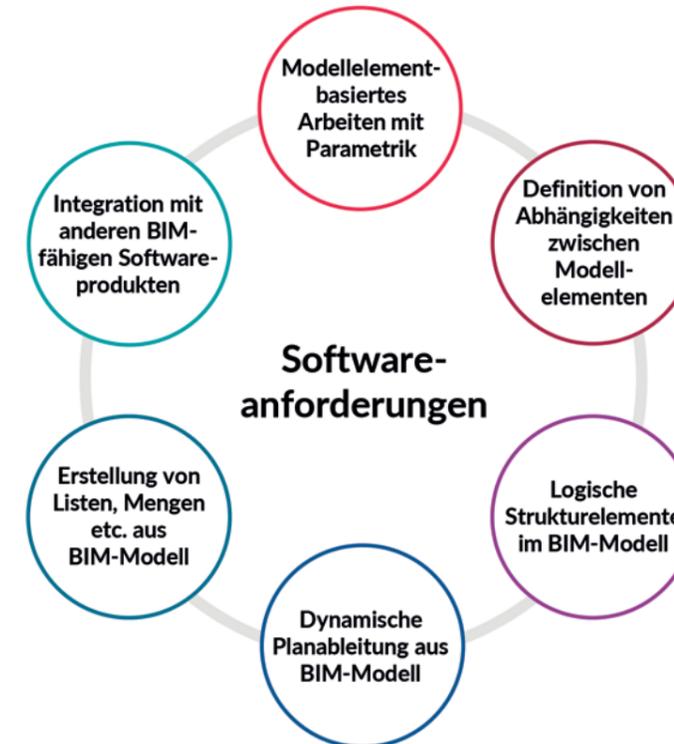
**Prüfsoftware** ist eine Applikation, die Modellinhalte nur prüft, jedoch nicht verändert. Sie ist die wichtigste Applikation für das Qualitätsmanagement.

Ein **Viewer** stellt nur die Inhalte von Modellen dar, er kann weder prüfen noch Modellinformationen weiterverwenden.

Die **anderen Applikationen** übernehmen (freigegebene und durch eine Prüfsoftware geprüfte) Modellinformationen und ziehen diese Inhalte für ihre eigenen Verwendungen, Berechnungen und Auswertungen heran.

Die Wahl der Applikation sollte immer gut durchdacht erfolgen. Nicht nur die BIM-Einsatzfähigkeit (siehe Zertifizierung), sondern auch der Verwendungszweck, die Anschaffungs- und Wartungskosten spielen hier eine große Rolle. Folgende Fragen müssen berücksichtigt werden: Ist der Support durch den Software-Hersteller gut? Gibt es ein gutes Schulungsangebot in Standortnähe?

Die wichtigsten Anforderungen an Applikationen (v.a. hinsichtlich der Interoperabilität) sind in folgender Abbildung zusammengefasst:



Eine BIM-Applikation muss folglich

- Modellinhalte gemäß der IFC-Datenstruktur/-Schnittstelle abbilden, ableiten und kommunizieren können (geometrisch und alphanumerisch),
- die Abhängigkeiten von Modellelementen zueinander herstellen können (z.B. Geschoszugehörigkeit von Wänden und Fenster in einer Wand),
- logische Strukturelemente abbilden und lesen können (z.B. TGA-Anlagen),
- Pläne dynamisch ableiten können (hauptsächlich in den Formaten PDF und DWG/DXF),
- Auswertungslisten von Modellinhalten erstellen können und
- die Funktionalität zur Integration mit allen anderen BIM-fähigen Applikationen und BIM-Werkzeugen besitzen, die nicht aus der gleichen Softwaregruppe kommen.

### 2.2.2 Kollaborationsplattformen

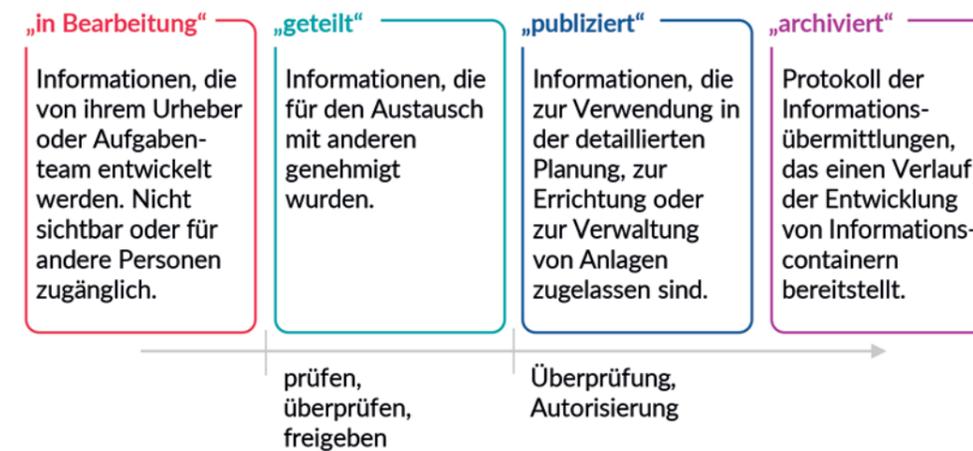
Kollaborationsplattformen sind diejenigen BIM-Werkzeuge, die webbasierte Dienste zur Abwicklung der Zusammenarbeit in Projekten bieten. Über sie wird die projektbezogene Kommunikation und der Datenaustausch zentral abgewickelt. Sie bieten eine gemeinsame Datenumgebung, also eine Common Data Environment (CDE). Ihr großer Vorteil liegt in einer einheitlichen Strukturierung der Projektabwicklung (bedarfsweise auch projektübergreifend).

CDEs werden also für das Informationsmanagement von Projekten und Liegenschaften verwendet. Als zentrale Projekträume für die Speicherung und den Austausch aller Projektinformationen mit allen Projektbeteiligten ist das gesamte Projektwissen in ihnen kompakt zusammengeführt und steht schnell zur Verfügung. Sie bieten einen kontrollierten Zugang (personenabhängig) zu Projektinformationen, klar definierte Austauschprozesse und einen eindeutig definierten Dokumenten- und Modellstatus. Damit sorgen sie für Kommunikationstransparenz und verbessern den Informationsaustausch. Innerhalb der CDE finden alle für die Erstellung des PIM und AIM erforderlichen kollaborativen Tätigkeiten statt.

Die ISO 19650 beschreibt das Konzept einer gemeinsamen Datenumgebung (Common Data Environment – CDE). Gemäß ISO 19650 soll eine CDE drei verschiedene Informationscontainerzustände unterstützen:

- WORK IN PROGRESS (in Bearbeitung)
- SHARED (geteilt)
- PUBLISHED (publiziert)

Zusätzlich soll ein Archivcontainer existieren, der in Form eines Protokolls alle Vorgänge der anderen Informationscontainer aufzeichnet. Dies ermöglicht die Entwicklung eines kombinierten und gemeinschaftlichen Informationsmodells.



Außerdem muss eine umfangreiche Datensicherheit gewährleistet werden und Informationsaustausche durch Kontrollinstanzen verifiziert werden. Während der Informationsübergabe werden die Daten versioniert und protokolliert.

Beispiele für derzeit typische, in Projekten verwendete Kollaborationsplattformen für die übergeordnete Zusammenarbeit sind Aconex von Oracle, Conclude CDE und tpCDE von thinkproject. Für die Zusammenarbeit innerhalb einer Fachdisziplin kommen mitunter integrierte Kollaborationsplattformen zum Einsatz, wie Autodesk BIM 360 oder Graphisoft BIMcloud.

### 2.2.3 Datenstrukturwerkzeug

Datenstrukturwerkzeuge zählen ebenfalls zu den BIM-Werkzeugen. Sie sind webbasierte Dienste zur Erstellung und Modifikation von individuellen Datenstrukturen sowie darauf basierten Detaillierungsgraden. Für diese Tätigkeiten bieten sie eine zentrale Moderation und integrierte Distribution in verschiedene Kanäle (BIM-Applikationen, BIM-Regelwerke etc.). Damit minimieren sie den jeweiligen individuellen Anpassungsaufwand.

Datenstrukturwerkzeuge unterstützen bei der Definition der AIA und der Erstellung projektspezifischer BIM-Leitfäden. Sie erlauben eine direkte Ableitung der Prüfregele für die BIM-Prüfsoftware. Dies verbessert das Qualitätsmanagement und die Qualitätskontrolle der BIM-Modelle.

Ein typisches Beispiel für ein aktuelles Datenstrukturwerkzeug ist BIM-Q von AEC3 GmbH. Diese Webapplikation ermöglicht

- den Aufbau von individuellen Datenstrukturen und Zuordnung der Inhalte zu verschiedenen Projektphasen oder Anwendungsfällen,
- den Aufbau dazugehöriger Zuordnungen (Mappings) von externen Datenstrukturen (bspw. IFC2x3, IFC4, IFC4.1),
- den Aufbau dazugehöriger Zuordnungen (Mappings) von programmspezifische Datenstrukturen (bspw. Allplan, ARCHICAD, ProVi, Revit, Vectorworks) und Ausgabe der jew. Konfigurationsdateien,

- den Export/Re-Import aller Datenbankinhalte in XLS-Dateien zur weiterführenden Bearbeitung in Tabellenbearbeitungsprogrammen,
- die automatische Erstellung von Dokumenten zur Beschreibung der Datenstrukturvorgaben (LOI-Anhang eines AIA) und
- die automatische Erstellung von Grundlagen für Prüfroutinen zur Modellprüfung in BIM-Prüfsoftware.

2.3 Struktur/Datenschema

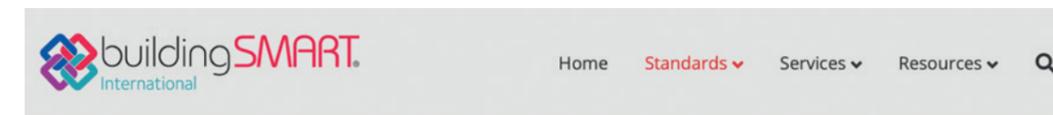
Dieser Abschnitt bietet eine Einführung in die IFC-Datenstruktur, die bSDD-Plattform, BCF-Kommentare und DataTemplates.

2.3.1 IFC-Datenstruktur

IFC steht als Abkürzung für Industry Foundation Classes. Es handelt sich dabei um ein offenes Datenformat für Bauwerksinformationen. Dieses basiert auf dem STEP-Standard (STEP = Standard for the Exchange of Product model data). Seit 1995 entwickelt buildingSMART international IFC als Teil des openBIM-Standards. Seit 2013 ist IFC mit der ISO 16739 ein offizieller ISO-Standard und wird regelmäßig mit dieser Norm aktualisiert. buildingSMART empfiehlt IFC auch für die Referenzierung und Archivierung von Modellen.

Mit der aktuellen Version IFC4 können alle wesentlichen Gewerke des Hochbaus in der Datenstruktur abgebildet werden. Für die kommende Version IFC5 ist die Integration der Infrastruktur-Bereiche Straße, Schiene, Brücke, Tunnel und der dazugehörigen Streckenführung (IfcAlignment) vorgesehen.

IFC gewährleistet eine herstellerneutrale Übertragung von Bauwerksinformationen. Daher verweisen alle bekannten nationalen BIM-Standards auf IFC. Die bisherigen Versionen von IFC zeigt das folgende Bild.



IFC Specifications Database

Official releases of the IFC specification are listed here, as well as their components including HTML, EXPRESS, XSD/XML, and OWL documentation and formats.

Release Notes and Errata for all versions can be found [here](#).

Version	Name (HTML Documentation)	ISO publication	Published (yyyy-mm)	Current Status	HTML download (ZIP)	EXPRESS	XSD	pSet XSD	OWL HTML	RDF	TTL
4.3.rc.2	IFC4.3 RC2	-	2020-11	Candidate	ZIP	EXP	IFC4.3_RC2.xsd	-			
4.3.rc.1	IFC4.3 RC1	-	2020-04	Archived	ZIP	EXP	IFC4x3_RC1.xsd	-			TTL IFC4.3 RC1
4.2.0.0	IFC4.2	-	2019-04	Withdrawn	ZIP	EXP	IFC4x2.xsd	-			
4.1.0.0	IFC4.1	-	2018-06	Official	ZIP	EXP	IFC4x1.xsd	-	ifcOWL IFC4.1	RDF	TTL
4.0.2.1	IFC4 ADD2 TC1	ISO 16739-1:2018	2017-10	Official	ZIP	EXP	IFC4.xsd	-	ifcOWL IFC4 ADD2 TC1	RDF	TTL
4.0.2.0	IFC4 ADD2	-	2016-07	Retired	ZIP	EXP	IFC4_ADD2.xsd	-	ifcOWL IFC4 ADD2	RDF	TTL
4.0.1.0	IFC4 ADD1	-	2015-06	Retired	ZIP	EXP	IFC4_ADD1.xsd	-	ifcOWL IFC4 ADD1	RDF	TTL
4.0.0.0	IFC4	ISO 16739:2013	2013-02	Retired	ZIP	EXP	ifcXML4.xsd	PSD_IFC4.xsd	ifcOWL IFC4	RDF	TTL
2.3.0.1	IFC2x3 TC1	ISO/PAS 16739:2005	2007-07	Official	ZIP	EXP	IFC2X3.xsd	PSD_R2x3.xsl	ifcOWL IFC2x3 TC1	RDF	TTL
2.3.0.0	IFC2x3	-	2005-12	Retired	ZIP	EXP	-	-	ifcOWL IFC2x3	RDF	TTL
2.2.1.0	IFC2x2 ADD1	-	2004-07	Retired	ZIP	EXP	-	-	-	-	-
2.2.0.0	IFC2x2	-	2003-05	Retired	ZIP	EXP	-	-	-	-	-
2.1.1.0	IFC2x ADD1	-	2001-10	Retired	ZIP	EXP	-	-	-	-	-
2.1.0.0	IFC2x	-	2000-10	Retired	ZIP	EXP	-	-	-	-	-
2.0.0.0	IFC2.0	-	1999-10	Retired	-	-	-	-	-	-	-
1.1.1.0	IFC1.5 ADD1	-	1998-08	Retired	-	-	-	-	-	-	-
1.1.0.0	IFC1.5	-	1998-01	Retired	-	-	-	-	-	-	-
1.0.0.0	IFC1.0	-	1996-12	Retired	-	-	-	-	-	-	-

The table IFC Release Database was last modified at 2020-11-11 13:07:45 by Technical Coordinator.



IFC ist in allen gängigen BIM-Applikationen integriert. Mittels der Software Certification durch buildingSMART international wird eine durchgängig hohe Übertragungsqualität abgesichert. Den dazugehörigen Zertifizierungsvorgang müssen die Software-Hersteller für jede IFC-Version absolvieren.

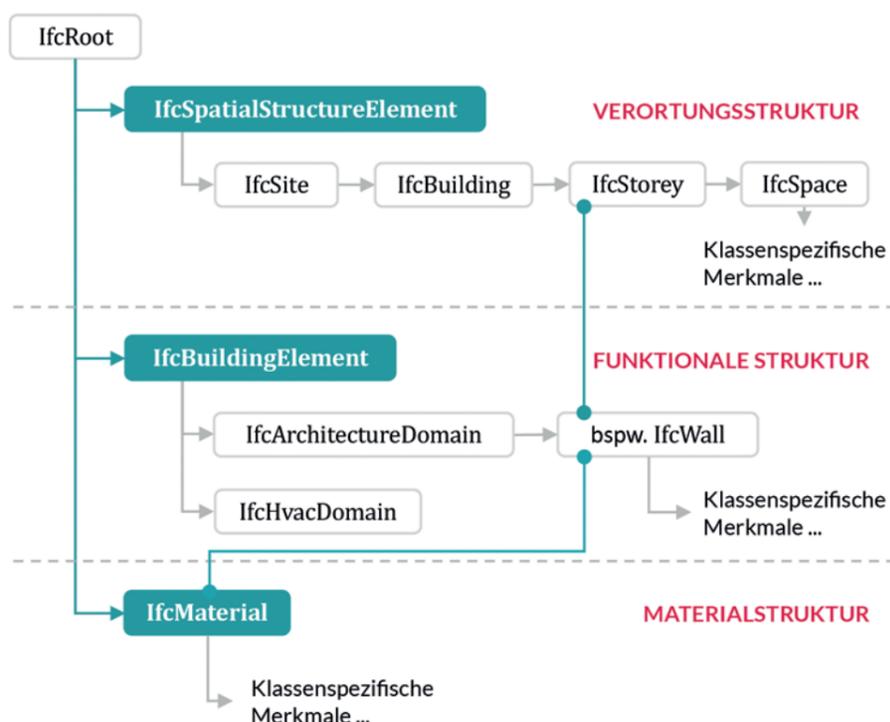
Die IFC-Spezifikation verwendet drei Strukturen: Verortungsstruktur, Funktionale Struktur und Materialstruktur.

Die Verortungsstruktur definiert in IFC die räumliche Struktur eines Bauwerks. Diese deklariert Bauplätze, darauf befindliche Bauwerke, darin befindliche Geschosse sowie die in einem Geschoss vorhandenen Räume.

Die Abbildung von Bauwerken erfolgt innerhalb der funktionalen Struktur durch eine Zerlegung in einzelne funktionale Elementklassen: z.B. Wände, Decken, Stützen, Türen oder Fenster. Jedes Element (Elementinstanz) erhält eine eindeutige Kennung (GUID). Die BIM-Applikation erzeugt diese eindeutige Deklaration.

### Wie funktioniert IFC?

Der Aufbau der Datenstruktur.



Jede funktionale Elementklasse ist für die Abbildung ihres Funktionsbereichs optimiert. Dafür trägt sie einen standardisierten Grundstock an Merkmalen zur Beschreibung relevanter Eigenschaften (Parameter) sowie ihrer typischen Geometrie (Attribute). Die Merkmale werden in Gruppen organisiert (sog. Psets = Property-Sets). Jede Elementklasse trägt ein typisches Pset, das die wesentlichsten Merkmale trägt. Dieses Pset wird mit dem Suffix »Common« bezeichnet – z.B. Pset\_WallCommon oder Pset\_DoorCommon. Psets können auch für mehrere Elementklassen gleichzeitig gelten – z.B. das Pset\_Warranty.

Alle funktionalen Elemente werden an Geschosse verknüpft und sind dadurch auch einem Bauwerk zugehörig. Neben alphanumerischen (Attribute, Parameter und Merkmale) und geometrischen Informationen enthält eine IFC-Datei auch Objektbeziehungen.

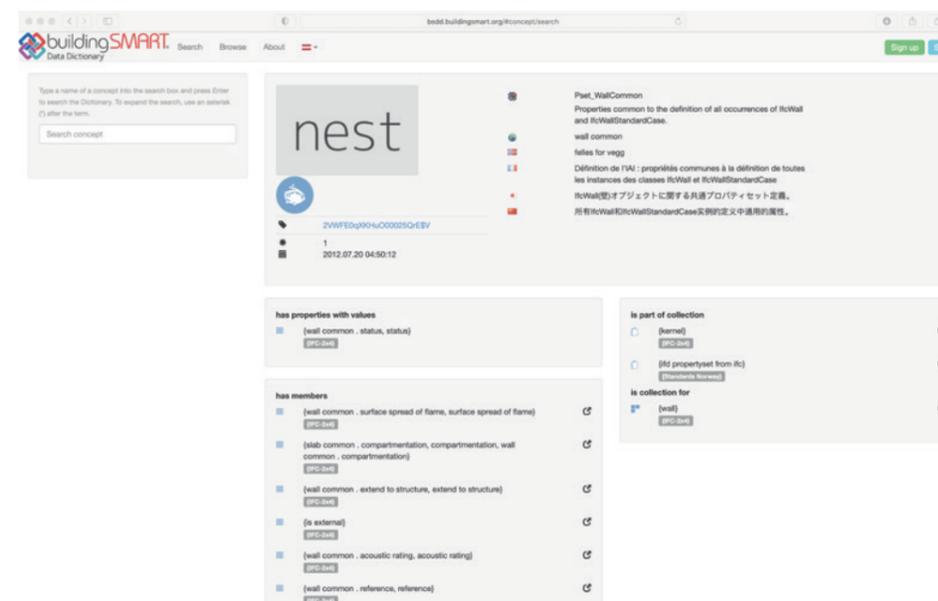
Neben der Verortungsstruktur und der funktionalen Struktur existiert in der IFC-Datenstruktur auch eine Materialstruktur zur Deklaration materialbezogener Eigenschaften. Leider ist diese in den derzeit am Markt verfügbaren BIM-Applikationen sehr heterogen umgesetzt. Das soll sich mittelfristig mit der ISO 23386 ändern. Diese Norm zu DataTemplates regelt das Zusammenspiel von Bauwerks-Informationen mit Material- bzw. Produktinformationen. Daher ist mit IFC5 auch eine Veränderung der Materialdatenstruktur zu erwarten – sowie der Art und Weise, wie dies in BIM-Applikationen angewendet werden soll.

### 2.3.2 bSDD-Plattform

bSDD steht als Abkürzung für buildingSMART Data Dictionary. Es handelt sich dabei um ein webbasiertes Service zur Erstellung und Konsolidierung von individuellen Datenstrukturergänzungen (Ontologien) auf Grundlage der ISO 12006-3. Als Vorteil wird die damit einhergehende Möglichkeit zur Organisation der Mehrsprachigkeit gesehen. bSDD ist keine Norm, sondern befindet sich im Eigentum von buildingSMART. Es beruht auf dem offenen IFD-Standard (International Framework for Dictionaries).

Die bSDD-Plattform dient als Bibliothek von Objekten und deren Attributen. Jeder auf der bSDD-Plattform abgelegte Inhalt erhält eine Kennzeichnung/Bezeichnung (unabhängig von der Sprache) und wird in ein Klassifizierungssystem eingegliedert. Dazu vergibt die bSDD-Plattform eine eindeutige Kennung (bSDD-GUID). Objekte und deren Attribute (Parameter, Merkmale,) können also allgemein identifiziert werden.

Die bSDD-Plattform ist in der Lage, als Inhalt individuelle Elementklassen, individuelle Psets, individuelle Merkmale oder auch individuelle Werte eines Merkmals zu tragen. Für jeden abgelegten Inhalt ist jene Person/Institution verantwortlich, die diesen erstellt (deklariert) hat. Einer solchen Deklaration können andere Personen/Institutionen ihre jeweilige Übersetzung beifügen.



**2.3.3 BCF-Kommentare**

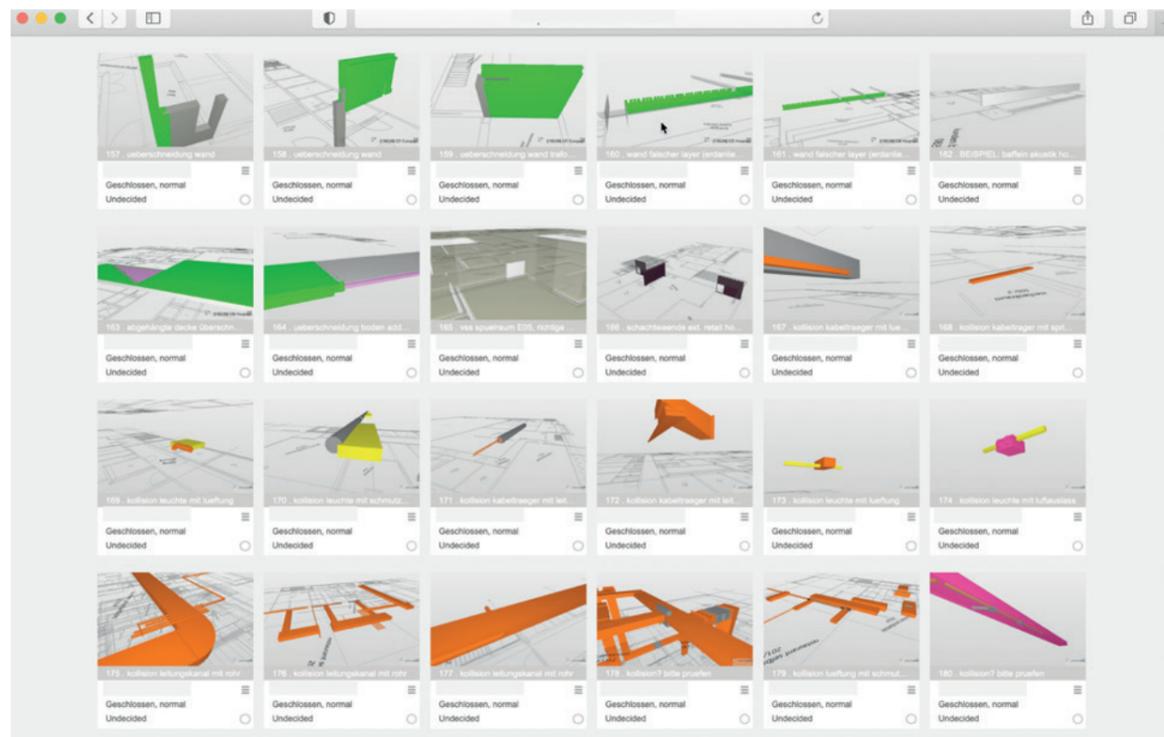
BCF steht als Abkürzung für BIM Collaboration Format und ist ein offenes Datenformat für die modellbasierte Kommunikation. 2009 von den Firmen Solibri Inc. und Tekla Corporation eingeführt, wurde es in Folge von buildingSMART International als Teil des openBIM-Standards aufgenommen.

BCF dient dem vereinfachten Austausch von Informationen während des Arbeitsprozesses zwischen verschiedenen Softwareprodukten (basierend auf dem IFC-Austauschformat). Die aktuelle Version BCF 2.1 ermöglicht die Übertragung

- modellbezogener Anmerkungen (sog. Issues),
- der betroffenen Elemente im Modell (über die Objekt-GUIDs) sowie
- reproduzierbarer Bildschirmausschnitte

zwischen verschiedenen BIM-Applikationen. Diese modellbasierte Kommunikation verbessert die Koordination. Somit können Informationen über Probleme im Modell, deren Ort, Blickrichtung, Bauteil, Bemerkungen, Anwender, Zeitpunkt oder auch Änderungen im IFC-Datenmodell zielgerichtet ausgetauscht werden. Ziel ist die Übertragung der markierten Informationen und nicht des gesamten Modells. Für die kommenden Versionen ist die Erweiterung des Funktionsumfangs für die Übertragung von Eigenschaften zwischen verschiedenen Modellen vorgesehen.

BCF ist in allen gängigen BIM-Applikationen integriert. Teilweise werden hierzu auch spezielle Zusatzmodule (AddOns) benötigt, die den Funktionsumfang erweitern.



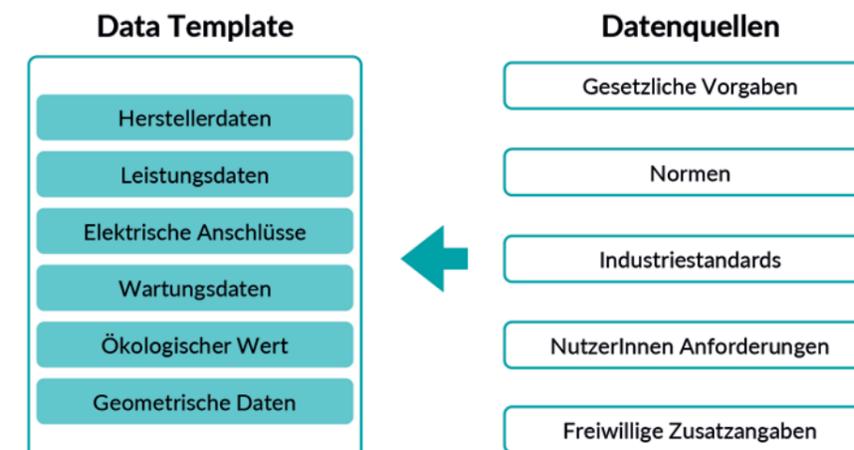
**2.3.4 DataTemplates**

DataTemplates steht als symbolischer Begriff für Digitale Bauprodukte. Es handelt sich dabei um eine containerbasierte Technologie zur digitalen Abbildung des Zusammenspiels von harmonisierten Produktstandards, welche mit der ISO 23386 seit 2020 normativ geregelt ist.

Die Gliederung der DataTemplates in verschiedene Bauprodukt-Strukturen orientiert sich an den Vorgaben der harmonisierten Produktstandards. Auch die Inhalte der DataTemplates beruhen auf den Festlegungen der harmonisierten Produktstandards. Diese Übereinstimmung ist essentiell, da sämtliche Zulassungsprozesse der Industrie auf diesen Vorgaben basieren und nur so eine Vollständigkeit der Angaben in DataTemplates für den produktiven Einsatz gewährleistet werden kann. Darüber hinaus ist eine Integration der Angaben zu Nachhaltigkeit (EPD – Environmental Product Data) eines Bauproduktes gem. ISO 22057 in DataTemplates vorgesehen.

Generell wird zwischen generischen (produktneutralen) DataTemplates und spezifischen (produktbezogenen) DataTemplates unterschieden. Somit ist die Anwendung von vergaberechtlich-konformen Abläufen möglich. In der Planung kann mittels generischer DataTemplates präzise die Anforderung an Materialien oder Produkte beschrieben werden, welche im Zuge der Ausschreibung durch einen Bieter eindeutig interpretiert und durch spezifische DataTemplates mit Angaben zu konkreten Produkten erwidert werden. Die Verarbeitung dieser Informationen kann weitgehend automatisiert erfolgen, da DataTemplates vollständig maschinenlesbar sind. Dieser Vorteil, in Kombination mit der automatisierten Erhebung von Massen und Mengen aus den digitalen Modellen, wird das Zusammenspiel von Planung, Ausführung, Industrie und Logistik ändern – die durchgängige Datenkette zu Bauprodukten wird ermöglicht.

Das Zusammenspiel zwischen DataTemplates und IFC-basierten digitalen Modellen ist noch in Entwicklung. Daher ist die Integration von DataTemplates in BIM-Applikationen noch in Vorbereitung.





**2.4 Organisation**

Dieser Abschnitt behandelt die BIM-relevanten organisatorischen Themen der Rollen und Leistungsbilder, die BIM-Regelwerke, die Zusammenarbeit in open-BIM und die IDM-Methodik inklusive MVDs.

**2.4.1 Rollen und Leistungsbilder (LM BIM)**

Die herkömmlichen Leistungsbilder (z.B. HOA, LM.VM) enthalten derzeit in Bezug auf die Grundleistungen zur ordnungsgemäßen Durchführung des Projektauftrags hinsichtlich BIM keine spezifischen Angaben. Daher ist für BIM-Projekte eine Definition von eigenen Rollen und Leistungsbildern (= Leistungsmodelle LM BIM) notwendig. Die Rollen (oder auch BIM-Organisationseinheiten) im Projekt müssen jedoch einen konkreten Bezug zu BIM-Aufgaben und BIM-Leistungen aufweisen, um diese auch abrufen zu können. Der Einsatz von BIM-Leistungsbildern ist nicht verpflichtend, wird jedoch empfohlen.

Etablierte BIM-Leistungsbilder (LM BIM) stellt derzeit buildingSMART Austria frei zur Verfügung (siehe QR-Code). Diese sind bereits in zahlreichen BIM-Pilotprojekten von privaten und öffentlichen Auftraggebern im Einsatz.

Die wesentliche Zielsetzung von LM BIM ist die Schaffung eines einheitlichen Verständnisses des zu erbringenden Leistungsumfangs zwischen AG und AN

- für das grundsätzliche Zusammenspiel der Leistungen,
- für die Aufteilung der Leistungen zu den jeweiligen BIM-Organisationseinheiten (Rollen),
- für die grundsätzlich zu erbringende Leistung je BIM-Organisationseinheit (Rolle) und
- für die generelle Abgrenzung zu bestehenden, herkömmlichen Leistungen.

Das mittelfristige Ziel von einheitlichen LM BIM ist die Erstellung von dazugehörigen Standardvergütungsbedingungen.

Die LM BIM fließen über die AIA in den BAP ein. Sie bilden die Grundlage für die Inhalte zu den Themen Projektmanagement und Durchführung in den einzelnen Projektphasen (Leistungen AG und AN). Ein Leistungsbild beinhaltet immer die Einordnung der jeweiligen Organisationseinheit in das Gesamtgefüge, die Beschreibung der allgemeinen und projektphasenübergreifenden Leistungen sowie die konkreten projektphasenbezogenen Leistungen.

LM BIM können projektbezogen angepasst werden. Dies geschieht im Wesentlichen zur

- Vergrößerung des potentiellen Bieterkreises durch Absenkung der Anforderungen,
- Reduktion der Angebotspreise durch prophylaktische Reduktion des zu erbringenden Leistungsumfangs und
- Modifikation der Verantwortlichkeiten aufgrund geänderter Projektkonstellationen.



Die LM BIM beschreiben die Rollen und Leistungen der BIM-Organisationseinheiten. Entsprechend der Begriffsdefinition der Plattform 4.0 (für Österreich) sind diese:

**BPL – BIM-Projektleitung (AG):** Qualifikation auf der Ebene der Bestellung. Diese ist die verantwortliche Stelle beim AG für die generelle Definition der Rahmenbedingungen eines Projekts und der verwendeten Leistungsbilder der jeweiligen Akteure sowie für die Durchsetzung der Anforderungen des AG an die verwendete Datenstruktur im Projekt. Die BPL erstellt die AIA.

VDI 2552 Bl. 2: BIM-Manager

**BPS – BIM-Projektsteuerung (AG):** Qualifikation auf der Ebene der Projektsteuerung. Sie vertritt die Interessen des AG bei der konkreten Spezifizierung und der operativen Durchführung eines BIM-Projekts im Rahmen der Vorgaben der BIM-Projektleitung. Die BPS erstellt den BAP.

VDI 2552 Bl. 2: BIM-Manager

**BGK – BIM-Gesamtkoordination (AN):** Diese koordiniert und verifiziert interdisziplinäre BIM-Inhalte der Planungsbeteiligten auf Grundlage der Vorgaben der BIM-Projektsteuerung. Sie trägt die Verantwortung für das Koordinationsmodell und überwacht die Durchführung der vorgegebenen Aufgaben der Fachkoordination. Die BGK ist primärer Ansprechpartner der digitalen Planung gegenüber der BIM-Projektsteuerung.

VDI 2552 Bl. 2: BIM-Koordinator

**BFK – BIM-Fachkoordination (AN):** Sie verifiziert fachdisziplin-spezifische BIM-Inhalte der jeweiligen Planungsteams.

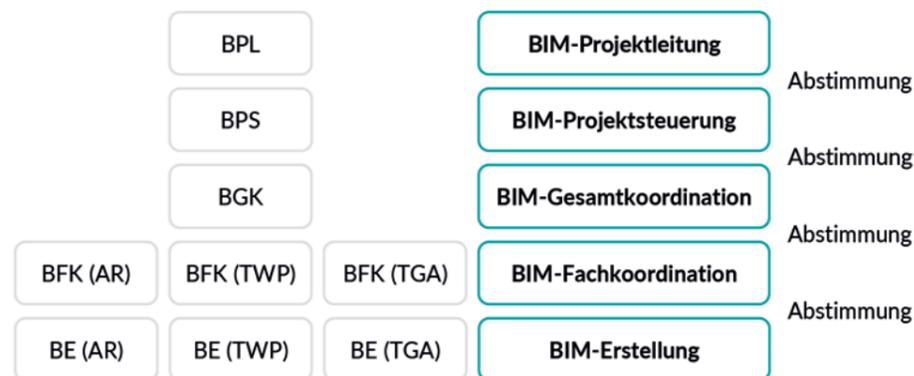
VDI 2552 Bl. 2: BIM-Koordinator

**BE – BIM-Erstellung (AN):** Sie agieren als Ersteller von disziplinbezogene Modellinhalten.

VDI 2552 Bl. 2: BIM-Autor

**BIM-ÖBA – BIM-Örtliche Bauaufsicht (AN):** Diese setzt die Vorgaben um und baut die entsprechenden technischen Voraussetzungen vor Ort auf.

Die entsprechenden BIM-Organisationseinheiten befinden sich zueinander in Abstimmung (siehe Bild).



**Hinweis:** VDI 2552 Blatt 2 definiert zusätzlich noch die BIM-Organisationseinheit **BIM-Nutzer**. Diese Rolle beschreibt ein Projektmitglied, das die Modelle ausschließlich zur Informationsgewinnung nutzt und den Modellen keine Daten oder Informationen hinzufügt.

Ziel der Organisationsstruktur ist die Bestimmung von eindeutigen Ansprechpartnern, das Aufzeigen von eindeutigen Entscheidungswegen und eine klare Aufgabenverteilung.

Für die Zusammenarbeit ist die Beurteilung der BIM-Kompetenz aller Projektbeteiligter im Laufe des Lebenszyklus erforderlich. Der AG muss die BIM-Kompetenz (Qualifikation) der Projektbeteiligten analysieren. Die Qualifikation der Organisationseinheiten soll zu Projektbeginn durch die Abfrage der Kompetenzen sichergestellt werden. Die BPS ermittelt dies über

- Fragebögen,
- die Angabe von geleisteten Schulungsteilnahmen (Organisationsausbildung und Anwendungssoftware) und/oder
- die Angabe von BIM-Projekterfahrung (über mehrere Projektphasen hinweg), also projektspezifische Beurteilungen.

Dies hilft, potentielle Kompetenzdefizite zu ermitteln und Schulungsanforderungen zu definieren. Erst dann können die Projektverantwortlichkeiten festgelegt werden.

**2.4.2 BIM-Regelwerke (AIA, BAP)**

Sie bilden die Basis von BIM-Projekten. BIM-Regelwerke erläutern die relevanten Ziele der AG, die Anforderungen an die Projektbeteiligten und die Vorgehensweisen für eine erfolgreiche Umsetzung dieser Anforderungen. Sie sind spezifizierende Ergänzung zu den gängigen Projekthandbüchern, wie z.B. OHB oder Projekthandbuch.

Die Anwendung der BIM-Regelwerke ist für Projekte jeder Größe sehr zu empfehlen, ungeachtet dass dies (noch) nicht verpflichtend ist. Die BIM-Regelwerke liefern eine klare Regelung der Projektorganisation, der Projektziele, der Vorgaben zur Projektdurchführung, des Projektmanagements, der Festlegung der Zusammenarbeit und der Qualitätssicherung für BIM-Projekte. Diese Regelungen fehlen meist in Standard-Projekthandbüchern. BIM-Regelwerke (wie AIA) helfen Auftraggebern auch zu erkennen, welche Informationen zum Erreichen ihrer Projektziele notwendig sind.

Derzeit etablierte und frei verfügbare BIM-Regelwerke sind AIA und BAP (siehe QR-Codes) von bSAT/bSCH (2020).



Die einzelnen BIM-Regelwerke sind entsprechend der Begriffsdefinition der Plattform 4.0 (für Österreich):

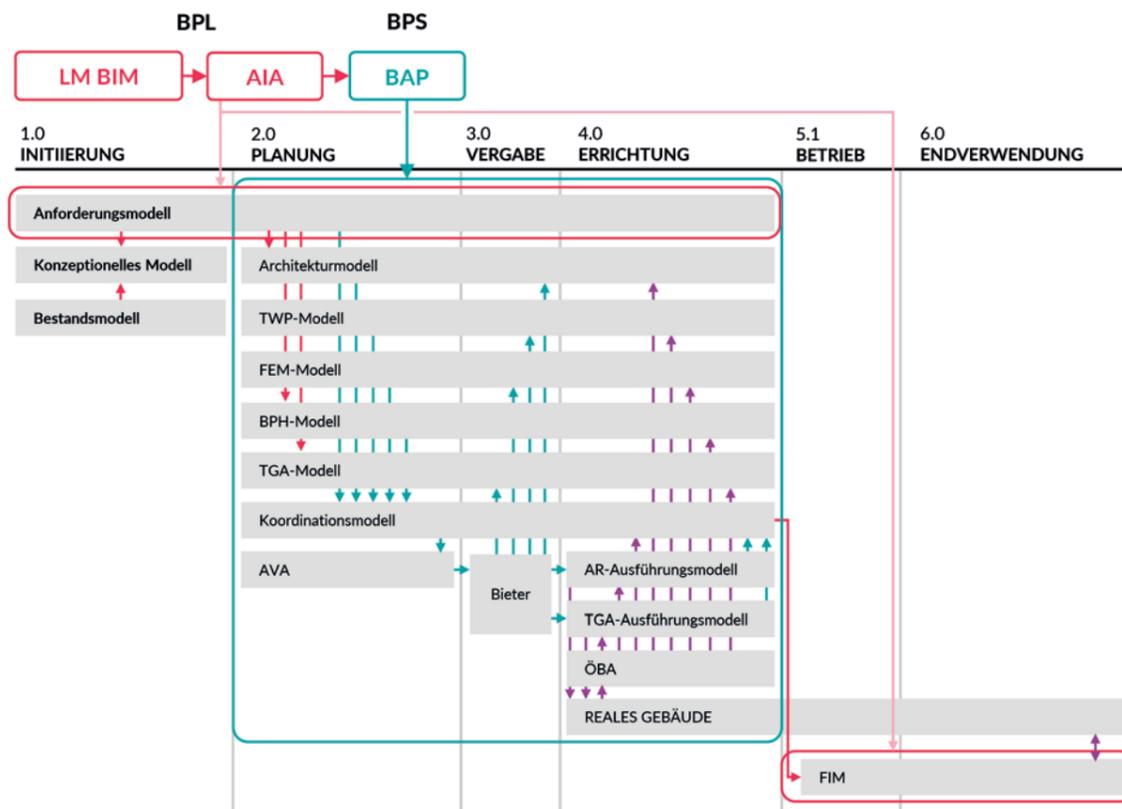
**BIA – Betreiber Informationsanforderung:** Die BIA definiert die auf Basis des Datenmanagements langfristig gestellten Anforderungen des Betreibers an die Datenstruktur und Detailtiefe. Sie bestimmt die gültigen Informationsquellen für die Grundlagenermittlung. Die BIA wird projektunabhängig durch das BIM-Management des Betreibers erstellt und dient als unternehmensweite Grundlage zur Erstellung projektspezifischer AIA.

**AIA – Auftraggeber Informationsanforderung:** Die AIA ist die konkrete Beschreibung der Informationsbedürfnisse des Auftraggebers und somit als Anforderung für den AN beschrieben. Sie dient als Grundlage für den BAP im jeweiligen Projekt. Die AIA beinhaltet insbesondere die BIM-Anforderungen, BIM-Prozesse und BIM-Anwendungen, um die BIM-Ziele des Auftraggebers zu erreichen.

**BAP – BIM-Projektentwicklungsplan:** Der BAP ist ein Richtliniendokument, das die Grundlage einer BIM-basierten Zusammenarbeit definiert. Er legt die organisatorischen Strukturen und die Verantwortlichkeiten fest. Der BAP stellt den Rahmen für die BIM-Leistungen dar und definiert die Prozesse/Workflows und die Anforderungen an die Kollaboration der einzelnen Beteiligten. Die Modelle und Prozesse werden hierbei in Bezug auf Strukturen, Elemente und Informationen vereinheitlicht. Der BAP legt weiterhin die projektbezogenen Ausprägungen fest und definiert das Maß der Informations- und Detaillierungstiefe und deren Qualitäten. Der BAP sollte Vertragsbestandteil zwischen AG und Projektteilnehmern werden.



Abschnitt 2.5 enthält weitere Angaben zu standardisierten Informationsanforderungen gem. ISO 19650 Teil 1, 2 und 3.



Hierarchisch betrachtet steht die BIA über der AIA – deren Anforderungen fließen in die AIA ein. Die AIA konkretisiert über die BIA hinaus die Informationsanforderungen des Auftraggebers. Der BAP beinhaltet auf Basis der AIA auch die Anforderungen der BIA und dient als konkretes Projekt-Regelwerk. Der BAP ist in BIM-Projekten von Planungsbeginn an bis zur Baufertigstellung bzw. Übergabe an den Betrieb anzuwenden.

Die Themenbereiche der AIA und des BAP sind u.a.:

- **Projektinformation:** Zusammenfassung der inhaltlichen Vorgaben des AG (z.B. Zeitpunkte/Meilensteine zur Informationsübermittlung).
- **Allgemeine Vorgaben:** Zusammenfassung der normativen Vorgaben des AG (z.B. einzuhaltende Standards und Leitfäden, geforderte Dateiformate inkl. Versionierung).
- **Modellspezifische Vorgaben:** Definition von Modellstruktur und der vorgesehenen Entwicklungsstufen.
- **Projektorganisation:** Definition der Organisationsebenen und dazugehörigen Leistungsbilder (Zuständigkeiten).
- **Anwendungsfälle:** Vorgaben zur Nutzung der Modelldaten wie bspw. die einheitliche Modellprüfung oder Kostenermittlung.
- **Anhänge:** zur vertieften Beschreibung einzelner Aspekte (z.B. technische Richtlinien wie LOG- und LOI-Definitionen).

Dabei ist darauf zu achten: Die AIA definiert die Inhalte der Themenbereiche vor und der BAP formuliert diese Vorgaben aus. So enthält der BAP (gem. ISO 19650) auch die Zuweisung von Namen/Kompetenzen zu den einzelnen Rollen sowie die Informationslieferungsstrategie zur Vorgehensweise und Einhaltung der geforderten Austauschinformationen. Der BAP definiert damit auch die Qualitätskontrolle.

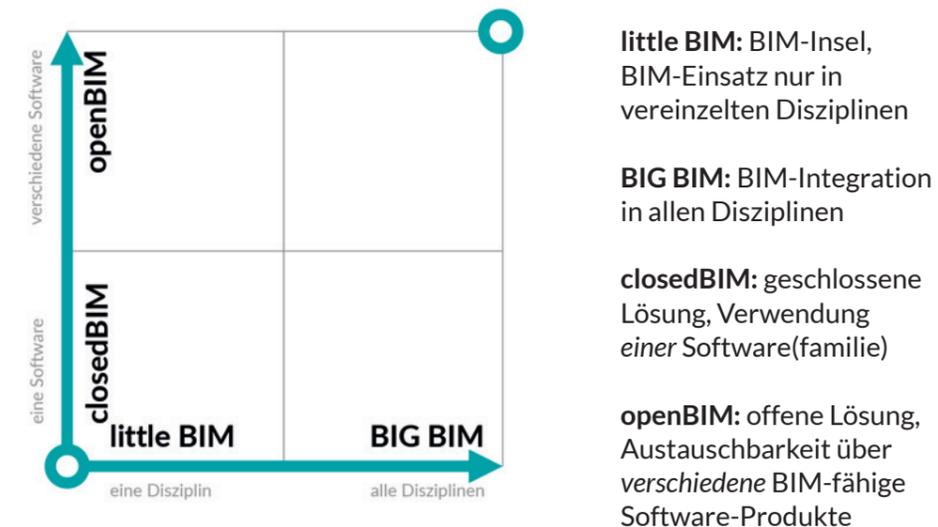
Zu Projektbeginn sollte ein Kolloquium mit allen wesentlichen Projektbeteiligten zum BAP abgehalten werden. In diesem werden Inhalte und Umfang der Aufgaben erläutert und abgestimmt. Ein solches Kolloquium fördert die erfolgreiche Zusammenarbeit im Projekt.

### 2.4.3 openBIM-Zusammenarbeit

Die Vorteile der BIM-Methode sollten nicht nur technisch, sondern auch strukturell voll ausgenutzt werden. Daher ist der Einsatz der openBIM-Methode in allen Projekten empfehlenswert. Hinsichtlich Umsetzung und Zusammenarbeit ergeben sich folgende Vorteile:

- Software-Unabhängigkeit und Wahlfreiheit bei der Applikation aller Projektbeteiligter; daher kein Wettbewerbsnachteil aufgrund von Festsetzungen zu Applikationsverwendungen,
- langfristige Verwendbarkeit der Modelldaten (Nachhaltigkeit durch ISO-Zertifizierung von IFC und IDM) und
- Autarkie von software-spezifischen Modellinformationen (Transparenz).

Die Entwicklungsstufen von BIM geben dahingehend eine klare Einstufung ab:



**little BIM:** BIM-Insel, BIM-Einsatz nur in einzelnen Disziplinen

**BIG BIM:** BIM-Integration in allen Disziplinen

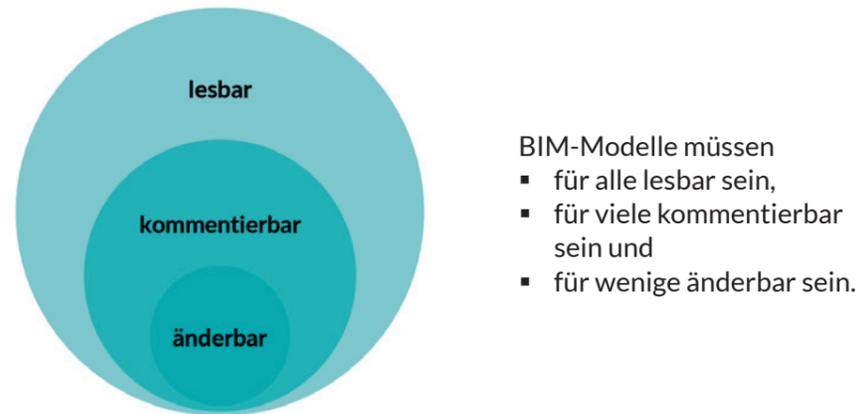
**closedBIM:** geschlossene Lösung, Verwendung einer Software(familie)

**openBIM:** offene Lösung, Austauschbarkeit über verschiedene BIM-fähige Software-Produkte

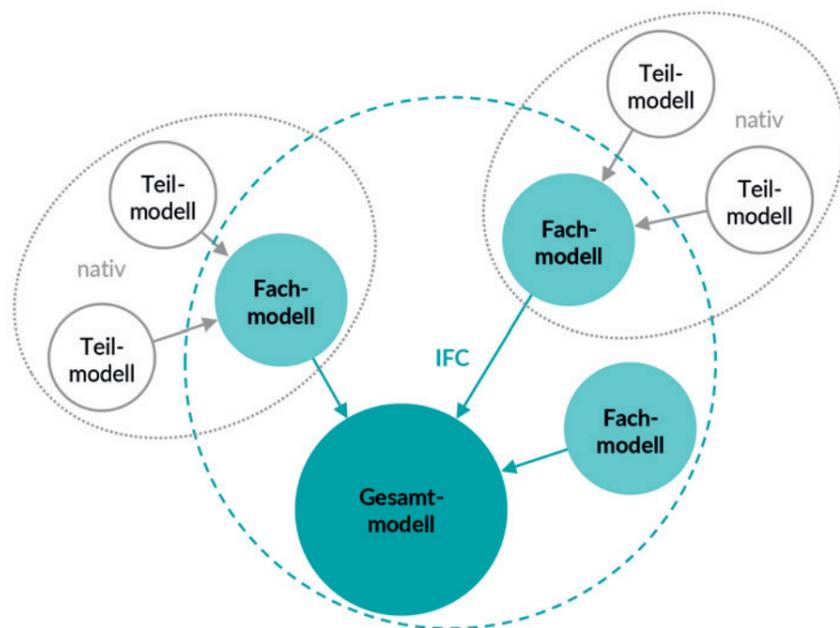
Die freie Wahl der Software unterstützt den Einsatz der geeignetsten Software für die jeweilige Aufgabenstellung (best-practice).

Die Anwendung der openBIM-Methode wird auch durch die Standardisierung/Normierung gefördert. So schafft bspw. die ÖNORM A 6241-2 Grundlagen für einen umfassenden, einheitlichen, produktneutralen, systematisierten Austausch von grafischen Daten und den zugehörigen Sachdaten auf Basis von IFC und bSDD.

