Christoph Carl Eichler | Christian Schranz | Tina Krischmann
Harald Urban | Markus Hopferwieser | Simon Fischer

BIMcert Handbuch

Grundlagenwissen openBIM

Ausgabe 2024

buildingSMART Austria
buildingSMART Deutschland
BAUEN DIGITAL SCHWEIZ
BÂTIR DIGITAL SUISSE
COSTRUZIONE DIGITALE SVIZZERA
CONSTRUIR DIGITAL SVIZRA
Home of buildingSMART Switzerland

Christoph Carl Eichler | Christian Schranz
Tina Krischmann | Harald Urban
Markus Hopferwieser | Simon Fischer

BIMcert Handbuch

Grundlagenwissen openBIM

Ausgabe 2024.

buildingSMART Austria
buildingSMART Deutschland
BAUEN DIGITAL SCHWEIZ
BÂTIR DIGITAL SUISSE
COSTRUZIONE DIGITALE SVIZZERA
CONSTRUIR DIGITAL SVIZRA
Home of buildingSMART Switzerland

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 der Autor:innen und 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:innen und Verlag für die Richtigkeit und Vollständigkeit von Angaben sowie für eventuelle Druckfehler keine Haftung übernehmen.

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 abrufbar.

IMPRESSUM

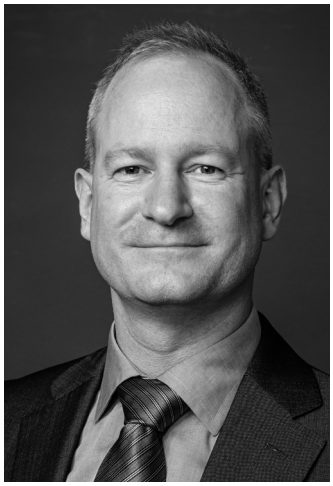
© 2024	Mironde-Verlag
© Text:	Christoph Carl Eichler, Christian Schranz, Tina Krischmann, Harald Urban, Markus Hopferwieser, Simon Fischer Gastautoren: Paul Curschellas, Léon van Berlo, Artur Tomczak, Jan Morten Loës, Thomas Glättli
© Bilder:	Alexander Gerger
Setzung:	Alexander Gerger, Christian Schranz
Layout:	Birgit Eichler
Gesetzt:	aus der Lato
Druck:	Saxoprint GmbH Dresden
Herausgeber:	buildingSMART Austria · 1010 Wien, Eschenbachgasse 9
	Hergestellt in Deutschland www.mironde.com
ISBN	**978-3-96063-059-3**
DOI:	https://doi.org/10.34726/5384

Zitiervorschlag:
Eichler, C.C., Schranz, Ch., Krischmann, T., Urban, H., Hopferwieser, M., Fischer, S.: *BIMcert Handbuch – Grundlagenwissen openBIM*. Ausgabe 2024. Mironde-Verlag, Niederfrohna, 2024. DOI: 10.34726/5384

Autoren



Christoph Carl Eichler
ist Leiter des Datenmanagements am Flughafen Wien und einer der Geschäftsführer der Flughafen Tochtergesellschaft VIE Build GmbH. Darüber hinaus vertritt er den Flughafen Wien im Steering Comitee des buildingSMART International AirportRoom und ist Mitglied des Vorstands von buildingSMART. Er war von 2006 bis 2011 als Architekt tätig. In weiterer Folge arbeitete er als BIM-Konsulent in zahlreichen BIM-Pilotprojekten öffentlicher Auftraggeber im Bereich Hochbau und Verkehrsinfrastruktur, engagierte sich im ASI-Komitee ASI 11/09 und ASI 15/11 sowie auf europäischer Ebene im CEN/TC442. Seit 2017 beteiligte er sich an mehr als 30 Forschungsprojekten zu verschiedenen Aspekten der Digitalisierung in Zusammenarbeit mit der TU Wien und der TU Graz. Darüber hinaus leitet er seit 2015 das BIM-Ausbildungsprogramm der Überbau Akademie und ist Teil der Prüfungskommission für *Certified Trainer* (*openBIM Expert*).



Christian Schranz
ist Associate Prof. an der TU Wien und leitet den Forschungsbereich 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 (z.B. im EU-geförderten Forschungsprojekt »BRISE-Vienna«). 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 und für *Certified Trainer* (*openBIM Expert*). Bei buildingSMART International ist er Mitglied des Steering Committee der »Professional Certification«.



Tina Krischmann
ist die Leiterin des BIM-Managements bei der VIE Build GmbH. Seit 2016 hat sie zahlreiche openBIM-Projekte als BIM-Gesamtkoordination, BIM-Projektsteuerung und BIM-Projektleitung begleitet. Vor ihrer Tätigkeit in der openBIM-Projektdurchführung arbeitete sie als Architektin. Sie vermittelt die Inhalte von BIMcert an der TU Wien als eine der ersten buildingSMART Austria *Certified Trainer* (*openBIM Expert*) von buildingSMART Austria, bei der sie auch stellvertretende Leiterin der nationalen Workinggroup »Digitale Baueinreichung« ist. Als Leiterin der Arbeitsgruppe für die »Umsetzung der Rechtsmaterie in die *openBIM*-Methode« war sie aktiv im EU-geförderten Forschungsprojekt »BRISE-Vienna« (openBIM-Bewilligungsverfahren der Stadt Wien) beteiligt.



Harald Urban
ist Assistant Prof. an der TU Wien, stellvertretender Leiter des Forschungsbereichs Digitaler Bauprozess (TU Wien), staatlich geprüfter Baumeister und einer der ersten buildingSMART Austria *Certified Trainer* (*openBIM Expert*) (BIM) von buildingSMART Austria. Dort leitet er die nationale Workinggroup »Digitale Baueinreichung«, die er im EU-geförderten Forschungsprojekt »BRISE-Vienna« als openBIM-Bewilligungsverfahren 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 Hopferwieser
hat seit 2011 die Befugnis als Ziviltechniker für den Bereich Architektur und ist als Inhaber sowie Geschäftsführer der Hopferwieser Architects ZT GmbH tätig. Das Leistungsspektrum reicht dabei von der Objektplanung (Wohnbau, Hotel, Veranstaltung ...) über BIM-Gesamtkoordination bis hin zu BIM-Consulting. Seit 2012 betreut er das Graphisoft Center Graz/Villach mit dem Fokus auf BIM. Er ist zertifizierter Archicad Trainer und Prüfer und für die Implementierung von BIM-Prozessen in diversen Architekturbüros zuständig. Als einer der ersten buildingSMART Austria *Certified Trainer* (*openBIM Expert*) ist er in der BIM-Ausbildung sowie in der BIMcert-Prüfungskommission tätig. Für das Ziviltechniker-Forum ist er als Consultant als auch als Vortragender mit dem Schwerpunkt BIM aktiv. Seit 2019 unterrichtet er zusätzlich als Lehrer an der HTBLVA Ortweinschule Graz.



Simon Fischer
forscht am Forschungsbereich Digitaler Bauprozess (TU Wien) und ist dabei an diversen Projekten und Publikationen zu openBIM beteiligt. Der Fokus seiner Arbeit liegt auf der Automatisierung von Prozessen durch die Verwendung von digitalen Gebäudemodellen und openBIM-Standards. Im Forschungsprojekt »BRISE-Vienna« war er im Bereich der automatisierten Prüfung der Rechtsmaterie tätig. Insbesondere beschäftigt er sich mit der Programmierung von Prüfregeln komplexer Problemstellungen.



Paul Curschellas
ist heute zuständig für die Themen der Digitalisierung, der digitalen Transformation mit den Schwerpunktthemen VDC/BIM und der Umsetzung von Projekten in der Schweiz und in Deutschland, bei Burckhardt Architektur AG. Mitbegründer und Stv. Präsident und Vorstandsausschuss Bauen digital Schweiz / buildingSMART Switzerland, wie Mitglied der Zentralkommission für Informationsmanagement (ZI) des Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein SIA. Leitung im Aufbau der webbasierten Plattform (Spin-off ETH) zur Digitalisierung der Material- und Bauteildaten mit den Wirtschafts-, Industrie und Technologiepartnern. Mehrjährige Tätigkeit in Forschung & Entwicklung an der ETH in Zürich und bei der Zentralstelle für Baurationalisierung CRB. Leitung und Mitarbeit in der Ausarbeitung von Normen und Standards für das Informations- und Kostenmanagement.



Léon van Berlo
ist der Technische Direktor von buildingSMART International. Léon war zuvor in verschiedenen Funktionen beim National Institute for Innovation (TNO) in den Niederlanden tätig, unter anderem als BIMserver Program Manager und Senior BIM Innovator. Bei TNO konzentrierte sich Léons Arbeit auf die Schaffung einer datengesteuerten Industrie durch die Einführung von Technologien und die Entwicklung neuer Konzepte. Indem er neue Prototypen durch Konsensbildung und Zusammenarbeit ermöglichte, entwickelte Léon neue Produkte für die marktorientierte Nachfrage, darunter bei großen, EU-finanzierten Projekten. Während dieser Zeit arbeitete Léon auch an mehreren offenen Standards und BIM-Standardisierungsinitiativen für internationale Zielgruppen.



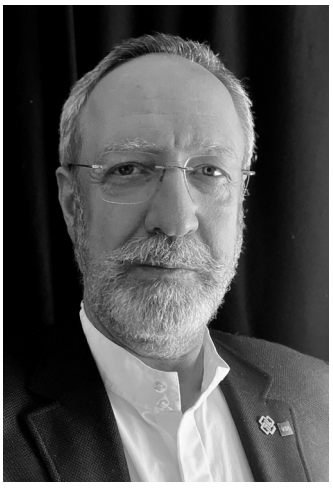
Artur Tomczak
ist Produktmanager der bSDD-Plattform bei buildingSMART International. Er setzt sich für die Verbesserung der Qualität von BIM-Daten und der Informationskonsistenz ein. Zurzeit arbeitet er an seiner Dissertation an der NTNU in Norwegen in Digital Support for Circular Building Design. Davor war er in verschiedenen Funktionen tätig, vom Computational Engineer, BIM-Techniker und BIM-Koordinator, Sustainability and IT Consultant bis hin zum Dozenten.



Jan Morten Loës
ist Mitglied des buildingSMART Product Room und leitet die Forschungs- und Entwicklungsabteilung bei der VIE Build GmbH, die Mitglied von buildingSMART Austria ist. Er beschäftigt sich in diversen Forschungsprojekten mit dem Thema der Produktdatenintegrität für digitale Gebäudemodelle. Ein weiteres Forschungsfeld ist die Integration von GIS und BIM.



Thomas Glättli
ist Co-Geschäftsführer von Bauen digital Schweiz / buildingSMART Switzerland und leitet bei buildingSMART International den *Use Case* Management Service. Er hat einen starken Background in der Gebäudetechnikbranche und war zuvor für internationale Unternehmen in führenden Produktmanagementpositionen tätig. Neben der multinationalen Projektabwicklung und dem Data Lifecycle Management war die Digitalisierung immer ein Schwerpunkt seiner Aufgaben. Er verfügt über einen BSc-Abschluss in Ingenieurwesen sowie einen Executive MBA der Universität St. Gallen in der Schweiz. Als Berater der AEC-Branche treibt er die digitale Transformation kontinuierlich voran und fördert sie.
Wissenstransfer und Beratungsaktivitäten sind ihm ein großes Anliegen. Als Gastdozent unterrichtet er an mehreren Fachhochschulen und berät zahlreiche Initiativen in der Baubranche.



Rasso Steinmann
ist Professor für Bauinformatik an der Hochschule München (seit über 28 Jahren). Davor arbeitete er 10 Jahre als Software-Ingenieur & Entwicklungsleiter bei Nemetschek. Er gründete er 2008 das iabi – Institut für angewandte Bauinformatik, mit derm er die BIM-Standardisierung unterstützt und die Industrie bei der Einführung von BIM begleitet. Seit den Anfängen im Jahr 1995 engagiert sich er bei buildingSMART International. Er leitete über 20 Jahre die Gruppe der Softwarehäuser, die IFC implementieren, war am Aufbau des Software-Zertifizierungssystem beteiligt und ist nun als Vice Chairman im Board. Bis 2023 war er im Vorstand von buildingSMART Deutschland (8 Jahre als Vorsitzender) und ist nun Ehrenmitglied. Beim VDI leitete er von 2013 – 2023 den Fachausschuss BIM (zuständig für die BIM-Richtlinienreihe VDI 2552). Er ist Mitglied des Fachbereichs BIM beim DIN und Abgeordneter im CEN/TC 442 BIM.

Redakteure

Kurt Battisti
Geschäftsführung A-NULL Development Gmbh

Alexander Joslyn
BIM-Manager der Losinger Marazzi AG

Stefan Kraft
/ BIM-Experte der Mensch und Maschine Schweiz AG

Timo Kretschmer
Architekt HTWK Leipzig, Fakultät Architektur und Sozialwissenschaften

Anica Meins-Becker
Professorin (BIM-Institut) an der Bergischen Universität Wuppertal

Jörg Meyer
Vorstand von Bauen digital Schweiz / buildingSMART Switzerland

Peter Moser
Mitglied Zentralvorstand von Swiss Engineering STV / BSIM AG

Christina Ntavela
BIM-Projektmanagerin der Gruner AG

Ulrich Prestle
BIM-Manager / BIM-Koordinator der Marti Gesamtleistungen AG

Karolina Sadomska
Projektleiterin Digitales Planen und Bauen der Implenia Schweiz AG

Roman Schneider
Leiter Referat Technologie, Digitalisierung & Innovation der MA37 Stadt Wien

Birgitta Schock
Vorstand von Bauen digital Schweiz / buildingSMART Switzerland

René Sigg
Vorstand von Bauen digital Schweiz / buildingSMART Switzerland

Sebastian Toszeghi
LCDM Expert bei beyondBIM AG

Adrian Wildenauer
Professor für digitales Bauen an der Berner Fachhochschule (BFH)

Thomas Wirth
Leiter BIM/VDC Baumeister Deutschschweiz der Implenia Schweiz AG

zusätzlich die Gastautoren Paul Curschellas und Thomas Glättli

INHALTSVERZEICHNIS

Vorwort **16**

1 Einleitung: openBIM und buildingSMART **20**
1.1 buildingSMART als Home of openBIM **21**
1.2 Die Historie von IFC **23**

2 Basiswissen **30**
2.1 Digitalisierungsgrundlagen **32**
2.2 Internationale Standardisierung und Normierung **36**
2.2.1 ISO 16739-1 – Industry Foundation Classes (IFC) 36
2.2.2 ISO 12006-3 – Framework for object-oriented information (für bSDD) 36
2.2.3 ISO 19650-Reihe – Informationsmanagement mit BIM 37
2.3 Werkzeuge **42**
2.3.1 BIM-Applikationen 42
2.3.2 Kollaborationsplattformen / Common Data Environment CDE 44
2.3.3 Datenstrukturwerkzeug 45
2.4 Technische Grundlagen von openBIM **47**
2.4.1 IFC-Datenstruktur 47
2.4.2 bSDD-Plattform 48
2.4.3 IDM-Methodik 50
2.4.4 UCM-Plattform 51
2.4.5 MVD-Konzept 52
2.4.6 IDS-Format 53
2.4.7 Software-Zertifizierung und Validation Service 54
2.4.8 BCF-Kommentare 55
2.4.9 DataSheets 56
2.5 Organisation **58**
2.5.1 Rollen und Leistungsbilder 58
2.5.2 BIM-Regelwerke 61
2.5.3 openBIM-Zusammenarbeit 64

3 Vertiefendes Wissen **68**
3.1 Standardisierung und Normierung **71**
3.1.1 Internationale Normen 72
3.1.2 Europäische Normen 73
3.1.3 Normen aus Österreich 75
3.1.4 Normen aus der Schweiz 77
3.1.5 Normen aus Deutschland 78

3.2 IFC – Industry Foundation Classes 79
3.2.1 Überblick Datenschema, Dateiformat und Datei 79
3.2.2 Grundlagen IFC-Datenschema 82
3.2.3 Inhalte einer IFC-Datei 92
3.2.4 Epilog zu IFC 109
3.3 Model View Definition (MVD) 111
3.3.1 Nutzen von MVD 111
3.3.2 Etablierte MVD und ihre Zielsetzung 111
3.3.3 Künftige MVD und ihre Zielsetzung 112
3.4 BCF-Kommentare 114
3.5 Common Data Environment (CDE) 117
3.5.1 Entwicklungsgeschichte 117
3.5.2 Zielsetzung einer CDE 120
3.5.3 Kriterien an CDE 120
3.6 Informationsbedarfstiefe (LOIN) und Detailierungsgrade (LOG, LOI) 121
3.6.1 Methode in der EN 17412-1 vs. etablierte Praxis 122
3.6.2 Vorgehensweise zur Bestimmung der Informationsbedarfstiefe 122
3.6.3 Abwicklung im Projekt 123
3.6.4 Anwendungsbeispiel 124
3.6.5 Begriffe in der Anwendung 127
3.7 IDS – Information Delivery Specification 128
3.7.1 Datenstruktur 129
3.7.2 Beziehung IDS zu IFC 133
3.7.3 Bezug zum buildingSMART Data Dictionary 133
3.7.4 Facet-Parameter 133
3.7.5 Einfache und komplexe Einschränkungen 136
3.7.6 Umfang und Einsatz von IDS 136
3.7.7 Beziehung zu anderen Initiativen 137
3.7.8 Möglichkeiten zur Visualisierung von IDS 138
3.8 bSDD – buildingSMART-Lösung für Data Dictionaries 141
3.8.1 Nutzergruppen und Anwendungsfälle 142
3.8.2 Praktische Anwendung 144
3.8.3 Inhalt des bSDD 145
3.8.4 Referenzierung von bSDD in IFC 149
3.8.5 Verweis auf das bSDD in IDS 150
3.8.6 Inhalte im bSDD veröffentlichen 151

3.9 UCM – buildingSMART Use Case Management Service ... 152
3.9.1 Grundlagen ... 152
3.9.2 UCM Service, ein Angebot von buildingSMART International ... 154
3.9.3 Informationsmanagement und Use Cases in openBIM-Projekten ... 156
3.9.4 Erarbeitung eines Use Cases ... 157
3.9.5 Ausblick Use Case Management Service ... 160

4 BIM-Projektdurchführung ... 162
4.1 Projektinitiative ... 174
4.1.1 Festlegen der projektbezogenen Zielsetzungen ... 174
4.1.2 Festlegen des Finanzierungsmodells ... 175
4.1.3 Abstimmen der Leistungsindikatoren ... 175
4.2 Projektinitiierung ... 177
4.2.1 Identifizieren und Zusammenstellen projektbezogener Anforderungen ... 177
4.2.2 Erstellen und Einrichten der BIM-Leistungsbilder, Regelwerke, Verträge ... 178
4.2.3 Modellgestützte Bedarfsplanung (Anforderungsmodell) ... 180
4.2.4 Grundlagenaufbau (Vermessung, Bestandsmodell, Geländemodell) ... 181
4.2.5 Ausschreibung, Vergabe und Einrichtung der Kollaborationsplattform ... 181
4.2.6 Ausschreibung und Vergabe der Planungsleistungen ... 182
4.2.7 Durchführen modellgestützter Studien/Wettbewerbe ... 182
4.2.8 Aufbau des Planerteams / AN-Planung-Erhebung ... 183
4.2.9 Verifizierung der Qualifikation AN-Planung ... 186
4.3 Planung ... 187
4.3.1 Übergabe der Grundlagen an den AN-Planung (Bestandsmodell, Gelände-modell, Anforderungsmodell) ... 187
4.3.2 Aufbau der Modellgrundlagen ... 188
4.3.3 Aufbau der Zusammenarbeit ... 193
4.3.4 Durchführen des Modellmanagements/BIM-Qualitätsmanagements ... 198
4.3.5 Durchführen der Koordinationssitzungen ... 205
4.3.6 Durchführen der Informationsbereitstellung ... 210
4.3.7 Durchführen der modellbasierten Kostenermittlung ... 211
4.3.8 Fortschreiben der Projektvorgaben im Verlauf der Planung ... 212
4.3.9 Fortschreiben der Modelldaten ... 212
4.3.10 Durchführen von modellgestützten Genehmigungsverfahren ... 213
4.3.11 Durchführen des Probelaufs der Anbindung des CAFM-Systems des Betreibers ... 215

4.4 Ausschreibung und Vergabe ... 216
4.4.1 Bedarfsbewertung ... 216
4.4.2 Ausschreibung ... 218
4.4.3 Angebotsabgabe ... 219
4.4.4 Vergabe/Informationsbestellung ... 220
4.5 Errichtung ... 224
4.5.1 Durchführen der modellgestützten Bauzeitplanung ... 224
4.5.2 Durchführen der Montage- und Werkstattplanung (M+W-Planung) ... 225
4.5.3 Durchführen der baubegleitenden As-Built-Dokumentation ... 227
4.5.4 Durchführen der modellbasierten Produktdokumentation ... 229
4.5.5 Zusammenstellen und Übergabe der Baudokumentation ... 230

Verzeichnis BIM-relevanter Normen ... 232

Abbildungsverzeichnis ... 235

Vorwort zur Ausgabe 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 einflossen. Bei Alexander Gerger bedanken wir uns für die sorgfältige Gestaltung der im Buch verwendeten Bilder. 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

Vorwort zur Ausgabe 2023

Seit der Ausgabe 2021 des BIMcert Handbuchs sind zwei Jahre ins Land gezogen. Vieles hat sich in dieser Zeit getan. Wir erhielten sehr viel positives Feedback zur ersten Auflage. Für viele dürfte es zu einem wichtigen Lehrbuch und Nachschlagewerk geworden sein. Besonders hilfreich waren für uns die Korrekturanmerkungen sowie Erweiterungswünsche. Außerdem gab es in dieser Zeit einige sehr interessante Neu- und Weiterentwicklungen der internationalen Community von buildingSMART. Diese wollten wir in gewohnt guter Qualität in unser Buch aufnehmen. Daher entschlossen wir uns, neben unseren eigenen Erweiterungen Gastautoren einzuladen. Wir freuen uns sehr über Beiträge von Léon van Berlo und Simon Fischer (zu IDS), Jan Morten Loës und Frédéric Grand (zu bSDD) sowie Thomas Glättli (zu UCM). Diese Beiträge erweitern das Buch mit Expertise zu neuen, wichtigen Themen.

Zuerst bedanken wir uns bei den Gastautoren für deren wertvolle Textbeiträge und bei allen Leser:innen für das Feedback und deren Vorschläge. Bei Alexander Gerger bedanken wir uns für die sorgfältige Setzung des Buchs und die hervorragende Gestaltung der (neuen) Bilder. Ein besonderer Dank gilt wieder buildingSMART Austria, insbesondere Alfred Waschl, für die Unterstützung bei der Erstellung dieser essentiellen Grundlage für die BIM-Ausbildung.

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

Wien, im Februar 2023

Vorwort zur Ausgabe 2024

Die Zeit steht nicht still – schon gar nicht in der Weiterentwicklung von BIM. Zwei Themen standen für diese Auflage in unserem Fokus: Aktualisierung und Internationalisierung des Inhalts. Daher haben wir unser Hauptautor:innen-Team um zwei Experten erweitert: Markus Hopferwieser und Simon Fischer. Die fachliche Aktualisierung betrifft bspw. die komplette Neufassung der Abschnitte zu IFC4.3, zur Informationsbedarfstiefe LOIN und dem buildingSMART Data Dictionary bSDD. Für die letzten beiden konnten wir mit Paul Curschellas (LOIN) und Artur Tomczak (Product Manager von bSDD bei buildingSMART International) internationale Experten als Gastautoren gewinnen, die gemeinsam mit Tina Krischmann (LOIN) bzw. Jan Morten Loës und Simon Fischer (bSDD) die jeweiligen Abschnitte verfassten. Zusätzlich erweiterten wir Kapitel 2 (Basiswissen) um Einführungen in jene Themen, die in Kapitel 3 (Vertieftes Wissen) wesentlich detaillierter behandelt werden.

Die weitere Internationalisierung war ein vielfach geäußerter Wunsch unser Leser:innen, v.a. aus unseren Nachbarländern. Sowohl in Kapitel 2 (Basiswissen) als auch in Kapitel 4 (BIM-Projektdurchführung) integrierten wir stärker die Normenreihe der ISO 19650 sowie einige Infoboxen zu nationalen Besonderheiten in Österreich, Deutschland und der Schweiz. Dabei unterstützten uns 18 BIM-Expert:innen aus diesen drei Ländern, die uns nach genauer Durchsicht des BIMcert Handbuchs Feedback und Anmerkungen gaben. Wir bedanken uns bei Kurt Battisti, Paul Curschellas, Thomas Glättli, Alexander Joslyn, Stefan Kraft, Timo Kretschmer, Anica Meins-Becker, Jörg Meyer, Peter Moser, Christina Ntavela, Ulrich Prestle, Karolina Sadomska, Roman Schneider, Birgitta Schock, René Sigg, Sebastian Toszeghi, Adrian Wildenauer und Thomas Wirth.

Abschließend bedanken wir uns wieder bei den Gastautoren für deren wertvolle Textbeiträge, den Redakteuer:innen für deren Anmerkungen und allen Leser:innen für das gute Feedback. Alexander Gerger zeichnet wieder verantwortlich für die Setzung des Buchs sowie für die hervorragende Gestaltung aller Bilder (viele wurden neu gestaltet). Der oben angemerkten Internationalisierung ist es auch zu verdanken, dass buildingSMART Austria (vielen Dank an Alfred Waschl) die Herausgabe des BIMcert Handbuchs dieses Jahr in Kooperation mit buildingSMART Deutschland und Bauen digital Schweiz / buildingSMART Switzerland unterstützt. Wir bedanken uns auch bei diesen Chaptern für die sehr gute Zusammenarbeit.

Christoph Carl Eichler, Christian Schranz, Tina Krischmann,
Harald Urban, Markus Hopferwieser, Simon Fischer

Wien, im Februar 2024

1 Einleitung: openBIM und buildingSMART

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 beinhaltet die Themen für das »buildingSMART Professional Certification Program« der Stufen »Foundation« und »Practitioner« (*openBIM* Coordination und *openBIM* Management). Kapitel 1 und Kapitel 2 beschäftigen sich mit dem grundlegenden Wissen zur Digitalisierung, der Standardisierung (v.a. ISO 19650), den für BIM erforderlichen Werkzeugen und Strukturen sowie der Organisation samt Regelwerken. Dieses Wissen ist essenziell für die »Foundation«-Ausbildung.

Kapitel 3 vertieft das Wissen aus Kapitel 2 und behandelt die wichtigen *openBIM*-Begriffe ausführlich. Dieses Kapitel beginnt mit einer Vertiefung in die *openBIM*-Standards sowie mit einer eingehenden Erklärung und Beschreibung der IFC-Datenstruktur und beschäftigt sich dann mit MVD, BCF, CDE. Abschließend thematisieren Gastautoren LOIN, IDS, bSDD und UCM.

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 thematisiert. Dieses Kapitel behandelt die Themen für die »Practitioner«-Ausbildung in *openBIM* Coordination und *openBIM* Management.

Zur Hervorhebung von Informationen kommen Infoboxen zum Einsatz. Gelten Informationen nur in einem Land, dann wird eine Flaggensymbol des jeweiligen Landes am Beginn der Infobox angeführt: 🇦🇹 für Österreich, 🇩🇪 für Deutschland, 🇨🇭 für die Schweiz.

Die in diesem Buch angegebenen QR-Codes verweisen entweder auf die Quellen der Bilder oder auf weiterführende Informationen. In den digitalen Versionen sind die QR-Codes klickbar (ebenso wie die Querverweise in blau im Text).

1.1 buildingSMART als Home of openBIM

openBIM

buildingSMART hat die Wichtigkeit offener (also software-neutraler, hersteller-neutraler) 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. Diese offenen Standards können für die Erfassung, Planung, Dokumentation, den Informations-(Daten-)austausch und den Zugriff auf Bauwerksinformationen eingesetzt werden. *openBIM* verbessert durch die offenen Standards die Nutzung, Zugänglichkeit, Verwaltung und v.a. Nachhaltigkeit digitaler Daten. Die Nachhaltigkeit von *openBIM*-Modellen ist viel größer, da die Langlebigkeit offener Datenformate (durch deren offen zugängliche Dokumentation) massiv größer ist als beim Einsatz proprietärer Datenmodelle. Auch in vielen Jahren kann ein Programm einfach erstellt werden, dass auf die offenen Formate der *openBIM*-Modelle zugreifen kann. Zusätzlich wird die Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Projektbeteiligten gefördert, da diese jeweils auf das für ihren Zweck beste (*openBIM*-fähige) Programm zugreifen können.

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 33 Landesorganisationen (local Chapters) auf vier Kontinenten gebildet – z.B. buildingSMART Austria (bSAT), buildingSMART Germany (bSD) oder buildingSMART Switzerland (bSCH).

Als Kernziel verfolgt buildingSMART (bS) die Verbesserung des Daten- und Informationsaustauschs 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 möchte dies mit drei Kernprogrammen erzielen: Standards, Compliance und Users.

Kernprogramm Standards

buildingSMART entwickelt als unabhängiger Verein eigene Standards für den Datenaustausch und die Zusammenarbeit. Dazu gehören IFC, BCF und IDS, wobei IFC seit 2013 als ISO-Norm veröffentlicht ist (ISO 16739-1). 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* (BIM mit offenen Standards, siehe QR-Code).

Kernprogramm Users

Mit diesem Kernprogramm wird das Verständnis und der Einsatz von *openBIM*-Standards und *openBIM*-Lösungen gefördert. Darunter fällt das buildingSMART *Data Dictionary* (bSDD), das *Use Case Management Service* sowie ein *IFC Validation Service*.

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

Kernprogramm Compliance – Professional Certification
buildingSMART hat mit dem »buildingSMART Professional Certification Program« ein mehrstufiges Qualifizierungs- und Zertifizierungssystem entwickelt. Dieses Programm besteht im Jahr 2024 aus 4 Stufen:

- Entry
- Foundation
- Management
- Practitioner

Die Stufen Foundation und Practitioner gibt es schon länger, die Stufen Entry und Management befinden sich im Jahr 2024 in Entwicklung. Dieses Buch konzentriert sich auf die Stufen Foundation und Practitioner. Die bSI »Professional Certification – Foundation« überprüft Grundlagenkenntnisse und das Verständnis des *openBIM*-Einsatzes in BIM-Projekten. Diese Zertifizierung ist von bSI international festgelegt. 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. In der Practitioner-Stufe gibt es mehrere Zertifizierungsgebiete: *openBIM* Management, *openBIM* Coordination, *openBIM* Specialism etc.

bSAT Certified Trainer (*openBIM* experts)
buildingSMART Austria legt besonders auf eine hochwertige funktionale *openBIM*-Ausbildung Wert. Diese erfordert hochqualifizierte Ausbildner:innen. Daher kommen bei der vertiefenden Ausbildung in Österreich von buildingSMART Austria zertifizierte *Certified Trainer* (*openBIM experts*) zum Einsatz. Diese müssen alle 3 Jahre ihre Zertifizierung erneuern. buildingSMART Austria überprüft dabei die Qualität, Aktualität, Tiefe und Breite des *openBIM*-Wissens. Diese Überprüfung erfolgt vor einer internationalen Fachkommission bestehend aus Mitgliedern des Vorstands von buildingSMART Austria sowie anderen nationalen buildingSMART-Chaptern (bspw. Deutschland, Schweiz, Niederlande, Norwegen, Finnland).

1.2 Die Historie von IFC

Rasso Steinmann (Gastautor)

Das Datenmodell IFC – Industry Foundation Classes, wie es heute vorliegt, ist nicht über Nacht entstanden, sondern das Ergebnis Jahrzehnte langer Forschungen und Entwicklungen. Dokumentiert sind die Versionen von IFC:

- IFC4.3 Add2 (2023)
- IFC4.3.RC4 (2021-07): additions of Rail and Infrastructure
- IFC4.2 (2019-04): withdrawn
- IFC4.1 (2018-86): withdrawn
- IFC4 Add2 TC1 (2017)
- IFC4 Add2 (2016)
- IFC4 Add1 (2015)
- IFC4 (March 2013)
- ifcXML2x3 (June 2007)
- IFC2x3 (February 2006)
- ifcXML2 for IFC2x2 add1 (RC2)
- IFC2x2 Addendum 1 (July 2004)
- ifcXML2 for IFC2x2 (RC1)
- IFC2x2
- IFC2x Addendum 1
- ifcXML1 for IFC2x and IFC2x Addendum 1
- IFC2x
- IFC2.0 (March 1999)
- IFC1.5.1 (September 1998)
- IFC1.5 (November 1997)
- IFC1.0 (June 1996)

In praktischer Anwendung sind heute **IFC2x3** und **IFC4 Add2 TC1**. **IFC2x3** entspricht ISO/PAS 16739:2005. **IFC4 Add2 TC1** entspricht ISO 16739-1:2018. Seit 2024 ist **IFC4.3 Add2** ISO-normiert.

Sehr wenig dokumentiert ist, wie es zu IFC kam, und welche Einflüsse auf sie gewirkt haben. Der Autor dieses Artikels hat die Entwicklung in seinem Berufsleben seit 1985 miterlebt und berichtet hier als Zeitzeuge.

Die Wurzeln

Der eigentliche Ausgangspunkt zu all den Datenmodellen, die wir heute kennen, liegt in den 60-er und 70-er Jahren des letzten Jahrhunderts. Damals wurde erkannt, dass man mit Computern nicht nur rechnen, sondern auch Informationen verarbeiten kann. Mit der Anwendung der mathematischen Relationen-Theorie auf die digitale Informationsverarbeitung konnten hierarchisch gegliederte Strukturen definiert werden (*Edgar F. Codd u.A.: IMS-System mit der DL/1 Sprache*), die wir heute als Relationale Datenbank-Systeme kennen. Ein ganz anderer Ansatz war die Entwicklung netzartige Datenbanken (CODASYL-Konferenz, COBOL Sprache), die wir heute als Knowledge Graphen oder Neuronale Netze kennen.

Relationale Datenbanken haben den Vorteil, dass sie relativ einfach zu verstehen sind. Man muss eigentlich nur wissen, dass Dinge und Vorgänge als Tabellen dargestellt werden

und die Spalten der Tabellen die Eigenschaften der Dinge repräsentieren. Die Beziehungen zwischen den Dingen/Vorgängen (Tabellen) kann man über verknüpfende Referenzen mit Hilfe von dedizierten Eigenschaften (Tabellen-Spalten) abbilden. Diese Relationen zwischen den Tabellen werden hierarchisch aufgebaut, Zirkelschlüsse (=Netze) sind zu vermeiden.

Menschen können sich am besten in hierarchischen Strukturen zurechtfinden und versuchen, wo immer möglich, die von ihnen beherrschte Welt entsprechend zu ordnen. In Netzstrukturen (z.B. Verkehrsnetzwerke) verlieren Menschen schnell die Orientierung und benötigen Hilfsmittel. Die leichte Nachvollziehbarkeit des relationalen Ansatzes und die Möglichkeit, damit die beliebten Hierarchien datentechnisch umzusetzen zu können, haben dazu geführt, dass dieser Weg in Folge häufig gewählt wurde.

STEP

Dies war auch der Fall bei der Entwicklung von Spezifikationen zum Austausch von Produktdaten bei STEP (Standards for the Exchange of Product Data), die 1984 begannen und auf den Vorläufern IGEStop, SET und VDA-FS aufbauten. Auf Grund der Komplexität wurde der ursprüngliche Plan verworfen, ein einzelnes, komplettes Produktmodell zu entwickeln, und so wurde STEP in den Jahren 1994/95 aufgeteilt in verschiedene Parts bei ISO eingereicht. Eine wesentliche Komponente war und ist die Datenmodellierungssprache **EXPRESS**, die als ISO 10303-11 veröffentlicht wurde. Während man mit Part 11 die eigentlichen Strukturen eines Produkt **Datenmodells** beschreiben kann, definiert Part 21 (.spf, STEP Physical File Format, ISO 10303-21) die Strukturen einer **ASCII-Datei** zum Austausch der eigentlichen Produktdaten (Instanzen eines Datenmodells). Einige Jahre später wurde mit Part 28 (ISO 10303-28) definiert, wie man diese Produktdaten auch mit **XML-Dateien** austauschen kann. Inzwischen stehen weitere Basis-Formate zur Verfügung, die jeweils die gleichen Inhalte übertragen.

Mit Hilfe von EXPRESS-G kann man die wesentlichen Strukturen eines EXPRESS-Datenschemas in einer Grafik darstellen, die einem *Entity Relationship*-Diagramm sehr ähnlich ist. Auch hier zeigt sich die große Nähe zur Relationalen Datenwelt.

Mit Hilfe von EXPRESS wurden dann für spezifische Anwendungsfälle sog. Application Protocols spezifiziert, wobei zunächst der Fokus auf dem Austausch geometrischer Daten lag. AP 201 und AP 202 definieren grundlegende, überwiegend 2D-Geometrie. AP 204 definiert grundlegende 3D-Boundary-Representation-Geometrie. Daneben wurden auch APs zur Beschreibung von spezifischen mechanischen Bauteilen entwickelt. AP 225 hatte den Fokus auf Bauteilen im Hochbau.

All diese APs waren stark von den damals am Markt erhältlichen CAD-Systemen beeinflusst. Es stand die Geometrie im Vordergrund, an die man Klassifikationen und einige Produkteigenschaften wie Fähnchen anhängen konnte. Bis zu einem gewissen Grad konnte man geometrische Komponenten zu Bauteilgruppen aggregieren.

Geometrie vs. Bauwerksstruktur

Sehr viele Grundlagen zu den Entwicklungen bei STEP wurden in den damaligen EU-geförderten Forschungsprojekten erforscht und erarbeitet. Dort reifte auch die Erkenntnis, dass Datenmodelle für Bauwerke, deren Kernstruktur die Geometrie war, nicht weiterführend sind. Es folgte eine Kehrtwende und man begann sog. semantische Bauwerks-Daten-

modelle zu entwickeln, die die Bauteile als Objekte mit Attributen beschrieben, die untereinander Beziehungen haben konnten. Diese Betrachtung rückte in den Vordergrund, die Geometrie spielte fortan eine, zwar immer noch prominent sichtbare, aber strukturell untergeordnete Rolle.

Exkurs: Mit ISO 10303-22 SDAI (Standard Data Access Interface) wurde schon letztes Jahrhundert eine standardisierte Schnittstelle zu Datenbanken veröffentlich, deren Datenstrukturen durch EXPRESS generiert werden. Man hätte also schon letztes Jahrhundert eine technische standardisierte Möglichkeit zur Verfügung gehabt, STEP-Daten nicht nur mühevoll mit Dateien austauschen zu müssen, sondern durch direkte Anbindung von Applikationen auf einer Datenbasis gemeinsam nutzen zu können. Leider wurde das kaum genutzt und ist in Vergessenheit geraten.

Von der Forschung zur Marktreife
In dem EU-Projekt »VEGA« (Virtual Enterprises using Groupware Applications) entwickelte ein Team um Prof. Richard Junge mit seinem damaligen Mitarbeiter Dr. Thomas Liebich, in Kooperation mit Nemetschek, wo der Autor damals noch arbeitete, einen Ansatz für ein "Semantisches Produktmodell", der in den 90-er Jahren mit dem hausinternen Projekt O.P.E.N. (Object oriented Product Data Engineering Network) bei Nemetschek bis zur Markt-Reife gebracht wurde. Es wurde ein »*late binding*«-Ansatz implementiert, der es erlaubte, dass sich das Datenmodell für den Server zur Laufzeit erweitern lässt, ohne Programme neu kompilieren zu müssen. Diese Strategie erlaubte eine schnelle Reaktion auf sich ändernde Anforderungen und neue Anwendungsgebiete. Damit wurde der erste industrielle Modelserver für das Bauwesen angeboten, der auch schon über Internet genutzt werden konnte. Es zeigte sich jedoch, dass man damit zu früh am Markt war, das Bauwesen war noch zu sehr in der analogen Arbeitsweise verhaftet. Man erkannte, dass sich die Prozesse im Bauwesen grundsätzlich ändern müssten, um mit diesem Ansatz eine Erhöhung der Produktivität erreichen zu können, und dass ein Softwarehaus allein diesen Paradigmenwechsel nicht herbeiführen kann. Ein Unternehmen ist kein Forschungsinstitut, deshalb wurde das Projekt O.P.E.N. eingestellt. Die weitere Geschichte hat gezeigt, dass der Ansatz richtig war, aber auch die Einschätzung, dass der Zeitpunkt zu früh war. Selbst heute ist ein Produkt wie O.P.E.N. noch ein Wagnis.

Die Vorteile des Modellansatzes aus VEGA und O.P.E.N. waren, neben der konsequenten Kehrtwende weg von der Geometrie-zentrischen Sichtweise, ein Schichtenmodell, das auf einem Kern mit allgemeinen Strukturen eine Ebene mit gemeinsamen Bauwerkskomponenten und Topologien aufwies, und darüber eine Ebene für fachspezifische Strukturen. Diese Architektur, implementiert mit einem »*late binding*«-Ansatz, erlaubte eine schrittweise Weiterentwicklung, denn es war klar, dass sich das Modell noch erheblich erweitern würde, insbesondere für verschiedene Anwendungsbereiche.

Mangelnde Interoperabilität
Zeitgleich fand in den USA eine Gruppe von Unternehmen zusammen (u.a. HOK mit dem damaligen CEO Patrick MacLeamy), die erkannt hatten, dass CAD-Systeme, die damals im wesentlichen Zeichenfunktionen anboten, zu limitierend waren. Es gab die ersten Aufsatzprogramme auf AutoCAD, die bauteilspezifische Funktionen anboten, jedoch gingen die dafür erforderlichen Daten über den Standard-Umfang von DWG/DXF hinaus und waren untereinander inkompatibel. Mangelnde Interoperabilität wurde als maßgeblicher Hemmschuh identifiziert und führte zu einer Kooperation mit Autodesk mit dem Ziel eine AFC

(Autodesk Foundation Class) zu entwickeln. Die Kunden aus der Bauindustrie sollten ihre Anforderungen an so ein umfassendes Datenmodell einbringen. Als man erkannte, dass man für so einen Ansatz nicht nur die CAD-Sicht benötigte, sondern umfassend alle Anwendungsgebiete berücksichtigen muss, entschloss man sich, dieses Vorhaben zu öffnen. 1995 wurde die IAI (International Alliance for Interoperability, Jahre später umbenannt in buildingSMART) gegründet und mit einer Roadshow durch verschiedene Länder publik gemacht. Deutschland erreichte das während der ACS-95 Messe, was umgehend zu Gründung eines IAI e.V. führte (seit dieser Zeit war auch der Autor mit dabei).

Die Anfänge von IFC
Die technische Entwicklung des Datenmodells lag zunächst bei Mitarbeitern von Autodesk, die dafür freigestellt wurden. Nach einigen Irrwegen wurde man auf die Entwicklungen bei STEP aufmerksam und nahm aus dieser Community Experten dazu. Man entschied sich einen Modellansatz von Prof. Frits Tolman aufzugreifen, daraus wurde IFC entwickelt und in den Versionen 0.96 und 0.98 in größeren Runden vorgestellt und diskutiert. Nach einigen Prototyp-Implementierungen war die Version IFC1.5.1 die erste, die von einigen Softwaresystemen unterstützt wurde. Der Datenaustausch wurde mittels Disketten stolz auf der ACS 1998 vorgeführt.

Anekdote: die erste IFC-Datei der Welt wurde aus Allplan exportiert, welches damals auch STEP AP225 unterstützte, und deswegen ausreichend STEP-Knowhow in der Entwicklungsabteilung vorhanden war.

Anmerkung: Wenn man die Regularien von STEP streng einhalten würde, müssten IFC-Dateien, die im STEP Physical Fileformat ausgetauscht werden, eigentlich die Endung ».spf« erhalten. Es war der Stolz und das Marketing der Modellierer bei IAI (buildingSMART), was die Endung ».ifc« etablierte, die fortan überraschend auch von der ISO akzeptiert wurde.

Mit zunehmender Weiterentwicklung der IFC wurde klar, dass der gewählte Ansatz einen entscheidenden Nachteil hatte: die Modell-Architektur war zu monolithisch. Jede fachliche Erweiterung zog Änderungen bis in den Kern nach sich. Man erkannte, dass so ein Datenmodell nicht die Grundlage für eine weltweite Implementierung sein konnte, bei der jedes Softwarehaus eigene Release-Zyklen hat. Nur wenn immer alle im Gleichschritt implementiert und zeitgleich neue Releases veröffentlicht hätten, wären Inkompatibilitäten vermeidbar gewesen. Ein Gleichschritt war mit der damals noch kleinen Gruppe von interessierten Softwarehäusern vielleicht noch denkbar, aber bei einer weltweiten Implementierung illusorisch.

Neustart für IFC
In der Zwischenzeit stand fest, dass Nemetschek das O.P.E.N.-Projekt aus o.g. Gründen einstellen würde. Prof. Junge erhielt von Prof. Nemetschek die Genehmigung, den Modellansatz aus O.P.E.N. mitnehmen und somit retten und weiterentwickeln zu dürfen. Kurz nachdem IFC2.0 veröffentlich wurde, nahm die kritische Diskussion um die sich abzeichnenden Schwierigkeiten zu. Als Lösung wurde der Modell-Ansatz aus VEGA und O.P.E.N. vorgestellt, der einen kompletten Neustart bedeutete, aber dank der erweiterbaren Schichtenarchitektur das Kernproblem des bisherigen IFC-Modells löste. Auf Grund der Entwicklungserfahrung bei Nemetschek wusste man auch, dass dieser neue Ansatz grundsätzlich funktionieren würde.

Man kann sich vorstellen, dass diejenigen, die bis dahin mit Herzblut die IFC bis zur Version 2.0 entwickelt hatten, von einem Neuanfang überhaupt nicht begeistert waren. Die Folge waren heftige Auseinandersetzungen. Aber weitblickende Verantwortliche bei IAI hatten verstanden, dass dieser Change notwendig war. Jeffrey Wix wurde als Projektleiter berufen und der Neustart durchgesetzt, Thomas Liebich übernahm die Leitung der Modellierungsgruppe (MSG – Model Support Group), der Autor leitete schon von Beginn an die Gruppe der IFC-implementierenden Softwarehäuser (ISG – Implementer Support Group) und konnte ihnen auf Grund seiner Erfahrung den Weg in die neue Version weisen. Die sollte als IFC 3.0 weiterverfolgt werden, aber eine Version 3.0 so kurz nach Veröffentlichung der Version 2.0 wurde als zu demütigend empfunden. Der diplomatische Ausweg war, diesem Neuansatz die Bezeichnung IFC2x zu geben, somit war die »2« noch sichtbar und »x« stand für »extandable«, diese Kröte konnte dann von den meisten geschluckt werden.

Natürlich waren IFC2x-Daten vollkommen inkompatibel zu IFC2.0-Daten. Das wurde hingenommen, weil dieser Effekt mit IFC2.0 früher oder später ohnehin eingetreten wäre, und weil die Gruppe der unterstützenden Softwarehäuser noch überschaubar war. Die Mehrheit hatte sehr schnell die Vorteile von IFC2x erkannt, und nachdem durch die bisherigen Implementierungen STEP-Knowhow vorhanden war, konnten die Entwickler auch relativ schnell umschwenken.

IFC2x
Über die nächsten Jahre wurde IFC2x weiterentwickelt, es kam die Unterstützung des XML-Formats (STEP 10303-28) für die Austauschdateien hinzu. Mit zunehmender Implementierung von IFC in diversen Applikationen wurde auch immer deutlicher, dass nicht alle Softwaresysteme das komplette IFC-Model implementieren und unterstützen können. Es macht auch keinen Sinn, wenn etwa ein Tragwerksplanungsprogramm Gebäudetechnik unterstützen soll oder ein HKLS-Programm Bewehrung. Deswegen wurde das Konzept der MVD (Model View Definition) eingeführt. Eine MVD beschreibt einen Teil (Subset) des Datenmodells, den man für den Austausch in spezifischen Anwendungsfällen benötigt. Während der Weiterentwicklung von IFC2x hat sich die sog. Coordination View MVD etabliert, die die fachliche Koordination der Planungsgewerke Architektur, Tragwerksplanung und Gebäudetechnik im Hochbau unterstützt. **IFC2x3-CV2.0** markiert einen stabilen Stand und ist die bis heute am meisten unterstützte und immer noch verwendete IFC-Version.

IFC-Software-Zertifizierung
Nicht alle Softwarehersteller haben die Implementierung von IFC in gleichem Maße ernst genommen, für etliche war es eher ein Marketingaspekt dabei zu sein. Die mangelhafte Unterstützung hat bei Anwender:innen zu viel Unmut geführt, weshalb der Autor und Thomas Liebich gebeten wurden, ein Zertifizierungssystem aufzubauen, das der Autor für 22 Jahre geleitet und mit einem Konsortium für buildingSMART aufgebaut, weiterentwickelt und sichergestellt hat. Viele Softwarehersteller haben inzwischen ihre IFC2x3-CV2.0-Schnittstellen zertifizieren lassen.

IFC4
Als nächstes hätte eigentlich eine IFC-Version »3x« folgen sollen. Inzwischen wussten aber nur noch wenige, woher das »x« in den Versionsnummern kam. Nachdem die »3« aber mit IFC2x3 so prominent im Umlauf war und da IFC2x eigentlich schon eine IFC 3 war, wollte man einen sichtbaren Unterschied und beschloss das »x« fallen zu lassen und mit IFC4 klarzustellen, dass damit auch Änderungen bis in die Grundstrukturen eingeführt wurden. Diese Verbesserungen und Neuerungen zogen noch einige Ergänzungen und Berichtigungen nach sich, was zur Version **IFC4 Add2 TC1** führte. Auch diese Version, jetzt in Verbindung mit dem sog. **RV** (Reference View) wird als technisch ausgereift angesehen und ist Basis für die Zertifizierung der Softwareschnittstellen.

Für IFC4 wurde die neue Zertifizierungsplattform b-Cert entwickelt, die einen höheren Automatisierungsgrad für Tests implementiert hat auch unterschiedliche MVD und IFC-Versionen unterstützen kann.

Die Versionen IFC4.1 bis IFC4.3 haben keine Änderungen im Kern und enthalten Erweiterungen auf der Anwendungsschicht für Bauwerke der Infrastruktur, folgen wird noch IFC4.4, in der auch Tunnels berücksichtigt werden.

Und was folgt danach?
Das wird momentan unter der Nummer IFC5 diskutiert. Die Gedanken des Autors dazu:
Die STEP-Formate sind ein Expertengebiet – das Wissen dazu liegt bei vergleichsweise wenigen Spezialisten. Die Auswahl an unterstützenden Tools für die Softwareentwicklung ist deswegen überschaubar. Sicher kann man darüber nachdenken, die STEP-Formate durch technische Alternativen zu ersetzen, die dem heutigen Stand der Technik entsprechen. Das würde jüngeren Softwareentwicklern den Einstieg erleichtern und es stünden mehr unterstützende Tools zur Verfügung. Auf der anderen Seite erzwingt die bis jetzt erzeugte riesige Anzahl an IFC-Dateien, dass STEP auch in absehbarer Zukunft noch ex- und importiert werden muss. Nicht zuletzt hat die finnische Nationalbibliothek IFC4 als Archiv-Format identifiziert.

Solange man bei technischen Grundlagen bleibt, die im Wesentlichen das relationale Modell umsetzen, wird sich bei deren Tausch durch modernere Varianten im Endeffekt bei den Anwender:innen spürbar nicht viel tun. Was die Anwender:innen bei einem internen Wechsel von immer noch relational ausgerichteter Technologie mitbekommen, ist marginal.

Dieser Effekt hat sich z.B. auch beim Wechsel von IFC2x3-CV2.0 zu IFC4-RV gezeigt, der vor allem interne technische Vorteile bringt. Die »User Experience« mit beiden Varianten ist sehr ähnlich. Das hat dazu geführt, dass die Softwarehäuser nur sehr schwer zu motivieren sind, auf IFC4-RV zu wechseln. Zwar ist es eine Investition in die Zukunft, aber ohne spürbaren unmittelbaren Nutzen für den Kunden. Darüber hinaus kann die Unterstützung von IFC2x3-CV2.0 nicht einfach abgeschaltet werden, weil davon zu viele Dateien in der Praxis vorhanden sind – es müssen also beide Versionen unterstützt werden und man spart sich dadurch nichts in der Entwicklung.

Diese Erfahrung zeigt, dass eine technische Verbesserung, die nur intern wirkt, aber von außen nicht erkennbar ist, für Softwarehäuser wenig motivierend ist.

Sind Graphen die künftigen Produktdaten?
Es lohnt sich darüber nachzudenken (und einige tun das), ob es nicht an der Zeit wäre, bei der Produktmodellierung die relationale Welt zu verlassen und auf netzwerkartige Graphen-Strukturen zu wechseln. Relationale Strukturen stoßen an ihre Grenzen, wenn Hierarchien geändert oder neue Aspekte hinzugefügt werden müssen. Das ist zwar grundsätzlich möglich, oft aber mit sehr großem Aufwand verbunden. Darüber hinaus entstehen weitere Datenmodelle für spezifische Zwecke in Bauwerken, die parallel zu IFC verwendet werden. Man kann nicht erwarten, dass diese Modelle alle in IFC überführt und integriert werden, sondern einander zugeordnet werden müssen (Stichwort: »Linked Data«) und in Summe einen Digital Twin repräsentieren. Für die Abbildung solcher Digital Twins bieten Graph-basierte Technologien große Vorteile, die auch in der Anwendung bemerkbar sind. Nicht umsonst werden diese Technologien für die Abbildung von sozialen Netzwerken eingesetzt, die sich ständig ändern, sowohl hierarchisch als auch inhaltlich. Sind nicht auch unsere komplexen Bauprojekte und Bauwerke näher an dynamischen Netzwerken als an statischen Hierarchien? Die gute Nachricht: STEP-Datenmodelle können automatisch in Formate umgewandelt werden, die man für Graph-Datenbanken benötigt. Heutige IFC-Daten können also auch in künftige Graph-Datenbanken überführt und weiter genutzt werden.

2 Basiswissen

Dieses Kapitel liefert die Grundlagen für all jene, die sich für die buildingSMART International »Professional Certification – Foundation« vorbereiten möchten. Es bietet einen einfachen Einstieg in das Thema *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. Damit bietet dieses Kapitel die Basis für Kapitel 3 und Kapitel 4, die sich mit Themengebieten für die praktische Umsetzung beschäftigen. Das in den weiteren Kapiteln vermittelte Wissen unterstützt auch bei der Vorbereitung für Prüfung zur buildingSMART »Professional Certification – Practitioner« (*openBIM* Management und *openBIM* Coordination).

Wichtige Abkürzungen sind:

ADD	Addendum
AG	Auftraggeber
AIA	Austausch-Informationsanforderungen (International: EIR)
AIM	Asset Information Model (Asset-Informationsmodell)
AIR	Asset Information Requirements (Asset-Informationsanforderungen)
AN	Auftragnehmer
AR	Architektur
ASI	Austrian Standards International
BAP	BIM-Abwicklungsplan (International: BEP)
BCF	BIM Collaboration Format
BEP	BIM Execution Plan (BIM-Abwicklungsplan)
BPMN	Business Process Modeling and Notation
bSAT	buildingSMART Austria
bSCH	buildingSMART Switzerland
bSD	buildingSMART Deutschland
bSDD	buildingSMART Data Dictionary
bSI	buildingSMART International
CAD	Computer Aided Design
CDE	Common Data Environment
CEN	Comité Européen de Normalisation
CEN/TC	Comité Européen de Normalisation/Technical Committee
CV	Coordination View
DIN	Deutsches Institut für Normung
DTV	Design Transfer View
DWG	Drawing (Dateiendung)

DXF	Drawing Interchange File Format
EIR	Exchange Information Requirements
EN	European Norm
FM	Facility Management
GUID	Globally Unique Identifier
IAI	International Alliance for Interoperability (älter: Industry Alliance for Interoperability)
IDM	Information Delivery Manual
IDS	Information Delivery Specification
IFC	Industry Foundation Classes
IFD	International Framework for Dictionaries
ISO	International Organization for Standardization
LOD	Level of Development (veraltet)
LOG	Level of Geometry
LOI	Level of Information
LOIN	Level of Information Need
MEP	Mechanical, electrical, and plumbing (Haustechnik)
MVD	Model View Definition
OIR	Organizational Information Requirements (Organisatorische Informationsanforderungen)
ÖNORM	Österreichische Norm
PAS	Publicly Available Specification
PDF	Portable Document Format
PIM	Project Information Model (Projekt-Informationsmodell)
PIR	Project Information Requirements (Projekt-Informationsanforderungen)
Pset	Property Set
QA	Quality Assurance
QC	Quality Control
RV	Reference View
SIA	Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
STEP	Standard for Exchange of Product model data
TC	Technical Corrigendum
TGA	Technische Gebäudeausstattung
TWP	Tragwerksplanung
UCM	Use Case Management
XML	Extensible Markup Language

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 hohes Optimierungspotenzial gibt es bei der Ressourcenverwendung. Zusätzlich ist die Bauindustrie sehr kleinteilig, spezialisiert und fragmentiert. Oft weisen kleinere Unternehmen 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 in der Baubranche immer mehr an Fahrt auf. Die Vorteile der Digitalisierung werden schrittweise in der Bauwirtschaft erkannt. Sie sollen helfen, die genannten bestehenden 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,
- besseres Risikomanagement,
- Flexibilität,
- Zeitersparnis,
- einfachere Kontrolle der Einhaltung von Vorschriften,
- Etablierung neuer Geschäftsmodelle,
- Umweltfreundlichkeit (Reduktion der Ressourcenverschwendung),
- Steigerung der Produktivität,
- Wettbewerbsvorteile und
- höhere Attraktivität für neue Mitarbeiter.

Definition von BIM als Modell und als Prozess

Die ISO 19650-1 definiert BIM als »*Nutzung einer untereinander zur Verfügung gestellten digitalen Repräsentation eines Assets zur Unterstützung von Planungs-, Bau- und Betriebsprozessen als zuverlässige Entscheidungsgrundlage*« (zu den baulichen Assets gehören u.a. Gebäude, Brücken, Straßen und Prozessanlagen). Damit weist diese Norm auf die drei wesentlichen Aspekte von BIM: Modell, Technologie und Prozesse. Der Kern von BIM ist das digitale Bauwerksmodell, das die Informationen in Form von Geometrien und Alphanumerik (nicht-geometrische Informationen zur Funktion, Verortung, Material etc.) enthält. Somit liefert BIM eine optimierte, digitale Arbeitsmethode zum Erzeugen, Austauschen und Pflegen von digitalen Bauwerksdaten. BIM fördert die erfolgreiche Kommunikation und Kollaboration zwischen den Beteiligten eines Bauprojekts. Dies unterstützt die Qualitätssicherung entscheidend.

Gute Entscheidungsfindung bedarf guter Daten
BIM (Building Information Modeling) gilt als starker Treiber der Digitalisierung. 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 und der Informationsfluss zwischen den Beteiligten verbessert werden.

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 (*Common Data Environment* — CDE). Das wesentliche Potential einer CDE 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 bzw. die Informationsbedarfstiefe fest. Die Informationsbedarfstiefe wird als Level of Information Need (LOIN) bezeichnet. Sie deckt die Informationsbedürfnisse des Auftraggebers hinsichtlich der geometrischen und alphanumerischen Modellinformationen sowie der dazugehörigen Dokumentationen ab. Durch die Eingrenzung von Umfang und Detailtiefe durch die Verwendung der Anwendungsfälle als Definitionsbasis wird verhindert, dass zu viele oder auch zu wenige Informationen bereitgestellt werden müssen. Detaillierungsgrade werden über Level of Geometry LOG für die geometrischen Anforderungen und Level of Information LOI für alphanumerische Anforderungen angegeben. Früher wurde der Ausarbeitungsstand eines Modells mit Level of Development LOD bezeichnet.

Ein Grundprinzip von BIM ist ein konsistenter Daten- und Informationsaustausch. Digitale Modelle unterstützen Daten konsistent in der Bauwerksdatenbank zu halten. Dazu gibt es Modellierungsrichtlinien, die Regeln zur Erstellung von Modellinhalten definieren. Das optimierte Informationsmanagement verbessert die Kollaboration/Zusammenarbeit, Koordination sowie modellbasierte 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 (Facility Management). 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 defi-

niert werden. Dies kann helfen, die Betriebsaufwände (Wartungs- und Unterhaltskosten, Lieferzeiten, Energienutzung) besser vorherzusehen und zu reduzieren. Die auslösenden Ereignisse (»trigger events«) sind aufgrund der Datenmodelle meist schon bekannt, weshalb die Planung der Betriebsaufwände verbessert wird. Trigger events können jedoch auch ungeplant auftreten, z.B. bei Schadensfällen. 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 und somit bessere Entscheidungsgrundlagen für das FM.

Dazu ist es wichtig, das Datenmanagement gewissenhaft durchzuführen und zu warten. Eine unstrukturierte Ablage von gesammelten Projektdaten führt zu mangelhaftem Datenmanagement, erhöht den Bearbeitungsaufwand und kann zu Datenverlust führen. Daher müssen die Daten für alle Projektpartner systematisiert abgelegt und bereitgestellt werden. Ein gewissenhaftes Datenmanagement samt Versionierung ist daher für eine effektive Kommunikation und Koordination wichtig. Mit BIM erstellte digitale Bauwerksmodelle bieten die Möglichkeit, alle Informationen 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 strategische BIM-Einführung in einem Unternehmen bietet viele Vorteile. Digitale Informationsmodelle können nahezu alle Datensätze transportieren, die für die erfolgreiche Abwicklung und den 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 (Betriebskosten etc.). Eine sinnvolle Digitalisierung erfordert die Analyse der bestehenden Prozesse und eventuell eine Anpassung dieser Prozesse an die Möglichkeiten der digitalen Werkzeuge.

Durch Automatisierung kann eine Aufwandsersparnis erzielt werden. Eine systematische, softwaregestützte Fehlerprüfung führt dazu, dass weniger Konflikte 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 angestrebten Mehrwerte können verbesserte Projektkontrolle, Kostenwahrheit und -transparenz, Termintreue, hohe Projektqualität im gesetzten Zeit- und Kostenrahmen, Verschlankung 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 durchgeführt (Gap = Lücke/Abweichung zwischen Ziel und

bestehendem Zustand). Die erforderlichen Investitionen in Personal, Prozesse, Rahmenbedingungen, Daten und Technologien müssen auf die Ziele abgestimmt sein (effizientere Ressourcenverteilung). 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. Der BIM-Reifegrad (z.B. nach ISO 19650) wird bestimmt durch interne Prozesse, Ressourcen und Leistungsfähigkeit des Personals und der IT-Infrastruktur, strategischen Ziele und Vorgaben. 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 ein Datensicherheitsplan, die Verschlüsselung der Daten sowie die Etablierung einer effektiven Zugangsrechtestruktur auf den Serverumgebungen oder cloudbasierten Plattformen. Diese Hierarchien müssen während der Lebensdauer eines Bauwerks 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 sind

- Bestandsaufnahme, Prüfung der Ist-Situation, Chancen identifizieren,
- Strategiekonzeption und Entwicklung eines Maßnahmenplans,
- Auswahl der Werkzeuge,
- Ausbildung der Mitarbeiter sowie
- laufende Optimierung und Kontrolle der Fortschritte.

2.2 Internationale 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 herstellerneutralen Datenaustausch voraus. Die Umsetzung der *openBIM*-Methode verlangt somit ebenfalls klare und offene Standards, damit beim Austausch möglichst keine Informationsverluste entstehen. Als unabhängiger Verein entwickelt bSI eigene Standards (z.B. IFC).

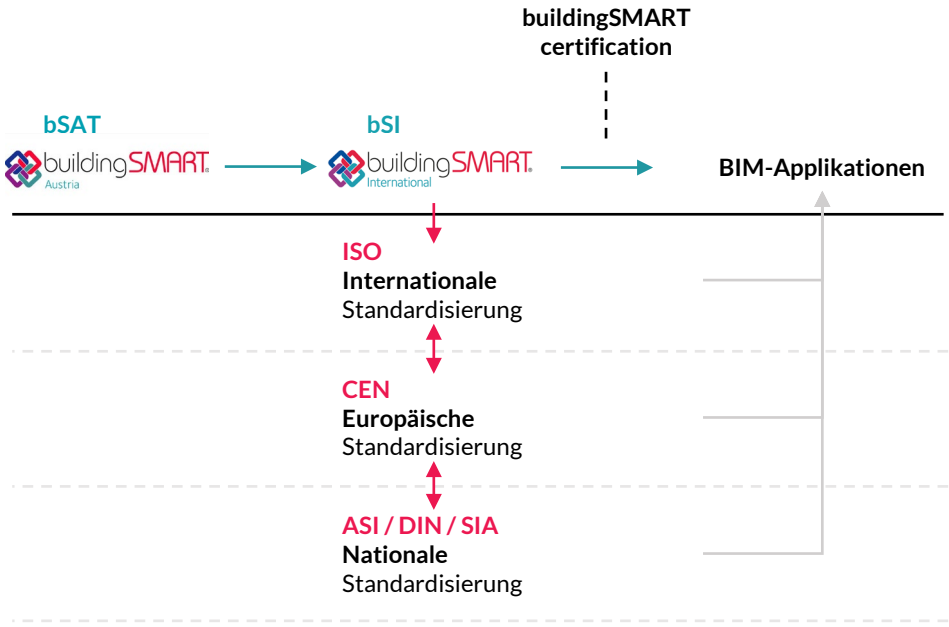


Abb. 2.1: Zusammenhang der Normierung (inkl. buildingSMART)

2.2.1 ISO 16739-1 – Industry Foundation Classes (IFC)

Die objektorientierte Spezifikation IFC erschien erstmalig als IFC1.0 im Jahr 1996. Die Version IFC4 wurde im März 2013 offiziell als ISO 16739 veröffentlicht und wird laufend weiterentwickelt (seit 2018: ISO 16739-1). Die aktuelle Version ist IFC4.3 TC1. Diese Version beinhaltet neue Elemente und Verortungsmöglichkeiten für den Tiefbau. 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).

2.2.2 ISO 12006-3 – Framework for object-oriented information (für bSDD)

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.

2.2.3 ISO 19650-Reihe – Informationsmanagement mit BIM

Der Titel der Normenreihe der ISO 19650 lautet »*Organisation und Digitalisierung von Information zu Bauwerken und Ingenieurleistungen, einschließlich Bauwerksinformationsmodellierung – Informationsmanagement mit BIM*«. Sie besteht aus 6 Teilen, wobei sich Teil 6 noch in Entwicklung befindet (Stand: Januar 2024). Sie bieten Vorgaben zu Begriffen, Konzepten und Prozessen, welche BIM-Leistungen und deren Umsetzung definieren. Die kollaborative Zusammenarbeit unter Anwendung der Prinzipien der ISO 19650 von allen Projektbeteiligten verbessert das Informationsmanagement. Dabei sollen immer offene Datenformate verwendet werden. Diese Norm nennt den Workflow der Informationserstellung in einem Projekt den Informationsbereitstellungszyklus.

ISO 19650-1: Konzepte und Grundsätze

Der erste Teil der Norm beschreibt Begriffe und Grundsätze für das Informationsmanagement. Im Zuge der Informationsbestellung (appointment) gibt es den Informationsbesteller (appointing party) und den Informationsbereitsteller (appointed party). Ersterer ist meist der Auftraggeber oder Eigentümer und erhält die Informationen vom federführenden Informationsbereitsteller. Der Informationsbereitsteller ist meist ein Bereitstellungsteam/Erbringer (delivery team), das aus dem federführenden Informationsbereitsteller und beteiligten Informationsbereitstellern bestehen kann – es kann aus einer Person bis zu komplexen, vielschichtigen Aufgabenteams bestehen.

Für ein effektives Informationsmanagement ist die klare Regelung der Rollen, Verantwortlichkeiten, Befugnisse und des Umfangs jeder Aufgabe wichtig. Die Zuständigkeiten werden mittels einer *Verantwortlichkeitsmatrix* (*responsibility matrix*) geregelt. Laut ISO 19650-1 ist eine Verantwortlichkeitsmatrix eine *Matrix, die die anteilige Verantwortlichkeit der verschiedenen Funktionen (Rollen) bei der Fertigstellung der Aufgaben oder Informationsbereitstellungsleistungen beschreibt*. Sie legt also die Informationsmanagementfunktionen (Rolle und Aufgaben), die Projekt- oder Asset-Informationsmanagementaufgaben und die Informationsbereitstellungsleistungen fest.

Die Informationsbereitstellungsplanung umfasst neben der Verantwortlichkeitsmatrix auch die Festlegung einer Federationsstrategie und des Strukturschemas für die Informationscontainer. Ein Informationscontainer ist laut ISO 19650-1 eine *benannte persistente Zusammenstellung von Informationen, die innerhalb einer Datei, eines Systems oder einer Anwendungshierarchie abrufbar sind; dies könnten sein: Unterverzeichnis, Informationsdatei (einschl. Modell, Dokument, Tabelle, Zeitplan)*. Der Begriff Federation wurde direkt vom englischen Begriff *federation* (*Bund*) übernommen. Er bedeutet die Zusammensetzung von Informationsmodellen aus separaten (Fach-)Modellen (Informationscontainern). Die ISO 19650-1 fordert, dass im Informationsbereitstellungsplan angegeben wird,

- wie die Information die in den Asset-Informationsanforderungen bzw. den *Austausch-Informationsanforderungen* definierten Anforderungen erfüllt,
- wann die Informationen bereitgestellt werden (Projektphasen, Meilensteine, konkrete Termine),
- wie und welche Informationen von wem bereitgestellt werden,
- wie die Informationen verschiedener Bereitsteller koordiniert werden sowie
- wer die Informationen erhält.

Beim Informationsmanagement nach ISO 19650 definiert diese Norm verschiedene Reifegradstufen (Stadium/Stage) mit den jeweiligen Entwicklungsstufen (siehe auch Abb. 2.2). Diese Reifegradstufen/Entwicklungsgradstufen haben einen Einfluss auf verschiedene Ebenen: Normenebene, Technologie-Ebene, Informationsebene und Geschäftsebene.

- Stufe 1: Kombination aus 2D-CAD-Planung und 3D-Modellen als Standard zur Planung von Bauvorhaben und v.a. Verwendung nationaler Normen
- Stufe 2: Die durchgängige Anwendung der ISO 19650 (Einsatz von Informationsmanagement-Prozessen) und nationaler und regionaler Anhänge sowie die Verwendung federierter Informationsmodelle (Zusammenstellung mehrerer Modelle)
- Stufe 3: *openBIM* als Standard bei Planung von Bauvorhaben

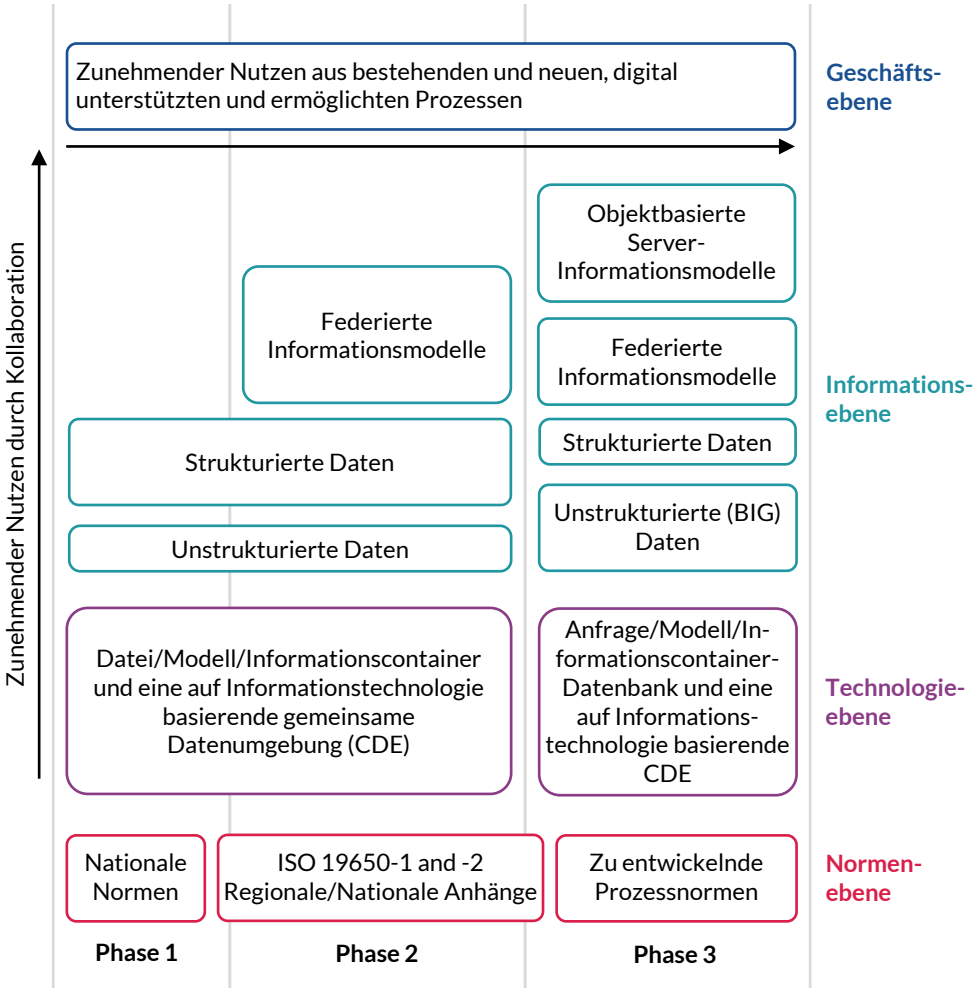


Abb. 2.2: Informationsmanagement nach ISO 19650 mit Reifegradstufen (adaptiert nach ISO 19650-1)

Zusätzlich definiert diese Norm die Sichtweisen der Informationsmanagements. Aus der Sichtweise des:der *Besitzer:in des Assets* ist der Zweck des Assets/Projekts festzulegen und aufrechzuerhalten. Es müssen strategische Entscheidungen getroffen werden. Dies inkludiert einen Businessplan, eine strategische Asset-Portfolio-Analyse, eine Lebenszykluskosten-Analyse etc. Für *Nutzer:innen des Assets* sind die wahren Anforderungen dieser zu identifizieren und sicherzustellen (bauliche Lösung bietet erforderliche Qualität und Kapazität). Dazu dienen die Projektbeschreibung, ein Asset-Informationsmodell, ein Projekt-Informationsmodell, eine Produktdokumentation etc. Für die Projektdurchführung

oder das *Asset-Management* ist die Planung und Organisation der Arbeit, die Mobilisierung der Ressourcen sowie die Koordination und Steuerung der Projekt-/Asset-Entwicklung wichtig. Dies wird unterstützt durch Pläne (z.B. BIM-Abwicklungspläne), Organigramme, Funktionsdefinitionen etc. Die *soziale* und *gesellschaftliche* Sichtweise inkludiert das Sicherstellen, dass die Interessen der Gemeinschaft im Lebenszyklus Berücksichtigung finden. Dies inkludiert politische Vorgaben, Gebietspläne, Baugenehmigungen, Konzessionen etc.

In der ISO 19650 erfolgt eine Unterteilung in zwei zeitliche Abschnitte, zu denen jeweils ein Model gehört. Die Bereitstellungsphase (*delivery phase*) betrifft die Planungs-, Bau- und Inbetriebnahmephase und verwendet das *Projekt-Informationsmodell* (PIM). Die Betriebsphase (*operational phase*) betrifft den Zeitraum, in dem das Bauwerk genutzt, betrieben und gewartet wird und verwendet das *Asset-Informationsmodell* (AIM). Das Asset-Informationsmodell entspricht immer dem aktuellen Zustand des Bauwerks (wird also laufend aktualisiert). Beide *Informationsmodelle* (*information models*) beinhalten sowohl geometrische als auch alphanumerische Informationen als auch zusätzlich mittels Projektdokumentationen Informationen zu den Leistungsanforderungen während der Planung, zur Bauweise sowie zum Bauwerksbetrieb (bspw. Wartungskosten, Wartungstermine) etc. Diese Informationsmodelle beinhalten gem. ISO 19650 somit strukturierte Informationscontainer (bspw. geometrische Modelle, Zeitpläne, Datenbanken) und unstrukturierte Informationscontainer (bspw. Dokumentationen, Videoclips, Tonaufnahmen). Die Modelle haben verschiedene *Informationsanforderungen* (*information requirements*), die sich gegenseitig beeinflussen (siehe Abb. 2.3). Die Informationsanforderungen definieren, welche Informationen für was, wann, wie und für wen erstellt werden sollen.

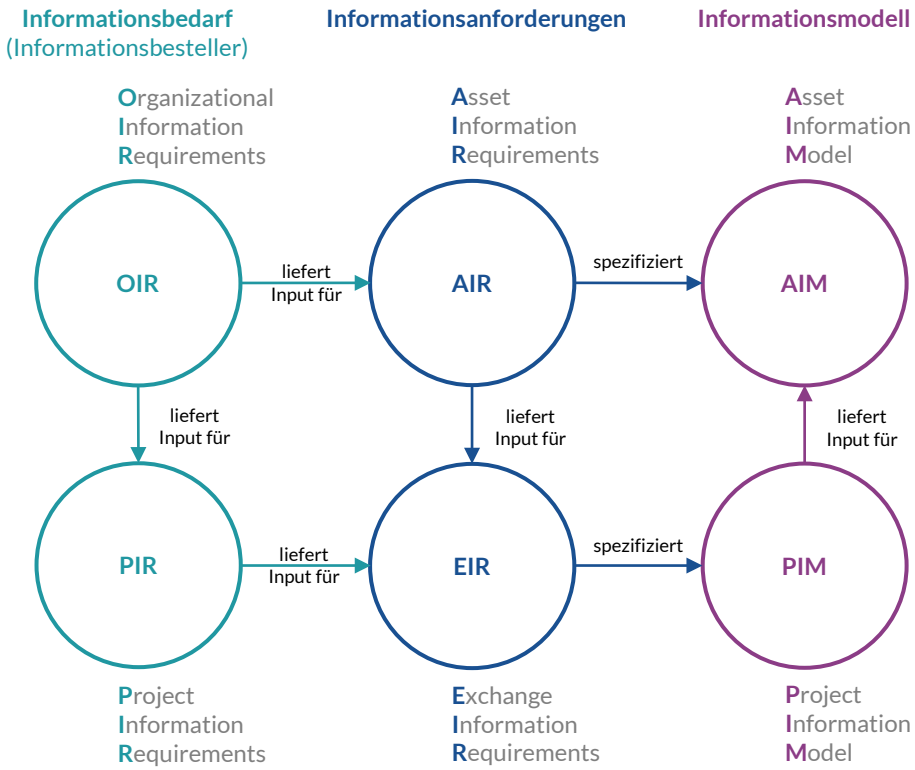


Abb. 2.3: Ablauf und Abhängigkeiten der Informationsanforderungen (adaptiert nach ISO 19650-1)

Die **Organisatorische Informationsanforderungen (Organizational Information Requirements) OIR** legen die Informationsanforderungen des Auftraggebers in Bezug auf seine organisatorischen Ziele im Unternehmen fest. Diese entstehen u.a. aus strategischer Geschäftstätigkeit, strategischen Asset-Management, Portfolioplanung, regulatorischen Aufgaben etc. Die OIR liefern Input sowohl für die **Asset-Informationsanforderungen (Asset Information Requirements) AIR** als auch die **Projekt-Informationsanforderungen (Project Information Requirements) PIR**. Die AIR berücksichtigen die betriebswirtschaftlichen, kaufmännischen und technischen Aspekte der Informationserstellung in Bezug auf den Betrieb des Assets. Die PIR beziehen sich auf die Anforderungen in der Bereitstellungsphase eines Assets. Sie sind erforderlich, um auf die übergeordneten strategischen Ziele in Bezug auf ein konkretes Projekt zu reagieren. Somit liefern die übergeordneten Projektziele des Auftraggebers die Grundlage für die projektbezogenen BIM-Ziele. Sowohl die AIR als auch die PIR liefern Input für die **Austausch-Informationsanforderungen (Exchange Information Requirements EIR)**. Diese betreffen die betriebswirtschaftlichen, kaufmännischen und technischen Aspekte der Informationserstellung. Die **AIR** und die **PIR** bestimmen somit **Inhalt**, **Struktur** und **Methodik** des **AIM** bzw. des **PIM**.

ISO 19650-2: Planungs-, Bau- und Inbetriebnahmephase
Dieser Teil soll Informationsbesteller (z.B. Auftraggeber) bei der Ermittlung ihrer Anforderungen an Informationen während der Planungs- und Bauphase eines Assets unterstützen.

Für diese Phase definiert diese Norm

- aufgabenbezogener Informationsbereitstellungsplan (Task Information Delivery Plan) TIDP als Plan von Informationscontainern und Bereitstellungsterminen für ein bestimmtes Aufgabenteam,
- Master-Informationsbereitstellungsplan (Master-Information Delivery Plan) MIDP als Plan, der alle relevanten aufgabenbezogenen Informationsbereitstellungspläne enthält, und
- Meilensteine der Informationsbereitstellung (information delivery milestones) als geplante Ereignisse für einen vordefinierten Informationsaustausch.

ISO 19650-3: Betriebsphase der Assets
Dieser Teil soll Informationsbesteller (z.B. Auftraggeber) bei der Ermittlung ihrer Anforderungen an Informationen im Verlauf der Betriebsphase eines Assets unterstützen, also während dem Asset-Management und dem Facility Management. Die definierten Informationsmanagementprozesse können auf auslösende Ereignisse (»trigger events«) angewendet werden, wobei diese vorhergesehen (im Voraus geplant), aber auch nicht vorhergesehen (ungeplant) sein können.

ISO 19650-4: Informationsaustausch
Dieser Teil widmet sich dem expliziten Prozess und den Kriterien des Informationsaustauschs, um die Vorteile zu sichern, die sich aus dem kollaborativen und interoperablen BIM und der Wahl offener Schemata und Datenformate und -konventionen ergeben.

In diesem Teil werden die neuen Begriffe *Informationsanbieter*, *Informationsempfänger* und *Informationsbewerter* eingeführt. Diese Begriffe sind vor allem in Bezug auf eine CDE und dem Ändern des Status von Informationen wichtig. Ein *Informationsbewerter* muss Informationen überprüfen, bevor er diese Informationen in den Status »Geteilt« oder später in den Status »Veröffentlicht« genehmigt. Dabei überprüft dieser die Informationen auf die

Einhaltung der Anforderungen der CDE an die Benennung (sowie Metadaten), die Konformität, die Kontinuität, die Kommunikation (keine Verschlechterung oder Verlust durch Übertragung), Konsistenz und Vollständigkeit.

ISO 19650-5: Spezifikation für Sicherheitsbelange von BIM, der digitalisierten Bauwerke und des smarten Assetmanagements
Laut Eigendefinition versucht dieser Teil einen Rahmen zu schaffen, *um Organisationen dabei zu unterstützen, die zentralen Sicherheitslücken und die Art der Steuerung zu verstehen, die erforderlich ist, um die resultierenden Sicherheitsrisiken auf ein Level zu beschränken, das für alle Beteiligten vertretbar ist*. Es geht dabei um die Verringerung des Risikos des Verlusts, des Missbrauchs oder der Modifikation sensibler Informationen. Es soll ein angemessenes und verhältnismäßiges Sicherheitsbewusstsein und eine entsprechende Sicherheitskultur in Organisationen geschaffen und erhalten werden.

ISO 19650-6: Gesundheit und Sicherheit
Dieser Teil befindet sich zum Zeitpunkt Januar 2024 noch in der Beschlussphase. Laut Eigendefinition beschreibt dieser Teil *Konzepte und Grundsätze zur Sicherstellung, dass Gesundheits- und Sicherheitsinformationen kollaborativ klassifiziert, geteilt und bereitgestellt werden und die wirtschaftlichen, umweltbezogenen und sozialen Vorteile sichergestellt werden.*

2.3 Werkzeuge

In BIM kommt eine Vielzahl von Software-Produkten zum Einsatz. Diese werden unter dem Begriff BIM-Werkzeuge zusammengefasst. In diese Kategorie fallen BIM-Applikationen, Kollaborationsplattformen (*Common Data Environment* – CDE) und Datenstrukturwerkzeuge.

2.3.1 BIM-Applikationen

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 auch den Bedingungen für *openBIM* 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 Applikationen hinsichtlich der Anforderungen verwendet werden können. Diese Anforderungen sind in den Regelwerken definiert (**AIA (EIR)** und **BAP (BEP)**, siehe Abschnitt 2.5.2). Abb. 2.4 gibt eine Übersicht der Arten von BIM-Applikationen.

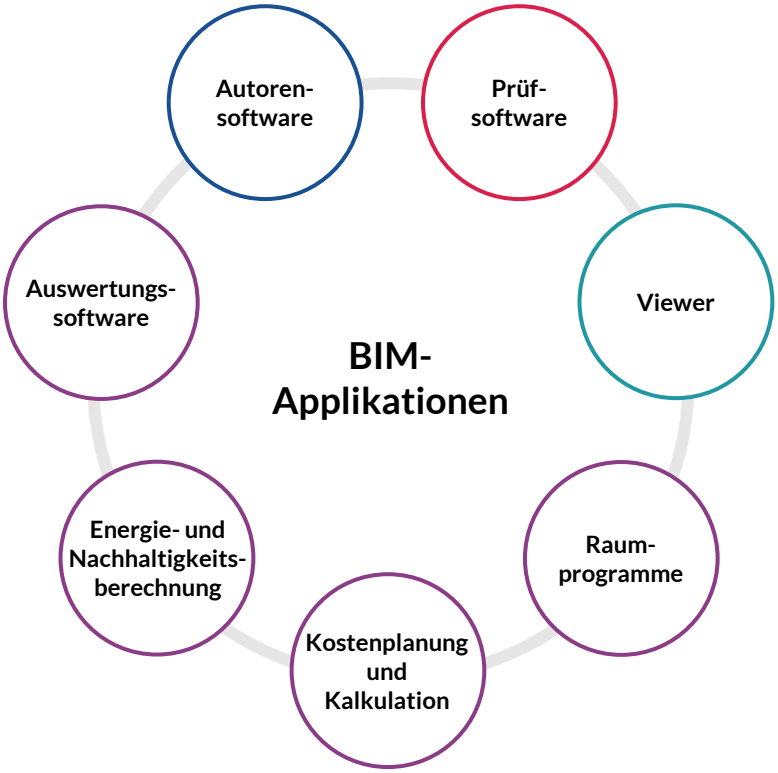


Abb. 2.4: Arten der BIM-Applikationen

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 Abb. 2.5 zusammengefasst.

