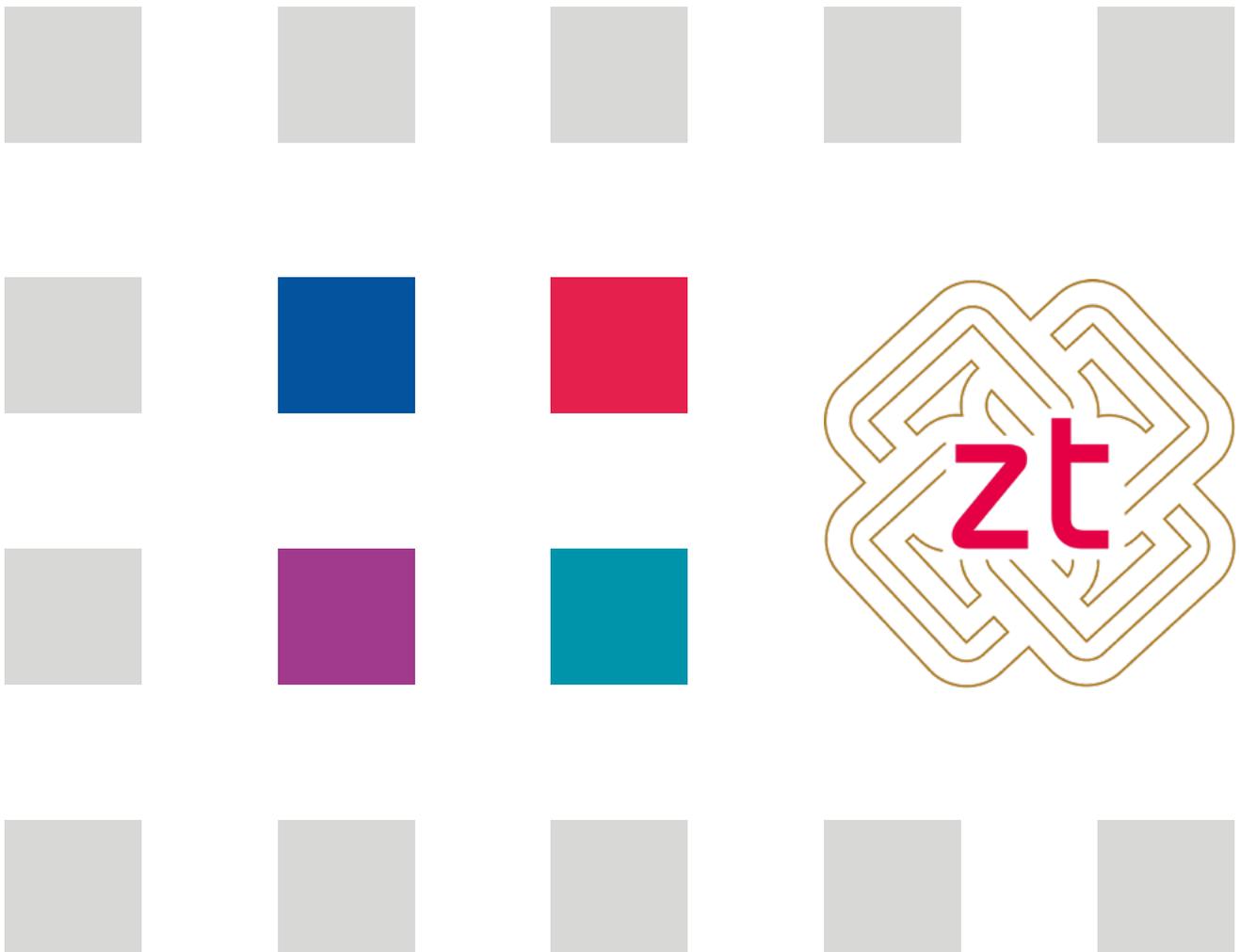


Christian Schranz | Christoph Carl Eichler  
Tina Krischmann | Harald Urban | Alfred Waschl (Hrsg.)

# BIMcert ZT Appendix 2021a

Zertifizierte Trainerin | Zertifizierter Trainer  
Beiträge zur Prüfung 2021 (April)



## **DANKSAGUNG**

Die Herausgeber bedanken sich bei den neu Zertifizierten Trainerinnen und Trainern für deren Fachbeiträge dieser Ausgabe. Ein besonderer Dank gilt den internationalen Mitgliedern der Prüfungskommission: Birgitta Schock (Schweiz), Marion Schenkwein (Finnland), Maya Tryfona (Niederlande) und Raimar Scherer (Deutschland).

## **RECHTE**

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

## **HAFTUNGSAUSSCHLUSS**

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

## **BIBLIOGRAPHISCHE INFORMATIONEN DER DEUTSCHEN BIBLIOTHEK**

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

## **IMPRESSUM**

© 2021 Mironde-Verlag  
Layout: Birgit Eichler  
Herausgeber: buildingSMART Austria · 1010 Wien, Eschenbachgasse 9

Hergestellt in Deutschland  
[www.mironde.com](http://www.mironde.com)  
ISBN **978-3-96063-040-1**

## Vorwort der Herausgeber zur zweiten Auflage 2021

buildingSMART Austria hat mit BIMcert ein neues **Standardisiertes Qualifizierungs- und Zertifizierungsmodell für BIM** in Österreich, das sich aus dem FFG-Forschungsprojekt BIM-Zert entwickelte. Der Anspruch einer **hochwertigen funktionalen openBIM-Ausbildung** soll durch ebenso hochwertige Trainerinnen und Trainer gewährleistet werden. Genau für diesen Zweck zertifiziert buildingSMART Austria für die Ausbildung vorgesehene Trainerinnen und Trainer. Diese müssen für die Zertifizierung eine Arbeit verfassen, die sich mit openBIM auseinandersetzt. Dann folgt eine Prüfung über das umfangreiche und tiefgehende openBIM-Wissen vor einer international besetzten Kommission.

Der Erfolg der ersten Zertifizierungsprüfung am 22.10.2020 führte zu einer großen Nachfrage. Daher fand schon am 29.04.2021 die zweite Prüfung mit hochqualifizierten Kandidaten statt. Die Kommission setzte sich aus folgenden Personen zusammen: Alfred Waschl, Christian Schranz, Christoph Eichler, Michael Monsberger (alle bSAT), Birgitta Schock (bSCH, Schweiz), Marion Schenkwein (bSI, Finnland), Maya Tryfona (bSI, Niederlande), Raimar Scherer (bSDE, Deutschland). Bei vereinzelter Befangenheit wurden die Kommissionsmitglieder während der entsprechenden Prüfung ausgetauscht.

Diese Schrift beinhaltet die schriftlichen Beiträge jener Kandidatinnen und Kandidaten, die die Prüfung am 29.04.2021 erfolgreich absolvierten. Die Beiträge sind abgedruckt, wie sie abgegeben wurden.

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

Wien, im April 2021

## Inhaltsverzeichnis

	Seite
<b>1. Harald Christalon</b> openBIM als Wegbereiter des openAVVA	5
<b>2. DI. Michael Hallinger, BSc.</b> BIM-Implementierungen für Auftraggeber inklusive zusätzlicher Potentiale	14
<b>3. René Holzer</b> Datenstrukturen im Infrastrukturbereich Aktuelle Entwicklungen und derzeitiger Umgang mit Datenstrukturen in Infrastrukturprojekten	28
<b>4. Dipl. Ing. Manuel Kraus</b> Modellbasierte Planung und Steuerung der Baustelle im Rohbau mit Echtzeit-Daten im Kontext von openBIM	54
<b>5. Frank Mettendorff</b> openBIM + Kostenverfolgung Voraussetzungen und Herausforderungen einer durchgängigen Kostenverfolgung mit einem digitalen Zwilling	74
<b>6. Junghwo Park</b> Umdasch Group Ventures GmbH Building Information Modeling (Input) towards efficient Building Information Management (Output)	108
<b>7. Clemens Resch</b> Die BIM Ausbildung am camillo sitte bautechnikum (csbt)	128
<b>8. Lukas Spreitzer</b> Schnittstellenprogrammierung als openBIM-Katalysator	140
<b>9. Mirko Warzecha</b> Smarte Infrastructure mit openBIM Standards	152

Inhaltsverzeichnis

**Harald Christalon**

## **openBIM als Wegbereiter des openAVVA**

Inhaltsverzeichnis

- 1 Einleitung**
- 2 AVVA – eine Wiederholung in Kaskaden**
- 3 Das Bauelement als »missing link«**
- 4 Zusammenfassung und Ausblick**
- 5 Literaturverzeichnis**

1

Einleitung

## 1 Einleitung

BIM ist mittlerweile unbestritten der treibende Motor der Digitalisierung im Bauwesen. Erstmals ist das »Produkt« in der Wertschöpfungskette kein Plan aus Papier (oder auch pdf), nicht nur ein Bauwerk oder Teile davon und auch nicht nur ein manuelles Instandhalten einer Immobilie oder eines Infrastrukturbauwerkes. In jede Phase eines Gebäudelebenszyklus treten durch die BIM-Methodik Daten in den Vordergrund. Datenstrukturen und deren zielgerichteter Einsatz gewinnen zunehmend an Bedeutung. Neue Geschäftsmodelle für alle Phasen entstehen und die oft starren und unüberwindbaren Grenzen zwischen *Planen – Bauen – Betreiben* verschwimmen und werden unschärfer. Unter Beachtung der oben genannten Entwicklung und der begleitenden Notwendigkeit des Kulturwandels in der Branche, bedarf es eines nahezu radikalen Ansatzes bei den derzeitigen AVVA-Prozessen (AVVA = Ausschreibung, Vergabe, Vertrag, Abrechnung). Diese Arbeit richtet den Schwerpunkt auf dieses Neudenken der AVVA Prozesse.

Geleitet werden diese Ausführungen vom OpenBIM Ansatz. Gerade in den AVVA Prozessen ist eine offene Strategie bei der Wahl der Bearbeitungswerkzeuge bzw. der Bearbeitungssoftware eine absolute Notwendigkeit. Das führt zu einem offenen Daten(austausch)format, welches die Grundlage für alle Folgeprozesse bildet. Eingebettet ist die Prozesslandschaft in eine gerade in Österreich und auch Europa gut ausgeprägte Normenlandschaft, die die entsprechende Dokumentation der Anforderungen und Datenstruktur in den Teilprozessschritten mit sich bringen.

Die Herausforderung ist die Verbindung der Lebenszyklusphasen und deren Teilprozesse – das Erzeugen einer Datenkette (Grundlage der Digitalisierung). Der Schlüssel zu dieser Verbindung ist das Bauelement, welches sowohl auf der Seite der Modelle als auch auf der Seite der Leistungsbeschreibung vorhanden ist. Das Bauelement spielt die zentrale Rolle im Brückenschlag zwischen Modell und AVVA und garantiert den offenen Datenaustausch und die unabhängige Bearbeitung der Daten. Die Bauelemente entstammen sogenannten »Dokumentationsmodellen« und stellen den eingefrorenen Datenstand des zugehörigen AVVA-Prozesses dar: Die relevanten Modelle (auch Datenmodelle) sind das Ausschreibungsmodell, das Bietermodell (angereichert um Bauvorbereitung-, Logistik-, Beschaffungsdaten), das Vertragsmodell, Ausführungsmodell (Abrechnungsmodell). Im Gegensatz zu den Dokumentationsmodellen schreiben und ergänzen sich die Daten der Arbeitsmodelle (BIM Gesamtmodell bzw. die Teilmodelle) kontinuierlich weiter. Gerade auch die neue Ausgabe der ON A2063-2 berücksichtigt die Kopplung der ifc-Merkmale mit den Strukturen der standardisierten Leistungsbeschreibung. In der Vergangenheit wurde diese Verknüpfung unternehmensintern mit teilweise hohem Entwicklungsaufwand betrieben. Datentechnisch geht es dabei um die Zuweisung von meist 1-n Beziehungen, bei denen sämtliche Bauteilparameter (Geometrie, Ort, Materialeigenschaften, Bauverfahren, aber auch rechtliche Rahmenbedingungen) ihren Einfluss haben.

BIM verarbeitende AVVA-Software (auch »5D-Ansatz«) besitzt diese Funktionalitäten, arbeiten aber beinahe ausschließlich mit ihren nativen Daten, sozusagen »closed-AVVA«. Die Konsequenz daraus ist, dass sich die Inhalte von Unternehmen zu Unternehmen unterscheiden und es oft an Übersetzungstabellen bedarf, damit eine weiterführende Ver- und Bearbeitung möglich ist.

Diese Arbeit gliedert sich in zwei Abschnitte:

Kapitel 2 beschäftigt sich zuerst mit der Aufgabe von AVVA und deren wiederholten und kaskadierten Prozessen.

Kapitel 3 beschreibt Aufbau und Struktur des Bauelements in seiner Funktion als »missing link« zwischen BIM-Modell und Leistungsbeschreibung.

2

AVVA –  
eine Wiederholung in Kaskaden

## 2 AVVA – eine Wiederholung in Kaskaden

Das Ziel ist definiert: **Die durchgängige Datenkette über den gesamten Bauwerkslebenszyklus**. Nur dann dürfen wir von einer digitalisierten Branche sprechen. Wir sind gerade mittendrin – ausgehend mit BIM als Motor, benötigt es über die Phasen verbindenden Prozess(e), welche die verlustfreien Datenübergänge ermöglichen und durchführen. AVVA ist das zentrale technisch-wirtschaftliche Bindeglied.

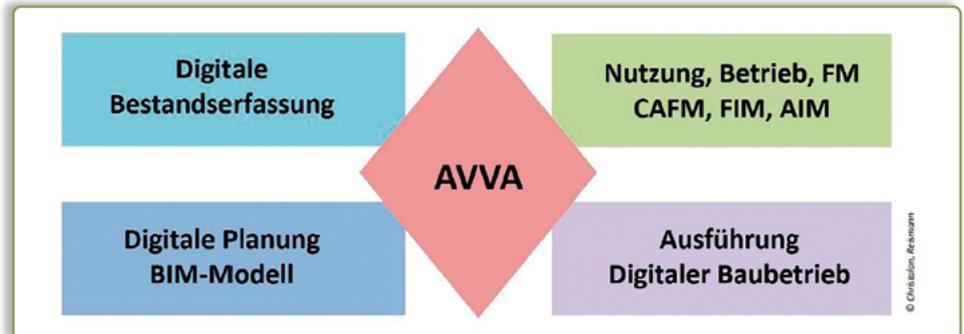


Abbildung 1: AVVA – das zentrale Bindeglied der Phasen des Lebenszyklus

### Was wird benötigt?<sup>1</sup>

- Es bedarf eines n-dimensionalen Baukastensystems als Basis technisch-wirtschaftlich-rechtlicher Prozesse
- Weitegehende Standardisierung, sodass die gesamte Wertschöpfungskette Planen-Bauen-Betreiben nach derselben Systematik bedient werden kann
- Ein kaskadiertes System samt Einbindung der gesamten Kette von Subunternehmern und Lieferanten
- Eine Eignung für alle Arten von Projekten, Vergaben, Abwicklungsmodellen und Vergabestrukturen
- Hohe Transparenz, bei gleichzeitig hohem Vertrauensschutz
- Durchgängige Datenformate und Schnittstellen – deren Integration in die Softwarewerkzeuge
- Daten- und Kommunikationsplattformen (auch CDE-Common Data Environment)
- Regelkreise und Kennwerte, Benchmarks (KPIs) für Planung, Management und Kontrolle
- Einen »cultural change« – ein Mindset «Wir» im Sinne eines gemeinsamen Erfolgs durch gemeinsames Wirken.

AVVA regelt das Zusammenwirken von AG und AN und das gibt es im Bauprozess nicht nur einmal.

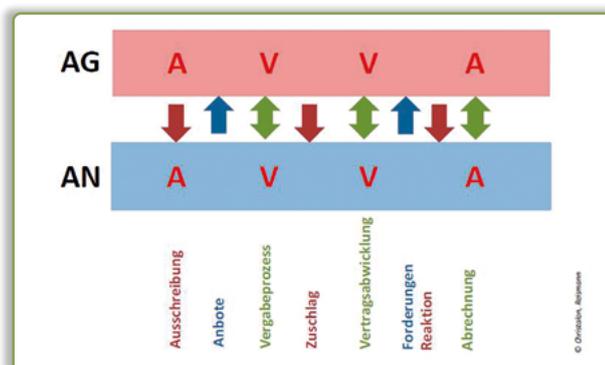


Abbildung 2: Zusammenwirken von AVVA über Einzelschritte

1

Siehe Plattform 4.0 – Schrift 14 »AVVA radikal-digital«, Christalton, Goger, Reismann

2

AVVA –  
eine Wiederholung in Kaskaden

AVVA bedeutet mehrfachen **Verantwortungs-Übergang in Schritten/Phasen**. Um die Entwicklung der durchgehenden Datenkette zu erzeugen, ist es notwendig innovative und bewährte Modelle zu vergleichen und weiter zu entwickeln. Modelle in mehrfacher Hinsicht: BIM-Modelle und Abwicklungs-Modelle, aber auch Vertragsmodelle.

Der **Übergang von bauteil-orientierter zu auftrags-orientierter Kostenplanung** ist digital zu organisieren. Eine Voraussetzung dafür sind funktionierende Schnittstellen (und das ist nicht nur für die softwaretechnische Ebene gemeint, sondern auch organisatorisch und menschlich zu betrachten). Unterschiedliche Werkzeuge und Systeme müssen zugelassen werden, um die Innovation und den Fortschritt zu fördern. Damit sie miteinander funktionieren bedarf es den funktionierenden Standards und Schnittstellen. Mit diesen gerade beschriebenen Standards und Schnittstellen bedienen wir die **digitalen Kaskaden der AVVA**. Die oft vielfältigen Verzweigungen von AVVA hinter einem »Haupt-Auftragnehmer«: Eine AN braucht zur Erfüllung ihrer Leistungspflicht eine Vielzahl von Subunternehmern und Lieferanten, die Teile des Leistungsumfanges zuliefern. Sie sind in mehreren (vielen) Ebenen organisiert und oft international aufgestellt. Das vertragliche und operative Gerüst dazu wird durch AVVA gelegt. Was nicht ausgeschrieben wurde, kann nicht realisiert werden. Was unklug ausgeschrieben wurde, wird teuer realisiert werden. Alte, analoge Grundsätze werden digital zu Chancen oder Risiken geschärft und zugespitzt.

Betrachtet man die daraus resultierenden Anforderungen an das Bauwerksmodell so ergibt sich: Aus dem Vertragsmodell und den verbundenen Bauverfahren des AN entsteht ein Bauabwicklungsmodell. Hier werden aus dem Verfahren bedingte Abschnitte und ergänzende Bauteile und Hilfsbauteile (z.B. Schalung, Rüstung, Arbeitsfugenbänder, Verankerungen) hinzugefügt. Aber auch gesetzliche Anforderungen wie z.B. Maßnahmen zur Arbeitssicherheit werden dargestellt. Es gilt: der Bezug (= die Herleitung) zum Vertragsmodell muss immer gegeben sein. Bauteile und deren referenzierte Informationen, insbesondere deren zeitliche Erfordernisse aus dem Gesamtbauablaufplan, werden einer Gewerke-weisen Betrachtung unterzogen, d.h. Bauteile werden nach Gewerken attribuiert. Dies ist die Grundlage, um die oben erwähnte Liefer- und Logistikkette digital zu ermöglichen.

Aus dem Bauabwicklungsmodell der »AN« entsteht ein Sub-Lieferanten/AN-Modell, dessen Bezug (= die Herleitung) zu dem gesamtheitlichen Bauabwicklungsmodell des AN wiederum gegeben sein muss. Das Sub-Lieferanten/AN-Modell ist aber auch Vertragsmodell für den Sub-Auftrag. Durch eine geschlossene Datenkette wird eine durchgängige Vergabe und Verwaltung erreicht.

Die Abrechnung von Leistungen basiert auf dem Vertrags-Modell und dessen referenziertem Leistungsverzeichnis. Gewohnte Abrechnungsregeln und -normen müssen per se nicht außer Kraft gesetzt werden, sie müssen nur zu dem Modell in Bezug stehen und von diesem ableitbar sein. Es geht nicht um Netto- oder Bruttomassen - das muss nur vertraglich festgehalten werden. Es geht vielmehr um die geschlossene Ableitung der Massen und deren Zuordnung zu Modell und Positionen. Die Abrechnung wird aus der Fertigstellungsmeldung abgeleitet. Setzen wir ein durchgängig verknüpftes Modell und dessen Sub-Modelle voraus, so ergibt sich eine über alle Vertragspartner weiterleitende Abrechnung mit der Fertigstellungsmeldung (und deren qualitative und reale Überprüfung).

Sämtliche Mehr- oder Minderleistungen müssen am zentralen Vertragsmodell dargestellt werden, also mit dem Vertragsmodell informativ verknüpft werden, das gilt für alle Vertragsebenen in der Liefer- und Leistungskette.

**Digitalisierung fördert »Echtzeit«** (wobei der Begriff toleranterweise nicht mit »in der Sekunde« interpretiert werden darf). Effizienzgewinne wie z.B. durch Just-in-Time Lieferung und roboter-gestützte Montage sowie automatisiertes Berichtswesen können nur bei entsprechend geplanter und umgesetzter Digitalisierung gehoben werden. Dieser Umstand öffnet uns Türen, verändert im Kleinen und im Großen, lässt Neues entstehen,

3

Das Bauelement als »missing link«

fördert das Zusammenwirken und schafft Nachhaltiges.

Kapitel 3 beschreibt einen konkreten standardisierten Lösungsansatz zur Schaffung der notwendigen Kopplung von BIM und AVVA.

### 3 Das Bauelement als »missing link«

Der angestrebte Lückenschluss zwischen den Datenstrukturen der Planung (vorwiegend bauteilorientiert) und denen der Ausführung (LV-positionorientiert) gelingt durch die Schaffung eines durchgängigen Datenflusses. Im Fall einer Vergabe empfängt die Bieterseite die Modelldaten und leitet diese über einen Elementkatalog zum Leistungsverzeichnis über. Das verändert nicht den bisherigen Ausschreibungsprozess, sondern koppelt ihn an die Bauteile des Modells. Dafür muss die derzeitige Softwarelandschaft nicht auf den Kopf gestellt werden oder noch etwas Neues geschaffen werden. Für das bietende Bauunternehmen ist eine BIM Autorensoftware nicht zwingend notwendig. Die Schaffung der entsprechenden Schnittstellen (Import ifc-Modelldaten und deren Verarbeitung) in die AVVA-Software genügt. Viele Softwarehersteller integrieren aber dennoch heute in ihre Produkte einen BIM-Viewer, mit Hilfe dessen das Modell visuell zu den Positionen des Leistungsverzeichnisses oder des bauteilorientierten Terminplanes in Bezug gebracht wird.

Folgende **Normen, Regel- und Hilfswerke** bilden die Basis für die datenmäßige Kopplung:

- Der **IFC 4 ADD 1 Standard**, welcher die Grundlage der ON A6241-2<sup>2</sup> und den zugehörigen Merkmalsserver schafft. Ziel eines Merkmalservers ist es, das mehrdimensionale Datenmodell zu beschreiben. Ein Merkmalsserver verwaltet eine Vielzahl von Attributen, einerseits die standardisierten properties und andererseits ergänzende Merkmale.
- **bsDD<sup>3</sup>: buildingSMART Data Dictionary** als offenes internationales Wörterbuch für die Beschreibung von Objekten und ihren Attributen.
- **Standardisierte Leistungsbeschreibungen**: werden in Österreich seit den 1980er Jahren im Konsens aller Nutzer erstellt und haben seit dem BVergG 2002 einen faktischen Normstatus. Durch die eindeutigen Positionsnummern einer standardisierten Leistungsbeschreibung wird Eindeutigkeit und Vergleichbarkeit geschaffen und sämtliche verbundenen Kostenelemente oder auch Kennwerte (wie z.B. der ökologische Fußabdruck) zuordenbar.
- **Die ÖNORM A 2063** beschreibt die Datenstrukturen für den Austausch von standardisierten Leistungsbeschreibungen, Ausschreibungen, Angeboten und Abrechnungen. Die Norm ermöglicht den verlustfreien Austausch zwischen den verschiedenen (AVVA)-Softwareprodukten. Die Norm wird seit 2021 um den Teil ÖNORM A 2063-2<sup>4</sup> ergänzt, welche die »Planungsmethode Building Information Modeling (BIM) Level 3 berücksichtigt.

Wie gestaltet sich nun der **Workflow der BIM-Integration** mit Hilfe der Wechselwirkung dieser (normativen) Grundlagen?

2 ÖNORM A 6241-2: Digitale Bauwerksdokumentation – Teil 2: Building Information Modeling (BIM) – Level 3-iBIM (Ausgabe 2015)

3 Siehe <http://bsdd.buildingsmart.org>

4 ÖNORM A 2063-2: 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

3

Das Bauelement als »missing link«

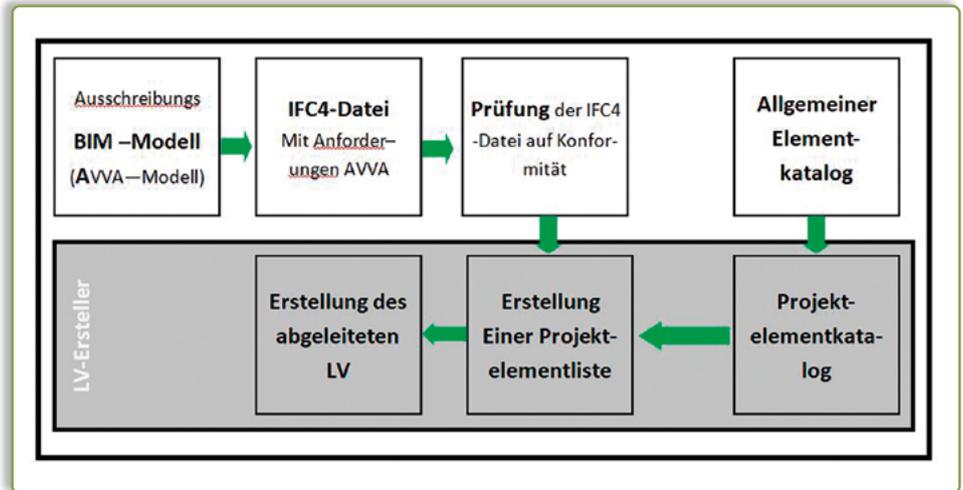


Abbildung 3: Workflow für die Erstellung eines LVs auf Basis einer Projektelementliste

Der Schlüssel dazu ist das **Bauelement**. Ausgangspunkt ist das modellierte Bauelement, auf welches alle Fachplaner und -konsulten zugreifen. Als Bestandteil von Fachmodellen finden sich Bauelemente im Gesamtmodell wieder. Diese Bauelemente beinhalten auf Basis der IFC-Strukturen die geometrischen Informationen, deren abgeleitete Massen (base quantities), aber auch Informationen zu Material- und Konstruktionsaufbau. Gerade die Betrachtung einzelner Schichten (z.B. Wandaufbau) ist für die Erstellung des Leistungsverzeichnisses von Notwendigkeit.

Das Pendant zum modellierten **Kostenelement** stellt auf AVVA-Seite das Kostenelement dar. Ein Kostenelement setzt sich aus einzelnen Positionen zusammen, die ja eine effiziente, genaue und nachvollziehbare Kostenermittlung ermöglichen. Die ÖNORM A2063 beschreibt und standardisiert schon seit 2011 den Datenaustausch von Kostenelementen. Dieser gliedert sich in einen sogenannte allgemeinen Elementkatalog und einen Projektelementkatalog. In der Vergangenheit wurde jedoch dieser Datenaustausch kaum angewendet. Mit der Integration der BIM-Methode kommt jedoch der Schnittstelle eine wesentliche Bedeutung zu.

Abbildung 1 zeigt den entsprechenden Workflow: Die Ausschreibung generiert sich aus den Informationen des Gebäudemodells mit einer qualitätsgesicherten IFC4-Datei, die den Anforderungen der AVVA entspricht. Daraus wird mit Hilfe eines standardisierten Elementkatalogs (= Vorlageelemente) und frei erstellten Elementen ein Projektelementkatalog mit allen Konstruktionsaufbauten für das aktuelle Projekt entwickelt. Dadurch entsteht aus der Verknüpfung des Katalogs mit den Informationen der IFC-Datei eine aus dem Modell abgeleitete Projektelementliste. Diese Liste enthält aber nicht nur die aus dem Gebäudemodell abgeleiteten Elemente, sondern wird ergänzt um nicht-modellierte Inhalte, wie z.B. zusätzliche Planungs- und Konsultenleistungen, Vorarbeiten, zeitgebundene Kosten, rechtliche Rahmenbedingungen, Regieleistungen, etc.

Die Verknüpfung zum Gebäudemodell bleibt durch die eindeutige Identifikationsnummer (GUID) in allen Phasen erhalten und dadurch wird auch die zuvor beschriebene visuelle Darstellung in einem BIM-Viewer möglich. Die Kostenelemente beinhalten die zugeordneten Leistungsverzeichnis-Positionen. Somit wird aus dieser Zuordnung letztendlich das projektspezifische Leistungsverzeichnis generiert.

3

Das Bauelement als »missing link«

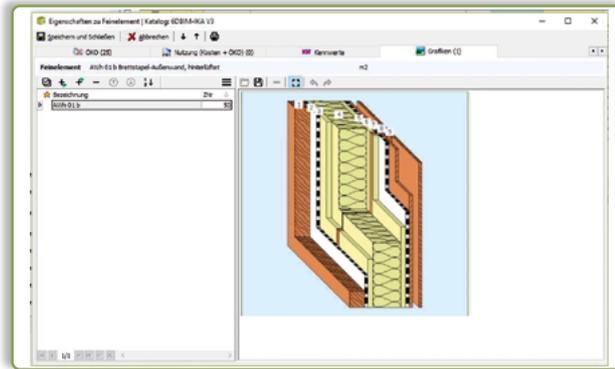


Abbildung 4: Aufbau eines Kostenelementes am Beispiel einer Brettstapel-Außenwand  
© Ib-data/ABK

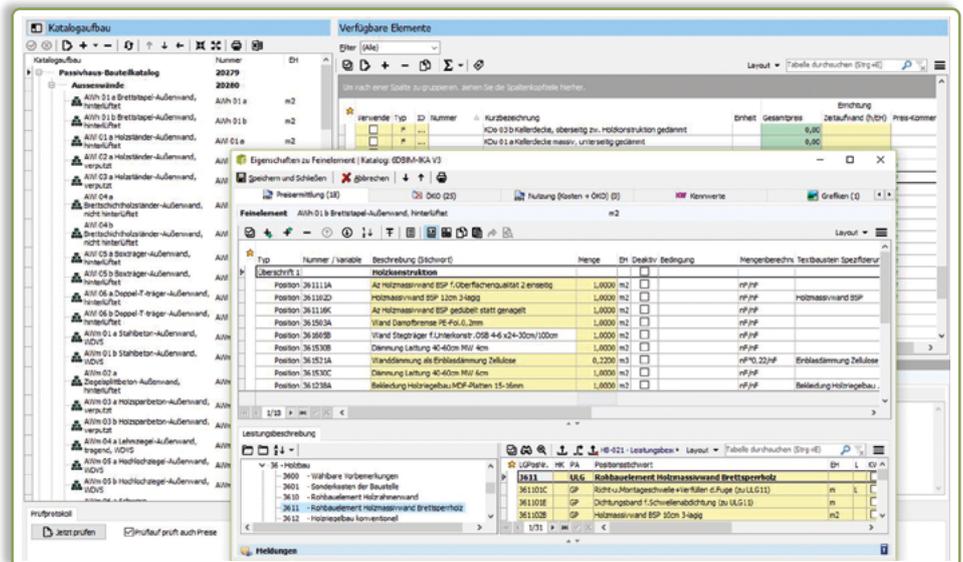


Abbildung 5: Darstellung der zugeordneten Positionen eines Kostenelementes - © Ib-data/ABK

Als Ausschreibungsunterlagen wird das Ausschreibungsmodell (IFC-Datei), die Projektelementliste und das Leistungsverzeichnis (ONLV-Datei) der Bieterseite in einer Container-Datei übergeben. Der Bieter kalkuliert nun das Angebot wie gewohnt. Einen Mehrwert entsteht dabei in der Visualisierung der Mengen anhand des beiliegenden Modells. Die Projektelementliste gibt Aufschluss über die anteiligen Positionsmengen. Gegebenenfalls können angebotene Produkte in die Projektelementliste eingetragen werden. Die Projektelementliste und das Angebots-Leistungsverzeichnis werden in den standardisierten Datenformaten (analog zur Ausschreibung) als Angebotsunterlagen retourniert.

Ergänzende Inhalte werden in der Ausführungsphase in der Projektelementliste erfasst und bedingen nicht die Ergänzung im Gebäudemodell. Damit gelingt es zum Beispiel auch Informationen aus Professionisten-Gewerken bereitzustellen und im Datenmodell zu verankern.

**Beispiel:** Steigerung des Informationsgehaltes durch den Fliesenleger  
Produktinformationen (Hersteller, Materialkennwerte, Lieferdatum, etc.) von verlegten Fliesen können über die Projektelementliste erfasst werden und so mit dem (Daten)modell verknüpft werden. Der Fliesenleger muss dafür keine Autorensoftware für die Modellierung beherrschen, sondern bewegt sich im gewohnten Umfeld der Produktspezifikation im Leistungsverzeichnis.

Letztendlich muss der Gedanke der durchgängigen Verknüpfung auch für den heute aufwendigen und konfliktbeladenen Prozess der Bauabrechnung fortgeführt werden. Schon die ON A6241-2 legt hier in einem Absatz (6.2) eine Basis:

4

Zusammenfassung und Ausblick

*Aufgrund der andauernden Übereinstimmung des Projektmodells mit dem tatsächlich ausgeführten Bauwerk (das As-built-Modell), der Durchgängigkeit und Transparenz der Prozesse sowie der Auswertungsmöglichkeiten, darf auf annähernde Mengenermittlungsverfahren, wie in den Werkvertragsnormen der einzelnen Gewerke beschrieben, verzichtet und die ermittelten Mengen nach tatsächlichen Größen abgerechnet werden. Dies ist jedenfalls gesondert zu vereinbaren.*

Dies setzt beim Modell eine entsprechende Detailgenauigkeit (LoD) und den entsprechenden Informationsgehalt (LoI) voraus. Gelingt dies so, definiert sich das klassische Aufmaßblatt, welches den rechnerischen Nachweis der Leistung darstellt, neu und kann weitgehendst automatisiert stattfinden. Gleichzeitig werden durch die Kopplung mit dem Modell die geleisteten Positionen visualisiert und tragen zur verbesserten Konsensfindung bei.

Dies ist bewusst ein radikaler und auch noch heute mit großer Skepsis gesehener Ansatz. Durchwegs sind hier die bestehenden Standards weiterzuentwickeln. Aber genau dieses radikalen Ansatzes bedarf es, um sich von den festgefahrenen und vielfach ausgereizten Prozessen der Abrechnung (inkl. der Darstellung und Prüfung von allfälligen Mehrkosten), deren Strukturen und Mechanismen zu befreien. Neben diesem vielfach kulturellen Wechsel sind die technische und inhaltliche Weiterentwicklung auf normativer Ebene notwendig. Dazu zählen:

- Eine verstärkte **Integration von Produkt- und Materialkatalogen** in das Datenmodell, welche zu einer höheren Detailgenauigkeit der Bauelemente führt, die wiederum den Informationsgehalt der Kostenelemente erhöht. Dies hätte gleich zwei positive Auswirkungen auf das (Daten)modell: Einerseits die Dokumentation der eingebauten Materialien und Produkte und andererseits eine verbesserte Zuordnung zu den adressierbaren Abrechnungspositionen des Leistungsverzeichnisses. Ersteres würde auch ein weiterer Türöffner für einen BIM2FIM Prozess sein, mit der kontinuierlichen Dokumentation des As-built Modells.
- Die **Standardisierung von bauteilbezogenen Mengenermittlungen**, speziell Mengen, die aus der Modellgeometrie entstehen (abgeleitete Mengen) oder die aus baubetrieblichen Verfahren und deren Zwängen resultieren. Es wäre durchaus vorstellbar die sogenannten QTO (Quantity Takeoff Abfragen) für Bauelemente zu standardisieren. Dies würde Fehlerquellen in der Massenermittlung reduzieren, die Vergleichbarkeit bei Angeboten erhöhen und dadurch auch eine notwendige Eindeutigkeit der LV-Positions-Mengenermittlung erhöhen.

#### 4 Zusammenfassung und Ausblick

Ist BIM als Methode in der Planung angekommen, so gelten heute angewandte BIM-Modelle zum Zweck der abgeleiteten datentechnischen Unterstützung in der Ausführungsphase noch als »Leuchttürme«. Die hier beschriebene Methodik der Verknüpfung von Bauelementen zu Kostenelementen (auch weiterführend Informationselemente, siehe unten) ist aus Sicht des Autors **der Türöffner** für den modellorientierten Ansatz in der Ausführung.

Die zuvor beschriebene Anwendung der Elemente beschränkt sich nicht nur auf die Verbindung zwischen Bauwerksdaten und der abgeleiteten Kostenermittlung. Elemente werden zu **Informationselementen** und deren zugeordnete Eigenschaften in Kombination mit relevanten Mengen können ebenso für

- Bauphysikalische Berechnungen
- Berechnung und Dimensionierung der technischen Gebäudeausrüstung
- Ökologische Bewertung und Nachhaltigkeitsbetrachtungen
- Vorfertigung und lean construction Abwicklung
- Logistikkabläufe Planung und Simulationen, Terminmanagement
- Automatisierte Produktionsprozesse

5

Literaturverzeichnis

- Betrachtungen des Facility Managements
- Kostenmanagement
- ... und vieles mehr verwendet werden.

Bewusst wurde der, in Analogie zu »openBIM«, geschaffene Begriff »**openAVVA**« als Titel gewählt. Denn so wie zu BIM-Anfangszeiten in der Planung sind derzeit in der Bauausführung native Systeme, Datenstrukturen und Softwarewerkzeuge bei BIM verknüpfter AVVA dominant. Der Wechsel zu open -AVVA ist noch zu bewerkstelligen. Nur durch offene und in vielen Bereichen vordefinierte Inhalte gelingt es diese Methodik einem breitem Anwenderkreis zuzuführen.

Der besondere Vorteil darin ist, dass die Anwender (Ausschreibende, Bieter, Lieferanten) keine großen Investitionen in neue Software und Schulungen bringen müssen. Auch die gewohnten Arbeitsweisen ändern sich nicht signifikant. Das hindert somit auch nicht kleinere und mittlere Unternehmen (KMUs und das kleingliedrige Baunebengewerbe) sich mit den neuen Inhalten und Abläufen auseinanderzusetzen und sorgt für **Chancengleichheit** am Markt.

Die Herausforderung liegt, wie so oft, in der offenen, klaren Kommunikation unter den Projektbeteiligten, Auftraggeber und Auftragnehmer – ein **Kulturwandel**, der durch eine standardisierte Datenlandschaft beflügelt werden kann. Mut zur Veränderung, wo auch die Politik gefordert ist Standardisierung mit Wissenschaft und Forschung in Verbindung mit der Praxis zu fördern. Der Weg von standardisierten Inhalten ist fortzuschreiten, auch wenn es auch oft ein großes »Ausmisten« und reduzieren von gewachsenen Inhalten bedeutet. Allgemeine Elementkataloge ergänzen standardisierte Leistungsbeschreibungen und verschlanken womöglich deren Inhalte.

Das schafft Platz für Neues, der Zeit angepasstes, die Grundlage für die durchgehende Datenkette – den digitalen Baubetrieb.

buildingSMART Österreich trägt zur Förderung dieses Prozesses in der Working Group »Bauwirtschaft und Baubetrieb« bei. Hier werden von Experten auf Basis der IFC-Strukturen die entsprechenden (hier auch sehr nationalen) Ausprägungen in Struktur und Merkmalen ausgearbeitet, in der Praxis evaluiert und kommuniziert. Es bedarf dem Willen und der Anstrengungen aller am Bauprozess Beteiligten aus allen Phasen. Letztendlich werden sie alle einen Nutzen generieren können – aus dem Bauwerksmodell abgeleiteten »openAVVA«.

### 5 Literaturverzeichnis

»**AVVA radikal**« (Christalon, Goger, Reismann), Plattform Planen.Bauen.Betreiben / Schrift 14, 2019, TU Verlag

»**Strategien für eine radikale Digitalisierung von AVVA-Prozessen**«, (Christalon, Goger, Ilg), BauAktuell, Juli 2019

»**Building Information Modeling – technologische Grundlagen und industrielle Praxis**«, (Borrmann, König, Koch, Beetz); Springer Verlag 2015

## Inhaltsverzeichnis

**Michael Hallinger****BIM-Implementierungen für Auftraggeber inklusive zusätzlicher Potentiale**

## Inhaltsverzeichnis

- 1 Einleitung
- 2 Grundlagen
  - 2.1 Building Information Modeling – BIM
  - 2.2 openBIM
  - 2.3 Neue Rollenbilder
  - 2.4 Bestehende Regelwerke
  - 2.5 Neue Regelwerke
    - 2.5.1 AIA-Auftraggeber-Informationsanforderungen
    - 2.5.2 BAP-BIM-Abwicklungsplan
    - 2.5.3 BIA-Betreiber-Informationsanforderungen
- 3 Zukünftige Methodik
  - 3.1 Projektorganisationen
    - 3.1.1 Punktuelle BIM-Struktur
    - 3.1.2 Moderate BIM-Struktur
    - 3.1.3 Maximale BIM-Struktur
  - 3.2 Abwicklungsmodelle
    - 3.2.1 Abwicklungsmodell mit Projektphasen – ohne und mit BIM
    - 3.2.2 Abwicklungsmodell mit Projektphasen inkl. early contracting
    - 3.2.3 Phasenunabhängiges Abwicklungsmodell
    - 3.2.4 Phasenunabhängiges Abwicklungsmodell inkl. early contracting
- 4 Ausbildung
  - 4.1 Interne Schulungen
  - 4.2 Traineeprogramm
  - 4.3 Lehrlinge
- 5 Resümee

1

Einleitung

2

Grundlagen

2.1

Building Information  
Modeling – BIM

## 1 Einleitung

Building Information Modeling – eine Digitalisierungswelle fegt über die gesamte Bau- und Immobilienbranche hinweg. Viele Projektbeteiligte in den unterschiedlichsten Projektphasen haben bereits die Mehrwerte für sich und ihre jeweiligen Anwendungsbereiche entdeckt. Doch gerade Auftraggeber, jene Projektbeteiligte, welche die Anforderungen an ein Projekt definieren, beherbergen teilweise unentdeckte Potentiale, die während oder auch nach einer erfolgreichen BIM-Implementierung ungeahnte, vervielfältigende Auswirkungen besitzen können.

In dem vorliegenden Exposé wird auf die speziellen Anforderungen eines Auftraggebers in Bezug auf eine openBIM-Implementierung eingegangen. Hierbei werden die interne Unternehmensstruktur als auch Projektstrukturen betrachtet und dargestellt, wie eine mögliche Implementierung von Building Information Modeling (kurz: BIM) erfolgen kann und wie zusätzliche Instrumente, wie neuartige Abwicklungsmodelle, veränderte Projektorganisationen oder interne Schulungskonzepte, dabei unterstützen können um so die erzielbaren Effekte vergrößern können.

Im ersten Teil werden die Grundlagen von Building Information Modeling, wie beispielsweise neue Rollenbilder oder neue Regelwerke, und die damit einhergehenden notwendigen Änderungen im täglichen Betrieb dargestellt.

Im zweiten Abschnitt werden unterschiedlichste Varianten zusätzlicher Potentiale zur Implementierung von BIM auf Auftraggeber-Seite angeführt. Diese bedingen je nach Ausprägung unterschiedlichste Unternehmensstrukturen und Projektorganisationen. Des Weiteren können neue Vertrags- und Abwicklungsmodelle dabei helfen BIM besser bzw. mit einer höheren Akzeptanz in Projekte zu integrieren.

Im abschließenden Kapitel wird noch ein mögliches, internes Ausbildungssystem eines Auftraggebers visualisiert und ein generelles Resümee aus der Perspektive der Auftraggeber gezogen.

## 2 Grundlagen

Im folgenden Kapitel werden die Grundlagen zu diesem Fachbeitrag dargestellt und erläutert.

### 2.1 Building Information Modeling – BIM

BIM wird in der ÖNORM 6241-2 wie folgt definiert:

*»vollständig integraler, gemeinschaftlicher Prozess der Modellierung eines virtuellen Gebäudemodells in Übereinstimmung mit der Ausführung für die Datenpflege über den gesamten Lebenszyklus, in einem gemeinsamen zentralen Datenmodell unter Einarbeitung von Sachdaten für weiterführende Informationen, die als zusätzliche Dimensionen beschrieben werden«<sup>1</sup>*

Hierbei gibt es unterschiedlichste Ansätze, Varianten und Ausprägungen. Die Ausprägungen littleBIM (= lediglich ein Projektbeteiligter arbeitet mit der BIM-Methodik) und closedBIM (= Softwareprodukte eines einzelnen Herstellers mit proprietären Austauschformaten) kommen der Definition nach aufgrund ihrer Einschränkungen bei öffentlichen Auftraggebern nicht zum Einsatz. Aus diesem Grund müssen öffentliche Auftraggeber auf die sogenannte openBIM-Methodik zurückgreifen, welche im nächsten Absatz näher erläutert wird. Auch private Auftraggeber sollten den openBIM-Ansatz verfolgen, da so eine Einschränkung des Bietermarktes und eine Abhängigkeit von Softwareentwicklungen vermieden werden kann.

In den folgenden Kapiteln wird daher die Variante big-/openBIM als Grundvoraussetzung angenommen. Dies ist darin begründet, da bigBIM die durchgängige Nutzung digitaler

1 ÖNORM A 6241-2. Digitale Bauwerksdokumentation. Teil 2: Building Information Modeling (BIM) – Level 3-iBIM. 01.07.2015. Hrsg.: Austrian Standards Institute (ASI). S.4.

2.2  
openBIM

2.3  
Neue Rollenbilder

Gebäudedaten über mehrere Projektbeteiligte und Lebenszyklusphasen hinweg betrachtet und openBIM auf softwareunabhängige offene Datenformate für einen geregelten Datenaustausch zurückgreift. Da bigBIM und openBIM immer gesamtheitlicher betrachtet werden, wird diese Kombination in den folgenden Abschnitten vereinfachend als openBIM bezeichnet.

### 2.2 openBIM

openBIM erarbeitet dem Grunde nach eine Standardisierung der Baubranche. Dabei werden Elemente und Informationen, welche der digitalen Beschreibung von Gebäude-Modellen dienen, vereinheitlicht. Ziel dabei ist ein offener Standard, welcher von allen Projektbeteiligten über alle Lebenszyklusphasen hinweg gleichermaßen verwendet werden kann. Dieser offene Datenstandard ist durch die ISO16739 bereits seit 2013 gelebte Praxis und mündet im textbasierten IFC Austauschformat.

Wie der Name schon vermuten lässt, handelt es sich hier um eine offene Form der Kollaboration. Hierbei gibt es so gut wie keine Einschränkung des Softwaremarktes. Jeder Planungsbeteiligte kann in gewisser Art und Weise an einem openBIM Projekt partizipieren. Außerdem agiert hier jeder Beteiligte in seiner eigenen Softwareumgebung, wodurch Haftungs- und Bieter einschränkungen wenig bis keine Rolle spielen. Lediglich der Austausch der Daten und der Informationen ist in dieser Form eingeschränkter als bei closedBIM, da Informationen über eine Schnittstelle ausgetauscht werden müssen und damit ein gewisser Datenverlust einhergeht.

Bei näherer Betrachtung können folgende Vor- und Nachteile dieser Methode aufgezeigt werden:

Vorteile:

- Keine Einschränkung des Bietermarktes, da nahezu alle Softwarelösungen verwendbar sind
- Planer können in ihrer gewohnten Planungsumgebung bleiben
- Datenhaltung gesichert, aufgrund einer reinen Text Datei (mind. 60 Jahre)
- International anerkannte Struktur und daher konform mit nationalen Gegebenheiten
- Klare Trennung der Verantwortlichkeiten – jeder arbeitet in seinem eigenen Modell
- Qualitätssicherung klar und nachvollziehbar sowie unabhängig der eingesetzten Modellersoftware

Nachteile:

- Durch Datenübertragung (Export – Import) gehen Planausschnitte, Berechnungsintelligenzen und teilweise Modelldaten verloren
- Daten können nach Export aus der nativen Datei nur schwer erneut bearbeitet werden.

Wobei zu den genannten Nachteilen erwähnt werden sollte, dass es sich hierbei um ein technisches Problem handelt, welches bereits in Forschungsprojekten bearbeitet wird um hier eine baldige Lösung zu erzielen.

### 2.3 Neue Rollenbilder

Die Durchführung von BIM-Projekten basiert auf bewährten Organisationsstrukturen herkömmlicher Projekte. Jedoch bedarf die Steuerung der Informationsweitergabe innerhalb digitaler Modelle sowie die Einbindung neuartiger technischer Komponenten zusätzliche Aspekte hinsichtlich BIM, wodurch vorhandene Rollenbilder angepasst werden müssen. Grundsätzlich ist an dieser Stelle aber festzuhalten, dass für diese Tätigkeiten bzw. zusätzlichen Funktionen nicht zwingend neue Mitarbeiter benötigt werden. Diese BIM-spezifischen Leistungen sind als Addendum in den jeweiligen Funktionen zu betrachten. So kann bei entsprechender Qualifikation ein Projektleiter auch die Funktionen eines BIM-Projektleiters übernehmen. Nachfolgend werden die BIM-spezifischen Funktionen vorgestellt.

## 2.4

## Bestehende Regelwerke

**BIM-Informationsmanagement (BM)**

Als BIM-Informationsmanagement wird jene Stelle innerhalb des Auftraggebers bezeichnet, welche für die generelle Spezifizierung der Rahmenbedingungen von BIM, u.a. die Definition der verwendeten Leistungsbilder der jeweiligen Akteure, die Anforderungen des Auftraggebers an die verwendete Datenstruktur und alphanumerische Informationen, verantwortlich ist. Außerdem können diverse andere Regelwerke zu den BIM-Regelwerken wie Modellerrichtlinien, Anforderungen an Plandarstellungen, Anforderungsmodelle etc. entwickelt werden. Des Weiteren werden von dieser Funktion auch alle Neuerungen aus Normen, Richtlinien und anderen Vorgaben in die Muster-Dokumente eingearbeitet.

**BIM-Projektleitung (BPL)**

Die BIM-Projektleitung überarbeitet auf Basis der projektunabhängig erstellten Vorlagen des BIM-Informationsmanagements, die dezidierten Anforderungen bezogen auf das jeweilige Neubau-, Umbau-, oder Sanierungsprojekt. Spezifische Anforderungen, welche das Projekt verlangt, werden dabei in den notwendigen Unterlagen wie Auftraggeber-Informationsanforderungen, BIM-Abwicklungsplan, Level of Information, Level of Geometry etc. eingearbeitet.

**BIM-Projektsteuerung (BPS)**

Die BIM-Projektsteuerung vertritt die Interessen des Auftraggebers auf Seiten des externen Projektteams (Planer, Konsulenten/Dienstleister). Jene Instanz überprüft Modellinhalte auf Einhaltung der Anforderungen der BIM-Projektleitung zum entsprechenden Zeitpunkt.

Weiters erstellt sie mithilfe des externen Projektteams den BIM-Abwicklungsplan als Antwort auf die Auftraggeber-Informationsanforderungen und hilft bei der softwaretechnischen Einrichtung der BIM-Anforderungen von der BIM-Projektleitung.

**BIM-Gesamtkoordination (BGK)**

Die BIM-Gesamtkoordination koordiniert BIM-Inhalte der unterschiedlichen Planungsbeteiligten auf Grundlage der Vorgaben der BIM-Projektsteuerung und trägt die Verantwortung für das Koordinationsmodell. Sie überwacht dabei die Durchführung der vorgegebenen Aufgaben der Fachkoordination und ist primärer Ansprechpartner der digitalen Planung gegenüber der BIM-Projektsteuerung.

**BIM-Fachkoordination (BFK)**

Die BIM-Fachkoordination verifiziert die internen fachdisziplinspezifischen BIM-Inhalte des eigenen Fachmodells.

**BIM.AVA**

BIM.AVA ist die verantwortliche Stelle zur Durchführung aller relevanten Aufgaben zur modellbasierten Massen- und Mengenermittlung und der damit einhergehenden Kostenermittlung auf Grundlage der koordinierten und verifizierten Modelldaten.

**BIM.ÖBA**

BIM.ÖBA ist die verantwortliche Stelle zur Dokumentation der Bauausführung mit digitalen Werkzeugen als Basis zur Rückkopplung an die digitale Planung und zur Koordination der Vorgangsweise im Falle von Abweichungen und Mängeln in der Errichtung.