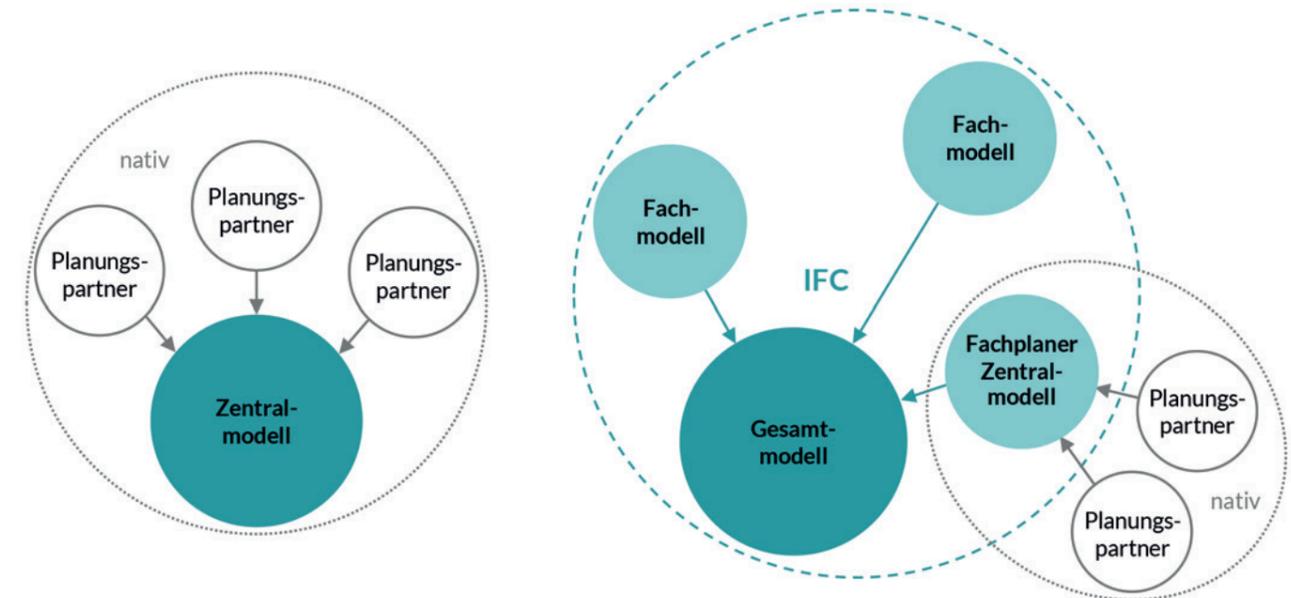
Der BAP regelt die Form der strukturierten Zusammenarbeit, u.a. durch die Angabe der Schnittstellen, zu denen auch die MVD zählt. Voraussetzung ist die Verwendung einer, seitens buildingSMART, zertifizierten Software. Beim Datenaustausch ist ein wesentlicher Aspekt die Interoperabilität: die sichere Übertragung der Objektinformationen der Modelle muss gewährleistet sein.



Modellbasierte Zusammenarbeit betrifft nicht nur das Qualitätsmanagement im Gesamtmodell, sondern zuerst auch die Zusammenarbeit auf Modellebene. Gemäß **openBIM** erstellt jeder Fachplaner, der Modelldaten liefert, diese in der eigenen Applikation (Autorensoftware) als Fachmodell. Dieses kann nativ (in der gleichen Applikation) aufgrund der Datengröße aus Teilmodellen bestehen. Der Austausch von Fachmodellen erfolgt über die IFC-Schnittstelle. Alle Fachmodelle fließen dann im Gesamtmodell zusammen.



Dagegen steht die Systematik eines Zentralmodells, in dem alle Fachplaner in einer Applikation (Softwarefamilie) nativ gemeinsam in einem Zentralmodell arbeiten. Dies wird als **closedBIM** bezeichnet. Mischformen sind ebenfalls möglich. Ein Fachplaner kann mit seinen Planungspartnern in closedBIM zusammenarbeiten, jedoch openBIM-basiert über IFC das Gesamtmodell für die Koordination bedienen.



Das Qualitätsmanagement und die Koordination von Fachmodellen im Gesamtmodell sollte immer in einer separaten Applikation (Prüfsoftware) stattfinden. Diese prüft und bewertet die Modelldaten unabhängig. Die Kommunikation findet digital statt. Problempunkte werden immer in Berichtsform übermittelt. Zum einen erfolgt dies in PDF zu Dokumentationszwecken und zum anderen im BCF-Format, um den Fachplanern direkt in ihrer Applikation die Problemstellung zu zeigen.

Die Kommunikation von Modelldaten und Berichten (PDF und BCF) findet über die dafür vorgesehene CDE statt (wie die gesamte Projektkommunikation).

**2.4.4 IDM-Methodik**

Ein Datenaustausch von Modellen und Modellinformationen zwischen Organisationseinheiten bedarf technisch genau definierter Beschreibungen, Begrifflichkeiten und Schnittstellen. Dazu zählen auch das IDM und die MVD.

Das Zusammenspiel von IDM und MVD beschreibt dieser Abschnitt.

**IDM – Information Delivery Manual:**

Die IDM-Methodik unterstützt die Beschreibung der Informationsanforderungen im Zusammenhang mit den Prozessen innerhalb des Lebenszyklus. IDMs wurden von buildingSMART entwickelt und als ISO-Standard zertifiziert (ISO 29481-1 und -2). Diese Standards harmonisieren die Erstellung und Strukturierung von Anwendungsfällen.



Die Erstellung von IDMs erfolgt durch die Verwendung von BPMN, der sog. Prozessmodellierung. Für die Erstellung von IDMs stellt buildingSMART Templates zur Verfügung (siehe QR-Code).

Vorrangig technische Anwender und Software-Entwickler nutzen IDMs. Dabei bedienen sie sich folgender Vorgehensweise:

- Welche Modellinformationen werden für einen Verwendungszweck benötigt?
- Welche zusätzlichen Inputs werden benötigt?
- Was liefert der Urheber, was wird vom Empfänger benötigt?
- Darstellung in einem Dokument und in einem Ablaufdiagramm.

Ein IDM definiert somit den Umfang und die Art einer Informationsanforderung, die von dezidierten BIM-Organisationseinheiten (Rollen) zu einem konkreten Zeitpunkt (Prozess) benötigt oder geliefert werden müssen (Austauschanforderungen). Die Beschreibung eines effizienten Austausches in Form einer IDM ist sehr wichtig, da die übermittelten relevanten Daten so kommuniziert werden müssen, dass die empfangende Software diese auch korrekt interpretieren kann.

Die ISO 29481-2 definiert IDM-Zonen aus der Perspektive der Nutzeranforderungen und der technischen Lösung:



Im Zusammenspiel der einzelnen ISO- und buildingSMART-Standards übernimmt das IDM die Aufgabe, die definierten Prozesse für eine MVD (IFC-Schema) unter der Verwendung des bSDD korrekt zu beschreiben und somit anwendbar zu machen.

**MVD – Model View Definition:**

Die in einem IDM definierten Prozesse werden in sog. MVDs in konkrete technische Anforderungen übersetzt. Sie bilden prozessbezogen eine Teilmenge des gesamten IFC-Schemas ab. MVDs beschreiben dabei einen Datenaustausch für eine bestimmte Verwendung oder einen bestimmten Workflow (spezifische Datenaustausch-Anforderungen).

MVDs können

- so breit wie fast das gesamte Schema sein (z.B. für die Archivierung eines Projekts) oder
- so spezifisch wie ein paar Objekttypen und zugehörige Daten sein (z.B. für die Preisfindung eines Fassaden-Systems).

Sie stellen in diesem Rahmen eine Anleitung für alle IFC-Ausdrücke (Entitäten, Beziehungen, Attribute und Eigenschaften, Eigenschaftensätze, Mengendefinitionen etc.) zur Verfügung.

Eine MVD kann anwendungsspezifisch eine Sicht (View) je Projektant definieren und so ein Subset oder gefilterte Sicht von IFC vorgeben, welches einen begrenzten Element- bzw. Datensatz filtert. So wird definiert, »was« und »wie« übergeben werden soll. Ähnlich wie IFC in XML ist eine MVD durch mvdXML maschinenlesbar.

Die Dokumentation einer MVD ermöglicht, den Austausch zu wiederholen, und bietet Konsistenz sowie Vorhersagbarkeit über eine Vielzahl von Projekten und Softwareplattformen hinweg.

BIM-Regelwerke (AIA und BAP) beziehen sich auf die MVDs in den zu verwendenden Datenformaten und in den Festlegungen der Übertragungskonfiguration. Die gängigsten MVDs sind:

**IFC2x3 – Coordination View CV2.0:** Räumliche und physikalische Komponenten für die Entwurfskoordination zwischen den Bereichen Architektur, Statik und Gebäudetechnik (MEP).

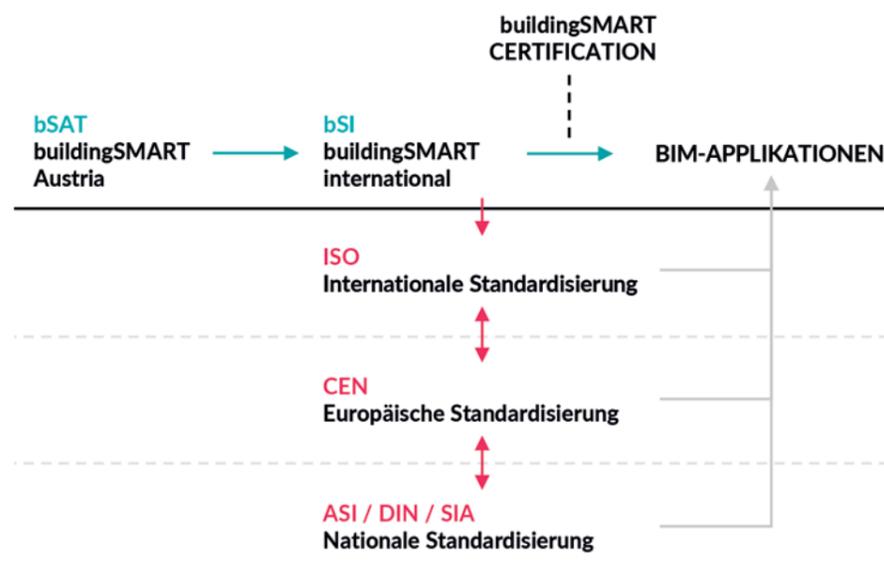
**IFC4 – Reference View RV:** Vereinfachte geometrische und relationale Darstellung von räumlichen und physikalischen Komponenten zu Referenzmodellinformationen für die Entwurfskoordination zwischen Architektur-, Struktur- und Gebäudetechnik-Bereichen.

**IFC4 – Design Transfer View DTV:** Fortgeschrittene geometrische und relationale Darstellung von räumlichen und physikalischen Komponenten, um die Übertragung von Modellinformationen von einem Werkzeug zum anderen zu ermöglichen. Keine »Hin und Zurück«-Übertragung, sondern eine genauere einseitige Übertragung von Daten und Verantwortung.

Die MVD ermöglicht im Zusammenspiel mit den anderen ISO- und buildingSMART-Standards die konkrete Anwendung der Prozess-Vorgaben eines IDM unter Verwendung von Teilmengen der IFC-Datenstruktur zum Transport der erforderlichen Daten unter Verwendung des bSDD.

2.5 Standardisierung und Normierung

Heutzutage existieren über 6500 unterschiedliche Sprachen. Der Austausch von Informationen innerhalb der gleichen Sprache (closed) ist dabei einfacher als zwischen verschiedenen Sprachen (open). Um trotzdem Informationen zwischen den einzelnen Sprachen ohne große Informationsverluste auszutauschen, einigten sich viele Länder auf einen Standard – z.B. die Sprache »Englisch«. Die openBIM-Methode setzt einen plattformneutralen Datenaustausch voraus. Die Umsetzung der openBIM-Methode verlangt somit ebenfalls klare und offene Standards, damit beim Austausch möglichst keine Informationsverluste entstehen. Dieser Abschnitt gibt einen Überblick über nationale, europäische und internationale Standardisierungsbestrebungen.



2.5.1 Internationale Standardisierung

Als unabhängiger Verein entwickelt bSI eigene Standards. Die bekanntesten sind IFC und BCF. Die objektorientierte Spezifikation IFC erschien erstmalig als IFC1 im Jahr 1995. Die aktuelle Version IFC4 wurde im März 2013 offiziell als ISO 16739 veröffentlicht und wird laufend weiterentwickelt. Die aktuelle Version ist IFC4 ADD 2 TC1. Die ISO-Zertifizierung garantiert eine nachhaltige Verwendbarkeit der Modelldaten. Die Zertifizierung einer Software erfolgt dabei nicht auf die gesamte IFC-Datenstruktur, sondern auf eine bestimmte Model View Definition (MVD).

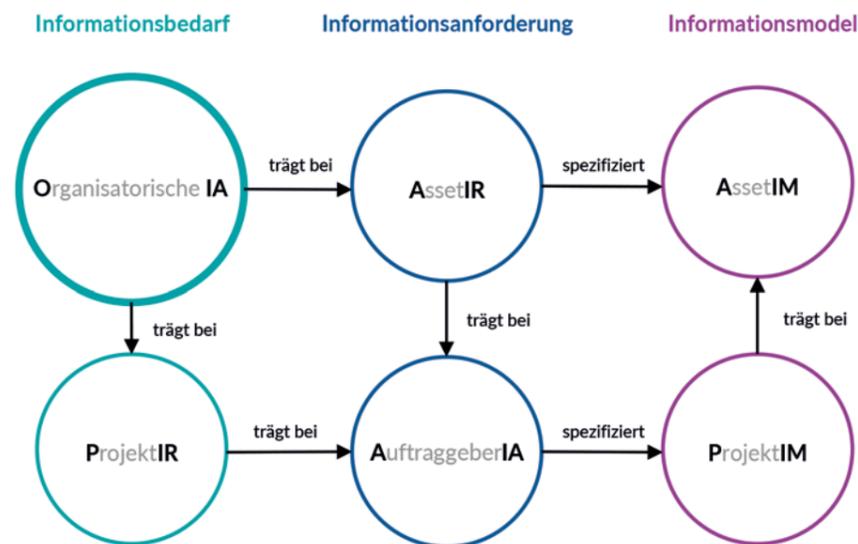
Neben der Datenstruktur entwickelt bSI den internationalen Property Server bSDD, der einen internationalen Austausch von Produktinformationen ermöglicht. Das bSDD basiert auf der ISO 12006-3, die das IFD definiert. Das IFD (International Framework for Dictionaries) ist ein Rahmenwerk zur Definition von Klassifikationssystemen. Als Basisprinzip gilt, dass alle Konzepte eine Bezeichnung und eine Beschreibung haben können (unabhängig von der Sprache). Für die Identifizierung und Verwendung ist jedoch lediglich ein eindeutiger Identifikationscode maßgeblich. Durch das Anhängen von Labels in mehreren Sprachen an dasselbe Konzept entsteht ein mehrsprachiges Wörterbuch.

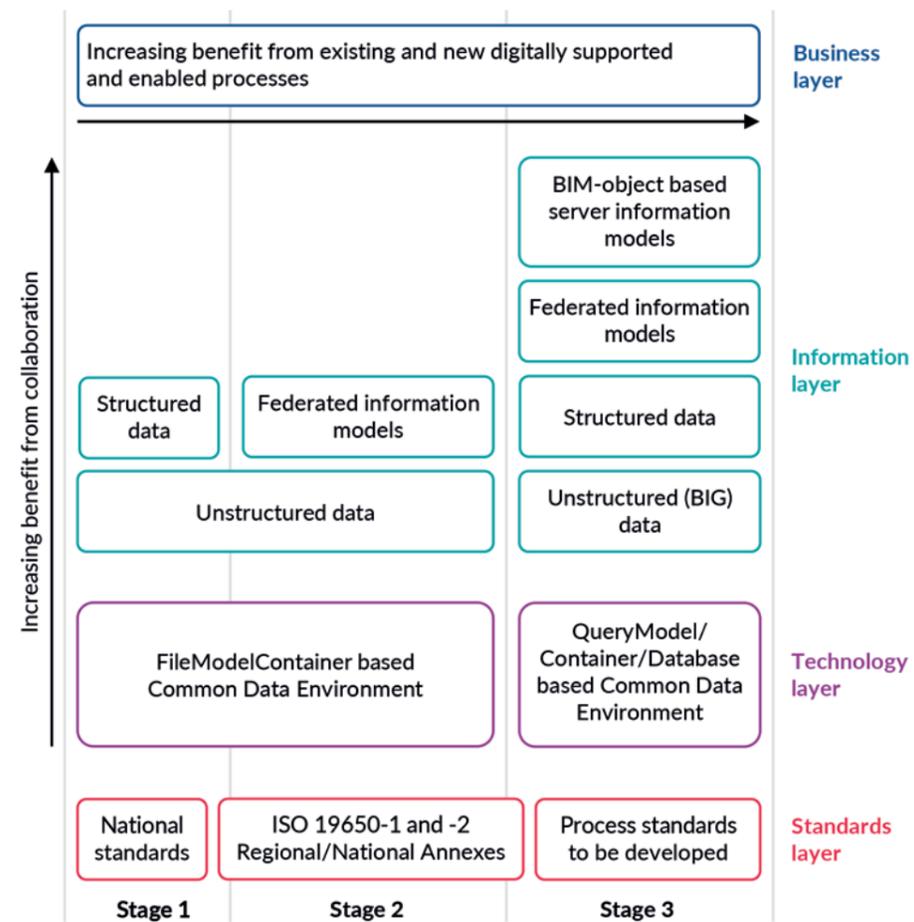
Die ISO 19650 Teil 1, 2 und 3 sind Prozessvorgaben, welche BIM-Leistungen und deren Umsetzung definieren. Gemäß ISO 19650 wird in die folgenden BIM-Reifegrade (in ISO 19650 »BIM Stages«) mit den jeweiligen Entwicklungsstufen des Informationsmanagements unterschieden:

- BIM Stage 1: Kombination aus 2D-CAD-Planung und 3D-Modellen als Standard zur Planung von Bauvorhaben
- BIM Stage 2: Die durchgängige Anwendung der ISO 19650 zur Planung von Bauvorhaben
- BIM Stage 3: openBIM als Standard bei Planung von Bauvorhaben

In der ISO 19650 erfolgt eine Unterteilung in zwei zeitliche Abschnitte, zu denen jeweils ein Modell gehört. Das Projektinformationsmodell (PIM) kommt während der Planungs- und Bauausführungsphase zum Einsatz. Das Asset-Informationsmodell (AIM) wird während der Betriebsphase genutzt. Beide Modelle beinhalten sowohl geometrische als auch alphanumerische Informationen. Die Modelle haben verschiedene Anforderungen, die sich gegenseitig beeinflussen:

- Organisatorische Informationsanforderungen (OIA)  
Organizational Information Requirements (OIR)
- Projekt-Informationsanforderungen (PIA)  
Project Information Requirements (PIR)
- Betreiber Informationsanforderung (BIA)  
Liegenschafts-Informationsanforderungen (LIA)  
Asset Information Requirements (AIR)
- Auftraggeber Informationsanforderungen (AIA)  
Exchange Information Requirements (EIR)





**2.5.2 Europäische Standardisierung**

Im Jahr 2015 wurde auf europäischer Ebene das Normungsgremium CEN/TC 442 »Building Information Modelling (BIM)« gegründet. Das Komitee soll eine strukturierte Reihe von Normen und Berichten erarbeiten. Ziel ist die Festlegung der Methodologie zur Definition, zur Beschreibung, zum Austausch, zur Überwachung und zur Aufzeichnung von Bestandsdaten (»asset data«) sowie zum sicheren Umgang mit solchen Daten, zur Semantik und zu Prozessen mit den entsprechenden Verknüpfungen mit Geodaten und anderen externen Daten.

Dieses technische Komitee besteht aus vier Arbeitsgruppen:

- »Strategy and planning« (Sekretariat Großbritannien)
- »Exchange Information« (Sekretariat Deutschland)
- »Information delivery specification« (Sekretariat Österreich)
- »Data dictionary« (Sekretariat Frankreich)

Österreich leitet die Arbeitsgruppe »Information delivery specification«, die sich der zentralen Frage widmet: »Wer liefert was, wann, in welcher Qualität und wer hat es zu prüfen?«

**2.5.3 Nationale Standardisierung**

Die nationalen Standards für die digitale Modellierung sind in einer eigenen digitalen Normengruppe ÖNORM A 6241 zusammengefasst.

ID	Bezeichnung	Status
ÖNORM A 6241-1:2015	Digitale Bauwerksdokumentation – Teil 1: CAD-Datenstruktur und Building Information Modeling (BIM) – Level 2	publiziert
ÖNORM A 6241-2:2015	Digitale Bauwerksdokumentation – Teil 2: Building Information Modeling (BIM) – Level 3-iBIM	publiziert
ÖNORM A 6241-3	Digitale Bauwerksdokumentation – Teil 3: Building Information Modeling (BIM) – BIM-basiertes Computer Aided Facility Management (CAFM)	bearbeitet
ÖNORM A 6241-4	Digitale Bauwerksdokumentation – Teil 4: Building Information Modeling (BIM) – Gebäudeautomation	bearbeitet
ÖNORM A 6241-10	Digitale Bauwerksdokumentation – Teil 10: Building Information Modeling (BIM) – Begriffsbestimmungen und Grundlagen	bearbeitet

Das ASI fasst den Inhalt ihrer Normen folgendermaßen zusammen:

Die ÖNORM A 6241-1 regelt die technische Umsetzung des Datenaustausches und der Datenhaltung von Gebäudeinformationen des Hochbaues und verwandter, raumbildender Konstruktionen des Tiefbaues, die während der Planung und im Zuge des lebenszyklischen Managements von Immobilien erforderlich sind, einschließlich der in diesen Gebäudemodellen enthaltenen alphanumerischen Daten. Diese ÖNORM beinhaltet des Weiteren die wichtigsten Begriffe, Strukturen und Darstellungsgrundlagen. Sie legt die grundlegenden Techniken des Datentransfers zweidimensionaler CAD-Dateien und für das »Building Information Modeling« (BIM) fest.

Die ÖNORM A 6241-2 regelt die technische Umsetzung eines einheitlichen, strukturierten mehrdimensionalen Datenmodells für Bauwerke des Hochbaus und verwandter, raumbildender Konstruktionen des Tiefbaus, basierend auf dem Building Information Modeling Level 3-iBIM. Diese ÖNORM schafft des Weiteren Grundlagen für einen umfassenden, einheitlichen, produktneutralen, systematisierten Austausch von grafischen Daten und den zugehörigen Sachdaten auf Basis von IFC und bSDD.

Während ÖNORM A 6241-1 den allgemeinen Austausch von CAD-Dateien zwischen Projektbeteiligten definiert, definiert ÖNORM A 6241-2 Grundlagen für einen openBIM-Datenaustausch auf Basis von IFC und bSDD. Die Norm ist in folgende Kapitel aufgeteilt:

- Begriffe
- Projektmodell
- Lebensphasen eines Gebäudes (ÖNORM EN 16311)
- Dimensionen
- Detaillierungsgrade
- IFC (inkl. ASI-Merkmalserver)

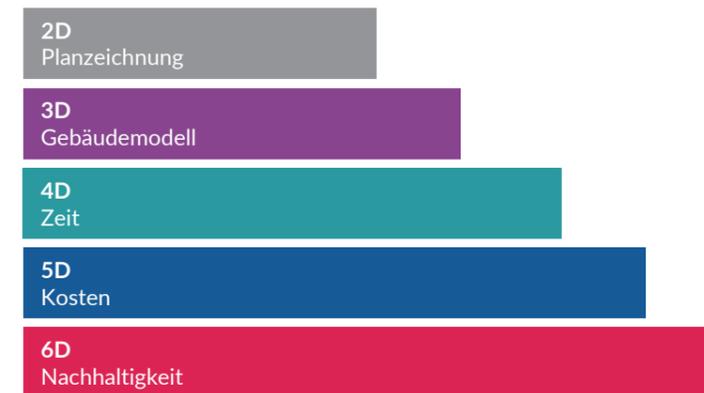
Der Anhang enthält außerdem einen rudimentären Modellierleitfaden, Zuordnung der Lebensphasen zu bekannten anderen Normen, Detaillierungsgrade, Projektphasen und einen BIM-Workflow.

In ÖNORM A 6241-2 wird der ASI-Merkmalserver beschrieben. Bei diesem handelt es sich um eine Art nationalen Property Server. Die Definierung von Merkmalen inklusive Beschreibung, Disziplinangehörigkeit, Typ, Projektphase etc. erfolgt im ASI-Merkmalserver. Diese Merkmale sind mittels bSDD-GUID mit dem internationalen Property Server (bSDD) verknüpft.

Für den AVA-Prozess ist die Beschreibung über die Abrechnung von Leistungen von großer Bedeutung. Die Norm weist ausdrücklich darauf hin, dass die Abrechnung über Modelle erfolgen kann und nicht nach den Werksvertragsnormen – wenn es vertraglich zuvor vereinbart wird.

Der Begriff *Dimension* wird ebenfalls in ÖNORM A 6241-1 eingeführt. Dieser soll den Umgang mit dem virtuellen Gebäudemolldaten in einem Projekt anhand den Faktoren Zeit, Kosten und Nachhaltigkeit beschreiben:

- **3D – Gebäudemodell:** Vorhandensein von geometrischen und alphanumerischen Informationen in einem Gebäudemodell.
- **4D – Zeit:** Auf Basis der Modellinformationen erfolgt Ermittlung/Simulation der Bauzeitplanung
- **5D – Kosten:** Mithilfe der Standardisierten Leistungsbeschreibungen gemäß ÖNORM A 2063 erfolgt die teilautomatische Ermittlung der Mengen und Kosten. Die ÖNORM A 6241-1 weist dabei ausdrücklich darauf hin, dass die Mengenermittlung *nicht nach Werkvertragsnormen* erfolgen muss. Bei vorhanden Vereinbarung zwischen AG und AN kann die Mengenermittlung gemäß Modell erfolgen.
- **6D – Nachhaltigkeit:** Auf Basis der Modellinformationen erfolgt eine Bewertung hinsichtlich umweltbezogener, sozialer und ökonomischer Themen.



### 3 Vertiefendes Wissen

Dieses Kapitel liefert einen vertieften Einblick in das IFC-Datenschema. Ein fundiertes Verständnis von IFC ist für einen umfangreichen Einsatz von openBIM essentiell. Danach folgt eine genauere Beschäftigung mit der Model View Definition, Common Data Environment, den Detaillierungsgraden und ein Überblick über die Zusammenhänge der Standardisierung. Die Inhalte dieses Kapitels bieten das Fundament für die Beschreibungen der openBIM-Projektdurchführung in Kapitel 4.

- Relevant für BIM-Neulinge, BIM-Geübte und BIM-Experten, die sich genauer mit den technischen Details für den umfassenden openBIM-Einsatz beschäftigen möchten.
- Relevant für alle, die die BIMcert-Level-B und -Level-C-Zertifizierungsprüfung ablegen möchten (entspricht »Professional Certification – Practitioner«).
- Als Vorwissen wird Kapitel 1 und Kapitel 2 vorausgesetzt.

#### Quellen und Literaturempfehlungen

Borrmann A., König M., Koch C. und Beetz J. (Hrsg.): »Building Information Modeling: Technologische Grundlagen und industrielle Praxis«. Springer Fachmedien, Wiesbaden, 2015, ISBN: 978-3-658-05606-3

Borrmann A., König M., Koch C. und Beetz J. (Eds.): »Building Information Modeling: Technology Foundations and Industry Practice“. Translated and Extended from the German Version, Springer International Publishing AG, Cham, 2018, ISBN: 978-3-319-92862-3 (siehe QR-Code).

Hausknecht K. und Liebich T.: »BIM-Kompendium – Building Information Modeling als neue Planungsmethode«. Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart, 2016. (2. Auflage angekündigt für Mai 2021: <https://www.baufachinformation.de/bim-kompendium/buecher/247752>)

Ratz L., Schranz C. und Urban H.: »Industry Foundation Classes und deren Anwendung in openBIM-Projekten«. Bericht, Zentrum Digitaler Bauprozess, TU Wien, 2020.

Scherer R. J. und Schapke S.-E. (Hrsg.): »Informationssysteme im Bauwesen 1: Modelle, Methoden und Prozesse«. Berlin, Heidelberg, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2014, ISBN: 978-3-642-40882-3

Wichtige in diesem Kapitel vorkommende Abkürzungen sind:

ADD	Addendum
AIA	Auftraggeber Informationsanforderung
BAP	BIM-Projektentwicklungsplan
BCF	BIM Collaboration Format
bSDD	buildingSMART Data Dictionary
bSI	buildingSMART International
CDE	Common Data Environment
CEN/TC	Comité Européen de Normalisation / Technical Committee
CV	Coordination View
DTV	Design Transfer View
EN	European Norm
GUID	Globally Unique Identifier
IAI	Industry Alliance for Interoperability International Alliance for Interoperability
IDM	Information Delivery Manual
IFC	Industry Foundation Classes
ISO	International Organization for Standardization
LOC	Level of Coordination
LOD	Level of Development
LOG	Level of Geometry
LOI	Level of Information
MVD	Model View Definition
PAS	Publicly Available Specification
QA	Quality Assurance
QC	Quality Control
QV	Quantity View
RC	Release Candidate
RV	Reference View
STEP	Standard for the Exchange of Product model data
TC	Technical Corrigendum



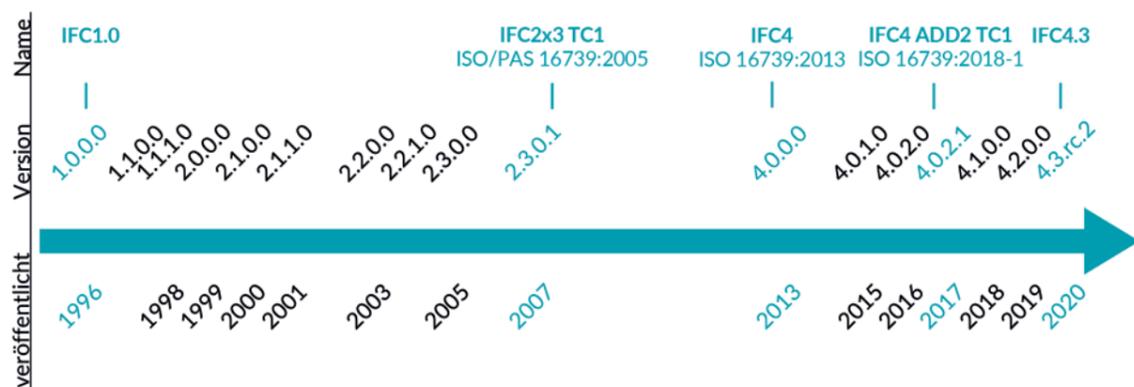
### 3.1 IFC – Industry Foundation Classes

Dieser Abschnitt beschreibt detailliert den Aufbau der IFC-Datenstruktur – einer essentiellen Grundlage für den Austausch von digitalen Bauwerksinformationen. IFC ist Datenstruktur und gleichzeitig Datenformat für Bauwerksdaten. Nach den allgemeinen Grundlagen werden wesentliche Begriffe definiert. Es folgt eine Erläuterung der Datenschema-Architektur und der grundlegenden Modellierungskonzepte, namentlich der konzeptionellen Layer, Vererbungshierarchien, Domains, Elementklassen, Beziehungsabbildungen, Attribute, Properties und Objekttypen.

#### 3.1.1 Allgemeine Grundlagen

Dieser Unterabschnitt bietet einen Einblick in die Entstehung und die Entwicklung von IFC, dessen zugrundeliegende Datenmodellierungssprache und die gebräuchlichen Dateiformate.

In den 1980er Jahren wurde in der Bestrebung nach einheitlichen Schnittstellen zwischen heterogenen CAD-Systemen erstmals das Standardisierungsrahmenwerk »STEP – Standard for the Exchange of Product model data« (Standard für den Austausch von Produktmodellaten) im Standard ISO 10303 definiert. Mitte der 1990er schloss sich eine Gruppe von Ingenieurbüros, Baufirmen und Softwareherstellern, maßgeblich beteiligt waren die Firmen Autodesk, Bentley, Nemetschek, zur International Alliance for Interoperability (IAI) zusammen, die sich rd. 10 Jahre später in »buildingSMART« umbenannte. Ihre Bestrebung war, die Standardisierung der Bauindustrie effizienter zu gestalten. 1996 veröffentlichten sie die erste Version der Industry Foundation Classes: IFC1.0. Softwarehersteller implementierten in ihren Produkten die Standards, die buildingSMART unabhängig von ISO-Zertifizierungen kostenlos und herstellernerneutral veröffentlichte. 2007 wurde die Version IFC2x3 TC1 herausgegeben, die erstmals eine ISO-Zertifizierung erhielt. Die aktuelle, vierte Version IFC4 wurde 2013 veröffentlicht und als ISO-Standard ISO 16739:2013 »Industry Foundation Classes (IFC) für den Datenaustausch in der Bauindustrie und im Anlagenmanagement« zertifiziert. Die derzeitige, ISO-zertifizierte Version von IFC ist IFC4 ADD2 TC1. Die derzeit aktuellste Version IFC4.3 trägt 2020 noch den Status »Release Candidate 2«. Alle bisher herausgegebenen Versionen von IFC sind der »IFC Specifications Database« von buildingSMART zu entnehmen und in folgendem Bild dargestellt.



Im Verlauf dieser Zeitspanne verwendete buildingSMART verschiedene offizielle Schreibweisen bzw. Versionskennzeichnungen, bspw. mit IFC2x3 und IFC4. Mit dem buildingSMART Summit 2019 in Düsseldorf stellte buildingSMART jedoch eine neue (dauerhaft stabile) **Version Notation** (Bezeichnungslogik) vor. Diese ist in Folge in Kraft getreten und seither auch auf der Webseite von buildingSMART zu finden (siehe QR-Code):



#### Version Notation

IFC versions are identified using the notation "Major.Minor.Addendum.Corrigendum".

Major release  
Minor release

**0.0.0.0**

Corrigendum  
Addendum

- Major versions** consist of scope expansions or deletions and may have changes that break compatibility.
- Minor versions** consist of feature extensions, where compatibility is guaranteed for the "core" schema, but not for other definitions.
- Addendums** consist of improvements to existing features, where the schema may change but upward compatibility is guaranteed.
- Corrigendums** consist of improvements to documentation, where the schema does not change though deprecation is possible.

#### Which version do I use?

The latest version, IFC 4.1 is recommended for all current developments, which is fully backward compatible with IFC 4.0. Core definitions within IFC 4.1 and 4.0 are backward compatible with IFC 2x3 TC1.

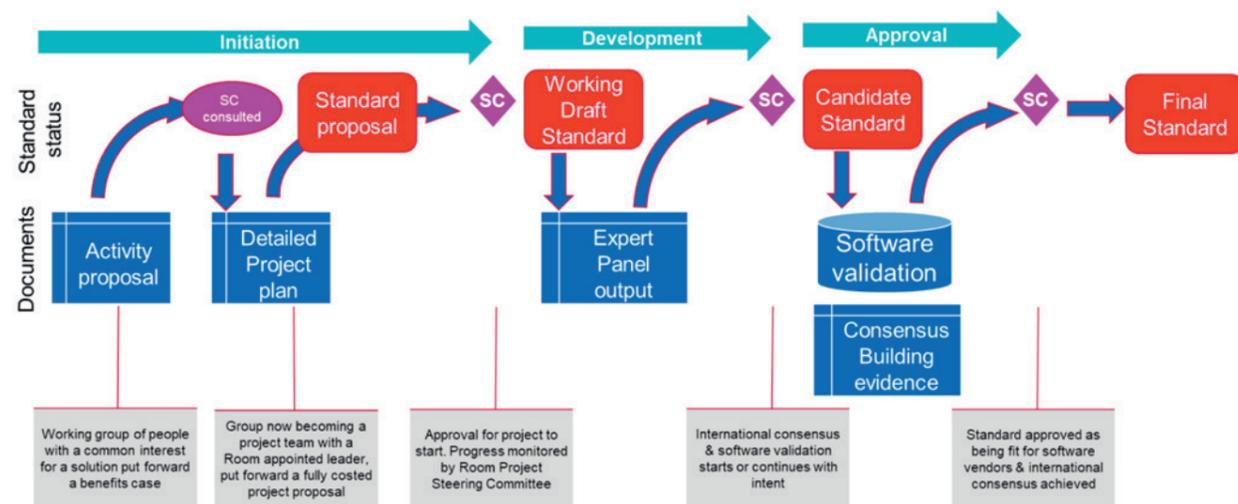
Die Notationen der Versionen setzen sich aus vier Ziffern zusammen, die für »Major.Minor.Addendum.Corrigendum« stehen. Verändert sich die erste Ziffer, gibt es wesentliche Änderungen (**Major**), die die Kompatibilität beeinträchtigen können. Üblicherweise ist alle 10 Jahre mit einer neuen **Major Version** zu rechnen. Diese umfasst einen grundsätzlichen Entwicklungssprung, bspw. mit IFC5 (5.0.0.0) die komplette Aufnahme der Infrastruktur-Bestandteile. Bei geringfügigen Änderungen (**Minor**) ist die Kompatibilität des »Core«-Schemas garantiert. **Minor Versions** sind also Zwischenschritte zur Einbindung neuer Funktionalitäten, bspw. mit IFC4.1 (4.1.0.0) die Aufnahme des **IFC-Alignment**. Ein **Addendum** kann punktuelle Verbesserungen für existierende Funktionen enthalten, bspw. mit IFC4 Add2 (4.0.2.0) die Einführung von NURBS-Oberflächen bei der BREP-Übertragung. Eine Aufwärtskompatibilität ist garantiert. Bei einem **Corrigendum** wird das Schema nicht verändert, es können jedoch Funktionen hinfällig gemacht werden (**Deprecation**). Corrigendums sind auch Anpassungen/Korrekturen an der Dokumentation, bspw. mit der Verbesserung des EXPRESS-Schemas mit IFC2x3 TC1 (2.3.0.1)

Neuentwicklungen einer **Minor Version** werden in einem standardisierten, mehrstufigen Verfahren (**Project Delivery Governance**, siehe QR-Code) als **Release Candidates**, bspw. 4.3.rc.1) zur Freigabe gebracht (siehe folgendes Bild).



3.1 IFC – Industry Foundation Classes

3.1 IFC – Industry Foundation Classes



Die derzeit am weitesten verbreitete Version ist IFC2x3, die jedoch kontinuierlich von IFC4 abgelöst werden soll. In diesem Buch wird auf die neueste IFC-Spezifikation IFC4.2 Bezug genommen (Dokumentation siehe QR-Code).

Aktuell bildet IFC die Grundlage für die Realisierung von openBIM, insbesondere für nahezu alle Initiativen im staatlichen Sektor, deren Ziel die verbindliche Anwendung von BIM in öffentlichen Bauvorhaben ist. Der Standard enthält Definitionen für Daten, die bei Gebäuden über ihren gesamten Lebenszyklus relevant sind. Zusätzlich wird der Geltungsbereich der Datendefinitionen derzeit auf Infrastrukturanlagen erweitert.

IFC spezifiziert ein Datenschema und ein Dateiformat. Im **Scope** von IFC4.2 sind die dem Datenschema zugrundeliegende Datenmodellierungssprache und die anwendbaren Dateiformate beschrieben. Das IFC-Datenschema basiert auf der Datenmodellierungssprache EXPRESS, die in Teil 11 des STEP-Standards (ISO 10303-11) geregelt ist. Zusätzlich zur textuellen Notation definiert der Standard eine grafische Notation zur Abbildung der Daten, EXPRESS-G. In der Dokumentation des IFC4.2-Datenschemas finden sich Abbildungen mittels EXPRESS-G. An der Stelle von EXPRESS kann auch die in ISO 10303-28 definierte Datenmodellierungssprache XML genutzt werden, wobei die XML-Notation aus der EXPRESS-Notation abgeleitet wird. Prof. Rasso Steinmann bezeichnet in einem Vortrag dieses EXPRESS-Schema als *Kuchenform*, die noch keine konkreten Instanzen des Datenmodells beschreibt. Für den Austausch von konkreten Modelldaten werden verschiedene Dateiformate angeboten. buildingSMART empfiehlt das Format SPF (*STEP Physical File*), das in ISO 10303-21 definiert ist. Die Dateiendung lautet ».ifc«. Dieses ist auch in einer komprimierten Version verfügbar, die eine IFC-Datei mittels eines ZIP-Containers komprimiert. Die Dateiendung lautet in diesem Fall ».ifczip«. Darüber hinaus existiert ebenfalls das nutzbare XML-Dateiformat mit der Endung ».ifcXML« (siehe QR-Code), das Modelldaten weniger kompakter als ».ifc« transportiert und bislang kaum in praktischer Verwendung ist.



Eine IFC-Datei kann mit einem beliebigen Texteditor geöffnet werden. Jede IFC-Datei besteht aus einem HEADER-Abschnitt und einem DATA-Abschnitt. Der HEADER-Abschnitt beinhaltet Informationen zur Model View Definition, zum Dateinamen und -pfad, zum Autor, zur verwendeten Software sowie dem IFC-Schema, das für den Export genutzt wurde. Ein HEADER-Abschnitt kann wie folgt aussehen:

```
ISO-10303-21;
HEADER;FILE_DESCRIPTION(('no view'),'2;1');
FILE_NAME(
'C:\\Users\\Linda\\Allplan Testprojekt\\TestprojektW\\X2\\00E4\\X0\\nde.ifc',
'2020-02-16T11:20:17',('Linda'),('Nemetschek AG',
'Konrad-Zuse-Platz 1, 81829 Munich / Germany'),
'EDMsix Version 2.0100.09 Sep 7 2016',
'Allplan 2019.1 24.06.2019 - 16:10:06','');
FILE_SCHEMA('IFC4');
ENDSEC;
```

Im diesem Beispiel wurde ein Bauwerksmodell mit Allplan 2019-1 erstellt und mittels der integrierten IFC-Schnittstelle exportiert, wobei das IFC4-Schema gewählt wurde. Als zweite Option ist ein Export mit dem IFC2x3-Schema selektierbar, das derzeit noch verbreiteter ist und für das Allplan zertifiziert ist.

Der DATA-Abschnitt beinhaltet Informationen zum Projekt. Jede **Instanz** (siehe Abschnitt 3.1.2) erhält im STEP Physical File Format einen dateiinternen Identifikator, der aus einer Zahl mit vorangestelltem #-Zeichen besteht. Ein Ausschnitt eines DATA-Abschnitts kann wie folgt aussehen:

```
#347= IFCCARTESIANPOINT((0.,0.));
#349= IFCCARTESIANPOINT((10000.,0.));
#352= IFCREASSOCIATESMATERIAL('3CStp9Q6j9PfrLpnWPTT4W',#11,$,$,(#386),
#383);
#353= IFCMATERIALLAYERSET((#355,#369),$,$);
#355= IFCMATERIALLAYER(#356,100.,,$,$,$,$);
#356= IFCMATERIAL('Grafische hart',$,$);
#357= IFCPRESENTATIONSTYLEASSIGNMENT((#359,#167));
#359= IFCCURVESTYLE($,#117,$,#118,$);
#360= IFCSTYLEDITEM($,(#357),$);
#362= IFCSTYLEDREPRESENTATION(#61,$,$,(#360));
#364= IFCMATERIALDEFINITIONREPRESENTATION($,$,(#362),#356);
#369= IFCMATERIALLAYER(#370,300.,,$,$,$,$);
#370= IFCMATERIAL('C25/30',$,$);
#371= IFCPRESENTATIONSTYLEASSIGNMENT((#373,#119));
#373= IFCCURVESTYLE($,#117,$,#118,$);
#374= IFCSTYLEDITEM($,(#371),$);
#376= IFCSTYLEDREPRESENTATION(#61,$,$,(#374));
```

## 3.1 IFC – Industry Foundation Classes

## 3.1 IFC – Industry Foundation Classes

```
#378= IFCMATERIALDEFINITIONREPRESENTATION($,$, (#376), #370);
#383= IFCMATERIALLAYERSETUSAGE (#353, .AXIS2., .POSITIVE., -0., $);
#386= IFCWALLSTANDARDCASE ('3QrME8v0LDvhhz5vzIpgYG', #11, ' ', $, $, #299, #300, $, $);
#390= IFCPROPERTY SINGLEVALUE ('K_WAND_TYP', $, IFCTEXT('WD\\BETON'), $);
```



Engl.: Entity

## 3.1.2 Begriffsdefinitionen

Die nachfolgenden Begriffsdefinitionen beziehen sich auf Definitionen der IFC4.2-Spezifikation (siehe QR-Code) sowie Definitionen und Übersetzungen aus dem bSDD.

**Klasse**, auch Entität, Elementklasse, Entitytyp:

Eine Entität ist laut IFC-Definition eine Informationsklasse, die durch gemeinsame Attribute und Einschränkungen definiert ist, wie in ISO 10303-11 festgelegt. Für jeden Entitytyp werden Attribute sowie Beziehungen zu anderen Entitytypen festgelegt. Das objektorientierte Konzept der Vererbung wird umgesetzt. Dadurch werden Attribute und Beziehungen an Subtypen weitergegeben.

Engl.: object and occurrence/instance

**Objekt und Instanz**, auch Exemplar, Entitätsinstanz:

Ein Objekt ist ein greifbarer oder vorstellbarer Gegenstand, der physikalisch existieren kann (wie eine Wand) oder rein begrifflich sein kann (wie eine Last, ein Raum oder eine Aufgabe). In der bei IFC zum Einsatz kommenden objektorientierten Modellierung wird ein Objekt auch als Instanz bzw. Exemplar einer Klasse bezeichnet. Die Klasse stellt dabei eine Art Schablone zur Erzeugung bzw. Instanziierung von Objekten dar. Sie beschreibt somit die Struktur und das Verhalten gleichartiger Objekte.

Engl.: object type

**Objekttyp**:

Ein Objekttyp ist ähnlich der Klasse ebenfalls eine Art Schablone, die gemeinsame Charakteristiken mehrerer Instanzen vereint. Dabei werden jedoch bestimmte Grundparameter, die für wiederkehrende Bauteile gleichbleiben, bereits vor der eigentlichen Instanziierung festgelegt. Eine detaillierte Erläuterung findet sich in Abschnitt 3.1.10.

Engl.: attribute

**Attribut**, auch Parameter:

Ein Attribut ist laut IFC-Definition eine Informationseinheit innerhalb einer Klasse. Es gibt drei Arten von Attributen: *direkte*, *inverse* und *abgeleitete* Attribute. Die Attribute sind eine Möglichkeit, in IFC Eigenschaften zu Klassen statisch zu definieren. Dies wird in Abschnitt 3.1.9 genauer erläutert. Die andere Möglichkeit bieten die dynamischen Properties. Attribute werden nicht vom Modellierer direkt ausgefüllt, sondern von der Software automatisch erstellt, wie bspw. die nachfolgend beschriebenen Quantities.

Deutsch: Menge

**Quantity**:

Eine Quantity ist eine Kennzahl, die aus den physischen Eigenschaften eines Objekts abgeleitet wird, wie bspw. eines Raumes oder eines Bauteils. Mögliche Maßeinheiten von Quantities sind Länge, Fläche, Volumen, Gewicht, Anzahl und Zeit.

**Property**:

Ein Property ist eine Informationseinheit, die dynamisch als eine Entitätsinstanz der Klasse **IfcProperty** definiert wird. Es ist eine Charakteristik, mit der die Beschaffenheit eines Objekts beschrieben werden kann.

Deutsch: Merkmal

**Property Set**:

Das **IfcPropertySet** ist ein Container, der Properties in einer Eigenschaftsbaumstruktur enthält. Einige vordefinierte Property Sets sind im bSDD enthalten. Darüber hinaus kann jedes benutzerdefinierte Property Set erfasst werden. Eine genauere Erläuterung dazu findet sich in Abschnitt 3.1.9.

Deutsch: Merkmalliste

Die IFC-Datenstruktur erlaubt, in Ergänzung zu den bereits vorhandenen Vorgaben, die Definition individueller Ergänzungen. Diese können projektspezifisch in einem lokalen Rahmen definiert werden (bspw. mit einem Datenstrukturwerkzeug) und werden über BIM-Regelwerke an das Projektteam (mittels des **AIA**) kommuniziert bzw. (mittels des **BAP**) konsolidiert. Für derartige Ergänzungen gibt es folgende **Naming Convention** (siehe QR-Code):

- Typen, Klassen, Regeln und Funktionen haben den Präfix »Ifc«.
- Attribute von Klassen haben keinen Präfix.
- *Property Sets*, die Teil des IFC-Standards sind, werden mit dem Präfix »Pset\_« gebildet.
- *Quantity Sets*, die Teil des IFC-Standards sind, werden mit dem Präfix »Qto\_« gebildet.

Die Bezeichnungen dieser Datentypen setzen sich aus englischen Wörtern in Binnenmajuskel-Schreibweise (**CamelCase**) zusammen. Es werden jeweils die Anfangsbuchstaben der Wörter großgeschrieben und zwischen den Wörtern gibt es keinen Unterstrich. Ein Beispiel für diese Schreibweise ist *OwnerHistory*.

## 3.1.3 Konzeptionelle Layer

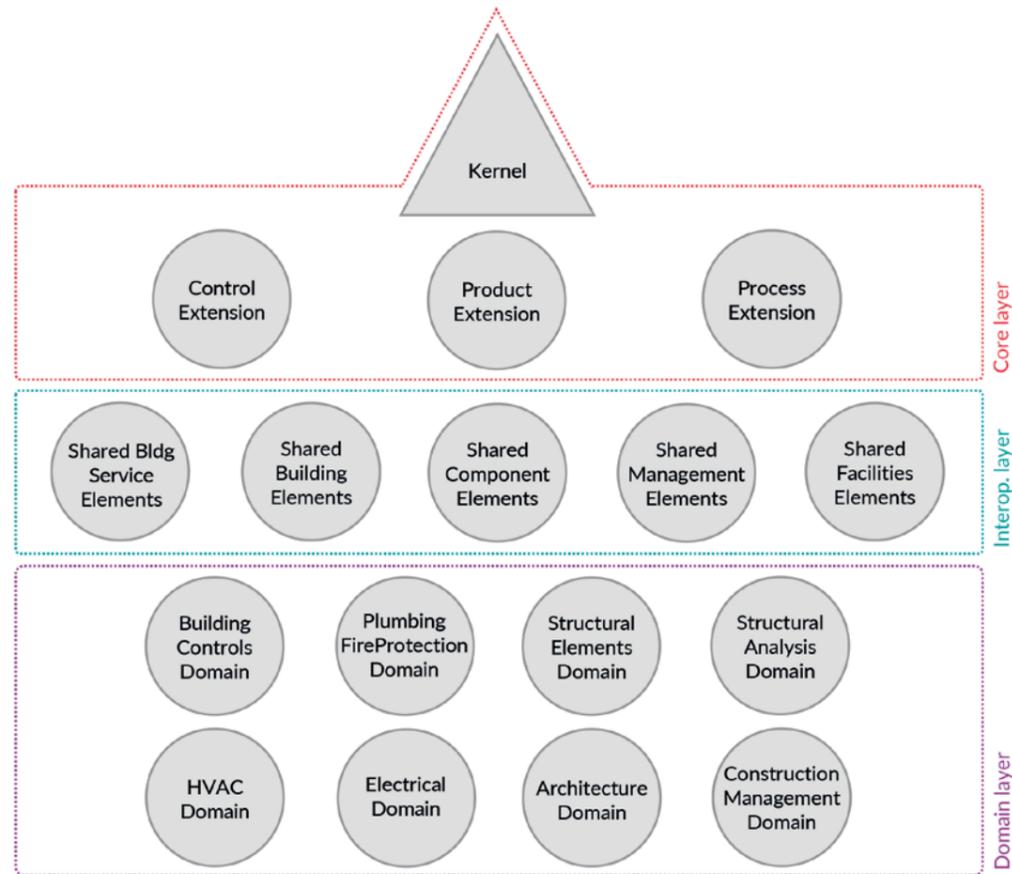
Die Datenschema-Architektur von IFC definiert vier konzeptionelle Layer (**Conceptual Layers**), wobei jedes einzelne Schema genau einem dieser Layer zugeordnet ist (siehe vorherige QR-Code zur Naming Convention). Das Bild auf der folgenden Seite zeigt die ersten drei Layer.

Die vier konzeptionellen Layer sind:

## 1. Core Layer:

Dieser erste Layer beinhaltet die grundlegendsten Klassen des Datenmodells. Sie können von Klassen des *Interoperability Layer* und des *Domain Layer* referenziert, also wiederverwendet und konkretisiert, werden. Basisstrukturen, grundlegende Beziehungen und allgemeine Konzepte werden hier festgelegt. Alle Klassen der drei Layer im folgenden Bild haben einen GUID (*Globally Unique Identifier*) und können optional einen *Owner* und eine *History* haben (siehe Abschnitt 3.1.4).