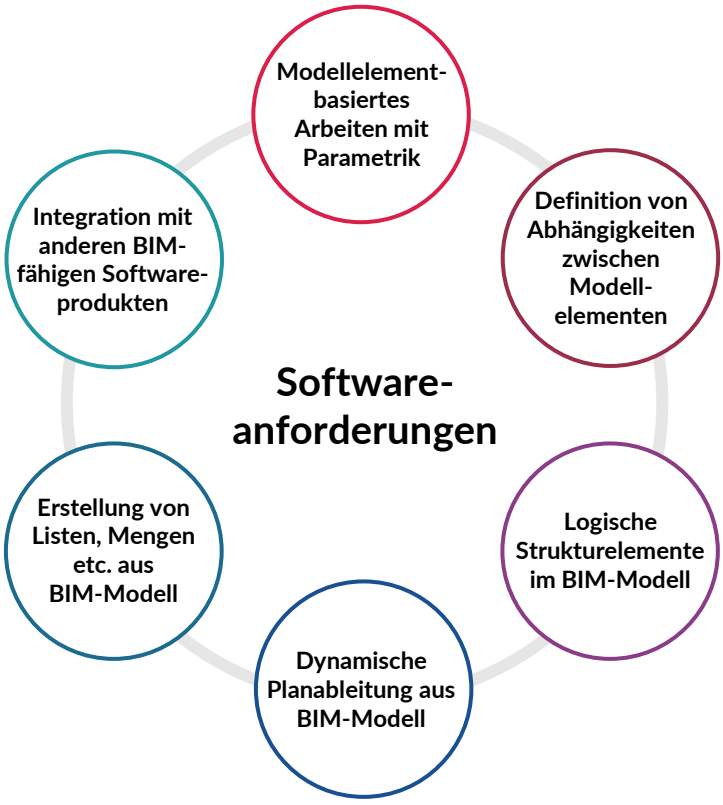


Abb. 2.5: Anforderungen an BIM-Applikationen

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. Geschosszugehörigkeit von Wänden und Fenster in einer Wand),
- logische Strukturelemente abbilden und lesen können (z.B. TGA-Anlagen),
- Pläne dynamisch ableiten können (z.B. in den Formaten PDF und DWG/DXF),
- Auswertungslisten von Modellinhalten erstellen können sowie
- die Funktionalität zur Integration mit allen anderen BIM-fähigen Applikationen und BIM-Werkzeugen besitzen, die nicht aus der gleichen Softwaregruppe kommen.

2.3.2 Kollaborationsplattformen / Common Data Environment CDE

Kollaborationsplattformen sind 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).

CDE 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. Das Projektwissen kann gefiltert werden und steht schnell zur Verfügung. Sie bieten einen kontrollierten Zugang (personenabhängig, rollenspezifisch) zu Projektinformationen, klar definierte Austauschprozesse (Workflows) und einen eindeutig definierten Dokumenten- und Modellstatus. Änderungen und Revisionen werden protokolliert. Damit sorgen sie für Kommunikationstransparenz und verbessern den Informationsaustausch. Innerhalb der CDE finden alle für die Erstellung des PIM (Project Information Model) und AIM (Asset Information Model) 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 (Archived – archiviert) existieren, der in Form eines Protokolls alle Vorgänge der anderen Informationscontainer aufzeichnet (Journal der freigegebenen und veröffentlichten Informationscontainer). Dies ermöglicht die Entwicklung eines kombinierten und gemeinschaftlichen Informationsmodells.

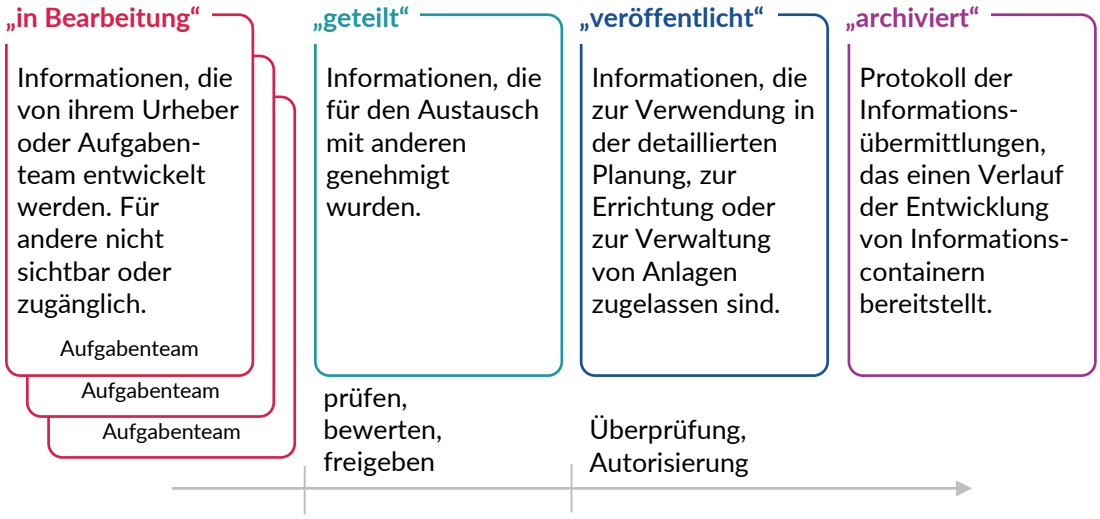


Abb. 2.6: CDE: Informationscontainerzustände lt. ISO 19650

Außerdem muss eine umfängliche Datensicherheit gewährleistet werden und der Austausch von Informationen durch Kontrollinstanzen verifiziert werden. Während der Informationsübergabe werden die Daten versioniert und protokolliert.

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

2.3.3 Datenstrukturwerkzeug

Datenstrukturwerkzeuge sind webbasierte BIM-Werkzeuge 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 *Austausch-Informationsanforderungen* AIA (EIR) und der Erstellung projektspezifischer BIM-Leitfäden. Sie erlauben eine direkte Ableitung der Prüfregeln für die BIM-Prüfsoftware. Dies verbessert das Qualitätsmanagement und die Qualitätskontrolle der BIM-Modelle.

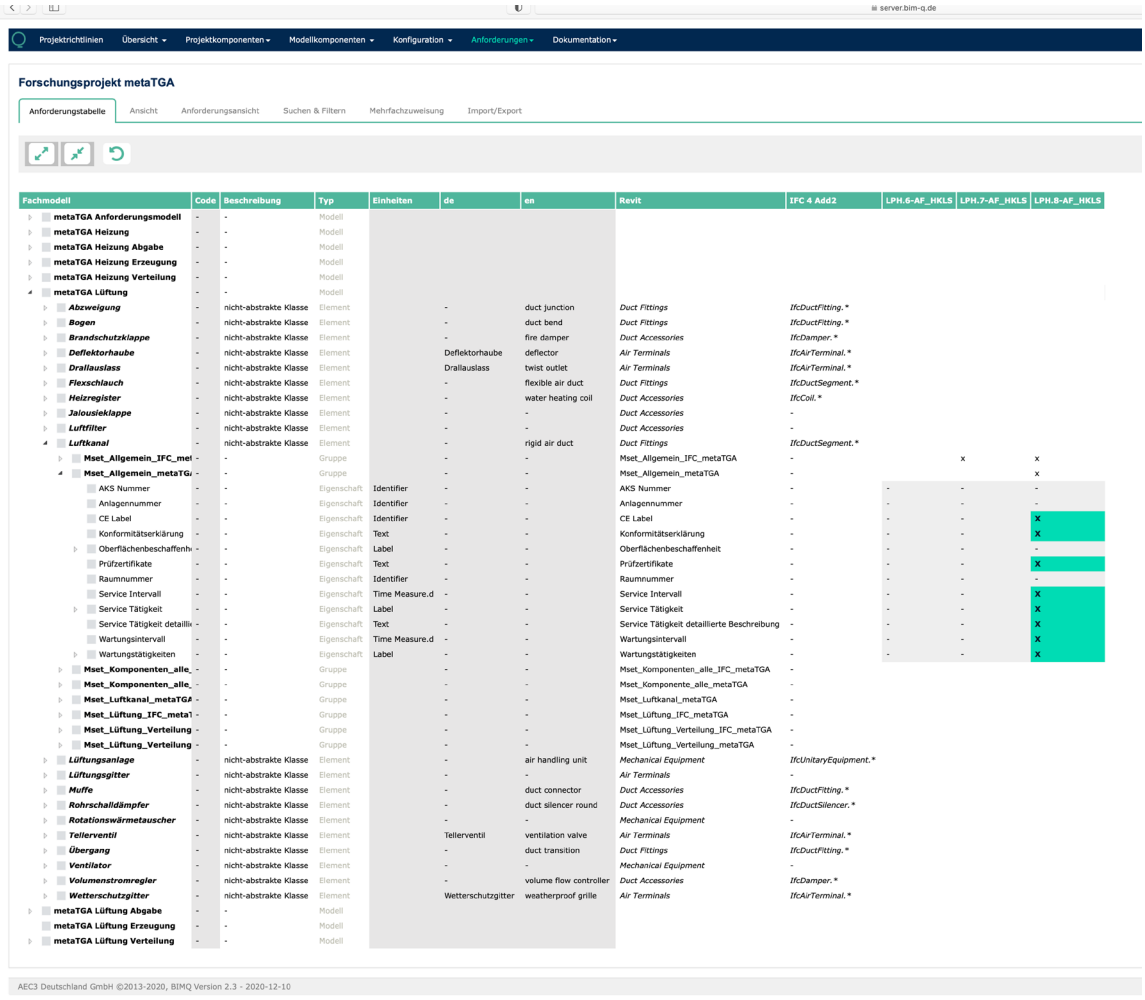


Abb. 2.7: Beispiel für ein Datenstrukturwerkzeug (Screenshot von BIMQ)

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),
- den Aufbau dazugehöriger Zuordnungen (Mappings) von programmspezifische Datenstrukturen (bspw. Allplan, Archicad, ProVi, Revit, Vectorworks) und Ausgabe der jeweiligen Konfigurationsdateien,
- den Export/Import aller Datenbankinhalte in XLS-Dateien zur weiterführenden Bearbeitung in Tabellenbearbeitungsprogrammen,
- die automatische Erstellung von Dokumenten zur Beschreibung der Datenstrukturvorgaben (LOI-Anhang der *Austausch-Informationsanforderungen*) sowie
- die automatische Erstellung von Grundlagen für Prüfroutinen zur Prüfung der alphanumerischen Modellinhalte in BIM-Prüfsoftware.

2.4 Technische Grundlagen von openBIM

Dieser Abschnitt bietet eine Einführung in *openBIM* hinsichtlich verwendeter Datenformate, vorhandene Services und damit verbundene Methodiken. Das umfasst die IFC-Datenstruktur, die bSDD-Plattform, die IDM-Methodik, MVD, IDS, die Software-Zertifizierung, das buildingSMART Validation Service, BCF-Kommentare und *DataSheets*.

2.4.1 IFC-Datenstruktur

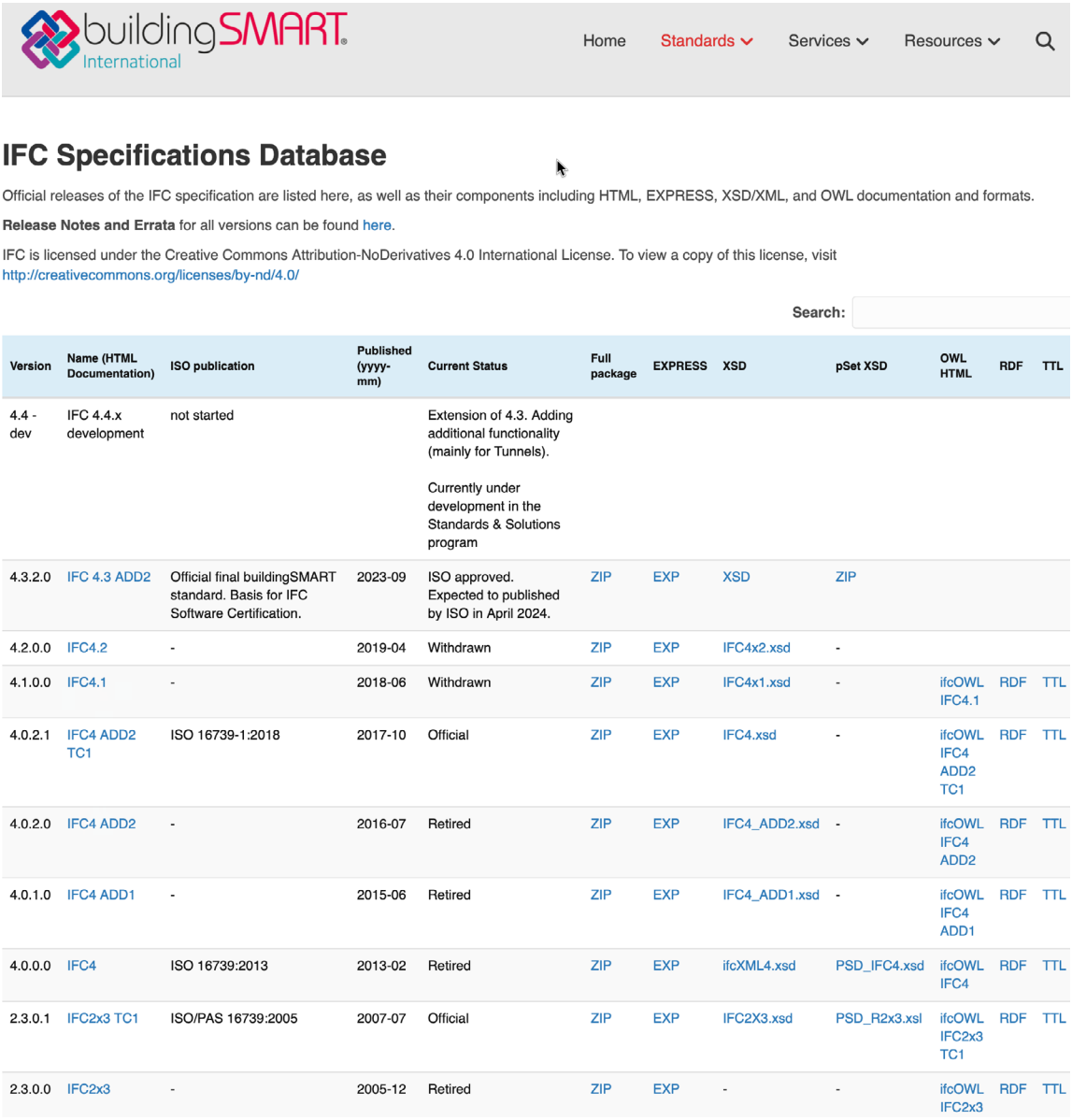
IFC steht als Abkürzung für Industry Foundation Classes. Es handelt sich dabei um ein offenes Datenformat (Datenschema) für Bauwerksinformationen. Dieses basiert auf dem STEP Physical File (SPF, STEP = Standard for the Exchange of Product model data). Ein weiteres Datenformat ist XML. Seit 1995 entwickelt buildingSMART international IFC als Teil des *openBIM*-Standards. Seit 2013 (Veröffentlichung von IFC4) ist IFC mit der ISO 16739 ein offizieller ISO-Standard und wird regelmäßig mit dieser Norm aktualisiert (seit 2018: ISO 16739-1). buildingSMART empfiehlt IFC auch für die Referenzierung und Archivierung von Modellen.

Mit der Version IFC4 können alle wesentlichen Gewerke des Hochbaus in der Datenstruktur abgebildet werden. Die im Frühjahr 2024 ISO-zertifizierte Version IFC4.3 ermöglicht 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 Abb. 2.8.

Der Inhalt der IFC-Datei besteht aus verschiedenen Klassen mit Attribute, wodurch Bauwerke semantisch beschrieben werden können. Diese lassen sich in verschiedene Gruppen kategorisieren. Zur Gewährleistung einer klaren und nachvollziehbaren Beschreibung wird der Inhalt der IFC-Datei im BIMcert Handbuch in fünf Kategorien unterteilt (siehe Abb. 3.19 in Abschnitt 3.2.3). Die die wesentlichen Kategorien sind (siehe Abb. 2.9): Verortungsebene, Elementebene und Ressourcen (*Material* und *Property*).

Die Verortung 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 durch Elemente (Subklassen von IfcElement): z.B. Wände, Decken, Stützen, Türen oder Fenster. Jedes Element (Elementinstanz) erhält eine eindeutige Kennung (GUID). Die BIM-Applikation erzeugt diese eindeutige Deklaration. Jedes Element ist für die Abbildung ihres Funktionsbereichs optimiert. Dafür trägt sie einen standardisierten Grundstock an Merkmalen zur Beschreibung relevanter Eigenschaften sowie ihrer typischen Geometrie. 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 der Verortung, den Elementen und Eigenschaften (*Property* / *Property Set*) existiert in der IFC-Datenstruktur auch eine *Materialinformation* zur Deklaration materialbezogener Eigenschaften.



buildingSMART International

Home Standards Services Resources

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.

IFC is licensed under the Creative Commons Attribution-NoDerivatives 4.0 International License. To view a copy of this license, visit http://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/

Search:

Version	Name (HTML Documentation)	ISO publication	Published (yyyy-mm)	Current Status	Full package	EXPRESS	XSD	pSet XSD	OWL HTML	RDF	TTL
4.4 - dev	IFC 4.4.x development	not started		Extension of 4.3. Adding additional functionality (mainly for Tunnels). Currently under development in the Standards & Solutions program							
4.3.2.0	IFC 4.3 ADD2	Official final buildingSMART standard. Basis for IFC Software Certification.	2023-09	ISO approved. Expected to published by ISO in April 2024.	ZIP	EXP	XSD	ZIP			
4.2.0.0	IFC4.2	-	2019-04	Withdrawn	ZIP	EXP	IFC4x2.xsd	-			
4.1.0.0	IFC4.1	-	2018-06	Withdrawn	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

Abb. 2.8: IFC Specification Database von buildingSMART (Stand Januar 2024)

2.4.2 bSDD-Plattform

bSDD steht als Abkürzung für buildingSMART Data Dictionary. Es handelt sich dabei um ein webbasiertes Service zur Erstellung und Verwendung von *Data Dictionaries*. Ein *Data Dictionary* ist eine Sammlung von Begriffsdefinitionen und deren Beziehungen untereinander. So können Objekte und ihre Attribute, erlaubte Werte, Materialen etc. definiert werden. Die Beziehungen zwischen den einzelnen Begriffen ermöglichen individuelle Klassifizierungssysteme, Ontologien, Datenstrukturen etc. zu erstellen. buildingSMART veröffentlicht bspw. das IFC-Datenschema als *Data Dictionary* im bSDD. Es enthält die IFC-Klassen, standardisierte Merkmale und *Property Sets* sowie die Hierarchie und Beziehungen zwischen den einzelnen Begriffsdefinitionen (siehe Abb. 2.10).

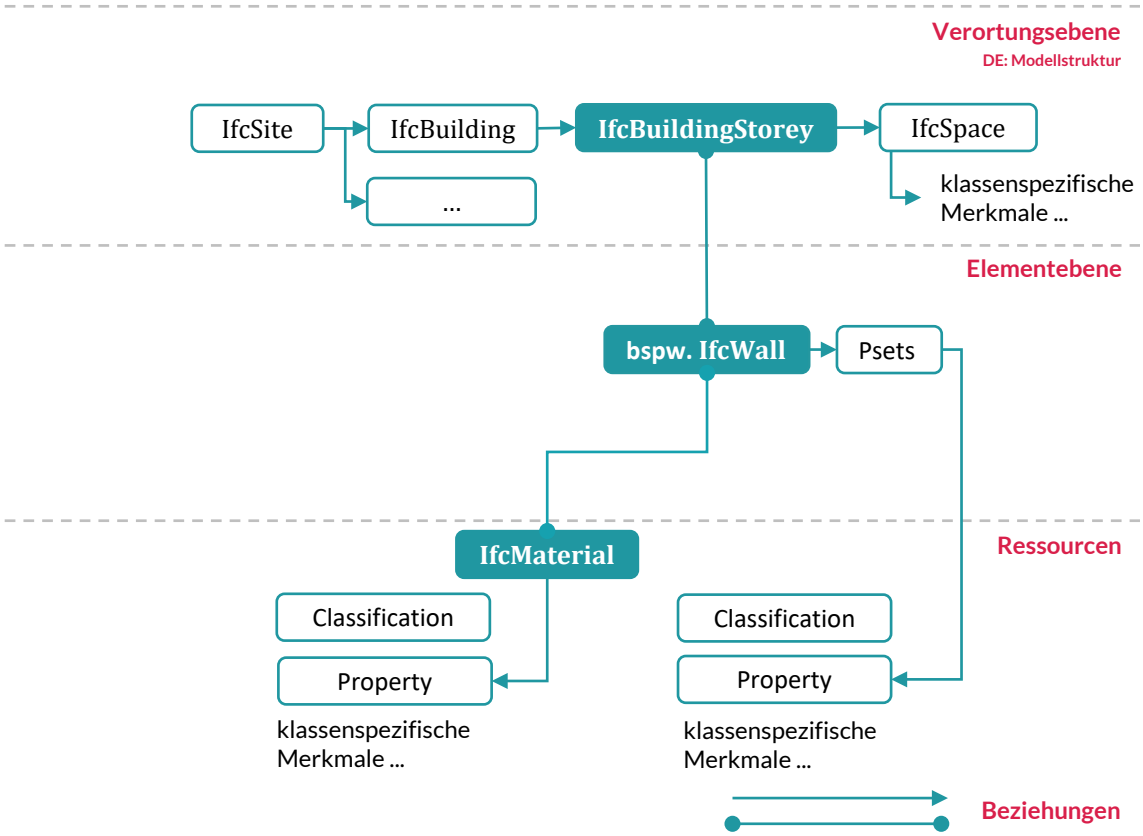


Abb. 2.9: Aufbau von IFC (vereinfachte Darstellung, genauere Darstellung siehe Abb. 3.19)

Das bSDD dient als zentrale, öffentlich zugängliche Plattform für *Data Dictionaries*. Das ermöglicht, Inhalte aus verschiedenen *Data Dictionaries* in Verbindung zu setzen. Dadurch können Projektpartner, die in unterschiedlichen Klassifizierungssystemen arbeiten, einfach Begrifflichkeiten zum jeweils anderen System übersetzen und die Zusammenarbeit verbessern. Darüber hinaus wird durch den Verweis auf bestehende Begriffe eine konsistente und transparente Interpretation von Daten ermöglicht, mit der Vermeidung von duplizierten Begriffen. Als Vorteil des bSDD wird auch die damit einhergehende Möglichkeit zur Organisation der Mehrsprachigkeit gesehen.

Neben der Veröffentlichung von Daten dient das bSDD als Quelle für die automatisierte Verarbeitung der Daten. Hersteller können das bSDD in ihre Software integrieren und auf die Daten zugreifen. Das ermöglicht die Erweiterung von Modellen um Informationen aus dem bSDD. Wird bspw. einer Wand zusätzlich eine individuelle Klasse aus dem bSDD zugewiesen, können die Merkmale und erlaubten Werte aus dieser Klasse automatisiert übernommen werden.

Jeden im bSDD abgelegten Inhalt besitzt jene Person/Institution, die diesen erstellt (deklariert) hat. Einer solchen Deklaration können andere Personen/Institutionen ihre jeweilige Übersetzung beifügen. Das bSDD ist keine Norm, sondern befindet sich im Eigentum von buildingSMART. Es beruht auf dem offenen IFD-Standard (International Framework for Dictionaries) der ISO 12006-3.

Ein Beispiel für einen Anfang 2024 veröffentlichten Inhalt im bSDD ist das dataholz Dictionary (siehe QR-Code) der Holzforschung Austria. Darin sind alle Aufbauten-Definitionen geprüfter und zertifizierter Aufbauten für Dach, Wand und Decke der dataholz.eu-Plattform in maschinen- und menschenlesbarer Form verfügbar.

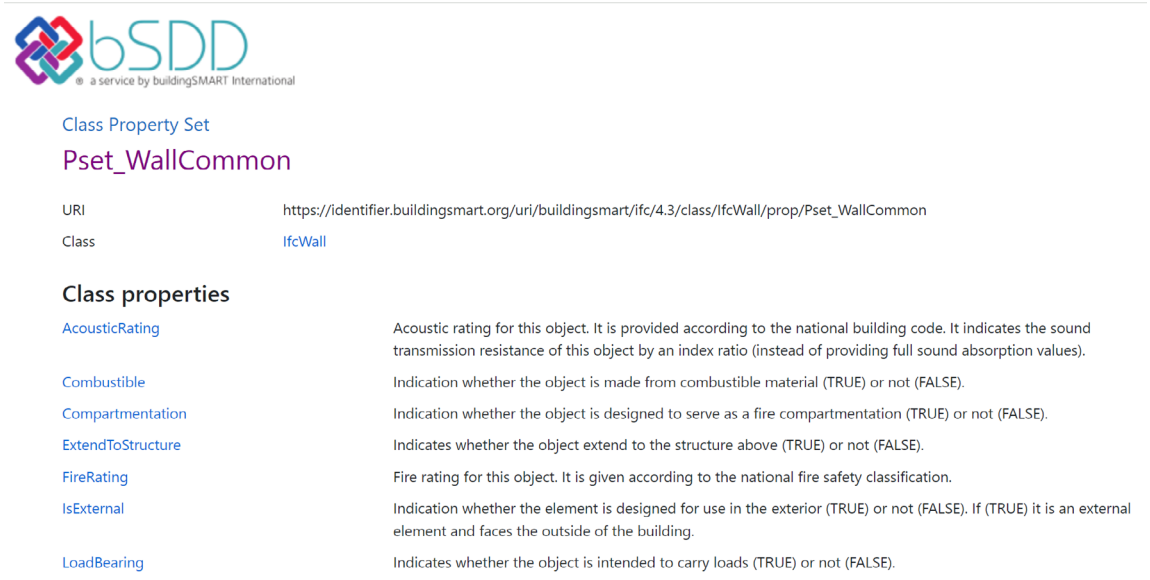


Abb. 2.10: Standardisierte Merkmale des Property Set Pset_WallCommon im bSDD

2.4.3 IDM-Methodik

Ein Datenaustausch von Modellen und Modellinformationen zwischen Organisationseinheiten bedarf technisch genau definierter Beschreibungen, Begrifflichkeiten und Schnittstellen. Die IDM-Methodik (Information Delivery Manual) unterstützt die Beschreibung der Informationsanforderungen im Zusammenhang mit den Prozessen innerhalb des Lebenszyklus (Anwendungsfälle – *Use Cases*). 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).

Stakeholder entlang der Wertschöpfungskette eines Bauwerks nutzen IDM, um ihre Informationsanforderungen zu beschreiben. Dabei sollten folgende Fragen beantwortet werden:

- Wer sind die beteiligten Rollen und deren Interessen?
- Welche Modellinformationen werden benötigt?
- Welche zusätzlichen Inputs werden benötigt?
- Was liefert der Urheber, was wird vom Empfänger benötigt?

Das Ergebnis daraus ist ein Dokument bestehend aus einem Interaktionsplan/Transaktions-Diagramm und/oder einem Prozessdiagramm sowie *Austausch-Informationsanforderungen* AIA (EIR). Der Interaktionsplan definiert die beteiligten Rollen und deren Transaktionen. Das Prozessdiagramm ergänzt diesen um eine zeitliche Abfolge der Aktivitäten. Gemäß ISO 29481-1 benötigt jede IDM-Komponente (Interaktionsplan, Prozessdiagramm, *Austausch-Informationsanforderungen*) administrative Daten (Kopfdaten) und eine kurze Beschreibung von Inhalt, Anwendungsfall, Ziel und Anwendungsbereich der Komponente.

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 (siehe Abb. 2.11).

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

IDM-Erstellung: Für Deutschland gibt die VDI 2552 Blatt 4 folgenden grundsätzlichen Ablauf zur Erstellung eines IDM:

- Definition der Rollen und Aufgaben
- Definition wiederkehrender Prozesse
- Ermittlung benötigter Informationen
- Festlegung der auszutauschenden Informationen
- Abbildung der auszutauschenden Informationen im Datenmodell
- Erstellung der entsprechenden Modellsicht (Model View Definition – MVD)

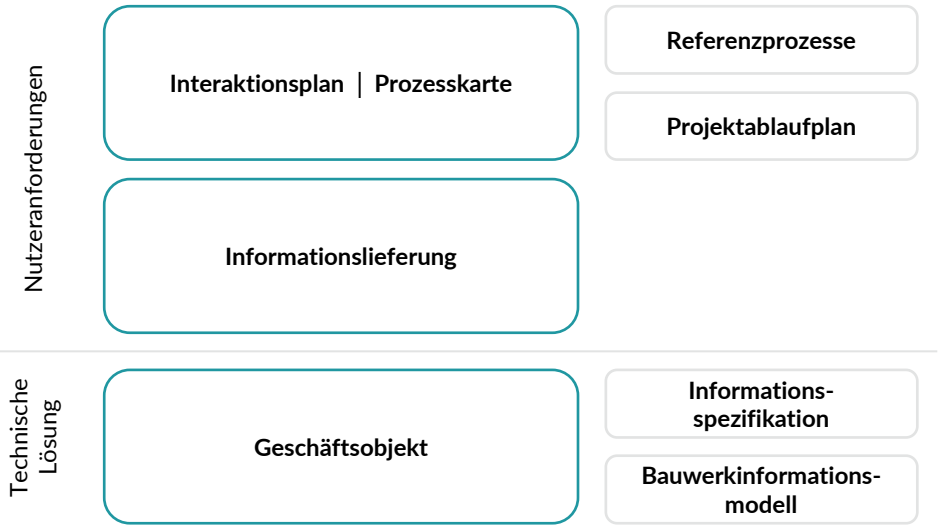


Abb. 2.11: IDM-Zonen aus der Perspektive der Nutzeranforderungen und der technischen Lösung

2.4.4 UCM-Plattform

Das UCM (*Use Case Management*) ist eine Plattform von buildingSMART zur öffentlichen Bereitstellung von Anwendungsfällen (*Use Cases*), deren Prozesse und Anforderungen, die entsprechend der IDM-Methodik entwickelt wurden. Es zeigt Best Practices von Anwendungsfällen, die von anderen Nutzer:innen in ihre Projekte übernommen werden können.

Nutzer:innen profitieren dadurch von bereits ausgearbeiteten Prozessen und Anforderungen, die sich für einen speziellen Bereich bereits in der Praxis bewährt haben.

Neben einer allgemeinen Beschreibung enthalten UCM-Einträge entsprechend IDM eine Prozesslandkarte und Prozessbeschreibung sowie Informationsanforderungen (z.B. erforderliche *Properties*). Dadurch verwenden alle enthaltenen Anwendungsfälle eine einheitliche Struktur und gemeinsame Sprache, egal für welche Phase ein Anwendungsfall ausgearbeitet wurde. Die definierten Informationsanforderungen sind dabei eine Basis für die Übersetzung in konkrete technische Anforderungen an BIM-Modelle. Diese können je nach Art der Anforderung als MVD oder IDS formuliert werden.



2.4.5 MVD-Konzept

Die in einem IDM definierten Prozesse und Informationen werden in sog. MVD (Model View Definition) in konkrete technische Anforderungen (maschinenlesbar) übersetzt. Sie bilden prozessbezogen eine Teilmenge des gesamten IFC-Schemas ab. Das IFC-Schema definiert Klassen für verschiedenste Objekte und Konzepte im Bauwesen, die für unterschiedliche Anwendungsfälle benötigt werden. Ein klassischer Anwendungsfall ist die Entwurfskoordination zwischen den Bereichen Architektur, Statik/Tragwerksplanung (Structural Analysis) und Gebäudetechnik (MEP, FM Handover). Diese Koordination benötigt Klassen für Objekte aus allen drei Gewerken (z.B. Wände, Stützen, Rohre). Klassen zur Beschreibung von Einwirkungen auf das Traggerüst sind dagegen nicht notwendig. Weiters bietet IFC diverse Möglichkeiten (Klassen), Geometrie abzubilden, bspw. nur als Oberfläche oder entsprechend der Erstellung (Extrusion eines Profils). Für eine Software zur Entwurfskoordination reicht die Information über die Oberfläche eines Objekts aus. MVD können genau solche Einschränkungen definieren. Sie beschreiben dabei einen Datenaustausch für eine bestimmte Verwendung oder einen bestimmten Workflow (anwendungsspezifische Datenaustausch-Anforderungen) und konkretisieren Softwareanforderungen.

MVD 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 (*Entities*, Beziehungen, Attribute und Eigenschaften, Eigenschaftensätze, Mengendefinitionen etc.) zur Verfügung.

Eine MVD kann anwendungsspezifisch eine Sicht (View) je Projektant definieren und so ein Subset oder eine 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. Da unterschiedliche MVD auch unterschiedliche Softwareimplementierungen erfordern, sollten Auftraggeber keine eigenen MVD entwickeln, sondern in Projekten auf die zu verwendenden offiziellen MVD verweisen. BIM-Regelwerke (AIA (EIR) und BAP

(BEP)) beziehen sich daher auf die MVD in den zu verwendenden Datenformaten. Die gängigsten MVD sind:

IFC2x3 – Coordination View CV2.0: Räumliche und physikalische Komponenten für die Entwurfskoordination zwischen den Bereichen Architektur, Statik/Tragwerksplanung (Structural Analysis) und Gebäudetechnik (MEP, FM Handover).

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

2.4.6 IDS-Format

Eine weitere Möglichkeit zur technischen Spezifikation von Informations-Anforderungen aus Anwendungsfällen ist IDS (Information Delivery Specification). IDS ist ein neuer Standard von buildingSMART zur computer-interpretierbaren Definition von *Austausch-Informationsanforderungen*. Der Unterschied zu MVD ist, dass sich IDS auf alphanumerische Anforderungen konzentriert. Eine MVD spielt vor allem in der Softwareentwicklung eine Rolle, um sicherzugehen die erforderlichen Klassen bspw. zur Geometrieverarbeitung, Verortung, oder Eigenschaftszuordnung sind in der Software verarbeitbar. In Bezug auf alphanumerische Eigenschaften muss die MVD somit definieren, dass *Properties* erstellt und zugewiesen werden können. Welche *Properties* mit welchem Inhalt (Werte und Einheiten) in einem Projekt schließlich welchen Objekten zugewiesen werden sollen, kann jedoch IDS spezifizieren. Es ist damit perfekt geeignet, den alphanumerischen Informationsgehalt (Level of Information – LOI) in einem Projekt zu definieren.

Der LOI wird herkömmlich oft in Exceltabellen und PDF-Dateien zur Verfügung gestellt. Mit IDS existiert nun ein standardisiertes, computer-interpretierbares Format, um diese Informationen in den automatisierten BIM-Prozess einzubinden. Das kann an zwei Stellen passieren:

- Als Konfigurationsdatei für Autorensoftware, um die erforderliche Informationsstruktur automatisch anzulegen, und
- als Konfigurationsdatei für Prüfsoftware, um Prüfregeln automatisch zu befüllen.

Somit wird der Informationsfluss zwischen der Definition und Prüfung von Modellinhalten geschlossen.

Darüber hinaus bietet IDS neue Möglichkeiten zur spezifischeren Definition von Modellanforderungen. Bisher wurden alphanumerische Informationen meist auf Klassenebene spezifiziert (z.B. erforderliche Eigenschaften für IfcWall). Mit IDS können Anforderungen darüber hinaus in Abhängigkeit von spezifischen Attributen, *Properties*, externen Klassen, Beziehungen und Materialien gestellt werden. Beispielsweise ist ein *Property* Betongüte nur dann erforderlich, wenn das Material eines Objekts Beton ist. Oder die Werte des Fire-Rating einer Wand dürfen nur dann mit »R« beginnen, wenn diese tragend ist (z.B. REI90). Das entspricht einer spezifischen Filterung der betroffenen Elemente und ermöglicht es Nutzer:innen ihre Anforderungen genauer zu definieren.

Technisch gesehen entspricht IDS einer XML-Datei mit einem von buildingSMART vorgegebenem Schema. Durch dieses offene, einfache Schema kann IDS von Computern sowie Menschen leicht interpretiert werden. Es hilft, Informationsanforderungen präzise zu definieren und sorgt in Kombination mit anderen buildingSMART Standards (bSDD und UCM) für Eindeutigkeit und Klarheit.

2.4.7 Software-Zertifizierung und Validation Service

IFC ist in allen gängigen BIM-Applikationen integriert. Mittels der Software Certification durch buildingSMART International wird eine durchgängig hohe Übertragungsqualität abgesichert. Im Moment erlebt die Software-Zertifizierung von buildingSMART einen Wandel. Derzeit erfolgt die Zertifizierung für offiziell von buildingSMART definierten Model View Definitions (technische Umsetzungen von Anwendungsfällen). Diese MVD-basierte Software-Zertifizierung ist eine bezahlte Leistung von buildingSMART, die von Softwareherstellern in Anspruch genommen werden kann. Damit wird sichergestellt, dass zertifizierte Software IFC-Dateien entsprechend dieser sehr allgemeinen Anwendungsfälle produzieren und verarbeiten kann.

Eine neue, öffentlich zugängliche Möglichkeit, die Qualität von IFC-Dateien aus beliebiger Software zu prüfen, ist das buildingSMART Validation Service (siehe QR-Code). Auf dieser Plattform können IFC-Dateien hochgeladen werden, um deren Form zu prüfen. In erster Linie prüft das Validation Service die Konformität einer IFC-Datei mit dem IFC-Standard. Dazu erfolgt die Prüfung der Syntax (STEP Physical File), des verwendeten IFC-Schemas (z.B. IFC4) und anderer Regeln der IFC-Spezifikation (z.B. eine Polylinie darf keine duplizierten Punkte enthalten). Neben der Konformität mit dem IFC-Standard ist die Übereinstimmung mit referenzierten Klassifikationen aus dem bSDD prüfbar, falls in der IFC-Datei vorhanden. Abb. 2.12 zeigt die Oberfläche des Validation Service inkl. der Prüfergebnisse eines Testmodells aus Archicad. Dieses Modell ist auf der Plattform TU Wien Research Data öffentlich zugänglich (siehe QR-Code). Abgesehen von Inhalten aus dem bSDD prüft das Validation Service keine eigentlichen Inhalte einer IFC-Datei, wie das Vorhandensein von speziellen *Properties*. Ebenso kann es IFC-Dateien nicht gegen IDS-Anforderungen prüfen. Das Validation Service dient zur technischen Prüfung einer IFC-Datei, nicht der inhaltlichen.

Softwarehersteller können das Validation Service nutzen, um ihre IFC-Implementierung zu validieren (derzeit auf exportierte IFC-Dateien beschränkt). Für IFC-Nutzer:innen ermöglicht das Validation Service die Kontrolle der Qualität von erhaltenen IFC-Dateien. Insgesamt kann dadurch die technische Qualität von IFC-Dateien verbessert und damit auch die Interoperabilität zwischen verschiedenen BIM-Applikationen erhöht werden.

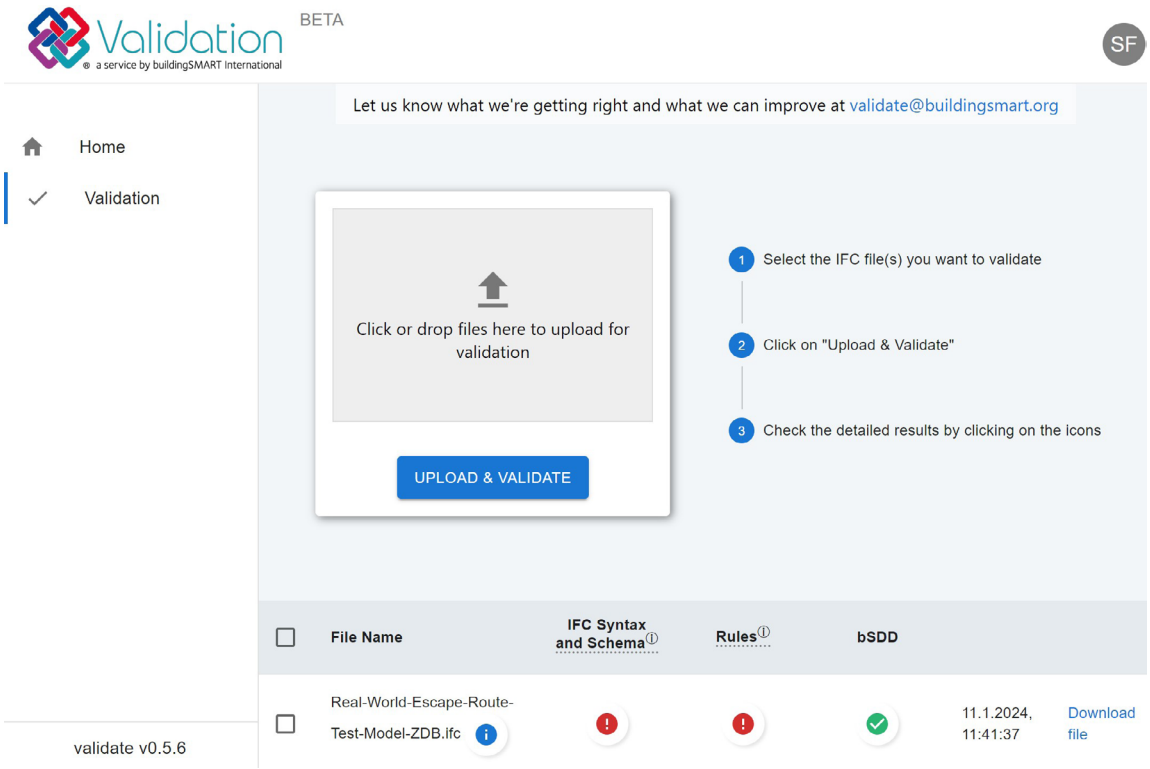


Abb. 2.12: Weboberfläche des buildingSMART Validation Service (Stand Januar 2024)

Zukünftig soll dieses System für die offizielle Software-Zertifizierung von buildingSMART zur Anwendung kommen. Derzeit ist das Validation Service als Beta-Version veröffentlicht und ist mit einem Gratis-Account bei buildingSMART für jeden nutzbar.

2.4.8 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) und somit der nachvollziehbaren Kommunikation von Anmerkungen (*Issues*) bzw. Änderungen. Die aktuelle Version BCF 3.0 ermöglicht die Übertragung

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

als XML-formatierte Daten zwischen verschiedenen BIM-Applikationen. Diese modellbasierte Kommunikation verbessert die Koordination. Somit können Informationen über Probleme im Modell (Problembericht und Status), 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 Modellen vorgesehen.

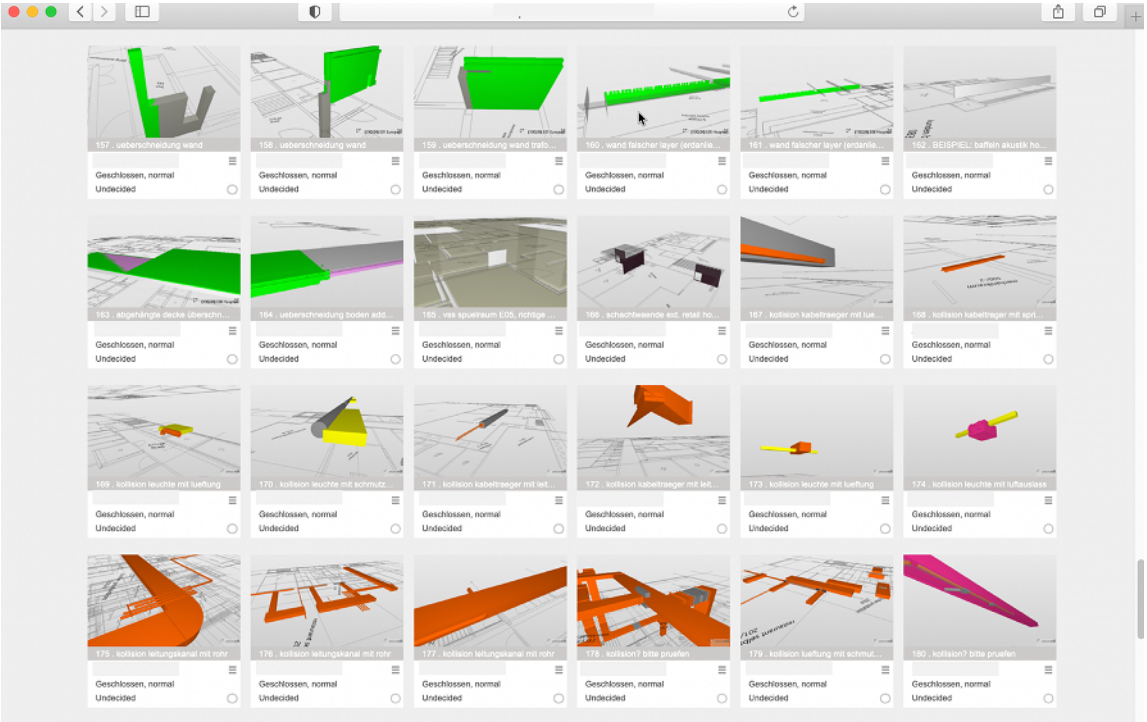


Abb. 2.13: Beispiel für BCF-Verwendung in einem Projekt

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

2.4.9 DataSheets

DataSheets steht als symbolischer Begriff für Digitale Bauprodukte. Es handelt sich dabei um eine containerbasierte Technologie zur digitalen Abbildung des Zusammenspiels von harmonisierten europäischen Produktstandards (CPR – *Construction Products Regulation*) und Umweltproduktdeklarationen, welche die ISO 23386 seit 2020 normativ regelt.

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

Generell wird zwischen generischen (produktneutralen) *DataTemplates* und spezifischen (produktbezogenen) *DataSheets* 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 *DataSheets* mit Angaben zu konkreten Produkten erwidert werden. Die Verarbeitung dieser Informationen kann weitgehend automatisiert erfolgen, da *DataSheets* vollständig maschinenlesbar sind. Dieser Vorteil, in Kombination mit der automatisierten Erhebung von Massen und Mengen aus den digitalen Modellen, wird das Zusammenspiel

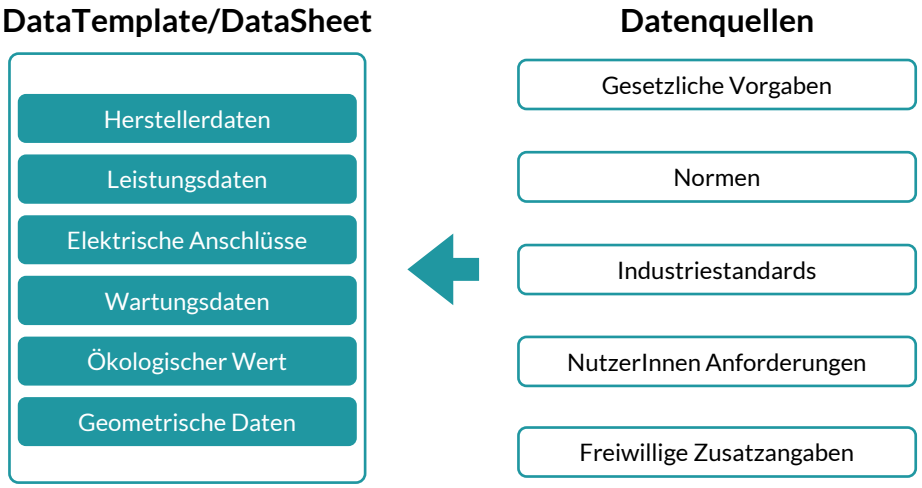


Abb. 2.14: Datenquellen in DataTemplate/Datasheet

von Planung, Ausführung, Industrie und Logistik ändern – die durchgängige Datenkette zu Bauprodukten wird ermöglicht.

Das Zusammenspiel zwischen *DataTemplates/DataSheets* und IFC-basierten digitalen Modellen ist in der ISO 23387 geregelt. Diese verweist bei der Deklaration von Merkmalen eines *DataTemplates/DataSheets* auf das bSDD. Dadurch werden Merkmale verschiedener Produkte zueinander abgestimmt und nicht redundant erstellt. Die Übergabe eines *DataTemplates/DataSheets* mitsamt seiner bSDD-basierten Merkmale ist dateibasiert (mittels einer IFC-Datei) oder webservice-basiert (mittels einer API-Verbindung) möglich. Diese Entwicklung ist sehr jung, daher ist die Integration von *DataTemplates/DataSheets* in BIM-Applikationen noch in Vorbereitung.

2.5 Organisation

Dieser Abschnitt behandelt die BIM-relevanten organisatorischen Themen der Rollen und Leistungsbilder, die BIM-Regelwerke und die Zusammenarbeit in *openBIM*.

2.5.1 Rollen und Leistungsbilder

Die herkömmlichen Leistungsbilder 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 (= BIM-Leistungsmodelle) notwendig. Die Rollen (oder auch BIM-Organisationseinheiten (OE)) 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 erste Version der Leistungsbilder wurde von buildingSMART Austria im Jahr 2019 zur Verfügung gestellt. Aufgrund von Erfahrungswerten in Projekten und Weiterentwicklungen wurden aktualisierte Versionen veröffentlicht (akutell LM.BIM 2024).

Für Deutschland geben die VDI 2552 Blatt 2 und VDI 2552 Blatt 7 Vorgaben für die Rollen und Leistungsbilder. Die HOAI wird derzeit in Deutschland novelliert. Die 1. Novellierungsstufe ist abgeschlossen. Das Gutachterverfahren hat die Planungsbereiche der HOAI evaluiert und Änderungsvorschläge erarbeitet. Seit der letzten Reform haben sich die Anforderungen an das Planen und Bauen weiterentwickelt. Deshalb müssen Themen wie Nachhaltigkeit und Klimaschutz, Bauen im Bestand und insbesondere der Einsatz digitaler Methoden in der HOAI deutlicher berücksichtigt werden. So wurden in der ersten Stufe Leistungsbilder synchronisiert und aktualisiert, neue Leistungsbilder ergänzt (Städtebaulicher Entwurf) und ein Regelprozess BIM entwickelt.

Für die Schweiz gibt Bauen Digital Schweiz ein Merkblatt zu Rollen und Leistungen heraus (siehe QR-Code).

Die wesentliche Zielsetzung der BIM-Leistungsbilder ist die Schaffung eines einheitlichen Verständnisses des zu erbringenden Leistungsumfangs zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer

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

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

Die BIM-Leistungsbilder fließen über die AIA (EIR) in den BAP (BEP) ein. Sie bilden die Grundlage für die Inhalte zu den Themen Projektmanagement und Durchführung in den einzelnen Projektphasen (Leistungen Auftraggeber und Auftragnehmer). Ein Leistungsbild beinhaltet immer die Einordnung der jeweiligen Organisationseinheit in das Gesamtgefüge,

die Beschreibung der allgemeinen und projektphasenübergreifenden Leistungen sowie die konkreten projektphasenbezogenen Leistungen.

BIM-Leistungsbilder können projektbezogen angepasst werden. Dies geschieht im Wesentlichen zur

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

Die BIM-Leistungsbilder beschreiben die Rollen und Leistungen der BIM-Organisationseinheiten. Diese befinden sich zueinander in Abstimmung (siehe Abb. 2.15). Beispiele dafür sind:

BIM-Management (AG): Das BIM-Management übernimmt die Aufgaben der *BIM-Projektleitung* und *BIM-Projektsteuerung*. Entsprechend gehen alle Aufgaben beider Organisationseinheiten in den Verantwortungsbereich des BIM-Managements über.

Hinweis: Angaben im Handbuch zu den Organisationseinheiten der *BIM-Projektleitung* und *BIM-Projektsteuerung* sind textlich nicht um das *BIM-Management* ergänzt, die Verantwortlichkeiten und Aufgaben sind als Teil des *BIM-Managements* zu verstehen.

BIM-Projektleitung (AG): Qualifikation auf der Ebene der Bestellung. Diese ist die verantwortliche Stelle beim Auftraggeber für die generelle Definition der Rahmenbedingungen eines Projekts und der verwendeten Leistungsbilder der jeweiligen Akteure sowie für die Durchsetzung der Anforderungen des Auftraggebers an die verwendete Datenstruktur im Projekt. Die *BIM-Projektleitung* ist verantwortlich für die Erstellung der AIA (EIR). Die *BIM-Projektleitung* erstellt oft den preBAP (preBEP) auf Grundlage der AIA (EIR).

BIM-Projektsteuerung (AG): Qualifikation auf der Ebene der Projektsteuerung. Sie vertritt die Interessen des Auftraggebers bei der konkreten Spezifizierung und der operativen Durchführung eines BIM-Projekts im Rahmen der Vorgaben der *BIM-Projektleitung*. Die *BIM-Projektsteuerung* überwacht die Erstellung und Fortführung des BAP (BEP) und gibt diesen frei, wenn die Vorgaben und Ziele des Auftraggebers gemäß des Regelwerks AIA (EIR) eingehalten werden.

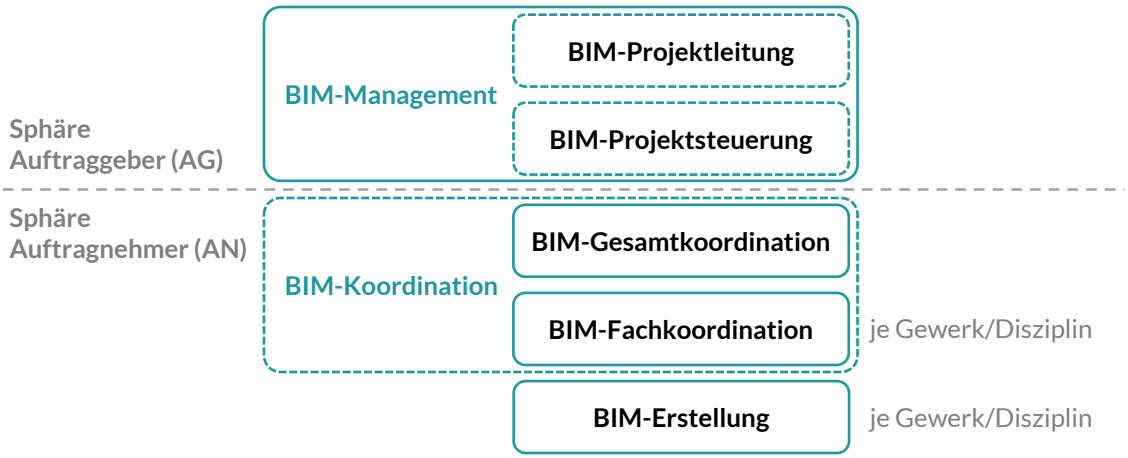


Abb. 2.15: Beispiel einer möglichen BIM-Organisationsstruktur

Gemäß dem (früheren) buildingSMART Austria BIM-Leistungsbilder LM.BIM 2019 erstellt die *BIM-Projektleitung* den BAP (BEP) auf Grundlage der AIA. Jedoch konnte auch die *BIM-Projektsteuerung* die Verantwortung für die Erstellung und weitere Fortführung des BAP tragen. Mit den Leistungsbildern LM.BIM 2022 wurde diese Verantwortung der **BIM-Gesamtkoordination** (AN) übertragen.

BIM-Gesamtkoordination (AN): Diese koordiniert und verifiziert interdisziplinäre *openBIM*-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 **BIM-Gesamtkoordination** ist meist verantwortlich für die Erstellung des **BAP (BEP)**. Die **BIM-Gesamtkoordination** ist in der Abstimmung näher an den AN-seitigen Projektbeteiligten situiert, und hat dadurch eine stärkere Einsicht in die aktuellen Bedürfnisse der AN-seitigen Beteiligten im Projekt. Aufgrund dessen obliegt der **BIM-Gesamtkoordination** die Erstellung sowie die weitere Adaptierung des **BAP (BEP)** im Projektverlauf. Die **BIM-Gesamtkoordination** ist primärer Ansprechpartner der digitalen Planung gegenüber der *BIM-Projektsteuerung*, welche den **BAP (BEP)** während der Erstellung und der fortlaufenden Adaptierung überwacht, und diesen auch freigibt. Zusammenfassend ist die **BIM-Gesamtkoordination** damit für die operative Umsetzung der BIM-Ziele verantwortlich.

BIM-Fachkoordination (AN): Sie verifiziert fach-spezifische *openBIM*-Inhalte der eigenen Fachdisziplin in proaktiver Abstimmung mit den jeweils anderen **BIM-Fachkoordination**. Sie ist u.a. dafür verantwortlich, der **BIM-Gesamtkoordination** das Fachmodell in geprüfter Form zur Verfügung zu stellen (inkl. der Prüfberichte), auf sich bezogenen BCF-Kommentare zu verwalten, die Konformität von Fachmodell und Planunterlagen sicherzustellen, und modellbasierte Auswertungen (z.B. für die Kostenermittlung) aus dem eigenen Fachmodell vorzunehmen.

VDI 2552 Blatt 2 definiert zusätzlich noch die BIM-Organisationseinheiten BIM-Autor und BIM-Nutzer. Die Rolle BIM-Autor ist ein Projektmitglied, dass Modellinhalte erstellt und bearbeitet. Die Rolle BIM-Nutzer 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 Ansprechpartner:innen, das Aufzeigen von eindeutigen Entscheidungswegen (Verantwortung) und eine klare Aufgabenverteilung (Rollen, Befugnisse und Umfang jeder Aufgabe). Dies ist wichtig für ein gutes Informationsmanagement.

Für die Zusammenarbeit ist die Beurteilung der BIM-Kompetenz aller Projektbeteiligter im Laufe des Lebenszyklus erforderlich. Der Auftraggeber (Informationsbesteller) muss die BIM-Kompetenz (Qualifikation) der Projektbeteiligten analysieren. Die ISO 19650-1 nennt dies *die Überprüfung der Fähigkeit und Kapazität des Bereitstellungsteams. Der Informationsbesteller (meist AG) muss die Fähigkeit und Kapazität des (voraussichtlichen) Bereitstellungsteams (der Projektbeteiligten) überprüfen. Fähigkeit bezieht sich dabei auf die Befähigung, eine bestimmte Tätigkeit auszuführen (z.B. durch die notwendige Erfahrung, Kompetenz oder technische Ressource) und Kapazität bezieht sich auf die Fähigkeit, eine Leistung in der erforderlichen Zeit erbringen zu können.*

Die BIM-Kompetenz (Qualifikation) der Organisationseinheiten soll zu Projektbeginn durch die Abfrage der Kompetenzen sichergestellt werden. Die *BIM-Projektsteuerung* (BIM-Management) 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, potenzielle Kompetenzdefizite und Schulungsanforderungen zu ermitteln. Erst dann können die Projektverantwortlichkeiten festgelegt werden.

2.5.2 BIM-Regelwerke

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. Organisationhandbuch oder Projekthandbuch.

Die Anwendung der BIM-Regelwerke ist für Projekte jeder Größe und Komplexität sehr zu empfehlen, ungeachtet dessen, 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 (EIR)**) helfen Auftraggeber auch zu erkennen, welche Informationen zum Erreichen ihrer Projektziele notwendig sind.

⛔ Beispiele für derzeit etablierte und frei verfügbare BIM-Regelwerke sind **AIA (EIR)** und **BAP (BEP)** (siehe QR-Code) von bSAT.

Die einzelnen BIM-Regelwerke sind:
Asset-Informationsanforderungen AIR: Die AIR definiert die auf Basis des Datenmanagements langfristig gestellten Anforderungen an die Datenstruktur und Detailtiefe für den Betrieb des Bauwerks (Asset). Sie bestimmt die gültigen Informationsquellen für die Grundlagenermittlung. Die AIR wird projektunabhängig durch das BIM-Management des Betreibers erstellt und dient als unternehmensweite Grundlage zur Erstellung projektspezifischer *Austausch-Informationsanforderungen*.

Projekt-Informationsanforderung PIR: Die PIR beziehen sich auf die Anforderungen in der Bereitstellungsphase (Planung und Bau). Sie sind erforderlich, um auf die übergeordneten strategischen Ziele in Bezug auf ein konkretes Projekt zu reagieren.

Die AIR und die PIR bestimmen somit Inhalt, Struktur und Methodik des AIM bzw. des PIM (Projekt-Informationsmodell). Sowohl die AIR als auch die PIR liefern Input für die *Austausch-Informationsanforderungen* **AIA (EIR)**.

Austausch-Informationsanforderungen AIA (Exchange Information Requirements EIR): Die **AIA (EIR)** ist die konkrete Beschreibung der Informationsbedürfnisse eines Auftraggebers und somit als Anforderung für einen Auftragnehmer beschrieben. Sie legen gemäß

ISO 19650 die betriebswirtschaftlichen, kaufmännischen und technischen Aspekte der Projektinformationserstellung fest (bspw. Informationsstandards). Die technischen Aspekte der **AIA (EIR)** sollten dabei die detaillierten Informationen zur Erfüllung der PIR enthalten. Sie dient als Grundlage für den **BAP (BEP)** im jeweiligen Projekt. Die *Bauherr*-AIA beinhaltet insbesondere die BIM-Anforderungen, BIM-Prozesse, BIM-Leistungsbilder, einzuhaltenden Standards und BIM-Anwendungen, um die BIM-Ziele des Auftraggebers zu erreichen.

Gemäß ISO 19650 dienen die *Austausch-Informationsanforderungen AIA* (*Exchange Information Requirements EIR*) der Definition einer Bestellanforderung zum Informationsaustausch zwischen dem *Informationsbesteller* und dem *Informationsbereitsteller*. Der *Informationsbesteller* kann sich in einem Projekt auf mehreren Ebenen befinden: in der obersten Ebenen der *Bauherr* als Auftraggeber und dann auch die Planer oder Baufirmen (als Auftraggeber) gegenüber Subpartnern. Die Anforderungen können als *Regelwerk-Dokument* verstanden werden oder als *Anforderungen per se*.
Auf oberster Ebene sind dies die *Austausch-Informationsanforderungen* des (Gesamt-)*Auftraggebers*. In Österreich und Deutschland hat sich der Begriff »*Auftraggeber-Informationsanforderungen (AIA)*« für das Dokument etabliert. In der Schweiz werden die Begriffe der ISO 19650-Reihe verwendet; das Dokument wird als »*Exchange Information Requirements (EIR)*« bezeichnet.
Damit es nicht zu einer Verwechslung der *Austausch-Informationsanforderungen* (auf den verschiedenen Ebenen) kommt, wird im BIMcert Handbuch der Begriff »*Bauherr*-**AIA (EIR)**« verwendet, wenn das Dokument auf oberste Ebene des *Bauherrn* (AG) gemeint ist.

BIM-Abwicklungsplan **BAP (BIM Execution Plan BEP):** Nach ISO 19650-2 erläutert der **BAP (BEP)**, *wie die Aspekte des Informationsmanagements der Informationsbestellung vom Bereitstellungsteam durchgeführt werden*. Somit ist der **BAP (BEP)** ein Richtliniendokument, das die Grundlage einer BIM-basierten Zusammenarbeit definiert. Er legt die organisatorischen Strukturen und die Verantwortlichkeiten fest. Die Zuweisung von Rollen und Verantwortlichkeiten/Zuständigkeiten kann in einer Verantwortlichkeitsmatrix erfolgen. Der **BAP (BEP)** stellt den Rahmen für die BIM-Leistungen dar und definiert die Prozesse/Workflows und die Anforderungen an die Kollaboration der einzelnen Beteiligten (z.B. Zuständigkeiten). Die Modelle und Prozesse werden hierbei in Bezug auf Strukturen (z.B. Verortungsstruktur bzw. Modellstruktur), Elemente und Informationen vereinheitlicht. Der **BAP (BEP)** legt weiterhin die projektbezogenen Ausprägungen fest und definiert das Maß der Informations- und Detaillierungstiefe sowie deren Qualitäten. Er wird vom

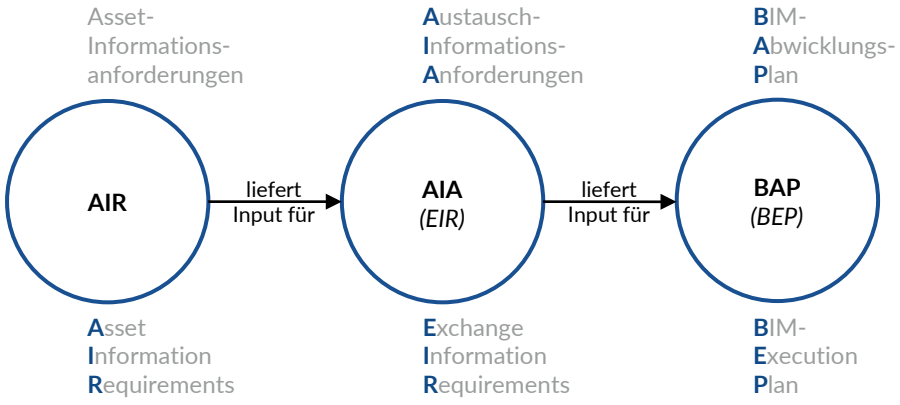


Abb. 2.16: Einfluss von AIR auf AIA (EIR) und auf BAP (BEP)

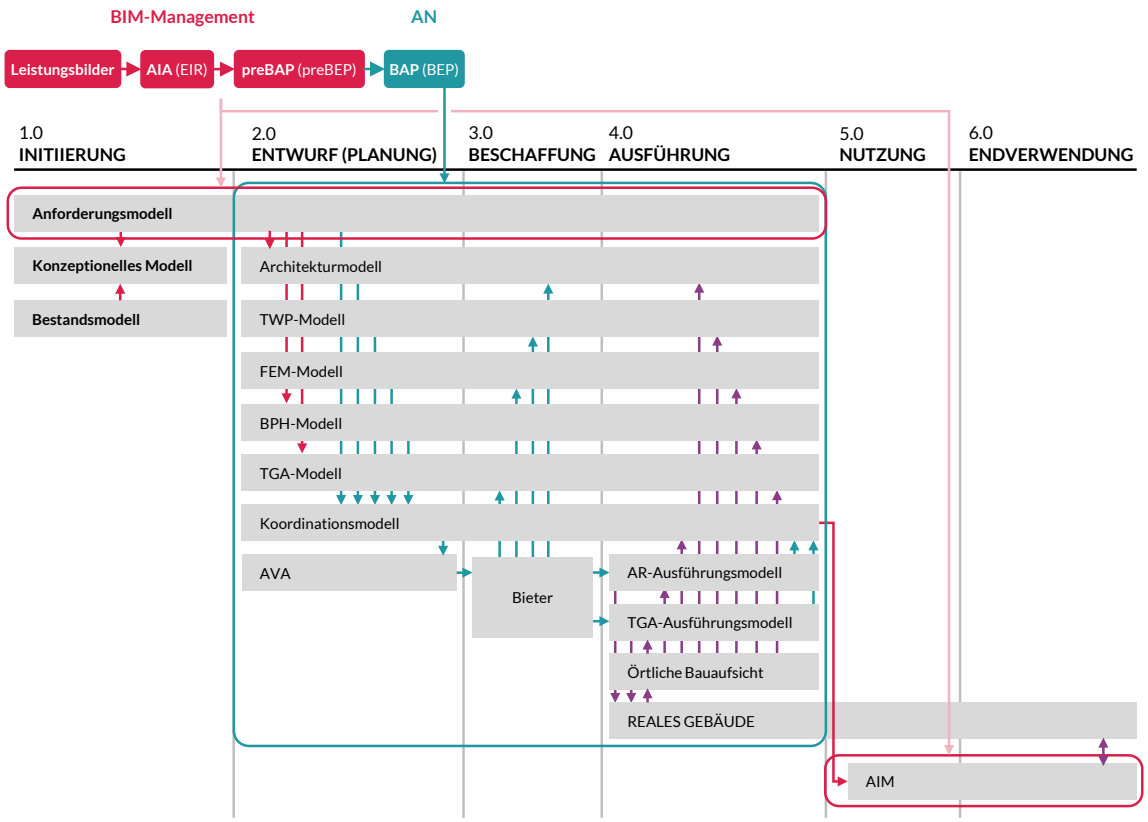


Abb. 2.17: Entwicklung der Modelle im Zuge der Phasen eines Bauwerks (Phasen lt. EN 16310)

Projektteam erstellt und im Laufe eines Projekts fortgeschrieben (Verantwortung bei der **BIM-Gesamtkoordination**, dem federführenden Informationsbereitsteller). Änderungen bedürfen der Zustimmung des Projektteams (z.B. mittels der einzelnen BIM-Fachkoordinationen). Ein gut erstellter **BAP (BEP)** verbessert den Planungsprozess und die Kommunikation im Projektteam. Der **BAP (BEP)** sollte Vertragsbestandteil zwischen Auftraggeber und Projektteilnehmern werden. Als AG-Vorgabe für den **BAP (BEP)** dient einerseits die **AIA (EIR)** sowie ein eventuell bereitgestellter **preBAP (preBEP)**, der einem projektspezifischen Muster-BAP (BEP) entspricht, die Vorgaben aus *Bauherr*-**AIA (EIR)** präzisiert und die vorgegebene Struktur enthält.

Hierarchisch betrachtet stehen die AIR über den **AIA (EIR)** – deren Anforderungen fließen in die **AIA (EIR)** ein. Die **AIA (EIR)** konkretisiert über die AIR hinaus die Informationsanforderungen des Auftraggebers. Der **BAP (BEP)** beinhaltet auf Basis der **AIA (EIR)** auch die Anforderungen der AIR und dient als konkretes Projekt-Regelwerk. Der **BAP (BEP)** ist in BIM-Projekten von Planungsbeginn an bis zur Baufertigstellung bzw. Übergabe an den Betrieb anzuwenden und wird während des Projekts fortgeschrieben.

Die Themenbereiche der **AIA (EIR)** und des **BAP (BEP)** sind u.a.:

- **Projektinformation:** Zusammenfassung der inhaltlichen Vorgaben des Auftraggebers (z.B. Zeitpunkte/Meilensteine zur Informationsübermittlung).
- **Allgemeine Vorgaben:** Zusammenfassung der normativen Vorgaben des Auftraggebers(z.B. einzuhaltende Standards und Leitfäden, geforderte Dateiformate inkl. Versionierung).
- **Modellspezifische Vorgaben:** Definition von Modellstruktur und der vorgesehenen Entwicklungsstufen.

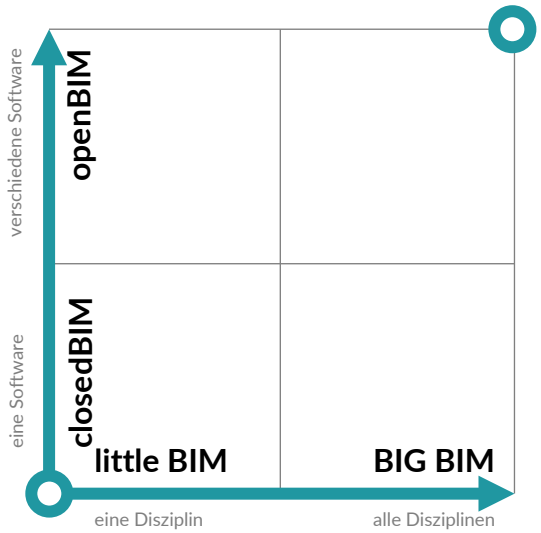
- **Projektorganisation:** Definition der Organisationsebenen und dazugehörigen Leistungsbilder (Zuständigkeiten).
- **Anwendungsfälle:** Vorgaben zur Nutzung der Modelldaten wie bspw. die einheitliche Modellprüfung oder Kostenermittlung.
- **Anhänge:** zur vertieften Beschreibung einzelner Aspekte (z.B. technische Richtlinien wie LOG- und LOI-Definitionen).

Dabei ist darauf zu achten: Die **AIA (EIR)** definiert die Inhalte der Themenbereiche generisch vor und der **BAP (BEP)** formuliert diese Vorgaben aus. So enthält der **BAP (BEP)** (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 (BEP)** definiert damit auch die Qualitätskontrolle. Zu Projektbeginn sollte eine Erhebung mit allen wesentlichen Projektbeteiligten zum **AIA (EIR)** und **BAP (BEP)** abgehalten werden. In diesem werden Inhalte und Umfang der Aufgaben erläutert und abgestimmt. Eine solche Erhebung fördert die erfolgreiche Zusammenarbeit im Projekt. Ebenso kann in der Erhebung der Wissensstand der Beteiligten zu den Themenbereichen eines *openBIM*-Projekts durch die *BIM-Projektsteuerung* geprüft werden.

2.5.3 openBIM-Zusammenarbeit

Die Entwicklungsstufen von BIM geben dahingehend eine klare Einstufung ab (siehe Abb. 2.18). Die freie Wahl der Software unterstützt den Einsatz der geeignetsten Software für die jeweilige Aufgabenstellung (best-practice). 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 (lesbare Textdateien, Nachhaltigkeit durch ISO-Zertifizierung von IFC und IDM) und
- Unabhängigkeit von software-spezifischen Modellinformationen (Transparenz).



little BIM: BIM-Insel, BIM-Einsatz nur in vereinzelten 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

Abb. 2.18: Entwicklungsstufen von BIM

Die Anwendung der *openBIM*-Methode wird auch durch die Standardisierung/Normierung gefördert. So schaffen nationale Normen zusätzlich Grundlagen für einen umfassenden, einheitlichen, produktneutralen, systematisierten Austausch von grafischen Daten und den zugehörigen Sachdaten auf Basis von IFC und bSDD.

Der **BAP (BEP)** 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.

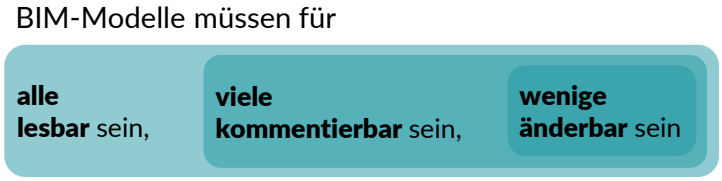


Abb. 2.19: Anforderung an BIM-Modelle

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.

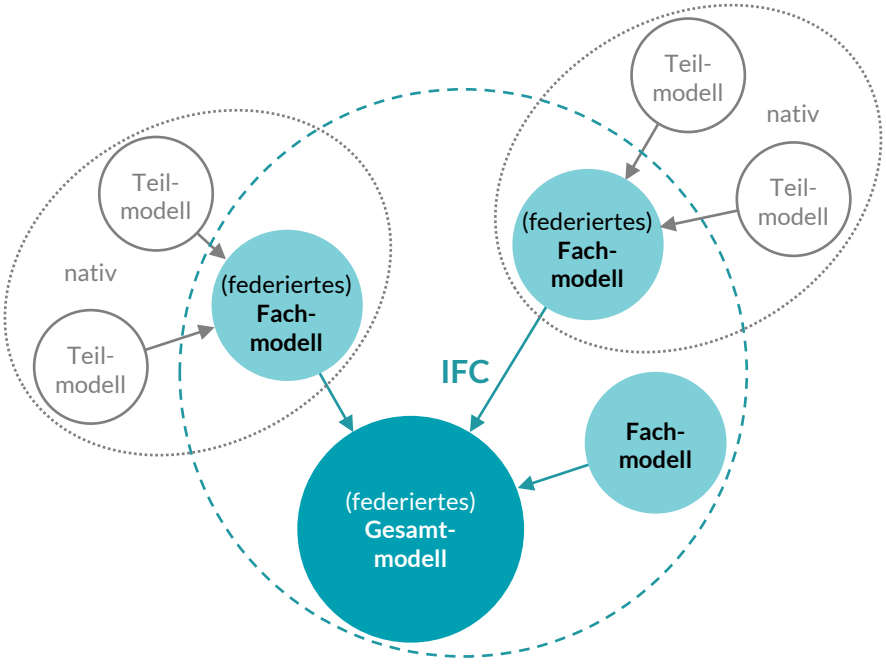


Abb. 2.20: Mögliche Zusammenarbeit in einem openBIM-Projekt

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).

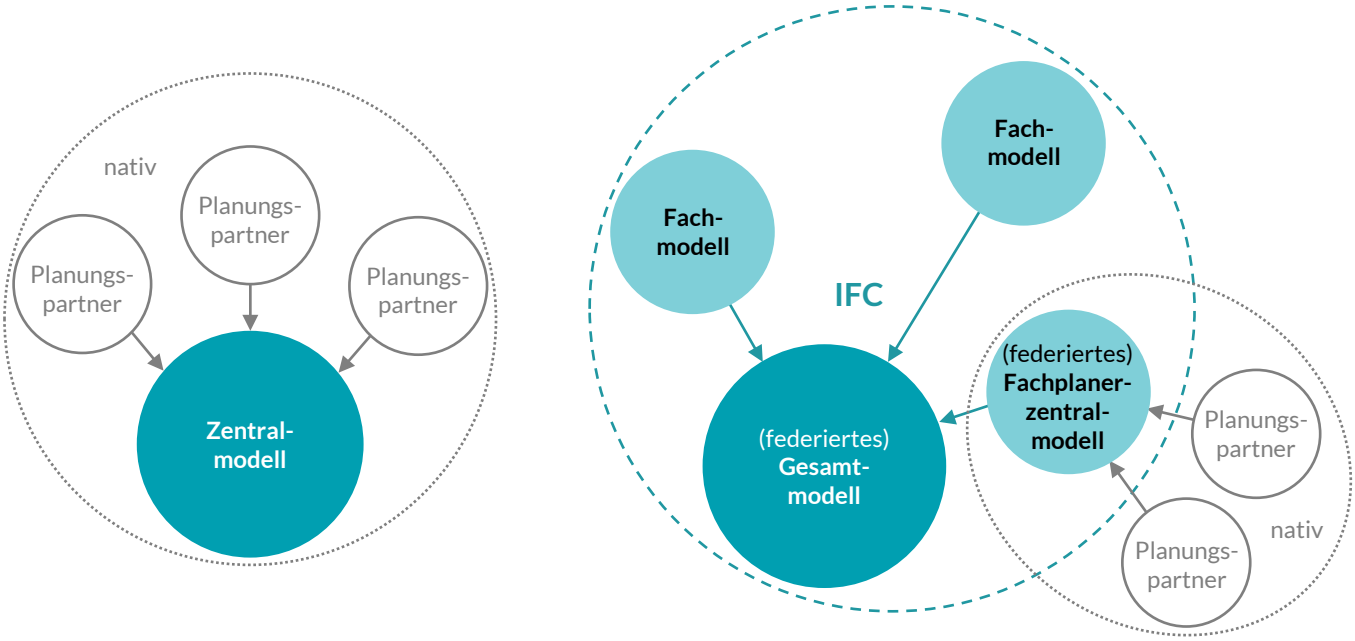


Abb. 2.21: Mögliche Zusammenarbeit in einem closedBIM-Projekt (links) bzw. in einer Mischform von closedBIM und openBIM

3 Vertiefendes Wissen

Dieses Kapitel liefert einen vertieften Einblick in diverse, von buildingSMART entwickelte *openBIM*-Standards. Diese neuen *openBIM*-Begriffe – vor allem die Abkürzungen – sind gerade für Neueinsteiger eine große Herausforderung. Ein fundiertes Verständnis dieser Begriffe ist für einen umfangreichen Einsatz von *openBIM* essenziell. Die Inhalte dieses Kapitels bieten das Fundament für die Beschreibungen der *openBIM*-Projektdurchführung in Kapitel 4.

Abb. 3.1 und Abb. 3.2 setzen die Begriffe in Kontext. Im Gegensatz zur Übersichtsabbildung in Kapitel 4 wird dafür nicht der gesamte *openBIM*-Prozess innerhalb eines Projekts dargestellt, sondern nur aus der Sicht der Modellerstellung. Für vertiefende Informationen wird auf die einzelnen Abschnitte verwiesen.

Das Fachplanungsbüro erhält die Modellanforderung (u.a. LOIN, Abschnitt 3.6) durch den *BIM-Abwicklungsplan* (BAP) und beginnt diese in ihrer jeweiligen nativen Software umzusetzen. Bevor mit der eigentlichen Fachmodellerstellung gestartet wird, werden im *ersten Schritt* die neuen Klassifikationen (wenn es die Softwarerichtlinie erlaubt) und die notwendigen Merkmale in der Software angelegt. Im *zweiten Schritt* werden diese (für den IFC-Export) noch mit dem IFC-Datenschema bzw. MVD (Abschnitt 3.2 und Abschnitt 3.3) gemappt. Anschließend startet die Fachmodellerstellung entsprechend des Modellierleitfaden (Abschnitt 3.1.3). Die Modelle übermittelt das Büro mittels IFC und kommuniziert dabei über BCF (Abschnitt 3.4). Der gesamte Informationsaustausch erfolgt über eine *Common Data Environment* (Abschnitt 3.5). Das beschriebene Mapping muss von jedem Projektbeteiligten manuell in die jeweilige native Software durchgeführt werden; dies ist wenig effizient und fehleranfällig.

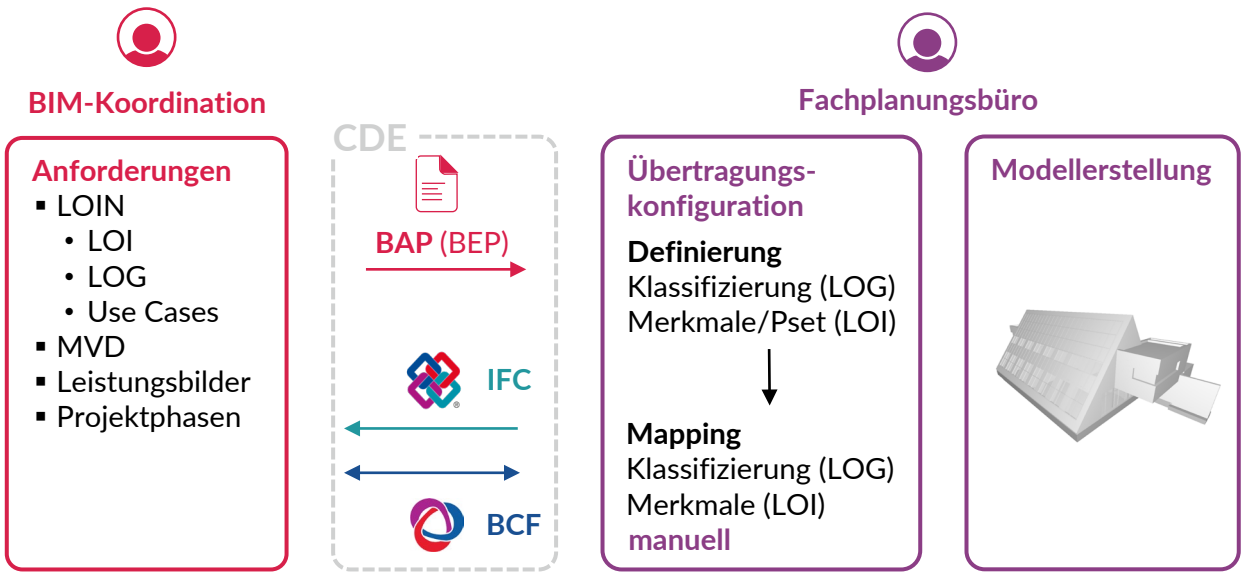


Abb. 3.1: Manuelle Verwaltung von Merkmalen und Klassifizierungen

Eine verbesserte Methode bietet die Verwendung eines Datenstrukturwerkzeugs (Abschnitt 2.3.3), durch das die Definition und das Mapping von Klassifikationen und Merkmalen / *Property Set* (Abschnitt 3.2.3) zentral für mehrere Software-Produkte und das IFC-Datenschema bzw. MVD (Abschnitt 3.2 und Abschnitt 3.3) erfolgt. Diese werden gleichzeitig mit den Leistungsbildern (Abschnitt 2.5), Projektphasen und *Use Cases* (Kapitel 4) in einer Datenbank verknüpft. Außerdem können Klassifikationen und Merkmale aus dem bSDD (Abschnitt 3.8) direkt mittels einer API eingebunden werden. Das Ergebnis sind softwarespezifische Vorlagen oder der IDS-Standard (Abschnitt 3.7), welche direkt in die Software importiert werden können, wenn die Software den Standard unterstützt. Die manuelle Eingabe in der Modellier- oder Prüfsoftware entfällt. Wer diese Tätigkeiten im Datenstrukturwerkzeug durchführt, hängt vom jeweiligen Projekt und Organisation ab, da das Datenstrukturwerkzeug zentral vom Auftraggeber beigestellt werden kann und/oder jede:r Akteur:in verwendet sein eigenes Datenstrukturwerkzeug.

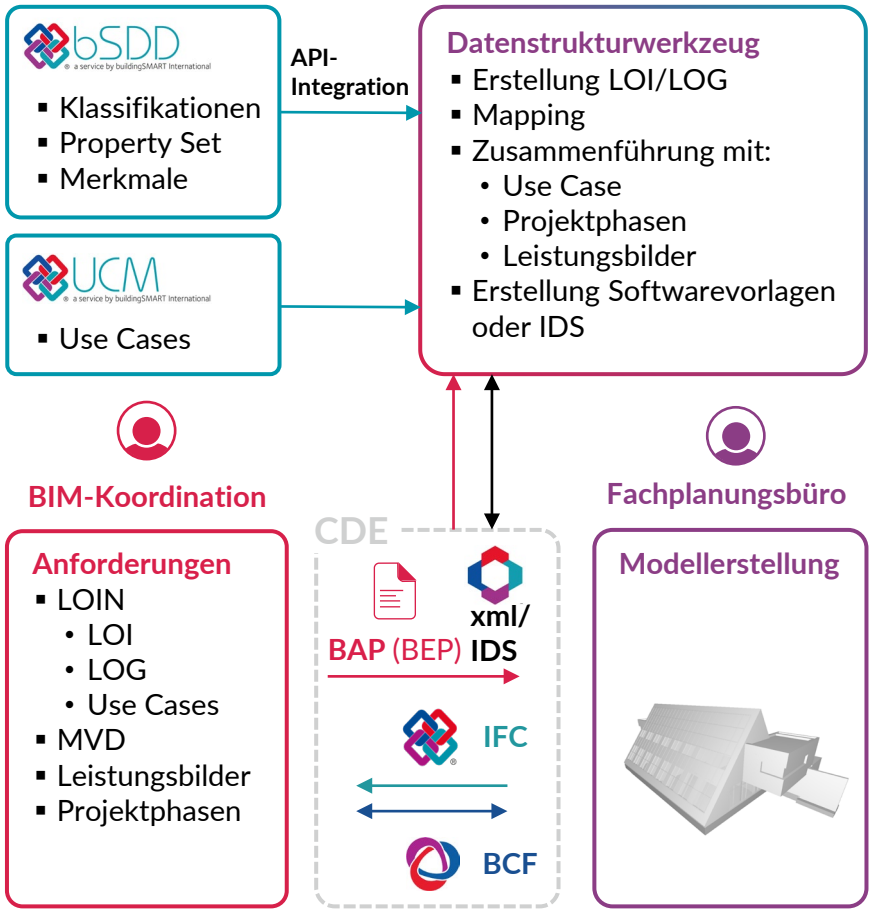


Abb. 3.2: Verwendung von Datenstrukturwerkzeug zur Verwaltung von Modellinformationsanforderungen

Einige Quellen und Literaturempfehlungen zu Kapitel 3

Borrmann A., König M., Koch C. und Beetz J. (Hrsg.): »*Building Information Modeling: Technologische Grundlagen und industrielle Praxis*«. Zweite, aktualisierte Auflage, Springer Fachmedien, Wiesbaden, 2021, ISBN: 978-3-658-33361-4 (siehe QR-Code)

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 2024, siehe QR-Code)

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 (siehe QR-Code)

3.1 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 mit zusätzlichen Standards erweitert und in Kontext zueinander gesetzt.

Abb. 3.3 zeigt in zeitlicher Abfolge die Abhängigkeiten der verschiedenen Normen. Grundlage für die Verwendung von *openBIM* bildet die herstellerneutrale Datenstruktur IFC4, die von bSI entwickelt und erstmals 2013 als ISO-Standard ISO 16739 »Industry Foundation Classes (IFC) für den Datenaustausch in der Bauindustrie und im Anlagenmanagement« zertifiziert wurde (seit 2018: ISO 16739-1). 2024 wird die ISO 16739-1 aktualisiert und beinhaltet nun IFC4.3.