**2.4 Bestehende Regelwerke**

Regelwerke dienen der Zusammenfassung von Vorgaben und Anforderungen eines Auftraggebers an die Projektbeteiligten. So müssen beispielsweise bestehende Unterlagen wie Leistungsbilder, Leitfäden für die Planung bzw. Modellierung oder Bau- und Ausstattungsbeschreibungen in Hinblick auf BIM überarbeitet werden. Auch kann die Art und Weise wie zukünftig Überprüfungen dieser Vorgaben stattfinden können überdacht werden. So bietet sich die Möglichkeit zukünftig die Bau- und Ausstattungsbeschreibung über Anforderungsmodelle vorzugeben, wodurch die Einhaltung der Vorgaben in regelmäßigen Planungsbesprechungen teilautomatisiert überprüft werden kann. Leistungsbilder müssen um BIM-Spezifika ergänzt oder dahingehend adaptiert werden, dass ein Auftragnehmer den erwartbaren Aufwand hinsichtlich BIM abschätzen kann.

## 2.5

## Neue Regelwerke

## 2.5.1

AIA - Auftraggeber-  
Informationsanforderungen

## 2.5.2

## BAP - BIM-Abwicklungsplan

## 2.5.3

BIA - Betreiber-  
Informationsanforderungen

Je nach Qualifikation können vom Auftraggeber auch wesentlich detailliertere Vorgaben zum Beginn eines Projektes eingefordert aber auch zur Verfügung gestellt werden. So kann in Hinblick auf eine standardisierte Mengen- und Massenermittlung eine eigene Modellierungsrichtlinie vorgegeben werden. Auch kann die Vorgabe hinsichtlich diverser Verhältnisgrößen wie »Bruttogeschossfläche zu Nettogeschossfläche« oder »Fensterfläche zu Fassadenfläche« sinnvoll sein, um die Einhaltung der Vorgaben besser überprüf-bar zu machen. Weiters können auch dezidierte Regelsets zur Verfügung gestellt werden, sodass die Planer vorab intern eine Qualitätsüberprüfung hinsichtlich der Anforderungen des Auftraggebers durchführen können.

### 2.5 Neue Regelwerke

Zusätzlich zu den adaptierten, bestehenden Regelwerken gibt es auch neu zu erstellende Dokumente, um einen reibungslosen Ablauf in einem BIM-Projekt gewährleisten zu können. Dazu hat sich in der Vorgangsweise folgende standardisierte Abfolge als sinnvoll herausgestellt: Die grundlegenden Anforderungen des Auftraggebers werden in den Auftraggeber-Informationsanforderungen beschrieben, die Steuerung der Projektdurchführung erfolgt auf Grundlage des BIM-Abwicklungsplans. Zusätzlich zu diesen Regelwerken gibt es noch als Spezialfall die Betreiber-Informationsanforderungen – diese beiden Regelwerke werden in weiterer Folge erläutert.

#### 2.5.1 AIA - Auftraggeber-Informationsanforderungen

Dieses Dokument stellt eine konkrete Beschreibung des Informationsbedürfnisses eines Auftraggebers dar, welche für den Auftragnehmer beschrieben werden und als Grundlage für den BIM-Abwicklungsplan in einem Projekt dienen. Die AIA beinhalten insbesondere die BIM-Anforderungen, Prozesse und Anwendungen um die Ziele des Auftraggebers zu erreichen. Im weiteren Ablauf wird durch die Auftragnehmer mittels des BIM-Abwicklungsplans deklariert, wie diese Anforderungen und Ziele des Auftraggebers erreicht werden können.

#### 2.5.2 BAP - BIM-Abwicklungsplan

Der BIM-Abwicklungsplan ist ein Richtlinien-Dokument, welches die Grundlage einer BIM-basierten Zusammenarbeit definiert. Er legt die organisatorischen Strukturen und die Verantwortlichkeiten fest, stellt den Rahmen für die BIM-Leistungen dar und definiert die Prozesse und Anforderungen an die Kollaboration der einzelnen Beteiligten.

Die Modelle und Prozesse werden hierbei in Bezug auf Strukturen, Elemente und Informationen vereinheitlicht. Der BIM-Abwicklungsplan legt weiters die projektbezogenen Ausprägungen fest und definiert das Maß der Informations- und Detailierungstiefe sowie deren Qualitäten. Der BIM-Abwicklungsplan sollte Vertragsbestandteil zwischen Auftraggeber und Projektteilnehmern werden.

Der BAP wird durch die BIM-Projektsteuerung mithilfe des externen Projektteams erstellt und definiert wie die vorgegeben Ziele des Auftraggebers konkret erreicht werden können.

#### 2.5.3 BIA - Betreiber-Informationsanforderungen

Dieses Dokument wird benötigt, wenn der Auftraggeber nicht der Betreiber der zu erstellenden Immobilie sein wird. Falls der Betreiber auch gleichzeitig der Auftraggeber ist, können die Anforderungen aus Sicht des Betriebs ebenso in die AIA übernommen werden. Ist der Betreiber aber nicht der Auftraggeber ist aber bereits zu Beginn eines Projektes bekannt, kann der Betreiber mit diesem Regelwerk das Informationsbedürfnis an sein Computer-Aided Facility Management-System (kurz = CAFM-System) darstellen.

## 3

## Zukünftige Methodik

## 3.1

## Projektorganisationen

## 3.1.1

## Punktuelle BIM-Struktur

### 3 Zukünftige Methodik

In den folgenden Abschnitten werden unterschiedlichste Varianten von möglichen Projektorganisationen und Abwicklungsmodellen dargestellt.

#### 3.1 Projektorganisationen

In Abhängigkeit zum vorherrschenden Wissensstand über BIM in einem Unternehmen ist es ratsam eine BIM-Implementierung Schritt für Schritt durchzuführen. Hierzu können unterschiedliche »BIM-Stufen« im Unternehmen eingeführt werden. Nachfolgend wird ein Stufenplan in drei Schritten erläutert, welche jedoch nicht zwingend einzuhalten sind. Im Falle von Mehr- oder Minderwissen auf Seite des Auftraggebers können zusätzliche Schritte notwendig sein oder aber auch Schritte übersprungen werden. Die nachfolgenden Abschnitte werden aus Sicht eines Auftraggebers betrachtet.

Die drei Ausprägungen der BIM-Stufen sind:

1. punktuelle BIM-Struktur
2. moderate BIM-Struktur
3. maximale BIM-Struktur

welche in den nachstehenden Kapiteln beschrieben werden.

Auch an dieser Stelle sollte nochmals wie in Kapitel 2.3 betont werden, dass die in den folgenden Abbildungen dargestellten Rollen nicht zwingend von unterschiedlichen Personen besetzt werden müssen. So können in der Variante punktuelle BIM Struktur die Funktionen der Projektleitung und des BIM-Experts durch eine Person abgedeckt werden.

##### 3.1.1 Punktuelle BIM-Struktur

In diesem Abschnitt wird eine Variante dargestellt in der nur wenige BIM-Knowhow-Träger auf Seiten eines Auftraggebers vorhanden sind.

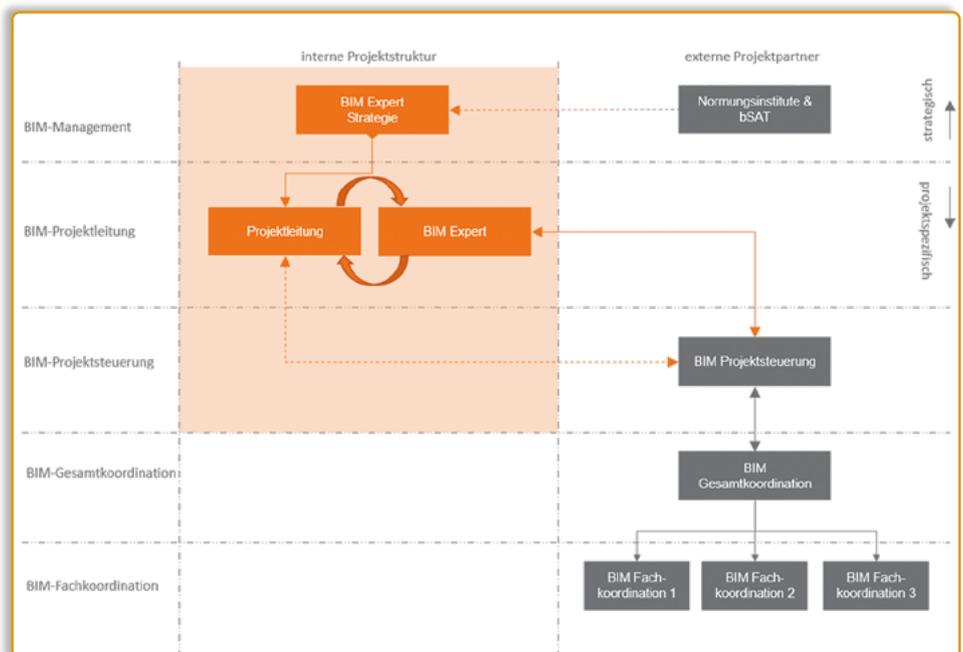


Abbildung 1: Projektorganisation »punktuelle BIM Struktur«

## 3.1.2

## Moderate BIM-Struktur

In der Abbildung ist ersichtlich, dass die generellen Anforderungen vom BIM-Informationsmanagement auf Basis der gegebenen Normungssituation und aktuellen Regelwerken vorgegeben werden. Diese werden in der BIM-Strategie festgehalten. Zu diesen Anforderungen zählen unter anderem:

- AIA und BAP als Templates
- Level of Geometry als Teil der AIA
- Level of Information als Teil der AIA
- Level of Coordination als Teil der AIA
- Eventuell Modellierrichtlinien
- Bei To-Hold Projekten Anforderungen des Facility Managements in Form von BIA
- etc.

Aufbauend auf diesen Vorgaben passen die Projektleitung und der BIM-Expert die Vorlagen entsprechend der Projektspezifika an. Die BIM-Projektsteuerung wird in dieser Variante zumeist an einen externen Dienstleister ausgelagert, wobei betont werden sollte, dass diese Leistung ebenso innerhalb des Auftraggebers stattfinden kann. Bei wenigen BIM-Knowhow-Trägern ist von einer internen BIM-Projektsteuerung jedoch abzuraten. Diese Variante eignet sich somit sehr gut um die ersten »BIM-Schritte« in einem Projekt zu absolvieren und kann in weiterer Folge als Grundlage zum Aufbau einer größeren BIM-Projektorganisation verwendet werden.

### 3.1.2 Moderate BIM-Struktur

In diesem Abschnitt wird eine Variante dargestellt in der bereits ein eigenes BIM-Team innerhalb der Abteilung aufgebaut wurde, wodurch weiterführende BIM-Leistungen und -Funktionen auf Seite des Auftraggebers angedacht werden können. So kann in dieser Ausprägung bereits darüber nachgedacht werden, ob die BIM-Projektsteuerung teilweise oder sogar gänzlich auf Auftraggeber-Seite platziert wird. Dies kann auch je nach Auslastung der Abteilungen situativ entschieden werden.

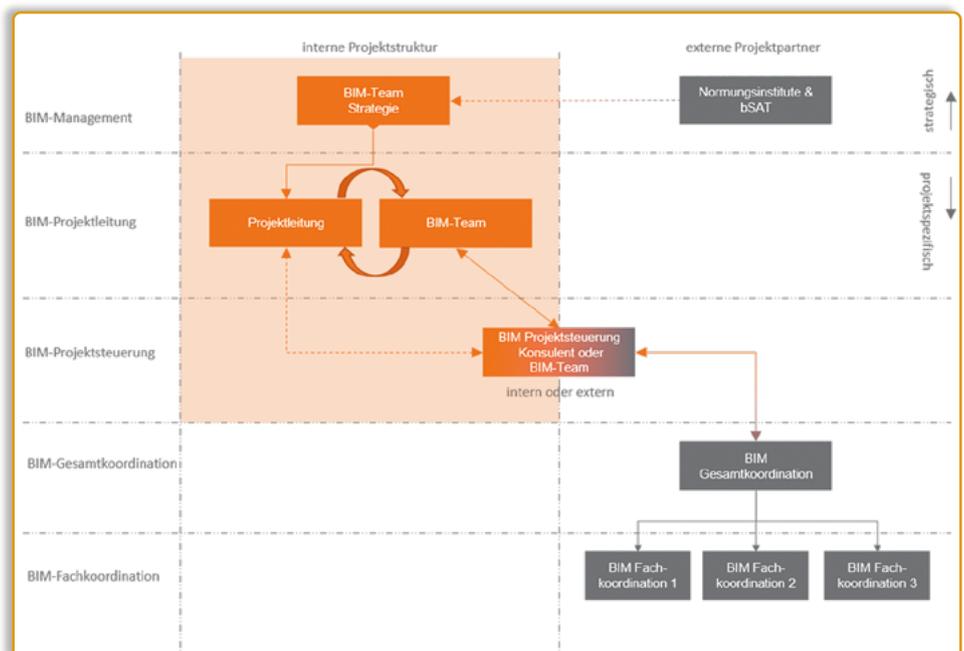


Abbildung 2: Projektorganisation »moderate BIM Struktur«

## 3.1.3

## Maximale BIM-Struktur

Zusätzlich zu den Vorteilen, welche sich bereits in der punktuellen BIM-Struktur zeigen, können in dieser Ausprägung weitere Standards vorgegeben werden. Ein Beispiel hierfür wäre eine Standardisierung für die BIM-Projektsteuerung, wie in Projekten die Qualitätssicherung zu erfolgen hat. Weiters können entsprechende Regelsets erarbeitet und standardisiert werden. Vor allem in Hinblick auf eine zeitnah verfügbare, modellbasierte, digitale Baueinreichung der Stadt Wien sollte jene Möglichkeit der Qualitätssicherung hinsichtlich der Bauordnung nicht vernachlässigt werden.

### 3.1.3 Maximale BIM-Struktur

In diesem Abschnitt wird jene Variante dargestellt, in welche die BIM-Struktur des Auftraggebers gipfeln kann. In dieser Ausprägung existiert ein eingespieltes und vollends strukturiertes BIM-Team, welches für die BIM-Anliegen des gesamten Geschäftsbereichs zuständig ist. Eine exemplarische Übersicht der möglichen Leistungen dieses Teams ist:

- Erstellung und Pflege der BIM-Strategie
- Erstellung, Ergänzung und Pflege von Vorlagen im Zusammenhang mit BIM
- Abhalten von Schulungen (In House)
- Ansprechpartner für BIM-Themen im internen Projektteam
- Aufrechterhaltung des BIM-Knowhows durch Teilnahme an Schulungen, Veranstaltungen, Messen, Konferenzen etc.
- Einbindung von Standardisierungs- und Normungsthemen (buildingSMART • Austria, buildingSMART International, Austrian Standards, etc)
- Support für Projektleitung bei BIM-Themen in Projekten

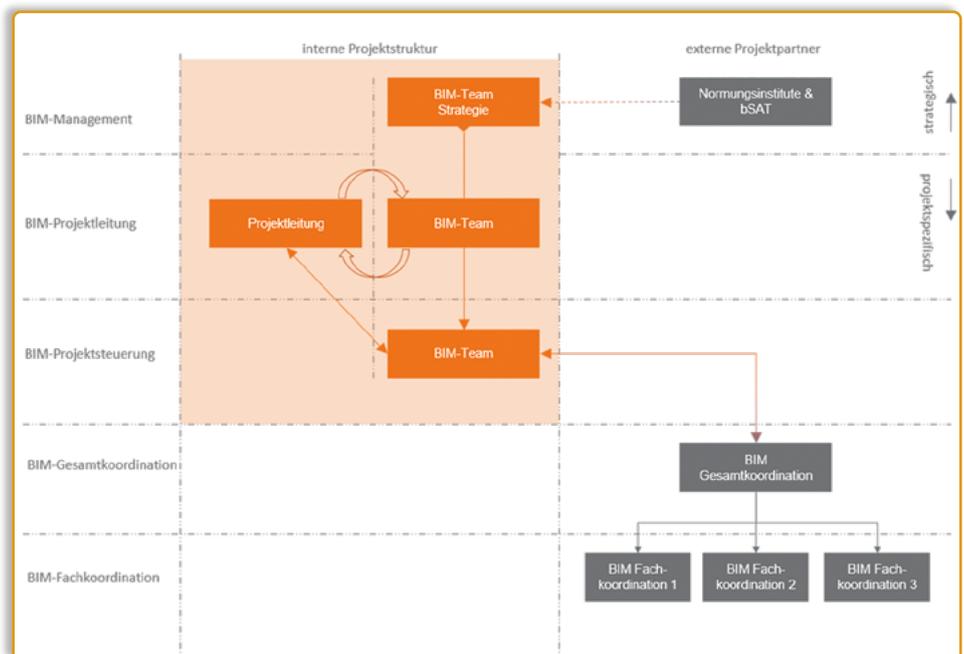


Abbildung 3: Projektorganisation »maximale BIM Struktur«

Zusätzlich zu den Vorteilen im Vergleich zu den zuvor beschriebenen Varianten ist hier bei der Standardisierungsgrad nochmals ein höherer, wodurch Prozesse noch effizienter gestaltet werden können. In Verbindung mit einem standardisierten Common Data Environment (kurz = CDE) können beispielsweise das Reporting, Controlling und viele weitere Aspekte an ein internes System andocken und die entsprechenden Informationen auf einheitlichem Wege abrufen.

## 3.2

## Abwicklungsmodelle

## 3.2.1

Abwicklungsmodell mit  
Projektphasen –  
ohne & mit BIM

## 3.2 Abwicklungsmodelle

In diesem Kapitel werden unterschiedliche Abwicklungsmodelle von Projekten dargestellt. Diese werden in Relation zu einer herkömmlichen Vorgehensweise gesetzt und etwaige Unterschiede aufgezeigt.

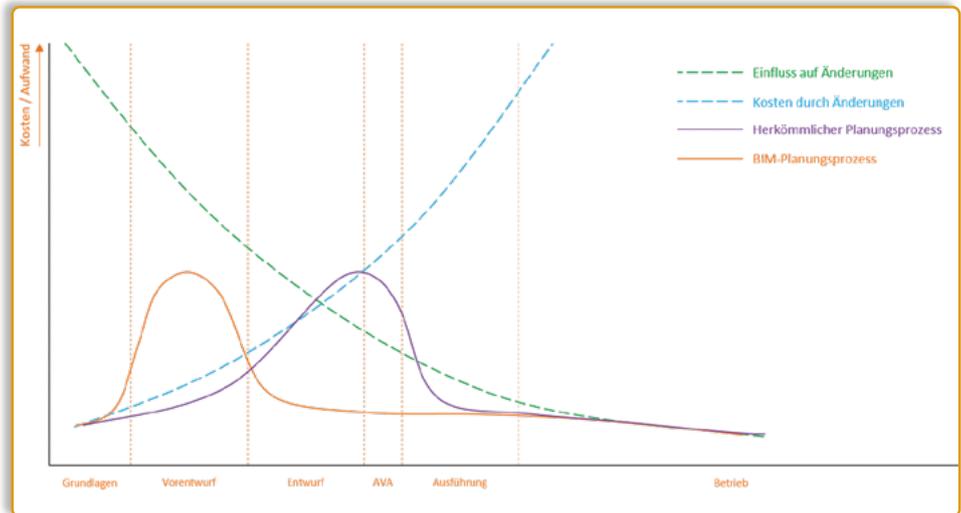


Abbildung 4: Einfluss auf Planung im Vergleich zu den entsprechenden Kosten<sup>2</sup>

In der aufgezeigten Darstellung ist ersichtlich, wie sich das Verhältnis »Einfluss auf Änderungen« (grüne Linie) zu den »Kosten« (blaue Linie) verändert. Je früher eine Änderung stattfindet, umso geringer sind die Kosten für diese Änderung aber umso höher der Einfluss. Dies bedeutet, dass in frühen Phasen, wie bspw. der Vorentwurfsphase, ein großer Einfluss auf die Planung genommen werden kann, wobei die Kosten für diese Änderung niedrig gehalten werden können. Findet eine gleichwertige Änderung in einer späteren Phase wie AVA oder gar erst in der Ausführung statt, ist die Auswirkung der Änderung wesentlich geringer, die Kosten und Aufwände für diese Änderung hingegen sehr hoch. Bildlich gesprochen ist ein digitales Planungsmodell schneller und kosteneffektiver verändert, als eine bereits gebaute Wand zu versetzen oder gar abzureißen. In der vorhergehenden Abbildung ist ebenso ein Vergleich zwischen einem »herkömmlichen Planungsprozess« (violette Linie) und einem »BIM-Planungsprozess« (orange Linie) dargestellt. In diesem ist ersichtlich, dass der Aufwand des BIM-Planungsprozesses dem des herkömmlichen Planungsprozesses zwar ähnlich groß ist, dieser aber zu einer früheren Phase stattfindet, wodurch Änderungen einfacher und vor allem kosteneffizienter eingearbeitet werden können.

Auf dieser Grundlage stützend folgen die weiteren Abwicklungsmodelle.

<sup>2</sup> In Anlehnung an: Borrmann, André: Building Information Modeling – Was?. In: Building Information Modeling – Technologische Grundlagen und industrielle Praxis. Hrsg: Borrmann, André. Wiesbaden: Springer Fachmedien 2015. S.6.

## 3.2.1 Abwicklungsmodell mit Projektphasen – ohne &amp; mit BIM

Dieses Modell soll ein herkömmliches Projekt als auch ein BIM-Projekt in einem gewöhnlichen Phasenmodell zeigen. Hierbei gilt es zu berücksichtigen, dass eine Trennung nach Projektphasen vorliegt.

<sup>2</sup> In Anlehnung an: Borrmann, André: Building Information Modeling – Was?. In: Building Information Modeling – Technologische Grundlagen und industrielle Praxis. Hrsg: Borrmann, André. Wiesbaden: Springer Fachmedien 2015. S.6.

## 3.2.2

Abwicklungsmodell mit  
Projektphasen inkl.  
early contracting

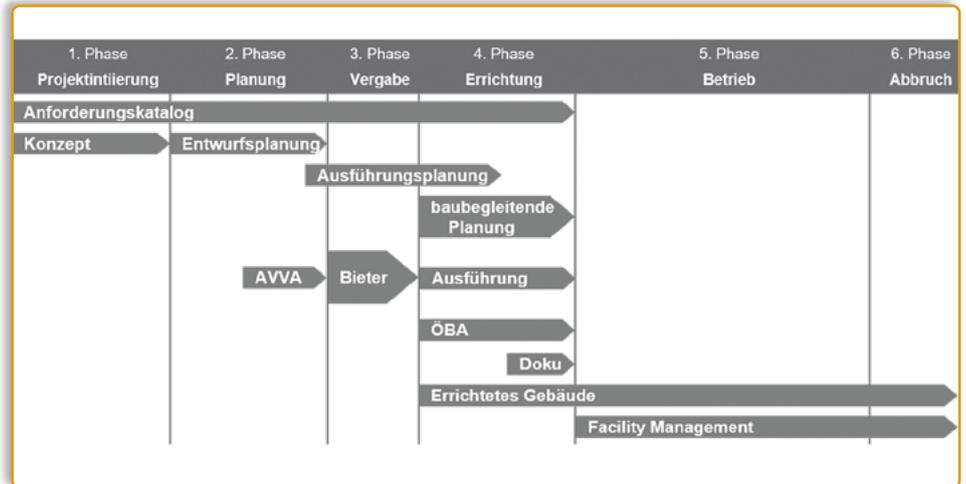


Abbildung 5: herkömmliches Phasenmodell ohne BIM

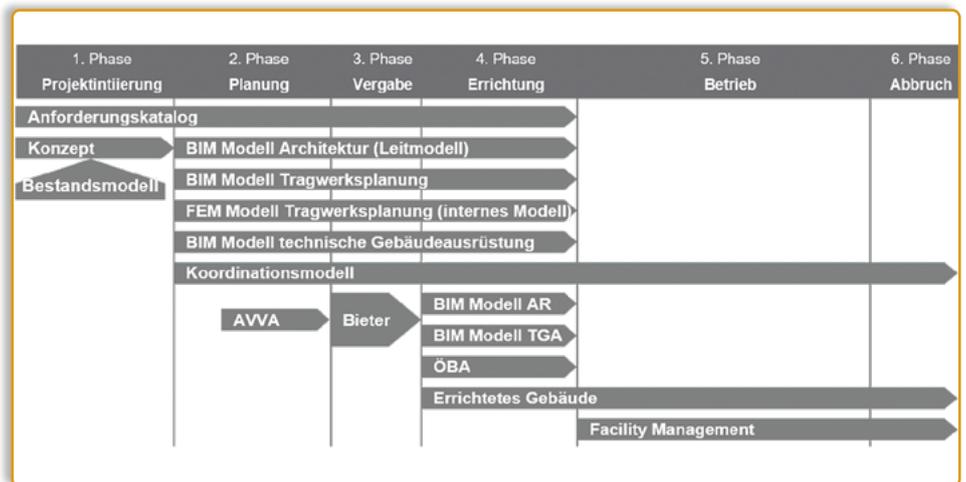


Abbildung 6: herkömmliches Phasenmodell mit BIM

In den Darstellungen ist ersichtlich, dass eine Projektunterteilung nach Planung – Vergabe – Errichtung – Betrieb vorliegt. Dies hat zur Folge, dass die ausführenden Unternehmen erst nach Vergabe der Leistung/en hinzugezogen werden, wodurch Erfahrungen der Ausführenden erst zu einem späten Zeitpunkt abgerufen werden können. Dadurch bedingt kommt es vor, dass in einer späten Planungsphase noch Planänderungen aufgrund von Einsparpotentialen oder anderer Leistungsabweichungen entstehen können, wodurch höhere Kosten erwartet werden können. Hierbei ist der so entstehende Nachteil bei einem Projekt mit und ohne BIM annähernd der gleiche.

### 3.2.2 Abwicklungsmodell mit Projektphasen inkl. early contracting

Wird das herkömmliche Phasenmodell betrachtet, ist ersichtlich, dass durch die späte Einbindung der ausführenden Firmen, Änderungen einen höheren Kostenanteil verursachen. Daher wäre eine Möglichkeit diese Ausführenden schon vorab, also direkt in die Planung hinzuzuziehen. Dies ermöglicht, dass das Wissen dieser Projektbeteiligten in frühen Planungsphasen abgerufen und genutzt werden kann, wodurch späte Änderungen im Projekt durch Ausführende verringert und zu einem kostengünstigeren Zeitpunkt eingearbeitet werden können.

## 3.2.3

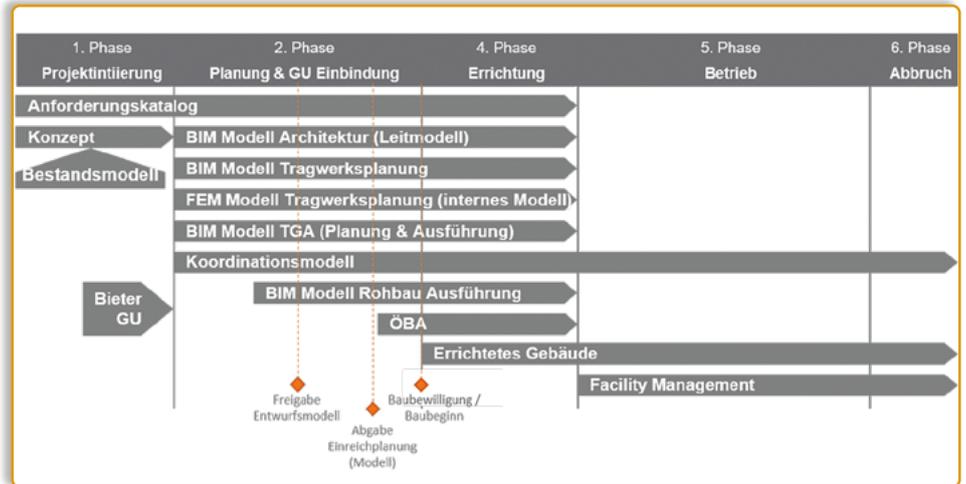
Phasenunabhängiges  
Abwicklungsmodell

Abbildung 7: herkömmliches Phasenmodell inkl. early contracting

Durch die Einbindung eines möglichen Generalunternehmers in frühen Phasen wird eine Ausschreibung in der gewohnten Art und Weise obsolet. Weiters kann durch eine frühe Bindung des Generalunternehmers eine höhere Kostensicherheit erreicht werden, da hier weniger bis keine Nachträge zur Planung erwartet werden können, da der Generalunternehmer selbst in der Planung mitgewirkt hat.

## 3.2.3 Phasenunabhängiges Abwicklungsmodell

Eine weitere Möglichkeit einer zukünftigen Abwicklungsmethode von Projekten ist die phasenunabhängige Abwicklung. Durch BIM verschieben sich die Leistungsgrenzen der Planung in frühere Phasen. Da es in der BIM-Betrachtung zwar Planungsphasen geben kann, aber nicht muss, sollte überdacht werden, ob diese Phasen zukünftig überhaupt noch also solche benötigt werden.

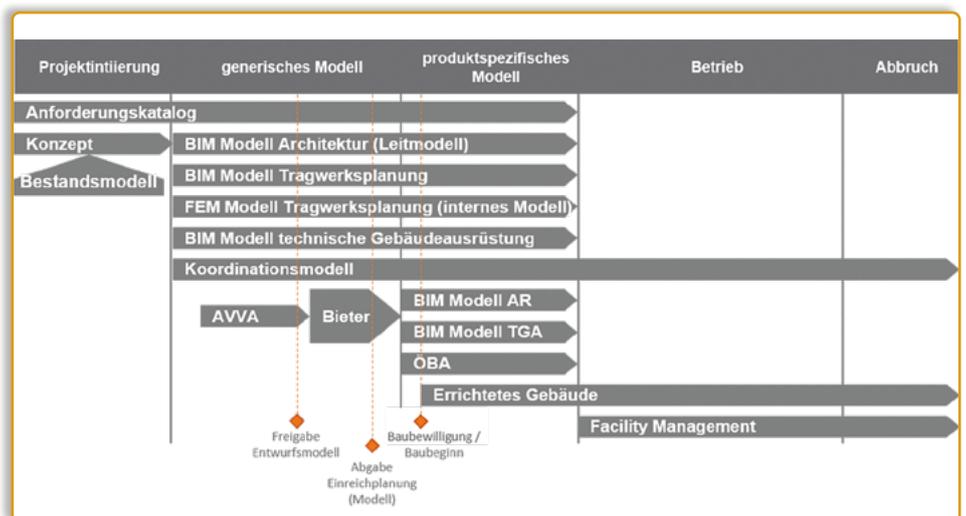


Abbildung 8: phasenunabhängiges Abwicklungsmodell

In dieser Betrachtung wird davon ausgegangen, dass unabhängig der Projekt- bzw. Planungsphasen zwei Zustände eines digitalen Gebäudemodells vor zu finden sind. Zum einen gibt es vor einem AVA-Prozess ein generisches Modell mit Elementinformationen, welche als Mindestanforderung zu verstehen sind. So dient beispielsweise der U-Wert



## 4

## Ausbildung

## 4.1

## Interne Schulungen

## 4.2

## Traineeprogramm

## 4.3

## Lehrlinge

**4 Ausbildung**

In diesem Kapitel werden weitere Vorteile dargestellt welche sich durch eine Kombination von Ausbildung innerhalb der BIM-Implementierung ergeben können.

**4.1 Interne Schulungen**

Wie in Kapitel 3.1.3 Maximale BIM-Struktur beschrieben, kann das BIM-Team bei entsprechender Qualifikation interne Schulungen im Unternehmen durchführen. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass diese Schulungen lediglich allgemein über die grundlegenden Inhalte informieren sollten. Das Ziel interner Schulungen sollte sein, dass ein gewisses Grundverständnis von Building Information Modeling in allen Abteilungen geschaffen wird. Im Weiteren kann bei Bedarf punktuell auch in die Tiefe geschult werden. Ein deklariertes Nicht-Ziel sollten Softwareschulungen über die Grundkenntnisse hinaus sein. Hierfür gibt es zertifizierte Institutionen, welche auf einheitlichem Wege Software-spezifisches Wissen vermitteln.

**4.2 Traineeprogramm**

Zusätzlich zu internen Schulungen stellt sich ein Traineeprogramm, welches in der BIM-Abteilung endet, als sehr probates und zielführendes Mittel dar. BIM bezieht sich nicht nur auf gewisse Projektphasen oder Abteilungen, sondern sollte als allumfassendes Instrument gesehen werden, welches die jeweiligen Bedürfnisse der Abteilungen befriedigen kann. Dadurch ist es aber notwendig geworden nicht nur ein Experte im Bereich Building Information Modeling zu sein, sondern ebenso die Bedürfnisse der jeweilig an-deren Abteilungen zu kennen. Zu diesem Zwecke bildet ein Trainee die perfekte Nahtstelle zwischen den Abteilungen und dem neuen, notwendigen Mindset, welches Building Information Modeling mit sich bringt.

**4.3 Lehrlinge**

Eine Möglichkeit bereits junge Mitarbeiter in diesem Bereich aufzubauen, wäre die Schaffung von Lehrlingsstellen in diesem Bereich. Gerade in der heutigen Zeit in der die Digitalisierung in nahezu allen Bereichen Einzug hält, könnte eine Schaffung einer Lehrlingsstelle mit Bezug auf BIM eine Möglichkeit schaffen, um einerseits junge motivierte Mitarbeiter von Grund auf aufzubauen und andererseits gerade jene Altersschicht, welche vollends digital aufgewachsen ist und somit in jedem Falle eine IT-Affinität mit sich bringen, ins Unternehmen zu integrieren.

5

Resümee

### 5 Resümee

Dieses Exposé soll zum einen die Vielfalt von BIM-Implementierungen, aber auch die damit einhergehende, notwendige Flexibilität zeigen, mit der sich Auftraggeber und im Weiteren auch andere Projektbeteiligte konfrontiert sehen. Zum anderen soll diese Arbeit aber auch darstellen, dass viele, größtenteils ungenutzte, Potentiale nur darauf warten genutzt zu werden. So sollten Auftraggeber für einen entsprechenden Wissensaufbau in den Abteilungen sorgen und zeitgleich ein entsprechendes Wissensmanagement sowie ein gesamtheitliches Datenmanagement andenken. An dieser Stelle sollte darüber hinaus erwähnt werden, dass eine entsprechende Implementierung neuer Strukturen und Technologien in einem Unternehmen zu Beginn zwar Kosten verursachen, die zukünftig erwartbaren Vorteile durch den innovativen Prozessablauf sowie die damit einhergehenden positiven Aspekte, welche in diesem Exposé dargestellt wurden, die Kosten und Aufwände jedoch mehrfach überwiegen können. Diese Punkte sind jedoch nur vereinzelte Schlagworte, die Auftraggeber zukünftig im Rahmen neuer, digitaler Ansätze zu bedenken haben.

Jene Welle der Digitalisierung bietet aber auch die Chance ein gesamtheitliches System zu etablieren, welches nicht nur wenigen, sondern allen Beteiligten in der Wertschöpfungskette helfen kann. Gerade in Kombination mit neuen Abwicklungsmodellen, unterschiedlichsten Projektorganisationen, welche bei Bedarf auch angepasst werden können, werden durch BIM-Implementierungen Potentiale geschaffen, die einen tatsächlich messbaren Mehrwert schaffen. Auch können diese Maßnahmen die derzeit noch kritischen Übergabepunkte egalisieren oder zumindest deren Auswirkung reduzieren. So wäre es beispielsweise in einem Projekt inkl. early contracting möglich, spezielle Anforderungen eines ausführenden Unternehmens bereits in der Planung zu berücksichtigen, wodurch ein durchgängigerer Prozess ermöglicht wird.

Einen weiteren wesentlichen Punkt stellen die derzeit stattfindenden Forschungsprojekte inkl. der Standardisierungs- und Normungsaktivitäten dar, welche speziell jene Problembereiche lösen sollen, die mit entsprechender Flexibilität zwar heute bereits lösbar wären, aber noch nicht standardisiert gelöst werden können. Zur Problembewegung wird eine größere Flexibilität auf technischer Seite notwendig werden, um gesamtheitlich durchgängige, standardisierte Datenprozesse gewährleisten zu können.

Abschließend sollte noch ein mit BIM-Implementierungen einhergehende, psychologische Effekt hervorgehoben werden, welcher nicht zu vernachlässigen ist. Dieser bewirkt, dass BIM ein gewisses »Zusammenrücken« aller Projektbeteiligten mit sich bringt. Es muss auf Augenhöhe kommuniziert werden was, wann und wie für den Prozess erforderlich ist. Weiters muss auf technischer Ebene überprüfbar, nachvollziehbar und transparent darstellbar sein, was die konkreten Prozessanforderungen waren bzw. sind. Dadurch bedingt ist ein nachhaltiges Umdenken in allen Sparten der Baubranche erforderlich, wodurch Schlagworte wie »Unternehmenskultur der Zukunft«, »partnerschaftliche Abwicklung eines Projektes« oder »gemeinsam statt gegeneinander« immer größerer Bedeutung zu kommen.

## Inhaltsverzeichnis

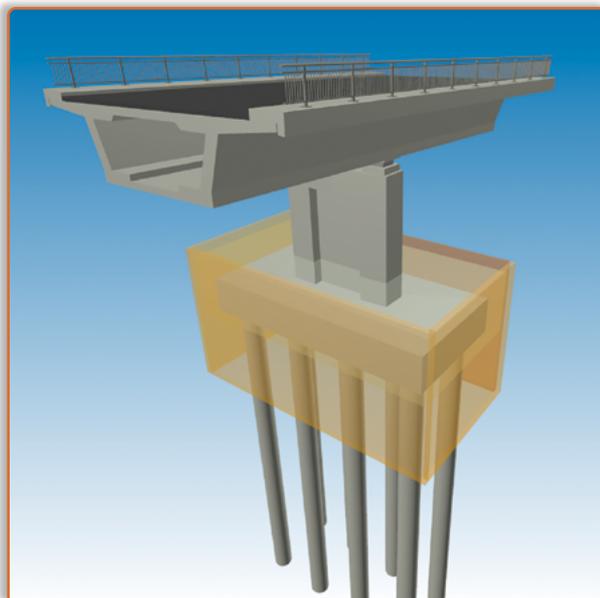
René Holzer

**Datenstrukturen im Infrastrukturbereich**

Aktuelle Entwicklungen und derzeitiger Umgang mit Datenstrukturen in Infrastrukturprojekten

## Inhaltsverzeichnis

- 1 Aktuelle Entwicklung und Ausblick auf IFC im Infrastrukturbereich
- 2 Derzeitiger Umgang mit Datenstrukturen im Infrastrukturbereich
  - 2.1 Status BIM Im Infrastrukturbereich
  - 2.2 Benutzerdefinierte Datenstrukturergänzungen
  - 2.3 Definition und Implementierung einer Datenstruktur
  - 2.4 Die Abhängigkeit zwischen Geometrischem Detaillierungsgrad und Datenstruktur
  - 2.5 Das Setup für die Gegenüberstellung der Datenstrukturvarianten
  - 2.6 Variante A: Klassifizierung über PSets
  - 2.7 Variante B: Klassifizierung über Attribute
  - 2.8 Datenstrukturdefinition
- 3 Möglichkeiten zur Implementierung der Vorgaben
  - 3.1 Variante A: Klassifizierung über PSets
  - 3.2 Variante B: Klassifizierung über Attribute
- 4 Möglichkeiten und Handhabbarkeit der erstellten IFC´s
  - 4.1 Identifikation der Fachbereiche
  - 4.2 Identifikation von Bauteilen
  - 4.3 Eindeutiger Zugriff auf Informationen
  - 4.4 Effizienter Zugriff auf Daten bauteilübergreifend
  - 4.5 Handling in IFC Viewer – Solibri Office
  - 4.6 Handling in IFC Viewer – BIM Collab Zoom
  - 4.7 Qualitätssicherung der Datenstrukturen
- 5 Gegenüberstellung der Vorgaben der Datenstrukturen
- 6 Conclusio
- 7 Quellen
- 8 Abbildungsverzeichnis



1

Aktuelle Entwicklung und Ausblick auf IFC im Infrastrukturbereich

### 1 Aktuelle Entwicklung und Ausblick auf IFC im Infrastrukturbereich

Derzeit befinden wir uns mitten in der Implementierungsphase für die IFC4, welche 2013 als Neuauflage der ISO 16739 herauskam und sich ausschließlich auf den Hochbau konzentriert. Es bildet für den Infrastrukturbereich die Grundlage für die Erstellung eines übergreifenden Schema für den Infrastrukturbereich.

In Workinggroups IFC Rail, IFC Road etc., wird eine Datenstruktur für die jeweiligen Bereiche entwickelt. Diese finden dann als finaler Stand in IFC5 ihre Implementierung. Eine Übersicht über die Entwicklung der IFC Versionen ist im BIMcert Handbuch Ausgabe 2021, Seite 54 enthalten. Derzeit ist die IFC4.3 RC2 als aktuelle Version vorhanden. Dieser Standard wird in Kürze als finaler bSI-Standard überführt.

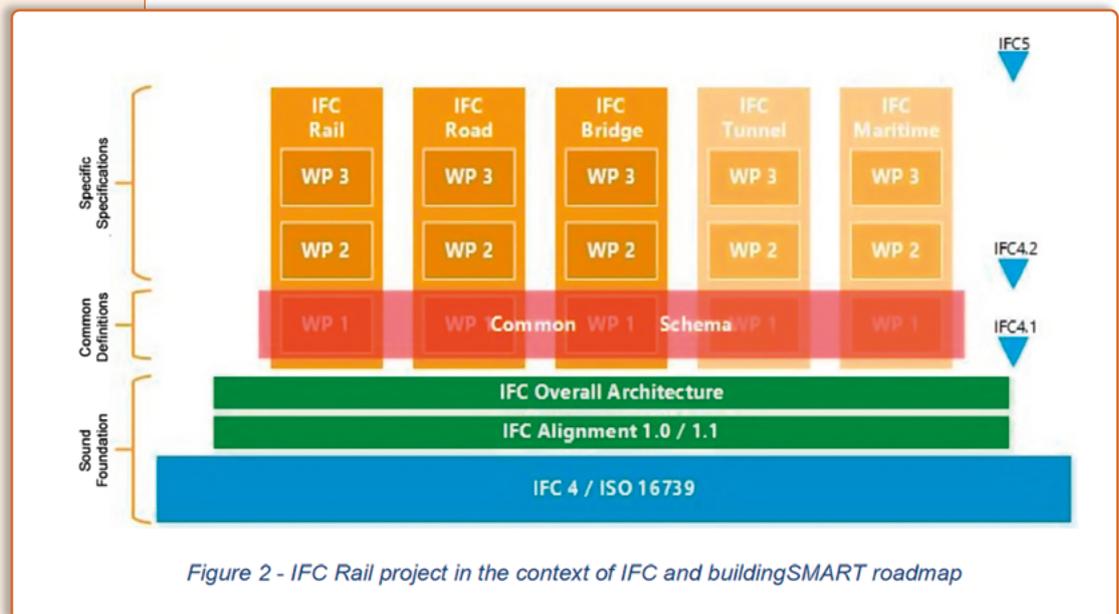


Figure 2 - IFC Rail project in the context of IFC and buildingSMART roadmap

Abbildung 1: IFC Rail im Kontext zur buildingsSMART Roadmap - Begleitung der internationalen Standardisierungsprojekte IFC-Road & IFC-Rail Abschlussbericht Gesamtprojekt

Wenn wir uns die Timeline von IFC4 bis zu den Zertifizierungen der Software ansehen können wir damit ggf. eine Hochrechnung anstellen bis wann wir mit der Anwendung von IFC4.3 in Projekten rechnen können, also einer Softwareintegration in der Autorensoftware. Achtung, dies ist noch nicht der finale Stand von IFC5 und wird damit ein Infrastrukturprojekt wahrscheinlich noch nicht vollumfänglich unterstützen können.

IFC4 wurde am 01.04.2013 in der ISO 16739 publiziert. Die Implementierung der Software beginnt damit rechnerisch für den Autor. Aus der BuildingSmart-Software Certification lassen sich weitere Kennzahlen ableiten. Eine mittlere Fertigstellung der Zertifizierungen lässt sich derzeit mit Ende Februar 2020 ableiten, wobei diese noch nicht für alle Programme abgeschlossen ist, welche für IFC2x3 eine Zertifizierung besitzen. Damit hat die mittlere Implementierungsdauer der neuen Anforderungen von IFC2x3 auf IFC4.0 in der Software ungefähr sieben Jahre benötigt.

Wenn wir optimistisch davon ausgehen, dass IFC4.3 RC2 bis Mitte des Jahres als ISO verabschiedet wird, würde die Hochrechnung darauf schließen lassen, eine Softwareimplementierung erst im Frühjahr 2028 zur Verfügung zu haben.

Dies ist nur eine sehr grobe Hochrechnung der letzten Anpassung. Der Autor kann nicht bewerten ob die Anpassungen von IFC2x3 auf IFC4 gleich aufwändig und umfangreich sind wie jene von IFC4 auf IFC4.3 RC2, ist aber schon gespannt, wo wir in 5–10 Jahren mit der Thematik stehen werden.

## 2

Derzeitiger Umgang mit Datenstrukturen im Infrastrukturbereich

## 2.1

Status BIM Im Infrastrukturbereich

## 2 Derzeitiger Umgang mit Datenstrukturen im Infrastrukturbereich

### 2.1 Status BIM Im Infrastrukturbereich

Anders als im Hochbau gibt es im Infrastrukturbau fast ausschließlich öffentliche Auftraggeber. Diese sind dazu verpflichtet über ihre entsprechenden internen Richtlinien die Projektleistungen abhängig vom geschätzten Auftragsvolumen, entsprechenden Verfahren zur Beschaffung von Dienstleistern zuzuführen. Dabei können Vorgaben zur Softwarenutzung zu vergaberechtlichen Problemen führen. Aufgrund dieser Unsicherheit werden diese fast immer ausgeschlossen und die Leistung generisch beschrieben. Wichtig ist, dass hierbei beachtet wird genormte, nicht-proprietäre Datenformate für die Übergabe zum AG zu verwenden. Die Übergabe der nativen Dateien am Projektende für die Archivierung ist in Anbetracht einer Umplanung empfehlenswert. Dabei empfiehlt sich, nicht nur die nativen Dateien einzufordern, sondern auch alle gegebenenfalls erforderlichen Konfigurationsdateien, um ein ordnungsgemäße Arbeitsumgebung wieder herstellen zu können.

Gegenüber dem Hochbau ist der Infrastrukturbau in der Implementierung von BIM um 5–10 Jahre unterentwickelt.

Dies sieht man unter anderem an folgenden Aspekten:

- Datenstruktur: IFC2x3 wurde in der ISO bereits 2005 festgeschrieben. Frühjahr 2021: IFC4.3 RC2 existiert, es ist noch kein IFC Standard mit Infrastruktur Inhalt in der ISO festgeschrieben der für ein Projekt herangezogen werden kann.
- Hochbauplanungssoftware ist schon stark entwickelt und etabliert zur Umsetzung von BIM. Im Infrastrukturbereich wird noch stark entwickelt. Zum Beispiel wurde der Sofistik Bridge Modeller im Jahr 2018 als Addin für Autodesk Revit vorgestellt, ungefähr zum selben Zeitpunkt erfolgte die erstmalige Integration in Allplan 2018 von Allplan Bridge.
- Normen und Standards zu BIM beschäftigen sich fast ausschließlich mit Hochbauten und hochbauähnlichen Konstruktionen.

Nichtsdestotrotz erfährt der Infrastrukturbereich gerade einen Aufschwung zur Integration von BIM in den Projekten. Die ersten Pilotprojekte hierzu wurden bereits umgesetzt. Diese wurden teilweise als little BIM Projekte, die in einzelnen Fachbereichen angesiedelt waren, oder als Projekte in einzelnen Projektphasen wie z.B. nur in der Planung umgesetzt. Derzeit wird die Basis der Pilotprojekte weiter verbreitert, wobei der Fokus hier immer mehr darauf liegt Anwendungsfälle zu implementieren, welche sowohl eine fachbereichsübergreifende Auswertung der Modelle bedingen und andererseits auch die Hürde zwischen den Phasen Planung, Bau und Betrieb überwinden. Da die Projektlaufzeit bei Infrastrukturprojekten viel länger ist als bei Hochbauprojekten, wird der Hochbau seinen Vorsprung noch weiter ausbauen können. In einigen Infrastrukturprojekten wird bereits IFC2x3 erfolgreich für den Datenaustausch genutzt und als Basis für Anwendungsfälle genutzt. Dies bedingt allerdings eine ergänzende Benutzerdatenstruktur für das Projekt bzw. AG, um eine entsprechende Strukturierung im Projekt über alle Fachbereiche und Phasen zu ermöglichen. Die ersten öffentlichen Auftraggeber haben dies bereits erkannt und widmen sich der Erstellung einer benutzerdefinierten Datenstruktur für ihr Unternehmen. Die meisten großen Auftraggeber sind in unterschiedliche Geschäftsbereiche gegliedert. Zum Beispiel Projektentwicklung, Bauumsetzung und Erhaltung und oft noch viele weitere. Um eine vollständige Datenstruktur zu generieren, muss definiert werden, welche Geschäftsbereiche in den BIM Prozess involviert werden. Weiterführend ist es erforderlich, die Informationsanforderungen aller Bereiche zu sammeln und ein gemeinsames Verständnis der Anforderungen erarbeiten.

Oft sind gleiche Datensätzen mit synonymen Bezeichnungen vorhanden. Diese müssen identifiziert, bereinigt und in eine gemeinsame Form gebracht werden.

## 2.2

Benutzerdefinierte  
Datenstrukturergänzungen

Dies stellt in vielen Unternehmen bereits die erste Hürde dar, die Mitarbeiter der Geschäftsbereiche sind oft gewohnt selbstständig zu agieren, Vorgaben zu machen, aber nicht diese auf Augenhöhe mit anderen beteiligten abstimmen zu müssen.

Damit entsteht die Unternehmensinformationsanforderung, diese ist aber noch lang keine Datenstruktur, die Arbeit zu Erstellung einer Datenstruktur, beginnt hier erst eigentlich. Es müssen die Beziehungen der Bauteile, ggf. Gruppierungen und die Vorgaben zur Strukturierung des IFC Exports getätigt werden und dann den Projektphasen und den Fachbereichen zugeordnet werden. Dieser Prozess sollte unbedingt einer geeigneten Betreuung erfahren.

Der FFG VIF2016 Ergebnisbericht BIM – Datenstruktur für Verkehrsinfrastruktur, bietet einen guten Überblick über mögliche Beziehungen von Bauteilen zueinander.

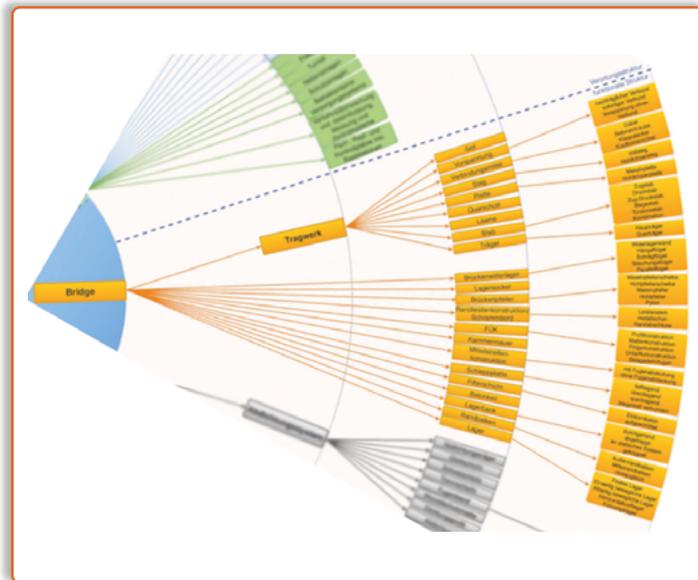


Abbildung 2: Darstellung von Beziehungen des Bereiches Brücke - FFG VIF2016 Ergebnisbericht BIM – Datenstruktur für Verkehrsinfrastruktur

In den weiteren Kapiteln werden zwei Herangehensweisen von benutzerspezifischen Datenstrukturen dargestellt, entsprechende Vorgaben dazu festgeschrieben und deren Auswirkungen auf die Modellierung in der Software Autodesk Revit darstellen. Im Anschluss werden die Datenstrukturen auf ihr Handling und potenzial zur Basis für weitere Anwendungsfälle betrachtet.

### 2.2 Benutzerdefinierte Datenstrukturergänzungen

Wie im vorherigen Kapitel beschrieben, wird derzeit IFC2x3 gemeinsam mit benutzerdefinierten Ergänzungen im Infrastrukturbereich verwendet. Die nachfolgend beschriebenen Anforderungen der Datenstrukturen sind fiktiv und wurden für diese Gegenüberstellung erstellt bilden aber durchaus realistische Anforderungen in einem Infrastrukturprojekt ab. Sofern Übereinstimmungen mit bestehenden Projekten bestehen, ist diese rein zufällig. Hierbei werden folgende zwei Optionen betrachtet:

- **Klassifizierung über PSets**

Verwendung von artverwandten Klassen aus dem Hochbau, z.B. Widerlagerwand als IfcWall. Ergänzend dazu PSet Spezifikationen, welche eine Klassifizierung anhand von spezifischen PSet Namen zulassen. Es erfolgt keine zusätzliche Klassifikation über Attribute.