Der *Core Layer* besteht aus dem *Kernel* (Kern) und den drei *Core Extension Subschemas* (Erweiterungsschemata), die dazu dienen, grundlegende *Entities* zu gruppieren:

- Der **Kernel** enthält die abstrakteste Klasse **IfcRoot**, die die Superklasse aller Klassen der ersten drei Layer ist. Direkte Subklassen von **IfcRoot** sind **IfcObjectDefinition**, **IfcPropertyDefinition** und **IfcRelationship**.  
**IfcObjectDefinition** ist eine Superklasse für Klassen, die die Instanziierung und Typisierung physisch greifbarer oder existierender Gegenstände, Personen und Prozesse ermöglichen. Dazu zählen bspw. die Klassen **IfcContext** (mit den Subklassen **IfcProject** und **IfcProjectLibrary**), **IfcElement**, **IfcSpatialElement** (mit Subklassen **IfcSite**, **IfcBuilding**, **IfcSpace** etc.), **IfcElementType**, **IfcStructuralActivity**, **IfcStructuralItem**, **IfcActor**, **IfcProcess**, **IfcResource**.  
**IfcPropertyDefinition** beinhaltet Klassen zur Gruppierung von Properties und zur Bereitstellung von Schablonen für Properties. Beispiele für die Klassen sind **IfcPropertySet**, **IfcQuantitySet**, **IfcPropertyTemplateDefinition** und **IfcPreDefinedPropertySet**. Das Konzept der Properties wird in Abschnitt 3.1.9 ausführlich beschrieben.  
**IfcRelationship** ist die Superklasse für alle Beziehungsobjekte, die zur Verknüpfung von Klassen genutzt werden. Sie beschreibt Beziehungen zwischen *Objekten*, zwischen *Properties* sowie zwischen

*Objekten* und *Properties*. Dies wird in Abschnitt 3.1.8 anhand von Beispielen erläutert.

- Die **Control Extension** deklariert grundlegende Klassen für Steuerobjekte (**IfcControl** und **IfcPerformanceHistory** etc.) und Beziehungsklassen zur Zuweisung dieser Klassen zu Objekten (wie **IfcRelAssignsToControl**). **IfcControl** beinhaltet Klassen, die die Verwendung von Produkten, Prozessen und Ressourcen durch Vorschriften, Anfragen oder Anweisungen kontrollieren bzw. einschränken.
- Die **Product Extension** ist auf Klassen physischer Gegenstände spezialisiert, die meist eine Form und einen Ort innerhalb des Projekts aufweisen. Diese sind bspw. Elemente zur Herstellung einer räumlichen Projektstruktur und Bauelemente. Die Produktinformationen werden für Instanzen als Subklassen von **IfcProduct** und für Objekttypen als Subklassen von **IfcTypeProject** bereitgestellt.
- In der **Process Extension** wird das Konzept des im **IfcKernel** beschriebenen **IfcProcess** erweitert. Sie beinhaltet Klassen zur logischen Abbildung von Prozessen und zur Aufgaben- und Arbeitsplanung. Das Ziel besteht darin, Informationen abzubilden, die häufig in Prozessabbildungs- und Terminplanungsapplikationen genutzt werden. Beispiele für Klassen des Schemas sind **IfcTask**, **IfcWorkPlan** und **IfcEvent**. **IfcTask** wird für identifizierbare Arbeitseinheiten genutzt, bspw. im Rahmen des Entwurfs- oder Bauprozesses. Ein **IfcWorkPlan** ist ein Arbeitsplan, der weitere Arbeitspläne der Klasse **IfcWorkSchedule**, Aufgaben der Klasse **IfcTask** und benötigte Ressourcen referenzieren kann. **IfcEvent** wird verwendet, um Aktionen zu erfassen, die Antworten bzw. Reaktionen auslösen, also bspw. einen Zeitpunkt zu identifizieren, an dem eine Information ausgegeben wird.

## 2. Interoperability Layer:

Dieser Layer enthält Klassen, die in verschiedenen Disziplinen genutzt und zwischen ihnen ausgetauscht werden können. Sie können von allen Klassen referenziert und spezialisiert werden, die sich in der Hierarchie unterhalb befinden, also im *Domain Layer*.

- Die bedeutendste Komponente dieses Layers ist das Schema **Shared Building Elements**, das wichtige Bauteilklassen enthält, wie bspw. **IfcWall** und **IfcSlab**. Diese und andere Subklassen von **IfcElement** dienen zur Abbildung des bedeutendsten funktionalen Teils eines Gebäudes. Die Klassen des **Interoperability Layer** werden von Klassen aus dem **Core Layer** abgeleitet, so wie im Fall der Klassen des Schemas **Shared Building Elements** von **IfcElement**.
- Das Schema **Shared Building Service Elements** definiert Klassen zur Modellierung von Strömungs- und Verteilungssystemen und Merkmallisten für die Beschreibung der Gebäudetechnik, wie Strömungseigenschaften, elektrische Eigenschaften und raumthermische Eigenschaften.
- Das Schema **Shared Component Elements** beinhaltet Konzepte für verschiedene Kleinteile wie Zubehör und Befestigungselemente. Eine nennenswerte Klasse ist **IfcElementComponent**, die eine Dar-

stellung für kleinere Elemente bietet, die aus Sicht der gesamten Gebäudestruktur nicht relevant sind. Ein Beispiel dafür sind Verbindungselemente.

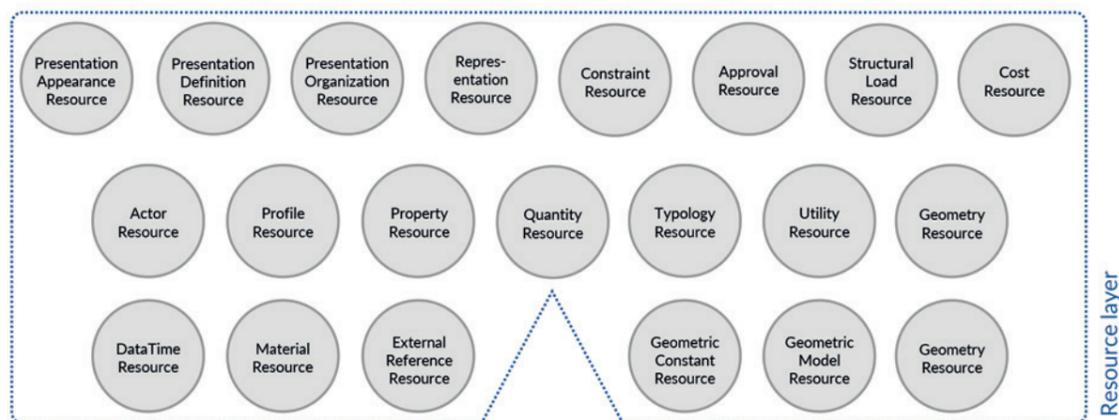
- **Shared Management Elements** definiert Konzepte für das Management des Projekts. Die Klassen des Schemas sind Subklassen von **IfcControl**. Das Ziel ist es, Informationsklassen zu bieten, die die Kontrolle von Projektumfang, -kosten und -zeit unterstützen.
- **Shared Facilities Elements** definiert Basisklassen für das Facility Management (FM), unter anderem Klassen für die Abbildung von Mobiliar und anderen Gegenständen.

**3. Domain Layer:**

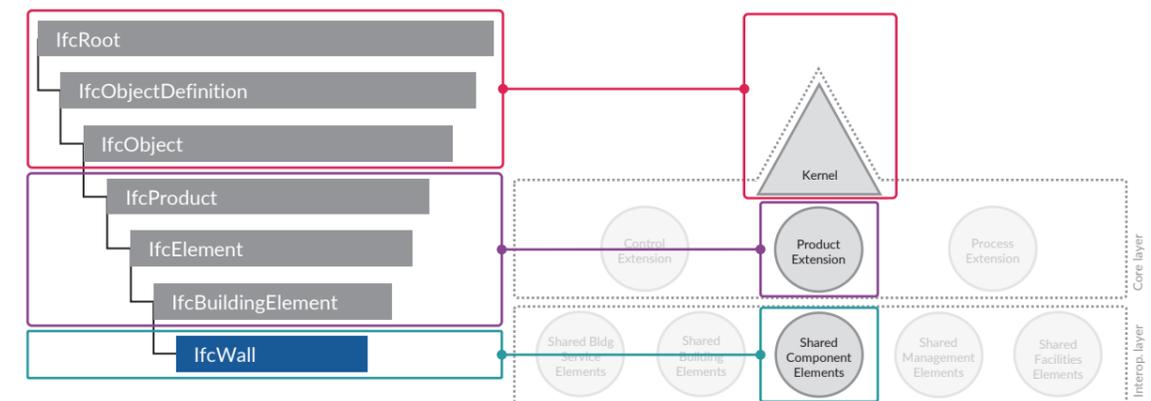
Dieser Layer organisiert Elementklassen nach Disziplinen des Bauwesens. Er enthält Schemata, die Spezialisierungen von Produkten, Prozessen oder Ressourcen beinhalten, die spezifisch für eine von acht Disziplinen (Domains) sind. Ein Beispiel dafür ist das Schema *Architecture Domain*, das bspw. **IfcDoor** und **IfcWindow** enthält. Die Klassen in dieser Ebene können von keiner anderen Ebene referenziert oder weiter spezialisiert werden.

**4. Resource Layer:**

Dieser separat zu betrachtende Layer (siehe Bild) enthält alle Schemata, die unterstützende Ressourcendefinitionen beinhalten. Diese sind keine Subklassen von **IfcRoot** (daher heißen sie auch *non-rooted classes*), haben daher **keinen GUID** und können nicht als eigenständige Elemente existieren. Sie müssen daher von mindestens einer Klasse eines der anderen drei Layer referenziert werden. Beispiele für diese Klassen sind **IfcMaterial**, **IfcCartesianPoint**, **IfcFacetedBrep**, **IfcPerson**, **IfcPropertySingleValue**, **IfcObjective** oder **IfcRegularTimeSeries**. Wesentliche Schemata des Layers sind bspw. **IfcMaterialResource**, **IfcGeometricModelResource** und **IfcDateTimeResource**.



Die konzeptionellen Layer der Datenschema-Architektur sind im folgenden Bild anhand eines Anwendungsfalles beschrieben. Die Elementklasse **IfcWall** (siehe QR-Code) ist Teil des *Shared-Building-Elements*-Schemas, das sich im **Interoperability Layer** befindet. Sie ist eine Subklasse von **IfcBuildingElement** des Schemas *Product Extension* des **Core Layers**. **IfcBuildingElement** ist wiederum eine Subklasse von **IfcElement**, das eine Subklasse von **IfcProduct** ist. Umgekehrt kann auch ausgedrückt werden, dass die Superklasse von **IfcProduct** die Klasse **IfcObject** ist, die dem **Kernel** angehört, der sich ebenfalls im **Core Layer** befindet. Die Superklasse von **IfcObject** ist **IfcObjectDefinition**, dessen Superklasse die abstrakteste aller Klassen ist, **IfcRoot**, die den Ursprung aller Klassen bildet, die im **Kernel** entspringen.



**3.1.4 Vererbungshierarchie**

In der Programmierung bedeutet Vererbung, dass eine Subklasse die Eigenschaften einer oder mehrerer Superklassen übernehmen kann, also erbt. Die Subklassen besitzen somit zusätzliche Informationen und stellen Spezialisierungen dar, die Superklassen sind demnach Generalisierungen.

**Vererbung von Attributen**

In IFC können speziell Beziehungen und Attribute vererbt werden. Auf die Realisierung von Beziehungen in IFC wird in Abschnitt 3.1.8 eingegangen. Nachfolgend wird die Vererbung von Attributen anhand der Klasse **IfcWall** erläutert. Diese bekommt ihre verfügbaren Attribute von den Klassen **IfcRoot**, **IfcObjectDefinition**, **IfcObject**, **IfcProduct**, **IfcElement**, **IfcBuildingElement** und von **IfcWall** selbst.

Folgendes Bild zeigt einen Ausschnitt der Tabelle der Attributvererbung (*Attribute Inheritance*) für **IfcWall** (siehe QR-Code zu **IfcWall**). Im Ausschnitt sind die Attribute von **IfcRoot** dargestellt, die an alle jene Klassen vererbt werden, die ihren Ursprung im **Kernel** haben, also alle außer denen des **Resource Layer**. **IfcRoot** bildet somit die Wurzel des Vererbungsbaumes der meisten Klassen. Sie stellt das Attribut **IfcGloballyUniqueId** (**GUID**) zur Verfügung, das zur eindeutigen Identifikation der Objekte notwendig ist. Der **GUID** wird automatisch generiert und ist eine 128-Bit-Nummer, die zu einer 22-stelligen Zahl komprimiert wird, um den Speicherplatz beim Datenaustausch zu verringern. Die **Owner History** ist ein weiteres Attribut der **IfcRoot** und bietet im Wesentlichen Informationen zur

aktuellen und vergangenen Eigentümerschaft und den Zeitpunkt der letzten Änderung des Objekts. Die Attribute *Name* und *Description* bieten die Möglichkeit, optional einen Namen bzw. einen Kommentar hinzuzufügen.

▼ Attribute inheritance					
#	Attribute	Type	Cardinality	Description	G
<i>IfcRoot</i>					
1	GlobalId	<i>IfcGloballyUniqueId</i>		Assignment of a globally unique identifier within the entire software world.	X
2	OwnerHistory	<i>IfcOwnerHistory</i>	?	Assignment of the information about the current ownership of that object, including owning actor, application, local identification and information captured about the recent changes of the object. <small>NOTE only the last modification is stored - either as addition, deletion or modification.</small> <small>IFC4 CHANGE The attribute has been changed to be OPTIONAL.</small>	X
3	Name	<i>IfcLabel</i>	?	Optional name for use by the participating software systems or users. For some subtypes of <i>IfcRoot</i> the insertion of the Name attribute may be required. This would be enforced by a where rule.	X
4	Description	<i>IfcText</i>	?	Optional description, provided for exchanging informative comments.	X

### 3.1.5 Datenstruktur

Die anzuwendende IFC-Datenstruktur gliedert sich in drei Strukturbereiche:

- Verortungsstruktur
- Funktionale Struktur
- Materialstruktur

Zuerst wird die Verortungsstruktur (Bauplatz, Stockwerk, Räume mit Funktionen) im Modell aufgebaut, die funktionale Struktur wird dann in die räumliche Struktur eingearbeitet, als Dritte kommt dann die Materialstruktur hinzu. Über Referenzen werden diese drei Strukturen miteinander verknüpft. Eine Instanz eines funktionalen Elements trägt Verknüpfungen mit der Verortungsstruktur (bspw. mit *IfcBuildingStorey*) sowie der Materialstruktur (*IfcMaterial*).

Die konsistente Trennung dieser drei Strukturteile ist für eine einheitliche Gliederung essentiell, derzeit jedoch noch nicht vollständig umgesetzt. Ein Beispiel dafür bietet die Klasse *IfcElement*, zu der über das Property Set *Pset\_ConcreteElementGeneral* Angaben über die Materialeigenschaften getätigt werden können. Dies sollte jedoch den Klassen des Schemas *Material Resource* des *Resource Layers* vorbehalten sein. Durch die konsistente Trennung soll erreicht werden, dass Materialien nicht mehrfach in der Struktur vorkommen, sondern lediglich mehrfach referenziert werden.

Die **Funktionale Struktur** wird mit der kommenden IFC5 ebenfalls eine umfangreiche Ergänzung zur Abbildung der Elemente für Bauwerke im Infrastruktur-Bereich (Straße, Schiene, Brücke, Tunnel) erhalten. Mit IFC4 wurden 2013 bereits wesentliche Ergänzungen (insbesondere im Bereich der TGA) zur vollständigen Abbildung von Hochbau-Strukturen veröffentlicht. Diese werden in Folge detailliert erläutert.

### 3.1.6 Domains und Elementklassen

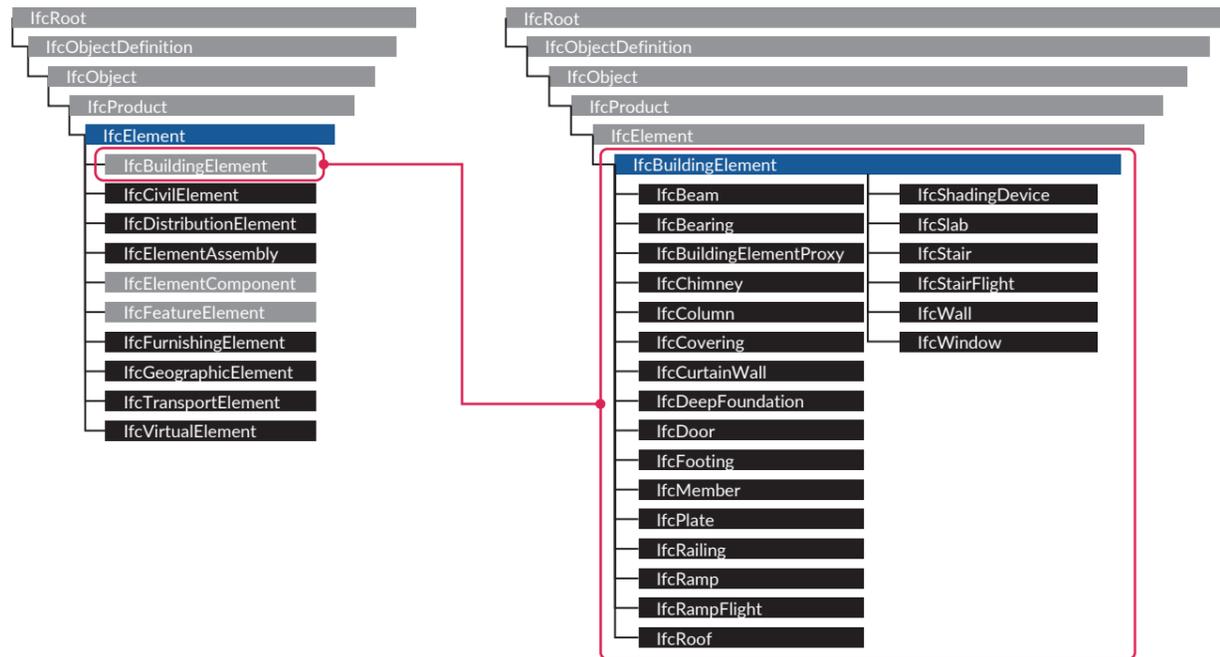
Die funktionalen Elementklassen dienen der Abbildung von Bauwerken und sind in Domains (*Domain specific data schemas*) wie der *IfcArchitectureDomain* oder der *IfcHVACDomain* gegliedert (entsprechend der typischen Aufteilung der Planungsgewerke). Über diese Deklaration ist eine eindeutige Zuordnung der Verantwortlichkeiten oder auch Filterung von Modellinhalten bei Import oder Export möglich. Darüber hinaus existiert mit dem *Shared element data schemas* eine parallel geführte Eingrenzung von funktionalen Elementklassen, die von mehreren Gewerken parallel genutzt werden. Ein Beispiel dafür bilden die *IfcSharedBldgElements*, wie Wände, Decken, Stützen und Träger. Diese werden sowohl von der Architektur als auch für die Tragwerksplanung gleichermaßen genutzt.

Elementklassen haben eine eindeutige Definition ihres Einsatzbereichs. Damit einher geht eine Eingrenzung ihrer geometrischen Funktionalität (Position, Pfad, Dimension), der daraus ableitbaren Attribute (in *Quantity Set* zusammengefasst) sowie der grundsätzlich zur Beschreibung notwendigen Merkmale (in *PSet*s gegliedert). Darüber hinaus existiert mit dem *Material Layer Set* für jede Elementklasse eine konkrete Vorgabe über die Zuordenbarkeit von Materialien. Dies kann bspw. bei *IfcWall* eine schichtweise Definition oder bei *IfcCovering* eine Differenzierung zwischen Vorderseite, Füllung und Hinterseite sein. Die *Materialdeklaration* ermöglicht eine freie Definition von Materialien, zu welchen frei definierte Merkmale transportiert werden können. Die IFC-Spezifikation bietet zwar detaillierte vordefinierte Materialmerkmale, diese wurden jedoch in den BIM-Applikationen bislang nicht implementiert. Generell ist hier mit der Einführung von *Data Templates* mit einem geänderten Umgang zwischen Bauwerksdaten (*IFC*) und Produktinformationen (*Data Templates*) zu rechnen.

Mit der Elementklasse *IfcBuildingElementProxy* steht eine Elementklasse für beliebige Einsatzbereiche zur Verfügung, für die die verwendete IFC-Spezifikation noch keine Semantik – also passende Elementklasse – aufweist oder die verwendeten BIM-Applikationen keine Unterstützung bieten. Sie kommt bspw. derzeit noch häufig in Verkehrsinfrastrukturprojekten zum Einsatz, die noch mit IFC2x3 abgewickelt werden, da die verwendeten BIM-Applikationen derzeit nur dafür eine stabile Unterstützung bieten.

### 3.1.7 IfcElement und ihre Subklassen

Grundlegender Bestandteil der sog. funktionalen Struktur ist die Klasse *IfcElement*. *IfcElement* ist eine Verallgemeinerung aller physikalisch existierenden Komponenten, aus denen ein Bauwerk besteht. Sie ist Superklasse für eine Reihe besonders wichtiger Basisklassen, die zur Beschreibung von Bauwerken notwendig sind. Folgendes Bild stellt links alle Subklassen von *IfcElement* dar. Im Hochbaukontext besonders relevant ist die *IfcElement*-Subklasse *IfcBuildingElement*. Die Subklassen von *IfcBuildingElement* sind wiederum in folgendem Bild rechts ersichtlich, dazu gehören Elemente wie *IfcWall*, *IfcSlab*, *IfcColumn*, *IfcFurniture* oder *IfcWindow*.



Eine weitere Subklasse von **IfcElement** ist **IfcDistributionElement**, die Elemente für Verteilersysteme enthält, die im TGA-Bereich eingesetzt werden. Diese können unter anderem für Heiz- und Kühlsysteme, Abwassersysteme und elektrische Systeme verwendet werden.

Die **IfcElement**-Subklasse **IfcCivilElement**, die in IFC als *Tiefbauelement* übersetzt ist, wurde effektiv für Erweiterungen im Infrastrukturbereich eingeführt. Derzeit enthält die Klasse noch keine Subklassen und ist lediglich ein *Stub* (Stutzen) für die Einarbeitung eines Modells für Infrastrukturprojekte, das sich in Entwicklung befindet. Es sollen dabei lediglich Elemente eingeführt werden, die mit den Elementen der **IfcElement**-Subklassen **IfcBuildingElement**, **IfcDistributionElement** und **IfcGeographicElement** nicht abgebildet werden können. Dabei handelt es sich speziell um horizontal organisierte Elemente, die bei den linearen Infrastrukturanlagen des Straßen-, Brücken- und Schienenwegebbaus vorkommen. Die horizontale Organisation erfolgt mittels der Klasse **IfcSpatialZone**, in der jedes **IfcCivilElement** standardmäßig räumlich enthalten ist. Die Klasse **IfcSpatialZone** ist eine Subklasse von **IfcSpatialElement**, die im Vergleich zur **IfcSpatialElement**-Subklasse **IfcSpatialStructureElement** eine allgemeinere räumliche Zone darstellt. **IfcSpatialStructureElement** enthält vornehmlich hochbauspezifische Klassen wie **IfcSite**, die hierarchisch angelegt sind.

### 3.1.8 Objektbeziehungen – Materialzuweisung und räumliche Zuweisung

Neben der funktionalen Struktur, also im Wesentlichen den Elementen der Klasse **IfcElement**, sind die räumliche Struktur und die Materialstruktur grundlegende Bestandteile des IFC-Datenmodells. Die Verortung der Elemente in der räumlichen Struktur sowie die Zuweisung von Materialien zu den Elementen erfolgt über die Funktion der Objektbeziehungen.

#### Generelles Konzept der Objektbeziehungen

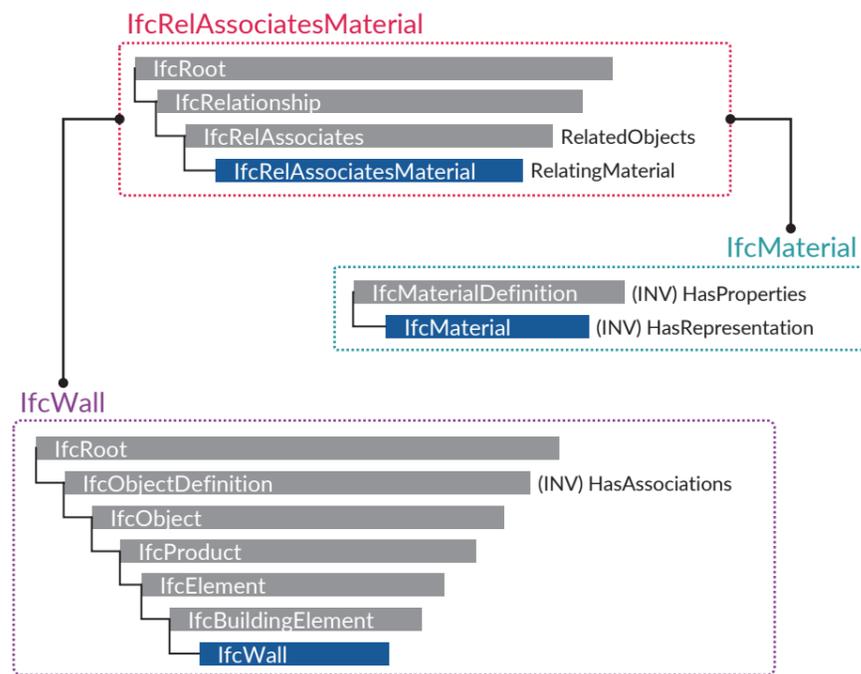
Mittels des Konzepts der Objektbeziehungen können Bauteile mit anderen Objekten in Zusammenhang gesetzt werden. In IFC erfolgt dies mit dem Prinzip der objektifizierten Beziehungen. Das bedeutet, dass die Assoziation zweier Objekte über gesonderte, dazwischengeschaltete Objekte, die die Beziehungen repräsentieren, hergestellt wird. Diese Beziehungsobjekte sind immer Instanzen einer Subklasse der Klasse **IfcRelationship**, die dem *Kernel* im *Core Layer* angehört. Die Beziehungsobjekte werden über Attribute mit Namen, die mit **Related** oder **Relating** beginnen, mit den Objekten verknüpft. Die Rückwärtsbeziehung wird über zugehörige inverse Attribute hergestellt.

#### Materialzuweisung

Die Zuordnung von Materialien zu Bauteilen ist ein wichtiger Bestandteil jedes digitalen Gebäudemodells, da diese für Mengenermittlungen, statische Nachweise und Energiebedarfsberechnungen unabdingbar sind. Die Verknüpfung von Bauteilen (also Subklassen von **IfcElement**) mit Materialien (also Subklassen von **IfcMaterialDefinition**) erfolgt über die Beziehungsklasse **IfcRelAssociatesMaterial**. Die Superklasse dieser Beziehungsklasse ist **IfcRelAssociates**, deren verschiedene Subklassen Beziehungen zu unterschiedlichen projektexternen oder -internen Informationen herstellen. Im Fall von **IfcRelAssociatesMaterial** sind es Materialinformationen.

Für diese Beziehungsklasse illustriert folgendes Bild ein Beispiel einer möglichen Verknüpfung. **IfcRelAssociatesMaterial** besitzt das Attribut **IfcRelatingMaterial** und durch die Attributvererbung von **IfcRelAssociates** außerdem das Attribut **IfcRelatedObject**. Das erstgenannte Attribut verweist auf Subklassen von **IfcMaterialDefinition**, wie **IfcMaterial** oder auch das für Verbundmaterialien benötigte **IfcMaterialLayerSet**. Zweiteres verweist auf Subklassen von **IfcObjectDefinition**, wie bspw. **IfcWall**. Die Klasse **IfcWall** besitzt durch die Attributvererbung das inverse Attribut **HasAssociations**. Mittels der Attribute erfolgt die Verknüpfung wie im Bild dargestellt.

Materialien können mit dem Attribut **Name** benannt werden. Zusätzlich können Subklassen von **IfcMaterialDefinition** über das inverse Attribut **HasProperties** weitere Materialeigenschaften zugewiesen erhalten, wie mechanische, thermische oder optische Eigenschaften. Weiters kann die Klasse **IfcMaterial** über das inverse Attribut **HasRepresentation** mit Darstellungsinformationen assoziiert werden, wie bspw. Schraffuren in der 2D-Darstellung oder Informationen für Renderings.

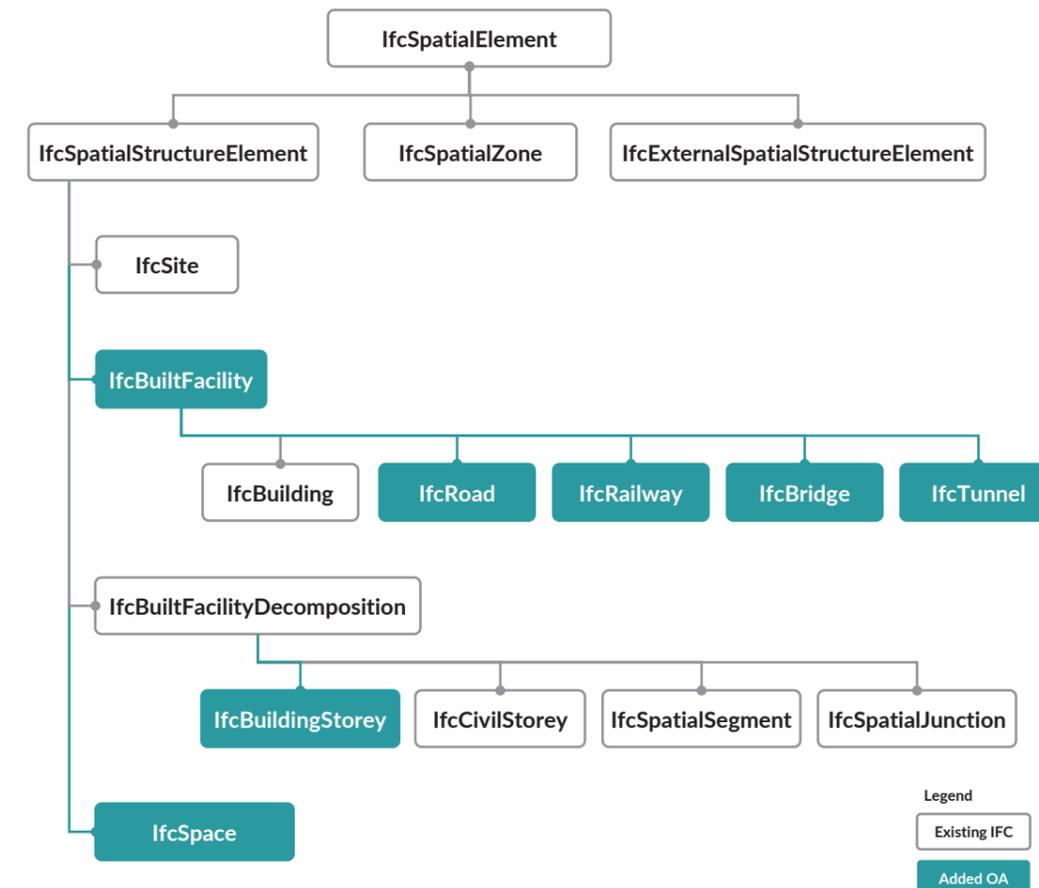


**Räumliche Zuweisung, Verortungsstruktur**

Grundlegend für jedes Gebäudemodell ist auch die räumliche Strukturierung der Bauteile. Beim Anlegen eines Projekts wird die sog. *Verortungsstruktur* als erstes erstellt. Anschließend werden die Bauteile logisch darin eingebettet.

Die Verortungsstruktur wurde mit IFC4.1 in ihren Möglichkeiten erheblich ausgebaut. Während es bis IFC4 nur möglich war, Bauwerksstrukturen des Hochbaus zu beschreiben – und diese improvisatorisch ebenfalls für Infrastruktur-Projekte genutzt wurde –, veröffentlichte buildingSMART mit IFC4.1 eine komplette Infrastruktur-Ergänzung. Nachfolgendes Bild zeigt diesen Umbau. Die farblosen Strukturkomponenten sind bestehende Hochbau-Komponenten, die türkisen Komponenten die neuen Infrastruktur-Komponenten.

Die Ergänzungen erfolgten zum einen auf der Ebene **IfcBuilding** – diese wurde jetzt durch **IfcBuiltFacility** in eine Gruppe verschiedener Bauwerkstypen umgeordnet (**IfcRoad**, **IfcRailway**, **IfcBridge**, **IfcTunnel**). Darüber hinaus kam es zu Änderungen auf der Ebene der **IfcBuildingStorey**. Es gibt nun mittels **IfcBuiltFacilityDecomposition** neben **IfcBuildingStorey** auch **IfcCivilStorey** für die Gliederung von Tiefbau-Bauwerken sowie mit **IfcSpatialSegment** und **IfcSpatialJunction** entsprechende Möglichkeiten zur Abbildung von linienbezogenen Bauwerken. Insbesondere letztere zwei *Strukturkomponenten* haben wesentliche Auswirkungen auf die Anwendbarkeit von IFC im Infrastrukturbereich und es wurde diesbezüglich mit der Entwicklung des sog. IFC-Alignment eine umfassende Unterstützung für die Abbildung von Trassenführungen implementiert.



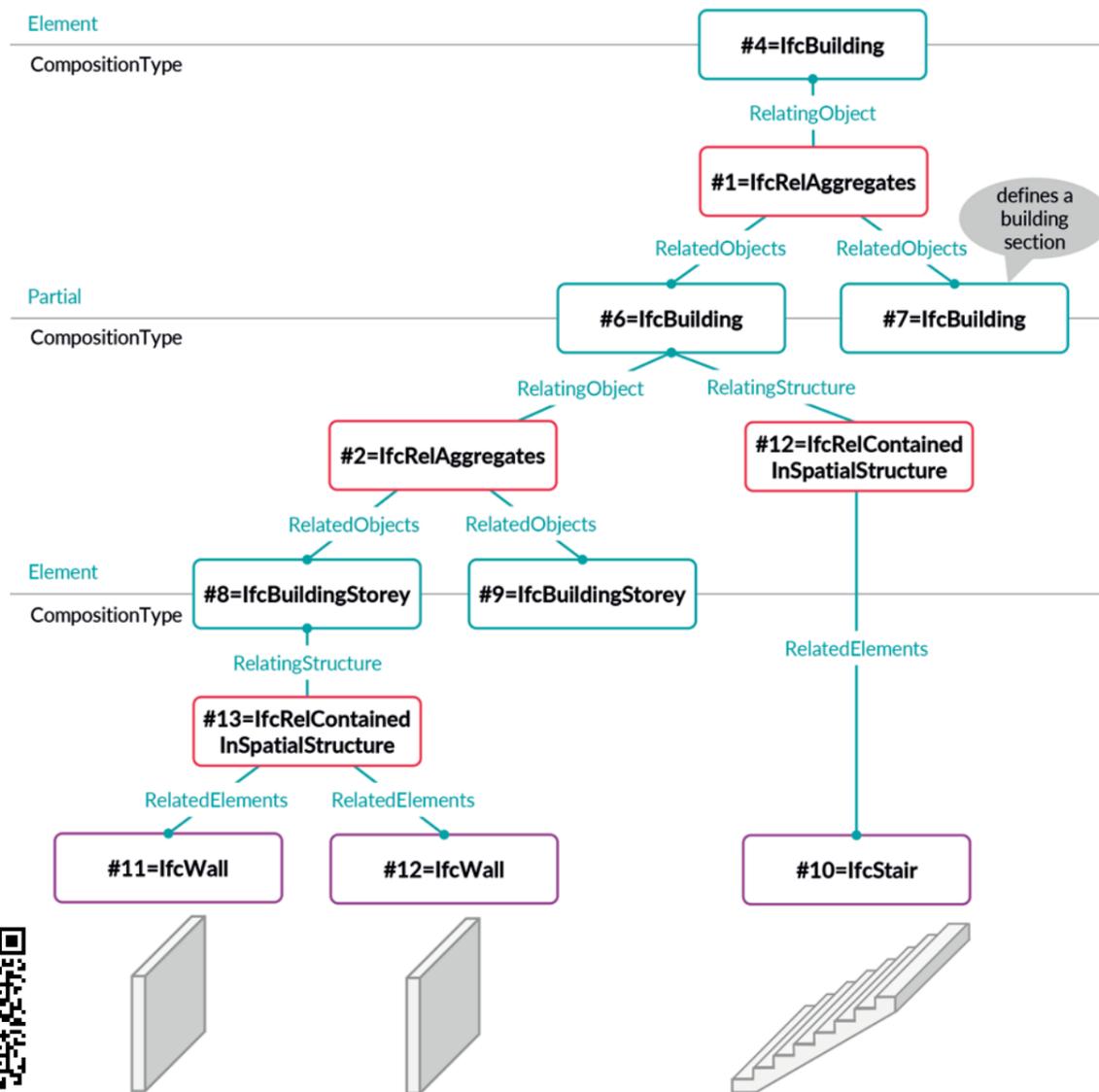
Diese *Verortungsstruktur* besteht in IFC aus Raumobjekten. Im Fall eines Gebäudes sind die Raumobjekte Instanzen von Subklassen von **IfcSpatialStructureElement**. Dazu gehören die Klassen **IfcSite**, **IfcBuilding** und **IfcBuildingStorey** (also Bauplatz, Gebäude und Stockwerk). Sie werden über Beziehungsobjekte der Klasse **IfcRelAggregates** zu einer hierarchischen Projektstruktur verknüpft. Ein Beispiel für die Verknüpfung solcher Raumobjekte mittels **IfcRelAggregates** zeigt folgendes Bild. Die Beziehungsklasse **IfcRelAggregates**, die eine Subklasse von **IfcRelDecomposes** ist, dient zur Verknüpfung von **IfcObjectDefinition**-Subklassen. Im vorliegenden Fall dient sie zur Zusammensetzung mehrerer Raumobjekte zu einer Raumgruppe.

Über die Beziehungsklasse **IfcRelContainedInSpatialStructure** erfolgt die Zuweisung von Bauteilen zu den Raumobjekten. Zwei Instanzen dieser sind ebenfalls in folgendem Bild dargestellt. Diese Klasse bildet eine Subklasse von **IfcRelConnects** bildet (siehe Bild in »Weitere Subklassen von **IfcRelationship**«). Beachtenswert dabei ist, dass jedes Bauteil nur einem Raumobjekt zugewiesen werden kann. Falls ein Bauteil jedoch, wie bspw. ein geschossübergreifendes Fassadenelement, mehreren Raumobjekten zugehörig ist, kann diese zusätzliche Zuweisung mittels der Beziehungsklasse **IfcRelReferencedInSpatialStructure** erfolgen. Die Verknüpfung von Bauteilen zum Beziehungsobjekt erfolgt über das inverse



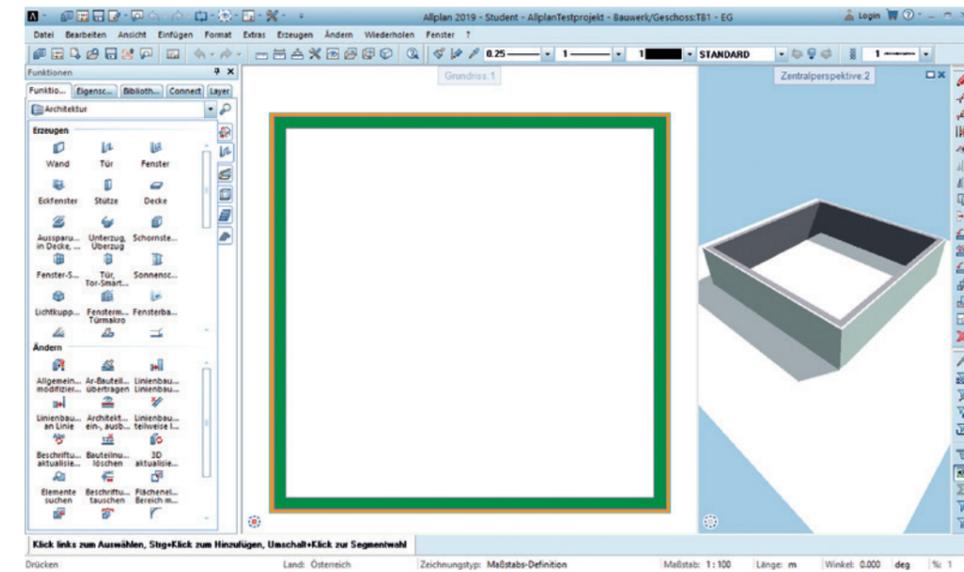
3.1 IFC – Industry Foundation Classes

Attribut **ContainedInStructure** der Klasse **IfcElement**. Folglich können Elemente aller Subklassen von **IfcElement** mit Raumobjekten verknüpft werden. Im abgebildeten Beispiel ist eine Instanz der Klasse **IfcStair** mit einem Raumobjekt der Klasse **IfcBuilding** verknüpft und zwei Objekte der Klasse **IfcWall** mit einem Raumobjekt der Klasse **IfcBuildingStorey**.



3.1 IFC – Industry Foundation Classes

Nachfolgend wird anhand eines weiteren Beispiels die Abbildung von Beziehungen in einer IFC-Datei betrachtet. Zu diesem Zweck wurden mittels Allplan 2019-1 vier Wände modelliert, die jeweils aus einer Stahlbeton- und einer Wärmedämmschicht bestehen:



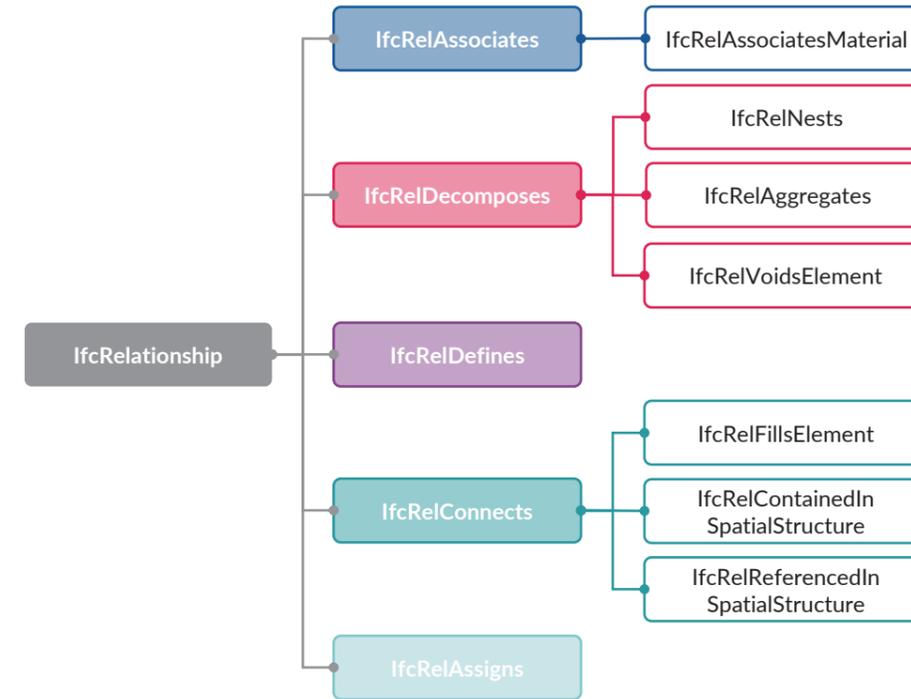
Folgendes Bild zeigt die aus Allplan exportierte und in Microsoft Excel geöffnete IFC-Datei. Knapp 90 % der Zeilen des DATA-Abschnittes sind darin ausgeblendet und die verbleibenden Zeilen sind zur besseren Anschaulichkeit eingefärbt. Jegliche Informationen im Zusammenhang mit den Properties der Wände und den ihnen zugeordneten Materialien sind ausgeblendet. Die Darstellung enthält somit nur noch Informationen zur räumlichen Struktur und zur Geometrie der Objekte sowie deren Verknüpfung miteinander.

Gelb gefärbte Instanzen stehen in Zusammenhang mit der Projektstruktur und den Raumobjekten, blau gefärbte mit den Wänden und deren Geometrie. Grau gefärbte Instanzen werden übergreifend referenziert. In den untersten beiden orangen Zeilen finden sich zwei Instanzen der Klasse **IfcRelAggregates**. Die erste Instanz verortet das Objekt mit dem IFC-dateiinternen Identifikator #38 (das Gebäude der Klasse **IfcBuilding**) im Projekt mit der ID #26. Die zweite lokalisiert das Geschoss der Klasse **IfcBuildingStorey** (mit der ID #54) im Gebäude. Die rosa Zeile über diesen beiden Zeilen zeigt eine Instanz der Klasse **IfcRelContainedInSpatialStructure**. Sie verortet die vier Wände der Klasse **IfcWallStandardCase** (mit den Identifikatoren #198, #386, #546 und #710) im Geschoss mit der ID #54. Da im Projekt keine Räume modelliert wurden und angrenzende Wände in IFC grundsätzlich nicht durch Beziehungsobjekte verbunden sind, ist deren relative Platzierung zueinander lediglich über ihre Koordinaten ablesbar.

```
#11= IFCOWNERHISTORY(#7,#10,$,.NOTDEFINED,$,$,1581848416);
#26= IFCPROJECT('3xUAvmkUzENPEaZ0_s0awJ',#11,'AllplanTestprojekt',$,$,$,(#65),#36);
#36= IFCUNITASSIGNMENT((#13,#14,#15,#19));
#38= IFCBUILDING('0wVmWt28TDpvgEtBzNOUSA',#11,'Default Building',$,$,#50,$,$,.ELEMENT.,$,$,$);
#47= IFCAXIS2PLACEMENT3D(#48,$,$);
#48= IFCCARTESIANPOINT((0.,0.,0.));
#50= IFCLOCALPLACEMENT($,#47);
#54= IFCBUILDINGSTOREY('2au4f2clb9SQe_neNqe1FT',#11,'Geschoss',$,$,#58,$,$,.ELEMENT.,0.);
#55= IFCAXIS2PLACEMENT3D(#56,$,$);
#56= IFCCARTESIANPOINT((0.,0.,0.));
#58= IFCLOCALPLACEMENT(#50,#55);
#65= IFCGEOMETRICREPRESENTATIONCONTEXT($,'Model',3,1.0000000000000000E-5,#21,$);
#68= IFCAXIS2PLACEMENT3D(#69,#71,#73);
#69= IFCCARTESIANPOINT((11013.29361463148,18449.9287310378,-200.));
#71= IFCDIRECTION((0.,0.,1.));
#73= IFCDIRECTION((-1.,0.,0.));
#75= IFCLOCALPLACEMENT(#58,#68);
#77= IFCPRODUCTDEFINITIONSHAPE($,$,(#126,#141));
#81= IFCARBITRARYCLOSEDPROFILEDEF(.AREA.,",#84);
#84= IFCPOLYLINE((#86,#88,#90,#92,#94,#96,#98,#100,#86));
#86= IFCCARTESIANPOINT((-10000.,-400.));
#88= IFCCARTESIANPOINT((0.,-400.));
#90= IFCCARTESIANPOINT((0.,-300.));
#92= IFCCARTESIANPOINT((-100.,-300.));
#94= IFCCARTESIANPOINT((-100.,-0.));
#96= IFCCARTESIANPOINT((-9900.,-0.));
#98= IFCCARTESIANPOINT((-9900.,-300.));
#100= IFCCARTESIANPOINT((-10000.,-300.));
#102= IFCCARTESIANPOINT((-10000.,-400.));
#104= IFCEXTRUDEDAREASOLID(#81,#105,#112,2500.);
#105= IFCAXIS2PLACEMENT3D(#106,#108,#110);
#106= IFCCARTESIANPOINT((10000.,400.,0.));
#108= IFCDIRECTION((0.,0.,1.));
#110= IFCDIRECTION((1.,0.,0.));
#112= IFCDIRECTION((0.,0.,1.));
#126= IFCSHAPEREPRESENTATION(#61,'Body','SweptSolid',(#104));
#133= IFCPRESENTATIONLAYERWITHSTYLE ('Daemmung',$,(#104,#323,#483,#647),'MW_DAEMMUN',.T.,.U.,.F.,(#134));
#141= IFCSHAPEREPRESENTATION(#143,'Axis','Curve2D',(#145));
#143= IFCGEOMETRICREPRESENTATIONSUBCONTEXT('Axis','Model',*,*,*,#65,$,.MODEL_VIEW.,$);
#145= IFCPOLYLINE((#147,#149));
#147= IFCCARTESIANPOINT((0.,0.));
#149= IFCCARTESIANPOINT((10000.,0.));
#198= IFCWALLSTANDARDCASE('0MnkgC4Fv5kftsvYU2Myo8',#11,'',$,$,#75,#77,$,$);
#386= IFCWALLSTANDARDCASE('3QrME8v0LDvhhz5vzlpYG',#11,'',$,$,#299,#300,$,$);
#546= IFCWALLSTANDARDCASE('1lisxhtQb1$h2z4CM719Kf',#11,'',$,$,#459,#460,$,$);
#710= IFCWALLSTANDARDCASE('1e7$owAd98_v64KEXwR6Pd',#11,'',$,$,#623,#624,$,$);
#780= IFCRELCONTAINEDINSPATIALSTRUCTURE('0UVDK$jnLcKuGI5p_d2wxo',#11,$,$,(#198,#386,#546,#710),#54);
#787= IFCRELAGGREGATES('21HSISdH98seVOROFZ51BE',#11,$,$,#26,(#38));
#791= IFCRELAGGREGATES('2MWO5JTgv4HOO2$ZGD4AfV',#11,$,$,#38,(#54));
```

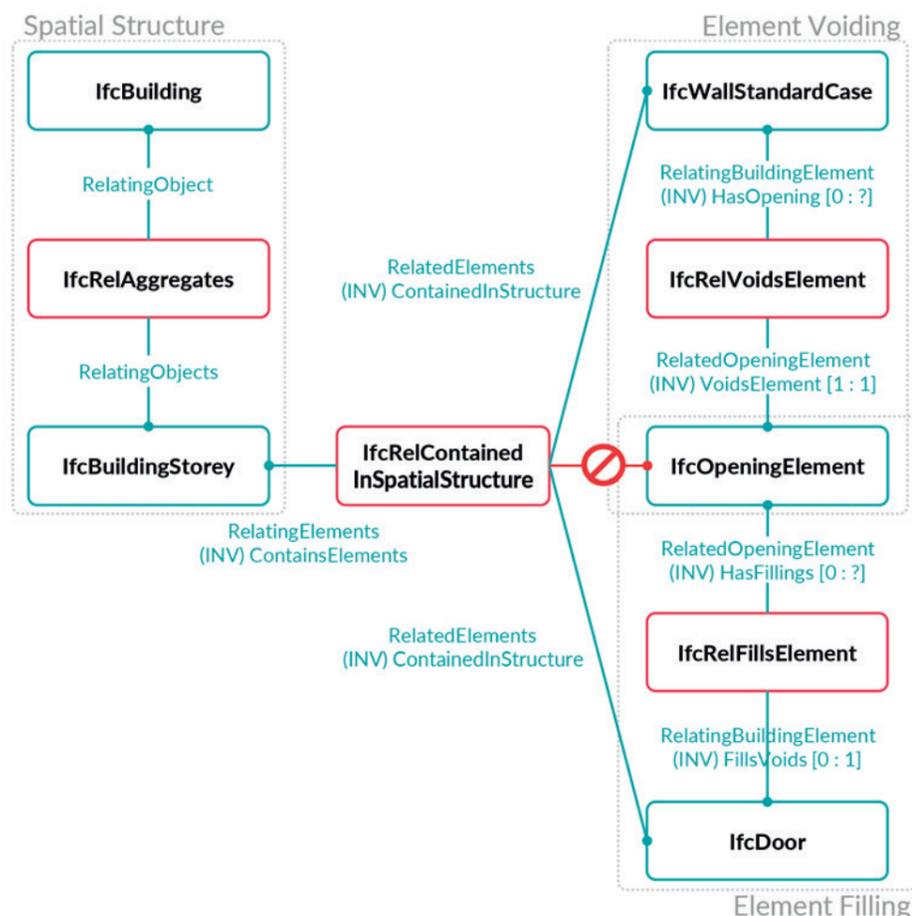
Weitere Subklassen von IfcRelationship

Die fünf direkten Subklassen von IfcRelationship und einige derer Subklassen zeigt dieses Bild:



IfcRelAssociates verknüpft Informationsquellen zu Materialien, Dokumenten und Restriktionen, die sich innerhalb oder außerhalb der Projektdaten befinden, mit Objekten der Klassen IfcObject, IfcTypeObject oder in bestimmten Fällen IfcPropertyDefinition. Details zur IfcRelAssociates-Subklasse IfcRelAssociatesMaterial finden sich weiter oben in »Materialzuweisung«.