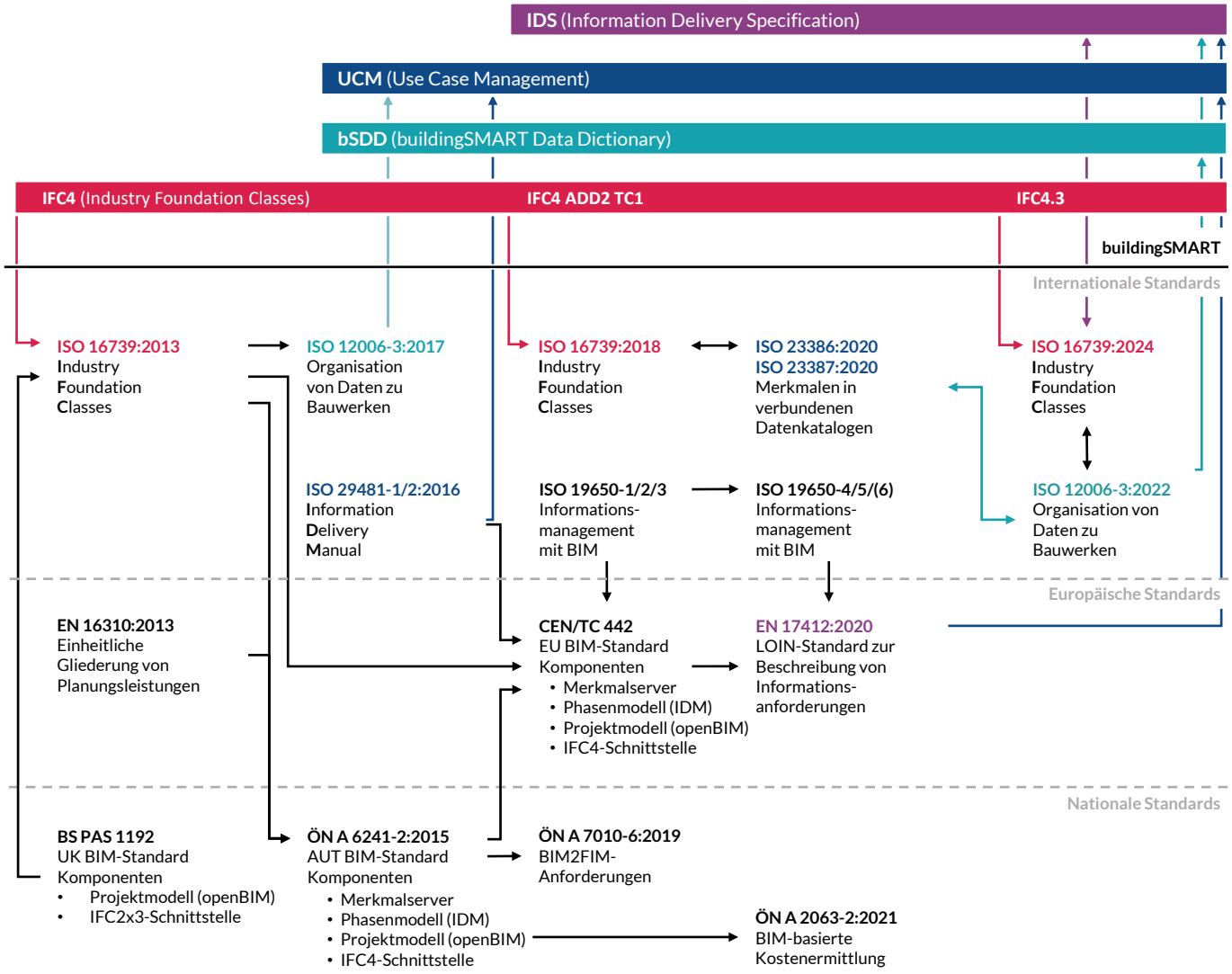


Abb. 3.3: Überblick über die Standardisierung und Normierung

IFC bildet die Datenstruktur für den Austausch von geometrischen und nicht-geometrischen (alphanumerischen) Informationen. Diese alphanumerischen Informationen werden vor allem über IfcPropertySet transportiert. Standard-IfcPropertySet-Definitionen sind in der ISO 16739-1 enthalten. buildingSMART stellt diese zusätzlich als separate Vorgabe zu Verfügung. Sie werden im internationalen *Property Server* bSDD verwaltet, der auf der ISO 12006-3 »Organisation von Daten zu Bauwerken« basiert. Die ISO 23387definiert das Zusammenspiel aus IFC, bSDD und digitalen Produktdaten (Data Sheet) – deren Zusammensetzung wird wiederum durch die ISO 23386 definiert.

Nachdem nun die Informationsstruktur standardisiert ist, stellt sich die Frage: In welcher Form sollen die Daten von der Software ausgegeben werden? Dies wird anhand von Model View Definition (MVD) definiert, womit die Software 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 »Information Delivery Manual« zertifiziert. Die Model View Definition definiert die Anforderungen an den IFC-Übersetzer der jeweiligen Software. Der nächste Schritt nach der Standardisierung der Datenstruktur und des Datenaustausches ist die Standardisierung des Informationsmanagement mit BIM in den Normen ISO 19650-1/2/3. Die ISO 23387 definiert das Zusammenspiel aus IFC, bSDD und digitalen Produktdaten (*DataTemplates*) – deren Zusammensetzung wird wiederum durch die ISO 23386 definiert.

Abb. 3.3 stellt auch den Einfluss der IFC4-Standardisierung und der Standardisierung einer einheitlichen Gliederung von Planungsleistung in der EN 16310 auf die nationale BIM-Normen dar, beispielsweise die ÖNORM A 6241-2. Die EN 16310 beeinflusste auch die europäische Arbeitsgruppe für BIM »CEN/TC 442«, welche die Entwicklung eines harmonisierten europäischen *openBIM*-Standards anstrebt. Mit der EN 17412-1 wurde vom CEN/TC 442 bereits die (oben erwähnte) einheitliche LOIN-Definition publiziert. Die Veröffentlichungen des CEN/TC 442 haben, im Gegensatz zu diversen nationalen BIM-Standards, eine deutlich gesteigerte Bedeutung für die Software-Industrie, da sie die Anforderungen eines wesentlich größeren Markts repräsentieren.

3.1.1 Internationale Normen

ISO 16739:2013, ISO 16739-1:2018/2024

Als unabhängiger Verein entwickelt bSI eigene Standards. Der bekannteste ist IFC, der einen softwareübergreifenden Austausch von Modellinformationen ermöglicht. Die Version IFC4 wurde im März 2013 offiziell als ISO 16739 veröffentlicht und wird laufend weiterentwickelt. Seit 2024 ist IFC4.3 ebenfalls ein ISO-Standard.

ISO 12006-3:2022

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 lediglich ein eindeutiger Identifikationscode maßgeblich. Durch das Anhängen von Labels in mehreren Sprachen an dasselbe Konzept entsteht ein mehrsprachiges Wörterbuch.

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

ISO 19650-1/2/3/4/5(/6)
Die ISO 19650-1/2/3/4/5/6 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. Teil 4 beschreibt den Informationsaustausch und Teil 5 die Spezifikation für Sicherheitsbelange von BIM, der digitalisierten Bauwerke und des smarten Assetmanagements.

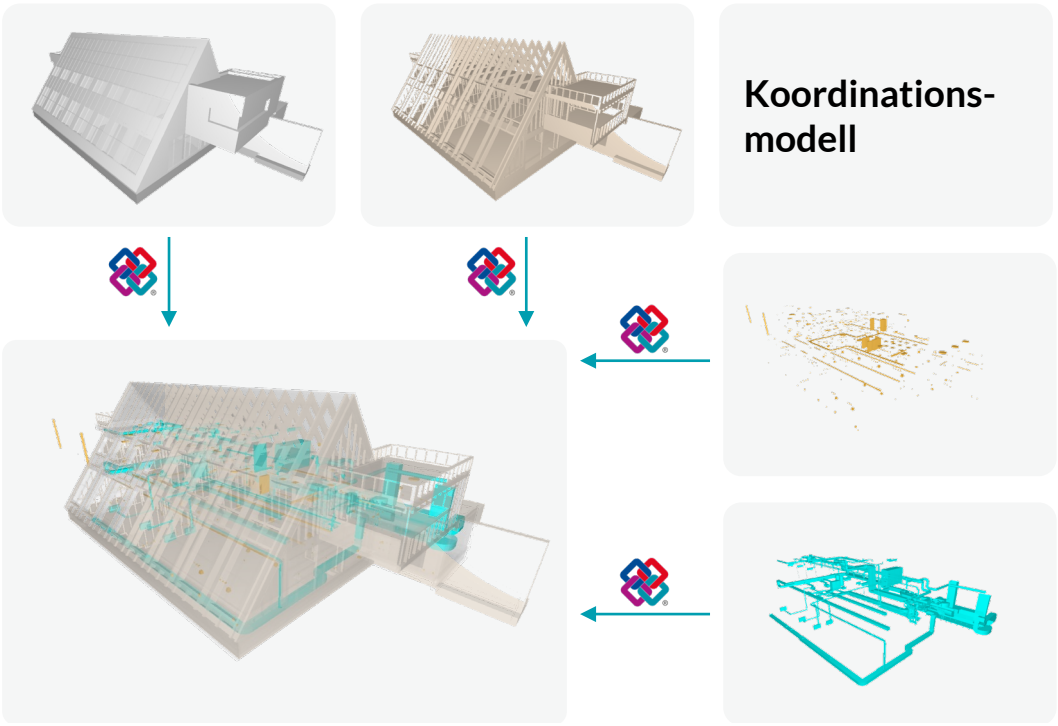


Abb. 3.4: Austausch von Fachmodellen = Federierte Modelle

3.1.2 Europäische Normen

Im Jahr 2015 wurde auf europäischer Ebene das Normungsgremium CEN/TC 442 »Building Information Modeling (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«
- »Exchange Information«
- »Information delivery specification«
- »Data dictionary«

EN 17412-1
Die EN 17412-1 ist eine europäische Norm, die sich mit der Informationsbedarfstiefe (Level of Information Need (LOIN)) des Building Information Modeling (BIM) befasst. Sie legt die Konzepte und Prinzipien für die Festlegung des Informationsbedarfs und die Informationslieferungen unter Verwendung von BIM fest. Diese Norm ist wichtig für die Definition des Detailgrads und des Umfangs der erforderlichen Informationen auf Basis von Anwendungsfälle, die während des gesamten Lebenszyklus von Bauwerken ausgetauscht und geliefert werden (siehe Abschnitt 3.6).

EN 16310:2013
Auf europäischer Ebene kam im Jahr 2013 die EN 16310 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 mehrere Abschnitte unterteilt, die in Unterabschnitte untergliedert sind (siehe Abb. 3.5). Diese Phasen werden in Kapitel 4 (Abb. 4.3 und Abb. 4.4) mit Phasen aus anderen Ländern und Normen in Verbindung gesetzt.

		Stages	Sub Stages
Before use stage	Product stage	**0. Initiative**	0.1 Market study 0.2 Business case
		1. Initiation	1.1 Project initiation 1.2 Feasibility study 1.3 Project definition
		2. Design	2.1 Conceptual design 2.2 Preliminary design and developed design (B&I) 2.3 Technical design or FEED 2.4 Detailed engineering
		3. Procurement (IF)	3.1 Procurement 3.2 Construction contracting
	Construction stage	**4. Construction**	4.1 Pre-construction 4.2 Construction 4.3 Commissioning 4.4 Hand over 4.5 Regulatory approval
Use stage		**5. Use**	5.1 Operation 5.2 Maintenance
End-of-life stage		**6. End-of-life**	6.1 Revamping 6.2 Dismantling

from EN 16310:2013

Abb. 3.5: Phasen eines Projekts/Assets nach EN 16310

3.1.3 Normen aus Österreich

ÖNORM A 6241-2

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

- ÖNORM A 6241-1:2015 »Digitale Bauwerksdokumentation – Teil 1: CAD- Datenstruktur und Building Information Modeling (BIM) – Level 2«
- ÖNORM A 6241-2:2015 »Digitale Bauwerksdokumentation – Teil 2: Building Information Modeling (BIM) – Level 3-iBIM«

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 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. Abschnitt 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 (ISO 19650: Projektinformationsmodell). Ein Projektmodell wird auf Basis der Anforderung des Auftraggebers (AIA) erstellt. Dieses Projektmodell besteht aus Teilmodellen (Fachmodellen), die in Untermodelle aufgeteilt werden kann (siehe Abb. 3.6).

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.

Für den Ausschreibung und Vergabeprozess 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 Werkvertragsnormen – wenn

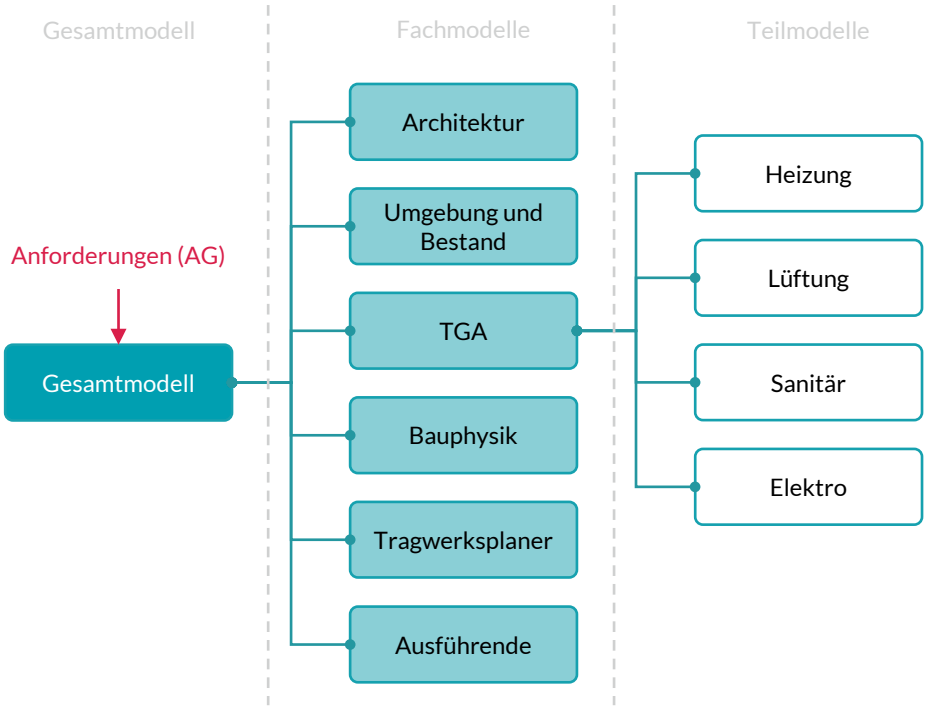


Abb. 3.6: Darstellung des Projektmodells

es vertraglich zuvor vereinbart wird. Der Begriff der *Dimension* wird ebenfalls in ÖNORM A 6241-1 eingeführt. Dieser soll den Umgang mit dem virtuellen Gebäudemodelldaten 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/Simulierung der Bauzeitplanung.
- **5D – Kosten:** Mithilfe der Standardisierten Leistungsbeschreibungen gemäß ÖNORM A 2063 erfolgt die teilautomatische Ermittlung der Mengen und Kosten. ÖNORM A 6241-1 weist dabei ausdrücklich darauf hin, dass die Mengenermittlung nicht nach Werkvertragsnormen erfolgen muss. Bei Vereinbarung zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer kann die Mengenermittlung gemäß Modell erfolgen.
- **6D – Nachhaltigkeit:** Auf Basis der Modellinformationen erfolgt eine Bewertung hinsichtlich umweltbezogener, sozialer und ökonomischer Themen.

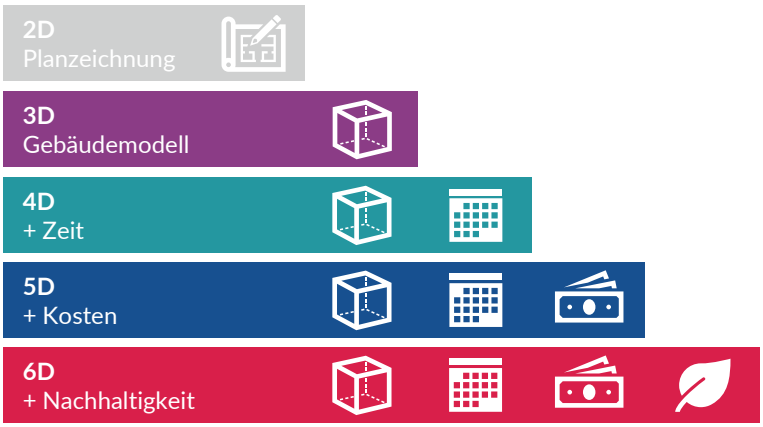


Abb. 3.7: Darstellung der Dimensionen gemäß ÖNORM 6241-2

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

Der letzte Abschnitt 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.

ÖNORM A 7010-6
Die ÖNORM 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 ÖNORM A 6241-3.

ÖNORM A 2063-2
Die ÖNORM A 2063-2 ist eine technische Norm, die sich mit dem Austausch von Daten in elektronischer Form für die Phasen Ausschreibung, Vergabe und Abrechnung (AVA) befasst, insbesondere unter Berücksichtigung der Planungsmethode Building Information Modeling (BIM). Diese Norm legt den Aufbau von Datenstrukturen fest, die automationsunterstützt zwischen verschiedenen Beteiligten im Bauprozess ausgetauscht werden. Die ÖNORM A 2063-2 deckt spezifische Bereiche ab, wie z.B. Elementliste (AVA-Elemente) und Parameterliste. Die Elementliste dient dabei als Verbindung zwischen den Leistungspositionen und dem IFC-Modell.

3.1.4 Normen aus der Schweiz

Zum jetzigen Zeitpunkt (Frühjahr 2024) sind in der Schweiz folgende Normen im Zusammenhang mit der Anwendung der BIM-Methode verfügbar:

SIA 2014 – CAD-Datenaustausch – Layerstruktur und Layerschlüssel
CAD-Daten in standardisierter Form strukturieren und austauschen zu können

SIA 4013 – Wegleitung CAD-Datenaustausch – Organisation und Planung
Aufbau einer Regelung für den CAD-Datenaustausch im sogenannten CAD-Projekthandbuch.

SIA 405 – Geodaten zu Ver- und Entsorgungsleitungen
Grundlage für die Ableitung eines medienübergreifenden Leitungskatasters aus verschiedenen Werkinformationen der einzelnen Werkinformationsmodelle.

SIA 4008 – Leitungskataster – Wegleitung zur Norm SIA 405
Die Wegleitung dient als Anwendungshilfe für die Norm und enthält zusätzliche thematische Erläuterungen.

SN EN ISO 19650
Die nachfolgenden Normen beinhalten die Organisation und Digitalisierung von Informationen zu Bauwerken und Ingenieurleistungen, einschließlich Bauwerksinformationsmodellierung (BIM) – (Informationsmanagement mit BIM):

- SN EN ISO 19650-1:2018: Teil 1: Konzepte und Grundsätze
- SN EN ISO 19650-2:2018: Teil 2: Planungs-, Bau- und Inbetriebnahmephase
- SN EN ISO 19650-3:2020: Teil 3: Betriebsphase der Assets
- SN EN ISO 19650-4:2022: Teil 4: Informationsaustausch (ISO 19650-4:2022)
- SN EN ISO 19650-5:2020: Teil 5: Spezifikation für Sicherheitsbelange von BIM, der digitalisierten Bauwerke und des smarten Assetmanagements

3.1.5 Normen aus Deutschland

Der Verein Deutscher Ingenieure e.V. (VDI) gibt zahlreiche Richtlinien zum Thema BIM heraus:

VDI 2552 Blatt 1 (2020) »Building Information Modeling — Grundlagen«
VDI 2552 Blatt 2 (2022) »Building Information Modeling — Begriffe«
VDI 2552 Blatt 3 (2018) »Building Information Modeling — Modellbezogene Mengenermittlung zur Kostenplanung, Terminplanung, Vergabe und Abrechnung«
VDI 2552 Blatt 4 (2020) »Building Information Modeling — Anforderungen an den Datenaustausch«
VDI 2552 Blatt 5 (2018) »Building Information Modeling — Datenmanagement«
VDI 2552 Blatt 6 (2023) »Building Information Modeling — Betrieb«
VDI 2552 Blatt 7 (2020) »Building Information Modeling — Prozesse«
VDI/bS-MT 2552 Blatt 8.1 (2019) »Building Information Modeling — Qualifikationen — Basiskenntnisse«
VDI/bS-MT 2552 Blatt 8.2 (2022) »Building Information Modeling — Qualifikationen — Vertiefende Kenntnisse«
VDI/bS-MT 2552 Blatt 8.3 (2022) »Building Information Modeling — Qualifikationen — Fertigkeiten«
VDI 2552 Blatt 9 (2022) »Building Information Modeling — Klassifikationssysteme«
VDI 2552 Blatt 10 (2021) »Building Information Modeling — Auftraggeber-Informations-Anforderungen (AIA) und BIM-Abwicklungspläne (BAP)«
VDI/bS 2552 Blatt 11.1 (2021) »Building Information Modeling — Informationsaustauschforderungen zu BIM-Anwendungsfällen«
VDI/bS 2552 Blatt 11.2 (2022) »Building Information Modeling — Informationsaustauschforderungen — Schlitz- und Durchbruchsplanung«
VDI/bS 2552 Blatt 11.3 (2020) »Building Information Modeling — Informationsaustauschforderungen — Schalungs- und Gerüsttechnik (Ortbetonbauweise)«
VDI/bS 2552 Blatt 11.5 (2023) »Building Information Modeling — Informationsaustauschforderungen — Aufzugstechnik«
VDI/bS-EE 2552 Blatt 11.8 (2023) »Building Information Modeling — Informationsaustauschforderungen — Fabrikplanung«
VDI/DIN-EE 2552 Blatt 12.1 (2020) »Building Information Modeling — Struktur zu Beschreibung von BIM-Anwendungsfällen«

3.2 IFC – Industry Foundation Classes



Dieser Abschnitt beschreibt detailliert den Aufbau von IFC – einer essenziellen Grundlage für den Austausch von digitalen Bauwerksinformationen. Industry Foundation Classes (IFC) ist ein offener internationaler Standard für den Austausch von Building Information Modeling (BIM)-Daten. IFC bildet die Grundlage für die Anwendung von *openBIM*. Der Standard umfasst standardsierte Deklarationen sowie Merkmale für Elemente, die zur Beschreibung von Bauwerken und deren dazugehörigen technischen Ausrüstung über ihren gesamten Lebenszyklus notwendig sind. Zusätzlich wurde mit IFC4.3 der Umfang der Datendefinitionen auf Verkehrsinfrastrukturanlagen (Straße und Schiene) erweitert.

IFC spezifiziert ein Datenschema und gleichzeitig ein Dateiformat. Es ist in der ISO 16739-1 standardisiert und umfasst:

- IFC-Datenschema,
- Dokumentation (HTML-Text, siehe QR-Code),
- Definitionen von/für *Property Sets* und *Quantity Sets* sowie
- Mechanismen zum Austausch und zur Serialisierung von Dateien (= Schemata wie EXPRESS und XSD zur Speicherung der Daten in Dateien).

Dieser Abschnitt beginnt mit einer Unterscheidung zwischen dem Datenschema, dem Dateiformat und der eigentlichen Datei - diese Einführung legt die Grundlage für das tiefere Verständnis der nachfolgenden Inhalte. Anschließend wird die Architektur des Datenschemas beschrieben, wobei insbesondere die grundlegenden Modellierungskonzepte wie konzeptionelle Schichten (*Layers*), Vererbungshierarchien und *Domains* thematisiert werden. Basierend auf diesem Verständnis folgt eine genaue Beschreibung des Aufbaus einer IFC-Datei anhand einer STEP-Datei gemäß dem IFC-Datenschema. Hierbei werden die verschiedenen *Entities*, die Verortung von Bauwerken, die Darstellung von Beziehungen und die Verwendung von *Properties* erörtert. Ziel ist es, ein ganzheitliches Bild der strukturierten und systematischen Organisation und Anwendung des IFC-Datenschemas zu vermitteln.

3.2.1 Überblick Datenschema, Dateiformat und Datei

IFC ist sowohl ein Datenschema als auch ein Dateiformat (.ifc), welches zur Übertragung von Bauwerksdaten verwendet wird. Obwohl es sich um zwei verschiedene Begriffe handelt, werden diese in der Praxis oft miteinander verwechselt. In diesem Abschnitt werden die Unterschiede zwischen ihnen erläutert. Eine detaillierte Beschreibung des Datenschemas und des Dateiformats finden Sie in Abschnitt 3.2.2 und Abschnitt 3.2.3. Ein Datenschema ist eine formale Beschreibung der Struktur von Daten. IFC als Datenschema definiert eine Struktur sowohl für geometrische als auch alphanumerische Informationen. Man kann es sich wie »Blaupausen« für verschiedene Element-*Entities* (z.B. IfcWall, IfcSite usw.) vorstellen, die sowohl geometrische als auch textbasierte Eigenschaften haben. Das Schema enthält auch die Beziehungen (*Relation*) zwischen den *Entities*. Die textliche Beschreibung des Datenschemas ist von buildingSMART dokumentiert. Diese komplette Dokumentation (HTML) ist ebenfalls Teil der ISO 16739-1.

Der Import und Export von IFC-Dateien in einer BIM-Applikation umfasst in der Regel nicht das gesamte ISO-genormte IFC-Datenschema. Das IFC-Schema ist so flexibel gestaltet, dass es viele verschiedene Konfigurationen ermöglicht. Zum Beispiel kann eine Wand unterschiedlich dargestellt werden: als ein Liniensegment zwischen zwei Punkten

oder als 3D-Geometrie für die Visualisierung und Analyse (z.B. extrudierte Körper oder triangulierte Flächen). Die Fähigkeiten einer BIM-Applikation bezüglich des IFC-Datenschemas werden durch sogenannte Modell-Ansichtsdefinitionen geregelt (Model View Definitions, kurz MVD, siehe Abschnitt 3.3). MVD spezifizieren und reduzieren somit das Datenschema entsprechend den jeweiligen Anforderungen von Austauschszenarien.

BIM-Anwender:innen kommen in der Regel mit IFC-Dateien in Berührung, wenn sie Modelle als IFC exportieren, importieren oder überprüfen. Diese IFC-Dateien sind entsprechend dem jeweiligen Dateiformat aufgebaut und die enthaltenen *Entities* sind gemäß dem IFC-Datenschema definiert. Der IFC-Standard basiert auf mehreren existierenden Technologien (siehe Abschnitt 1.2), daher sind im Definitionsumfang von IFC verschiedene zugrundeliegende Datenmodellierungssprachen und anwendbare Dateiformate beschrieben. Das mit Abstand gängigste Dateiformat ist das STEP Physical File gemäß ISO 10303-21. Die Dateiendung lautet .ifc – diese kann auch mit einem üblichen Texteditor geöffnet und gelesen werden. Der Aufbau wird durch die Datenmodellierungssprache EXPRESS beschrieben, 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 IFC4.3-Datenschemas finden sich Abbildungen mittels EXPRESS-G. Für den Austausch von konkreten Modelldaten werden verschiedene Dateiformate angeboten. Das STEP Physical File ist auch in einer komprimierten Version verfügbar, die eine IFC-Datei mittels eines ZIP-Containers komprimiert. Die Dateiendung lautet in diesem Fall .ifczip. Weitere Optionen sind die Nutzung von XML-Instanzen (Endung .ifcXML). Die Struktur der XML-Datei wird als XML Schema Definition (kurz XSD) festgelegt. Sämtliche Dateiformate basieren jedoch auf dem gleichen IFC-Datenschema, die Darstellung der Daten ist natürlich vom jeweiligen Dateiformat abhängig.

Zusammengefasst beschreibt das IFC-Datenschema generell die Struktur und die Beziehung von geometrischen und alphanumerischen Daten sowie deren Semantik. Es umfasst standardisierte Deklarationen (Element-*Entities* – z.B. IfcWall, IfcBuilding) sowie

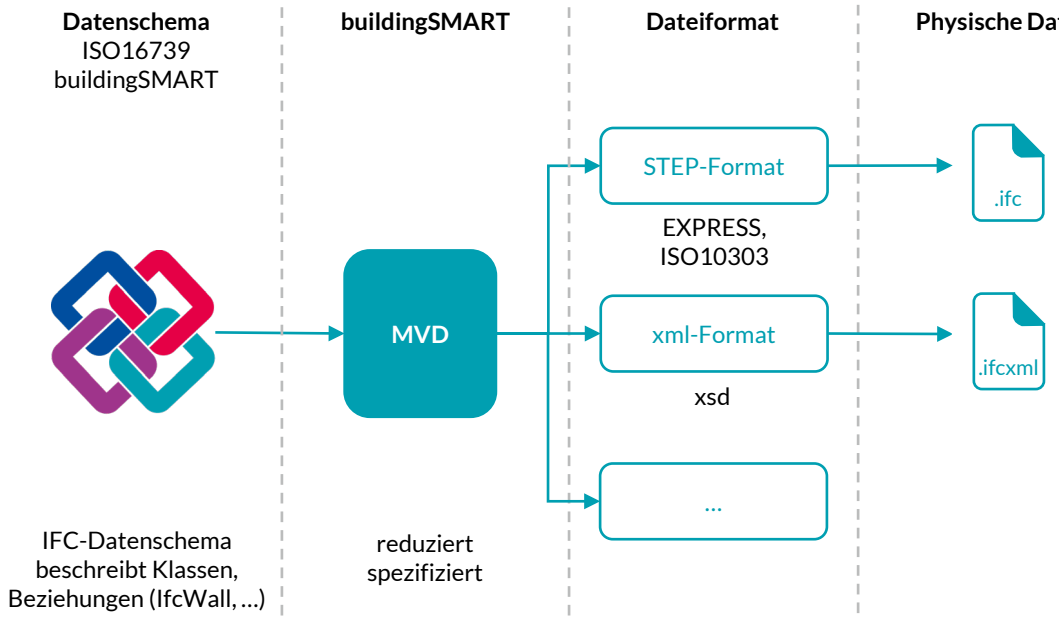


Abb. 3.8: Zusammenhang Datenschema, Dateiformat und Datei

die jeweiligen dazugehörigen standardisierten Vorgaben zu deren alphanumerischen (*Property Sets* und Merkmale) und geometrischen Beschreibung. Darüber hinaus beinhaltet es Möglichkeiten zu Beschreibung von Beziehungen zwischen Elementen. Auf Basis dieser Beschreibung im Datenschema sind die Information für ein Bauwerk (geometrischen und alphanumerischen Informationen) im jeweiligen Format enthalten, wobei das STEP-Format (Endung .ifc) am weitesten vertreten ist.

Ein für das Verständnis wichtiger Hinweis: Einige im IFC-Datenschema beschriebene *Entities* (z.B. IfcRoot, IfcElement ...) dienen zur Organisation untergeordneter *Entity*-Definitionen und kommen in der eigentlichen Datei (.ifc, .ifcxml ...) nicht vor. Dies sind sogenannte abstrakte *Entities*.

Beispiel Datenschema, Dateiformat und Datei
Abb. 3.9 und Abb. 3.10 zeigen die Verknüpfung des IFC-Datenschemas mit der Datei anhand der Dateiformate STEP (.ifc) und XML (.ifcxml), wobei die *Entity* Wand (IfcWall) als Beispiel herangezogen wird. Im oberen Abschnitt von Abb. 3.10 wird die Dokumentation des IFC-Datenschemas entsprechend der ISO-Norm 16739-1 dargestellt. In diesem Ausschnitt sind die erforderlichen Attribute für eine IfcWall aufgelistet. Im unteren Teil von Abb. 3.10 wird der Dateiausschnitt einer Wand im STEP-Dateiformat dargestellt, einschließlich der Verknüpfung mit dem IFC-Datenschema. Es wird deutlich, dass das IFC-Datenschema eine Spezifikation darstellt, die festlegt, welche Informationen in den jeweiligen Dateiformaten enthalten sein müssen. Darüber hinaus verdeutlicht der Auszug aus der .ifc-Datei den wesentlichen Vorteil des IFC-Formats gegenüber herkömmlichen nativen Formaten: Die Daten in der .ifc-Datei sind unverschlüsselt und können daher mit jeder Textverarbeitungssoftware gelesen werden (z.B. in einem Texteditor).

In Abb. 3.9 sind dieselben Dateninformationen wie in Abb. 3.10 dargestellt, allerdings im XML-Format. Es handelt sich um dieselbe Wand. Die Struktur dieser Daten wird durch eine XSD-Datei (XML-Schema-Definition) festgelegt, die als Vorlage für das XML-Format dient.

```
<IfcWall id="i1897">
  <GlobalId>2C45vBrGbB_w_CB97snkya</GlobalId>
  <OwnerHistory>
    <IfcOwnerHistory xsi:nil="true" ref="i1648"/>        Verlinkung zum Element ref=i1648
  </OwnerHistory>
  <Name>WandBeispiel-001</Name>
  <ObjectType>NOTDEFINED</ObjectType>
  <ObjectPlacement>
    <IfcLocalPlacement xsi:nil="true" ref="i1802"/>
  </ObjectPlacement>
  <Representation>
    <IfcProductDefinitionShape xsi:nil="true" ref="i1885"/>
  </Representation>
  <Tag>8C105E4B-D509-4BFB-AF8C-2C91F6C6EF24</Tag>
  <PredefinedType>notdefined</PredefinedType>
</IfcWall>
```

Abb. 3.9: Dateiausschnitt Wand im Format xml (Dateiendung .ifcxml)

Dokumentation Data Schema (ISO 16739) – Beispiel IfcWall

#	Attribute	Type	Description
IfcRoot (4)			
1	GlobalId	IfcGloballyUniqueId	Assignment of a globally unique identifier within the entire software world.
2	OwnerHistory	OPTIONAL IfcOwnerHistory	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.
3	Name	OPTIONAL IfcLabel	Optional name for use by the participating software systems or users. For some subtypes of IfcRoot the insertion of the Name attribute may be required. This would be enforced by a where rule.
4	Description	OPTIONAL IfcText	Optional description, provided for exchanging informative comments.
IfcObject (5)			
5	ObjectType	OPTIONAL IfcLabel	The type denotes a particular type that indicates the object further. The use has to be established at the level of instantiable subtypes. In particular it holds the user defined type, if the enumeration of the attribute *PredefinedType* is set to USERDEFINED or when the concrete entity instantiated does not have a PredefinedType attribute. The latter is the case in some exceptional leaf classes and when instantiating IfcBuiltElement directly.
IfcProduct (5)			
6	ObjectPlacement **Verortung**	OPTIONAL IfcObjectPlacement	This establishes the object coordinate system and placement of the product in space. The placement can either be absolute (relative to the world coordinate system), relative (relative to the object placement of another product), or constrained (e.g. relative to grid axes, or to a linear positioning element). The type of placement is determined by the various subtypes of *IfcObjectPlacement*. An object placement must be provided if a representation is present.
7	Representation **geometrische Darstellung**	OPTIONAL IfcProductRepresentation	Reference to the representations of the product, being either a representation (*IfcProductRepresentation*) or as a special case of a shape representation (*IfcProductDefinitionShape*). The product definition shape provides for multiple geometric representations of the shape property of the object within the same object coordinate system, defined by the object placement.
IfcElement (13)			
8	Tag	OPTIONAL IfcIdentifier	The tag (or label) identifier at the particular instance of a product, e.g. the serial number, or the position number. It is the identifier at the occurrence level.
IfcWall (1)			
9	PredefinedType	OPTIONAL IfcWallTypeEnum	Predefined generic type for a wall that is specified in an enumeration. There may be a property set given specifically for the predefined types.

Dateiausschnitt Wand im Format STEP (Dateiendung .ifc)

Position 4 – Das $-Zeichen definiert einen (gewollt) unbestimmten Wert, falls in diesem Fall keine Beschreibung vorhanden ist

Position 2 – Verlinkung zu Zeilennummer #12=IfcOwnerHistory(...)

Position 1 – GUID

```
#255=...
#256= IFCWALL('2C45vBrGbB_w_CB97snkya',#12,'WandBeispiel-001',$,$,#178,#244,'8C105E4B-
                D509-4BFB-AF8C-2C91F6C6EF24',.NOTDEFINED.);
#257=...
```

Abb. 3.10: IFC-Datenschema und STEP-Dateiformat

3.2.2 Grundlagen IFC-Datenschema

Dieser Abschnitt bietet einen Einblick in die Entstehung und die Entwicklung von IFC (ergänzend zu Abschnitt 1.2), dessen zugrundeliegende Datenmodellierungssprache und den Aufbau des Datenschemas.

3.2.2.1 Entwicklung und Versionierung von IFC

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 Produktmodelldaten) 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 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 herstellerneutral veröffentlichte. 2007 wurde die Version IFC2x3 TC1 herausgegeben, die erstmals ISO-zertifiziert war (ISO/PAS 16739:2005). Die vierte Version IFC4 wurde 2013 veröffentlicht und als ISO-Standard ISO 16739 »Industry Foundation Classes (IFC) für den Datenaustausch in der Bauindustrie und im Anlagenmanagement« zertifiziert. Bis 2018 erfolgte in mehreren Schritten eine Überarbeitung der IFC4 hin zur IFC4 ADD2 TC1 (als ISO 16739-1:2018 veröffentlicht). In dieser wurden insbesondere die Anforderungen der Softwareindustrie aus den Prozessen der Software-Zertifizierung für die MVD Reference View eingebracht. Die im Jahr 2024 aktuelle Version von IFC ist IFC4.3 ADD2. Diese wurde im Januar 2024 als ISO 16739-1:2024 veröffentlicht. Alle bisher herausgegebenen Versionen von IFC sind der »IFC Specifications Database« von buildingSMART zu entnehmen und in Abb. 3.11 dargestellt.

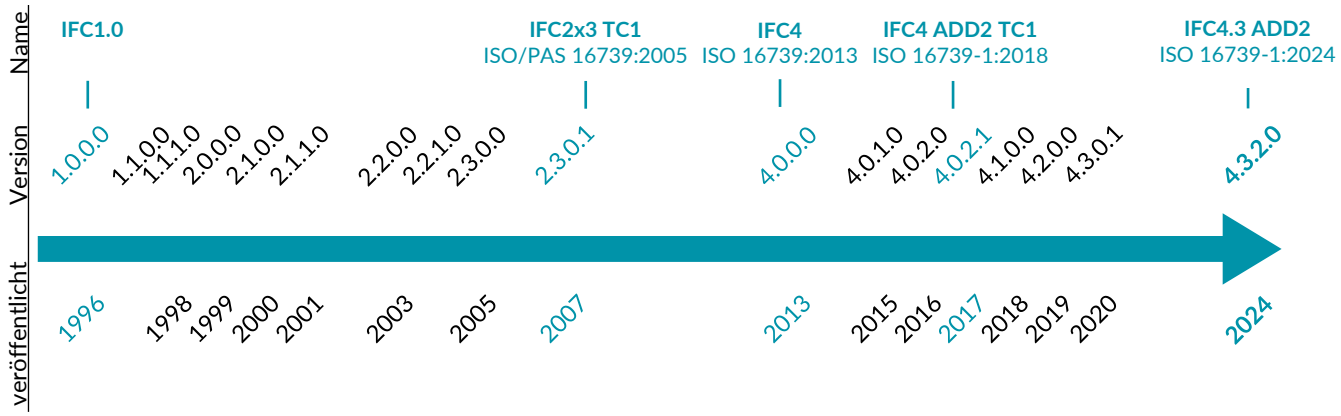


Abb. 3.11: IFC-Versionen

Im Verlauf dieser Zeitspanne verwendete buildingSMART verschiedene offizielle Schreibweisen bzw. Versionskennzeichnungen, bspw. mit IFC2.0, IFC2x3 und IFC4. Mit dem buildingSMART Summit 2019 in Düsseldorf stellte buildingSMART 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 Abb. 3.12).

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 Überarbeitung des MVD-Konzepts. Bei geringfügigen Änderungen (Minor) ist die Kompatibilität des »Core«-Schemas garantiert. Minor-Versionen sind also Zwischenschritte zur Einbindung neuer Funktionalitäten, bspw. mit IFC4.1 (4.1.0.0) die Aufnahme des IFC-Alignment oder mit IFC4.3 (4.3.0.1) die Aufnahme der Datenstrukturbestandteile für Verkehrsinfrastrukturanlagen (Strasse und Schiene). Ein Addendum kann punktuelle Verbesserungen für existierende Funktionen

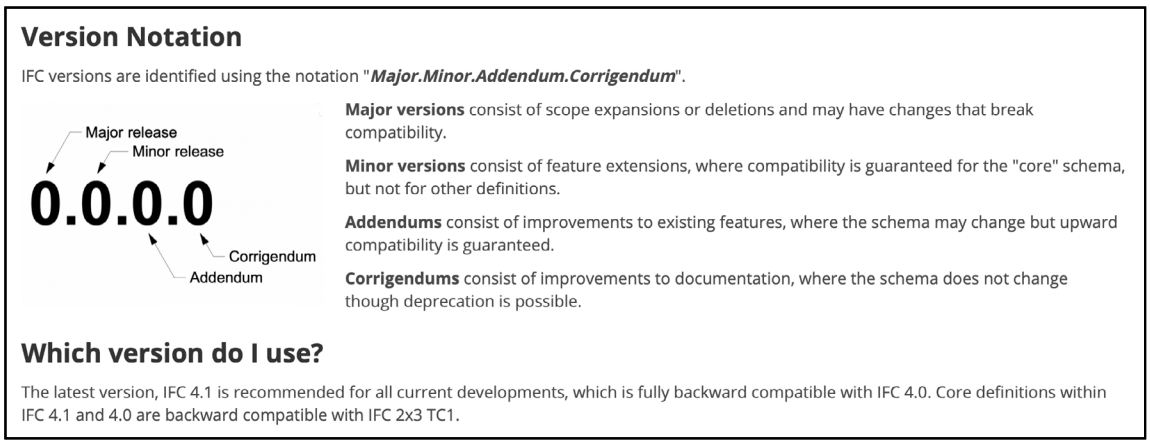


Abb. 3.12: IFC-Versionsnotation

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), das vom Operations Director von buildingSMART International vorgegeben und überwacht wird, als Release Candidates, bspw. IFC4.3.rc.1) zur Freigabe gebracht (siehe Abb. 3.13).

Die derzeit, im praktischen Einsatz am weitesten verbreitete Version ist IFC2x3. Diese wird zunehmend von IFC4 abgelöst, da die Verfügbarkeit von IFC4-zertifizierter Software ansteigt. In diesem Buch wird auf die neueste IFC-Spezifikation IFC4.3 Bezug genommen (Dokumentation siehe QR-Code).

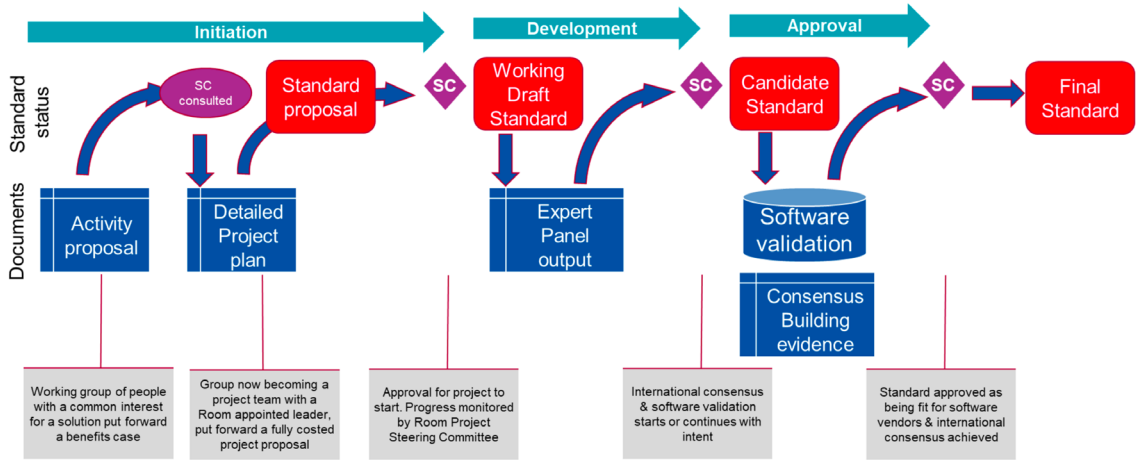


Abb. 3.13: Standardisierungsprozess IFC

3.2.2.2 Begriffsdefinitionen

Diese Begriffsdefinitionen beziehen sich auf Definitionen der IFC4.3-Spezifikation (siehe QR-Code) sowie Definitionen und Übersetzungen aus dem bSDD.

Entity, auch Klasse, Elementklasse, EntityType, Elemente:
Eine *Entity* ist laut IFC-Definition eine Informationsklasse, die durch gemeinsame Attribute und Einschränkungen definiert ist, wie in ISO 10303-11 festgelegt. Auf dieser Grundlage erfolgt die Deklaration von Modellinhalten – die Basis für die Semantik des Modells. Für jede *Entity* werden standardisierte Attribute sowie Beziehungen zu anderen *Entities* festgelegt. Darüber hinaus wird das objektorientierte Konzept der Vererbung umgesetzt. Dadurch werden Attribute und Beziehungen von *Parent-Entities* an das *Child-Entity* weitergegeben. IfcWall erbt Attribute von IfcRoot die Attribute *GlobalId*, *OwnerHistory*, *Name*, *Discription* und von IfcObject das Attribut *ObjectType* usw. (siehe Abb. 3.10).

Abstrakte Entity, auch Abstrakte Klasse:
Abstrakte *Entities* (z.B. IfcRoot, IfcElement …) im IFC-Datenschema dienen zur Gruppierung von *Entities* und vererben diesen gemeinsame Attribute. Abstrakte *Entities* kommen in der eigentlichen Datei (.ifc, .ifcxml …) nicht vor. Sie sind in der IFC-Datenschema-Dokumentation in der Vererbungshierarchie grau hinterlegt bzw. in der Beschreibung mit »*Abstract*« gekennzeichnet.

Objekt und Instanz, auch Exemplar, Entitätsinstanz, Elementinstanz:
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 *Entity* bezeichnet. Die *Entity* stellt dabei eine Art Schablone zur Erzeugung bzw. Instanziierung von Objekten dar. Sie beschreibt somit die Struktur und das Verhalten gleichartiger Objekte.

Attribut:
Attribute sind Eigenschaften einer *Entity*. Die »*GlobalId*« ist eine solche Eigenschaft. Aber auch der »*Name*« einer *Entity*. Sie können also zwingend erforderlich (*GlobalId*) oder optional (*Name*) sein. Zwingend erforderliche Attribute werden von der Software bereitgestellt oder eingefordert, weil sonst keine gültige Datenstruktur aufgebaut werden kann.

Quantity:
Eine *Quantity* ist eine Kennzahl, die aus den physischen Eigenschaften eines Objekts abgeleitet wird, bspw. die Grundfläche eines Raums oder das Volumen eines Bauteils. Mögliche Maßeinheiten von *Quantities* sind z.B. Länge, Fläche, Volumen, Gewicht, Anzahl und Zeit.

Quantity Set:
Ein *Quantity Set* ist ein spezifischer Container, in dem *Quantities* einer *Entity* zugeordnet werden. Dessen Bezeichnung steht in Abhängigkeit zur dazugehörigen *Entity* – z.B. bei IfcActuator bspw. Qto_ActuatorBaseQuantities. *Quantity Set*, welche mit Qto_ beginnen, sind ISO standardisierte Sets, welche vordefinierte *Quantities* enthalten. Es können ebenfalls individuelle *Quantity Set* übergeben werden. Bei der Mengenermittlung – z.B. für die Ausschreibung – sollten jedoch ausschließlich die ISO standardisiert definierten *Quantity Set* und *Quantities* verwendet werden.

Property:
Ein *Property* ist eine Informationseinheit, die dynamisch als eine Entitätsinstanz der *Entity* IfcProperty definiert wird. Es ist eine Charakteristik, mit der die Beschaffenheit eines Objekts aktiv beschrieben werden kann, wie bspw. mit dem *Property* »FireRating« Angaben zur Feuerwiderstandsklasse eines Objekts.

Property Set:
Das IfcPropertySet ist ein Container, der *Properties* in einer Eigenschaftsbaumstruktur enthält. Einige vordefinierte *Property Sets* sind in der ISO 16739-1 und im bSDD enthalten. Eine genauere Erläuterung dazu findet sich in Abschnitt 3.2.3.6. Darüber hinaus kann jedes benutzerdefinierte *Property Set* und *Property* erfasst werden, wobei benutzerdefinierte *Property Sets* nicht mit dem Präfix »Pset_« beginnen dürfen.

Namenkonventionen:
Die Bezeichnung der Datentypen folgt der Binnenmajuskel-Schreibweise (*CamelCase*). Es werden jeweils die Anfangsbuchstaben der Wörter großgeschrieben und zwischen den Wörtern gibt es keinen Unterstrich. Ein Beispiel für diese Schreibweise ist *OwnerHistory*. Das IFC-Datenschema definiert folgende Namenskonventionen (siehe QR-Code):

- Typen, *Entities*, Regeln und Funktionen haben das Präfix »Ifc«.
- Attribute von *Entities* haben kein Präfix.
- *Property Sets*, die Teil des IFC-Standards sind, beginnen mit dem Präfix »Pset_«.
- *Quantity Sets*, die Teil des IFC-Standards sind, beginnen mit dem Präfix »Qto_«.

3.2.2.3 Layerstruktur

Das IFC-Datenschema ist sehr umfangreich. Für eine bessere Wartbarkeit wurden zusätzlich zur Hierarchiestruktur auch vier konzeptionelle Schichten (*Conceptual Layers*) eingeführt (siehe vorheriger QR-Code zur *Naming Convention*). Die Beschreibung der Layer in diesem Abschnitt ist für die Wartung und Pflege des Datenschemas wichtig und hauptsächlich für diejenigen von Interesse, die direkt mit der Wartung betraut sind. Die vier konzeptionellen Layer sind:

1. Core Layer
Dieser erste Layer beinhaltet die grundlegendsten *Entities* des Datenmodells. Sie können von *Entities* des *Interoperability Layer* und des *Domain Layer* referenziert, also wiederverwendet und konkretisiert, werden. Basisstrukturen, grundlegende Beziehungen und allgemeine Konzepte werden hier festgelegt. Alle *Entities* der drei Layer in Abb. 3.14 haben bspw. einen GUID (*Globally Unique Identifier*).
Der *Core Layer* besteht aus dem Kernel und den drei *Core Extension* Subschemas (Erweiterungsschemata), die dazu dienen, grundlegende *Entities* zu gruppieren:

- Der **Kernel** enthält die abstrakteste *Entity* IfcRoot, die die Super-*Entity* aller *Entities* der ersten drei Layer ist. Direkte *Child-Entities* von IfcRoot sind IfcObjectDefinition, IfcPropertyDefinition und IfcRelationship. IfcObjectDefinition ist eine *Parent-Entity* für *Entities*, die die Instanziierung und Typisierung physisch greifbarer oder existierender Gegenstände, Personen und Prozesse ermöglichen. Dazu zählen bspw. die IfcContext (mit den untergeordnete *Entities* IfcProject und IfcProjectLibrary), IfcElement, IfcSpatialElement (mit *Parent-Entities*: IfcSite, IfcBuilding, IfcSpace etc.), IfcElementType, IfcStructuralActivity, IfcStructuralItem, IfcActor, IfcProcess und IfcResource. IfcPropertyDefinition beinhaltet *Entities* zur

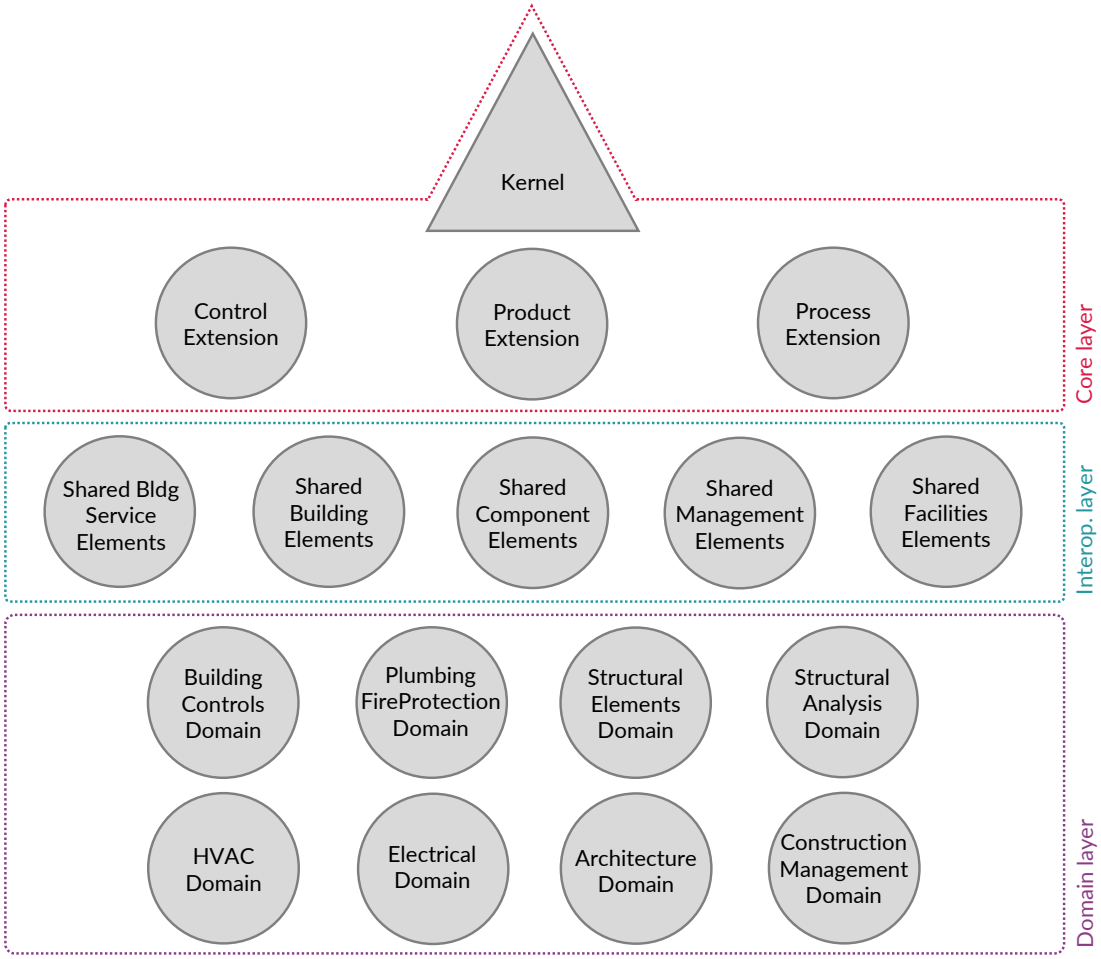


Abb. 3.14: Darstellung der Layerstruktur

Gruppierung von *Properties* und zur Bereitstellung von Schablonen für *Properties*. Beispiele für die *Entities* sind IfcPropertySet, IfcQuantitySet, IfcPropertyTemplateDefinition und IfcPreDefinedPropertySet. Das Konzept der *Properties* wird in Abschnitt 3.2.3 ausführlich beschrieben. IfcRelationship ist die übergeordnete *Entity* für alle Beziehungsobjekte, die zur Verknüpfung von *Entities* genutzt werden. Sie beschreibt Beziehungen zwischen Objekten, zwischen *Properties* sowie zwischen Objekten und *Properties*.

- Die **Control Extension** deklariert grundlegende *Entities* für Steuerobjekte (IfcControl und IfcPerformanceHistory etc.) und *Beziehungs-Entities* zur Zuweisung dieser Steuerobjekte zu anderen Objekten (wie IfcRelAssignsToControl). IfcControl beinhaltet *Entities*, die die Verwendung von Produkten, Prozessen und Ressourcen durch Vorschriften, Anfragen oder Anweisungen kontrollieren bzw. einschränken.
- Die **Product Extension** ist auf *Entities* 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 *Child-Entities* von IfcProduct und für Objekttypen als *Child-Entities* von IfcTypeProject bereitgestellt.
- In der **Process Extension** wird das Konzept des im Kernel beschriebenen IfcProcess erweitert. Sie beinhaltet *Entities* 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 *Entities* 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 *Entity* IfcWorkSchedule, Aufgaben der *Entity* 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 *Entities*, die in verschiedenen Disziplinen genutzt und zwischen ihnen ausgetauscht werden können. Sie können von allen *Entities* 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 Bauteil-*Entities* enthält, wie bspw. IfcWall und IfcSlab. Diese und andere *Child-Entities* von IfcElement dienen zur Abbildung des bedeutendsten funktionalen Teils eines Gebäudes. Die *Entities* des *Interoperability Layer* werden von *Entities* aus dem *Core Layer* abgeleitet, so wie im Fall der *Entities* des Schemas *Shared Building Elements* von IfcElement.
- Das Schema *Shared Building Service Elements* definiert *Entities* 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 *Entity* ist IfcElementComponent, die eine Darstellung für kleinere Elemente bietet, die aus Sicht der gesamten Gebäudestruktur nicht relevant sind, z.B. Verbindungselemente.
- *Shared Management Elements* definiert Konzepte für das Management des Projekts. Die *Entities* des Schemas sind untergeordnete *Entities* von IfcControl. Das Ziel ist es, Informations-*Entities* zu bieten, die die Kontrolle von Projektumfang, -kosten und -zeit unterstützen.
- *Shared Facilities Elements* definiert Basis-*Entities* für das Facility Management (FM), u.a. *Entities* für die Abbildung von Mobiliar und anderen Gegenständen.

3. Domain Layer
Dieser *Layer* organisiert Element-*Entities* nach Disziplinen des Bauwesens. Die Elemente 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). Der *Layer* 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 *Entities* in dieser Ebene können von keiner anderen Ebene referenziert oder weiter spezialisiert werden. Über diese Deklaration ist eine eindeutige Zuordnung der Verantwortlichkeiten oder auch Filterung von Modellinhalten bei Import oder Export möglich. Darüber hinaus existiert mit den *Shared Element Data Schemas* eine parallel geführte Eingrenzung von Element-*Entities*, 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.

4. Resource Layer

Dieser separat zu betrachtende *Layer* (siehe Abb. 3.15) enthält alle Schemata, die unterstützende Ressourcendefinitionen beinhalten. Diese sind keine *Child-Entities* von IfcRoot (daher heißen sie auch non-rooted *Entities*), haben daher keinen GUID und können nicht als eigenständige Elemente existieren. Sie müssen daher von mindestens einer *Entity* eines der anderen drei *Layer* referenziert werden. Beispiele für diese *Entities* sind IfcMaterial, IfcCartesianPoint, IfcFacetedBrep, IfcPerson, IfcPropertySingleValue, IfcObjective oder IfcRegularTimeSeries. Wesentliche *Entities* des Layers sind bspw. MaterialResource, GeometricModelResource und PropertyResource.

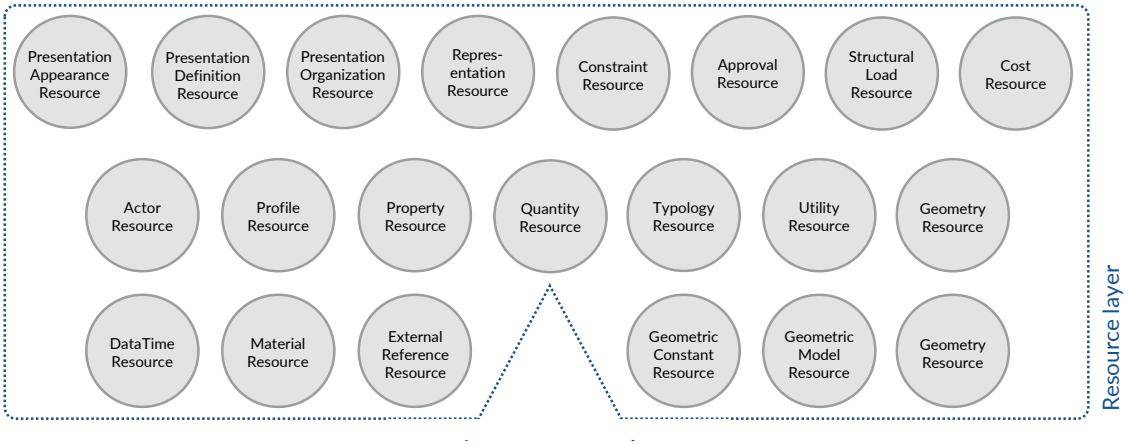


Abb. 3.15: Ressource Layer

Die konzeptionellen *Layer* der Datenschema-Architektur sind in Abb. 3.16 anhand eines Anwendungsfalls beschrieben. Die *Entity* IfcWall (siehe QR-Code) ist Teil des *Shared Building Elements* Schemas, das sich im *Interoperability Layer* befindet. Sie ist eine *Child-Entity* von IfcBuiltElement des Schemas *Product Extension* im *Core Layer*. Die Vererbungsstruktur führt weiter nach oben über die *Parent-Entities* IfcElement und IfcProduct (beide ebenfalls im *Product-Extension*-Schema) und die *Entities* IfcObject und IfcObjectDefinition im Kernel bis hin zur abstraktesten aller *Entities*: IfcRoot. IfcRoot bildet den Ursprung aller *Entities* im *Core Layer*, *Interoperability Layer* und *Domain Layer*.

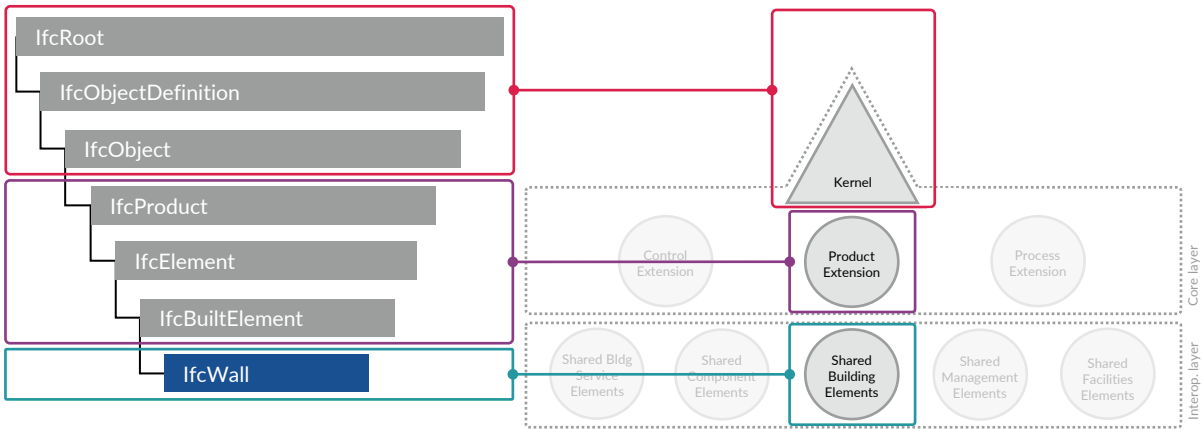


Abb. 3.16: Verknüpfung Layerstruktur mit Vererbungshierarchie

3.2.2.4 Vererbungshierarchie

Das Datenschema ist nach einer Vererbungslogik aufgebaut. Die oberste *Entity* bildet dabei IfcRoot (ausgenommen *Entities* aus dem *Resource Layer*). Ausgehend von dieser *Entity* werden im IFC Beziehungen und Attribute vererbt. In der Programmierung bedeutet Vererbung, dass eine untergeordnete *(Child-)Entity* die Eigenschaften einer oder mehrerer übergeordneten *(Parent-)Entities* übernehmen kann, also erbt. Die *Child-Entities* besitzen somit zusätzliche Informationen und stellen Spezialisierungen dar. Nachfolgend wird die Vererbung von Attributen anhand der *Entity* IfcWall erläutert. Abb. 3.17 zeigt die Vererbungshierarchie der IfcWall. Die *Parent-Entity* von IfcWall ist IfcBuiltElement.

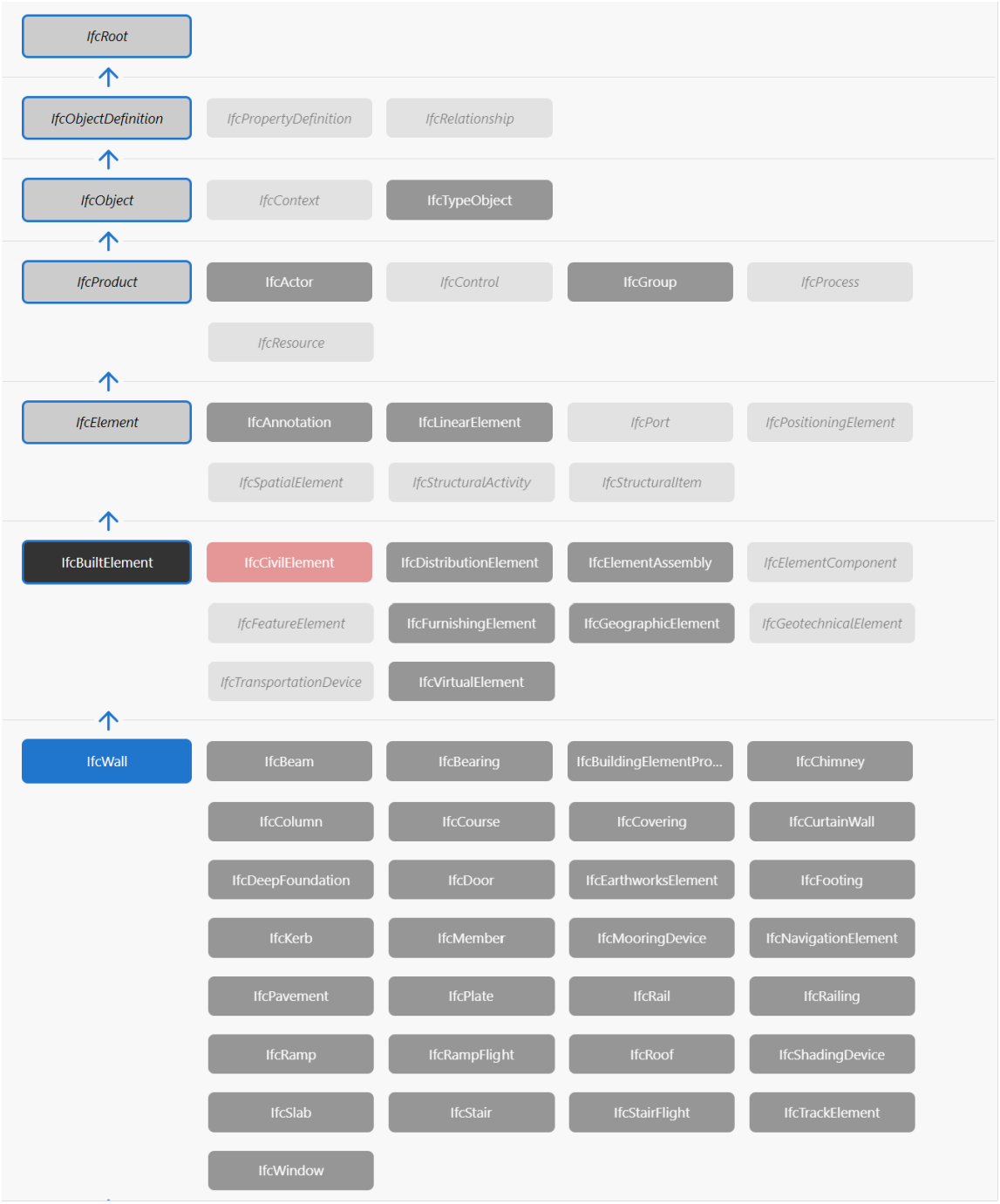


Abb. 3.17: Darstellung Vererbung der Entity IfcWall im IFC-Datenschema

Bis inkl. IFC4 war die Bezeichnung der *Parent-Entity* von IfcWall IfcBuildingElement. Es existierte neben IfcBuildingElement (Hochbau) auch IfcCivilElement (Tiefbau) (in Abb. 3.17 rot markiert). Viele Elemente aus dem Hochbau werden aber im Tiefbau ebenfalls genutzt, daher wurde Hochbau und Tiefbau in IfcBuiltElement zusammengefasst und IfcCivilElement ab IFC4.3 entfernt.

Auf der gleichen Hierarchieebene wie IfcWall befindet sich bspw. IfcBeam und IfcSlab. IfcWall bekommt seine verfügbaren Attribute von den *Entities* IfcRoot, IfcObjectDefinition, IfcObject, IfcProduct, IfcElement, IfcBuiltElement und von IfcWall selbst.

Abb. 3.18 listet die Attribute für IfcWall gegliedert nach deren Ursprung auf (siehe QR-Code zu IfcWall). Sie zeigt dabei, welche Charakteristiken durch Attribute von *Parent-Entities* geerbt werden. Im Ausschnitt sind die Attribute von IfcRoot markiert, die an alle jene *Entities* vererbt werden, die ihren Ursprung im Kernel haben, also alle außer denen des *Resource Layers*. IfcRoot bildet somit die Wurzel des Vererbungsbaums der meisten *Entities* im IFC-Datenschema. Sie stellt das Attribut *GlobalId* (IfcGloballyUniqueID – GUID) zur Verfügung, das zur eindeutigen Identifikation der Objekte notwendig ist. Die 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 *OwnerHistory* ist ein weiteres Attribut von IfcRoot und bietet im Wesentlichen Informationen zur aktuellen und vergangenen Eigentümerschaft und zum Zeitpunkt der letzten Änderung des Objekts.

#	Attribute	Type	Description	Attribute aus IfcRoot
IfcRoot (4)				
1	GlobalId	IfcGloballyUniqueId	Assignment of a globally unique identifier within the entire software world.	
2	OwnerHistory	OPTIONAL IfcOwnerHistory	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,	
3	Name	OPTIONAL IfcLabel	Optional name for use by the participating software systems or users. For some subtypes of IfcRoot the insertion of the Name attribute may be required. This would be enforced by a where rule.	
4	Description	OPTIONAL IfcText	Optional description, provided for exchanging informative comments.	
IfcObject (5)				
5	ObjectType	OPTIONAL IfcLabel	The type denotes a particular type that indicates the object further. The use has to be established at the level of instantiable subtypes. In particular it holds the user defined type, if the enumeration of the attribute *PredefinedType* is set to USERDEFINED or when the concrete entity instantiated does not have a PredefinedType attribute. The latter is the case in some exceptional leaf classes and when instantiating IfcBuiltElement directly.	
IfcProduct (5)				
6	ObjectPlacement	OPTIONAL IfcObjectPlacement	This establishes the object coordinate system and placement of the product in space. The placement can either be absolute (relative to the world coordinate system), relative (relative to the object placement of another product), or constrained (e.g. relative to grid axes, or to a linear positioning element). The type of placement is determined by the various subtypes of *IfcObjectPlacement*. An object placement must be provided if a representation is present.	
7	Representation	OPTIONAL IfcProductRepresentation	Reference to the representations of the product, being either a representation (*IfcProductRepresentation*) or as a special case of a shape representation (*IfcProductDefinitionShape*). The product definition shape provides for multiple geometric representations of the shape property of the object within the same object coordinate system, defined by the object placement.	
IfcElement (13)				
8	Tag	OPTIONAL IfcIdentifier	The tag (or label) identifier at the particular instance of a product, e.g. the serial number, or the position number. It is the identifier at the occurrence level.	
IfcWall (1)				
9	PredefinedType	OPTIONAL IfcWallTypeEnum	Predefined generic type for a wall that is specified in an enumeration. There may be a property set given specifically for the predefined types.	

Abb. 3.18: Vererbung von Attributen am Beispiel von IfcWall

Die Attribute *Name* und *Description* bieten die Möglichkeit, optional einen Namen bzw. einen Kommentar hinzuzufügen. Das einzige Attribut von IfcWall, welches nicht von einer *Parent-Entity* geerbt wird, ist der *PredefinedType* (siehe Abschnitt 3.2.3.2).

3.2.3 Inhalte einer IFC-Datei

Dieser Abschnitt vertieft das Verständnis für das IFC-Datenschema durch eine detaillierte Betrachtung der Inhalte einer IFC-Datei, unterstützt durch Beispiele im STEP-Dateiformat. Um die Komplexität zu reduzieren und das Verständnis zu erleichtern, konzentriert sich die Beschreibung auf ausgewählte Aspekte des IFC-Datenschemas statt auf seine Gesamtheit. Zur Gewährleistung einer klaren und nachvollziehbaren Beschreibung wird der Inhalt der IFC-Datei in die folgenden fünf Kategorien unterteilt:

1. Allgemeine Inhalte (Header, Organisation, Einheiten),
2. Verortungsebene,
3. Elementebene,
4. Ressourcen,
   a. *Material*,
   b. *Property*,
   c. *Classification* (siehe Abschnitt 3.8 zu bSDD) sowie
5. Beziehungen – *Relation*.

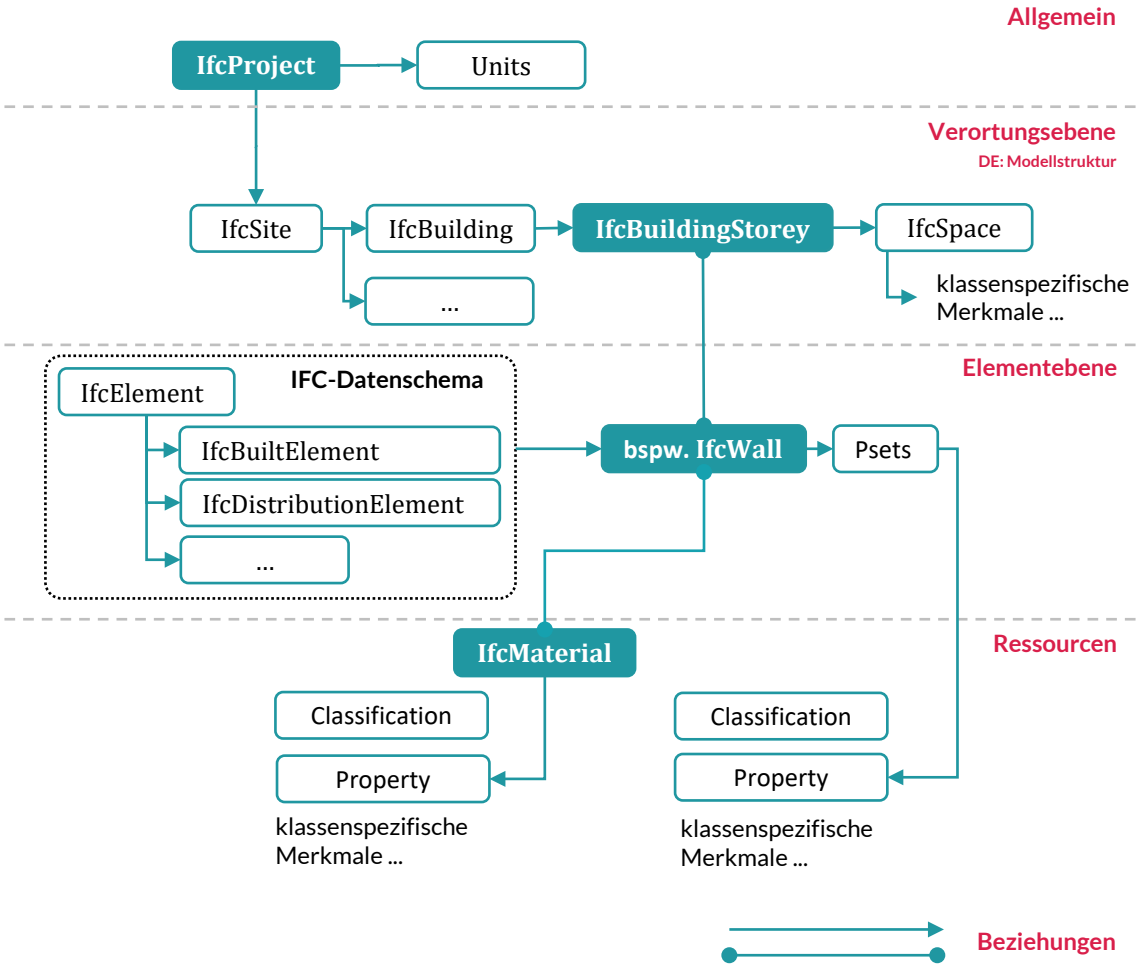


Abb. 3.19: Aufbau einer IFC-Datei

Diese systematische Herangehensweise soll ein fundiertes Verständnis des IFC-Datenschemas fördern und dessen Anwendung in der Praxis aufzeigen, insbesondere unter Nutzung des STEP-Dateiformats. In Abb. 3.19 werden die Kategorien in Kontext zueinander gesetzt. Jede IFC-Datei besitzt die *Entity* IfcProject. Auf diese wird die *Verortung* bzw. *räumliche Struktur* (Grundstück, Stockwerk, Räume mit Funktionen) im Modell aufgebaut. Die Elemente (z.B. Wand, Decken) werden dann in die *räumliche Struktur* eingearbeitet. Die *Elemente* sind im Datenschema in verschiedene Gruppen (z.B. IfcBuiltElement, IfcDistributionElement) dokumentiert. Mittels Beziehungen werden die *Elemente* und die *Verortung* miteinander verknüpft. Ein *Element* trägt ebenfalls Beziehungen mit *Classification*, *Property Set*/*Property* sowie *Material* (IfcMaterial). Das *Material* selbst kann wiederum eigene *Beziehungen* zu *Classifications* und *Properties* aufweisen. Leider ist die Materialzuweisung in den derzeit am Markt verfügbaren BIM-Applikationen sehr heterogen umgesetzt. Das soll sich mittelfristig mit der ISO 23386 ändern. Diese Norm zu *DataSheets* regelt das Zusammenspiel von Bauwerks-Informationen und Material- bzw. Produktinformationen. Daher kann es mit IFC5 auch zu einer Veränderung der Materialdatenstruktur kommen.

Umbenennung Ebenen:
Bis zur 2. Ausgabe des BIMcert Handbuchs wurden die Ebenen *Verortungsstruktur*, *Funktionale Struktur* und *Materialstruktur* bezeichnet. Diese Ebenen wurden nun umbenannt, um eine stärken Bezug zum Datenschema (Layer) herzustellen und um einen größeren Funktionsumfang von IFC darzustellen.

Material:
Die konsistente Trennung der Merkmale für Material und Elemente ist für eine einheitliche Gliederung essenziell, derzeit jedoch noch nicht vollständig umgesetzt. Ein Beispiel dafür bietet die *Entity* IfcWall, zu der über das *Property Set* Pset_ConcreteElementGeneral Angaben über die Materialeigenschaften getätigt werden können. Dies sollte jedoch den *Entities* IfcMaterial vorbehalten sein. Durch die konsistente Trennung soll erreicht werden, dass Materialien nicht mehrfach in der Struktur vorkommen, sondern lediglich mehrfach referenziert werden.