## 2.3

## Definition und Implementierung einer Datenstruktur

- **Klassifizierung über Attribute**

Alle Elemente werden als IFCBuildingElementProxy exportiert. Attribute werden eine entsprechende Gruppierung zu allgemeinen PSets erfahren. Bauteilspezifische PSets werden nur dann verwendet, wenn ein Attribut speziell für dieses Bauteil erforderlich ist.

Doch damit zur Kernfrage von benutzerdefinierten Datenstrukturen:

Was ist für die Definition einer Benutzerdatenstruktur erforderlich?

Hierzu können wir einen Blick in das BIMcert Handbuch 2021 Kapitel 3.5 Detaillierungsgrade (LOD, LOG, LOI) werfen, hier ist definiert das folgendes zu definieren ist:

WAS > WIE + WANN + WER übergeben muss.

**WAS** = Elementklasse aus IFC2x3;

**WIE** = Vorgaben zu Attributnamen, Einheitentyp, Einheiten, Vorgabewerte, Verortung (Zuordnung zu PSet)

**WANN** = Zuordnung zu LOI Klasse; ist für die Gegenüberstellung nicht erforderlich und wird vernachlässigt.

**WER** = Zuständigkeit des Fachbereiches; ist für die Gegenüberstellung nicht erforderlich und wird vernachlässigt.

Zusätzlich wird bei der Definition von meiner Seite noch ein weiterer Aspekt mit eingebracht. Die Kurzbeschreibung des Attributes. Im Projektkontext hat sich gezeigt, dass sowohl Schreibweisen als auch das Verständnis dessen, was mit diesem Wert zu verbinden ist für eine erfolgreiche Implementierung einer Datenstruktur bei Projekten mit mehreren Fachbereichen unerlässlich ist.

Damit werden die Spalten für die Definition der Datenstrukturen wie folgt aussehen:

Attributnamen	Einheitentyp	Einheit	Verortung	Kurzbeschreibung
---------------	--------------	---------	-----------	------------------

Für die Gegenüberstellung der Datenstrukturen werden dieselben Attribute in die unterschiedlichen Systeme integriert. Der notwendige Auszug zu den detaillierten Definitionen der Datenstrukturen, welche als Basis für die Gegenüberstellung genutzt werden sind in Kapitel 2.8 zu finden.

### 2.3 Definition und Implementierung einer Datenstruktur

Die Definition und die anschließende Implementierung einer benutzerdefinierten Datenstruktur im Infrastrukturbau stellt eine nicht zu unterschätzende Aufgabe dar, die optimalerweise vor der Planer Ausschreibung abgeschlossen sein sollte. Sofern diese in die Projektphase verlegt wird, ist eine entsprechende Vorlaufphase zur Modellierung einzuplanen.

Neben dem Wissen über IFC und BIM Prozessen ist nach der Meinung des Autors erforderlich Wissen über folgende Aspekte einzubringen:

- Projektphasen
- Leistungsziel der einzelnen Projektphasen zur Definition des LOG, welcher die Elementteilungen je Phase und damit auch die durch die Datenstruktur zu identifizierenden Bauteilen darstellt.
- In welchen Projektphasen, in den Fachbereichen Informationen entstehen.
- Standardisierter Sprachgebrauch des Fachbereiches  
z.B. Wörterbuch Verkehrswesen FSV Begriffsbestimmungen der RVE und RVS
- Kenntnis der Standardverträge – Leistungsbild
- Anforderungen von Anwendungsfällen an das BIM Model
- Normen, Richtlinien, Standardleistungsbücher im Kontext zu den Anwendungsfällen
- Erforderliche Informationen für die Instandhaltung und den Betrieb.

## 2.4

Die Abhängigkeit zwischen Geometrischem Detaillierungsgrad und Datenstruktur

Nicht alle Kenntnisse sind zwingend für die Erstellung einer Datenstruktur erforderlich, aber jedenfalls um anschließend entsprechende Definitionen für das Projekt bzw. Abweichungen zum Standardleistungsbild darstellen zu können.

Wesentliche Herausforderungen bei der Implementierung sind:

- Darstellung der Abweichungen zum Standardleistungsbild
- Darstellung der geometrischen Modellentwicklung
- penible Dokumentation der Datenstrukturvorgaben
- Schaffung eines einheitlichen Verständnisses zu den Vorgaben der Datenstruktur für alle Projektbeteiligten
- Umgang mit diversen Autorensoftware und Findung einer einheitlichen Vorgehensweise
- Qualitätssicherung der Daten

#### 2.4 Die Abhängigkeit zwischen Geometrischem Detaillierungsgrad und Datenstruktur

Der geometrische Detaillierungsgrad wird häufig bei der Entwicklung einer Datenstruktur vernachlässigt. Sofern man sich die geometrischen Anforderungen der Player der unterschiedlichen Projektphasen ansieht, werden hierbei schon die ersten Konflikte sichtbar. Am Beispiel eines Oberbaues für einen Streckenabschnitt mit Bauphase zur Herstellung:

##### **Anforderung seitens der Planung:**

Die Elementteilung des Oberbaues richtet sich in Querrichtung nach der geplanten Verkehrsführung. Wir denken in Bauphasen.

##### **Anforderung des Baues:**

Wir wollen über das Modell abrechnen. Die Elementteilungen in Querrichtung sollen entsprechend unserer Fertiger Breite modelliert werden und in Längsrichtung in 50-Meter-Segmente geteilt sein, damit die Abbildung der Tagesleistung in einer gewissen Qualität möglich ist.

##### **Anforderung seitens des Betriebes / Erhaltung:**

Die Einzelelemente des Oberbaues sind entsprechend den Fahrstreifendefinitionen zu trennen, um die Daten für unsere Systeme vorzubereiten. Wir denken in Fahrstreifen.

Es ist notwendig, dass diese Konflikte bereits frühzeitig gelöst werden, damit ein einheitliches Verständnis über den geometrischen Detaillierungsgrad und der damit verbundenen Elementteilung herrscht. Kann es passieren, dass Modelle nicht Projektphasen übergreifend nutzbar sind oder das Modelle mehrmals im Projekt auf komplett unterschiedliche Weise dargestellt werden.

##### **Wie kann eine mögliche Lösung dazu aussehen?**

Die Bauelemente sollten eine logische Entwicklung über die Projektphasen erfahren. Das kann zur konzeptionellen Planung eine Gradientenlinie sein, auf welcher entsprechende Querschnitte zur Repräsentation von »Freie Strecke«, »Brücke« und »Tunnel« platziert werden. Als nächste Stufe kommt die Querschnittsdefinition, für das BIM Model wird die Repräsentation aber zunächst auf den Gesamtquerschnitt gesehen und gewisse Schichten können auch noch gemeinsam modelliert werden. Die Verkehrsphasen bestehen noch nicht und damit existiert dazu noch keine Elementteilung in Querrichtung. Die nächste logische Entwicklung wäre danach die Implementierung der Verkehrsphasen, und die damit verbundene Teilung in Einzelelemente, da diese auch Grundlage für die weitere Planung und die Baustellenlogistik sind. Ist es dann noch erforderlich, für die Baustellendokumentation bzw. der Abrechnung die Fertigerbreiten über Modellteilungen abzubilden, oder reicht in diesem Fall nicht einfach eine zusätzliche Längsteilung? Der Fertigstellungsgrad eines Abschnittes könnte dann flächenabhängig in Prozentwerten hinterlegt werden. Doch wie kann mit den Anforderungen des Betriebes bzw. der Erhaltung umgegangen werden? Der Hintergrund der Anforderung war, Daten direkt in die Systeme zu übertragen. Für eine Fahrspur wird somit ein Trägerelement für die Daten benötigt.

## 2.5

Das Setup für die  
Gegenüberstellung der  
Datenstrukturvarianten

In diesem Fall kann dies z.B. durch die Modellierung von Räumen im Infrastrukturbereich ermöglicht werden. Es kann der Verkehrsraum, getrennt in die unterschiedlichen Fahrspuren, Seitenstreifen, etc. mit einer entsprechenden Klassifikation als Träger zur Datenübergabe fungieren. Damit fällt die Anforderung der Trennung je Fahrbahn für den Oberbau weg. Da hierbei sicher auch Informationen aus anderen Elementen mit übergeben werden müssen, ist ein Prozess zu definieren, in welchem am besten automatisiert die Daten ergänzt werden.

Ganz sicher gibt es noch weitere solcher Konflikte in einer Definition, die einer Bearbeitung und Definition zum Umgang in den Vorgaben bedürfen. Diese sollten jedenfalls einheitlich für einen Auftraggeber definiert werden, und nicht auf Projektbasis.

### 2.5 Das Setup für die Gegenüberstellung der Datenstrukturvarianten

Als Autorensoftware wird Autodesk Revit 2020.2 verwendet, als Addin wird zusätzlich der Sofistik Bridge Modeller 2020 genutzt, um die Überbaugeometrie zu erzeugen. Die Pfeilergeometrie wird mit den Standardwerkzeugen von Revit modelliert. Für die Klassifizierung und den IFC Export werden keine zusätzlichen Addins verwendet.

Als Testobjekt gilt ein ca. 20m langer Ausschnitt einer Hohlkastenbrücke über einem tiefgegründeten Pfeiler inkl. Baugrubenaushub und Baugrubensicherung als Unterbau. Als Eingangsszenario wird definiert, alle Elemente in artverwandten Kategorien von Revit zu modellieren.

Die Resultate des IFC Exports werden in Solibri Office evaluiert.

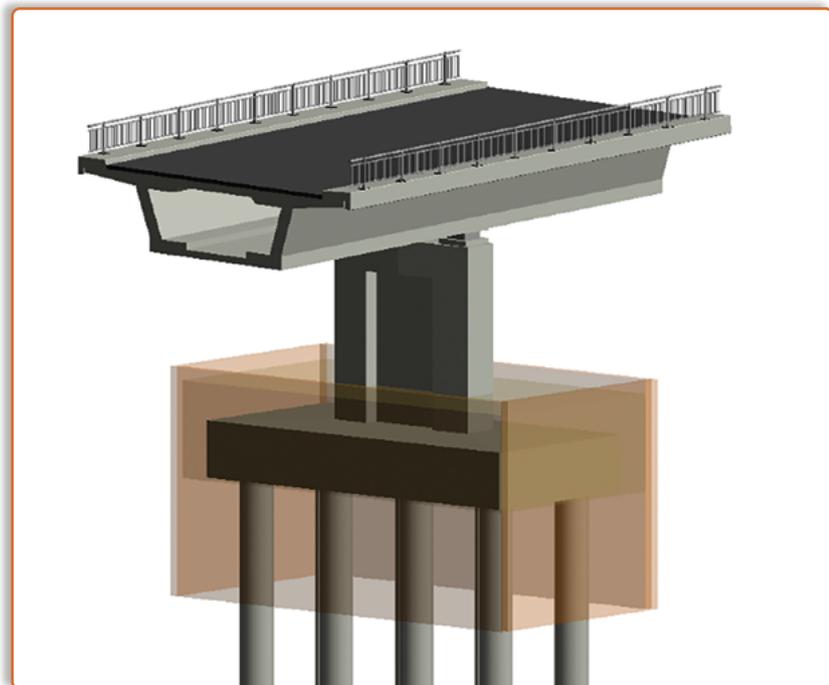


Abbildung 3: Screenshot Testobjekt aus Autorensoftware

## 2.6

Variante A: Klassifizierung über PSets

## 2.7

Variante B: Klassifizierung über Attribute

Übersicht der modellierten Elemente zu den Revit Kategorien:

Bauteil	Revit Kategorie						
	Tragwerksstützen	Wände	Skelettbau	Geschossdecken	Sonderausstattung	Geländer	Allgemeines Model
Baugrubensicherung		X					
Baugrubenaushub							X
Bohrpfahl	X						
Pfahlrost				X			
Pfeilerstütze	X						
Pfeilerwand		X					
Lagerbank			X				
Lager					X		
Tragwerk							X
Fahrbahnaufbau					X		
Randbalken					X		
Geländer						X	

### 2.6 Variante A: Klassifizierung über PSets

In dieser Datenstrukturvariante wird die Benennung der PSets wie folgt definiert: Präfix für jedes PSet ist »PSet\_«. Danach folgt die Bauteilbenennung gem. 2.3, Abschließend mit »Specific« analog zu dem Beispiel gem. BIMcert Handbuch Ausgabe 2021, Seite 90. Dies gewährleistet eine eindeutige Identifikation der Benutzer PSets. Beispielsweise für den Bohrpfahl: PSet\_BohrpfahlSpecific

Weitere Festlegungen für die Datenstruktur:

Jedes Bauteil soll nur ein PSet\_XXXXSpecific enthalten, alle Attribute sollen diesem zugeordnet sein.

Attributnamen dürfen nur die Buchstaben A–Z und Ganzzahlen Verwendung finden. Die Attributwerte dürfen keine Sonderzeichen enthalten, ausgenommen \_ . Alle weiteren Sonderzeichen sind mit \_ zu ersetzen.

Die detaillierten Vorgaben zur Datenstrukturergänzung werden in der Reihenfolge der Tabelle in Kapitel 2.3 bis zur Lagerbank in Kapitel 2.8 festgeschrieben und bilden die Grundlage für den Vergleich.

### 2.7 Variante B: Klassifizierung über Attribute

In dieser Datenstrukturvariante wird die Benennung der PSets wie folgt definiert:

Präfix für jedes PSet ist »PSet\_«

Anschließend folgt der Gruppierungsname oder die Bauteilbenennung gem. 2.3, Abschließend mit »Specific« analog zu dem Beispiel gem. BIMcert Handbuch Ausgabe 2021, Seite 90.

Weitere Festlegungen für die Datenstruktur:

Attribute werden in logische Gruppen zusammengefasst, damit soll die Verwendung von Spezifischen PSets auf Attribute reduziert werden, welche wirklich spezifisch für das Bauteil sind.

Die Klassifizierung der Datenstruktur erfolgt über mehrere Attribute, welche unterschiedliche Detailstufen für die Filterung der Modelle ermöglichen:

- **Fachbereich**
- **Klasse**
- **Type**

## 2.8

## Datenstrukturdefinition

Im Hintergrund dieser Klassifizierung besteht ein direkter Zusammenhang, welcher in nachfolgender Abbildung beispielhaft dargestellt wird.

69	Fachbereiche	Klasse	Type
70	Brueckenbau (Konstruktiver Ingenieurbau)		
71		Schutzschicht	
73		Abdichtung	
81		Tragwerk	
92		Vorspannung	
101		Lager	
103		Wasserableitungen	
109		Fahrbahnuebergangskonstruktion	
112		Unterbau	
113			Lagersockel
114			Lagerbank
115			Widerlager
116			Pfeiler
117			Kammerwand
118			Fluegelwand
119			Stuetzwand
120			Fundament
121			Gruendung
122			Unterlagsbeton
123			Filterbeton
124			Einkornbeton
125			Fuellbeton
126			Ausgleichsbeton

Abbildung 4: Beziehung zwischen den Parametern der Klassifizierung

Die detaillierten Vorgaben zur Datenstrukturergänzung werden in der Reihenfolge der Tabelle in Kapitel 2.3 bis zur Lagerbank in Kapitel 2.8 festgeschrieben und bilden die Grundlage für den Vergleich.

### 2.8 Datenstrukturdefinition

Für die Gegenüberstellung der Datenstruktur ist es erforderlich die LOI Vorgaben entsprechend zu dokumentieren, eine Doppeldefinition zu vermeiden, werden die Attribute und die Vorgaben in derselben Tabelle implementiert. Um eine eindeutige Unterscheidung der beiden Varianten zu gewährleisten, werden diese wie folgt im Format unterschieden: Attribute bzw. Eigenschaften der Variante A in **blau**.

Attribute bzw. Eigenschaften der Variante B in **violett**.

Attribute bzw. Eigenschaften in beiden Varianten in **schwarz**.

## 2.8.1

## Baugrubensicherung

## 2.8.1 Baugrubensicherung

Das Element Baugrubensicherung ist als Elementklasse IfcWall abzubilden.

Das Element Baugrubensicherung ist als Elementklasse IfcBuildingElementProxy abzubilden.

Attributnamen	Einheiten typ	Einheit	Verortung	Kurzbeschreibung
Fachbereich	Text	-	PSet_Gemeinsame Attribute	Identifikation des Fachbereiches, Vorgabewerte: StraßenUndWegebau, Baugruben, Brueckenbau, Spezialtiefbau
Klasse	Text	-	PSet_Gemeinsame Attribute	Kategorisierung des Fachbereiches Vorgabewerte: Oberbau, Unterbau, Baugrubenaushub, Baugrubensicherung, Lager, Gelaender, Bohrfahl
Type	Text	-	PSet_Gemeinsame Attribute	Bauteiltypen Vorgabewerte: Gruendung, Pfeiler, Lagerbank, Kalottenlager, Hohlkasten, Fahrbahnaufbau, Randbalken, Geländer, BKL3, Verrohrt, Spundwand
Konstruktionsart	Text	-	PSet_BGS Specific	Art der Bohrfahleinbringung, Vorgabewerte: Spundwand, Traegerverbau,
Referenz	Text	-	PSet_BGS Specific PSet_Gemeinsame Attribute	Objektnummer des Brückenobjektes, Steckenabschnittsnummer
MaterialGuete	Text	-	PSet_BGS Specific PSet_Gemeinsame Attribute	Materialgüte, für Beton ist die B4710-1 heranzuziehen, Trennung zwischen Festigkeit, Expositionsklasse, Größtkorn mittels „_“, Für Stahl gem. EN 1090-2
Laenge	Positive Zahl	m	PSet_BGS Specific PSet_QTO	Länge der Baugrubensicherung in Bauteilachse
Oberkante	Zahl	m	PSet_BGS Specific PSet_QTO	Planmäßige Oberkante der Baugrubensicherung
Unterkante	Zahl	m	PSet_BGS Specific PSet_QTO	Planmäßige Unterkante der Baugrubensicherung
Elementstatus	Text	-	PSet_BGS Specific PSet_Gemeinsame Attribute	Definition des Elementstatus im Projekt. Vorgabewerte: Neubau, Abbruch, Bestand, Temporaer

## 2.8.2

Baugrubenaushub

## 2.8.3

Bohrpfahl

**2.8.2 Baugrubenaushub**

Das Element Baugrubenaushub ist als Elementklasse IfcWall abzubilden.

Das Element Baugrubenaushub ist als Elementklasse IfcBuildingElementProxy abzubilden.

Attributnamen	Einheiten typ	Einheit	Verortung	Kurzbeschreibung
Fachbereich	Text	-	PSet_Gemeinsame Attribute	Siehe 2.8.1
Klasse	Text	-	PSet_Gemeinsame Attribute	Siehe 2.8.1
Type	Text	-	PSet_Gemeinsame Attribute	Siehe 2.8.1
Referenz	Text	-	PSet_Baugrubenaushub Specific PSet_Gemeinsame Attribute	Objektnummer des Brückenobjektes, Steckenabschnittsnummer
MaterialGuete	Text	-	PSet_Baugrubenaushub Specific	Materialgüte, Bodenklasse für Aushub
Volumen	Positive Zahl	m³	PSet_Baugrubenaushub Specific PSet_QTO	Volumen des Baugrubenaushubs
Elementstatus	Text	-	PSet_Baugrubenaushub Specific PSet_Gemeinsame Attribute	Definition des Elementstatus im Projekt. Vorgabewerte: Neubau, Abbruch, Bestand, Temporaer

**2.8.3 Bohrpfahl**

Das Element Bohrpfahl ist als Elementklasse IfcPile abzubilden.

Das Element Bohrpfahl ist als Elementklasse IfcBuildingElementProxy abzubilden.

Attributnamen	Einheiten typ	Einheit	Verortung	Kurzbeschreibung
Fachbereich	Text	-	PSet_Gemeinsame Attribute	Siehe 2.8.1
Klasse	Text	-	PSet_Gemeinsame Attribute	Siehe 2.8.1
Type	Text	-	PSet_Gemeinsame Attribute	Siehe 2.8.1
Konstruktionsart	Text	-	PSet_Bohrpfahl Specific	Art der Bohrpfahleinbringung, Vorgabewerte: Verrohrt, Unverrohrt, Schneckenbohrung
Referenz	Text	-	PSet_Bohrpfahl Specific PSet_Gemeinsame Attribute	Objektnummer des Brückenobjektes, Steckenabschnittsnummer
MaterialGuete	Text	-	PSet_Bohrpfahl Specific PSet_Gemeinsame Attribute	Materialgüte, für Beton ist die B4710-1 heranzuziehen, Trennung zwischen Festigkeit, Expositionsklasse, Größtkorn mittels „_“, Für Stahl gem. EN 1090-2

## 2.8.4 Pfahlrost

Attributnamen	Einheiten typ	Einheit	Verortung	Kurzbeschreibung
Durchmesser	Positive Zahl	m	PSet_Bohrpfahl Specific PSet_QTO	Durchmesser des Bohrpfahles
Volumen	Positive Zahl	m <sup>3</sup>	PSet_Bohrpfahl Specific PSet_QTO	Betonvolumen des Bauteiles
Oberkante	Zahl	m	PSet_Bohrpfahl Specific PSet_QTO	Planmäßige Oberkante des Pfahles
Unterkante	Zahl	m	PSet_Bohrpfahl Specific PSet_QTO	Planmäßige Unterkante des Pfahles
Bewehrungsgehalt	Positive Zahl	kg/m <sup>3</sup>	PSet_Bohrpfahl Specific PSet_BetonSpecific	Bewehrungsgehalt aus der Statik inkl. Berücksichtigung von Durchbildung auf 10kg/m <sup>3</sup> genau
Elementstatus	Text	-	PSet_Bohrpfahl Specific PSet_Gemeinsame Attribute	Definition des Elementstatus im Projekt. Vorgabewerte: Neubau, Abbruch, Bestand, Temporaer

### 2.8.4 Pfahlrost

Das Element Pfahlrost ist als Elementklasse IfcFooting abzubilden.

Das Element Pfahlrost ist als Elementklasse IfcBuildingElementProxy abzubilden.

Attributnamen	Einheiten typ	Einheit	Verortung	Kurzbeschreibung
Fachbereich	Text	-	PSet_Gemeinsame Attribute	Siehe 2.8.1
Klasse	Text	-	PSet_Gemeinsame Attribute	Siehe 2.8.1
Type	Text	-	PSet_Gemeinsame Attribute	Siehe 2.8.1
Referenz	Text	-	PSet_Pfahlrost Specific PSet_Gemeinsame Attribute	Objektnummer des Brückenobjektes, Steckenabschnittsnummer
MaterialGuete	Text	-	PSet_Pfahlrost Specific PSet_Gemeinsame Attribute	Materialgüte, für Beton ist die B4710-1 heranzuziehen, Trennung zwischen Festigkeit, Expositionsklasse, Größtkorn mittels „_“, Für Stahl gem. EN 1090-2
Volumen	Positive Zahl	m <sup>3</sup>	PSet_Pfahlrost Specific PSet_QTO	Betonvolumen des Bauteiles
Bewehrungsgehalt	Positive Zahl	kg/m <sup>3</sup>	PSet_Pfahlrost Specific PSet_BetonSpecific	Bewehrungsgehalt aus der Statik inkl. Berücksichtigung von Durchbildung auf 10kg/m <sup>3</sup> genau
Elementstatus	Text	-	PSet_Pfahlrost Specific PSet_Gemeinsame Attribute	Definition des Elementstatus im Projekt. Vorgabewerte: Neubau, Abbruch, Bestand, Temporaer

## 2.8.5

## Pfeilerstuetze

## 2.8.5 Pfeilerstuetze

Das Element Pfeilerstütze ist als Elementklasse IfcColumn abzubilden.

Das Element Pfeilerstütze ist als Elementklasse IfcBuildingElementProxy abzubilden.

Attributnamen	Einheiten typ	Einheit	Verortung	Kurzbeschreibung
Fachbereich	Text	-	PSet_Gemeinsame Attribute	Siehe 2.8.1
Klasse	Text	-	PSet_Gemeinsame Attribute	Siehe 2.8.1
Type	Text	-	PSet_Gemeinsame Attribute	Siehe 2.8.1
Konstruktionsart	Text	-	PSet_Pfeilerstuetze Specific	Art der Bohrpfahleinbringung, Vorgabewerte: Ortbeton, Fertigteil, Teilfertigteil
Referenz	Text	-	PSet_Pfeilerstuetze Specific PSet_Gemeinsame Attribute	Objektnummer des Brückenobjektes, Steckenabschnittsnummer
MaterialGuete	Text	-	PSet_Pfeilerstuetze Specific PSet_Gemeinsame Attribute	Materialgüte, für Beton ist die B4710-1 heranzuziehen, Trennung zwischen Festigkeit, Expositionsklasse, Größtkorn mittels „_“, Für Stahl gem. EN 1090-2
Querschnittsfläche	Positive Zahl	m <sup>2</sup>	PSet_Pfeilerstuetze Specific PSet_QTO	Querschnittsfläche der Stütze
Volumen	Positive Zahl	m <sup>3</sup>	PSet_Pfeilerstuetze Specific PSet_QTO	Betonvolumen des Bauteiles
Oberkante	Zahl	m	PSet_Pfeilerstuetze Specific PSet_QTO	Planmäßige Oberkante des Pfahles
Unterkante	Zahl	m	PSet_Pfeilerstuetze Specific PSet_QTO	Planmäßige Unterkante des Pfahles
Bewehrungsgehalt	Positive Zahl	kg/m <sup>3</sup>	PSet_Pfeilerstuetze Specific PSet_BetonSpecific	Bewehrungsgehalt aus der Statik inkl. Berücksichtigung von Durchbildung auf 10kg/m <sup>3</sup> genau
Elementstatus	Text	-	PSet_Pfeilerstuetze Specific PSet_Gemeinsame Attribute	Definition des Elementstatus im Projekt. Vorgabewerte: Neubau, Abbruch, Bestand, Temporaer

## 2.8.6

## Pfeilerwand

## 2.8.6 Pfeilerwand

Das Element Pfeilerwand ist als Elementklasse `IfcWall` abzubilden.

Das Element Pfeilerwand ist als Elementklasse `IfcBuildingElementProxy` abzubilden.

Attributnamen	Einheiten typ	Einheit	Verortung	Kurzbeschreibung
Fachbereich	Text	-	PSet_Gemeinsame Attribute	Siehe 2.8.1
Klasse	Text	-	PSet_Gemeinsame Attribute	Siehe 2.8.1
Type	Text	-	PSet_Gemeinsame Attribute	Siehe 2.8.1
Referenz	Text	-	PSet_Pfeilerwand Specific PSet_Gemeinsame Attribute	Objektnummer des Brückenobjektes, Steckenabschnittsnummer
MaterialGuete	Text	-	PSet_Pfeilerwand Specific PSet_Gemeinsame Attribute	Materialgüte, für Beton ist die B4710-1 heranzuziehen, Trennung zwischen Festigkeit, Expositionsklasse, Größtkorn mittels „_“, Für Stahl gem. EN 1090-2
Volumen	Positive Zahl	m <sup>3</sup>	PSet_Pfeilerwand Specific PSet_QTO	Betonvolumen des Bauteiles
Oberkante	Zahl	m	PSet_Pfeilerwand Specific PSet_QTO	Planmäßige Oberkante des Pfahles
Unterkante	Zahl	m	PSet_Pfeilerwand Specific PSet_QTO	Planmäßige Unterkante des Pfahles
Bewehrungsgehalt	Positive Zahl	kg/m <sup>3</sup>	PSet_Pfeilerwand Specific PSet_BetonSpecific	Bewehrungsgehalt aus der Statik inkl. Berücksichtigung von Durchbildung auf 10kg/m <sup>3</sup> genau
Elementstatus	Text	-	PSet_Pfeilerwand Specific PSet_Gemeinsame Attribute	Definition des Elementstatus im Projekt. Vorgabewerte: Neubau, Abbruch, Bestand, Temporaer

## 2.8.7 Lagerbank

### 3 Möglichkeiten zur Implementierung der Vorgaben

#### 3.1 Variante A: Klassifizierung über PSets

## 2.8.7 Lagerbank

Das Element Lagerbank ist als Elementklasse IfcBeam abzubilden.

Das Element Lagerbank ist als Elementklasse IfcBuildingElementProxy abzubilden.

Attributnamen	Einheiten typ	Einheit	Verortung	Kurzbeschreibung
Fachbereich	Text	-	PSet_Gemeinsame Attribute	Siehe 2.8.1
Klasse	Text	-	PSet_Gemeinsame Attribute	Siehe 2.8.1
Type	Text	-	PSet_Gemeinsame Attribute	Siehe 2.8.1
Referenz	Text	-	PSet_Lagerbank Specific PSet_Gemeinsame Attribute	Objektnummer des Brückenobjektes, Steckenabschnittsnummer
MaterialGuete	Text	-	PSet_Lagerbank Specific PSet_Gemeinsame Attribute	Materialgüte, für Beton ist die B4710-1 heranzuziehen, Trennung zwischen Festigkeit, Expositionsklasse, Größtkorn mittels „_“, Für Stahl gem. EN 1090-2
Volumen	Positive Zahl	m <sup>3</sup>	PSet_Lagerbank Specific PSet_QTO	Betonvolumen des Bauteiles
Bewehrungsgehalt	Positive Zahl	kg/m <sup>3</sup>	PSet_Lagerbank Specific PSet_BetonSpecific	Bewehrungsgehalt aus der Statik inkl. Berücksichtigung von Durchbildung auf 10kg/m <sup>3</sup> genau
Elementstatus	Text	-	PSet_Lagerbank Specific PSet_Gemeinsame Attribute	Definition des Elementstatus im Projekt. Vorgabewerte: Neubau, Abbruch, Bestand, Temporaer

### 3 Möglichkeiten zur Implementierung der Vorgaben

Die beiden Datenstrukturvarianten werden im gewählten Setup eingearbeitet. Es wurde absichtlich die Herangehensweise gewählt zuerst die Revit Kategorien festzulegen und danach erst die Datenstruktur zu implementieren. Dies soll eine häufig verbreitete Herangehensweise widerspiegeln, zuerst die Modellierung voranzutreiben und die Datenstrukturimplementierung inkl. der Vorgaben zum IFC Export erst im Nachgang einzuarbeiten.

#### 3.1 Variante A: Klassifizierung über PSets

Die Implementierung dieser Klassifizierungsmethode ist in der Autorensoftware sehr stark von den Exportmöglichkeiten abhängig. Definitionen zur Implementierung sind daher nicht auf andere Produkte übertragbar.

In Autodesk Revit ist es möglich eine eigene Konfigurationsdatei zu erstellen, welche es ermöglicht Attribute aus Revit in ein beliebiges benutzerspezifisches PSet zu exportieren. Die Konfigurationseinstellung hierfür funktioniert wie folgt:

```
#
PropertySet: <Pset Name>      I[stanz]/T[yp]          <IFC Elementklassen getrennt mit ', '>
<Property Name 1>      <Data type>      <[opt] Revit parameter name, if different from IFC>
<Property Name 2>      <Data type>      <[opt] Revit parameter name, if different from IFC>
#
```

## 3.1.1

Verwendung von identen Attributen in Revit

## 3.1.2

Verwendung von Bauteillisten zur Definition von PSets

## 3.1.3

Verwendung eindeutiger Attributbenennung für Attribuierung

Diese Art der Definition bedeutet, dass beim Export in IFC das PSet mit dem Namen »PSet Name« für die definierten Elementklassen angelegt wird und das Attribut aus Revit »Property Name 1« dabei abgefragt wird. Wenn nach dem Data type ein weiterer Eintrag existiert, so wird dann das Attribut »Property Name 1« entsprechend dem Wert am Beginn der Zeile für die Ausgabe umbenannt.

Laut der definierten Datenstruktur müssen diverse Parameter wie z.B. Referenz, MaterialGuete und Elementstatus für dieselbe Elementklasse in unterschiedliche PSets strukturiert werden, die Umsetzungsmöglichkeiten werden im Anschluss beleuchtet.

### 3.1.1 Verwendung von identen Attributen in Revit

Anfangs wird oft versucht die Parameter in Revit anzulegen und dann in die unterschiedlichen PSets zu exportieren, natürlich möchte man hier mit möglichst wenig Aufwand ein Attribut definieren und allen Revit Kategorien zugewiesen.

Die Konfiguration für solch einen Export würde wie folgt aussehen:

```
#
PropertySet: PSet_BGSSpecific I IfcWall
Referenz Text
MaterialGuete Text
Elementstatus Text
#
PropertySet: PSet_PfeilerwandSpecific I IfcWall
Referenz Text
MaterialGuete Text
Elementstatus Text
#
```

Diese Konfigurationseinstellung führt nicht zum entsprechenden Ergebnis. Hier würden an jedem Element, welches in die Elementklasse IFCWall exportiert wird, beide PSets ergänzt werden. Eine Klassifikation wäre damit nicht erfolgreich.

### 3.1.2 Verwendung von Bauteillisten zur Definition von PSets

In Revit ist es möglich Bauteillisten zu erstellen, welche als Konfiguration der PSets fungiert. Diese Art der Konfiguration ist sehr flexibel, da man damit theoretisch für jedes identifizierbare Objekt einer Bauteilliste ein eigenes PSet definieren kann. Bei dieser Variante werden allerdings zusätzliche Parameter erforderlich, um die Elemente zu filtern, welche in der Bauteilliste vorhanden sein sollen. Diese werden dann aber auch mit im PSet übergeben, auch wenn diese in der Bauteilliste ausgeblendet werden. Damit wäre die Datenstrukturvorgabe nicht zu 100 Prozent umgesetzt und wird damit nicht weiterverfolgt.

### 3.1.3 Verwendung eindeutiger Attributbenennung für Attribuierung

Dies Version der eindeutigen Attribuierung ist Kompromisslösung, welche in der Umsetzung zu Problemen führen kann und hat zusätzlich noch einen sehr ungünstigen Nebeneffekt. Für jedes PSet in derselben Elementklasse sind hierbei einzelne Parameter anzulegen, mit z.B. einem eindeutigen Präfix, wobei in Revit nur der entsprechende Wert befüllt werden darf. (Achtung, sobald hierbei in einen Parameter eingegriffen wird, welcher nicht exportiert werden soll, wird bereits das PSet mit exportiert, auch wenn der Wert aus dem Attribut gelöscht wurde) Wenn diese Datenstruktur noch mit der Definition gepaart wird, alle Elemente in eine Elementklasse zu exportieren, ist die daraus entstehende Parameterflut, in einem Projekt kaum, handhabbar.

## 3.1.4

Notwendige Adaptierung  
der Datenstruktur zur  
Implementierung

IFC-Parameter	
IFCExportAs	IfcWall
BGS_Konstruktionsart	Spundwand
BGS_Referenz	B5732
BGS_Oberkante	253,0000
BGS_Unterkante	245,0000
BGS_MaterialGuete	S355
Pfeilerwand_MaterialGuete	
Pfeilerwand_Referenz	
Pfeilerwand_Elementstatus	
Pfeilerwand_Bewehrungsgehalt	
Pfeilerwand_Oberkante	
Pfeilerwand_Unterkante	
BGS_Elementstatus	Temporaer

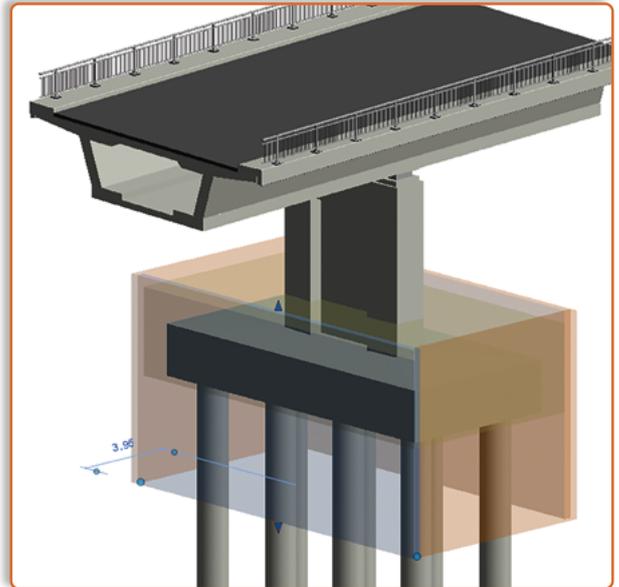


Abbildung 5: Elementinformationen integriert in Autodesk Revit Variante A

Der Export in IFC hat mit diesen Vorgaben, dann auch nur teilweise funktioniert. Es ist nicht möglich Parameterwerte zur Auswertung wie Volumen, Länge etc. die direkt aus den Systemfamilien von Revit abgeleitet werden, in mehrere unterschiedliche PSets zu Exportieren und dabei nur ein Isoliertes PSet zu bekommen.

**Damit ist die Implementierung der Datenstruktur mit den Anforderungen fehlgeschlagen.**

### 3.1.4 Notwendige Adaptierung der Datenstruktur zur Implementierung

Es ist notwendig alle Parameterwerte zur Auswertung in ein gemeinsames PSet wie z.B. QTO\_Auswertung auszulagern

Die Konfiguration aus Revit für die Elementklasse IfcWall sieht wie folgt aus:

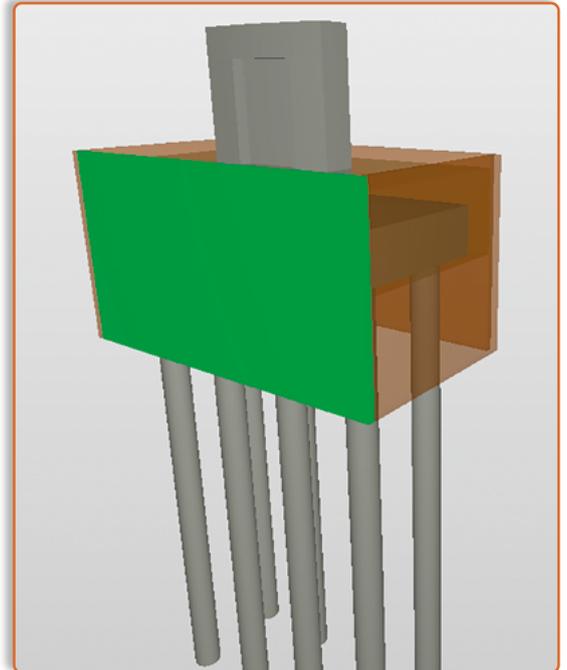
```
#
PropertySet: PSet_BGSSpecific I IfcWall
  Konstruktionsart Text BGS_Konstruktionsart
  Referenz Text BGS_Referenz
  MaterialGuete Text BGS_MaterialGuete
  Oberkante Length BGS_Oberkante
  Unterkante Length BGS_Unterkante
  Elementstatus Text BGS_Elementstatus
#
PropertySet: PSet_PfeilerwandSpecific I IfcWall
  Referenz Text Pfeilerwand_Referenz
  MaterialGuete Text Pfeilerwand_MaterialGuete
  Oberkante Length Pfeilerwand_Oberkante
  Unterkante Length Pfeilerwand_Unterkante
  Bewehrungsgehalt Mass Density Pfeilerwand_Bewehrungsgehalt
  Elementstatus Text Pfeilerwand_Elementstatus
#
PropertySet: QTO_Auswertung I IfcWall
  Volumen Volume|
  Laenge Length Länge
#
```

## 3.2

## Variante B: Klassifizierung über Attribute

Der Export ist mit dieser Konfiguration erfolgreich und es können die PSets übertragen werden. Damit hat jeder definierte Bauteiltyp sein eigenes PSet zur Klassifikation erhalten.

INFORMATIONEN	
Wand.3.3	
Identifikation	Position
Klassifikation	Hyperlinks
Menueen	Material
	PSet_BGSSpecific
Profil	Beziehungen
	QTO_Auswertung
Eigenschaft	Wert
Elementstatus	Temporaer
Konstruktionsart	Spundwand
MaterialGuete	S355
Oberkante	253,00 m
Referenz	B5732
Unterkante	245,00 m



Wie sinnvoll diese Art der Klassifizierung ist, wird in Kapitel 4 näher betrachtet, wenn die beiden Datenstrukturen mit ihren Funktionalitäten gegenübergestellt werden.

### 3.2 Variante B: Klassifizierung über Attribute

Die Ausgangslage für die Attribuierung ist das Model gem. 2.3. Die Attribute werden an unterschiedlichen Stellen in Autodesk Revit ergänzt, um möglichst wenig ungenutzte Parameter in der Autorensoftware zu erzeugen. Alle Informationen, die für alle Elemente benötigt werden sind als Projektparameter angelegt, wobei diese nur für die Kategorien angewendet werden, welche die Attribute beinhalten. Die anderen Informationen, welche selektiv auftreten werden in den Familien ergänzt, um diese nur an den erforderlichen Stellen zu ergänzen. Bei Systemfamilien muss man hier den Kompromiss eingehen, dass es ein paar ungenutzte Parameter geben wird.

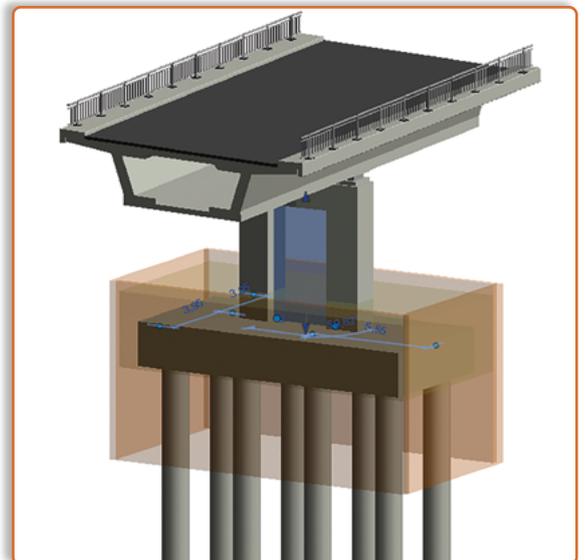


Abbildung 6: Elementinformationen integriert in Autodesk Revit Variante B

## 3.2

Variante B: Klassifizierung über Attribute

Eigenschaften

Basiswand  
STB\_50cm C25/30

Wände (1) Typ bearbeiten

Abhängigkeiten

Text

Tragwerk

Abmessungen

ID-Daten

Phasen

IFC-Parameter

IFCExportAs	IfcBuildingElementProxy
Referenz	B5732
Oberkante	256,4990
Unterkante	251,1990
MaterialGuete	C25_30_B5
Bewehrungsgehalt	160,000000 kg/m <sup>3</sup>
Elementstatus	Neubau
Fachbereich	Brueckenbau
Kategorie	Unterbau
Type	Pfeiler

Bei der Implementierung der Datenstrukturvariante ist im Vergleich zu der Variante A auffällig, dass sehr schnell eine Grunddatenstruktur über die ersten drei Parameter für die Navigation in IFC vorhanden ist. Diese Parameter könnten bereits in frühen Projektphasen genutzt werden und über die Projektphasen eine Weiterentwicklung erfahren. Die Erstellung und das Ausfüllen von Fachbereich, Klasse und Typ ist in wenigen Minuten bewerkstelligt. Ein weiterer positiver Aspekt ist das die Attribute auch direkt in Revit nutzbar sind und sie damit nicht nur als Datenlieferungsanforderung zu sehen sind, sondern als aktive Datenstruktur, die bereits im Projekt umgesetzt wird. Genauso schnell wie die Datenstruktur angelegt ist, kann diese dann auch theoretisch exportiert werden. Die folgende Konfiguration würde das PSet\_GemeinsameAttribute für alle Bauteile erstellen.

```
#
PropertySet: PSet_GemeinsameAttribute I IfcBuildingElementProxy
  Fachbereich Text
  Klasse Text
  Type Text
  Referenz Text
  MaterialGuete Text
  Material Text
  Elementstatus Text
#
```

Doch weit gefehlt, die Einstellungen in Autodesk Revit zum Export von Elementklassen machen uns hier einen Strich durch die Rechnung. Es ist nicht möglich alle Revit Kategorien in alle Elementklassen zu exportieren. Die Elementklassen können in Revit nur für familienbasierte und direkt modellierte Elemente (Model in Place) flexibel zugewiesen werden. Systemfamilien haben nur gewisse Konfigurationen, welche für einen Export zulässig sind. Siehe nachfolgendes Beispiel:

## 3.2

## Variante B: Klassifizierung über Attribute

In der Tabelle ist die Revit Kategorie in der ersten Spalte ersichtlich, in diesem Fall Wand. Standardmäßig wird diese in IfcWall oder IfcWallStandardCase exportiert. Es ist für diese Kategorie nur möglich einen Export in die alternativen Elementklassen zu veranlassen. Sofern ein anderer Wert dafür verwendet wird, nimmt Revit für den Export den Standardexport und ignoriert die Definition.

Revit K Category	Default IFC class	Predefined Type	Alternative classes (IfcExportAs)	Alternative types (IfcExportType)
Wall	IfcWallStandardCase	UNDEFINED	IfcFooting	PAD_FOOTING PILE_CAP STRIP_FOOTING FOOTING_BEAM
	IfcWall	STANDARD	IfcFooting	



Abbildung 7: Revit IFC Manual – Ausschnitt Klassifizierungsoptionen S42

In unserem Fall bedeutet das, wenn wir in das Setup unter 2.3 betrachten, dass die Elementklassen für viele Objekte nicht als IfcBuildingElementProxy gesetzt werden können und damit eine Bestückung mit den vorgegebenen PSets nicht möglich ist. Dies betrifft die Elemente der Revit Kategorien Wand, Tragwerksstütze, Geschoßdecke, welche mit den Systemfamilien erstellt wurden.

**Damit ist die Implementierung mit den Vorgaben alle Elemente in IfcBuildingElementProxy zu exportieren mit dem gewählten Setup nicht möglich.**

Es heißt nicht, dass diese Anforderungen mit Autodesk Revit nicht umsetzbar sind. Es ist in diesen Fall erforderlich die Software und ihre Exportmöglichkeiten zu kennen, wenn man die Modelle erstellt. Die Vorgabe alle Elemente in die Elementklasse IfcBuildingElementProxy zu exportieren bedingt dann, dass in Autodesk Revit keine Systemfamilien verwendet werden, welche die erforderlichen Exporteinstellungen nicht zulassen. Sofern man sich hier unsicher ist, ob die gewählte Modellierung den Vorgaben entspricht, muss man dies bei Elementen, welche nicht im »Revit IFC manual« erfasst sind, durch Testexporte verifizieren. Dies sollte unbedingt zu Beginn der Modellierung, anhand eines Testobjektes, verifiziert werden.

Man sieht in diesem Fall gut, dass Vorgaben einer benutzerspezifischen Datenstruktur durchaus Auswirkungen auf die Arbeitsweise, in der Autorensoftware, haben kann.

Damit gibt es für diese Datenstruktur zwei Szenarien, um fortfahren zu können.

- Die Vorgabe zum Export in IfcBuildingElementProxy wird evaluiert, wenn möglich aufgehoben und es werden artverwandte Elementklassen des Hochbaues verwendet. z.B. Kategorie Wand nach IfcWall.
- Die Vorgabe zum Export in IfcBuildingElementProxy wird beibehalten, damit sind in der Autorensoftware alle Elemente so anzupassen, dass ein Export in IfcBuildingElementProxy möglich ist. Dies wird die Neumodellierung einiger Bauteile bedingen.

Wichtig ist hierbei, dass bei der Entscheidung über die weitere Vorgehensweise für jede im Projekt verwendete Autorensoftware evaluiert wird, damit hier eine einheitliche Datenstruktur verwendet, zur Anwendung kommen kann. Dies ist gerade bei modellübergreifenden Anwendungsfällen wichtig, um eine eindeutige Zugriffsmöglichkeit auf Daten, unabhängig dem Autor im Projekt, zu gewährleisten.

Für die IFC Erstellung aus dem Setup, werden jene artverwandte Elementklassen verwendet, die in der Datenstruktur für die Variante A definiert sind. Damit ist ein vollständiger Export in das IFC möglich.

## 4

Möglichkeiten und Handhabbarkeit der erstellten IFC´s

## 4.1

Identifikation der Fachbereiche

## 4.2

Identifikation von Bauteilen

#### 4 Möglichkeiten und Handhabbarkeit der erstellten IFC´s

Um die Datenstrukturen von Variante A+B entsprechend gegenüberstellen zu können, ist es erforderlich, die Anforderungen an eine Datenstruktur für den Projektkontext zu definieren. Dies kann von einer kompletten Integration im Projekt als Basis für übergreifende Anwendungsfälle, bis hin zum reinen Übergabeformat am Projektende reichen. Damit lässt sich ein direkter Zusammenhang zwischen Attributen und Anwendungsfällen herstellen. Dies heißt wiederum, dass je mehr Anwendungsfälle in einem Projekt zum Einsatz kommen, desto größer und diffiziler wird die Datenstruktur ausfallen.

Folgende Anforderungen werden für die beiden Datenstrukturen betrachtet:

- Identifikation der Fachbereiche
- Identifikation von Bauteilen
- Eindeutiger Zugriff auf Informationen
- Effizienter Zugriff auf Daten bauteilübergreifend
- Qualitätssicherung
- Handling in IFC Viewer – Solibri Office / Zoom

##### 4.1 Identifikation der Fachbereiche

In einem Infrastrukturprojekt ist es erforderlich, Fachbereiche in den Modellen identifizieren zu können. Es ist häufig der Fall, dass Elemente von unterschiedlichen Fachbereichen in ein und demselben Model vorkommen. So kommt z.B. der Fahrbahnaufbau auf einem Brückenobjekt meist im Brückenmodell vor, da die Schnittstellen zwischen Brücken- und Straßenbau zumeist Querschnittsorientiert festgelegt werden. Weiters gibt es auch Fachbereiche, die gleichermaßen von Straßenplanern und Brückenplanern zu bearbeiten sind, wie z.B. die Baugruben.

Eine schnelle Identifikation des Fachbereiches ist in der Variante B möglich, da zur Identifikation ein eigener Parameter angelegt wurde.

In der Variante A hingegen ist durch die Klassifikation auf Bauteilebene eine Identifikation von einzelnen Bauteilen wie dem Baugrubenaushub möglich, aber nicht die Gruppierung zum Fachbereich. Es gibt die Möglichkeit durch Filtergruppierungen denselben Effekt zu erzielen, diese sind aber zumeist auf die verwendete Software limitiert und werden nicht mit übergeben.

##### 4.2 Identifikation von Bauteilen

Um eindeutig auf Bauteile zugreifen zu können, müssen diese in den unterschiedlichen Programmen für Filter- und Suchfunktionen nutzbar sein.

Die Filter- und Suchfunktionen sind für die Variante B auf Attribute abzielend, dies ist ohne Probleme nutzbar, so gut wie jede BIM-Software bietet die Möglichkeit dies anhand von Parameterwerten zu ermöglichen. Im Testlauf kann dies sowohl in Solibri Office als auch in BIM Collab Zoom verifiziert werden.

Bei der Variante A zielt die Filter- und Suchfunktion auf die PSet Benennungen ab.

In BIM Collab Zoom kann eine Filter- und Suchfunktion auf Ebene der PSet Ebene nicht verifiziert werden. Damit ist in diesem Viewer für diese Variante keine eindeutige Klassifizierung vorhanden.

In Solibri Office kann über Filter- und Suchfunktionen auf die PSet Benennung zugegriffen werden.

## 4.3

Eindeutiger Zugriff auf Informationen

## 4.4

Effizienter Zugriff auf Daten bauteilübergreifend

## 4.5

Handling in IFC Viewer – Solibri Office

### 4.3 Eindeutiger Zugriff auf Informationen

Zur Auswertung von BIM Modellen ist es erforderlich eindeutig auf Daten zugreifen zu können. Die Möglichkeit des eindeutigen Zugriffes ist bei Variante B aufgrund der mehrschichtigen Klassifizierung über Parameter ohne Probleme möglich.

Bei Variante A ist ein eindeutiger Zugriff abhängig von der Software möglich.

In Solibri zum Beispiel folgt die Abfrage von Parametern dem Schema:

Eigenschaftensetname / Eigenschaftensetname / Format

Alle Programme, welche dieser Logik zur Abfrage von Werten besitzen sind kompatibel.

### 4.4 Effizienter Zugriff auf Daten bauteilübergreifend

Ein effizienter Zugriff auf Daten ist in der Variante B möglich, die gleichen Attribute wurden in den PSet gruppiert und bieten eine gute Basis für den Zugriff auf die Daten. Ein Einheitlicher Zugriff auf das Volumen ist z.B. über PSet\_QTO / Volumen möglich. Bei der Variante A macht die Klassifizierung über die PSets eine übergreifende Auswertung weitgehend zu Nichte. Die Daten sind schlichtweg an unterschiedlichen Stellen an den Bauteilen abgespeichert.

Klarer wird dies, wenn man sich die Datenreferenz des Attributes Elementstatus für zwei Bauteile ansieht.

Für das Bauteil Pfahlrost werden die Daten unter PSet\_PfahlrostSpecific / Elementstatus referenziert.