IfcRelDecomposes wird in IFC als »Teil-zu-Ganzes-Beziehung« übersetzt. Sie definiert das generelle Konzept von zusammengesetzten bzw. zerlegten Elementen. Mit dieser Beziehungsklasse kann eine Teil-Ganzes-Hierarchie formuliert werden, mit der Möglichkeit vom Ganzen (der Komposition) zu einem Teil zu navigieren und umgekehrt. Es gibt mehrere Arten von Dekompositionen: einerseits die Klasse IfcRelNests, die bspw. zur Verknüpfung von Kostenelementen genutzt wird, bei denen eines eine Schachtel (nest) für die anderen bildet, und andererseits die Klasse IfcRelAggregates, die zum Beispiel eine Rahmenkonstruktion als Gruppierung (aggregation) eines Balkens und einer Stütze abbilden kann. Diese Klasse wird ebenfalls zur Verknüpfung von Raumobjekten eingesetzt (siehe »Räumliche Zuweisung, Verortungsstruktur« weiter oben). Weiters bietet die Klasse IfcRelVoidsElement die Möglichkeit, eine Öffnung in einem Element zu modellieren. Eine Instanz dieser Klasse zur Abbildung einer Öffnung in einer Wand findet sich in folgendem Bild:



**IfcRelDefines** enthält Subklassen zur Zuordnung von Objekttypen zu Objektinstanzen (siehe Abschnitt 3.1.10), zur Zuordnung von Property Sets zu Objektinstanzen (siehe Abschnitt 3.1.9) und zur Zuordnung von *Property Set Templates* zu *Property Sets*.

**IfcRelConnects** beinhaltet Klassen, die Verbindungen zwischen Objekten unter speziellen Bedingungen herstellen. Im Beispiel der Subklasse **IfcRelContainedInSpatialStructure** (siehe »Räumliche Zuweisung, Verortungsstruktur« weiter oben) handelt es sich dabei um die Bedingung, dass ein Objekt lediglich einem einzigen räumlichen Strukturelement zugeordnet werden kann. Zur Zuordnung zu einem weiteren räumlichen Strukturelement wird **IfcRelReferencedInSpatialStructure** genutzt. Die Klasse **IfcRelFillsElement** ermöglicht eine eins-zu-eins-Beziehung zwischen einer Öffnung und einem Element, das diese füllt, wie bspw. einer Türe in einer Wandöffnung. Dieses Beispiel ist im vorherigen Bild illustriert. Die Öffnung selbst ist dabei lediglich mit den Elementen verknüpft, also im Beispiel der Türe und der Wand, und nicht mit dem Raumobjekt, in dem sie sich befindet.

**IfcRelAssigns** ist die Superklasse für verschiedene »Link«-Beziehungen, die zwischen Instanzen von **IfcObject** und deren direkten Subklassen eingesetzt werden können. Ein »Link« bezeichnet jene Zuordnung, bei der das Objekt Kunde

(*Client*) die Dienste des anderen Objekts Lieferant (*Supplier*) anwendet. Ein Beispiel zeigt folgendes Bild. In diesem Fall wird eine Instanz der **IfcResource**-Subklasse **IfcLaborResource** als Lieferant einer Instanz der **IfcProcess**-Subklasse **IfcTask** als Kunde zugeordnet. Das Beziehungsobjekt für diese Verknüpfung ist die **IfcRelAssigns**-Subklasse **IfcRelAssignsToProcess**.



### 3.1.9 Properties

Um in IFC eine Erweiterung oder Spezialisierung von Klassen umzusetzen, ohne neue Subklassen zu erstellen, gibt es die Möglichkeit, Eigenschaften von Objekten zu definieren. Die Eigenschaften sind in IFC auf zwei Arten implementiert: einerseits durch *Attribute* und andererseits durch *Properties* (Merkmale). Diese Zweiteilung wurde in IFC vorgesehen, da von Nutzern benötigte Eigenschaften nicht immer international standardisiert und vorhersehbar sind. Das Schema sollte nicht weiter aufgebläht werden. Attribute dienen dazu, einige grundlegende Eigenschaften von Objekten direkt im Schema abzulegen. Ein Beispiel dafür bietet das Attribut *OverallHeight* der Klasse **IfcDoor**, das bei der Instanziierung eines Türobjekts angegeben werden kann. Attribute sind statisch und können somit nicht von Nutzern erzeugt werden. Die dynamisch erzeugbaren *Properties* stehen im Gegensatz dazu. Sie bieten die Möglichkeit zu nationalen bzw. nutzerspezifischen Erweiterungen des IFC-Schemas.

*Properties* können mit Hilfe der Subklassen von **IfcProperty**, aus dem Schema *Property Resource* des *Resource Layers*, frei definiert werden. Sie werden über ein Tupel der Form »Name-Wert-Datentyp-Einheit« definiert. Die meist verwendete Subklasse von **IfcProperty** ist **IfcPropertySingleValue**, bei der genau ein Wert bestimmt werden kann. Die Schablone für *Properties* lautet also in dem Fall »Name-NominalValue-Type-Unit«. Ein Beispiel zur Veranschaulichung ist das Property **IfcLoadBearing** der Klasse **IfcWall** mit dem Tupel »Name: Load Bearing; Wert: YES; Datentyp: Boolean«. Eine andere Subklasse von **IfcProperty** ist bspw. **IfcPropertyEnumeratedValue**, bei der ein Wert aus vordefinierten Alternativen gewählt werden kann. Diese werden über das Attribut *EnumerationValues* referenziert. Bei der Subklasse **IfcPropertyBoundedValue** können ein *UpperBoundValue* und ein *LowerBoundValue* definiert werden.

Einzelne *Properties* werden in den *Property Sets* (Merkmallisten) gruppiert. Diese *Property Sets* (**Pset**) sind thematisch geordnet. Jede Elementklasse umfasst zumindest ein Standard-**Pset**, das typischerweise mit dem Suffix **Common** bezeichnet ist, bspw. **Pset\_CoveringCommon**. Einige **Psets** sind auch gleichzeitig vielen Elementklassen zugeordnet, bspw. das **Pset\_Warranty**. Seit einigen Jahren hat sich für individuell erstellte **Psets** die Praxis etabliert, diese mit dem Suffix **Specific** zu bezeichnen, bspw. **Pset\_CoveringSpecific**.

Die Klasse `IfcPropertySet` besitzt das Attribut `HasProperties`, das die Verknüpfung zur Klasse `IfcProperty` herstellt. Damit ist eine Art »Metamodell« bereitgestellt, das weiter deklariert werden kann, indem das Namensattribut des Property Set und die Attribute der zugeordneten Properties bestückt werden.

Die Superklasse von `IfcPropertySet` ist die Klasse `IfcPropertySetDefinition`; diese ist ein Teil des `IfcKernel` im `Core Layer`. Sie definiert abgesehen von den dynamisch erweiterbaren Merkmallisten der Klasse `IfcPropertySet` auch statisch definierte Merkmallisten der Klasse `IfcPreDefinedPropertySet`. Die wenigen vordefinierten Merkmallisten enthalten ausschließlich Attribute für architektonische Elemente, wie die Liste `IfcDoorLiningProperties`, die dem Element `IfcDoor` zugeordnet werden kann und Spezialisierungen für Türzargen enthält.

Die Verknüpfung von einem Property Set zu einem Objekt erfolgt über das Beziehungsobjekt `IfcRelDefinesProperties` (siehe Abschnitt 3.1.8). Über das Attribut `DefinesOccurrence` der Klasse `IfcPreDefinedPropertySet` werden Property Sets mit dem Beziehungsobjekt verknüpft. Das Attribut `IsDefinedBy` ermöglicht die Verknüpfung aller Subklassen von `IfcObject` zum Beziehungsobjekt. Eine Zuordnung zu einem Objekttyp der Klasse `IfcTypeObject` (siehe Abschnitt 3.1.10) ist ebenfalls möglich. Diese erfolgt direkt über die Attribute `DefinesType` auf der einen und `HasPropertySets` auf der anderen Seite.

In der Datenbank des bSDD werden sie in der Form von XML-Dateien mit dem Namensschema »Pset\_\*.xml« verwaltet.

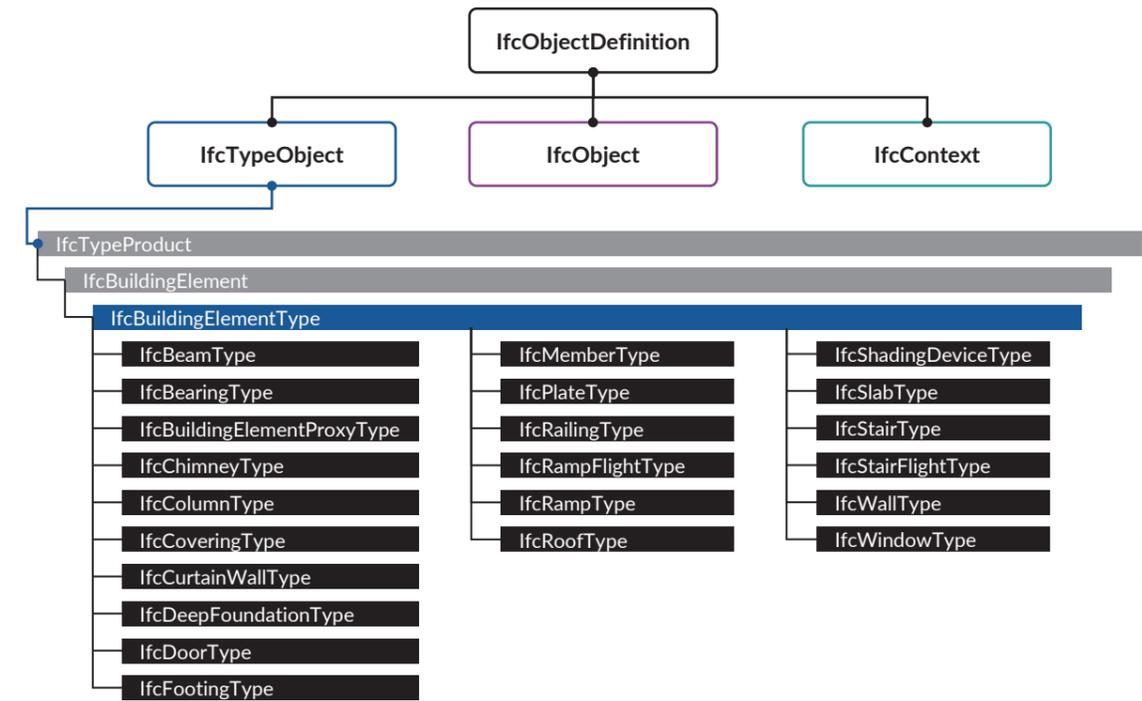
**Einheiten**

Merkmale können mittels der Deklaration des `IfcValue`, bspw. `IfcVolumeMeasure`, in ihrer Ausprägung hinsichtlich der zu verwendeten Inhalte, Einheiten oder auch Wertebereiche präzise gesteuert werden. Dabei wird zumeist neben der Maßeinheit auch die Ausprägung definiert, bspw. die Eingrenzung auf reale Zahlen. Die IFC-Spezifikation umfasst mit den `ValueTypes` eine umfassende Definition aller vorhandenen SI-Einheiten (siehe QR-Code).

**3.1.10 Objekttypen**

In IFC wird das Konzept der Objekttypen bereitgestellt, um häufig wiederkehrende Bauteile effizient beschreiben zu können. Dafür wird ein wiederverwendbares Muster vordefiniert, also eine Art »Schablone«. Die Objekttypen können Attribute und Properties definieren, die dann automatisch an die verknüpften Objekte weitergegeben werden. Dies kann als Vorinstanziierung bezeichnet werden. Bei der tatsächlichen Instanziierung der Objekttypen werden nur noch Daten, wie etwa die räumliche Lage oder die Beziehungen zu anderen Objekten, festgelegt. Diese Daten können nicht über Objekttypen vorgegeben werden.

Alle Objekttypen sind Subklassen von `IfcTypeObject`, deren Superklasse `IfcObjectDefinition` ist, die zugleich auch die Superklasse von `IfcObject` ist. Es stehen für die meisten Objekte entsprechende Objekttypen bereit, die denselben Namen wie das Objekt mit dem zusätzlichen Suffix »Type« tragen, bspw. `IfcDoorType` zum Objekt `IfcDoor`. Die Subklassen der `IfcTypeObject`-Subklasse `IfcBuildingElementType` sind in folgendem Bild dargestellt:



Bei einer Bekleidung (`IfcCovering`) könnte es folgende Typendeklarationen geben: `Ceiling`, `Flooring` und `Insulation`. Einige Elementklassen wie `IfcWindow`, `IfcDoor` oder auch `IfcPile` besitzen mehrere Typendeklarationen – `IfcPile` bspw.:

- den `PredefinedType` mit den Enumerationen (`IfcPileTypeEnum`) BORED, DRIVEN, JETGROUTING etc.
- den `ConstructionType` mit den Enumerationen (`IfcPileConstructionEnum`) CAST\_IN\_PLACE, COMPOSITE, PRECAST\_CONCRETE etc.

Ein derartiges Konzept wird sich künftig wohl auch in anderen Elementklassen durchsetzen, da die Trennung von Ausprägung und Bauweise in zwei getrennten Typen gesamtheitlich wesentlich saubere Deklarationen ermöglicht.

Mit IFC4.3 wird sog. `Multityping` eingeführt, das eine gleichzeitige Mehrfachdeklaration von Typen ermöglicht. Bis IFC4.2 war nur die eindeutige Deklaration von Typen möglich.



### 3.2 Model View Definition (MVD)

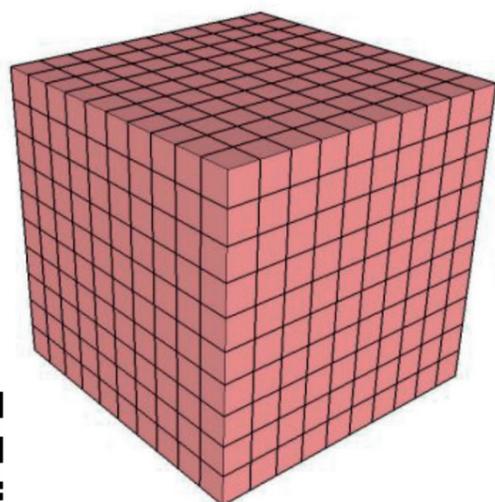
Die Model View Definition (MVD) ist eine essentielle Grundlage zur Beschreibung von Übertragungsanforderungen sowie deren technischen Umsetzung. Die Implementierung und Zertifizierung von IFC in BIM-Applikationen basiert auf Grundlage von MVDs.

#### 3.2.1 Nutzen von MVD

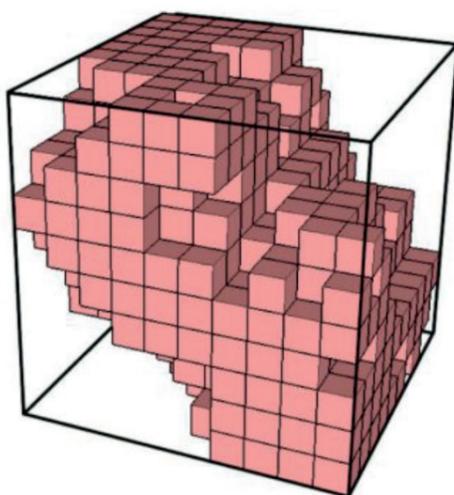
Eine MVD wird im Kontext einer Übertragungsanforderung erstellt, bspw. der Koordination von verschiedenen Fachmodellen. Sie definiert eine darauf abgestimmte Eingrenzung (*Subset*) der IFC-Spezifikation (IFC-Schema). Diese Eingrenzung fokussiert auf die Anforderungen (*Exchange Requirements*) des Erstellers und Empfängers der Informationen. Die Erhebung der Anforderungen erfolgt dabei auf Grundlage einer IDM (Information Delivery Manual) gem. ISO 29481. Eine Eingrenzung der IFC-Spezifikation durch eine MVD kann auf folgende Inhalte wirken:

- Elementklassen und Types
- QuantitySets, Psets und Merkmale

#### SCHEMA IFC



#### MVD



Die Integration der Infrastruktur-Anforderungen in die IFC-Spezifikation bewirkt ein Ansteigen der entsprechend benötigten Elementklassen. Es wird zunehmend unmöglich, für BIM-Applikationen die gesamte IFC-Spezifikation zu implementieren. Die Eingrenzung einer MVD ist dabei eine Erleichterung. Sie ermöglicht es, den Funktionsumfang einer BIM-Applikation auf die im Kontext der MVD relevanten Anforderungen abzustimmen. Der Zertifizierungsprozess (siehe QR-Code) von buildingSMART für BIM-Applikationen basiert daher auf MVDs. MVDs haben eine harmonisierende bzw. konsolidierende Wirkung auf den Softwaremarkt, da sie eine Art Schablone für den geforderten Funktionsumfang bei der Informationserstellung, -übertragung und -interpretation darstellen.



### 3.2.2 Etablierte MVDs und ihre Zielsetzung

Die **Coordination View 2.0 (CV 2.0)** ist die erste MVD, die sich am Markt der BIM-Applikationen etablierte. Sie entstand im Kontext der IFC2x3 TC1 (2.3.0.1). Die Eingrenzung der CV 2.0 fokussiert auf die Bereitstellung von Fachmodellen (Architektur, Tragwerksplanung, Gebäudetechnik) zur Gesamtkoordination von Hochbau-Projekten im Verlauf der Planung.

Die geometrischen Übertragungsmöglichkeiten sind dabei nicht übermäßig eingeschränkt und erlauben eine flexible Anpassung. Modellinhalte können sowohl mit extrudierter Geometrie als auch mit präziser Geometrie (BREP – *Boundary Representation*) übertragen werden. Die Übertragung mit extrudierter Geometrie erlaubt eine möglichst gute native Weiterverwendung in der Zielapplikation. Dagegen ermöglicht die Übertragung mit präziser Geometrie (BREP) eine exakte Geometriewiedergabe in der Zielapplikation. Im BREP-Modus können Bauelemente in ihre Bestandteile aufgelöst (bspw. Wandschichten) und als einzelne Parts (Komponenten) ausgegeben werden. Auf diese Weise ist die schichtweise Auswertung/Analyse eines Modells möglich. Eine komplexe Geometrie wird in IFC2x3 trianguliert übertragen.

Die CV 2.0 wurde für viele BIM-Applikationen am Markt zertifiziert und ist derzeit die am weitesten verbreitete MVD. Mangels Alternativen kommt sie teilweise auch interimistisch für Verkehrsinfrastrukturprojekte zum Einsatz, bei denen aufgrund noch nicht verfügbarer bzw. in der BIM-Applikation vorab implementierter Infrastruktur-Elementklassen noch intensiv mit **IfcBuildingElementProxy** improvisiert wird. Dabei stellt oftmals die reine Ausrichtung der Verortungsstruktur (**SpatialStructure**) auf den Hochbau bzw. die unpräzise Handhabung des Koordinatensystems der BIM-Applikationen (im Zusammenspiel mit IFC) ein Problem dar.

Die **Reference View 1.2 (RV 1.2)** ist die zweite etablierte MVD. Sie entstand im Kontext der IFC4 ADD2 TC1 (4.0.2.1). Die Eingrenzung der RV 1.2 fokussiert auf die Bereitstellung von Fachmodellen als Referenz (Architektur, Tragwerksplanung, Gebäudetechnik) zur Gesamtkoordination von Hochbau-Projekten im Verlauf der Planung.

Die *geometrischen Übertragungsmöglichkeiten* sind dabei *eingeschränkt* (im Gegensatz zur CV 2.0) und auf den Anwendungsfall der Modellkoordination ausgerichtet. Modellinhalte werden mit präziser Geometrie (BREP – *Boundary Representation*) übertragen. Dies ermöglicht eine exakte Geometriewiedergabe in der Zielapplikation. Im BREP-Modus können Bauelemente in ihre Bestandteile aufgelöst (bspw. Wandschichten) und als einzelne Parts (Komponenten) ausgegeben werden. Auf diese Weise ist die schichtweise Auswertung/Analyse eines Modells möglich. IFC4 ADD2 TC1 (4.0.2.1) bietet außerdem nun für BREP auch die Geometriebeschreibung mittels NURBS. Dies ist wesentlich präziser und platzsparender (Datenmenge) als die Triangulierungsmethoden in IFC2x3.

RV 1.2 wurde inzwischen für sechs BIM-Applikationen am Markt zertifiziert – allerdings nur für den IFC-Export (Stand 12/2020). Mangels Alternativen wird sie teilweise auch interimistisch für Verkehrsinfrastrukturprojekte verwendet,



bei denen aufgrund noch nicht verfügbarer bzw. in der BIM-Applikation vorab implementierter Infrastruktur-Elementklassen noch intensiv mit **IfcBuildingElementProxy** improvisiert wird. Dabei stellt oftmals die reine Ausrichtung der Verortungsstruktur (**SpatialStructure**) auf den Hochbau ein Problem dar. Die Zertifizierung der **RV 1.2** ist weniger tolerant gegenüber Fehlern, daher nimmt die Durchführung der **RV 1.2**-Zertifizierungen mehr Zeit in Anspruch als für **CV 2.0**. Daher ist jedoch auch von einer wesentlich homogeneren Implementierungsqualität bei den BIM-Applikationen auszugehen.

### 3.2.3 Künftige MVD und ihre Zielsetzung

Da die **RV 1.2** den Anwendungsfall der Modell-Koordination wesentlich fokussierter umsetzt als die **CV 2.0**, wird zumindest eine zweite MVD für **IFC4** benötigt, die den Anwendungsfall der Modellübergabe (*Interoperabilität*) unterstützt. Dies ist bspw. für die Bereitstellung des Architekturmodells an den Tragwerksplaner notwendig, damit dieser sein Tragwerksmodell aufbauen kann. Ebenso ist dies auch für die Modellübergabe an den Auftraggeber zum Projektabschluss erforderlich, damit der Auftraggeber in weiterer Folge Änderungen am Bauwerk im Modell fortschreiben kann.

Die **Design Transfer View 1.1 (DTV 1.1)** wurde dafür entwickelt. Sie entstand im Kontext der **IFC4 ADD2 TC1 (4.0.2.1)**. Die Eingrenzung der **DTV 1.1** fokussiert auf den Transfer von Fachmodellen zwischen zwei BIM-Applikationen – allerdings nur in eine Richtung und nicht im Wechselspiel (Roundtrip). Die geometrischen Übertragungsmöglichkeiten sind dabei eingeschränkt (im Gegensatz zur **CV 2.0**) und auf den Anwendungsfall des Modelltransfers ausgerichtet. Modellinhalte werden mit extrudierter Geometrie übertragen. Dies ermöglicht eine native Weiterverwendung in der Zielapplikation. Die **DTV 1.1** ist derzeit noch nicht für BIM-Applikationen zertifiziert (Stand 12/2020).

Mit der **Quantity View 0.1 (QV 0.1)** existiert eine MVD, die auf den Anwendungsfall der modellbasierten Massen- und Kostenermittlung abzielt. Diese befindet sich derzeit in Entwicklung (*Status Draft*) und ist noch nicht für BIM-Applikationen zertifiziert (Stand 12/2020).

Mit der **Basic FM Handover View (FM)** existiert eine MVD, die auf den Anwendungsfall der Datenübergabe von Modellinformationen am Projektabschluss an das FM (Facility Management) abzielt (siehe QR-Code). Sie entstand im Kontext der **IFC2x3 TC1 (2.3.0.1)**. Die FM hat offiziellen Status, ist jedoch am Markt noch nicht etabliert und noch nicht für BIM-Applikationen zertifiziert (Stand 12/2020).



### 3.3 BCF-Kommentare

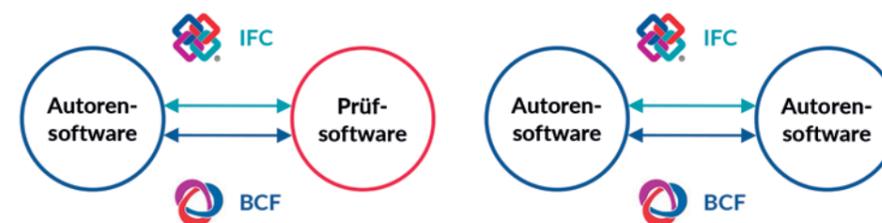
BCFs kennzeichnen Fragen und Problemstellungen an dezidierten Modellelementen und dienen der Kommunikation der Mängel zwischen den BIM-Organisationseinheiten. In dem Zusammenspiel der ISO- und buildingSMART-Standards übernimmt BCF die Rolle der Datenschnittstelle für die Kommunikation – ohne konkrete Modellelemente zu transportieren.

BCF (oder BCF-Kommentare) enthalten immer:

- die GUID (*Globally Unique Identifier*),
- den vergebenen Namen,
- hinterlegte Blickpunkt(e) mit Kameraposition auf ausgewählte Modellelemente, Sichtbarkeiten und Färbungen von Modellelementen (IFC-Koordinaten),
- Bilder (in Bezug zu den Blickpunkten),
- Anmerkungen im 3D-Raum,
- Beschreibung, Datum, Autor, Adressat, Gruppenzuordnung (z.B. Disziplin oder BIM-Organisationseinheit),
- Kommentare (Autor, Datum, Blickpunkt),
- angefügte Dateien und
- den Status (z.B. offen, geschlossen).

Als standardisierte XML-Datei (Dateiendung »bcf« oder »bcfzip«) beinhaltet eine BCF also nicht das Modell oder Teile dessen, sondern stellt eine Referenzbeziehung zu Modellelementen über deren GUID her. Die GUID ist eine automatisch erzeugte Zahl mit 128 Bit; sie ist eindeutig und nicht veränderbar.

Ihr einfaches Format erlaubt es Softwareherstellern, die Funktionalität einfach in die jeweilige Applikation einbinden zu können. BCF werden von allen BIM-Organisationseinheiten verwendet. Ihre Hauptfunktion findet sich im Bereich der Qualitätssicherung des Modellmanagements, da sie Problemstellungen zugleich kommunizieren wie auch dokumentieren. BCFs werden jedoch genauso in kleinen Abstimmungsfällen zwischen BIM-Fachkoordination (BFK) und BIM-Erstellern (BE) verwendet, um konkrete Fragen zu Modell- und Planungsinhalten abstimmen zu können:



In den Leistungsphasen kann BCF zudem noch unterschiedlich genutzt werden:

**in der Entwurfsphase:**

- Dokumentation der Qualitätssicherung/Qualitätskontrolle (QA/QC),
- Identifizierung von Entwurfskoordinationsproblemen (Kollisionserkennung) zwischen Domänenmodellen sowie
- Kommentieren von Entwurfsoptionen, Objekt-Alternativen und Materialien.

**in der Ausschreibungs- und Vergabephase:**

- Koordination der Ausschreibung und Abklärungen sowie
- Kosten- und Lieferanteninformationen für Objekte, Baugruppen und/oder Systeme.

**in der Errichtungsphase:**

- Qualitätssicherung/Qualitätskontrolle (QA/QC) der Aufzeichnungen von Installationen,
- Verfolgung der Verfügbarkeit von Artikeln/Materialien und Koordination von Ersatzprodukten sowie
- Sammlung von Last-Minute-Informationen zur Übergabe an den Eigentümer/Betreiber.

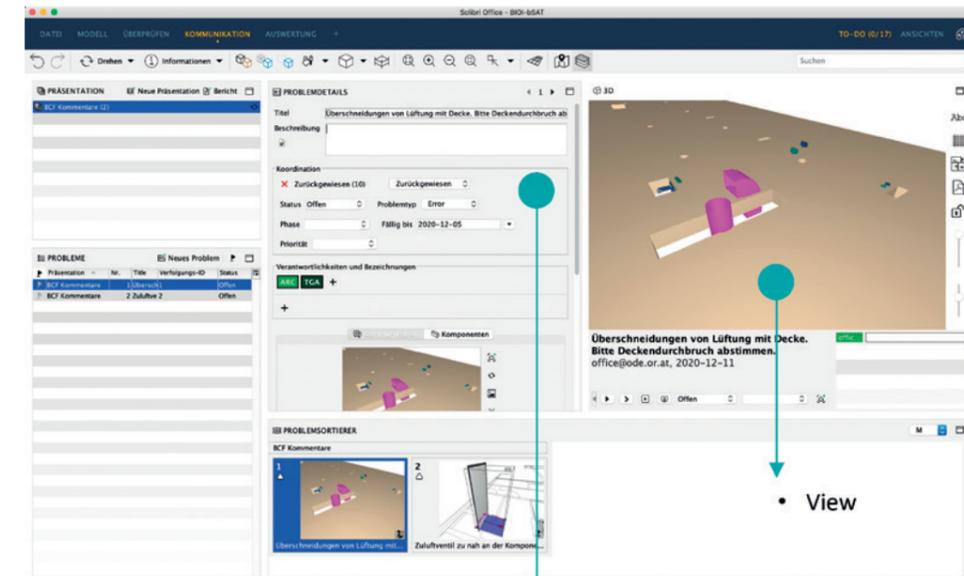
**in der Betriebsphase:**

- Hinweise auf Handover-Modelle bei Änderungen an der Anlage und ihren vielen Elementen während der Betriebsnutzung sowie
- Notizen des Besitzers über notwendige Verbesserungen.

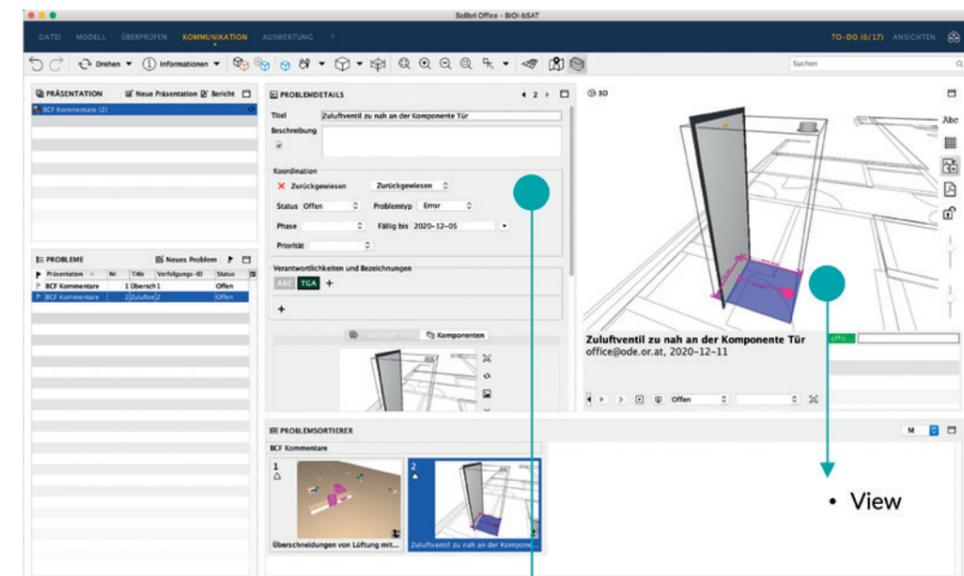
Die Kommentare in BCFs sollten immer präzise, kurz und wertungsneutral beschrieben werden. Die gewählten Blickpositionen auf die Modellinhalte sollten immer übersichtlich (durch Sichtbarkeiten und Färbungen) dargestellt werden. Auch der Status der BCFs ist immer aktuell zu halten. Besonders wenn beinhaltetete Problemstellungen gelöst worden sind, ist der Status auf »geschlossen« zu setzen. Diese Richtlinien ermöglichen einen guten Arbeitsablauf zwischen allen Projektbeteiligten und stellen sicher, die BCF-Funktionalität auch übersichtlich außerhalb der eigenen Applikationen nutzen zu können.

Gleich zu welchem Zeitpunkt und welcher Nutzung: BCF sollten immer im Sinne der Transparenz und Durchgängigkeit über eine definierte Plattform ausgetauscht werden. Dies kann die CDE des jeweiligen Projekts sein oder eine zusätzliche dafür vorgesehene web-basierte kollaborative Plattform. Eine gute Plattform liefert über ihre Funktionalitäten und Darstellungen auch immer einen guten Überblick über den Zustand eines Projekts – dieser kann über die BCFs abgebildet werden. Durch die Zuordnung zu Gruppen (BIM-Organisationseinheiten und Fachmodellen), Zuständigkeiten in den Problemstellungen und den Status aller BCFs können nicht nur einzelne kritische Punkte identifiziert werden, sondern auch rechtzeitig kritische Projekt-Leistungen abgebildet werden.

Folgende Bilder zeigen typische BCF-Kommentare. Im mittleren Bereich ist die Problembeschreibung, der Status, die Fälligkeit sowie die Verantwortung. Rechts sind die entsprechenden Views (Blickpunkt mit Kameraposition auf ausgewählte Modellelemente) zu sehen.



- Problembeschreibung
- Status
- Fälligkeit
- Verantwortung



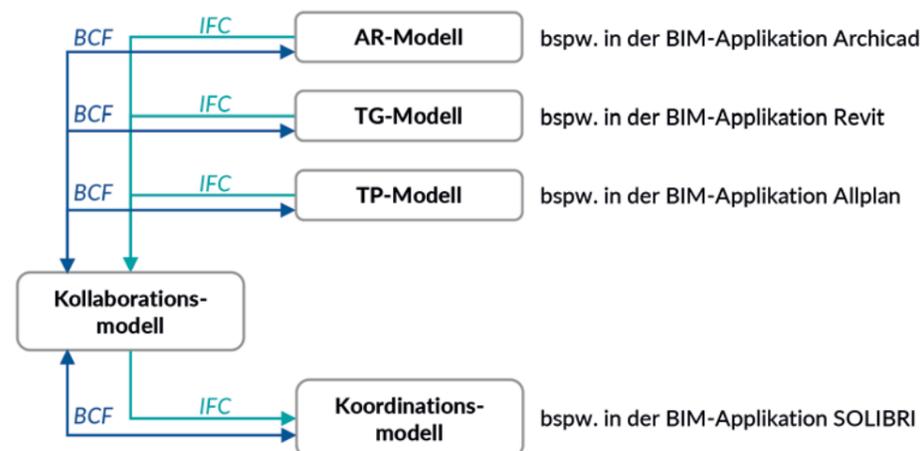
- Problembeschreibung
- Status
- Fälligkeit
- Verantwortung

3.4 Common Data Environment (CDE)

3.4 Common Data Environment (CDE)

3.4 Common Data Environment (CDE)

Die Common Data Environment (Kollaborationsplattform) ist eine essentielle Grundlage zur Abwicklung der Zusammenarbeit im Zuge der Projektdurchführung. Eine CDE wird in Projekten zumeist vom Auftraggeber bereitgestellt. Ein professioneller Auftraggeber wickelt im optimalen Fall sein gesamtes Portfolio auf einer CDE ab und mindert so Einrichtungsaufwände, während er von den Vorteilen der zentralen Datenhaltung und der einheitlichen Strukturierung profitiert.



Unter CDE wird im Allgemeinen eine webbasierte Plattform für die Zusammenarbeit des gesamten Planungsteams verstanden – diese ermöglichen die Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Applikationen. Für die Durchführung der Zusammenarbeit innerhalb einer Fachdisziplin wird auf integrierte Kollaborationsplattformen zurückgegriffen – diese ermöglichen die Zusammenarbeit innerhalb einer konkreten Applikation und bieten dabei Möglichkeiten wie Echtzeit-Kollaboration und gemeinsames Arbeiten bis auf Elementebene oder gar Merkmalebene.

3.4.1 Entwicklungsgeschichte

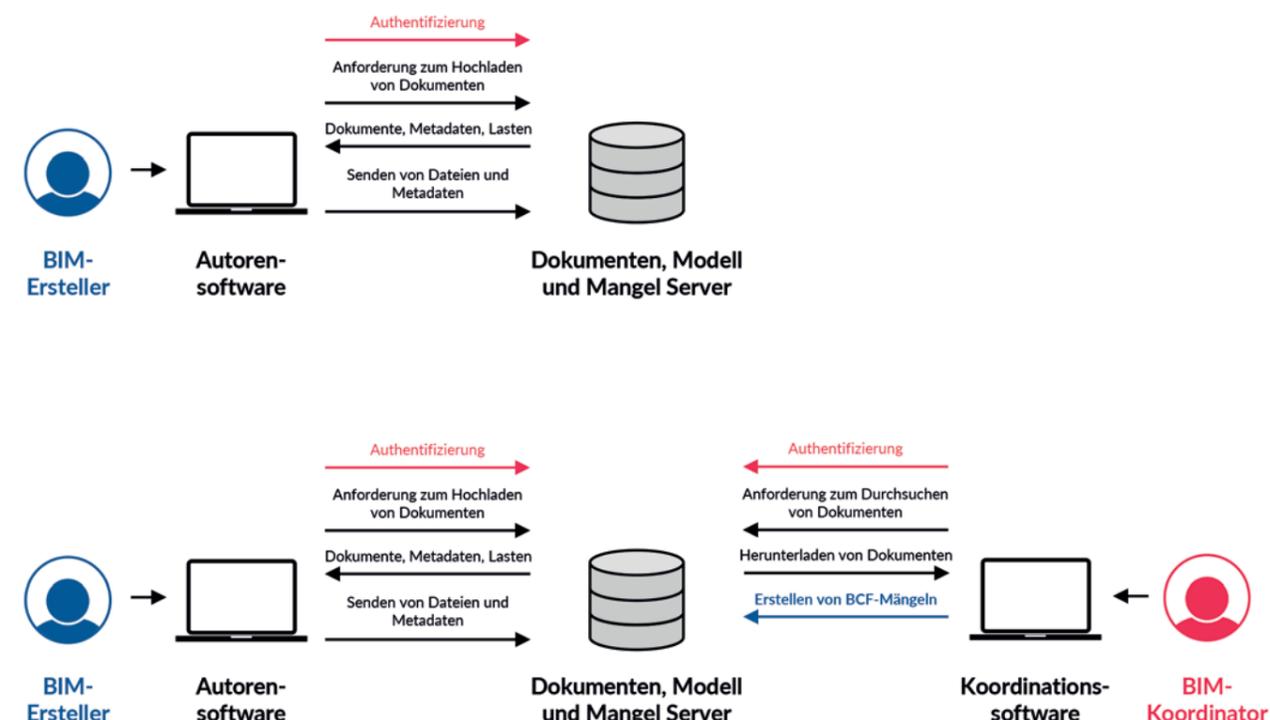
Der britischen BIM-Standard PAS 1192 beschrieb 2007 erstmalig normativ die Funktion und Strukturierung einer CDE (siehe QR-Code). Dabei wurde eine Zusammenarbeit auf Dateibasis angenommen – wie sie mit einfachen Filesharing-Plattformen realisierbar ist (bspw. Nextcloud). Der Status einer Datei wurde über ihre Zuordnung zu einem Ordner deklariert (*WorkInProgress, Shared, Published, Archived*).

Die ISO 19650 definiert die CDE als zentrale Komponente eines PIM (*Project Information Model*), in der alle Projektinformationen gesammelt, ausgetauscht und zur Projektfertigstellung an das AIM (*Asset Information Model*) übergeben werden. Die zugrundeliegende Struktur wurde von der PAS 1192 übernommen – da diese die Grundlage der ISO 19650-Serie darstellt.

Aktuell verfügbare CDEs bieten einen deutlich komplexeren Funktionsumfang mit der Integration der projektbezogenen (E-Mail-)Kommunikation, des Datei-/

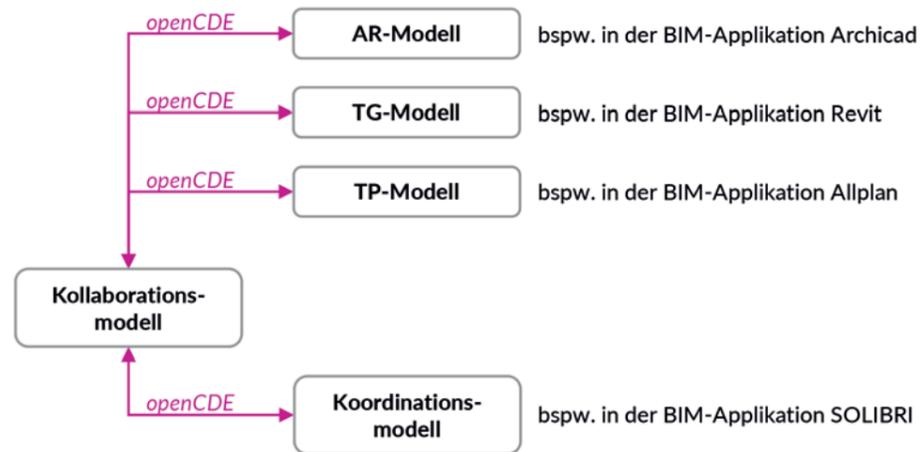
Planaustauschs, des Modell-/Kommentaraustauschs und der Viewerfunktion. Die Umsetzung des ursprünglichen Konzepts der PAS 1192 wird heutzutage häufig über Statusinformationen und Datei-Versionierung realisiert, um das Zusammenspiel mit Workflow-Funktionalitäten zu ermöglichen.

Der bisherige Schwachpunkt der CDE in der Praxis ist der hohe Aufwand bei der Informationsbereitstellung. Die Beteiligten müssen Dokumente, Pläne, Modelle (IFC) und Modellkommentare (BCF) bisher mehr oder weniger manuell auf das CDE hochladen und entsprechend deklarieren. Diese teilweise (produktabhängig) aufwändige Arbeit ist zeitintensiv und fehleranfällig. Nachfolgendes Bild beschreibt den typischen Aufwand bei der Bereitstellung (oben) von Modellinformationen auf der CDE sowie bei der Prüfung und Bereitstellung der Prüfergebnisse (unten):

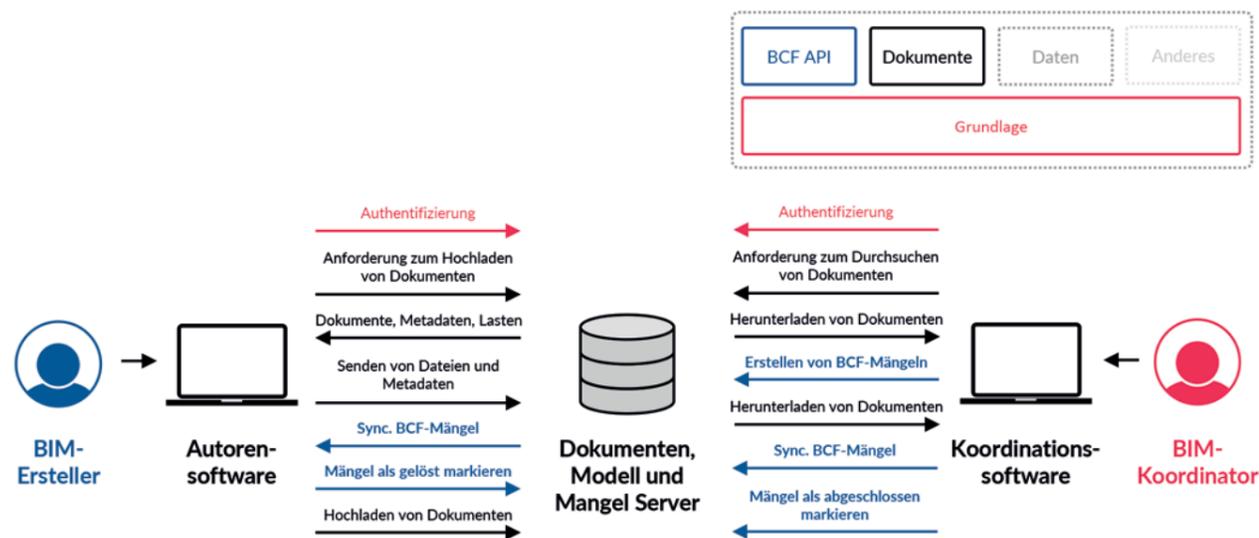




Diese Nachteile sollen künftig durch die Nutzung einer webservicebasierten Anbindung der Applikationen an die CDE beseitigt werden – diese Technologie wird unter dem Namen openCDE derzeit etabliert (siehe QR-Code).



Dabei wird der Austausch nicht mehr auf Dateiebene, sondern auf Grundlage von datenbankbasierten Webservices abgewickelt. Die manuelle Deklaration entfällt, es werden nur mehr Änderungen übertragen. Dies optimiert das Datenvolumen und somit die Übertragungsdauer. Nachfolgende Grafik beschreibt den reduzierten Aufwand (fettmarkierte Abläufe) bei der modellbasierten Kommunikation.



Diese Technologie kam bislang bereits bei der Kommunikationsplattform BIMcollab zum Einsatz, die BIM-Applikationen mittels spezieller AddOns an den BIMcollab-Server anbindet. Mit openCDE wird diese Technologie nun für alle CDEs nutzbar.

3.4.2 Zielsetzung einer CDE

Die Zielsetzung einer CDE ist

- die Herstellung einer eindeutigen Datenumgebung für ein Projekt und dessen Projektteam bzw. eine Datenumgebung für ein komplettes Portfolio verschiedenster Projekte und ihrer jeweiligen Projektteams;  
*Vorteil:* schnelle Verfügbarkeit von Informationen, eindeutige Auffindbarkeit von Informationen, zentrale Auswertbarkeit aller Projekte (bei Portfolio);
- die Gewährleistung der notwendigen Datensicherheit durch verschlüsselte Datenübertragung, Nutzerauthentifizierung, Mandantenfähigkeit, rollenbasiertes Nutzerkonzept;  
*Vorteil:* Sicherstellung der notwendigen Diskretion über sensible Informationen, Gewährleistung der Einhaltung gesetzlicher Vorgaben;
- die durchgängige und einheitliche Strukturierung aller Projektinformationen (auch projektübergreifend);  
*Vorteil:* erleichtertes Projektmanagement aufgrund leichtere Auswertbarkeit des Projektstatus, leichter Vergleichbarkeit der Projektinformationen;
- die einheitlich gesteuerte Durchführung der Projektabläufe (auch projektübergreifend);  
*Vorteil:* erleichtertes Projektmanagement aufgrund vordefinierter Abläufe mit eindeutigen Verantwortlichkeiten und nachvollziehbarer Kommunikation;
- schnelle und exakte Erhebung des Projektstatus über vordefinierte Kennwerte (auch projektübergreifend);  
*Vorteil:* erleichtertes Projektmanagement;
- die erleichterte Identifikation relevanter Projektinhalte/-abläufe für die Archivierung bzw. kompakte Übergabe relevanter Projektinhalte/-abläufe zur Archivierung bei Projektabschluss sowie
- die erleichterte Identifikation relevanter Projektinhalte/-abläufe für die Betriebsführung bzw. kompakte Übergabe relevanter Projektinhalte/-abläufe an die Betriebsführung bzw. das AIM zu relevanten Zeitpunkten.

3.4.3 Kriterien an CDE

Eine CDE ist ein zentraler Datenraum für alle Projektinformationen. Daher unterliegt deren Betrieb Kriterien des Datenschutzes sowie der zu berücksichtigenden Gewährleistungsansprüche. Die Bereitstellung der CDE erfolgt häufig auf der Hardware der Anbieter, da Auftraggeber in ihrer eigenen IT-Strukturen nicht die notwendige technische Leistungsfähigkeit und Sicherheit im Zugriff haben. In derartigen Fällen ist durch den Auftraggeber sowohl die datenschutzrechtliche Konformität der Leistung des Anbieters zu prüfen als auch dessen Konformität zu geforderten Gewährleistungsansprüchen zur Verfügbarkeit, Ausfallsicherheit, physischen Zugriff, Unvereinbarkeit der Abhängigkeit von Dritter etc. Derartige Vorgaben stehen oftmals in Widerspruch zu aktuell angepriesenen Cloud-Angeboten. Hier sind Vor- und Nachteile sorgfältig zu prüfen.

3.5 Detaillierungsgrade (LOD, LOG, LOI)

3.5 Detaillierungsgrade (LOD, LOG, LOI)

Dieser Abschnitt beschreibt den Inhalt und die Zusammenhänge der Detaillierungsgrade. Sie sind essentieller Teil der technischen Richtlinie innerhalb der Regelwerke **AIA** und **BAP**. Die Detaillierungsgrade sind Teil der Anforderungen eines Unternehmens und dienen als Basis für den reibungslosen Prozessablauf innerhalb eines Projekts – sie sind jedoch nicht standardisiert. Speziell die Detaillierungsgrade **LOG** und **LOI** sind in den Regelwerken **AIA** und **BAP** als Vorgabe für die Modell-Datenimplementierung und Datenlieferung zwingend erforderlich. Die Detaillierungsgrade **LOD** und **LOC** dienen als Einordnungs- bzw. Koordinierungshilfe hinsichtlich der Modelldaten innerhalb der Projekte.

Die einzelnen Detaillierungsgrade sind entsprechend der Begriffsdefinition der Plattform 4.0 (für Österreich): (Beschreibungen wurden teilweise aktualisiert)

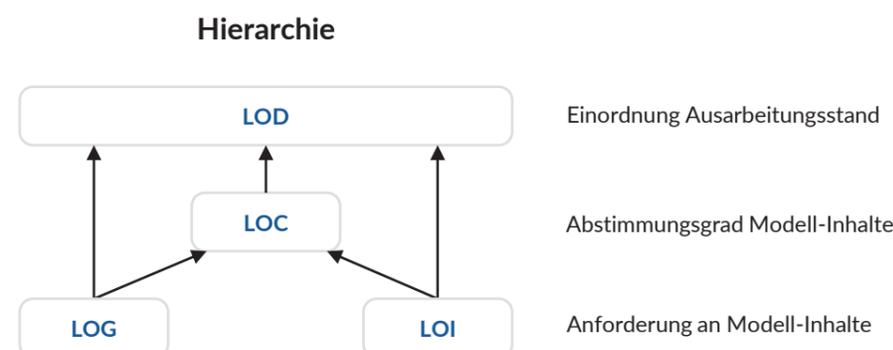
**LOD – Level of Development** (Ausarbeitungsstand) beschreibt den projektphasenbezogenen Ausarbeitungsstand von Bauelementen. Dieser setzt sich aus dem **LOC**, dem **LOG** und dem **LOI** von Bauelementen zusammen.

**LOC – Level of Coordination** (Abstimmungsgrad) gibt Auskunft über den Abstimmungsgrad eines Bauelements in Abhängigkeit zur Projektphase. Dieser wird fachmodellintern (je Disziplin) und übergeordnet (disziplinübergreifend) über den zu verwendenden **LOG** und **LOI** festgelegt. Es gibt nur zwei Varianten des **LOC**, nämlich »wahr« oder »falsch«.

**LOG – Level of Geometry** (Informations-Anforderung) bezieht sich auf die geometrische Anforderung zur repräsentativen Darstellung von Bauelementen bzw. ihrer Detaillierung. Die Spezifikationen des **LOG** gibt Anwendern von BIM-Software genaue Vorgaben über den Detaillierungsgrad der Bauelemente eines Planungsmodells in Abhängigkeit zur Projektphase.

**LOI – Level of Information** (Informations-Anforderung) bezieht sich auf die alphanumerische Anforderung an Bauelemente. Die Spezifikationen des **LOI** geben Anwendern von BIM-Software genaue Vorgaben über den Informationsgrad der Bauelemente eines Planungsmodells in Abhängigkeit zur Projektphase.