3.2.3.1 Allgemeine Inhalte

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-Datenschema, 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://der/
pfad/zur/datei.ifc',('Linda'),('Software Name', 'Konrad-Zu 1,
Germany'), 'EDMsix Version 2.0100.09 Sep 7 2016',
'Allplan 2019.1 24.06.2019 16:10:06',''); FILE_SCHEMA(('IFC4'));
ENDSEC;
```

Der DATA-Abschnitt in Abb. 3.20 beinhaltet die gesamten Informationen zum Projekt. Jede Instanz erhält im STEP Physical File Format einen dateiinternen Identifikator (*ExpressID*), der aus einer Zahl mit vorangestelltem #-Zeichen besteht. Mit diesen werden Referen-

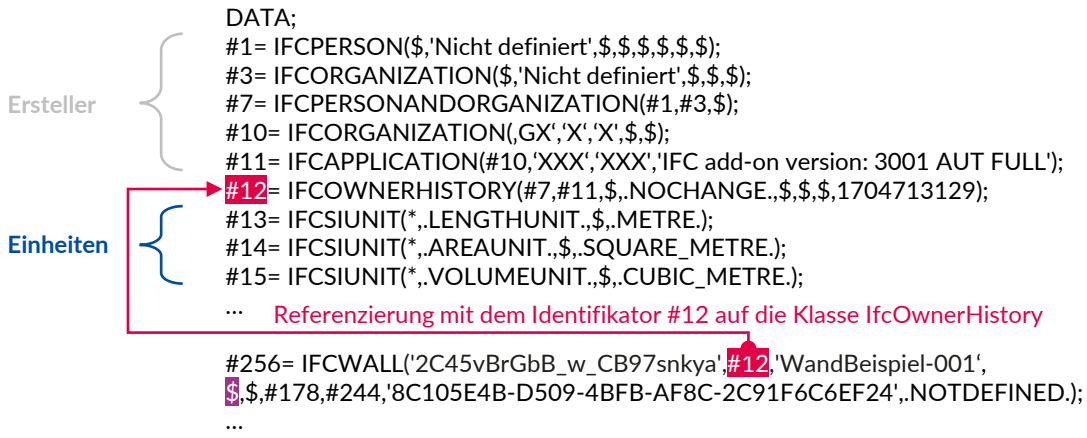


Abb. 3.20: Anfang des DATA-Abschnitts

zierungen zwischen den *Entities* durchgeführt. In Abb. 3.20 referenziert bspw. IfcWall die IfcOwnerHistory. Der erste Abschnitt beinhaltet Informationen zu *Ersteller*, *Organisation*, IfcOwnerHistory. Anschließend werden die Einheiten definiert.

3.2.3.2 Elementebene – IfcElement und deren Child-Entities

Grundlegender Bestandteil für die Elementebene ist die abstrakte *Entity* IfcElement. Sie ist eine Verallgemeinerung aller physikalisch existierenden Komponenten, aus denen ein Bauwerk besteht. Sie ist eine *Parent-Entity* für eine Reihe besonders wichtiger Elemente, die zur Beschreibung von Bauwerken notwendig sind. Abb. 3.21 stellt links alle *Child-Entities* von IfcElement dar. Für Bauwerke besonders relevant ist die IfcElement *Child-Entity* IfcBuiltElement. Die *Child-Entities* von IfcBuiltElement wiederum sind z.B. Elemente wie IfcWall, IfcSlab, IfcColumn und IfcWindow. Mit IFC4.3 sind in IfcBuiltElement auch horizontal organisierte Elemente enthalten, die bei den linearen Infrastrukturanlagen des Straßen-, Brücken und Schienenwegebaus vorkommen (z.B. IfcCourse, IfcRail).

Eine weitere *Child-Entity* von IfcElement ist IfcDistributionElement, die Elemente für Versorgungssysteme enthält, die im TGA-Bereich eingesetzt werden. Diese können u.a. für Heiz- und Kühlsysteme, Abwassersysteme und elektrische Systeme verwendet werden.

Die *Child-Entities* von IfcElement haben eine eindeutige Definition ihres Einsatzbereichs. Damit einher geht eine Eingrenzung ihrer geometrischen Funktionalität (Position, Pfad, Dimension), der daraus ableitbaren *Quantity Sets* sowie der grundsätzlich zur Beschreibung notwendigen Merkmale (in Psets gegliedert). Bspw. trägt eine IfcWall das *Property Set* Pset_WallCommon und die damit verbundenen *Properties*. Darüber hinaus existiert mit dem *Material Layer Set* für jede *Entity* 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 bislang nicht in jeder BIM-Applikation implementiert. Generell ist hier mit der Einführung von *DataTemplates* (gemäß ISO 23386/23387) mit einem geänderten Umgang zwischen Bauwerksdaten (IFC) und Produktinformationen (*DataTemplates*) zu rechnen.

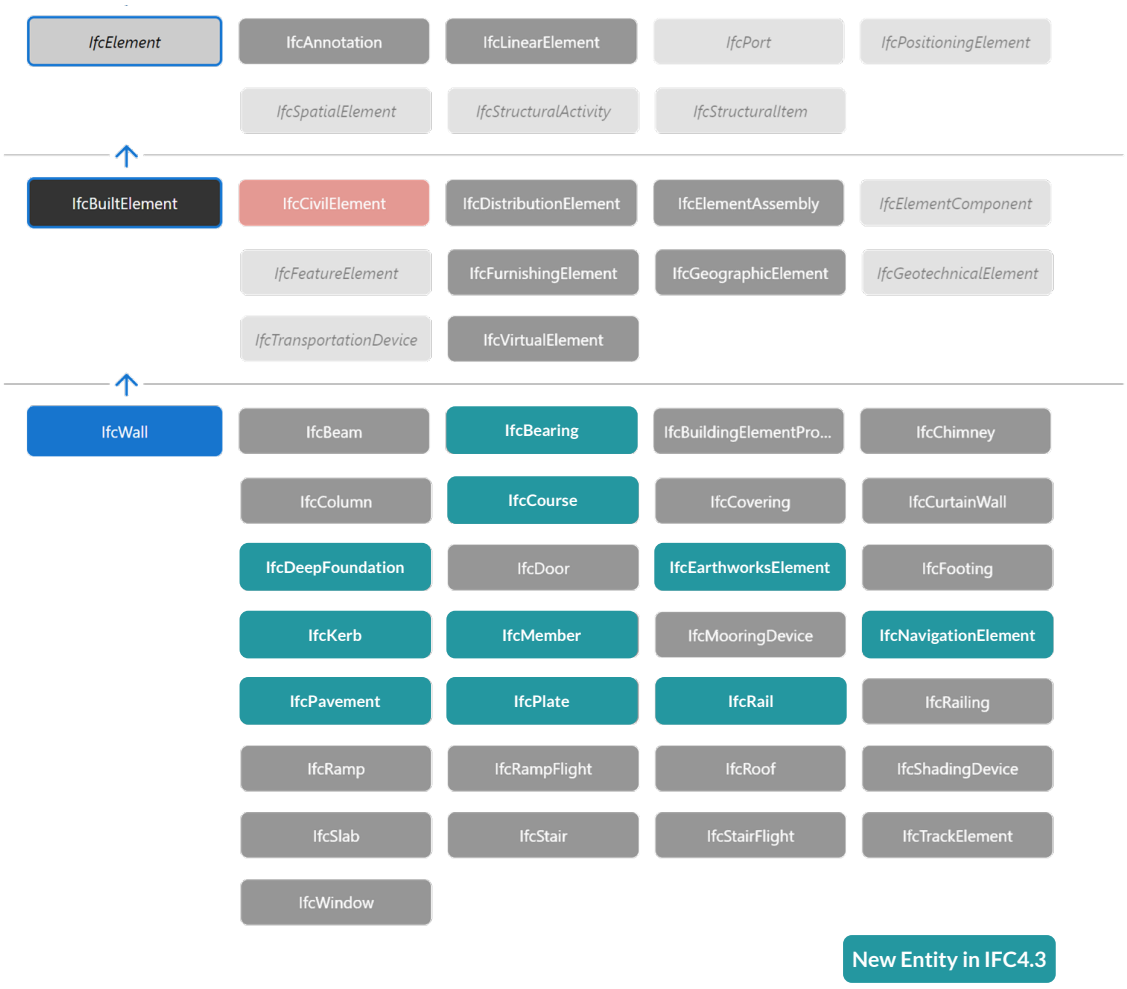


Abb. 3.21: Darstellung der unterschiedlichen Subklassen von IfcElement

Mit der *Entity* IfcBuildingElementProxy steht ein Element für beliebige Einsatzbereiche zur Verfügung, für welche die verwendete IFC-Spezifikation noch keine Semantik aufweist – also passende *Child-Entity* von IfcElement. In seltenen Fällen, falls eine vorgegebene *Entity* in einer Applikation nicht implementiert ist, kann in dieser Applikation ebenfalls IfcBuildingElementProxy verwendet werden. Allerdings ist in solchen Fällen darauf zu achten, dass diese Abweichung innerhalb des Projektteams kommuniziert wird (üblicherweise im *BIM-Abwicklungsplan*). Die neue ISO 16739-1:2024 für IFC4.3 empfiehlt die Verwendung von IfcBuiltElement anstatt von IfcBuildingElementProxy, sofern die Software dies erlaubt. IfcBuildingElementProxy kommt derzeit noch häufig in Verkehrsinfrastrukturprojekten zum Einsatz, die mit IFC2x3 abgewickelt werden, da die verwendeten BIM-Applikationen derzeit nur dafür eine stabile Unterstützung bieten.

PredefinedType

Die *Entities* können durch die Angabe eines Typs präziser deklariert werden. Dies wird durch das Feld »*PredefinedType*« ermöglicht (siehe Abb. 3.10, Position 9). Dies ist eine zusätzliche Information, wodurch die notwendigen Merkmale weiter eingegrenzt werden können. Die Art der *Entity* (z.B. IfcWall) bleibt dabei unberührt. Viele *Child-Entities* von IfcElement haben bereits im IFC-Datenschema vordefinierte Typen – diese werden *PredefinedType*-Deklarationen genannt. Zum Beispiel hat IfcWall vordefinierte Typen wie »MOVEABLE«, »SOLIDWALL«, »NOTDEFINED«. Abb. 3.22 zeigt drei Wände (IfcWall) mit

unterschiedlichen *PredefinedType*-Deklarationen in einer STEP-Datei. Jede *Child-Entity* von IfcElement kann der *PredefinedType* USERDEFINED zugeordnet werden, wodurch ein beliebiger Typ unter dem Attribut *ObjectType* (z.B. Attika) definiert werden kann. In einer *Austausch-Informationsanforderung AIA (EIR)* kann somit die Zuordnung von Merkmalen nicht nur auf *Entity*-Ebene (z.B. IfcWall), sondern zusätzlich auf *PredefinedType*-Ebene erfolgen (z.B. IfcWall.Userdefined.Attika). Darüber hinaus müssen im AIA bzw. BAP ebenfalls etwaige verwendete USERDEFINED-Deklarationen einheitlich für das Projektteam geregelt werden.

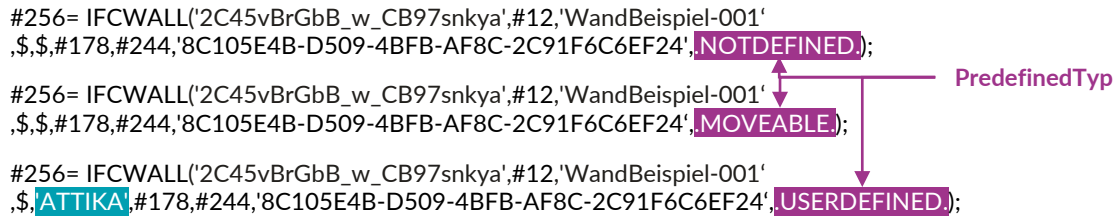


Abb. 3.22: Darstellung unterschiedlicher IfcWall-Typen in STEP-Dateiformat

IfcBuildingElementPart

In der IFC-Struktur existieren spezifische *Entities* für diverse Elemente. Zum Beispiel können Wandelemente durch IfcWall und Decken durch IfcSlab repräsentiert werden. Diese Elemente können geometrisch für sich allein definiert werden. Sie können aber auch aus verschiedenen Schichten bzw. Teilen (IfcBuildingElementPart) mit eigener Geometrie bestehen, wodurch sich geometrisch komplexe Aufbauten abbilden lassen. Bspw. können die Schichten einer Wand jeweils als IfcBuildingElementPart definiert werden und der gesamte Wandaufbau als IfcWall.

IfcBuildingElementPart können seit IFC4 ebenfalls *Property Sets* und *Properties* enthalten. In den meisten AIA (EIR) werden die Informationsanforderungen aber auf der Bauteil- bzw. *Entity*-Ebene (z.B. IfcWall) definiert. Schichtweise Informationen können auch über das Material (siehe Abschnitt 3.2.3.5) übermittelt werden, welches dem jeweiligen IfcBuilding-ElementPart zugeordnet ist.

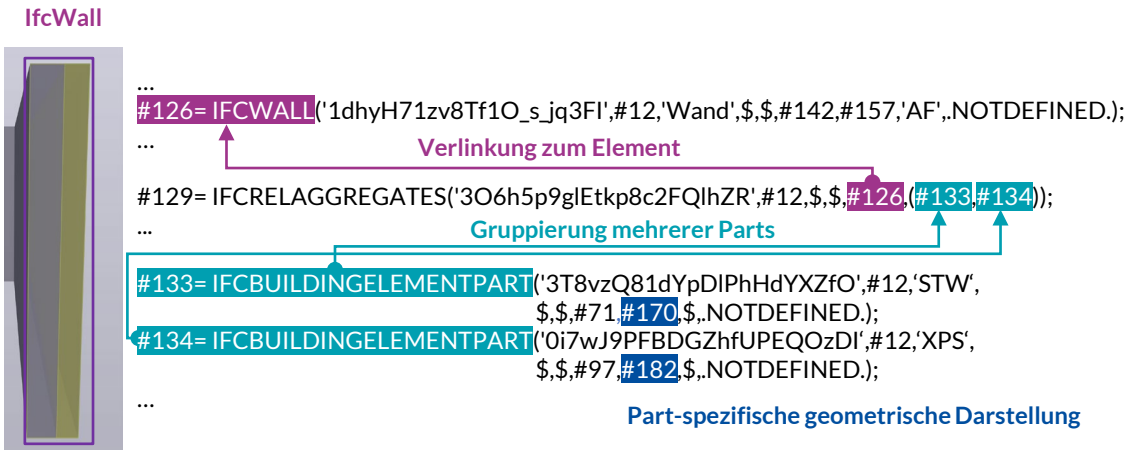


Abb. 3.23: Aufbau einer IfcWall mit IfcBuildingElementPart in einem STEP-Dateiformat

IfcElementType
Ein Element bspw. Wand wird über IfcWall komplett geometrische und alphanumerisch abgebildet. In vielen Projekten sind jedoch sehr viele gleiche Bauteile (IfcWall, IfcSignal ...) vorhanden, welche die gleichen Informationen teilen. Um häufig wiederkehrende Bauteile effizient – betreffend Dateiengröße – beschreiben zu können, wurden IfcElementType eingeführt. Dafür wird ein wiederverwendbares Muster (*Types*) vordefiniert, also eine Art »Schablone«. Es stehen für die meisten IfcElement-*Chield-Entities* entsprechende Objekttypen bereit, die denselben Namen wie die *Entity* mit dem zusätzlichen Suffix »*Type*« tragen, bspw. IfcDoorType zum Element IfcDoor. Diese Types definieren gemeinsam genutzte Informationen und weisen sie mehreren Elementen zu. Die Menge der gemeinsam genutzten Informationen kann Folgendes umfassen:

- gemeinsame Eigenschaften innerhalb gemeinsamer Eigenschaftssätze,
- gemeinsame Materialinformationen,
- gemeinsame Definitionen von Materialschichten,
- gemeinsame geometrische Darstellung etc.

Sie werden bspw. verwendet, um gemeinsame *Property Set* (siehe Abb. 3.24) und *Material* Informationen einmal in der Datei zu definieren und mehreren Wänden zuzuweisen.

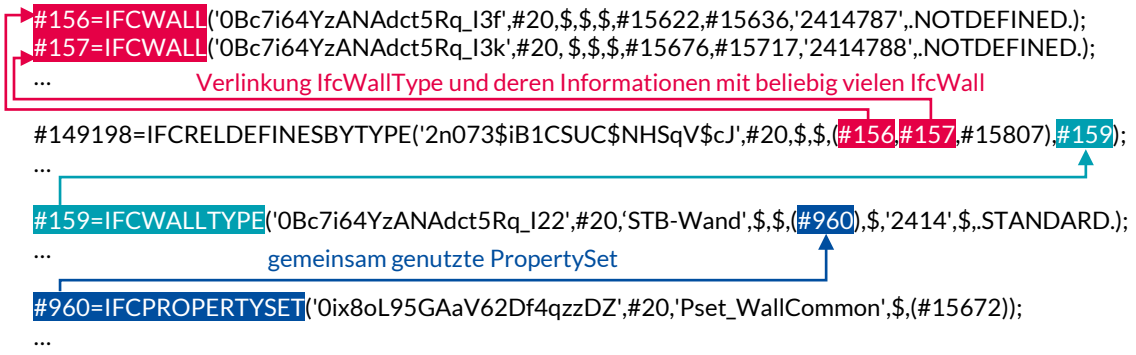


Abb. 3.24: Beziehung zwischen IfcWall, IfcMaterial, Properties in einer STEP-Datei

Eine weitere Anwendung wäre die einmalige genaue geometrische und alphanumerische Definition eines IfcSignalType oder IfcWindowType und anschließend die Zuweisung auf beliebig viele Instanzen von IfcSignal bzw. IfcWindow. Diese einzelne IfcSignal- bzw. IfcWindow-Instanzen haben dann nur noch die Information zur Verortung (bauteilbezogener Ursprung – siehe Abschnitt 3.2.3.4).

3.2.3.3 Beziehungen

Mittels des Konzepts der Objektbeziehungen können *Entities* (z.B. IfcWall) mit anderen *Entities* (z.B. IfcSpace) in Zusammenhang gesetzt werden. In IFC erfolgt dies mit dem Prinzip der objektifizierten Beziehungen. Das bedeutet, dass die Assoziation zweier Objekte über ein gesondertes, dazwischengeschaltetes *Entity*, die die Beziehungen repräsentiert, hergestellt wird. Diese Beziehungs-*Entities* sind immer ein *Child-Entity* der *Entity* IfcRelationship. Die Beziehungsobjekte werden über Attribute, die mit *Related* oder *Relating* beginnen, mit den Objekten verknüpft. Die fünf direkten *Child-Entities* von IfcRelationship und einige derer *Child-Entities* zeigt Abb. 3.25.

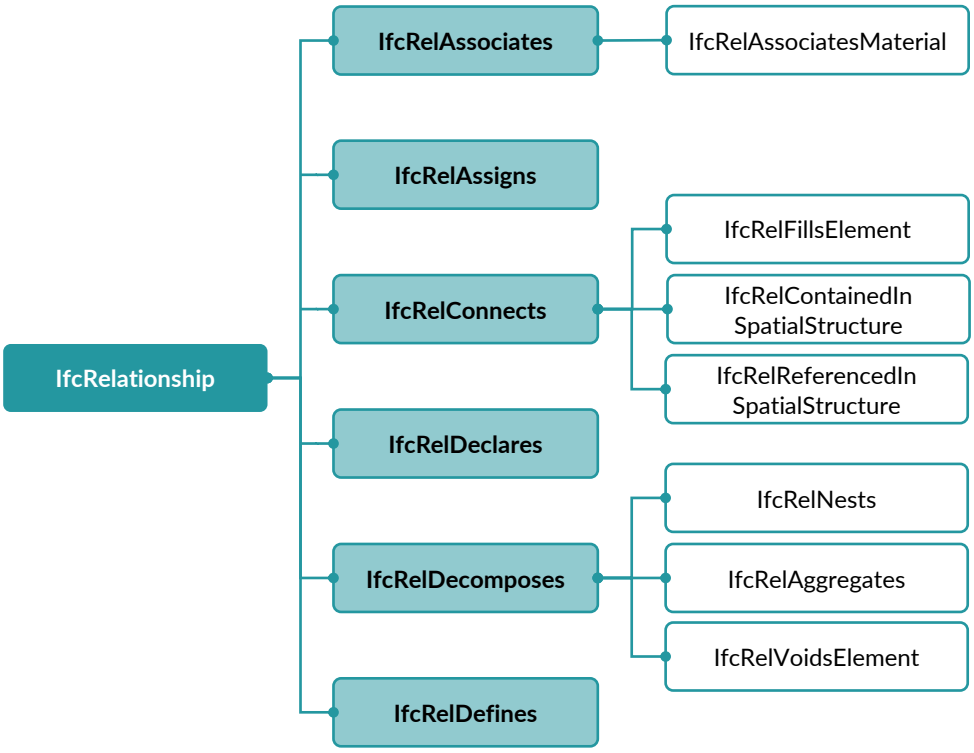


Abb. 3.25: IfcRelationship und deren Subklassen im IFC-Datenschema

IfcRelAssociates verknüpft Informationsquellen zu Materialien, Dokumenten und Restriktionen, die sich innerhalb oder außerhalb der Projektdaten befinden, mit Objekten der *Entities* IfcObject, IfcTypeObject oder in bestimmten Fällen IfcPropertyDefinition. Details zur IfcRelAssociatesMaterial finden sich im Abschnitt 3.2.3.5.

IfcRelDecomposes wird in IFC als »Teil-zu-Ganzes-Beziehung« übersetzt. Sie definiert das generelle Konzept von zusammengesetzten bzw. zerlegten Elementen. Mit dieser Beziehungs-*Entities* 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: die *Entity* IfcRelNests, die bspw. zur Verknüpfung von Kostenelementen genutzt wird, bei denen eines eine Schachtel (*nest*) für die anderen bildet, oder die *Entity* IfcRelAggregates, die zum Beispiel eine Rahmenkonstruktion als Gruppierung (*aggregation*) eines Balkens und einer Stütze abbilden kann. Diese *Entity* wird ebenfalls zur Verknüpfung von Raumobjekten eingesetzt (siehe Abschnitt 3.2.3.4). Weiters bietet die *Entity* IfcRelVoidsElement die Möglichkeit, eine Öffnung in einem Element zu modellieren. Eine Instanz dieser *Entity* zur Abbildung einer Öffnung in einer Wand findet sich in Abb. 3.26.

IfcRelDefines enthält *Child-Entities* zur Zuordnung von IfcElementType (IfcWallType) zu IfcElement (IfcWall) (siehe Abb. 3.24), zur Zuordnung von *Psets* zu *Entities* (siehe Abb. 3.38) und zur Zuordnung von *Property Set Templates* zu *Psets*.

IfcRelConnects beinhaltet *Entities*, die Verbindungen zwischen Objekten unter speziellen Bedingungen herstellen. Im Beispiel der *Child-Entity* IfcRelContainedInSpatialStructure (siehe Abb. 3.30) handelt es sich dabei um die Bedingung, dass ein Objekt lediglich einem einzigen räumlichen Strukturelement zugeordnet werden kann. Zur Zuordnung zu einem

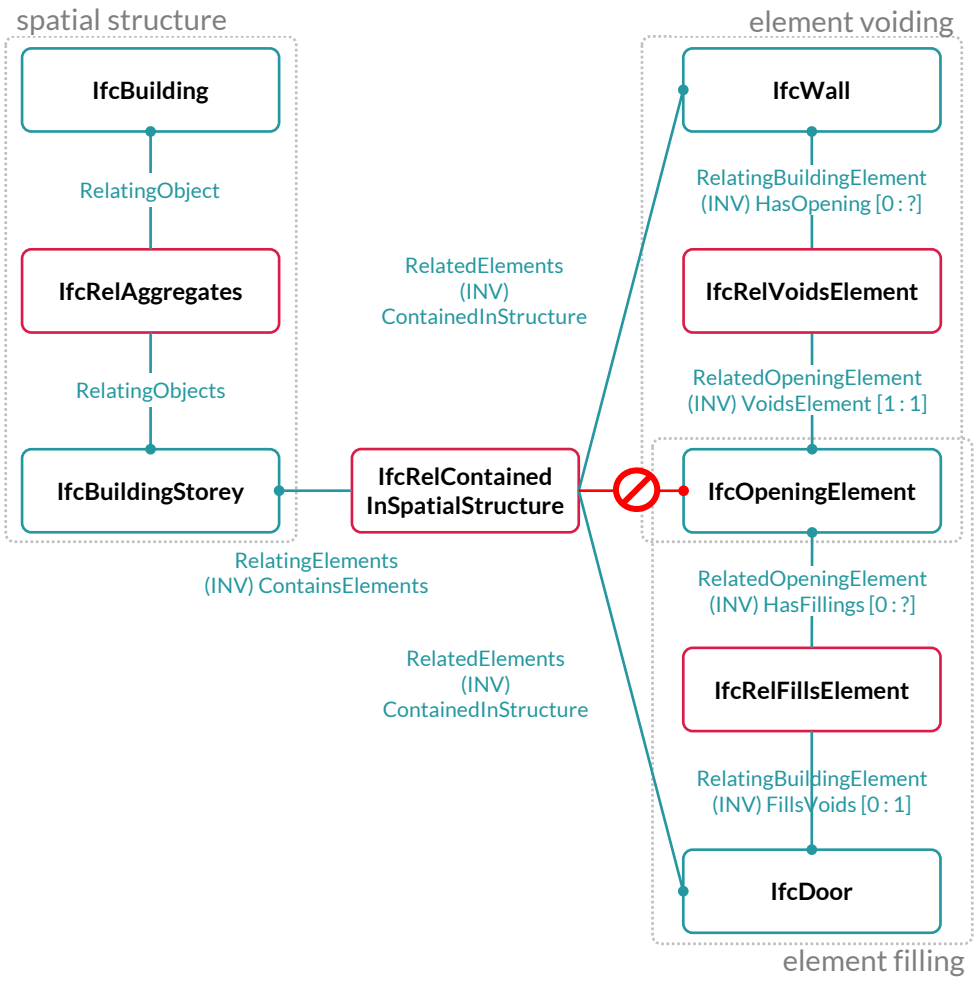


Abb. 3.26: Beziehung Wand, Tür, Öffnung und Geschoss (IfcRelFillsElement)

weiteren räumlichen Strukturelement wird IfcRelReferencedInSpatialStructure genutzt (z.B. für Fassadenelemente über mehrere Geschosse). Die *Entity* 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 in Abb. 3.26 illustriert. Die Öffnung selbst ist dabei lediglich mit den Elementen verknüpft, also im Beispiel mit der Tür und der Wand, und nicht mit dem Raumobjekt, in dem sie sich befindet.

IfcRelAssigns ist die *Parent-Entity* für verschiedene »*Link*«-Beziehungen, die zwischen Instanzen von IfcObject und deren direkten *Child-Entities* 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 Abb. 3.27. In diesem Fall wird eine Instanz der IfcResource *Child-Entity* IfcLaborResource als Lieferant einer Instanz der IfcProcess *Child-Entity* IfcTask (als Kunde) zugeordnet. Das Beziehungsobjekt für diese Verknüpfung ist die IfcRelAssigns *Child-Entity* IfcRelAssignsToProcess.



Abb. 3.27: Beispiel von IfcRelAssigns

Beziehungen stellen einfache Verbindungen zwischen den *Entities* her, sie beinhalten aber keine geometrische Information. Geometrische Informationen sind den einzelnen *Entities* angehängt (IfcProductRepresentation).

3.2.3.4 Verortungsebene – Modellstruktur

Grundlegend für jedes Gebäudemodell ist auch die räumliche Strukturierung der Bauteile. Beim Anlegen eines Projekts wird im *ersten Schritt* die sog. *Verortung* erstellt. Anschließend werden darin die Bauteile logisch eingebettet. Die Verortung 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. Mit IFC4.3 wurden in weiterer Folge die entsprechenden Deklarationen für Straße und Schiene auf Elementebene ergänzt und seit Januar 2024 ein ISO-Standard.

Die Verortung besteht in IFC aus *Child-Entities* von **IfcSpatialStructureElement**. Abb. 3.28 zeigt IfcSpatialStructureElement und deren *Child-Entities* im neuen Datenschema IFC4.3. Ergänzt wurde IfcFacility, welche nun die Verortungselemente IfcBuilding (war bereits vorhanden), IfcBridge, IfcMarineFacility, IfcRailway und IfcRoad enthält. Zusätzlich wurde eine weitere Unterteilung der neuen Elemente durch IfcFacilityPart ermöglicht.

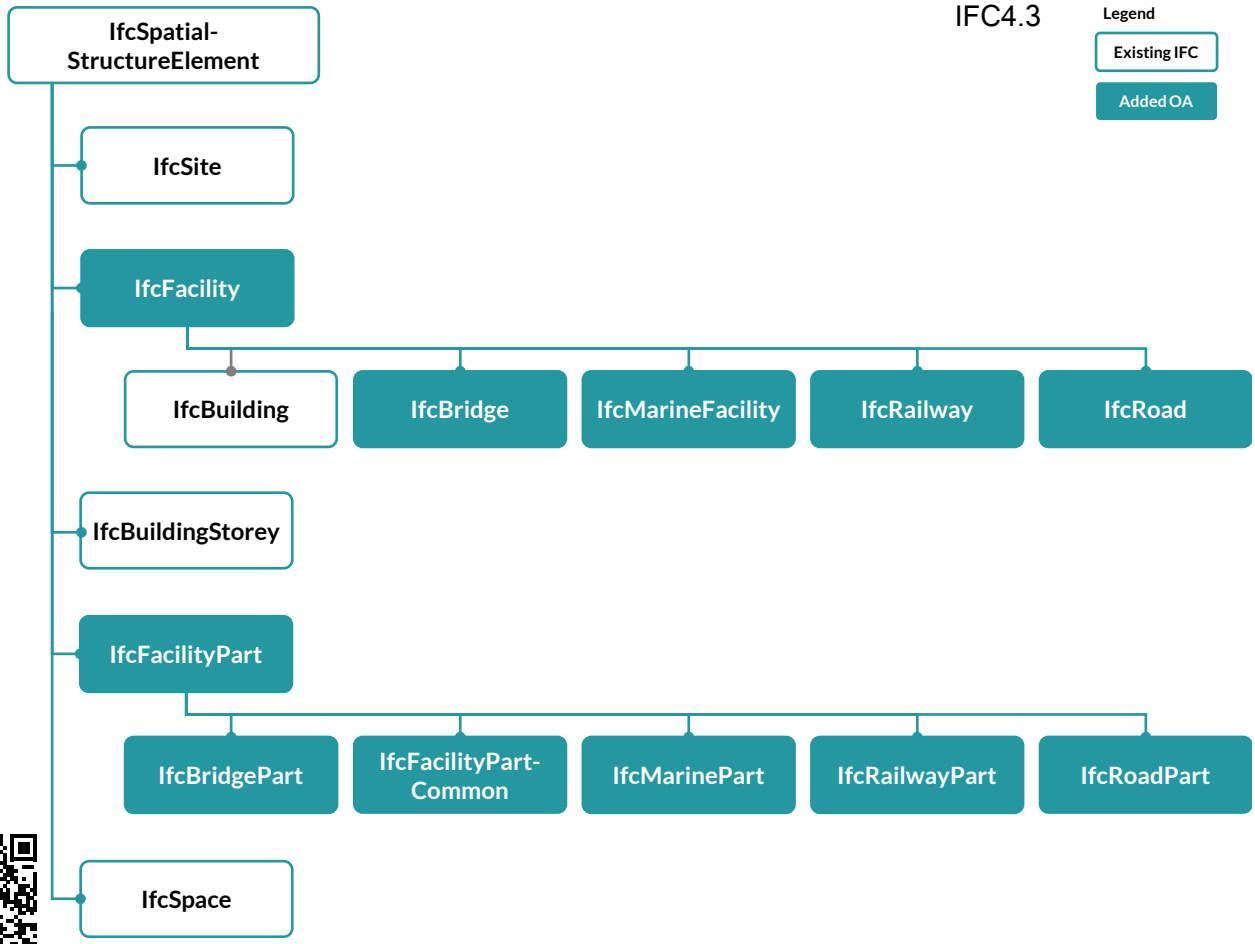


Abb. 3.28: Datenschema IFC4.3 IfcSpatialStructureElement

Im Fall eines Gebäudes bilden die *Entities* IfcSite, IfcBuilding und IfcBuildingStorey die räumliche Struktur (also Bauplatz, Gebäude und Stockwerk). Bei Linienbauwerke wären es bspw. IfcSite, IfcRoad und IfcRoadPart. Die Verortungselemente werden über Beziehungsobjekte der *Entity* IfcRelAggregates zu einer hierarchischen Projektstruktur verknüpft, dies wird nachfolgend als räumliche Beziehung beschrieben. Über die räumliche Beziehung werden jedoch keine geometrischen Lageinformationen weitergegeben. Dies erfolgt über IfcLocalPlacement bzw. IfcLocalLinearPlacement (Linienbauwerke) und wird als räumliche Positionierung bezeichnet.

Räumliche Beziehung – Hochbau

Die räumlichen Beziehungen im Hochbau bleiben mit IFC4.3 unverändert. Abb. 3.28 zeigt die Verknüpfung der IfcSpatialStructure-Elemente mittels IfcRelAggregates für den Hochbau. Die räumliche Beziehung erfolgt in der Reihenfolge: Grundstück, Gebäude und (abschließend) Geschoss. Über die Beziehungs-*Entities* IfcRelContainedInSpatialStructure

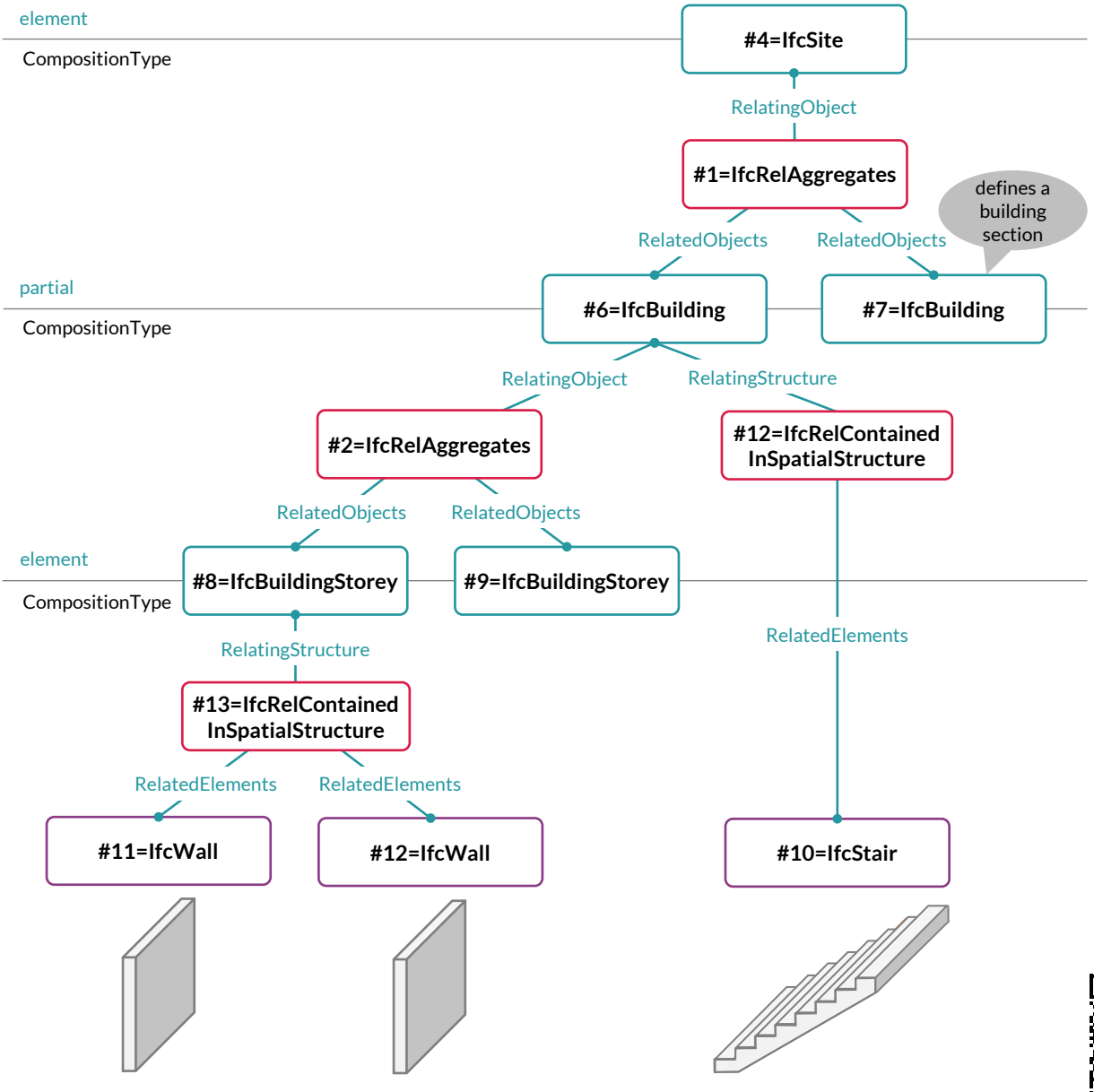


Abb. 3.29: Räumliche Beziehung im Hochbau (IfcRelContainedInSpatialStructure)

erfolgt die Zuweisung von Bauteilen zu den IfcSpatialStructure-Elementen. Beachtenswert dabei ist, dass jedes Bauteil nur einem IfcSpatialStructure-Element zugewiesen werden kann. Falls ein Bauteil jedoch, wie bspw. ein geschossübergreifendes Fassadenelement, mehreren räumlichen Objekten zugehörig ist, kann eine zusätzliche Zuweisung mittels der Beziehungs-*Entities* IfcRelReferencedInSpatialStructure erfolgen. Elemente aller *Child-Entities* von IfcElement (z.B. IfcWall, IfcAlarm) können mit IfcSpatialStructure-Elementen verknüpft werden. Im abgebildeten Beispiel ist eine Instanz der *Entity* IfcStair mit einem Element der *Entity* IfcBuilding verknüpft und zwei Instanzen der *Entity* IfcWall mit einem Element der *Entity* IfcBuildingStorey.



Abb. 3.30: Räumliche Beziehung im STEP-Format

Räumliche Positionierung – Hochbau

Die oben beschriebene räumliche Beziehung ermöglicht die genaue Zuordnung von Elementen (z.B. IfcWall) zu den *Entities*/Elemente der Verortung (IfcSpatialStructure-Elemente). Jetzt müssen noch die Positionierung der Elemente und die geometrische Referenzierung definiert werden. Diese räumliche Positionierung erfolgt über die gleichen IfcSpatial-Structure-Elemente, jedoch nicht über Beziehungen, sondern über IfcLocalPlacement. Dazu wird ein Ursprung (IfcSite) definiert und jedes weitere IfcSpatialStructure-Element hat einen eigenen relativen Ursprung, der sich auf den vorherigen Ursprung bezieht. Im Beispiel in Abb. 3.31 und Abb. 3.32 beginnen wir mit IfcSite, wo die Längen- und Breitengrade enthalten sind. Mittels IfcLocalPlacement kann nun eine X-Y-Z-Verschiebung angegeben werden. Dies wird dann der globale Ursprung für alle Gebäude auf diesem Grundstück (IfcSite). Die Gebäude (IfcBuilding) haben ebenfalls einen relativen Ursprung, der sich durch eine X-Y-Z-Verschiebung vom Ursprung des Grundstücks (IfcSite) unterscheiden kann. Dieser Vorgang gilt auch für den relativen Ursprung des Geschosses, wobei es sich meistens nur noch um eine Verschiebung in Z-Achse (Höhe) handelt. Der relative Ursprung eines Bauteils (z.B. IfcWall) bezieht sich wiederum auf den Ursprung des Geschosses, wo ebenfalls eine Verschiebung in X-Y-Z-Richtung über IfcLocalPlacement stattfinden kann. Die geometrische Darstellung, also die einzelnen Polypunkte des Bauteils (z.B. IfcWall), beziehen sich schlussendlich auf diesen Bauteilursprung.

Abb. 3.32 zeigt die räumliche Positionierung anhand eines IFC-STEP-Dateibeispiels. Bei dem angeführten Beispiel ist die Position des Ursprungs von IfcSite und IfcBuilding gleich

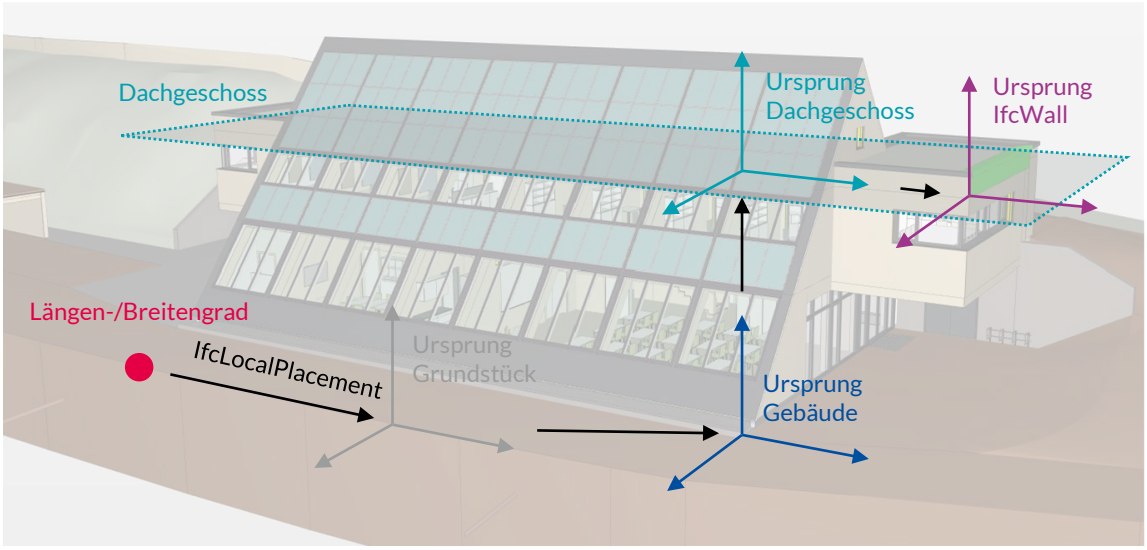


Abb. 3.31: Räumliche Positionierung im Hochbau

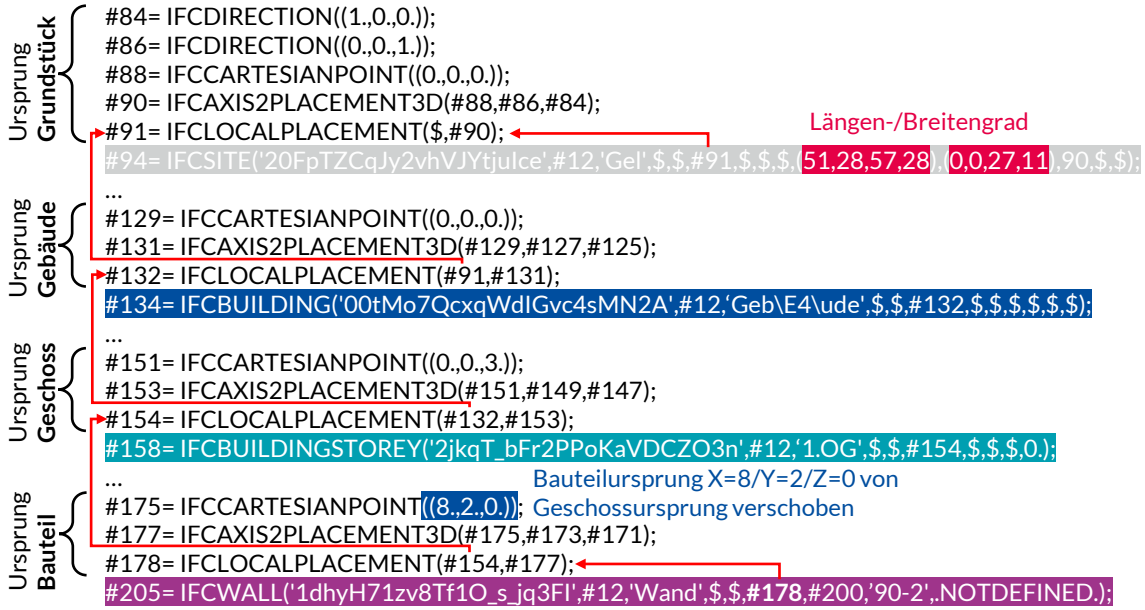


Abb. 3.32: Darstellung der räumlichen Positionierung im STEP-Dateiformat

(X-Y-Z Verschiebung = 0). Der Geschossursprung für das 1. OG ist 3 m über den Gebäudeursprung. IfcWall beginnt in einer Entfernung von X=8 m und Y=2 m vom Geschossursprung.

Räumliche Beziehungen – Linienbauwerke

Die räumlichen Beziehungen von Linienbauwerken funktionieren nach dem gleichen Prinzip wie im Hochbau. Im Linienbauwerk werden jedoch zusätzliche IfcSpatialStructure-Elemente verwendet. Der Ausgangspunkt für die räumliche Verortung ist wiederum IfcSite. In Abb. 3.33 wird die räumliche Beziehung von IfcBridge dargestellt. Das gleiche Konzept gilt jedoch auch für IfcRailway und IfcRoad. Es ist sogar möglich, eine Kombination dieser Elemente zu verwenden. Die Verbindung zwischen den IfcSpatialStructure-Elementen

erfolgt über die Beziehungs-*Entity* IfcRelAggregates. Die Zuordnung von Bauteilen (z.B. IfcSignal) zu den IfcSpatialStructure-Elementen erfolgt über die *Entity* IfcRelContainedInSpatialStructure. Jedes Bauteil (IfcElement) darf nur einem IfcSpatialStructure-Element zugeordnet werden. Bauteile können auch direkt einer IfcFacility zugewiesen werden, wie es in Abb. 3.33 bei IfcAlignment der Fall ist. Die *Child-Entities* von IfcFacility und IfcFacilityPart können durch den *PredefinedType* noch weiter unterteilt werden.

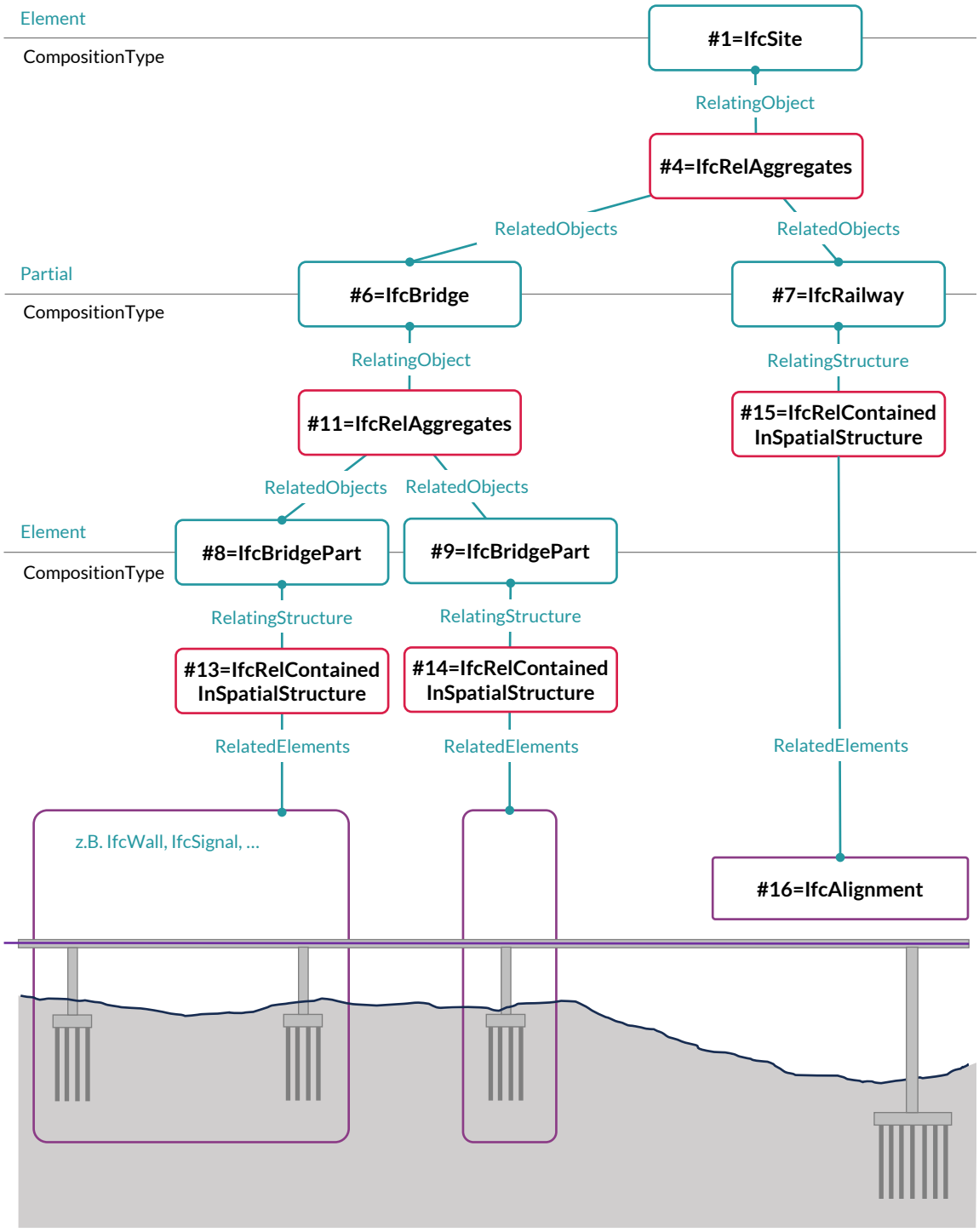


Abb. 3.33: Räumliche Beziehung von Linienbauwerken

Räumliche Positionierung – Linienbauwerke
In diesem Abschnitt wird die Positionierung von Linienbauwerken behandelt. Das Datenschema von IFC4.3 ermöglicht verschiedene geometrische Darstellungen und Positionierungsmöglichkeiten für Linienbauwerke. Um das zugrundeliegende Konzept zu veranschaulichen, wird eine mögliche Variante beschrieben.

Ausgangspunkt bei der Positionierung ist IfcSite, welche über IfcLocalPlacement den Ursprung von bspw. IfcRailway definiert. Der Ursprung von IfcRailway ist wiederum mit IfcLocalPlacement mit dem Ursprung von IfcAlignment (siehe ISO 19148) verknüpft. Dies entspricht bis zu diesem Punkt dem Konzept aus dem Hochbau.

IfcAlignment spielt eine entscheidende Rolle bei der Positionierung von Linienbauwerken wie Straßen und Schienen. Es ermöglicht die digitale Darstellung der geometrischen und geografischen Eigenschaften von Straßen, Eisenbahnen und ähnlichen Infrastrukturelementen. IfcAlignment selbst ist ein Linienelement, das eine lineare Referenzierung von Elementen (z.B. IfcSignal) entlang dieser Linie ermöglicht. Bspw. kann das Element IfcSignal über IfcLinearPlacement und die Angabe der Länge (*Distance along*) entlang der IfcAlignment eindeutig verortet werden. Durch weitere Angabe von horizontalen und vertikalen Offsets kann der Abstand von IfcAlignment und somit der Abstand von der Gleisachse ergänzt werden. Diese Offsets sind in einem zum linearen Element (IfcAlignment) orthogonalen, zwei-dimensionalen Raum. Für die eindeutige Verortung von IfcSignal entlang einer IfcAlignment sind die Angaben *Distance Along*, *OffsetVertical*, *OffsetLateral* notwendig.

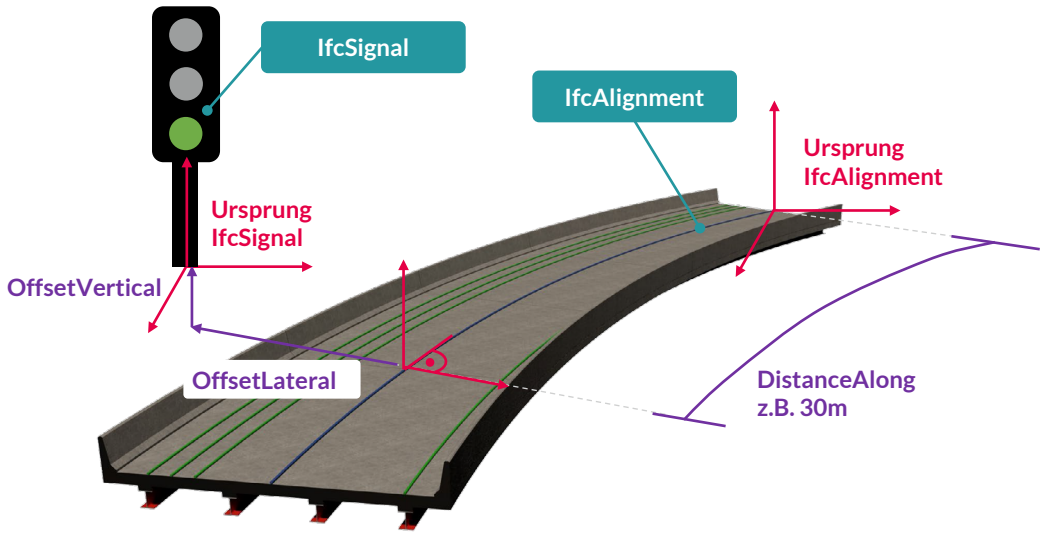


Abb. 3.34: Verortung von IfcSignal auf einem IfcAlignment

Die geometrische Abbildung von Elementen (z.B. IfcCourse) kann an mehreren Stellen auf IfcAlignment verweisen – bspw. Anfangspunkt und Endpunkt von IfcCourse. Durch zusätzliche geometrische Informationen (Breite und Höhe) können über die Referenzierung mit IfcAlignment somit auch 3D-Volumenobjekte definiert werden. Wesentlich dabei ist, dass die Referenzierung immer relativ zum IfcAlignment erfolgt und damit der räumliche Verlauf des IfcAlignment geerbt wird. IfcCourse kann eine Bauteilschicht sein, z.B. eine Asphaltschicht einer Straße.

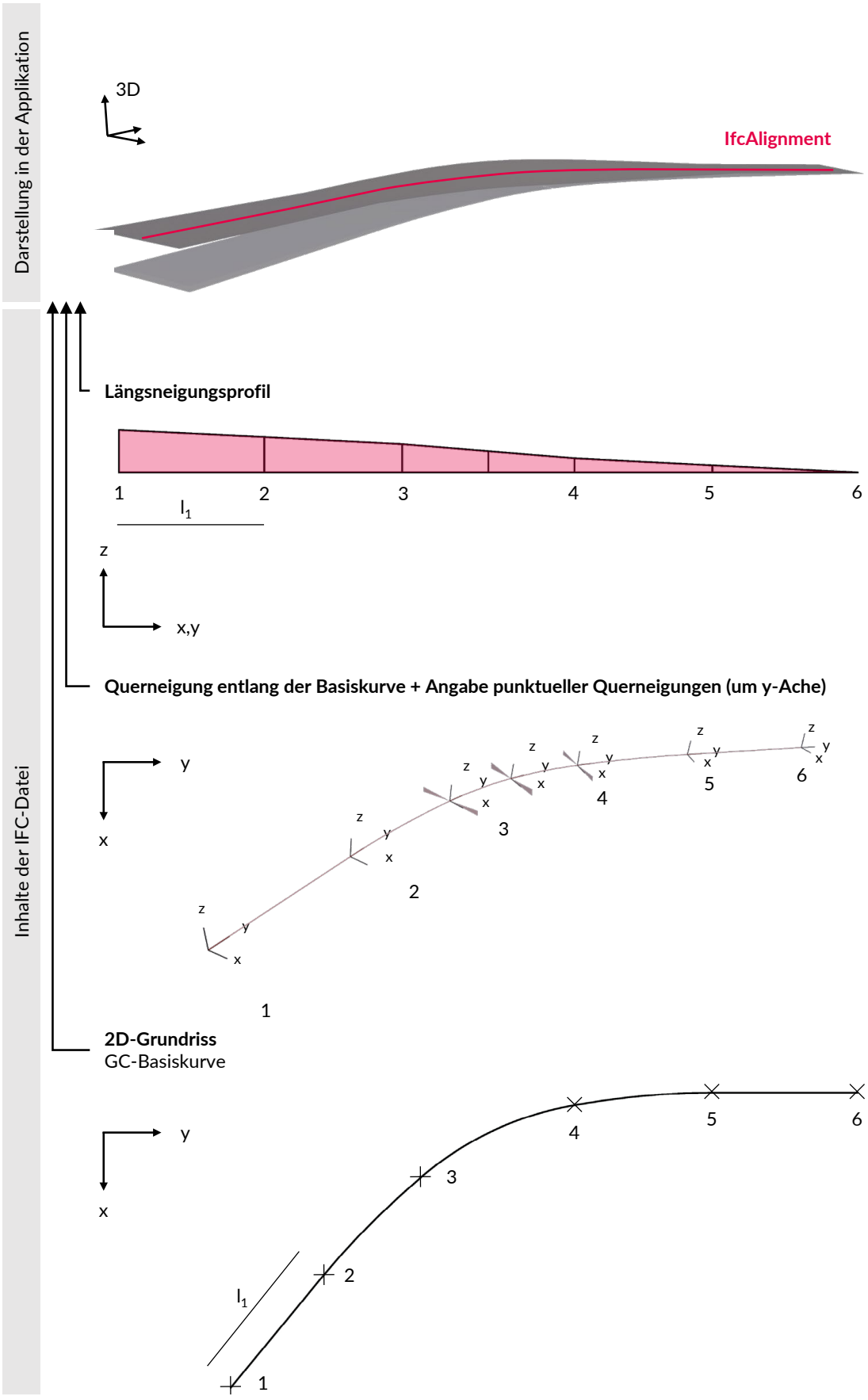


Abb. 3.35: Komponenten einer IfcAlignment

IfcAlignment stellt somit ein zentrales Element der Verortung dar. IfcAlignment wird in diesem Beispiel nicht als 3D-Linie in der IFC-Datei direkt abgebildet, sondern besteht aus mehreren Komponenten innerhalb der IFC-Datei und wird schrittweise entwickelt. Zunächst wird ein horizontaler Grundriss in einer projizierten Ebene festgelegt – eine Basislinie (Grundriss). Auf diese beziehen sich die Elemente, wenn diese die Länge (*Distance along*) für die Verortung angeben. In einem *zweiten Schritt* wird die vertikale Trassierung (d.h. eine Abfolge von Segmenten mit konstanten Steigungen sowie glättende Segmente, die eine Variation der Steigung aufweisen) hinzugefügt (Längsschnitt). Weiters kann die Querneigung anhand von Segmenten entlang der Basislinie definiert werden. Dies hat Auswirkung auf die Drehung der Achse für die horizontalen und vertikalen Offsets. Diese drei Informationen ergeben die Repräsentation von IfcAlignment.

3.2.3.5 Ressourcen – Material

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

Diese Beziehung zwischen Material und Elemente illustriert Abb. 3.36. IfcRelAssociatesMaterial besitzt das Attribut *RelatingMaterial* und durch die Attributvererbung von IfcRelAssociates außerdem das Attribut *RelatedObjects*. Das erstgenannte Attribut verweist auf *Child-Entities* von IfcMaterialDefiniton, wie IfcMaterial oder auch das für Ver-

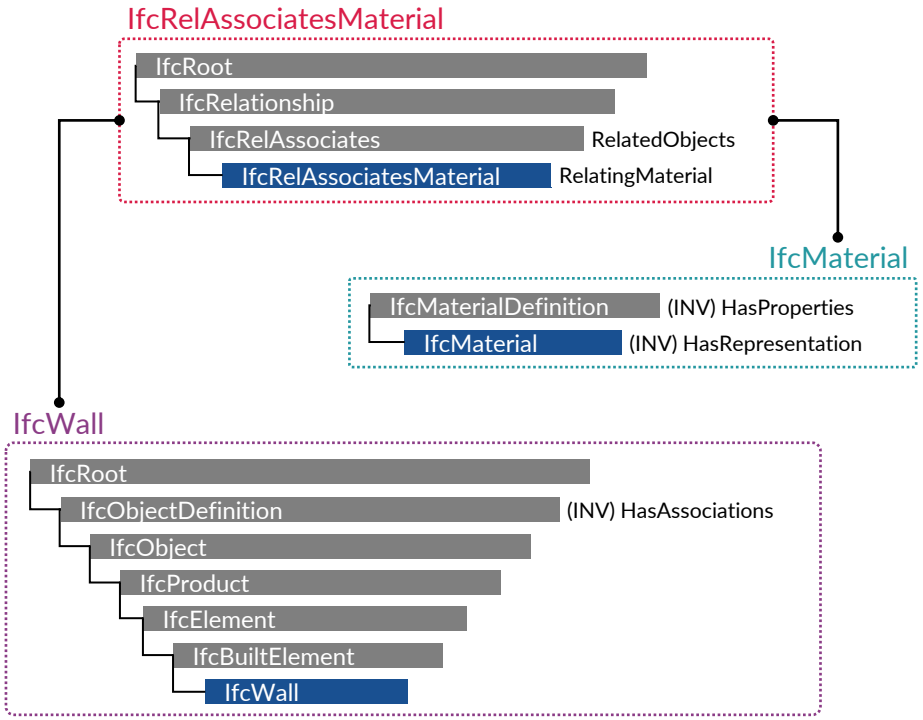


Abb. 3.36: Beziehung zwischen IfcWall und IfcMaterial im IFC-Datenschema

bundmaterialien benötigte IfcMaterialLayerSet. Zweiteres verweist auf *Child-Entities* von IfcObjectDefinition, wie bspw. IfcWall, IfcBuildingElementPart. Die *Entity* IfcWall besitzt durch die Attributvererbung das Attribut *HasAssociations*. Mittels der Attribute erfolgt die Verknüpfung wie in Abb. 3.37 dargestellt.

Das Datenschema von IFC umfasst keine vordefinierten Materialfestlegungen. Materialien können mit dem Attribut *Name* individuell benannt werden. Zusätzlich können *Child-Entities* von IfcMaterialDefiniton über das Attribut *HasProperties* weitere Materialeigenschaften erhalten, wie mechanische, thermische oder optische Eigenschaften. Weiters kann die *Entity* IfcMaterial über das Attribut *HasRepresentation* mit Darstellungsinformationen assoziiert werden, wie bspw. Schraffuren in der 2D-Darstellung oder Informationen für Renderings.

Dem IfcMaterial können wiederum über IfcMaterialProperties *Propertys* zugeordnet werden. Diese *Properties* werden mittels IfcMaterialProperties gruppiert. IfcMaterialProperties ist mit IfcPropertySet bei Elementen bzw. IfcBuildingElementPart vergleichbar.

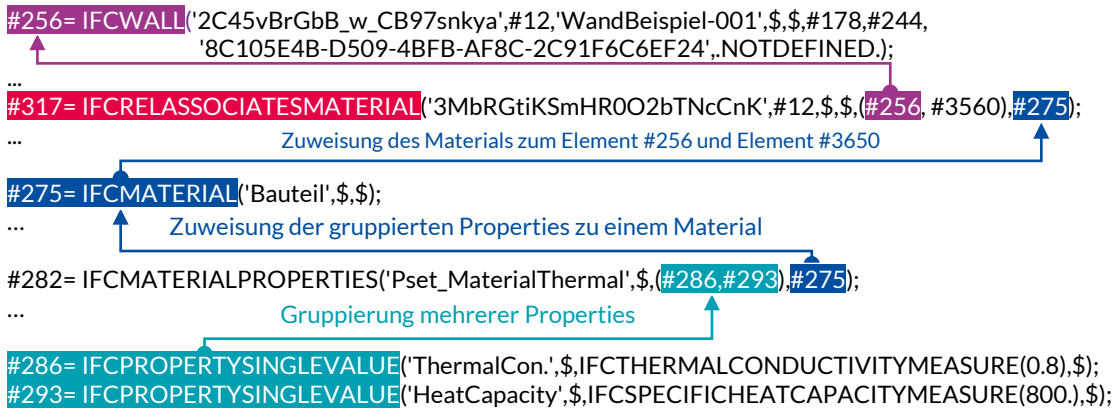


Abb. 3.37: Relation zwischen IfcWall, IfcMaterial und Properties im STEP-Format

3.2.3.6 Property

Im IFC-Datenschema können Elementen (z.B. IfcWall, IfcAlarm) zusätzliche Informationen angefügt werden. Dies erfolgt durch *Properties* (Merkmale, z.B. Feuerwiderstand, Aufbautennummer) und *Property Sets*. *Properties* können mit Hilfe von IfcProperty und deren untergeordneten *Entities*, aus dem Schema IfcPropertyResource frei definiert werden. Sie werden über ein Tupel der Form »*Name-Wert-Datentyp-Einheit*« definiert. Die meistverwendete *Child-Entity* 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 *Entity* IfcWall mit dem Tupel »*Name: Load Bearing; Wert: YES; Datentyp: Boolean*«. Eine andere *Child-Entity* von IfcProperty ist bspw. IfcPropertyEnumeratedValue, bei der ein Wert aus vordefinierten Alternativen gewählt werden kann. Diese werden über das Attribut *EnumerationValues* referenziert. Bei IfcPropertyBoundedValue können ein *UpperBoundValue* und ein *LowerBoundValue* (Ober- und Untergrenzwert) definiert werden. Merkmale können mittels der Deklaration des *Types* (Datentyp) über *Child-Entities* von IfcValue (bspw. IfcLabel oder 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 gibt bei allen *Types* auch deren zugehörige umfassende SI-Einheiten an (siehe QR-Code).

Einzelne *Properties* werden in den IfcPropertySets (Merkmalgruppen) oder IfcMaterialProperty gruppiert. Diese Gruppierung sind thematisch geordnet. Jede Element-*Entity* umfasst zumindest ein Standard-*Pset*, das typischerweise mit dem Suffix Common bezeichnet ist, bspw. Pset_WindowCommon. Einige *Psets* sind auch gleichzeitig vielen Element-*Entities* zugeordnet, bspw. das Pset_Warranty. *Propertey Sets*, welche mit Pset_ beginnen, sind Teil der ISO 16739-1 und somit international standardisiert.

Individuell erstellte *Property Sets* dürfen somit nicht mit dem Präfix Pset_ beginnen.

Die Verknüpfung von einem *Property Set* zu einem Element erfolgt über das Beziehung IfcRelDefinesByProperties. Über das Attribut *DefinesOccurrence* von IfcPreDefinedPropertySet werden *Property Sets* mit dem Beziehungsobjekt verknüpft. Das Attribut *IsDefinedBy* ermöglicht die Verknüpfung aller *Child-Entities* von IfcObject zum Beziehungsobjekt. Alle *Child-Entities* von IfcObject können somit *Property Sets* und *Properties* tragen. *Child-Entities* von IfcObject sind unter anderem IfcElement und IfcSite (Abb. 3.17) sowie IfcProject. Eine Zuordnung zu einer untergeordneten *Entity* von IfcElementType (z.B. IfcWallType) ist ebenfalls möglich.