Für das Bauteil Bohrpfahl werden die Daten unter PSet\_BohrpfahlSpecific / Elementstatus referenziert.

Eine Filterung des Elementstatus wird hier in vielen Programmen nicht möglich sein. Für Solibri Office wird der Sonderfall \* / Elementstatus / Text abgebildet, hier ist ein Bauteilübergreifender Zugriff definitiv möglich.

### 4.5 Handling in IFC Viewer – Solibri Office

Das Handling beider IFC stellt sich in Solibri Office für beide Varianten als problemlos dar, da die Anforderungen von 5.2 und 5.3 in dieser Software umsetzbar sind. Die Arbeit mit dieser Software benötigt allerdings etwas Vorbereitungsarbeit für die Variante A, um z.B. Klassifikationen vorab anzulegen. Bei Variante B entfällt diese Vorarbeit und man kann direkt mit den Attributen arbeiten.

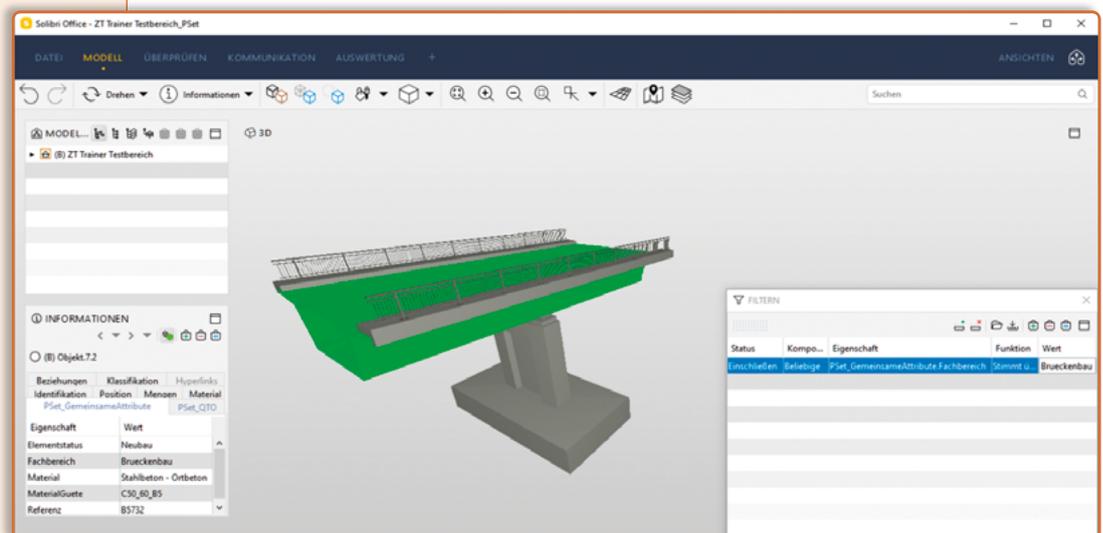


Abbildung 8: Datenstruktur Variante B in Solibri Office

## 4.6

Handling in IFC Viewer – BIM Collab Zoom

## 4.7

Qualitätssicherung der Datenstrukturen

### 4.6 Handling in IFC Viewer – BIM Collab Zoom

Das Handling in BIM Collab Zoom ist in der Variante A nur schlecht gegeben. Auf die Klassifizierung über PSets ist nicht zugreifbar und damit ist die Datenstruktur für diese Software verloren. Damit sind nicht einmal einfache Bauteilfilter möglich.

Mit der Datenstruktur der Variante B kommt BIM Collab Zoom gut zurecht. Die Filterung über Parameter geht über die vordefinierten Filtermöglichkeiten gut von der Hand und eine effiziente Navigation ist möglich. Die Möglichkeit die Attributwerte in den Eigenschaften mit Rechtsklick und der Auswahl »Ähnliche Filtern« als Filter für die Ansichtseinstellung zu verwenden, fällt sehr angenehm auf.

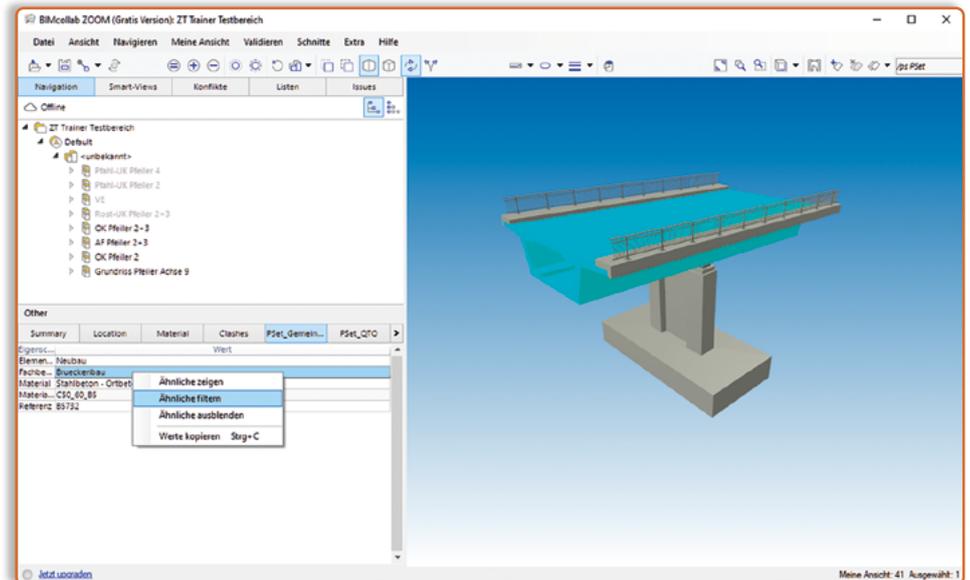


Abbildung 9: Datenstruktur Variante B in BIM Collab Zoom

### 4.7 Qualitätssicherung der Datenstrukturen

Eine Datenstruktur funktioniert in einem Projekt nur so gut, wie diese durch alle Projektbeteiligten verstanden, eingehalten und geprüft wird.

In einem Infrastrukturprojekt ist dies zusätzlich herausfordernd, da an einem Projekt auch in einem Fachbereich mehrere Auftragnehmer auftreten können. Ein solcher Split in kleinere Vergabeeinheiten ist bei großen Infrastrukturprojekten ein mögliches Szenario. Wenn das Infrastrukturprojekt eine gewisse Größe überschreitet, wird es zumeist sogar in Vergabeeinheiten nach Streckenabschnitten unterteilt.

Das Verständnis der Datenstruktur sollte durch die in Kapitel 2.8 ergänzte Kurzbeschreibung bei allen Projektbeteiligten in gleichem Maß vorhanden sein. Es empfiehlt sich jedoch trotz alledem die Attribute mit allen Fachkoordinatoren durchzugehen damit keine Fehlinterpretationen bestehen. Gerade bei Fachkoordinatoren von Bereichen, welche reine Datenempfänger sind, ist dies sehr wichtig, da diese zumeist mit den werten Berechnungen anstellen und damit genau über den Inhalt Bescheid wissen müssen. Zur Qualitätssicherung wurden in der Datenstruktur Vorgabewerte definiert. Diese sollen das Problem des nicht eindeutigen Sprachgebrauches lösen. Es ist zum Beispiel möglich, dass der Unterlagsbeton unter einem Betonbauteil auch als Sauberkeitsschicht verstanden wird. Das Problem hierbei ist, das die Filter für die einheitliche Abfrage aus dem Modell, Synonyme nicht kennen und damit nur die richtig ausgefüllten Elemente erwischen. Sollte es sich hierbei um die Phase der Ausschreibung handeln, kann dies im schlimmsten Fall zu falschen Massen für die Bauausschreibung führen. Es können dadurch aber auch viel banalere Fehler ausgeschlossen werden, wie eine inhomogene

5

Gegenüberstellung der  
Vorgaben der Datenstrukturen

Schreibweise der Attributwerte oder Tippfehler bei der Eingabe.

Für die Datenstruktur der Variante A ist der PSet Name die einzige Klassifikation der Bauteile. Es handelt sich hier um eine Einzelklassifikation, damit kann nur die Schreibweise automatisiert qualitätsgesichert werden. Eine richtige Zuordnung der Bauteile müsste eine manuelle Prüfung erfahren.

Anders bei der Datenstruktur der Variante B, hier wird durch die Klassifikation über mehrere Attribute, eine erweiterte Prüfung der Datenstruktur auf die Beziehungen zwischen diesen erweitert. Wie in der Abbildung 4 ersichtlich besteht ein direkter Zusammenhang, zwischen Fachbereiche, der Klasse und dem Type. Zulässige Werte für die Klasse im Kontext mit dem Fachbereich Brueckenbau wären in diesem Fall Schutzschicht, Abdichtung, Tragwerk, Vorspannung etc. Der gleiche eindeutige Bezug besteht auch zwischen Type der Klasse Unterbau. Es ist möglich diese Vorgabewerte in Solibri Office automatisiert zu prüfen. Unstimmigkeiten in der Einzelbezeichnung würden hier sofort auffallen und können frühzeitig einer Bearbeitung zugeführt werden. Im Falle der Variante B würde dafür eine Vielzahl an Regeln nötig sein, um ein Komplettes Infrastrukturprojekt abdecken zu können.

Die Qualitätssicherung der übrigen Werte setzt sich bei beiden Varianten aus der Prüfung von Vorgabewerten, der Prüfung von Einheiten und der ggf. möglichen Plausibilisierung von Eingabewerten zusammen. Die Plausibilisierung im Zusammenhang mit einer gut strukturierten Datenstruktur bietet eine gute Möglichkeit Umrechnungs- bzw. Exportfehler von Attributen zu erkennen. Wenn man z.B. weiß, dass in meinem Projekt Kanalrohre bis zu einem Durchmesser von 600 mm verbaut werden, so kann man mit einer entsprechenden Regel alle Kanalrohre mit einem Durchmesser größer als 600 mm identifizieren und manuell prüfen. Im Idealfall sollte die Prüfung keine Ergebnisse liefern, es sei denn, beim Export wäre z.B. 600 m als Wert festgeschrieben.

### 5 Gegenüberstellung der Vorgaben der Datenstrukturen

Nachfolgend werden die Vorgaben tabellarisch aufgelistet und diese auf positiven oder negativen Aspekt auf deren Umsetzbarkeit in Revit bzw. deren Handling in weiteren Programmen bewertet. Sofern die Vorgabe in einer Datenstrukturvariante nicht vorkommt, wird diese mit »o« gekennzeichnet.

Vorgabe / Handling	Variante A	Variante B
Strukturierte PSet Benennung	+	+
Attributdefinition nur in eigenem PSet (Specific)	-	o
Gruppierung von Attributen in allgemeinen PSets	o	+
Implementierungsdauer in Revit	-	+
Expoteinrichtung in Revit	-	+
Elementklassen hochbauähnlich	+	o
Elementklasse fixiert auf „IfcBuildingElementProxy“	o	-
Identifikation von Fachbereichen	-	+
Identifikation von Bauteilen	+	+
Handling in IFC Viewer – Solibri Office / Zoom	+	+
eindeutiger Zugriff auf Informationen	+	+
effizienter Zugriff auf Daten bauteilübergreifend	-	+
Aufwand Qualitätssicherung	+	-

6

Conclusio

In der tabellarischen Darstellung sieht man, dass die Variante B sich in diesem Setup über die gewählten Aspekte als eine bessere Datenstruktur für ein Infrastrukturprojekt handelt. Vor allem die Klassifizierung über mehrere Attribute bildet gemeinsam mit dem eindeutigen Zugriff auf Elementen eine solide Basis, um eine schnelle Navigation und entsprechende Auswertungen zu gewährleisten. Lediglich der steigende Aufwand bei der Qualitätssicherung ist als negativer Aspekt zu nennen. Dieser ist aber in Anbetracht der Vorteile, welche die Datenstruktur für das Projekt bringt zu vernachlässigen.

### 6 Conclusio

Der Infrastrukturbau ist ein Bereich des Bauwesens, in welchem eine Vielzahl an Fachbereichen und Projektbeteiligten involviert sind. Eine Datenstruktur bildet das Herzstück eines solchen BIM Projektes ab. Die IFC Spezifikation für den Infrastrukturbereich ist derzeit in Ausarbeitung, wobei eine Softwareintegration wahrscheinlich erst in den nächsten 5–10 Jahren verfügbar sein wird.

Damit wird es erforderlich, diese Zeit mit Benutzerdatenstrukturen zu überbrücken. Hierbei sollte man die Entwicklungen von IFC verfolgen. Vor allem die Elementklassen sollten mit direkten Beziehungen abbildbar sein, um möglicherweise bei Projektabschluss einen strukturierten Export in IFC5 erstellen zu können.

Mit der steigenden Anzahl an Anwendungsfällen, steigt sowohl deren Wichtigkeit im Projekt, sowie deren Komplexität sehr schnell an. Um für ein BIM Projekt entsprechend gerüstet zu sein, ist es erforderlich die Datenstruktur penibel zu dokumentieren, einheitliches Verständnis im Projektteam zu erzeugen, sowie deren Implementierung ständig zu überwachen. Folgende grundlegende Vorgaben zur Ausarbeitung einer Datenstruktur haben sich im Rahmen dieses Fach Exposé als positiv dargestellt:

- Identifizierung von Fachbereich und Bauteilen für eine schnelle Navigation
- Implementierung einer Datenstruktur über mehrere Attribute
- Gruppierung von Attributen in gemeinsame PSets
- Benutzerspezifische PSets nur für spezifische Attribute

Die Implementierung einer Datenstruktur kann Auswirkungen auf die Arbeitsweise in der Autorensoftware haben. Um diese rechtzeitig identifizieren zu können, ist es wichtig die Limitierungen dieser genau zu kennen, bzw. den Datenaustausch anhand eines Testobjektes zu Projektbeginn zu verifizieren. Da in einem Projekt eine einheitliche Vorgehensweise für eine Datenstruktur erforderlich ist, würde mich interessieren, wie die Anforderungen der Datenstrukturvarianten mit den anderen Programmen kompatibel sind welche als Autorensoftware genutzt werden.

7  
Quellen

8  
Abbildungsverzeichnis

### 7 Quellen



Begleitung der internationalen Standardisierungsprojekte IFC-Road & IFC-Rail Abschlussbericht Gesamtprojekt – 07.09.2020



FFG VIF2016 Ergebnisbericht BIM – Datenstruktur für Verkehrsinfrastruktur



Autodesk Revit IFC manual – 02/2018

### 8 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: IFC Rail im Kontext zur buildingsSMART Roadmap - Begleitung der internationalen Standardisierungsprojekte IFC-Road and IFC-Rail Abschlussbericht Gesamtprojekt

Abbildung 2: Darstellung von Beziehungen des Bereiches Brücke – FFG VIF2016 Ergebnisbericht BIM – Datenstruktur für Verkehrsinfrastruktur

Abbildung 3: Screenshot Testobjekt aus Autorensoftware

Abbildung 4: Beziehung zwischen den Parametern der Klassifizierung

Abbildung 5: Elementinformationen integriert in Autodesk Revit Variante A

Abbildung 6: Elementinformationen integriert in Autodesk Revit Variante B

Abbildung 7: Revit IFC Manual – Ausschnitt Klassifizierungsoptionen S42

Abbildung 8: Datenstruktur Variante B in Solibri Office

Abbildung 9: Datenstruktur Variante B in BIM Collab Zoom

Inhaltsverzeichnis

Angaben zur Person

**Manuel Kraus**

## **Schriftliche Arbeit Modellbasierte Planung und Steuerung der Baustelle im Rohbau mit Echtzeit-Daten im Kontext von openBIM**

**Assessment buildingSMART Austria ZT**

**Inhaltsverzeichnis**

**Angaben zur Person**

**Einleitung**

**0 Starten**

**0.1 Datenaustauschanforderungen / Exchange Requirements**

**0.2 Modellansichtsdefinition / Model View Definition**

**0.3 BIM Qualitätsprüfung / Model Check**

**1 Planen**

**2 Ausführen und Messen**

**3 Analysieren und Steigern**

**3.1 Business Intelligence (BI)**

**3.2 Building Intelligence: Verknüpfung von BIM & BI**

**3.3 Building Intelligence Dashboard**

**4 Literaturverzeichnis**

**5 Abbildungsverzeichnis**

**Angaben zur Person**

Dipl. Ing. Manuel Kraus, Baumanagement Consultant, CONTACT GmbH

Herr Dipl. Ing. Manuel Kraus ist bei der CONTACT GmbH für den Bereich Consulting und die inhaltliche Arbeit mit den Kunden verantwortlich. Gemeinsam mit seinem Team unterstützt er Kunden vor, während und nach einem von CONTACT begleitetem Bauprojekt. Ein wichtiger Bestandteil dabei ist das Aufbereiten von Echtzeit-Daten zur gemeinsamen Analyse mit dem Kunden.

Neben seiner Tätigkeit bei der CONTACT GmbH ist Herr Manuel Kraus als Lehrbeauftragter an der Donau-Universität Krems im Lehrgang »Facility und Property Management«, Modul Digitalisierung tätig. Seit 2019 absolviert er aufbauend auf abgeschlossenen Studiengängen in Bauingenieurwesen und Architektur ein Doktoratsstudium an der TU Wien am Forschungsbereich »Integrale Bauplanung und Industriebau«. In seiner Dissertation beschäftigt er sich mit der Verknüpfung von lean-agilen Prinzipien, Building Information Modeling und Enterprise Resource Planning im Bauplanungsprozess.

## Einleitung

**Einleitung**

Der Einsatz der cloudbasierten Lösung CONTACT bietet die Möglichkeit einer modellbasierten Planung und Steuerung der Baustelle im Rohbau durch den Einsatz von Echtzeit-Daten auf Basis eines Apps und Sensorik. Diese dient als Referenz und wird im Kontext von openBIM betrachtet.

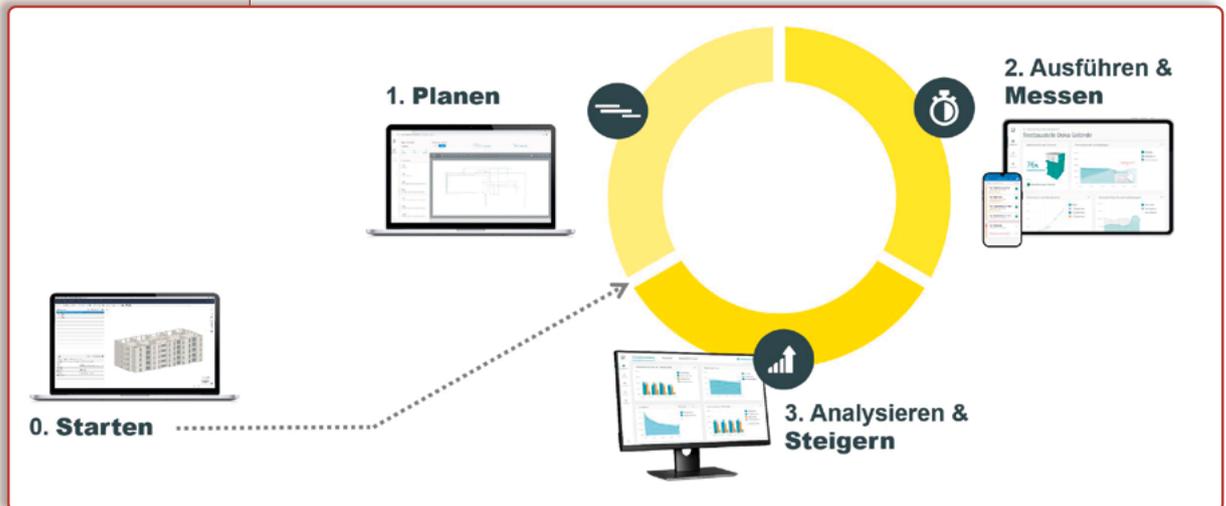


Abbildung 1: Starten - Planen - Messen – Steigern (CONTACT, 2021)

**Kapitel 0: Starten**

Die Basis ist das Schaffen der Voraussetzungen für eine modellbasierten Planung und Steuerung der Baustelle im Rohbau durch den Einsatz von Echtzeit-Daten.

**Kapitel 1: Planen**

Die Grundlage zur Datenerfassung bildet das Gebäudedatenmodell (BIM), welches als Ausgangspunkt für die digitale Taktplanung dient. Das Baustellenteam hat dabei die Möglichkeit, auf Informationen aus dem Modell zurückzugreifen und mithilfe dieser die Arbeiten zu planen.

**Kapitel 2: Ausführen und Messen**

Die Erhebung von tatsächlichen Baustellendaten erfolgt in Echtzeit mithilfe einer Baustellen-App und Sensorik. Die Baustellen-App dient dabei der Erfassung von durchgeführten Tätigkeiten, zur Kommunikation auf der Baustelle und zur Fotoprotokollierung. Die Sensorik gibt beispielsweise Auskunft über den Einsatz der Schalung sowie über die Festigkeit des Betons in Echtzeit.

**Kapitel 3: Analysieren und Steigern**

Die Aufbereitung der Baustellendaten sowie die Verknüpfung mit dem Gebäudedatenmodell erfolgt in Echtzeit und basiert auf dem frei zugänglichen Produkt »Microsoft Power BI«. Die Nutzung eines solchen Datenanalyse- und Visualisierungstools erlaubt es, Daten in großen Mengen vollautomatisiert zu verarbeiten und zu visualisieren. Durch die Analyse dieser Daten lassen sich Erkenntnisse gewinnen, um einen kontinuierlichen Verbesserungsprozess im Rohbau herbeizuführen.

**Kontext zu openBIM und dem IFC Schema**

Absätze dieser Formatierung stellen den Kontext mit dem IFC Schema her. Quelle dieser Informationen: (buildingSMART International Ltd., n.d.)

0  
Starten

0.1  
Datenaustauschanforderungen /  
Exchange Requirements

## 0 Starten

Dieses Kapitel beschreibt den Prozess des Startens, also dem Schaffen der Voraussetzungen für eine modellbasierten Planung und Steuerung der Baustelle im Rohbau durch den Einsatz von Echtzeit-Daten auf Basis eines Apps und Sensorik. Dazu ist es notwendig, dass ein Gebäudedatenmodell im Format \*.ifc vorbereitet, bereitgestellt und hochgeladen wird.

Da das Gebäudedatenmodell nur für den Rohbau verwendet wird und dieses nur Objekte mit Bezug zum Rohbau enthalten muss, werden für diesen Anwendungsfall (Use-Case) Austauschforderungen (Exchange Requirements) festgelegt und ein reduzierter IFC-Export bzw. eine gefilterte IFC-Ansicht verwendet. Diese Ansicht wird durch eine Modellansichtsdefinition (Model View Definition) beschrieben und durch eine Modellprüfung (Model-Check) sichergestellt.

Dafür wurde von buildingSMART die Information Delivery Manual (IDM)-Methodik entwickelt. Die Exchange Requirements (ER) und die Model View Definition (MVD) sind Teil dieser Methode. Die MVD beinhaltet die technische Umsetzung der ER und legt fest, welche Entitäten und Attribute des IFC-Modells festgelegt werden müssen, um eine bestimmten Anwendungsfallszenario zu erfüllen.

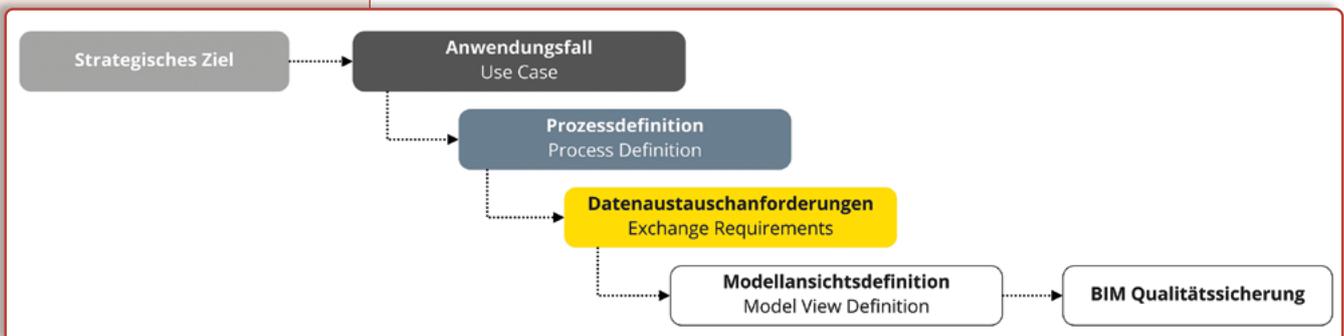


Abbildung 2: Information Delivery Manual – vereinfachte Darstellung auf Basis von (Meng et al., 2020)

Die IDM-Methodik beinhaltet neben den ER und der MVD auch die Erstellung einer Prozessübersichtsmappe (Process Map) auf Basis der Anwendungsfälle. Dieser Schritt wird im Zuge der Ausarbeitung nicht detailliert beschrieben.

### 0.1 Datenaustauschanforderungen / Exchange Requirements

Exchange Requirements sind jene Informationen, die ausgetauscht werden müssen, um eine bestimmte Geschäftsanforderung in einer bestimmten Phase eines Projekts zu unterstützen. Sie enthalten eine Beschreibung der Informationen in nicht technischen Begrifflichkeiten, unter anderem: Wer fordert die Information bzw. an wen wird sie geliefert? Wann und warum wird diese Information benötigt? Welche Information wird wie geliefert?

Sie spezifizieren die fachlichen Anforderungen an ein zu übergebendes Modell in einer bestimmten Projektphase. Anforderungen an BIM-relevante Modellelemente und Attribute werden tabellarisch festgehalten und nach Bauteilen gegliedert. (Hausknecht and Liebich, 2016)

Ein Teil der Datenaustauschanforderungen wurde in der Software BIMQ erstellt.

## 0.1

Datenaustauschanforderungen /  
Exchange Requirements

Code	BIM-Anwendungsfall und Beschreibung	
AHO4-AwF 15	Modellbasierte Baustelle Nutzung des Modells für den digitalen Baubetrieb & Taktplanung im Rohbau	
<b>Balken / Unterzug</b>		X
<b>Decke</b>		X
<b>Stütze / Pfeiler</b>		X
<b>Wand</b>		X
<b>Geometrische Detailtiefe (LOG)</b>		15
<i>Geometrie Wand</i>		
<b>LOG 300 - Wand</b>		X
<b>Informationstiefe (LOI)</b>		15
<i>gemeinsame Eigenschaften</i>		
<b>Außenbauteil</b> IFC 2X3 TC1 : Pset_WallCommon.IsExternal		X
<b>Bauteiltyp</b> IFC 2X3 TC1 : Pset_WallCommon.Reference		X
<b>Tragendes Bauteil</b> IFC 2X3 TC1 : Pset_WallCommon.LoadBearing		X
<i>spezieller Eigenschaftssatz Stahlbeton</i> zusätzliche Eigenschaften für alle Bauelemente aus Stahlbeton		
<b>Bautechnische Klasse</b> IFC 2X3 TC1 : Pset_ConcreteElementGeneral.StructuralClass		X
<b>Betonfestigkeitsklasse</b> IFC 2X3 TC1 : Pset_ConcreteElementGeneral.StrengthClass		X
<b>Bewehrungsgrad</b> IFC 2X3 TC1 : Pset_ConcreteElementGeneral.ReinforcementVolumeRatio		X
<b>Expositionsklasse</b> IFC 2X3 TC1 : Pset_ConcreteElementGeneral.ExposureClass		X
<i>Attribute</i>		
<b>Beschreibung</b> IFC 2X3 TC1 : IfcElement Attributes.Description		X
<b>Name</b> IFC 2X3 TC1 : IfcElement Attributes.Name		X
<i>Systemgenerierte Mengen Wände</i>		
<b>Bruttogrundfläche</b> IFC 2X3 TC1 : BaseQuantities.GrossFootprintArea		X
<b>Bruttovolumen</b> IFC 2X3 TC1 : BaseQuantities.GrossVolume		X
<b>Dicke</b> IFC 2X3 TC1 : BaseQuantities.NominalWidth		X
<b>Höhe</b> IFC 2X3 TC1 : BaseQuantities.NominalHeight		X
<b>Länge</b> IFC 2X3 TC1 : BaseQuantities.NominalLength		X
<b>Nettogrundfläche</b> IFC 2X3 TC1 : BaseQuantities.NetFootprintArea		X
<b>Nettovolumen</b> IFC 2X3 TC1 : BaseQuantities.NetVolume		X

Abbildung 3: Ausschnitt aus den Datenaustauschanforderungen mit BIMQ (»BIMQ Plattform«, 2021)

**Projekt**

Ein Projekt ist gemäß IFC Schema dem Typ *IfcProject* zuzuordnen.

*IfcProject* ist einer der 7 grundlegenden Objekttypen im IFC Schema gibt an, dass verschiedene Aktivitäten durchgeführt werden, welche ein Produkt erzeugen. Gleichzeitig spezifiziert *IfcProject* die globalen Informationen über ein Projekt, welche nur einmal deklariert werden können. Der Hauptzweck besteht darin, die Stamminstanz und den Kontext für alle andere Informationselemente bereitzustellen.

**Grundstück**

Ein Grundstück ist gemäß IFC Schema dem Typ *IfcSite* zuzuordnen.

*IfcSite* ist eine definierte Fläche, auf welcher die Durchführung des Projekts abgeschlossen werden soll. Der Typ *IfcSite* beinhaltet die Definition des geografischen

0.2

Modellansichtsdefinition /  
Model View Definition

Referenzpunkts unter Angabe von Längen-, und Breitengrad sowie der geografischen Höhe auf Basis von WGS84. Zusätzlich beinhaltet IfcSite auch die Adresse.

#### **Gebäude**

Ein Gebäude ist gemäß IFC Schema dem Typ IfcBuilding zuzuordnen. Der Composition Type ELEMENT gibt an, dass es sich um ein Gebäude handelt.

IfcBuilding ist eine Struktur, die Bewohnern oder Inhalt Schutz bietet und an einem Ort steht. Der Typ wird verwendet, um ein Grundelement in der räumlichen Strukturhierarchie für die Komponenten eines Bauprojekts bereitzustellen.

#### **Gebäudeteil**

Ein Gebäudeteil ist wie auch ein Gebäude dem Typ IfcBuilding zuzuordnen. Dabei ist im Gegensatz zum Gebäude der Composition Type PARTIAL zu verwenden.

#### **Material**

Ein Material ist gemäß IFC Schema dem Typ IfcMaterial zuzuordnen.

IfcMaterial ist eine homogene oder inhomogene Substanz, aus der Elemente (physikalische Produkte oder deren Bestandteile) gebildet werden können. IfcMaterial ist die grundlegende Entität für die Materialbezeichnung und -definition. Dem Typ IfcMaterial werden Name, Beschreibung, Klassifizierung sowie Materialeigenschaften durch IfcMaterialProperties zugeordnet.

#### **Bauelement**

Ein Bauelement ist gemäß IFC Schema dem Typ IfcBuildingElement als Subtyp wie zum Beispiel IfcWall, IfcSlab, IfcBeam oder IfcColumn zuzuordnen.

Ein Bauelement ist ein Element, das hauptsächlich Teil des Aufbaus eines Gebäudes ist, also sein strukturelles und physisch existierendes Trennsystem. Bauelemente sind physisch existierende und greifbare Dinge. Für Elemente, welche nicht durch einen Subtyp von IfcBuildingElement ausgedrückt werden können, ist IfcBuildingElementProxy zu verwenden.

Die Erstellung der ER beinhaltet neben allgemeinen Informationen zu Modellierung die Beschreibung der Informationstiefe. Wie im Ausschnitt der Abbildung 3 sichtbar ist, werden neben Eigenschaften, welche für als allgemeine Eigenschaften (Properties) im Eigenschaftsset (Propertyset) PsetElementCommon auch andere spezielle Eigenschaften für den Stahlbeton benötigt. Diese sind: Bautechnische Klasse, Betonfestigkeitsklasse, Bewehrungsgrad, Expositionsklasse.

Der Vorteil der Erstellung der ER mit BIMQ ist neben den Berichten in PDF-Form und als Excel-Datei die Möglichkeit des Exports von Softwarevorlagen für die im DACH-Raum gängigen BIM-Authoring Tools. Auf diese Weise vereinfacht sich das Hinzufügen von geforderten Eigenschaften im BIM-Authoring Tool und den Modell-Export als IFC-Datei. Zusätzlich bietet BIMQ auch die Möglichkeit des Exports von Vorlagen für Prüfberichte sowie die Möglichkeit die MVD als mvdXML-File im Sinne einer Modellansichtsdefinition zu exportieren.

### **0.2 Modellansichtsdefinition / Model View Definition**

Die Model View Definition (MVD) ist ein Teil oder ein »Filter« des IFC Schemas, der einem bestimmten Zweck dient. Dabei gibt es Standard buildingSMART MVDs, welche offiziell von buildingSMART bestätigt wurden und in den meisten BIM-Authoring Tools implementiert sind. Die derzeit am meisten genutzte MVD ist Coordination View 2.0 für die IFCVersion 2x3. Daneben gibt es die Möglichkeit, individuelle MVDs zu erstellen, um spezifische Bedürfnisse von Projekten oder Organisationen zu erfüllen.

MVD-Anforderungen können an eine Modellierungssoftware kommuniziert werden, jedoch nur unter der Voraussetzung, dass diese Funktion implementiert ist. Dazu dient das Format \*.mvdXML. Dieses beschreibt die Inhalte eines Modells, welche zu exportieren sind. Gleichzeitig kann mittels des Formats \*.mvdXML eine MVD auf Vollständigkeit geprüft werden.

## 0.3

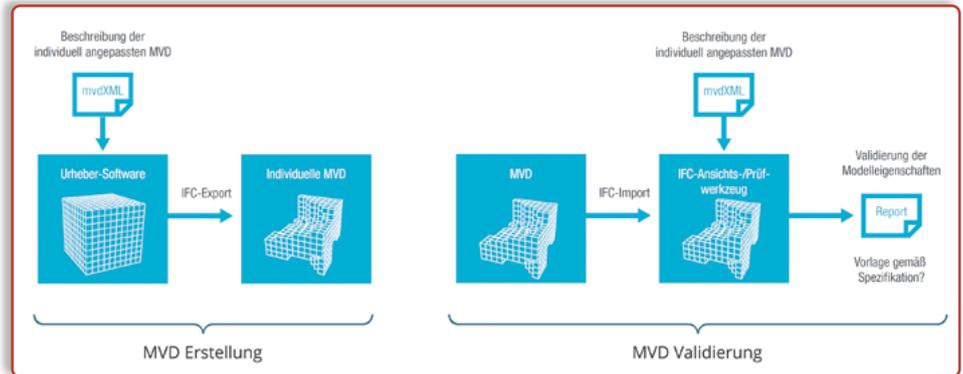
BIM Qualitätsprüfung /  
Model Check

Abbildung 4: MVD Erstellung und MVD Validierung, Basis von (Baldwin, 2018) und (Popgavrilova, 2020)

### 0.3 BIM Qualitätsprüfung / Model Check

Um die Qualität des Gebäudedatenmodells für eine modellbasierten Planung und Steuerung der Baustelle im Rohbau sicherzustellen, muss das Gebäudedatenmodell eine BIM Qualitätsprüfung (Model Check) durchlaufen. Dabei wird das Modell auf folgende Aspekte geprüft:

- Ordnungsgemäße Positionierung des Modells
- Ordnungsgemäßer Aufbau der räumlichen Struktur
- Ordnungsgemäße Zuordnung der Bauelemente zur räumlichen Struktur
- Geometrisch korrekte Modellierung (Kollisionsfreiheit, Berührung der Elemente)
- Vollständigkeit der Materialzuweisung
- Nichtvorhandensein von nichtbenötigten Komponenten
- Vorhandensein eines Rasters
- Erfüllung der Anforderungen an die geometrische Detailtiefe (LOG)
- Erfüllung der Anforderungen an die Informationstiefe (LOI)

Die Prüfung erfolgt im Solibri Model Checker auf Basis vordefinierter Klassifikationen und Regelsätzen und die Ergebnisse werden als BIM Collaboration Format (BCF) kommuniziert. Für die automatisierte Prüfung des Informationsgehalts wurde versucht, diese mithilfe der mvdXML-Datei in der Software Simplebim zu prüfen. Dies ist eines der wenigen verfügbaren Softwareprodukte, welchen den mvdXML-Import über ein Plugin unterstützt.

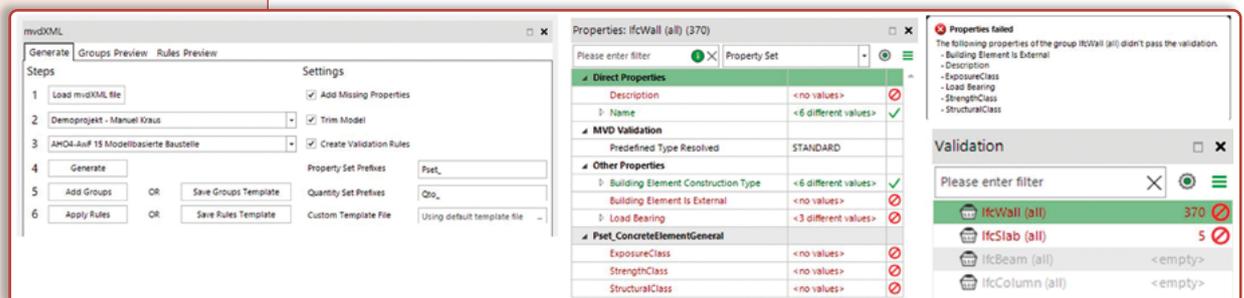


Abbildung 5: mvdXML-Check mit Simplebim

Im Zuge dessen sind Probleme mit der Interpretation aufgetreten. Wie in Abbildung 5 sichtbar, ist die Möglichkeit einer Prüfung des Modellgehalts mithilfe von mvdXML prinzipiell möglich. Dazu ist zu erwähnen, dass Simplebim kein von buildingSMART zertifiziertes Softwareprodukt ist.

## 1 Planen

### 1 Planen

Das erfolgreich importierte Gebäudedatenmodell ist die Basis für die Planung und Steuerung der Baustelle im Rohbau. Für die Planung der Baustelle liefert es Informationen in Form von Eigenschaften wie Bewehrungsgrad oder Expositionsklasse sowie in Form von geometrischen Eigenschaften und Mengen. Im Rahmen dieser Planung wird es in Form einer Verknüpfung um Soll-Prozessdaten angereichert.

Die Planung beginnt durch die Eingabe, welche Subunternehmer sich auf der Baustelle befinden und welche Gewerke diese zugeordnet sind. Für den Ort betonbauprozess sind das in der Regel Gewerke für den Prozess des Schalens, des Betonierens und des Bewehrens.

#### **Subunternehmer**

*Ein Subunternehmer ist gemäß dem IFC Schema dem Typ `IfcActor` zuzuordnen. Der Typ `IfcActorRole` definiert im Attribut `Role` den Subunternehmer als `IfcRoleEnum Subcontractor`.*

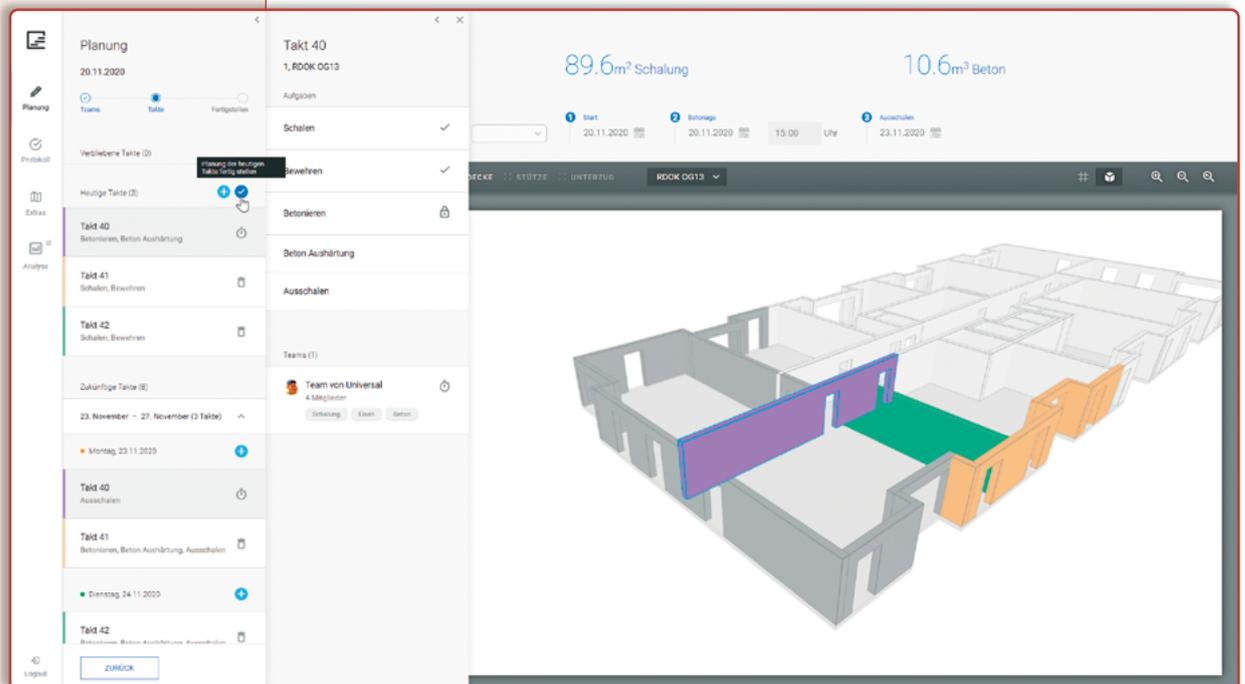


Abbildung 6: Modellbasierte Planung der Baustelle (CONTACT, 2021)

Zu Beginn werden meist auf Geschossebene Meilensteine zugewiesen, welche als Ziel bzw. als grobgranularer Rahmen für die weitere Planung auf Bauelementebene dienen.

#### **Meilenstein**

*Ein Meilenstein ist gemäß IFC Schema dem Typ `IfcTask` zuzuordnen. Für die Definition von `IfcTask` wird auf »Aufgabe« auf Seite 8 verwiesen.*

*Ein Meilenstein wird über das Attribut `IsMilestone` definiert und hat keine Dauer. Wenn Meilensteine bereits im Gebäudedatenmodell Bauelementen oder Geschossen zugeordnet sind, sollen diese im Sinne eines lebenszyklusorientierten Gebäudedatenmodells übernommen werden.*

Das Gebäudedatenmodell wird im Zuge der weiteren kurzzyklischen Planung auf der Baustelle in Schalungs- bzw. Betonagetakte unterteilt. Dies erfolgt durch die Auswahl und Zusammenfassung von einem oder mehreren Bauelemente wie beispielsweise Wände, Decken, Balken oder Stützen.

1  
Planen

Die Zusammenfassung von ein oder mehreren Bauelemente bzw. von Teilen von Bauelementen wird als Takt bezeichnet.

**Takt im Rohbau**

*Für einen Takt im Rohbau, also einem definierten Abschnitt der Struktur des Rohbaus (z.B. Wand oder Decke) gibt es vier Möglichkeiten, wie ein solcher vorkommen kann. Für die Zusammenfassung einzelner oder mehrerer Bauelemente bzw. Teilen von Bauelement zu einer logischen Einheit wird die Objektbeziehung mit dem Typ IfcGroup vorgeschlagen. Eigenschaften, welche einem Takt zugehörig sind, können der IfcGroup zugewiesen werden.*

*IfcGroup ist eine Verallgemeinerung einer beliebigen Gruppe, also einer logischen Sammlung von Objekten. IfcGroup hat weder eine eigene Position noch eine eigene Darstellung. Gruppen können auch verschachtelt werden. Objekte können Teil von keiner, einer oder mehreren Gruppen sein.*

*1. Ein Takt besteht aus einem Bauelement*

*Für diesen Fall wird vorgeschlagen, das Bauelement als logische Einheit der IfcGroup zusammenzuführen. Das bedeutet, dass die IfcGroup nur aus einem Bauelement besteht. Die Zuweisung von Eigenschaften zu dem Takt erfolgt über die Zuweisung von Eigenschaften zur IfcGroup.*

*2. Ein Takt besteht aus mehreren Bauelementen*

*Für diesen Fall wird vorgeschlagen, die Bauelemente als logische Einheit der IfcGroup zusammenzuführen. Die Zuweisung von Eigenschaften zu dem Takt erfolgt über die Zuweisung von Eigenschaften zur IfcGroup.*

*3. Ein Takt besteht aus einem Teil eines Bauelements*

*Für diesen Fall gibt es zwei mögliche Lösungsvorschläge:*

*Die Verwendung einer Model View Definition für den Rohbau, in welcher die Teile des Bauelements als eigenständige Bauelemente repräsentiert werden sowie die Zusammenfassung in IfcGroup gemäß Punkt 2. Das bedeutet, dass die IfcGroup nur aus einem Bauelement besteht.*

*4. Ein Takt besteht aus mehreren Teilen mehrerer Bauelemente*

*Die Verwendung einer Model View Definition für den Rohbau, in welcher die Teile des Bauelements als eigenständige Bauelemente repräsentiert werden sowie die Zusammenfassung in IfcGroup gemäß Punkt 2.*

Takte, also logische Sammlungen von Objekten, bilden die Grundlage dafür für eine Verknüpfung von Soll-Prozessdaten mit dem Gebäudedatenmodell. Für unterschiedliche Bauelementtypen wie z.B. Ortbetonwand und Fertigteilwand können vordefinierte Prozesse mit vordefinierten Aufgaben zugewiesen werden. Die Prozesse und Aufgaben können sowohl während als auch im Rahmen von Templates vor der Planung individuell angepasst werden.

**Bauelement – Typ**

*Ein Bauelementtyp ist gemäß IFC Schema dem Typ IfcBuildingElementType als Subtyp wie zum Beispiel IfcWall, IfcSlab, IfcBeam oder IfcColumn zuzuordnen.*

*IfcBuildingElementType stellt die Typinformationen für IfcBuildingElement-Vorkommen bereit. Ein Bauelementtyp wird verwendet, um die allgemeinen Eigenschaften eines bestimmten Bauelementtyps zu definieren, die auf alle Vorkommen dieses Typs angewendet werden.*

**Prozess**

*Ein Prozess ist gemäß IFC Schema dem Typ IfcProcess zuzuordnen.*

*IfcProcess ist definiert als eine einzelne Aktivität oder ein einzelnes Ereignis, welche(s) zeitlich geordnet ist, Sequenzbeziehungen zu anderen Prozessen aufweist, einen Input in einen Output umwandelt und über Input-Output-Beziehung eine Verbindung zu anderen Prozessen herstellen kann.*

*Ein IfcProcess kann eine Aufgabe als IfcTask oder ein Ereignis als IfcEvent sein*

1  
Planen

und findet im Hochbau mit der Absicht statt, Produkte oder andere ähnliche Aufgaben oder Verfahren zu entwerfen, zu kalkulieren, zu erwerben, zu konstruieren oder zu warten.

**Aufgabe**

Eine Aufgabe ist gemäß IFC Schema dem Typ *IfcTask* zuzuordnen.

*IfcTask* steht in Beziehung mit dem Typ *IfcProcess* und ist eine identifizierbare Arbeitseinheit, die in einem Bauprojekt ausgeführt werden soll. Eine Aufgabe wird normalerweise verwendet, um eine Aktivität für den Bau oder die Installation von Produkten zu beschreiben, ist jedoch nicht auf diese Typen beschränkt. Beispielsweise kann es verwendet werden, um beispielsweise Entwurfsprozesse, oder betriebsbezogene Aktivitäten zu beschreiben.

Diese Zuweisung legt fest, was (Takt bzw. Gebäudeelemente), wo (durch die Verortung im Gebäudedatenmodell), wie (Prozess und Aufgabe) durchgeführt werden soll. Durch die Eingabe bzw. Auswahl eines Soll-Startdatums sowie eines Soll-Enddatums wird den Bauelementen eine zeitliche Komponente zugewiesen, welche bestimmt, wann (Startzeitpunkt und Endzeitpunkt) etwas gemacht werden soll.

**Soll-Startzeitpunkt und Soll-Endzeitpunkt**

*IfcTaskTime* erfasst die zeitbezogenen Informationen zu einer Aufgabe. Dies können geplante oder gestartete Start- und Endzeitpunkte sein.

Ein Soll-Startzeitpunkt wird über das Attribut *ScheduleStart* definiert.

Ein Soll-Endzeitpunkt wird über das Attribut *ScheduleFinish* definiert.

Die Zuordnung dieser zeitlichen Komponente erfolgt auf Aufgabenebene. Zuallerletzt wird per Drag-and-Drop das Team und die Anzahl an Personen bestimmt. Diese Zuweisung verknüpft das Bauelement mit der Information, wer (Team und Anzahl Personen) die Aufgabe ausführt.

**Unternehmen**

Ein Unternehmen ist gemäß IFC Schema dem Typ *IfcOrganization* zuzuordnen.

*IfcOrganization* ist eine benannte und strukturierte Gruppierung mit einer Unternehmensidentität. Der Typ *IfcOrganization* beinhaltet eine Identifikation, einen Namen, eine Beschreibung, die Rolle und die Adresse.

Der Typ *IfcOrganization* kann in Beziehung stehen mit dem Typ *IfcPersonAndOrganization*, welcher die Beziehung zwischen der Person, der Organisation und der Rolle der Person in der Organisation darstellt. Dieser Typ steht in Beziehung mit dem Typ *IfcActorSelect* und so wiederum mit dem Typ *IfcActor*. Ein *IfcActor* ist eine Person oder Organisation, die in einem Projekt irgendwann während des Lebenszyklus beteiligt ist.

**Team**

Für ein Team, also einer Gruppierung von Personen zu einer logischen Einheit wird die Objektbeziehung mit dem Typ *IfcGroup* vorgeschlagen.

**Person**

Eine Person ist gemäß IFC Schema dem Typ *IfcPerson* zuzuordnen.

*IfcPerson* ist ein einzelner Mensch. ACHTUNG: Bei der Verwendung von *IfcPerson* ist auf den Datenschutz Rücksicht zu nehmen

Zusätzlich besteht die Möglichkeit, auf Taktbasis Angaben zur Betonfestigkeitsklasse sowie zur Frühfestigkeit zu machen. Dies unterstützt beim Betonbestellprozess sowie beim Einsatz der Sensorik im Rahmen des Ausführens und Messens.

2

Ausführen und Messen

## 2 Ausführen und Messen

Für die Steuerung der Baustelle bildet das Gebäudedatenmodell die Basis, dieses mit Informationen in Form einer Verknüpfung um Ist-Prozessdaten anzureichern. Dazu stehen zwei Möglichkeiten zur Verfügung. Einerseits die manuelle Informationsanreicherung von Informationen durch die Nutzung einer Smartphone Applikation am Baufeld und andererseits die automatisierte Informationsanreicherung durch die Nutzung von Sensorik, welche über den QR Code und Smartphone mit dem Prozess und somit mit dem Gebäudedatenmodell verknüpft wird.

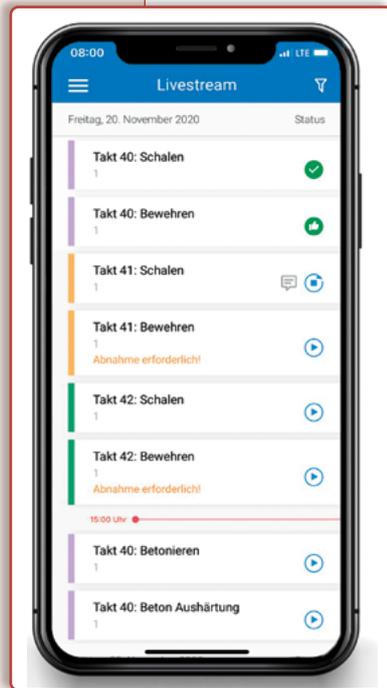


Abbildung 7: Smartphone Applikation (CONTACT, 2021)

Abbildung 8: Sensor und Funktionen (CONTACT, 2021)

Die Smartphone Applikation listet die den jeweiligen Teams zugeordneten Prozesse und Aufgaben auf und bietet bei Bedarf auch die Möglichkeit einer Visualisierung der Verortung durch eine horizontale Schnittebene im Gebäudedatenmodell. Durch das Starten und Beenden von Aufgaben werden diesen IST-Startzeitpunkt und IST-Endzeitpunkt zugewiesen, wobei es auch die Möglichkeit gibt, dass eine Aufgabe aus mehreren zeitlichen Zeiträumen besteht. Das Ergebnis ist somit neben den Zeitpunkten eine Dauer, welche sich daraus berechnet.

### **Ist-Startzeitpunkt und Ist-Endzeitpunkt**

Ein Ist-Startzeitpunkt wird über das Attribut *ActualStart* in *IfcTaskTime* definiert.

Ein Ist-Endzeitpunkt wird über das Attribut *ActualFinish* in *IfcTaskTime* definiert.

### **Ist-Dauer**

Eine Ist-Dauer wird über das Attribut *ActualDuration* in *IfcTaskTime* definiert.