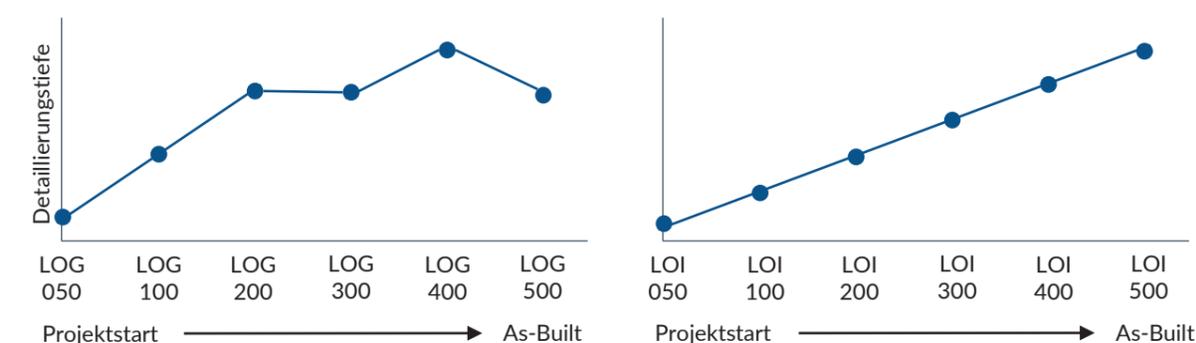
Die Detaillierungsgrade stehen in einem direkten Zusammenhang und sind wie folgt hierarchisch aufgebaut:



3.5 Detaillierungsgrade (LOD, LOG, LOI)

Den größten Bekanntheitsgrad innerhalb der Detaillierungsgrade haben der **LOG** und der **LOI**. Durch sie werden die konkreten Informations-Anforderungen des AG definiert, die durch die Projektbeteiligten umgesetzt werden müssen. Der **AIA** enthält dabei den Grundstamm an Informations-Anforderungen, die im **BAP** projektbezogen modifiziert werden können. Die Inhalte beider Detaillierungsgrade sollten zu Projektbeginn genau betrachtet und hinsichtlich der Umsetzbarkeit und Verantwortlichkeit besprochen werden.

Die Entwicklung der Detaillierungstiefe von **LOG** und **LOI** kann wie folgt *abstrakt* dargestellt werden:



Während die Detaillierungstiefe der alphanumerischen Anforderungen im **LOI** stetig ansteigt, kann die Detaillierungstiefe des **LOG** teilweise gleichbleibend sein (z.B. während LOG200 für Entwurf und LOG300 für Einreichplanung) oder sogar zum Zeitpunkt der Übergabe des As-Built-Modells an das Facility Management wieder abnehmen.

Konkret definieren die Detaillierungsgrade **LOG** und **LOI** für die Modell-Inhalte **WAS > WIE + WANN + WER** übergeben muss:

- **WAS** = stellt den Elementbezug über die IFC-Entität her
- **WIE** = beschreibt die Informations-Anforderung
- **WANN** = wird phasenbezogen durch die LOG- und LOI-Klasse 050 bis 500 abgebildet
- **WER** = wird über die verantwortliche Disziplin definiert

3.5 Detaillierungsgrade (LOD, LOG, LOI)

3.5 Detaillierungsgrade (LOD, LOG, LOI)

Folgendes Beispiel aus dem AIA der buildingSMART beschreibt die Anforderungen der LOG-Klassen 050 bis 500:

LOG-Klassen AR-Modell

Nachfolgende Tabellen beschreiben die LOG-Klassen der IfcArchitectureDomain<sup>30</sup>.

Phasenbezug						
LOG-Klasse	LOG050	LOG100	LOG200	LOG300	LOG400	LOG500
<b>Raumstempel/BGF</b>	Jede Einheit als Volumenkörper zur Definition von BRI/BGF.	Jeder Raum als IfcSpace zur Definition der NRF gem. ÖN B1800 / SIA416 BZW. D0165. Geschossweise getrenntes Gebäudevolumen als IfcBuildingElementProxy zur Definition von BRI/BGF.	Jeder Raum als IfcSpace zur Definition der NRF und der UGF gem. ÖN B1800 / SIA416 bzw. d0165. Geschossweise getrenntes Gebäudevolumen als IfcBuildingElementProxy zur Definition von BRI/BGF.	Jeder Raum als IfcSpace zur Definition der NRF und der UGF gem. ÖN B1800 / SIA416 bzw. d0165. Geschossweise getrenntes Gebäudevolumen als IfcBuildingElementProxy zur Definition von BRI/BGF.	Jeder Raum als IfcSpace zur Definition der NRF und der UGF gem. ÖN B1800 / SIA416 bzw. d0165. Geschossweise getrenntes Gebäudevolumen als IfcBuildingElementProxy zur Definition von BRI/BGF.	Jeder Raum als IfcSpace zur Definition der NRF und der UGF gem. ÖN B1800 / SIA416 bzw. d0165. Geschossweise getrenntes Gebäudevolumen als IfcBuildingElementProxy zur Definition von BRI/BGF.
<b>Komplexität Vertikale Bauelemente</b>	nicht relevant.	Tragende/nichttragende Wände einschichtig modelliert.	Tragende/nichttragende Wände mehrschichtig modelliert, inkl. aller relevanter Schichten ab 1cm, in Abstimmung mit PH/TWP.	Tragende/nichttragende Wände mehrschichtig modelliert, inkl. aller relevanter Schichten ab 1cm, in Abstimmung mit PH/TWP.	Tragende/nichttragende Wände mehrschichtig modelliert, inkl. aller relevanter Schichten ab 1cm, in Abstimmung mit PH/TWP.	Tragende/nichttragende Wände mehrschichtig modelliert, inkl. aller relevanter Schichten ab 1cm, in Abstimmung mit AF.
<b>Komplexität Horizontale Bauelemente</b>	nicht relevant.	Tragende Decken inkl. Bekleidungen einschichtig modelliert.	Rohdecke sep. modelliert. Bekleidungen (FBA/AGD/UD) raumspezifisch/mehrschichtig modelliert, inkl. aller relevanter Schichten ab 1cm, in Abstimmung mit PH/TWP.	Rohdecke sep. modelliert. Bekleidungen (FBA/AGD/UD) raumspezifisch/mehrschichtig modelliert, inkl. aller relevanter Schichten ab 1cm, in Abstimmung mit PH/TWP.	Rohdecke sep. modelliert. Bekleidungen (FBA/AGD/UD) raumspezifisch/mehrschichtig modelliert, inkl. aller relevanter Schichten ab 1cm, in Abstimmung mit PH/TWP.	Rohdecke sep. modelliert. Bekleidungen (FBA/AGD/UD) raumspezifisch/mehrschichtig modelliert, inkl. aller relevanter Schichten ab 1cm, in Abstimmung mit AF.
<b>Sonstige Bauelemente</b>	nicht relevant.	Tragende Stützen/Träger modelliert.	Tragende/nichttragende Stützen/Träger inkl. Bekleidungen modelliert. Brüstungen/Geländer mit Basisgeometrie modelliert.	Tragende/nichttragende Stützen/Träger inkl. Bekleidungen modelliert. Brüstungen/Geländer mit Handlauf modelliert. Sonderbauteile deklariert.	Tragende/nichttragende Stützen/Träger inkl. aller relevanter Schichten ab 1cm modelliert. Brüstungen/Geländer mit Handlauf modelliert. Sonderbauteile deklariert.	Tragende/nichttragende Stützen/Träger inkl. aller relevanter Schichten ab 1cm modelliert. Brüstungen/Geländer mit Handlauf modelliert. Sonderbauteile deklariert.
<b>Treppen/ Rampen</b>	nicht relevant.	Treppen/Rampen mit Basisgeometrie einschichtig modelliert.	Treppen/Rampen mit Basisgeometrie inkl. Bekleidungen modelliert.	Treppen/Rampen mit Basisgeometrie inkl. Bekleidungen modelliert.	Treppen/Rampen inkl. aller relevanter Schichten ab 1cm modelliert inkl. Entkoppelung.	Treppen/Rampen inkl. aller relevanter Schichten ab 1cm modelliert inkl. Entkoppelung.
<b>Erschließungs-Elemente (bspw. Aufzugsanlage/ Rolltreppe)</b>	nicht relevant.	Als schematisches Objekt	Als schematisches Objekt	Als schematisches Objekt	Als ausformuliertes Objekt	Als Hersteller-Objekt.

Je Disziplin existiert für die jeweilige LOG-Klasse und die Elementart eine Beschreibung, wie diese Elementart *geometrisch* im Modell ausformuliert sein muss (Modellervorgabe).

Folgendes Beispiel aus dem AIA der buildingSMART beschreibt die Anforderungen der LOI-Klassen 100 bis 400:

LOI-Klassen AR-Modell

Wand (Beispiel)

Folgende Tabelle beschreibt die benötigten Merkmale der Elementklasse Wand (IfcWall<sup>27</sup>) in Abhängigkeit der LOI-Klasse. Der PredefinedType<sup>23</sup> ist verpflichtend zu deklarieren. Das Pset\_WallSpecific muss in der BIM-Applikation angelegt werden. Es enthält Merkmale die zusätzlich zur buildingSMART-Struktur angegeben werden.

LOI-Klasse	MERKMALE ÜBERSETZUNG DE	MERKMAL-NAMEN	EINHEITENTYP	EINHEIT	VERORTUNG	VERANTWORTUNG
LOI100	Aussenbauteil	IsExternal	Wahrheitswert	TRUE/FALSE	Pset_WallCommon	AR
	RaumhoheWand	ExtendToStructure	Wahrheitswert	TRUE/FALSE	Pset_WallCommon	AR
	Status	Status	Text (Optionen-Set <sup>24</sup> )	-	Pset_WallCommon	AR
	TragendesElement	LoadBearing	Wahrheitswert	TRUE/FALSE	Pset_WallCommon	AR/TWP
LOI200	BrandabschnittsdefinierendesBauelement	Compartmentation	Wahrheitswert	TRUE/FALSE	Pset_WallCommon	BS
	BrennbaresMaterial	Combustible	Wahrheitswert	TRUE/FALSE	Pset_WallCommon	BS
	Feuerwiderstandsklasse	FireRating	Text (Optionen-Set <sup>24</sup> )	-	Pset_WallCommon	BS
	UWert	ThermalTransmittance	Wärmedurchgangskoeffizient	positive Zahl [W/m²K]	Pset_WallCommon	PH
LOI300	Brandverhalten	SurfaceSpreadOfFlame	Text (Beispiel <sup>25</sup> )	-	Pset_WallCommon	BS
	Schallschutzklasse	AcousticRating	Text (Beispiel <sup>26</sup> )	-	Pset_WallCommon	PH
LOI400	Ausführung	ConstructionMethod	Text (Optionen-Set <sup>24</sup> )	-	Pset_ConcreteElementGeneral	AR/TWP
	Betonart	TypeOfConcrete	Text	-	Pset_WallSpecific	AR/TWP
LOI500	BewehrungsgradFlaeche	ReinforcementAreaRatio	Bewehrungsgrad	positive Zahl [kg/m²]	Pset_ConcreteElementGeneral	AR/TWP
						- Noch zu definieren. -

Tabelle 80: LOI-Klassen Elementklasse Wand

Je Elementklasse (Entität) existiert für die jeweilige LOI-Klasse eine Zusammenstellung an *alphanumerischen* Anforderungen (= Merkmalen), die eine Entität zum Phasenende vollständig beinhalten muss. Hier werden auch über die Standard-Dateninhalte der IFC-Datenstruktur hinaus die spezifischen Merkmal-Anforderungen definiert (spezifische Pset-Inhalte).

Die Detaillierungsgrade LOG und LOI beinhalten somit die *geometrischen* und *alphanumerischen* Inhalts-Anforderungen an die Fachmodelle für den Datenaustausch und die Weiterverwendung der Modelldaten. Die Anforderungen werden in der jeweiligen **Autorensoftware** übernommen und in die Modelldaten implementiert = Erstellung der Modell-Inhalte. Sowohl LOG als auch LOI dienen als wichtige Grundlage der Qualitätssicherung für die BGK und BFK. Sie bilden das Grundgerüst, an dem sich die Prüfungsinhalte in der **Prüfsoftware** phasenabhängig orientieren. Dabei werden die Prüfroutinen:

- FCC – formale Kriterien
- QCC – Qualitätskriterien
- ICC – Integritätskriterien

durchlaufen, die alle auf die Informationen des LOG und LOI zugreifen.

Die **Weiterverwendung** der Modell-Inhalte in einer anderen Software (bspw. Raumprogramm, Auswertungsprogramm etc.) erfolgt nur durch *geprüfte* und von der BGK *freigegebene* Fachmodelle. Auch die Weiterverwendung erfolgt unter Zuhilfenahme der Inhalte des LOG und LOI:



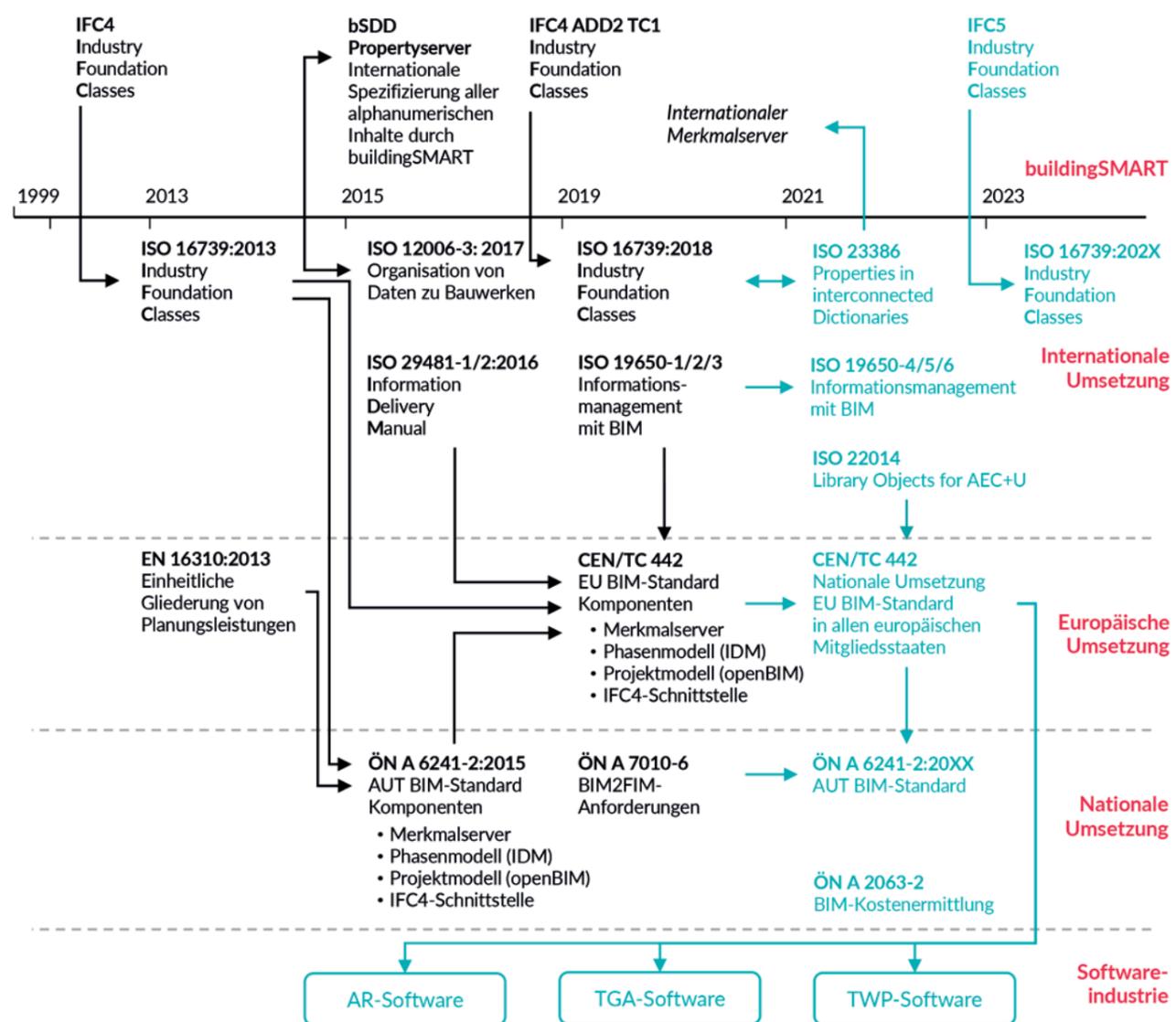
3.6 Standardisierung und Normierung

3.6 Standardisierung und Normierung

3.6 Standardisierung und Normierung

Dieser Abschnitt gibt einen Überblick über die wesentlichen openBIM-Normen sowie deren Entwicklung auf nationaler, europäischer und internationaler Ebene. Die in Kapitel 2 genannten Normen werden in einen Kontext zueinander gesetzt und ein Ausblick auf geplante Standardisierungen und Normierungen gegeben:

Überblick über die Normierung



Das Bild zeigt in zeitlicher Abfolge die Abhängigkeiten der verschiedenen Normen. Grundlage für die Verwendung von openBIM bildet die herstellereutrale Datenstruktur IFC4, die von bSI entwickelt und 2013 als ISO-Standard ISO 16739:2013 »Industry Foundation Classes (IFC) für den Datenaustausch in

der Bauindustrie und im Anlagenmanagement« zertifiziert wurde. IFC bildet die Datenstruktur für den Austausch von geometrischen und nicht-geometrischen (alphanumerischen) Informationen. Diese alphanumerischen Informationen werden vor allem über *IfcPropertySet* transportiert. Die standardisierten *IfcPropertySet*-Definitionen sind nicht im IFC-Schema verankert; buildingSMART stellt diese als separate Vorgabe zu Verfügung. Sie werden im internationalen Propertyserver bSDD verwaltet, der auf der ISO 12006-3:2017 »Organisation von Daten zu Bauwerken« basiert.

Nachdem nun der Informationsstruktur standardisiert ist, stellt sich die Frage: In welcher Form sollen die Daten von dem Softwarehersteller ausgegeben werden? Dies wird anhand von *Model View Definition (MVD)* definiert, womit Softwarehersteller durch bSI zertifiziert werden. Die Entwicklung von MVD erfolgt durch die *Information Delivery Manual (IDM)*. In einem IDM wird anhand von Prozessdarstellungen definiert, welche Informationen ein Modell enthält. Diese Methode ist in ISO 29481-1/2:2016 »Information Delivery Manual« zertifiziert. Der nächste Schritt nach der Standardisierung der Datenstruktur und des Datenaustausches ist die Standardisierung des *Informationsmanagement mit BIM* in den ISO-Normen ISO 19650-1/2/3.

Das Bild stellt auch den Einfluss der IFC4-Standardisierung und der Standardisierung einer einheitlichen Gliederung von Planungsleistung in der EN 16310:2013 auf die nationale BIM-Norm dar – die ÖNORM 6241-2:2015. Diese wiederum beeinflusste auch die europäische Arbeitsgruppe für BIM »CEN/TC 442«, die CEN-Normen entwickelt. Diese sollen in den nächsten Jahren die Standardisierung von openBIM vorantreiben und auch stärkeren Druck als nationale Standardisierungen auf Softwarehersteller ausüben.

Die geplanten internationalen und europäischen Normen haben besonderen Einfluss auf den alphanumerischen Datenaustausch (Stichwort: *DataTemplate*) und auf den AVA-Prozess mit der ÖNORM A 2063-2.

3.6.1 ISO 16739:2013

Als unabhängiger Verein entwickelt bSI eigene Standards. Der bekannteste ist IFC, der einen internationalen Austausch von Modellinformationen ermöglicht. Die aktuelle Version IFC4 wurde im März 2013 offiziell als ISO 16739 veröffentlicht und wird laufend weiterentwickelt. Die genaue Datenstruktur ist in Abschnitt 3.1 beschrieben.

3.6.2 EN 16310:2013

Auf europäischer Ebene kam im gleichen Jahr die EN 16310:2013 heraus. Diese Norm beschäftigt sich mit der einheitlichen Gliederung von Planungsleistungen. In diesem Dokument werden Begrifflichkeiten in Bezug auf Ingenieurdienstleistungen definiert. Durch ein auf europäischer Ebene harmonisiertes Glossar an Schlüsselbegriffen aus dem Bauwesen soll der freie Wettbewerb in der EU gefördert werden. Gleichzeitig sollen Probleme bei länderübergreifenden Kooperationen infolge unterschiedlicher Interpretationen von relevanten Begriffen in den verschiedenen europäischen Ländern reduziert werden. Im Fokus steht der

gesamte Ingenieurdienstleistungsbereich (Bau von Gebäuden, Infrastruktur- und Industrieanlagen). Der Lebenszyklus von baulichen Anlagen wird in 6 Abschnitte unterteilt, die in Unterabschnitte untergliedert sind:

		Abschnitte	Unterabschnitte	
Vor der Nutzungsphase	Produktionsstufe	<b>0. Initiative</b>	0.1 Marktstudie 0.2 Wirtschaftlichkeitsberechnung	
		<b>1. Initiierung</b>	1.1 Projektbeginn 1.2 Machbarkeitsstudie 1.3 Projektbeschreibung	
		<b>2. Entwurf</b>	2.1 Konzepterarbeitung 2.2 Vorentwurf und ausgearbeiteter Entwurf (Gebäude und Infrastruktur) 2.3 Technische Konstruktion oder Vorkonstruktion 2.4 Detaillierte Konstruktion	
		<b>3. Beschaffung (Industrieanlagen)</b>	3.1 Beschaffung 3.2 Bauantrag	
Nutzungsphase	Ausführungsphase	<b>4. Ausführung</b>	4.1 Vorkonstruktion 4.2 Ausführung 4.3 Abnahme 4.4 Übergabe 4.5 Behördliche Genehmigung	
		<b>5. Nutzung</b>	5.1 Betrieb 5.2 Wartung	
		<b>6. Endverwendung</b>	6.1 Umgestaltung 6.2 Demontage	
		Nutzungsphase		
		Endverwendungsphase		

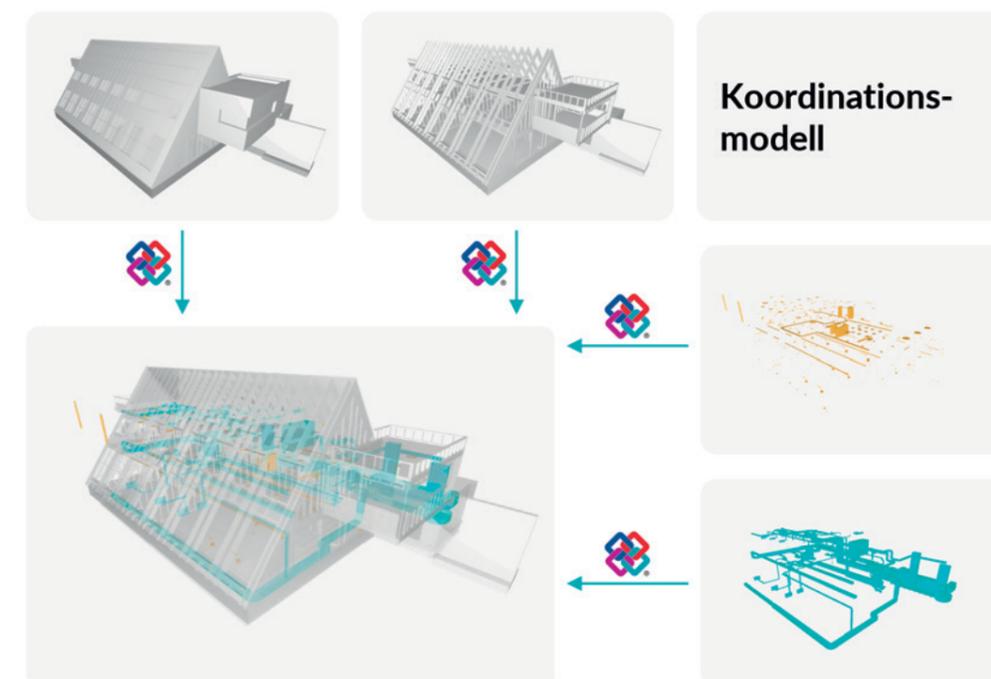
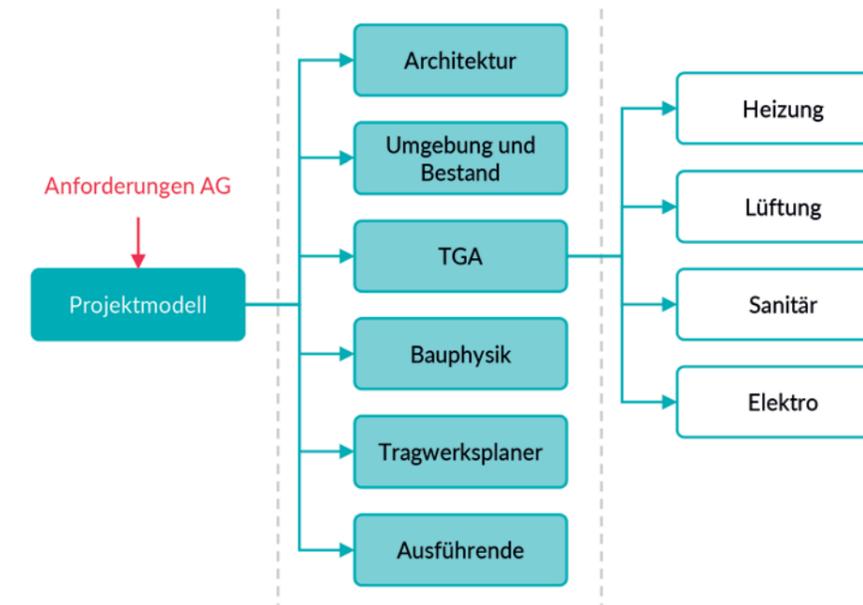
Diese Gliederung und die IFC-Datenstruktur beeinflussten die Erstellung der ÖNORM A 6241-2 »Digitale Bauwerksdokumentation – Teil 2: Building Information Modeling (BIM) – Level 3-iBIM«.

### 3.6.3 ÖNORM A 6241-2

Die ÖNORM A 6241-2 ist Teil der eigenen digitalen Normungsgruppe A 6241. Während der Fokus der ÖNORM A 6241-1 noch auf generellen Austausch von CAD-Daten liegt (bspw. klare Namensgebung von Layouts und Blöcken), geht Teil 2 auf die openBIM-Methodik ein. Die ÖNORM A 6241-2 regelt die technische Umsetzung eines einheitlichen, strukturierten, mehrdimensionalen Datenmodells für Bauwerke des Hochbaus basierend auf dem *Building Information Modeling Level 3-iBIM*. Diese ÖNORM schafft die Grundlagen für einen umfassenden, einheitlichen, produktneutralen, systematisierten Austausch von grafischen Daten und den zugehörigen Sachdaten auf Basis von IFC und bSDD. Österreich war mit dieser BIM-Norm einer der Vorreiter in Europa.

Die ÖNORM A 6241-2 wurde vor der ISO 19650-1 veröffentlicht. Infolgedessen sind die Begriffe zwischen den Normen unterschiedlich. Die Begriffe gemäß ISO 19650-1 werden bei der Erstnennung daher in Klammer zum jeweiligen Begriff aus der ÖNORM A 6241-2 dargestellt. Kapitel 7 »Detaillierungsgrade« in der ÖNORM A 6241-2 wird gerade überarbeitet.

Im ersten Abschnitt der Norm werden allgemeine Begriffe definiert. Darauf aufbauend erfolgt die Beschreibung des Projektmodells (PIM). Ein Projektmodell wird auf Basis der Anforderung des Auftraggebers (AIA) erstellt. Dieses Projektmodell besteht aus Teilmodellen (Fachmodellen), die in Untermodelle aufgeteilt werden kann:



Die Detaillierung ist abhängig von der jeweiligen Lebensphase eines Gebäudes. Diese Lebensphasen wurden in Anlehnung an die ÖNORM EN 16310 definiert, die im »Anhang B Zuordnung der Lebensphasen« gegenübergestellt sind. Anhang C beschreibt die genauen Detaillierungsgrade entsprechend der Lebensphase eines Gebäudes.

Das letzte Kapitel der Norm beschreibt das IFC-Datenschema (damals noch IFC2x3) als den softwareherstellerunabhängigen Standard für den Austausch von Informationen in der Bauindustrie. Der Anhang enthält außerdem einen rudimentären Modellierleitfaden.

In den nächsten Jahren sollen diese Normen folgen:

- ÖNORM A 6241-3 »Digitale Bauwerksdokumentation – Teil 3: Building Information Modeling (BIM) – BIM-basiertes Computer Aided Facility Management (CAFM)«,
- ÖNORM A 6241-4 »Digitale Bauwerksdokumentation – Teil 4: Building Information Modeling (BIM) – Gebäudeautomation« und
- ÖNORM A 6241-10 »Digitale Bauwerksdokumentation – Teil 10: Building Information Modeling (BIM) – Begriffsbestimmungen und Grundlagen« (Basierend auf Schrift 08 Begriffe zu BIM und Digitalisierung von Plattform 4.0)

#### 3.6.4 ÖNORM A 7010-6

Die ÖN A 7010-6 wurde 2019 veröffentlicht und beschreibt das Informationsbedürfnis von Auftraggebern und Betreibern an BIM-Projekte. Diese Beschreibung erfolgt generisch in Tabellenform für typische Verortungselemente (wie Grundstücke, Gebäude, Stockwerke) sowie betriebsrelevante Ausstattungselemente (wie Türen, Fenster, relevante Komponenten der Lüftungsanlagen/Brandmeldeanlagen). Dabei werden alle relevanten Angaben definiert, die zur Wartung, Pflege, Prüfung als auch Instandhaltung oder Wiederbeschaffung notwendig sind. Die darauffolgende Beschreibung der spezifischen Umsetzung auf Grundlage der IFC-Spezifikation erfolgt in der geplanten ÖN A 6241-3.

#### 3.6.5 ISO 12006-3:2017 (bSDD Propertyserver)

Ergänzend zur IFC-Datenstruktur existiert bSDD. Es handelt sich dabei um ein webbasiertes Service zur Erstellung und Konsolidierung von individuellen Datenstrukturergänzungen (Ontologien) auf Grundlage der ISO 12006-3, die das IFD (International Framework for Dictionaries) definiert. Das IFD ist ein Rahmenwerk zur Definition von Klassifikationssystemen. Als Basisprinzip gilt, dass alle Konzepte eine Bezeichnung und eine Beschreibung haben können (unabhängig von der Sprache). Für die Identifizierung und Verwendung ist jedoch lediglich ein eindeutiger Identifikationscode maßgeblich. Durch das Anhängen von Labels in mehreren Sprachen an dasselbe Konzept entsteht ein mehrsprachiges Wörterbuch.

#### 3.6.6 ISO 29481-1/2

In der ISO 29481-1/2 ist die IDM-Methodik zertifiziert. Diese unterstützt die Beschreibung der Informationsanforderungen im Zusammenhang mit den Prozessen innerhalb des Lebenszyklus. Auf Basis dieses IDM werden MVD entwickelt.

#### 3.6.7 ISO 19650-1/2/3

Die ISO 19650-1, -2 und -3 beinhalten Prozessvorgaben, welche BIM-Leistungen und deren Umsetzung definieren. Teil 1 beinhaltet die Beschreibung der Begriffe und Grundsätze. Teil 2 beschreibt das Informationsmanagement in der Planungs-, Bau- und Inbetriebnahmephase. Teil 3 inkludiert die Betriebsphase der Assets (Liegenschaften).

#### 3.6.8 Geplante Normierung und Standardisierung

In den folgenden Jahren sind einige Normen zum Thema openBIM auf nationaler, europäischer und internationaler Ebene geplant:

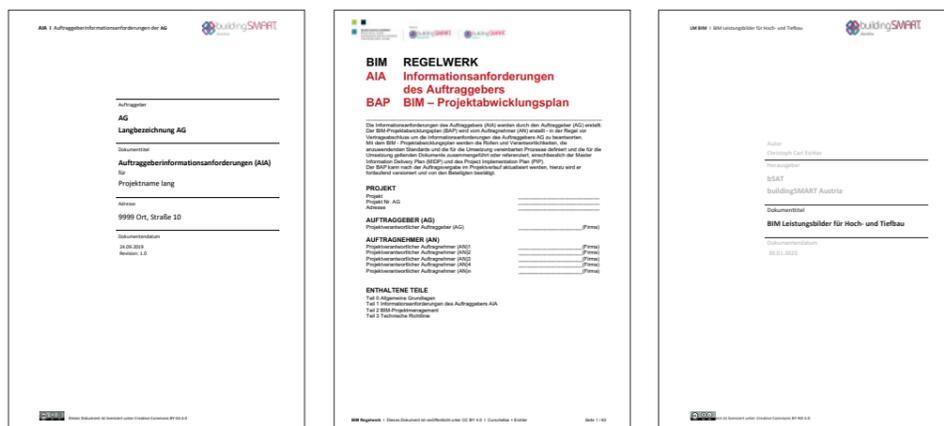
- ÖNORM A 2063-2 – BIM-Kostenermittlung, Entwicklung eines BIM-Elementkatalog
- ISO 23386 – Properties in interconnected Dictionaries
- ISO 19650-4/5/6 – Informationsmanagement mit BIM
- ISO 16739:202X – Industry Foundation Classes (IFC5)
- EN-Entwicklung neuer europäischer Normen auf Basis der Arbeitsgruppe CEN/TC 442

#### 4 BIM-Projektdurchführung

Dieses Kapitel liefert einen vertieften Einblick in die praktische BIM-Projektdurchführung im Verlauf der Lebensphasen eines Bauwerks (laut ÖN A 6241-2) *Projektinitiative, Projektinitiierung, Planung, Ausschreibung, Vergabe und Errichtung*. Es erläutert die erforderlichen funktionalen Schritte und Tätigkeiten für eine openBIM-Projektdurchführung.

- Relevant für BIM-Geübte und BIM-Experten, die sich genauer mit den einzelnen Phasen des openBIM-Einsatzes in der BIM-Projektdurchführung auseinandersetzen möchten.
- Relevant für alle, die die BIMcert-Level-B und -Level-C-Zertifizierungsprüfung ablegen möchten (entspricht »Professional Certification – Practitioner«).
- Als Vorwissen wird Kapitel 1, Kapitel 2 und Kapitel 3 vorausgesetzt.

Die in diesem Kapitel vorgestellten Abläufe sind immer im Zusammenspiel mit den durch buildingSMART Austria und buildingSMART Schweiz kostenfrei bereitgestellten Regelwerken (**AIA, BAP**) und Leistungsbildern **LM BIM** zu betrachten (siehe QR-Codes):



#### Überblick BIM-Organisationsstruktur

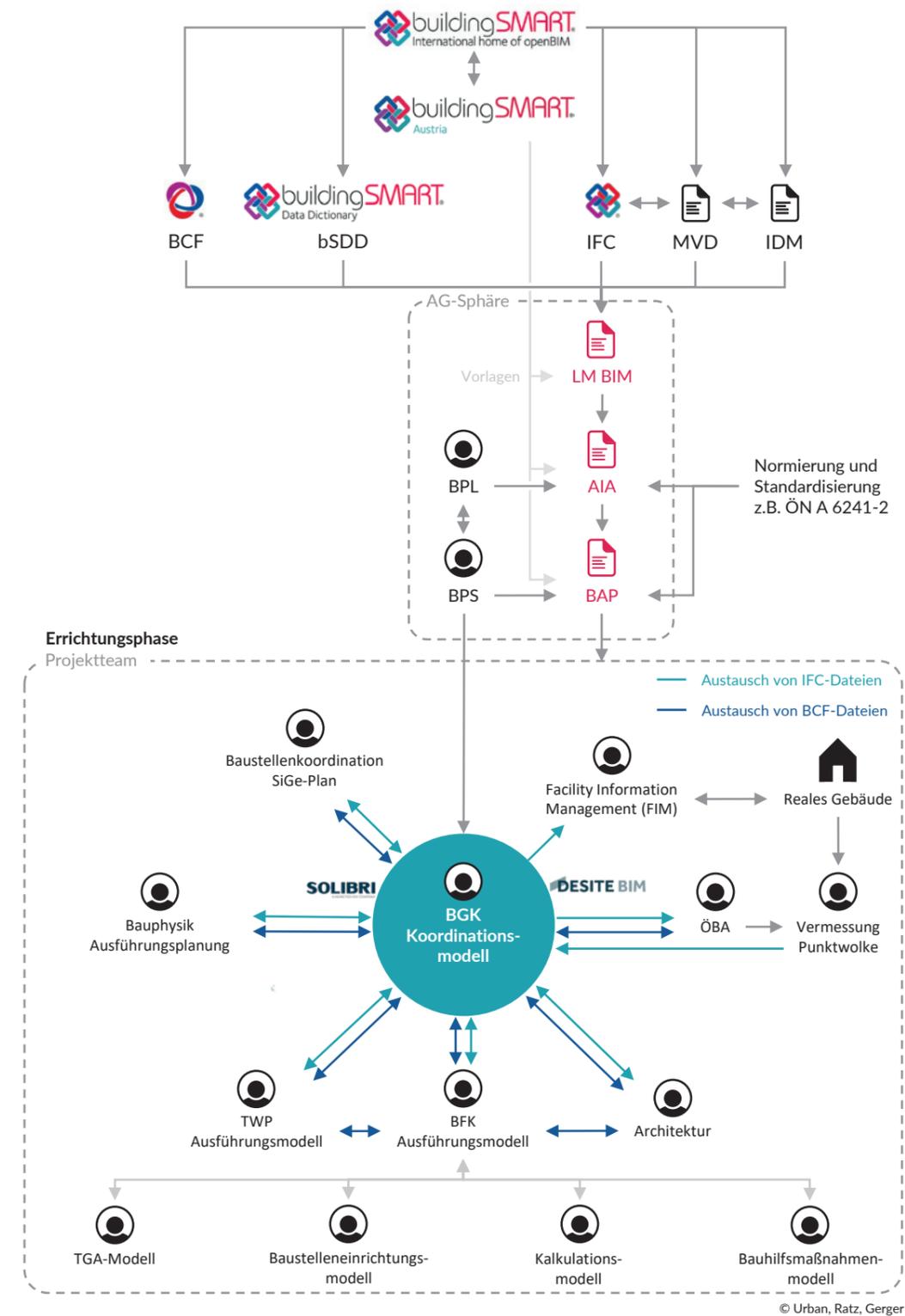
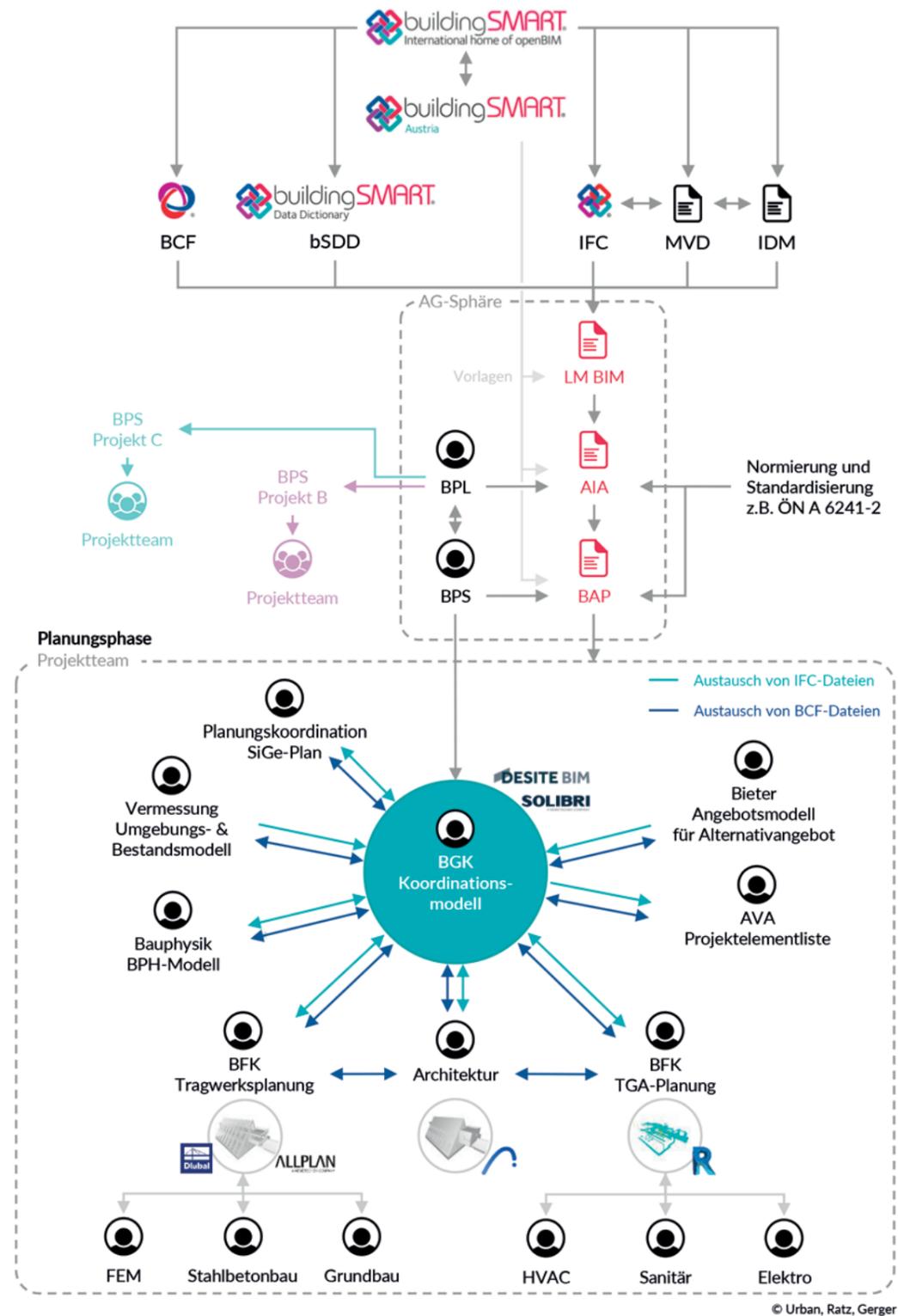
Abschnitt 2.4 lieferte eine einleitende Beschreibung der Rollen im openBIM-Prozess. Dieser Abschnitt setzt diese Rollen in den Kontext der BIM-Organisationsstruktur, bevor in den folgenden Abschnitten die detaillierte Beschreibung der BIM-Projektdurchführung erfolgt.

Die nächsten zwei Abbildungen geben einen Überblick über die grundlegende BIM-Organisationsstruktur in der Planungsphase und in der Errichtungsphase. Für jedes Projekt ist jedoch entsprechend den projektbezogenen Rahmenbedingungen gegebenenfalls eine individuelle Organisationsstruktur zu entwickeln.

Die *BIM-Projektleitung* (BPL) vertritt mit der *BIM-Projektsteuerung* (BPS) die Interessen des *Auftraggebers* (AG). Die **BPL** ist für die Spezifizierung der Rahmenbedingungen des Projektes, die Definition der verwendeten Leistungsbilder der jeweiligen Akteure und die Durchsetzungen der Auftraggeberanforderungen an die verwendete Datenstruktur im Projekt zuständig. Ihr unterliegt die Erstellung der *Auftraggeber Informationsanforderung* (AIA), in der die Informationsbedürfnisse des **AG** abgebildet werden. Dies sollte auch den Informationsbedarf für den Betrieb definieren und beinhalten. Im Rahmen von *openBIM* werden die Vorgaben hinsichtlich der zu liefernden Daten und die Schnittstellen für den Datenaustausch auf Basis der buildingSMART-Standards definiert. Vorlagen für Regelwerke und Leistungsbilder stellt buildingSMART Austria zur Verfügung. Das Thema Standardisierung und Normierung ist in Abschnitten 2.5 und 3.6 beschrieben.

Die **BPS** ist für die operative Durchführung des BIM-Projektes im Rahmen der Vorgaben der **BPL** zuständig. Sie konkretisiert die **AIA** im Rahmen des *BIM-Abwicklungsplans* (BAP). Dieser bildet die Grundlage für die BIM-basierte Zusammenarbeit. Der **BAP** sollte Vertragsbestandteil zwischen dem AG und dem Projektteam sein. Die interdisziplinären BIM-Inhalte des Projektteams koordiniert und verifiziert die *BIM-Gesamtkoordination* (BGK). Sie ist Ansprechpartner für die digitale Planung gegenüber der **BPS**. Die **BGK** trägt die Verantwortung für das Koordinationsmodell und überwacht die Durchführung der Aufgaben der Fachkoordinatoren. Die BIM-Fachkoordinationen (BFK) verifizieren fachspezifische BIM-Inhalte der einzelnen Disziplinen.

Die nächste Abbildung zeigt das Projektteam mit den Projektbeteiligten in der *Planungsphase*. Die Vermessung erstellt ein Umgebungs- und Bestandsmodell, welches für Architektur, Tragwerksplanung, technische Gebäudeausrüstung und Bauphysik als Grundlage zur Verfügung steht. Die unterschiedlichen Planungsdisziplinen erstellen Fachmodelle. Die **BGK** führt diese verschiedenen Fachmodelle zu einem Koordinationsmodell zusammen. Die Projektbeteiligten tauschen untereinander Referenzmodelle aus. In einem openBIM-Prozess erfolgt dieser Austausch von IFC-Dateien auch durch die **BGK**. Die Übermittlung kann aber je nach Vereinbarung auch direkt zwischen den Gewerken erfolgen. Die modellbasierte Kommunikation zwischen den Projektbeteiligten läuft unter dem Einsatz von BCF ab. Bei der Koordination wird der *Sicherheits- und Gesundheitsschutzplan* (SiGe-Plan) des Planungskoordinators berücksichtigt. Dieser erstellt derzeit dafür aber noch kein eigenes Fachmodell. Auf Basis des Koordinationsmodells

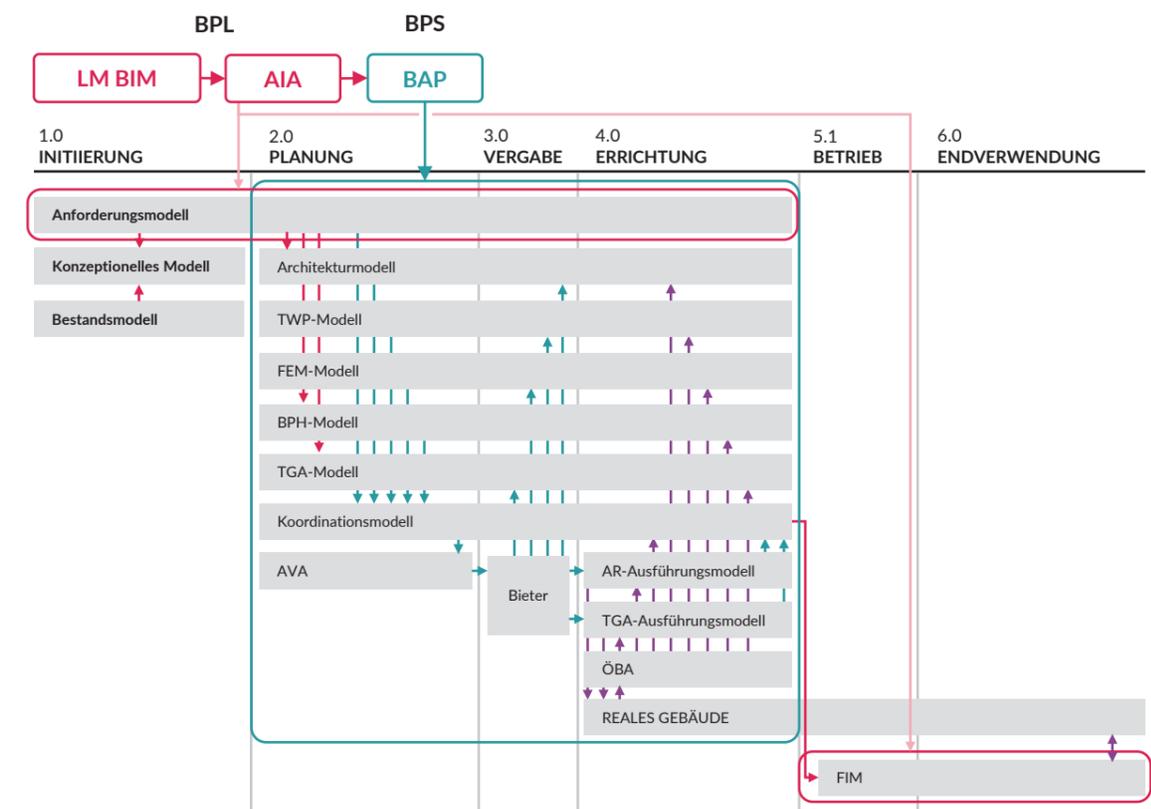


kann die Ausschreibung, Vergabe und Auftrag erfolgen. Das Ausschreibungsmodell muss zusätzlich zu den modellierten Elementen auch laut den standardisierten Leistungsbeschreibungen Hochbau (LB-HB) positionsrelevante Elemente berücksichtigen, bspw. die Baustelleneinrichtung. Allfällige Alternativangebote können in einem Angebotsmodell resultieren. Derzeit wird mit der ÖNORM A 2063-2 eine Struktur für eine Elementliste (AVA-Elemente) erarbeitet, die das Modell mit den Standardleistungsbeschreibungen verknüpfen soll.

Die obige Abbildung zeigt das Projektteam der **Ausführungsphase**. Im Rahmen der Ausführungsplanung werden Ausführungsmodelle für Architektur, Tragwerksplanung, TGA, Bauphysik, Baustelleneinrichtung, Kalkulation und Bauhilfsmaßnahmen sowie ein SiGe-Plan erstellt. Die eingesetzte Vermessung führt die baubegleitende As-Built-Dokumentation durch. Die Koordinierung des Vermessungseinsatzes auf der Baustelle erfolgt durch die **ÖBA**. Die daraus resultierenden Punktwolken werden automationsgestützt den Fachmodellen gegenübergestellt. Die **BGK** identifiziert und koordiniert etwaige Abweichungen und dokumentiert das Ergebnis im Modell. Das Ergebnis ist eine vollständige Dokumentation des tatsächlich gebauten Stands mittels der fortgeschriebenen Fachmodelle. Dieser tatsächlich gebaute Stand wird inkl. den fortgeschriebenen Fachmodellen und technischen Dokumentation das *Facility Information Management* (FIM) übergeben.

Dieses Kapitel ist entsprechend der Lebensphasen *Projektinitiative*, *Projektinitiierung*, *Planung*, *Ausschreibung*, *Vergabe* und *Errichtung* gegliedert. Die folgende Abbildung stellt die oben beschriebene Organisationsstruktur entsprechend der Lebensphasen dar. Grundlage für die **AIA** bilden die Leistungsbilder. Die **LM BIM** und **AIA** werden in der Lebensphase Projektinitiierung erstellt, sobald die Projektorganisationsstruktur definiert ist. Die **AIA** beinhaltet Anforderungen hinsichtlich Datenstruktur, Detaillierungsgrade, Schnittstellen, Bezeichnungen, Datenübergaben und *Kollaborationsplattform*. Diese berücksichtigen bereits Anforderungen aus dem Betrieb. Im nächsten Schritt erstellt die **BPS** ein **BAP**-Muster. Dieses baut auf der projektbezogenen **AIA** auf und präzisiert diese hinsichtlich der genauen Abfolge zur Umsetzung der **AIA**-Vorgaben. Abgeschlossen wird die Lebensphase Projektinitiierung durch das **BAP**-Kolloquium, in dem auf Basis eines **BAP**-Musters die Vorgaben mit Hilfe des Planungsteams zur modellbasierten Projektdurchführung (**BAP**) evaluiert werden. Der **BAP** bildet die Grundlage für sämtliche Kommunikation, Datenaustausch und Kontrolle in den Lebensphasen Planung, Vergabe und Errichtung. Der **BAP** wird über sämtliche Lebensphasen aktuell gehalten und bei Bedarf unter Federführung der **BPS** und in Abstimmung mit dem Projektteam entsprechend der Erfordernisse angepasst. Auf Basis dieser Anforderungen (rote Pfeile) werden in der Planungsphase die Fachmodelle erstellt und im Koordinationsmodell zusammengefügt (türkise Pfeile in Planungsphase). Die Bieterinformationen ergänzen im Zuge der Vergabe die Fachmodelle (türkise Pfeile). In der Errichtungsphase erfolgt die Fortschreibung der Fachmodelle entsprechend dem tatsächlich gebauten Stand (violette Pfeile). Diese As-Built-Dokumentation übergibt die **BGK** nach den Anforderungen des Auftraggebers an das **FIM** (roter Pfeil).