```
#1155=IFCWINDOW('2QndTlV2X8589ermBtTWIq',#12,'Fenster5',$,$,#1002,#598,'9',.NOTDEFINED.);
#309= IFCRELDEFINESBYPROPERTIES('1c3NwR5m0zwE3x$OeygTQH',#12,$,$,(#1155 ),#300);
#300= IFCPROPERTYSET('204gSSj0jwfqIAswU_dsli',#12,'Pset_WindowCommon',$,(#288,#298));
#298= IFCPROPERTYENUMERATEDVALUE('Status',$,(IFCLABEL('EXISTING')),#296);
#288= IFCPROPERTYSINGLEVALUE('FireRating',$,IFCLABEL(''),$);
```

Abb. 3.38: Zuordnung von Properties zu dem Element IfcWindow

Abb. 3.39 fasst die Möglichkeiten zusammen, in denen ein *Property* bei einem IfcElement definiert werden kann. In diesem Beispiel wurde das IfcElement IfcWall gewählt. *Property* können auf Elementebene, IfcBuildingElementPart und Materialebene über IfcPropertySet oder IfcMaterialProperty zugeordnet werden. Die nach wie vor häufigste Variante ist die Zuordnung direkt über IfcPropertySet auf das *Element* (IfcWall). IfcWalltype ist nicht zwingend erforderlich – wie z.B. in Abb. 3.38, in der die Zuordnung des IfcPropertySet direkt auf IfcWindow erfolgte und nicht auf IfcWindowType.

3.2.4 Epilog zu IFC

Abschnitt 3.2 vermittelte einen Überblick über wesentliche Möglichkeiten zur Zuordnung von Informationen im IFC-Datenschema. Das IFC-Datenschema bietet jedoch noch umfassendere Funktionalitäten, die in diesem Abschnitt nicht alle behandelt wurden. Ein Beispiel hierfür ist IfcGroup, das die Möglichkeit bietet, Elemente zu gruppieren und somit ganze Anlagen im Bereich der TGA (Technische Gebäudeausrüstung) zu strukturieren. Ein weiteres nützliches Element ist IfcAnnotation, mit dem 2D-Grafiken, Bemaßungen, Lasten, Schnittgrößen und Texte im IFC dargestellt werden können, um zwei Beispiele zu nennen.

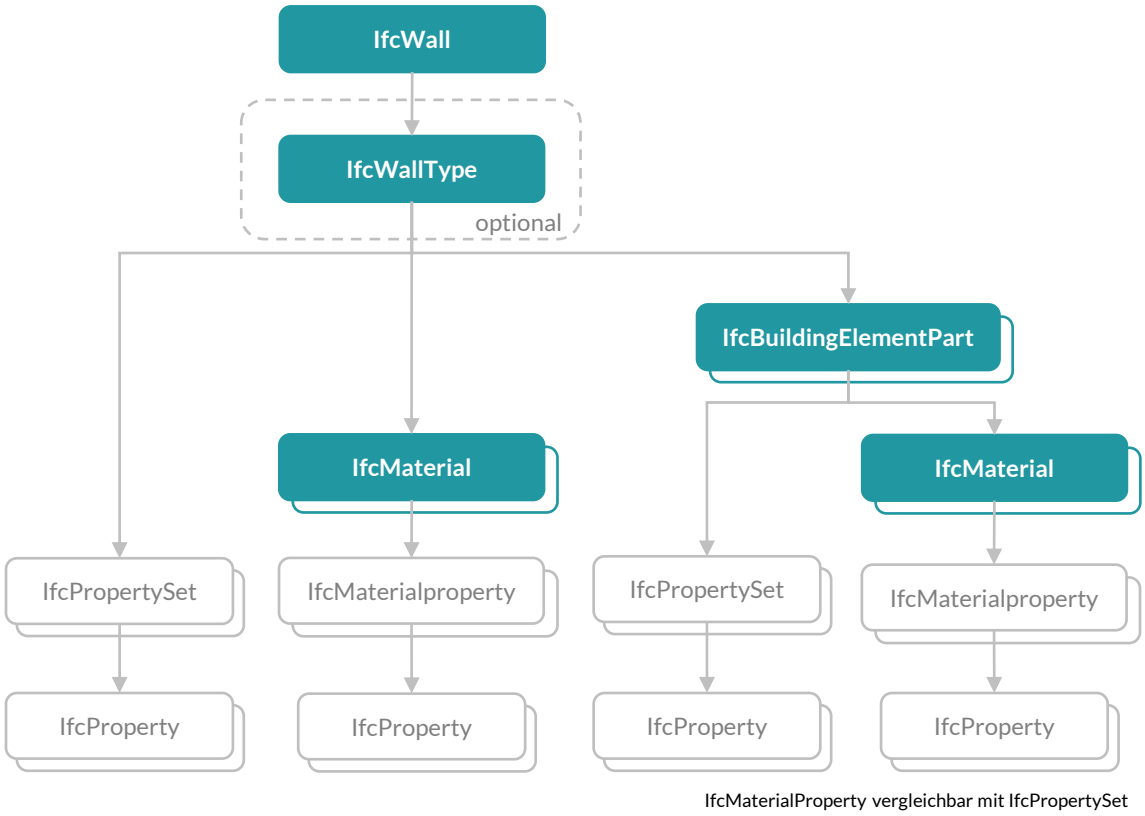


Abb. 3.39: Möglichkeiten von IfcProperty bei einem IfcElement

Grundsätzlich ermöglicht das IFC-Datenschema einen umfangreichen Informationsaustausch zwischen verschiedenen Softwareprodukten. Können Informationen (bspw. zwischen Softwareapplikationen) nicht korrekt übertragen werden, so liegt dies häufig nicht am (sehr gut dokumentierten) IFC-Datenschema, sondern oftmals an den Funktionalitäten des Imports und Exports der Softwareapplikation.

Bei der Erstellung dieses Abschnitts unterstützten die studentischen Mitarbeiterinnen Linda Ratz und Katharina Winkler mit ihren Bachelorarbeiten die Autor:innen.

3.3 Model View Definition (MVD)

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

3.3.1 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 sowie
- *Quantitiy Sets*, *Psets* und Merkmale.

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, den Funktionsumfang einer BIM-Applikation auf die im Kontext der MVD relevanten Anforderungen abzustimmen. Der Zertifizierungsprozess von buildingSMART für BIM-Applikationen basiert daher auf MVD. MVD 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. MVD werden von buildingSMART International herausgegeben.

3.3.2 Etablierte MVD 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 Verortung (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 eine größere Anzahl an BIM-Applikationen am Markt zertifiziert. Auch die RV 1.2 wird mangels Alternativen teilweise für Verkehrsinfrastrukturprojekte eingesetzt. Dabei stellt oftmals die reine Ausrichtung der Verortung (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.

3.3.3 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 und einer Eingrenzung ihrer Funktionalitäten übertragen. Dies ermöglicht eine native Weiterverwendung in der Zielapplikation. Die DTV 1.1 ist derzeit noch nicht für BIM-Applikationen zertifiziert (Stand 01/2024).

Mit der Quantity Takeoff 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 01/2024).

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. 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 01/2024).

Mit der Product Library View 0.1 (LV 0.1) existiert eine MVD, die auf den Anwendungsfall der Übergabe von digitalen Produktinformationen (*DataTemplates*) abzielt. Diese befindet sich derzeit in Entwicklung (*Status Draft*) und ist noch nicht für BIM-Applikationen zertifiziert (Stand 01/2024).

Weitere sich in Entwicklung befindliche MVD sind auf der Webseite von buildingSMART International zu finden (siehe QR-Code).

3.4 BCF-Kommentare

BCF 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).

Mit BCF 3.0 ist es darüber hinaus möglich, individuelle zusätzliche Merkmale/Informationen mittels eines BCF zu übertragen. Auf dieser Grundlage können mittels BCF auch komplexere Anwendungsfälle abgewickelt werden, bei denen umfassendere Deklarationen ausgetauscht werden müssen – bspw. der Anwendungsfall der Anschlusskoordination. Grundsätzlich ist darüber auch die Übergabe von Modell-Merkmalen mittels BCF möglich – eine Funktion, die unter dem Begriff »BIM-Snippets« lanciert wird. Dies setzt jedoch entsprechenden Funktionsumfang der involvierten BIM-Applikationen voraus.

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. BCF werden jedoch genauso in Abstimmungsfällen zwischen BIM-Fachkoordination und BIM-Erstellern verwendet, um konkrete Fragen zu Modell- und Planungsinhalten abstimmen zu können (siehe Abb. 3.40).

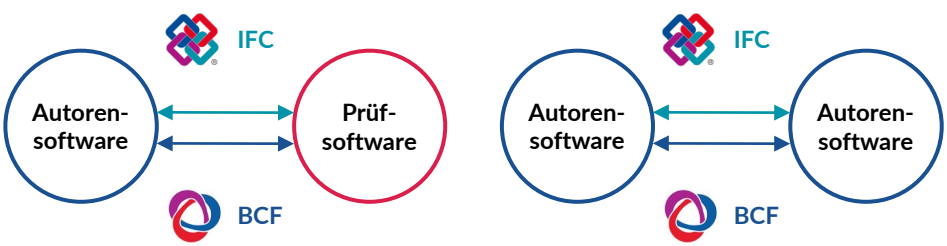


Abb. 3.40: Datenaustausch zwischen BIM-Applikationen

In den Leistungsphasen können BCF-Kommentare 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 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 BCF-Kommentare 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 BCF-Kommentare ist immer aktuell zu halten. Besonders wenn beinhaltete 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-Kommentare 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 BCF-Kommentare abgebildet werden. Durch die Zuordnung zu Gruppen (BIM-Organisationseinheiten und Fachmodellen), Zuständigkeiten in den Problemstellungen und den Status aller BCF-Kommentare können nicht nur einzelne kritische Punkte identifiziert werden, sondern auch rechtzeitig kritische Projekt-Leistungen abgebildet werden.

Folgende Abbildungen 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.

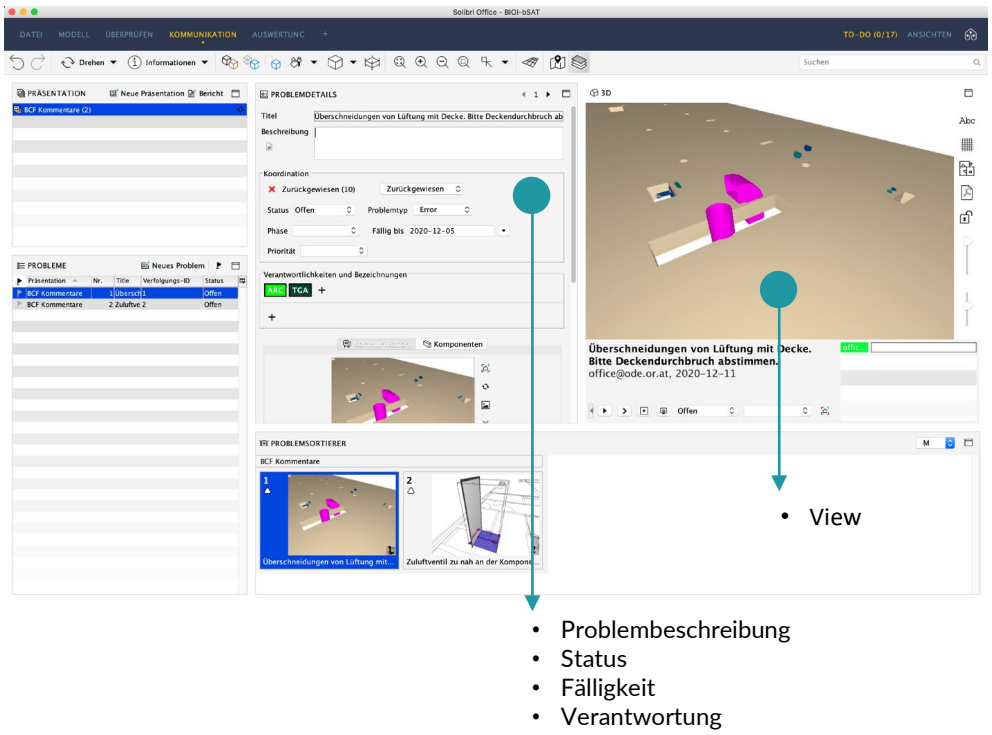


Abb. 3.41: Beispiel für BCF – Überschneidung von Lüftung mit Decke

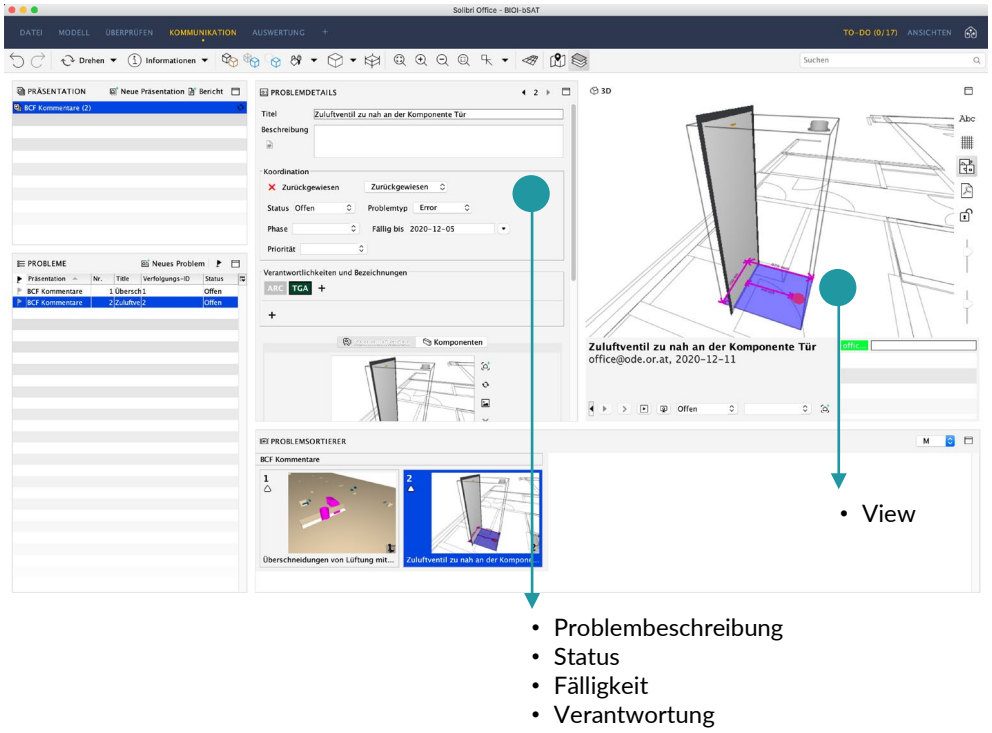


Abb. 3.42: Beispiel für BCF – Bauteile zu nahe nebeneinander

3.5 Common Data Environment (CDE)

Die *Common Data Environment* (Kollaborationsplattform) ist eine essenzielle Grundlage zur Abwicklung der Zusammenarbeit im Zuge der Projektdurchführung. Eine CDE wird in Projekten zumeist vom Auftraggeber bereitgestellt. Ein Auftraggeber mit unternehmensinternen BIM-Projektkompetenzen 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.

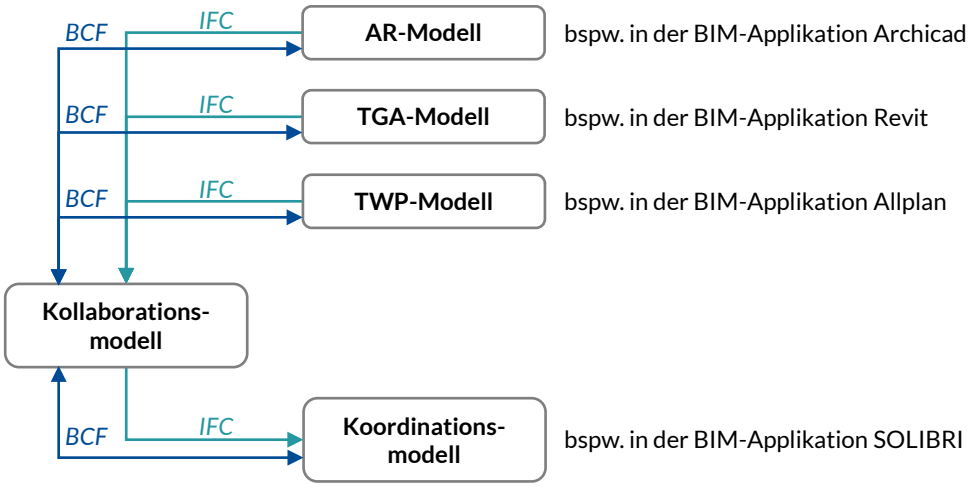


Abb. 3.43: Datenaustausch zwischen den Modellen

Unter CDE wird im Allgemeinen eine webbasierte Plattform für die Zusammenarbeit des gesamten Planungsteams verstanden – diese ermöglicht 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.

3.5.1 Entwicklungsgeschichte

Der britischen BIM-Standard PAS 1192 beschrieb 2007 erstmalig normativ die Funktion und Strukturierung einer CDE. 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 (*Work In Progress, Shared, Puplished, 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 CDE bieten einen deutlich komplexeren Funktionsumfang mit der Integration der projektbezogenen (E-Mail-)Kommunikation, des Datei-/Planaustauschs, des

Modell-/Kommentaraustauschs und der Viewer-Funktion. 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 die CDE hochladen und entsprechend deklarieren. Diese teilweise (produktabhängig) aufwändige Arbeit ist zeitintensiv und fehleranfällig. Nachfolgende Abbildungen beschreiben den typischen Aufwand bei der Bereitstellung (Abb. 3.44) von Modellinformationen auf der CDE sowie bei der Prüfung und Bereitstellung der Prüfergebnisse (Abb. 3.45).

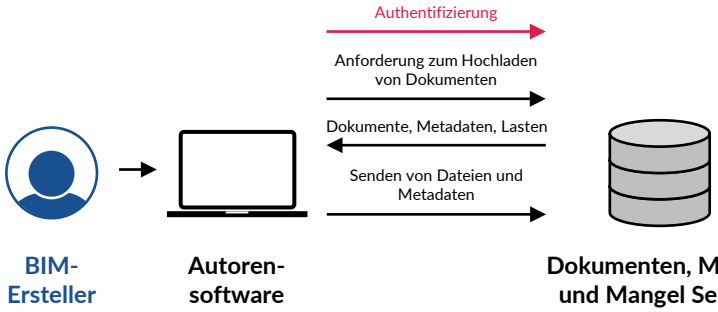


Abb. 3.44: CDE-Kommunikation BIM-Ersteller

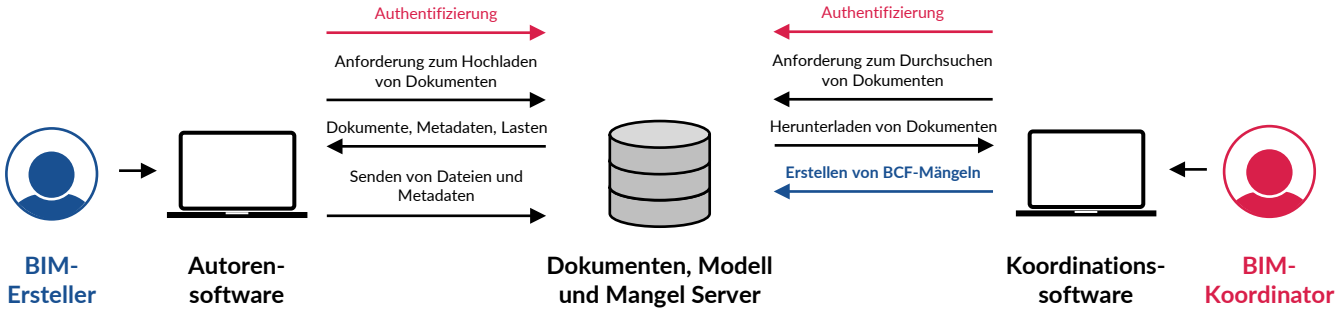


Abb. 3.45: CDE-Kommunikation BIM-Ersteller und BIM-Koordination

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. Abb. 3.47 beschreibt den reduzierten Aufwand bei der modellbasierten Kommunikation.

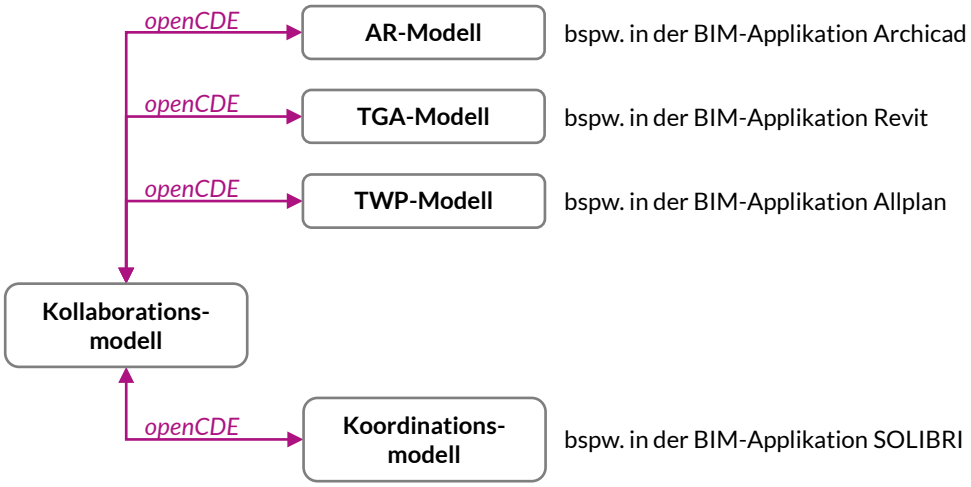


Abb. 3.46: Datenaustausch zwischen Modellen bei openCDE

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 CDE nutzbar.

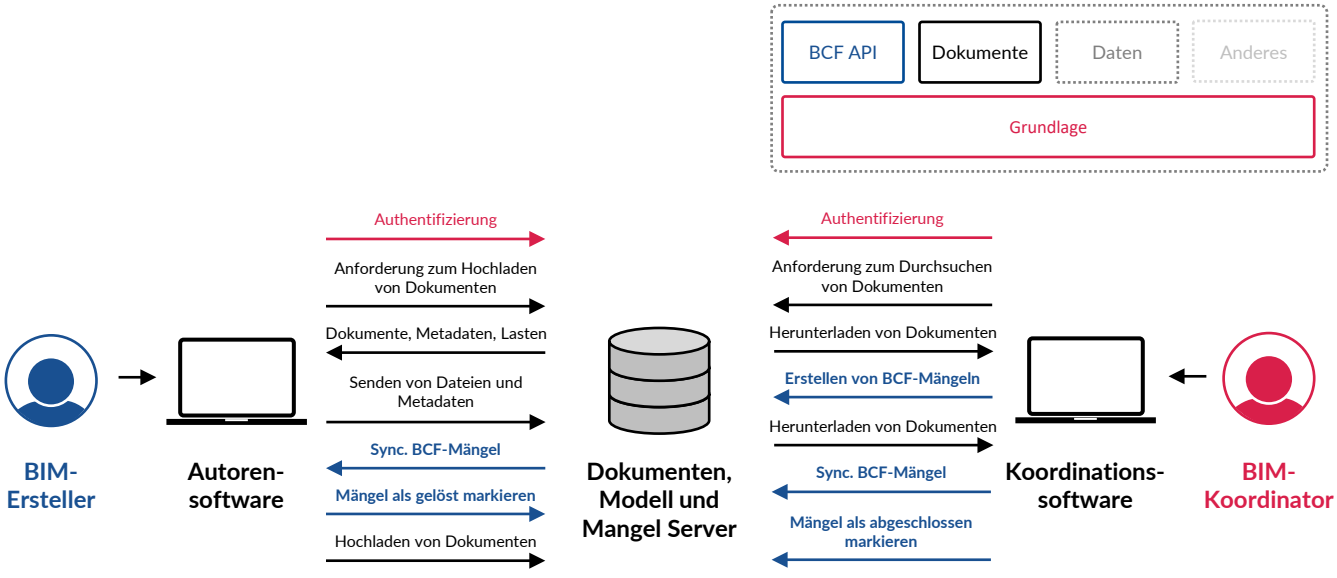


Abb. 3.47: openCDE-Kommunikation BIM-Ersteller und BIM-Koordination

3.5.2 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 leichterer Auswertbarkeit des Projektstatus, leichtere 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 Betriebsführung bzw. das AIM zu relevanten Zeitpunkten.

3.5.3 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.

3.6 Informationsbedarfstiefe (LOIN) und Detailierungsgrade (LOG, LOI)

Paul Curschellas (Gastautor), Tina Krischmann

Dieser Abschnitt beschreibt die Methode zur Definition und Ermittlung der Informationsbedarfstiefe, welche von den beteiligten Akteur:innen zu einem spezifischen Zeitpunkt als bestimmte Information gefordert wird. Die Methode zur Definition der Informationsbedarfstiefe wird normativ definiert über den **Level of Information Need** in der **EN 17412-1**.

Mit der Normenreihe ISO 19650 werden die Prozesse und die Rollen in der Bereitstellung von Information aus Sicht des Informationsempfängers (Besteller) und der Informationslieferant (Bereitsteller) aufgezeigt. Ergänzend dazu steht mit der EN 17412-1 (Bauwerksinformationsmodellierung – Informationsbedarfstiefe – Teil 1: Konzepte und Grundsätze) die methodische Grundlage zur Definition des Level of Information Need bereit.

Informationsbedarfstiefe (Level of Information Need – LOIN) beschreibt im Rahmen des Informationsmanagements die Anforderung des Bestellers von Information, hinsichtlich der Tiefe der geometrischen und alphanumerischen Informationen sowie der erwarteten Dokumentationen, wie der Lieferung durch den Bereitsteller von Informationen. Die Regelung zur Definition der Informationsbedarfstiefe ist ein essenzieller Teil innerhalb der Regelwerke **AIA** und **BAP** und Teil der Anforderungen des Auftraggebers. Sie dienen als Basis für den reibungslosen Prozessablauf innerhalb eines Projekts – die Abstufungen als solche sind jedoch nicht standardisiert. Vielmehr sind es die jeweiligen Bedingungen, die Projektziele, Anwendungsziele und die darauf aufbauenden Anwendungsfälle in den Regelwerken, welche die Grundlage zur Eingrenzung und Definition der Informationsbedarfstiefe bilden.

Die Informationsanforderungen des **LOIN** leiten sich folglich aus dem Bedarf der Anwendungsfälle ab, die zu bestimmten Zeitpunkten im Projekt durchgeführt werden. Der **LOIN** umfasst die geometrischen (**LOG**) und die alphanumerischen (**LOI**) Definitionen der Fachmodelle sowie die dazugehörigen notwendigen Dokumentationen (**DOC**).

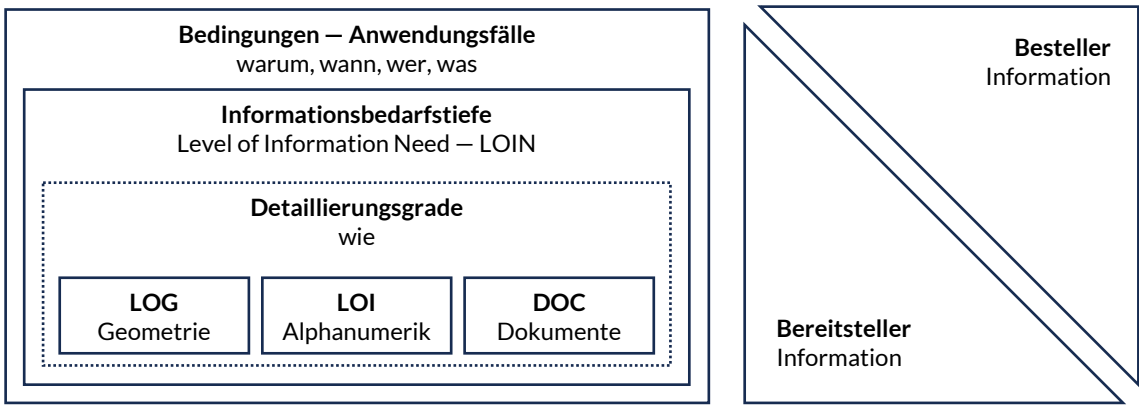


Abb. 3.48: Definition der Informationsbedarfstiefe (Anwendungsfälle) wird beantwortet durch die Detaillierungsgrade (2 Schritte)

Durch die Beantwortung des Bedarfs über die einzelnen Anwendungsfälle der Regelwerke wird vermieden, dass im Projekt die geometrische Modellierung und die Aufinformierung

der Modellelemente mit der alphanumerischen Information zu viele (somit unnötige) oder zu wenige (also übersehene) Informationen umfasst.

Die Erarbeitung, Bereitstellung, Koordinierung und Pflege der geometrischen und alphanumerischen Ausarbeitung in den verschiedenen Fachmodellen sowie die dazugehörige Dokumentation unterliegen somit einer kontrollierten Umgebung, die jederzeit über die *Anwendungsfälle* nachweisbar einen Nutzen bietet. Diese Art der Kommunikation des Informationsbedarfs bietet schon zu Projektbeginn den Vorteil, dass Auftraggeber (AG) und Auftragnehmer (AN) einen guten Einblick hinsichtlich des zu leistenden Umfanges im Projekt erhalten und der Aufwand gut einschätzbar und vereinbar durch die beteiligten Parteien ist (Verträge und Bestimmungen).

3.6.1 Methode in der EN 17412-1 vs. etablierte Praxis

Die Erfahrung der Praxis hat gezeigt, dass die Akronyme »**LOG**« und »**LOI**« sowie die Definitionen zu deren »Klassen 100–500« nicht wirklich geeignet sind, um ein erwartetes Lieferobjekt präzise zu beschreiben. Die Definitionen zur modellbasierten Zusammenarbeit erfolgte bisher, ohne die Anforderung, den Prozess und die Verantwortlichkeiten bezogen auf den *Anwendungsfall* abzuleiten und festzuhalten. Dies konnte zu Widersprüchen in der Koordination der Beteiligten führen und öffnete den Interpretationsspielraum bei getroffenen Regelungen. Die für ein Bauwerk notwendigen Informationen konnten so nicht zuverlässig und widerspruchsfrei bereitgestellt werden.

Die bisherige Bereitstellung der Detaillierungsgrade **LOG** und **LOI** sind für die Modell-Datenimplementierung und Datenlieferung eine Vereinfachung in der Kommunikation. Es wird jedoch zwingend davon abgeraten, allein darauf die Informationsbedarfstiefe abzustützen bzw. vertraglich zu vereinbaren. Hier ist klar die Empfehlung, dies ausgehend von den *Anwendungsfällen* in den projektbezogenen Regelwerken abzuleiten.

Die Methode zur Bestimmung des **LOIN** in der EN 17412-1 baut auf zwei Schritten auf:

Schritt 1: Definition der Voraussetzung
warum, wann, wer, was

Schritt 2: Definition des Level of Information Need: geforderte Informationsbedarfstiefe zu Geometrie, Alphanumerik und Dokumentation
wie

Im Folgenden werden die erforderlichen Schritte beschrieben, um die Informationsbedarfstiefe gemäß dieser Methode zu bestimmen.

3.6.2 Vorgehensweise zur Bestimmung der Informationsbedarfstiefe

Schritt 1 – Voraussetzungen

Für eine bedarfsgerechte Festlegung des Level of Information Need müssen zuerst die notwendigen Voraussetzungen geklärt sein. Sie sind jedoch selbst kein Bestandteil des Level of Information Need.

Definition der Voraussetzungen (warum, wann, wer, was):

Warum Ziel und Verwendungszweck, Anwendungen und Nutzung liegen der Informationslieferung zugrunde.

Wann Meilenstein Informationslieferung, Zeitpunkt zu dem ein spezifisches Lieferobjekt erwartet wird.
Wer Akteur:innen im Projekt, die Informationsempfänger (Informations-besteller) oder Informationsersteller (Informations-Lieferant).
Was Informationsinhalte, die in einer bestimmten Informationsbedarfstiefe definiert werden.

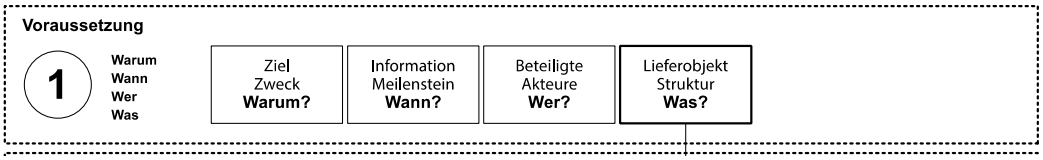


Abb. 3.49: Schritt 1 in der Definition des Informationsbedarfstiefe – Voraussetzung (Quelle: Bauen digital Schweiz, siehe QR-Code)

Schritt 2 – Informationsbedarfstiefe (Level of Information Need)
Im *zweiten Schritt*, dem »wie« bzw. der Definition des Level of Information Need, ist die Art der Information zu bezeichnen. In der SN EN 17412-1:2020 werden hierzu drei Kategorien für die Bezeichnung der Art (Ausprägung) der Informationslieferung verwendet. Ziel ist die Bereitstellung maschinen- und mensch-interpretierbarer Informationen.

1. Geometrie Information, die als Detaillierung, Dimension, Position (Verortung), visuelle Erscheinung und Parametrik definiert wird.
2. Alphanumerik Information, die über eindeutige Schlüssel (Quelle) identifiziert und über Attribute und Eigenschaften bezeichnet wird.
3. Dokumentation Information, die das Lieferergebnis zu einem bestimmten Zeitpunkt darstellt.

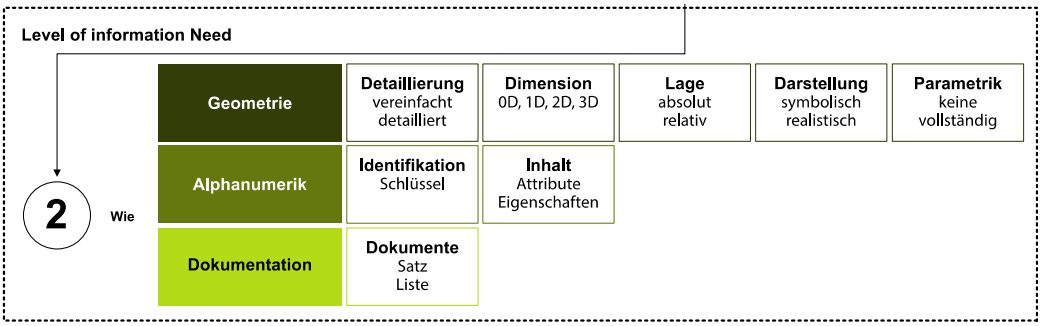


Abb. 3.50: Methode zur Definition der Informationsbedarfstiefe »Level of Information Need« in zwei Schritten nach der Norm, SN EN 17412-1:2020 (Quelle: Bauen digital Schweiz, siehe QR-Code)

3.6.3 Abwicklung im Projekt

Im Rahmen der Projektlaufzeit können die Anforderungen der Informationsbedarfstiefe, der geometrischen Informationen (**LOG**), der alphanumerischen Informationen (**LOI**) wie der Dokumente (**DOC**) zu- und abnehmen. Dies steht im Bezug zu den Anforderungen der jeweiligen Anwendungsfalle, wie die Genehmigungsplanung, Kostenermittlung, Ausschreibung, Produktions- und Montageplanung, Dokumentation für den Betrieb (FM) zum Zeitpunkt der Übergabe des As-Built-Modells an das Facility Management. Basierend auf

einem Anwendungsfall (= »warum«) werden den betroffenen Modellelementen (Elementklassen = *Entities*) die erforderlichen Anforderungen (= »was«) hinsichtlich ihrer Geometrie (**LOG**) und Alphanumerik (**LOI**) zugewiesen, die diese zu einem bestimmten Zeitpunkt (= »wann«) einnehmen müssen. Die Herstellung dieser Informationstiefe obliegt dem:der verantwortlichen Akteur:in (= »wer«).

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 Modellinhalte). Je nach Anwendungsfall kann die Tiefe des alphanumerischen Informationsgehalts die der Standard-IFC-Datenstruktur überschreiten, hierfür müssen dann eigenständige individuelle *Property Sets* und Merkmale definiert werden.

Im Idealfall werden sämtlich Inhalte der Dokumentation (**DOC**) aus den Modellen abgeleitet. Bei der aus dem Modell abgeleiteten Information zu Geometrie und Alphanumerik sollte dies eins-zu-eins der Fall sein (1:1). Die Dokumentation beinhaltet jedoch zusätzliche Information, welche generell über die Modelle bereitgestellt wird. Diesem Aspekt muss in der Projektabwicklung zwingend Rechnung getragen werden, indem die Qualitätssicherung sowie der übergeordnete Prüfprozess der Dokumentation im Projekt durch die kontrollierende Funktion von Menschen und deren Rolle im Projekt sichergestellt werden.

Sowohl **LOG** als auch **LOI** dienen als wichtige Grundlage der Qualitätssicherung und können gegenüber den Dokumenten in den Modellen maschinell geprüft werden. Sie bilden das Grundgerüst, an dem sich die Prüfungsinhalte in der Prüfsoftware phasenabhängig orientieren (Koordination und Kontrolle).

3.6.4 Anwendungsbeispiel

Als Beispiel für die Definition der Informationsbedarfstiefe (**LOIN**) eines bestimmten Anwendungsfalls wird hier der (abstrakte) Anwendungsfall für die Erstellung des Brandschutzkonzepts herangezogen, da dieser hinsichtlich des Umfangs eine überschaubare Darlegung erlaubt.

Schritt 1 – Definition der Voraussetzung (warum, wann, wer, was)

- **Anwendungsfall (AwF):** abgestimmtes modellbasiertes Brandschutzkonzept
- **Ziel und Verwendungszweck (warum):** Koordination und Dokumentation der projektierten Brandschutzmaßnahmen (baulich und technisch).
- **Meilenstein (wann):** zum Ende der Leistungsphase/Planungsphase 3.
- **Beteiligte (wer):** geteilte Autorenschaft zwischen Architektur (Fachmodellführung ARC) und Brandschutzplanung (Inhalte BRP).
- **Informationsinhalte (was):** Bereitstellung der benötigten Informationen zur Koordination der Planung und Dokumentation der Anforderungen aus der Brandschutzplanung. Modellbasierte Planung mit Ableitung und Erstellung der nötigen Dokumente zur Brandschutzplanung.

Schritt 2 – Informationsbedarfstiefe – Level of Information Need (wie)

Geometrie – LOG: Alle Elemente müssen einem bestimmten und korrekten Klassifikationssystem zugewiesen sein, entsprechend dem geforderten Austauschformat (in diesem

Fall und falls nichts anderes verlangt wird, den IFC-Spezifikationen – siehe QR-Code). Beliebige Bauelemente (= IfcBuildingElementProxy) sollten am besten ausgeschlossen und nur in Ausnahmefällen und in Absprache mit dem BIM-Management in Modellen verwendet werden.

Die geforderten Modellelemente sind mindestens: Räume (inkl. ihrer Verortung in Geschossen, Gebäuden), Wände, Türen, Treppen, Stützen, Feuerlöscheinrichtungen, Feuermelder, Notausgangkennzeichnungen.

Die Modellierungsvorgaben entsprechen der detaillierten Auflösung, welche der Koordination und Dokumentation der projektierten Brandschutzmaßnahmen folgen:

- Alle Elemente sind in ihren Ursprungsgeschossen zu verorten.
- Bauliche Elemente sind gemäß des Bauteilkatalogs zu erstellen.
- Es wird elementbasiert modelliert – das bedeutet, dass die Verwendung von »generischen« Elementen nicht empfohlen wird.
- Es werden jene Modellelemente erarbeitet, die für die Erstellung der Planunterlagen notwendig sind. Natürlich sollte phasengerecht gearbeitet werden und Bauteile geometrisch nur so genau erfasst werden, wie nötig.

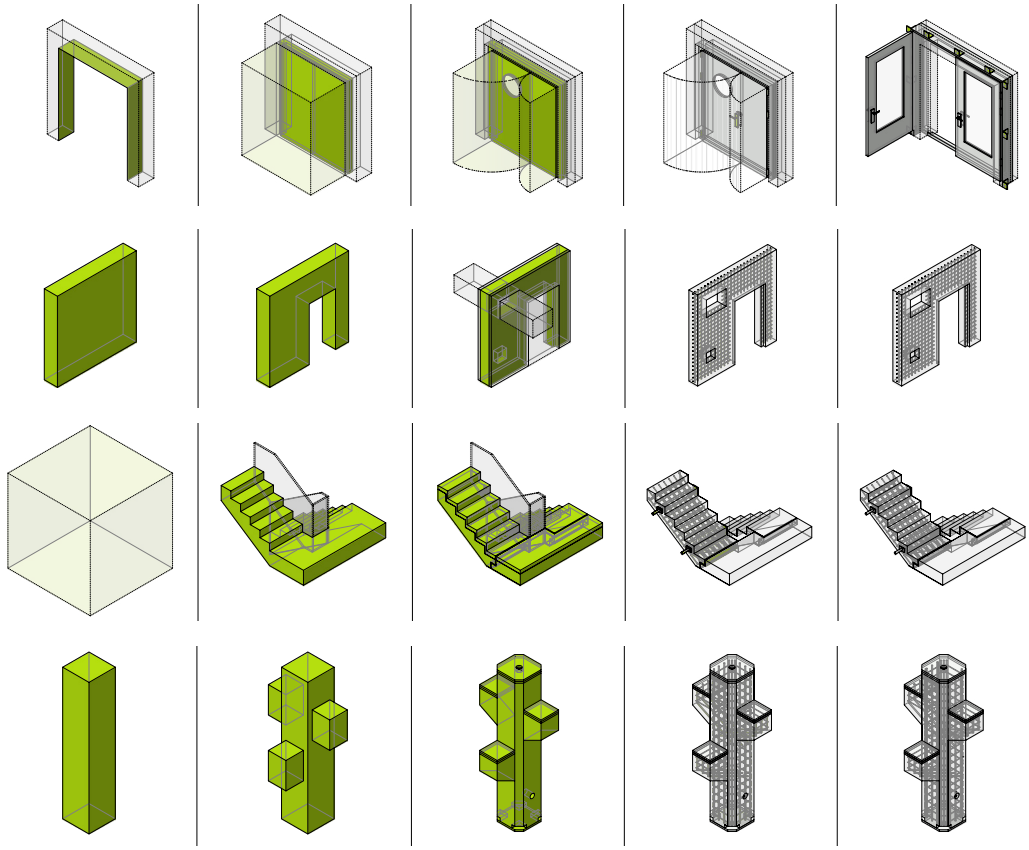


Abb. 3.51: Detaillierungsgrade für die Bauteile Tür (oberste Reihe), Innenwand (2. Reihe), Treppe (3. Reihe) und Stütze (unterste Reihe) (Quelle: Bauen digital Schweiz, siehe QR-Code)

Alphanumerik – LOI: Die Modellelemente Wände, Türen, Treppen, Stützen, Feuerlöscheinrichtungen, Alarmierung, Notausgangkennzeichnungen sind mit den alphanumerischen Informationsinhalten für die Planung und Koordination zu übermitteln:

- Grundstück/Gelände:
  - IfcSite – eindeutige Kennzeichnung im Attribut Name
- Gebäude:
  - IfcBuilding – eindeutige Kennzeichnung im Attribut Name
- Geschoss:
  - IfcStorey – eindeutige Kennzeichnung im Attribut Name
- Raum:
  - IfcSpace – PredefinedType: SPACE, INTERNAL
- Wand:
  - IfcWall – PredefinedType: STANDARD, SOLIDWALL, PARAPET, PARTITIONING
- Tür:
  - IfcDoor – PredefinedType: DOOR, GATE
- Treppe:
  - IfcStair – alle PredefinedTypes
- Stütze:
  - IfcColumn – alle PredefinedTypes
- Feuerlöscheinrichtungen:
  - IfcFireSuppressionTerminal – PredefinedType: FIREHYDRANT, USERDEFINED = WALLHYDRANT
- Feuermelder:
  - IfcAlarm – PredefinedType: ALARM
- Notausgangkennzeichnungen:
  - IfcBuildingElementProxy – PredefinedType: USERDEFINED = FIREEXITLABELING

Informationsbedarfstiefe WIE				Verantwortlich WER		Phase WANN	Struktur WAS												Anwendungsfall WARUM
Merkmal/Attribut	Wertetyp	Wertebereich	Verortung und Benennung im IFC-Fachmodell	Autor Geometrie (LOG)	Autor Alphanumerik (LOI)	Projektphase	Grundstück IfcSite	Gebäude IfcBuilding	Geschoss IfcBuildingStorey	Raum IfcSpace	Wand IfcWall	Tür IfcDoor	Treppe IfcStair	Stütze IfcColumn	Feuerlöscheinrichtungen IfcFireSuppressionTerminal	Feuermelder IfcAlarm	Notausgangkennzeichnungen IfcBuildingElementProxy PredefinedType: USERDEFINED = FIREEXITLABELING	Abgestimmtes modellbasiertes Brandschutzkonzept
Name	IfcLabel	Auswahl/Benennung gem. Konvention Projekt	*IfcSite.NAME*	ARCH	ARCH	2	X											X
Name	IfcLabel	Auswahl/Benennung gem. Konvention Projekt	*IfcBuilding.NAME*	ARCH	ARCH	2		X										X
Name	IfcLabel	Auswahl/Benennung gem. Konvention Projekt	*IfcBuildingStorey.NAME*	ARCH	ARCH	2			X									X
FireExit	IfcBoolean	WAHR oder FALSCH	*Pset_SpaceFireSafetyRequirements.FireExit*	ARCH	BRP	3				X								X
FireExit	IfcBoolean	WAHR oder FALSCH	*Pset_DoorCommon.FireExit*	ARCH	BRP	3						X						X
FireExit	IfcBoolean	WAHR oder FALSCH	*Pset_StairCommon.FireExit*	ARCH	BRP	3							X					X
FlammableStorage	IfcBoolean	WAHR oder FALSCH	*Pset_SpaceFireSafetyRequirements.FlammableStorage*	ARCH	BRP	3				X								X
AirPressurization	IfcBoolean	WAHR oder FALSCH	*Pset_SpaceFireSafetyRequirements.AirPressurization*	ARCH	BRP	3				X								X
SprinklerProtection	IfcBoolean	WAHR oder FALSCH	*Pset_SpaceFireSafetyRequirements.SprinklerProtection*	ARCH	BRP	3				X								X
SprinklerProtectionAutomatic	IfcBoolean	WAHR oder FALSCH	*Pset_SpaceFireSafetyRequirements.SprinklerProtectionAutomatic*	ARCH	BRP	3				X								X
FireCompartmentNumber	IfcLabel	Nummerierung fortlaufend	*Mset_SpaceFireSafetyRequirementsSpecific.FireCompartmentNumber*	ARCH	BRP	3				X								X
FireRating	IfcLabel	Auswahl gem. nationaler Vorgaben	*Pset_WallCommon.FireRating*	ARCH	BRP	3					X							X
FireRating	IfcLabel	Auswahl gem. nationaler Vorgaben	*Pset_DoorCommon.FireRating*	ARCH	BRP	3						X						X
FireRating	IfcLabel	Auswahl gem. nationaler Vorgaben	*Pset_ColumnCommon.FireRating*	ARCH	BRP	3								X				X
Compartmentation	IfcBoolean	WAHR oder FALSCH	*Pset_WallCommon.Compartmentation*	ARCH	BRP	3					X							X
SelfClosing	IfcBoolean	WAHR oder FALSCH	*Pset_DoorCommon.FireRating*	ARCH	BRP	3						X						X
SmokeStop	IfcBoolean	WAHR oder FALSCH	*Pset_DoorCommon.FireRating*	ARCH	BRP	3						X						X
HasDrive	IfcBoolean	WAHR oder FALSCH	*Pset_DoorCommon.FireRating*	ARCH	BRP	3						X						X
ExtinguishingMedia	IfcLabel	ND; Wasser; Kohlendioxid; Schaum; Pulver; Fettbrand; Metallbrar	*Mset_FireSuppressionTerminalTypeSpecific.ExtinguishingMedia*	ARCH	BRP	3									X			X
TypeOfAlarm	IfcLabel	ND; Feuermelder; Einbruch; CO2; etc.	*Mset_AlarmTypeSpecific.TypeOfAlarm*	ARCH	BRP	3										X		X
TypeOfFireExit	IfcLabel	ND; Ausgang; Fluchtweg	*Mset_BuildingElementProxySpecific.TypeOfFireExit*	ARCH	BRP	3											X	X

Abb. 3.52: Elementplan; Informationsbedarfstiefe – benötigte alphanumerische Information pro Bauteil

Dokumentation – DOC: Bereitstellung der Dokumentationen zur Koordination der Planung und Dokumentation den Anforderungen aus der Brandschutzplanung folgend. Die Dokumente sind gemäß der Abstimmung zwischen Architektur und Brandschutz zu erarbeiten und bereitzustellen:

- Planunterlagen:
  - Lageplan sowie
  - geschossbezogene Grundrisse, Schnitte und Ansichten:
    - Inhalte sind aus dem Fachmodell abzuleiten (.dwg und .pdf). Kennzeichnungen (z.B. Notausgänge) sind in den Plänen gesondert in lesbarer Form gemäß der Modellelementpositionierung darzustellen. Werte-Inhalte (z.B. Feuerwiderstandsklasse *FireRating*) sind in den Plänen gesondert in lesbarer Form zu vermerken,
- Erläuterungsbericht:
  - Brandschutzkonzept sowie
- Zertifikate der Hersteller betreffend Brandschutzkennzeichnung
  - Systemnachweise.

3.6.5 Begriffe in der Anwendung

Anwendungsfall (AwF): beschreibt die Durchführung eines oder mehrerer spezifischen Prozesse durch verantwortliche Beteiligte nach definierten Anforderungen, zur Unterstützung der Erfüllung eines oder mehrerer Ziele unter Anwendung der BIM Methode (ISO/DIS 29481-3:2021, 3.3).

Level of Geometry (LOG): definiert die geometrischen Informationen eines Modells. Mit dem Fortschritt des Projekts nimmt die geometrische Genauigkeit zu.

Level of Information (LOI): beschreibt die inhaltlichen alphanumerischen Informationen eines Modells. Dazu werden die Attribute und Merkmale der zu verwendenden Objekte festgelegt.

Dokumentation (DOC): beschreibt, welche Informationen mittels der Dokumentation bereitgestellt werden. Dazu werden die einzelnen Dokumente entsprechend aufgeführt.

BIM-Elementplan und BIM-Modellplan:
Der *BIM-Abwicklungsplan* wird durch den BIM-Modellplan und den BIM-Elementplan ergänzt. Der BIM-Modellplan definiert graphisch alle topologischen Modellanforderungen. Der BIM-Elementplan definiert alle Informationsanforderungen.
BIM-Modellplan: Der BIM-Modellplan ergänzt den *BIM-Abwicklungsplan* und beschreibt alle geometrischen Modellanforderungen, wie Topologie, Ebenen, Einheiten, Koordinatenursprung, Einfügepunkt, Georeferenzierung und Exporteinstellungen.
BIM-Elementplan: Mit dem BIM-Elementplan werden die Inhalte an die geforderten Modellelementein den BIM-Modellen festgehalten. Er beschreibt phasengerecht und bauteilorientiert die Informationsanforderungen in Abhängigkeit von den ausgewählten Anwendungsfällen. Die durch die Beteiligten zu verwendenden Bezeichnungskonventionen, wie die Übersicht über die verwendeten Typen/Modellkomponenten, werden abgebildet. Der Elementplan gilt für die beteiligten Disziplinen, Architekturräume und Bauteile, Bauingenieurbauteile und Haustechnikkomponenten.











3.7 IDS – Information Delivery Specification

Léon van Berlo (Gastautor), Simon Fischer

IDS ist ein Standard von buildingSMART International zur Definition von computer-interpretierbaren Modellaustauschanforderungen. IDS ist ein verhältnismäßig junger Standard (2023), der als Ergänzung zu MVD verstanden werden kann. Während sich MVD mit grundlegenden Themen wie der korrekten Abbildung der Klassen-Hierarchie und der Übertragung der Geometrie beschäftigt, spezifiziert IDS den alphanumerischen Informationsgehalt von Modellen. Es definiert, mit welchen Informationen Objekte übertragen werden müssen. Aus diesem Grund ist IDS ein vielversprechendes Werkzeug für die Bereitstellung und Prüfbarkeit von Informationsanforderungen. Es bindet die derzeit in Textform vorhandenen Informationsanforderungen in den automatisierten *openBIM*-Prozess ein. IDS kann für zwei Teilprozesse zur Anwendung kommen:

- Informationen definieren: Als Konfigurationsdatei für BIM-Autorensoftware, zur automatisierten Bereitstellung der geforderten Informationsstruktur und
- Informationen prüfen: Als Konfigurationsdatei für BIM-Prüfsoftware, zur automatisierten Prüfung des Aufbaus und Inhalts der Informationsstruktur.

IDS bietet neben der Einbindung der Informationsanforderungen in den automatisierten *openBIM*-Prozess auch neue Möglichkeiten zur gezielten Definition dieser Anforderungen mithilfe eines Anwendungsbereichs. Klassische AIA (EIR) definieren Informationsanforderungen auf Basis von IFC-Klassen und für *Predefined Types*. IDS kann Informationsanforderungen dagegen in Abhängigkeit von Attributen, *Properties*, *Quantities*, Klassifikationen, Materialien und Beziehungen definieren. Diese Art der Auswahl wird manchmal als Filterung, im IDS jedoch formal als Anwendungsbereich bezeichnet. Beispielsweise kann dadurch ein bestimmtes *Property* in einem bestimmten *Property Set* erst notwendig werden, wenn ein anderes *Property* in einem anderen *Property Set* einen bestimmten Wert annimmt. Das ermöglicht Auftraggebern, sehr gezielt Informationen zu fordern und vor allem diese abzuprüfen.

Der IDS-Workflow beginnt beim Auftraggeber (Informationsbesteller). Dieser definiert seine gewünschten BIM-Anwendungsfälle und die dafür erforderlichen Informationen. Schauen wir uns zwei Beispiele für Informationsanforderungen an.

Erstens: Ein Auftraggeber möchte, dass alle Räume in einem Modell mit einem bestimmten Code klassifiziert werden und eine Reihe von Eigenschaften haben. Die Anforderung könnte wie folgt beschrieben werden: »*Alle Raumdaten in einem Modell müssen als* [AT]Zimmer *klassifiziert sein und* NetFloorArea *und* GrossFloor Area *(beide im Set* BaseQuanitites*) und ein Property namens* AT_Zimmernummer *im Property Set* Austria_example *haben.*« Dies ist nur ein Beispiel. Es kann sich um jede Art von Anforderung handeln. Anwender:innen können die Anforderungen auch weiter verfeinern, so dass sie nicht für alle Räume gelten, sondern nur für Räume mit bestimmten Eigenschaften – zum Beispiel für Räume mit einer bestimmten Eigenschaft und/oder einem bestimmten Eigenschaftswert oder für Räume, die Teil einer bestimmten Hierarchie sind, oder für Räume, die auf eine bestimmte Weise klassifiziert sind. Dies gilt für alle Objekte, nicht nur für Räume. Dieses Raumbeispiel wird später verwendet, um verschiedene Möglichkeiten der Visualisierung von IDS zu zeigen.

Zweitens: eine Spezifikation bestimmter Eigenschaften für Wände, die den Anwendungsbereich spezifisch einschränkt: »*Alle Wände müssen die Properties* LoadBearing *und* Fire-

Rating *haben (beide in einem Property Set namens* Pset_WallCommon*). Wände mit einem Wert von true für das Property* LoadBearing *benötigen einen Wert für das Property* FireRating *aus der folgenden Liste (ND, REI 30, REI 60, REI 90, REI 120).*« Dieses Wandbeispiel ist in der Beschreibung der Datenstruktur von IDS im nächsten Abschnitt enthalten.

Die Definition der Informationsanforderungen erfolgt üblicherweise mithilfe eines Datenstrukturwerkzeugs und unter Berücksichtigung von Daten aus dem bSDD und dem UCM. Anschließend exportiert der Auftraggeber die Informationsanforderungen im IDS-Format und stellt sie dem Auftragnehmer (Informationsbereitsteller) zur Verfügung. Dieser nutzt IDS als Konfigurationsdatei sowohl für die BIM-Autorensoftware als auch für die BIM-Prüfsoftware. Die BIM-Autorensoftware kann dadurch die geforderten Merkmale automatisch objektspezifisch anlegen. In der BIM-Prüfsoftware bewirkt die Konfigurationsdatei eine automatische Befüllung von Prüfregeln. Die geprüfte IFC-Datei wird schließlich dem Auftraggeber übermittelt, der ebenfalls die eigens erstellte IDS-Datei zur Konfiguration seiner Prüfsoftware verwendet. Auf die gleiche Weise können beliebige Stakeholder im Projekt ihre Informationsanforderungen computer-interpretierbar festlegen. IDS koppelt damit die Informationsanforderungen des Informationsbestellers mit dem BIM-Modell und ermöglicht damit eine automatisierte Prüfung genau jener Informationen, die definiert wurden.

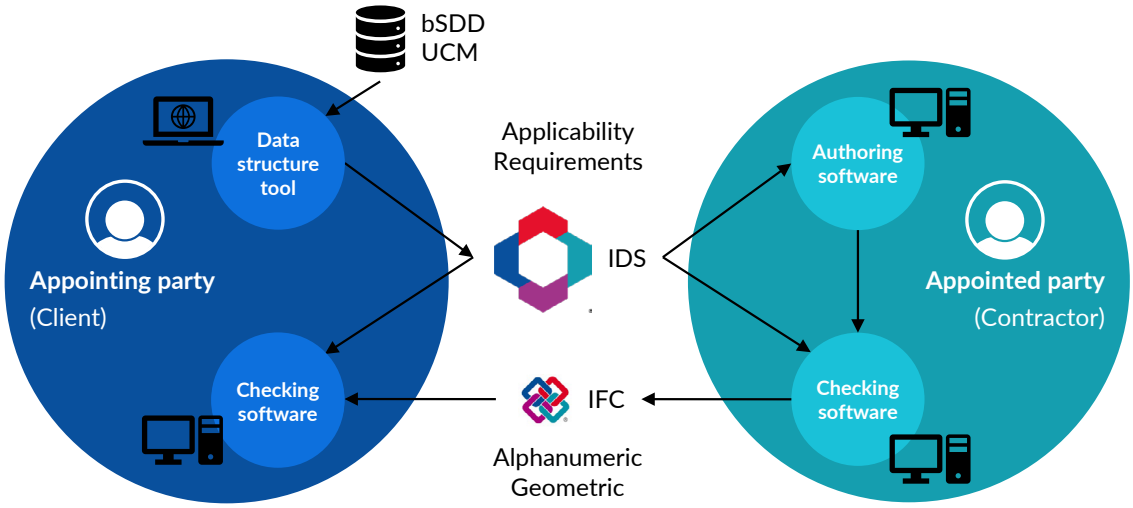


Abb. 3.53: IDS-Workflow

3.7.1 Datenstruktur

Das Dateiformat IDS basiert auf dem XML-Schema. Konkret ist es eine standardisierte Form davon. Das bedeutet, dass der Aufbau und die Syntax einer IDS-Datei genauer spezifiziert ist als für eine allgemeine XML-Datei. Dazu nutzt buildingSMART International das Format XSD (XML Schema Definition). Darin ist definiert, welche Elemente in einer IDS-Datei enthalten sein müssen und dürfen.

Grundsätzlich ist eine IDS-Datei in zwei Bereiche gegliedert: »Header« und Liste an Spezifikationen. Der *Header* enthält allgemeine Metadaten zur Datei. Diese sind innerhalb des Elements info gesammelt. Mögliche Informationen darin sind title, copyright, version, description, author, date, purpose und milestone. Verpflichtend vorgeschrieben ist davon

nur der Titel. Alle anderen Informationen sind optional. Die Zeilen vor den Metadaten sind einerseits der XML-Prolog zur Definition der XML-Version und der Codierung sowie das *Root element* (`<ids ...>`) mit der Definition von Namensräumen für das Dokument.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<ids xmlns="http://standards.buildingsmart.org/IDS" xmlns:xs="http://www
    .w3.org/2001/XMLSchema" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-
    instance" xsi:schemaLocation="http://standards.buildingsmart.org/IDS
     http://standards.buildingsmart.org/IDS/0.9.6/ids.xsd">
  <info>
    <title>IDS for BIMcert</title>
    <copyright>Simon Fischer</copyright>
    <description>Created to describe IDS for BIMcert</description>
    <date>2023-12-06</date>
  </info>
```

Nach den allgemeinen Metadaten folgt der eigentliche Inhalt einer IDS-Datei: eine Liste an Spezifikationen. Spezifikationen beschreiben Informationsanforderungen an Elemente in IFC. Sie sind so aufgebaut, dass sie einerseits von Menschen einfach verstanden werden können und andererseits auch maschinenlesbar sind. Eine Spezifikation besteht aus drei Teilen: Metadaten, Anwendungsbereich (*Applicability*) und Anforderungen (*Requirements*).

Die **Metadaten** sind als XML-Attribute im *Specification element* enthalten. Im nachfolgenden Beispiel sind das die beiden verpflichtenden Informationen name und ifcVersion. Darüber hinaus können zusätzlich die Notwendigkeit (occurs), eine ID (identifier), eine Beschreibung (description) und Anweisungen (instructions) definiert werden. Die description and instructions sind Optionen, um die Anforderungen um eine für den Menschen lesbare Dokumentation zu ergänzen. IDS ist zwar für die Interpretation durch Computer ausgelegt, aber in vielen Fällen werden Menschen unweigerlich Informationen zum BIM-Datensatz hinzufügen müssen. Ersteller:innen einer IDS können daher Anweisungen hinterlassen, die klarstellen, dass auch ein Mensch Daten eingeben muss. Als zweiter Bestandteil der Spezifikation folgt der **Anwendungsbereich** (*Applicability*). Dieser Filter definiert, für welche Elemente die aktuelle Spezifikation relevant bzw. anzuwenden ist. Diese Einschränkung kann auf der Ebene von IFC-Klassen, aber auch deutlich spezifischer über *Predefined Types, Properties*, Materialien usw. erfolgen. Der dritte Bestandteil der Spezifikation sind die **Anforderungen** (*Requirements*). Diese enthalten die eigentlichen Informationsanforderungen an Objekte. Die Kombination von Anwendungsbereich und Anforderungen bildet die maschinenlesbare Definition von Informationsanforderungen. Beide Bestandteile verwenden zur Spezifizierung ihres Inhalts sogenannte *Facets*. *Facets* bedeuten im Zusammenhang mit XML Einschränkungen für XML-Elemente. Im IDS-Schema beschreiben *Facets* Informationen, die ein Element im IFC-Modell haben kann. Es werden dabei 6 exakt definierte *Facet*-Parameter verwendet, um die Anforderungen maschinenlesbar zu machen. Die *Facet*-Parameter beziehen sich auf verschiedene Inhalte im IFC-Schema:

- *Entity Facet*
- *Attribute Facet*
- *Classification Facet*
- *Property Facet*
- *Material Facet*
- *PartOf Facet*

Bei Verwendung der *Facets* zur Definition des Anwendungsbereichs können Elemente sehr gezielt gefiltert werden (z.B. nur Elemente, die ein bestimmtes Property mit einem

bestimmten Wert besitzen). Dabei ist es auch möglich, mehrere *Facets* zu kombinieren, was die Möglichkeiten zur individuellen Definition von Anforderungen erhöht.

Durch all diese Funktionalitäten kann IDS fortgeschrittene Definitionen von Anforderungen bieten. Es ermöglicht Anwender:innen, Eigenschaften zu verlangen, die mit einer bestimmten Art von Maßnahme gemeinsam genutzt werden. Es gibt auch umfangreiche Möglichkeiten, Einschränkungen für Werte zu definieren. So kann beispielsweise der Wert einer Eigenschaft nur aus einer Liste zulässiger Werte ausgewählt werden. Handelt es sich bei dem Wert um eine Zahl, so kann er ein bestimmtes Minimum, Maximum oder einen Bereich haben. Auch der Mustervergleich ist eine in IDS verfügbare Option. Anwender:innen können mit dem *PartOf Facet* bestimmte Strukturen im BIM-Datensatz vorgeben, die typisch für die Verwendung von Industry Foundation Classes (IFC) sind. Diese Funktionalität ermöglicht die Definition der Anforderungen, dass ein Objekt Teil einer Baugruppe oder Teil einer Gruppe sein soll. Einschränkungen für Spezifikationen sind ein weiteres Beispiel für eine erweiterte Funktion. Mit den XML-Attributen *minOccurs* und *maxOccurs* können Anwender:innen ein Minimum, Maximum, einen Bereich oder eine genaue Anzahl von Objekten definieren, die im BIM-Datensatz enthalten sein müssen. IDS verwendet hierfür die XSD-Einschränkungen, um die Zuverlässigkeit der Implementierung zu verbessern. Details zu den verschiedenen *Facet*-Parametern folgen in den nächsten Abschnitten. Alle technischen Informationen über IDS sind auf Github zu finden, wo Code-Entwicklung, Dokumentation und Beispiele gespeichert sind.

Das nachfolgende Beispiel zeigt Vorgaben für Objekte der Klasse IfcWall als IDS (siehe Code auf der nächsten Seite) und im Vergleich dazu als klassischen Text in einer PDF-Datei (siehe Abb. 3.54). Die erste Spezifikation gibt hier vor, dass jede Wand ein *Property* LoadBearing im Pset_WallCommon benötigt. Die zweite Spezifikation regelt mögliche Werte für die Feuerwiderstandsklasse von tragenden Wänden (die Liste ist als Ausschnitt möglicher Werte zu verstehen). Der Anwendungsbereich beider Spezifikationen ist hellblau hervorgehoben, die Anforderungen sind hellorange markiert.

LOI – Level of Information (IfcWall)

Property	Data type	Unit of value	Location	Selection set	Note
LoadBearing	IfcBoolean	Logical value	Pset_WallCommon	-	Default value: FALSE
FireRating	IfcLabel	Text	Pset_WallCommon	Selection set	Default value: ND; Example: REI 60
...					

Selection sets IfcWall FireRating

load bearing	non-bearing	...
ND	ND	
REI 30	EI 30	
REI 60	EI 60	
REI 90	EI 90	
REI120	EI120	
...	...	

Abb. 3.54: Vorgaben für Objekte der Klasse IfcWall

```
  <specifications>
    <specification name="IfcWall General" ifcVersion="IFC4">
      <applicability>
        <entity>
          <name>
            <simpleValue>IFCWALL</simpleValue>
          </name>
        </entity>
      </applicability>
      <requirements>
        <property datatype="IfcBoolean">
          <propertySet>
            <simpleValue>Pset_WallCommon</simpleValue>
          </propertySet>
          <name>
            <simpleValue>LoadBearing</simpleValue>
          </name>
        </property>
        <!--further properties-->
      </requirements>
    </specification>
    <specification name="IfcWall FireRating for LoadBearing walls"
      ifcVersion="IFC4">
      <applicability>
        <entity>
          <name>
            <simpleValue>IFCWALL</simpleValue>
          </name>
        </entity>
        <property datatype="IfcBoolean">
          <propertySet>
            <simpleValue>Pset_WallCommon</simpleValue>
          </propertySet>
          <name>
            <simpleValue>LoadBearing</simpleValue>
          </name>
          <value>
            <simpleValue>true</simpleValue>
          </value>
        </property>
      </applicability>
      <requirements>
        <property datatype="IfcLabel">
          <propertySet>
            <simpleValue>Pset_WallCommon</simpleValue>
          </propertySet>
          <name>
            <simpleValue>FireRating</simpleValue>
          </name>
          <value>
            <xs:restriction base="xs:string">
              <xs:enumeration value="ND"/>
              <xs:enumeration value="REI 30"/>
              <xs:enumeration value="REI 60"/>
              <xs:enumeration value="REI 90"/>
              <xs:enumeration value="REI 120"/>
            </xs:restriction>
          </value>
        </property>
      </requirements>
    </specification>
  </specifications>
</ids>
```

3.7.2 Beziehung IDS zu IFC

Obwohl IDS für die Anforderungen jeder Art von Daten in der Bauindustrie verwendet werden kann, funktioniert es am besten bei Daten, die nach dem IFC-Standard strukturiert sind. Wie Sie im Beispiel der Wandanforderung (in der Zeile *specification*) sehen, besagt die Spezifikation, dass diese Anforderung für IFC4 gilt. Der Anwendungsbereich dieser IDS gibt auch IfcWall an. Dies ist eine IFC-*Entity*. Obwohl die Spezifikation also für Nicht-IFC-Daten verwendet werden kann, bevorzugt IDS Spezifikationen, die auf IFC basieren. Dies lässt sich auch an der Aufteilung zwischen Attributen und Eigenschaften und an den *PartOf Facets* in komplexeren Anforderungen erkennen.

3.7.3 Bezug zum buildingSMART Data Dictionary

Wenn Anwender:innen eine IDS vom Auftraggeber erhalten, können die eigenen Daten mit den in der IDS definierten Anforderungen abgeglichen werden. Die IDS kann für Empfänger:innen lesbare Erklärungen und Anweisungen enthalten, damit er die Anforderungen besser versteht. IDS ermöglicht das Hinzufügen eines Links (formal als *Uniform Resource Identifier* URI bezeichnet) mit weiteren Informationen über eine Eigenschaft oder einen Klassifizierungscode. Hier kommt der Bezug zum bSDD ins Spiel. Ein URI, der mit *identifier.buildingsmart.org* beginnt, verweist auf ein Objekt, das im bSDD zu finden ist. Wenn Anwender:innen diesem URI folgt, erhält er mehr Informationen über ein *Property*, die über den Detailgrad hinausgehen, der in der IFC angegeben werden kann. Das bSDD enthält detaillierte, standardisierte Informationen über Definitionen, Einheiten, Beziehungen zu anderen Objekten usw. Dies gilt für Klassifizierungscodes, Eigenschaften (einschließlich Attribute und Mengen) und Materialien, sowohl für internationale als auch für landesspezifische Normen. Die Optionen zur Definition von Werteinschränkungen in IDS sind die gleichen, die auch bSDD unterstützt. Dies ermöglicht eine nahtlose Interaktion zwischen IDS und bSDD. Durch Hinzufügen des URI zu einer Eigenschaft oder einem Klassifizierungscode (oder einem System) können Anwender:innen (und in einigen Fällen sogar Computer) mehr Informationen über die Anforderung und die typische Verwendung von Objekten erhalten. Weitere Informationen zum bSDD befinden sich in Abschnitt 3.8.

3.7.4 Facet-Parameter

Dieser Abschnitt behandelt die Funktionalität und Möglichkeiten der sechs *Facet*-Parameter. Für *Facets*, die in den Anforderungen verwendet werden, kann die Notwendigkeit (occurs) als XML-Attribut angegeben werden. Einige *Facets* bieten bzw. fordern darüber hinaus weitere spezifische XML-Attribute. Die folgende Beschreibung enthält einen Beispiel Code für jedes *Facet*. Alle Ausschnitte können auf gleiche Weise in den Anwendungsbereich oder den Anforderungsbereich einer Spezifikation eingebunden werden.

Entity Facet

Das *Entity Facet* bezieht sich auf die Klassen im IFC-Schema. Es ist daher besonders wichtig zur Definition des Anwendungsbereichs, da es beschreibt, für welche IFC-Klasse eine Spezifizierung relevant ist. Neben dem verpflichtenden name der IFC-Klasse kann im *Entity Facet* auch optional ein predefinedType eines Elements festgelegt werden. Folgender Code-Ausschnitt zeigt die Verwendung des *Entity Facet* zur Festlegung des Anwendungsbereichs einer Spezifikation auf alle Elemente der IFC-Klasse IfcDoor.

```
<applicability>
  <entity>
    <name>
      <simpleValue>IFCDOOR</simpleValue>
    </name>
  </entity>
</applicability>
```

Attribute Facet

Das *Attribute Facet* ermöglicht die Berücksichtigung von Attributen, die standardmäßig in IFC-Klassen enthalten sind, bspw. der Name eines Elements oder die GUID. Zur Verwendung des *Facet* muss der name des Attributs angegeben werden, der Wert des Attributs ist optional. Wird nur ein Name ohne einen Wert (value) definiert, muss das Element ein Attribut mit Namen und beliebigen, definierten (nicht leeren) Wert enthalten. Der Code-Ausschnitt zeigt die Verwendung des *Attribute Facet* zur Festlegung des Namens eines Elements auf den Wert Entry.

```
<attribute>
  <name>
    <simpleValue>Name</simpleValue>
  </name>
  <value>
    <simpleValue>Entry</simpleValue>
  </value>
</attribute>
```

Classification Facet

Werden neben den Klassen des IFC-Schemas weitere Klassifikationssysteme verwendet, können diese mit dem *Classification Facet* berücksichtigt werden. Viele solcher externen Klassifikationssysteme sind im bSDD enthalten, wie bspw. Uniclass2015, CCI Construction oder nationale Systeme. Das *Classification Facet* ermöglicht die Angabe eines Klassifizierungssystems und eines Referenzcodes (wie ist ein Objekt innerhalb des Systems klassifiziert). Beide Parameter sind optional. Falls kein Parameter angegeben ist, muss ein Objekt mit beliebigem Referenzcode in einem beliebigen System klassifiziert sein. Darüber hinaus kann ein URI als XML-Attribut des *Classification element* hinzugefügt werden, um auf weitere Informationen zu verweisen. In diesem Beispiel ist die Klasse Window aus CCI Construction gefordert. Für zusätzliche Informationen der verwendeten Klasse ist ein URI angegeben. Wird dieser Code-Ausschnitt im Anwendungsbereich einer Spezifikation verwendet und mit einem *Property Facet* in den Anforderungen kombiniert, kann die *Property*-Zuordnung zu einer Klasse, wie im bSDD definiert, rekonstruiert werden.

```
<classification uri="https://identifier.buildingsmart.org/uri/molio/
    cciconstruction/1.0/class/L-QQA">
  <system>
    <simpleValue>CCI Construction</simpleValue>
  </system>
  <value>
    <simpleValue>Window</simpleValue>
  </value>
</classification>
```

Property Facet

Das *Property Facet* ist das Gegenstück zum *Attribute Facet* und bezieht sich auf die nicht standardmäßig in IFC enthaltenen Eigenschaften, die *Properties*. Darüber hinaus kann es auch zur Vorgabe von *Quantities* dienen. Zur Definition einer Anforderung kommen die Parameter *Property Set (Quantity Set)*, *Property Name (Quantity Name)*, Wert und Datentyp zum Einsatz. Der Wert des *Property* ist auch hier ein optionaler Parameter und verhält sich wie bei den vorigen *Facets*. Alle anderen Parameter sind verpflichtend, wobei der Datentyp als XML-Attribut des *Property element* anzugeben ist, nicht wie die anderen Parameter als eigenes XML-Element. Ein URI kann ebenfalls als XML-Attribut hinzugefügt werden, um z.B. auf das bSDD zu verweisen. Als Beispiel ist hier eine Spezifikation angeführt, die ein *Property* LoadBearing mit dem Wert true und dem Datentyp IfcBoolean im *Property Set* Pset_WallCommon verlangt.

```
<property datatype="IfcBoolean">
  <propertySet>
    <simpleValue>Pset_WallCommon</simpleValue>
  </propertySet>
  <name>
    <simpleValue>LoadBearing</simpleValue>
  </name>
  <value>
    <simpleValue>true</simpleValue>
  <value>
</property>
```

Material Facet

Bei Verwendung von Einschränkungen bezüglich Materialien ist zu beachten, dass ein Objekt aus einem oder mehreren Materialien bestehen kann. Mit dem *Material Facet* wird geprüft, ob eines der Materialien des entsprechenden Objekts mit dem vorgegebenen Material übereinstimmt. Bei diesem *Facet* gibt es nur einen optionalen Parameter für das Material. Falls nicht definiert, muss eine beliebige Materialangabe vorhanden sein. Ein URI kann als XML-Attribut des Material element verwendet werden, um auf zusätzliche Informationen über das Material zu verweisen.

```
<material>
  <value>
    <simpleValue>ExampleMaterial</simpleValue>
  </value>
</material>
```

PartOf Facet

Mit dem *PartOf Facet* können Beziehungen zwischen Objekten vorgegeben werden. Beziehungen (Relations) werden in IFC über eigene Klassen beginnend mit IfcRel... definiert. Im *PartOf Facet* kann eine *Relation* über eine solche Relation-Klasse und die IFC-Klasse, auf welche die *Relation* verweisen soll, angegeben werden. Die *Relation* ist dabei als XML-Attribut des *PartOf Element* anzugeben. Eine mögliche Anforderung ist, dass ein Element einem Geschoss zugeordnet sein muss. Dafür ist die Beziehung IfcRelContainedInSpatialStructure mit der Klasse IfcBuildingStorey zu wählen.

```
<partOf relation="IfcRelContainedInSpatialStructure">
  <entity>
    <name>
      <simpleValue>IFCBUILDINGSTOREY</simpleValue>
    </name>
  </entity>
</partOf>
```

3.7.5 Einfache und komplexe Einschränkungen

Neben der Möglichkeit über die *Facets* Anforderungen für verschiedene Inhalte des IFC-Schemas festzulegen, können auch die Anforderungen selbst unterschiedlich definiert werden. Dazu unterscheidet IDS zuerst zwischen einfachen und komplexen Einschränkungen. Einfache Einschränkungen sind einzelne Werte in Form eines Texts, einer Zahl oder eines Wahrheitswerts (wahr/falsch). Komplexe Einschränkungen ermöglichen hingegen die Vorgabe mehrerer zulässiger Werte und können in vier Unterkategorien eingeteilt werden:

Aufzählung (Enumeration)

Die Aufzählung dient zur Angabe einer Liste zulässiger Werte. Die Liste kann sowohl Texte als auch Zahlenwerte enthalten. Nachfolgend ist ein Beispiel für die Angabe von Feuerwiderstandsklassen für tragende Wände gegeben (Ausschnitt aus möglichen Werten).

```
<value>
  <xs:restriction base="xs:string">
    <xs:enumeration value="ND"/>
    <xs:enumeration value="REI 30"/>
    <xs:enumeration value="REI 60"/>
    <xs:enumeration value="REI 90"/>
    <xs:enumeration value="REI 120"/>
  </xs:restriction>
</value>
```

Muster (Pattern)

Ein Muster beschreibt in welcher Reihenfolge verschiedene Zeichen aneinandergereiht werden dürfen. Diese Funktionalität ist vor allem für Namenskonventionen bzw. Namensschemata anwendbar. Eine weit verbreitete und auch für IDS verwendete Methode zur Definition von solchen Mustern sind Regular Expressions (Regex). Als Beispiel ist eine Konvention für Raumnamen angegeben. `[A-Z]` bedeutet der Name beginnt mit einem Großbuchstaben. `[0-9]{2}` legt fest, dass darauf zwei Ziffern zwischen 0 und 9 folgen. Durch `-[0-9]{2}` ist der Name nach einem Bindestrich mit zwei Ziffern zwischen 0 und 9 abzuschließen. Gültige Namen sind demnach beispielsweise W01-01 oder B18-74.

```
<value>
  <xs:restriction base="xs:string">
    <xs:pattern value="[A-Z][0-9]{2}-[0-9]{2}"/>
  </xs:restriction>
</value>
```

Grenzen (Bounds)

Grenzen legen ein Intervall gültiger Werte fest. Dabei ist es möglich, entweder eine untere, eine obere oder beide Grenzen festzulegen. Die Grenzen können weiters durch die Symbole `</>` exklusiv oder `<=/>=` inklusiv definiert werden.

Länge (Length)

Abschließend ist es möglich, die Länge eines Werts festzulegen, also die Anzahl der einzelnen Zeichen. Es können eine exakte sowie eine minimale oder maximale Länge eines Werts vorgegeben werden.

3.7.6 Umfang und Einsatz von IDS

Eine IDS-Datei kann mehrere Anforderungen enthalten. Diese Anforderungen sind unabhängige Blöcke und haben keinen Bezug zu anderen Anforderungen in der Datei. Diese

Struktur schafft die Möglichkeit, Anforderungen zwischen Dateien zu kopieren und einzufügen. Derzeit (2024) haben Softwarehersteller bereits erste IDS-Editoren und IDS-Autorentools entwickelt, um Anwender:innen die Erstellung von IDS-Dateien zu erleichtern. Eine Auflistung von Produkten, die IDS verarbeiten können, ist auf einer Webseite von buildingSMART zu finden (siehe QR-Code, filtern Sie die komplette Liste nach IDS). Für die Zukunft sieht buildingSMART das Vorhandensein von IDS-Bibliotheken vor, in denen Beispiele für einzelne Anforderungen für alle zur Verfügung stehen. Anwender:innen können IDS-Anforderungen suchen und sie in einen Auswahlkorb ziehen, um ihre eigene IDS-Datei zu erstellen.

IDS wurde international als die vorteilhafteste Methode für die automatisierte Prüfung der Konformität durch Validierung der alphanumerischen Informationsanforderungen identifiziert. Es unterstützt die Erstellung von Informationsanforderungen, indem es Anwender:innen eine Reihe von Möglichkeiten bietet, was von den Modellen verlangt werden kann. Eine wichtige Definition der Anwendbarkeit von IDS ist, dass sie sich nur auf »Spezifikationen für die Informationsbereitstellung« konzentriert. Das bedeutet, dass die strukturierten IDS-Anforderungen definieren können, welche Informationen benötigt werden und wie sie strukturiert sein sollten. Für automatisierte Arbeitsabläufe und Skripte ist es wichtig, Informationen so zu erhalten, dass sie automatisch verarbeitet werden können, und dies ist das Ziel von IDS. IDS kann jedoch nicht verwendet werden, um Designanforderungen oder sogenannte »*Rules*« zu definieren. So ist die Anforderung, dass alle Fenster in einem Toilettenraum undurchsichtiges Glas haben müssen, im Rahmen von IDS nicht möglich. Eine gültige IDS-Definition ist jedoch die Anforderung, dass alle Fenster ein *Property* haben müssen, welches die erforderliche Glas-Art im Fenster vorgibt. Mit einem Prüfsoftware oder einem anderen Algorithmus sollte dann überprüft werden, ob Fenster in Toilettenräumen undurchsichtiges Glas haben oder nicht. Hier gibt es eine Grauzone, da IDS Einschränkungen der Werte zulässt. Zukünftige Versionen von IDS werden diesen Bereich weiter verfeinern oder die Möglichkeiten von IDS zur Definition von Regeln erweitern. Praktische Anwendungsfälle werden die künftigen Möglichkeiten von IDS bestimmen.

3.7.7 Beziehung zu anderen Initiativen

Es gibt viele Möglichkeiten, den Informationsbedarf zu definieren. Excel scheint die gängigste zu sein, hat aber seine Grenzen. Andere Initiativen sind die Product Data Templates (PDTs), Level of Information Need (LOIN), *Austausch-Informationsanforderungen* AIA (EIR), *BIM-Abwicklungsplan* (BAP), der exchange-Teil von mvdXML, SHACL in den Linked Data Domains und andere. Alle diese Initiativen haben Vorteile und Grenzen. Je nach Anwendungsfall können andere Standards oder Initiativen die bessere Wahl sein. Ein von Tomczak et al. erstellter Vergleich ist hier zu finden (siehe QR-Code und Tabelle in Abb. 3.55).

Für die meisten Anwendungsfälle in *openBIM* ist IDS die empfohlene Lösung, um Informationsanforderungen zu definieren. Es schafft ein Gleichgewicht zwischen Kompatibilität mit IFC und bSDD einerseits und Benutzerfreundlichkeit und Zuverlässigkeit auf der anderen Seite. Es gibt verschiedene Software-Tools, um eine IFC-Datei mit den Anforderungen einer IDS-Datei zu vergleichen. In der Regel werden die Ergebnisse in einem Viewer angezeigt. Für die gemeinsame Nutzung der Ergebnisse wird die Verwendung des BIM Collaboration Format (BCF) empfohlen. BCF ist eine strukturierte Methode zum Austausch von Informationen über IFC-Objekte mit Projektpartnern.

○ – No
◑ – Partial
● – Yes
* – under development

© 2022 Tomczak, van Berlo, Krijnen, Borrmann, Bolpagni

	Standardised	Applicability	Fields					Value constraints				Content			Geom.		Metadata		
			Info. type	Data type	Unit of meas.	Description	References	Equality	Range	Enumeration	Patterns	Existence	Documents	Structure	Representation	Detailedness	Purpose	Actors	Process map
Spreadsheet	○	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	○	○	○	○	○	○	○	○	◑	○	○
PDT*	●	◑	◑	●	●	◑	●	○	◑	●	○	◑	○	○	○	○	◑	○	○
Data Dict.	●	○	●	●	◑	●	●	●	◑	●	◑	○	○	○	○	○	○	○	○
IDS*	●	●	●	●	●	◑	◑	●	●	●	●	●	○	◑	○	○	●	◑	○
mvdXML	●	●	●	●	●	◑	○	●	●	◑	◑	◑	○	●	●	○	○	◑	○
idmXML	●	◑	◑	◑	◑	●							●		◑	◑	●	●	●
LOIN*	●	◑	◑	●	●	◑	◑	○	○	●	○	○	●	◑	◑	●	●	●	○
IFC P.T.	●	◑	◑	●	●	◑	○	○	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○
LD+SHACL	○	●	●	●	●	◑	●	●	●	●	●	◑	◑	●	●	○	◑	◑	○

Abb. 3.55: Varianten der Definition des Informationsbedarfs

3.7.8 Möglichkeiten zur Visualisierung von IDS

In diesem Abschnitt wird das Beispiel der Informationsanforderung für Räume aus der Einleitung verwendet, um verschiedene Möglichkeiten zur Visualisierung von IDS aufzuzeigen. Die Anforderung lautet: »*Alle Raumdaten in einem Modell müssen als* [AT]Zimmer *klassifiziert sein und die Properties* NetFloorArea *und* GrossFloorArea *(beide im Set* BaseQuanitites*) und ein Property namens* AT_Zimmernummer *im Property Set* Austria_example *haben.*« Die Formatierung dieser menschenlesbaren Anforderung in einem IDS sieht wie auf der nächsten Seite aus.

Abb. 3.56 zeigt eine andere Art der Visualisierung dieses XML. Hier sehen Sie dieselben Informationen, aber in Form einer Tabelle. Dies ist eine sehr generische Ansicht, die auf alle XML-Dateien angewendet werden kann. Es gibt auch spezielle Viewer, die das XML-basierte IDS lesen und das IDS in einer für den Menschen lesbaren Form visualisieren. In einem solchen Viewer sieht unser Beispiel wie in Abb. 3.57 aus.

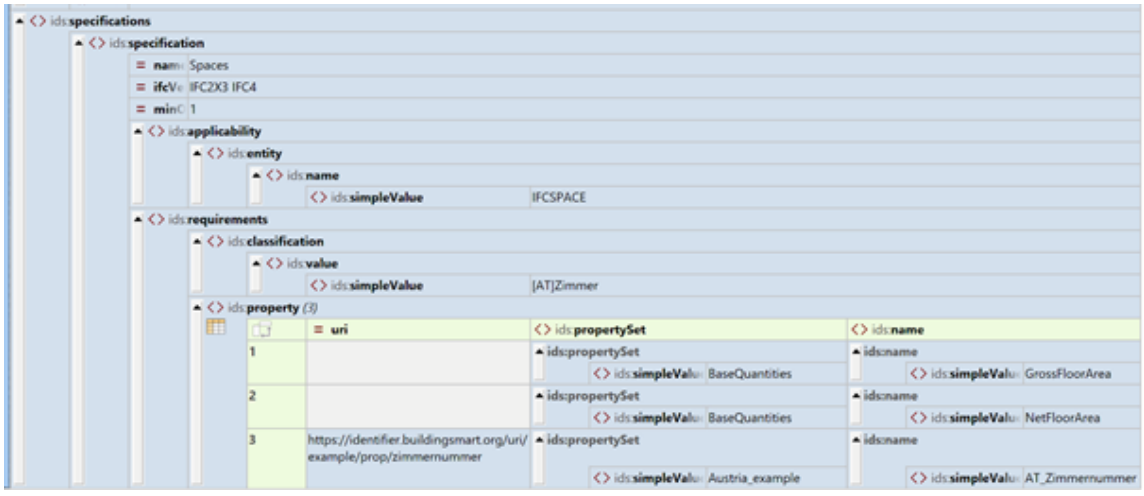


Abb. 3.56: XML als Tabelle visualisiert

```
<ids:ids xmlns:xs="https://www.w3.org/2001/XMLSchema" xmlns:ids="http://
    standards.buildingsmart.org/IDS">
  <ids:info>
    <ids:title>Austia example</ids:title>
    <ids:copyright>buildingSMART</ids:copyright>
    <ids:version>0.0.3</ids:version>
    <ids:description>A few example checks</ids:description>
    <ids:author>contact@buildingsmart.org</ids:author>
    <ids:date>2023-01-16+01:00</ids:date>
  </ids:info>
  <ids:specifications>
    <ids:specification minOccurs="1" ifcVersion="IFC2X3 IFC4" name="
        Spaces">
      <ids:applicability>
        <ids:entity>
          <ids:name>
            <ids:simpleValue>IFCSPACE</ids:simpleValue>
          </ids:name>
        </ids:entity>
      </ids:applicability>
      <ids:requirements>
        <ids:classification>
          <ids:value>
            <ids:simpleValue>[AT]Zimmer</ids:simpleValue>
          </ids:value>
        </ids:classification>
        <ids:property datatype="IfcReal" uri="https://identifier.
            buildingsmart.org/uri/buildingsmart/ifc/4.3/prop/
            GrossFloorArea">
          <ids:propertySet>
            <ids:simpleValue>BaseQuantities</ids:simpleValue>
          </ids:propertySet>
          <ids:name>
            <ids:simpleValue>GrossFloorArea</ids:simpleValue>
          </ids:name>
        </ids:property>
        <ids:property datatype="IfcReal" uri="https://identifier.
            buildingsmart.org/uri/buildingsmart/ifc/4.3/prop/
            NetFloorArea">
          <ids:propertySet>
            <ids:simpleValue>BaseQuantities</ids:simpleValue>
          </ids:propertySet>
          <ids:name>
            <ids:simpleValue>NetFloorArea</ids:simpleValue>
          </ids:name>
        </ids:property>
        <ids:property datatype="IfcReal" uri="https://identifier.
            buildingsmart.org/uri/example/prop/zimmernummer">
          <ids:propertySet>
            <ids:simpleValue>Austria_example</ids:simpleValue>
          </ids:propertySet>
          <ids:name>
            <ids:simpleValue>AT_Zimmernummer</ids:simpleValue>
          </ids:name>
        </ids:property>
      </ids:requirements>
    </ids:specification>
  <ids:specifications>
</ids:ids>
```



Abb. 3.57: IDS in einem Viewer dargestellt

3.8 bSDD – buildingSMART-Lösung für Data Dictionaries

Artur Tomczak, Jan Morten Loës (Gastautoren), Simon Fischer

Obwohl der IFC-Standard über tausend Begriffe und doppelt so viele Merkmale enthält, befasst er sich hauptsächlich mit den allgemeinen, universellen Definitionen. IFC besteht, wie der Name schon sagt, aus Foundation Classes. Dies sind die Grundlagen, auf denen zusätzliche Inhalte hinzugefügt werden können, wie z.B. technische Begriffe, Materialnamen oder zusätzliche Merkmale zur Beschreibung der Daten. Die Notwendigkeit, IFC zu erweitern, kann sich zum Beispiel ergeben, wenn wir lokale Bauvorschriften einhalten wollen, die bestimmte Klassifizierungscodes vorschreiben. Möglicherweise müssen wir bestimmte Eigenschaften für Nachhaltigkeitsanalysen bereitstellen oder Bestandsdaten in Asset-Management-Systemen abbilden. IFC ermöglicht zwar das Referenzieren von Klassifizierungen und das Hinzufügen benutzerdefinierter Merkmale, doch ist dies ein manueller und fehleranfälliger Prozess. Die Freiheit, neue Namen zu definieren, kann dazu führen, dass für dieselben Konzepte unterschiedliche Namen verwendet werden oder dass dieselben Namen unterschiedliche Bedeutungen erhalten.

Wie verwalten wir die Benennungskonvention (Syntax) und die Bedeutung (Semantik) all der neuen Begriffe, die wir hinzufügen? Hilfe finden wir in sogenannten *Data Dictionaries*. Vereinfacht ausgedrückt sind *Data Dictionaries* Sammlungen von standardisierten Begriffen und Definitionen, die zur Erstellung von Inhalten verwendet werden können. Dies ermöglicht es anderen, die Bedeutung der Daten besser zu verstehen und zu interpretieren. Das bSDD ist ein kostenloser Dienst von buildingSMART International für den Austausch und den Zugang zu solchen *Data Dictionaries*. Jeder kann seinen Inhalt durchsuchen und bereits registrierte Konzepte finden, die zur Definition von Daten verwendet werden können. Auf diese Weise müssen wir keine neuen Begriffe erfinden, sondern können dasselbe Vokabular wiederverwenden und genau dieselbe Bedeutung teilen. Jede Ressource im bSDD hat ihren eigenen eindeutigen Bezeichner (URI, *Uniform Resource Identifier*), der auch als Link zur Webseite mit Definitionen und zugehörigen Informationen dient. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass sich jeder auf dasselbe Konzept bezieht, seine Bedeutung versteht und denjenigen, die die BIM-Daten betrachten, eine Möglichkeit bietet, sie zu interpretieren. Durch Beziehungen zwischen Konzepten, wie Hierarchie und Zusammensetzung, können *Data Dictionaries* eine vollständige Datenstruktur definieren. Das Aufzeigen der Ähnlichkeit zwischen bestehenden *Data Dictionaries* kann den Datenaustausch in einem internationalen Baukontext erleichtern und Missverständnisse vermeiden helfen.

Die bSDD soll als zentralisierte Referenzbibliothek dienen, die *Data Dictionaries* aus verschiedenen Quellen enthält und allen Nutzergruppen zur Verfügung stellt. Dies ermöglicht

- Konsistente und transparente Interpretation der Daten, Vermeidung von Unsicherheit und Kommunikationsproblemen,
- automatisierte Verarbeitung auf der Grundlage standardisierter Daten und
- Vergleichen und Lernen von Begriffen, Entdeckung von Mustern, Verbesserung von Arbeitsabläufen und Wissensaustausch.

Parallel dazu wird das bSDD-Projekt zum gemeinsamen Wissensgraph zwischen den Klassifikationssystemen, der als Grundlage für die Vereinheitlichung der Begriffe und Merkmale und die gemeinsame Nutzung der Bedeutung sowohl durch Menschen als auch durch maschinelle Algorithmen dient.

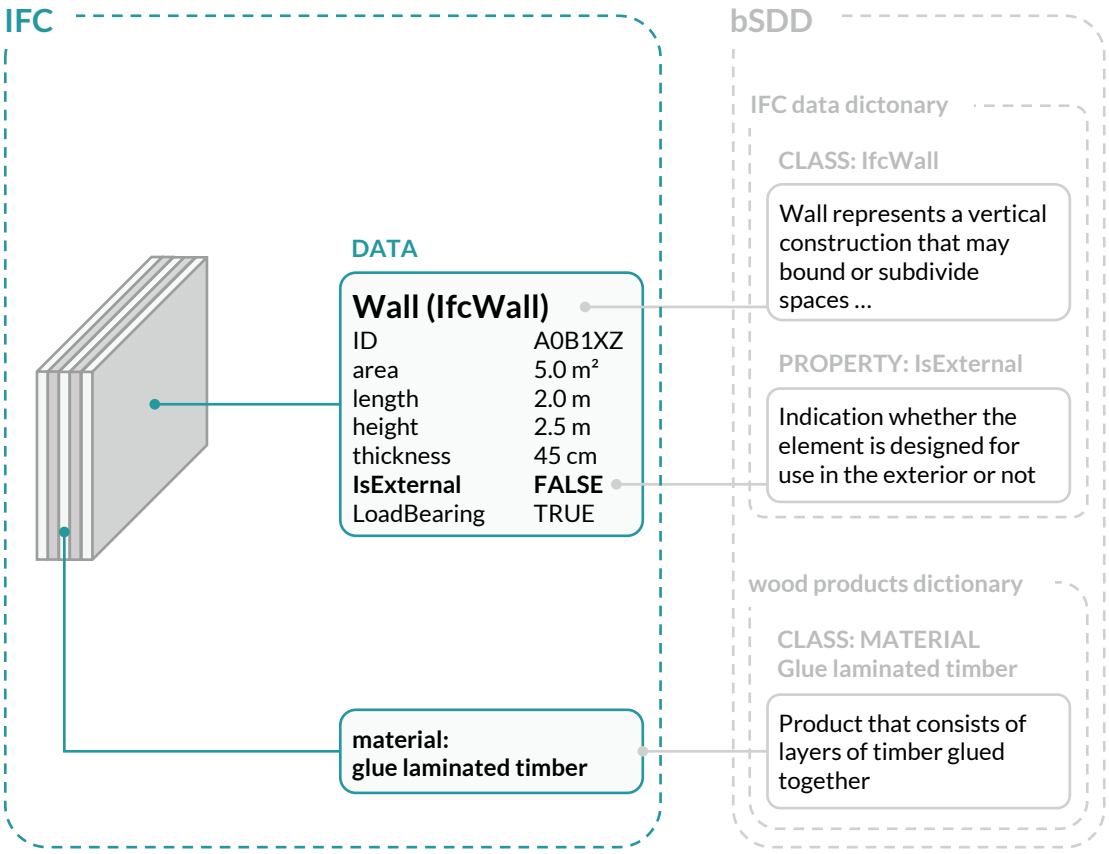


Abb. 3.58: Beispielwand mit Begriffen aus dem bSDD und deren Definitionen

Das bSDD basiert auf in internationalen Normen definierten Prinzipien: ISO 12006-3 (Rahmen für objektorientierte Informationen), ISO 23386 (Methodik zur Beschreibung, Erstellung und Pflege von Merkmalen in miteinander verbundenen *Data Dictionaries*) und ISO 23387 über Datenvorlagen. Diese standardisierte Organisation von *Data Dictionaries* ermöglicht den Austausch von Daten auf der Grundlage einer gemeinsamen Struktur, die Wiederverwendung vorhandener Inhalte, die Zuordnung von Inhalten zu anderen *Data Dictionaries* und die Darstellung der Beziehungen zwischen verschiedenen Klassifikationen oder Begriffen.

3.8.1 Nutzergruppen und Anwendungsfälle

Der Hauptzweck des bSDD besteht darin, Objekte zu klassifizieren, wodurch auch gemeinsame Merkmale und Materialien zugewiesen werden. Diese Merkmale können auch auf bestimmte Werte beschränkt werden, z.B. sollte der Wert einer Länge eine positive Zahl sein. Das bSDD kann jedoch je nach Nutzergruppe noch viele weitere Dienste und Funktionen für verschiedene Anwendungsfälle bereitstellen.

Herausgeber von Data Dictionaries – *Personen, die Begriffe definieren und sie mit anderen teilen möchten, möglicherweise auch mit bestehenden Inhalten* (Organisationen, Fachverbände, Normungsgremien, Privatunternehmen, Hersteller usw.):

- **Gemeinsamer Rahmen für Data Dictionaries**: bSDD bietet eine gemeinsame Plattform und einen gemeinsamen Rahmen für das Bereitstellen von *Data Dictionaries*, auch für diejenigen, die es sich nicht leisten können, einen eigenen Server

für ihre Daten zu betreiben. Das bSDD bietet außerdem einen globalen Zugang und die Einhaltung einschlägiger Standards.
- **Software-Integration**: bSDD bietet Zugang zu vielen Software-Integrationen und einer gemeinsamen API, so dass es in verschiedene Arbeitsabläufe integriert werden kann.
- **Vernetzte Data Dictionaries**: Daten können in ein ständig wachsendes Netz von *Data Dictionaries* integriert werden, indem sie auf bestehende Inhalte abgebildet und Beziehungen aufgedeckt werden.

Datenersteller – *Personen, die Projekt- und Produktdaten (z.B. BIM-Modelle) oder andere relevante Inhalte erstellen* (Planer, Anlagenverwalter, Hersteller):
- **Datenanreicherung**: IFC-Modelle oder andere relevante BIM-Daten können durch die Klassifizierung von Objekten nach einem gewünschten Standard oder einer (sogar privaten) Benennung durch Hinzufügen von Klassen, Merkmalen oder gemeinsamen Materialdefinitionen angereichert werden.
- **Datenintegration**: Das bSDD bietet eine Quelle für das Verständnis und die Erstellung von Daten, indem sie Listen von Begriffen und Werten in einer standardisierten Weise bereitstellt, auf die Maschinen und Menschen gleichermaßen zugreifen und sie verarbeiten können. Dadurch werden Missverständnisse vermieden und der fehleranfällige manuelle Prozess des Kopierens von Daten oder die Produktion von Duplikaten und Redundanzen entfällt.

Qualitätssicherer – *Personen, die sicherstellen, dass die gelieferten BIM-Daten die richtige Qualität haben und die erforderlichen Standards erfüllen. Dies gilt auch für Institutionen, die BIM-Datensätze als Grundlage für Prozesse wie Baugenehmigungen oder Umweltzertifizierungen erhalten, da sie sicherstellen müssen, dass der Datensatz ihren Anforderungen entspricht* (BIM-Koordinatoren und BIM-Manager, Institutionen):
- **Datenkonsistenz**: Durch die Verwendung des bSDD können Fehler, Unterbrechungen und Ausfälle vermieden werden, da den Nutzer:innen Listen möglicher Namen und Werte zur Verfügung gestellt werden und somit Rechtschreibfehler als Fehlerquelle ausgeschlossen werden.
- **Konformitätsprüfung**: Das bSDD kann bei der Erstellung von IDS-Dateien Begriffe für Software zur Konformitätsprüfung bereitstellen. Auf diese Weise kann ein klassifiziertes Modell oder ein Modell, das den Anspruch erhebt, nach einem bestimmten Standard erstellt worden zu sein, geprüft werden, um die Datenqualität sicherzustellen oder um die Einhaltung der entsprechenden *Data Dictionaries* für die korrekte Verwendung von *Entities*, Merkmalen, Werten und Einheiten zu überprüfen.

Datenempfänger – *Personen, die die Inhalte, die sie interpretieren müssen, besser verstehen wollen* (Betreiber:innen, Kund:innen, Designer:innen, AN):
- **Interpretation**: Klassen und Eigenschaften sind nicht mehr nur Namen, sondern können leicht identifiziert und mit Metadaten wie Definition, Autoren oder Verwendungszweck versehen werden. Dies ermöglicht ein besseres Verständnis des Inhalts.
- **Analyse und Simulation**: Mit standardisierten Daten kann jede Klasse, jede Eigenschaft und jedes Material gemeinsam genutzt und in gemeinsamen Analyse- und Simulationsprozessen verwendet werden. Zum Beispiel könnte eine Produktoptimierungsanalyse durchgeführt werden, um verschiedene Materialdefinitionen

auszutauschen und zu testen, um das am besten geeignete Produkt in Bezug auf Umweltauswirkungen, Energieverbrauch oder Kosten zu bestimmen, indem einfach ein Modell oder Modellkomponenten unterschiedlich klassifiziert werden.
- **Übersetzungen**: Das bSDD kann auch Übersetzungen speichern, so dass die Benutzer:innen die Namen in ihrer Muttersprache erhalten, während die Maschinencodes erhalten bleiben.
- **Daten-Zuordnung**: Im bSDD kann jeder Teil eines *Data Dictionaries* mit anderen existierenden *Data Dictionaries* in Beziehung gesetzt werden, was einen Einblick in Verbindungen oder Ähnlichkeiten zu anderen Definitionen, wie internationalen Codes oder Materialdefinitionen, ermöglicht. Dies erlaubt auch das Auffinden von Äquivalenten oder »*False Friends*«, wodurch das Potential des global verknüpften Wissens genutzt und die Datenkonsistenz bei gleichzeitiger Reduzierung von Redundanzen gewährleistet wird.

Softwareentwickler – *Personen, deren Software Daten nutzt und interpretiert, verschiedene Systeme kombiniert und verbindet sowie die Datenkonsistenz und -leistung sicherzustellen muss* (Dateningenieure, Systemarchitekten, BIM-Software-Spezialisten):
- **Integration aus einer einzigen Quelle**: Das bSDD kann als eine einzige Quelle für Datendefinitionen dienen, da es eine Vielzahl miteinander verbundener *Data Dictionaries* und Definitionen enthält, die alle durch Verbindung mit einer einzigen, standardisierten Quelle über gemeinsame Schnittstellen abgeleitet werden können.
- **Automatisierung**: Das bSDD ermöglicht die Automatisierung von Prozessen dank standardisierter Begriffe.

Andere Nutzergruppen – *Menschen oder Systeme, die nach Wissen streben oder Beziehungen interpretieren, um neue Erkenntnisse zu gewinnen* (Analytiker:innen, Forscher:innen, KI): Forscher können herausfinden, wie Informationen in anderen Regionen oder Kontexten strukturiert sind. Künstliche Intelligenz oder Algorithmen des maschinellen Lernens können Muster oder Erkenntnisse darüber aufdecken, wie Daten miteinander verbunden sind oder genutzt werden, und neue Lösungen anbieten oder Redundanzen reduzieren.

Die Liste der Anwendungsfälle für das bSDD ist nicht auf die oben genannten beschränkt. Als Plattform für standardisierte, miteinander verbundene *Data Dictionaries* kann es zu einem leistungsfähigen und zentralen Instrument für die gesamte Baubranche (und darüber hinaus) werden, das die Grundlage für Datenintegrität und -konsistenz bildet.

3.8.2 Praktische Anwendung

Das bSDD ist in erster Linie eine Referenzbibliothek mit standardisierten Begriffen, wodurch es möglich ist, Definitionen aus dem bSDD manuell zu kopieren und in Dokumente oder Datensätze einzufügen. Der Inhalt kann auf der bSDD-Suchseite durchsucht werden (siehe QR-Code). Ein viel einfacherer Ansatz ist die Verwendung von Softwarelösungen mit Integration des bSDD, da diese eine bequeme Benutzerschnittstelle für den Zugriff auf den Inhalt der bSDD und für das Auffinden von Referenzen bieten. Ein digitales Werkzeug verringert auch das Risiko menschlicher Fehler beim Kopieren oder Eingeben von Namen. buildingSMART listet jene Software-Werkzeuge, die bestimmte *openBIM*-Lösungen, einschließlich bSDD, unterstützen (siehe QR-Code). Abb. 3.59 zeigt ein Beispiel für Softwareimplementierungen, die Inhalte des bSDD verwenden.

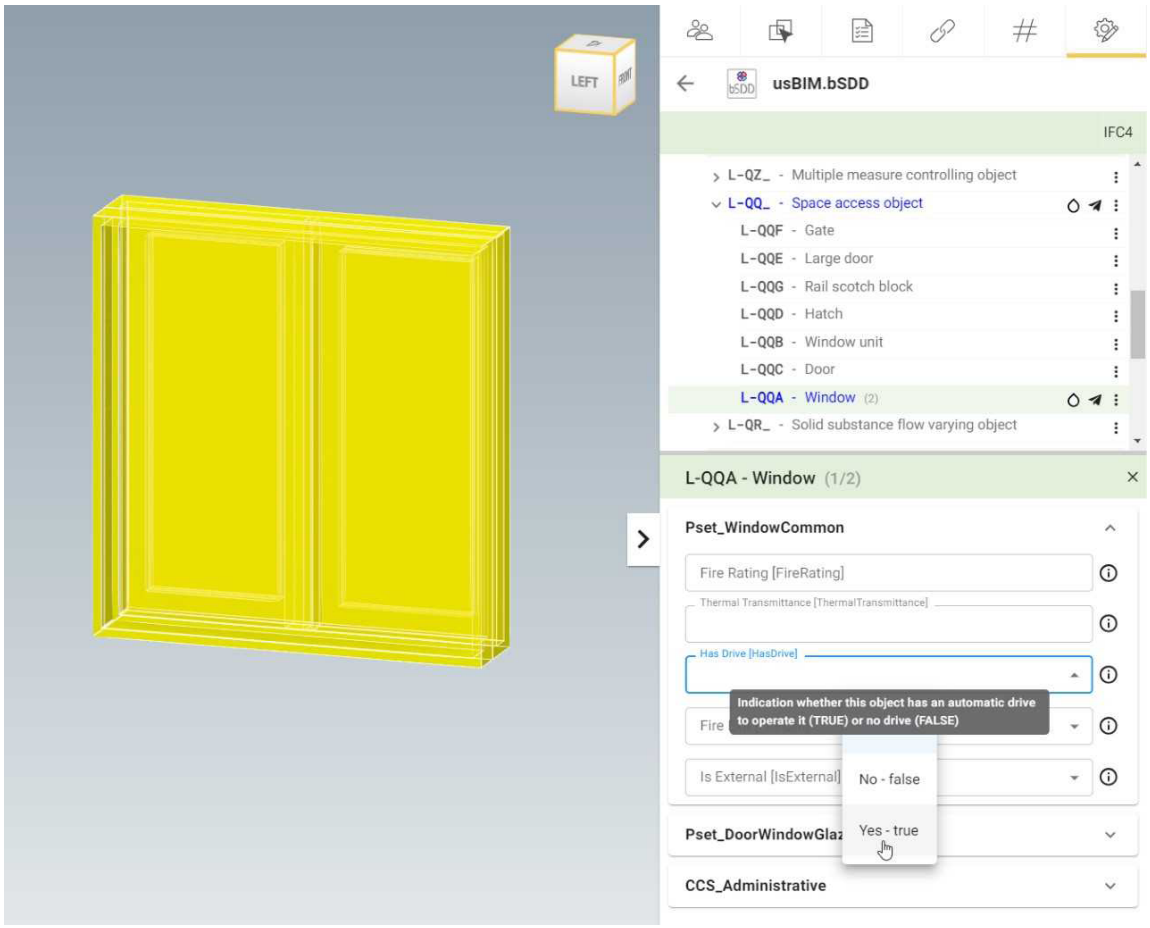


Abb. 3.59: Benutzeroberfläche für die Klassifizierung von IFC-Modellen mit bSDD-Inhalt (ACCA usBIM)

Solche Software-Integrationen sind dank der bSDD-API (Application Programming Interface – Programmierschnittstelle) möglich. Für diejenigen, die mit der Programmierung vertraut sind, bietet das bSDD ihre Inhalte über die REST-API (JSON und RDF) und die Abfragesprache GraphQL an. Weitere Informationen, Anleitungen und eine interaktive Dokumentation finden Sie auf der bSDD-Website (siehe QR-Code).

3.8.3 Inhalt des bSDD

Der Inhalt des bSDD besteht aus einzelnen *Data Dictionaries*. Jedes *Data Dictionary* kann Klassen, Merkmale und Beziehungen zwischen ihnen oder zu anderen *Data Dictionaries* enthalten. Aufgrund der recht universellen Definition eines *Data Dictionary* kann es einem Klassifikationssystem, einer Taxonomie, Meronymie, Ontologie, Nomenklatur, Datenstruktur, Datenvorlage, Materialbibliothek, Thesaurus, Metadaten usw. entsprechen.

Der Inhalt des bSDD ist durch sieben Konzepte definiert: *Dictionary*, *Class*, *Property*, *AllowedValue*, *ClassProperty*, *ClassRelation* und *PropertyRelation* (siehe Abb. 3.60). Jedes Konzept ist mit einem übergeordneten *Dictionary* verknüpft, hat einen eigenen Bezeichner und Metadaten. Eine vollständige Dokumentation aller Informationen, die in das bSDD aufgenommen werden können, ist auf GitHub zu finden (siehe QR-Code).

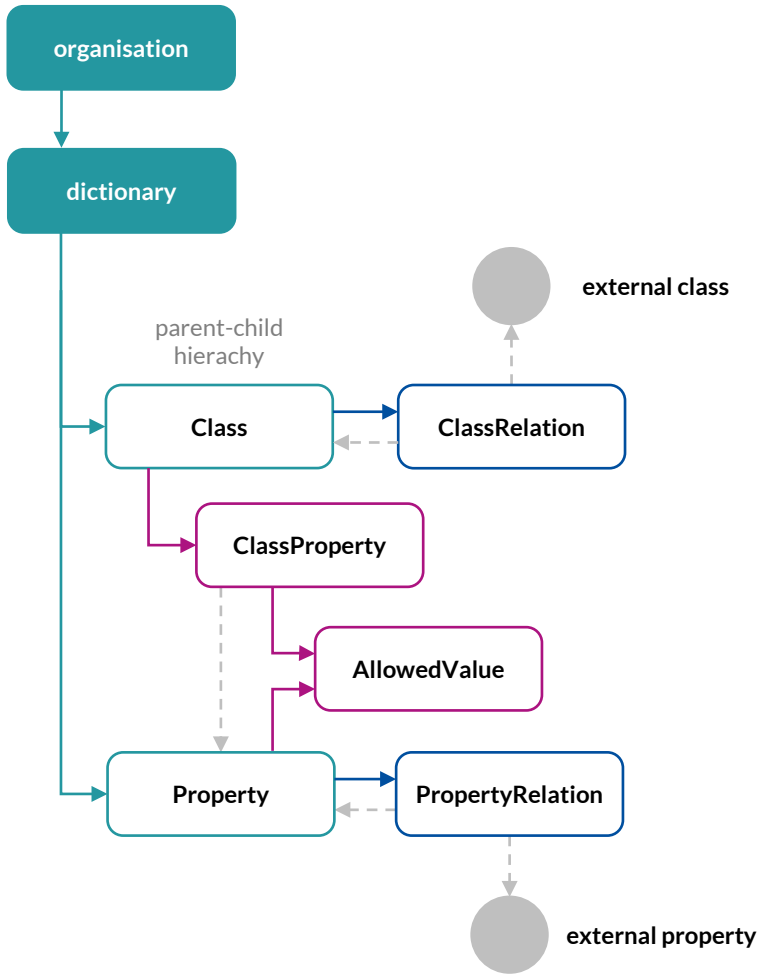


Abb. 3.60: Konzepte der bSDD-Struktur

Dictionaries sind die höchste Ebene des bSDD-Datenmodells. Ein Dictionary ist ein Container, der aus Metadaten und zwei Listen besteht: Klassen und Merkmalen.

Classes (Klassen) definieren Objekte mit gleichen Eigenschaften. Das bSDD unterscheidet zwischen vier Arten von Klassen. Der erste und häufigste Typ *Class* beschreibt reale Dinge wie eine Tür oder ein Fenster. *GroupOfProperties* organisiert Merkmale. Der Typ Material unterscheidet Klassen, die physikalische Materialien darstellen. Damit weiß die Software, wie solche Klassen zu interpretieren sind und stellt sie ihren Benutzern zur Verfügung. Schließlich kann der Typ *AlternativeUse* verwendet werden, wenn keiner der vordefinierten Typen passt. Dieser Typ sollte mit Vorsicht verwendet werden, da die meisten Softwareprogramme ihn nicht nutzen werden. Klassen können hierarchisch in einer Baumstruktur organisiert werden, indem auf ihre übergeordnete Klasse verwiesen wird. Jede Klasse kann *Child* einer *Parent*-Klasse und *Parent* von mehreren *Child*-Klassen sein. Untergeordnete Klassen erben jedoch keine Informationen von ihrer übergeordneten Klasse. So sind bspw. Merkmale, die der übergeordneten Klasse zugewiesen wurden, nicht automatisch Teil der untergeordneten Klasse.

Die **bSDD-Properties** (Merkmale) definieren wie in IFC alphanumerische Informationen, die ein Objekt beschreiben. Beispiele für Merkmale sind »Höhe«, ausgedrückt als numerischer Wert, »Identifikation« als Zeichenfolge aus Ziffern, Buchstaben und anderen Zeichen

sowie »Status« als einer von mehreren möglichen Werten (Aufzählung). Zusätzlich zum Namen, Bezeichner, Definition und Datentyp können Merkmale in *Data Dictionaries* auch auf bestimmte Werte beschränkt werden. Ähnlich wie bei IDS können im bSDD erlaubte Werte aufgelistet werden (*AllowedValue*), Muster (*Regular Expressions*) für Textwerte angeben oder untere und obere Grenzen für numerische Werte definieren.