Neben der zeitlichen Komponente können den Aufgaben auch Bilder und Kommentare zugeordnet werden. Als typisches Beispiel für Bilder sind Bewehrungsabnahmen zu nennen. Diese dienen zu Dokumentationszwecken. Kommentare werden häufig zur Dokumentation von Störungsgründen verwendet, wobei es hier bei Änderungen der Planung auch die Möglichkeit gibt, strukturierte vordefinierte Gründe zur späteren automatisierten Auswertung zu verwenden.

3

Analysieren und Steigern

**Bild**

*Ein Bild ist gemäß dem IFC Schema dem Typ IfcExternalInformation zuzuordnen. IfcExternalInformation ist eine Informationsquelle, die im aktuellen Modell oder in der Projektdatenbank nicht explizit dargestellt wird. IfcExternalInformation steht in Beziehung mit IfcDocumentInformation. In IfcDocumentInformation wird für ein Bild das Attribut ElectronicFormat definiert.*

Im Rohbauprozess kommt ein Sensor zum Einsatz. Dieser wird auf der Rückseite der Schalung montiert und verbleibt für die Dauer der Baustelle auf dieser. Der Sensor muss im Rahmen des Prozesses mit dem jeweiligen Schalungs- bzw. Betonagetakt über das Scannen eines QR Codes mit dem Smartphone verbunden werden. Der Sensor reichert das Gebäudedatenmodell um Daten wie z.B. zur Position der Schalung am jeweiligen Takt und zum Betonmonitoring an. So können Rückschlüsse auf den Schalungseinsatz und die Betonreife gezogen werden. Durch Verbindung des Sensors mit dem jeweiligen Takt, reichern auch diese Daten in Form einer Verknüpfung das Gebäudedatenmodell an.

**Sensor**

*Ein Sensor ist gemäß IFC Schema dem Typ IfcSensor zuzuordnen.*

*Ein Sensor ist ein Gerät, das eine physikalische Größe misst und in ein Signal umwandelt, das von einem Beobachter oder einem Instrument gelesen werden kann.*

Die Anreicherung des Gebäudedatenmodells um Soll-Daten in der Planung der Baustelle und um Ist-Daten in der Ausführung direkt am Feld bietet die Möglichkeit, die Daten anhand des Gebäudedatenmodells aus verschiedenen Blickwinkeln auszuwerten und Soll-Ist-Vergleiche durchzuführen. Die Methode zur Visualisierung der Daten wird im folgenden Kapitel dargestellt.

**3 Analysieren und Steigern**

Mithilfe der vorhin gezeigten Methoden werden sehr viele Informationen und eine Vielzahl von Datenpunkten gesammelt. Beim Arbeiten mit Gebäudedatenmodellen gibt es verschiedene Arten, Informationen in Beziehung mit dem Modell verfügbar zu machen und anzuzeigen. Häufig werden die Informationen direkt in das Gebäudedatenmodell eingebettet, so wie es beispielsweise BIM-Authoring Tools machen.

Das direkte Einbetten von Daten in Modelle bringt aber auch Probleme mit sich, vor allem dann, wenn eine große Anzahl von Daten vorhanden ist (Tobin, 2019):

**Dateninteraktionsmöglichkeiten**

Die Dateninteraktionsmöglichkeiten im Umfeld von eingebetteten Informationen direkt im Modell sind sehr häufig eingeschränkt.

**Langsamere Leistung**

Die 3D-Geometrie benötigt spezielle Hardware und viel Rechenleistung. Beim Betrachten und Analysieren der eingebetteten Daten muss sich der Anwender im Umfeld der »schweren« 3D-Geometrie bewegen, obwohl die Daten relativ »leicht« sind.

**Dateninteroperabilität**

Zusätzlich ist es zum jetzigen Zeitpunkt oft schwierig, Daten erfolgreich zwischen verschiedenen Softwarepaketen zu übertragen. Dieser Austausch führt häufig zu Datenverlusten.

**Datenarchivierung**

Eine weitere Herausforderung ist die Datenarchivierung. Gerade für einen erfolgreichen Gebäudebetrieb ist es notwendig, Daten über Jahrzehnte zugänglich zu halten – das Überstehen einiger Softwareversionen reicht nicht aus.

Neben dem Einbetten von Daten gibt es auch die Möglichkeit, die Informationen mit dem Modell zu verknüpfen. Diese Form des Umgangs mit Daten widerspricht nicht dem Gedanken, dass Daten direkt in Gebäudedatenmodellen verfügbar sein sollen. Es gibt

## 3.1

## Business Intelligence (BI)

## 3.1.1

## Allgemeines zu Business Intelligence

viele Anwendungsfälle, in dem es sehr effektiv ist, Daten direkt in das Gebäudedatenmodell einzubetten. Dennoch wird es in Zukunft voraussichtlich so aussehen, dass viele BIM-Daten außerhalb des Modells vorhanden sind und nicht eingebettet, sondern mit dem Modell verknüpft werden. Eine erfolgsversprechende Lösung für diese Probleme könnten Tools und Standards sein, welche die Rohdaten in das Zentrum der Informationen stellen. Diese Datenvisualisierungstools erlauben es, die Daten mit, aber auch ohne BIM-Geometrie zu verwenden und diese gleichzeitig in einem Kontext mit anderen Daten anschaulich zu machen. (Tobin, 2019)

Business Intelligence (BI)-Tools wie MS Power BI sind in der Lage, große Datenmengen miteinander zu verknüpfen und visuell umfassend interaktiv zu gestalten, indem Eigenschaften von Tabellen miteinander verknüpft werden. Gleichzeitig können BI Tools auch geometrische Informationen und Grundrisse in Bezug zu den verknüpften Daten anzeigen. So kann visualisiert werden, wo sich das Element befindet und was für ein Element es ist. Alle anderen Daten mit Bezug zu einem oder mehreren Elementen können verknüpft werden.

Folgend wird ein Weg zur Verbindung von BIM und BI vorgeschlagen und anhand des Anwendungsfalls der modellbasierten Planung und Steuerung der Baustelle im Rohbau durch den Einsatz von Echtzeit-Daten auf Basis eines Apps und Sensorik aufgezeigt.

### 3.1 Business Intelligence (BI)

#### 3.1.1 Allgemeines zu Business Intelligence

Ein BI (Business Intelligence)-System kann als ein integriertes Werkzeug- und Technologieset beschrieben werden, mit denen Daten gesammelt, integriert, aggregiert, ausgewählt, validiert, untersucht und analysiert werden. Ein BI-System macht es möglich, Informationen aus verschiedenen Quellen nützlich und nutzbar zu machen. (Caserio and Trucco, 2018)

Innovative BI-Modelle werden eingesetzt, um:

- Daten aus verschiedenen Quellen zu integrieren und zu analysieren;
- die Undurchsichtigkeiten zu verringern, Transparenz zu erhöhen
- die Aktualität des Datenzugriffs und der Datenverarbeitung zu erhöhen
- die Anzahl der Benutzer zu erhöhen, die Zugriff auf Daten und Informationen haben und gleichzeitig das erforderliche technische Fachwissen der Benutzer zu verringern

Mithilfe von BI Systemen werden Rohdaten in Informationen und damit in Wissen umgewandelt, was hilfreich ist, um Entscheidungsträgern die angemessene Unterstützung für ihre strategischen Entscheidungen zu bieten. Die Notwendigkeit eines BI-Systems wird daher noch intensiver wahrgenommen, wenn Informationen kritisch sind und den Entscheidungsprozess beeinflussen. BI-Tools können neben der Erfassung von Daten und Informationen für Entscheidungsprozesse dazu verwendet werden, die Häufigkeit, Klarheit und Aktualität der Kommunikation zu verbessern. Neben der Unterstützung der strategischen Ebene sind BI-Systeme aber auch hilfreich, um die Planungs- und Kontrollaktivitäten der Unternehmen zu verbessern. Planungs- und Steuerungsaktivitäten erfordern aktuelle und genaue Daten. In diesem Sinne spielen BI-Systeme eine entscheidende Rolle, da sie speziell darauf ausgelegt sind, Benutzern die Durchführung detaillierter Analysen von Unternehmensdaten zu erleichtern. Darüber hinaus wirkt sich die Verfügbarkeit zeitnaher und genauer Informationen und Daten sowohl auf das Kostenmanagement als auch auf das Berichtssystem positiv aus. (Caserio and Trucco, 2018)

### 3.1.2

Microsoft Power BI

### 3.2

Building Intelligence:  
Verknüpfung von BIM & BI

#### 3.2.1

Allgemeines zur Verknüpfung

### 3.1.2 Microsoft Power BI

Microsoft Power BI ist ein Business Intelligence System und Teil der Microsoft Power Platform.

Die Microsoft Power Platform ist eine Sammlung von Tools, die das Sammeln, Verarbeiten und Berichten von Unternehmensdaten vereinfachen soll. Obwohl die Power Platform-Tools für professionelle Entwicklungsanstrengungen geeignet ist und Microsoft sie zum Erstellen eigener Dynamics 365- und Office 365-Erweiterungsfunktionen verwendet, erfordern die Plattform nur wenig oder gar keine Coding-Kenntnisse. (Zacker, 2020) Power BI ist ein Cloud-basiertes Tool, mit dem Benutzer ohne Programmierkenntnisse oder Erfahrung grafische Echtzeitanzeigen von Daten aus verschiedenen Quellen erstellen und in einem Cloud-Dienst veröffentlichen können. Das Ziel von Power BI besteht darin, Benutzern den Zugriff auf ihre Daten zu erleichtern und die Informationen hervorzuheben, die für den Verbraucher am wichtigsten sind. Power BI ist ein Tool, mit dem auf Daten aus mehreren Quellen zugegriffen werden kann. Diese Daten können dann in verschiedene Grafikformate umgewandelt und die Ergebnisse in einem Cloud-basierten Dienst veröffentlichen werden. Auf die Ergebnisse können Benutzer von jedem beliebigen Ort aus mit einem beliebigen Endgerät zugreifen. Power BI manipuliert oder modifiziert die Daten nicht, unabhängig davon, ob ein Benutzer ein Designer ist, der Power BI Desktop zum Modellieren von Daten verwendet, oder ein Verbraucher, der die Power BI-Leseansicht zum Anzeigen der veröffentlichten Daten verwendet.

Power BI besteht aus Power BI Desktop und dem Power BI Service. Power BI Desktop ist eine Windows-Anwendung, mit der Designer Daten erfassen, transformieren und Dashboards, Berichte sowie Apps erstellen. Der Power BI Service ist das Consumer-Ende des Tools, das in der Cloud ausgeführt wird und Benutzern den Zugriff auf die von Designern veröffentlichten Daten ermöglicht. Auf Power BI-Grafiken kann über die Cloud mit einem beliebigen Webbrowser oder einem mobilen Gerät zugegriffen werden.

### 3.2 Building Intelligence: Verknüpfung von BIM & BI

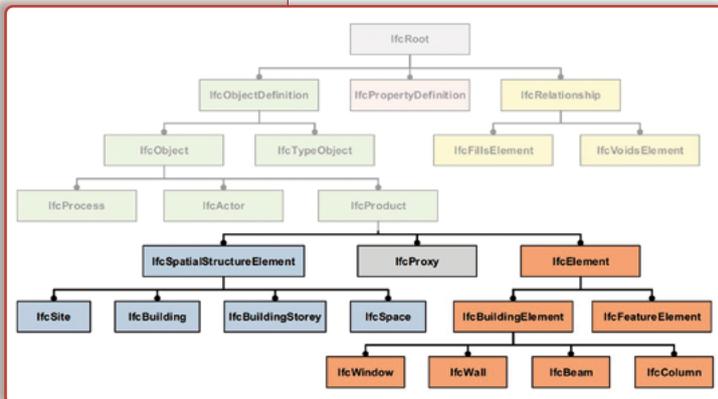
Als Building Intelligence wird im Rahmen dieser Ausarbeitung die Verknüpfung von BIM (Building Information Modeling) und BI (Business Intelligence) bezeichnet.

#### 3.2.1 Allgemeines zur Verknüpfung

Die Voraussetzung für das Verknüpfen der Daten des Gebäudedatenmodells mit anderen in Power BI abrufbaren Daten ist das Vorhandensein der Informationen des Gebäudedatenmodells in Tabellenform und die Verknüpfung dieser Tabellen untereinander. Diese Transformation der Daten vom IFC-Datenmodell in eine solche Form wird durch das Produkt VCAD, entwickelt vom Unternehmen Blogic s.r.l. (»VCAD FOR POWER BI«, 2021) angeboten. Gleichzeitig enthält das Produkt VCAD auch ein sogenanntes Custom Visual (benutzerdefinierte Visualisierung), welches das Gebäudedatenmodell in der Power BI Umgebung mithilfe eines benutzerfreundlichen BIM Viewers anzeigen kann. Dieses wird im Design Prozess in Power BI miteingebunden und konfiguriert.

Das Gebäudedatenmodell kann zum jetzigen Zeitpunkt auf zwei Arten zur Verfügung gestellt werden. Neben der Möglichkeit das Gebäudedatenmodell im IFC-Format direkt in die VCAD-Plattform hochzuladen, gibt es auch die Möglichkeit, das Gebäudedatenmodell im IFC-Format über BIM 360 für die VCAD Plattform abrufbar zu machen. In beiden Fällen werden die Informationen in Tabellenform und das Gebäudedatenmodell auf der Plattform von VCAD per API zu Verfügung gestellt, sodass es möglich ist, diese in Microsoft Power BI ohne lokale Zwischenspeicherung abzurufen. Gleichzeitig bedeutet eine Aktualisierung des Gebäudedatenmodells auf der VCAD Plattform oder in BIM360 auch die Möglichkeit der automatisierten Echtzeit-Aktualisierung der Daten in Microsoft Power BI.

### 3.2.2 Transformation vom IFC-Datenmodell in die Form verknüpfter Tabellen



### 3.2.2 Transformation vom IFC-Datenmodell in die Form verknüpfter Tabellen

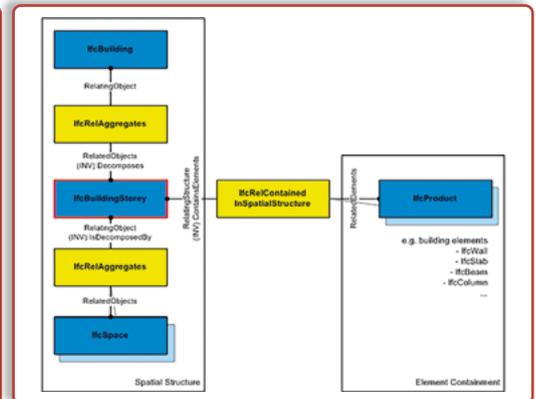


Abbildung 9: Ausschnitt aus dem IFC-Datenmodell (Borrmann et al., 2015)

Abbildung 10: IfcBuildingStorey als Teil der räumlichen Struktur (buildingSMART International Ltd., n.d.)

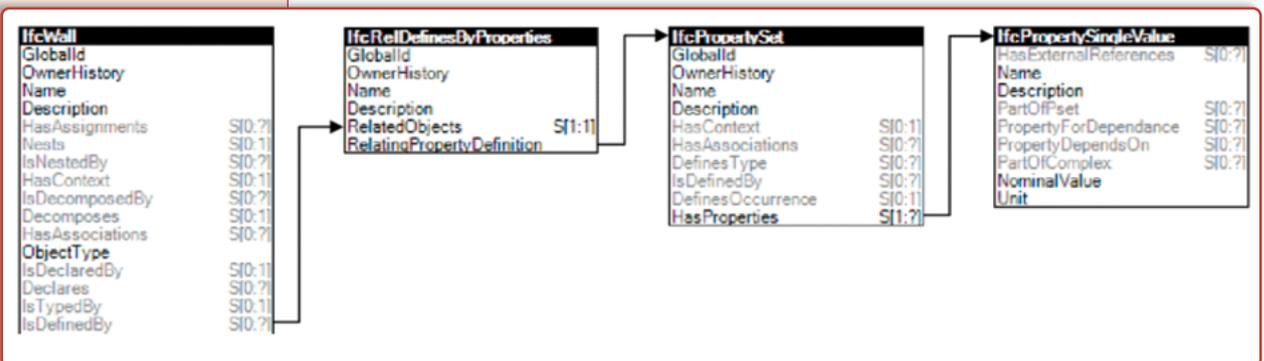


Abbildung 11: IFC Schema einer IfcWall und Beziehung zum IfcPropertySet (van Gemert, 2019)

Die Transformation der Daten vom IFC-Datenmodell in die Form von verknüpften Tabellen wird vom Produkt VCAD durchgeführt und als Vorlage zur Verfügung gestellt. Aufgrund der Komplexität des IFC-Datenmodells und der nicht verifizierten Art der Repräsentation als Tabellenform kann nicht im Allgemeinen sichergestellt werden, dass alle Daten mit den richtigen Beziehungen abgebildet werden. Hier sind eine weitere Evaluierung und ein weiterer Forschungsbedarf notwendig.

In Abbildung 9 ist ein Ausschnitt aus dem IFC-Datenmodell zu sehen. Abbildung 10 zeigt die Beziehung des Gebäudes als IfcBuilding mit dem Geschoss als IfcBuildingStorey, dem Raum als IfcSpace und den Bauelementen als IfcBuildingElement im IFC-Datenmodell. Abbildung 5 zeigt die Beziehung einer Wand als IfcWall mit deren Eigenschaftssets als IfcPropertySet und Eigenschaften als IfcProperties.

Abbildung 12 zeigt in der oberen Zeile dieselbe Beziehung als verknüpfte Tabellen.

- Die Tabelle Floors enthält die Geschosse als IfcBuildingStorey.
- Die Tabelle Spaces enthält die räumlichen Strukturelemente als Subtypen von IfcSpatial-StructureElement wie zum Beispiel Grundstück als IfcSite, Gebäude als IfcBuilding, IfcBuildingStorey als Geschoss und IfcSpace als Raum.

### 3.2.3

Informationen aus Solibri -  
Tabellenform in Microsoft  
Power BI

- Die Tabelle Assets enthält die Bauelemente als Subtypen von IfcBuildingElement wie zum Beispiel Wand als IfcWall, Decke als IfcSlab, Balken als IfcBeam oder Stützen als IfcColumn.
- Die Tabelle SpacesAssets stellt die Beziehung der Subtypen von IfcBuildingElement und dem Geschoss als IfcBuildingStorey dar. Hier ist die Information gespeichert, welches Bauelement sich in welchem Geschoss befindet.
- Die Tabelle SpacesFloor stellt die Beziehung der Räume als IfcSpace und den Geschossen als IfcFloors dar. Hier ist die Information gespeichert, welcher Raum sich in welchem Geschoss befindet.

Die untere Zeile zeigt die Tabellen, in welcher die Eigenschaften und Eigenschaftssets für die Tabellen in der oberen Zeile gespeichert sind.

- Die Tabelle AssetAttributes enthält alle Eigenschaften der Bauelemente und die Information, in welchem Eigenschaftsset diese gespeichert sind.
- Die Tabelle SpacesAttributes enthält alle Eigenschaften räumlichen Strukturelemente und die Information, in welchem Eigenschaftsset diese gespeichert sind.
- Die Tabelle FloorsAttributes enthält alle Eigenschaften der Geschosse und die Information, in welchem Eigenschaftsset diese gespeichert sind.

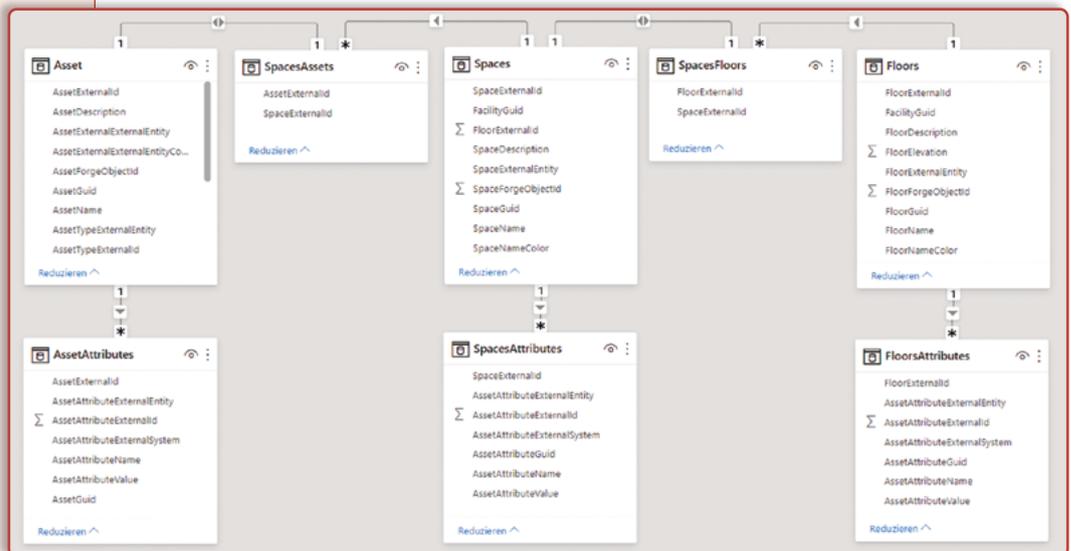


Abbildung 12: Abbildung der Informationen als verknüpfte Tabellenform

### 3.2.3 Informationen aus Solibri – Tabellenform in Microsoft Power BI

Die folgenden Abbildungen zeigen eine Gegenüberstellung der Informationen des IFC-Datenmodells, interpretiert mit Solibri Model Checker und der Informationen in Tabellenform anhand einer Decke.

- Abbildung 13 zeigt den Modellbaum in Solibri, die Decke 2.1 ist markiert.
- Abbildung 14 zeigt das Eigenschaftsfenster in Solibri für die Decke 2.1
- Abbildung 15 zeigt die 3D Ansicht in Solibri, die Decke 2.1 ist markiert.
- Abbildung 16 zeigt die Beziehung der Tabelle Asset mit der Tabelle AssetAttributes
- Abbildung 17 zeigt die Tabelle Asset in Power BI mit der Decke 2.1 (ExternalEntity 107)
- Abbildung 18 zeigt die Tabelle AssetAttributes in Microsoft Power BI mit den Eigenschaften der Decke 2.1 (External Entity 107).

3.2.3

Informationen aus Solibri -  
Tabellenform in Microsoft  
Power BI

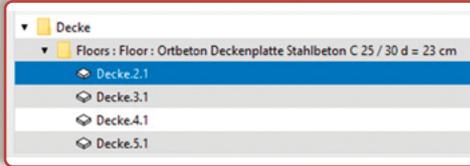


Abbildung 13: Solibri Struktur

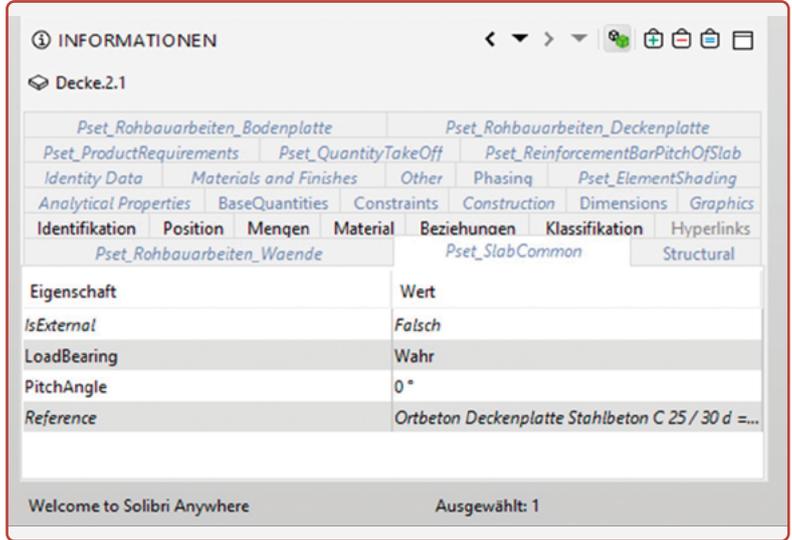
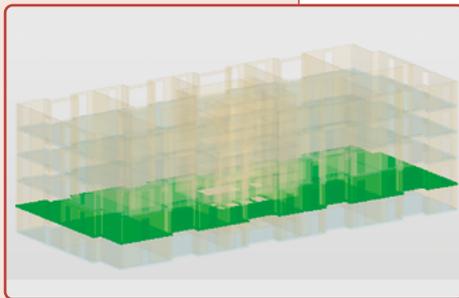


Abbildung 15: Solibri 3D Ansicht

Abbildung 14: Solibri Eigenschaftsfenster

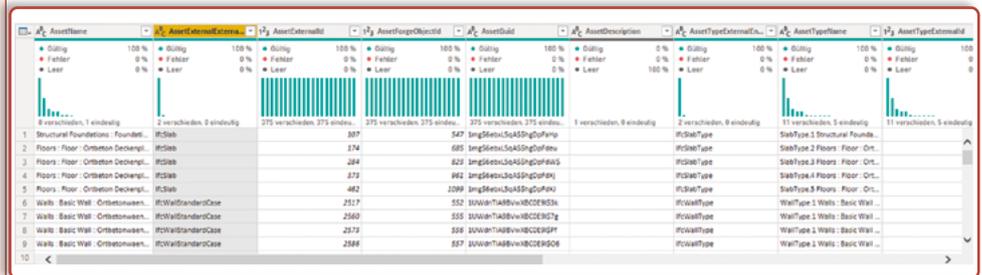
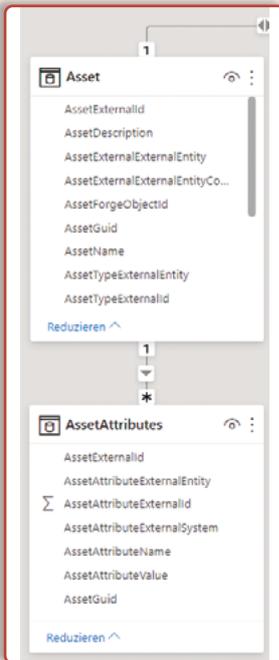


Abbildung 17: Tabelle Asset

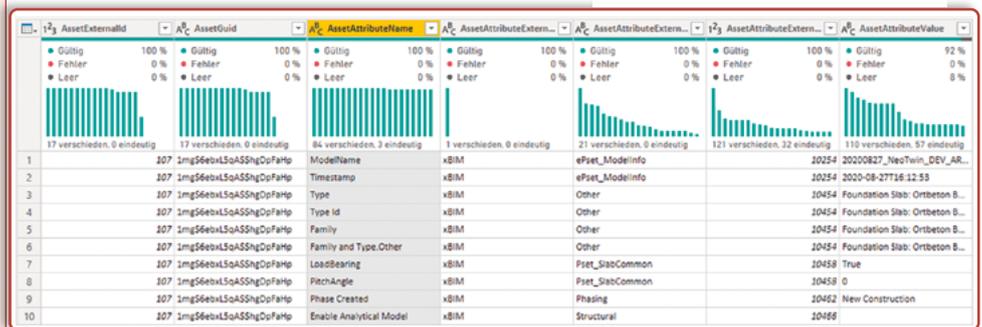


Abbildung 16: Beziehung Asset - AssetAttributes

Abbildung 18: Tabelle AssetAttributes

In den Abbildungen darüber ist zu sehen, dass die GUID weiterhin vorhanden ist. Diese dient zu Identifikation der Objekte und wird auch dafür genutzt, die Informationen aus dem Gebäudedatenmodell mit den Soll-Prozessdaten aus der Planung der Baustelle und den Ist-Prozessdaten im Rahmen des Ausführens zu verknüpfen.

**GUID**

Die GUID ist ein Global Unique Identifier und dient der eindeutigen Kennzeichnung von Objekten und Attributen.

## 3.3

## Building Intelligence Dashboard

## 3.3 Building Intelligence Dashboard

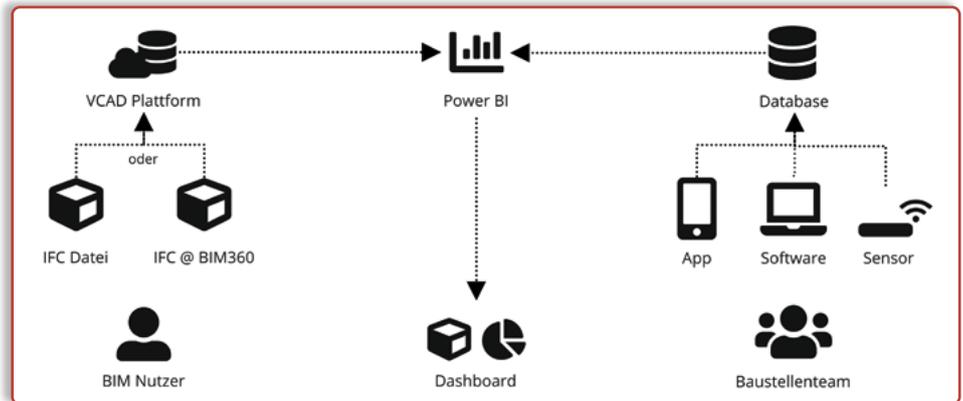


Abbildung 19: Building Intelligence Systemarchitektur (CONTACT, 2021)

Das Endergebnis ist ein modellbasiertes Building Intelligence Dashboard für die Planung und Steuerung der Baustelle im Rohbau. Dieses verknüpft die Informationen aus dem Gebäudedatenmodell mit den Soll-Prozessdaten aus der Planung der Baustelle und den Ist-Prozessdaten im Rahmen der Ausführung, welche mittels Smartphone Applikation und Sensorik gesammelt werden.

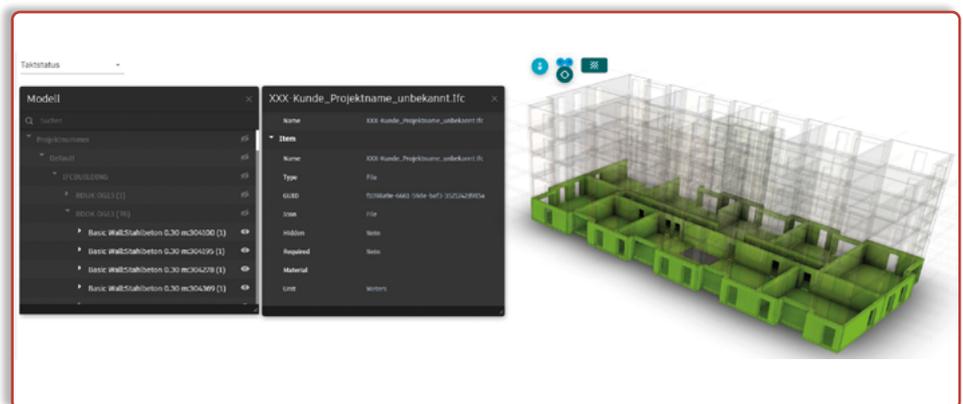


Abbildung 20: Building Intelligence Dashboard – Abschnitt Gebäudedatenmodell (CONTACT, 2021)

Die Abbildung 20 zeigt, dass die IFC-Datei weiterhin in unbearbeiteter Form vorhanden ist. Die Abbildung 22 zeigt einen Ausschnitt aus dem modellbasierten, interaktiven Building Intelligence Dashboard, welches dem Baustellenteam in Echtzeit (30 Minuten Intervall der Datenaktualisierung) zur Verfügung steht. Der Abschnitt Übersicht und Navigation präsentiert einen Gesamtüberblick über die Baustelle im Rohbau und zeigt unter anderem Informationen zum

Kapitel: Analysieren und Steigern

18 Modellbasierte Planung und Steuerung der Baustelle im Rohbau mit Echtzeit-Daten im Kontext von openBIM

Baustellenfortschritt, zu Baustellenperformance und zum Baustellenteam an. Der aktuelle Baufortschritt im Gebäudedatenmodell auf der rechten Seite in der Farbe Grün visualisiert.



4

Literaturverzeichnis

**4 Literaturverzeichnis**

- Baldwin, M., 2018. Der BIM-Manager: Praktische Anleitung für das BIM-Projektmanagement, 1st ed. Beuth, Berlin Wien Zürich.
- BIMQ Plattform [WWW Document], 2021. AEC3. URL <https://bim-plattform.com/de/bimq/> (accessed 4.10.21).
- Borrmann, A., König, M., Koch, C., Beetz, J., 2015. Building Information Modeling: Technologische Grundlagen und industrielle Praxis. Springer-Verlag.
- buildingSMART International Ltd., n.d. IFC4 Documentation [WWW Document]. URL [https://standards.buildingsmart.org/IFC/RELEASE/IFC4/ADD2\\_TC1/HTML/](https://standards.buildingsmart.org/IFC/RELEASE/IFC4/ADD2_TC1/HTML/) (accessed 4.10.21).
- Caserio, C., Trucco, S., 2018. Enterprise Resource Planning and Business Intelligence Systems for Information Quality: An Empirical Analysis in the Italian Setting, 1st ed. 2018. ed, Contributions to Management Science. Springer International Publishing : Imprint: Springer, Cham. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-77679-8>
- CONTACT, 2021. Dokumentation von Bauprojekten | Baustellen App - CONTACT GmbH [WWW Document]. Umdasch Group Ventures. URL <https://www.kontakt.com/de> (accessed 4.10.21).
- Hausknecht, K., Liebich, T., 2016. BIM-Kompodium: Building Information Modeling als neue Planungsmethode. Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart.
- Meng, Z., Klusmann, B., Kremer, N., Meins-Becker, A., Helmus, M., 2020. BIM Based Information Delivery Controlling System. <https://doi.org/10.22260/ISARC2020/0032>
- Pogavrilova, G., 2020. Assuring building information quality for building analytics by translating use cases of BIM@SRE standard into the MVD format.
- Tobin, J., 2019. BI(m): BIM data without models | Building Design + Construction [WWW Document]. URL <https://www.bdcnetwork.com/bim-bim-data-without-models> (accessed 4.10.21).
- van Gemert, S., 2019. MPG-ENVIE: A BIM-based LCA application for embodied impact assessment during the early design stages.
- VCAD FOR POWER BI [WWW Document], 2021. . VCAD FOR POWER BI. URL <https://www.bimservices.it/> (accessed 4.10.21).
- Zacker, C., 2020. Exam ref PL-900 Microsoft power platform fundamentals, 1st ed. Microsoft Press, Hoboken.

**5 Abbildungsverzeichnis**

- Abbildung 1: Starten – Planen – Messen – Steigern (CONTACT, 2021)
- Abbildung 2: Information Delivery Manual – vereinfachte Darstellung auf Basis von (Meng et al., 2020)
- Abbildung 3: Ausschnitt aus den Datenaustauschanforderungen mit BIMQ (»BIMQ Plattform,« 2021)
- Abbildung 4: MVD Erstellung und MVD Validierung, Basis von (Baldwin, 2018) und (Popgavrilova, 2020)
- Abbildung 5: mvdXML-Check mit Simplebim
- Abbildung 6: Modellbasierte Planung der Baustelle (CONTACT, 2021)
- Abbildung 7: Smartphone Applikation (CONTACT, 2021)
- Abbildung 8: Sensor und Funktionen (CONTACT, 2021)
- Abbildung 9: Ausschnitt aus dem IFC-Datenmodell (Borrmann et al., 2015)
- Abbildung 10: IfcBuildingStorey als Teil der räumlichen Struktur (buildingSMART International Ltd., n.d.)
- Abbildung 11: IFC Schema einer IfcWall und Beziehung zum IfcPropertySet (van Gemert, 2019)
- Abbildung 12: Abbildung der Informationen als verknüpfte Tabellenform
- Abbildung 13: Solibri Struktur
- Abbildung 14: Solibri Eigenschaftsfenster
- Abbildung 15: Solibri 3D Ansicht
- Abbildung 16: Beziehung Asset – AssetAttributes
- Abbildung 17: Tabelle Asset
- Abbildung 18: Tabelle AssetAttributes
- Abbildung 19: Building Intelligence Systemarchitektur (CONTACT, 2021)
- Abbildung 20: Building Intelligence Dashboard – Abschnitt Gebäudedatenmodell (CONTACT, 2021)
- Abbildung 21: Building Intelligence Dashboard – Abschnitt Übersicht und Navigation (CONTACT, 2021)
- Abbildung 22: Ausschnitt aus Building Intelligence Dashboard – Abschnitt Baustellenperformance

## openBIM + Kostenverfolgung

Voraussetzungen und Herausforderungen einer durchgängigen Kostenverfolgung mit einem digitalen Zwilling

- 1 Einleitung
- 2 Digitalisierungsstrategie
  - 2.1. Aspekte der Digitalisierungs-Strategie
    - 2.1.1 Mensch
    - 2.1.2 Prozess
    - 2.1.3 Werkzeug
- 3 Status Quo in Österreich
  - 3.1 Art der Leistungsbeschreibung für die Ausschreibung
  - 3.2 Standardisierung in Österreich
  - 3.3 Grundlagen für die Ausschreibung
  - 3.4 Dissonanz zwischen Bau- und Leistungsgliederung
  - 3.5 Problemstellungen aus der Praxis
- 4 Herausforderungen bei der Umsetzung einer BIM-unterstützten Kostenverfolgung
  - 4.1 Eine gemeinsame Sprache
  - 4.2 Gemeinsames Verständnis von BIM
    - 4.2.1 Bildung der BIM-Blase in der Planung/Ausschreibung:
    - 4.2.2 Erweiterung der BIM-Blase in der Vergabe:
    - 4.2.3 Erweiterung der BIM-Blase in der Bauphase:
    - 4.2.4 Bildung eines Projekt-BAP
    - 4.2.5 BAP – besser in der Verantwortung der Auftragnehmer (AN)
  - 4.3 BIM-Struktur vs Kosten-Struktur
    - 4.3.1 BIM Datenstruktur (ifc)
    - 4.3.2 Leistungsbeschreibung Hochbau (LB-HB)
    - 4.3.3 Verknüpfung der beiden Strukturen
  - 4.4 Komplexität vs. Vereinfachung
  - 4.5 Grenzen von openBIM (momentan)
    - 4.5.1 IFC als Einbahnstraße
    - 4.5.2 GUID als unzuverlässige Verortung von Kosten
    - 4.5.3 Kostenkomplexität in IFC abbilden
- 5 Praxisbeispiele
  - 5.1 Detaillierte Erfassung der LB-HB im nativen BIM-Modell
  - 5.2 Digitale Abrechnung über eine CDE mit elementbasiertem AVA-Prozess
  - 5.3 Frühe Ausschreibung – Verschiebung der Übergabe Planung-Bau
  - 5.4 Ausschreibung mit BIM und Bauteilkatalog
  - 5.5 Analyse der Unterschiedlichen Prozess-Varianten
- 6 Conclusio
  - 6.1 Transformation statt »nur« Digitalisierung
  - 6.2 KISS Prinzip – »Keep it simple, stupid«
  - 6.3 Elementbasierte Kostenverfolgung als »Game-Changer«
  - 6.4 BCF in der Kostenverfolgung
  - 6.5 Durchgängigkeit der Daten
  - 6.6 Ausblick und nächste Schritte
- 7 Begriffe und Literatur

## 1 Einleitung

### 1 Einleitung

Die Kosten eines Bauwerks sind ein heikles Thema. Die Berechnung startet oft mit unrealistischen Erwartungen eines Bauherrn, werden dann zu optimistischen Kostenschätzungen von Planern, ehe sie dann früher oder später zu realistischen Baukosten anwachsen. Der Übergang zwischen diesen Stadien ist oft nicht sehr transparent und deshalb eine Quelle von Frustration, Unverständnis und Konflikten.

Die BIM-Methodik, bei welcher ein digitaler Zwilling des physisches Bauobjektes erzeugt wird, kann die Qualität einer Kostenverfolgung im großen Maße steigert. Zusätzlich wird ein neues Level an Transparenz und Nachvollziehbarkeit ermöglicht, welches bisher bei konventioneller Planung (2D CAD) nicht möglich war. Gleichzeitig wird die Erstellung und die Pflege der Kostengrundlagen erheblich vereinfacht.

Der digitale Zwilling erzeugt Mehrwerte über den gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks, deshalb sollte es das Ziel der Baubranche sein diesen ab einem möglichst frühen Zeitpunkt zu nutzen und über den gesamten Lebenszyklus zu pflegen. Hierbei spielt die Durchgängigkeit der Daten eine große Rolle.

In diesem Fach-Exposé wird primär die Kostenverfolgung während der Planungs- und Bau-Phase behandelt. Die weitere Kostenverfolgung in der Betriebsphase hat ihre eigenen Herausforderungen, welche aber im Expertise-Bereich des Gebäudebetriebs liegen.

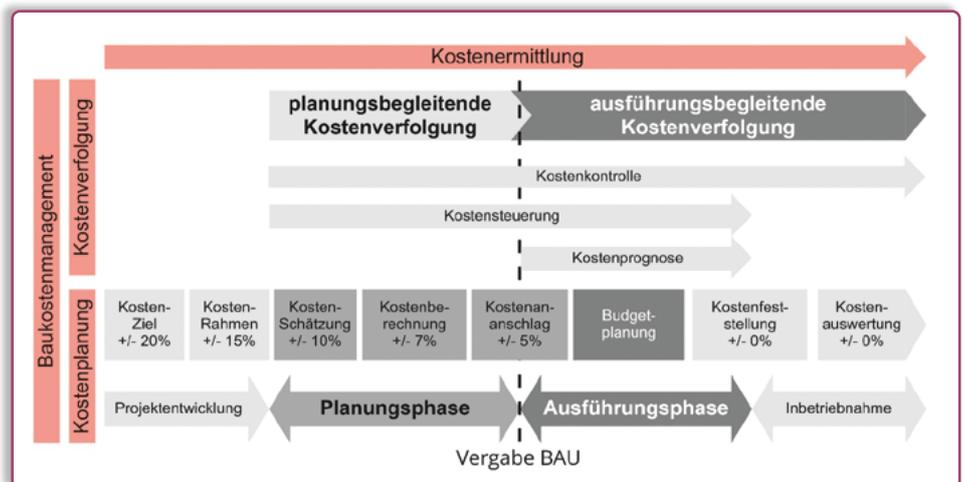


Abbildung 1: Kostenverfolgung als Bestandteil der Baukostenmanagement-Prozessfamilie

Die Kostenverfolgung stellt einen der schwierigsten Anwendungsfälle in BIM dar. Dies hat technische, aber auch systemische Gründe. Es sind viele Stakeholder involviert, und der verantwortliche Stakeholder für die Kosten kann mehrmals innerhalb der Projektlaufzeit wechseln. Dadurch ist dieser Anwendungsfall besonders komplex und macht die Erstellung, Bearbeitung und Dokumentation der hierfür benötigten Grundlagen äußerst schwierig. Die Herausforderung bei einem phasenübergreifenden Anwendungsfall besteht darin, eine durchgängige und transparente Datennutzung über alle Phasen hinweg zu erreichen. Eine weitere Herausforderung ist, dass die Baubranche sehr fragmentiert ist, was dazu führt, dass es unzählige Schnittstellen zwischen einer Vielzahl an unterschiedlichen Stakeholdern, mit eigenen Anforderungen gibt.

Mit der Hilfe von digitalen BIM-Prozessen und dem digitalen Zwilling als neuem zentralen Werkzeug, können diese Herausforderungen gemeistert werden.

## 2

## Digitalisierungsstrategie

## 2.1

## Aspekte der Digitalisierungs-Strategie

## 2.1.1

## Mensch

**2 Digitalisierungsstrategie**

Um eine Strategie für die Erstellung und Nutzung eines digitalen Zwillings erfolgreich umzusetzen müssen mehrere Aspekte betrachtet werden. Die Digitalisierungsstrategie ist dabei immer in der Triade zwischen Mensch, Prozess und Werkzeug zu sehen.

**Mensch**

Es müssen alle involvierten Menschen als Stakeholder erfasst und analysiert werden. In diesem Exposé wird hierfür die übliche Situation in Österreich betrachtet, in anderen Regionen kann die Konstellation variieren.

**Prozess**

Die Umsetzungsprozesse der einzelnen Akteure und die Schnittstellen zwischen den Akteuren müssen analysiert werden. Hierbei sollen Schwachstellen und ineffiziente Prozessschritte (z.B.: doppelte Bearbeitung) identifiziert werden, um diese beim neuen digitalen Prozess zu eliminieren.

**Werkzeug**

Außerdem müssen die verwendeten Werkzeuge der verschiedenen Akteure untersucht werden, auch hier finden sich häufig Ursachen für eine ineffiziente Umsetzung und verschwendete Ressourcen.

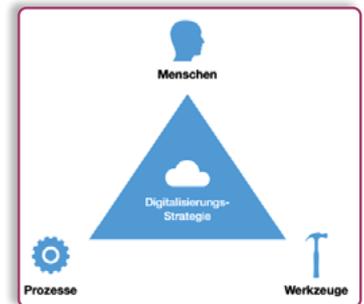
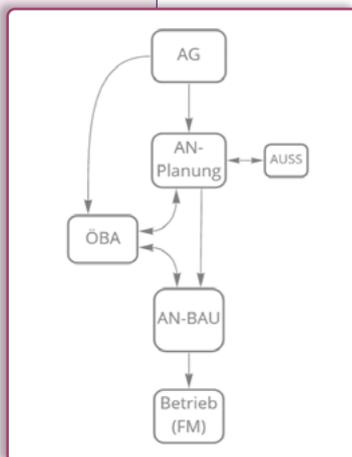


Abbildung 2: Aspekte einer Digitalisierungsstrategie

**2.1 Aspekte der Digitalisierungs-Strategie****2.1.1 Mensch**

Folgende sind die primären Rollen, welche die Stakeholder im Rahmen der Kostenverfolgung anhand des digitalen Zwillings wahrnehmen:



- Auftraggeber (AG) resp. dessen Vertreter (z.B.: Projektsteuerung)
- Fachplaner und Konsulenten bilden das Planerteam als Auftragnehmer für die Planungsaufgaben (AN-PL)
- Ausschreibende Stelle, oft innerhalb des Planerteams, kann aber auch ein eigenständiger Akteur sein (AUSS)
- Örtliche Bauaufsicht (ÖBA)
- Ausführende Firmen resp. Generalunternehmer (GU) als Auftragnehmer für die Bauleistungen (AN-BAU)
  - Sub-Unternehmer des AN-BAU (SUB)
- Gebäudebetreiber (FM)

Abbildung 3: Rollen-Organigramm

Es ist wichtig sich vorab mit den unterschiedlichen Interessen der Stakeholder zu befassen, um die unterschiedlichen Interessen, deren Intention aber auch die Potentiale zu analysieren. Folgende sind die primären Anforderungen, welche fast alle der Stakeholder gemeinsam haben:

- Transparenz
- Effizienzsteigerung
- Kostenersparnis / Kostensicherheit
- Vereinfachung, und nachvollziehbare Kosten
- Entscheidungs-Grundlagen
- Klare Leistungsdefinitionen
- Wettbewerbsvorteil
- Risikovermeidung
- Planungssicherheit

## 2.1.2 Prozess

An dieser Stelle wird hervorgehoben, dass sich viele Stakeholder eine Vereinfachung der Prozesse wünschen. In den folgenden Kapiteln wird gezeigt, dass der digitale Zwilling beim Erfüllen dieser Anforderung eine große Rolle spielen kann.

### 2.1.2 Prozess

Mit der Verwendung von effizienten Prozessen will jeder Stakeholder die Leistungen erfüllen, mit denen er beauftragt wurde. Bei dem Versuch die eigenen Aufgaben möglichst effizient zu erfüllen werden aber oft die Schnittstellen zu den restlichen Stakeholdern vernachlässigt. Das Resultat hiervon ist, dass die Prozesse in der Baubranche sehr fragmentiert, und somit in ihrer Gesamtheit ineffizient sind.

Diese Problematik findet in allen »Fragmenten« der Baubranche statt, und das Gesamt-Projekt leidet darunter. Man hört immer häufiger, dass wir **gegeneinander Planen**, anstatt miteinander, dies sollte uns zu denken geben. Die folgende Grafik veranschaulicht diese Problematik sehr deutlich:

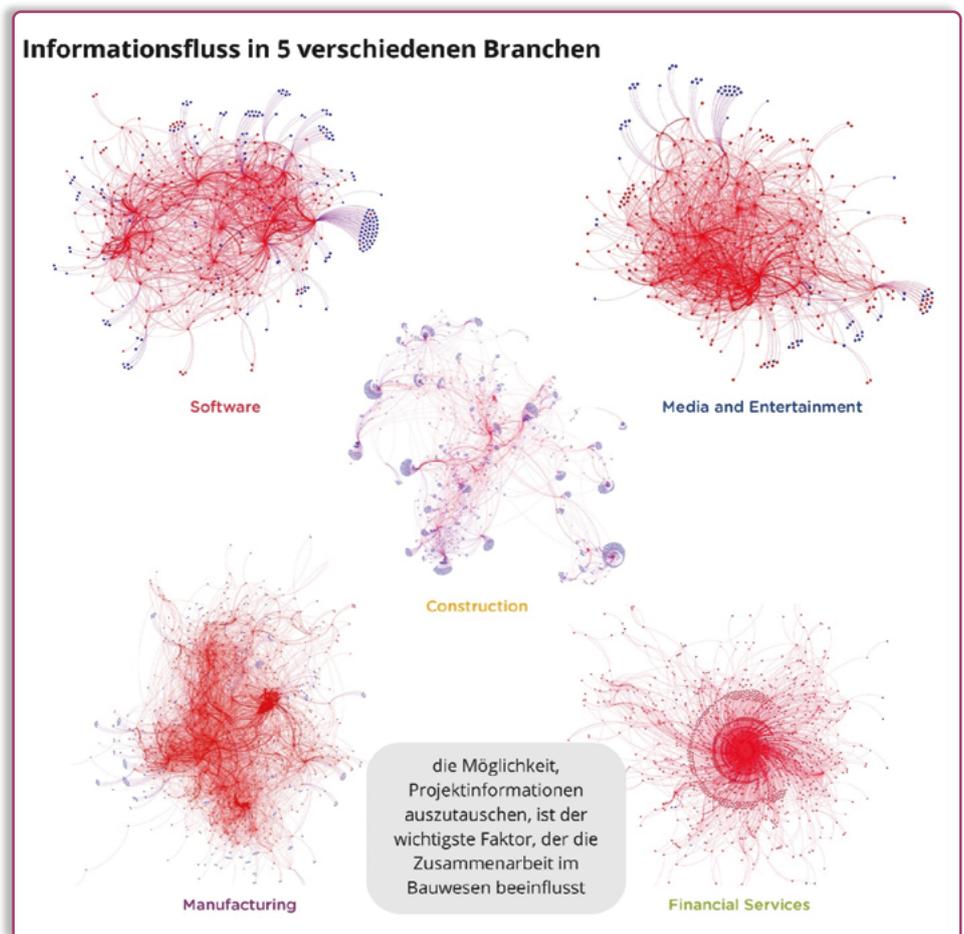


Abbildung 4: Mapping the Information Economy: A Tale of Five Industries (Box, June 2014)

Wie man in dieser Grafik sieht, sind andere Branchen im Vergleich zur Baubranche (Constuction) sehr gut und dicht vernetzt, und tauschen erheblich mehr Informationen untereinander aus. Besonders bei der Finanzbranche erkennt man klar, dass alle Daten zentral zusammenlaufen, was durch das global vernetzte Bankensystem ermöglicht wird. Es ist kein Wunder, dass der mangelnde Informationsfluss in der Baubranche zu Effizienzverlusten führt, deshalb ist dies ein elementares Ziel der benötigten digitalen Strategie. Dies stimmt besonders bei dem im Exposé thematisierten Gebiet der Kosten-

## 2.1.3

## Werkzeug

## 3

## Status Quo in Österreich

verfolgung, weil dieses viele Stakeholder über viele Projektphasen miteinander verbindet und somit einen regen Informationsaustausch benötigt.

### 2.1.3 Werkzeug

Die verwendeten Werkzeuge für die Kostenverfolgung sind vielfältig und werden von wenigen der beteiligten Stakeholder in bestimmten Projektphasen genutzt. Damit stellen die Werkzeuge sehr anwenderspezifische Hilfsmittel dar. Hier sind besonders die Werkzeuge während der AVA-Prozesse von Bedeutung (Ausschreibung, Vergabe, Abrechnung). Während die Planungssoftware primär vom AN-PL genutzt wird und hilft die Planungsinhalte und den digitalen Zwilling zu erstellen, sind die aktuell am Markt verfügbaren Softwarelösungen unzuverlässig und ineffizient, wenn es um Kostenkalkulation oder Mengenermittlung geht. Dagegen sind die AVA-Programme, welche von der Ausschreibung genutzt werden, darauf ausgelegt alle Ausschreibungs-, Preisgleitungs-, Kalkulations- und Abrechnungsnormen abzubilden und damit flexibel auf alle möglichen Kostenaspekte eingehen zu können (z.B.: Indexanpassungen, Abrechnung, Mehrkostenforderungen, etc.). Die AVA-Programme sind aber wenig hilfreich, um dem AG in frühen Phasen die Kostenentwicklung seines Projektes übersichtlich und transparent darzustellen. BIM und der digitale Zwilling stellen hier ein riesiges Potential dar und ermöglichen uns die Planungsinhalte geometrisch präziser und angereichert mit Informationen bereits in früheren Phasen als zuverlässige Kostengrundlagen zu erstellen und auszuwerten. Hierfür ist selbstverständlich ein etwas höherer initialer Aufwand nötig also bei einer konventionellen 2D-Planung, aber die Mehrfachnutzung der BIM-Modelle (Kosten, Visualisierung, Bauphysik, Brandschutz, etc.) rechtfertigt diesen und steigert dazu noch die Qualität der Planung erheblich.