4.1 Projektinitiative



#### 4.1 Projektinitiative

Die Lebensphase 0.0 »Projektinitiative« (gemäß ÖN A 6241-2, Anhang B) dient der grundlegenden Projektentwicklung. In dieser Lebensphase werden vom Auftraggeber die grundlegenden Vorgaben erarbeitet, auf welchen das Projekt basiert. Im Verlauf des in Folge beschriebenen Prozesses verläuft übergeordnet der generelle Entscheidungsprozess zur Projektdurchführung – hierbei wird anhand der erzielten Ergebnisse evaluiert, inwieweit die Projektidee die vom Auftraggeber definierten Ziele und Rahmenvorgaben überhaupt erreichen kann bzw. welche Potentiale prognostiziert werden.

##### 4.1.1 Festlegen der projektbezogenen Zielsetzungen

Diese Tätigkeit wird in einer sehr frühen Projektphase seitens der **BPL** bzw. **BPS** durchgeführt und dient dazu, die Arbeit der künftigen Auftragnehmer auf den Kundennutzen zu konzentrieren.

Im *ersten Schritt* definiert der AG die *strategische Zielsetzung*. Dabei formuliert der AG das Investitionsziel, welches die Gründe für die beabsichtigte Investition aufzeigt. Neben reinen quantitativen Vorgaben zum Investitionsrahmen werden dabei auch qualitative Vorgaben definiert; diese wären

- die strategische Absicht des Auftraggebers,
- die Definition des Investitionstyp,
- die Festlegung der vorgesehenen Nutzung,
- die Festlegung der vorgesehenen Nutzungsdauer (gestaffelt nach Primärsystem, Sekundärsystem/TGA, Ausbau),
- die Festlegung der betrieblichen Ziele,
- die Festlegung der wirtschaftlichen Ziele und
- die Vorgabe einzuhaltender Standards bzw. vorgesehener Immobilien-zertifizierungen.

Im *zweiten Schritt* erfolgt die Definition der *operativen Zielsetzung* – diese baut auf der Rahmenvorgabe der strategischen Zielsetzung auf. Dabei formuliert der AG seine BIM-Ziele, welche die Gründe für den BIM-Einsatz aufzeigen. Üblicherweise wird dabei jedes definierte Ziel zusätzlich durch eine kompakte Beschreibung der Wirkungsweise ergänzt.

Im *dritten Schritt* erfolgt die *Priorisierung der festgelegten operativen Ziele*. Dies kann zum einen mit einer einfachen Reihung der operativen Ziele nach deren Bedeutung für den Auftraggeber erfolgen – oder mit einer sog. Zielmatrix ergänzt werden: Diese stellt Aussagen zu planungsrelevanten Sachverhalten gegenüber, die sich teilweise ausschließen. Die dabei durch den AG festgelegte Präferenz verdeutlicht dessen Prioritäten. Sie kann bspw. aussagen, dass der AG grundsätzlich Lösungen, die zu geringen Betriebskosten führen, solchen vorzieht, die tiefe Investitionskosten verursachen – oder umgekehrt.

Die Festlegung der Zielsetzungen ist ein Grundbaustein der Projektkonzeption. Auf dieser Grundlage folgt die Festlegung der erforderlichen Modellinhalte (über **LOG** und **LOI**) bzw. die Festlegung der projektbezogenen BIM-Anwendungsfälle. Damit wird die gesamte Ausrichtung des Projekts gesteuert. Die Priorisierung der Vorgaben unterstützt die Artikulation der Absichten des Auftraggebers. Sie

sind bestrebt, hierbei eine optimale Melange aus vorgesehenen Zielsetzungen (mit nutzbaren Mehrwerten) und der *realen Leistungsfähigkeit der Marktteilnehmer* (mit dem resultierenden Bieterfeld) auszuloten.

##### 4.1.2 Festlegen des Finanzierungsmodells

Diese Festlegung erfolgt in einer sehr frühen Projektphase seitens **BPL** bzw. **BPS** und dient dazu, die Projektergebnisse mit den Marktanforderungen abzustimmen.

Die Festlegung des Finanzierungsmodells ist ein Grundbaustein der Projektkonzeption. Auf dieser Grundlage wird in Folge die Festlegung der erforderlichen Modellinhalte (über **LOG** und **LOI**) bzw. die Festlegung der projektbezogenen BIM-Anwendungsfälle durchgeführt und damit die gesamte Ausrichtung des Projekts gesteuert – insbesondere in Hinblick auf die *Anforderungen späterer Nutzer*. Auftraggeber sind bestrebt, hierbei einen optimalen Mix aus *geforderten BIM-Leistungen* (mit nutzbaren Mehrwerten) und der *realen Leistungsfähigkeit der Marktteilnehmer* (mit dem resultierenden Bieterfeld) auszuloten.

##### 4.1.3 Abstimmen der Leistungsindikatoren

Die Abstimmung der Leistungsindikatoren erfolgt in einer sehr frühen Projektphase von der **BPL** bzw. **BPS** und dient dazu, den Erfolg der Projektdurchführung zu ermitteln.

Im *ersten Schritt* definiert der AG den *Zielbereich der Messung*. Dabei werden die bereits erarbeiteten Zielsetzungen herangezogen und zwischen inhaltlichen Zielen und Abwicklungszielen unterschieden. Im *zweiten Schritt* ermittelt der AG die für die Zielbereiche *relevanten Messgrößen und -kriterien*.

Die Abstimmung der Leistungsindikatoren ist ein Grundbaustein der Projektkonzeption. Auf dieser Grundlage wird in Folge der Projekterfolg ermittelt und damit die primäre Kenngröße für den Projektstatus definiert. Auftraggeber sind bestrebt, hierbei eine optimale Melange aus *projektbezogener Ausrichtung* (mit präzisen, objektiven Ergebnissen) und der *portfolioübergreifenden Vergleichbarkeit* auszuloten.

### 4.2 Projektinitiierung

Die Lebensphase 1.0 »Projektinitiierung« (gemäß ÖN A 6241-2, Anhang B) dient der grundlegenden Projekteinrichtung. In dieser Lebensphase erarbeitet der **Auftraggeber** die Grundlagen zur Projektdurchführung, auf denen die Tätigkeiten der Auftragnehmer aufbauen. Diese Lebensphase startet nach positiver Evaluierung der Projektidee.

Im Verlauf dieser Lebensphase werden die konkreten Vorgaben zur Projektdurchführung erarbeitet und bedarfsweise konzeptionelle Studien durchgeführt, bspw. in Form eines Architekturwettbewerbs. Die Projektphase schließt mit dem Aufbau der BIM-Organisation und relevanten Schritte **vor** unmittelbaren **Planungsbeginn** ab.

#### 4.2.1 Identifizieren und Zusammenstellen projektbezogener Anforderungen

Die Projektinitiierung startet mit dem Identifizieren projektbezogener Anforderungen seitens der **BPL** und dient dazu, diese Anforderungen auf Grundlage unternehmensweiter projektübergreifender Regelwerke zusammenzustellen. Bei institutionellen Auftraggebern dienen als Grundlage die vordefinierten unternehmensweiten **BIA** bzw. **AIA** (projektübergreifend). Diese deklarieren einheitlich die generellen Rahmenvorgaben hinsichtlich grundlegender einheitlicher Vorgaben zur Projektdurchführung sowie etwaigen Datenübergaben (insbesondere an das FM) über alle Projekte (Institutionelle Auftraggeber sind jene Auftraggeber, die regelmäßig Bauprojekte abwickeln und unternehmensinterne Kompetenzen vorhalten).

Im *ersten Schritt* werden relevante *Regelwerke identifiziert*. Dabei sind Projektstandort, Projektkomplexität und entsprechende Zielsetzungen des AG maßgebliche Kriterien. Im *zweiten Schritt* folgt die *projektbezogene Zusammenfassung* dieser Anforderungen. Sie stehen damit als Grundlage für die nachfolgende projektbezogene Einrichtung der Regelwerke zur Verfügung.

#### 4.2.2 Erstellen und Einrichten der BIM-Leistungsbilder, Regelwerke, Verträge

Mit dieser Tätigkeit formulieren die **BPL** ev. mit **BPS** die konkreten projektbezogenen Anforderungen in Regelwerken. Auf dieser Grundlage werden die Leistungsvorgaben für Auftragnehmer in einer marktüblichen, einheitlich verständlichen Form deklariert. Sie sind Bestandteil der Ausschreibung und gelten später auch als Bestandteil der Planerverträge.

Im *ersten Schritt* wird die grundsätzlich vorgesehene *Projektorganisationsstruktur* festgelegt. Dies hat unmittelbare Auswirkungen auf die vorgesehenen Leistungen der künftigen Auftragnehmer. Daher folgt im *zweiten Schritt* die Festlegung der *Leistungsbilder* für alle relevanten Organisationseinheiten – oftmals durchgeführt im gesamten Kontext von **BPL**, **BPS** über **BGK**, **BFK** bis zu BIM-Ersteller und **ÖBA**, um die Leistungsbilder vollständig aufeinander abzustimmen bzw. eindeutig abzugrenzen.

Im *dritten Schritt* erstellt der AG die auf den Leistungsbildern aufbauende **AIA**. Diese definiert und beinhaltet zumindest folgende Vorgaben:

- Vorgaben an die *Datenstruktur*,

- Vorgaben an die *Detaillierungsgrade*,
- Anforderungen an die zu verwendeten *Schnittstellen*,
- Anforderungen an die zu verwendeten *Bezeichnungen*,
- Anforderungen an die durchzuführenden *Datenübergaben* und
- Anforderungen an die zu verwendete *Kollaborationsplattform*.

Im *vierten Schritt* erfolgt die Vorbereitung des **BAP**-Musters, das im Verlauf des **BAP**-Kolloquiums (siehe Abschnitt 4.2.8 und 4.2.9) als Grundlage für die Projekteinrichtung dient. Dieses baut auf der projektbezogenen **AIA** auf und präzisiert diesen hinsichtlich der genauen Abfolge zur Umsetzung der **AIA**-Vorgaben. Im abschließenden Schritt werden die erarbeiteten Vorgaben in die Ausschreibungsunterlagen eingebunden.

#### 4.2.3 Modellgestützte Bedarfsplanung (Anforderungsmodell)

**BPL** bzw. **BPS** formulieren nun die konkreten projektbezogenen Anforderungen an das zu schaffende Bauwerk. Der Unterschied zu einem herkömmlichen Raum- und Funktionsprogramm liegt in der Semantik des Anforderungsmodells und der damit verbundenen Maschinenlesbarkeit. Dies ermöglicht zum einen die nahtlose Übernahme der AG-Vorgaben durch das Planerteam (= *Auftragnehmer Planung*, *AN Planung*) in seiner BIM-Applikation als auch die projektbegleitende automationsgestützte Kontrolle der Vorgaben aus dem Anforderungsmodell gegen die laufende Planung. Das Anforderungsmodell ist eine Leistungsvorgabe an den *AN Planung* und somit Bestandteil der Ausschreibung.

Die Erstellung der Anforderungsmodelle erfolgt unter Zuhilfenahme dafür gesondert entwickelter Werkzeuge wie bspw. *dRofus* oder *buildingOne*. Diese ermöglichen die konzentrierte Erarbeitung von Raum- und Funktionsprogrammen sowie die dazugehörige Organisation von Raumtypen inkl. der Ausstattungsoptionen. Sie sind in der Lage, diese Vorgaben in einer IFC-basierten Struktur abzubilden. Die Vorgaben zur IFC-Struktur entstammen dabei der **BIA** bzw. der **AIA** und sind zwingend konform zur später im Projekt durch den *AN Planung* zu verwendeten Datenstruktur. Andernfalls wird ein Vergleich zwischen Anforderungsmodell und Planungsmodellen erschwert bzw. verunmöglicht.

Das Anforderungsmodell bildet quantitativ alle in der Planung zu berücksichtigenden Räume inkl. der zu schaffenden Qualitäten ab. Diese werden in Folge durch den *AN Planung* erwidert. Das Anforderungsmodell kann vom *AN Planung* initiierend aufgenommen und im Planungskontext fortgeschrieben werden. Das originale Anforderungsmodell verbleibt in der Verantwortung des Auftraggebers; die **BPL** schreibt diese in entsprechenden Fällen fort. Eine Änderung des Anforderungsmodells ist nachvollziehbar und wird entsprechend kommuniziert. Unter Umständen ist diese Änderung eine formale Abänderung der Bestellung und kann eine Planungsänderung zur Folge haben. Das Zusammenspiel aus Planungsvorgabe und Planungsumsetzung wird dadurch transparenter und nachvollziehbarer.

Die Gegenüberstellung des Anforderungsmodells mit den Planungsmodellen erfolgt zumindest im Zuge der Prüfungen zur Datenlieferung (*QualityGate*).

**4.2.4 Grundlagenaufbau (Vermessung, Bestandsmodell, Geländemodell)**

**BPS** ev. mit **Vermessung** erstellen beim Grundlagenaufbau die konkreten projektbezogenen Planungsgrundlagen. Der Unterschied zur herkömmlichen Vorgangsweise liegt in der wesentlichen höheren Präzision der Vorgabe (Georeferenzierung, vollständige Abbildung der Bestandssituation, Strukturvorgabe und Funktionsumfang). Dies ermöglicht eine nahtlose Weiternutzbarkeit der Bestandsinformationen durch den *AN Planung* in dessen BIM-Applikationen. Das Bestands- und Geländemodell ist Bestandteil der Ausschreibung und Grundlage für etwaige konzeptionelle Studien bzw. Architekturwettbewerbe.

**4.2.5 Ausschreibung, Vergabe und Einrichtung der Kollaborationsplattform**

Im Zuge der Projektinitiierung erstellen **BPL** sowie **BPS** die zentrale Plattform zum Informationsaustausch. Institutionelle Auftraggeber ziehen dazu als Grundlage vordefinierte unternehmensweit einheitliche Produktvorgaben hinzu, auf deren alle Projekte abgewickelt werden.

Im *ersten Schritt* identifiziert der AG die *relevanten Funktionen*. Dabei sind Nutzerrechte, daraus resultierende Sicherheitsaspekte, die Projektart und die Projektkomplexität des AG maßgebliche Kriterien. Der *zweite Schritt* fasst diese *Anforderungen projektbezogen* zusammen. Verlangt der Auftraggeber kein spezielles Produkt, folgt nun entsprechend den Vorgaben die Ausschreibung und Beschaffung einer Kollaborationsplattform. Nach erfolgter Beschaffung/Vergabe dient der *dritte Schritt* der *projektbezogenen Einrichtung*. Dafür verantwortlich ist jene Organisationseinheit, die später auch für die Betreuung der Projektabwicklung zuständig ist (zumeist **BPS**).

Derzeit (2020) umfasst der Funktionsumfang der gängigen Kollaborationsplattformen oftmals noch nicht die bidirektionale, webservicebasierte Abwicklung der modellbasierten Kommunikation (BCF). Dies ist erst mit der Verbreitung von *openCDE* zu erwarten. Bis dahin ist es üblich, parallel zur Kollaborationsplattform auch eine Kommunikationsplattform aufzubauen und zu verwenden. Für deren Beschaffung und Einrichtung gelten die gleichen Bedingungen wie für die Kollaborationsplattform.

**4.2.6 Ausschreibung und Vergabe der Planungsleistungen**

**BPL** und **BPS** identifizieren nun den Bestbieter für die Planungsleistungen.

Im *ersten Schritt* führen sie die vorab erarbeiteten *Grundlagen* (Regelwerke, Leistungsbilder, Anforderungsmodell, Bestandsgrundlagen) zusammen. Im *zweiten Schritt* wird die *geeignetste Ausschreibungsstrategie* im Kontext BIM festgelegt (einstufig, zweistufig, geladen, offen). Dabei muss das aktuelle Marktumfeld dem geforderten Leistungsbild/-umfang gegenübergestellt werden. Ziel ist die Eingrenzung auf ein kompaktes Bieterfeld mit BIM-fähigen, als auch für die Projektzielsetzung geeigneten potentiellen Auftragnehmern. Im *dritten Schritt* müssen die *konkreten Ausschreibungskriterien* (openBIM, Qualifikationsnachweise AN) erarbeitet werden. Der AG definiert die erforderliche qualitative Eignung der Bieter (BIM-Kompetenz, Referenzen, BIM-Applikationen) sowie die Mechanismen, wie diese gewährleistet werden. Dabei muss sichergestellt werden, dass die definierten Anforderungen ein *breites Bieterfeld* ermöglichen (also *möglichst niedrig* sind) als auch die *zuverlässige Projektdurchführung* gewährleisten (also *möglichst hoch* sind) – dies erfordert immer einen Kompromiss.

Im Verlauf der Ausschreibung und Vergabe kommt es zu diversen Fragerunden mit den Bietern. Aufgrund der derzeit noch heterogenen Kenntnisse zu BIM in der Breite benötigen diese oft umfassende Fragekataloge, deren kompetente Beantwortung durch die **BPL** und **BPS** durchgeführt werden müssen.

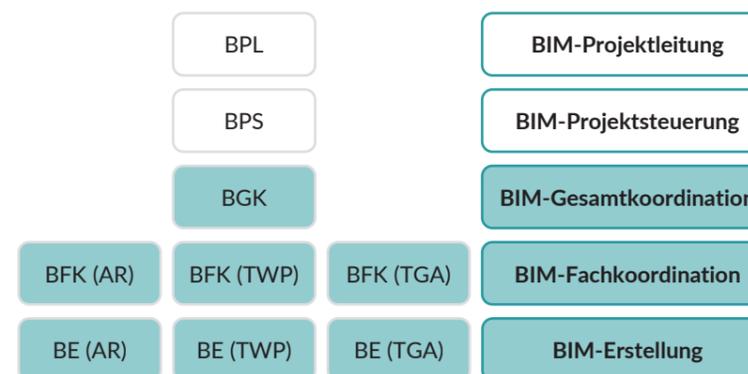
**4.2.7 Durchführen modellgestützter Studien/Wettbewerbe**

Diese Tätigkeit wird im Zuge der Projektinitiierung von der **BPL** sowie **BPS** vorbereitet und dient dazu, die inhaltlich beste Idee zur Projektumsetzung zu finden. BIM spielt hierbei zumeist keine bzw. nur eine rudimentäre Rolle.

**4.2.8 Aufbau des Planerteams / AN Planung**

**BPS** stellen dem künftigen *AN Planung* die erarbeiteten Grundlagen (Regelwerke, Leistungsbilder, Anforderungsmodell, Bestandsgrundlagen) in ihrem vollständigen Umfang vor und erläutert diese. Dieser Schritt ist notwendig, um sämtliche Zusammenhänge und Anforderungen einvernehmlich zu klären und somit eine einheitliche Sichtweise über die Projektanforderungen zur Durchführung im gesamten Projektteam herzustellen.

Diese Tätigkeit erfolgt im *ersten Kolloquium*. Dabei gibt der *AN Planung* auch die konkrete Festlegung der Personen für geforderte BIM-Organisationseinheiten bekannt.



Darauffolgend findet das *BAP-Kolloquium* statt. Der *AN Planung* legt in diesem konkret fest, wie die Vorgaben des AG umgesetzt werden sollten bzw. in welchen Schritten diese umgesetzt werden. Die Ergebnisse daraus münden in den **BAP**. Dessen Erarbeitung moderiert die **BPS**, die dazugehörigen Inhalte fließen vom *AN Planung* ein.

Parallel zu diesen Tätigkeiten finden oftmals die Verhandlungen zu den Planerverträgen statt. Die Kolloquien dienen dabei als Evaluierung der tatsächlich vorhandenen BIM-Fähigkeiten. Etwaige *Korrekturmaßnahmen* bei der *Qualifikation* sind spätestens zu diesem Zeitpunkt einzufordern – bzw. kann hier auch über das Honorar eingegriffen werden.

#### 4.2.9 Einrichten des Projektmodells (PIM) mittels BIM-Kolloquien

Im Rahmen eines von der **BPS** durchgeführten *Modellier-Kolloquiums* werden die Vorgaben zur modellbasierten Projektdurchführung (**BAP**) evaluiert. Der *AN Planung* führt anhand eines Probemodells die Vorgaben aus dem **BAP** auszugswise durch und wickelt relevante Anwendungsfälle exemplarisch ab. Dieses Prozedere dient dazu, einerseits die grundsätzliche Umsetzbarkeit der Vorgaben zu gewährleisten, aber auch andererseits relevante Inhalte zur modellbezogenen Zusammenarbeit innerhalb des Planungsteams festzulegen. Diese umfassen

- die Sicherstellung der einheitlich verwendeten *Projektlage/Projektrichtung*,
- die Sicherstellung der einheitlich verwendeten *Geschossstruktur*,
- die Detailabstimmung der *IFC-Übertragungskonfiguration* im Kontext der verwendeten BIM-Applikationen zur Sicherstellung der vorgesehenen Zusammenarbeit,
- die Sicherstellung der benötigten Kenntnisse zur Modellerstellung/-übertragung (Modellierung und Umsetzung der Vorgaben zu **LOG** und **LOI**) und
- die Sicherstellung der benötigten Kenntnisse zur Modellkoordination/-kommunikation.

Diese Schritte sind zwingend vor Planungsdurchführung abzuschließen, um eine Vermischung aus BIM-Einrichtung und Planungsdurchführung zu verhindern.

#### 4.3 Planung

Die Lebensphase 2.0 »Planung« (gemäß ÖN A 6241-2, Anhang B) dient der grundlegenden Erarbeitung der grundlegenden Planungsvorgaben für Ausschreibung, Vergabe und Bauausführung.

Die Leistungsphasen der Planung umfassen den Vorentwurf, den Entwurf und die Einreichplanung mit dem Genehmigungsverfahren. Dieser Abschnitt betrachtet einheitlich die Inhalte dieser Leistungsphasen. Generell gibt es keinen Unterschied in den grundsätzlichen Leistungen und Anwendungsfällen innerhalb der Planung – nur die Tiefe bzw. der Umfang der Leistungen erhöht sich je Projektphase durch die phasenbezogenen Angaben. Alle Anforderungen zu den zu erbringenden Inhalten und durchzuführenden Leistungen sind in den Regelwerken **AIA** bzw. **BAP** vor Planungsbeginn durch die **BPS** und **BGK** zu definieren und können im Projektverlauf weiter differenziert werden.

Dieser Abschnitt betrachtet die notwendigen Schritte und Definitionen zu Planungsbeginn und beschreibt die in Projekten üblicherweise durch **BGK**, **BFK** und BIM-Ersteller durchzuführenden Anwendungsfälle im Zuge der durchzuführenden Arbeiten.

##### 4.3.1 Übergabe der Grundlagen an den AN Planung (Bestandsmodell, Geländemodell, Anforderungsmodell)

Den projektbeteiligten Planern werden zu Beginn der Planungsphasen die zuvor ermittelten und generierten Grundlagen übergeben. Dies erfolgt über die Kollaborationsplattform (CDE). Als Grundlage für die Planung dienen

- das Geländemodell,
- das Bestandsmodell (falls ein Bestand vorhanden ist und weiter genutzt werden soll) und
- das Anforderungsmodell.

Die ersten beiden Modelle sind durch die Vermessung zu ermitteln (bzw. zu erstellen) und als 3D-Modell zu übermitteln (siehe auch Abschnitt 4.2.4). Mit deren Übergabe wechselt auch die Verantwortung vom Ersteller (Vermessung) zum *AN Planung*.

Die AG-Vertretung erstellt das Anforderungsmodell (siehe Abschnitt 4.2.3) und übermittelt dieses an den *AN Planung*. Die Autorenschaft verbleibt beim AG. Das Anforderungsmodell wird im Planungsverlauf bedarfsweise im Koordinationsmodell als Referenz eingebunden, um den entsprechenden Soll-Ist-Vergleich mit den Planungsmodellen durchzuführen.

Alle Modellgrundlagen werden jeweils als IFC-Datei bereitgestellt. Für das Bestandsmodell gibt es jedoch den Sonderfall der Bereitstellung im nativen Format der BIM-Applikation, um eine möglichst verlustfreie Weiterbearbeitung durch den *AN Planung* zu gewährleisten. Allerdings muss dafür schon frühzeitig (zum Zeitpunkt der Modellerstellung) die BIM-Applikation des *AN Planung* bekannt sein, was nicht in jedem Projekt möglich ist, bspw. bei der Durchführung von Architekturwettbewerben. In letzterem kommt eine andere Strategie zum Einsatz, in der die Leistungsgrenze zwischen *Vermessung* und *AN Planung* verschoben

wurde. In derartigen Fällen stellt die Vermessung nur die entsprechende Punktwolke bereit und der *AN Planung* übernimmt die darauf basierende Erstellung des Bestandsmodells. Das Problem der frühzeitig abzustimmenden BIM-Applikation entfällt. Auch etwaige Differenzen zu Umfang, Detaillierung und Schwerpunktsetzung im Bestandsmodell sind obsolet.

Zur eigentlichen Durchführung: Zu Beginn der Planung muss durch die jeweilige **BFK** sichergestellt werden, dass die gelieferten Grundlagen-Modelle von den anderen *AN Planung* korrekt verwendet werden können – hinsichtlich der Lage (Georeferenzierung) und der Element-Definition (IFC-Entität). Üblicherweise übernimmt nur die Disziplin Architektur das Geländemodell in ihre Autorensoftware. Bei Bestandsmodellen kann differenziert werden, welche Disziplin die entsprechenden Grundlagen implementieren muss. Dies ist abhängig davon, ob der Rohbau, der ausgebaute Bestand oder auch haustechnische Inhalte im Bestandsmodell beinhaltet sind. So kann bspw. der Rohbau von der Disziplin Tragwerksplanung übernommen werden, der ausgebaute Bestand von der Architektur und die Haustechnik-Elemente von der TGA-Planung. Eine solche differenzierte Übernahme von Bestandsmodellinhalten muss vor Planungsbeginn abgestimmt und definiert werden. Dies geschieht spätestens mit der Erarbeitung des **BAP** im entsprechenden Kolloquium (siehe Abschnitt 4.2.8 und 4.2.9).

Im Zuge der Planung werden dann aufbauend auf den Grundlagen-Modellen die einzelnen Fachmodelle der projektbeteiligten Disziplinen erstellt.

#### 4.3.2 Aufbau der Modellgrundlagen

Das PIM (Projektinformationsmodell) besteht aus den verschiedenen Fachmodellen der jeweiligen projektbeteiligten und deren Disziplinen (siehe ÖNORM A 6241-2). Diese werden in Summe auch als Planungsmodelle bezeichnet.

Die zu Planungsbeginn übernommenen Grundlagen-Modelle (Geländemodell, Bestandsmodell) werden zu einem implementierten Teil der jeweiligen Fachmodelle (siehe Abschnitt 4.3.1). Die Verantwortlichkeit zum Aufbau der modellbasierten Zusammenarbeit liegt üblicherweise bei der Disziplin Architektur.

Übergeordnet können für alle Fachmodelle in der Planung Vorgaben getroffen werden, die deren Koordinierung und Weiterverwendung dienen. Generell definiert der **BAP** für alle Fachmodelle

- die eindeutige Verantwortlichkeit für ein Fachmodell und dessen Inhalte,
- die Vorgabe zur Fachmodell-Benennung,
- die Vorgabe der Projektkoordinaten sowie Projektrichtung,
- die Vorgabe zu Geschossen und Geschossnullpunkt,
- die Vorgabe zur Modellierung der Modellinhalte und
- die Vorgabe zum Ausarbeitungsgrad der Fachmodelle (LOD).

Im Folgenden werden diese generellen Vorgaben näher erläutert.

#### Eindeutige Verantwortlichkeit für ein Fachmodell und dessen Inhalte

Alle projektbeteiligten Disziplinen, die ein eigenes Fachmodell führen, tragen die Verantwortung für alle Inhalte des jeweiligen Fachmodells. Als verantwortliche Rolle dient die jeweilige **BFK**. Sie gewährleistet die qualitative Zusammensetzung des bereitgestellten Fachmodells hinsichtlich der Vorgaben. Sie ist die verantwortliche Ansprechperson für die koordinativen und umzusetzenden Aufgaben.

Je Fachmodell sind unterschiedliche Modellinhalte zu erstellen:

- Fachmodell Architektur
  - Architekturplanung inkl.
    - Außenanlagen
    - Inneneinrichtung
    - Brandschutz
    - Bauphysik
- Fachmodell Tragwerksplanung
  - Statisch relevante Bauelemente
- Fachmodelle TGA (Aufteilung in einzelne Fachmodelle)
  - Fachmodell TGA-Planung/Heizung
  - Fachmodell TGA-Planung/Lüftung
  - Fachmodell TGA-Planung/Sanitär
  - Fachmodell TGA-Planung/Elektro
  - Fachmodell TGA-Planung/IKT-Planung

Modellangaben von Projektbeteiligten, die kein eigenständiges Fachmodell führen, können mittels BCF-Kommentare an die modellführende Stelle übermittelt werden. Dies gilt bspw. für die Angaben des Brandschutzes und der Bauphysik, die ihre Angaben auf diese Weise an die Architektur übermitteln können. Die inhaltliche Verantwortung für die Angaben verbleibt bei der liefernden Disziplin. Die empfangende Disziplin trägt nur die Verantwortung für die Implementierung der Angaben im Modell (Kontrolle erfolgt durch die jeweilig modellverantwortliche **BFK**).

#### Vorgabe zur Fachmodell-Benennung

Jedes Fachmodell (infolge auch eventuelle Teilmodelle) muss eine eindeutige Benennung aufweisen. Die Benennung ist stabil über den gesamten Projektverlauf: Sie enthält weder eine Datums- noch Versionsangaben. Die CDE regelt diese beiden Indikatoren (Datum des Uploads bzw. Versionierungssysteme innerhalb der CDE).

In den Regelwerken **AIA** bzw. **BAP** muss für die Benennung der Fachmodelle eine Angabe getroffen werden, die üblicherweise einem einfachen Kodierungssystem folgt. Teil der Kodierung sollte immer sein:

- das Kürzel des Projekts,
- das Kürzel des Verfassers bzw. der verantwortlichen Stelle,
- das Kürzel des Fachmodells oder falls erforderlich des Teilmodells und
- das Kürzel der Übertragungskonfiguration (siehe Abschnitt 4.3.3).

Die Benennungskonvention sollte ebenfalls die Verwendung von Umlauten und Leerzeichen ausschließen und konform der CDE-Vorgaben erfolgen.  
Beispiel für das Fachmodell Architektur:

Kürzel für:			
Projekt	Verfasser	Fachmodell	Übertragungskonfiguration
PRJ	ARC	FM	UK1
Ergebnis:	PRJ_ARC_FM_UK1		

**Vorgabe der Projektkoordinaten sowie Projektrichtung**

Alle Fachmodelle müssen lagerichtig zueinander übermittelt werden. Für die Definition der dafür notwendigen Projektkoordinaten und der Projektrichtung (Abweichung zum geografischen Norden) werden vor Planungsbeginn im **BAP** die entsprechenden Angaben getroffen (siehe Abschnitt 4.2.8 und 4.2.9). Die ÖNORM A 6241-2, Anhang A (normativ) gibt folgende Vorgabe: *Das Gebäudemodell ist eindeutig mit einem Bezugspunkt, bezogen auf MSL-Höhe über Adria, und mit einem die Abweichung zur Nordausrichtung definierenden Vektor zu versehen.*

Bei Neubauprojekten übernimmt üblicherweise das Fachmodell der Architektur die Aufgabe, die Verortungsangaben zu implementieren. Es rollt diese dann im Zuge der ersten Übermittlung des Fachmodells Architektur an die anderen Disziplinen aus. Dabei wird teilweise eine hybride Strategie verwendet, bei der das führende Architekturmodell einerseits im übergeordneten Messnetz (bspw. Gauß-Krüger) georeferenziert ist und andererseits ein lokales kompaktes Messnetz mit Nullpunkt auf der Achse A/1 zur Zusammenarbeit mit den anderen Disziplinen aufspannt. Dies ermöglicht zum einen eine komplikationsfreie Zusammenarbeit im Team des **AN Planung** und zum anderen eine exakte Einbindung von Vermessungsergebnissen von der Baustelle (bspw. Punktwolken).

**Vorgabe zu Geschossen und Geschossnullpunkt**

Über die generellen Definitionen zur Geschossstruktur (siehe Abschnitt 4.2.8 und 4.2.9) hinaus müssen zu Planungsbeginn die konkreten Geschosse und deren Bezeichnung im **BAP** projektbezogen definiert und in allen Fachmodellen gleichermaßen implementiert werden. Alle Fachmodelle müssen eine einheitliche Geschossstruktur aufweisen. Eine Abweichung der Bezeichnung (inkl. Geschoss-Code), der Anzahl oder der Geschosshöhe zwischen den einzelnen (mittels IFC-Datei übermittelten) Fachmodellen ist nicht erlaubt und unterliegt der Verantwortung der jeweiligen **BFK**. *Wichtig:* Innerhalb der nativen Fachmodelle können sehr wohl zusätzliche Geschosse/Bezugsebenen verwendet werden; diese dürfen jedoch nicht weitergegeben werden.

Die ÖNORM A 6241-2, Anhang A (normativ) gibt hinsichtlich der Verwendung von Geschossen folgende Vorgabe: *Das Niveau eines Geschosses hat grundsätzlich auf einer Höhe zu verlaufen. Der Abstand zwischen Geschossen muss größer als 1,50 m sein (siehe ÖNORM EN 15221-6).*

Der Bezugspunkt eines jeden Geschosses (Geschossnullpunkt) muss ebenfalls im **BAP** definiert werden.

Die ÖNORM A 6241-2, Anhang A (normativ) gibt folgende Vorgabe: *Die Bezugsebene der Geschosse ist an die jeweilige Rohdeckenoberkante geknüpft.*

Dies gilt hauptsächlich für Neubauprojekte:

- als Nullpunkt eines Geschosses ist die Rohdeckenoberkante zu verwenden, gemäß ÖNORM A 6241-2.

Für Bestands-/Umbau-/Sanierungsprojekte kann, wenn die Rohdeckenoberkanten nicht ermittelt werden können, der Geschossnullpunkt folgendermaßen definiert werden:

- als Nullpunkt eines Geschosses ist die Oberkante der Austrittsstufe des Hauptstiegenhauses zu verwenden – dieses Niveau ist auch nach Umbau mit großer Wahrscheinlichkeit abgreifbar.

**Vorgabe zur Modellierung der Modellinhalte**

Zum einheitlichen Aufbau der Fachmodelle gelten folgende grundlegende Modellier-Leitsätze:

- Wir modellieren so, wie gebaut wird.
- Wir modellieren nur so detailliert wie benötigt.
- Wir modellieren so, dass Änderungen mit möglichst geringem Aufwand durchzuführen sind.
- Wir modellieren Elemente in bautechnischen Verbundsystemen, solange dies für das gesamte Planungsteam Vorteile erzielt.

Die ÖNORM A 6241-2, Anhang A (normativ) gibt zusätzlich folgende Vorgabe: *Alle Bauelemente sind der Geschoss-Struktur unterzuordnen, da sich ihre Errichtung und Nutzung auf die Erreichbarkeit von Menschen stützt.*

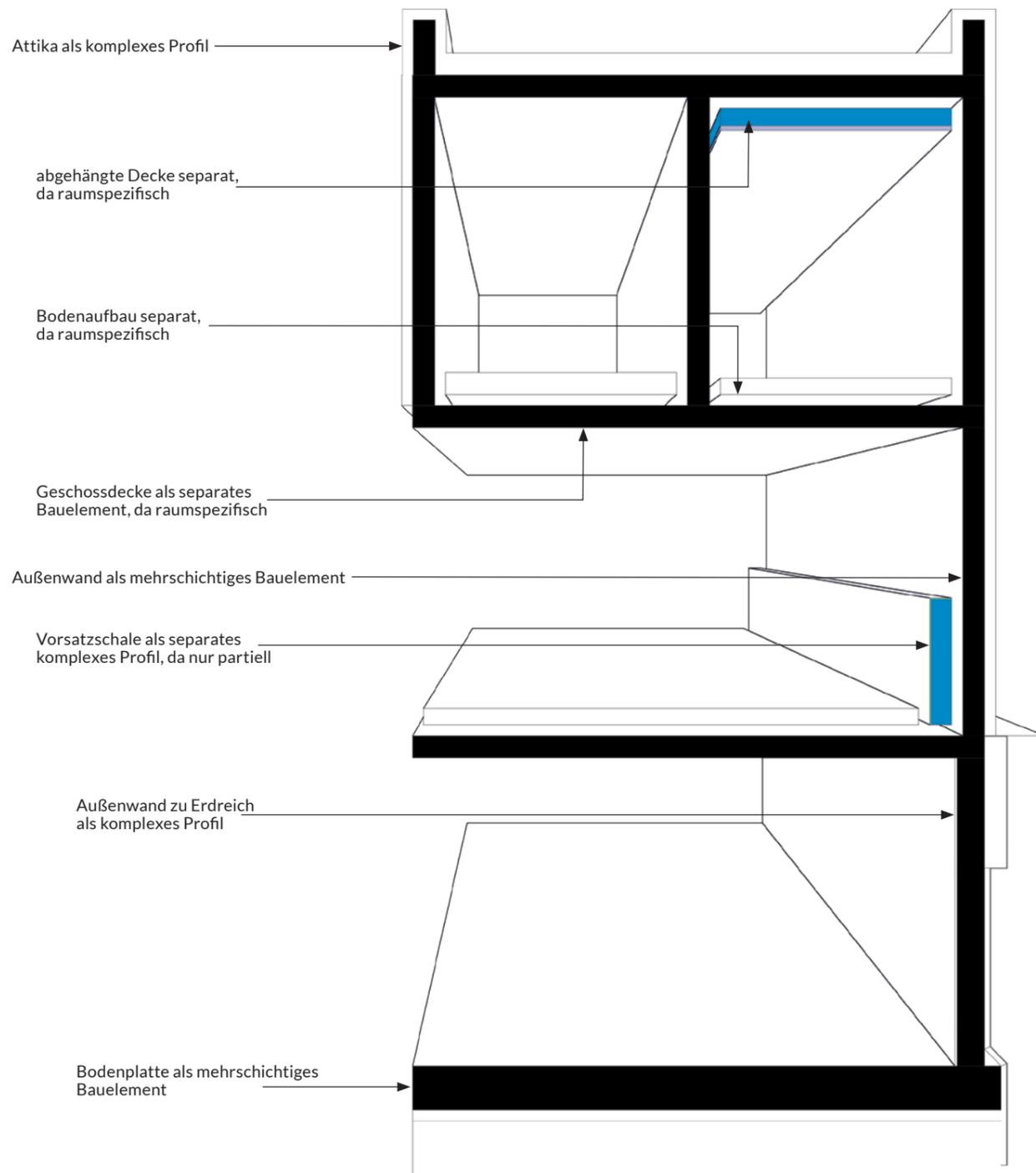
Daraus folgt:

- Die Modellelemente sind geschossabhängig zu modellieren (Verknüpfung erfolgt zum Ursprungsgeschoss und keine Ausdehnung darüber hinaus).

Die ÖNORM A 6241-2, Anhang A (normativ) stellt auch eine übersichtliche Darstellung zur Gliederung der zu modellierenden Elemente zur Verfügung. Aus dem Buch »BIM-Leitfaden – Modell und Struktur« (Eichler) stammt das Bild auf folgender Seite, das die Elemente gut darstellt:

**Vorgabe zum Ausarbeitungsgrad der Fachmodelle (LOD)**

Die Entwicklung der Fachmodellinhalte über die Leistungsphasen hinweg wird durch die Detaillierungsgrade (siehe Abschnitt 3.5) im **BAP** definiert. Der **LOD** (Level of Development) bildet dabei den Entwicklungsgrad der Fachmodelle in Abhängigkeit zur Projektphase und den Modellinhalten gemäß **LOG** und **LOI** ab. Die Tabelle auf folgender Seite definiert beispielhaft den geforderten Ausarbeitungsstand **LOD** der jeweiligen Fachmodelle über die zu verwendenden Detaillierungsgrade **LOG** und **LOI** in Abhängigkeit zur jeweiligen **Projektphase**:



Projektphase	Vorentwurf	Entwurf	Einreichplanung	Ausführungsplanung	Übergabe an FM
Fachmodell: Architektur	LOG100 LOI100	LOG200 LOI200	LOG300 LOI300	LOG400 LOI400	LOG500 LOI500
Fachmodell: Tragwerksplanung	LOG100 LOI100	LOG200 LOI200	LOG300 LOI300	LOG400 LOI400	LOG500 LOI500
Fachmodelle: Haustechnik	LOG100 LOI100	LOG200 LOI200	LOG300 LOI300	LOG400 LOI400	LOG500 LOI500

Die Ausformulierung der geometrischen (LOG) und alphanumerischen (LOI) Inhalts-Anforderungen an die Fachmodelle für den Datenaustausch und die Weiterverwendung der Modelldaten findet im AIA bzw. BAP statt – im Zuge der Zusammenstellung der projektbezogenen Anforderungen (siehe Abschnitt 4.2.1).

In den Planungsphasen werden die gemäß LOD vorgesehenen Inhalte des LOG und LOI in die Fachmodelle in der jeweiligen Autorensoftware bei der Erstellung der Modell-Inhalte übernommen.

### 4.3.3 Aufbau der Zusammenarbeit

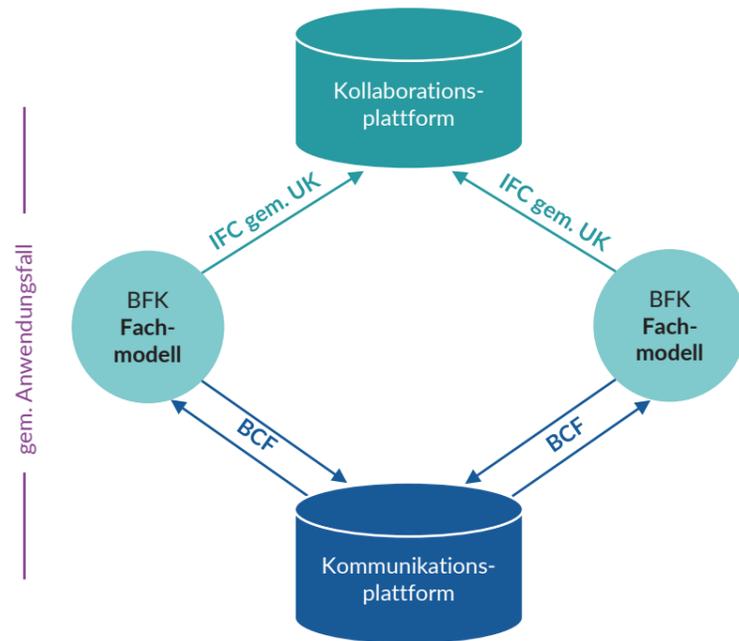
Die eigentliche modellbasierte Zusammenarbeit beginnt ab der ersten Übermittlung von Fachmodellen. Einerseits verwendet die BGK die Fachmodelle für die Koordination der selbigen. Andererseits kann jede Disziplin die Fachmodelle einer anderen Disziplin in der eigenen Software als Referenz hinzufügen oder die Fachmodelldaten in einer Prüfsoftware selbstständig für eine Abstimmung durch die BFKs zusammenspielen.

Zu Beginn richtet sich das Hauptaugenmerk primär auf die korrekte Verortung und Strukturierung des eigenen Modells. Jedoch legt sich der Fokus schnell auf die eigentlichen Planungsinhalte, die sich durch die Dreidimensionalität der Modelldaten schneller als in der konventionellen Planungsmethode (2D-Pläne) erfassen lassen. Zu beachten ist hier, dass nicht nur vollumfängliche Fachmodelle oder von der BGK freigegebene Fachmodelle unter den Disziplinen als Referenz verwendet werden können, sondern auch Fachmodell-Ausschnitte bzw. Zwischenstände punktuell für eine Abstimmung (sowohl in der Autoren- als auch in einer Prüfsoftware).

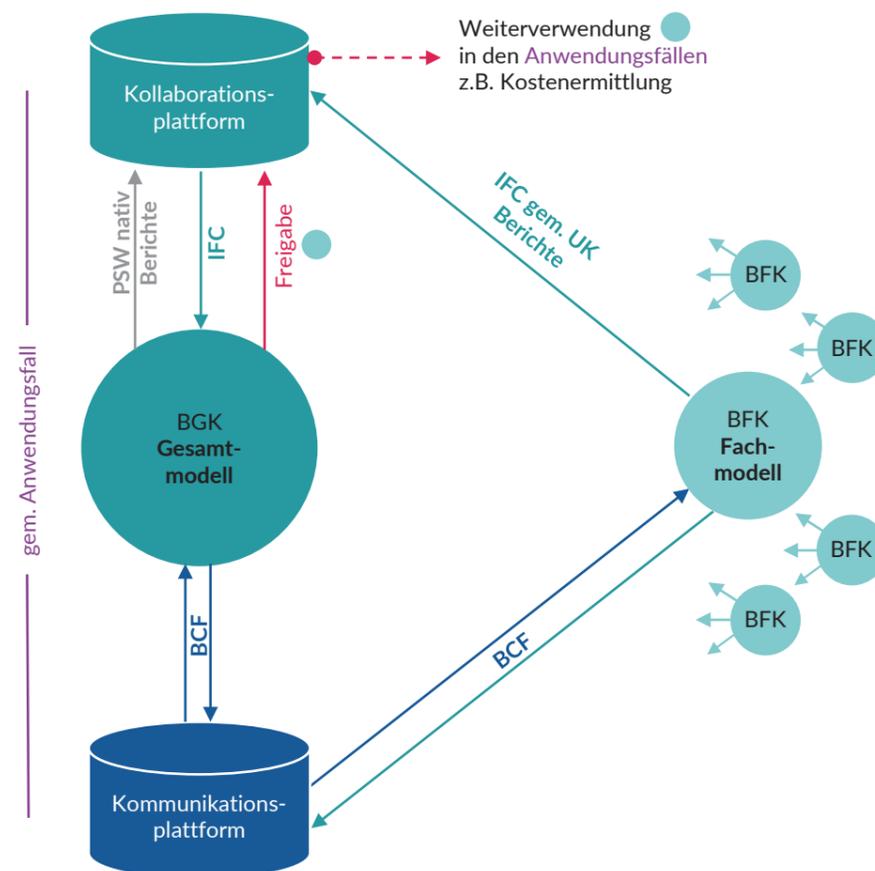
Die Art und der Umfang einer Abstimmung im Team des AN Planung muss im BAP in den sog. Abstimmungsfällen beschrieben werden:

- Großer Abstimmungsfall:
  - Verantwortung: BGK
  - Beteiligte: BFKs, BPS
  - Inhalt: Abstimmung zum Ende einer Projektphase bzw. eines Meilensteins mit allen Fachmodellen
  - Zeitpunkt: einmalig je Projektphase/Meilenstein gemäß Zeitplan
- Mittlerer Abstimmungsfall:
  - Verantwortung: BGK
  - Beteiligte: BFKs, BPS
  - Inhalt: regelmäßige Abstimmung
  - Zeitpunkte: laufend, vorgegebener Turnus gemäß Zeitplan (= Koordinationssitzungen)
- Kleiner Abstimmungsfall:
  - Verantwortung und Beteiligte: BFKs
  - Inhalt: punktuelle/situative Abstimmung nach einer bestimmten Notwendigkeit, keine übergeordnete Koordination durch BGK
  - Zeitpunkte: bedarfsweise, laufend nach Notwendigkeit

Übersicht zu den kleinen Abstimmungsfällen:



Übersicht zu den großen und mittleren Abstimmungsfällen:



Unabhängig von der Art des Abstimmungsfalls müssen gewisse Grundbedingungen eingehalten und im **BAP** vorab definiert werden:

- Einhaltung der Verantwortlichkeiten je Fachmodell,
- Einhaltung der definierten Schnittstellen (IFC, BCF, DWG/DXF, PDF, XSL) (siehe Abschnitt 4.2.1),
- Verwendung der vorgegebenen Kollaborationsplattform (CDE) (siehe Abschnitt 4.2.2),
- Verwendung der vorgegebenen Kommunikationsplattform (für BCF) (siehe Abschnitt 4.2.2),
- Verwendung der definierten Übertragungskonfigurationen (UK) und
- Einhaltung der Vorgaben aus den Anwendungsfällen (siehe ab Abschnitt 4.3.4).

Für die Zusammenarbeit ist es sehr wichtig, dass die erforderlichen Daten dem Anwendungsfall (Verwendung von Modelldaten) entsprechend erstellt bzw. exportiert werden. Dazu ist es notwendig, im **BAP** die entsprechende **Übertragungskonfiguration** (kurz: UK) zu beschreiben.

Eine Übertragungskonfiguration muss

- eindeutig benannt sein (Kürzel) (z.B. für die Verwendung in der Fachmodell-Benennung),
- einen eindeutigen Ersteller definieren,
- einen eindeutigen Empfänger definieren,
- den Modell-Typ definieren (z.B. Prüfmodell, Rohbaumodell, Durchbruchmodell),
- einer MVD zugewiesen sein (z.B. Coordination View, Reference View),
- den Modellinhalt definieren (z.B. alle Bauelemente außer Möbel),
- die Komponenten-Einstellung definieren (z.B. komplett, nur Kern tragender Elemente) und
- die Einstellung von mehrschichtigen Bauelementen definieren (z.B. Verbund, in Einzelelemente aufgelöst).

Für die großen und mittleren Abstimmungsfälle gilt zusätzlich:

- Einhaltung des definierten Freigabeprozesses (siehe Abschnitt 4.3.5).

Die konkreten Übertragungskonfigurationen werden im Zuge der Planerabstimmungen zu Planungsbeginn festgelegt. Ein Testlauf (z.B. Kolloquium) hilft dabei, die verschiedenen Anwendungsfälle und die jeweiligen Planungs-Softwares hinsichtlich der notwendigen Exporteinstellungen zu betrachten und die notwendigen Inhalte der letztendlichen Übertragungskonfiguration zu definieren. Kommen im Laufe der Projektphasen weitere Projektbeteiligte hinzu, können weitere notwendige Übertragungskonfigurationen ergänzt werden.

#### 4.3.4 Durchführen des Modellmanagements/BIM-Qualitätsmanagements

Die Durchführung des Modellmanagements ist ein **Anwendungsfall**, der in unterschiedlichen Verantwortungsebenen und in unterschiedlichen Tiefen stattfindet. Dieser Anwendungsfall wird oft auch als **BIM-Qualitätsmanagement** oder **BIM-Qualitätssicherung** bezeichnet – und es wird häufig die allseits bekannte Kollisionsprüfung darunter verstanden. Um ihn jedoch vollständig abbilden zu können, sind weitergehende **Prüfkriterien** erforderlich sowie die Definition eines **Koordinationsplans** und eines **Datenlieferungsplans**.

##### Koordinationsplan und Datenlieferungsplan

Ein **Koordinationsplan** wird für die **mittleren Abstimmungsfälle** im **BAP** erstellt. Er beschreibt die Zusammensetzung der zu übermittelnden Daten, in Bezug zur Projektphase, für die durchzuführenden Koordinationssitzungen (siehe Abschnitt 4.3.5). Diese Daten sind von den jeweiligen **BFKs** auf der Kollaborations- bzw. Kommunikationsplattform bereitzustellen.

Gemäß Koordinationsplan müssen übermittelt werden:

- IFC-Fachmodelle (vorgeprüft durch die **BFK**)
  - gemäß vorgegebener Benennung,
  - gemäß vorgegebener Übertragungskonfiguration,
  - gemäß vorgegebenem Ausarbeitungsgrad (**LOD = LOG + LOI**)
    - ♦ im aktuellen Arbeitsstand,
- BCF-Kommentare der **BFK** (der eigenen Vorprüfung bzw. aus den Anfragen an die anderen **BFKs** heraus) und
- PDF-Prüfbericht der eigenen Vorprüfung.