Merkmale und Klassen sind in bSDD unabhängige Konzepte, die mit Hilfe von **ClassProperties** kombiniert werden können. Es handelt sich im Grunde um eine Zuordnung von Merkmalen zu einer bestimmten Klasse. Es ist praktisch eine Instanziierung eines allgemeinen Merkmals für eine bestimmte Klasse. Jedes Merkmal kann mehreren Klassen zugewiesen werden. *ClassProperty* kann verwendet werden, um Merkmale aus demselben *Data Dictionary* wie die Klasse zuzuweisen, aber auch, um Merkmale aus verschiedenen vorhandenen *Data Dictionaries* wiederzuverwenden, um Duplikate zu vermeiden. Standardmäßig werden alle Merkmalinformationen an das *ClassProperty* übergeben. Es ist jedoch möglich, die Standardwerte zu überschreiben. Beispielsweise könnte eine allgemeine »Temperatur« jeden Wert von -273,15°C aufwärts annehmen, aber wenn es um die Temperatur von Wasser geht, das in einem System fließt, würde der Bereich zwischen 0–100°C liegen. Die Daten können in diesem Stadium nur spezifiziert, aber nicht vollständig geändert werden. Wenn das Merkmal bspw. drei zulässige Werte definiert, kann das *ClassProperty* diese auf einen oder zwei für die spezifische Klasse beschränken, aber sie kann keinen Wert hinzufügen, der im ursprünglichen Merkmal nicht vorhanden ist. Ein wichtiger Aspekt von *ClassProperties* ist das *Property Set*. Dieses gibt an, wo das Merkmal im IFC-Modell angeordnet werden soll. Während ein Merkmal Mitglied mehrerer Gruppen (*GroupOfProperties*) sein kann, kann ein *ClassProperty* nur einem *Property Set* zugewiesen werden. Durch die Definition eines *Property Sets* auf *ClassProperty*-Ebene kann ein Merkmal in verschiedenen Sets für verschiedene Klassen gespeichert werden. Bspw. wird die Standardeigenschaft *FireRating* für Wände in Pset_WallCommon, für Decken jedoch in Pset_SlabCommon gespeichert.

Die letzten beiden Konzepte – **ClassRelation** und **PropertyRelation** – dienen dazu Beziehungen zwischen den Inhalten zu definieren. Klassen und Merkmale können die Beziehung *IsEqualTo* haben – wenn zwei Konzepte eindeutig sind und genau denselben Namen, Code, dieselbe Definition, Beschreibung und dieselben Klasseneigenschaften haben –; *IsSimilarTo* – wenn zwei Konzepte fast gleich sind, sich aber durch Namen, Code, Definition, Beschreibung oder eine Reihe von Klasseneigenschaften unterscheiden – und *HasReference* – wenn zwei Konzepte miteinander verwandt sind, aber andere Arten der Beziehung nicht zutreffen (z.B. »Fenster« verweist auf eine Wand). *ClassRelations* können zusätzlich *IsChild–Of* und *IsParentOf* sein, die die Hierarchie oder Spezialisierung definieren, oder *HasPart*, *IsPartOf* und *HasMaterial*, die die Zusammensetzung zeigen. Die Beziehungen ermöglichen es, gleichwertige oder ähnliche Codes und Merkmale in anderen *Data Dictionaries* zu finden. So kann es bspw. sein, dass bei der Planung einer Straße, die sich über zwei Länder erstreckt, unterschiedliche Klassifizierungssysteme angewendet werden müssen. Dank des Mappings können beide Teams die Ähnlichkeiten zwischen ihren Datensätzen erkennen und den anderen schnell die ihnen vertrauten Begriffe zur Verfügung stellen. Da IFC das Basiswörterbuch des bSDD ist, kann es direkt innerhalb einer Klasse (über das Attribut *RelatedIfcEntities*) verknüpft werden, ohne eine *ClassRelation* zu verwenden.

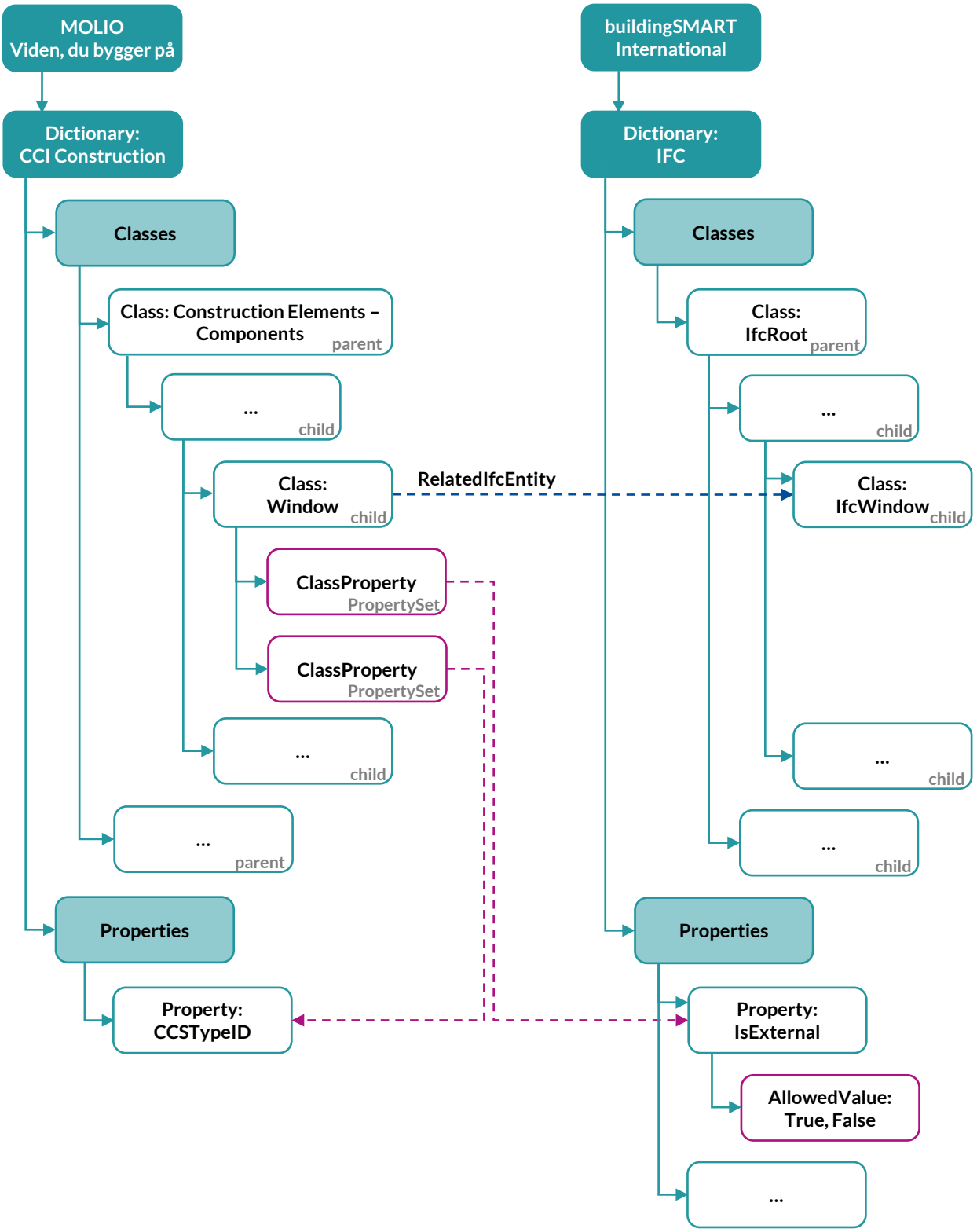


Abb. 3.61: Verwendung verschiedener bSDD-Konzepte zur Beschreibung der Klasse Window des CCI Construction Dictionary

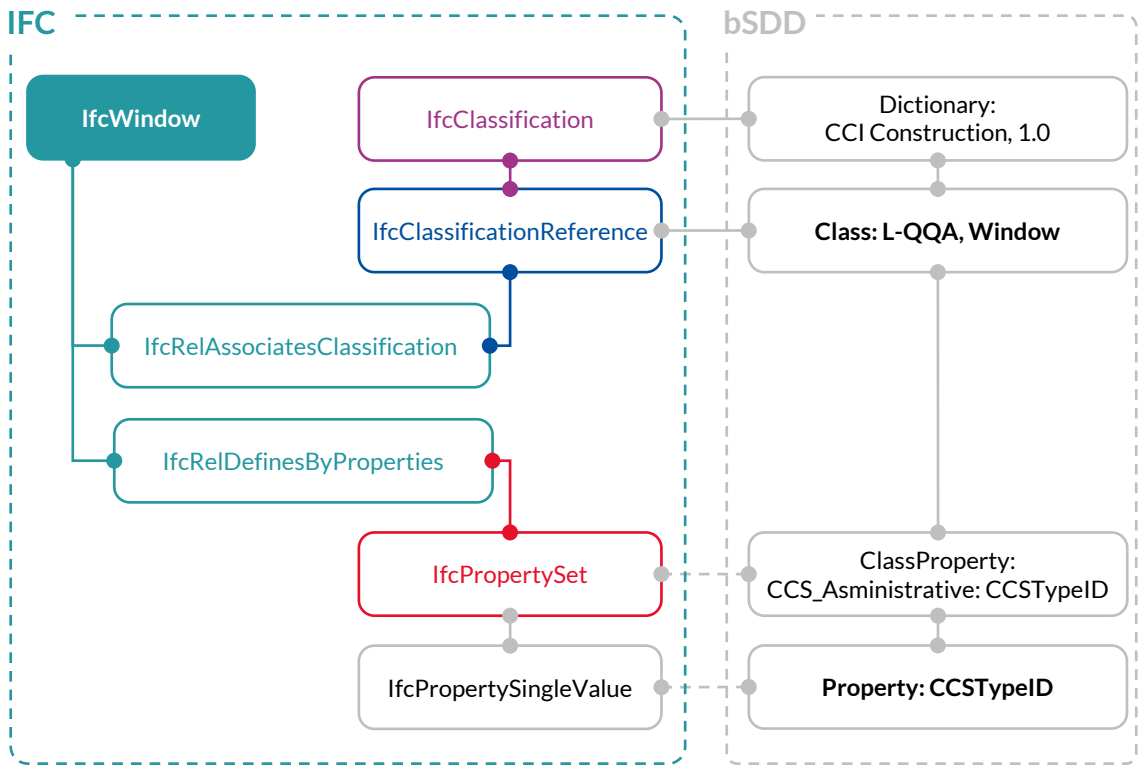
Abb. 3.61 zeigt ein reales Beispiel aus dem bSDD, das die meisten der oben erläuterten allgemeinen Konzepte enthält. Links ist das *CCI Construction Dictionary* und rechts die Darstellung der IFC-Struktur als *Data Dictionary* im bSDD zu sehen. Das *CCI Construction Dictionary* enthält viele Klassen in einer Parent-Child-Hierarchie und definiert ein neues Merkmal. In unserem Beispiel konzentrieren wir uns auf die Klasse *Window*. Sie verweist auf Definitionen innerhalb und außerhalb des *CCI Construction Dictionary*. Eine Beziehung zu IfcWindow des IFC-Dictionary wird über das Attribut *RelatedIfcEntities* hergestellt. ClassProperties sind in Verwendung, um Eigenschaften aus dem gleichen Dictionary (*CCSTypeID*) sowie aus dem bestehenden IFC-Dictionary (z.B. *IsExternal*) einzubeziehen und in spezifischen *Property Sets* zu speichern. Die weiteren Konzepte, *ClassRelation* und *PropertyRelation*, sind in diesem Beispiel nicht enthalten.

Der Inhalt des bSDD kann einen von drei möglichen Status haben: *Vorschau*, *Aktiv* und *Inaktiv*. Wenn Inhalte veröffentlicht werden, werden sie zunächst auf den Status »Vorschau« gesetzt. Zu diesem Zeitpunkt kann der Autor das *Data Dictionary* erneut hochladen, überschreiben oder sogar löschen. Erst wenn ein Inhalt aktiviert wird (Statuswechsel auf Aktiv), wird er unveränderlich, d.h. er bleibt im bSDD unverändert, solange das bSDD existiert. Dieser Status zeigt an, dass es sicher ist, den Inhalt in Projekten und vertraglichen Vereinbarungen zu verwenden. Wenn eine neue Version hinzugefügt wird, kann der Eigentümer beschließen, zuvor aktive Inhalte zu deaktivieren. Inaktive Inhalte bleiben zugänglich und unveränderbar.

3.8.4 Referenzierung von bSDD in IFC

Im Kontext eines IFC-Modells sind die Begriffe aus dem bSDD externe Informationen, die die Möglichkeit bieten, die vorhandenen Daten zu erweitern. Um sie zu integrieren, bietet die IFC-Datenstruktur das Konzept der Klassifikationsreferenzen, das im Wesentlichen aus drei *Entities* besteht. IfcClassification dient der Angabe des verwendeten Klassifikationssystems bzw. im Fall von bSDD des *Data Dictionary*. IfcClassificationReference definiert eine bestimmte Klasse des *Data Dictionary*. Beide *Entities* haben ein Attribut, das auf die Datenquelle verweist, indem es einen URI verwendet, in dem weitere Informationen über die Definitionen bereitgestellt werden. Schließlich stellt die Beziehung IfcRelAssociatesClassification die Verbindung zwischen der angegebenen Klasse und den klassifizierten Objekten her. Dies wird in Abb. 3.62 veranschaulicht, die die Klassifizierung eines IfcWindow als Fenster aus dem *CCI Construction Dictionary* schematisch und in der IFC-Datei (STEP Physical File) zeigen. Die letzten beiden Attribute von IfcRelAssociatesClassification verweisen auf die *Entity* IfcWindow (`#886`) und die externe Klasse *Window* (`#916`).

Die letzten sechs Zeilen in Abb. 3.62 zeigen die Assoziation von Merkmalen aus dem bSDD. Unabhängig davon, ob ein neu definiertes oder ein bestehendes Merkmal im bSDD verwendet wird, wird ihre Zuordnung zu externen Klassifikationen nicht gespeichert. Alle Merkmale werden in der IFC-Struktur gleichbehandelt. Sie sind nur mit ihren jeweiligen Objekten verknüpft, wie durch das vorletzte Attribut von IfcRelDefinesByProperties angegeben. Während die Information, dass dieses Merkmal durch eine externe Klassifizierung zugewiesen wurde, nicht explizit dargestellt wird, liegt der Schwerpunkt auf der nahtlosen Verbindung von Merkmalen mit ihren bezeichneten Objekten. Zu beachten ist, dass sich die Integration zwischen den IFC-Versionen leicht unterscheidet. Die vollständige Dokumentation ist auf Github verfügbar.



Declaration of the IfcWindow object
#886 = **IFCWINDOW**('2s91HGDcf4pvesZmvoXaqK', #12, 'Window-001', $, $, #425, #877, $, 1.5, 9.E-1, .WINDOW., $, $);
...
Used data dictionary
#915 = **IFCCLASSIFICATION**('molio', '1.0', '2023-01-01', 'CCI Construction', $,
'https://identifier.buildingsmart.org/uri/molio/cciconstruction/1.0', $);
Used class of the data dictionary
#916 = **IFCCLASSIFICATIONREFERENCE**('https://identifier.buildingsmart.org/uri/molio/cciconstruction/1.0/class/L-QQA',
'L-QQA', 'Fenster', #915, $, $);
Relation between the used class and the classified object
#917 = **IFCRELASSOCIATESCLASSIFICATION**('3a3lQFAlrRceFf3oC7QLjE', #12, 'Objekt zur Klassifizierung', $, (#886), #916);
...
Usage of a new property in an individual property set
#960 = **IFCRELDEFINESBYPROPERTIES**('24Cy7uzn5Ju8KKmcMZccmW', #12, 'Objekt zu Eigenschaften', $, (#886), #961);
#961 = **IFCPROPERTYSET**('14EphN_ZzRXujTCUh2zeg4', #12, 'CCS_Administrative', $, (#962));
#962 = **IFCPROPERTYSINGLEVALUE**('CCSTypeID', $, IFCTEXT('ExamplePropertyValue'), $);
...
Usage of an existing property of another data dictionary (e.g. IFC4)
#966 = **IFCRELDEFINESBYPROPERTIES**('2JygXoqUnVP8iD1jXuVBaJ', #12, 'Object to Properties', $, (#886), #967);
#967 = **IFCPROPERTYSET**('0_QJCthkXHV9_iyFnB1i_V', #12, 'Pset_WindowCommon', $, (#968));
#968 = **IFCPROPERTYSINGLEVALUE**('IsExternal', $, IFCBOOLEAN(.T.), $);

Abb. 3.62: Darstellung von externen Klassen und Merkmalen im STEP Physical File (IFC4)

3.8.5 Verweis auf das bSDD in IDS

Das bSDD bietet eine Terminologie, die in IDS-Spezifikationen verwendet werden kann. IDS-Autoren:innen können standardisierte Begriffe nachschlagen und ihr Vorhandensein in IFC-Daten verlangen. Dies gilt für alle IDS-Komponenten, wie Merkmale, Klassen und Materialien. Einige Softwareprodukte bieten die Möglichkeit, die bSDD-Datenbank bei der Erstellung eines IDS zu durchsuchen.



Abb. 3.63: Die Benutzeroberfläche von Plannerly ermöglicht das Durchsuchen des bSDD-Inhalts bei der Erstellung von IDS

Wenn auf Standardnamen aus dem bSDD verwiesen wird, kann ihr Bezeichner in Form eines URI im speziellen IDS-Attribut »URI« gespeichert werden. Dies kann verwendet werden, um weitere Informationen über einen Begriff zu erhalten, z.B. seine Bedeutung, den Kontext oder wie ein Eigenschaftswert gemessen werden sollte.

3.8.6 Inhalte im bSDD veröffentlichen

Das bSDD kann als Rahmen für mehrere miteinander verbundene *Data Dictionaries* verwendet werden. Während die Inhalte in einem gemeinsamen Rahmen veröffentlicht und nach einem gemeinsamen Standard strukturiert werden, kann ihr Ursprung unterschiedlich sein. Jede Organisation kann ihr *Data Dictionary* erstellen und es im bSDD veröffentlichen, solange es dessen Zielen und Regeln entspricht. Der Inhalt sollte einen Bezug zur Bauindustrie haben, nicht gegen Lizenzvereinbarungen verstoßen, nicht kommerzielle Produkte bewerben und die Wiederverwendung durch andere ermöglichen. Die Autor:innen sollten vermeiden, abgeleitete Versionen bestehender Klassifikationen hochzuladen, sondern sie stattdessen erforderlichenfalls ergänzen oder Verbesserungen vorschlagen.

Der Prozess der Erstellung und Pflege von *Data Dictionaries* kann sehr unterschiedlich sein, von komplexen Verwaltungsplattformen nach ISO 12006-3 und ISO 23386 bis hin zu einfachen Tabellenkalkulationslisten. Die bSDD-Plattform erlaubt, ordnungsgemäß strukturierte JSON-Dateien als Eingabe zu verwenden, solange sie der bSDD-Datenstruktur entsprechen. Die neueste Vorlagendatei ist auf GitHub verfügbar. Die Dokumentation des bSDD-Datenmodells bietet eine Anleitung und erklärt, welche Attribute erforderlich sind, und welche Werte erwartet werden. Eine solche JSON-Datei kann manuell über das bSDD-Verwaltungsportal (siehe QR-Code) oder durch Software von Drittanbietern über eine API hochgeladen werden. Neben speziellen Tools von Drittanbietern und textuellen JSON-Eingabeoptionen können bSDD-Inhalte auch in einer Tabellenkalkulation erstellt werden. Das bSDD-Repository enthält sowohl die Excel-Vorlagendatei als auch das Python-Skript, das die Umwandlung in die gewünschte JSON-Form automatisiert. Auf der bSDD-Plattform können Inhalte kostenlos hochgeladen und abgerufen werden, da sie öffentlich zugänglich sein sollen. Das bSDD bietet auch einen kostenpflichtigen Service für das Hosting privater *Data Dictionaries* mit eingeschränktem Zugang. Diese Funktion bietet die Vorteile des bSDD, jedoch für unternehmens- oder projektspezifische Daten, die nicht für die Öffentlichkeit bestimmt sind.

3.9 UCM – buildingSMART Use Case Management Service

Thomas Glättli (Gastautor)

3.9.1 Grundlagen

Informationsmanagement und datenbasierte Zusammenarbeit

Voraussetzung eines durchgängigen Informationsmanagements und einer datenbasierten Zusammenarbeit ist ein gemeinsames Verständnis für benötigte Information – sowohl aus Sicht der Bestellung als auch aus Sicht der Bereitstellung und der Nutzung. Im Mittelpunkt steht der Informationsbedarf beteiligter Akteur:innen zu vorab festgelegten Zeitpunkten im Prozess sowie die eindeutige Definition von Informationen.

Mit der Normenreihe EN ISO 19650 werden der Prozess und die Rollen in der Bereitstellung von Information aus Sicht des Informationsbestellers respektive des Informationsbereitstellers aufgezeigt. Dieser Standard definiert die hierarchische Gliederung und die Implementierung von Informationsanforderungen. Der Besteller der Informationen definiert die Ziele bzw. die Anforderungen an die Informationen, welche der Lieferant der Information ab einem definierten Zeitpunkt über den gesamten Projektverlauf bereitzustellen hat. Damit können geschäftsrelevante Entscheidungen auf der Basis eines geregelten Informationsflusses gefällt werden.

Die EN 17412-1:2020 liefert die methodische Grundlage zur Definition des Level of Information Need (LOIN). Die Methodik baut im Wesentlichen auf zwei Schritten auf. Im *ersten Schritt* wird die Voraussetzung definiert (wozu, wann, wer, was) und im *zweiten Schritt* wird die Informationstiefe beschrieben (wie).

BIM-Anwendungsfälle (Use Cases)

BIM-Anwendungsfälle (*Use Cases*) bezeichnen einen Zweck, für den Daten und Informationen in einem digitalen Bauwerksmodell erstellt und verwendet werden. Ein *Use Case* beschreibt den Geschäftsfall und das ideale Szenario, einschliesslich der Ziele und Erfolgskriterien für den Informationsaustausch. Verschiedene Parteien und ihre Verantwortlichkeiten werden als Rollen festgelegt. Gleichzeitig werden auch ihre Aktivitäten im Informationsaustausch beschrieben. Vereinbarungen, Verträge, Standards usw. konkretisieren externe Bedingungen, die sich auf die Ziele oder Ergebnisse des Informationsaustauschs auswirken.

Jeder *Use Case* folgt einem übergeordneten Ziel und hat ein bestimmtes Ergebnis bzw. einen bestimmten Nutzen im Fokus. Gemäss LOIN definiert ein *Use Case*, wer wem welche Information zu welchem Zeitpunkt in welchem Format und in welchem Detaillierungsgrad liefert. Ein BIM-Projekt wird über eine Vielzahl von *Use Cases* spezifiziert. So lässt sich definieren, wie über den gesamten Modellprozess die benötigten Informationen phasengerecht in der geforderten Qualität den jeweiligen Nutzer:innen zur Verfügung gestellt werden.

Typische *Use Cases* beschreiben den Ablauf modellbasierter Mengen- und Kostenermittlungen, die Darstellungsform des grauen Energie- und Betriebsenergiebedarfs, die Planung des Bauablauf, die Organisation der Baustellen-Logistik und die Bereitstellung von Informationen für den Betrieb. Eine allgemein gültige Beschreibung solcher Anwendungsfälle bildet das Fundament für das vernetzte, kollaborative und integrative Planen, Bauen und



Abb. 3.64: Use Cases adressieren die gesamte Wertschöpfungskette

Betreiben eines Bauwerks. Abb. 3.64 illustriert, dass *Use Cases* die gesamte Wertschöpfungskette adressieren.

Information Delivery Manual (IDM)
Die grundlegenden Steuerungswerkzeuge, die *Use Case Definition*, bilden internationale Standards. Das *Use Case Management Service* ist auf deren Basis aufgebaut und bietet den Nutzer:innen eine sichere und normengerechte Handhabung in der Entwicklung von *Use Cases*.

Die einheitliche Beschreibung von *Use Cases* und die Festlegung der Austauschanforderungen basiert auf der Normenreihe ISO 29481 (IDM). Dieser Standard definiert den Rahmen und die Methoden zur Darstellung von Prozessen und zum Austausch von Anforderungen für einen bestimmten Zweck. Zudem beschreibt sie wie sichergestellt werden kann, dass die ausgetauschten Informationen korrekt und vollständig sind und, dass Aktivitäten ausgeführt werden können. Ein IDM erleichtert die Interoperabilität zwischen Softwareanwendungen und fördert die digitale Zusammenarbeit zwischen den Teilnehmer:innen des Bauprozesses. Es bietet die Grundlage für den präzisen, zuverlässigen, wiederholbaren und qualitativ hochwertigen Informationsaustausch.

Ein *Use Case* ist im Grundsatz identisch mit einem Information Delivery Manual (IDM). Beide folgen exakt dem gleichen Schema und sind gleich klassifiziert. Während der *Use Case* einen einzelnen, möglichst exakt abgegrenzten, spezifischen Anwendungsfall beschreibt, ist ein IDM die Zusammenfassung mehrerer thematisch ähnlicher *Use Cases*. In diesem Fall wird ein *Use Case* normativ als subIDM bezeichnet.

3.9.2 UCM Service, ein Angebot von buildingSMART International

Über die letzten Jahre wurden weltweit viele Anstrengungen unternommen, *Use Cases* zu beschreiben bzw. aufzuzeigen. Dabei wurden unzählige Dokumente erstellt, die oft keinem harmonisierten oder gar normierten Ansatz folgten. Fehlende Zugänglichkeit sowie mangelhafte Angaben zu einer eindeutigen Klassifizierung, zum Status und zum Reifegrad verhinderten den Vergleich ähnlicher Anwendungsfälle. Eine Bündelung all dieser Aktivitäten in einer harmonisierten Form bringt weltweit große Vorteile für die Branche. Mit einem Service, der es erlaubt, *Use Cases* nach einem vorgegebenen Schema zu entwickeln und zu klassifizieren, kann die BIM-Methode wesentlich effizienter angewandt werden.

Auf Initiative von buildingSMART Switzerland entstand deshalb das *Use Case Management Service* (UCM). Diesem liegt eine klare Vision zugrunde. Der Informationsbedarf in einem Projekt definiert sich über die Summe aller Anwendungsfälle. Abgestimmte Informationen können von allen Beteiligten durchgehend genutzt und Projekte so erfolgreich umgesetzt werden. Alle Akteur:innen erhalten mit diesem Tool eine umfassende Grundlage, um ihre Prozesse zu digitalisieren und die Zusammenarbeit zu beschleunigen. Das UCM Service fördert den *openBIM* Gedanken und ist von Offenheit und Transparenz geprägt. Die Entwicklung von *Use Cases* ist ein kollaborativer Prozess, der herstellerneutral ist und die nahtlose Zusammenarbeit aller Projektbeteiligten unterstützt.

Mittlerweile ist das *Use Case* Management als integraler Bestandteil des Tool- und Service-Angebots von buildingSMART International (bSI) geplant. Die verschiedenen bSI Chapter (Länderorganisationen) oder bSI Domains (offene Gruppen von Spezialist:innen, z.B. für Hochbauten, Flughäfen, Brücken, Bahninfrastrukturen etc.) können über den Service ihre spezifischen, offenen Lösungen und Standards entwickeln. Der Service ist für die gesamte Bau- und Immobilienwirtschaft offen. Unternehmen, Verbände und Institutionen können ihre *Use Cases* unter Bezugnahme auf die eigene Marke/Anwendung/Firma und diese optional der globalen Community zur Verfügung stellen.

Ziele Use Case Management Service:

- Globaler, herstellerneutraler Service für Fachexpert:innen zur kollaborativen Bereitstellung von Best-Practice Anwendungsfällen für die gesamte Baubranche
- Aufbau digitaler Kompetenz durch Einsatz der BIM Methode bei Unternehmen und Akteur:innen der Bau- und Immobilienwirtschaft verbessern
- Neutrale, *openBIM* basierte Formulierung von *Use Cases*
- Etablieren einer gemeinsamen Sprache und eines einheitlichen Verständnisses von BIM *Use Cases*
- Förderung der integrativen Zusammenarbeit mittels Definition neuer, zukunftsfähiger, digitaler Prozesse
- Schaffung einer Grundlage für ein durchgängiges Informationsmanagement und eines konsistenten Informationsflusses über den ganzen Lebenszyklus eines Bauwerks
- Bereitstellung maschineninterpretierbarer Austauschanforderungen (exchange requirements) – in Planung
- Unterstützung und Beschleunigung von Standardisierungsaktivitäten nationaler und internationaler Organisationen (von Best Practices über Proven Practice bis hin zu Standards)

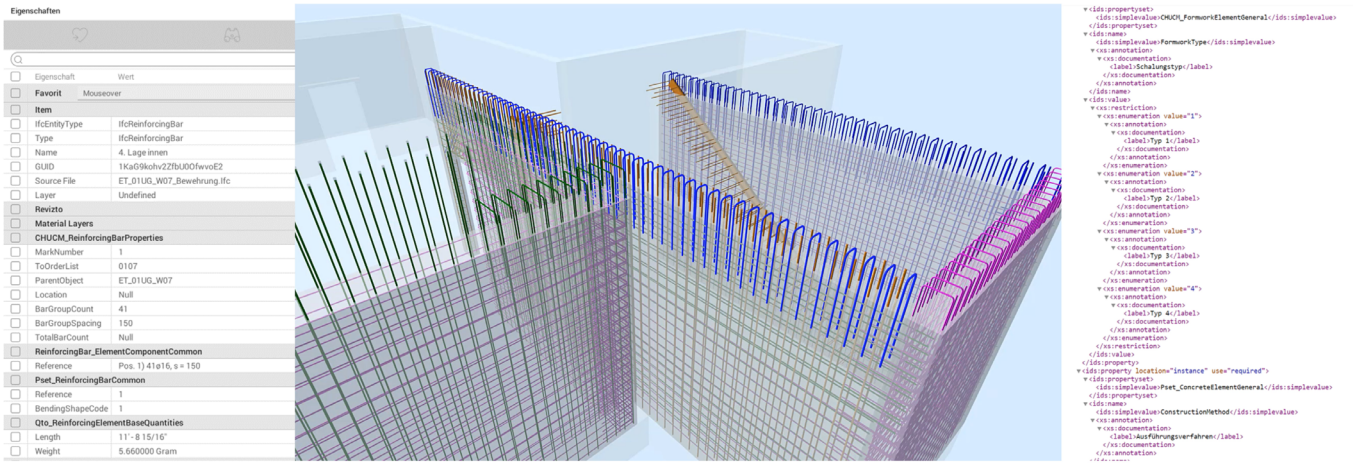


Abb. 3.65: Use Case »Modellbasierte Bewehrung verlegen«

Abb. 3.65 zeigt den *Use Case* »Modellbasierte Bewehrung verlegen« mit den in den exchange requirements definierten Property Sets sowie dem idsXML-Export.

Use Case Management Website
Publizierte *Use Cases* sowie weitere Dokumente wie Fallstudien, Whitepapers und Leitfäden sind auf der UCM-Website ersichtlich. Ein Download steht nach einer kostenlosen Registration für alle zur Verfügung. Jede:r Nutzer:in kann zudem Kommentare hinzufügen. Diese werden gesammelt und den Projektgruppen zur Diskussion weitergeleitet. So wird ein kontinuierlicher Verbesserungsprozess unterstützt, um einen Grundstein für zukünftige Standards zu legen.

Co-Creation Space
Der UCM Co-Creation Space (auch Backend genannt) dient den Projektgruppen dazu, ihre *Use Cases* kollaborativ zu erfassen. Dabei sollen Erfahrungen aus bereits durchgeführten oder laufenden BIM Projekten unter Expert:innen ausgetauscht und Kompetenzen gebündelt werden. Aus einzelnen Praxiserfahrungen wird so ein Best Practice generiert. Die Plattform ist so aufgebaut, dass die Nutzer:innen für die Entwicklung eines *Use Case* einen geführten Prozess schrittweise durchlaufen. Die Kernelemente des Co-Creation Space sind:

- *Use Case* Beschreibung
  Definition des Inhalts und des Umfangs der Informationslieferung. Grenzt den *Use Case* ab, spezifiziert Abhängigkeiten und gibt Referenzen an.
- Prozessdefinition
  Definiert, wer, wem (Akteure), was (welche Informationen), wann (zu welchem Zeitpunkt), wofür (auszuführende Aktion), wie (Format/Detaillierungsgrad) zur Verfügung stellt.
- Austauschanforderungen
  Definiert Anforderungen an den Informationsaustausch in einem von Fachpersonen lesbaren Format.
- Information Delivery Specification (IDS)
  Die Austauschanforderungen (exchange requirements) werden auf IFC referenziert und im maschineninterpretierbaren Information Delivery Specification (IDS) Format bereitgestellt.

3.9.3 Informationsmanagement und Use Cases in openBIM-Projekten

Gemäß BIM-Abwicklungsmodell (siehe QR-Code) von Bauen digital Schweiz / buildingSMART Switzerland ist das Informationsmanagement ein integraler Bestandteil des Projektmanagements von *openBIM*-Projekten (siehe Abb. 3.66). Gemeinsam nutzbare Projektinformationen unterstützen die nahtlose Zusammenarbeit aller Projektbeteiligten und erleichtern die Interoperabilität in der Anwendung über den gesamten Lebenszyklus.

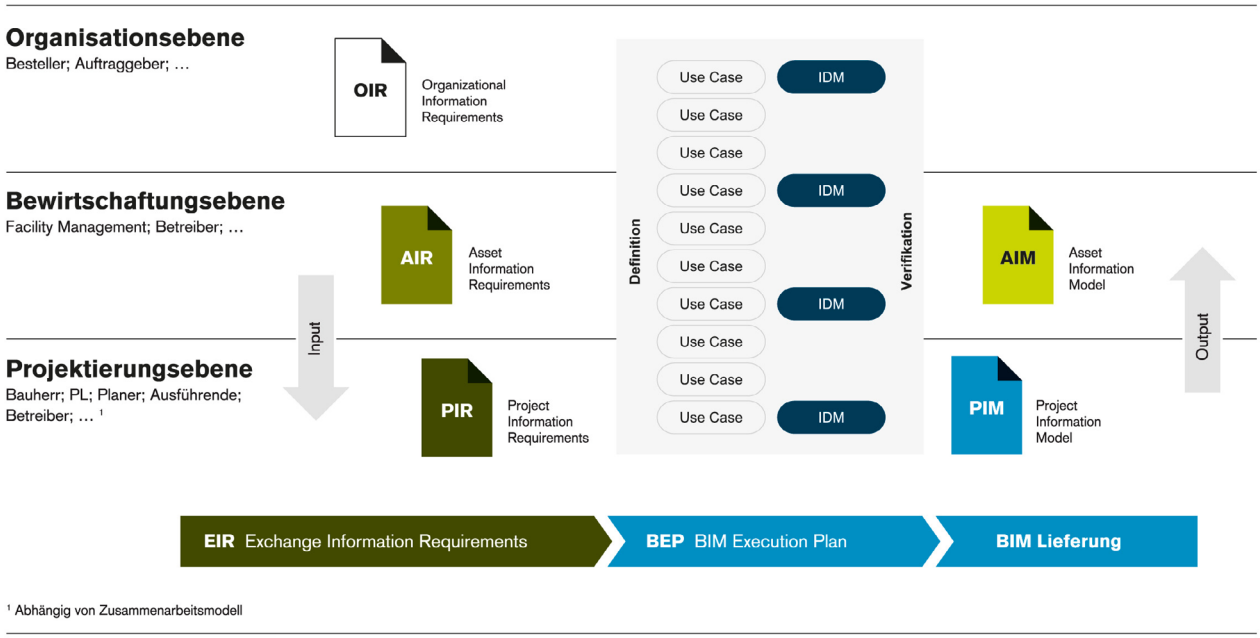


Abb. 3.66: BIM-Abwicklungsmodell von Bauen digital Schweiz / buildingSMART Switzerland

Der Informationsaustausch muss zwischen den Informationsbestellenden und Informationsbereitstellenden über Exchange Information Requirements (EIR) klar geregelt sein. Die Informationsbestellenden geben die Ziele vor und definieren das Informationsbedürfnis, die Informationsbereitstellenden erfüllen die entsprechenden Lieferleistungen. Im BAP beschreiben die Informationsbereitstellenden die projektspezifische Zusammenarbeit bezüglich Planungs- und Informationslieferungen. Dabei wird aufgezeigt, wie die Informationsbestellung des Auftraggebers die Informationsbedürfnisse der weiteren Projektbeteiligten mittels Informationslieferungen bedient.

Basierend auf der ISO 19650-1 werden Informationslieferungen in den Organizational Information Requirements (OIR), Project Information Requirements (PIR), Asset Information Requirements (AIR) oder Exchange Information Requirements (EIR) festgelegt. Zur Gewährleistung eines möglichst durchgängigen Informationsflusses sollten die Informationsbedürfnisse jeder Ebene in Anwendungsfällen (*Use Cases*) konkret beschrieben werden. Anschließend werden diese in einem oder mehreren Information Delivery Manual (IDM) zusammengefasst.

Die im UCM Service verfügbaren *Use Cases* bilden die Grundlage sowohl für den Informationsbesteller als auch den Informationsbereitstellenden. Sie sind generisch formuliert und erlauben allen Projektbeteiligten ein gemeinsames Verständnis sowie die präzise Definition der Informationslieferung. Die Interpretation von Informationen zur Bestellung bzw. Beauftragung eines Projekts wird so erheblich vereinfacht. Der Informationsbesteller

wählt die für ein Projekt relevanten *Use Cases* aus und referenziert diese in den EIR. In der Beauftragung beantworten die Anbieter im pre-appointment BEP bzw. nach erfolgter Bestellung im BEP die projektspezifischen Planungs- und Informationsbestellungen. Wo notwendig, werden die generischen Informationsanforderungen projektspezifisch präzisiert und ergänzt. Das Projekt- und Informationsmanagement eines Bauvorhabens erfolgt in den entsprechenden, auf dem Markt verfügbaren Tools. Das UCM Service legt die Basis für eine schnellere und qualitativ hochwertige Bestellung und Beauftragung, ist aber nicht Teil von *openBIM*-Projekten.

Erfahrungen aus *openBIM*-Projekten können über die Kommentarfunktion des *Use Case* Management Services an den *Use Case*-Verantwortlichen zurückfliessen. So werden die Aktualität und eine allfällige Weiterentwicklung der Inhalte sichergestellt.

3.9.4 Erarbeitung eines Use Cases

Ausgangssituation

Es gibt verschiedene Ausgangssituationen bei der Erarbeitung eines *Use Cases*. Oft wird ein bestimmter Anwendungsfall in verschiedenen BIM-Projekten verwendet, dabei aber unterschiedlich gehandhabt. Eine Harmonisierung fehlt. Dies führt zu Ineffizienzen und Anpassungskosten. In diesem Fall empfiehlt es sich, mit verschiedenen, eventuell sogar konkurrierenden Unternehmen einen *Best Practice Use Case* zu entwickeln. Dabei geht es nicht um den Austausch von unternehmensspezifischem Know-how, sondern um die Definition der Grundanforderungen, die ohnehin allgemein verfügbar sind.

Der zweite Fall betrifft das Redesign von noch nicht BIM-fähigen, konventionellen Anwendungen hin zu digitalen *Use Cases*. Voraussetzung dafür sind eine gute Expertise der Projektgruppe und umfangreiche Tests an Modellen mit verschiedenen Software-Tools. Auf diese Weise kann der *openBIM*-Ansatz sichergestellt werden.

Um das volle Potenzial der digitalen Transformation auszuschöpfen, ist es ratsam, die bisherigen Arbeitsprozesse nicht einfach zu migrieren, sondern von Grund auf neu zu denken und optimal für die Anforderungen von BIM-Projekten zu gestalten.

Projektorganisation und Projektablauf

Der Best Practice Ansatz des *Use Case Management* baut auf einem interdisziplinären Projektteam auf. Alle in einem *Use Case* relevanten Disziplinen müssen einbezogen werden, um gemeinsam und integrativ den *Use Case* zu definieren.

Das Projektteam wird wie folgt organisiert: Die Projektleiter:in übernimmt die Führung des Themas und ist für die Koordination zuständig. Das Kernteam, bestehend aus max. 6 Personen, ist aus BIM-Expert:innen aller für den *Use Case* relevanten Disziplinen zusammengesetzt. Es ist für die generelle Beschreibung, die Prozess Definition und die nicht-technischen Austauschanforderungen verantwortlich. Diese müssen für die Endanwender:innen verständlich sein, d.h. lesbar sein.

Die Austauschanforderungen werden anschliessend von Expert:innen auf IFC referenziert. Diese sind als technische, d.h. maschineninterpretierbaren Austauschanforderungen abgebildet und liegen als idsXML Datei vor. Zur Qualitätsprüfung wird der *Use Case* anhand von BIM-Modellen geprüft und mittels IDS validiert.

3.9 UCM – buildingSMART Use Case Management Service

buildingSMART unterstützt Projektteams bei der Nutzung des *Use Case Management Service* und stellt die formale Qualitätsprüfung vor der Veröffentlichung sicher. Der technische Inhalt des *Use Cases* liegt jedoch in der Verantwortung des Projektteams.

Um die Akzeptanz und den Nutzen eines Anwendungsfalls zu maximieren, sollte ein möglichst breit aufgestelltes Review-Team an der Entwicklung beteiligt sein. Dieses gibt regelmässiges Feedback und bringt weitere Erfahrungen aus anderen BIM-Projekten ein.

Beachten Sie die folgenden Punkte bei der Erstellung eines Anwendungsfalls:

- Organisation
  - Die Organisation, die den *Use Case* verantwortet, stellt einen Projektleiter (PL) und legt gemeinsam mit dem buildingSMART Chapter die Projektorganisation fest.
  - buildingSMART legt die Projektstrukturen im UCM Service an.
- Kick Off Meeting
  - Der PL erstellt die »*Use Case Definition*«. Alle Beteiligten müssen den Umfang, die Ziele sowie die notwendigen Abgrenzungen des *Use Cases* von Beginn an kennen. Eine präzise Formulierung erlaubt es, Prozesse effizient und zielgerichtet zu erarbeiten.
- BPMN-Prozess
  - Die Projektgruppe erstellt den Prozessablauf und definiert die Anforderungen an den Informationsaustausch auf der Basis von LOIN.
  - In der Regel wird die BPMN-Methode verwendet. Diese ist für alle einfach verständlich und ermöglicht eine gute Visualisierung.
  - Ein *Use Case* muss generisch formuliert sein und darf keine projektspezifischen Anforderungen beinhalten. Das bedeutet, dass generische Rollenmodelle anstelle von spezifischen Projektorganisationen verwendet werden.
- Exchange requirements
  - Die Austauschanforderungen (exchange requirements) werden tabellarisch strukturiert und detailliert.
- IFC Mapping / IDS
  - Die exchange requirements werden auf IFC verlinkt. Dabei sind die unterschiedlichen IFC Releases zu berücksichtigen.
  - Der Export der exchange requirements erfolgt im maschinen-interpretierbaren IDS-Format
- Modellierung & Testung
  - Die für den *Use Case* erforderlichen Fachmodelle werden erstellt und getestet.
- Software-Implementierung
  - Verschiedene Software-Hersteller implementieren den *Use Case* in der nativen Software.
  - Der *openBIM* Ansatz setzt den Einsatz von mehreren Software Tools voraus.
- Prüfung & Publikation
  - buildingSMART führt eine formelle Qualitätsprüfung durch und publiziert den *Use Case*.

Beispiel Use Case »Absturzsicherheit«
Die Suva ist die grösste Unfallversicherung der Schweiz. Ihre Präventionsprogramme helfen die Arbeitssicherheit nachhaltig zu verbessern. Durch Einsatz der BIM Methode wird die Planung und Koordination von Sicherheitsmassnahmen verbessert. Dies soll dabei helfen, Unfälle zu verhindern. Gemeinsam mit buildingSMART Switzerland und einem interdisziplinären Projektteam aus diversen Fachspezialist:innen wurde der *Use Case* »Absturzsicherheit« entwickelt.



Abb. 3.67: Use Case »Absturzsicherung« – Seitenschutz auf einer Baustelle

Beispiele für den Nutzen des *Use Cases*:

- Planer:innen erhalten modellbasierte Unterstützung bei der Planung und Ausschreibung von Sicherheitsmassnahmen.
- Unternehmen können im Ausführungsmodell die Massnahmen zur Verringerung der Absturzrisiken pro Bauphase erheben und in die Arbeitsvorbereitung einfliessen lassen.
- Die Nutzung digitaler Technologien fördert die Zusammenarbeit aller am Bau Beteiligten und optimiert die Prozesse sowie die Informationsbeschaffung und -bereitstellung.
- Das Verständnis der Beteiligten für die Notwendigkeit arbeitsschutzrechtlicher Maßnahmen wird erhöht, da gemeinsam die Grundlagen für die Koordination und Umsetzung der Sicherheitsmassnahmen erarbeitet und bereitgestellt werden.

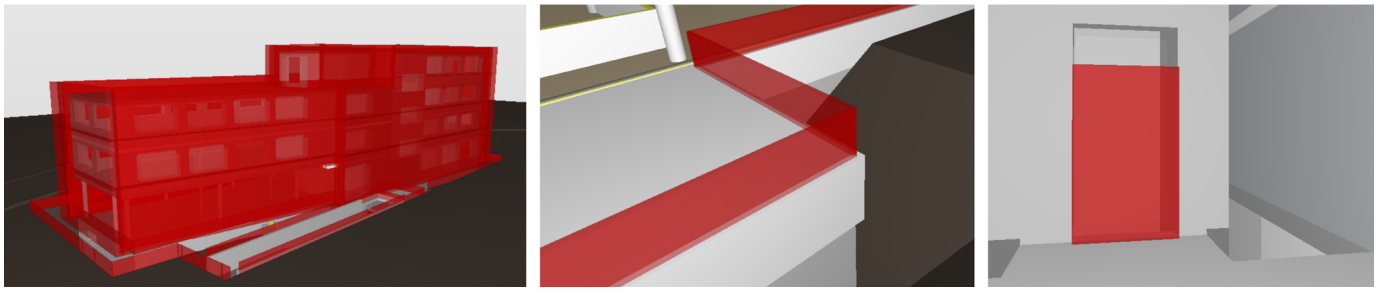


Abb. 3.68: Use Case »Absturzsicherung« – Modelle

Die Sicherheitsmassnahmen gegen Absturz können im Fachmodell »Absturzsicherheit« auf Vollständigkeit überprüft werden. Sie bilden die Basis für die Arbeitsvorbereitung und die Umsetzung auf der Baustelle. Visualisierungen erleichtern die korrekte Umsetzung auf der Baustelle. Damit kann das Fachmodell auch als Audit-Instrument für Sicherheitsrundgänge verwendet werden. Die Visualisierung der vorgesehenen Sicherheitsmassnahmen mittels Mixed Reality verbessert die Prüfmöglichkeiten. Mängel in der Umsetzung können

damit auf der Baustelle besser erkannt und behoben werden. Zusätzlich werden Vorlagen für AG, parametrische Bauteile für die Modellierung, Regelsätze für die Modellprüfung und Formulare zum Erstellen des Fachmodells «Absturzsicherheit» bereitgestellt. Für die Modellierung sind in sechs verschiedenen Software-Tools 20 Absturzsicherungstypen als parametrische Bauteile im Detaillierungsgrad LOG100 und teilweise LOG300 verfügbar.

3.9.5 Ausblick Use Case Management Service

Der Umfang des Services wird laufend optimiert und mit zusätzlichen Funktionalitäten ergänzt. Im Vordergrund steht dabei der Abgleich mit der Technical Roadmap von buildingSMART International (siehe QR-Code). In einem nächsten Entwicklungsschritt werden die Erstellung und der Export von Exchange Requirements als Information Delivery Specification (IDS) Files ermöglicht. Zusätzlich ist eine Schnittstelle zum buildingSMART *Data Dictionary* (bSDD) geplant. Dank der bSDD-Referenzierung werden Austauschanforderungen noch einfacher und zuverlässiger erstellt.

4 BIM-Projektdurchführung

Dieses Kapitel liefert einen vertieften Einblick in die praktische BIM-Projektdurchführung im Verlauf der Phasen eines Bauwerks (EN 16310) Initiative, Initiierung, Entwurf, Beschaffung und Ausführung. Eine Gegenüberstellung mit nationalen Phasen ist in Abb. 4.3 und Abb. 4.4 enthalten. Es erläutert die erforderlichen funktionalen Schritte und Tätigkeiten für eine *openBIM*-Projektdurchführung. Kapitel 1, Kapitel 2 und Kapitel 3 wird als Vorwissen vorausgesetzt. Die in diesem Kapitel vorgestellten Abläufe sind immer im Zusammenspiel mit den für den Prozess erforderlichen Regelwerken *Bauherr*-**AIA (EIR)** und **BAP (BEP)** und den nationalen standardisierten Leistungsbildern der BIM-Organisationsstruktur zu betrachten.

Generelles zu Austausch-Informationsanforderunger AIA (EIR)

Gemäß ISO 19650 dienen die *Austausch-Informationsanforderungen* AIA (Exchange Information Requirements EIR) der Definition einer Bestellanforderung dem Austausch zwischen dem Informationsbesteller und dem Informationsbereitsteller. Der Informationsbesteller kann sich in einem Projekt auf mehreren Ebenen befinden: in der obersten Ebenen der *Bauherr* als Auftraggeber und dann auch die Planer oder Baufirmen (als Auftraggeber) gegenüber Subpartnern. Die Anforderungen können als Regelwerk-Dokument verstanden werden oder als Anforderungen per se.

Auf oberster Ebene sind dies die *Austausch-Informationsanforderungen* des (Gesamt-)Auftraggebers. In Österreich und Deutschland hat sich der Begriff »Auftraggeber-Informationsanforderungen (AIA)« für das Dokument etabliert. In der Schweiz werden die Begriffe der ISO 19650-Reihe verwendet; das Dokument wird als »*Exchange Information Requirements (EIR)*« bezeichnet.

Damit es nicht zu einer Verwechslung der *Austausch-Informationsanforderungen* (auf den verschiedenen Ebenen) kommt, wird im BIMcert Handbuch der Begriff »*Bauherr*-**AIA (EIR)**« verwendet, wenn das Dokument auf oberste Ebene des *Bauherrn* (Auftraggeber) gemeint ist.

Als Beispiel seien die von bSAT kostenfrei zur Verfügung bereitgestellten Regelwerke (AIA, BAP; AIA & BAP des BIO-Instituts) und die Leistungsbilder LM.BM von bSAT verlinkt (siehe QR-Code).

In der Schweiz steht das »Nationale Glossar zur Digitalisierung in der Bau- und Immobilienwirtschaft« zur Verfügung, welches eine einheitliche, konsolidierte Terminologie zur Digitalisierung beim Planen, Bauen, Betreiben und Rückbau von Bauwerken bereitstellt. Dieses wurde in Zusammenarbeit zwischen Bauen digital Schweiz / buildingSMART Switzerland, der Schweizerischen Zentralstelle für Baurationalisierung (CRB), der Schweizerischen Bundesbahnen (SBB) und des Schweizerischen Ingenieur- und Architektenvereins (SIA) erstellt und wird laufend ergänzt (siehe QR-Code).

bimdeutschland.de stellt Muster und Arbeitshilfen zu AIA und BAP zur Verfügung (siehe QR-Code, Bereich »Umsetzungsstrategie BIM für Bundesbauten und BIM-Handbuch« auf Webseite des QR-Codes).

Überblick BIM-Organisationsstruktur (Teilmenge der Projektorganisationsstruktur)
Abschnitt 2.5 lieferte eine einleitende Beschreibung der Rollen im *openBIM*-Prozess. Dieser Abschnitt setzt diese Rollen in den Kontext der BIM-Organisationsstruktur, bevor in diesem Kapitel die detaillierte Beschreibung der BIM-Projektdurchführung erfolgt. Abb. 4.1 und Abb. 4.2 geben einen Überblick über die BIM-Organisationsstruktur in der Planungsphase und in der Errichtungsphase. Für jedes Projekt ist entsprechend den projektbezogenen Rahmenbedingungen eine individuelle Organisationsstruktur zu entwickeln.

Die Organisationseinheit **BIM-Management** umfasst alle Aufgaben und Verantwortlichkeiten der BIM-Rollen *BIM-Projektleitung* und *BIM-Projektsteuerung*, wenn diese in einem Projekt in Erscheinung tritt und die *BIM-Projektleitung* + *BIM-Projektsteuerung* somit ersetzt. Wenn in Folge *BIM-Projektleitung* oder *BIM-Projektsteuerung* erwähnt wird, ist immer das **BIM-Management** ebenfalls gemeint.

Die *BIM-Projektleitung* vertritt mit der *BIM-Projektsteuerung* die Interessen des Auftraggebers (AG). Die *BIM-Projektleitung* zur Durchführung der nicht-delegierbaren Aufgaben des Auftraggebers (AG) ist frühzeitig im Projekt involviert und für die Spezifizierung der Rahmenbedingungen des Projekts, die Definition der verwendeten **Leistungsbilder** der jeweiligen Akteure und die Durchsetzungen der Anforderungen des Auftraggebers an die verwendete Datenstruktur im Projekt zuständig. Ihr unterliegt die Erstellung der *Bauherr-Austausch-Informationsanforderungen* **AIA (EIR)**, in der die Informationsbedürfnisse des Auftraggebers abgebildet werden. Dies sollte auch den Informationsbedarf für den Betrieb (Asset-Informationsanforderungen AIR) 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. Das Thema Standardisierung und Normierung ist in Abschnitt 2.2 und Abschnitt 3.1 beschrieben.

Die *BIM-Projektsteuerung* ist für die operative Durchführung des BIM-Projekts im Rahmen der Vorgaben der *BIM-Projektleitung* zuständig. Sie konkretisiert die Rahmenvorgaben der *Bauherr*-**AIA (EIR)** und entwickelt auf dieser Grundlage den **preBAP (preBEP)**, der die Mindestanforderungen und die Struktur enthält.

Daraus erarbeitet der *Auftragnehmer* (AN) unter der Leitung der **BIM-Gesamtkoordination** einen **BAP (BEP)**, der im Projektverlauf fortgeschrieben wird. Dieser **BAP (BEP)** und seine Fortschreibungen werden von der *BIM-Projektsteuerung* freigegeben. Dieser bildet die Grundlage für die BIM-basierte Zusammenarbeit im Projektverlauf. Haben die Auftragnehmer wiederum eigene *Auftragnehmer*, müssen sie die Anforderungen (*sub*-EIR) auch weitergeben. Die *Bauherr*-**AIA (EIR)** ist Vertragsbestandteil zwischen dem Auftraggeber (AG) und dem Projektteam, da diese fixe Vorgaben trägt – der **BAP (BEP)** hat hingegen als »lebendes Dokument« den Charakter einer Richtlinie.

Die **BIM-Gesamtkoordination** koordiniert und verifiziert die interdisziplinären BIM-Inhalte des Projektteams. Sie ist Ansprechpartner für die digitale Planung gegenüber der *BIM-Projektsteuerung*. Die **BIM-Gesamtkoordination** trägt die Verantwortung für das Koordinationsmodell und überwacht die Durchführung der Aufgaben der jeweiligen Fachkoordination. Die **BIM-Fachkoordination**en verifizieren fachspezifische BIM-Inhalte der einzelnen Disziplinen.

Das **BIM-Management** umfasst die Aufgaben der *BIM-Projektleitung* und der *BIM-Projektsteuerung*. In 🇩🇪 Deutschland und der 🇨🇭 Schweiz ist dies immer im **BIM-Management** zusammengefasst.
In 🇦🇹 Österreich können diese Aufgabengebiete in eigene Organisationseinheit (BIM-Rollen) zu *BIM-Projektleitung* und *BIM-Projektsteuerung* aufgeteilt sein. Ein BIM-Management kommt dann zum Einsatz, wenn die Aufgaben der *BIM-Projektleitung* + *BIM-Projektsteuerung* durch dieselbe Organisation ausgeführt werden – dies ist zumeist bei Auftraggebern (AG) mit unternehmensinternen BIM-Projektkompetenzen der Fall, die dahingehende Aufgaben komplett eigenständig abdecken, oder bei Auftraggebern (AG), die derartige Aufgaben komplett auslagern müssen, da sie keine Ressourcen zur eigenständigen Abwicklung der *BIM-Projektleitung* zur Verfügung haben. Das BIM-Management ist dabei als integraler Bestandteil des Projektmanagements anzusehen.
Bei der Nennung der Begriffe *BIM-Projektleitung* und *BIM-Projektsteuerung* im **BIMcert Handbuch** ist immer das Aufgabengebiet gemeint — unabhängig, ob dies in einer eigenen BIM-Rolle oder im BIM-Management erledigt wird. Daher wird der Begriff BIM-Management bei diesen Aufgabengebieten nicht extra hinzugefügt.

🇩🇪 Ein BIM-Management wird häufig auch als Informationsmanagement bezeichnet. Das Informationsmanagement besteht aus Projektmitgliedern, die im Rahmen des Projektmanagementprozesses die Auftraggeber-Informationsanforderungen (AIA) erfassen und BIM-Ziele und -Anwendungen definieren. Sie verantworten die organisatorischen Aufgaben zur Definition, Umsetzung, Einhaltung und Dokumentation der BIM-Prozesse über den gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks. Gleichzeitig sind sie Ansprechpartner:innen des Auftraggebers und für die CDE (*Common Data Environment*) verantwortlich. In den einzelnen Lebenszyklusphasen kommen die Informationsmanager:innen aus unterschiedlichen Umfeldern. Bei einem Wechsel des Informationsmanagements ist es die Aufgabe des neuen Informationsmanagements das Bauwerksinformationsmodell auf Qualität, Aktualität und Vollständigkeit zu prüfen. Das Informationsmanagement stimmt die Aufgaben und Prozesse mit den Beteiligten, insbesondere auf operativer Ebene, mit der Informationskoordination ab (in Anlehnung an VDI 2552 Blatt 7).

Beispiel einer BIM-Projektentwicklung im Hochbau
Abb. 4.1 zeigt das Projektteam mit den Projektbeteiligten in der **Phase der Planung (Entwurf).** Die *Vermessung* beginnt mit der Bestandserfassung auf deren Grundlage im nächsten Schritt – durch *Vermessung* oder Architektur – die Erstellung des Umgebungs- und Bestandsmodell durchgeführt wird. Dies wird, nach erfolgter Prüfung, für Architektur, Tragwerksplanung, technische Gebäudeausrüstung und Bauphysik als Planungsgrundlage zur Verfügung gestellt. Die unterschiedlichen Planungsdisziplinen erstellen in Folge ihre jeweiligen Fachmodelle unter der Leitung der **BIM-Fachkoordination**. Die **BIM-Gesamtkoordination** führt diese verschiedenen Fachmodelle zu einem Koordinationsmodell zusammen und prüft diese zueinander. Die Projektbeteiligten tauschen zur gegenseitigen Abstimmung untereinander Referenzmodelle aus. In einem *openBIM*-Prozess erfolgt der Austausch von Modellen jeglicher Art im IFC-Format. Die modellbasierte Kommunikation zwischen den Projektbeteiligten erfolgt unter dem Einsatz von BCF-Kommentaren. Der Austausch zwischen den Projektbeteiligten erfolgt über eine CDE. Die modellbasierte Zusammenarbeit ist nicht auf die modellführenden Planungsdisziplinen (Modellerstellung) beschränkt, andere Planungsbeteiligte werden in den Prozess ebenfalls mit eingebunden. So wird u.a. oftmals die Brandschutzplanung mittels BCF-Kommentare in die Architekturplanung eingebunden oder bei der Gesamtkoordination der Sicherheits- und Gesund-

heitsschutzplan (SiGe-Plan) des Planungskoordinators entsprechend berücksichtigt. Diese nicht-modellführenden Planungsdisziplinen erstellen also kein eigenes Fachmodell, sondern wirken mit ihren Anmerkungen auf die Modellerstellung bzw. Modellkoordination ein. Nicht-modellführende Planungsdisziplinen könnten jedoch später auch zu BIM-Ersteller werden und dann BIM-Fachmodelle erstellen. Auf Basis des Koordinationsmodells kann die Ausschreibung, Vergabe und Auftrag von Bauleistungen erfolgen. Das dafür zugrundeliegende Ausschreibungsmodell muss zusätzlich zu den modellierten Elementen auch ausschreibungsrelevante Elemente berücksichtigen, bspw. die Baustelleneinrichtung und erforderliche Aushubvolumen. Eventuelle Alternativangebote können in einem Angebotsmodell resultieren.

Die genannten Rollen haben Aufgaben, welche durch Personen umgesetzt werden müssen. Die **Anzahl der Rollen** entspricht jedoch **nicht** der **Anzahl der Personen**. Ein gutes Beispiel dafür ist die Tatsache, dass in vielen Fällen die Person, die das Architekturmodell erstellt, gleichzeitig die Rolle der BIM-Fachkoordination für die Architektur und gegebenenfalls auch die BIM-Gesamtkoordination in kleineren Projekten übernimmt.

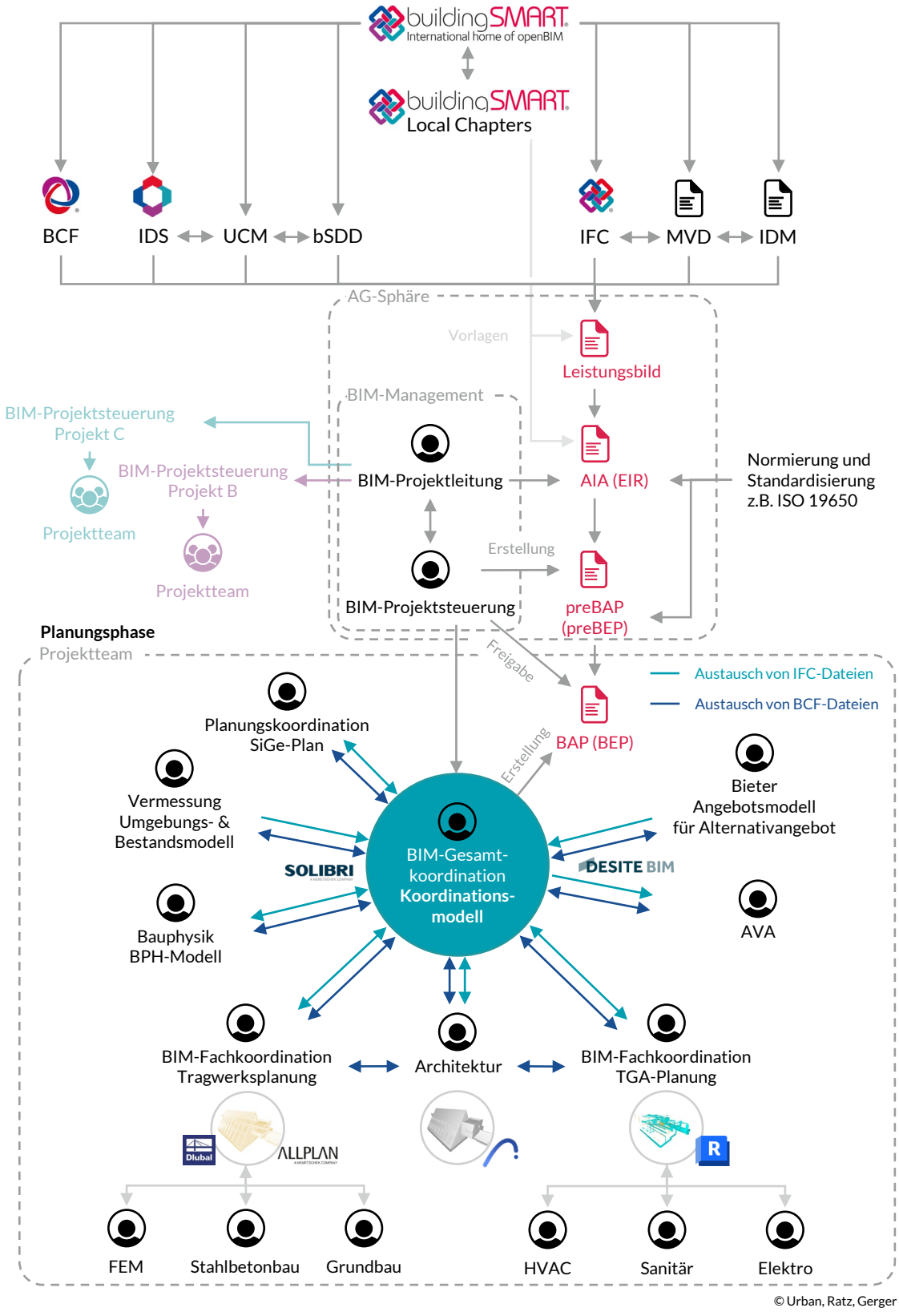
Mit den standardisierten Leistungsbeschreibungen für den Hochbau sind in Österreich die LB-HB gemeint. Derzeit wird mit der ÖNORM A 2063-2 eine Struktur für eine Elementliste (AVA-Elemente) entwickelt, die das Modell mit den Standardleistungsbeschreibungen verknüpfen und darüber hinaus standardisierte Materialdeklarationen definieren soll.

In der Schweiz dient der eBKP (*elementbasierter Baukostenplan*) vom CRB einem elementbasierten Baukostenplan für die modellbasierte Kostenkalkulation und Ausschreibung.

Abb. 4.2 zeigt das Projektteam der **Phase der Ausführung**. Im Rahmen der Ausführung 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 *Vermessung*seinsatzes auf der Baustelle erfolgt durch die *Örtliche Bauaufsicht*. Die daraus resultierenden Punktwolken werden automationsgestützt den Fachmodellen gegenübergestellt. Die **BIM-Gesamtkoordination** identifiziert und koordiniert etwaige Abweichungen und dokumentiert das Ergebnis im Modell. Die Detailliertheit der dokumentierten Abweichungen hängt von der Relevanz der Änderungen für die nachgelagerten Prozesse ab. Das Ergebnis ist eine vollständige Dokumentation des tatsächlich gebauten Stands mittels der fortgeschriebenen Fachmodelle. Dieser tatsächlich gebaute Stand wird inkl. fortgeschriebener Fachmodelle und technischer Baudokumentation an das Asset-Informationsmodel AIM übergeben.

Dieses Kapitel ist entsprechend der Phasen Initiative, Initiierung, Entwurf, Beschaffung und Ausführung gemäß EN 16310 gegliedert. Die Phasenbezeichnungen variieren in verschiedenen Ländern. Um eine Verknüpfung der Abschnitte mit den nationalen Phasenbezeichnungen sicherzustellen, werden in Abb. 4.3 und Abb. 4.4 die Phasen ausgewählter Standards einander gegenübergestellt.

Derzeit (2024) wird die HOAI novelliert. Darin enthalten sind Anpassungen zu den Themen Planen im Bestand, Building Information Modeling und Nachhaltigkeit.



© Urban, Ratz, Gerger

Abb. 4.1: Projektteam mit Projektbeteiligten in der Phase Planung / Entwurf

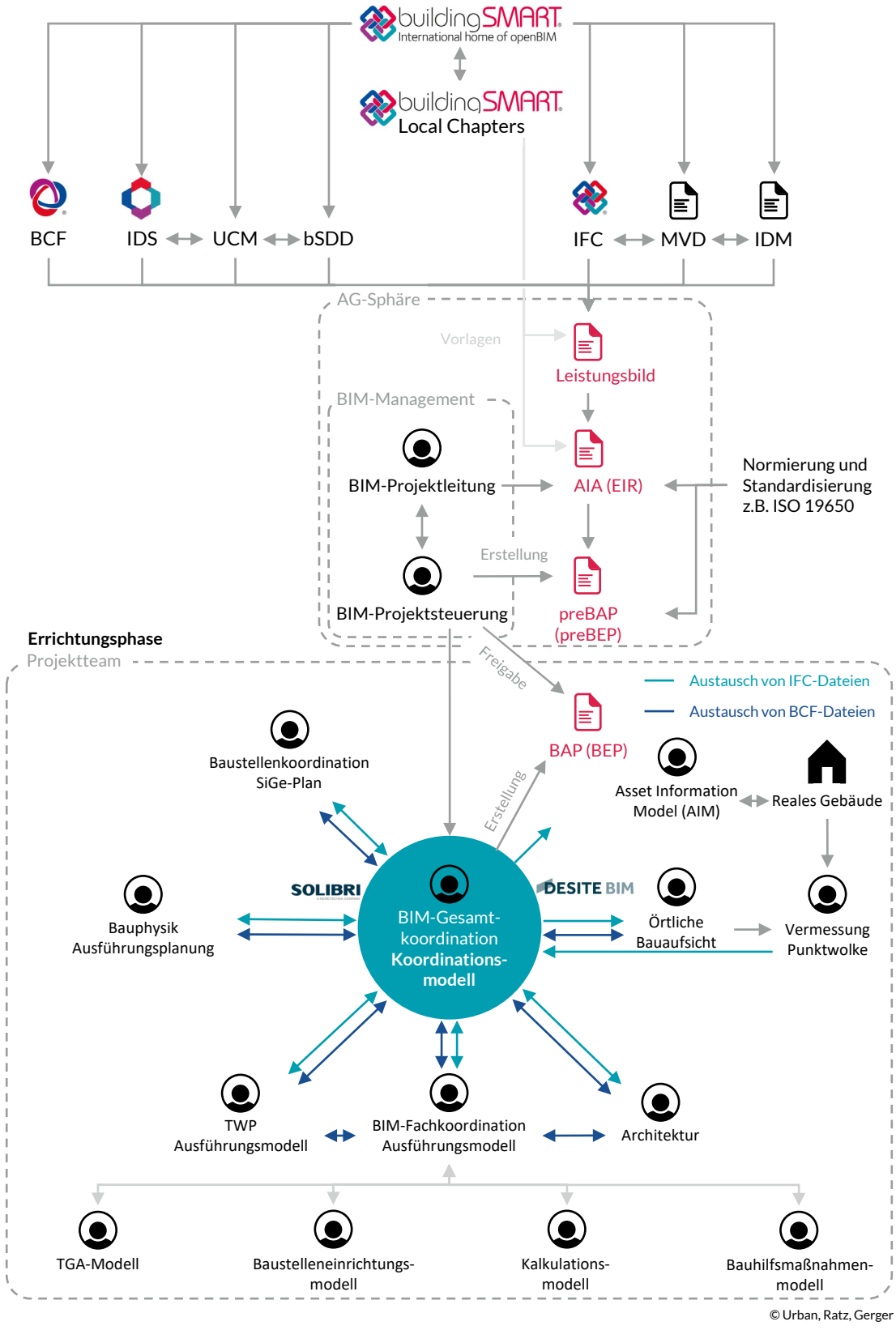


Abb. 4.2: Projektteam mit Projektbeteiligten in der Phase Ausführung

ISO 22263:2008		EN 16310:2013		HOAI (Germany)
0. Inception	0.1 Portfolio requirements	**0. Initiative**	0.1 Marktstudie	**LP1 Grundlagenermittlung**
			0.2 Wirtschaftlichkeits-berechnung	
1. Brief	1.1 Conception of need	**1. Initiierung**	1.1 Projektbeginn	
	1.2 Outline feasibility		1.2 Machbarkeitsstudie	
	1.3 Substantive feasibility		1.3 Projektbeschreibung	
2. Design	2.1 Outline conceptual design	**2. Entwurf**	2.1 Konzepterarbeitung	**LP2 Vorplanung**
			2.2 Vorentwurf und ausgearbeiteter Entwurf	**LP3 Entwurfsplanung**
			2.3 Technische Konstruktion	
	2.2 Full conceptual design		2.4 Detaillierte Konstruktion	**LP4 Genehmigungsplanung**
				LP5 Ausführungsplanung
	2.3 Coordination design (and procurement)	**3. Beschaffung**	3.1 Beschaffung	**LP6 Vorbereitung der Vergabe**
				LP7 Mitwirkung der Vergabe
			3.2 Vergabe von Bauleistungen	
3. Production	3.1 Product information	**4. Ausführung**	4.1 Vorkonstruktion	**LP8 Objektüberwachung – Bauüberwachung und Dokumentation**
	3.2 Construction		4.2 Ausführung	
			4.3 Abnahme	
			4.4 Übergabe	
			4.5 Behördliche Genehmigung	
4. Maintenance	4.1 Operation & maintenace	**5. Nutzung**	5.1 Betrieb	**LP9 Objektbetreuung**
			5.2 Wartung	
5. Demolition	5.1 Disposal	**6. Endverwendung**	6.1 Umgestaltung	

Abb. 4.3: Gegenüberstellung der Bezeichnungen der Phasen in verschiedenen Normen (Quelle siehe QR-Code, adaptiert)

SIA 112 (Schweiz)		ÖNORM A 6241-2 (Österreich)	
1. Strategische Planung	1.1 Bedürfnisformulierung, Lösungsstrategien	**0. Projektinitiative**	0.1 Marktstudie
			0.2 Wirtschaftlichkeitsberechnung
2. Vorstudien	2.1 Definition des Bauvorhabens, Machbarkeitsstudie	**1. Projektinitiierung**	1.1 Projektdefinition
	2.2 Auswahlverfahren		1.2 Machbarkeitsstudie
			1.3 Projektbeschreibung
3. Projektierung	3.1 Vorprojekt	**2. Planung**	2.1 Basis-Modell
			2.2 Vorentwurf – koordiniertes, vorabgestimmtes BIM-Modell
	3.2 Bauprojekt		2.3 Entwurf – koordiniertes, abgestimmtes BIM-Modell
	3.3 Bewilligungsverfahren, Auflageprojekt		2.4 Genehmigungsplanung/ Einreichplanung
			2.5 Ausführungsplanung
4. Ausschreibung	4.1 Ausschreibung, Offertvergleich, Vergabe		2.6 Ausschreibung
		3. Vergabe	3.1 Beschaffung
5. Realisierung	5.1 Ausführungsprojekt	**4. Errichtung**	4.1 Werksplanung und koordinierte Ausführungsplanung
	5.2 Ausführung		4.2 Ausführung
	5.3 Inbetriebnahme, Abschluss		4.3 Übergabe
6. Bewirtschaftung	6.1 Betrieb	**5. Nutzung**	5.1 Betrieb
	6.2 Überwachung / Überprüfung / Wartung		5.2 Wartung
	6.3 Instandhaltung		
		6. Endverwendung	6.1 Umgestaltung
			6.2 Demontage

ISO 22263:2008			ISO 12006-2:2015		STB2014 (Netherlands)	
0.	Inception	0.1 Portfolio requirements	1.	Inception / procurement	1.	Initiatief Haalbaarheid
			2.	Feasibility	2.	Projectdefinitie
1.	Brief	1.1 Conception of need	3.	Outline porposals, programme preparation	3.	Structuurontwerp
		1.2 Outline feasibility			4.	Voorontwerp
		1.3 Substantive feasibility			5.	Definitief Ontwerp
2.	Design	2.1 Outline conceptual design	4.	Schema detail / costing	6.	Technisch Ontwerp
					7.	Prijs- en contractvorming
		2.2 Full conceptual design	5.	Detail design / costing	8.	Uitvoering – Uitvoeringsgereed Ontwerp
		2.3 Coordination design (and procurement)	6.	Production information and bills of materials	9.	Uitvoering - Directievoering
			7.	Tender action	10.	Gebruik/exploitatie
					11.	Beheer
3.	Production	3.1 Product information	8.	Construction preparation	12.	Onderhoud
		3.2 Construction	9.	Construction operations onsite	13.	Fabricage
			10.	Completion	14.	Montage
4.	Maintenance	4.1 Operation & maintenace	11.	Feedback		
5.	Demolition	5.1 Disposal				

Abb. 4.4: Gegenüberstellung der Bezeichnungen der Phasen in verschiedenen Normen (Quelle siehe QR-Code von Abb. 4.3, adaptiert)

RIBA plan of work (Royal Institute of British Architects)	CSI / CSC — Omni Class Table 31 - Phases (Canada / USA)
0. Strategic Definition	31-10 00 00 Inception Phase
	31-20 00 00 Conceptualization Phase
1. Preparation and Brief	
2. Concept Design	
3. Developed Design	31-30 00 00 Criteria Definition Phase
4. Technical Design	31-40 00 00 Design Phase
	31-50 00 00 Coordination Phase
5. Construction	31-60 00 00 Implementation Phase
6. Handover and Close Out / Operation	31-70 00 00 Handover Phase
7. In Use	31-80 00 00 Operational Phase
	31-90 00 00 Closure Phase

Abb. 4.5 stellt die zuvor beschriebene BIM-Organisationsstruktur bzw. erforderliche Modelle entlang der Phasen dar. Zu Beginn der Phase Initiierung erfolgt die Erstellung der zur Ausschreibung der Planungsleistungen notwendigen Grundlagen – der BIM-Organisationsstruktur, dem Leistungsbild und den *Bauherr*-**AIA (EIR)**. Die Inhalte der *Bauherr*-**AIA (EIR)** basieren prinzipiell auf den Vorgaben der BIM-Organisationsstruktur sowie dem Leistungsbild, mit Angaben zu entsprechenden Rollen und jeweiligen Aufgaben bzw. Verantwortlichkeiten. Daher wird üblicherweise im *ersten Schritt* die BIM-Projektorganisationsstruktur definiert und im *zweiten Schritt* das dazugehörige Leistungsbild, welches die Stammleistungen und etwaigen Optionalleistungen der vorgesehenen Rollen im Projekt festgelegt. Die darauf aufbauenden *Bauherr*-**AIA (EIR)** beinhaltet Anforderungen hinsichtlich Datenstruktur, Detaillierungsgrade, Schnittstellen, Bezeichnungen, Datenübergaben und Kollaborationsplattform. Diese berücksichtigen verschiedene Anwendungsfälle insbesondere Anforderungen aus dem Betrieb und gewährleisten die Weiternutzung der in Planung sowie Errichtung erzeugten Informationen. Im nächsten Schritt erstellt die *BIM-Projektsteuerung* einen **preBAP (preBEP)**. Dieses baut auf den projektbezogenen *Bauherr*-**AIA (EIR)** auf und präzisiert diese hinsichtlich der genauen Abfolge zur Umsetzung der AIA-Vorgaben (EIR) im Projektverlauf. Abgeschlossen wird die Phase Initiierung durch die BAP-Erhebung, in dem auf Basis des **preBAP (preBEP)** mit Hilfe des Planungsteams die Vorgaben zur modellbasierten Projektdurchführung abgestimmt und evaluiert werden. Der **BAP (BEP)** bildet die Grundlage für sämtliche Vorgänge der Kommunikation, Zusammenarbeit, Datenaustausch und Kontrolle in den Phasen Entwurf, Beschaffung und Ausführung. Der **BAP (BEP)** ist ein »lebendes Dokument« und wird über sämtliche Phasen aktualisiert und fortgeschrieben. Bei Bedarf wird der **BAP (BEP)**, unter Überwachung der

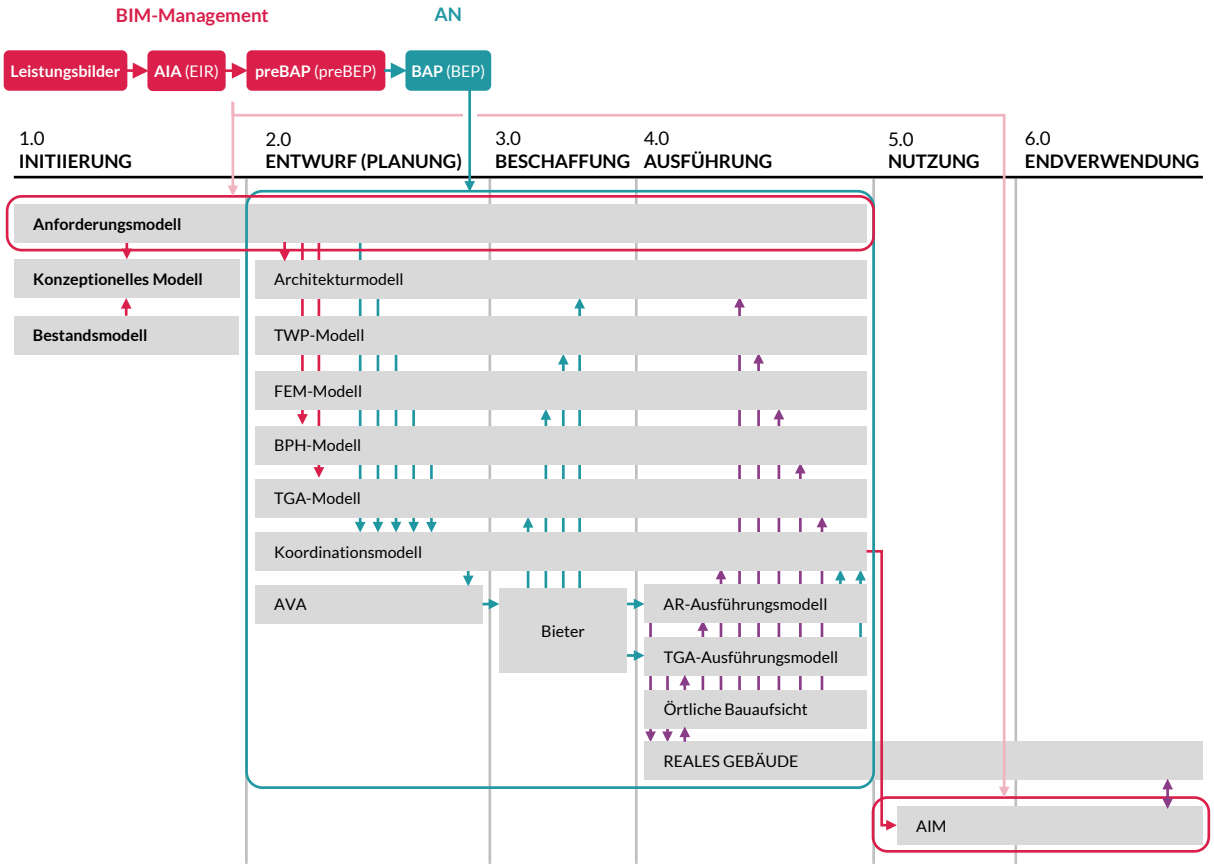


Abb. 4.5: Entwicklung der Modelle im Zuge der Phasen eines Bauwerks (Phasen lt. EN 16310)

BIM-Projektsteuerung, durch die **BIM-Gesamtkoordination** und in Abstimmung mit dem Projektteam entsprechend den Erfordernissen 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 Ausführungsphase erfolgt die Fortschreibung der Fachmodelle entsprechend dem tatsächlich gebauten Stand (violette Pfeile). Diese As-Built-Dokumentation übergibt die **BIM-Gesamtkoordination** nach den Anforderungen des Auftraggebers (bzw. entsprechend eines Anwendungsfalls) als Baudokumentation an das AIM (roter Pfeil).

Muster-**BAP (BEP)** → **preBAP (preBEP)** → **BAP (BEP)**
Diverse Organisation stellen einen Muster-**BAP (BEP)** als Vorlage für die weitere Nutzung in verschiedenen Projekten zur Verfügung. An den entsprechenden Stellen im BIMcert Handbuch wird auf diese Muster-**BAP (BEP)** auch verwiesen. Oft erstellt der Auftraggeber oder das **BIM-Management** unter Nutzung eines Muster-**BAP (BEP)** auf Basis der *Bauherr*-**AIA (EIR)** einen **preBAP (preBEP)**. Dieser entspricht einem projektspezifischen Muster-**BAP (BEP)**; er präzisiert die Vorgaben aus *Bauherr*-**AIA (EIR)** und enthält die vorgegebene Struktur sowie weitere Mindestanforderungen für die Erstellung des **BAP (BEP)**. Das AN-Projektteam erstellt darauf aufbauend den **BAP (BEP)**.

4.1 Projektinitiative

Die Phase »Initiative« (gemäß EN 16310) dient der grundlegenden Projektentwicklung. In dieser Phase werden vom Auftraggeber (AG) die grundlegenden Vorgaben erarbeitet, auf welchen das künftige Projekt basieren wird. 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 frühen Phase von der *BIM-Projektleitung* durchgeführt und dient dazu, die Arbeit künftiger Auftragnehmer auf den Kundennutzen zu konzentrieren.

Im *ersten Schritt* definiert der Auftraggeber die strategische Zielsetzung. Dabei formuliert der Auftraggeber 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,
- Definition des Investitionstyp,
- Festlegung der vorgesehenen Nutzung,
- Festlegung der vorgesehenen Nutzungsdauer (gestaffelt nach Primärsystem, Sekundärsystem/Gebäudeausrüstung, Ausbau),
- Festlegung der betrieblichen Ziele,
- Festlegung der wirtschaftlichen Ziele,
- Festlegung der Abwicklungsstrategie (Bauvertragsform) und
- Vorgabe einzuhaltender Standards bzw. vorgesehener Immobilienzertifizierungen
    - z.B. Gebäudezertifizierung gem. EU-Taxonomie (DGNB, BNB, ÖGNI, SGNI).

Im *zweiten Schritt* erfolgt die Definition der operativen Zielsetzung – diese baut auf der Rahmenvorgabe der strategischen Zielsetzung auf. Dabei formuliert der Auftraggeber 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 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 Auftraggeber festgelegte Präferenz verdeutlicht dessen Prioritäten. Sie kann bspw. aussagen, dass der Auftraggeber grundsätzlich Lösungen, die zu geringen Betriebskosten führen, solchen vorzieht, die Investitionskosten verursachen – oder umgekehrt.

Die Festlegung der Zielsetzungen ist ein Grundbaustein der Projektkonzeption. Auf dieser Grundlage folgt im Verlauf der Initiierung (siehe Abschnitt 4.2) die Bestimmung und Priorisierung der erforderlichen **Anwendungsfälle** (*Use Cases*). Diese wiederum dienen, gemäß der Definition des **LOIN**, als Grundlage zur Identifikation der erforderlichen Modellinhalte (**LOG** und **LOI**) und Dokumentationen (**DOC**). Damit wird die gesamte Ausrichtung des Projekts gesteuert – insbesondere in Hinblick auf die Anforderungen späterer Nutzer. 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.

Die BIM-Ziele vom Auftraggeber werden im **BAP (BEP)** formalisiert. Ziele und Nutzungen in den einzelnen Phasen des Projekts sind in Form eines Nutzungsplanes im **BAP (BEP)** festgehalten. Der Nutzungsplan dient als Verständigung zwischen dem Auftraggeber und dem Auftragnehmer und ermöglicht die Umwandlung der definierten Ziele in konkrete Nutzungen oder Anwendungen. Die Ziele sind dabei auf einer übergeordneten Ebene festgelegt, wie zum Beispiel Nachhaltigkeit und Wirtschaftlichkeit. Die Anwendungen, durch die diese Ziele erreicht werden können, werden entsprechend zugewiesen. Beispiele für solche Anwendungen sind die Generierung von Plänen, die Erstellung von Listen und die Ermittlung von Mengen. Durch diese Struktur wird eine klare und effiziente Umsetzung der vorgegebenen Ziele ermöglicht.
Die somit beschriebenen Anwendungen können als Startpunkt dienen für die präzise Beschreibung von *Use Cases* (Anwendungsfälle, siehe Abschnitt 3.9). Im pre-appointment BEP (aus pre-appointment: vor der Auftragserteilung) werden seitens Anbieter die projektspezifischen Planungs- und Informationsbestellungen beantwortet und seine Fähigkeiten im Umgang mit der BIM-Methode aufgezeigt. Die entscheidungsrelevanten, zu beantwortenden Inhalte sind dabei seitens Besteller objektiv prüf- und/oder messbar zu halten und entsprechend zu kennzeichnen. Ziel ist es, im Dialog gegenseitige Klarheit zwischen Informationsbesteller und Anbieter über die Eckpunkte des Informationsmanagements und der Informationslieferung vor Vergabe zu schaffen. Die weiteren Präzisierungen und Ergänzungen werden nach Beauftragung im **(BAP) BEP** vorgenommen.