### 3 Status Quo in Österreich

In diesem Kapitel wird ein kurzer Überblick über die momentanen Herausforderungen und Zwänge der Kostenverfolgung aus der Praxis des Autors dargelegt.

Es gibt sehr unterschiedliche Projekt-Konstellationen und Vertragsmodelle, deshalb liegt der Fokus hierbei auf den kostenkritischsten Phasen der Ausschreibung, Vergabe und Abrechnung.

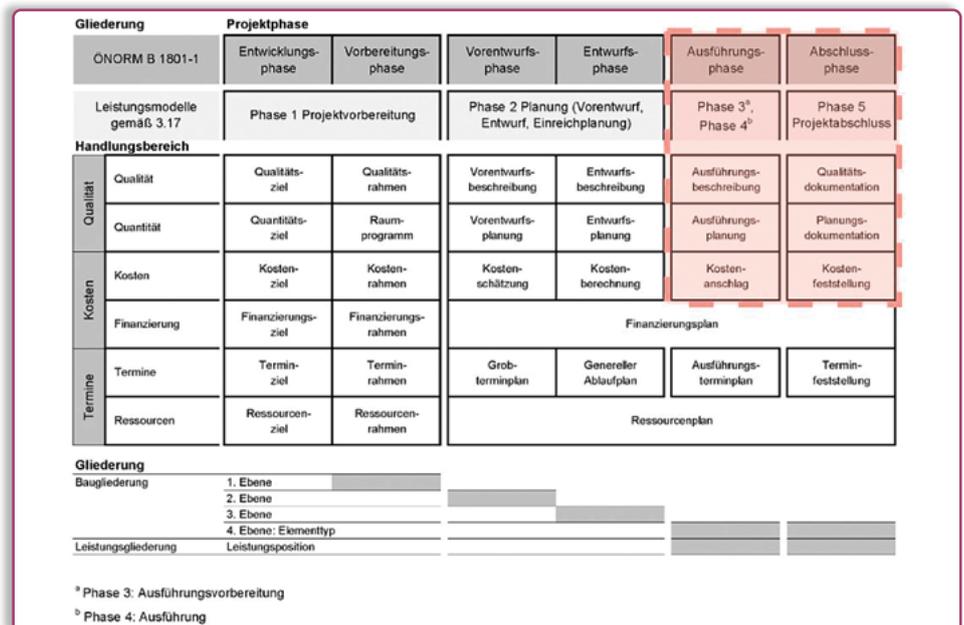


Abbildung 5: Planungssystem nach ÖNORM B 1801-1

## 3.1

Art der Leistungsbeschreibung für die Ausschreibung

## 3.2

Standardisierung in Österreich

### 3.1 Art der Leistungsbeschreibung für die Ausschreibung

Es gibt prinzipiell zwei Arten, um ein Bauwerk kostentechnisch zu erfassen und auszu-schreiben (Gemäß § 103 Abs 1):

- Konstruktive Leistungsbeschreibung (§ 104 Abs 1 BVergG)
- Funktionale Leistungsbeschreibung (§ 104 Abs 2 BVergG)

Bei einer **konstruktiven Leistungsbeschreibung** werden die *Leistungen so eindeutig, vollständig* und neutral beschrieben, dass die Vergleichbarkeit der Angebote gewährleistet ist. Folgende Vor- und Nachteile sind aus Sicht des AG hierbei zu beachten:

- Kosten basieren auf einer Mengenermittlung, dadurch ist die Nachvollziehbarkeit der Kosten anhand von Mengen möglich
- Grundsätzlich präzisere Beschreibung des Bauwerks
- Genauere Kostenverfolgung und Controlling in Bauphase möglich (mengenbasiert)
- Mengenrisiko liegt üblicherweise beim AG
- Späterer Zeitpunkt der Ausschreibung (optimalerweise nach Ausführungsplanung)
- Präzisere Planung wird als Grundlage benötigt (optimalerweise nach Ausführungsplanung)

Bei einer **funktionalen Leistungsbeschreibung** haben die *technischen Spezifikationen das Leistungsziel* so hinreichend genau und neutral beschrieben, dass alle für die Erstellung des Angebotes maßgebenden Bedingungen und Umstände erkennbar sind. Folgende Vor- und Nachteile sind aus Sicht des AG hierbei zu beachten:

- Kosten basieren auf Qualitätsbeschreibungen und benötigen keine Mengen
- Mengenrisiko liegt üblicherweise beim AN
- Früherer Zeitpunkt der Ausschreibung (üblicherweise nach Einreichung)
- Grundsätzlich ungenauere Beschreibung des Bauwerks
- Kostenverfolgung in Bauphase nach Pauschalbeträgen (und prozentualer Fertigstellungsgrad)
- Erhöhtes Risiko von Lücken in der Ausschreibung

### 3.2 Standardisierung in Österreich

In Österreich gibt es eine Standardisierte Leistungsbeschreibungen Hochbau (LB-HB), diese stellt eine Erleichterung für die AVA-Prozesse dar, weil diese Leistungsbeschreibung sehr detailliert den Großteil der Leistungen abbildet und auch Raum für eigene Leistungspositionen (Z-Position) zulässt.

070214D	Beton Stützen ü.0,05m2 C25/30 b.3,2m	m <sup>3</sup>
070214E	Beton Stützen b.0,05m2 C30/37 b.3,2m	m <sup>3</sup>
070214F	Beton Stützen ü.0,05m2 C30/37 b.3,2m	m <sup>3</sup>
070214N	Schal.Beton Stützen rechteckig b.3,2m Schalung (Schal.) rechteckig.	m <sup>2</sup>
070214O	Schal.Beton Stützen rund b.3,2m Schalung (Schal.) rund.	m <sup>2</sup>
070214T	Bewehrung Stabst.Beton Stützen b.3,2m	kg
070215	Stützen (Säulen oder Pfeiler) aus Beton. Im Positionsstichwort sind die Querschnittsfläche, die Festigkeitsklasse des Betons und die Gesamthöhe angegeben. Bauteilhöhe über Null bis über 3,2 m.	

Abbildung 6: Beispiele von LV-Positionen nach LB-HB

## 3.3

## Grundlagen für die Ausschreibung

Wenn eine Kostenanschlag für die Ausschreibung nach der Leistungsbeschreibung Hochbau (LB-HB) durchgeführt wird, dient die sehr detaillierte LB-HB-Struktur aus Leistungsverzeichnis-Positionen (LV-Pos.) als Unterstützung für die ausschreibende Stelle um eine hohe Kostensicherheit zu gewährleisten. Die LB-HB fungiert als Checkliste und garantiert damit eine gewisse Vollständigkeit der Ausschreibung und folglich des Kostenanschlages, weil sie bereits den Großteil aller möglichen Kosten-Positionen enthält.

Die Struktur ist ebenfalls sehr nahe an der Bau-Praxis und auf die Anforderungen der ausführenden Firmen angepasst, so dass potenzielle Bieter ihre Preis-Angebote schnell und unkompliziert liefern können.

#### **Diese Kostensicherheit kommt aber mit gewissen Nachteilen:**

##### ***Unübersichtlich:***

Die LB-HB Kostenstruktur ist über Jahrzehnte zu einer riesigen Datenbank angewachsen, welche nur noch für Fachleute überschaubar ist. Es ist beispielsweise nur sehr schwer möglich anhand der LB-HB einem Kunden Varianten gegenüberzustellen oder daraus Entscheidungsgrundlagen zu liefern.

Man könnte vereinfachen sagen, dass die LB-HB den kleinsten gemeinsamen Nenner abbildet, und die feingliedrigen Einzelleistungen aus der Bau-Praxis darstellt, welche zum Errichten des Gebäudes beauftragt werden müssen.

##### ***Werkvertragsnormen:***

Aus der Zeit, wo die Kostenermittlung und die Abrechnung nur 2D-Pläne und Naturmaße vor Ort als Grundlage zur Verfügung hatte, haben sich die Fachleute für Kostenermittlung gewisse Hilfsregeln entwickelt, durch welche die benötigten Mengen für das Leistungsverzeichnis (LV)-Position schneller generiert werden konnten, man könnte sie also als Abkürzungen oder Vereinfachungen beschreiben. Diese Regeln wurden in Werkvertragsnormen aufgenommen und standardisiert, und falls vereinbart, zum Vertragsbestandteil (z.B.: Durchbrüche unter 20 cm<sup>2</sup> werden durchgerechnet, also ignoriert). Der digitale Zwilling ermöglicht den Zugang zu den präzisen Netto-Mengen aus den BIM-Elementen. Die »Abkürzungen« der Werkvertragsnormen werden nicht mehr benötigt. Viele der Projektbeteiligten auf der Baustelle beharren noch auf der Anwendung der Werkvertragsnormen da sie beim Umgang mit dem physischen Zwilling (reales Bauwerk) und den konventionellen 2D-Plänen noch eine Erleichterung darstellen. Somit hat man nun das Dilemma und einen erhöhten Aufwand, weil man einerseits die leicht verfügbaren Netto-Mengen aus den Modellen nutzen will, aber für einige der Stakeholder trotzdem noch die modifizierten Mengen nach den Werkvertragsnormen liefern muss.

**Die Werkvertragsnormen, welche ursprünglich zur Arbeitserleichterung entwickelt wurden, stellen im BIM-Prozess einen unnötigen Mehraufwand dar.**

### **3.3 Grundlagen für die Ausschreibung**

Bisher waren die Grundlage meist 2D-Pläne, welche durch das Planerteam erstellt werden. Die ausschreibende Stelle musste diese Grundlagen dann mit ihrem Fachwissen analysieren und interpretieren, um alle kostenrelevanten Elemente zu erfassen und den entsprechenden Leistungspositionen des Leistungsbuches zuzuordnen. Zusätzlich liefern Bauherren oder Planer noch zusätzliche Grundlagen, wie beispielsweise Bauteilkataloge oder Bau- und Ausstattungsbeschreibungen, welche ebenfalls in das Leistungsverzeichnis integriert werden müssen.

Hierfür ist ein reger Austausch zwischen Planung, Ausschreibung und dem AG nötig, damit alle erforderlichen Informationen erfasst werden.

## 3.4

Dissonanz zwischen  
Bau- und Leistungsgliederung

## 3.4 Dissonanz zwischen Bau- und Leistungsgliederung

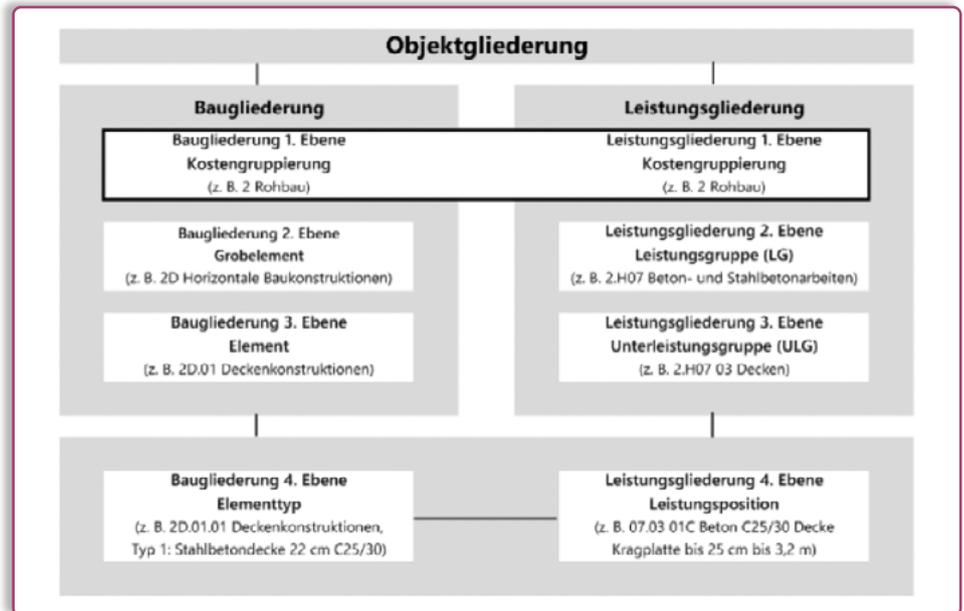


Abbildung 7: Gliederungssystem nach ÖNORM B 1801-1

In dem obigen Bild aus der ÖNORM B1801-1 wird die Beziehung zwischen Baugliederung zur Leistungsgliederung dargestellt:

In der 1. Ebene sind diese zwei Gliederungen noch synchron und besitzen die gleiche Logik.

**In den der 2. und 3. Ebene** löst sich die Synchronität da die Anforderungen an die zwei Gliederungen unterschiedlich sind:

- Baugliederung beschreibt die baulichen Elemente
- Leistungsgliederung beschreibt die zur Errichtung benötigten Gewerke und ihre Arbeiten/Leistungen

**In der 4. Ebenen** finden die Gliederungen wieder zueinander, da viele der Leistungen Mengen aus den Bauelementen benötigen, um mit den Stunden- und Kostenansätzen die Kosten zu ermitteln. Leider kommt es bei diesem Zusammenführen zu sehr komplexen Zusammenhängen. Hier am Beispiel einer Stahlbetonwand:

- Baugliederung benötigt nur einen Wand-Typ um die Wand zu beschreiben (Elementkatalog)
- Leistungsgliederung braucht den Beton in Volumen, die unterschiedlichen Schalungsflächen in Quadratmeter, die Bewehrung in Kilogramm, etc. (LB-HB-Positionen)

Momentan werden die Baukosten aus nachvollziehbaren Gründen in Form der Leistungsgliederung ausgedrückt, dafür ziehen viele Leistungspositionen die benötigten Mengen aus wenigen Elementtypen.

Hier eine abstrakte Darstellung dieses Systems:



4

Herausforderungen bei der Umsetzung einer BIM-unterstützten Kostenverfolgung

4.1

Eine gemeinsame Sprache

- Entscheidungen von Bauherren, Investoren, sonstige Stakeholder
- Technische Notwendigkeit
- Planungsfehler
- Optimierungs-Varianten

Eine Planungsänderung, selbst wenn sie wenige Elemente auf einem 2D-Plan betrifft, kann erheblichen Änderungsaufwand für die Leistungsbeschreibung bedeuten. Dazu kommt, dass viele Änderungen oft nicht klar und vollständig von der Planung in die Ausschreibung kommuniziert werden und somit die Planung und die Ausschreibung nicht mehr »synchron« sind.

#### 4 Herausforderungen bei der Umsetzung einer BIM-unterstützten Kostenverfolgung

##### 4.1 Eine gemeinsame Sprache

Damit der digitale Zwilling genutzt werden kann, bedarf es einer gemeinsamen Sprache, welche alle Stakeholder gleichermaßen verstehen müssen.

Für die BIM-Modelle, welche in der Gesamtheit den digitalen Zwilling bilden, wurden hierfür zwei softwareneutrale Dateiformate von buildingSMART entwickelt.

- Das IFC-Format (Industry Foundation Classes) fungiert als Datenbank und enthält 3D-Geometrie und die alphanumerischen Daten der Elemente im digitalen Zwilling. IFC-Modelle werden aus den nativen BIM-Programmen exportiert.

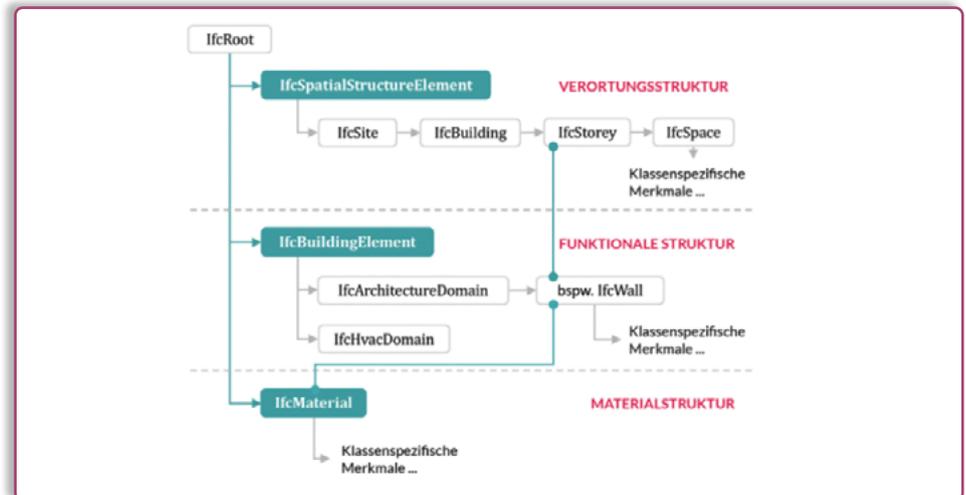


Abbildung 9: Ifc-Datenstruktur

- Das BCF-Format (BIM Collaboration Format) ermöglicht eine bauteilbezogene und softwareübergreifende Kommunikation. Diese Kommunikation funktioniert in Form eines Ticket-Systems bei welchem »Issues« wie digitale Post-its an die IFC-Bauteile geheftet werden. Hierbei werden wichtige Daten erfasst wie Zuständigkeit, Priorität, Beschreibung, Themengebiet (Label), etc. Die nachfolgende Abbildung stellt dies im XML-Schema dar:

## 4.1

## Eine gemeinsame Sprache

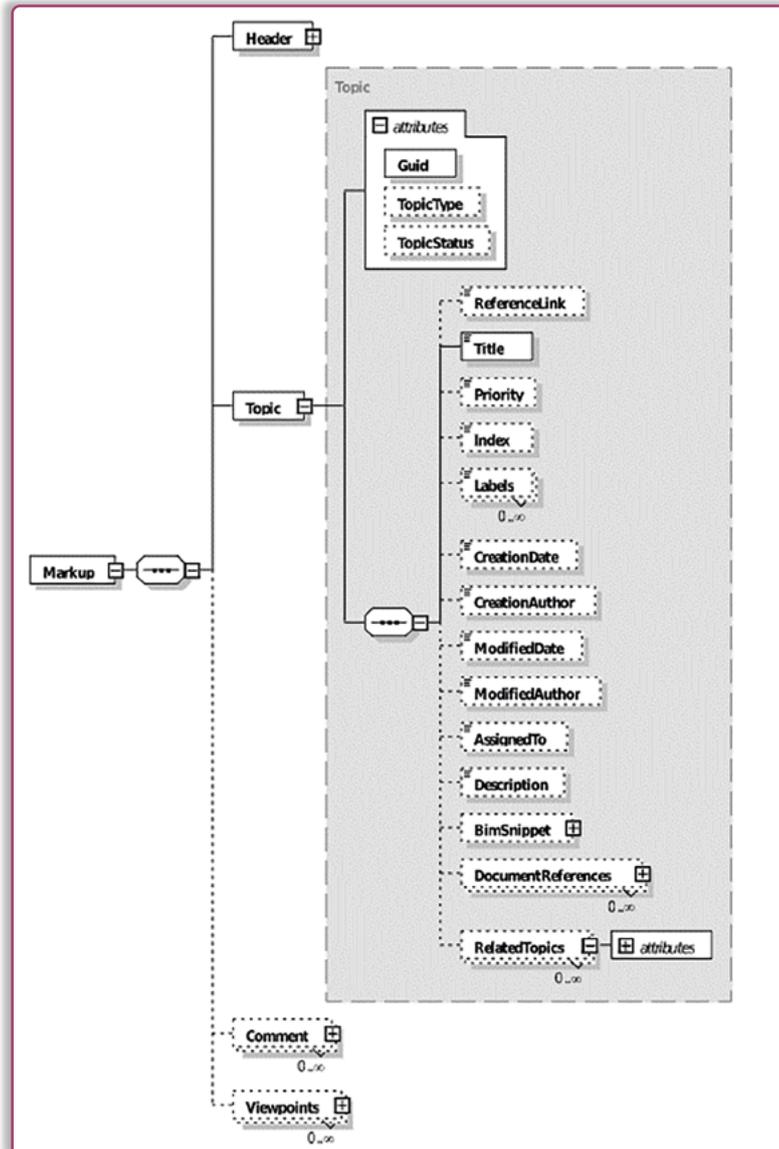


Abbildung 10: XML-Schema vom BCF-Markup

Diese Dateiformate werden durch buildingSMART stetig weiterentwickelt und passen sich Stück für Stück weiter an die Anforderungen der Branche an. Die Herausforderung eines global funktionierenden Standard-Formats ist verständlicherweise groß, dadurch müssen einige Schwachstelle zurzeit noch akzeptiert oder umgangen werden (IFC-Roundtrip, unvollständige Übersetzungen, etc.). Einige dieser Schwächen werden in späteren Kapiteln etwas näher beleuchtet.

Für die **Leistungsbeschreibungen** (LB) und den damit verbundenen Kosten wird die verwendete Sprache (XML) in der ÖNORM A 2063-1 wie folgt beschrieben:

*Für die Festlegung des Datenaustausches wird die Auszeichnungssprache Extensible Markup Language (XML) des World-Wide-Web-Consortiums benutzt. Für den Austausch von LB, Ergänzungs-LB, Preisen zu einer LB, EK, LV und Abrechnungsdatenbeständen sind Dateien im XML-Format, die auf den XML-Schemata basieren, zu verwenden. Als Zeichenkodierung ist UTF-8 (nach ISO/IEC 10646) zu verwenden.*

*Als Dateinamenserweiterung (Extension) sind für LB und Ergänzungs-LB ».onlb«, für Preise und Kennwerte zu einer LB ».onpr«, für LV ».only«, für Abrechnungsdatenbestände ».onre« und für Indexkataloge ».onix« festgelegt.*





## 4.2.1

Bildung der BIM-Blase  
in der Planung/Ausschreibung:

## 4.2.2

Erweiterung der BIM-Blase  
in der Vergabe:

Die in diesem Kapitel beschriebenen Anforderungen und Herausforderungen gelten grundsätzlich für jedes Projektsetting. Als Hilfestellung wird folgendes (etwas vereinfachtes) Projektsetting als Beispiel genommen:



Abbildung 15: Beispielhaftes Projektsetting

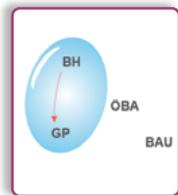
Es gibt vier Stakeholder, welche bei den AVA-Prozessen interagieren müssen. Die Pfeile stellen hierbei die Richtung und Intensität des Informationsaustausches dar.

### Metapher als Hilfestellung

Um das oben erwähnte gemeinsame Verständnis für BIM in diesem Projektsetting darzustellen, wird sich an dieser Stelle einer Metapher bedient. Hierbei wird die Sphäre der gemeinsamen BIM-Arbeitsmethode als Seifenblase dargestellt. Dieser Vergleich soll es auch weniger BIM-erfahrenen Stakeholdern erleichtern, die Herausforderungen begreifen zu können. Aus den folgenden Gründen wurde die Seifenblase gewählt:

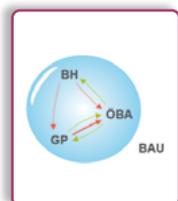
- Die Seifenblase stellt eine perfekte Sphäre dar, ist aber unter den falschen Bedingungen äußerst verletzlich
- Seifenblasen können sich problemlos vereinen, wenn ihre Zusammensetzung gleich ist
- Seifenblasen unterschiedlicher Zusammensetzung stoßen sich ab oder zerstören sich gegenseitig
- Eine Seifenblase platzt, wenn die Hülle durchstoßen wird

#### 4.2.1 Bildung der BIM-Blase in der Planung/Ausschreibung:



Der Bauherr nimmt eine Steuerungsfunktion ein und kommuniziert seine BIM-Ziele mittels AIA (Auftraggeber-Informationen-Anforderungen) an den GP. Der GP definiert im ersten BAP (BIM-Abwicklungs-Plan) seine Umsetzungsvorschläge zur Erfüllung der BIM-Ziele. Der AG prüft die Vorschläge und überlässt dem AN die Weiterführung und Pflege des BAP-Dokuments über die Projektlaufzeit.

#### 4.2.2 Erweiterung der BIM-Blase in der Vergabe:



Zu einem frühen Zeitpunkt im Ausschreibungsprozess muss eine ÖBA eingebunden werden, damit die BIM-Prozesse während der Bauphasen gemeinsam erarbeitet werden können. Die ÖBA stellt den verlängerten Arm des AG in der Bauphase dar. Somit müssen mit ihrer Hilfe praktikable BIM-Prozesse entwickelt werden, um die Qualitätsüberwachung und die Kostenverfolgung während der Bauphase mit der BIM-Methodik gewährleisten zu können.

Es ist wichtig, dass im Zuge der Ausschreibung die benötigte BIM-Qualifikation des AN-BAU definiert und im Vergabeverfahren beachtet werden. Es hat sich in der Praxis bewährt einen eigenen BAU-AIA zu entwickeln, welcher gezielt die Anforderungen während der Bauphase beschreibt.

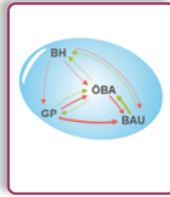
## 4.2.3

Erweiterung der BIM-Blase in der Bauphase:

## 4.2.4

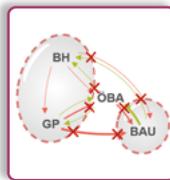
Bildung eines Projekt-BAP

### 4.2.3 Erweiterung der BIM-Blase in der Bauphase:



Nach der Vergabe wird vom AN-BAU ein eigener BAP eingefordert, der die Umsetzungsvorschläge für die BIM-Prozesse darstellt und mit den anderen Stakeholdern weiter abstimmt. Hier ist es wichtig, dass die vorgeschlagenen Methoden mit den BIM-Prozessen der anderen Stakeholder (GP, ÖBA, AG) harmonisiert werden und kompatibel sind. Es empfiehlt sich in jedem Fall eine Testphase für die BIM-Anwendungsfälle in der Bau-Phase durchzuführen, falls es sich für Projekt-Beteiligte um eine Erstabwicklung der BIM-Methode handelt.

### Gegenbeispiel:



Der GP hat in Abstimmung mit dem BH einen BAP entwickelt und setzt diesen gewissenhaft um. Es wird eine konventionelle ÖBA beauftragt, diese besitzt somit keine eigene »BIM-Blase«. Der später beauftragte AN-BAU nutzt die BIM-Methodik, besitzt also eine BIM-Blase, aber es gibt keinen AIA-BAU, somit sind die BIM-Methodik BAU und der BAP des GP höchstwahrscheinlich nicht kompatibel.

Da die BIM-Methodik zwischen GP und AN-BAU nicht kompatibel ist, vereinen sich die Blasen nicht und die ÖBA agiert außerhalb der Blasen. Somit »platzen« die BIM-Blasen, weil die Pfeile die Außenhülle durchstoßen. Dies bedeutet sinnbildlich, dass die BIM-Arbeitsweise bei dieser Projektkonstellation durch Mangel an gemeinsamem BIM-Verständnis scheitert. Hier nun Beispiele, wann dies eintritt:

- Die ÖBA hat keine Möglichkeit die BIM-Modelle zu nutzen, somit ist eine BIM-unterstützte Rechnungsprüfung nicht möglich.
- Die Ausschreibung erfolgte auf Grundlage von 2D-Plänen. Es ist somit sehr aufwendig später einen Bezug zwischen Ausschreibung und den BIM-Modellen herzustellen.
- Die Ausschreibungsstruktur (z. B.: konstruktive Ausschreibung) ist nicht in den BIM-Modellen abgebildet. Somit kann keine Kostenverfolgung mit Unterstützung der Modelle erfolgen.
- Der AN-BAU kann die BIM-Modelle des GP nicht nutzen (entspricht nicht den Anforderungen AN-BAU). Somit können keine BIM-Anwendungsfälle durch den AN-BAU in der Bauphase erfolgen ohne, dass neue Modelle durch den AN-BAU erstellt werden müssen.

### 4.2.4 Bildung eines Projekt-BAP

Das Ziel ist, dass sich alle Stakeholder auf ein gemeinschaftliches BAP einigen in welchem alle BIM-Anwendungsfälle aus der Sicht aller beteiligten Stakeholder beschrieben werden.

Es mag trivial wirken, dass sich die Stakeholder auf eine gemeinsame Arbeitsweise einigen müssen, aber in der fragmentierten Baubranche stellt dies schnell eine große Herausforderung dar, besonders bei digitalen Methoden, die durchgehende und hochwertige Daten benötigen. Die einzelnen Stakeholder haben wenig Verständnis für die Probleme und Herausforderungen der anderen Beteiligten.

Hierbei kann ein gemeinschaftlicher BAP sehr hilfreich sein, um alle Anforderungen heruntergebrochen auf die einzelnen BIM-Anwendungsfälle darzustellen. Damit kann zielgerichtet und produktiv die beste Lösung für alle Beteiligten gefunden werden.

## 4.2.5

BAP - besser in der Verantwortung der Auftragnehmer (AN)

## 4.3

BIM-Struktur vs Kosten-Struktur

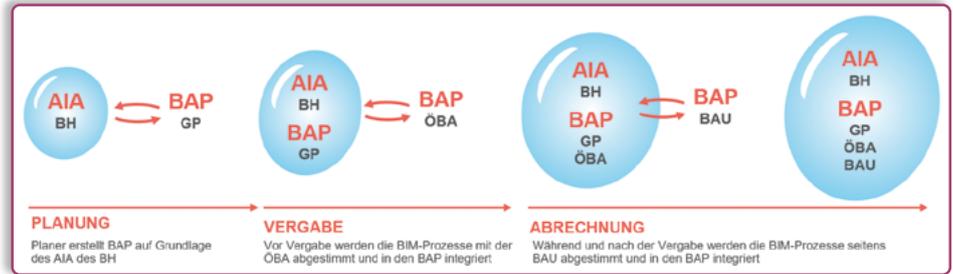


Abbildung 16: Sukzessive Integration aller Stakeholder in die BIM-Sphäre

Auch das zwischenmenschliche darf hierbei nicht vernachlässigt werden. In der Baubranche hat jeder seine eigenen Verträge, Pflichten und Verantwortungen. BIM sollte daher als Chance gesehen werden, durch ein gemeinsames Ziel (und BAP-Dokument) alle Stakeholder zu verbinden, um das beste Resultat für das Projekt zu erreichen.

#### 4.2.5 BAP - Besser in der Verantwortung der Auftragnehmer (AN)

Es werden in der Praxis zurzeit zwei verschiedene Strategien beobachtet, wie innerhalb eines Projekts mit dem BIM-Abwicklungs-Plan (BAP) umgegangen wird:

- Der AG erstellt, zusätzlich zur AIA, bereits ein vollständiges BAP-Dokument und will dieses vom AN umgesetzt haben.
- Der AG erstellt ein AIA und überlässt es dem AN den BAP (innerhalb einer gewissen Frist nach Auftragserteilung) zu erstellen.

Der Autor beobachtet in der Praxis, dass die besten Ergebnisse von BIM-Umsetzungen damit einhergehen, dass die Erstellung und Pflege des BAP in der Verantwortung des AN liegt. Dies hat mehrere Gründe:

- Der AN muss sich durch die Erstellung des projektspezifischen BAP intensiv mit den Anforderungen des AG beschäftigen.
- Man erhält innovative und zielführendere Lösungen, da ein AN stets auf seine eigene Effizienzsteigerung bedacht ist.
- Verantwortungen werden aus AN-Sicht klar definiert (Leistungsabgrenzung).
- Der AN übernimmt stärker die Verantwortung für die BIM-Umsetzung, anstatt eine vorgeschriebene Umsetzung durchzuführen.
- Erhöhung des Team-Gedanken innerhalb der Projektbeteiligten, da die BIM-Prozesse gemeinsam ausgearbeitet und abgestimmt werden.

Es ist völlig legitim, dass der AG eine BAP-Vorlage liefert, aber es wird aus Sicht des Autors empfohlen keine zu präzisen Prozess-Vorgaben durch den AG zu formulieren. Ausnahme sind AG-spezifische Anwendungsfälle, in welchen der AG bereits präzise Prozesse vorgeben musste, um an AG-interne Systeme anzuknüpfen.

Es wird somit empfohlen streng ergebnisorientierte Anforderungen im AIA zu stellen, anstatt in einem BAP durch den AG zusätzlich prozessorientierte Vorgaben zu definieren. Die präzisen prozessorientierten Vorgaben sollen innerhalb des AN-Projektteams gebildet werden, da hier üblicherweise die größere Praxiserfahrung und BIM-Expertise vorhanden ist.

#### 4.3 BIM-Struktur vs Kosten-Struktur

Die standardisierten Leistungsbeschreibungen im Hochbau (LB-HB) sind über Jahrzehnte entstanden und haben es erheblich vereinfacht Bauwerke auf Grundlage von 2D-Planungen kostentechnisch zu erfassen. Die LB-HB wurde ständig weiterentwickelt und vom Markt verfeinert. Es ist ebenso viel bautechnisches Knowhow und Praxisnähe in der LB-HB-Struktur und diese sollte somit unbedingt weiter genutzt werden.

Aber durch BIM haben wir nun ein besseres Werkzeug, um Bauwerke über digitale Zwillinge effizienter und schneller zu erfassen. Nun treffen also zwei Datenstrukturen aufeinander die ihren speziellen Verwendungszwecken erfüllen:

#### 4.3.1 BIM Datenstruktur (ifc)

#### 4.3.2 Leistungsbeschreibung Hochbau (LB-HB)

#### 4.3.3 Verknüpfung der beiden Strukturen

- BIM hat das Bau-Element im Mittelpunkt (z.B.: Wand, Fenster, Tür) welche intelligent untereinander interagieren können und Informationen in sich tragen (3D+i).
- Leistungsbeschreibungen in der LB-HB hat die Leistungen und die damit verbundenen Kosten im Mittelpunkt und spiegelt die Aufteilung der Gewerke und den am Markt vorhandenen Dienstleistern wider.

Die Herausforderung ist nun diese beiden Strukturen zu verknüpfen, um das Beste aus beiden Systemen zu nutzen. Hierfür schauen wir uns die Systeme kurz etwas genauer an.

##### 4.3.1 BIM Datenstruktur (ifc)

Das Planerteam und der Bauherr denken beim Entwerfen von Bauwerken intuitiv in einer Bauteil-Logik. Zum Beispiel will der Bauherr, dass in einer Wand (IfcWall), ein Fenster (IfcWindow) ist. Die gleiche Intuition wirkt, wenn es um Kosten geht (zB:«Was kostet mich das größere Fenster«). Somit ist eine bauteilbasierte resp. Elementbasierte Kostenverfolgung für die Stakeholder in den Planungsphasen intuitiv und nachvollziehbar.

##### 4.3.2 Leistungsbeschreibung Hochbau (LB-HB)

In Österreich können die ausführenden Firmen sich darüber freuen standardisierte Leistungsbilder zu haben welche über Jahrzehnte bereits zuverlässig eine Vergleichbarkeit von Angeboten gewährleisten und durch welche wertvolle Erfahrungswerte bezüglich Baukosten gesammelt werden können.

Die Leistungsbeschreibungen versuchen die benötigten Leistungen zur Errichtung eines Bauwerks möglichst vollständig und detailliert zu beschreiben so dass eine maximale Kostensicherheit erreicht wird. Die Struktur ist praxisnah und nach Gewerken aufgeteilt so dass damit die unterschiedlichen ausführenden Firmen und ihre Sub-Unternehmer direkt angesprochen werden können.

Die Schwäche dieser Struktur ist allerdings die begrenzte Anwendbarkeit in den Planungsphasen. In der LB-HB wird die gesamte Komplexität der Bauwerkserrichtung abgedeckt, deshalb ist es leider unrealistisch, dass jeder Fachplaner diese in seiner Planung vollumfänglich beachtet. Es ist leider nicht realistisch, dass in den Planungsphasen alle ausführungsrelevanten Informationen bereits erfasst und eingearbeitet werden, dafür fehlt es an Baustellen-Erfahrung der Planer. Das ist mitunter ein Grund dafür, dass die Leistung der Ausschreibung oft durch Spezialisten in diesem Bereich übernommen wird. Es bedarf viel Erfahrung und tiefem Verständnis für die Bauabwicklung um eine Planung in die LB-HB-Struktur zu »übersetzen«. Auch die Software-Lösungen, welche bei der Ausschreibung zur Anwendung kommen sind Experten-Programme welche viel Übung und Expertise voraussetzen.

##### 4.3.3 Verknüpfung der beiden Strukturen

Das Ziel muss sein, dass die BIM-Datenstruktur (ifc) die durchgehende Grundlage für die Kostenverfolgung darstellt. Um dies zu schaffen müssen wir uns die unterschiedlichen Planungsphasen anschauen:

###### **Vorentwurf, Entwurf, Einreichung**

Das Planerteam will die Kosten möglichst leicht aus seinen BIM-Bauteilen (zB IfcWindow) ermitteln, in früheren Phasen ist dies mit Erfahrungswerten und der Baugliederung (ÖNORM B1801-1) bereits mit einer gewissen Unschärfe möglich, oft werden hier sogar nur die Nutzflächen oder Bruttogeschossflächen zur Schätzung der ersten Kosten genutzt.

###### **Ausschreibungsplanung, Ausführungsplanung**

In diesen Phasen fordert der AG die präzisen Kosten und eine hohe Kostensicherheit, deshalb sollten die zuverlässigen Leistungsbeschreibungen der LB-HB genutzt werden. Aber anstatt konventionell ein Leistungsverzeichnis aufzubauen, welches wenig Bezug zum BIM-Modell aufweist, sollte die Ausschreibende Stelle zuerst die BIM-Modelle und

## 4.4

## Komplexität vs. Vereinfachung

die darin enthaltenen BIM-Elemente analysieren. Wie bereits in der ÖNORM A 2063-2 beschrieben, können aus den BIM-Elementen sogenannten AVA-Elemente gebildet werden. Diese AVA-Elemente enthalten die gewohnten Leistungsbeschreibungen der LB-HB und bilden somit eine Elementbasierte Kostenermittlung welche direkt mit dem BIM-Modell verknüpfbar ist und eine Kostenverfolgung auf Elementebenen ermöglicht.

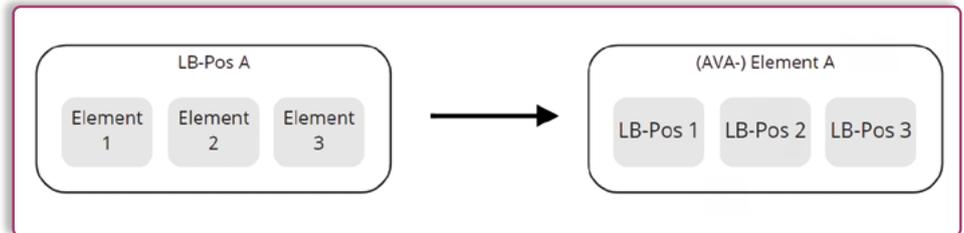


Abbildung 17: Unterschiedliche Kostenstrukturen, positionsbasiert und elementbasiert

Damit dies gelingt, muss die ausschreibende Stelle früher als gewohnt beauftragt und in die Planung eingebunden werden. Dies sorgt erfahrungsgemäß für eine höhere Planungsqualität und Kostensicherheit. Durch diese Methode können die vorher genannten Probleme (Kapitel 3.5) etwas entschärft oder sogar gelöst werden.

- Die **Chronologie** der Kostenverfolgung wird verbessert, da die Kosten zum großen Teil parallel zur Planung direkt aus dem digitalen Zwilling über AVA-Elemente erfolgen können.
- Die **Qualität der Grundlagen** wird durch die BIM-Methodik erhöht und durch die frühere Involvierung der ausschreibenden Stelle können die AVA-Elemente zielführend gemeinsam entwickelt werden.
- Das **Änderungsmanagement** wird ebenso vereinfacht, da Anpassungen an den Leistungsbeschreibungen innerhalb des AVA-Elements losgelöst vom Modell erfolgen können. Und andererseits können Mengenänderungen über die Verknüpfung zwischen BIM-Modell und AVA-Element schnell erfasst und in die Kostenermittlung übertragen werden.

Die Verwendung von AVA-Elementen bringt auch sehr große Vorteile für die späteren Abrechnungsprozesse, da eine elementbasierte Abrechnung ebenfalls viel intuitiver, effizienter und transparenter ist und darüber hinaus neue Möglichkeiten bietet, um Abrechnungsprozesse komplett digital über den digitalen Zwilling abzuwickeln.

#### 4.4 Komplexität vs. Vereinfachung

Die zwei ersten Modellier-Leitsätze im Buch »BIM Leitfaden – Struktur und Funktion« von Christoph Eichler sind gute Prinzipien, die jeder BIM-Planer beachten sollte:

1. Wir modellieren so wie gebaut wird.
2. Wir modellieren nur so detailliert wie benötigt.

Sobald die Anforderungen einer detaillierten Kostenermittlung nach LB-HB in ein BIM-Modell einfließen, ergeben sich massive Probleme bei der praktikablen Umsetzbarkeit. Die Situation wird weiter verkompliziert, weil bei der Verwendung der LB-HB auch alle die dazugehörigen Werkvertragsnormen abzubilden sind, welche nochmals die Komplexität erhöhen.

Der Aufwand für den BIM-Planer steigt überproportional an sobald alle kostenrelevanten Bauteile und die benötigten Kennwerte und Parameter im Modell erfasst werden sollen.

## 4.4

## Komplexität vs. Vereinfachung

Hierzu ein Beispiel:

Das blau markierte Element ist eine Stahlbetonwand, welche Fenster unterschiedlicher Größe enthält. Vom Vorentwurf bis hin zur Ausführungsplanung ist es für das Planerteam völlig ausreichend diese als eine Wandscheibe mit den entsprechenden Fenster-Ausschnitten geometrisch zu erfassen, um die Planableitung zu gewährleisten. Ebenfalls werden nur wenige Informationen benötigt, um die Planbeschriftung und andere Auswertungen aus dem BIM-Modell durchzuführen.

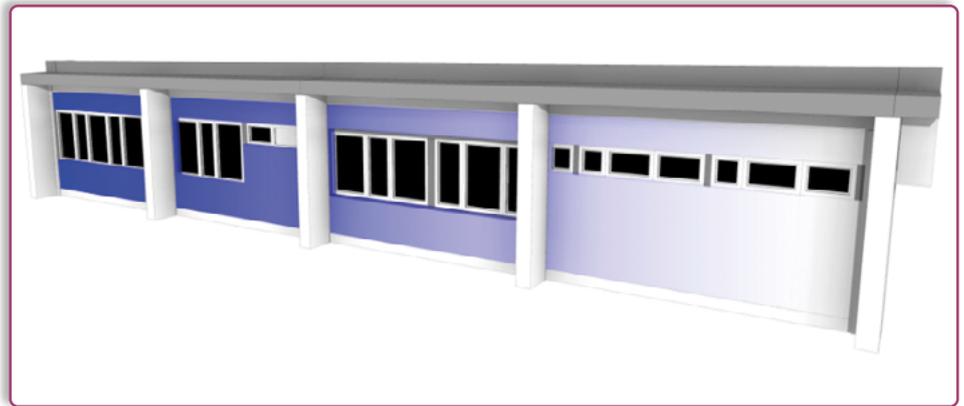


Abbildung 18: Wand aus Sicht der Planung

Sobald aber die ausschreibende Stelle dieses BIM-Element für eine Ausschreibung nach LB-HB nutzen will, benötigt sie diese unterteilt in:

- Brüstungen (Rot)
- Wände (Orange)
- Stützen (Grün)
- Unterzüge (Lila)

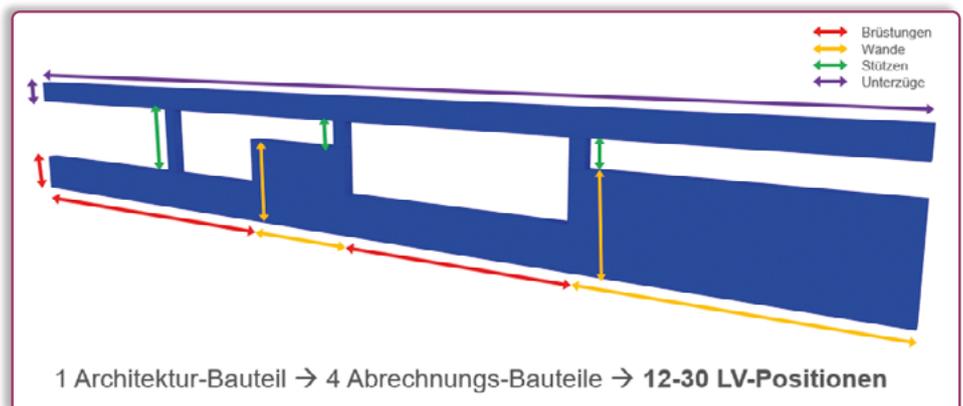


Abbildung 19: Wand aus Sicht der Ausschreibung

Der Leser erkennt unmissverständlich, dass dies bereits für diese eine Wand einen enormen Modellieraufwand bedeutet.

Dies zeigt eindeutig, dass ein BIM-Modell am Ende der Ausführungsplanung noch weit davon entfernt ist eine optimale Grundlage für eine feingliedrige Ausschreibung nach LB-HB zu sein. Also kann man es wie folgt formulieren:

## 4.5

Grenzen von openBIM  
(momentan)

## 4.5.1

IFC als Einbahnstraße

### Ausführungsplanung ≠ Ausschreibung und Abrechnung

Dieses Problem ist nicht neu. Konventionelle 2D-Planungen mussten bisher auch immer erst von der ausschreibenden Stelle genau analysiert und interpretiert werden, um die feingliedrige LB-HB abbilden zu können. Ebenso bedurfte es intensiver Rücksprache mit dem Planerteam um alle benötigten Qualitätsanforderungen, welche nicht in den Plänen oder etwaigen Raum und Ausstattungsbeschreibungen enthalten sind, zu erfragen. Hierdurch kann auch die »Unschärfe« bisheriger Kostenermittlungen erklärt werden, welche in der Praxis oft versucht wird mit einem pauschalen Aufschlag (bis zu 5 Prozent) auf die manuell ermittelten Mengen zu kompensieren.

### Schlussfolgerung

Die beiden oben genannten Leitsätze zum Modellieren sollten weiterhin gelten. Aber so bald detaillierte Kostenstrukturen wie die LB-HB abgebildet werden müssen, wächst der Modellierungsaufwand unverhältnismäßig an, sodass eine modellmäßige Abbildung der Kostenstrukturen nicht mehr sinnvoll und zweckmäßig ist. Also der Leitsatz darf nicht wie folgt missverstanden werden:

1. Wir modellieren so wie ~~gebaut~~ **abgerechnet** wird.
3. Wir modellieren nur so detailliert wie **für die Ausschreibung** nötig.

Aus Sicht der Planung und Ausschreibung wäre es somit zielführender die Kostenstrukturen zu **vereinfachen**, anstatt die Modelle unnötig **komplex** zu machen. Die weiter oben genannte elementbasierte Ausschreibung ermöglicht einen großen Schritt in diese Richtung, da sich die Kostenstruktur der Modellstruktur annähert.

### 4.5 Momentane Grenzen von openBIM

Die openBIM-Arbeitsweise bietet ein enormes Potential, um die Baubranche in der Digitalisierung voranzubringen. Aber wie bei jedem Entwicklungsprozess gibt es Hürden resp. technische Grenzen, die nach und nach überwunden werden müssen. In diesem Kapitel werden die Grenzen thematisiert, die bei der Kostenverfolgung die reibungslose Implementierung der openBIM-Arbeitsweise bislang noch erschweren oder verhindern.

#### 4.5.1 IFC als Einbahnstraße

Die folgende Darstellung zeigt eine wichtige Grenze, die für viel BIM-Bearbeiter im Bereich Kostenverfolgung noch eine Herausforderung darstellt.

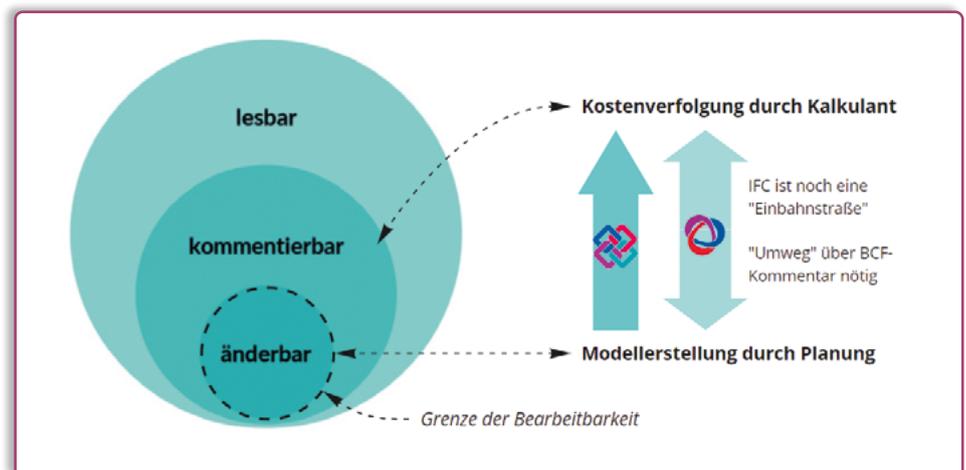


Abbildung 20: Grenze der nativen Bearbeitbarkeit

## 4.5.1

## IFC als Einbahnstraße

Wie hier dargestellt besteht die Herausforderung darin, dass noch kein »IFC-Roundtrip« möglich ist, bei welchem ein IFC durch einen Stakeholder außerhalb der Planung (Kreis »änderbar«) bearbeitet wird und die Änderung zurück in die native Software der Planung gelangt.

*Das **Argument vieler Kritiker** ist, dass das heute weitverbreitete offene DXF-Format (offenes Format, um die Interoperabilität von Daten zwischen der Autodesk-Software AutoCAD und anderen Programmen zu ermöglichen) für 2D-Planungen die benötigte bidirektionale Bearbeitung bereits ermöglicht. Somit muss IFC als neuer Austauschstandard diese Anforderung auch erfüllen. Hierbei wird natürlich vernachlässigt, dass IFC-Modelle grundsätzlich komplexer und intelligenter sind als die im DXF enthaltenen 2D-Linien, Blöcke und Attribute. Ebenfalls wird vernachlässigt, wie komplex die nativen BIM-Programme aufgebaut sein müssen, um es Planern zu ermöglichen intuitiv und effizient komplette digitale Zwillinge der Bauwerke in einer nie dagewesenen Qualität zu erstellen. Da ist es nicht verwunderlich, dass die dafür benötigten Software-Architektur verschiedener Hersteller nicht gleich miteinander kompatibel sind.*

Dieses Problem gilt nicht nur für den Bereich der Kostenverfolgung. Gerade auch die BIM-Implementierung im Gebäudebetrieb scheitert oft daran, dass die IFC-Daten »eingefroren« und nur über die nativen BIM-Programme zuverlässig bearbeitbar sind. Somit ist die Pflege resp. Weiterführung des digitalen Zwillings nicht softwareneutral möglich.

### Momentaner Umweg über BCF

Trotz dieser momentanen Hürde muss die Interoperabilität zwischen Planung und Kostenermittlung erfolgen und momentan bietet hierfür das BCF-Format die beste openBIM-Lösung.

Hierfür kann das BCF-Format verwendet werden. Dieses ermöglicht eine softwareübergreifende Kommunikation auf Basis von IFC-Elementen und passt somit optimal zu der bereits beschriebenen elementbasierten Kostenverfolgung.

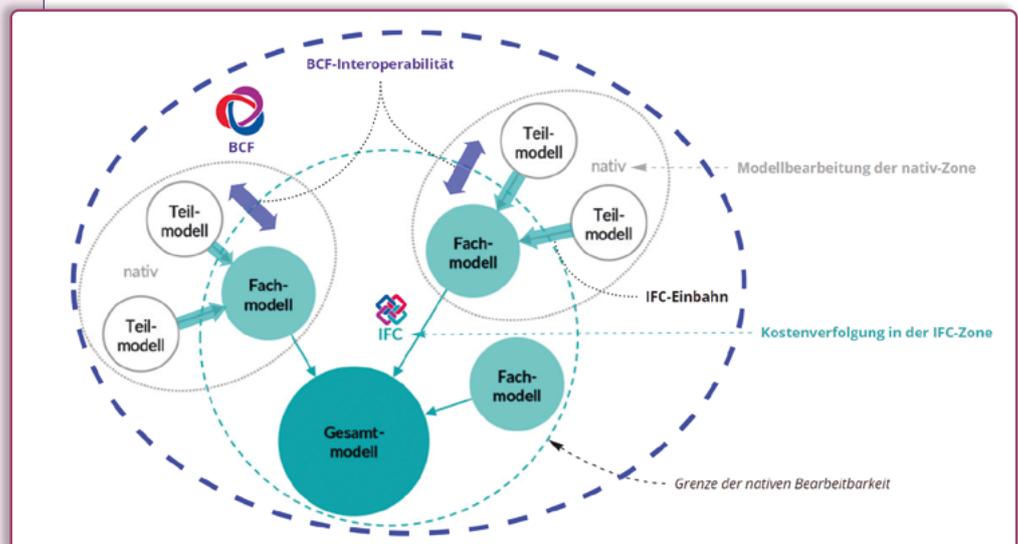


Abbildung 21: Interoperabilität durch BCF

Wie in der vorhergehenden Abbildung 21 dargestellt, kann BCF somit die Zusatzinformationen für die Kosten, die aus der Expertise der Ausschreibung kommen, über die Grenze bis in die native Software bringen und somit eine Interoperabilität gewährleisten. Dies löst aber noch nicht das Problem, dass die Eingabe der Kosteninformationen durch

## 4.5.2

GUID als unzuverlässige Verortung von Kosten

## 4.5.3

Kostenkomplexität in IFC abbilden

den BIM-Ersteller aus dem BCF-Kommentar in das BIM-Element eingegeben werden müssen. Also der Schritt in welchem die Kommunikation in den digitalen Zwilling korrekt als Information verortet wird, ist noch nicht automatisiert und muss händisch erfolgen. Viele Experten der Bereiche Planung und Kostenverfolgung begrüßen diesen manuellen Schritt allerdings, da er ebenfalls eine wichtige Grenze für die Verantwortung und Gewährleistung der involvierten Stakeholder darstellt.