Die Daten werden der **BGK** immer in einem entsprechenden zeitlichen Abstand vor einer Koordinationssitzung übermittelt. Dies gewährleistet, dass die **BGK** einen angemessenen Zeitraum für die eigene Qualitätsprüfung zur Verfügung hat. Die konkreten Termine für die Koordinationssitzungen müssen mit der **BPS** abgestimmt und von dieser freigegeben werden.

Zur Unterscheidung zwischen den **mittleren** und den **großen Abstimmungsfällen** ist im **BAP** auch der **Datenlieferungsplan** vorgegeben. Für die Datenlieferung im großen Abstimmungsfall sind die Angaben für die zu übermittelnden Daten zum Ende einer Projektphase / eines Meilensteins definiert. Der wesentliche Unterschied zwischen **Datenlieferungsplan** und **Koordinationsplan** ist das wesentlich höhere Prüfniveau (Prüfkriterien) bei der Datenlieferung. Diese sollen die tatsächliche Erbringung der geforderten Modellinhalte (gemäß **LOD**-Vorgabe) gewährleisten (*QualityGate*) und stehen im Zusammenhang mit etwaigen Zahlungsfreigaben des Auftraggebers.

Für den Datenlieferungsplan werden für die **BFK** die oben genannten Übermittlungen ergänzt um:

- IFC-Fachmodelle,
  - freigegeben durch die **BGK** nach der finalen Koordinationssitzung,
  - gemäß vorgegebenem Ausarbeitungsgrad (**LOD = LOG + LOI**)
    - ♦ im vollständigen Ausarbeitungsstand,
- aus dem Fachmodell abgeleitete Plandokumente als PDF und DWG/DXF:
  - Pläne müssen dem geprüften und freigegebenen Stand des Fachmodells (IFC-Datei) entsprechen. 2D-Informationen, die nur in den Plandokumenten enthalten sind (z.B. Bemaßungen), dürfen den Angaben im Fachmodell nicht widersprechen und
- ergänzende Informationen (z.B. Detailpläne).

Die **BGK** liefert gemäß Datenlieferungsplan

- ein freigegebenes Koordinationsmodell (im Format der Prüfsoftware),
- einen PDF-Prüfbericht und
- ein Einordnungsschema der Prüfergebnisse (siehe Abschnitt 4.3.5),
  - inkl. Zuordnung zum Bestehen eines notwendigen *QualityGates*.

Die Termine für die letzte Koordinationssitzung zum Ende einer Projektphase bzw. eines Meilensteins und die damit verbundene Datenlieferung gibt die **BPS** vor und müssen mit der **BGK** und dem Projektterminplan abgestimmt sein.

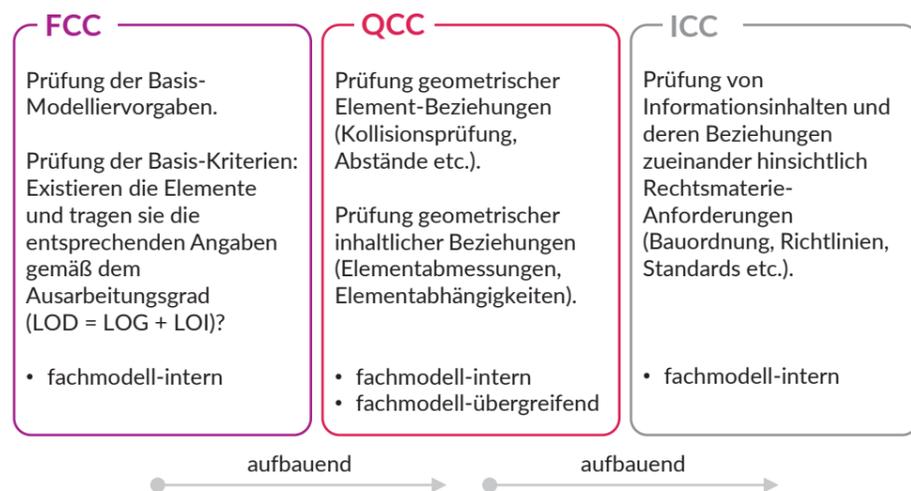
##### BIM-Qualitätsmanagement

Im **AIA** bzw. **BAP** müssen die Anforderungen an das modellbasierte Qualitätsmanagement bzw. die konkrete Durchführung zur einheitlichen Qualitätskontrolle und Koordination der digitalen Modelle beschrieben werden. Die Beschreibung beinhaltet die Vorgaben zu den **Prüfkriterien**, die in der Prüfsoftware umgesetzt werden müssen.

Prüfkriterien umfassen eine Einteilung in verschiedene Schwerpunkte, die eine Modellprüfung in sich ordnen und die Prüfergebnisse einschätzbar machen. Etabliert hat sich das System der Kriterien-Checks in:

- Formale Kriterien Checks (FCC = formal criteria check)
- Qualitäts-Kriterien Checks (QCC = quality criteria check)
- Integritäts-Kriterien Checks (ICC = integrity criteria check)

Dieser Aufbau und dessen systematischen Inhalte wurde 2016 von Tina Krischmann und Hannes Asmera entwickelt und finden sich heute in vielen Vorgaben für Prüfroutinen wieder:



Zu den **FCC** zählen u.a.:

- Basis-Modellvorgaben:
  - Elemente geschossbezogen und geschossabhängig vorhanden und
  - GUIDs einmalig vorhanden,
- Ausarbeitungsgrad:
  - **LOG:** Elemente entsprechend der **LOG**-Klasse modelliert, z.B. ein- oder mehrschichtig und
  - **LOI:** Elemente sind entsprechend ihrer IFC-Entität korrekt klassifiziert und tragen die geforderten Merkmale. Der Wertebereich der Merkmale ist sinnvoll (z.B. entsprechend einer Optionen-Vorgabe, enthalten einen Zahlenbereich, enthalten einen Wahr/Falsch-Wert).

Zu den **QCC** zählen u.a.:

- Geometrische Element-Beziehungen:
  - Elemente weisen keine Überschneidung auf (Kollisionsprüfung) bzw. die Überschneidung befindet sich innerhalb der vorgegebenen Toleranz.
- Geometrische inhaltliche Beziehungen:
  - Elemente weisen einen erforderlichen minimalen oder auch maximalen Abstand auf:
    - ♦ z.B. minimaler Abstand von Sanitärobjekten zu Schächten,
    - ♦ z.B. maximaler Abstand von Schächten in den angrenzenden Geschossen.

Bei den **QCC** ist zu beachten, dass die **BFK** diese Prüfungen fachmodell-intern durchführt, die **BGK** diese sowohl fachmodell-intern als auch fachmodell-übergreifend durchführt.

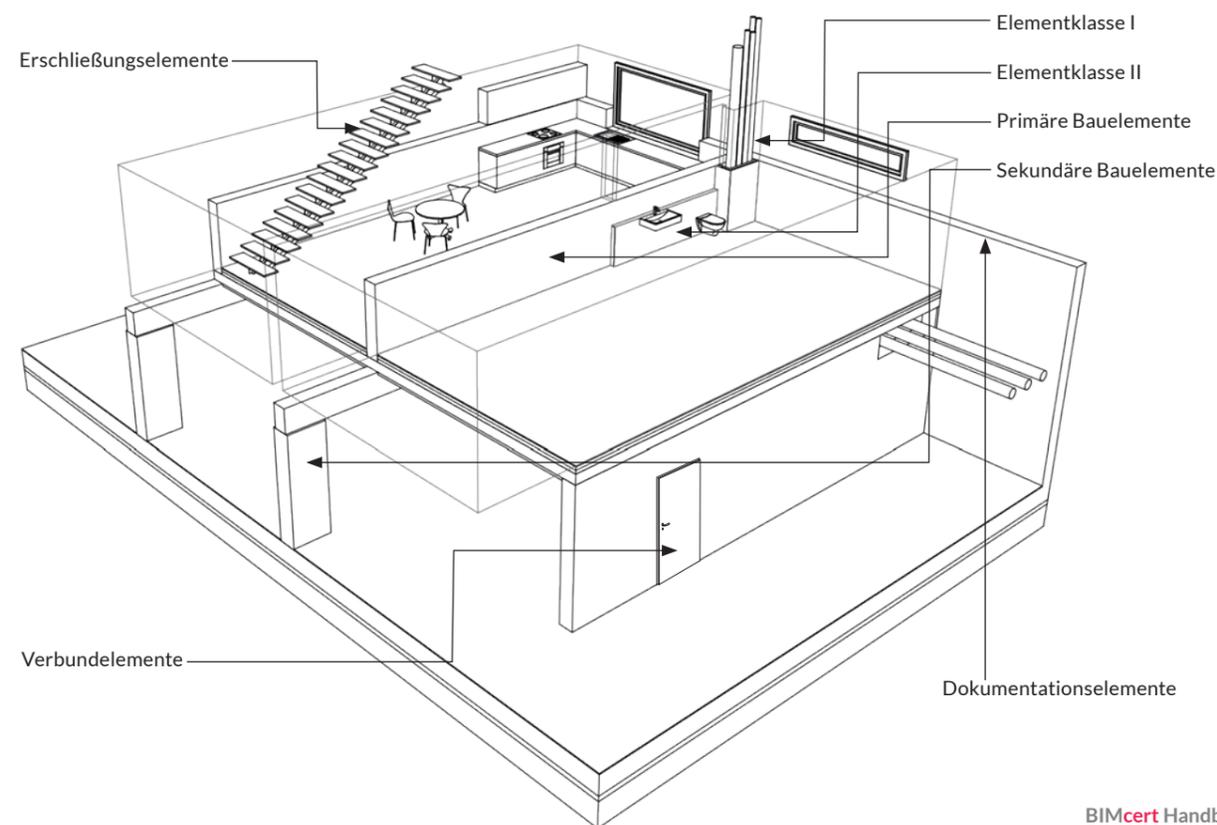
Zu den **ICC** zählen u.a.:

- Mathematisch abbildbare Rechtsmaterie-Anforderungen:
  - z.B. Fluchtwegsbreite und Fluchtweglänge und
- Beziehungen aus Rechtsmaterie-Anforderungen:
  - z.B. erforderliche Anzahl von barrierefreien Stellplätzen.

Bei den **ICC** ist zu beachten, dass hier stark auf die lokalen Anforderungen der Rechtsmaterie eingegangen werden muss. Derzeit können auch nur die bautechnischen Anforderungen teilweise abgebildet werden, nicht die baurechtlichen (= Nachbarschaftsrechte). Die bautechnischen Anforderungen lassen sich auch nur bis zu einem gewissen Maß in einer Prüfsoftware abbilden, da einerseits das Fachmodell der Architektur noch nicht alle dafür notwendigen Angaben trägt bzw. andererseits die Inhalte der Rechtsmaterie in vielen Bereichen nicht mathematisch abbildbar sind. In Abschnitt 4.3.10 wird zum heutigen Stand und zu einem zukünftigen Verfahren näher eingegangen.

Alle Prüfkriterien können in der Prüfsoftware unterstützt werden, indem eine Filterung der vorhandenen Elemente vorgenommen wird. Dabei kann die ÖNORM A 6241-2, Anhang A (normativ) für die Einteilung in **Elementklassen** herangezogen werden. Diese teilt die verschiedenen Elemente hinsichtlich ihrer Verwendung logisch ein. Dadurch lässt sich auch eine logische Prüfung innerhalb dieser Einteilung sowie von Elementklassen gegeneinander durchführen.

Dies ist besonders bei den **QCC** hilfreich, wenn eine Kollisionsprüfung von z.B. *Primären Bauelementen gegen die Elementklasse I* der TGA durchgeführt wird. So können nur fehlende oder mangelhafte Durchbrüche in *Primären Bauelementen* gefiltert geprüft werden, ohne auf Durchbrüche in Ausbau-Elementen zu achten, die in frühen Planungsphasen nicht gefordert werden. Folgendes Bild zeigt bspw. die verschiedenen Elementklassen:



### 4.3.5 Durchführen der Koordinationssitzungen

Die Ergebnisse einer Modellprüfung werden immer kommuniziert. Dies geschieht üblicherweise in den Koordinationssitzungen, die in durch den Koordinationsplan und den Datenlieferungsplan festgelegt sind. Eine Koordinationssitzung leitet die **BGK** unter Teilnahme der verschiedenen **BFKs** und der **BPS**. So wird sichergestellt, dass die Kommunikation bezüglich des Planungsstands und der anstehenden Arbeiten zu den Planern und BIM-Erstellern (durch die **BFK**) und zum AG (durch die **BPS**) gewährleistet ist.

Eine Koordinationssitzung findet direkt im Anschluss zu einer **BGK**-Modellprüfung statt. Die **BGK** präsentiert die Prüfergebnisse innerhalb der Prüfsoftware und stimmt diese mit den verantwortlichen **BFKs** ab. So wird u.a. auch geklärt,

- bis wann die Mängel behoben werden müssen,
- wer die Hauptverantwortung für die Behebung übernimmt, falls mehrere Disziplinen beteiligt sind,
- welche Ziele bis zur nächsten Koordination erreicht werden müssen und
- welche Prioritäten bei der Mängelbehebung und der kommenden Abstimmung zu setzen sind.

Auch die **BFKs** können in der Koordinationssitzung ihre fachmodell-internen Prüfergebnisse präsentieren und so bspw. Anforderungen an die anderen Fachmodelle konkretisieren und abstimmen. Die **BGK** protokolliert die Koordinationssitzung und übergibt im Anschluss das Protokoll sowie die dazugehörigen Prüfberichte an die Beteiligten über die Kollaborations- und Kommunikationsplattform.

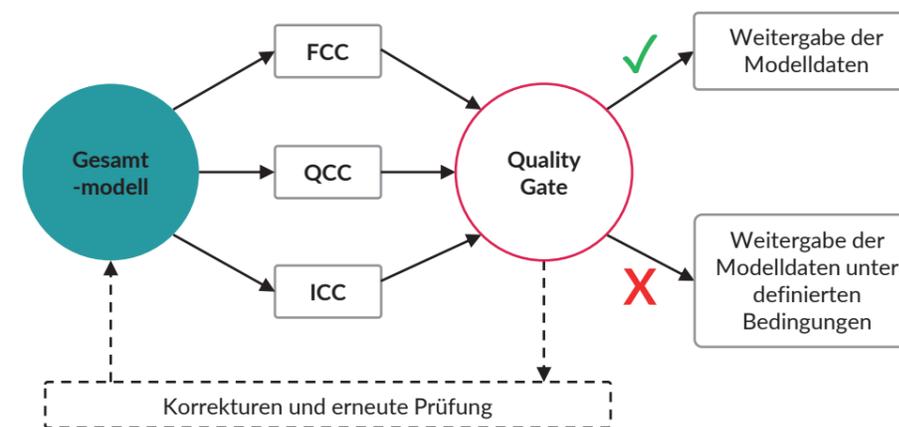
**Prüfberichte** der **BGK** und der **BFK** setzen sich zusammen aus den einzelnen BCFs zu den Mängeln und dem dazugehörigen PDF-Prüfbericht:

- **Zusammensetzung des BCF-Prüfberichts:**  
Ein Prüfbericht im Format BCF enthält die Auflistung der Prüfergebnisse aus der verwendeten BIM-Applikation zur Qualitätssicherung. Die einem Prüfergebnis zugehörigen Elemente müssen dem BCF-Kommentar anhand ihrer GUID zugeordnet sein. Etwaige Kommunikation zwischen Projektbeteiligten zu dem Prüfergebnis ist auf Grundlage des BCF-Kommentars zur Nachvollziehbarkeit weiterzuführen.
- **Zusammensetzung des PDF-Prüfberichts:**  
Ein Prüfbericht im Format PDF enthält die Auflistung der Prüfergebnisse aus der verwendeten BIM-Applikation zur Qualitätssicherung und eine Bewertung der Prüfergebnisse auf Grundlage des definierten Einordnungsschemas.

Das **Einordnungsschema** der **BGK** unterstützt die Einordnung der Prüfergebnisse in den aktuellen **Ausarbeitungsgrad (LOD)**. Dadurch lässt sich für alle Beteiligten und auch den AG darstellen, wie weit die einzelnen Fachmodelle und auch das koordinierte Gesamtmodell den Anforderungen entsprechen. Ein Einordnungsschema bildet ab, zu welchem Grad (Prozentsatz) die Modelldaten korrekt sind – die Prüfung also »bestanden« haben. Es kann auch die Angabe »nicht bestanden« geben, wenn die Modelldaten noch nicht in ausreichender Form vorliegen.

Liegen die Modelldaten (gesamtheitlich oder bezogen auf einzelne Fachmodelle) in noch nicht ausreichender Form vor, kann die **BGK** entscheiden, ob eine Weitergabe in die nächste Koordinationssitzung erfolgen kann oder ob vor einer Weiterführung erst bestimmte Mängel behoben werden müssen. Dieses Vorgehen gilt für die *mittleren Abstimmungsfälle* innerhalb einer Projektphase.

Zum Ende einer Projektphase bzw. eines Meilensteins (großer Abstimmungsfall) werden dagegen **QualityGates** als Maßstab für die Weitergabe in die nächste Projektphase eingesetzt. Die Modelldaten können nur in den nächsten Planungsschritt übergeben werden, wenn die **QualityGates** vollständig bestanden wurden oder verpflichtende Bedingungen zur Behebung von Mängeln getroffen wurden.



### 4.3.6 Durchführen der Datenübergabe

Die Durchführung der Datenübergabe ist ein Anwendungsfall, der zum Ende einer Projektphase bzw. eines Meilensteins eintritt. Er betrifft die abschließend zu übermittelnden Planungs-Ergebnisse einer Projektphase. Diese sind von der jeweiligen **BFK** auf der Kollaborations- und Kommunikationsplattform bereitzustellen. Für alle Datenübergaben gelten die Benennungsvorgabe und die Vorgaben hinsichtlich des Umfangs, wie diese im **BAP** definiert werden.

**Für die Übermittlung der Fachmodelle (IFC-Datei) gilt:**

- Einhaltung der Vorgabe zum Ausarbeitungsgrad der Fachmodelle.
- Die Einhaltung dieser Vorgaben ist vor Bereitstellung der Daten auf der Kollaborationsplattform sicherzustellen, die Freigabe erfolgt durch die **BGK**:
  - Alle zu prüfenden Aspekte müssen entsprechende positive Ergebnisse liefern, dies ist als entsprechendes **QualityGate** zu verstehen.
  - Eine darüberhinausgehende inhaltliche Prüfung der funktionalen Projektziele muss separat durchgeführt werden.
  - Die Einhaltung der Vorgaben ist mittels eines beigefügten Prüfberichts gemäß Vorgabe nachzuweisen.
- Ergänzende Informationen bzw. vertiefte Informationen (z.B. Detailpläne) werden durch den Ersteller mittels BCF-Kommentares im Fachmodell nachvollziehbar verortet.
- Alle Plandokumente sind aus dem jeweiligen Fachmodell abgeleitet.

**Für die Übermittlung der Plandokumente (DWG/DXF-Dateien) gilt:**

- Gemäß der normativen Vorgabe.
- Pläne (DWG-/DXF-Dateien) müssen dem geprüften und freigegebenen Stand des Fachmodells (IFC-Datei) entsprechen. 2D-Informationen, die nur in den Plandokumenten enthalten sind (z.B. Bemaßungen), dürfen den Angaben im Fachmodell nicht widersprechen.

**Für die Übermittlung der Pläne (PDF-Datei) gilt:**

- Pläne (PDF-Datei) müssen dem geprüften und freigegebenen Stand des Fachmodells (IFC-Datei) entsprechen. 2D-Informationen, die nur in den Plandokumenten enthalten sind (z.B. Bemaßungen), dürfen den Angaben im Fachmodell nicht widersprechen.

**Für die Übermittlung der nativen Arbeitsmodelle gilt:**

- Dokumentation der eingesetzten Modellier- und CAD-Softwareprodukte und allfälliger Erweiterungen bzw. Programmaufsätze und Aufstellung aller zusätzlichen Sonderelemente (für Fachmodelle als IFC-Datei und Plandokumente als DWG-/DXF-Dateien) ist zu übergeben.

**4.3.7 Durchführen der modellbasierten Kostenermittlung**

Die Durchführung der modellbasierten Kostenermittlung ist ein **Anwendungsfall**, der in verschiedenen Projektphasen zum Einsatz kommt.

**Anforderungen**

Die Kostenermittlung findet in einer **Auswertungssoftware** statt. Hierbei werden Fachmodell-Daten weiterverwendet, welche zuvor von der **BGK** geprüft und für den Zweck einer Mengen- und Massenermittlung freigegeben wurden:

- **Anforderung:** gemäß *QualityGate* freigegebene Fachmodellstände.

Je nach Abstimmung zwischen der **BGK** und der die **Kostenermittlung durchführenden Rolle** können unterschiedliche Fachmodell-Daten verwendet werden. Sie basieren jedoch immer auf den Vorgaben des **LOG** und **LOI** sowie den **Basis-mengen**, wie sie in einem IFC-Modell transportiert werden.

- **Anforderung:** Plausibilitätskontrolle vor sowie nach der Berechnung.

Die Fachmodelle tragen die erforderlichen Angaben teilweise in unterschiedlicher Tiefe, sodass eine Vorgehensweise zur Verwendung der unterschiedlichen Fachmodell-Daten vereinbart werden muss – bspw. erfolgt die Ermittlung der Mengen und Massen für den Rohbau aus dem Fachmodell der Tragwerksplanung oder aus dem Fachmodell der Architektur heraus.

- **Anforderung:** Definition, welche Fachmodell-Daten für die entsprechenden Positionen herangezogen werden.

Die Anforderungen an eine Auswertungssoftware beinhalten somit nicht nur die Fähigkeit, IFC-Daten korrekt lesen und interpretieren zu können, sondern auch mit mehreren IFC-Modellen umgehen zu können. Die Ergebnisse einer Mengen- und Massenermittlung fließen u.a. dann in die LV-Positionen für eine Ausschreibung.

**Durchführung**

Für die Durchführung der modellbasierten Kostenermittlung in der Auswertungssoftware durch die verantwortliche Rolle gelten folgende Vorgaben:

- Als Erhebungsgrundlage dienen die freigegebenen Fachmodelle (IFC-Datei).
- Die Identifikation der Modellinhalte ist auf Grundlage der deklarierten **IfcKlassen**, **IfcTypen**, Materialzuordnungen und Standardmerkmale durchzuführen.
- Massen und Mengen müssen aus der Modellgeometrie abgeleitet werden, Abweichungen sind nur in Absprache mit der **BPS** zulässig.

**4.3.8 Fortschreiben der Projektvorgaben im Verlauf der Planung**

Das Regelwerk **BAP** ist ein lebendes Dokument. Es wird zu Projektbeginn basierend auf den Vorgaben und den Anforderungen einer projektbezogenen **AIA** erstellt. Um jedoch für ein Projekt über den gesamten Projektverlauf anwendbar zu bleiben, muss der **BAP** auf die Entwicklungen im Projekt reagieren können und sich stetig weiterentwickeln.

Als erstellende Rolle ist die **BGK** für die Fortschreibung des **BAP** verantwortlich. Adaptierungen im **BAP** sind immer mit der **BPS** abzustimmen, um die Vorgaben und die Anforderungen des AG auch weiterhin bedienen zu können.

**Fortschreibungen des BAP** können basieren auf

- erweiterten Anforderungen seitens AG,
- erweiterten Anforderungen seitens AN,
- erweiterten oder adaptierten Vorgehensweisen,
- erweiterten Erkenntnissen und
- wechselnden Festlegungen bei
  - den Projektbeteiligten,
  - den Schnittstellen,
  - den Übertragungskonfigurationen sowie
  - den Anwendungsfällen.

Adaptierungen des **BAP** müssen auch immer in die Richtung der projektbezogenen **AIA** weitergegeben werden, wobei eine Fortschreibung der **AIA** durch die **BPS** nicht zwingend erforderlich ist. Jedoch sollten neue Erkenntnisse aus dem Projektverlauf dahingehend geprüft werden, ob diese in den projektunabhängigen Unternehmensstandard **AIA** einfließen sollten, um in zukünftigen Projekten die neuen Erkenntnisse beachten zu können. Die Aufgabe, den projektunabhängigen Unternehmensstandard **AIA** fortzuführen, liegt bei der **BPL**, diese wird dabei von der **BPS** unterstützt.

**4.3.9 Fortschreiben der Modelldaten**

Bei der laufenden Fortschreibung der Fachmodelle gilt die Verpflichtung zur integralen Planung und die Einhaltung der Vorgaben

- zur Kollaborations- und Kommunikationsplattform,
- zu den Schnittstellen,
- normativ,
- zur Autorenschaft und der Verantwortung der Fachmodell-Inhalte,

- zur verpflichtenden Koordination mit anderen Fachmodellen,
- zur internen Qualitätssicherung,
- zu den Übertragungskonfigurationen,
- zur Modellierung und
- zum Ausarbeitungsgrad.

Im Fall eines Wechsels von Projektbeteiligten ist darauf zu achten, die Planungsdaten inkl. der Fachmodell-Daten so zu übergeben, dass die nachfolgende verantwortliche Stelle die Daten verlustfrei übernehmen kann.

#### 4.3.10 Durchführen der modellgestützten Genehmigungsverfahren

Das openBIM-Modell als zentrale Stelle der Bauwerksdaten und -informationen weist vielfältige Potenziale für den gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks auf. Die Baueinreichung spielt jedoch derzeit im BIM-Projektzyklus kaum eine Rolle. Vielmehr stellt die derzeitige Einreichung für BIM-Planer einen Mehraufwand dar, da aus den Modellen wieder konventionelle 2D-Pläne generiert und spezifiziert angereichert werden müssen. Dies ist ein massiver Medienbruch.

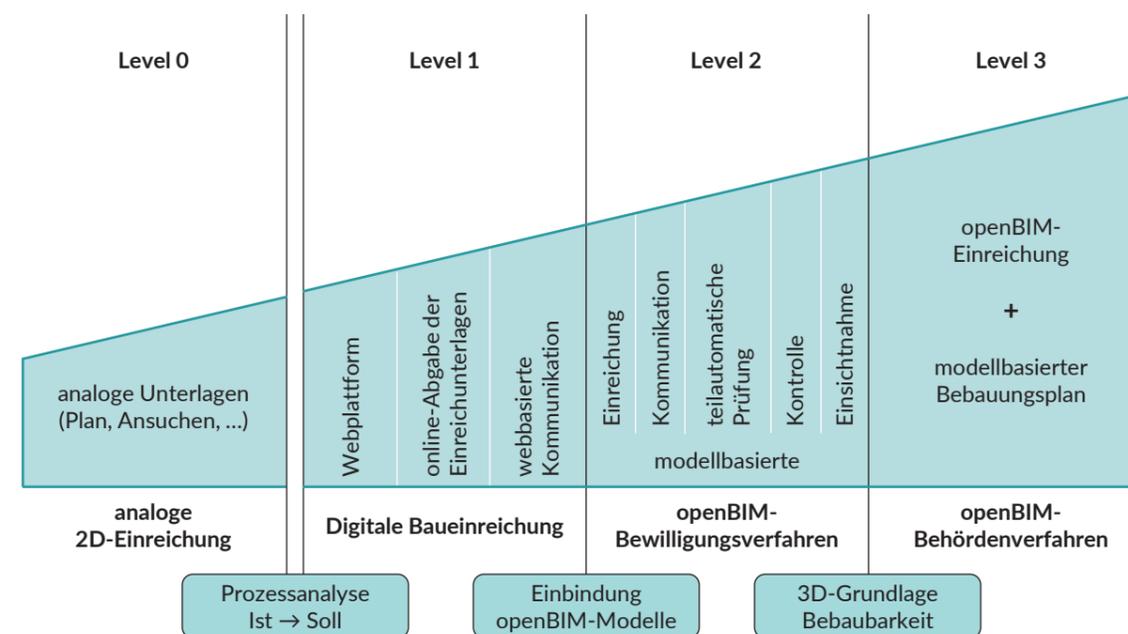
Dabei schlummern gerade bei einem openBIM-Genehmigungsverfahren vielfältige Vorteile für die Behörde, aber auch für gesamte Baubranche. Diese werden übergeordnet in einer erhöhten Transparenz bei der Verfahrensdurchführung und erhöhten Nachvollziehbarkeit der Entscheidungen gesehen. In einer detaillierten Betrachtung ergeben sich folgende Vorteile:

- Der Wegfall von zeitintensiven Routineprüfungen der Baubehörde ermöglicht, dass die freigewordenen Kapazitäten für die rechtlich aufwendigeren Prüfungspunkte konzentriert werden können. Dies beschleunigt und verbessert die Qualität des Bewilligungsverfahrens.
- Ein BIM-Bewilligungsverfahren kann ausschließlich mittels eines offenen Formats erfolgen, wodurch der Einsatz von openBIM stark gefördert wird. Dies stärkt wiederum kleinere und mittlere Planungsbüros, die auf die schon verwendete Modellierungssoftware setzen können und nicht neue Software für neue Projekte anschaffen müssen.
- Die Planungsbüros erhalten durch eine bautechnische BIM-Prüfung (auch vor Bauantragsstellung) eine automatische, grundlegende Qualitätsprüfung, die jederzeit durchgeführt werden kann. Dies reduziert Behördenwege, verbessert die Bauantragsmodell-(BAM-)Qualität und beschleunigt infolge das Bauantragsverfahren. In der Praxis könnten die Planungsbüros die Prüfung ebenfalls für Schulungszwecke von Mitarbeitern einsetzen.
- Das Behördenverfahren weist eine erhöhte Transparenz auf.
- Der größte Vorteil für die Baubranche liegt bei den Anforderungen an **LOG** und **LOI**: Die Auftraggeber-Informationsanforderungen (**AIA**) von Projekten und den damit verbundenen Anforderungen an **LOG** und **LOI** sind sehr unterschiedlich. Ein openBIM-Bewilligungsverfahren schafft einen projektunabhängigen allgemeinen Standard – eine Art Qualitätssiegel –, da das bewilligte BIM-Modell klare Anforderungen an **LOG** und **LOI** erfüllen muss. Der Bauwerber und nachkommende Unternehmen (z.B. ausführende Unternehmen für die Kalkulation) können daher das BIM-Modell besser in ihren BIM-Anwendungen implementieren, da die Informationen bereits standardisiert abgelegt und geprüft sind.

Ein openBIM-Bewilligungsverfahren wird daher einen wesentlichen Beitrag leisten, die Vorteile von BIM noch besser und weitreichender zu nutzen sowie mehr Planungsbüros vor dem und im Bauantragsverfahren zu unterstützen. Baubehörden und -verwaltungen profitieren ebenso von den an die openBIM-Einreichungen geforderten Standards. Damit erreicht die Planung in BIM ein neues Level und die Nutzung von BIM wird um einen gewichtigen Aspekt erweitert.

Aufgrund dieser Vorteile beschäftigen sich immer mehr Projekte mit dem Thema der digitalen Transformation der Baubehörde bzw. des Genehmigungsverfahrens. Die Stadt Wien entwickelte z.B. eine Plattform für die »Digitale Baueinreichung«. Auf dieser Plattform können Bauwerber/Planer zugreifen, Verfahrensarten eingrenzen und Einreichunterlagen hochladen. Aufgrund rechtlicher Rahmenbedingungen muss jedoch derzeit noch eine Planparie in gedruckter Form der Behörde übermittelt werden. Die Stadt Wien geht nun in dem EU-geförderten Forschungsprojekt »BRISE-Vienna« einen Schritt weiter und möchte das Genehmigungsverfahren in den gesamten BIM-Projektzyklus miteinbinden.

Auf Basis der Forschungsprojekte »Digitale Baueinreichung« und »BRISE-Vienna« wurde in Anlehnung an die ISO 19650 das im folgenden Bild dargestellte Reifegradmodell für Bewilligungsverfahren entwickelt. Der Reifegrad der Kommunen reicht dabei von Level 0 bis Level 3. Die derzeitige Ausgangslage bei vielen Kommunen ist *Level 0*. Einreichunterlagen werden in ausgedruckter Form eingereicht und manuell vom jeweiligen Sachverständigen gesichtet, eingegeben (ELAK) und kontrolliert. Die Kommunikation erfolgt über E-Mail-Service oder per Brief. Das Erreichen von *Level 1* setzt eine Ist-Prozessanalyse und anschließend eine Soll-Prozessermittlung voraus. Diese Ist-Soll-Prozessevaluierung de-



Urban, Kruschmann, Schranz

finiert notwendige technische (Kollaborations-Webplattform) und gesetzliche Entwicklungen. Dieser Schritt ist entscheidend, da es nicht sinnvoll ist, nur bestehende Prozesse zu digitalisieren. Der Einsatz neuer digitaler Tools (BIM, Drohne, AI, AR etc.) im Behördenverfahren verlangt neu durchdachte Prozesse. Daher ist es erforderlich, die Ist-Prozesse aufzunehmen, zu analysieren und anschließend digital entsprechend der Technologie neu zu denken und anzupassen. *Level 2* wird durch modellbasierte Einreichung (Bauantragsmodell) und teilautomatische Prüfung erreicht. Die rechtlichen Grundlagen (Flächenwidmungsplan und Bebauungsplan) liegen dabei noch als 2D-Pläne vor. In *Level 3* wird die erlaubte Bebaubarkeit dann dreidimensional dargestellt, wodurch wesentlich mehr nachbarschaftsrechtliche Fragestellungen automatisiert geprüft werden können.

#### 4.3.11 Durchführen des Probelaufs der Anbindung des CAFM-Systems des Betreibers

Der Aufbau der Betriebsführung – insbesondere auf Grundlage der modellbasierten Informationen aus BIM-Projekten – stellt für viele FM-Abteilungen eine neuartige Situation dar, die eine intensive Vorbereitung erfordert. Aus diesem Grund wird oftmals im Projektverlauf ein Probelauf zur Anbindung des CAFM-Systems des späteren Betreibers durchgeführt. Dies erfolgt spätestens, wenn mit Abschluss der Projektphase Entwurf erstmalig vollständig abgestimmte und ausreichend detaillierte Modellinhalte vorliegen.

Hierbei ist es notwendig, den vorgesehenen Umfang der Datenlieferung im Datenlieferungsplan im Zuge der **BAP**-Erstellung (siehe Abschnitt 4.2.8) entsprechend anzupassen. Es werden dabei diverse Vorgaben vorgezogen, welche üblicherweise erst mit der Enddokumentation zu erbringen sind. Dies können bspw. diverse tabellarische Modellauswertungen sein, welche Modellinhalte an das CAFM-System übergeben. Darüber hinaus wird dabei die Übergabe der ergänzenden Dokumentation und deren Verknüpfung mit den Modellinhalten geprobt.

Zielsetzung des Probelaufs zur Anbindung des CAFM-Systems ist die frühzeitige Vorbereitung der Betreiber und deren CAFM-Systeme. Sollten im Probelauf Probleme identifiziert werden, bleibt genügend Zeit, diese zu lösen. Zu diesem Zeitpunkt kann auch noch etwaige Probleme an den Modellinhalten bzw. deren Vorgaben im **BAP** gelöst werden.

Der Probelauf zur Anbindung des CAFM-Systems läuft unter Regie der **BPS**, welche die Tätigkeiten der **BGK** und ihrer jeweiligen **BFK** steuert und zugleich den Kontakt zur FM-Abteilung des Betreibers führt.

#### 4.4 Ausschreibung und Vergabe

Die Lebensphase 2.6 »Ausschreibung« und 3.0 »Vergabe« (gemäß ÖN A 6241-2, Anhang B) dient der Ermittlung und Beauftragung eines *Auftragnehmers für die Bauleistungen (AN Bau)*. Dies basiert auf Grundlage der in der Lebensphase 2.0 »Planung« erarbeiteten Grundlagen.

Im Verlauf dieser Lebensphase wird ausschließlich das Vergabeverfahren abgewickelt. BIM-Modelldaten können dabei zur Unterstützung (Erhebung der Massen und Mengen, Verdeutlichung der Planungsabsicht) verwendet werden. Allerdings sind sie in jedem Fall nur eine Ergänzung zum eigentlichen Kernbestandteil der Ausschreibung: dem *Leistungsverzeichnis*. Nachfolgende Anwendungsfälle beschreiben ein derzeit (Stand 2020) übliches Szenario der *BIM-gestützten Ausschreibung und Vergabe*. Dabei ermittelt der *AN Planung* die Massen und Mengen der überwiegenden Leistungspositionen bereits auf Grundlage der Fachmodelle; Teilbereiche des Leistungsverzeichnisses werden jedoch noch herkömmlich bedient, da diese im Modell nicht enthalten sind (bspw. Baustelleneinrichtung). Zudem dient die Kollaborationsplattform bereits als Grundlage zur Verfahrensabwicklung und es werden darauf Modelldaten an die Bieter zur Sichtung bereitgestellt. Die Projektphase schließt mit der Beauftragung eines *AN Bau* sowie einer im **BAP** einvernehmlich festgeschriebenen weiteren BIM-Vorgangsweise ab.

##### 4.4.1 Identifizieren und Zusammenstellen projektbezogener Anforderungen

In enger Abstimmung mit dem Auftraggeber stellt der *AN Planung* die projektbezogenen Anforderungen zur Vergabe der Errichtung sowie der entsprechend vorgesehenen Datenübergaben vom Ausführenden an den *AN Planung* zusammen. Als Grundlage dienen etwaige unternehmensweite, projektübergreifende Vorgaben. Das Ergebnis ist eine **GU-AIA** (Generalunternehmer-AIA). Als Bestandteil der Ausschreibung beschreibt dieser die Anforderungen der strukturierten Datenübergabe im Zuge der Errichtung vom Ausführenden an den *AN Planung*.

Institutionelle Auftraggeber ziehen als Grundlage die vordefinierten unternehmensweiten **BIA** bzw. **AIA** (projektübergreifend) heran. Diese beiden Dokumente deklarieren einheitlich die generellen Rahmenvorgaben hinsichtlich grundlegender einheitlicher Verfahrensdurchführung sowie etwaigen Datenübergaben (insbesondere von Produktinformationen vom Ausführenden an den *AN Planung*) über alle Projekte.

Im *ersten Schritt* legt der *AN Planung* die für das Projekt geeignetste *Strategie* fest. Dabei sind Projektkomplexität/Projektgröße, die Einschätzung der Fähigkeiten der etwaigen Bieter und entsprechenden Zielsetzungen des AG maßgebliche Kriterien. Im *zweiten Schritt* fasst der *AN Planung* diese *Anforderungen* projektbezogen zusammen. Damit stehen sie als Grundlage für die nachfolgende Zusammenstellung der **GU-AIA** zur Verfügung.

Diese **GU-AIA** vermittelt den Bietern einen Überblick über

- die generelle projektbezogene BIM-Abwicklung,
- ihrer dahingehenden Aufgaben und
- der daraus resultierenden Verantwortlichkeiten während der Errichtung.

Dadurch sind die Bieter in der Lage, ihre Aufwände zur Mitwirkung im BIM-Projekt präzise abzuschätzen und in das Angebot einfließen zu lassen.

#### 4.4.2 Vorbereiten der Modellgrundlagen

Nun bereitet der *AN Planung* die Modellgrundlagen vor. Diese Tätigkeit dient dazu die konkreten projektbezogenen Modellgrundlagen

- als Grundlage für die modellbasierte Erhebung der Massen und Mengen bereitzustellen (Unterstützung der LV-Erstellung) und
- als Beilage zur Ausschreibung aufzubereiten (Verdeutlichung der Planungsabsicht).

Üblicherweise definiert der existierende **BAP** die dafür notwendigen Arbeitsabläufe sowie Vorgaben zum Modellexport, für die Modellprüfung als auch zur Ermittlung der Massen und Mengen. Das Ergebnis sind geprüfte und freigegebene Fachmodelle auf der Kollaborationsplattform gemäß den entsprechenden Vorgaben des **BAP**.

#### 4.4.3 Vorbereiten der Kollaborationsplattform

Die **BPS** ist üblicherweise für die Kollaborationsplattform verantwortlich und bereitet diese daher auch vor. Damit schafft sie folgende Voraussetzungen zur Durchführung der Ausschreibung und Vergabe:

- Einrichten etwaiger vordefinierter Abläufe (Workflows),
- Anpassen der entsprechenden Berechtigungsstrukturen zur Einbindung der Bieter,
- Einrichten der Nutzerzugänge für Bieter,
- Einrichten der Komponenten zur Durchführung der Ausschreibung und Vergabe und
- Durchführen eines Probelaufs zur Evaluieren des vorgesehenen Funktionsumfangs.

Das Ergebnis ist eine Kollaborationsplattform, die gemäß den entsprechenden Vorgaben des **BAP** für die Abläufe der Ausschreibung eingerichtet ist. Der zur Durchführung der Ausschreibung und Vergabe notwendige Funktionsumfang ist nicht in allen Fällen Bestandteil der Kollaborationsplattform. In den letzten Jahren sind am Markt diverse Webapplikationen in Erscheinung getreten, die speziell auf die Durchführung dieses Anwendungsfalls konzentrieren. Diese werden auch als AVA-Plattformen bezeichnet.

#### 4.4.4 Erstellen der Ausschreibungsunterlagen

In diesem Schritt konsolidiert der *AN Planung* alle notwendigen Unterlagen. Im Szenario der BIM-gestützten Ausschreibung und Vergabe sind dabei folgende Arbeitsschritte relevant:

- Finale Ermittlung der Massen und Mengen für die überwiegenden Leistungspositionen aus den geprüften und freigegebenen Fachmodellen,
- Finale Abstimmung des **GU-AIA** zur Beschreibung der Anforderungen einer strukturierten Datenübergabe im Zuge der Errichtung vom Ausführenden an den *AN Planung* und

- Abstimmung etwaiger Bestbieterkriterien mit Bezug auf die benötigten Fähigkeiten zur Mitwirkung des Ausführenden im BIM-Projekt, bspw. zur strukturierten Übergabe von Produktinformationen.

Das Ergebnis sind fertiggestellte und abgestimmte Unterlagen für die Ausschreibung, gemäß den entsprechenden Vorgaben des **BAP**. Die Kriterien für den Bestbieter berücksichtigen projektbezogene Aspekte als auch die aktuelle Marktsituation.

#### 4.4.5 Durchführen der Ausschreibung und Vergabe

Der *AN Planung* führt die Ausschreibung und Vergabe in enger Abstimmung mit dem Auftraggeber durch, um den Bestbieter für die Ausführung der Errichtung zu ermitteln. Im Szenario der BIM-gestützten Ausschreibung und Vergabe wird dabei in folgenden Schritten verfahren:

- Bekanntgabe der zusammengestellten Ausschreibung, ggf. Ladung vorgesehener Bieter.
- Bieter melden Interesse an und bekommen Zugang zur Kollaborationsplattform (bzw. der gesonderten AVA-Plattform).
- Bieter erhalten auf der Kollaborationsplattform (bzw. der gesonderten AVA-Plattform) alle relevanten Ausschreibungsunterlagen – insbesondere:
  - das Leistungsverzeichnis,
  - die relevanten Fachmodelle (optimal barrierefrei mittels integrierter Viewer-Funktionalität und visualisierter Verknüpfung zum Leistungsverzeichnis) und
  - den **GU-AIA** zur Beschreibung der generellen projektbezogenen BIM-Abwicklung, der dahingehenden Aufgaben des Ausführenden sowie dessen daraus resultierenden Verantwortlichkeiten während der Errichtung.
- Bieter erarbeiten innerhalb der definierten Frist Angebote und stellen das Ergebnis auf die Kollaborationsplattform (bzw. der gesonderten AVA-Plattform) bereit.
- *AN Planung* analysiert in enger Abstimmung mit dem Auftraggeber die platzierten Angebote und erstellt daraus automationsgestützt den Preisspiegel zum qualifizierten Vergleich der Bieterdaten. Dieser dient als Grundlage zur Vorbereitung der Verhandlungen.
- Durchführung der Verhandlungen bzw. Nachverhandlungen mit dem Bestbieter bzw. anderen Bietern. Etwaige Nachbesserungen der Angebote werden über die Kollaborationsplattform (bzw. der gesonderten AVA-Plattform) abgewickelt, geprüft und analysiert.
- Erteilung des Zuschlags bzw. im Falle einer erfolglosen Verhandlung Abänderung der Ausschreibung mit geänderten Kriterien bzw. anderen geforderten Leistungen.

#### 4.4.6 Gemeinsame Entwicklung der Projektstrategie für die Errichtung

Nach erfolgter Erteilung des Zuschlags entwickelt die **BPL** sowie **BPS** mit dem künftigen *AN Bau* die Projektstrategie für die Errichtung. Dazu stellen die ersten beiden die erarbeiteten Grundlagen (Regelwerke, Leistungsbilder, **GU-AIA**) in ihrem vollständigen Umfang dem künftigen *AN Bau* vor und erläutern die De-

tails. Dieser Schritt ist notwendig, um sämtliche Zusammenhänge und Anforderungen einvernehmlich zu klären und somit eine einheitliche Sichtweise über die Projektanforderungen zur Durchführung im gesamten künftigen Projektteam herzustellen.

Diese Tätigkeit erfolgt im ersten *Kolloquium*. Dabei gibt der *AN Bau* auch die konkrete Festlegung der verantwortlichen Personen für Datenübergaben bzw. geforderte BIM-Organisationseinheiten bekannt.

Darauffolgend findet das *BAP-Kolloquium* statt. In diesem legt *AN Bau* konkret fest, wie und in welchen Schritten er die Vorgaben des Auftraggebers (aus dem **GU-AIA**) umsetzt. Die **BPS** moderiert diesen Prozess, die dazugehörigen Inhalte fließen vom *AN Bau* ein. Die Ergebnisse daraus münden in den fortgeschriebenen **BAP**.

Das Ergebnis dieser Tätigkeit ist eine einvernehmlich festgelegte und im **BAP** festgeschriebene Vorgangsweise. Diese ist auf die tatsächlichen Fähigkeiten des im Projekt agierenden Personals des *AN Bau* abgestimmt und verläuft im Rahmen der generellen Vorgabe – der vordefinierten unternehmensweiten **BIA** bzw. **AIA** (projektübergreifend).

Der *AN Bau* ist in der Lage, ab der kommenden Bauvorbereitung bzw. Werk- und Montageplanung über die gesamte Errichtung bis zur Bauübergabe am BIM-Projekt zu partizipieren. Der *AN Bau* kann somit vorhandene BIM-Informationen nutzen und benötigte Informationen strukturiert bereitstellen. Die Zusammenarbeit im gesamten Projektteam erfolgt ohne Medienbrüche.

Im Zuge dieser Phase wird auch die künftige Autorenschaft für die Fachmodelle definiert. Sollte es dabei einen Wechsel vom *AN Planung* zum *AN Bau* geben, gewinnen die nachfolgend beschriebenen Tätigkeiten erheblich an Bedeutung.

#### 4.4.7 Regulieren des Projektmodells (PIM) mittels BIM-Kolloquien

Im Anschluss des *BAP-Kolloquiums* findet ein *Modellier-Kolloquium* statt, falls eine Übernahme und Fortschreibung von Fachmodellen (bspw. TGA) durch den *AN Bau* vorgesehen ist.

Diese Tätigkeit wird von der **BPS** durchgeführt und dient dazu, die Vorgaben zur modellbasierten Projektdurchführung (**BAP**) zu evaluieren bzw. sicherzustellen, dass der *AN Bau* die vorgesehenen Aufgaben zur Modellfortschreibung in erforderlicher Qualität durchführen kann. Dabei muss der *AN Bau* relevante Anwendungsfälle nachweislich erfolgreich abwickeln und die Vorgaben aus dem **BAP** anhand eines Modellausschnitts auszugsweise durchführen. Dazu zählt insbesondere die native Übernahme der Modelldaten in der eigenen BIM-Applikation.

Diese Schritte sind zwingend vor Beginn der Errichtung abzuschließen, um eine Vermischung aus BIM-Einrichtung und Errichtung zu verhindern.

#### 4.5 Errichtung

Die Lebensphase 4.0 »Errichtung« (gemäß ÖN A 6241-2, Anhang B) dient der Durchführung der Errichtung des Bauvorhabens durch den in der vorherigen Lebensphase ermittelten *AN Bau*. Dies basiert auf Grundlage der in der Lebensphase 2.0 »Planung« erarbeiteten Grundlagen.

##### 4.5.1 Durchführen der modellgestützten Bauzeitplanung

Die Durchführung einer 4D-BIM-Planung hat im Projekt einen dokumentierenden Charakter und dient der Abbildung des erfolgten Bauverlaufs. Hierzu werden mit dem *AN Bau* die entsprechenden Merkmale abgestimmt und entsprechend im Modell durch die jeweiligen Disziplinen eingepflegt und fortgeschrieben. Dies ermöglicht eine Verifizierung der Zwischenabrechnungen für Gewerke, welche im Modell abgebildet werden.

##### 4.5.2 Durchführen der Werk- und Montageplanung

Der *AN Bau* führt zu Beginn der Errichtung die Werk- und Montageplanung auf Grundlage der vorhandenen Ausführungsplanung durch und stimmt dazu die Verwendung der vorgesehenen Bauprodukte ab. Die Durchführung der Werk- und Montageplanung erfolgt herkömmlich mittels 2D-basierter Detailzeichnungen, welche in Folge mit dem Modell verknüpft werden, um deren Zugehörigkeit eindeutig festzulegen. Das Zusammenspiel mit dem Modell des *AN Planung* sowie die dazugehörigen vorgesehenen Verantwortlichkeiten sind im **BAP** festgelegt. Das Ergebnis ist eine Werk- und Montageplanung, welche allen beteiligten Gewerken des *AN Bau* detailliert die Errichtung mit den vorgesehenen Bauprodukten beschreibt.

Generell ist vorab – im Verlauf der Ausschreibung und Vergabe – mittels entsprechend formulierter Eingrenzungen in den Ausschreibungsunterlagen sicherzustellen, dass die Rahmenvorgaben des Planungsmodells in der Werk- und Montageplanung (im Wesentlichen) nicht überschritten werden. Die vollkoordinierte und durchoptimierte Qualität des Planungsmodells soll gehalten werden. Im Falle von Umplanungen muss sichergestellt sein, dass dies einen gesamthaften Mehrwert erzeugt. Darüber hinaus muss der Aufwand zur Modellfortschreibung berücksichtigt werden. Die Festlegung der Autorenschaft für die Fachmodelle ist im Zuge der Festlegung der Strategie für die Errichtung ein essentieller Aspekt. Hier können gemischte Strategien begünstigende Wirkung haben – bspw. Fachmodell Architektur bleibt weiterhin beim *AN Planung*, Fachmodell Gebäudetechnik wechselt zum *AN Bau*. Allerdings sind dabei wiederum die Aufwände zur Modellübergabe zu berücksichtigen. Dahingehende Entscheidungen müssen immer die gesamthaften Aufwände den erzielbaren Mehrwert gegenüberstellen. Kurzfristig erzielbare Einsparungen bei den Errichtungskosten dürfen nicht langfristig erzielbare Einsparungen im Betrieb, wie sie im Zuge der Planung entwickelt wurden, zunichte machen.

Die »Werkplanung und koordinierte Ausführungsplanung« als Werk- und Montageplanung wird auf Grundlage folgender Regeln durchgeführt:

- Zugang zur Kollaborationsplattform ist für den *AN Bau* herzustellen,
- Bereitgestellte Ausführungs- und Detailplanung des *AN Planung* auf der Kollaborationsplattform,

- Mit den jeweils zugehörigen Bauelementen der *digitalen Modelle* verknüpfte Detailplanung des *AN Planung* (mittels BCF-Kommentare bzw. BCF-Datei),
- Bereitstellung der entsprechenden Unterlagen der Werk- und Montageplanung ist auf der Kollaborationsplattform durch den *AN Bau* in digitaler Form durchzuführen und
- Freigabe der Werk- und Montageplanung ist digital auf der Kollaborationsplattform durch den *AN Planung* durchzuführen.