4.1.2 Festlegen des Finanzierungsmodells

Diese Festlegung erfolgt in einer sehr frühen Phase seitens der *BIM-Projektleitung* und dient dazu, die Projektergebnisse mit den Marktanforderungen abzustimmen. 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 Phase von der *BIM-Projektleitung* und dient dazu, den Erfolg der Projektdurchführung zu ermitteln.

Leistungsindikatoren (engl. Key Performance Indicators, kurz: KPI) sind bei Auftraggeber mit unternehmensinternen BIM-Projektkompetenzen üblicherweise standardisiert. Dies ermöglicht die Vergleichbarkeit verschiedener Gebäude, Bauwerke bzw. Liegenschaften.
In Deutschland sind dies i.d.R. Vergabekriterien, die die wirtschaftliche und finanzielle Leistungsfähigkeit und technische und berufliche Leistungsfähigkeit hinterfragen.

Im *ersten Schritt* definiert der Auftraggeber den *Zielbereich der Messung*. Dabei werden die bereits erarbeiteten Zielsetzungen herangezogen und zwischen inhaltlichen Zielen und Abwicklungszielen unterschieden. Im *zweiten Schritt* ermittelt der Auftraggeber 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. Die wesentliche Herausforderung ist dabei die Bestimmung einer Datenquelle, welche über den gesamten Projektverlauf kontinuierlich, in gleichbleibender Qualität und Quantität, aussagekräftige Informationen liefern kann.

Rollen der ISO 19650 für die Projektabwicklung
Die ISO 19650 (Serie) beschreibt grundlegend die Organisation und die Digitalisierung von Informationen (Informationsmanagement) im Kontext der BIM-Methodik zur Erstellung von Bauwerksinformationen. Dabei werden Begriffe bezüglich Akteure eingeführt, die den Informationsmanagementprozess allgemeingültig beschreiben. Der Auftraggeber kann in diesem Zusammenhang als Informationsbesteller verstanden werden, der für sein Bauwerk (Asset) eine Informationsbestellung in Form von Arbeiten, Waren oder Dienstleistungen durchführt. Ein Informationsbesteller kann aber auch der *AN-Ausführung* sein, der von seinen Sub-Firmen Informationen einfordert. Der Akteur, der die Informationen (Arbeit, Waren oder Dienstleistungen) liefert, wird in der ISO 19650 als Informationsbereitsteller bezeichnet. Eine Bereitstellung von Informationen kann folglich durch den *AN-Planung* sowie durch den *AN-Ausführung* als auch durch dessen Sub-Firmen erfolgen. Erfolgt beispielsweise die Bereitstellung von Informationen durch einen Generalplaner (GP) oder Generalunternehmer (GU), so differenziert die ISO 19650 die Akteure durch die Begriffe »*federführender Informationsbereitsteller*« (*lead appointed party*) und »beteiligte Informationsbereitsteller«. Der GP/GU wird in diesem Kontext als »federführender Informationsbereitsteller« gegenüber dem Informationsbesteller (AG) geführt. Der federführende Informationsbereitsteller bezieht seine Informationen (Arbeit, Waren oder Dienstleistungen) von seinem beteiligten Informationsbereitsteller (Sub-Firma). Durch die Begriffe »federführend« als auch »beteiligte« können die Akteure eindeutig differenziert werden.

4.2 Projektinitiierung

Die Phase »Initiierung« (gemäß EN 16310) dient der grundlegenden Projekteinrichtung. In dieser Phase erarbeitet der Auftraggeber (AG) die Grundlagen zur Projektdurchführung, auf denen die Tätigkeiten der *Auftragnehmer* aufbauen. Diese Phase startet nach positiver Evaluierung der Projektidee. Im Verlauf dieser Phase werden die konkreten Vorgaben zur Projektdurchführung erarbeitet und bedarfsweise konzeptionelle Studien durchgeführt, bspw. in Form eines Architekturwettbewerbs. Die Phase schließt mit dem Aufbau der BIM-Organisation, der BIM-Regelwerke und der relevanten Schritte zur *Evaluierung der Vorgaben* **vor** unmittelbaren **Planungsbeginn** ab.

4.2.1 Identifizieren und Zusammenstellen projektbezogener Anforderungen

Die Initiierung startet mit der Identifikation projektbezogener Anforderungen seitens der *BIM-Projektleitung* und dient dazu, diese Anforderungen auf Grundlage etwaiger unternehmensweiter projektübergreifender Regelwerke zusammenzustellen. Bei Auftraggebern sind diese in den **AIA (EIR)** (projektübergreifend) deklariert. Bei Auftraggebern mit unternehmensinternen BIM-Projektkompetenzen, mit komplexen Anforderungen, dienen die vordefinierten unternehmensweiten Vorgaben der **OIR**, **PIR** und **AIR** als Grundlage. Diese deklarieren in beiden Fällen (projektübergreifenden **AIA (EIR)** oder OIR, PIR und AIR) einheitlich die generellen BIM-bezogenen Rahmenvorgaben zur Projektdurchführung sowie zu etwaigen Datenübergaben (insbesondere an das AIM) über alle Projekte.

Das Zusammenspiel zwischen den **AIA (EIR)** und den Stammdokumenten OIR, AIR sowie PIR ist in der ISO 19650-1 geregelt. Demnach dienen die OIR, mit Vorgaben an die Projektorganisation (insbesondere BIM-Organisation), und PIR, mit Vorgaben an die Projekt-

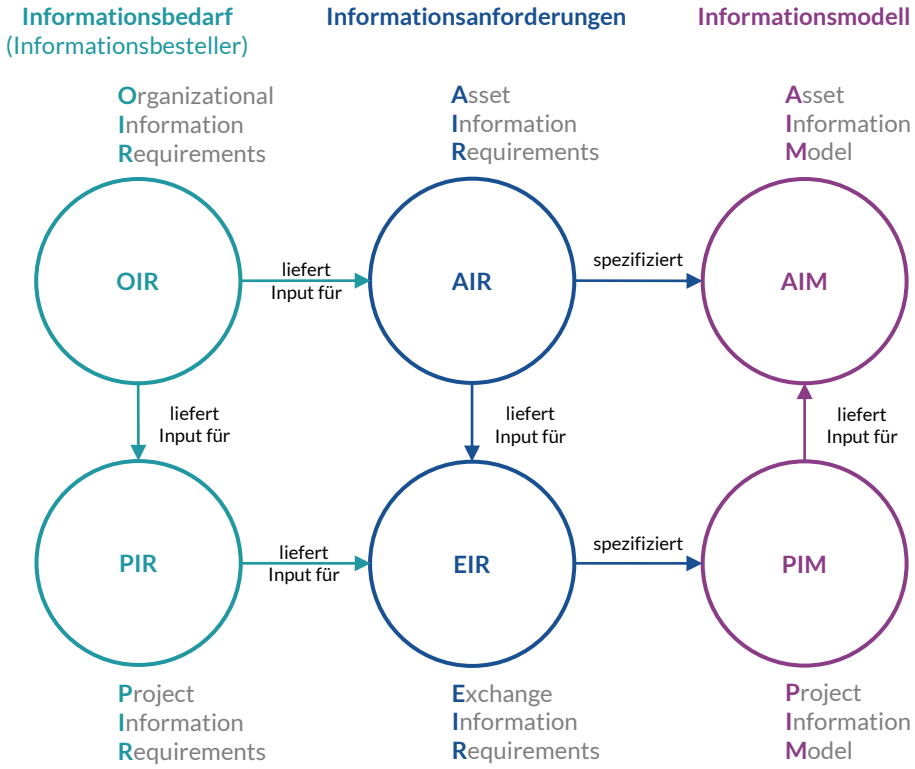


Abb. 4.6: Ablauf und Abhängigkeiten der Informationsanforderungen

durchführung (insbesondere Anwendungsfälle), als Voraussetzung für die Erstellung der AIR, welche die Vorgaben zur Übergabe der Modelldaten an das AIM trägt (insbesondere Datenstruktur). Die **AIA (EIR)** wird auf Grundlage der Festlegungen in den OIR, AIR und PIR erstellt bzw. umfasst die dahingehend thematisierten Vorgaben.

Im *ersten Schritt* werden relevante *Regelwerke*, *Auftraggeber-seitige Vorgaben* sowie *normative Vorgaben* identifiziert. Dabei sind Projektstandort, Projektkomplexität und entsprechende Zielsetzungen des Auftraggebers maßgebliche Kriterien für die Eingrenzung.

Im *zweiten Schritt* erfolgt die *projektbezogene Zusammenfassung* dieser Anforderungen. Sie stehen damit nunmehr als Grundlage für die nachfolgende projektbezogene Einrichtung der Regelwerke zur Verfügung. Auch hierbei erfolgt eine nochmalige Eingrenzung der tatsächlich projektrelevanten Anforderungen, je nach Anforderung der Topologie und Komplexität des Projekts. Irrelevante Vorgaben würden, in weiterer Folge, möglicherweise die Bieter verunsichern bzw. zu überschießenden Leistungszusammenstellungen in den Angeboten führen – daher sollte dies vermieden werden.

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

Mit dieser Tätigkeit formuliert die *BIM-Projektleitung* 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 BIM-Organisationsstruktur festgelegt, als BIM-bezogener Teil der *Projektorganisationsstruktur*. Dies hat unmittelbare Auswirkungen auf die vorgesehenen Leistungen der künftigen *Auftragnehmer* – berücksichtigt jedoch ebenfalls die personellen Möglichkeiten bzw. strategischen Vorgaben des Auftraggebers. Diese sind bei Auftraggebern mit unternehmensinternen BIM-Projektkompetenzen übergeordnet im OIR deklariert. Die BIM-Organisationsstruktur steht ebenfalls in Abhängigkeit zur vorgesehenen Abwicklungsstrategie (Bauvertragsform) des Projekts (siehe Abschnitt 4.1.1).

Im *zweiten Schritt* erfolgt auf dieser Grundlage die Festlegung der *konkreten Leistungsbilder* für alle relevanten BIM-Rollen – oftmals durchgeführt im gesamten Kontext von *BIM-Projektleitung*, *BIM-Projektsteuerung* über **BIM-Gesamtkoordination**, **BIM-Fachkoordination** bis zu Modellersteller / BIM-Ersteller und *Örtliche Bauaufsicht*, um die Leistungsbilder vollständig aufeinander abzustimmen bzw. eindeutig abzugrenzen. Als Basis können dafür Stammleistungen und Optionalleistungen aus den Leistungsbildern herangezogen und für die spezifischen Anforderungen des Projekts zusammengestellt werden. Im Zuge dessen kann infolgedessen die Beauftragung einer *BIM-Projektsteuerung* erfolgen, welche die *BIM-Projektleitung* in der operativen Durchführung der Projektinitiierung unterstützt – insbesondere bei der Durchführung der Kolloquien sowie der Einrichtung der Kollaborationsplattform. Da die *BIM-Projektleitung* des Auftraggebers projektübergreifend tätig ist, ermöglicht eine Delegierung von Aufgaben an die *BIM-Projektsteuerung* deren Entlastung und breiter aufgestellten Einsatz über mehrere Projekte.

Derzeit sind BIM-Rollen oftmals noch durch separate Fachpersonen besetzt. Es ist jedoch absehbar, dass künftig erforderliche BIM-Kompetenzen direkt durch bestehende Organisationseinheiten eingebracht werden – also bspw. die Leistungen der *BIM-Projektsteuerung* direkt durch die Projektsteuerung. Die Ausgabe 2023 des Leistungsmodell/Vergütungsmodell Objektplanung – Architektur (LM.VM OA.BIM) umfasst standardisierte BIM-Leistungen für die Auftragnehmer-seitigen BIM-Rollen **BIM-Gesamtkoordination** und **BIM-Fachkoordination**, die bereits in die herkömmlichen Leistungsbilder der Objektplanung bzw. Architektur integriert sind.

Für Deutschland enthalten die Richtlinienblätter VDI 2552 Blatt 2 und VDI 2552 Blatt 7 Vorgaben für die Rollen und Leistungsbilder.
Die HOAI wird derzeit in Deutschland novelliert. Die 1. Novellierungsstufe ist abgeschlossen. Das Gutachterverfahren hat die Planungsbereiche der HOAI evaluiert und Änderungsvorschläge erarbeitet. Seit der letzten Reform haben sich die Anforderungen an das Planen und Bauen weiterentwickelt. Deshalb müssen Themen wie Nachhaltigkeit und Klimaschutz, Bauen im Bestand und insbesondere der Einsatz digitaler Methoden in der HOAI deutlicher berücksichtigt werden. So wurden in der ersten Stufe Leistungsbilder synchronisiert und aktualisiert, neue Leistungsbilder ergänzt (Städtebaulicher Entwurf) und ein Regelprozess BIM entwickelt.

Im *dritten Schritt* erstellt der Auftraggeber die (auf den Leistungsbildern aufbauenden) *Bauherr*-**AIA (EIR)**. Diese definiert und beinhaltet zumindest folgende Vorgaben:

- Beschreibung der für den Auftraggeber relevanten Anwendungsfälle (mögliche Basis PIR),
- Vorgaben an die *Datenstruktur* (mögliche Basis AIR),
- Vorgaben an die Detaillierungsgrade (mögliche Basis OIR),
- Vorgaben an die Projektlage und Strukturierung (mögliche Basis OIR),
- Anforderungen (mögliche Basis OIR) an die
  - zu verwendenden Schnittstellen,
  - zu verwendendeen Bezeichnungen,
  - durchzuführenden Datenübergaben und
  - zu verwendende *Kollaborationsplattform*.

Auftraggeber mit unternehmensinternen BIM-Projektkompetenzen können die obigen Anforderungen auf Basis der übergeordneten Vorgaben in den PIR, AIR und OIR erstellen.

Im *vierten Schritt* erfolgt die Vorbereitung des **preBAP (preBEP)**, das im Verlauf der **AIA/preBAP**-Erhebung (**EIR/preBEP**) (siehe Abschnitt 4.2.8 und Abschnitt 4.2.9) als Grundlage für die Projekteinrichtung dient. Dieses baut auf den projektbezogenen *Bauherr*-**AIA (EIR)** auf und präzisiert diesen hinsichtlich der genauen Abfolge zur Umsetzung der AIA-Vorgaben. Dabei wird die AIA-Kapitelstruktur im **BAP (BEP)** beibehalten, um einen direkten Bezug von der Vorgabe aus den *Bauherr*-**AIA (EIR)** und der dazugehörigen Beschreibung der Umsetzung im **BAP (BEP)** zu ermöglichen. Im abschließenden Schritt werden die erarbeiteten Vorgaben in die Ausschreibungsunterlagen eingebunden.

4.2.3 Modellgestützte Bedarfsplanung (Anforderungsmodell)

BIM-Projektleitung bzw. *BIM-Projektsteuerung* formulieren nun die konkreten projektbezogenen Anforderungen an das zu schaffende Bauwerk. Der Unterschied zu einem herkömmlichen Raum- und Funktionsprogramm liegt in der Semantik der modellgestützten Bedarfsplanung und der damit verbundenen Maschinenlesbarkeit. Dies ermöglicht zum einen die nahtlose Übernahme der Auftraggeber-Vorgaben durch das Planerteam (= *Auftragnehmer Planung*, *AN-Planung*) in den jeweiligen BIM-Applikationen als auch die projektbegleitende automationsgestützte Kontrolle der Vorgaben aus dem Anforderungsmodell gegen die laufende Planung. Darüber hinaus ist somit ebenfalls die spätere Weiterverwendbarkeit der, durch das Planerteam erzeugten, Informationen im Betrieb (AIM) gewährleistet. Das Anforderungsmodell ist eine Leistungsvorgabe an den *AN-Planung* und somit ebenfalls Bestandteil der Ausschreibung.

⛔ Für Österreich ist in der ÖNORM A 6241-2 im Anhang C (Tabelle C.1) das Anforderungsmodell aufgeführt. Dieser Modelltyp beinhaltet nur Räume (IfcSpace), diese werden als IFC-Modell den Planern zur Verfügung gestellt und enthalten z.B. das Raum- und Funktionsprogramm der Ausschreibung (oder des Wettbewerbs). Das Anforderungsmodell wird in einer Applikation für digitale Raumbücher erstellt und fortgeführt. Es bleibt über den gesamten Projektverlauf erhalten und dient zu Beginn der grundsätzlichen Informationsübertragung in die Autorensoftware der Architektur und im weiteren Projektverlauf als Kontrollmodell zur fortgeführten Planung.

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 **AIR** bzw. den *Bauherr*-**AIA (EIR)** und sind zwingend konform zur später im Projekt durch den *AN-Planung* zu verwendeten Datenstruktur im **BAP (BEP)** (siehe Abschnitt 4.2.2). Andernfalls wird ein Vergleich zwischen Anforderungsmodell und Planungsmodellen erschwert bzw. verhindert.

Das Anforderungsmodell bildet quantitativ alle in der Planung zu berücksichtigende Räume – oder zumindest der erforderlichen Raumtypen – inkl. der jeweils 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 *BIM-Projektleitung* 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 (Erreichen eines *QualityGate*).

4.2.4 Grundlagenaufbau (Vermessung, Bestandsmodell, Geländemodell)

BIM-Projektsteuerung (eventuell mit *Vermessung*) erstellen beim Grundlagenaufbau die konkreten projektbezogenen Planungsgrundlagen. Der Unterschied zur herkömmlichen Vorgangsweise liegt in der wesentlichen höheren Präzision der Vorgabe (Geopositionierung, vollständige Abbildung der Bestandssituation, Strukturvorgabe und Funktionsumfang). Die zur Verfügung gestellten Grundlagen müssen jedenfalls die Ergebnisse der eigentlichen Bestandserfassung umfassen (bspw. Punktwolke eines Laserscans). Die darauf aufbauenden Bestandsmodelle für Umgebung und etwaige Bestandsgebäude können wiederum auch später durch das Planerteam erstellt werden. Dies ermöglicht eine nahtlose Weiternutzbarkeit der Bestandsinformationen durch den *AN-Planung* in dessen BIM-Applikationen. Wenn das Bestands- und/oder Geländemodell Bestandteil der Ausschreibung sein soll, da es womöglich als Grundlage für etwaige konzeptionelle Studien bzw. Architekturwettbewerbe benötigt wird, ist eine Erstellung durch die *Vermessung* sinnvoll. Hierbei müssen jedenfalls auch die Vorgaben der *Bauherr*-**AIA (EIR)** berücksichtigt werden, um die Weiternutzbarkeit gewährleisten zu können.

4.2.5 Ausschreibung, Vergabe und Einrichtung der Kollaborationsplattform

Im Zuge der Initiierung stellen *BIM-Projektleitung* sowie *BIM-Projektsteuerung* die zentrale Plattform zum Informationsaustausch bereit: die Kollaborationsplattform (CDE). Auftraggeber mit unternehmensinternen BIM-Projektkompetenzen ziehen dazu als Grundlage vordefinierte, unternehmensweit einheitliche Produktvorgaben hinzu, auf deren Grundlage alle Projekte abgewickelt werden.

Im *ersten Schritt* identifiziert der Auftraggeber die für die Projektdurchführung *relevanten Funktionen*. Dabei sind Nutzerrechte, daraus resultierende Sicherheitsaspekte, die Projektart und die Projektkomplexität des Auftraggebers sowie die vorgesehene Abwicklungsstrategie (Bauvertragsform) maßgebliche Kriterien.

Der *zweite Schritt* fasst diese *Anforderungen projektbezogen* zusammen. Verlangt der Auftraggeber kein spezielles Produkt, folgt nun entsprechend den Vorgaben (aus dem *ersten Schritt*) 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 Überwachung und Steuerung der Projektabwicklung zuständig ist (zumeist *BIM-Projektsteuerung*).

Derzeit (2024) umfasst der Funktionsumfang einiger Kollaborationsplattformen schon die bidirektionale, webservicebasierte Abwicklung der modellbasierten Kommunikation (BCF) sowie des Modellaustauschs (IFC) auf Grundlage von *openCDE*. Dies ermöglicht eine direkte Anbindung der BIM-Applikationen an die Kollaborationsplattform und den nahtlosen Informationsaustausch. Die früher notwendigen manuellen Schritte der Informationsbereitstellung bzw. Informationsbeschaffung entfallen. Dies beschleunigt und unterstützt die Zusammenarbeit in der Projektabwicklung erheblich.

4.2.6 Ausschreibung und Vergabe der Planungsleistungen

BIM-Projektleitung und *BIM-Projektsteuerung* identifizieren nun den Bestbieter für die Planungsleistungen. Im *ersten Schritt* führen sie die vorab erarbeiteten *Grundlagen* zusammen (Regelwerke, Leistungsbilder, Anforderungsmodell, Bestandsgrundlagen).

Im *zweiten Schritt* wird die geeignetste *Ausschreibungsstrategie* im Kontext BIM festgelegt (einstufig, zweistufig, geladen, offen). Dabei muss das aktuelle Marktumfeld dem geforderten Leistungsbild/Leistungsumfang gegenübergestellt werden. Ziel ist die Eingrenzung auf ein kompaktes Bieterfeld mit BIM-fähigen, als auch für die Projektzielsetzung geeigneten potenziellen Auftragnehmern.

Im *dritten Schritt* müssen die *konkreten Ausschreibungskriterien* (*openBIM*, Qualifikationsnachweise Auftragnehmer) erarbeitet werden. Der Auftraggeber definiert die erforderliche qualitative Eignung der Bieter (BIM-Kompetenz, Referenzen, BIM-Applikationen) sowie die Mechanismen, wie diese gemessen und bewertet werden. Dabei muss sichergestellt werden, dass die definierten Anforderungen ein *breites Bieterfeld* ermöglichen (also *möglichst niedrig* sind) als auch die *zuverlässige BIM-Projektdurchführung* gewährleisten (also *möglichst hoch* sind) – dies erfordert immer einen Kompromiss.

Bei der Ausschreibung der Planungsleistungen ist zu beachten, welche Strategie hinsichtlich der Leistungserbringung in der Ausführungsphase angestrebt wird (siehe Abschnitt 4.4). Wird zu Beginn lediglich die Leistung für die Planungsphasen ausgeschrieben und im späteren Projektverlauf die Autorenschaft der Fachmodelle an den *Auftragnehmer* der Ausführung (*AN-Ausführung*) übertragen, so ist kontextuell darauf zu achten, wie die BIM-bezogene Leistungserbringung in der Ausführungsphase und zu Projektabschluss (Übergabe an den Betrieb und Nutzung) verfahren wird. Verbleibt die Autorenschaft der Fachmodelle weiterhin beim *AN-Planung* (als Bestandteil der Baudokumentation) so müssen die Leistungsbilder entsprechend adaptiert werden um seine erforderlichen Aufgaben der Modellfortschreibung abzudecken. Die gewählte Informationsbereitstellungsstrategie muss folglich bereits in der Ausschreibung der Planungsleistungen berücksichtigt werden.

Im Verlauf der Ausschreibung und Vergabe kommt es zu diversen Fragerunden mit den Bietern. Aufgrund der derzeit bieterseitig noch heterogenen Kenntnisse zu BIM benötigen diese oft umfassende Fragenkataloge. Einerseits nutzen die Bieter Fragen an das *BIM-Projektleitung* und *BIM-Projektsteuerung*, um ihre Informationen zum Projekt zu konkretisieren. Andererseits dienen Fragekataloge der *BIM-Projektleitung* und der *BIM-Projektsteuerung*, um die BIM-Kompetenz der Bieter zu überprüfen.

Mit der Vergabe der Planungsleistungen tritt gemäß ISO 19650 das Zusammenspiel aus Informationsbesteller und Informationsbereitsteller, auf Grundlage der vertraglichen bindenden Vorgaben (Leistungsbilder sowie AIA (EIR)) in Kraft.

4.2.7 Durchführen modellgestützter Studien/Wettbewerbe

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

In der ÖNORM A 6241-2 Anhang C wird für diese Phase bereits eine BIM-Anforderung definiert, welche konzeptionelle Modelle (Hüllmodelle) mit Geschossgliederung vorsieht.

4.2.8 Aufbau des Planerteams / AN-Planung-Erhebung

Parallel zu den laufenden Verhandlungen über die Planerverträge wird das Planerteam *AN-Planung* in die Projektgrundlagen eingeführt. Diese Einführung findet als gemeinsame Erhebung statt. Die Erhebungen werden durch die *BIM-Projektsteuerung* angeleitet und dienen auch der Evaluierung der tatsächlich vorhandenen BIM-Fähigkeiten der *AN-Planung* (Qualifikation) gemäß der ISO 19650 als **Fähigkeits- und Kapazitätsprüfung**. Im Falle eines erhöhten Zeitdrucks können die Erhebungen auch nach Abschluss der Planerverträge durchgeführt werden. Jedoch haben etwaige Korrekturmaßnahmen hinsichtlich der Qualifikation der *AN-Planung* nach Vertragsabschluss keine Auswirkung mehr auf das Honorar. Seitens *BIM-Projektleitung* und Auftraggeber ist in den Vertragsverhandlungen darauf zu achten, dass Mängel bezüglich der BIM-Fähigkeiten, die erst nach Vertragsabschluss in der Erhebung festgestellt werden, entsprechend beachtet und verfolgt werden. In beiden Fällen fordert die *BIM-Projektsteuerung* bei augenscheinlichen Mängeln in den BIM-Fähigkeiten Korrekturmaßnahmen ein. Diese bestehen zumeist in nachzuholenden Schulungen (z.B. Software oder Rollenqualifikation). Die beteiligten BIM-Rollen sind in Abb. 4.7 angeführt.

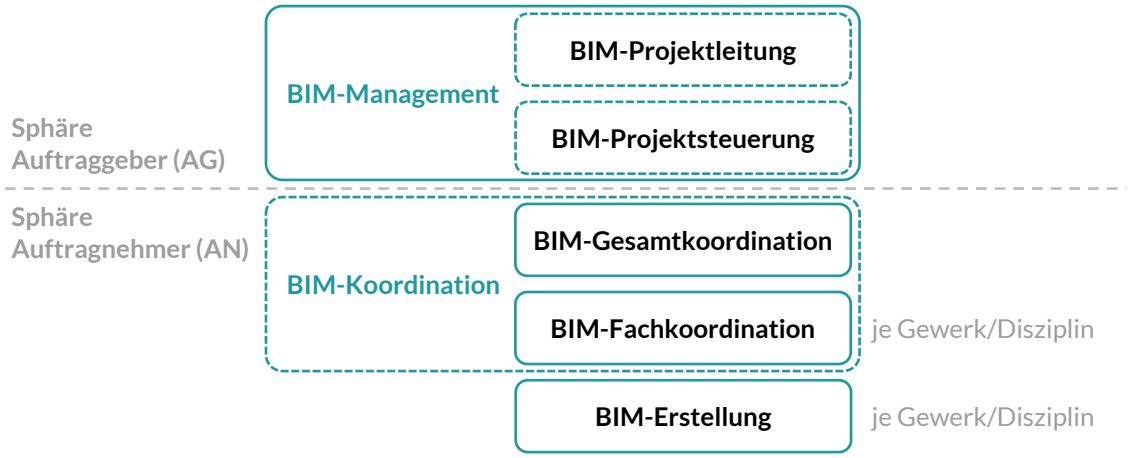


Abb. 4.7: BIM-Rollen bezogen auf die Sphären Auftraggeber (AG) und Auftragnehmer (AN)

Die Erhebungen werden in drei Stufen durchgeführt: die **AIA/BAP-Erhebung**, die **Modellier-Erhebung** und die **Projektspezifika-Erhebung**. Vor den Erhebungen werden dem *AN-Planung* die erarbeiteten Grundlagen (Regelwerke, Leistungsbilder, Anforderungsmodell, Bestandsgrundlagen) in ihrem vollständigen Umfang vorgelegt. Dies ist notwendig, um sämtliche Zusammenhänge und Anforderungen einvernehmlich zu klären und somit eine einheitliche Sichtweise über die Projektanforderungen zur Durchführung im gesamten Projektteam herzustellen.

Die frühere Bezeichnung der Erhebungen lautete Kolloquien (BAP-Kolloquium und Modellier-Kolloquium). Da unter Kolloquium in verschiedenen Ländern Unterschiedliches verstanden wird, wurde die Bezeichnung abgeändert. Die Erhebungen haben im Gegensatz zu einem Kolloquium einen konkreten Aufbau und eine eindeutige Zielsetzung (Aufbau Planerteam und dessen Evaluierung).

AIA/preBAP-Erhebung (**EIR/preBEP**) – In der ersten Erhebung stellt die *BIM-Projektsteuerung* dem künftigen *AN-Planung* das erarbeitete Regelwerk vor (Teilnahme der **BIM-Gesamtkoordination** und der einzelnen **BIM-Fachkoordinationen** ist zwingend erforderlich). Zu diesem Zeitpunkt liegen zumeist nur die *Bauherr*-**AIA (EIR)** vor, es kann aufgrund der höheren Tiefe auch der dazugehörige **preBAP (preBEP)** vorgestellt werden, sollte dieser vorliegen. Ziel ist das einheitliche Verständnis zwischen Auftraggeber und *AN-Planung* bezüglich der Anforderungen im Projekt. Speziell werden auf den Aufbau des Regelwerks, die Aufgaben/Verantwortlichkeiten je BIM-Organisationseinheit, die einzelnen Anwendungsfälle und Anhänge eingegangen. Hierzu können die **BIM-Fachkoordination**en und die **BIM-Gesamtkoordination** Rückmeldungen geben und Ergänzungen bekanntgeben, diese sind u.a.:

- personenbezogene Festlegung der BIM-Rollen,
- Adaptierung der Fachmodellinhalte (z.B. Ausgliederung des Freiraums in ein eigenständiges Fachmodell) sowie
- weitere Anwendungsfälle der *AN-Planung*.

Ebenso können die **BIM-Fachkoordination**en und die **BIM-Gesamtkoordination** Adaptierungsvorschläge einbringen. Diese können u.a. sein:

- Verbesserungsvorschläge in den einzelnen Punkten zur Durchführung eines Anwendungsfalls sowie
- Konkretisierung von gewerkespezifischen normativen Vorgaben.

Alle Ergänzungen und Adaptierungsvorschläge werden von der *BIM-Projektsteuerung* protokolliert und geprüft. Aus Praxiserfahrung empfiehlt sich ca. ein halber Tag für die Dauer der **AIA/preBAP**-Erhebung (**EIR/preBEP**).

Modellier-Erhebung – Die zweite Erhebung dient der Sicherstellung der modellbasierten Zusammenarbeit im Projekt. Sie wird durch die *BIM-Projektsteuerung* angeleitet, die Teilnahme der **BIM-Gesamtkoordination**, der einzelnen **BIM-Fachkoordination**en und der BIM-Erstellung ist zwingend erforderlich. Im Zuge der Erhebung wird ein zuvor definierter Ausschnitt des Projekts (bei Wettbewerben oder Bestands-Projekten, ansonsten ein fiktives Testszenario) durch die BIM-Erstellung gemäß den Regelwerkvorgaben je Gewerk modelliert. Die konkreten Vorgaben werden durch die *BIM-Projektsteuerung* festgelegt. Dies beinhaltet die Abbildung eines **LOG**- und **LOI**-Inhalts, der einem späteren Zeitpunkt entspricht (z.B. Entwurfsplanung) und nicht nur die offizielle IFC-Datenstruktur enthält (inkl. der Erstellung individueller Property Sets und Merkmale). Als Anwendungsfall kann eine *Abstimmung zu Gesamtkoordinationssitzungen* herangezogen werden.

Die Modellierung beginnt mit dem Fachmodell der Architektur, deren **BIM-Fachkoordination** prüft infolge das eigene Fachmodell auf Einhaltung der **LOG**- und **LOI**-Vorgaben sowie auf weitere Qualitätskriterien (z.B. interne Kollisionen im Fachmodell) und übergibt das so vorgeprüfte Fachmodell inkl. Prüfbericht (.bcf-Kommentare) an die **BIM-Gesamtkoordination**. Gleichzeitig übergibt die **BIM-Fachkoordination** Referenzmodelle an die anderen **BIM-Fachkoordination**en (z.B. Tragwerksplanung, Haustechnik).

Die **BIM-Fachkoordinationen** prüfen den Import der Referenzmodelle und können diesbezüglich Rückmeldung geben. Sobald eine (für die Empfänger) passende Einstellung für den Export eines Referenzmodells verifiziert wurde, wird diese als sogenannte Übertragungskonfiguration (siehe Abschnitt 4.3.3) für die Einpflegung im Regelwerk **BAP (BEP)**

festgehalten. Auf der Basis des Referenzmodells können nun die anderen Fachmodelle durch die jeweilige BIM-Erstellung je Gewerk erstellt werden. Auch diese werden durch deren **BIM-Fachkoordination** auf Einhaltung des **LOG** und **LOI** vorgeprüft und inkl. Prüfbericht (.bcf-Kommentare) der **BIM-Gesamtkoordination** übergeben.

Die **BIM-Gesamtkoordination** übernimmt nun die bereitgestellten Fachmodelle in ihr *Koordinationsmodell*. Dort prüft sie die Fachmodelle jeweils in sich (auf Einhaltung des **LOI** und auf interne Kollisionen) und disziplinübergreifend gegeneinander. Sie erstellt *Issues* zu gefundenen Mängeln und leitet eine Gesamtkoordinationssitzung ein. In dieser werden die Mängel besprochen und der Prüfbericht (BCF-Kommentare) an die jeweilige **BIM-Fachkoordination** übermittelt. Diese übernimmt die BCF-Kommentare in ihre Autorensoftware und prüft die *Issues* auf Implementierbarkeit (z.B. korrekte Darstellung des Bildausschnitts).

Dieses Prozedere dient dazu, einerseits die grundsätzliche Umsetzbarkeit der Vorgaben zu gewährleisten, andererseits aber auch um relevante Inhalte zur modellbezogenen Zusammenarbeit innerhalb des Planungsteams festzulegen.

Diese umfassen

- die Sicherstellung der einheitlich verwendeten *Projektlage/Projektrichtung*,
- die Sicherstellung der einheitlich verwendeten *Geschossstruktur* und *Rasterstruktur*,
- die Detailabstimmung der *IFC-Übertragungskonfiguration* (siehe Abschnitt 4.3.3) 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** gem. der **LOIN**-Vorgabe) sowie
- die Sicherstellung der benötigten Kenntnisse zur Modellkoordination / Modellkommunikation.

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

Alle Ergänzungen und Adaptierungsvorschläge, die das Regelwerk betreffen, werden von der *BIM-Projektsteuerung* protokolliert und geprüft. Aus Praxiserfahrung empfiehlt sich ca. ein Tag für die Dauer der Modellier-Erhebung.

Projektspezifika-Erhebung – Da die Erhebungen zumeist nicht direkt aufeinanderfolgen, und über mehrere Tage verteilt sein können, dient die letzte Erhebung zur Abklärung letzter projektspezifischer Fragestellungen des *AN-Planung*. Somit wird dem *AN-Planung* ausreichend Zeit gegeben, zwischenzeitlich aufkommende Problemstellungen zu erkennen und diese in der letzten Erhebung mit der *BIM-Projektsteuerung* abzuklären. Die letzte Erhebung wird ebenfalls von der *BIM-Projektsteuerung* geleitet und protokolliert. Teilnehmende sind die **BIM-Gesamtkoordination** und alle **BIM-Fachkoordinationen**.

Abschließend werden alle protokollierten Anmerkungen/Ergänzungen/Adaptierungen von der *BIM-Projektsteuerung* auf Konsistenz und Umsetzbarkeit geprüft und im Regelwerk nachgeführt. Das Regelwerk wird dann der *BIM-Projektleitung* zur Prüfung und Freigabe übergeben. Erteilt die *BIM-Projektleitung* die Freigabe, geht das Regelwerk als **BAP**-Grundlage **(BEP)** in die Verantwortlichkeit der **BIM-Gesamtkoordination** über.

Auf Grundlage aller drei absolvierten Erhebungen kann nun in Folge das **Projekt-Informationsmodell (PIM**) in der Planung aufgebaut werden.

4.2.9 Verifizierung der Qualifikation AN-Planung

Da die *Erhebung* während der Verhandlung zu den Planerverträgen stattfinden soll, stellen diese eine Gelegenheit für die *BIM-Projektsteuerung* dar, die Qualifikation der *AN-Planung* tiefgehend zu prüfen. Die *BIM-Projektsteuerung* berichtet der *BIM-Projektleitung* im *Erhebungsbericht* die Ergebnisse aller Erhebungen, inkl. einer Einschätzung der Fähigkeiten der *AN-Planung*. Speziell die *Modellier-Erhebung* bietet die Möglichkeit, einen guten Einblick in die vorhandenen Kommunikations- und Softwarefähigkeiten der *AN-Planung* je Fachdisziplin zu erhalten: Mängel in der Kommunikationsfähigkeit bzw. Mängel im Umgang mit der eigenen Software der *AN-Planung* können rechtzeitig erkannt werden. So kann z.B. eine Nachschulung in der Software eingefordert werden, bzw. ein Update auf eine aktuellere Version einer Software, um eine bessere Leistungsfähigkeit zu erreichen. Ist der *AN-Planung* einer einzelnen Disziplin dazu nicht bereit, muss die *BIM-Projektsteuerung* dies der *BIM-Projektleitung* mitteilen. Dies hat einen direkten Einfluss auf die Verhandlungen und kann zum Ausschluss einer Fachdisziplin führen.

Kommen im Laufe der Phasen weitere Projektbeteiligte (z.B. in der Ausführung) hinzu, sollten die Erhebungen erneut durchgeführt werden um ein reibungsloses Zusammenspiel der Beteiligten gewährleisten und etwaige Probleme frühzeitig identifizieren und lösen zu können.

4.3 Planung

Die Phase »Entwurf« (gemäß EN 16310) dient der grundlegenden Erarbeitung der Planungsvorgaben für Beschaffung und Ausführung. Die Phasen der Planung umfassen den Vorentwurf, den Entwurf und die Einreichplanung mit dem Genehmigungsverfahren. Dieser Abschnitt betrachtet einheitlich die Inhalte und durchzuführenden Leistungen dieser Phasen. 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 Phase durch die phasenbezogenen Angaben. Alle Anforderungen, bezüglich der zu erbringenden Inhalten und durchzuführenden Leistungen, sind in den Regelwerken *Bauherr*-**AIA (EIR)** bzw. **BAP (BEP)** vor Planungsbeginn (siehe Abschnitt 4.2.8) durch die *BIM-Projektsteuerung* und **BIM-Gesamtkoordination** 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 **BIM-Gesamtkoordination**, **BIM-Fachkoordination** und Modellersteller/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 Phasen in der Planung (Entwurf) 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, je nach Projektstrategie, im Zuge der Projektinitiierung durch die *Vermessung* oder zu Planungsbeginn durch das Planerteam herzustellen und als 3D-Modell (gemäß Vorgabe **AIA (EIR)**) zu übermitteln (siehe auch Abschnitt 4.2.4). Als gültige Grundlage für die Modellerstellung dient die vom Vermesser vorab erstellte Bestandserfassung in Form einer georeferenzierten Punktwolke und gegebenenfalls ergänzende planliche Unterlagen (gültige Bestandspläne, Schalungspläne). Mit der Übergabe der Modelle wechselt, im Falle einer Erstellung des Bestandsmodells durch den Vermesser, die Verantwortung vom Ersteller (*Vermessung*) zum *AN-Planung*.

In (derzeit noch) seltenen Fällen ist es möglich, dass das Bestandsmanagement des Auftraggebers die entsprechenden Bestandserfassungen und Bestandsmodelle aus ihrem AIM-Modell bereitstellt – somit wäre die Weiternutzbarkeit der Bestandsdaten in der Planung gewährleistet (Daten-Kreislaufwirtschaft).

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

Alle Grundlagen-Modelle werden jeweils als IFC-Datei bereitgestellt. Für das Bestandsmodell gibt es jedoch den Sonderfall der möglichen Bereitstellung im nativen Format der BIM-Applikation, um (bei Erstellung durch den Vermesser) eine möglichst friktionsfreie 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 die, bereits als Alternative genannte, Strategie zum Einsatz, in der die Leistungsgrenze zwischen *Vermessung* und *AN-Planung* verschoben wird. In derartigen Fällen stellt die *Vermessung* nur die entsprechende Bestandserfassung in Form einer georeferenzierten 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. Diese Vorgangsweise muss jedenfalls im Leistungsbild des *AN-Planung* berücksichtigt sein und somit schon durch die *BIM-Projektleitung* in der frühen Projektinitiierung entschieden werden.

Zur eigentlichen Durchführung: Zu Beginn der Planung muss durch die jeweilige **BIM-Fachkoordination** sichergestellt werden, dass die gelieferten Grundlagen-Modelle von den anderen Projektbeteiligten der *AN-Planung* korrekt verwendet werden können – hinsichtlich der Lage (Georeferenzierung) und der Element-Definition (IFC-*Entity*). 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 Haustechnik-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 (BEP)** in der entsprechenden Erhebung (siehe Abschnitt 4.2.8 und Abschnitt 4.2.9).

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

In der Schweiz wird der Begriff »Technische Gebäudeausrüstung« (TGA) oft als »Gebäudetechnik« bezeichnet.

4.3.2 Aufbau der Modellgrundlagen

Das PIM (Projekt-Informationsmodell gemäß ISO 19650) besteht aus den verschiedenen Fachmodellen der jeweiligen Projektbeteiligten und deren Disziplinen. 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 Rolle der Gesamtkoordination übernehmen während der Planungsphase oft die primär Planungsverantwortlichen (z.B. Im Hochbau die Architektur).

In Deutschland wird an der Erstellung von standardisierten Modellierungsvorgaben für die verschiedenen Fachmodelle gearbeitet. Zu den Grundmodellen sollen dann BIM-Anwendungsfälle (BIM-Awf.) kommen. Beispielhafte Modellierungsvorgaben siehe QR-Code.

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

- die eindeutige Verantwortlichkeit/Autorenschaft 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 sowie
- die Vorgabe zum **LOIN**
  - den Detaillierungsgraden (**LOG**, **LOI**) und
  - den dazugehörigen Dokumentationen (**DOC**).

In Deutschland verändert sich das Verständnis. Man hat Fachmodelle auf der einen Seite. Diese beinhalten nur die grundlegenden Informationen (Geometrie und Alphanumerik). Dazu kommen dann die BIM-Anwendungsfälle (BIM-Awf.). Hierfür gibt es vom VDI und DIN eine EE, die sog. VDI DIN EE 2552 Blatt 12.1. Dies ist sozusagen ein Template zur Beschreibung der Prozesse und de LOIN je BIM-Awf. (Beispiel dazu siehe QR-Code).

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 **BIM-Fachkoordination**. 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 (ev. Freiraumplaner),
    - Inneneinrichtung,
    - Brandschutz sowie
    - Bauphysik,
- Fachmodell Tragwerksplanung:
  - Statisch relevante Bauelemente,
- Fachmodelle TGA (Aufteilung in einzelne Fachmodelle):
  - Fachmodell TGA-Planung/Heizung und Kühlung,
  - Fachmodell TGA-Planung/Lüftung,
  - Fachmodell TGA-Planung/Sanitär,
  - Fachmodell TGA-Planung/Elektroplanung sowie
  - Fachmodell TGA-Planung/IKT-Planung und
- weitere Fachmodelle je nach Projekterfordernis.

Zu Projektbeginn wird die von der *BIM-Projektsteuerung* getroffene Aufteilung der Fachmodelle noch einmal mit *AN-Planung* analysiert. Eine Adaptierung der Fachmodellinhalte ist möglich auf Ebene:

- Disziplinen/Gewerke
  - z.B. kann das Fachmodell der Außenanlagen oder der Inneneinrichtung als eigenständiges Fachmodell der Architektur definiert werden (getrennt vom eigentlichen Fachmodell Architektur) sowie
- konkrete Fachmodellelemente
  - z.B. kann gemeinsam mit der Elektroplanung entschieden werden, ob spezifische Aktoren (*Entity* IfcActuator) die zur Steuerung von Modell-*Entities* in anderen Fachmodellen in das Fachmodell der Elektroplanung übernommen werden oder im anderen Fachmodell verbleiben und die Elektroplanung notwendige Angaben rein alphanumerisch beisteuert. Derartige komplexe Abhängigkeiten müssen über dezidierte Koordinationsabläufe kontrolliert werden – diese sollten im **BAP (BEP)** in eigenen Anwendungsfall vorgegeben werden. Identische Elemente sollten in unterschiedlichen Fachmodellen nur dann vorhanden sein, wenn sie der gegenseitigen Abstimmung beziehungsweise dem Abgleich dienen (z.B. tragende Elemente in den Fachmodellen Architektur und Tragwerksplanung oder WC in den Fachmodellen Architektur und TGA-Planung/Sanitär).

Modellangaben von Projektbeteiligten, die kein eigenständiges Fachmodell führen, können mittels BCF-Kommentare an die zuständige modellführende Stelle übermittelt werden. Dies gilt bspw. für den Brandschutz und die 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 **BIM-Fachkoordination**). Aufgrund der BCF-Kommunikation ist diese Vorgangsweise für beide Seiten optimal – zu jeder Modelländerung ist ein entsprechender Änderungsauftrag nachvollziehbar und der Umsetzungsstatus jedes Änderungsauftrag ist transparent einsehbar.

Vorgabe zur Fachmodell-Benennung
Jedes Fachmodell (infolge auch eventuelle Teilmodelle) muss eine eindeutige Benennung aufweisen. Die Benennung ist konsistent 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 *Bauherr*-**AIA (EIR)** bzw. **BAP (BEP)** 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.

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

Abb. 4.8: Beispiel einer Benennungskonvention für das Fachmodell Architektur

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 (BEP)** die entsprechenden Angaben getroffen (siehe Abschnitt 4.2.8 und Abschnitt 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.*

In Deutschland müssen Bezugsflächen mit »Höhe über NHN im DHHN2016« angegeben werden. NHN steht für Normalhöhennull. DHHN steht für Deutsches Haupthöhennetz und die Jahreszahl 2016 geht auf den integrierten geodätischen Raumbezug aus dem Jahr 2016 (Beschluss der Vermessungsverwaltungen der Länder) zurück.

Bei Neubauprojekten übernimmt üblicherweise das Fachmodell der Architektur die Aufgabe, die Lage (Projektkoordinaten) und Strukturierung 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 hinaus müssen zu Planungsbeginn die konkreten Geschosse und deren Bezeichnung im **BAP (BEP)** 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 **BIM-Fachkoordination**.

Wichtig: Innerhalb der nativen Fachmodelle können sehr wohl zusätzliche Geschosse/Bezugsebenen verwendet werden; diese dürfen jedoch nicht im Fachmodell 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 (BEP)** definiert werden. Diese kann für Neubauprojekte durch die Fußbodenoberkante oder die Rohdeckenoberkante definiert sein. Für Bestands-, Umbau- bzw. Sanierungsprojekte kann, wenn die Rohdeckenoberkanten nicht ermittelt werden können oder die Fußbodenoberkanten innerhalb eines Geschosses nicht durchgängig vorliegen, 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.

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

Vorgabe zur Modellierung der Modellinhalte
Die Zusammenstellung der projektbezogenen Anwendungsfälle findet in den Regelwerken *Bauherr*-**AIA (EIR)** und **BAP (BEP)** statt. Unter einem Anwendungsfall ist die modellbasierte Durchführung (Anwendung der BIM-Methode) von spezifischen Tätigkeiten nach definierten Anforderungen zur Unterstützung eines oder mehrerer Ziele im Lebenszyklus eines Bauwerks zu verstehen. Aus den projektbezogenen Anwendungsfällen heraus wird der **LOIN** (Level of Information Need) bestimmt, der die Ausformulierung der geometrischen (**LOG**) und alphanumerischen (**LOI**) Inhalts-Anforderungen an die Fachmodelle für den Datenaustausch und die Weiterverwendung dieser Modelldaten beinhaltet sowie die Bestimmung der je Anwendungsfall notwendigen Dokumentationen (**DOC**).

In den Phasen der Planung (Entwurf) werden die vorgesehenen Inhalte des **LOG** und **LOI** in die Fachmodelle in der jeweiligen **Autorensoftware** durch die BIM-Erstellung bei der Modellierung der Fachmodellinhalte übernommen. Es empfiehlt sich, in den Regelwerken Vorgaben für die Modellierung zu treffen; diese können im Anhang des Regelwerks als technische Richtlinie abgebildet werden.

Zum einheitlichen Aufbau der Fachmodelle gelten 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) stellt auch eine übersichtliche Darstellung zur Gliederung der zu modellierenden Elemente zur Verfügung.

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).

In Deutschland wird an der Erstellung von standardisierten Modellierungsvorgaben für die verschiedenen Fachmodelle gearbeitet. Zu den Grundmodellen sollen dann BIM-Anwendungsfälle (BIM-Awf.) kommen. Beispielhafte Modellierungsvorgaben siehe QR-Code.

4.3.3 Aufbau der Zusammenarbeit

Die eigentliche modellbasierte Zusammenarbeit beginnt ab der ersten Übermittlung von Fachmodellen. Einerseits verwendet die **BIM-Gesamtkoordination** die Fachmodelle für die Koordination derselbigen. Andererseits kann jede Disziplin die Fachmodelle einer anderen Disziplin in der eigenen Software als Referenz (*Referenzmodell*) hinzufügen oder die Fachmodelldaten in einer Prüfsoftware selbstständig für eine Abstimmung durch die **BIM-Fachkoordination** zusammenspielen.

Zu Beginn richtet sich das Hauptaugenmerk primär auf die korrekte Lage (Projektkoordinaten) und Strukturierung des eigenen Fachmodells. Jedoch verschiebt sich der Fokus rasch 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 **BIM-Gesamtkoordination** autorisierte Fachmodelle unter den Disziplinen als Referenzmodelle verwendet werden können, sondern auch Fachmodell-Ausschnitte bzw. Zwischenstände punktuell für eine situative Abstimmung (sowohl in der Autoren- als auch in einer Prüfsoftware) der **BIM-Fachkoordinationen**.

Um eine modellbasierte Zusammenarbeit durchführen zu können, müssen im Regelwerk **BAP (BEP)** einige grundsätzliche Anforderungen definiert sein. Dazu zählen die Koordination innerhalb einer Phase, die Informationsbereitstellung zu Phasen-Ende bzw. Meilenstein, die Art der Abstimmung zwischen den Projektbeteiligten und die Zusammenstellung der zu liefernden Modelle.

Für die laufende Koordination wird im **BAP (BEP)** ein sogenannter *Koordinationsplan* benötigt, der die *Abstimmung zu Gesamtkoordinationssitzungen* und den dazugehörigen Lieferumfang der Daten festlegt. Die *Abstimmung zu Phasen-Ende/Meilenstein* sollte im **BAP (BEP)** durch den *Informationsbereitstellungsplan* definiert werden (als ein Informationsbereitstellungsmeilenstein laut ISO 19650-2). Dieser ähnelt einer *Abstimmung zu Gesamtkoordinationssitzungen*, jedoch sind hier in den Modellprüfungen *QualityGates* zu erreichen, da die **BIM-Gesamtkoordination** eine Freigabe erteilen muss.

Beide Fälle beinhalten die Lieferung von Fachmodellen. Um jedoch sicherstellen zu können, dass der Export der IFC-Modelle immer in gleichwertiger Form stattfindet, sollten im **BAP (BEP)** sogenannte Übertragungskonfigurationen festgelegt werden.

Übertragungskonfigurationen
Die ersten konkreten Übertragungskonfigurationen werden im Zuge der Erhebungen (siehe Abschnitt 4.2.8 und Abschnitt 4.2.9) zu Projektbeginn festgelegt. Sie helfen dabei, die verschiedenen Verwendungszwecke der Modelle hinsichtlich der notwendigen Exporteinstellungen in der Autorensoftware zu betrachten und die notwendigen Inhalte der Modelle in ihrer Übertragung sicherzustellen. Kommen im Laufe der Phasen weitere Projektbeteiligte hinzu, werden Software-Updates durchgeführt oder ändern sich Anforderung bezüglich der Modellinhalte, können weitere notwendige Übertragungskonfigurationen im **BAP (BEP)** ergänzt werden.

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, Durchbruchsmodell, Referenzmodell etc.),
- einer MVD zugewiesen sein (z.B. Coordination View 2.0, 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).

Hinweise zu Übertragungskonfigurationen gibt die VDI/DIN-EE 2552 Blatt 12.1.

Koordinationsplan und Informationsbereitstellungsplan
Ein **Koordinationsplan** wird für die *Abstimmung zu Gesamtkoordinationssitzungen* im **BAP (BEP)** erstellt. Er beschreibt die Zusammensetzung der zu übermittelnden Daten, in Bezug zur Phase (deren Anforderungen sich aus den Anwendungsfällen im **BAP (BEP)** ergeben), für die durchzuführenden Koordinationssitzungen (siehe Abschnitt 4.3.5). Diese Daten sind von den jeweiligen **BIM-Fachkoordination**en auf der Kollaborations- bzw. Kommunikationsplattform bereitzustellen. Gemäß Koordinationsplan müssen übermittelt werden:
- IFC-Fachmodelle (vorgeprüft durch die BIM-Fachkoordination)
  - gemäß vorgegebener Benennung,
  - gemäß vorgegebener Übertragungskonfiguration,
  - gemäß vorgegebenem Detaillierungsgrad (**LOG** + **LOI**)
    - im aktuellen Arbeitsstand,
- BCF-Kommentare der BIM-Fachkoordination (der eigenen Vorprüfung bzw. aus den Anfragen an die anderen BIM-Fachkoordination heraus) und
- PDF-Prüfbericht der eigenen Vorprüfung.

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

Zur Unterscheidung zwischen dieser laufenden Abstimmung und der *Abstimmung zu Phasen-Ende/Meilenstein* ist im **BAP (BEP)** auch der **Informationsbereitstellungsplan** vorzugeben. Der Unterschied zum Koordinationsplan ist das höhere Prüfniveau. Dieses sollte die tatsächliche Erbringung der geforderten Modellinhalte gewährleisten (Erreichen eines *QualityGate*s und Freigabe von Fachmodellen durch die **BIM-Gesamtkoordination**) und steht oft im Zusammenhang mit etwaigen Zahlungsfreigaben des Auftraggebers.

Für den Informationsbereitstellungsplan werden für die **BIM-Fachkoordination** die oben genannten Übermittlungen ergänzt um:

- IFC-Fachmodelle,
  - autorisiert durch die **BIM-Gesamtkoordination** nach der finalen Koordinationssitzung,
  - gemäß vorgegebenem Detaillierungsgrad (**LOG** + **LOI**) im vollständigen Ausarbeitungsstand,
- aus dem Fachmodell abgeleitete Plandokumente (**DOC**) als PDF und DWG/ DXF:
  - Pläne müssen dem geprüften und autorisierten 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 **BIM-Gesamtkoordination** liefert gemäß Informationsbereitstellungsplan

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

Die **QualityGates** entscheiden über die Autorisierung eines Fachmodells und des Gesamtmodells (Federation aller Fachmodelle, Status: *autorisiert* auf der Kollaborationsplattform). Die Freigabe wird nach Bestehen der Prüfung durch die **BIM-Gesamtkoordination** auf der Kollaborationsplattform je Fachmodell erteilt. Erreichen alle Fachmodelle diesen Status ist das federierte Gesamtmodell auf der Kollaborationsplattform autorisiert. Die *QualityGate*s werden je *Prüfabfrage* (Prüfregel) definiert.

Diese genaue Einteilung und Aufschlüsselung je Prüfabfrage bedeutet: Wenn ein Fachmodell einen sehr guten **LOI**-Stand abbildet (= vollständig vorhanden), aber mehrere schwerwiegende Kollisionen bei tragenden Decken innerhalb eines Fachmodells bestehen, wird die Freigabe nicht erteilt. Finden sich dagegen nur wenige und geringere Kollisionen (z.B. zwischen einigen wenigen nichttragenden Wänden und tragenden Stützen), so kann die Freigabe dennoch erteilt werden. Wichtig ist hierbei zu beachten, dass die Einteilung der *QualityGate*s und die Prüfergebnisse möglichst übersichtlich und transparent im *Prüfbericht* der **BIM-Gesamtkoordination** dargestellt werden. Da das *BIM-Projektleitung/BIM-Projektsteuerung* zur *Abstimmung zu Phasen-Ende/Meilenstein* ebenfalls stichprobenartig prüft, kann sie bei der Erteilung der Freigabe mit einwirken.

Die Termine für eine Koordinationssitzung zum Ende einer Phase bzw. eines Meilensteins und die damit verbundene Informationsbereitstellung gibt die **BIM-Gesamtkoordination** rechtzeitig vor und müssen mit der *BIM-Projektsteuerung* und dem Projektterminplan abgestimmt sein.

Abstimmungsfälle
Die Art und der Umfang einer Abstimmung zwischen den Planungsbeteiligten kann im **BAP (BEP)** in sog. **Abstimmungsfällen** beschrieben werden. Sie gehören zu den *Anwendungsfällen*, und beschreiben stufenartig die Abstimmung der Planungsbeteiligten im BIM-*Qualitätsmanagement*. Je nach Abstimmungsart werden diese Anwendungsfälle über den gesamten Projektverlauf durchgeführt (siehe Abb. 4.9).

Abstimmung zu Phasenenden/Meilensteinen

Verantwortung:	BIM-Gesamtkoordination
Beteiligte:	BIM-Fachkoordination, BIM-Projektsteuerung
Inhalt:	Abstimmung zum Ende einer Projektphase bzw. eines Meilensteins mit allen Fachmodellen
Zeitpunkt:	einmalig je Projektphase/Meilenstein gemäß Zeitplan
Ziel:	Datenlieferung (unter Einhaltung des Freigabeprozesses)

Teil des BIM-Qualitätsmanagements

Abstimmung zu Gesamtkoordinationssitzungen

Verantwortung:	BIM-Gesamtkoordination
Beteiligte:	BIM-Fachkoordination, BIM-Projektsteuerung
Inhalt:	regelmäßige Abstimmung
Zeitpunkt:	laufend, vorgegebener Turnus gemäß Zeitplan (= Gesamtkoordinationssitzungen)
Ziel:	Koordination der Fachmodelle

Teil des BIM-Qualitätsmanagements

Abstimmung zwischen einzelnen Planungsbeteiligten

Verantwortung:	BIM-Fachkoordinationen
Beteiligte:	BIM-Fachkoordinationen
Inhalt:	punktuelle/situative Abstimmung nach einer bestimmten Notwendigkeit, keine übergeordnete Koordination
Zeitpunkt:	bedarfsweise, laufend nach Notwendigkeit
Ziel:	Abstimmung zwischen zwei Fachmodellen

nicht Teil des BIM-Qualitätsmanagements

Abb. 4.9: Abstimmung(sbedarf) zu unterschiedlichen Zeitpunkten

Die *Abstimmung zwischen einzelnen Planungsbeteiligten* findet nicht unter der Überwachungsfunktion der **BIM-Gesamtkoordination** statt, die einzelnen **BIM-Fachkoordination**en stimmen sich modellbasiert direkt ab. Der Austausch der Daten findet über die Kollaborationsplattform statt, hier werden sowohl die notwendigen Fachmodelle (auch nur ausschnittsweise möglich) sowie die Anforderungen der Abstimmung in Form von BCF-Kommentaren kommuniziert. Eine Abstimmung dieser Art garantiert eine nachvollziehbare Dokumentation der Adaptierungen.

Die *Abstimmung zu Gesamtkoordinationssitzungen* und die *Abstimmung zu Phasen-Ende/Meilenstein* werden durch die **BIM-Gesamtkoordination** geleitet. Beide beinhalten die Durchführung der Fachmodell-Vorprüfung durch die **BIM-Fachkoordination**en (inklusive Prüfbericht) und die Prüfung der **BIM-Gesamtkoordination** (Fachmodell-intern und Fach-

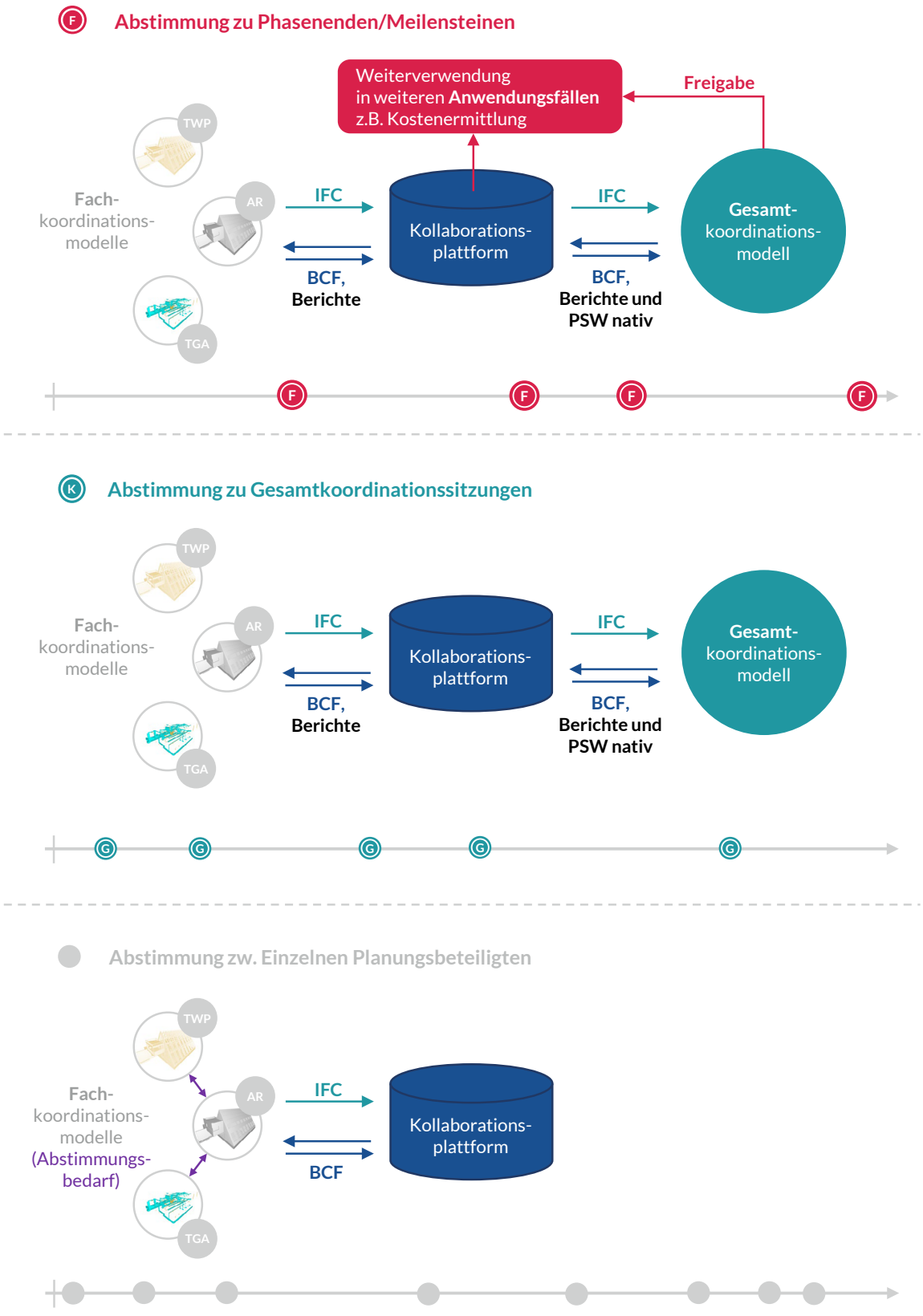


Abb. 4.10: Abstimmung(sbedarf) zu unterschiedlichen Zeitpunkten des Projektverlaufs

modell-übergreifend). Während die *Abstimmung zu Gesamtkoordinationssitzungen* laufend zur regelmäßigen Abstimmung innerhalb einer Phase durchgeführt wird und somit der Fortschritt durch die **BIM-Gesamtkoordination** überwacht wird, findet die *Abstimmung zu Phasen-Ende/Meilenstein* nur zu bestimmten Zeitpunkten gemäß Terminplan statt. Die Qualität der Fachmodelle muss bei der laufenden Abstimmung noch keine vollständige Korrektheit erreichen, aber zu Zeitpunkten der Informationsbereitstellung müssen die Fachmodelle eine bestimmte Qualität erreichen, die durch die Anwendungsfälle zu diesem Zeitpunkt im **BAP (BEP)** definiert wird. Das Erreichen dieser *QualityGate*s wird durch die **BIM-Gesamtkoordination** geprüft, evaluiert und bei ausreichender Qualität durch die Freigabe auf der Kollaborationsplattform festgehalten.

⛔ Für ein einheitlicheres Verständnis wurden die hier aufgeführten Abstimmungsfälle umbenannt. Die alte Bezeichnung folgt der Zuordnung:

- Kleiner Abstimmungsfall = Abstimmung zwischen einzelnen Planungsbeteiligten
- Mittlerer Abstimmungsfall = *Abstimmung zu Gesamtkoordinationssitzungen*
- Großer Abstimmungsfall = *Abstimmung zu Phasen-Ende/Meilenstein*

Grundbedingungen der Abstimmung
Unabhängig von der Art der Abstimmung müssen gewisse Grundbedingungen eingehalten und im **BAP (BEP)** vorab definiert werden:

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

4.3.4 Durchführen des Modellmanagements/BIM-Qualitätsmanagements

Die Durchführungen des Modellmanagements sind Anwendungsfälle des **BAP (BEP)**, die in unterschiedlichen Verantwortungsebenen und in unterschiedlichen Tiefen stattfinden. Diese Anwendungsfälle werden oft auch als *BIM-Qualitätsmanagement* oder *BIM-Qualitätssicherung* bezeichnet – und es wird häufig die allseits bekannte Kollisionsprüfung darunter verstanden. Um den Anwendungsfall jedoch vollständig abbilden zu können, sind weitergehende Prüfungen erforderlich sowie die Definition eines *Koordinationsplans* und eines *Informationsbereitstellungsplans* (siehe Abschnitt 4.3.3).

BIM-Qualitätsmanagement
In den *Bauherr*-**AIA (EIR)** bzw. dem **BAP (BEP)** müssen die Anforderungen an das modellbasierte Qualitätsmanagement bzw. die konkrete Durchführung zur einheitlichen Qualitätskontrolle und Koordination der digitalen Fachmodelle beschrieben werden. Die Beschreibung beinhaltet die Vorgaben zu den Prüfroutinen, die in der Prüfsoftware umgesetzt werden müssen.

Die *Prüfroutine* ist die gesamtheitliche Definition der Vorgaben zum Qualitätsmanagement in einer Prüfsoftware. Essenziell für eine Prüfroutine ist ihre immer gleichwertige Durchführung, wie der Name Routine bereits sagt. Jede prüfende BIM-Rolle besitzt eine eigene Prüfroutine, die **BIM-Fachkoordination**en, die **BIM-Gesamtkoordination** und die *BIM-Projektleitung/BIM-Projektsteuerung*.

Sie besteht aus *Prüfkriterien*, deren Zuteilung zu BIM-Rollen, einem Einordnungsschema der Prüfergebnisse für *Abstimmungen zu Gesamtkoordinationssitzungen* und *Abstimmungen zu Phasen-Ende/Meilenstein*, einzelnen definierten *Prüfabfragen* (= Prüfregeln in der Prüfsoftware) und einem *Prüfbericht*.

Prüfkriterien
Das BIM-Qualitätsmanagement kann abhängig von Projektart und Form der Zusammenarbeit unterschiedliche Aspekte eines digitalen Modells umfassen. Mögliche Prüfungen betreffen bspw. die Konformität mit den verwendeten Datenformaten (z.B. IFC4), die formale Vollständigkeit der geforderten Informationen (z.B. LOI), geometrische Beziehungen der Elemente (z.B. Kollisionsfreiheit, Mindestabstände) oder die Einhaltung von domain-spezifischen Richtlinien (z.B. Bauordnung).

Um eine Prüfung koordiniert durchführen zu können, helfen konkrete Kriterien (siehe Abb. 4.11), die eine Prüfung in **immer gleichwertiger Form** durchführbar machen, ohne Elementgruppen zu übersehen. Prüfkriterien stellen eine Einteilung in verschiedene Schwerpunktgruppen dar, die eine Modellprüfung in sich ordnen und die Prüfergebnisse besser einschätzbar machen.

⛔ Die bisherigen Prüfkriterien stellten das Basis-Setup dar, das unter den Bezeichnungen:
- FCC = Formal-Criteria-Check = Formaler-Kriterien-Check,
- QCC = Quality-Criteria-Check = Qualitäts-Kriterien-Check sowie
- ICC = Integrity-Criteria-Check = Integritäts-Kriterien-Check

bekannt war. Für ein einheitlicheres Verständnis wurden die Prüfkriterien umbenannt. Ebenso wurden sie ergänzt um:
- MCC = Model-Comparison-Check = Modell-Vergleichs-Check sowie
- CCC = Coordination-Criteria-Check = Koordinations-Kriterien-Check.

Alle genannten Prüfkriterien sind Teil der AIA von buildingSMART Austria.
Dieser Aufbau und dessen systematischen Inhalte wurden ab 2016 entwickelt und über die verschiedenen durchgeführten Projekte weiterentwickelt (siehe Abb. 4.11). Heute finden sie sich in vielen Vorgaben für Prüfroutinen wieder.

Modellvergleichs-Prüfkriterien werden je Fachmodell intern durchgeführt. Die Prüfung ist informell, eine Einschätzung der Prüfergebnisse im Prüfbericht ist nicht erforderlich. Die Prüfabfragen sollen einen Überblick über die Entwicklung des Fachmodells geben.

Zu den Modellvergleichs-Prüfkriterien zählen **Prüfabfragen** zu:
- Vergleich der geometrischen Ausbildung aller Fachmodellelemente zum vorherigen Stand.
- Vergleich der alphanumerischen Ausbildung aller Fachmodellelemente zum vorherigen Stand.

Formale-Prüfkriterien werden je Fachmodell intern durchgeführt. Sie stellen die Basis-Prüfung dar, da nur für Fachmodelle mit ausreichend korrekter formaler Tiefe eine weitere Prüfung sinnvoll ist. Sind z.B. die Fachmodelle nicht lagerichtig zueinander, kann eine fachmodell-übergreifende Kollisionsprüfung nicht durchgeführt werden.

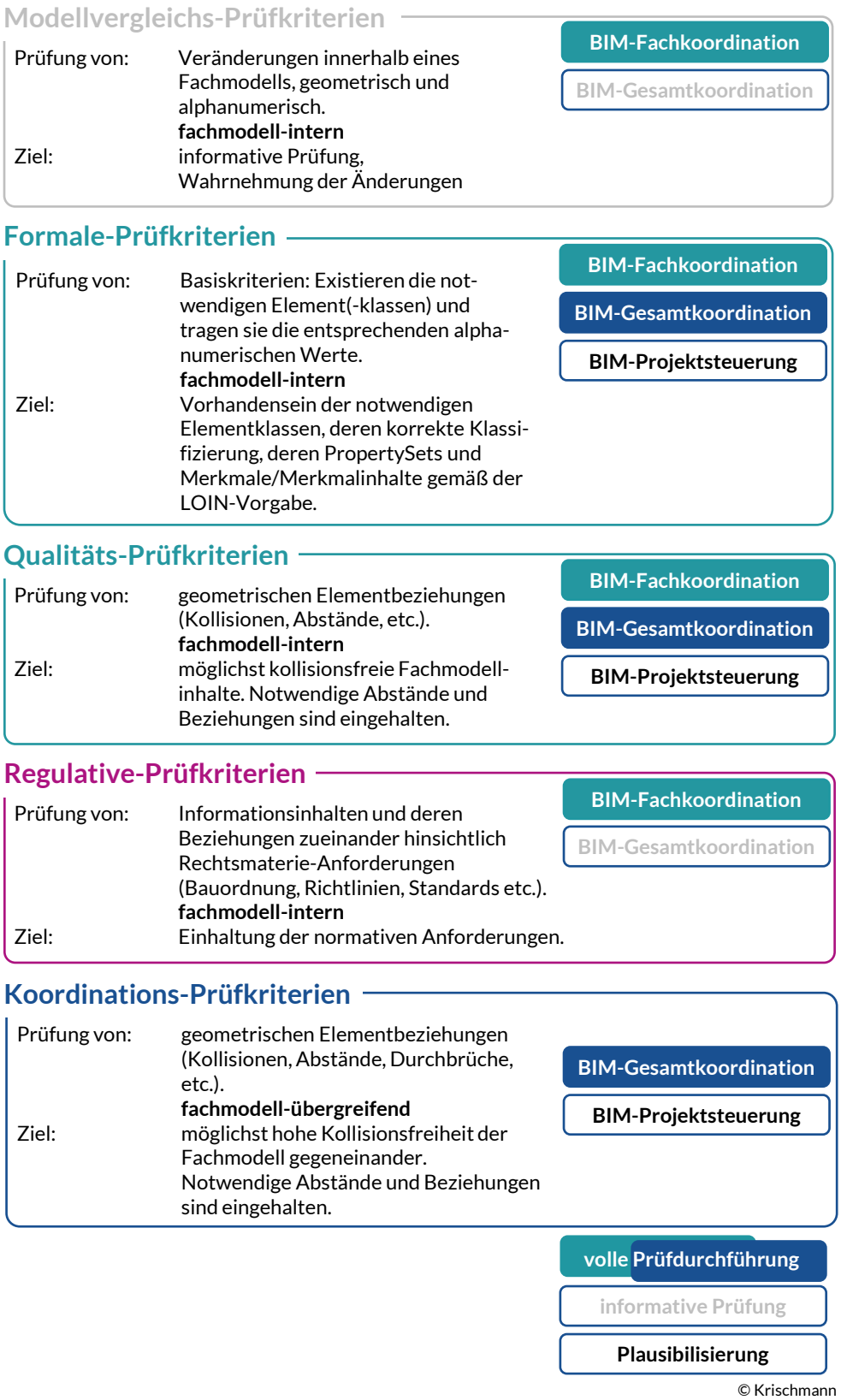


Abb. 4.11: Prüfkriterien abhängig von Prüfart und Prüfinhalt

Zu den Formale-Prüfkriterien zählen u.a. **Prüfabfragen** zu:

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

Qualitäts-Prüfkriterien werden je Fachmodell intern durchgeführt, wenn die Formalen-Prüfkriterien ausreichend genug bestanden wurden. Hierzu gehören die Kollisionsprüfungen (fachmodell-intern). Da diese Abfragen aber keine ausreichende Antwort auf den geometrischen Zustand eines Fachmodells liefern, werden ebenso geometrische Beziehungen abgefragt.

Zu den Qualitäts-Prüfkriterien zählen u.a. **Prüfabfragen** zu:

- 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. schließen Stützen oben und unten schlüssig an eine tragende Struktur (Decke) an,
    - z.B. min. Abstand von Sanitärobjekten zu Schächten sowie
    - z.B. max. Abstand von Schächten in den angrenzenden Geschossen.

Regulative-Prüfkriterien werden von der jeweils verantwortlichen Disziplin/Gewerk definiert und durchgeführt. Sie stellen die Prüfabfragen dar, die modellbasiert Vorgaben aus Standards, Normen und Richtlinien abbilden können. Aufgrund ihrer Befugnis als Fachplanung liegt diese Prüfung im Aufgabenbereich der **BIM-Fachkoordination**. Die **BIM-Gesamtkoordination** kann sich die Prüfabfragen übergeben lassen, um stichprobenartig die Einhaltung nachzuprüfen.

Zu den Regulative-Prüfkriterien zählen u.a. **Prüfabfragen** zu:

- Mathematisch abbildbare Anforderungen aus Standards, Normen und Richtlinien:
  - z.B. Fluchtwegbreite,
  - z.B. Abstände von Steckdosen zu Waschbecken/Wasserauslässen.
- Beziehungen aus Anforderungen aus Standards, Normen und Richtlinien:
  - z.B. erforderliche Anzahl von barrierefreien Stellplätzen.

Bei den Regulative-Prüfkriterien ist zu beachten, dass hier stark auf die lokalen und fachdisziplin-spezifische Anforderungen der Richtlinien bzw. der normativen Standards eingegangen werden muss.

Koordinations-Prüfkriterien werden fachmodell-übergreifend von der **BIM-Gesamtkoordination** durchgeführt, die *BIM-Projektleitung/BIM-Projektsteuerung* prüft diese ebenfalls stichprobenartig zur Plausibilisierung. Die Prüfabfragen bestehen zumeist aus Kollisionsprüfungen, stellen aber immer eine Abfrage der geometrischen Elementbeziehungen dar. So ist z.B. der Vergleich der tragenden Struktur des Fachmodells Architektur gegen jener des Fachmodells der Tragwerksplanung ebenfalls eine Koordinations-Prüfabfrage. Auf Kollisionen werden die Fachmodelle der Architektur gegen die der Haustechnik geprüft.

Zu den Koordinations-Prüfkriterien zählen u.a. **Prüfabfragen** zu:

- Geometrischer Elementbezug zwischen Bauelementen und Haustechnik-Elementen:
  - Architektur bzw. Tragwerksplanung gegen Haustechnik Heizung/Kühlung
  - Architektur bzw. Tragwerksplanung gegen Haustechnik Lüftung
  - Architektur bzw. Tragwerksplanung gegen Haustechnik Sanitär
  - Architektur bzw. Tragwerksplanung gegen Haustechnik Elektro
  - Architektur bzw. Tragwerksplanung gegen Haustechnik Sprinkler
- Geometrischer Elementbezug zwischen Haustechnik-Elementen:
  - Haustechnik Heizung/Kühlung gegen Haustechnik Lüftung, Haustechnik Sanitär, Haustechnik Elektro, Haustechnik Sprinkler
  - Haustechnik Lüftung gegen Haustechnik Sanitär, Haustechnik Elektro, Haustechnik Sprinkler
  - Haustechnik Sanitär gegen Haustechnik Elektro, Haustechnik Sprinkler
  - Haustechnik Elektro gegen Haustechnik Sprinkler

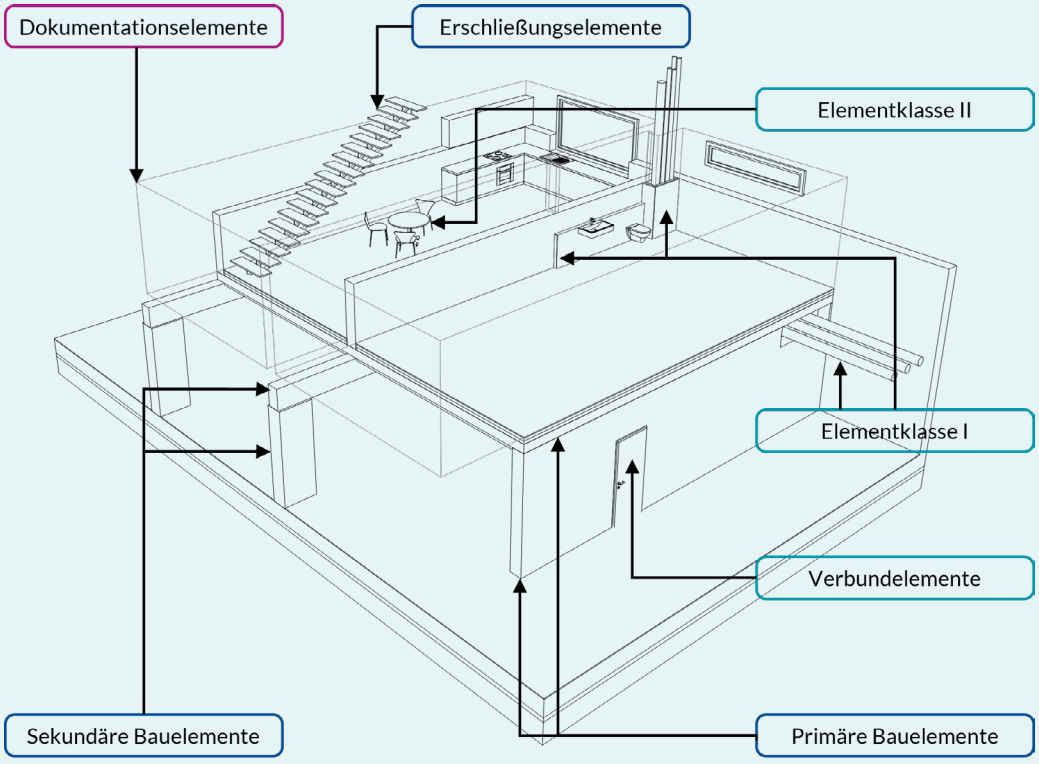
Um keine Elemente außer Acht zu lassen, empfiehlt sich der Aufbau einer Matrix, welche die verschiedenen Gegenprüfungen abbildet.

Als Hilfestellung zu einer geordneten und immer gleichwertigen Durchführung der einzelnen Prüfabfragen innerhalb der Prüfkriterien ist es empfehlenswert, eine Gruppierung von Elementen vorzunehmen. Diese **Elementklassen** sollten logisch zusammengestellt werden, und leicht verständlich benannt sein. Alle Prüfkriterien können so in der Prüfdurchführung unterstützt werden, indem eine Filterung der vorhandenen Elemente in diese Elementklasse vorgenommen wird. In einer *Prüfsoftware* (wie z.B. dem Solibri Office) können diese in »Klassifikationen« hinterlegt werden.

Prüfbericht
Zu jeder durchgeführten Prüfung wird durch die prüfende BIM-Rolle ein entsprechender Prüfbericht übermittelt (siehe Abschnitt 4.3.5). Die **BIM-Fachkoordination** übergibt zusammen mit dem Fachmodell einen Prüfbericht (.pdf und .bcf) an die **BIM-Gesamtkoordination** zu den Abstimmungen *zu Gesamtkoordinationssitzungen* und *Abstimmungen zu Phasen-Ende/Meilenstein*. Die **BIM-Gesamtkoordination** erstellt zu den gleichen Abstimmungen ihren Prüfbericht.

Ein PDF-Prüfbericht sollte nicht nur trivial die gefundenen Mängel auflisten, sondern vielmehr eine gute Übersicht über den Zustand der geprüften Fachmodelle bieten.

Bei der Erstellung der Elementklassen kann die ÖNORM A 6241-2, Anhang A (normativ) für die Einteilung in Elementklassen herangezogen werden. Diese teilt die verschiedenen Elemente hinsichtlich ihrer Verwendung ein. Dadurch lässt sich auch eine logische Prüfung innerhalb dieser Einteilung sowie von Elementklassen gegeneinander durchführen.
Wenn z.B. eine Kollisionsprüfung von 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 Phasen der Planung nicht gefordert werden. Folgendes Bild zeigt bspw. die verschiedenen Elementklassen:



Prüfroutine
Eine *Prüfroutine* ist ein gesamtheitliches Produkt aus den bereits angeführten Bausteinen (siehe Abb. 4.12). Jede prüfende BIM-Rolle besitzt eine eigene Prüfroutine. Sie besteht aus einer bestimmten Abfolge der **Prüfkriterien**, die aufeinander aufbauen. Die Prüfkriterien werden von verschiedenen **BIM-Rollen** (BIM-Organisationseinheiten) durchgeführt. Jedes Prüfkriterium besteht wiederum aus mehreren **Prüfabfragen** (Prüfregeln), deren Ergebnis **eingeordnet** werden sollte (Einordnungsschema z.B. »bestanden / nicht bestanden / unter Auflagen bestanden«, siehe Abschnitt 4.3.5). Bei einer *Abstimmung zu Gesamtkoordinationssitzungen* werden die gefundenen Mängel als zu lösende Aufgabe an die verantwortliche **BIM-Fachkoordination** als **Prüfbericht** übergeben. Bei einer *Abstimmung zu Phasen-Ende/Meilenstein* sollten keine offenen Aufgabenstellungen mehr vorhanden sein. Sollten dennoch Mängel bestehen, kann das betroffene Fachmodell nicht auf der Kollaborationsplattform zur weiteren Verwendung autorisiert/freigegeben werden (durch die **BIM-Gesamtkoordination**). Es besteht jedoch auch die Möglichkeit, eine Freigabe unter Auflagen zu erteilen, die ein Zeitlimit vorgibt, innerhalb dessen der Mangel behoben werden muss. Die Prüfergebnisse werden jedenfalls in einem *Prüfbericht* festgehalten.

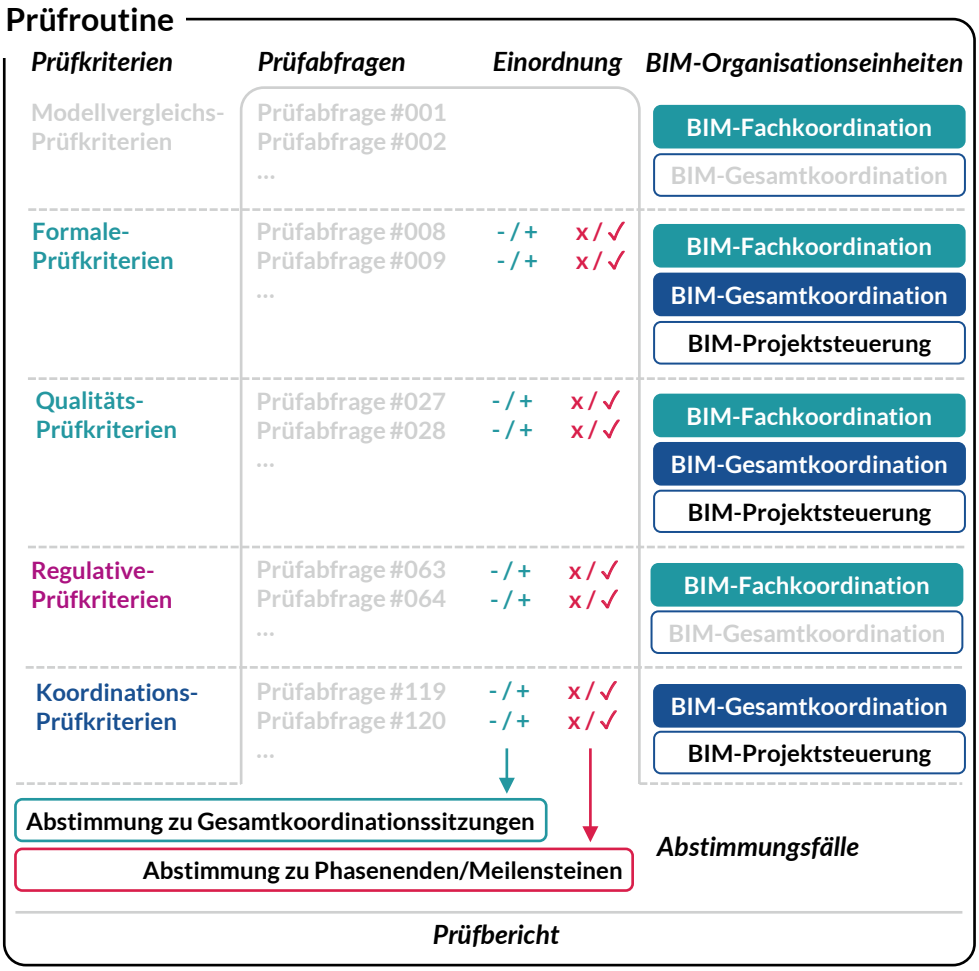


Abb. 4.12: Inhalt der Prüfroutinen

In Deutschland werden gemäß VDI 2552 Blatt 4 folgende Prüfungsarten bei der Qualitätskontrolle der Koordinationsmodelle unterschieden:

Qualitätsprüfung von Teilmodellen zu Datenübergabepunkten (*Data-Drops*): Die Qualitätsprüfung soll sicherstellen, dass die Teilmodelle die geforderten Inhalte und Qualitäten für eine weitere Verwendung aufweisen.