#### 4.5.2 GUID als unzuverlässige Verortung von Kosten

Um Kosten über den gesamten Lebenszyklus von Bauwerken verfolgen zu können, wird eine zuverlässige Kennzeichnung benötigt, um die Bauelemente zu den entsprechenden Kosten zuweisen und in weiterer Folge ihre Kosten verfolgen zu können.

Leider stellt die GUID (Globally Unique Identifier) der IFC-Elemente momentan keine zuverlässige Kennzeichnung für den Zweck der Kostenverfolgung dar, da diese bei Modelländerungen oder bei wiederholtem IFC-Export aus den nativen BIM-Programmen variieren kann.

#### 4.5.3 Kostenkomplexität in IFC abbilden

Die Art der Kostenverfolgung ist nicht nur von AG zu AG unterschiedlich, es gibt auch regionale Unterschiede. Dies macht eine standardisierte Abwicklung dieses Anwendungsfalls durch einen digitalen Zwilling besonders kompliziert.

Daher sollte bei einer BIM-Kostenverfolgung das KISS-Prinzip (»Keep it simple, stupid«) angewendet werden. Dieses besagt, dass ein System nur zuverlässig funktioniert, wenn es möglichst einfach gehalten wird.

Aus diesem Grund wird auch an dieser Stelle wieder für die Implementierung einer elementbasierten Kostenverfolgung über AVA-Elemente geworben. Diese Systematik verschiebt die Kosten-Problematik größtenteils aus dem digitalen Zwilling in die separat behandelten AVA-Elemente und reduziert damit die Komplexität der BIM-Modelle. Das IFC-Format würde wohl an seine Grenzen stoßen, wenn es versuchen würde alle nur erdenklichen Kostenabhängigkeiten abzubilden. Deshalb sollte die elementbasierte Kostenverfolgung das Erreichen dieser Grenze verhindern.

Anders ausgedrückt ermöglicht uns die AVA-Elemente die möglichst einfachere Schnittstelle zur Datenstruktur des digitalen Zwillings und openBIM. In der folgenden Grafik wird dies vereinfacht dargestellt.

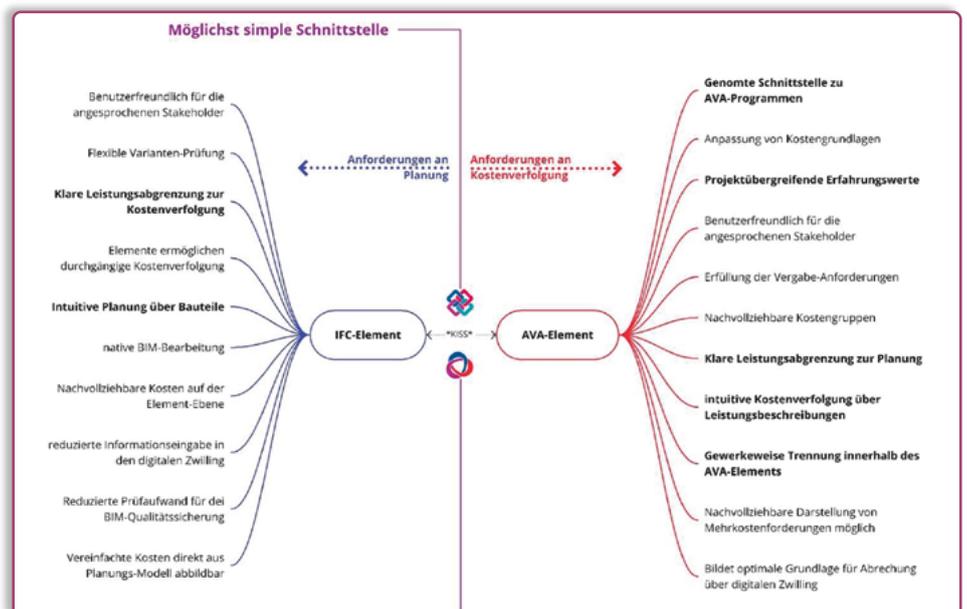


Abbildung 22: »KISS«-Schnittstelle zwischen Planungs- und AVA-Element

## 5

## Praxisbeispiele

## 5.1

## Detaillierte Erfassung der LB-HB im nativen BIM-Modell

**5 Praxisbeispiele**

Die Anforderungen an die Kostenverfolgung und die Ausschreibung sind bei den unterschiedlichen Bauherren sehr verschieden. Einerseits gibt es Auftraggeber, welche sich eine sehr detaillierte Kostenverfolgung bereits in den frühen Projektphasen erwarten und später dann eine präzise konstruktive Ausschreibung und Abrechnung erwarten. Andererseits gibt es Bauherren, welche ihr Vertrauen in einen Totalunternehmer setzen welcher das Bauwerk anhand eines simplen Pauschalbetrags und nach einem fixierten Zahlungsplan ausführt. Um dies massiven Unterschiede etwas greifbarer zu machen werden hier 4 unterschiedliche Projekt-Konstellationen kurz beschrieben:

1. Detaillierte Erfassung der LB-HB im nativen BIM-Modell
2. Digitale Abrechnung über eine CDE mit Elementbasiertem AVA-Prozess
3. Frühe Ausschreibung - Verschiebung der Übergabe Planung-Bau
4. Ausschreibung mit BIM und Bauteilkatalog

Anschließend werden die unterschiedlichen Prozess-Varianten erläutert und die jeweiligen Vor- und Nachteile der Methoden beleuchtet

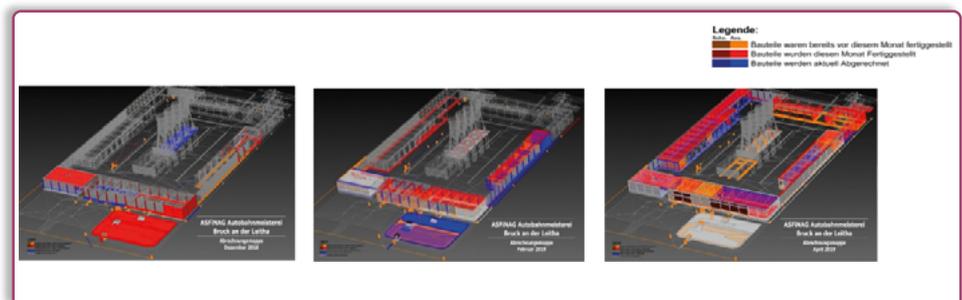
**5.1 Detaillierte Erfassung der LB-HB im nativen BIM-Modell**

Abbildung 23: Titelseiten von 3 beispielhaften Abrechnungsmappen

Bei dem ersten Projekt handelt es sich um eine Autobahnmeisterei, bei welcher eine konstruktive Ausschreibung und Abrechnung durch den AG vorgeschrieben war. Es handelt sich hierbei um ein BIM-Pilotprojekt in welchem eine extensive Nutzung des BIM-Modells in der Bauphase durch den AN-BAU gewünscht wurde. Durch das Projektsetting und die Aufgabenstellung wurde hierbei die folgende Methodik gewählt:

- Die LB-HB-Positionsnummern wurden in der nativen Software akribisch eingegeben
- Für ca. 40 Prozent der Kosten wurden alle Mengen LB-HB-konform im digitalen Zwilling erfasst (als Nettomengen, lt. ÖNORM A 6241-2)
- Die BIM-Modelle wurden hierfür mit großem Aufwand an die Anforderungen der Abrechnung angepasst (siehe Kapitel 3.4)
- Die Mengenermittlung erfolgte direkt aus den nativen Modellen, in Form von monatlichen Abrechnungs-Mappen mit Bauteillisten
- Die Mengenermittlung erfolgte primär konventionell über Aufmaßblätter und zusätzlich über den digitalen Zwilling. Ein direkter Vergleich der beiden Ermittlungen wurde angestellt um Erfahrungswerte zu sammeln

Im digitalen Zwilling wurden der Fertigstellungs-Zeitraum und der Abrechnungs-Zeitraum auf Bauteilebene eingegeben

Die Eingabe erfolgte vor Ort durch den AN-BAU in das native Modell über ein Tablet (BIM360 Field)

## 5.2

Digitale Abrechnung über eine CDE mit elementbasiertem AVA-Prozess

## Erkenntnisse

- Der Aufwand einer Modellierung nach LB-HB wurde als nicht zielführend und ineffizient bewertet
- Nach einem Vergleich zwischen den konventionell ermittelten Mengen und den Nettomengen aus den Modellen wurde nur eine Abweichung von weniger als 2% gemessen. Dabei wurden die Modelle als die zuverlässigere Quelle identifiziert.
- Die Auswertung in der nativen Software verlief reibungslos, aber diese Form der Auswertung ist nur in wenigen Projekt-Konstellationen in closedBIM umsetzbar, also wird zukünftig eine openBIM Methode bevorzugt um auch Stakeholder ohne Zugriff auf die nativen BIM-Daten einbinden zu können.
- Es wurde aus Sicht der Planung, ÖBA und BAU festgestellt, dass eine Elementbasierte Abrechnung in der Umsetzung effizienter gewesen wäre

## 5.2 Digitale Abrechnung über eine CDE mit elementbasiertem AVA-Prozess

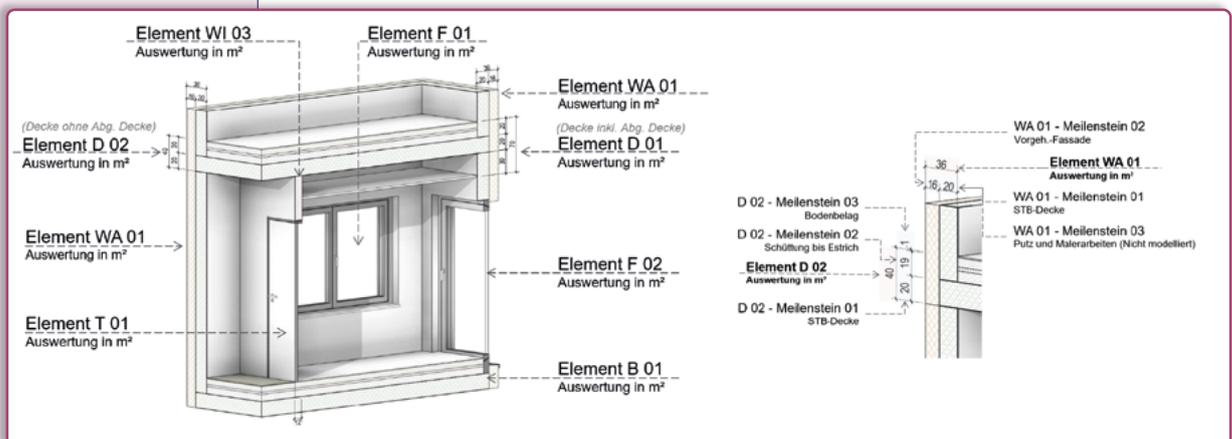


Abbildung 24: Beispielhafte Darstellung von AVA-Elementen und Meilensteinen

Bei diesem Pilot-Projekt wollte der AG eine möglichst digitale und vereinfachte Abrechnung über BIM prüfen. Deshalb wurde zu einem sehr frühen Zeitpunkt ein BIM-Berater damit beauftragt, hierfür einen Prozess zu entwickeln. Durch das Projektsetting und die Aufgabenstellung wurde hierbei die folgende Methodik gewählt:

- Bereits während der Einreichphase (Genehmigungsplanung) wurde eine Örtliche Bauaufsicht (ÖBA) mit BIM-Expertise ausgeschrieben und beauftragt.
- Gemeinsam mit der ÖBA wurde eine praktikable BIM-Arbeitsweise entwickelt.
- Die bestehende Einreichplanung wurde zu einer vereinfachten Ausschreibungsplanung weiterentwickelt damit alle Qualitäten definiert und eine Vollständigkeit der Planungsunterlagen gewährleistet werden konnte.
- Es wurde eine Ausschreibungs- und Vergabemethodik entwickelt, wie ein passender AN-BAU gefunden werden konnte:
  - Totalunternehmer (TU)-Ausschreibung
  - 2-stufiges Vergabeverfahren, wobei die erste Stufe die BIM-Qualifizierung der Bieter sicherte.
  - Zur Prüfung der BIM-Qualifizierung wurden von den Bietern bereits grobe BIM-Modelle gefordert.
  - Erstellung einer BIM-freundlichen Kostenstruktur mit Teilpauschalen über AVA-Elemente und darin enthaltenen Meilensteinen (MS)
  - Leistungsfeststellung über Fertigstellungsgrad in Prozent, Mengenrisiko auf Seite TU

## 5.3

Frühe Ausschreibung -  
Verschiebung der Übergabe  
Planung-Bau

- Anschaffung und Weiterentwicklung einer CDE mit den benötigten Funktionalitäten
  - Robuste Workflows mussten zuverlässig während der Bauphase funktionieren
  - Es wurden, Hand in Hand mit dem CDE-Entwickler, Prozesse und Formulare zur Umsetzung der AVA-Prozesse entwickelt
- Betreuung des TU zur Gewährleistung der benötigten BIM-Qualität

**Erkenntnisse (Zwischenstand – Projekt läuft noch)**

- Die Motivation der Stakeholder zur Vereinfachung von AVA-Prozessen ist groß. Der erhoffte Mehrwert übersteigt die anfängliche Unsicherheit.
- Eine Qualifikation der Bieter über BIM-Modelle bei der Vergabe ist durchaus sinnvoll, besonders wenn komplexe BIM-Anwendungsfälle umgesetzt werden sollen.
- Es bedarf flexibler Lösungen und ausfallsicherer Systeme, um auf die Gegebenheiten auf der Baustelle reagieren zu können.
- Durch digitale Prozesse und die konsequente Nutzung einer CDE und dem digitalen Zwilling ist eine papierlose Abrechnung möglich.
- Durch Verwendung von AVA-Elementen und dem digitalen Zwilling erreicht man eine erhebliche Vereinfachung der AVA-Prozesse.
- Durch die Vereinfachung mit den AVA-Elementen wird eine digitale Abwicklung von Fertigstellungsmeldungen und die Prüfung der Abrechnung begünstigt.

**5.3 Frühe Ausschreibung - Verschiebung der Übergabe Planung-Bau**

Ein öffentlicher AG versucht über eine Verschiebung der Übergabe Planung-Bau die Herausforderungen, die bei einer öffentlichen Ausschreibung auftreten können, zu reduzieren und versucht darüber eine effizientere Kostenverfolgung zu erreichen.

Dies soll gelingen indem ein Generalplaner (GP) 30 Prozent der Ausführungsplanung umsetzt und die restlichen 70 Prozent von einem Generalunternehmer (GU) durchgeführt werden. Folgende Ziele werden damit verfolgt:

- Erhöhte Detaillierung der Ausführungsplanung durch den GU. Es kann ohne Produktneutralität effizienter geplant werden.
- Es wurde vom GP eine Kostenstruktur nach der genormten Gebäudegliederung der ÖNORM B 1801-1 entwickelt.
- Diese Kostenstruktur wird für die weitere Kostenverfolgung während der Bauphase verwendet und ist in jedem BIM-Bauteil im digitalen Zwilling enthalten.

**Erkenntnisse (Zwischenstand – Projekt läuft noch)**

- Es ist gelungen mit der Baugliederung nach ÖNORM B 1801-1 eine nachvollziehbare Kostenstruktur zu entwickeln.
- Die frühere Übergabe der Planung an den AN-BAU ist wenig erprobt und erfordert eine genaue Definition der Leistungsgrenzen.
- Trotz der speziellen Form der Ausschreibung gab es ausreichend Bieter. Der Markt reagiert also positiv auf solche Versuche die bestehenden systemischen Zwänge neu zu denken.

## 5.4

## Ausschreibung mit BIM und Bauteilkatalog

## 5.4 Ausschreibung mit BIM und Bauteilkatalog



Abbildung 25: IFC-Koordinationsmodell

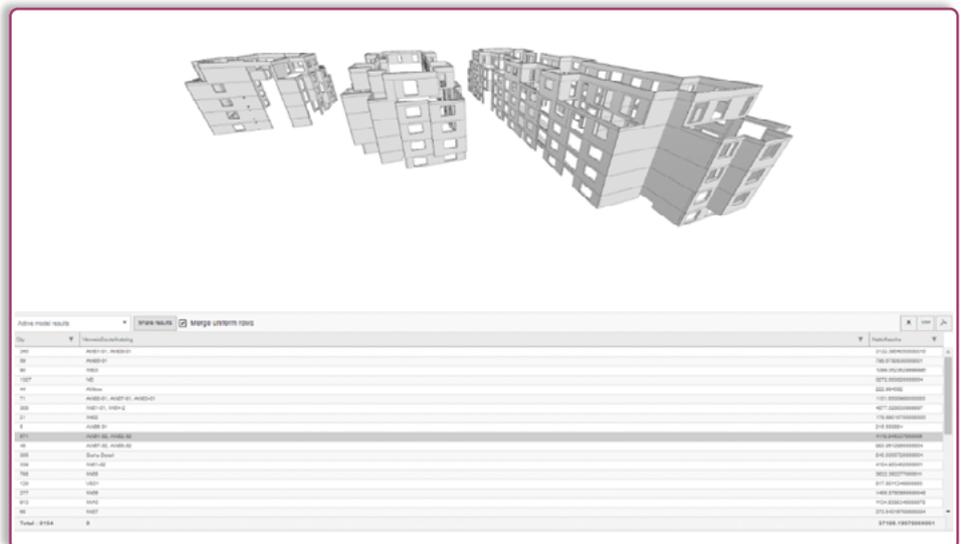


Abbildung 26: Ermittlung der Mengen anhand der Bauteilkatalog-Bezeichnungen (zB: Wandaufbauten) in der Software BIMcollab ZOOM

Ein erfahrener privater Bauträger und Projektentwickler wollte mit einem BIM-Pilotprojekt ein Wohnbauprojekt umsetzen und damit den Erfahrungsaufbau bezüglich BIM im Unternehmen initiieren. Der AG besaß von Anfang an ein tiefgehendes Verständnis für die Mehrwerte von BIM und somit konnten zielführende BIM-Prozesse implementiert werden:

- Der AG forderte openBIM-Prozesse um mit offenen Dateiformaten (IFC, BCF) keine potenziellen Bieter zu benachteiligen.
- Die Planungsqualität konnte durch die BIM-Methodik erhöht werden.
- Die bauteilbasierte Kommunikation wurde innerhalb des Planerteams und für Planungsbesprechungen gewinnbringend genutzt.
- Die Ausschreibung wurde früher als üblich beauftragt und in die Entwicklung der BIM-Prozesse aktiv eingebunden.
  - Es wurden mehrere Varianten geprüft, um eine vereinfachte Ausschreibung und Abrechnung umzusetzen
  - Die Ausschreibung hat die BCF-Kommunikation ebenfalls genutzt, um Fragestellungen anhand der IFC-Bauteile abstimmen zu können

## 5.5

### Analyse der Unterschiedlichen Prozess-Varianten

#### 5.5.1

##### Variante 1 – Es wird so modelliert wie abgerechnet wird

- Der Bauteilkatalog, welcher durch das Planerteam erstellt und gepflegt wird, wurde als der gemeinsame Nenner zwischen AG, Planung und Ausschreibung identifiziert:
  - Somit stellt er die beste Grundlage für eine Kostenverfolgung dar.
  - Der Bauteilkatalog wurde in den BIM-Modellen erfasst.

#### Erkenntnisse (Zwischenstand – Projekt läuft noch)

- Ein Bauteilkatalog bildet eine gute Ausgangsbasis zum Entwickeln von AVA-Elementen für eine vereinfachte elementbasierte Ausschreibung.
- Diese Methode ist sehr praxistauglich, da Bauteilkataloge ein fester Bestandteil des Planer-Alltags sind und von mehreren Gewerken gepflegt werden (Architektur, Bauphysik, Brandschutz, etc.).
- Dadurch wird eine Verfolgung der Kosten über die Planungsmodelle bereits in frühen Phasen möglich.
- Mit einer vereinfachten Kostenstruktur mit immer gleichen AVA-Elementen kann ein größerer Bauträger eine eigene Datenbank pflegen und die AVA-Elemente weiterentwickeln. Durch die wiederholte Nutzung der gleichen Elemente stellen sich Erfahrungswerte ein, welche eine langfristige Steigerung der Kostensicherheit ermöglichen.

#### 5.5 Analyse der unterschiedlichen Prozess-Varianten

Wie im Kapitel 3.4 (Komplexität vs. Vereinfachung) dargestellt wurde, kann eine simple Stahlbetonwand bis zu 32 LB-HB-Kostenpositionen enthalten. Nun gibt es verschiedene Wege die Geometrie und die vorhandenen Informationen im digitalen Zwilling zu nutzen, um zu den gewünschten Mengen der benötigten Positionen zu kommen. Hier werden die drei gängigsten Methoden kurz vorgestellt und bewertet.

##### 5.5.1 Variante 1 – Es wird so modelliert wie abgerechnet wird

Wenn alle benötigte LB-HB-Positionen direkt aus dem nativen BIM-Modell abgeleitet werden sollen, muss vor der Mengenermittlung ein erheblicher Modellieraufwand und eine Informationseingabe durch die BIM-Modellierer erfolgen. Diese BIM-Modellierer benötigen hierfür ein tiefgehendes Verständnis für die LB-HB-Kostenstruktur, welche abgebildet werden soll. Nachdem alle Bauteile nach der Logik der LB-HB modelliert worden sind, können die benötigten Mengen einfach mit Bauteillisten aus der nativen Software oder aus den IFC-Exporten ausgewertet werden. Dies bedeutet aber auch, dass bei Änderungen in der Planung die erhöhte Komplexität mitgepflegt werden muss und verlangsamt somit die Bearbeitung der BIM-Modelle erheblich.

##### **Pro:**

- Alle Informationen sind zentral im nativen BIM-Modell enthalten
- Bearbeitung und Anpassungen aller Mengen und Informationen zentral möglich
- Natives Modell kann zur Kostenverfolgung und Abrechnung durch ausführende Firmen genutzt werden (keine Softwareneutralität)

##### **Contra:**

- Erheblicher BIM-Modellierungsaufwand
- Erhöhter Aufwand bei Planungsänderungen
- Tiefgehendes Verständnis für die LB-HB-Kostenstruktur wird bei allen BIM-Modellern benötigt
- Tiefgehendes Verständnis der Werkvertragsnormen und den darin enthaltenen Abrechnungsregeln wird bei allen BIM-Modellern benötigt
- Einbindung Externer nur schwer möglich (keine Softwareneutralität)
- Jede Änderung an Leistungspositionen muss im Modell nachgezogen werden
- Performance und Nutzbarkeit des BIM-Modells sinkt mit der hohen Detaillierung und großen Datenmengen

## 5.5.2

Variante 2 - Modellauswertung über intelligente Auswahlgruppen

## 5.5.3

Variante 3 – Elementbasierte Kostenverfolgung

### 5.5.2 Variante 2 - Modellauswertung über intelligente Auswahlgruppen

Es gibt AVA-Software-Lösungen, die intelligente Abfragen innerhalb der BIM-Modelle durchführen können. Hierbei können die geometrischen Gegebenheiten (z. B. Wandhöhe) und Informationen (z. B. Material) in den BIM-Modellen genutzt werden, um die oben dargestellte Unterteilung der Wand zum Teil automatisiert durchzuführen ohne, dass diese in der nativen Software durchgeführt werden muss. Diese sogenannten Auswahlgruppen, welche im Programm geschaffen werden müssen, analysieren die Bauteile nach ihrer Geometrie und Informationen und ordnen sie gleich den entsprechenden Leistungspositionen innerhalb der Software zu.

In der Theorie klingt diese Methodik sehr vielversprechend, aber in der Praxis gibt es hierbei große Herausforderungen. Viele der Auswahlgruppen benötigen trotzdem eine erhöhte Detaillierung der Modelle, um die gewünschten Geometrien ermitteln zu können. Die besten Ergebnisse erzielt man, wenn der BIM-Modeller die später genutzten Auswahlgruppen bereits kennt und entsprechende Modellierungsrichtlinien erfüllt. Bei dieser Methodik kommt auch der Qualitätssicherung der BIM-Modelle eine sehr große Bedeutung zu, denn die Anforderungen an die Modellqualität sind hier verständlicherweise sehr hoch. Ebenfalls müssen die automatisiert ermittelten Mengen ausführlich geprüft und plausibilisiert werden. Diese Herausforderungen sorgen dafür, dass in der Praxis diese Methode nur bei größeren Unternehmen gelingt, bei welchen die Modellierung und die Mengenauswertung innerhalb des eignen Unternehmens durchgeführt wird. Bei openBIM-Projekten, bei denen die ausschreibende Stelle ein eigener Stakeholder ist, gelingt es leider selten die BIM-Modelle zuverlässig mit dieser Methode auszuwerten.

**Pro:**

- Automatisierung der Mengenermittlung möglich
- Direkte Verbindung zwischen BIM-Modell und LV möglich

**Contra:**

- Enormer Initialaufwand zum Erstellen der intelligenten Auswahlgruppen.
- Auswahlgruppen müssen meist an die BIM-Anforderungen des jeweiligen Projekts angepasst werden (AIA, BAP).
- Ausschreibende Stelle benötigt erhebliche BIM-Expertise, um die Auswahlgruppen anzupassen und zu pflegen.
- Die benötigten Softwarelösungen sind komplex in der Bedienung.
- Erhöhte Qualitätssicherung der BIM-Modelle erforderlich.
- Erhöhter Prüfaufwand der automatisierten Mengenermittlung und LV.

Nach der Meinung des Autors liefern die am Markt erhältlichen Softwarelösungen noch keine zufriedenstellenden Ergebnisse oder sind noch zu aufwändig in der Bedienung. Es ist aber durchaus denkbar, dass in Zukunft diese Methode effizienter umgesetzt werden kann. Es ist beispielsweise denkbar, dass eine KI die ausschreibende Stelle unterstützen könnte, um aus weniger detaillierten Modellen zuverlässig die benötigten Mengen und Leistungspositionen zu ermitteln. Bisher liefert diese Methode aber keine ausreichend robuste und zuverlässige Arbeitsweise. Außerdem werden die wichtigen Ziele, Transparenz und Vereinfachung, durch die komplexe Mengenermittlung über Auswahlgruppen nicht erfüllt.

### 5.5.3 Variante 3 – Elementbasierte Kostenverfolgung

Bei dieser Methode werden auf der Bauteilebene (z. B.: IfcWall) AVA-Elemente gebildet, welche alle benötigten Leistungsbeschreibungspostionen enthalten. Es wird nicht versucht die Bauteile den LB-HB-Positionen zuzuordnen, sondern umgekehrt: Jedem Bauteil werden die benötigten LB-Positionen zugeordnet. In der Arbeitsweise der Planung und Kostenermittlung rückt das BIM-Element resp. AVA-Elemente in den Fokus.

## 6

## Conclusio

## 6.1

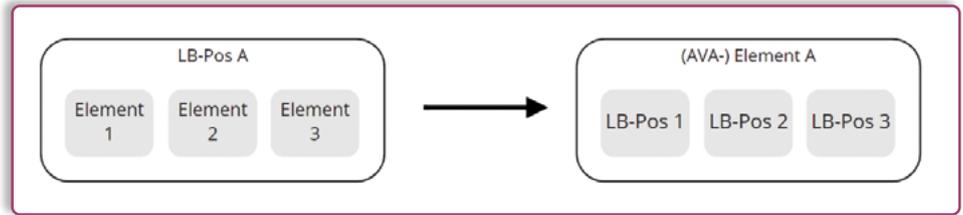
Transformation statt »nur«  
Digitalisierung

Abbildung 27: Unterschiedliche Kostenstrukturen, LB-Positions-basiert und Element-basiert

Natürlich ist dies eine sehr vereinfachte Beschreibung, aber für viele Experten, die sich bereits länger damit befassen, ist dies ein wahrer »Game-Changer« und löst viele der wiederkehrenden Probleme in AVA-Prozessen.

Die vielversprechende dritte Variante ist bereits in der ÖNORM A 2063-2 technisch beschrieben und bietet zurzeit die beste Methode um die Ausschreibung und sogar eine Kostenverfolgung über den gesamten Lebenszyklus »BIM-freundlich« umzusetzen.

**Pro:**

- »BIM-freundliche« Methode mit dem BIM-Bauteil im Fokus
- Vermeidung von Modellier-Aufwand
- Normierung bereits vorhanden (ÖNORM A 2063-2)
- Nachvollziehbare Kostenverfolgung auf Bauteilebene möglich
- Leichtere Leistungsabgrenzung zwischen Planung, Kostenverfolgung und Ausschreibung

**Contra:**

- Der Wechsel von einer konstruktiven Ausschreibung zu AVA-Elementen muss von allen Stakeholdern akzeptiert werden
- Neue Erfahrungswerte für die verwendeten AVA-Elemente müssen gesammelt werden, damit die AN-BAU wieder mit der gewohnten Kostensicherheit und Geschwindigkeit Angebote liefern können. Aber da die AVA-Elemente auf Grundlage der LB-HB gebildet werden, kann auf bestehenden Erfahrungswerten aufgebaut werden.

**6 Conclusio**

Aus den vorgehenden Kapiteln können mehrere Schlussfolgerungen getroffen werden, in diesem Kapitel werden diese nochmal zusammengefasst. Es wird ebenfalls versucht die daraus entstehenden Potentiale und Herausforderungen einer openBIM-Kostenverfolgung über den digitalen Zwilling zu erfassen.

**6.1. Transformation statt »nur« Digitalisierung**

Wie bei anderen Branchen auch, transformiert die Digitalisierung die Arbeitsmethoden und Prozesse in der Baubranche. Hierbei ist BIM ein wichtiger Bestandteil da es mit dem digitalen Zwilling ein digitales Fundament schafft, auf dem andere digitale Prozesse aufbauen können.

Dabei wird die Digitalisierung aber oft nicht konsequent umgesetzt., indem nur kleine Teile der Prozesse digitalisiert werden ohne dass der Prozess in seiner Gesamtheit analysiert und auf Potentiale durch digitale Methoden untersucht wird.

Hiervon ist auch die Kostenverfolgung betroffen, da hier viele Stakeholder involviert sind und auch die bestehen Prozesse bereits sehr fragmentiert abgewickelt werden. Es bedarf also einem Umdenken, um die Transformation der Prozesse zuzulassen und somit das wahre Potential von openBIM-Prozesse ausnutzen zu können.

Wenn diese Transformation gelingt, kann die Baubranche (Construction) durch die konsequente Nutzung des digitalen Zwillings den Informationsfluss zwischen den Stakeholdern erhöhen und somit die Gesamtproduktivität steigern.

## 6.2

KISS Prinzip – »Keep it simple, stupid«

## 6.3

Elementbasierte Kostenverfolgung als »Game-Changer«

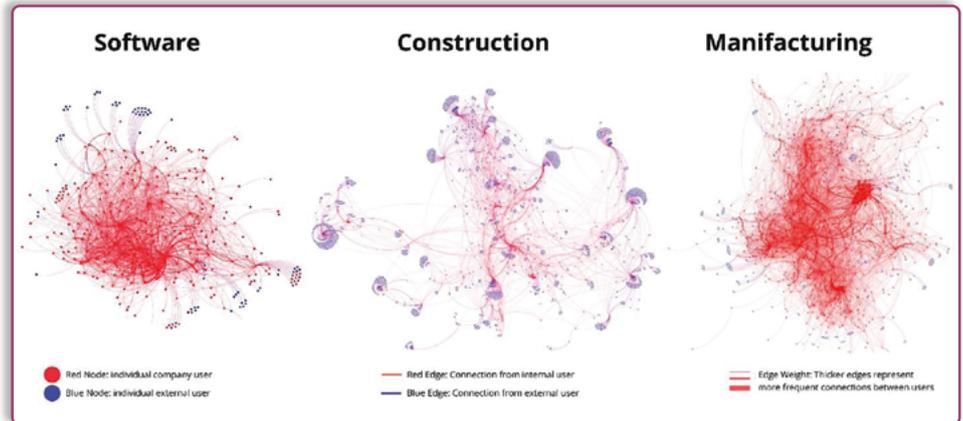


Abbildung 28: Mapping the Information Economy: A Tale of Five Industries (Box, June 2014)

Einfach gesagt können wir durch eine effiziente Nutzung des Digitalen Zwillings die Leerräume und die Distanz zwischen den Stakeholdern reduzieren und die fragmentierte Baubranche ein Stück weit näher zusammenbringen.

### 6.2 KISS Prinzip – »Keep it simple, stupid«

KISS, ein Akronym für "keep it simple, stupid", ist ein Designprinzip und besagt, dass die meisten Systeme am besten funktionieren, wenn sie einfach gehalten und nicht kompliziert gemacht werden. Ein Hauptziel beim Design muss sein, unnötige Komplexität zu vermeiden.

Dies kann, wie im Kapitel 4.5.3 bereits erläutert, auf das hier behandelte Thema der Kostenverfolgung sehr gut wie folgt angewendet werden:

*BIM-Modelle werden mit intuitiven Planungselementen erstellt. Die Kosten sollten anhand der gleichen Elemente verfolgbar sein. Die elementbasierte Kostenverfolgung ist also das einfachste und somit das funktionsfähigste Kostenverfolgungssystem*

### 6.3 Elementbasierte Kostenverfolgung als »Game-Changer«

Es konnte in den vorhergehenden Kapiteln mehrfach dargestellt werden, dass viele Argumente dafürsprechen, dass eine elementbasierte Kostenverfolgung eine Vereinfachung der Prozesse und dazu erhebliche Mehrwerte für alle Stakeholder bewirkt. Dieser scheinbar triviale Schritt, die Kosten mit AVA-Elementen zu definieren, bewirkt viele Verbesserungen und löst viele Knoten in der Prozesskette. Hierbei soll besonderer Fokus auf den kritischen Zeitpunkt der Ausschreibung gelegt werden, da die Kosten im Mittelpunkt stehen und auch der Grundstein für ein elementbasierte Abrechnung in der Bauphase gelegt wird.

Im Vergleich zur vereinfachten Darstellung 8 im Kapitel 3.4 wird mit der folgenden Darstellung die positiven Auswirkungen der Umstrukturierung der Kostenstruktur sichtbar gemacht.

## 6.4

## BCF in der Kostenverfolgung

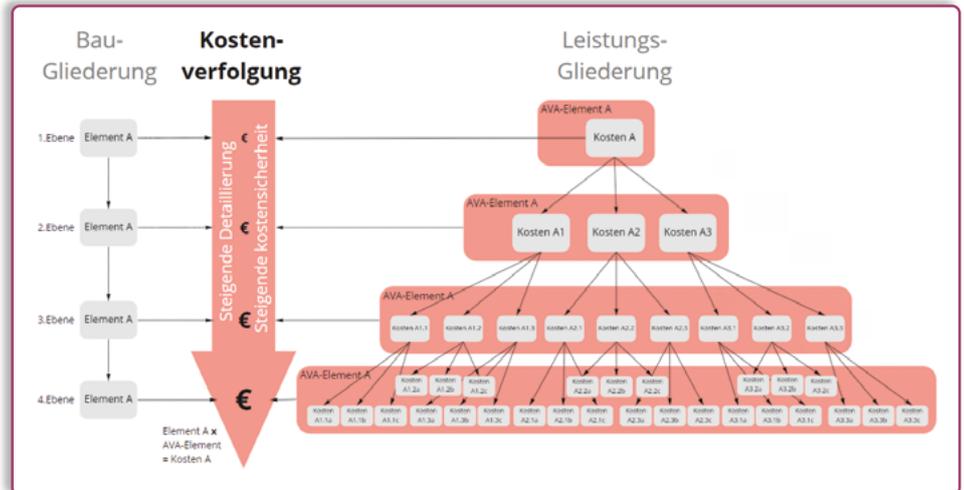


Abbildung 29: Vereinfachte Darstellung einer elementbasierten Kostenverfolgung durch die Baugliederung nach B1801-1

### Leistungsabgrenzung von Planung zur Kostenverfolgung

Ein großer Mehrwert dieser Methode, der nicht unterschätzt werden darf, ist außerdem, dass sie eine bessere Leistungsabgrenzung zwischen Planung, Kostenverfolgung und Ausschreibung ermöglicht. Der Planer kann weiterhin mit seinen intelligenten und intuitiven BIM-Elementen arbeiten, welche ihm bei seinen Planungsleistungen unterstützen. Diese Elemente bilden die Grundlage für die Kosten, indem sie zuverlässig die geplanten Mengen liefern, aber die detaillierten Leistungsbeschreibungen oder Materialqualitäten (z. B. Bau- und Ausstattungs-Beschreibung) können innerhalb der gebildeten AVA-Elementen unabhängig vom BIM-Modell modifiziert werden. Dadurch gewinnt die Kostenverfolgung eine gewisse Unabhängigkeit von den komplexen BIM-Themen (Modellierungsrichtlinien, IFC-Datenstruktur, etc.) und es entsteht wieder eine gewisse Flexibilität, welche bei den konstruktiven Ausschreibungen leider nicht möglich ist.

### 6.4 BCF in der Kostenverfolgung

Die Nutzung des BCF-Formats bildet ein gewaltiges Potential für die Kostenverfolgung, weil es eine nachvollziehbare und transparente Kommunikation auf der Bauteilebene ermöglicht und es die verschiedenen Werkzeuge leicht einbindet.

Dies gilt nicht nur für die Kostenverfolgung, sondern auch für die gesamte Branche, da



es eine standardisierte, nachvollziehbare Form der Kommunikation schafft. Wie bereits in Kapitel 3.5.1 beschrieben, löst es das momentane Problem der »IFC-Einbahn«. Wenn die Kostenverfolgung über die AVA-Elemente (ÖNORM 2063-2) erfolgt und diese mit unseren IFC-Elementen im digitalen Zwilling verknüpft sind, wird es möglich die Kostenverfolgung optimal in die Sphäre der BCF-Kommunikation zu integrieren. Es ist

## 6.5

## Durchgängigkeit der Daten

schon längst kein Geheimnis mehr, dass das BCF als mächtiges Kommunikations-Werkzeug, einen wichtigen Stellenwert in der zukünftigen Projektabwicklung einnehmen wird und dies nicht nur in den Planungsphasen, sondern über den gesamten Lebenszyklus. Diese Entwicklung ist beeindruckend, wenn man bedenkt, dass das BCF-Format erst 2009 entwickelt wurde.

**Zukunftsausblick des Autors:**

Das BCF-Format wird bisher primär zur Kommunikation genutzt und erfüllt dort einen sehr wichtigen Zweck. Aber für die Zukunft erhofft sich der Autor, dass zusätzlich zur bloßen Kommunikation auch die Kollaboration über BCF ermöglicht wird. Es könnte beispielsweise innerhalb der nativen BIM-Programme eine Daten-Eingabe in native BIM-Modelle direkt über BCF ermöglicht werden. Hierzu ein Beispiel:

Der Brandschutz bemerkt im Koordinationsmodell, dass die Brandschutzanforderung einer Tür durch eine Planänderung angepasst werden muss. Anstatt, dass er einen BCF-Kommentar dazu verfasst, könnte ein BCF auch gleich den neuen alphanumerischen Wert für die geänderten Anforderungen an das gewünschte Merkmal in die native Software übertragen. Ob die Änderung des Merkmals dann vollständig automatisiert erfolgt oder durch ein kurzes Akzeptieren des BIM-Bearbeiters freigegeben werden muss, wird sich in der Praxis zeigen und vertraglich geklärt werden müssen.

Es gibt viele potenzielle Anwendungsfälle für so eine native Informationsbearbeitung durch IFC und BCF und würde weitere BIM-Prozesse mit neuen Stakeholdern ermöglichen und stellt einen Zwischenschritt in der openBIM-Entwicklung dar, bis der komplette IFC-Roundtrip technisch umgesetzt werden kann.

**6.5 Durchgängigkeit der Daten**

Die Kostenverfolgung ist ein ständiger Begleiter des Projekts und kann nur optimal umgesetzt werden, wenn die dafür relevanten Informationen von Anfang bis Ende durchgängig vorhanden, bearbeitet und dokumentiert sind.

Wie in den vorherigen Kapiteln beschrieben eignet sich das BIM-Element (z.B. IfcWall) im digitalen Zwilling intuitiv als eine passende Basis für die Kostenverfolgung. In frühen Phasen sind es vielleicht nur grobe Baukörper, aber sukzessive gewinnt das digitale Modell an Detaillierung und auch die enthaltenen Elemente und ihre Kosten werden präziser.

Bei der Entwicklung von Kosten- oder Datenstrukturen ist es wichtig, dass geforderte Endprodukt zu analysieren. In unserem Fall ist dies meist das fertig eingebaute Bauelement und die Abbildung dessen im digitalen Zwilling. Eine wichtige Anforderung an den digitalen Zwilling bei der Übergabe an den Gebäudebetrieb ist die eindeutige Kennzeichnung und Verortung der relevanten Elemente. Das Format dieses Anlagen-Kennzeichnungs-Systems ist in der ÖNORM B 1801-6 definiert und ist vereinfacht gesagt der Name oder die Adresse unserer Elemente an ihrer »Endstation« im Gebäude.

## 6.6

## Ausblick und nächste Schritte

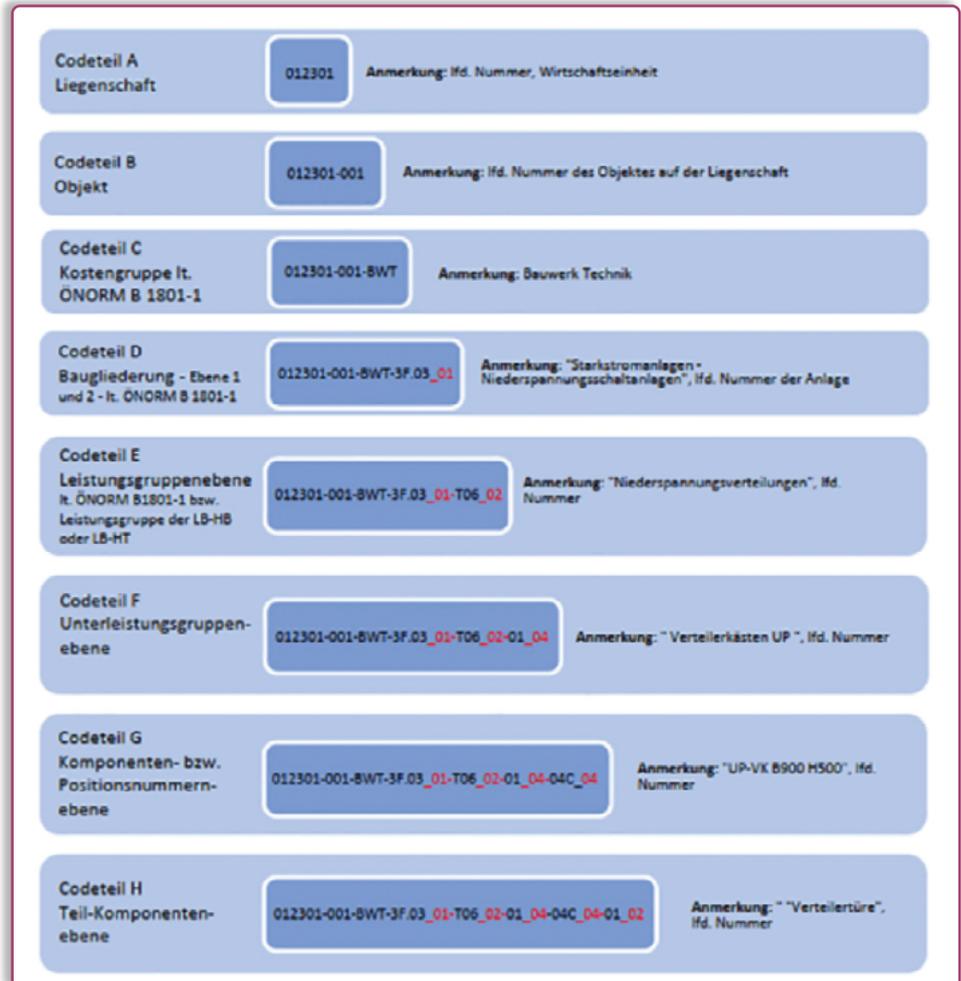


Abbildung 30: AKS-Baum am Beispiel einer Verteilertüre (ÖNORM B1801-6)

Beim Betrachten des AKS-Baums fällt auf, dass der Codeteil C bereits aus den vorherigen Kapiteln bekannt ist. Es handelt sich um die Ebene 1 und 2 der Baugliederung nach ÖNORM B1801-1.

Die Schlussfolgerung hieraus ist, dass der Blick auf die »Endstation« des digitalen Zwillinges dazu verleitet, die Elemente nach der normierten Baugliederung zu strukturieren um Kosten von Beginn der Planung, über die Bauphase bis in den Betrieb zu verfolgen.

### 6.6 Ausblick und nächste Schritte

Es ist eine große Herausforderung die Kostenverfolgung mit Hilfe von BIM und dem digitalen Zwilling zu transformieren und gänzlich digital abzuwickeln. Die größte Hürde ist hierbei aber nicht die technische Umsetzung sondern systematische Probleme und Branchen-Fragmente in welchen die Stakeholder mit Insellösungen agieren.

Aber Dank der guten Arbeit der Normungsinstitute sind gute Grundlagen und Standards vorhanden, um neue digitale Prozesse zu entwickeln.

Die wichtigsten nächsten Schritte sind das Bewusstsein in der gesamten Branche für eine durchgängige digitale Arbeitsweise zu stärken und die Branchenfragmente zusammenzuführen, damit ein gemeinsam nutzbarer digitaler Zwilling entsteht. Durch die konsequente Nutzung des digitalen Zwillinges wird dann nicht nur die Produktivität erheblich gesteigert, sondern auch das gemeinschaftliche und harmonische Arbeiten gefördert.

7

Begriffe und Literatur

## 7 Begriffe und Literatur

AIA	Auftraggeber-Informationsanforderungen
BAP	BIM-Abwicklungsplan
AN	Auftragnehmer
AG	Auftraggeber
LB	Leistungs-Beschreibung
LV	Leistungs-Verzeichnis
LB-HB	Standardisiertes Leistungs-Beschreibung Hochbau (LB-HB-021)

- **ÖNORM 1801-1:** Bauprojekt- und Objektmanagement, Teil1: Objekterrichtung. Austrian Standards Institute
- **ÖNORM 1801-6:** Bauprojekt- und Objektmanagement, Teil 6: Anlagenkennzeichnungssystem (Allgemeines Kennzeichnungssystem). Austrian Standards Institute
- **ÖNORM A 2063-1:** Austausch von Daten in elektronischer Form für die Phasen Ausschreibung, Vergabe und Abrechnung (AVA) Teil 1: Austausch von Leistungsbeschreibungs-, Ausschreibungs-, Angebots-, Auftrags- und Abrechnungsdaten. Austrian Standards Institute
- **ÖNORM A 2063-2:** 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. Austrian Standards Institute
- **ÖNORM A 6241-2:** Digitale Bauwerksdokumentation, Teil2: Building Information Modeling (BIM) – Level 3-iBIM. Austrian Standards Institute
- **BIM Leitfaden – Struktur und Funktion, Eichler, C.**
- **The Information Economy: A Study of Five Industries** (june 2014), Box, Inc.

## Contents

**Junghwo Park****Building Information Modeling (Input) towards efficient Building Information Management (Output)****Contents**

- 1 Development of BIM and the recognition of problems in AECO industry**
  - 1.1 Data flow and interpolation – »What, who and when the thing is produced.«**
- 2 openBIM Standards and its prospects in AECO industry**
  - 2.1 IFC – Industry Foundation Classes**
  - 2.2 Imperfection of IFC**
  - 2.3 IFC 2x3 vs IFC 4 in Open BIM Environment**
  - 2.4 Closed BIM vs Open BIM**
  - 2.5 MVD – Model View Definition**
  - 2.6 IDM – Information Delivery Manual**
- 3 BIM Project Standards and Protocol**
  - 3.1 Employers Information Requirements (EIR)**
  - 3.2 BIM Execution Plan (BEP)**
  - 3.3 Common Data Environment (CDE)**
- 4 Modeling Standards**
  - 4.1 LOD Specification**
  - 4.2 Implementation of Modeling Guidelines towards Open BIM**
  - 4.3 Geometry ≠ Geometry**
  - 4.4 Architectural Model vs Structural Model**
  - 4.5 Common modeling mistakes (Architectural and structural modeling focused)**
- 5 BIM Quality Assurance**
- 6 Summary**
- 7 References**

1

Development of BIM and the recognition of problems in AECO industry

### TABLE OF FIGURES

- Figure 1 Mind Map - Data flow between common software used in the AECO industry
- Figure 2 IFC 2x3 TC1 - Structural Analysis View
- Figure 3 Structural Model and Structural Analysis Model in Autodesk Revit
- Figure 4. Concept diagram of the process model
- Figure 5 Interface of xPPM (eXtended Product to Process Modeling)
- Figure 6 LOD Specification for open BIM project
- Figure 7 Example of modeling guideline
- Figure 8 The difference in geometry of IfcWindow
- Figure 9 The common architectural and structural modeling mistakes
- Figure 10 The common architectural and structural modeling mistakes
- Figure 11 Collision-free coordination model strategy

### LIST OF ABBREVIATIONS

IFC	Industry Foundation Classes
AECO	Architectural, Engineering, Construction and Owner
AIM	Asset Information Model
AIR	Asset Information Requirement
API	Application Programming Interface
BCF	BIM Collaboration Format
BEP	BIM Execution Plan
BIM	Building Information Modeling
CAD	Computer-aided Design
CDE	Common Data Environment
EIR	Employer's Information Requirements
ER	Exchange Requirements
FM	Facility Management
HVAC	Heating, Ventilation, Air Conditioning
ISO	International Organization for Standardization
IDM	Information Delivery Manual
IT	Information Technology
LOD	Level of Definition
LoD	Level of Detail
LoI	Level of model Information
LoG	Level of Geometry
MEP	Mechanical, Electrical and Plumbing
MIDP	Master Information Delivery Plan
MVD	Model View Definition
PIM	Project Information Model
PM	The Process Map
OOP	Object Oriented Programming
xPPM	eXtended Product to Process Modeling

### 1 Development of BIM and the recognition of problems in AECO industry

Looking at the construction industry, there is a trend of more and more subdivisions in various specialized fields, and knowledge-intensive small groups are expanding progressively due to the increase in these specialized domains. Therefore, it is a big challenge to collaborate with the various specialized disciplines by exchanging and monitoring various segmented data. In particular, the focus on adopting and evolving technology tend to be blurred as the specific expertise tends to be more important than the importance of technology in AECO industry. In addition, architects, engineers, surveyors, facility managers, real estate, owners, and the end-users in the construction

## 1.1

Data flow and interpolation –  
«What, who and when  
the thing is produced.»

industry use various specialized software while working on projects, so the format and size of data are diversified and these data can be exchanged. It can be seen as a new challenge to minimize the loss of information and exchange it efficiently. As such various data are collected, it is difficult for the end-users who need to manage and use the shared big-data efficiently. In particular, it is indeed becoming more and more important to exchange information among various disciplines in the progress of a project with structured data, so called, information by organizing and structuring non-graphical data based on graphical data such as model geometry based on Building Information Modeling. In fact, the conceptual underpinnings of the BIM system go back to the earliest days of computing. As early as 1962, Douglas C. Englebart gives us an uncanny vision of the future architect in his paper »Augmenting Human Intellect.«<sup>1</sup> The modern concept of BIM has existed since the 1970s.<sup>2</sup> The term Building Information Model first appeared in a 1992 paper by G.A. van Nederveen and F.P. Tolman.<sup>3</sup> The first implementation of BIM was under the Virtual Building concept by Graphisoft's ArchiCAD, in its debut in 1987. Today, there are many BIM authoring software that has been developed by software vendors, such as Autodesk, Bentley, Bricsys, Nemetschek, Trimble and many others. It goes without saying that various specialized disciplines in the construction industry today use the different BIM authoring software, and each BIM authoring software has its own native format so that the graphical information and non-graphical information of the model with the documents of the planning are systematically different from BIM authoring software. It is hard to exchange the different native format between the software. Of course, it is possible to exchange and reference models with other software to some extent based on the IFC model view definitions, but it is an enormous challenge to collaborate with the theory of Open BIM in practice because each software has a difference in its ability to export and import IFC models. In particular, when the size of the project is large and more companies are involved to collaborate on the project, there are cases in which different software are used between the same disciplines. For instance, two different architectural models created in the different BIM authoring software by different architects and the architectural models must be exchanged by the entire project team. It is important that entire teams are asked to produce information using the exact standardized processes and approved standards and methods, to ensure the same form and quality, enabling information to be used and reused without change or interpretation. A participant insisting on »my standard« is not acceptable in a collaborative working environment. If such a systematic model is not provided, BIM management based on the BIM Model fails or in the worst case, the project itself cannot be realized, leading to legal disputes with the clients, and the company may experience bankruptcy due to project failure.