Zusätzlich gilt folgende Festlegung:

- Ist eine Überarbeitung der *digitalen Modelle* des *AN Planung* auf Grund falscher oder unvollständiger Angaben des *AN Bau* erforderlich, werden die Aufwendungen des *AN Planung* erfasst (getrennt nach den einzelnen Fachplanern bzw. Disziplinen) und dem *AN Bau* in Abzug gebracht.
- Sämtliche Projektänderungen sind, unabhängig vom Grund der Änderung, nach Freigabe der **ÖBA** an den *AN Planung* zur Fortführung der *digitalen Modelle* zu übermitteln. Die Änderungen sind regelmäßig zu übermitteln, eine Festlegung der Übermittlungs-Intervalle erfolgt in Abstimmung zwischen dem *AN Planung* und der **ÖBA**. Die Änderungen sind jedenfalls als DWG-Pläne zu übermitteln. Sämtliche Höhenangaben zu Bauteilen sind in den DWG-Plänen zu vermerken. Es ist außerdem zu definieren, worauf sich die Höhenangaben beziehen (Oberkante, Mitte, Unterkante).

#### Durchführung

Für die Durchführung der »Werkplanung und koordinierte Ausführungsplanung« gelten folgende Vorgaben:

- Der *AN Planung* stellt Ausführungs- und Detailplanung (bestehend aus *digitalen Modellen*, Plänen, Details) auf der Kollaborationsplattform zur Verfügung.
- Der *AN Bau* erarbeitet auf dieser Grundlage herkömmliche Werk- und Montageplanung (Werkstatt- und Montagepläne, einschl. den entsprechenden Ausführungsdetails, der konkreten Auswahl der Produkte etc.) samt zugehöriger Dokumente.
- Der *AN Bau* stellt herkömmliche Werk- und Montageplanung samt zugehöriger Dokumente auf der Kollaborationsplattform bereit.
- Der *AN Bau* verknüpft Detailplanung (aus Werk- und Montageplanung) auf der Kollaborationsplattform mit den *digitalen Modellen* des *AN Planung* mittels BCF-Kommentare bzw. BCF-Datei.
- Die zuständige **BFK** für die jeweiligen Fachmodelle vergleicht Ausführungs- und Detailplanung mit der Werk- und Montageplanung des *AN Bau* und identifiziert Abweichungen.
- Werden Abweichungen (Position, Dimension, Spezifikation) identifiziert, müssen Auswirkungen auf die bestehende Planung durch den *AN Planung* geprüft werden.
- *AN Planung* stimmt sich mit **ÖBA** und den *AN Bau* ab, wie mit einer Änderung verfahren wird. Der *AN Bau* ändert ggf. die Werk- und Montageplanung ab.
- Die zuständige **BFK** für das jeweilige Fachmodell prüft die bereitgestellten Unterlagen der Werk- und Montageplanung des *AN Bau* und gibt diese frei.

#### Ergebnis

Folgende Ergebnisse sind im Verlauf der »Werkplanung und koordinierte Ausführungsplanung« herzustellen:

- Eine freigegebene Werk- und Montageplanung des *AN Bau*, welche in der Ausführungs- und Detailplanung des *AN Planung* integriert wurde, und
- eine freigegebene Werk- und Montageplanung des *AN Bau*, welche als Grundlage für die Errichtung genutzt werden kann.
- Alle Unterlagen der Werk- und Montageplanung des *AN Bau* liegen in digitaler Form auf der Kollaborationsplattform vor.
- Die Detailplanung des *AN Bau* ist mit den jeweils zugehörigen Bauelementen in den *digitalen Modellen* des *AN Planung* mittels BCF verknüpft.

#### 4.5.3 Durchführen der baubegleitenden As-Built-Dokumentation

Eingesetzte Vermessung sowie die verantwortlichen Autoren der Fachmodelle führen die baubegleitende As-Built-Dokumentation durch. Damit gewährleisten sie die Konformität der Errichtung zur Planungsvorgabe (auf Stand der Werk- und Montageplanung). Die Erfassung der jeweiligen Stufen der Errichtung erfolgt mittels Laserscanner. Daraus resultierende Punktwolken werden automationsgestützt den Fachmodellen gegenübergestellt. Etwaige Abweichungen können so identifiziert, dezidiert koordiniert und das Ergebnis im Modell dokumentiert werden. Die dahingehenden Vorgaben zur Durchführung sowie die dazugehörigen vorgesehenen Verantwortlichkeiten sind im **BAP** festgelegt. Das Ergebnis ist eine vollständige Dokumentation des tatsächlich gebauten Stands mittels der fortgeschriebenen Fachmodelle.

#### Anforderungen

Die modellbasierte As-Built-Dokumentation wird auf Grundlage folgender Regeln durchgeführt:

- Zugang zur Kollaborationsplattform ist für die Vermessung herzustellen.
- Die Vermessung erhält bei Bedarf eine Schulung zur Nutzung der Kollaborationsplattform.
- Die Fachmodelle stellen die Datengrundlage (Soll-Zustand) dar.
- Die Aufnahme des Bauzustandes (Ist-Zustand) ist gemäß der nachfolgenden Beschreibung durch qualifiziertes Personal der Vermessung mittels Laserscanner durchzuführen.
- Die **ÖBA** meldet Fertigstellungstermine rechtzeitig der Vermessung.
- Der *AN Bau* gewährleistet die grundsätzliche optische Erreichbarkeit der fertiggestellten Leistungen zum Fertigstellungstermin.
- Die Aufnahme des Bauzustandes (Ist-Zustand) erfolgt zu folgenden grundsätzlichen Phasen der Errichtung. Die genauen Zeitpunkte der Durchführung sind durch die **ÖBA** in Abstimmung mit *AN Bau* festzulegen:
  - Fertigstellung Rohbau (geschossweise)
  - Fertigstellung TGA/Sammeltrassen (Untergeschoss)
  - Fertigstellung Ausbau/Trockenbau (geschossweise, einseitig beplankte Wände)
  - Fertigstellung TGA-L (geschossweise, Hauptstränge/Zentralen/Verteiler)
  - Fertigstellung TGA-E/I (geschossweise, Hauptstränge/Zentralen/Verteiler)

- Fertigstellung TGA-S (geschossweise, Hauptstränge/Zentralen/Verteiler)
- Fertigstellung Gebäude und Außenraum (gesamtheitlich)
- Bereitstellung der Ergebnisse der Vermessung an **GP** und **ÖBA** ist über die Kollaborationsplattform durchzuführen.

#### Durchführung

Für die Durchführung der As-Built-Dokumentation gelten folgende Vorgaben:

- Der *AN Bau* meldet **ÖBA** bevorstehende Fertigstellungstermine.
- Der *AN Bau* stimmt die Termine für Aufnahme des Bauzustandes (Ist-Zustand) mit der **ÖBA** ab.
- **ÖBA** meldet Vermessung Termine für Aufnahme des Bauzustandes (Ist-Zustand).
- Der *AN Bau* bereitet fertiggestellten Abschnitt (geschossweise) zum Aufnahme-Zeitfenster vor und gewährleistet optische Erreichbarkeit (z.B. Materiallagerungen, Gerüste etc.).
- Vermessung führt Aufnahme des Bauzustandes (Ist-Zustand) zum vorgesehenen Termin durch.
- Vermessung meldet Fertigstellung der Aufnahme des Bauzustandes (Ist-Zustand) an den *AN Bau* und **ÖBA**.
- Vermessung liefert Ergebnisse an **BGK**.
- **BGK** vergleicht Punktwolke (Ist-Zustand) mit *digitalen Modellen* (Soll-Zustand) und identifiziert ggf. Abweichung von Position und Dimension außerhalb der vertraglich festgelegten Bautoleranz (gemäß Leistungsverzeichnis).
- Bei Abweichung wird die **ÖBA** benachrichtigt.
- **ÖBA** entscheidet in Abstimmung mit **AG**:
  - Anpassung der Abweichungen durch den *AN Bau* (Rückbau bzw. Neubau) oder
  - zeitnahe Anpassung der Ausführungs- und Detailplanung (bestehend aus *digitalen Modellen*, Plänen, ggf. auch Details) durch jeweilig verantwortliche Autorenschaft des Fachmodells auf Kosten des Verursachers.

#### Ergebnis

Folgende Ergebnisse sind im Verlauf der As-Built-Dokumentation herzustellen:

- Dokumentation der jeweiligen Phasen des Bauzustands mittels der Vermessungsdaten (gemäß Spezifikation Bestandserfassung) und
- Dokumentation des Bauzustands mittels der fortgeschriebenen Ausführungs- und Detailplanung (bestehend aus Fachmodellen, Plänen, dazugehörige letztgültige Details).

#### 4.5.4 Durchführen der modellbasierten Produktdokumentation

Der *AN Bau* erstellt die modellbasierte Produktdokumentation, in der die tatsächlich verbauten Produkte für die Inbetriebnahme sowie darauffolgende Betriebsführung dokumentiert wird. Als Grundlage dienen die im Zuge der As-Built-Dokumentation fortgeschriebenen Fachmodelle. Anhand dieser werden Bauproduktvorgaben erhoben und stichprobenartig in der Realität auf Übereinstimmung geprüft. Für die auf diesem Weg evaluierten Produktangaben im

Modell pflegt der *AN Bau* die geforderten Produktmerkmale für die Betriebsführung (LOI500 für Wartung, Prüfung, Gewährleistung etc.) im Modell ein und erhebt die dazugehörigen Dokumente (technische Zulassungen, Anleitungen etc.) strukturiert. Diese Dokumente werden auf der Kollaborationsplattform strukturiert abgelegt und mit dem Modell verknüpft. Die dahingehenden Vorgaben zur Durchführung sowie die dazugehörigen vorgesehenen Verantwortlichkeiten sind im **BAP** festgelegt.

Das Ergebnis ist eine vollständige Produktdokumentation des tatsächlich gebauten Stands mittels der fortgeschriebenen Fachmodelle (LOI500) sowie der verknüpften Dokumente.

#### Durchführung

Für die Durchführung der Enddokumentation gelten folgende Vorgaben:

- **BPS** stellt beispielhafte Vorlagen (die durch das *AN Bau* strukturell nicht geändert werden dürfen) für Übermittlung der Produktinformationen (Tabellen gemäß ÖNORM A 7010-6, Anhang B) bereit. Sämtliche Inhalte der Produktinformations-Tabellen beziehen sich auf Elemente (und deren eindeutige Nummer: GUID) aus den Fachmodellen.
- Der *AN Bau* stellt Produktvorschlag (auf Grundlage Planer-Vorlage) im Zuge der Werk- und Montageplanung bereit.
- Auftraggeber/ *AN Planung* / **ÖBA** prüfen Gleichwertigkeit und erteilen Produktvorschlag ggf. Freigabe.
- Der *AN Bau* übersendet Produktinformationen in strukturierter Form (auf Grundlage Vorlagen für Übermittlung der Produktinformationen der **BPS**) an *AN Planung* (als Exceltabelle oder mittels Datenbankschnittstelle).
- **ÖBA** verifiziert punktuell Produkte im fertiggestellten Bauwerk und erteilt ggf. Freigabe.
- Die jeweilig verantwortliche Autorenschaft überträgt die Produktinformationen in ihr Fachmodell.

#### Ergebnis

Folgende Ergebnisse sind im Verlauf der Produktdokumentation herzustellen:

- Auf LOI500 fortgeschriebene Fachmodelle (mit Angaben zu Wartung, Prüfung, Gewährleistung etc.) und
- Ablage der dazugehörigen Dokumente (technische Zulassungen, Anleitungen etc.) strukturiert erhoben und mit dem Modell verknüpft.

#### 4.5.5 Zusammenstellen und Übergabe der Baudokumentation

Diese Tätigkeit wird mit Abschluss der Errichtung durch die verantwortlichen Autoren der Fachmodelle durchgeführt und dient dazu, die in den vorherigen Tätigkeiten durchgeführten Schritte der As-Built-Dokumentation und Produktdokumentation zu prüfen sowie zusammenzuführen. Die dahingehenden Vorgaben zur Durchführung sowie die dazugehörigen vorgesehenen Verantwortlichkeiten sind im **BAP** festgelegt.

Das Ergebnis ist eine vollständige, geprüfte, zur Übergabe an die Betriebsführung geeignete Dokumentation des tatsächlich gebauten Standes mittels der fortgeschriebenen Fachmodelle und technischen Dokumentation.

Dabei gilt: Die Übergabe der Enddokumentation zur Bauübergabe hat in vollständiger und fehlerfreier Form zu erfolgen.

Bei der dazugehörigen Bereitstellung der Fachmodelle (IFC-Datei) gilt:

- Die Einhaltung der Vorgabe zum Ausarbeitungsgrad der Fachmodelle.
- Die vollständige und fehlerfreie Einhaltung der Vorgaben zum Ausarbeitungsgrad der Fachmodelle ist mittels eines Prüfberichtes nachzuweisen.
- Alle neben dem Modell bereitgestellten Planunterlagen sind aus den jeweiligen Fachmodellen abzuleiten.
- Ergänzende Informationen bzw. vertiefte Informationen (z.B. Detailpläne) werden durch den Ersteller mittels BCF-Kommentare im Fachmodell nachvollziehbar verortet.

Zu übergeben sind:

- Zusammenfassendes Dateiverzeichnis,
- Dokumentation der eingesetzten Modellier- und CAD-Softwareprodukte und allfälliger Erweiterungen bzw. Programmaufsätze und Aufstellung aller zusätzlichen Sonderelemente (ein Reproduzieren der Arbeitsumgebung muss möglich sein),
- das Fachmodell Architektur (nativ und als IFC-Datei) mit sämtlichen Fachmodellen als IFC-Referenz,
- die übrigen Fachmodelle (nativ und als IFC-Datei),
- letztgültige bestandene Prüfberichte (als PDF- und BCF-Datei),
- das Raum- und Anlagenbuch (als XLS-Datei),
- SAP-Komponentenliste für alle pflege-/wartungs-/prüfungsrelevanten Ausstattungen (als XLS-Datei) sowie
- As-Built-Dokumentation mit Punktwolke (E57-Datei) und Panoramabilder (TIFF-Dateien).

#### Ergebnis

Folgende Ergebnisse sind im Verlauf der Enddokumentation herzustellen:

- Eine Dokumentation des Bauzustandes mittels der fortgeschriebenen Ausführungs- und Detailplanung (bestehend aus digitalen Modellen, Plänen, Details) inkl. aller gemäß ÖNORM A 7010-6, Anhang B relevanten Produktinformationen.

Der Auftraggeber erhält eine vollständige Dokumentation des Bauwerks. Der künftige Betreiber kann auf dieser Grundlage seine technische und kaufmännische Betriebsführung gemäß ÖNORM A 7010-6 anbinden.

## Anhang

### A Planspiel – Ein sinnvolles Simulationsinstrument im Rahmen der BIMcert-Ausbildung

Autor: Hannes Asmera (ODE office for digital engineering)

Diesen Gastbeitrag verfasste Hannes Asmera als Exposé zur Prüfung zum zertifizierten Trainer bei buildingSMART Austria. Der Beitrag beschreibt ein Planspiel, das sich sehr gut für den BIM-Kollaborationsworkshop der BIMcert-Ausbildung (Level B: BIM-Koordination & Level C: BIM-Steuerung) eignet.

#### Einleitung

Das Planspiel bezeichnet eine handlungsorientierte Lehr- und Lernmethode. Im Rahmen der BIMcert-Ausbildung wird es als Instrument eingesetzt, um die zuvor vermittelten Theorien der verschiedenen Bereiche von BIM in einem möglichst realitätsnahen Setting spielerisch anzuwenden und zu vertiefen.

Konkretes Ziel ist die BIM-basierte interdisziplinäre Umsetzung einer Planungsaufgabe, wobei der Fokus hier nicht auf der Planungsleistung in bspw. Autorensoftwares liegt, sondern in der Vorbereitung und Umsetzung der Planungsprozesse sowie auf der Entwicklung der Kommunikationsfähigkeiten aller Beteiligten.

Im Folgenden erfolgt eine kurze Erläuterung der theoretischen Hintergründe sowie des konzeptionellen Aufbaus mit den einzelnen Rollen und Aufgaben des Rollenspiels im Rahmen der BIMcert-Ausbildung. Zudem wird die konkrete Umsetzung mit allen einzelnen Schritten anschaulich skizziert und ein Fazit gezogen.

### A.1 Theoretischer Hintergrund

Das Planspiel stellt eine Form der Gruppenarbeit dar und ist dadurch gekennzeichnet, dass die Teilnehmenden miteinander kommunizieren und gemeinsam lernen.

Konkreter definiert handelt es sich bei einem Planspiel um eine simultative und ganzheitliche Lehr- und Lernmethode, die das Planungs- und Entscheidungsverhalten der Kursteilnehmenden fördern soll.

Durch ein Planspiel werden die Teilnehmenden veranlasst, komplexe Aufgabenstellungen im Gruppensetting zu analysieren, Lösungsvorschläge zu entwickeln und in begrenzter Zeit Entscheidungen zu treffen. Damit ermöglicht die Methode eine interaktive, interdisziplinäre und dynamische Lösung komplexer Problemstellungen und die Stärken des Einzelnen werden zum Wohl aller Gruppenmitglieder genutzt.

Grundlage für das in der BIMcert-Ausbildung durchgeführte Planspiel sind die neu erworbenen Kenntnisse der vorausgegangenen Module mit dem Ziel, dieses theoretische Wissen anhand eines fiktiven Projekts mit all seinen Rollen und Herausforderungen unter Anleitung zu simulieren und zu vertiefen. Zusätzlich kann das Kommunikationsverhalten sowie das Konfliktmanagement der Teilnehmenden beobachtet und im Anschluss reflektiert werden.

Grundsätzlich werden in einem Planspiel verschiedene Phasen im Ablauf unterschieden:

1. Vorbereitung
2. Rollenverteilung und Aufgabenstellung
3. Wiederholung der Phasen
  - Problemanalyse
  - Lösungssuche und Entscheidungsplanung
  - Entschlussfassung
  - Handlungsumsetzung
  - Feedbackeinholung
4. Nachbereitung

Als Zeitrahmen für diese ausführliche Form der Gruppenarbeit sind zwei Kurstage mit jeweils acht Stunden inkl. Pausen vorgesehen.

### A.2 Inhalt und Organisation des Planspiels

Im Folgenden werden die zur Verfügung und zu generierenden Inhalte sowie die Organisation des Planspieles erläutert.

#### A.2.1 Vorbereitung

Es gibt zwei grundlegende technische Voraussetzungen bzw. vorhandene Grundlagen. Einerseits wird der Rohbau des Architekturmodells als IFC-Datei und in einem nativen Dateiformat zur Verfügung gestellt. Andererseits gilt der AIA von buildingSMART Austria, der bereits in den vorausgegangenen Modulen erläutert wird. Dieser Startpunkt wird gewählt, um zügig zur interdisziplinären Arbeit der Gruppen zu gelangen.

Die in der BIMcert-Ausbildung zur Verfügung stehenden Autoren- und Prüfsoftwares werden auch für das Planspiel verwendet, da diese zwingend notwendig sind.

Softwareseitig ist als Prüfwerkzeug Solibri vorgegeben. Der Einsatz der Autorensoftware richtet sich nach der Kompetenz der Teilnehmenden, wobei es eine seitens buildingSMART zertifizierte Software sein muss, die hier zum Einsatz kommt. Die Kompetenzen und verwendenden Softwares werden vorab abgefragt, um ein qualitativ hochwertiges Planspiel sicherzustellen und die Einteilung der Gruppen optimal vorzubereiten.

Als Common Data Environment (CDE) im weitesten Sinn wird eine Plattform vorgegeben, die zumindest einen koordinierten Dateiaustausch ermöglicht (z.B. Nextcloud). In dieser Plattform stehen die Grundlagen, der AIA und der Rohbau des Architekturmodells als IFC-Datei und in einem nativen Dateiformat zur Verfügung. Die zusätzlich benötigte Ordnerstruktur muss zumindest für jede Rolle eine Position bereitstellen. Zu beachten sind hierbei die Lese- und Schreibrechte, die in den Rollen jeweils nur auf den betreffenden Teilnehmendenkreis beschränkt sind. Darüber hinaus werden allerdings Übergabeordner u.a. für die drei Abstimmungsfälle (klein, mittel und groß) mit entsprechenden Schreibrechten der Teilnehmenden benötigt.

Zusätzlich zum Dateiaustausch kann im Rahmen des Planspiels z.B. auch BIM-Collab Cloud verwendet werden. Eine reale CDE Plattform wie Aconex oder ThinkProject ist mit der Zielsetzung und dem Umfang des Planspieles zu komplex und kostenintensiv.

#### A.2.2 Rollenverteilung

Den Teilnehmenden und auch der Planspielleitung werden bestimmte Rollen zugewiesen. Die einzelnen Rollen für das Planspiel orientieren sich an den großen Planungsbeteiligten aus der Praxis und stellen somit nur einen Auszug an realen Planungsbeteiligten dar.

Die Gruppengrößen ergeben sich aus der Anzahl der Teilnehmenden. Im Optimalfall bewegt sich die Gruppengröße zwischen drei bis fünf Personen. Im Bedarfsfall sollte das Planspiel in zwei parallelen Gruppen durchgeführt werden, wenn es die Gruppengröße erfordert.

**Auftraggeber (AG)**

Das Szenario seitens AG ist die Planung eines Bürogebäudes mit eventueller Erweiterung der Räumlichkeiten auf der anderen Straßenseite. Gegenwärtig ist sich der Bauherr über das Vorgehen aber noch im Unklaren. Diese Rolle wird von der Planspielleitung übernommen.

**BIM-Projektleitung (BPL)**

Die BIM-Projektleitung ist verantwortlich für die generelle Spezifizierung der Rahmenbedingungen eines Projekts im Sinne des AG. Hier fallen die verwendeten Leistungsbilder der jeweiligen Akteure sowie die verwendete Datenstruktur im Projekt hinein. Die Ergebnisse dieser Aufgabe münden im AIA, der hier vorgegeben ist. Im Rahmen des Planspieles kann es sinnvoll bzw. erforderlich sein, dass AG und BPL in einer Rolle aufgehen und durch die Planspielleitung wahrgenommen wird.

**BIM-Projektsteuerung (BPS)**

Die BIM-Projektsteuerung vertritt die BIM-Interessen seitens AG in BIM-Spezifizierung sowie operativer Durchführung des BIM-Projekts auf Basis der Vorgaben der BPL.

Diese Vorgaben sind im Kern die AIA, auf deren Basis der BAP erstellt wird. Dieser wird an die BGK kommuniziert und gegeben falls projektspezifisch angepasst wie auch fortgeschrieben.

**BIM-Gesamtkoordination (BGK)**

Die BIM-Gesamtkoordination stimmt und verifiziert BIM-Inhalte der Planungsbeteiligten auf Grundlage der Vorgaben der BIM-Projektsteuerung für alle Disziplinen. Das Koordinationsmodell sowie die Überwachung der Einhaltung des BIM Regelwerks seitens der Fachplanung liegt in ihrer Verantwortung. Die BIM-Gesamtkoordination ist das Bindeglied zwischen BIM-Projektsteuerung und dem Planungsteam.

**BIM-Fachkoordination (BFK)**

Die BIM-Fachkoordination koordiniert die BIM-Inhalte der jeweiligen Fachdisziplin auf Basis der Vorgaben der BIM-Gesamtkoordination im Projekt. In dieser Rolle erfolgt noch eine Differenzierung in drei Gruppen:

- BIM-Fachkoordination Architektur (ARC)
- BIM-Fachkoordination Tragwerksplanung (TWP)
- BIM-Fachkoordination Technische Gebäudeausstattung (TGA)

**BIM-Ersteller (BE)**

Der BIM-Ersteller erstellt die BIM-Inhalte in der jeweiligen Disziplin.

**A.2.3 Organisation**

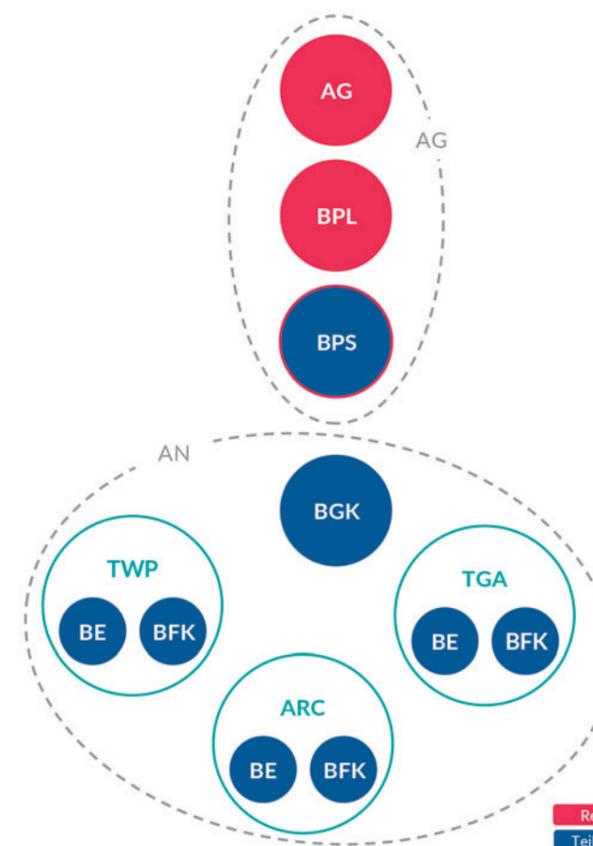
Im Folgenden wird die detaillierte Organisation inkl. Aufgabenstellung beschrieben.

**Erläuterung der Aufgabenstellung im Planspiel**

Zu Beginn wird der grundsätzliche Rahmen und die Aufgabenstellung erklärt. Es handelt sich um eine interaktive Gruppenarbeit mit dem Ziel, definierte Meilensteine innerhalb der vorgegebenen Zeit zu erreichen. Diese ist ein zentraler Auszug des Abbildes einer BIM-basierten Planung.

Übergeordnet sind alle Teilnehmenden Teil des Projektteams. Auf der zweiten Ebene wird in Subgruppen unterschieden. Die Einteilung in Gruppen wird von der Planspielleitung vorgenommen, wobei hier das Ziel ist, heterogene Gruppen zu bilden. Dadurch wird eine sehr gute Möglichkeit geschaffen, ein Projekt aus einer anderen als die im eigenen gewohnten Arbeitsumfeld gewohnten Perspektive zu betrachten. Zu beachten ist aber, dass Kompetenzträger der jeweiligen Gruppenfunktion in ausreichendem Maß vorhanden sind (z.B. Architekten und Architektinnen mit entsprechender Softwarekenntnis in der Architektur-Gruppe).

Das Bild zeigt die Organisation der teilnehmenden Gruppen und deren Aufgaben:



**Aufgaben des AG und der BPL**

Diese wird aus didaktischen und organisatorischen Gründen in den meisten Konstellationen von der Planspielleitung übernommen. Bei einer Ausweitung der Gesamtdauer und Gruppengröße des Planspiels wäre es jedoch möglich, die BPL auch von Teilnehmenden übernehmen zu lassen.

Die Hauptaufgabe der Planspielleitung ist die Unterstützung aller Gruppen in technischen, planerischen und organisatorischen Details und damit die Aufsicht bzw. Begleitung über das gesamte Planspiel hinweg zu einer erfolgreiche Zielerreichung.

Der Fokus liegt an den prozessorientierten Faktoren des Projekts und nicht an der planerischen Detaillierung. Das Ziel besteht darin, Metadaten eines Projekts konzeptionell aufzustellen und mit kritischem Blick auf eine erste Umsetzbarkeit zu testen.

**Aufgaben der BPS**

Die BIM-Projektsteuerung muss auf Basis des buildingSMART Austria AIA in Abstimmung mit der BPL einen projektspezifischen BAP in einer reduzierten Form erarbeiten. Dieser ist der BGK über- und zu vermitteln. Zusätzlich ist die CDE-Plattform auf ihren Einsatz im Projekt vorzubereiten.

Die BPS stellt auch die Schnittstelle zwischen den Projektbeteiligten seitens AG dar.

**Aufgaben der BGK**

Sie ist die Schnittstelle zwischen AN und AG. Sie muss vor der Übermittlung des BAP die Projektbeteiligten (soweit möglich) organisatorisch vorbereiten und das Solibri-Prüfsystem aufstellen. Der seitens BPL vorgegebene BAP und etwaige Fortschreibungen sind ebenfalls zu koordinieren. Darüber hinaus ist eine Gesamtkoordinationsprüfung und im Anschluss eine Gesamtkoordinations Sitzung abzuhalten sowie in Form eines Berichtes zu dokumentieren.

**Aufgaben der Architektur**

Nachdem die Gruppe das zur Verfügung gestellte Modell in ihre native Software übernommen hat, ist ein Regelgeschoss (vorzugsweise das OG 1) als Büro-Nutzung weiter zu detaillieren. Ebenfalls ist eine Fassade zu planen.

Zu definierten und zu entsprechenden Zeitpunkten, aber jedenfalls zu Meilensteinen der BPS, ist das Architekturmodell der TWP sowie der TGA als Referenz für deren Planung zur Verfügung zu stellen und abzustimmen.

Neben der Fachmodellerstellung ist ebenfalls ein interner Zeitplan passend zum BAP der BPS zu erarbeiten, die LOI des BAP umzusetzen sowie die Fachkoordination vorzubereiten und durchzuführen.

**Aufgaben der Technischen Gebäudeausstattung**

Aufgrund des zur Verfügung gestellten Rohbaus als IFC-Datei können schon Funktionsschemata und erste zentrale Versorgungsleitungen geplant werden. Nachdem seitens der Architektur das weiter entwickelte Architekturmodell zur Verfügung steht ist die TGA auf das ausdetaillierte Geschoss zu erweitern.

Neben der Fachmodellerstellung ist ebenfalls ein interner Zeitplan passend zum BAP der BPS zu erarbeiten, die LOI des BAP umzusetzen sowie die Fachkoordination vorzubereiten und durchzuführen. Diese orientiert sich an den Meilensteinen der BPS.

**Aufgaben der Tragwerksplanung**

Für die Tragwerksplanung kann genauso auf Basis des als IFC-Datei zur Verfügung gestellten Rohbaus ein eigenes Modell in die eigene native Software erstellt bzw. übernommen werden. Nach erfolgter Übermittlung des weiter entwickelten Architekturmodells sind die Modelle abzugleichen und gegeben falls Korrekturen an der Berechnung bzw. den LOIs vorzunehmen.

Neben der Fachmodellerstellung ist ebenfalls ein interner Zeitplan passend zum BAP der BPS zu erarbeiten, die LOI des BAP umzusetzen sowie die Fachkoordination vorzubereiten und durchzuführen. Sie orientiert sich an den Meilensteinen der BPS.

### A.3 Darstellung einer konkreten Umsetzung

Im Nachfolgenden wird die konkrete Umsetzung (samt Zeitplan) des Planspiels im Rahmen der BIMcert-Ausbildung detailliert skizziert:



#### A.3.1 Projektstart

Nachdem alle Rollen und Aufgaben der jeweiligen Planungsbeteiligten vermittelt wurden, findet der eigentliche Projektstart statt.

#### A.3.2 Grüner Tisch

Am »grünen Tische« findet der Kick-Off des Projekts mit allen Projektbeteiligten statt. Seitens des AG wird die Anforderung an das Projekt, der grobe Zeitrahmen und die Grundlagen vermittelt. Die BPL gibt den AIA dazu vor.

Danach muss die erste interne Abstimmung stattfinden. Dies erfolgt in zwei Ebenen. In einem ersten Schritt stimmen sich die Gruppen intern über ihre Struktur sowie Rechte und Pflichten ab und im Anschluss erfolgt dieser Vorgang dann gruppenübergreifend.

Bei dieser Phase ist darauf zu achten, dass folgende Punkte seitens der Teilnehmenden berücksichtigt werden:

- Meilensteine und Projektzeitplan  
Den Teilnehmenden sind der grobe Zeitrahmen sowie die geforderten Leistungen bekannt. Darauf aufbauend soll ein realistischer Zeitplan zur Umsetzung der einzelnen Aufgaben sowie Meilensteine im Projektzeitplan definiert werden. Hier werden die Zeitpläne der einzelnen Disziplinen erstellt und aufeinander abgestimmt.
  - Definition Zuständigkeiten  
Innerhalb der Aufgaben sind die Zuständigkeiten zu definieren. In den Disziplinen Architektur, Tragwerksplanung und Gebäudetechnik benötigt es zumindest folgende Zuständigkeiten mit dazugehörigen Kenntnissen:
    - BIM-Fachkoordinator\*in in leitender Funktion und Ansprechperson für die BGK
    - Prüfer\*in mit Kenntnissen in Solibri (auch in der Regelerstellung)
    - Modellierer\*in mit Fachkenntnis der jeweiligen Software (auch im IFC-Export und -Import)
- Im Bereich der BIM-Gesamtkoordination:
- BIM-Gesamtkoordinator\*in in leitender Funktion und Ansprechperson für die BFK sowie BPS
  - Prüfer\*in mit Kenntnissen in Solibri (auch in der Regelerstellung)
- Im Bereich der BIM-Projektsteuerung:
- BPS-Ansprechperson für die Koordinierung mit BPL und BGK
  - BAP-Verantwortung zur Erstellung mit dem Fokus LOI200 und LOG200, der Übertragungskonfigurationen sowie des Projektzeitplanes

- Prüffregelsets  
Der Umgang mit den Prüffregelsets ist zu klären. Grundsätzlich gibt es hier zwei Vorgehensweisen. Entweder werden die Prüffregelsets seitens der BPS und AG für die BGK und auch die BFK zur Verfügung gestellt oder die einzelnen Gruppen müssen sich diese für die BGK und BFK selbst-

ständig erarbeiten. Je nach Gruppengröße und Zeit kann hier gewählt werden. Entweder als Vorgabe des AG oder durch interne Koordination der Teilnehmenden.

Zwingend vorgegeben ist die folgende Einteilung der Regelsets:

- FFC (Formale Kriterien Check):  
Dies sind sogenannte Basis-Kriterien. Sie beinhalten hauptsächlich Prüfungen auf Existenz von Informationen und Geometrien und deren Logik und grundsätzliche Ordnung. Beispielsweise ob Räume existieren und in einer gültigen Raumnutzungsart untergliedert sind.
- QCC (Qualitäts-Kriterien Check):  
Hier beruhen Prüfkriterien auf der Korrektheit der FCC. Sie beinhalten hauptsächlich die Prüfung geometrischer Beziehungen (Kollisionsprüfung, Abstände etc.) als auch inhaltlicher Beziehungen (Elementsabmessungen, Elementsabhängigkeiten etc.). Beispielsweise ob ein Raum die notwendige Raumhöhe (= Information) tatsächlich kollisionsfrei (= Geometrie) besitzt.

### A.3.3 BIM-Projektsteuerung

Als erste Aufgabe hat die BPS die Erstellung eines BAP auf Basis des zur Verfügung stehenden AIA der buildingSMART. Die Mindestanforderungen sind:

- die Definitionen des LOI200 und LOG200 und die in dieser Form abzubildenden Elementklassen (siehe nachfolgende Tabellen).
- Erstellung eines ausreichend detaillierten Projektzeitplans für die Planung bis zur ersten Gesamtkoordinationsitzung inkl. Meilensteine
- die Festlegung der Übertragungskonfigurationen.

Wünschenswert sind noch weitere Details, die ein BAP enthalten sollte, beispielsweise die Projektorganisation und die Anwendungsfälle im Qualitätsmanagement.

Wichtige Punkte sind hier die möglichst konkrete und zügige Erstellung sowie Übermittlung des BAP an die BGK. Mit der BGK muss eine Vorstellung und Abstimmung des BAP erfolgen. Danach ist die erste Version des BAP zur Verwendung im Projekt freigegeben. Eine Fortschreibung bzw. mögliche Detaillierung oder Korrektur gilt es ebenso umzusetzen wie die Überwachung des Projektfortschrittes.

LOI-KLASSE	MERKMALE ÜBERSETZUNG DE	MERKMAL-NAMEN	EINHEITENTYP	EINHEIT	VERORTUNG	VERANTWORTUNG
LOI100	Aussenbauteil	IsExternal	Wahrheitswert	TRUE/FALSE	Pset_WallCommon	AR
	RaumhoheWand	ExtendToStructure	Wahrheitswert	TRUE/FALSE	Pset_WallCommon	AR
	Status	Status	Text (Optionen-Set <sup>92</sup> )	-	Pset_WallCommon	AR
	TragendesElement	LoadBearing	Wahrheitswert	TRUE/FALSE	Pset_WallCommon	AR/TP
LOI200	BrandabschnittsdefinierendesBauelement	Compartmentation	Wahrheitswert	TRUE/FALSE	Pset_WallCommon	BS
	BrennbaresMaterial	Combustible	Wahrheitswert	TRUE/FALSE	Pset_WallCommon	BS
	Feuerwiderstandsklasse	FireRating	Text (Optionen-Set <sup>92</sup> )	-	Pset_WallCommon	BS
	HauptmaterialtaetaElement	ElementMainMateriality	Text (Optionen-Set <sup>92</sup> )	-	Pset_WallSpecific	AR
	UWert	ThermalTransmittance	Wärmedurchgangskoeffizient	positive Zahl [W/m²K]	Pset_WallCommon	PH

LOG-Klasse	LOG050	LOG100	LOG200
Raumstempel/BGF	Jede Einheit als Volumenkörper zur Definition von BRI/BGF	Jeder Raum als IfcSpace zur Definition der NRF gem. ÖN B1800. Geschossweise getrenntes Gebäudevolumen als IfcBuildingElementProxy zur Definition von BRI/BGF.	Jeder Raum als IfcSpace zur Definition der NRF und der UGF gem. ÖN B1800. Geschossweise getrenntes Gebäudevolumen als IfcBuildingElementProxy zur Definition von BRI/BGF.
Komplexität Vertikale Elemente	nicht relevant.	Tragende/nichttragende Wände einschichtig modelliert.	Tragende/nichttragende Wände mehrschichtig modelliert, inkl. aller relevanter Schichten ab 1cm, in Abstimmung mit PH/TP.
Komplexität Horizontale Elemente	nicht relevant.	Tragende Decken inkl. Bekleidungen einschichtig modelliert.	Rohdecke sep. modelliert. Bekleidungen (FBA/AGD/UD) raumspezifisch/mehrschichtig modelliert, inkl. aller relevanter Schichten ab 1cm, in Abstimmung mit PH/TP.
Sonstige Elemente	nicht relevant.	Tragende Stützen/Träger modelliert.	Tragende/nichttragende Stützen/Träger inkl. Bekleidungen modelliert. Brüstungen/Geländer mit Basisgeometrie modelliert.
Treppen/Rampen	nicht relevant.	Treppen/Rampen mit Basisgeometrie einschichtig modelliert.	Treppen/Rampen mit Basisgeometrie inkl. Bekleidungen modelliert.
Erschließungs-Elemente (bspw. Aufzugsanlage/ Rolltreppe)	nicht relevant.	Als schematisches Objekt	Als schematisches Objekt
Vorhangfassaden	Volumenkörper	ausgebildete Fassade mit wesentlichen Öffnungen.	ausgebildete Fassade mit allen relevanten Öffnungen.
Fensteröffnungen	nicht relevant	Fenster in Wänden verortet, mit Angaben zu Architekturabmaßen.	Fenster in Wänden verortet, mit Angaben zu Architekturabmaßen, Fensterteilung, Öffnungsrichtung.
Türöffnungen	nicht relevant	Türen in Wänden verortet, mit Angaben zu Durchgangslichten.	Türen in Wänden verortet, mit Angaben zu Durchgangslichten, Türteilung, Öffnungsrichtung.
Sonstige Öffnungen	nicht relevant	nicht relevant	Rohbauöffnungen (Decken/Wanddurchbrüche) definiert.
Möbliering	nicht relevant	nicht relevant	Möblieringbeispiele, Fixeinbauten, Küchen- und Sanitärmöbel.

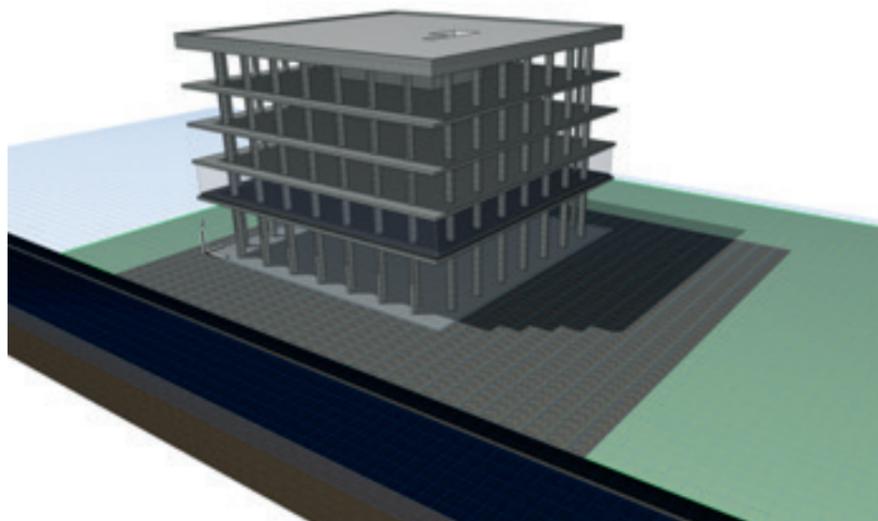
### A.3.4 BIM-Gesamtkoordination

Die Projektorganisation sowie das Prüfsystem kann vor Übermittlung des BAP erfolgen. Als Meilenstein gilt der Zeitpunkt für die erste freigegebene Version des BAP. Sobald dieser seitens der BPS vorliegt, muss dieser auf AN-Interessen geprüft und eventuell in Abstimmung mit der BPS angepasst werden.

Die erste vollumfänglich gültige Version des BAP wird nun den Planer\*innen über- und vermittelt, damit diese die Anforderungen in ihre Planung mit aufnehmen können. Ebenso muss einerseits mit der BAP konformen Prüfregelentwicklung begonnen und andererseits auf die rechtzeitige Übergabe der Teilmodelle für die Gesamtkoordinationsprüfung geachtet werden. Zwischenzeitlich wird eine Abstimmung eines fortgeschriebenen BAP ebenso auf die BGK zukommen, wie auch die Beschreibung und Sicherstellung des Projektfortschritts gegenüber der BPS.

### A.3.5 Modellierung Architektur

Die Architektur baut auf dem zur Verfügung gestellten Rohbaummodell (siehe Beispiel in folgendem Bild) auf und entwickelt dieses Modell speziell in einem Regelgeschoss weiter. Parallel müssen die Prüfregeln in Solibri für die BFK entwickelt werden, da diese auch durchgeführt werden muss. Die Kommunikation dieser Prüfberichte der BIM-Fachkoordination ist via BCF zu erledigen.



### A.3.6 Modellierung Technische Gebäudeausstattung

Auf Basis des zur Verfügung gestellten Rohbaummodells wird mit der Entwicklung des Haustechnikmodells begonnen. Erste Funktionsschemata und zentrale Versorgungsleitungen können geplant werden. Sobald seitens der Architektur das weiter entwickelte Modell übermittelt wurde, muss auch die Gebäudetechnik dementsprechend erweitert und detailliert werden.

Dazu müssen auch hier die Prüfregeln in Solibri für die BIM-Fachkoordination erstellt und im Anschluss auf das Modell angewandt werden. Die Kommunikation dieser Prüfberichte ist via BCF zu erledigen.

### A.3.7 Modellierung Tragwerksplanung

Hier wird auf der Grundlage des zur Verfügung gestellten Rohbaummodells ein eigenes Tragwerkplanungsmodell entwickelt, um einfach Berechnungen durchführen zu können. Sobald seitens der Architektur das weiterentwickelte Modell übermittelt wurde, muss auch die Tragwerksmodell dementsprechend erweitert und detailliert werden.

Ebenfalls ist die Entwicklung der in Solibri notwendigen Regeln für die BFK notwendig. Die Kommunikation dieser Prüfberichte der BFK hat via BCF zu erfolgen.

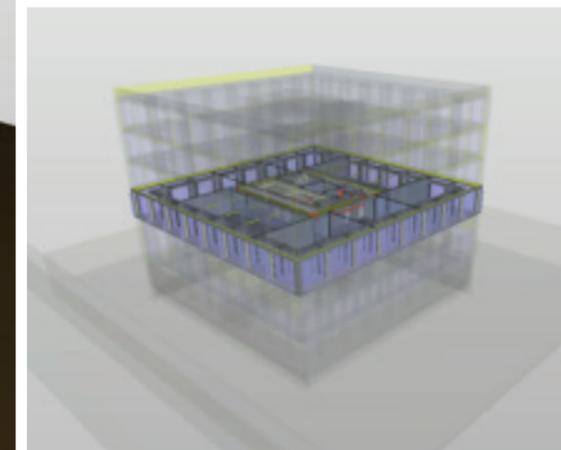
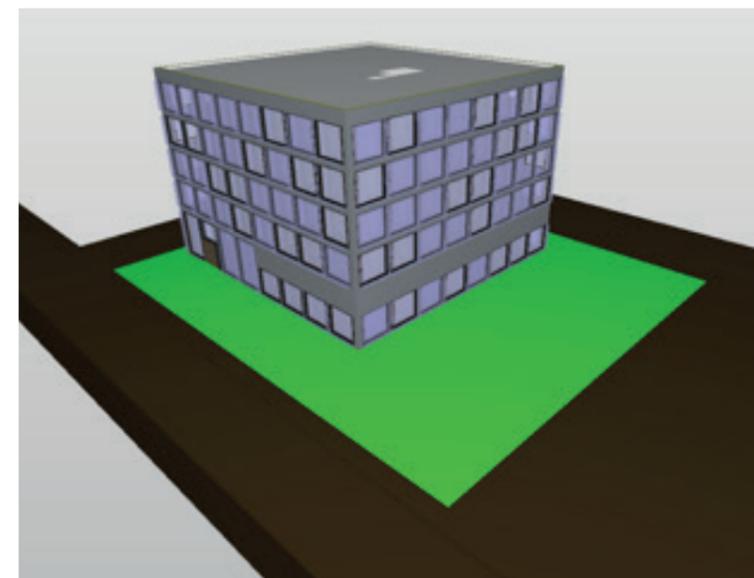
### A.3.8 Gesamtkoordinationsprüfung

Hier werden alle Fachmodelle in Solibri importiert und den jeweiligen Disziplinen zugewiesen. Als erster Schritt erfolgt eine optische Sichtung der Modelle. Das Augenmerk liegt auf

- dem gemeinsamen Ursprung bzw. der richtigen Verortung,
- der augenscheinlichen Vollständigkeit der Modelle,
- der Verwendung dem Verwendungszweck entsprechenden IFC-Klassen (stichprobenartig) und
- dem Vorhandensein entsprechender Property-Sets.

Im Anschluss erfolgt die Anwendung der erstellten FCC und QCC Regeln auf Basis des BAP. Bei der Dokumentation der gefundenen Probleme ist auf jeden Fall ein Titel, eine Beschreibung, eine verantwortliche Person oder Disziplin, eine Priorisierung und Fälligkeit der Korrektur festzuhalten. Die Prüfergebnisse werden in einem Prüfbericht zusammengefasst.

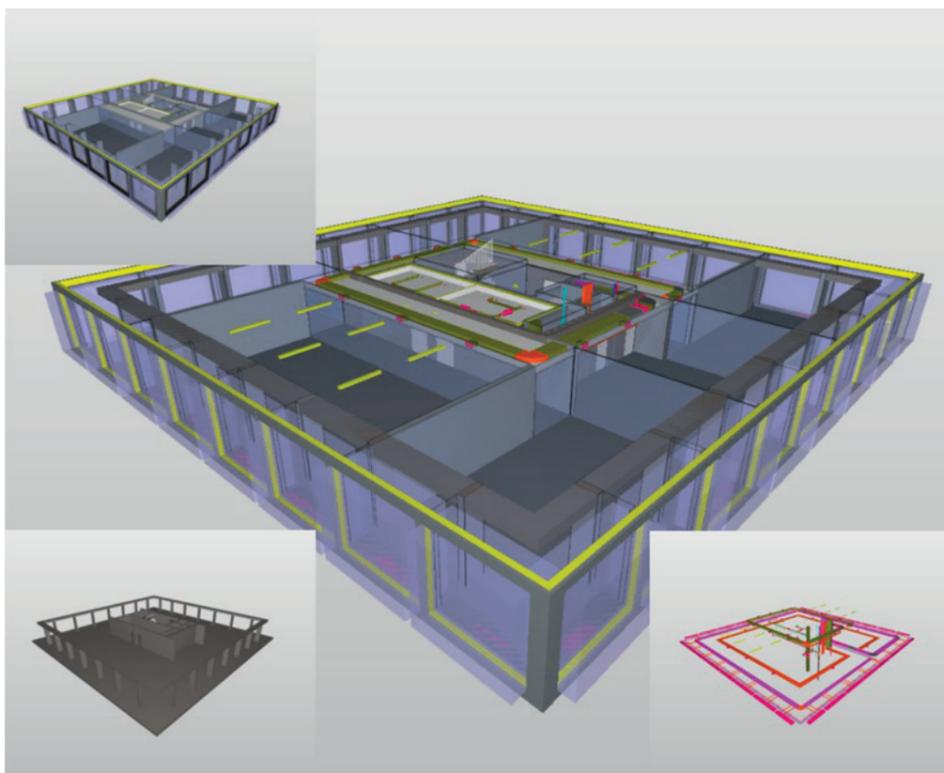
Folgende Bilder zeigen ein Gesamtmodell:



### A.3.9 Gesamtkoordinationssitzung

In der Gesamtkoordinationssitzung präsentiert die BGK im Beisein der BPS die gefundenen Probleme bzw. zu besprechenden Punkte. Jeder Aspekt wird einzeln durchbesprochen und gegebenenfalls Titel, Beschreibung, die verantwortliche Person oder Disziplin, die Priorisierung oder die Fälligkeit der Korrektur angepasst. Wichtig hierbei ist eine gute Führung der Sitzung und die Kommunikation der Beteiligten. Der Prüfbericht wird dem Protokoll angefügt, welches an alle Projektbeteiligten zur weiteren Bearbeitung als BCF ausgegeben wird.

Folgendes Bild zeigt ein Gesamtmodell im Detail:



### A.3.10 Resümee

Hier endet das Projekt des Planspieles und es wird ein Resümee gezogen. Zu Beginn gibt die Planspielleitung den Teilnehmenden ein Feedback über die formale Zielerreichung bezüglich der Anforderungen des AG. Im Anschluss werden der Weg und eventuelle Entwicklungspotentiale der Teilnehmenden reflektiert.

Seitens der Teilnehmenden soll ebenfalls reflektierend auf Erfolge und Schwierigkeiten Bezug genommen werden. Gegebenenfalls moderiert die Planspielleitung diese Feedbackrunde.

### A.4 Fazit

Die Durchführung eines Planspiels in der aufgezeigten Form weist viele Vorteile auf. Der Lernertrag ist in der Regel höher, da die Beschäftigungsdauer mit dem Lerngegenstand in der Regel intensiver ist. Wichtig sind hier die zeitliche Abfolge und der möglichst kurze Abstand der Lerninhalte zum Planspiel. Zudem löst die praktische Anwendung der gelernten Theorie ein möglichst tiefes Verständnis der Thematik aus. Nebenbei trägt es zur Stärkung der Gruppe bei und erhöht die Vernetzung.

Nachteile sind der erhöhte Zeitbedarf und die intensive Vor- und Nachbereitung sowie Betreuung während des Planspiels. Zusätzlich muss die Gruppenleitung ein hohes Maß an fachlicher und pädagogischer Kompetenz mitbringen und auch im Sinne der Rolle einer Beratung fungieren. Vor daher besteht eine hohe Anforderung an die Planung und Umsetzung des Planspiels durch die beteiligten Personen.

Zusammengefasst dient das Planspiel dem Erwerb von Problemlösungskompetenzen, Beurteilungsvermögen, unternehmerischem Denken und Handeln sowie der Umsetzung von Wissen und dem ganzheitlichen Erleben von BIM-Zusammenhängen, was auch den späteren Transfer in den Arbeitsalltag erleichtert. Aus diesen Gründen hat das vorgestellte Planspiel eine vollumfängliche Berechtigung als essentieller Bestandteil einer erfolgreichen und nachhaltigen BIMcert-Ausbildung.