Plausibilitätsprüfung: Die Plausibilitätsprüfung wird häufig mittels Visualisierungen durchgeführt. Sie zeigt grobe Passungenauigkeiten der Modellgeometrie und möglicherweise fehlende geometrische Modellinhalte.

Visualisierung: Visualisierungen dienen der transparenten Darstellung der Fachmodelle und der Erläuterung der Entwürfe der unterschiedlichen Fachdisziplinen. Es lassen sich nicht nur die geometrischen Eigenschaften des Modells visualisieren, sondern auch die Ergebnisse der verschiedenen Simulationen, die auf Basis der Modelle durchgeführt wurden.

Inhaltliche Prüfung: Durch die inhaltliche Prüfung wird die geometrische und attributive Vollständigkeit eines Modells im Rahmen der gestellten Anforderungen bewertet. Darüber hinaus werden die qualitativen Ausprägungen der Geometrie und der Attribute überprüft.

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

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

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

4.3.5 Durchführen der Koordinationssitzungen

Die Ergebnisse einer Modellprüfung werden immer kommuniziert. Dies geschieht üblicherweise in den Gesamtkoordinationssitzungen, die durch den Koordinationsplan und den Informationsbereitstellungsplan festgelegt sind, welche Bestandteile des **BAP (BEP)** sind. Eine Gesamtkoordinationssitzung leitet die **BIM-Gesamtkoordination** unter Teilnahme der verschiedenen **BIM-Fachkoordination**en und der *BIM-Projektsteuerung*. So wird sichergestellt, dass die Kommunikation bezüglich des Planungsstands und der anstehenden Arbeiten zu den Planern und Modellersteller/BIM-Erstellern (durch die **BIM-Fachkoordination**) und zum Auftraggeber (durch die *BIM-Projektsteuerung*) gewährleistet ist.

Gesamtkoordinationssitzungen können auch in Kombination mit den Planungsbesprechungen durchgeführt werden, dies hat den Vorteil eines einheitlichen Verständnisses aller Planungsbeteiligten sowie einer zielgerichteten Ausrichtung der anstehenden Aufgaben (Verzahnung BIM-Themen und Planungsthemen).

Eine Gesamtkoordinationssitzung findet direkt im Anschluss zu einer **BIM-Gesamtkoordination**-Modellprüfung statt. Die **BIM-Gesamtkoordination** präsentiert die Prüfergebnisse innerhalb der Prüfsoftware und stimmt diese mit den verantwortlichen **BIM-Fachkoordination**en 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 **BIM-Fachkoordination**en können in der Gesamtkoordinationssitzung ihre fachmodell-internen Prüfergebnisse präsentieren und so bspw. Anforderungen an die anderen Fachmodelle konkretisieren und abstimmen. Die **BIM-Gesamtkoordination** protokolliert die Gesamtkoordinationssitzung und übergibt im Anschluss das Protokoll sowie die dazugehörigen Prüfberichte an die Beteiligten über die Kollaborations- und Kommunikationsplattform.

Prüfberichte der **BIM-Gesamtkoordination** und der **BIM-Fachkoordination** 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. Ein BCF-Kommentar enthält mindestens:
  - die GUID (Globally Unique Identifier) der betroffenen Elemente,
  - einen Namen,
  - eine Beschreibung,
  - hinterlegte Blickpunkte mit geeigneter Kameraposition auf die betroffenen Mängel,
  - eine Statusangabe (bspw. offen, gelöst, geschlossen) und
  - Zuweisung der Verantwortlichkeit an eine BIM-Organisationseinheit.
- Zusammensetzung des PDF-Prüfberichts: Ein Prüfbericht im Format PDF enthält nicht nur die Auflistung der Prüfergebnisse, sondern sollte vielmehr eine gute Übersicht über den Zustand der geprüften Fachmodelle bieten. Er beinhaltet auch das Einordnungsschema zu den Prüfergebnissen.

Das **Einordnungsschema** der **BIM-Gesamtkoordination** unterstützt die Einordnung der Prüfergebnisse in den aktuellen **Ausarbeitungsstand**. Dadurch lässt sich für alle Beteiligten und auch den Auftraggeber darstellen, wie weit die einzelnen Fachmodelle und auch das koordinierte Gesamtmodell den Anforderungen entsprechen. Ein Einordnungsschema sollte abbilden, 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 **BIM-Gesamtkoordination** 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 *Abstimmungen zu Gesamtkoordinationssitzungen* innerhalb einer Phase.

Zu *Abstimmungen zu Phasen-Ende/Meilenstein* werden dagegen **QualityGates** als Maßstab für die Weitergabe in die nächste Phase eingesetzt. Die Modelldaten können nur in den nächsten Planungsschritt übergeben werden, wenn die *QualityGate*s vollständig bestanden wurden oder verpflichtende Bedingungen zur Behebung von Mängeln getroffen wurden.

Das Erreichen eines *QualityGate*s bezeichnet nicht zwingend das Bestehen aller Prüfungen zu 100%. So ist ein vollständig (zu 100%) kollisionsfreies Gesamtmodell, bzw. einzelne Fachmodelle, zumeist nur mit großem Einsatz erreichbar. Kleinere Kollisionen können akzeptiert werden, wenn dadurch

- keine relevanten Abweichungen in den Mengen- und Massenermittlungen entstehen,
- die Ausführung nicht gefährdet ist und
- die Behebung dieser Kollisionen einen erheblichen Mehraufwand in der Modellierung bedeutet.

Dem gegenüber steht ein vollständig (zu 100%) ausformulierter **LOI** in den Fachmodellen zu einem Ende einer Phase bzw. zu einem Meilenstein. Ein vollständiger **LOI** in den Fachmodellen ist notwendig, um die Modelldaten in gesicherter Form in den folgenden Phasen weiter verwenden zu können.

Eine Einteilung, welche Prüfabfrage zu 100% oder zu entsprechend geringeren Prozentangaben für ein *QualityGate* bestanden sein muss, wird im **BAP (BEP)** festgelegt.

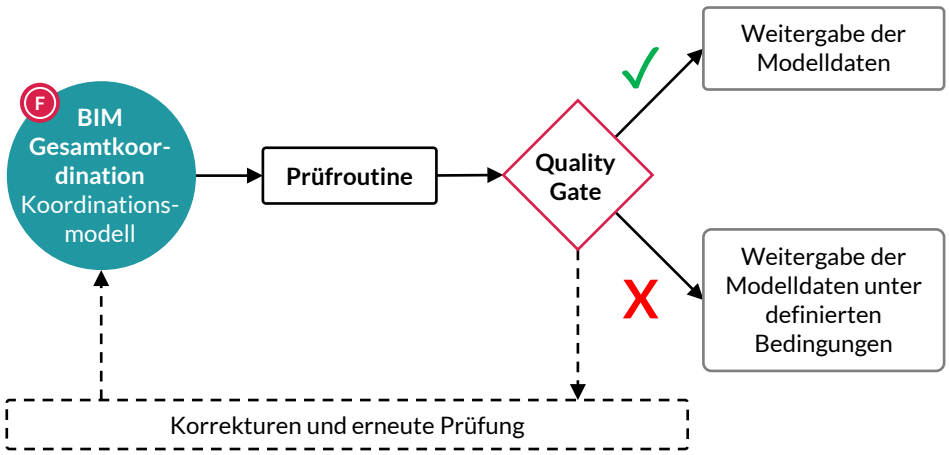


Abb. 4.13: Ablauf einer Prüfung

Um erfolgreich Koordinationssitzungen durchzuführen, ist es notwendig, bestimmte Schritte nacheinander durchzuführen. Handelt es sich um die erste Koordinationssitzung, ist zuvor Folgendes sicherzustellen:

- *BIM-Projektsteuerung*:
  CDE ist eingerichtet und die Organisationseinheiten wurden eingeschult bzw. haben den Zugang erhalten.
- **BIM-Gesamtkoordination**:
  BAP (BEP) enthält alle notwendigen Vorgaben (**Koordinationsplan**).

Sowohl für die erste, wie auch für alle folgenden, Koordinationssitzungen sind folgende Schritte von den **BIM-Fachkoordination**en durchzuführen:

- Prüfung des eigenen Fachmodells in der Prüfsoftware,
- Erstellung des Prüfberichts (.bcf und .pdf) sowie
- fristgerechte Bereitstellung des geprüften Fachmodells, der Prüfberichte und, falls gefordert, die aus dem Fachmodell abgeleiteten Planunterlagen auf der **CDE**. Informieren der **BIM-Gesamtkoordination** über die Bereitstellung.

Die **BIM-Gesamtkoordination** hat nun Zugang zu allen relevanten Daten und kann für die Koordinationssitzung die interdisziplinäre Koordination durchführen:

- Abholung der Fachmodelle von der **CDE** und Zusammenführung im Koordinationsmodell in der Prüfsoftware (dort als natives Prüfsoftwareformat). Anmerkung: handelt es sich nicht um die erste Koordinationssitzung werden die Modelle im Koordinationsmodell aktualisiert.
- Sichtung der einzelnen Fachmodelle auf Konformität (Lagerichtigkeit) zueinander.

- Durchführung der Prüfroutinen. Die Prüfung muss je Fachmodell durchgeführt werden, anschließend erfolgt die Prüfung der Fachmodelle gegeneinander (interdisziplinär).
- Teil der Prüfung ist die Sichtung der Ergebnisse und die Erstellung von *Issues* zu den festgestellten Problemstellungen, inklusive Zuweisung von Verantwortlichkeiten und Prioritäten.

Die Zeitspanne für die Prüfung der Fachmodelle kann je nach Größe des Projekts, Zeitpunkt/Phase bzw. Art des Projekts (Neubau, Umbau/Sanierung) variieren. Dies sollte bei der Erstellung des **Koordinationsplans** beachtet werden. Nachdem die **BIM-Gesamtkoordination** die Fachmodelle geprüft hat, wird die angesetzte Koordinationssitzung durchgeführt:

- **BIM-Gesamtkoordination**:
  Leitung der Koordinationssitzung und Präsentation der Ergebnisse. Je nach Umfang der *Issues* kann die **BIM-Gesamtkoordination** alle Problemstellungen ansprechen, oder eine Einschränkung auf die dringlichsten Themen vornehmen. Es werden jedoch alle *Issues* im Anschluss übermittelt.
- **BIM-Fachkoordination**:
  Möglichkeit der direkten Stellungnahme zu *Issues*. Sollten von der **BIM-Gesamtkoordination** angesprochene Problemstellungen gemäß der zuständigen **BIM-Fachkoordination** bereits gelöst worden sein, verbleibt das *Issue* dennoch bestehen, bis dies in der nächsten Koordinationssitzung verifiziert werden kann.
- **BIM-Gesamtkoordination**:
  Die bereits vorgenommene Zuweisung von Verantwortlichkeiten oder Prioritäten kann kollaborativ angepasst werden.
- **BIM-Gesamtkoordination**:
  Abschluss der Koordinationssitzung und anschließende Bereitstellung des Prüfberichts (.bcf und .pdf). Berichterstattung an die *BIM-Projektsteuerung*.

Die Koordinationssitzung ist das Herzstück der integralen Zusammenarbeit. Alle relevanten Organisationseinheiten nehmen Teil und bringen sich ein. Fallweise kann es im Projektverlauf zu neuen Erkenntnissen kommen, die eine Adaptierung des **BAP (BEP)** erfordern. Dies wird von der **BIM-Gesamtkoordination** durchgeführt und muss von der *BIM-Projektsteuerung* freigegeben werden.

Beispiele für typische Fragestellungen bei der Zusammenarbeit, Modellprüfung und *Issue*-Erstellung:

- Warum tragen sowohl Architektur- als auch Tragwerksplanungselemente die Merkmal-Information zu tragenden Elementen (LoadBearing ist true/false)?
  - Um das Fachmodell-Architektur mit dem der Tragwerksplanung vergleichen zu können (Modellvergleichs-Check), muss das Fachmodell-Architektur auf die tragenden Elemente in der Prüfung reduziert werden. Nicht-tragende Elemente des Fachmodell-Architektur werden beim Vergleich nicht beachtet.
  - Die Architektur muss der Tragwerksplanung für die Zusammenarbeit ein separates, reduziertes Fachmodell zur Verfügung stellen, das nur die tragenden Elemente enthält. Modellelemente, die nicht tragend sind oder Dokumentationselemente (Räume = IfcSpace) sind für die Tragwerksplanung und ihre durchzuführenden Arbeiten nicht relevant. In der Modellier-Erhebung wird hierzu eine eigenständige Übertragungskonfiguration definiert.
- Was muss bei der phasengerechten Modellprüfung beachtet werden?
  - Wenn die Phasen voranschreiten, sollte die Schärfe der Kollisionsprüfung angepasst werden. D.h. die Toleranzwerte für Überschneidungen werden in den Prüfregeln mit jeder neuen Phase nachjustiert. So kann die Überschneidung von Primären Bauteilen (siehe Abschnitt 4.3.4) im Vorentwurf mit einer Toleranz von 2 cm geprüft werden, in der Phase der Einreichung mit 0,5 cm.
  - Es sollte darauf geachtet werden, dass nur Modellelemente geprüft werden, die in der Phase relevant sind. In der Phase Entwurf ist die interdisziplinäre Prüfung von Haustechnik-Elementen gegen Architektur-Elemente z.B. auf die tragenden Architektur-Elemente (Primäre Bauelemente) sinnvoll, jedoch nicht gegen Ausbau-Elemente (= Elementklasse 1). Auch ist eine Einschränkung der Haustechnik-Elemente auf die Leitungsführungen und Zentralen sinnvoll. Die Räume des Architektur-Fachmodells werden in jeder Phase gegen die Modellelemente der Haustechnik geprüft, um die Mindest-Durchgangslichten sicherzustellen. Die Prüfung von eventuell bereits modellierten Auslässen (IfcOutlet) wäre in der Projektphase Entwurf verfrüht, da sich die Architektur-Elemente (z.B. Wände, Abhangdecken) noch ändern können.
- Wer ist bei interdisziplinären *Issues* verantwortlich?
  - Ergibt die Kollisionsprüfung zwischen dem Fachmodell der Architektur und dem Fachmodell der Haustechnik Mängel = Kollisionen, muss die BIM-Gesamtkoordination darauf achten, eine logische Abstimmungsreihenfolge vorzugeben. Kollidieren z.B. Kabeltrassen mit tragenden Wänden, so sollte eine Durchbruchsabstimmung eingefordert werden. Die Zuweisung erfolgt also an die Haustechnik, diese muss der Architektur die Bauangaben zur Durchbruchsabstimmung übermitteln. Ist die Lage der Durchbrüche für die Architektur stimmig, werden die Bauangaben freigegeben und die Durchbrüche im Architekturmodell eingearbeitet. Infolge sollten die zuvor gefundenen Kollisionen bei der nächsten Koordinationssitzung nicht mehr vorhanden sein. Im Fall von Durchbrüchen sei noch erwähnt, dass diese natürlich ebenfalls von der Tragwerksplanung gleichermaßen geprüft, freigegeben und eingearbeitet werden müssen. Die Zuweisung solcher Issues durch die BIM-Gesamtkoordination erfolgt also an die Haustechnik als verantwortliche Stelle, die Architektur und die Tragwerksplanung sind jedoch informativ ebenfalls im BCF-Kommentar angeführt.

4.3.6 Durchführen der Informationsbereitstellung

Die Durchführung der Datenübergabe ist ein Anwendungsfall, der zum Ende einer Phase bzw. eines Meilensteins eintritt. Er betrifft die abschließend zu übermittelnden Planungs-Ergebnisse einer Phase. Diese sind von der jeweiligen **BIM-Fachkoordination** auf der Kollaborations- und Kommunikationsplattform bereitzustellen. Für alle Informationsbereitstellungen gelten die Benennungsvorgabe und die Vorgaben hinsichtlich des Umfangs, wie diese im **BAP (BEP)** 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 **BIM-Gesamtkoordination**:
  - 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-Kommentare 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-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 nativen Arbeitsmodelle gilt:

- Dokumentation der eingesetzten Modellier- und CAD-Software 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** (*Use Case*), der in verschiedenen Phasen zum Einsatz kommt.

Anforderungen

Die Kostenermittlung findet in einer **Auswertungssoftware** statt. Hierbei werden Fachmodell-Daten weiterverwendet, welche zuvor von der **BIM-Gesamtkoordination** geprüft und für den Zweck einer Mengen- und Massenermittlung auf der Kollaborationsplattform autorisiert wurden (Statusangabe: *autorisiert*):

- Anforderung: gemäß *QualityGate* autorisierte Fachmodellstände.

Je nach Abstimmung zwischen der **BIM-Gesamtkoordination** und der die **Kostenermittlung durchführenden Rolle** können unterschiedliche Fachmodelldaten verwendet werden. Sie basieren jedoch immer auf den Vorgaben des **LOG** und **LOI** sowie den **Basismengen** (*Base-Quantities*), 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 Fachmodelldaten 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 Fachmodelldaten 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 infolge in die Leistungsverzeichnis-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 autorisierten Fachmodelle (IFC-Datei).
- Die Identifikation der Modellinhalte ist auf Grundlage der deklarierten IFC-Klassen, IFC-Typen, Materialzuordnungen und Standardmerkmale durchzuführen.
- Massen und Mengen müssen aus der Modellgeometrie abgeleitet werden.

4.3.8 Fortschreiben der Projektvorgaben im Verlauf der Planung

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

Als erstellende Rolle ist die **BIM-Gesamtkoordination** für die Fortschreibung des **BAP (BEP)** verantwortlich. Adaptierungen im **BAP (BEP)** sind immer mit der *BIM-Projektsteuerung* abzustimmen, um die Vorgaben und die Anforderungen des Auftraggebers auch weiterhin bedienen zu können.

Fortschreibungen des BAP (BEP) können basieren auf

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

Adaptierungen des **BAP (BEP)** müssen auch immer in die Richtung den projektbezogenen *Bauherr*-**AIA (EIR)** weitergegeben werden, wobei eine Fortschreibung der *Bauherr*-**AIA (EIR)** durch die *BIM-Projektleitung* nicht zwingend erforderlich ist. Jedoch sollten neue Erkenntnisse aus dem Projektverlauf dahingehend geprüft werden, ob diese in den projektunabhängigen Unternehmensstandard-**AIA (EIR)** einfließen sollten, um in zukünftigen Projekten die neuen Erkenntnisse beachten zu können. Die Aufgabe, den projektunabhängigen Unternehmensstandard-**AIA (EIR)** fortzuführen, liegt bei der *BIM-Projektleitung*, diese wird dabei von der *BIM-Projektsteuerung* 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 von modellgestützten Genehmigungsverfahren

Das *openBIM*-Modell als zentrale Stelle der Bauwerksdaten und -informationen weist vielfältige Potenziale für den gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks auf. Baueinreichung (AT), Baueingabe (CH) bzw. Bauantrag (DE) spielt derzeit im BIM-Projektzyklus kaum eine Rolle. Vielmehr stellt die derzeitige Einreichung für die BIM-Planung 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 Qualität des eingereichten Modells 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 *Austausch-Informationsanforderungen* (EIR) 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 *Bauherr* 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. Die Stadt Wien ging 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 in Abb. 4.14 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 definiert 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. In *Level 3* erfolgt ebenfalls die Fertigstellungsmeldung modellbasiert, die Behörde bekommt dadurch über die Zeit ein Digital TWIN seiner Kommune. Der letzte Schritt ist die Integrierung des derzeitigen Bauwerksbuch, wo laut Wiener Bauordnung sämtliche Wartungsintervalle und Zustandsbewertungen von relevanten Bauteilen dokumentiert werden, ins BIM-Modell.

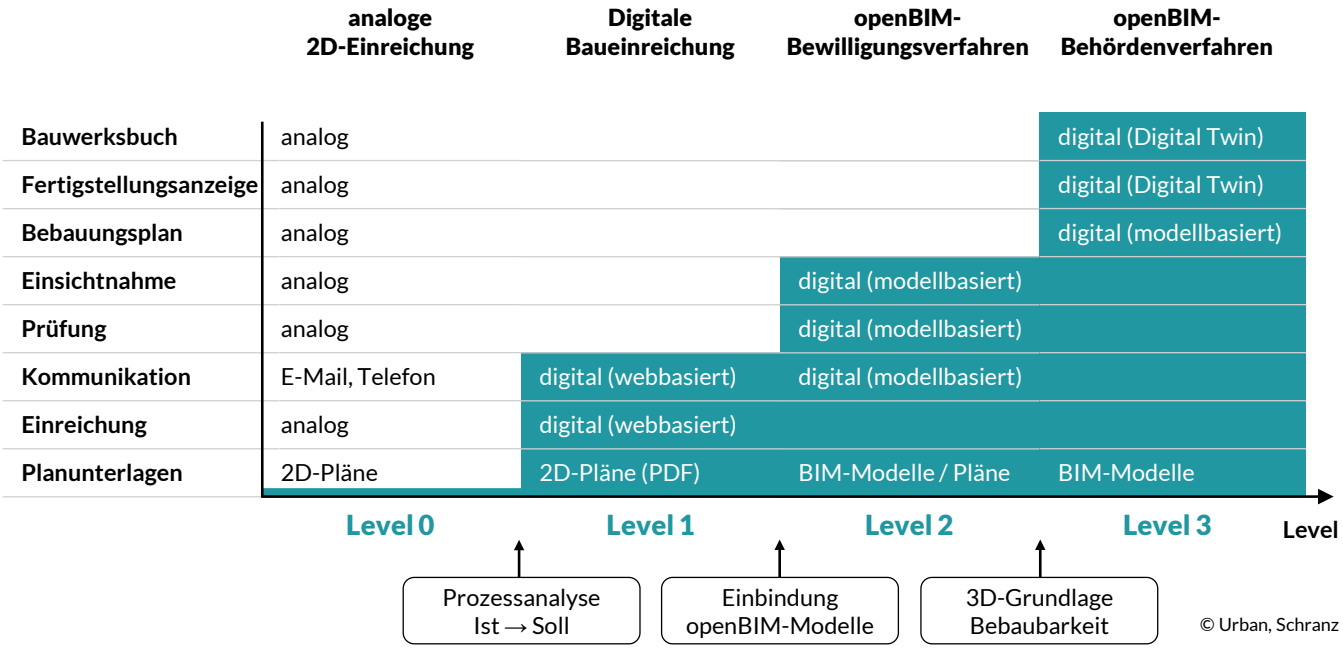


Abb. 4.14: Digitaler Reifegrad des Behördenverfahrens

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 Phase Entwurf erstmalig vollständig abgestimmte und ausreichend detaillierte Modellinhalte vorliegen. Die Übergabe an die Betriebsführung erfolgt mittels des Asset-Informationsmodell (AIM, gemäß ISO 19650).

Hierbei ist es notwendig, den vorgesehenen Umfang der Informationsbereitstellung im Informationsbereitstellungsplan im Zuge der **BAP**-Erstellung **(BEP)** (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 (BEP)** gelöst werden.

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

4.4 Ausschreibung und Vergabe

Die Phase »Ausschreibung und Vergabe« dient der Ermittlung und Beauftragung eines *Auftragnehmers für die Ausführung von Bauleistungen* (*AN-Ausführung*). Dies basiert auf Basis der erarbeiteten Grundlagen in der vorangegangenen Phase »Planung«.

(Leistungs-)phasen (LP):
🇦🇹 ÖNORM A 6241-2: »Planung« LP 2; »Ausschreibung und Vergabe« LP 2.6 & 3.0
🇩🇪 HOAI: »Planung« LP 2 bis 4; »Ausführungsplanung« LP 5; »Ausschreibung und Vergabe« LP 6; »Mitwirkung der Vergabe« LP 7
🇨🇭 SIA 112: »Planung/Projektierung« LP 3; »Ausschreibung« (und Vergabe) LP 4

Im Verlauf dieser Phase wird ausschließlich das Vergabeverfahren abgewickelt. Die BIM-Modelldaten können dabei zur Unterstützung (Erhebung der Massen und Mengen, Verdeutlichung der Planungsabsicht) verwendet werden. Allerdings sind sie nur eine Ergänzung zum eigentlichen Kernbestandteil der Ausschreibung: dem *Leistungsverzeichnis*. Die nachfolgenden Anwendungsfälle beschreiben ein derzeit (Stand 2024) 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 Fachmodell nicht enthalten sind (bspw. Dampfbremsen/-sperren). Zudem kann die Kollaborationsplattform bereits als Grundlage zur Verfahrensabwicklung genutzt und darauf Modelldaten an die Bieter zur Sichtung bereitgestellt werden. Die Phase schließt mit der Beauftragung eines *AN-Ausführung* sowie einer im **BAP (BEP)** einvernehmlich festgeschriebenen weiteren BIM-Vorgangsweise ab. Entsprechend der BIM-Kompetenzen des *AN-Ausführung* kann die Vergabe der Leistungen unterschiedliche Ausprägungen aufweisen (siehe Abschnitt 4.4.4) und muss beim Vergabeverfahren bereits berücksichtigt werden.

Bei der Massen- und Mengen-Ermittlung der Leistungspositionen sind jedenfalls Vereinbarungen zur Berücksichtigung etwaiger Werkvertragsnormen zu treffen. In 🇦🇹 Österreich dürfen diese gemäß ÖNORM A 6241-2:2015 auf Wunsch des Auftraggebers auch unberücksichtigt bleiben und stattdessen Netto-Mengen verwendet werden. In 🇩🇪 Deutschland sind je nach Auftraggeber Vergaberechtsgrundlagen zu beachten und nicht zu umgehen.

4.4.1 Bedarfsbewertung

Der Auftraggeber (Informationsbesteller) bzw. die *BIM-Projektleitung* und der zuständige *AN-Planung* identifizieren die projektbezogenen Anforderungen zur Vergabe der Errichtung sowie der entsprechend vorgesehenen Datenübergabe vom voraussichtlichen *AN-Ausführung* an den *AN-Planung* und legen die Informationsanforderungen für das Projekt fest. Als Grundlage für die Bedarfsbewertung dienen etwaige unternehmensweite, projektübergreifende Vorgaben, wie die *Bauherr*-**AIA (EIR)**. Als Bestandteil der Ausschreibung beschreibt diese die Anforderungen der strukturierten Datenübergabe im Zuge der Errichtung durch den *AN-Ausführung* in Abhängigkeit der Informationsbereitstellungsstrategie. Auftraggeber mit unternehmensinternen BIM-Projektkompetenzen ziehen als Grundlage die vordefinierten unternehmensweiten OIR, PIR und AIR bzw. die projektübergreifenden *Bauherr*-**AIA (EIR)** des Auftraggebers heran. Diese Dokumente deklarieren einheitlich die generellen Rahmenvorgaben hinsichtlich grundlegender, einheitlicher Verfahrensdurchführung sowie etwaigen Informationsbereitstellungen (insbesondere von

Produktinformationen vom *AN-Ausführung* an den *AN-Planung als wesentlicher Bestandteil der Baudokumentation*) über alle Projekte.

Im *ersten Schritt* legt der *AN-Planung* gemeinsam mit dem Auftraggeber bzw. der *BIM-Projektleitung* die für das Projekt geeignetste *Ausschreibung- und Vergabestrategie* fest. Dabei sind die Projektkomplexität sowie Projektumfang, die Einschätzung der Fähigkeiten der etwaigen Bieter und die entsprechenden Zielsetzungen des Auftraggebers die maßgeblichen Kriterien für das künftige Bieterfeld. Im *zweiten Schritt* fasst der Auftraggeber bzw. die *BIM-Projektleitung* diese *Anforderungen* projektbezogen zusammen. Damit stehen sie als Grundlage für die nachfolgende Zusammenstellung der *Bauherr*-**AIA (EIR)** zur Verfügung.

Die *Bauherr*-**AIA (EIR)** vermitteln den Bietern (Informationsbereitstellern) einen Überblick über

- die generelle projektbezogene BIM-Abwicklung,
- die angewendete Informationsbereitstellungsstrategie,
- ihre dahingehenden Aufgaben,
- der daraus resultierenden Verantwortlichkeiten während der Errichtung,
- die verwendete Plattform zur Datenübergabe bzw. Abwicklung des Ausschreibungsverfahrens,
- die Informationsanforderungen des Auftraggebers hinsichtlich Organisations-, Prozess- und Informationsvorgaben,
- Verwendungszweck der Informationen in der Betriebsphase,
- erforderliche Informationsbedarfstiefe (**LOIN**) und Gliederung der Baudokumentation,
- Annahmekriterien für jede Informationsanforderung (Projektinformationsstandards, projektbezogene Informationserzeugungsmethoden und -verfahren, Verwendung von Referenzinformationen oder gemeinsame Ressourcen),
- Unterstützende Informationen (Informationen zum Projekt, Dokumente und Leitfäden, Verweise auf anzuwendende Normen) sowie
- Termine in Bezug auf die Meilensteine.

Dadurch sind die Bieter in der Lage, ihre Aufwände zur Mitwirkung im BIM-Projekt präzise abschätzen zu können und in das Angebot einfließen zu lassen. Ebenso ist es den Bietern dadurch möglich, die BIM-Leistungsfähigkeit etwaiger zusätzlich notwendiger Subfirmen bemessen und in weiterer Folge prüfen zu können.

Der *AN-Planung* stellt die Referenzinformationen und gemeinsamen Ressourcen zusammen, die den Bietern (voraussichtlichen federführenden Informationsbereitstellern) während des Ausschreibungsverfahrens zur Verfügung gestellt werden sollen. Dies sind das Leistungsverzeichnis, die vom *digitalen Modell* abgeleiteten Planunterlagen (Ausführung- und Detailplanung) sowie die projektbezogenen Modellgrundlagen. Diese spezifischen Modellgrundlagen dienen insbesondere:

- als Beilage zur Ausschreibung (Verdeutlichung der Planungsabsicht),
- als Grundlage zur modellbasierten Ausarbeitung eines etwaigen alternativen Leistungsvorschlags durch den Bieter sowie
- als Grundlage zur modellbasierten Vervollständigung entsprechender Teilbereiche des Leistungsverzeichnisses.

Die zusammengestellten Dokumente werden gewöhnlich in der gemeinsamen Datenumgebung (CDE) des Projekts bereitgestellt. Für die Kollaborationsplattform ist üblicherweise die *BIM-Projektsteuerung* verantwortlich, folglich muss diese den Zugang für die Bieter einrichten. Die Einrichtung der CDE sollte vor der Ausschreibung durchgeführt werden, damit der Informationsaustausch zwischen den teilnehmenden Organisationseinheiten während der Ausschreibung sicher erfolgen kann. Folgende Voraussetzungen zur Durchführung der Ausschreibung und Vergabe müssen vorbereitet werden:

- 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 Evaluierung des vorgesehenen Funktionsumfangs.

Das Ergebnis ist eine Kollaborationsplattform, die gemäß den entsprechenden Vorgaben des **BAP (BEP)** 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 sich speziell auf die Durchführung dieses Anwendungsfalls konzentrieren. Diese werden auch als AVA-Plattformen bezeichnet.

4.4.2 Ausschreibung

Im Szenario der *BIM-gestützten Ausschreibung und Vergabe* erstellt der *AN-Planung* in Abstimmung mit dem Auftraggeber bzw. der *BIM-Projektleitung* ein Ausschreibungspaket mit allen Unterlagen. Im Vorfeld sind dabei folgende Arbeitsschritte relevant:

- Finale Ermittlung der Massen und Mengen für die Leistungspositionen aus den durch die **BIM-Fachkoordination** als auch durch die **BIM-Gesamtkoordination** geprüften und freigegebenen/autorisierten Fachmodellen gemäß den Vorgaben des **BAP (BEP)**,
- finale Abstimmung der **AIA (EIR)** (des Informationsbestellers) zur Beschreibung der Anforderungen einer strukturierten Datenübergabe im Zuge der Errichtung,
- rechtzeitige Abstimmung und Festlegung betreffend der Informationsbereitstellungsstrategie mit dem Auftraggeber (Informationsbereitstellung As-Built-Dokumentation durch *AN-Planung* oder durch *AN-Ausführung*) sowie
- Abstimmung etwaiger Bestbieterkriterien in Bezug auf die benötigten Fähigkeiten zur Mitwirkung des Ausführenden im BIM-Projekt, bspw. zur strukturierten Übergabe von Produktinformationen.

Dabei sollten ergänzend zum herkömmlichen Vergabeprozess folgende Punkte für die *BIM-gestützte Ausschreibung und Vergabe* berücksichtigt werden:

- Festlegung der Austausch-Informationsanforderung,
- Informationen zu den gemeinsamen Referenzinformationen und Ressourcen (z.B. Kollaborationsplattform, AVA-Plattform, Bibliotheken, Baudokumentationsvorgaben usw.),
- Informationen zu den Meilensteinen der Bereitstellung von Projektinformationen,
- Methoden und Verfahren zur Erzeugung von Projektinformationen sowie
- Bewertungskriterien für den Bestbieter (optional).

Das Ergebnis sind fertiggestellte und abgestimmte Unterlagen für die Ausschreibung, gemäß den Vorgaben des **BAP (BEP)**. Anschließend wird in folgenden Schritten verfahren, um den Bestbieter für die Ausführung der Errichtung zu ermitteln:

1. Bekanntgabe der zusammengestellten Ausschreibung, ggf. Ladung vorgesehener Bieter,
2. Bieter melden Interesse an und bekommen Zugang zur Kollaborationsplattform (bzw. der gesonderten AVA-Plattform) sowie
3. Bieter erhalten auf der Kollaborationsplattform (bzw. der gesonderten AVA-Plattform) alle relevanten Ausschreibungsunterlagen – insbesondere:
   a. das Leistungsverzeichnis,
   b. die relevanten Fachmodelle (optimal barrierefrei mittels integrierter Viewer-Funktionalität und visualisierter Verknüpfung zum Leistungsverzeichnis),
   c. die vom *digitalen Modell* abgeleiteten Ausführungs- und Detailpläne sowie
   d. die **AIA (EIR)** (des Informationsbestellers) zur Beschreibung der generellen, projektbezogenen BIM-Abwicklung, der dahingehenden Aufgaben des Ausführenden sowie dessen Verantwortlichkeiten während der Errichtung.

In Österreich existiert Standardleistungsbeschreibungen für Hochbau, Haustechnik bzw. Verkehr und Infrastruktur, deren Leistungsbeschreibung gemäß ÖNORM A 2063-1 strukturiert sind. In der ÖNORM A 2063-2 wird nun eine gemeinsame Datenbasis zwischen IFC und der AVA angestrebt, dies erfolgt über sogenannte AVA-Elemente. Dabei werden die BIM-Projektelementlisten über die AVA-Elemente zu einer standardisierten Leistungsbeschreibung (z.B. LB Hochbau) in Verbindung gesetzt.

In Deutschland wird in der Regel nach STLB-Bau einheitlich und VOB-konform ausgeschrieben.

4.4.3 Angebotsabgabe

Die Bieter (voraussichtlichen federführenden Informationsbereitsteller) erarbeiten innerhalb der definierten Frist ein Angebot für die ausgeschriebenen Leistungen. Sie stellen das Ergebnis auf die Kollaborationsplattform (bzw. der gesonderten AVA-Plattform) bereit. Unter anderem müssen folgende Aktivitäten durchgeführt werden:

- Nennung der zuständigen und kompetenten Personen aus der eigenen BIM-Organisationseinheit, welche das Funktionsmanagement in Übereinstimmung mit den *Bauherr*-**AIA (EIR)** des Bestellers übernehmen. Alternativ kann der Bieter diese Rolle auch an Subfirmen (Aufgabenteam) vergeben, eine genaue Leistungseingrenzung und dessen Kompetenzen sind hierfür zwingend dem *AN-Planung* und der *BIM-Projektsteuerung* bzw. dem Auftraggeber nachzuweisen;
- Festlegung des (vorläufigen) **BAP (BEP)** des Informationsbereitstellungsteams – als formaler Umsetzungsvorschlag – mit Bekanntgabe folgender Themenpunkte:
  - Qualifikationen,
  - Informationsbereitstellungsstrategie,
  - Federationsstrategie,
  - Verantwortungsmatrix der BIM-Organisationseinheit(en),
  - Erarbeitung von Ergänzungen oder Änderung von Prozessabläufen zur Erzeugung von Projektinformationen sowie
  - Aufstellung bezüglich der zur Anwendung kommenden Software, Hardware und IT-Infrastruktur;

- Zusammenfassung der Fähigkeits- und Kapazitätsbewertung des *AN-Ausführung*;
- Festlegung eines Mobilisierungsplans *AN-Ausführung* sowie
- Erfassung des Risikos des Bereitstellungsteams *AN-Ausführung*.

Abschließend wird die Zusammenstellung des Angebots des Bereitstellungsteams *AN-Ausführung* durchgeführt. Dieses sollte beinhalten:

- Angebot entsprechend dem Leistungsverzeichnis,
- (vorläufiger) **BAP (BEP)** des Informationsbereitstellungsteams,
- Zusammenfassung der Fähigkeits- und der Kapazitätsbewertung,
- Mobilisierungsplan sowie
- Risikobewertung *AN-Ausführung*.

4.4.4 Vergabe/Informationsbestellung

Die *AN-Planung* analysiert in enger Abstimmung mit dem Auftraggeber der *BIM-Projektleitung* die auf der Kollaborationsplattform bzw. AVA-Plattform von den Bietern übermittelten Angebote und erstellt daraus automationsgestützt den Preisspiegel zum qualifizierten Vergleich der Bieterdaten. Dieser dient als Grundlage zur Vorbereitung der Verhandlungen. Im Szenario der *BIM-unterstützten Vergabe* sind weiters folgende Arbeitsschritte relevant:

1. Die *BIM-Projektsteuerung* prüft die vorläufigen **BAP (BEP)** der jeweiligen Bieter und berät diesbezüglich den Auftraggeber bzw. die *BIM-Projektleitung*.
2. Feststellen des BIM-Leistungsvermögens der jeweiligen Bieter durch die *BIM-Projektsteuerung* und Erstellen einer Zusammenfassung für den Auftraggeber bzw. die *BIM-Projektleitung*.
3. Festlegung bzw. Anpassung der Informationsbereitstellungsstrategie für die Errichtung durch den Auftraggeber bzw. der *BIM-Projektleitung* auf Grundlage der Ergebnisse der vorigen zwei Punkte.
4. Durchführung der Verhandlungen bzw. Nachverhandlungen mit dem Bestbieter bzw. zweit-/drittgereihten Bietern. Etwaige Nachbesserungen der Angebote werden über die Kollaborationsplattform (bzw. der gesonderten AVA-Plattform) bereitgestellt, geprüft und analysiert.
5. Erteilung des Zuschlags bzw. im Falle einer erfolglosen Verhandlung, Abänderung der Ausschreibung mit geänderten Kriterien bzw. anderen geforderten Leistungen.

Die Kriterien für den Bestbieter berücksichtigen projektbezogene Aspekte, die aktuelle Marktsituation und die BIM-Leistungsfähigkeit der BIM-Rollen.

Informationsbereitstellungsstrategie für die Errichtung

Bereits in der Phase »Ausschreibung« muss die *BIM-Projektleitung* und die *BIM-Projektsteuerung*, gemeinsam mit dem Auftraggeber, eine Informationsbereitstellungsstrategie der As Built-Dokumentation bzw. der behördlichen Nachweisführung erarbeiten und in den *Bauherr*-**AIA (EIR)** des Informationsbestellers festschreiben. Hierbei können grundsätzlich die folgenden nformationsbereitstellungsstrategie für die As-Built-Dokumentation bzw. behördliche Nachweisführung zur Anwendung kommen:

- Informationsbereitstellung durch *AN-Planung*
- Informationsbereitstellung durch *AN-Ausführung*

Abhängig von der gewählten Informationsbereitstellungsstrategie unterscheiden sich die darauffolgenden Arbeitsschritte und Vorgehensweisen bei der Informationsbestellung. Ebenso muss bei der Wahl der Informationsbereitstellungsstrategie die vertragliche Situation zwischen Auftraggeber und *AN-Planung* bzw. *AN-Ausführung* beachtet werden.

Informationsbereitstellung durch AN-Planung
Bei dieser Strategie ist der *AN-Planung* mit den Leistungen der As-Built-Dokumentation bzw. der behördlichen Nachweisführung für das Projekt beauftragt und begleitet die Errichtung im Kontext der Phase »Begleitung der Bauausführung«.

Durch die Weiterführung der *digitalen Modelle* durch den *AN-Planung* können bei dieser Informationsbereitstellungsstrategie für die eigentliche Baudurchführung auch ausführende Organisationseinheiten beauftragt werden, die nur wenig bzw. keine BIM-Leistungsfähigkeit haben. Die Verantwortlichkeitsmatrix und die Festlegung der Rollen in der BIM-Organisationsstruktur des *AN-Planung* wird nach der Planungsphase beibehalten, die **BIM-Rollen** müssen dabei mit den Leistungen »Begleitung der Bauausführung« inkl. der optionalen Leistungen »Nachführung der Unterlagen« durch den Auftraggeber beauftragt werden.

Nach erfolgter Informationsbestellung erörtern die *BIM-Projektleitung* und die *BIM-Projektsteuerung* mit dem *AN-Ausführung* die Projektstrategie im Rahmen der *Bauherr*-**AIA (EIR)** des Informationsbestellers für die Errichtung, um eine einheitliche Sichtweise über die Projektanforderungen und Prozesse herzustellen. Die über die gesamte Ausführungsphase für das Projekt verantwortlichen **BIM-Rollen** werden dabei über alle erarbeiteten Vorgaben in ihrem vollständigen Umfang informiert (Regelwerke, Leitfäden, Leistungsbilder, Workflows, Qualitätssicherung, Verantwortlichkeiten, Meilensteine, Ziele).

Nach durchgeführter Projektvorstellung werden bei der **BAP**-Erhebung **(BEP)** die Projektanforderungen und Prozesse zwischen der *BIM-Projektleitung*, der *BIM-Projektsteuerung* und der *AN-Planung* sowie *AN-Ausführung* einvernehmlich geklärt. Die Moderation dieser Tätigkeit wird durch die *BIM-Projektsteuerung* übernommen. Die Ergebnisse werden im **BAP (BEP)** durch die **BIM-Gesamtkoordination** der *AN-Planung* nachgezogen. Sie bilden somit die einvernehmliche Vorgehensweise für die Errichtung. Das Ergebnis der BAP-Erhebung (BEP) ist ein bestätigter bzw. fortgeschriebener **BAP (BEP)** mit einer aktualisierten und detaillierten Verantwortungsmatrix sowie präzisierter Anwendungsfallbeschreibungen.

Es können bezüglich der Festlegung der Autorenschaft für die Fachmodelle jedoch auch gemischte Strategien verfolgt werden. Dabei bleibt bspw. das Fachmodell Architektur weiterhin in der Sphäre der **BIM-Fachkoordination** Architektur (*AN-Planung*), das Fachmodell Gebäudetechnik wechselt dabei zum *AN-Ausführung*. Allerdings sind dabei wiederum die Aufwände zur Modellübergabe zu berücksichtigen. Der damit verbundene Wechsel der Modellführung bzw. etwaige Wechsel der verwendeten BIM-Autorensoftware ist zeitaufwändig und verlustbehaftet. Dahingehende Entscheidungen müssen daher immer die gesamten Aufwände den erzielbaren Mehrwert gegenüberstellen. Generell gilt: Kurzfristig erzielbare Einsparungen bei der Errichtung dürfen nicht langfristig erzielbare Einsparungen im Betrieb, wie sie im Zuge der Planung entwickelt wurden, zunichtemachen.

Informationsbereitstellung durch AN-Ausführung
Bei dieser Informationsbereitstellungsstrategie verschiebt sich die Autorenschaft der *digitalen Fachmodelle* als auch die Rolle der **BIM-Gesamtkoordination** in die Sphäre des *AN-Ausführung*. Die weiteren Koordinationen und Prüfungen der Fachmodelle im Verlauf der Montage- und Werkstattplanung (*M+W-Planung*) – insbesondere bei Änderungen und Abweichungen – wird durch die **BIM-Gesamtkoordination** der *AN-Ausführung* durchgeführt. Die Freigabe zur Ausführung der *M+W-Planung* erfolgt über die jeweils zuständige, mit den Leistungen »Begleitung der Bauausführung« beauftragte **BIM-Fachkoordination** des *AN-Planung* in Abstimmung mit der *BIM-Projektsteuerung* als auch durch den Auftraggeber.

Nach erfolgter Erteilung des Zuschlags entwickelt die *BIM-Projektleitung* sowie die *BIM-Projektsteuerung* gemeinsam mit dem beauftragten *AN-Ausführung* die Projektstrategie als auch die **Austausch-Informationsanforderungen** für die Errichtung. Dazu stellen die *BIM-Projektleitung* sowie die *BIM-Projektsteuerung* die erarbeiteten Grundlagen (Regelwerke, Leistungsbilder, *Bauherr*-**AIA (EIR)**) in ihrem vollständigen Umfang dem beauftragten *AN-Ausführung* vor und erläutern die Details. 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. Dabei gibt der *AN-Ausführung* auch die konkrete Festlegung der verantwortlichen Personen für die Datenübergaben bzw. die geforderten **BIM-Organisationseinheiten** bekannt.

Darauffolgend findet die *BIM-Erhebung* des Projekts statt. In diesem legt der *AN-Ausführung* konkret fest, wie und in welchen Schritten er die Vorgaben des Auftraggebers (aus den *Bauherr*-**AIA (EIR)**) umsetzt. Die *BIM-Projektsteuerung* moderiert diesen Prozess, die dazugehörigen Inhalte fließen vom *AN-Ausführung* ein. Die Ergebnisse daraus münden in den fortgeschriebenen **BAP (BEP)** – welcher federführend durch die **BIM-Gesamtkoordination** des *AN-Ausführung* fortgeschrieben wird. Das Ergebnis dieser Tätigkeit ist eine einvernehmlich festgelegte und im **BAP (BEP)** durch die **BIM-Gesamtkoordination** des *AN-Ausführung* festgeschriebene Vorgangsweise. Diese ist auf die tatsächlichen Fähigkeiten des im Projekt agierenden Personals des *AN-Ausführung* sowie deren BIM-Applikationen abgestimmt und verläuft im Rahmen der generellen Vorgabe – den vordefinierten unternehmensweiten **OIR**, **PIR** und **AIR** bzw. projektübergreifenden *Bauherr*-**AIA (EIR)**.

Durch die Übergabe der Autorenschaft für die Fachmodelle vom *AN-Planung* zum *AN-Ausführung* kommt der Regulierung des **Projekt-Informationsmodells PIM** eine essenzielle Bedeutung zu. Aus diesem Grund findet im Anschluss die Modellier-Erhebung statt. Die Modellier-Erhebung wird von der *BIM-Projektsteuerung* durchgeführt und dient dazu, die Vorgaben zur modellbasierten Projektdurchführung gemäß dem **BAP (BEP)** des Informationsbereitstellers zu evaluieren bzw. sicherzustellen, dass der *AN-Ausführung* die vorgesehenen Aufgaben zur Modellfortschreibung in erforderlicher Qualität durchführen kann, mit den jeweils vorgesehenen BIM-Applikationen. Dabei muss der *AN-Ausführung* relevante Anwendungsfälle nachweislich erfolgreich abwickeln und die Vorgaben aus dem **BAP (BEP)** anhand eines Modellausschnitts auszugsweise durchführen. Dazu zählt insbesondere die native Übernahme der Modelldaten in die eigene BIM-Applikation sowie die Sicherstellung deren Weiterbearbeitbarkeit. Diese Schritte sind zwingend vor Beginn der Errichtung abzuschließen, um eine uneingeschränkte Durchführbarkeit der BIM-Errichtung seitens des *AN-Ausführung* zu gewährleisten.

Wurde die Prüfung der Methoden und Verfahren zur Informationserzeugung positiv durchlaufen, so ist der *AN-Ausführung* in der Lage, ab der kommenden Bauvorbereitung bzw. die *M+W-Planung* über die gesamte Errichtung bis zur Bauübergabe am BIM-Projekt zu partizipieren. Der *AN-Ausführung* kann somit vorhandene BIM-Informationen weiterverwenden, fortschreiben und auf dieser Grundlage benötigte Informationen strukturiert bereitstellen. Die Zusammenarbeit im gesamten Projektteam über Planung und Errichtung erfolgt somit ohne Medienbrüche.

Auf Basis des **BAP (BEP)** muss der *AN-Ausführung* die **Austausch-Informationsanforderungen für jeden Informationsbereitsteller** (Sub-Organisationseinheit) erstellen, damit die eindeutige Informationsanforderung, die erforderliche Informationstiefe, die geforderte Qualität als auch die vereinbarten Meilensteine eingehalten werden. Zusätzlich muss der *AN-Ausführung* mit allen Sub-Firmen einen **aufgabenbezogenen Informationsbereitstellungsplan (TIDP)** erstellen und in einem **Master-Informationsbereitstellungsplan (MIDP)** zusammenführen und diesen der *BIM-Projektsteuerung* zur Verfügung stellen. Der **Master-Informationsbereitstellungsplan (MIDP)** wird zudem über die gesamte Ausführungsphase mittels einer Änderungskontrolle verwaltet.

Informationsbereitsteller sind bspw. Sub-Gewerke oder auch Lieferanten von Baustoffen bzw. Bauprodukten, welche digitale Produktinformationen (gemäß ISO 23386) bereitstellen.

4.5 Errichtung

Die Phase »Ausführung« dient der Durchführung der Errichtung des Bauvorhabens durch den in der vorherigen Phase ermittelten *AN-Ausführung*. Die Umsetzung basiert auf Grundlage der in der Phase »Planung« erarbeiteten Grundlagen.

(Leistungs-)phasen (LP):
🇦🇹 ÖNORM A 6241-2: »Errichtung« LP 4
🇩🇪 HOAI: »Mitwirkung der Vergabe« LP 7; »Objektüberwachung – Bauüberwachung und Dokumentation« LP 8
🇨🇭 SIA 112: »Realisierung« LP 5

4.5.1 Durchführen der modellgestützten Bauzeitplanung

Die Durchführung einer 4D-BIM-Planung hat im Projekt (zumeist) einen dokumentierenden Charakter und dient der Abbildung des geplanten bzw. erfolgten Bauverlaufs. Hierzu werden mit dem *AN-Ausführung* die entsprechenden Merkmale abgestimmt und entsprechend im Fachmodell verortet. In Abhängigkeit der angewendeten Informationsbereitstellungsstrategie werden die Merkmale entweder durch *AN-Planung* mit Hilfe der Angaben durch *AN-Ausführung* oder durch die *AN-Ausführung* selbst fortgeschrieben. Werden die Fachmodelle für eine Zwischenabrechnung für Gewerke herangezogen, dann müssen diese durch die **digitale Örtliche Bauaufsicht** auf Übereinstimmung des Ist-Zustands verifiziert werden.

Zur Durchführung einer 4D-BIM-Planung ist eine den Taktungen des Bauablaufs entsprechende Modellgliederung erforderlich – bspw. in Betonierabschnitte.

Anforderung
Die modellgestützte Bauzeitplanung wird auf Grundlage folgender Regeln durchgeführt:

- Zugang zur Kollaborationsplattform ist für den *AN-Ausführung* und die *Örtliche Bauaufsicht* herzustellen. Wird die Projektstrategie *Informationsbereitstellung durch AN-Planung* durchgeführt, ist zusätzlich ein Zugang für die *AN-Planung* erforderlich.
- Sämtliche Änderungen und Abweichungen sind von der *verantwortlichen BIM-Rolle* im jeweiligen Fachmodell nachzuführen.
- Bereitstellung der nachgeführten und geprüften Fachmodelle von den *verantwortlichen BIM-Rollen* auf der Kollaborationsplattform.
- *AN-Ausführung* stellt die Bauzeitpläne zur Verfügung

Durchführung

- Verknüpfung der Fachmodelle mit dem Bauzeitplan durch die *verantwortliche BIM-Rolle und*
- Verifizierung des Baufortschritts durch die *Örtliche Bauaufsicht*.

Ergebnis

- Visuelle Darstellung des modellbasierten Bauzeitplans
- Visuelle Darstellung des modellbasierten Baufortschritts
- Verifizierte Zwischenabrechnung für Gewerke

4.5.2 Durchführen der Montage- und Werkstattplanung (M+W-Planung)

Die *M+W-Planung* wird vom *AN-Ausführung* durchgeführt und dient als Grundlage für die Herstellung von Bauteilen und Bauelementen, dabei stimmt dieser die Verwendung der vorgesehenen Bauprodukte entsprechend den Vorgaben *AN-Planung* ab. Die Durchführung der *M+W-Planung* erfolgt grundsätzlich mittels Fachmodellen und 2D-basierten Detailzeichnungen. Das Ergebnis ist eine *M+W-Planung*, welche allen beteiligten Gewerken des *AN-Ausführung* detailliert die Errichtung mit den vorgesehenen Bauprodukten beschreibt. Das Zusammenspiel zwischen dem vollkoordinierten und durchoptimierten Fachmodell der *AN-Planung* mit der *M+W-Planung* des *AN-Ausführung* ist im **BIM-Abwicklungsplan BAP (BEP)** in Abhängigkeit der *Informationsbereitstellungsstrategie* festgelegt.

Im Fall der Informationsbereitstellung der **As-Built-Dokumentation** durch den *AN-Planung* bleibt die Autorenschaft für die Weiterführung der Fachmodelle bei der verantwortlichen **BIM-Fachkoordination** *AN-Planung*. Die ausführende Organisationseinheit (=*AN-Ausführung*) stellt dieser die *M+W-Planung* idealerweise in Form von Fachmodellen oder alternativ als 2D-Pläne zur Verfügung. Die bereitgestellten Unterlagen werden von der zuständigen **BIM-Fachkoordination** *AN-Planung* gesichtet und in das Fachmodell übernommen. Anschließend erfolgt die interne Überprüfung des Informationsmodells in Übereinstimmung mit den Methoden und Verfahren der Informationserzeugung gemäß dem **BAP (BEP)**. Bei einer erfolgreichen Bewertung wird das Fachmodell an die **BIM-Gesamtkoordination** *AN-Planung* zur Abstimmung und Überprüfung mit dem Koordinationsmodell übermittelt. Liegt eine Freigabe/Autorisierung durch die **BIM-Fachkoordination** *AN-Planung* als auch **BIM-Gesamtkoordination** *AN-Planung* vor, muss die *BIM-Projektsteuerung* in Abstimmung mit dem Auftraggeber die finale Freigabe/Autorisierung zur Ausführung erteilen.

Wird die Informationsbereitstellung der As-Built-Dokumentation durch den *AN-Ausführung* durchgeführt, so erstellt jeder Informationsbereitsteller (Sub-Organisationseinheit) gemäß dem definierten **aufgabenbezogenen Informationsbereitstellungsplans TIDP** ein Fachmodell für die *M+W-Planung*. Zusätzlich zum Fachmodell werden herkömmliche 2D-Detailzeichnungen erstellt, die zum besseren Verständnis und deren Zugehörigkeit im *digitalen Modell* verknüpft werden. Der Verfasser der *M+W-Planung* führt vor der Bereitstellung der Unterlagen eine Qualitätssicherungsprüfung des *digitalen Modells* entsprechend dem **BAP (BEP)** durch. Bei erfolgreicher Prüfung wird das Fachmodell auf der Kollaborationsplattform zur Prüfung und Freigabe durch die **BIM-Gesamtkoordination** *AN-Ausführung* bereitgestellt. Nach erfolgreicher Prüfung der Fachmodelle der *M+W-Planung* im Kontext des federierten Koordinationsmodell durch die **BIM-Gesamtkoordination** *AN-Ausführung* erfolgt eine Bewertung und Freigabe/Autorisierung durch die verantwortliche **BIM-Fachkoordination** *AN-Planung*. Die finale Freigabe/Autorisierung zur Ausführung erteilt der Auftraggeber bei positiver Prüfung.

Generell ist bereits im Verlauf der Ausschreibung und Vergabe mittels entsprechend formulierter Eingrenzungen in den Ausschreibungsunterlagen sicherzustellen, dass die Rahmenvorgaben des Planungsmodells in der *M+W-Planung* (im Wesentlichen) nicht überschritten werden. Die vollkoordinierte und durchoptimierte Qualität des Planungsmodells vom *AN-Planung* soll gehalten werden. Im Falle von Umplanungen aufgrund von Änderungen durch den *AN-Ausführung* muss sichergestellt sein, dass diese Umplanungen einen gesamthaften Mehrwert erzeugen. Darüber hinaus muss der Aufwand zur Modellfortschreibung berücksichtigt werden.

Die *M+W-Planung* wird auf Grundlage folgender Regeln durchgeführt:

- Zugang zur CDE ist für den *AN-Ausführung* herzustellen,
- bereitgestellte Ausführungs- und Detailplanung des *AN-Planung* auf der CDE,
- mit den jeweils zugehörigen Bauelementen der *digitalen Modelle* verknüpfte Detailplanung des *AN-Planung* (mittels BCF-Kommentare bzw. BCF-Datei),
- Bereitstellung der entsprechenden Unterlagen der *M+W-Planung* ist auf der Kollaborationsplattform durch den *AN-Ausführung* in digitaler Form durchzuführen und
- Freigabe der *M+W-Planung* ist digital auf der Kollaborationsplattform durch die zuständige **BIM-Fachkoordination** des *AN-Planung* als auch *BIM-Projektsteuerung* bzw. Auftraggeber durchzuführen.

Bei der Informationsbereitstellungsstrategie *As-Built-Dokumentation durch AN-Planung* gilt zusätzlich folgende Festlegung:

- Ist eine Überarbeitung der *digitalen Modelle* des *AN-Planung* auf Grund falscher oder unvollständiger Angaben des *AN-Ausführung* erforderlich, werden die Aufwendungen des *AN-Planung* erfasst (getrennt nach den einzelnen Fachplanern bzw. Disziplinen) und dem *AN-Ausführung* abgezogen.
- Sämtliche Projektänderungen sind, unabhängig vom Änderungsgrund, nach Freigabe der *BIM-Projektsteuerung* an die zuständige **BIM-Fachkoordination** des *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 **Örtlichen Bauaufsicht**. Die Änderungen sind jedenfalls modellbasiert mittels BCF-Kommentare bzw. BCF-Datei zu übermitteln.

Durchführung

Für die Durchführung der *M+W-Planung* gelten folgende Vorgaben:

- Der *AN-Planung* stellt Ausführungs- und Detailplanung (bestehend aus digitalen Modellen, Plänen, Details) auf der Kollaborationsplattform zur Verfügung.
- Der *AN-Ausführung* erarbeitet auf dieser Grundlage die erforderliche *M+W-Planung* (digitale Modelle einschl. den entsprechenden Ausführungsdetails, der konkreten Auswahl der Produkte etc.) samt zugehöriger Dokumente.
- Der *AN-Ausführung* stellt die erarbeitete *M+W-Planung* bestehend aus digitalen Modellen, samt zugehöriger Dokumente auf der Kollaborationsplattform bereit.
- Der *AN-Ausführung* verknüpft Detailplanung (aus *M+W-Planung*) auf der Kollaborationsplattform mit den digitalen Modellen des *AN-Planung* mittels BCF-Kommentare bzw. BCF-Datei.
- Die zuständige **BIM-Fachkoordination** des *AN-Planung* vergleicht die Ausführungs- und Detailplanung mit der *M+W-Planung* des *AN-Ausführung*. Werden Abweichungen (Position, Dimension, Spezifikation) identifiziert, müssen Auswirkungen auf die bestehende Planung durch den *AN-Planung* geprüft werden.
- *AN-Planung* stimmt sich mit der **Örtlichen Bauaufsicht** und der *BIM-Projektsteuerung* ab, wie mit einer Änderung verfahren wird. Der *AN-Ausführung* ändert ggf. die *M+W-Planung* ab.
- Die zuständige **BIM-Fachkoordination** prüft die bereitgestellten Unterlagen der *M+W-Planung* des *AN-Ausführung*, gibt diese frei und informiert die *BIM-Projektsteuerung* sowie den Auftraggeber.
- Die finale Freigabe zur Ausführung wird durch den Auftraggeber bei positiver Prüfung erteilt.

Ergebnis
Folgende Ergebnisse sind im Verlauf der *M+W-Planung* herzustellen:

- Eine freigegebene *M+W-Planung* des *AN-Ausführung*, welche in der Ausführungs- und Detailplanung des *AN-Planung* integriert wurde, und
- eine freigegebene *M+W-Planung* des *AN-Ausführung*, welche als Grundlage für die Errichtung genutzt werden kann.
- Alle Unterlagen der *M+W-Planung* des *AN-Ausführung* liegen in digitaler Form auf der Kollaborationsplattform vor.
- Die Detailplanung des *AN-Ausführung* 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

Die eingesetzte *Vermessung* sowie die verantwortlichen Autoren der Fachmodelle führen die baubegleitende As-Built-Dokumentation durch. Damit gewährleisten sie die Konformität der Errichtung zu den Planungsvorgabe (auf Stand der *M+W-Planung*). 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 Fachmodell dokumentiert werden. Die dahingehenden Vorgaben zur Durchführung sowie die dazugehörigen vorgesehenen Verantwortlichkeiten sind im **BAP (BEP)** 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 Bauzustands (Ist-Zustand) ist gemäß der nachfolgenden Beschreibung durch qualifiziertes Personal der *Vermessung* mittels Laserscanner durchzuführen.
- Die *Örtliche Bauaufsicht* meldet Fertigstellungstermine rechtzeitig der *Vermessung*.
- Der *AN-Ausführung* gewährleistet die grundsätzliche optische Erreichbarkeit der fertiggestellten Leistungen zum Fertigstellungstermin.
- Die Aufnahme des Bauzustands (Ist-Zustand) erfolgt zu folgenden grundsätzlichen Phasen der Ausführung. Die genauen Zeitpunkte der Durchführung sind durch die *Örtliche Bauaufsicht* in Abstimmung mit *AN-Ausführung* festzulegen:
  - Fertigstellung Rohbau (geschossweise)
  - Fertigstellung TGA/Sammeltrassen (geschossweise)
  - 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* ist über die Kollaborationsplattform durchzuführen.

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

- Der *AN-Ausführung* meldet der *Örtlichen Bauaufsicht* bevorstehende Fertigstellungstermine.
- Der *AN-Ausführung* stimmt die Termine für Aufnahme des Bauzustands (Ist-Zustand) mit der *Örtlichen Bauaufsicht* ab.
- Die *Örtliche Bauaufsicht* meldet der *Vermessung* Termine für Aufnahme des Bauzustands (Ist-Zustand).
- Der *AN-Ausführung* bereitet den fertiggestellten Abschnitt (geschossweise) zum Aufnahme-Zeitfenster vor und gewährleistet optische Erreichbarkeit (z.B. Entfernen von Materiallagerungen, Gerüsten etc.).
- Die *Vermessung* führt die Aufnahme des Bauzustands (Ist-Zustand) zum vorgesehenen Termin durch.
- Die *Vermessung* meldet die Fertigstellung der Aufnahme des Bauzustands (Ist-Zustand) an den *AN-Ausführung* und die *Örtliche Bauaufsicht*.
- Die *Vermessung* liefert die Ergebnisse an die zuständige **BIM-Gesamtkoordination**.
- Die zuständige **BIM-Gesamtkoordination** 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 *Örtliche Bauaufsicht*, die zuständige **BIM-Fachkoordination** und die *BIM-Projektsteuerung* benachrichtigt.
- Der Auftraggeber entscheidet in Abstimmung mit *BIM-Projektsteuerung* bzw. mit der *Örtlichen Bauaufsicht*:
  - Anpassung der Abweichungen durch den *AN-Ausführung* (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 *Vermessungs*daten (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

In Abhängigkeit der Informationsbereitstellungsstrategie erstellt entweder der *AN-Planung* oder der *AN-Ausführung* die modellbasierte Produktdokumentation, in der die tatsächlich verbauten Produkte für die Inbetriebnahme sowie die 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 Fachmodell pflegt entsprechend der Informationsbereitstellungsstrategie der *AN-Planung*/*AN-Ausführung* die geforderten Produktmerkmale für die Betriebsführung (Wartung, Prüfung, Gewährleistung etc.) im Fachmodell ein und erhebt die dazugehörigen Dokumente (technische Zulassungen, Anleitungen etc.) strukturiert. Diese Dokumente werden auf der Kollaborationsplattform strukturiert abgelegt und mit dem Fachmodell verknüpft. Die dahingehenden Vorgaben zur Durchführung sowie die dazugehörigen vorgesehenen Verantwortlichkeiten sind im **BAP (BEP)** festgelegt.

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

Durchführung

Für die Durchführung der Enddokumentation gelten folgende Vorgaben:

- *BIM-Projektsteuerung* stellt beispielhafte Vorlagen (die durch den *AN-Ausführung* strukturell nicht geändert werden dürfen) für die Übermittlung der Produktinformationen bereit. Sämtliche Inhalte der Produktinformations-Tabellen beziehen sich auf Elemente (und deren eindeutige Nummer: GUID) aus den Fachmodellen.
- Der *AN-Ausführung* stellt Produktvorschlag (auf Grundlage Vorlage *AN-Planung*) im Zuge der *M+W-Planung* bereit.
- Auftraggeber / *AN-Planung* / **Örtliche Bauaufsicht** prüfen Gleichwertigkeit und erteilen Produktvorschlag ggf. Freigabe.
- Der *AN-Ausführung* übersendet Produktinformationen in strukturierter Form (auf Grundlage von Vorlagen für Übermittlung der Produktinformationen der *BIM-Projektsteuerung*) an *AN-Planung* (als Excel-Tabelle oder mittels Datenbankschnittstelle).
- Die **Örtliche Bauaufsicht** verifiziert punktuell Produkte im fertiggestellten Bauwerk und erteilt ggf. Freigabe.
- Die jeweilig verantwortliche Autorenschaft überträgt die Produktinformationen in ihr Fachmodell.

⛔ Für Übermittlung der Produktinformationen siehe Tabellen gemäß ÖNORM A 7010-6, Anhang B

Ergebnis

Folgende Ergebnisse sind im Verlauf der Produktdokumentation herzustellen:

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

4.5.5 Zusammenstellen und Übergabe der Baudokumentation

Diese Tätigkeit wird mit Abschluss der Errichtung durch die verantwortlichen Autoren der Fachmodelle durchgeführt. Sie 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 (BEP)** festgelegt.

Das Ergebnis ist eine vollständige, geprüfte, zur Übergabe an die Betriebsführung geeignete Dokumentation des tatsächlich gebauten Stands 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 Vorgabe zum Ausarbeitungsgrad der Fachmodelle ist gemäß **BAP (BEP)** / **AIA (EIR)** einzuhalten.
- Die vollständige und fehlerfreie Einhaltung der Vorgaben zum Ausarbeitungsgrad der Fachmodelle ist mittels eines Prüfberichts nachzuweisen.
- Alle 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-Software 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 Bauzustands mittels der fortgeschriebenen Ausführungs- und Detailplanung (bestehend aus *digitalen Modellen*, Plänen, Details) inkl. aller relevanten Produktinformationen.

⛀ Relevanten Produktinformation siehe Tabellen gemäß ÖNORM A 7010-6, Anhang B

Der Auftraggeber erhält eine vollständige Dokumentation des Bauwerks. Der künftige Betreiber kann auf dieser Grundlage seine technische und kaufmännische Betriebsführung anbinden.

Verzeichnis BIM-relevanter Normen

EN 15643-3:2012 »*Nachhaltigkeit von Bauwerken — Bewertung der Nachhaltigkeit von Gebäuden — Teil 3: Rahmenbedingungen für die Bewertung der sozialen Qualität*«

EN 16310:2013 »*Ingenieurdienstleistungen — Terminologie zur Beschreibung von Ingenieurdienstleistungen für Gebäude, Infrastruktur und Industrieanlagen*«

EN 17412-1:2020 »*Bauwerksinformationsmodellierung — Informationsbedarfstiefe — Teil 1: Konzepte und Grundsätze*«

ISO 10303-11:2004 »*Industrielle Automatisierungssysteme und Integration — Produktdatendarstellung und -austausch — Teil 11: Beschreibungsmethoden: Handbuch der Modellierungssprache EXPRESS*«

ISO 10303-21:2016 »*Industrielle Automatisierungssysteme und Integration — Produktdatendarstellung und -austausch — Teil 21: Implementierungsmethoden: Klartext-Kodierung der Austauschstruktur*«

ISO 10303-22:1998 »*Industrielle Automatisierungssysteme und Integration — Produktdatendarstellung und -austausch — Teil 22: Implementierungsmethoden: Standardisiertes Interface für den Datenzugriff*«

ISO 10303-28:2007 »*Industrielle Automatisierungssysteme und Integration — Produktdatendarstellung und -austausch — Teil 28: Implementierungsmethoden: XML Darsellungen von EXPRESS Schemata und Daten unter Verwendung von XML Schemata*«

ISO 12006-2:2020 »*Hochbau — Organisation des Austausches von Informationen über die Durchführung von Hoch- und Tiefbauten — Teil 2: Struktur für die Klassifizierung*«

ISO 12006-3:2022 »*Bauwesen — Organisation von Daten zu Bauwerken — Teil 3: Struktur für den objektorientierten Informationsaustausch*«

ISO 12911:2023 »*Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) — Framework for specification of BIM implementation* «

ISO 16739-1:2024 »*Industry Foundation Classes (IFC) für den Datenaustausch in der Bauwirtschaft und im Anlagenmanagement — Teil 1: Datenschema*«

ISO 19148:2021 »*Geoinformation — Lineares Bezugssystem*«

ISO 19650-1:2018 »*Organisation und Digitalisierung von Informationen zu Bauwerken und Ingenieurleistungen, einschließlich Bauwerksinformationsmodellierung (BIM) — Informationsmanagement mit BIM — Teil 1: Begriffe und Grundsätze*«

ISO 19650-2:2018 »*Organisation und Digitalisierung von Informationen zu Bauwerken und Ingenieurleistungen, einschließlich Bauwerksinformationsmodellierung (BIM) — Informationsmanagement mit BIM — Teil 2: Planungs-, Bau- und Inbetriebnahmephase*«

ISO 19650-3:2020 »*Organisation von Informationen zu Bauwerken — Informationsmanagement mit Bauwerksinformationsmodellierung — Teil 3: Betriebsphase der Assets*«

ISO 19650-4:2022 »*Organisation und Digitalisierung von Informationen zu Bauwerken und Ingenieurleistungen, einschließlich Bauwerksinformationsmodellierung (BIM) — Informationsmanagement mit BIM — Teil 4: Informationsaustausch*«

ISO 19650-5:2020 »*Organisation von Daten zu Bauwerken — Informationsmanagement mit BIM — Teil 5: Spezifikation für Sicherheitsbelange von BIM, der digitalisierten Bauwerke und des smarten Assetmanagements*«

ISO/DIS 19650-6:2023-11 (Entwurf) »*Organisation und Digitalisierung von Informationen zu Bauwerken und Ingenieurleistungen, einschließlich Bauwerksinformationsmodellierung (BIM) — Informationsmanagement mit BIM — Teil 6: Gesundheit und Sicherheit*«

ISO 22057:2022 »*Nachhaltigkeit von Gebäuden und Ingenieurbauwerken — Datenvorlagen für die Verwendung von Umweltproduktdeklarationen (EPDs) für Bauprodukte in der Bauwerksinformationsmodellierung (BIM)*«

ISO 23386:2020 »*Bauwerksinformationsmodellierung und andere digitale Prozesse im Bauwesen — Methodik zur Beschreibung, Erstellung und Pflege von Merkmalen in miteinander verbundenen Datenkatalogen*«

ISO 23387:2020 »*Bauwerksinformationsmodellierung (BIM) — Datenvorlagen für Bauobjekte während des Lebenszyklus eines baulichen Vermögensgegenstandes — Konzepte und Grundsätze*«

ISO 29481-1:2016 »*Bauwerksinformationsmodelle — Handbuch der Informationslieferungen — Teil 1: Methodik und Format*«

ISO 29481-2:2012 »*Bauwerksinformationsmodelle — Handbuch der Informationslieferungen — Teil 2: Interaktionsframework*«

ÖNORM A 2063-1:2021 »*Austausch von Daten in elektronischer Form für die Phasen Ausschreibung, Vergabe und Abrechnung (AVA) — Teil 1: Austausch von Leistungsbeschreibungs-, Ausschreibungs-, Angebots-, Auftrags- und Abrechnungsdaten*«

ÖNORM A 2063-2:2021 »*Austausch von Daten in elektronischer Form für die Phasen Ausschreibung, Vergabe und Abrechnung (AVA) — Teil 2: Berücksichtigung der Planungsmethode Building Information Modeling (BIM) Level 3*«

ÖNORM A 6241-1:2015 »*Digitale Bauwerksdokumentation — Teil 1: CAD-Datenstrukturen und Building Information Modeling (BIM) — Level 2*«

ÖNORM A 6241-2:2015 »*Digitale Bauwerksdokumentation — Teil 2: Building Information Modeling (BIM) — Level 3-iBIM*«

ÖNORM A 7010-6:2019 »*Objektbewirtschaftung — Datenstrukturen — Teil 6: Anforderung an Daten aus Building Information Modeling (BIM)-Modellen über den Lebenszyklus*«

ÖNORM EN 15221-6:2011 »*Facility Management — Teil 6: Flächenbemessung im Facility Management*«

SIA 112:2014 »*Modell Bauplanung*«

SIA 405:2012 »*Geodaten zu Ver- und Entsorgungsleitungen*«

SIA 2014:2017 »*CAD-Datenaustausch — Layerstruktur und Layerschlüssel*«

SIA 4008 »*Leitungskataster — Wegleitung zur Norm SIA 405*«

SIA 4013:2021 »*Wegleitung CAD-Datenaustausch — Organisation und Planung*«

VDI 2552 Blatt 1 (2020) »*Building Information Modeling — Grundlagen*«

VDI 2552 Blatt 2 (2022) »*Building Information Modeling — Begriffe*«

VDI 2552 Blatt 3 (2018) »*Building Information Modeling — Modellbezogene Mengenermittlung zur Kostenplanung, Terminplanung, Vergabe und Abrechnung*«

VDI 2552 Blatt 4 (2020) »*Building Information Modeling — Anforderungen an den Datenaustausch*«

VDI 2552 Blatt 5 (2018) »*Building Information Modeling — Datenmanagement*«

VDI 2552 Blatt 6 (2023) »*Building Information Modeling — Betrieb*«

VDI 2552 Blatt 7 (2020) »*Building Information Modeling – Prozesse*«
VDI/bS-MT 2552 Blatt 8.1 (2019) »*Building Information Modeling – Qualifikationen – Basiskenntnisse*«
VDI/bS-MT 2552 Blatt 8.2 (2022) »*Building Information Modeling – Qualifikationen – Vertiefende Kenntnisse*«
VDI/bS-MT 2552 Blatt 8.3 (2022) »*Building Information Modeling – Qualifikationen – Fertigkeiten*«
VDI 2552 Blatt 9 (2022) »*Building Information Modeling – Klassifikationssysteme*«
VDI 2552 Blatt 10 (2021) »*Building Information Modeling – Auftraggeber-Informations-Anforderungen (AIA) und BIM-Abwicklungspläne (BAP)*«
VDI/bS 2552 Blatt 11.1 (2021) »*Building Information Modeling – Informationsaustauschforderungen zu BIM-Anwendungsfällen*«
VDI/bS 2552 Blatt 11.2 (2022) »*Building Information Modeling – Informationsaustauschforderungen – Schlitz- und Durchbruchsplanung*«
VDI/bS 2552 Blatt 11.3 (2020) »*Building Information Modeling – Informationsaustauschforderungen – Schalungs- und Gerüsttechnik (Ortbetonbauweise)*«
VDI/bS 2552 Blatt 11.4 (2024) »*Building Information Modeling – Informationsaustauschforderungen – Ökobilanzierung*«
VDI/bS 2552 Blatt 11.5 (2023) »*Building Information Modeling – Informationsaustauschforderungen – Aufzugstechnik*«
VDI/bS-EE 2552 Blatt 11.6 (2024) »*Building Information Modeling – Informationsaustauschforderungen – Brandschutz*«
VDI/bS-EE 2552 Blatt 11.8 (2023) »*Building Information Modeling – Informationsaustauschforderungen – Fabrikplanung*«
VDI/bS 2552 Blatt 11.9 (2025) »*Building Information Modeling – Informationsaustauschforderungen – Bauphysik*«
VDI/DIN-EE 2552 Blatt 12.1 (2020) »*Building Information Modeling – Struktur zu Beschreibung von BIM-Anwendungsfällen*«

Abbildungsverzeichnis

Abb. 2.1: Zusammenhang der Normierung (inkl. buildingSMART) ... 36
Abb. 2.2: Informationsmanagement nach ISO 19650 mit Reifegradstufen ... 38
Abb. 2.3: Ablauf und Abhängigkeiten der Informationsanforderungen ... 39
Abb. 2.4: Arten der BIM-Applikationen ... 42
Abb. 2.5: Anforderungen an BIM-Applikationen ... 43
Abb. 2.6: CDE: Informationscontainerzustände lt. ISO 19650 ... 44
Abb. 2.7: Beispiel für ein Datenstrukturwerkzeug (Screenshot von BIMQ) ... 45
Abb. 2.8: IFC Specification Database von buildingSMART (Stand Januar 2024) ... 48
Abb. 2.9: Aufbau von IFC (vereinfachte Darstellung, genauere Darstellung siehe Abb. 3.19) ... 49
Abb. 2.10: Standardisierte Merkmale des Property Set Pset_WallCommon im bSDD ... 50
Abb. 2.11: IDM-Zonen aus der Perspektive der Nutzeranforderungen und der technischen Lösung ... 51
Abb. 2.12: Weboberfläche des buildingSMART Validation Service (Stand Januar 2024) ... 55
Abb. 2.13: Beispiel für BCF-Verwendung in einem Projekt ... 56
Abb. 2.14: Datenquellen in DataTemplate/Datasheet ... 57
Abb. 2.15: Beispiel einer möglichen BIM-Organisationsstruktur ... 59
Abb. 2.16: Einfluss von AIR auf AIA (EIR) und auf BAP (BEP) ... 62
Abb. 2.17: Entwicklung der Modelle im Zuge der Phasen eines Bauwerks (Phasen lt. EN 16310) ... 63
Abb. 2.18: Entwicklungsstufen von BIM ... 64
Abb. 2.19: Anforderung an BIM-Modelle ... 65
Abb. 2.20: Mögliche Zusammenarbeit in einem openBIM-Projekt ... 65
Abb. 2.21: Mögliche Zusammenarbeit in einem closedBIM-Projekt (links) bzw. in einer Mischform von closedBIM und openBIM ... 66
Abb. 3.1: Manuelle Verwaltung von Merkmalen und Klassifizierungen ... 68
Abb. 3.2: Verwendung von Datenstrukturwerkzeug zur Verwaltung von Modellinformationsanforderungen ... 69
Abb. 3.3: Überblick über die Standardisierung und Normierung ... 71
Abb. 3.4: Austausch von Fachmodellen = Federierte Modelle ... 73
Abb. 3.5: Phasen eines Projekts/Assets nach EN 16310 ... 74
Abb. 3.6: Darstellung des Projektmodells ... 76
Abb. 3.7: Darstellung der Dimensionen gemäß ÖNORM 6241-2 ... 76
Abb. 3.8: Zusammenhang Datenschema, Dateiformat und Datei ... 80
Abb. 3.9: Dateiausschnitt Wand im Format xml (Dateiendung .ifcxml) ... 81
Abb. 3.10: IFC-Datenschema und STEP-Dateiformat ... 82
Abb. 3.11: IFC-Versionen ... 83
Abb. 3.12: IFC-Versionsnotation ... 84
Abb. 3.13: Standardisierungsprozess IFC ... 84
Abb. 3.14: Darstellung der Layerstruktur ... 87
Abb. 3.15: Ressource Layer ... 89
Abb. 3.16: Verknüpfung Layerstruktur mit Vererbungshierarchie ... 89
Abb. 3.17: Darstellung Vererbung der Entity IfcWall im IfcDatenschema ... 90
Abb. 3.18: Vererbung von Attributen am Beispiel von IfcWall ... 91
Abb. 3.19: Aufbau einer IFC-Datei ... 92
Abb. 3.20: Anfang des DATA-Abschnitts ... 94
Abb. 3.21: Darstellung der unterschiedlichen Subklassen von IfcElement ... 95
Abb. 3.22: Darstellung unterschiedlicher IfcWall Typen in STEP-Dateiformat ... 96
Abb. 3.23: Aufbau einer IfcWall mit IfcBuildingElementPart in einem STEP-Dateiformat ... 96
Abb. 3.24: Beziehung zwischen IfcWall, IfcMaterial, Properties in einer STEP-Datei ... 97

Abbildungsverzeichnis

Abb. 3.25: IfcRelationship und deren Subklassen im IFC-Datenschema ... 98
Abb. 3.26: Beziehung Wand, Tür, Öffnung und Geschoss ... 99
Abb. 3.27: Beispiel von IfcRelAssigns ... 99
Abb. 3.28: Datenschema IFC4.3 IfcSpatialStructureElement ... 100
Abb. 3.29: Räumliche Beziehung im Hochbau ... 101
Abb. 3.30: Räumliche Beziehung im STEP-Format ... 102
Abb. 3.31: Räumliche Positionierung im Hochbau ... 103
Abb. 3.32: Darstellung der räumlichen Positionierung im STEP-Dateiformat ... 103
Abb. 3.33: Räumliche Beziehung von Linienbauwerken ... 104
Abb. 3.34: Verortung von IfcSignal auf einem IfcAlignment ... 105
Abb. 3.35: Komponenten einer IfcAlignment ... 106
Abb. 3.36: Beziehung zwischen IfcWall und IfcMaterial im IFC-Datenschema ... 107
Abb. 3.37: Verknüpfung eines Types mit mehreren Wänden ... 108
Abb. 3.38: Zuordnung von Properties zu dem Element IfcWindow ... 109
Abb. 3.39: Möglichkeiten von IfcProperty bei einem IfcElement ... 110
Abb. 3.40: Datenaustausch zwischen BIM-Applikationen ... 114
Abb. 3.41: Beispiel für BCF – Überschneidung von Lüftung mit Decke ... 116
Abb. 3.42: Beispiel für BCF – Bauteile zu nahe nebeneinander ... 116
Abb. 3.43: Datenaustausch zwischen den Modellen ... 117
Abb. 3.44: CDE-Kommunikation BIM-Ersteller ... 118
Abb. 3.45: CDE-Kommunikation BIM-Ersteller und BIM-Koordination ... 118
Abb. 3.46: Datenaustausch zwischen Modellen bei openCDE ... 119
Abb. 3.47: openCDE-Kommunikation BIM-Ersteller und BIM-Koordination ... 119
Abb. 3.48: Definition der Informationsbedarfstiefe (Anwendungsfälle) wird beantwortet durch die Detaillierungsgrade (2 Schritte) ... 121
Abb. 3.49: Schritt 1 in der Definition des Informationsbedarfstiefe – Voraussetzung ... 123
Abb. 3.50: Methode zur Definition der Informationsbedarfstiefe »Level of Information Need« in zwei Schritten nach der Norm, SN EN 17412-1:2020 ... 123
Abb. 3.51: Detaillierungsgrade für die Bauteile Tür (oberste Reihe), Innenwand (2. Reihe), Treppe (3. Reihe) und Stütze (unterste Reihe) ... 125
Abb. 3.52: Elementplan; Informationsbedarfstiefe – benötigte alphanumerische Information pro Bauteil ... 126
Abb. 3.53: IDS-Workflow ... 129
Abb. 3.54: Vorgaben für Objekte der Klasse IfcWall ... 131
Abb. 3.55: Varianten der Definition des Informationsbedarfs ... 138
Abb. 3.56: XML als Tabelle visualisiert ... 138
Abb. 3.57: IDS in einem Viewer dargestellt ... 140
Abb. 3.58: Beispielwand mit Begriffen aus dem bSDD und deren Definitionen ... 142
Abb. 3.59: Benutzeroberfläche für die Klassifizierung von IFC-Modellen mit bSDD-Inhalt ... 145
Abb. 3.60: Konzepte der bSDD-Struktur ... 146
Abb. 3.61: Verwendung verschiedener bSDD-Konzepte zur Beschreibung der Klasse Window des CCI Construction Dictionary ... 148
Abb. 3.62: Darstellung von externen Klassen und Merkmalen im STEP Physical File (IFC4) ... 150
Abb. 3.63: Die Benutzeroberfläche von Plannerly ermöglicht das Durchsuchen des bSDD-Inhalts bei der Erstellung von IDS ... 151
Abb. 3.64: Use Cases adressieren die gesamte Wertschöpfungskette ... 153
Abb. 3.65: Use Case »Modellbasierte Bewehrung verlegen« ... 155
Abb. 3.66: BIM-Abwicklungsmodell von Bauen digital Schweiz / buildingSMART Switzerland ... 156
Abb. 3.67: Use Case »Absturzsicherung« – Seitenschutz auf einer Baustelle ... 159

Abb. 3.68: Use Case »Absturzsicherung« – Modelle 159
Abb. 4.1: Projektteam mit Projektbeteiligten in der Phase Planung / Entwurf 166
Abb. 4.2: Projektteam mit Projektbeteiligten in der Phase Ausführung 167
Abb. 4.3: Gegenüberstellung der Bezeichnungen der Phasen in verschiedenen Normen 168
Abb. 4.4: Gegenüberstellung der Bezeichnungen der Phasen in verschiedenen Normen 170
Abb. 4.5: Entwicklung der Modelle im Zuge der Phasen eines Bauwerks (Phasen lt. EN 16310) 172
Abb. 4.6: Ablauf und Abhängigkeiten der Informationsanforderungen 177
Abb. 4.7: BIM-Organisationseinheit bezogen auf die Sphären Auftraggeber und Auftragnehmer 183
Abb. 4.8: Beispiel einer Benennungskonvention für das Fachmodell Architektur 191
Abb. 4.9: Abstimmung(sbedarf) zu unterschiedlichen Zeitpunkten 196
Abb. 4.10: Abstimmung(sbedarf) zu unterschiedlichen Zeitpunkten des Projektverlaufs 197
Abb. 4.11: Prüfkriterien abhängig von Prüfart und Prüfinhalt 200
Abb. 4.12: Inhalt der Prüfroutinen 204
Abb. 4.13: Ablauf einer Prüfung 207
Abb. 4.14: Digitaler Reifegrad des Behördenverfahrens 214

buildingSMART bietet mit dem »Professional Certification«-Programm (»Foundation« and »Practitioner«) einen international vergleichbaren Qualitätsstandard für die Zertifizierung des openBIM-Wissens. BIMcert beinhaltet diese BIM-Ausbildung für Österreich. Die »Practitioner«-Ausbildung konzentriert sich auf die Themengebiete der openBIM-Koordination und openBIM-Management. Dieses Buch widmet sich der funktionalen Ausbildung von openBIM und beschreibt alle zugehörigen Themengebiete. Es beginnt mit einem Überblick über Digitalisierungsgrundlagen und den wichtigsten Begriffen von openBIM. Dies bildet die Grundlage für die »Foundation«-Ausbildung (Basiswissen).

Die theoretisch Interessierten sowie die BIM-Practitioner erhalten danach eine kompakte und tiefergehende Auseinandersetzung mit der openBIM-Standardisierung und IFC, gefolgt von einem genaueren Einblick in MVD, BCF, CDE, LOIN, IDS, bSDD und UCM. Gewappnet mit diesem Wissen finden BIM-Practitioner im Kapitel »BIM-Projektdurchführung« das erforderliche funktionale Wissen sowohl für die Praxis als auch die »Practitioner«-Ausbildung in openBIM-Koordination oder openBIM-Management.

MIRONDE

ISBN 978-3-96063-059-3