### 1.1 Data flow and interpolation – »What, who and when the thing is produced.«

Traditionally, looking back at the construction industry, for most projects, the necessary data and drawings are generated according to the work stages, and it is common to see the project team change or the project change according to the design stages. Surprisingly, the project team in charge of carrying out the project at each stage often

1 A Brief History of BIM/ Michael S. Bergin, Archdaily, Data accessed; 15th March 2021, <http://www.archdaily.com/302490/a-brief-history-of-bim/>

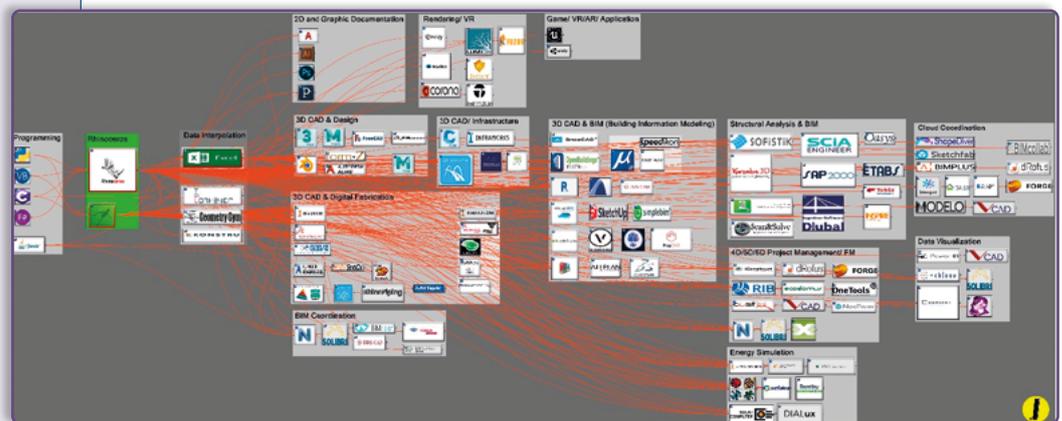
2 An Outline of the Building Description System, Institute of Physical Planning, Carnegie-Mellon University, Eastman, Charles; Fisher, David; Lafue, Gilles; Lividini, Jo-seph; Stoker, Douglas; Yessios, Christos (September 1974)

3 Van Nederveen, G.A; Tolman, F.P. (1992). "Modelling multiple views on buildings«. *Automation in Construction* 1 (3): 215-24. doi:10. 1016/0926-5805(92)90014-B

## 1.1

Data flow and interpolation –  
«What, who and when  
the thing is produced.»

proceeds with the project without specifying exactly what software to use, what types of files to share and where to share and publish. In particular, in the case of small private sector projects, there are many cases where such an error occurs as usual. In this case, the client who ordered the design cannot be said to be receiving the proper design service, but there were many clients who were not aware of whether it was wrong. However, these problems are recognized today, and not only clients of private projects but also clients of the government level. According to Paul Morrell of the UK Government, OBE, Government's Chief Construction Advisor 2009–2012, »We are only just beginning to understand the scale of what can be achieved and the amount of waste that can be eliminated from the system.« He stated that BIM is now on an unstoppable course.<sup>4</sup> The government as a client can derive significant improvements in cost, value and carbon performance through the use of open sharable asset information. In other words, customers also want to prepare for various risks, such as increased capital cost, operational cost, program delays and loss of revenue, and to observe and supervise information that is traditionally ignored and not shared. In Figure 1 below, we can see a mind map that summarizes the list of software used by each expert in the AECO industry in general and shows the flow of data or information exchanged by each discipline. The complexity of data flow can be seen through the connection lines where the icons are connected, and even a simple, summarized mind map can predict how complex and diverse the data flow is. Therefore, if it is not clearly stated who shares what, how, and why in the Open BIM collaboration environment, it is difficult to search for accurate information even for individuals who participated in the project, sometimes abortive work (over-production) or very inefficient work (over-processing). As a result, all the individuals on the project team could have a bad outcome, which would reduce earning potential.



Source: Junghwo Park, Point One Studio, Korea, <https://youtu.be/8TAYDvUumjl>

Figure 1. Mind Map – Data flow between common software used in the AECO industry

<sup>4</sup> Design and Build Procurement in the Context of BIM and the Government Construction Strategy, Jane Foulkes, Data accessed; 17th March 2021, <https://www.fgould.com/uk-europe/articles/design-and-build-procurement-context-bim-and-gover/>

## 2

Open BIM Standards and its prospects in AECO industry

## 2.0

IFC – Industry Foundation Classes

## 2.1

Imperfection of IFC

## 2.2

IFC 2x3 vs IFC 4 in Open BIM Environment

## 2 openBIM Standards and its prospects in AECO industry

### 2.0 IFC – Industry Foundation Classes

IFC is a neutral and open specific file format that uses 3D geometry as a container to accommodate the information of the building project of the construction project and transfers the structured meta-data in a neutral format, which is not a specific format of software generally used in the construction industry. At this time, the structure of the IFC file can be thought of as meta-data that is organized very systematically. In fact, IFC is an object-oriented specification. The objects constituting the IFCBuilding are located in the classified IFCSpace of the building along with its properties, and IFCSpace are grouped in the IFCZone and IFCBuildingstorey. Eventually IFCBuilding is located in an IFCSite. IFC has such a standardized data structure and the relations between the entities so that IFC project data can be transferred smoothly from one system to another system. Moreover, IFC is not developed by a specific country or interest group, but it is standardized based on ISO standard by buildingSMART. For this reason, the management and development direction of the IFC format is a systematic file that is internationally agreed and open, so users can think of it as the most reliable file structure for data exchange in the AECO industry. Therefore, the IFC data model is immensely important for implementing BIM concepts, and it is the basis of many standardization initiatives at an international, European and national level.

#### 2.1 Imperfection of IFC

What are the advantages and disadvantages of IFC files? Why don't all software use the IFC file as the software's own native format? At present, IFC files focus most on exchanging and referencing graphic and non-graphical information of the construction project, but not on the purpose of modifying geometry and correcting the information of the IFC model in BIM authoring software. In a typical project organization, the model author should retain ownership of their model content. If the IFC model is parametrically editable and anyone can make changes as they saw fit, confusion in project workflows would abound, and it may not be desirable. In addition, in a competitive structure in which each software company develops software based on the strengths of their software and pursues profits, the ideal theory for using IFC as a native format of software is difficult to establish in reality. Instead, how systematically the native format can be exported and imported as an IFC file in the BIM Authoring software became an important key, and the products of each software company were tested by buildingSMART according to the accuracy of the export and import functions based on the specific view of the model, known as MVD of each BIM Authoring software. After checking and approval by buildingSMART, BIM authoring software is getting the certification to be IFC export or import certified software of specific model view definition from the buildingSMART. IFC file indeed has strengths and weaknesses. In certain areas and in certain settings it really shines like a gemstone, however, in other areas the use of IFC could be counter-productive. Because there is varying quality of the importers, exporters and viewers of the BIM tools today. In addition, the BIM project team needs to understand the basics of IFC standard and keep up to date on the developments surrounding it. When it comes to the infrastructure project, the current IFC has the limitation to classify the road, rail, bridge, tunnel, dam and other infrastructure sectors. IFC was originally conceived for the building sector.

#### 2.2 IFC 2x3 vs IFC 4 in Open BIM Environment

As mentioned above, there is a difference in IFC compatibility between BIM software, and such compatibility also has a large difference in import and export function depending on which IFC version is used. Although the IFC 2x3 version was published in 2006 and expanded to IFC 2x3 TC1 in 2007, many software companies have been certified for

## 2.3

## Closed BIM vs Open BIM

IFC export and import functions based on the Coordination View 2.0 released from IFC 2x3 TC1, and the software has been updated for the last years. Recently, several software vendors have been gradually getting certification for the function of exporting and importing the Reference View of IFC 4 published in 2013, but many software vendors still do not receive IFC 4 certification. Therefore, IFC 2x3 Coordination View 2.0 is still commonly used as a standard in the open BIM environment instead of IFC 4.

### 2.3 Closed BIM vs openBIM

Due to the compatibility problem between the software of the IFC model, openBIM is considered only as a theory, and it is often not applied in practice without the thorough preparation of project teams in progress. In particular, in the case of projects in the private sector, there are many cases where the client is required to use a specific BIM authoring software in their Employer's Information Requirements (EIR) document, and because of that many projects proceed in a closed BIM environment. In the case of closed BIM, all project participants use one specific BIM authoring software, so the preparation process for the project is efficient. However, in the case of participants who have not used the designated BIM software, it may take more time to learn the designated BIM software and prepare the BIM template forcibly. In the case of such participants, there may be cases where they are not able to participate in the project. If the BIM project experience is richly based on the designated software from each discipline, the BIM model compatibility between different disciplines and the interpolation of data is flexible in closed BIM, making the project virtually simple. In addition, even when the project is successfully completed and extensions or refurbishment on the project are performed in the future, it is accessible for the owner to inquire about a new project from existing project teams using the specified file format, or to form another project team. The downside is that the diversity of project participants is reduced, and creative and innovative project participants are sometimes missed due to software constraints. In particular, in the case of architects who require architectural design and creativity, if their creativity and proposal are restricted because they cannot participate in the project due to the experiences of specific software, this will also be a big problem for the owners and the government, as they invest on large costs to the project which they wish to make profits out of the investment. Open BIM has the advantage of being able to receive creative and innovative project proposals and solutions from various disciplines because there is no need to specifically restrict software to proceed with the project. In addition, since each project participant's know-how for decades can be adjusted according to the overall project standard by using their project template, there are not many efforts on software training for project teams in the beginning. However, there is a disadvantage in that it takes a lot of time for BIM project management as BIM standards are accumulated in the initial project preparation stage and modeling guideline and coordination work increase. In fact, the quality of communication between different participants in the construction process needs significant improvement in order to use openBIM effectively and for the benefit to be unlocked.<sup>5</sup> In addition, since the role of the Common Data Environment (CDE), where participants can collaborate with the project is more important than the Closed BIM, it is essential to evaluate the IT base of each participant as a client. By working with CDE in openBIM, CDE ensures data security and protection. There is a downside that the burden on it can be large for each project participant to prepare new IT infrastructure. The owners will receive not only the IFC file but also the native format from all disciplines participating in the project. They have to evaluate the BIM models of the native format used by each discipline in case of refurbishment or extension for the building in the future. It can also be a difficult

<sup>5</sup> Jeff Wix, Jan Karlshøj, Information Delivery Manual Guide to Components and Development Methods (buildingSMART®International, 2010), p.6

## 2.4

## MVD – Model View Definition

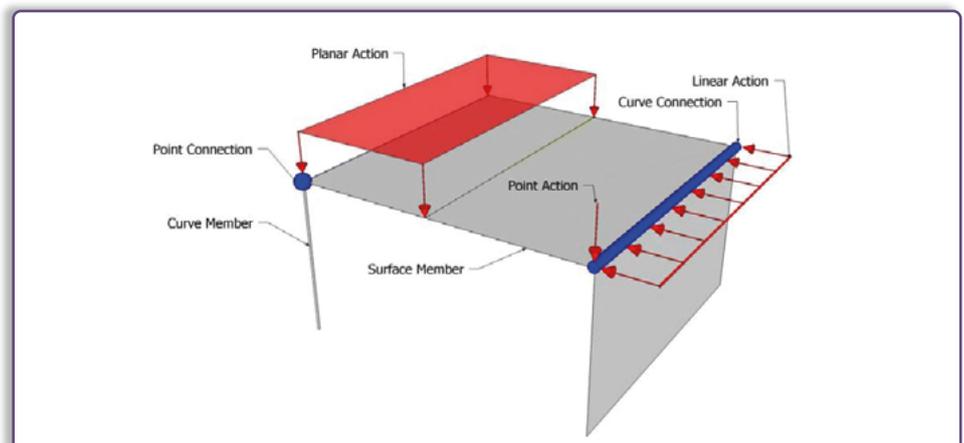
challenge for the project owner to search for future planners who are capable of using the specific software that used in their inventory model. Therefore, for openBIM and closed BIM to proceed with a project based on a certain method, it is necessary for clients to document a project EIR by comparing the strengths and weaknesses of the two different methods. In some cases, semi-closed BIM or semi-openBIM, which takes advantage of both openBIM and closed BIM, may be used, and the choice for this is a matter to be considered in-depth during the BIM contract award process. However, considering the advancement and diversity of technology and the overall characteristics of the segmented construction industry, the number of projects directed toward open-BIM is increasing. Hence, buildingSMART and the software vendors are to take more efforts towards the realization of open BIM ecosystem in practice in the near future.

### 2.4 MVD – Model View Definition

Model View Definition (MVD) represents a subset of the IFC data model or filter of the IFC schema that can be used for a specific purpose.<sup>6</sup> The model view definition provides guidance for all IFC sets (classes, properties, relationships, value sets, set definitions, etc.) required for the specific IFC releases. For example, there are mainly four different MVDs of IFC 2x3 as follows;

- MVD: Coordination View 2.0 (CV 2.0)
  - Quantity Take-Off add-on View
  - Space boundary add-on View
  - 2D Annotation add-on View
- MVD: Basic FM Handover View
- MVD: Structural Analysis View
- MVD: Thermal Analysis View

The Coordination View from the 2x3 format is divided into the Design Transfer View and Reference View in the IFC 4 format. However, IFC 2x3 is still the most broadly used specification and has more actively used MVDs than IFC 4. In fact, not every model view definition is implemented in real practice, unfortunately. For instance, IFC 2x3 TC1 Structural Analysis View in Figure 2 below shows the approved structural analysis view to exchange the IFC model between the structural analysis applications by buildingSMART.

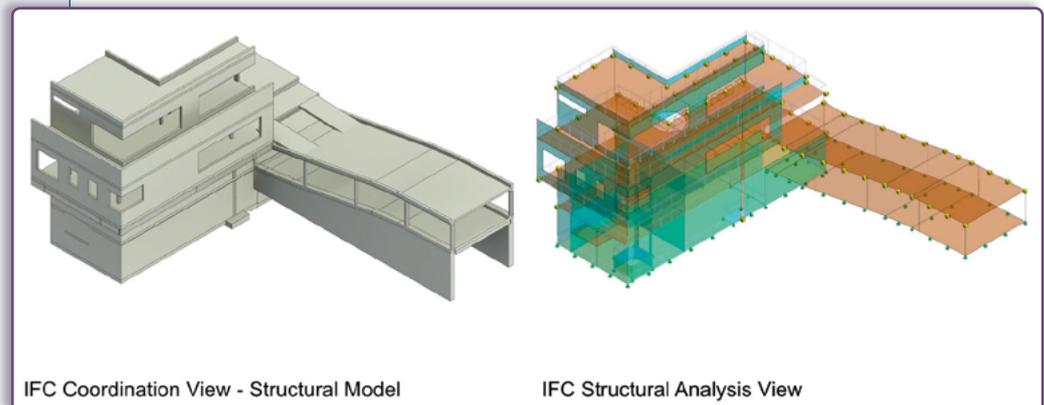


Source: Sakari Lehtinen and Jiri Hietanen, Tampere University of Technology, Finland  
Figure 2. IFC 2x3 TC1 - Structural Analysis View

<sup>6</sup> Mark Baldwin, The BIM Manager: A Practical Guide for BIM Project Management (Berlin: Beuth Press, 2019), p.82.

## 2.5 IDM – Information Delivery Manual

The structural modeling application can certainly create a structural analysis view including the structural analysis curve and surface members, point, linear and planar loads, load groups and cases, point and curve connections, material name, profile name and section information in Figure 3 below. However, there is not many viewer or BIM authoring software which can help engineers to view or export structural analysis data. Therefore, the use of MVDs in openBIM workflow has to be clearly defined in the master information delivery plan (MIDP), as far as EIR and BEP document.



Source: Junghwo Park and Goran Anić, Point One Studio, Korea

Figure 3. Structural Model and Structural Analysis Model in Autodesk Revit

### 2.5 IDM – Information Delivery Manual

What standards can be used to better organize the openBIM process and apply it to the project efficiently?

The Information Delivery Manual (IDM) is intended to provide a unified reference to the processes and data required for BIM by identifying the individual processes carried out in building construction, the information required for their execution, and the outcome of those activities. The ISO 29481-1:2010 specifies a methodology and format for the development of an information delivery manual (IDM) to provide a methodology for recording and specifying processes and information flows during the life cycle of the building. Although, IDM has three target groups including executive user, end-user and solution provider, however, it is hard to read by the average user but rather for the BIM experts and software developers to specify the processes because IDM describes the application and discipline-specific processes and the exchange of information. The ISO 29481-1 second edition published in 2016 (ISO, 2016). In the revision of ISO 29481-1:2016, the IDM methodology has three main parts as follows:

1. The Process Map (PMs)
2. Exchange Requirements (ERs)
3. Technical Implementation (MVDs)

First, the activities of the relevant use cases are mapped. This includes the creation of a workflow diagram in which the various tasks to be processed by the various actors involved are listed one after the other. These workflow diagrams are referred to as »process maps« in the IDM methodology.<sup>7</sup> Based on the specified workflow defined from the process map, one can define ERs to provide a basis for accurate, reliable, repeatable and high-quality information exchange between the collaborators. Each ER can be referenced to a subset of the IFC schema (MVD). In general, both PMs and

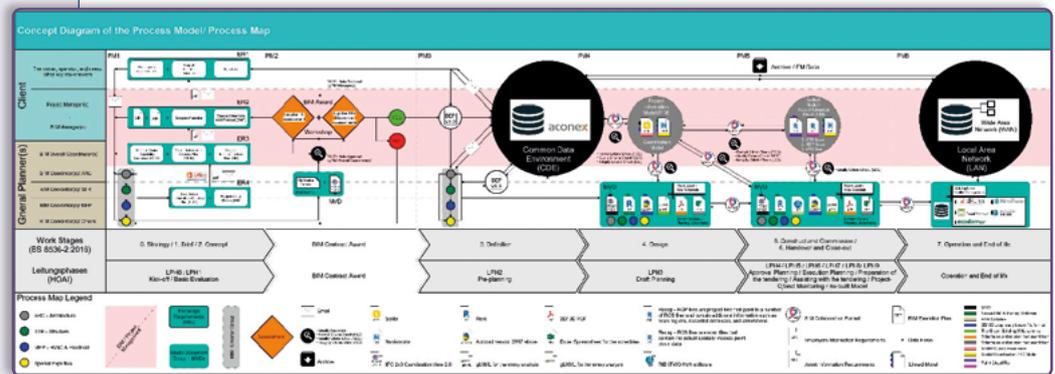
<sup>7</sup> Mark Baldwin, The BIM Manager: A Practical Guide for BIM Project Management (Berlin: Beuth Press, 2019), p.80

## 2.5 IDM – Information Delivery Manual

ERs do not contain IFC information. There are over 100 previously developed IDMs and MVDs that are posted on the buildingSMART website, however, almost all of them are invalid for practical use. There are several reasons why current IDMs and MVDs cannot be fully developed, shared, or reused as follows;<sup>8</sup>

- The IDM development process is a complex and laborious method
- There is no standard format for exchanging information between an IDM and an MVD
- The current tools have limitations regarding the integrated development process
- It is difficult to share and reuse the developed IDMs and MVDs due to a lack of physical shared servers and the absence of an administrator

Figure 4 follow, the concept diagram of the process model which the process map and exchange requirements for configuring the IDM specification. However, it was manually mapped, not systematically configured. The downside of the manual configuration of the concept draft for IDM is that the manual mapping between PMs, ERs, and eventually filtering MVDs is an enormous task and challenge, particularly to the general practitioners.

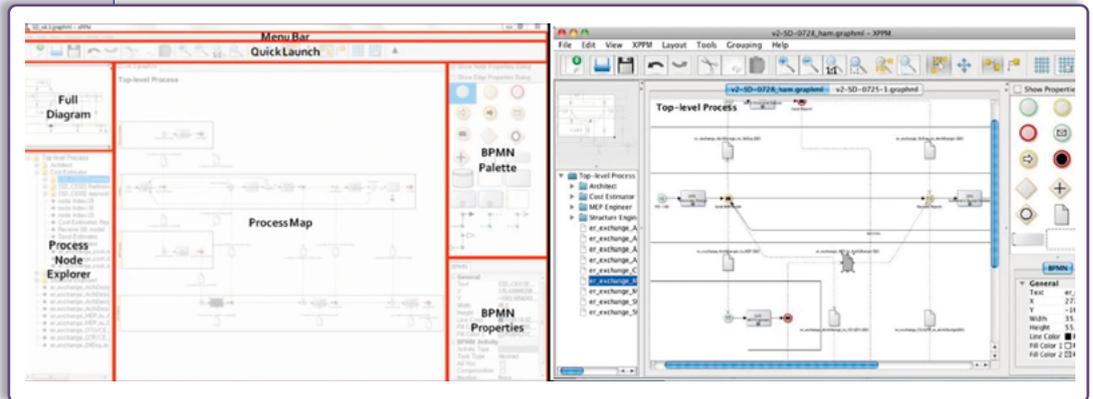


Source: Junghwo Park, Point One Studio, Korea, <https://youtu.be/aputbSGmDLI>

Figure 4. Concept diagram of the process model

Currently, many research institutes and organizations are aware of the problems related to the existing IDM and are actively conducting research to architecture a smart IDM, which is standards machine-applicable, readable, and transferable. For example, xPPM is a method and software that can help IDM developers efficiently develop IDM based on ISO 29481-1.

<sup>8</sup> Kahyun Jeon, Ghang Lee, Information Delivery Manual (IDM) Configurator: Previous Efforts and Future Work (Korea, Yonsei University, 2018), p.3



Source: xPPM (eXtended Product to Process Modeling), Yonsei University, Korea, <http://big.yonsei.ac.kr/xppm/>

Figure 5. Interface of xPPM (eXtended Product to Process Modeling)

### 3 BIM Project Standards and Protocol

#### 3.0 Employers Information Requirements (EIR)

##### 3.1 BIM Execution Plan (BEP)

### 3 BIM Project Standards and Protocol

We have looked at some important standards related to openBIM above, what are the standards and protocols that are important in processing a practical BIM project?

#### 3.0 Employers Information Requirements (EIR)

A set of Employer's Information Requirements (EIR) is, in fact, not very different from the ERs mentioned for IDM. It is a key pretender document that describes the information exchange and collaborative working requirements, and the standards and processes to be adopted by the supplier as part of the project delivery process.<sup>9</sup> The contents of the EIRs are directly related to the employer's decision points, which are aligned with the project phases. Therefore, the EIR must document the detailed requirements and standards of the specific BIM project by the client, and the participants in the BIM project form BIM Execution Plan (BEP) for the project together with the BIM Manager based on the EIR. The more preparation and detailed requirements defined in the EIR, the more intuitive BEP can be defined for the project. Since the preparing of EIR is an important document work that requires expert knowledge of the BIM project, the BIM Manager on the client-side can write it manually, but recently, many BIM Managers use more efficient and accurate online databases, such as The NBS BIM Toolkit<sup>10</sup> according to ISO 19650 and BIMQ<sup>11</sup> developed by AEC3 based in Germany and the UK.

#### 3.1 BIM Execution Plan (BEP)

Building Information Modeling Execution Plan is prepared by the project planners together with the BIM manager(s) from the client's side. This particular document explains how the information modeling aspects of the project will be carried out by responding to the EIRs. In addition to specific responses to the requirements specified in the EIR, BEP addresses the roles and responsibilities of the project teams, BIM strategy and workflows, project-specific modeling guidelines, and detailed delivery methods and milestones, schedule of coordination meetings, BIM quality assurance plan etc. It can be

<sup>9</sup> PAS 1192-2:2013, Specification for information management for the capital/delivery phase of construction project using building information modeling (BSI Standards Limited, 2013), p.4

<sup>10</sup> NBS BIM Toolkit, The easy way to define who is doing what and when on your BIM projects, Data accessed, 07th April 2021, <https://toolkit.thenbs.com/>

<sup>11</sup> BIMQ, Data accessed, 07th April 2021, <https://bim-platform.com/>

### 3.2

#### Common Data Environment (CDE)

viewed as a protocol that organizes all the problems that the project team may encounter during all the project phases. As the project progresses, it is difficult to think of it as a contract because the BEP needs to be updated as necessary, such as adding new content for special topics that are encountered, or changes by project team members. In some cases, the BEP is regarded as a partial contract, but it is unreasonable to think of it as a contract because the BEP must be updated as necessary, such as adding new content for special topics that are encountered as it is implemented, or changes by project team members. In particular, as today, BIM software has a wide variety and wide range of choices and changes and updates occur frequently at the project stage, so it is certainly unreasonable to think of it as a contract. To create a BEP that is organically updated in this way, a service that helps automate the content required for BEP in a server based on a database is also developing. For example, the BIM execution plan generator is part of a solution package called BIM Supporters in the Netherlands.<sup>12</sup>

#### 3.2 Common Data Environment (CDE)

Common Data Environment is described in ISO 19650-1, and it can be considered a project server that single source of information for a specific project used in the management process to collect, manage and distribute all relevant project documents and models, including contacts and emails approved for multidisciplinary teams. Therefore, CDE is not just about the definition of memory areas, but also about the quality gate and the approval process for the transfer of project information in order to control the transparency in communication. CDE must offer the following features:

- Versioning and logging of the transfer of information
- Clearly definable exchange processes
- Management bodies for the exchange of information
- Precisely defined document and model structure
- Comprehensive data security

In an openBIM environment, CDE is generally provided by the client, and if necessary, it is desirable to provide training to participants who are new to a specific CDE. In the process of preparing the project in advance, information related to these contract terms should be accurately specified in the EIR and BEP to avoid misunderstandings in proceeding with the project.

<sup>12</sup> BIM Execution Plan Generator. Mandating a method does not work, Data accessed; 04th April 2021, <https://app.bimsupporters.com/executionplan/>

4

Modeling Standards

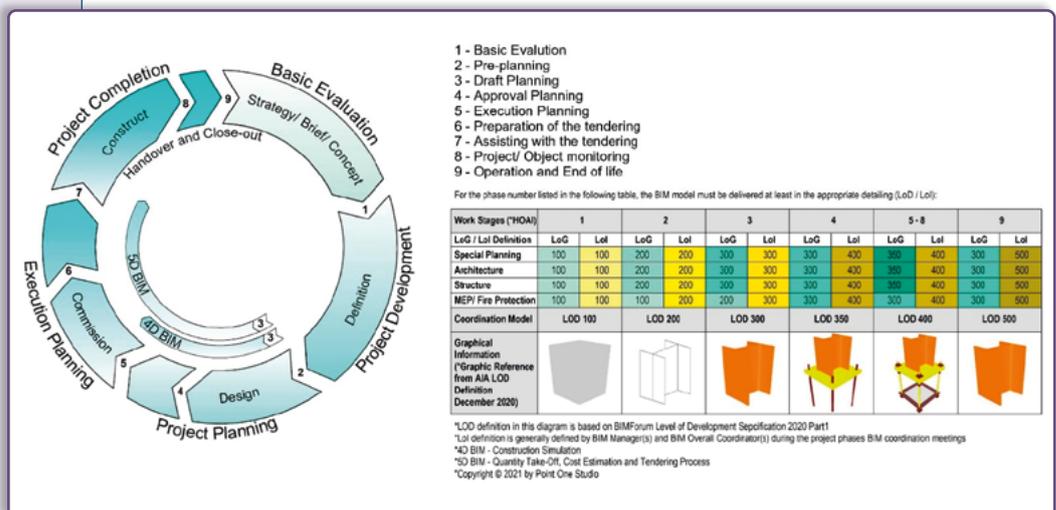
4.0

LOD Specification

## 4 Modeling Standards

In order to leverage the advantages of BIM, it is essential to establish an accurate modeling standard system and templates. Participants who have been running the project for decades, or even designers who have just started operating the company, should have a modeling guideline and templates with individual know-how and experience. This is not only an important reference material for the project, but it is also a good way to keep a talented newbie who has just participated in the organization working on the project. However, in the openBIM project environment, my own standard cannot be the overall standard of the project. Then, what are the important elements of the modeling standard in the Open BIM environment?

### 4.0 LOD Specification



Source: Junghwo Park, Point One Studio, Korea, <https://youtu.be/fiDoaPUtUvU>

Figure 6. LOD Specification for open BIM project

LOD is defined as Level of Development (LOD) from AIA standard or Level of Definition according to PAS 1192-2:2013. Although there are some differences in defining the steps from country to country, the AIA standard tends to be more widely used internationally. According to the AIA standard, the LOD level is divided into 100, 200, 300, 350, 400, and 500 units, and the LOD level is usually defined according to the work stages. Embarking on the planning with BIM, the scale of the drawings of the project stages from the traditional CAD method is different from BIM methodology because when working with the BIM model the scale of model is always 1 : 1 in BIM authoring software. When defining LOD between countries or between projects, the scale value is also sometimes defined according to the project phase. What is important here is that the Level of Development (LOD) differs greatly from the traditionally considered Level of Detail (LoD). When assigning a LOD, Level of Geometry (LoG) and Level of Information (Lol) are usually defined together to give a difference from the CAD standard that traditionally compares the Level of Detail by scale based on the project stages. This is due to the fact that BIM is an object-oriented programming (OOP) concept, specific data can be assigned to a building element, and these data become structured data, so-called information. Therefore, it is desirable to apply LOD to the stage of the project in BIM. As shown in Figure 6 above, in order to implement open BIM, each project participant needs to have an accurate understanding and definition of LOD, and the definition of LOD must be specified in all architectural, structural, MEP, fire protection

#### 4.1 Implementation of Modeling Guidelines towards Open BIM

and civil construction objects. The definition of LoG is from 100 to 500 in AIA, so the graphical information is well organized, so one can refer to it in detail, whereas Lol steps could be abstract and unclear because the information required by the owner or operator is different for each project in the case of a private-sector project, although Lol can be divided into steps from 100 to 500 same as LoG. The important point here is that in the case of LoG, the detail increases from 100 to 400, but in the case of 500, there is a high tendency to reduce the degree of detail again to the detail of usually LoG300 or LoG350. This is because performance may be too slow due to unnecessary details when using the models that are too detailed for the FM software or the cloud systems. It is desirable to define such a definition of Lol according to the national standard so that everyone can use a common Lol level when conducting a national public project. For example, in Austria and Switzerland, the national standard organization took a great effort to define the definition of Lol in the PropertyServer (freeBIM)<sup>13</sup> and BIM-Profil-Server (CRB)<sup>14</sup> respectively.

#### 4.1 Implementation of Modeling Guidelines towards openBIM

As mentioned earlier, it is significant to define and apply LOD according to the organization's internal modeling guidelines, but in an openBIM environment, it is critical to cooperate with external participants. BIM task group is to establish a common project modeling guideline that all team members can refer to. In particular, when more than one team of the same discipline participates in the same project, for example, when two or more architects are working on a part of a building or another building located in the same subject site, it is fundamental to integrate and utilize the common modeling guidelines. Moreover, it is essential that objects modeled in native BIM software must be mapped correctly according to IFC entity of specified MVD in the open BIM. It would be better to apply to IFC 4 standard Entity and Enum, however, there are cases where a great deal of software have not yet received a certificate for the IFC 4 export and import function, so IFC 2x3 is still widely used in the current status. Figure 7 following depicts that modeling guideline of the architectural elements is assigned to the standard IFC Entity and TypeEnum according to IFC 2x3 Coordination View 2.0<sup>15</sup> to share with the project team.

<sup>13</sup> Austrian Standard International, University of Innsbruck, The Property Server (Merkmalsserver), Data accessed: 05th April 2021, <http://db.freebim.at/>

<sup>14</sup> schweizer standards fürs bauen, BIM-Profil-Server, Data accessed: 05th April 2021, <https://www.crb.ch/>

<sup>15</sup> bildingSMART International, IFC2x Edition 3 Technical Corrigendum 1, Data accessed: 05th April 2021, <https://standards.buildingsmart.org/IFC/RELEASE/IFC2x3/TC1/HTML/>

4.2  
Geometry ≠ Geometry

Tag	Entity	TypeEnum	Discipline	Group	Description
11	IfcBeamType	BEAM, JOIST, ENTRI, T_BEAM, USERDEFINED, NOTDEFINED	ARC+STR	unfinished structure and architectural elements	downstand beam, upstand beam, horizontal beam
12	IfcRoof	FLOOR, ROOF, LANDING, BASESLAB, USERDEFINED, NOTDEFINED			roof. This IFC object type represents the container including the constituent parts of the roof (covering, supporting structure).
7	IfcSlabType	FLOOR, ROOF, LANDING, BASESLAB, USERDEFINED, NOTDEFINED			slab or floor slab. The load-bearing layer gets this IFC object type. You should create coverings and linings as separate components and assign the IFC ObjectType Covering to these components.
4,5	IfcWallType	STANDARD, POLYGONAL, SHEAR, ELEMENTEDWALL, PLUMBINGWALL, USERDEFINED, NOTDEFINED			Exceptions are landings of ramps and stairs, which get the IFC ObjectType Slab. You can assign the additional attribute "Predefined Type = landing" to these components.
4,5	IfcWallStandardCase	USERDEFINED, NOTDEFINED			wall
3	IfcCurtainWallType	USERDEFINED, NOTDEFINED		single-layer wall component with a simple geometric shape	
2,4,7,8,9,12	IfcCoveringType	CEILING, FLOORING, CLADDING, ROOFING, INSULATION, MEMBRANE, SLEEVEING, WRAPPING, USERDEFINED, NOTDEFINED	ARC	finishes and surfaces	curtain wall or facade in general.
13	IfcDoor				covering, lining, finish; should always interact with a room or a superordinate element of the unfinished structure.
1	IfcWindow				door, French door. Normally, this object is not an independent object. Instead, an opening element connects this object with the component in which it is inserted.
	IfcBuildingElementPart				As an alternative, this object can be part of an object group, which is usually facade. You can use the "FillVoid" or "Decomposed" relation to define how the objects interact.
	IfcBuildingElementProxyType	USERDEFINED, NOTDEFINED	Common	general and superordinate object	Window. Like a door, this object is usually not an independent object. As an alternative, this object can be part of an object group, which is usually facade or glass construction. You can use the "FillVoid" or "Decomposed" relation to define how the objects interact.
1,13	IfcOpeningElement				constituent of a main component
	IfcProxy				substitute for a component; used if the component does not (yet) have its own definition in the IFC schema

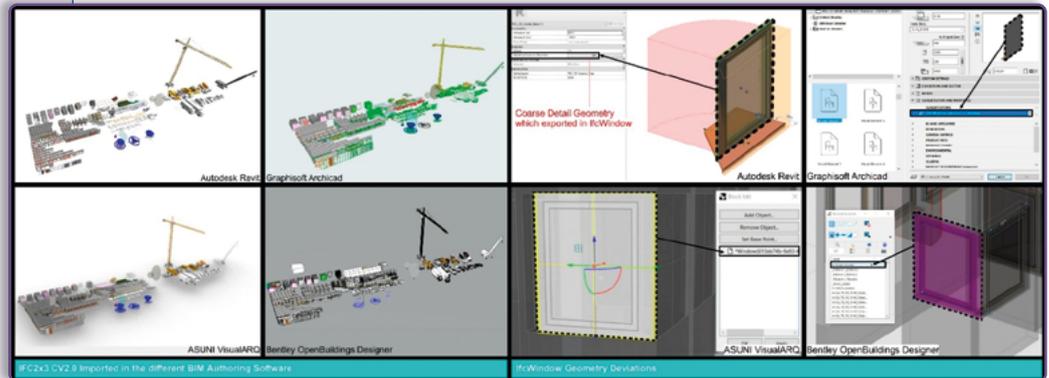
Source: Autodesk Revit Architectural Modeling Guide v1.0 For Concrete Structure: Construction Planning Figure 7. Example of modeling guideline

4.2 Geometry ≠ Geometry

Most of the BIM authoring software is compatible with non-graphical information without issues while importing IFC2x3 in different software. However, there is always a slight difference when geometries imported in each BIM authoring software due to the fact that the different ability to export and import the IFC geometries between the BIM software. When working on the open BIM project, exchange the object library as specific MVDs from the in-house project template to compare the geometries with other external collaborators' BIM authoring software. In Figure 8 below, architectural elements from the element library in Revit 2021 are exported and imported in the different BIM authoring software, such as Archicad24, OpenBuildings Designer and visualARQ. The interesting thing here is that we can see that the window geometry is imported and displayed differently in each software. This is because Revit has a feature that allows

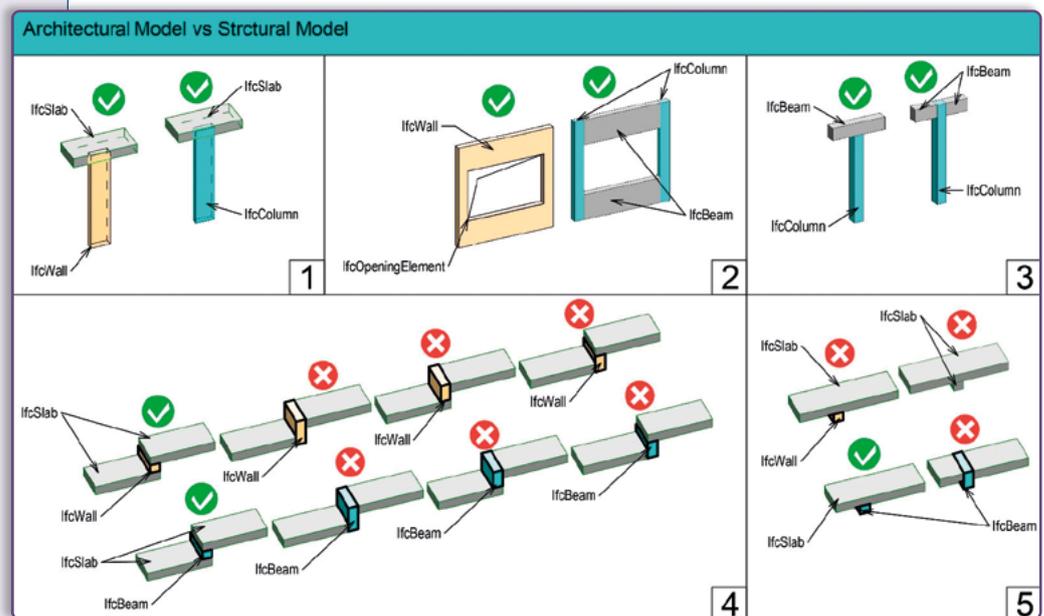
4.3  
Architectural Model vs  
Structural Model

users to set the detail of an object to be displayed differently according to the LoD of the view setting (Coarse/Medium/Fine). When Revit geometries of the window family are exported to an IFC model, all the geometries that are assigned to the different LoD are exported at the same time. In particular, in the case of visualARQ, the import and export feature for IFC 2x3 CV 2.0 is not certified by buildingSMART. In visualARQ, not only the geometry of the window is displayed differently, but also the wall openings are displayed differently in comparison to the other BIM software. Some software like simplebim is not certified by buildingSMART, however, simplebim exports and imports IFC models precisely, and it even allows users to edit models of which they are not the author or owner of the IFC model. This is a bit of a controversial topic regarding the ownership of the model. If external editing by simplebim is to apply in BEP, the project team must imprint the ownership of the IFC models. In fact, the certification from buildingSMART is an important measurement to select the software for the open BIM workflow. However, it is not mandatory to use only the certified software in Open BIM.



Source: Junghwo Park, Point One Studio, Korea, <https://youtu.be/Pigzjtarph0>  
Figure 8. The difference in geometry of IfcWindow

4.3 Architectural Model vs Structural Model



Source: Junghwo Park, Goran Anić, Point One Studio, Korea, <https://youtu.be/8FTWx9PlcGk>  
Figure 9. The common architectural and structural modeling mistakes

## 4.4

Common modeling mistakes  
(Architectural and structural  
modeling focused)

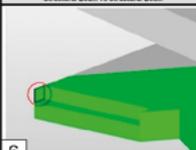
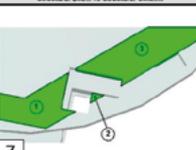
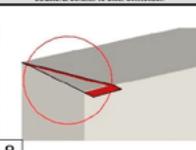
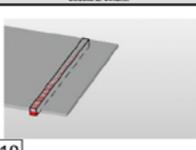
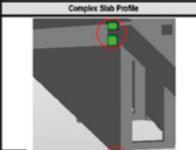
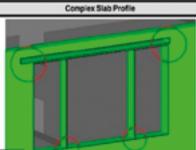
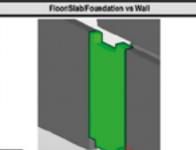
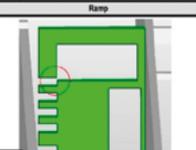
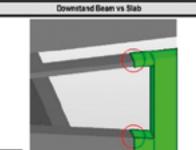
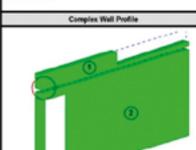
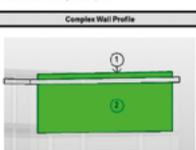
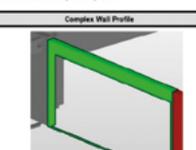
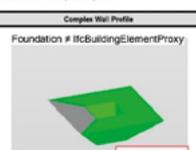
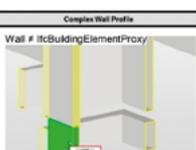
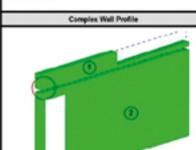
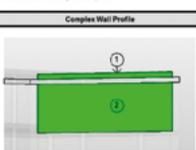
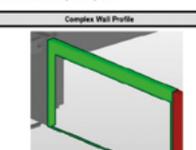
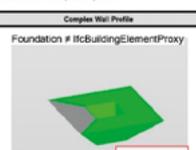
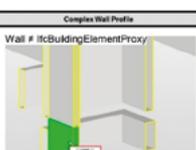
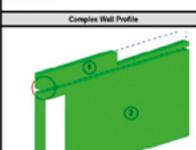
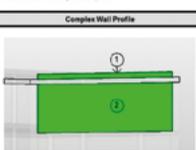
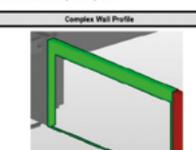
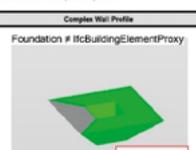
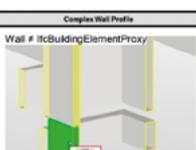
The architectural model and the structural model may be almost the same, and in some cases, there may be a slight difference between the way architects model and how structural engineers model the elements. In particular, in the case of concrete structures, structural engineers may consider the details of the reinforcement or apply the structural modeling for FEA analysis to the structural model. The unusual thing here is that there is such a slight difference between the modeling methods, the drawing shown in 2D is most likely the same. However, the category, count, and volume values of the 3D elements can be different between the modeling methods. In Figure 9 above, in the case of example 1, an `lfcColumn` may be modeled with an `lfcWall` instead of an `lfcColumn` because the length/ thickness is more than 4 units, then structural engineers model it as `lfcWall` instead of `lfcColumn`. In some cases, according to the national norms, the structural engineer can model differently according to the situation. In the case of examples 2 and 3, there may be differences depending on the structural engineer's analytical model definition. Of course, for reinforcement detailing, modeling and drawing are created according to the results of the structural analysis. In the case of example 4, depending on the situation of the analytical model, the jumping slab may be modeled with `lfcBeam`, and sometimes the same situation may be modeled with `lfcWall`. In the case of the downstand beam of example 5, we can see the case of modeling the downstand beam with `lfcWall` or `lfcSlab` in many architectural models. The geometry and 2D drawing may be the same, but in fact, this modeling is not correct. For accurate calculation of structural engineers in the analytical model, the downstand beam should be modeled as `lfcBeam`. Therefore, it is possible to see the difference between the architectural model and the structural model by this subtle difference. When the architects coordinate with the structural engineers' model, they must communicate well with the structural engineers, and the cost estimators or quantity surveyors are able to understand the difference between the architectural and structural model. Good communication between the disciplines is key to avoid modeling mistakes. In general, rather than modeling the architectural model and the structural model together in one model, the structural model is modeled by a structural engineer as a separate domain model, which avoids the confusion of reinforcement or analytical model and improves the performance of the architectural model. By separating the architectural model and structural model, we can also secure the ownership of the model as well as responsibilities between the architects and structural engineers. All these examples explained above are guidelines to start coordinating between the architectural model and structural model. For a better understanding of the analytical model of how the building structure will be calculated, it is always necessary to discuss it directly with the structural engineers. This is due to the fact that structural engineering does not have only one solution to analyze the specific situation. In addition, there are many factors and situations that can be analyzed with the different options.

#### 4.4 Common modeling mistakes (Architectural and structural modeling focused)

Even if modeling is performed based on the modeling guidelines, modeling mistakes may occur unintentionally due to the characteristics of BIM authoring software, or modeling mistakes may occur regularly, contrary to the intention of the BIM creator. Of course, BIM coordinators or BIM managers can detect these mistakes with model checking software such as Solibri Office or Naviswork Manage, but whenever all BIM modelers regularly model every day, BIM creators can visually prevent modeling mistakes in the BIM authoring software in advance. In Figure 8 below, the table lists common modeling mistakes that occur frequently in architectural and structural models. In particular, when modeling using a special volume or form because the special object cannot be found in the category specified in the out of box tool, as in examples 19 and 20 in Figure 10, there are many cases of exporting to `lfcBuildingElementProxy` because IFC Entity is not assigned correctly for the special object. It is better to avoid it in advance to reduce the

4.4  
Common modeling mistakes  
(Architectural and structural  
modeling focused)

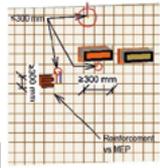
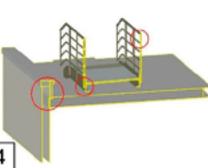
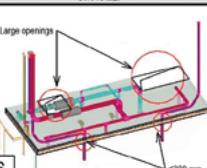
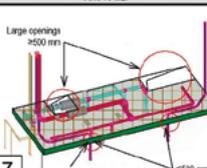
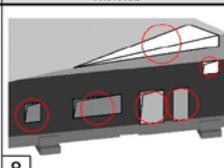
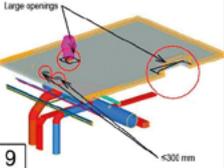
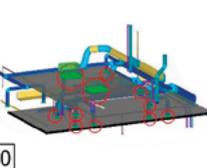
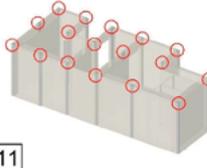
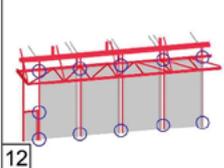
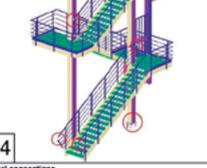
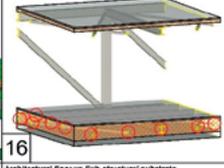
time to check the model from the BIM Coordinator or BIM Manager. The project team can efficiently improve the quality of modeling by organizing the know-how accumulated during the BIM project as shown in figure 10 and sharing it at internal BIM training or coordination meeting with external project teams in the open BIM environment.

Common Architectural Modeling Mistakes				
 <p><b>1</b></p> <p><b>Join Geometry/ Solid Operation</b> The geometry of the structural framing is geometrically joined by each other. This causes the geometrical subtraction of the concrete beam. As a result, the volume and side area of the concrete beam is inaccurate.</p>	 <p><b>2</b></p> <p><b>Join Geometry/ Solid Operation</b> The geometry of the structural framing is geometrically joined to the structural column. This causes the geometrical subtraction of the concrete beam. The top of the column should meet the bottom of the beam above.</p>	 <p><b>3</b></p> <p><b>Two separate entity modeled as one element</b> Steel connection of the column modeled as a part of the column. This causes the inaccuracy of the element counting. Because the connections belong to the column a single element, it will cause errors to calculate the volume of the column.</p>	 <p><b>4</b></p> <p><b>One element modeled separate parts</b> Corbels of the precast concrete column modeled separate part. The entity of the corbel is specified as either <code>ItBuildingElementProxy</code> or <code>ItColumn</code>. This causes counting and volume calculation errors.</p>	 <p><b>5</b></p> <p><b>The length of the column is too long</b> Generally, the top of the column stops at the bottom of the slab. Therefore, each level contains the columns within the <code>ItBuildingProxy</code>. If the column design is long in the actual construction, this error can be accepted.</p>
 <p><b>6</b></p> <p><b>Structural Beam vs Structural Beam</b></p>	 <p><b>7</b></p> <p><b>Structural Beam vs Structural Columns</b></p>	 <p><b>8</b></p> <p><b>Structural Column vs Steel Connector</b></p>	 <p><b>9</b></p> <p><b>Precast Column</b></p>	 <p><b>10</b></p> <p><b>Structural Column</b></p>
 <p><b>11</b></p> <p><b>Join/Cut Geometry/ Solid Operation</b> Due to the fact that slab geometry has been modified with boolean difference solid operation, it will create a complex slab profile. The complete geometry is not as basic. However, the surface geometry covered by the solid operation is ignored.</p>	 <p><b>12</b></p> <p><b>Sketch-based modeling method for the floor/slab/foundation</b> Separated slabs should not be modeled as one element. If there are more than one slabs need to be modeled, model each individual slab as a single separated element.</p>	 <p><b>13</b></p> <p><b>Inappropriate modeling method</b> Avoid the inappropriate modeling methods when elements are connected each other. Solid geometry operations, such as join and cut geometry causes the modeling mistakes of the joining entities.</p>	 <p><b>14</b></p> <p><b>Ramp/Stair modeled with the slab tool</b> The segments of the ramp/stair should be separately modeled. Many floor users make such mistakes by using sketch-based four modeling that users can create multiple segments as a single element. Ramp/stair modeled with the slab must be assigned the correct <code>ItFloor</code>.</p>	 <p><b>15</b></p> <p><b>Collisions between the slab and downward beam</b> The most of BIM Authoring software offers automatic join geometry operation between structural slab and structural framing. However, exported geometry from the native BIM model to IFC model can be different. The downward beam below the slab is one of the example which causes the collisions.</p>
 <p><b>16</b></p> <p><b>Complex Wall Profile</b></p>	 <p><b>17</b></p> <p><b>Complex Wall Profile</b></p>	 <p><b>18</b></p> <p><b>FloorSlab/Foundation vs Wall</b></p>	 <p><b>19</b></p> <p><b>Ramp</b></p>	 <p><b>20</b></p> <p><b>Downward Beam vs Slab</b></p>
 <p><b>16</b></p> <p><b>Complex Wall Profile</b> Inappropriate position of the openings or partial geometry creates the complex wall profile. Complex wall profile could result inaccurate calculation of the volume and area.</p>	 <p><b>17</b></p> <p><b>Complex Wall Profile</b> <b>Join/Cut Geometry/ Solid Operation</b> Inappropriate window/door insertion point could cause the wrong solid operation. In addition, solid operation between wall and structural framing or slab creates a complex wall profile.</p>	 <p><b>18</b></p> <p><b>Complex Wall Profile</b> <b>Join/Cut Geometry/ Solid Operation</b> Inappropriate opening insertion point could cause the wrong solid operation. In addition, solid operation between wall and structural framing or slab creates a complex wall profile.</p>	 <p><b>19</b></p> <p><b>Complex Wall Profile</b> <b>Join/Cut Geometry/ Solid Operation</b> Inappropriate opening insertion point could cause the wrong solid operation. In addition, solid operation between wall and structural framing or slab creates a complex wall profile.</p>	 <p><b>20</b></p> <p><b>Complex Wall Profile</b> <b>Wall Split Point/ Wall Join</b> The split of the wall point has to be carefully modeled. The wrong split point causes a complex and unrealistic wall profile.</p>
 <p><b>16</b></p> <p><b>Complex Wall Profile</b> <b>Sketch-based modeling method for the wall</b> Separated walls should not be modeled as one element. If there are more than one slabs need to be modeled, model each individual wall as a single separated element.</p>	 <p><b>17</b></p> <p><b>Complex Wall Profile</b> <b>Join/Cut Geometry/ Solid Operation</b> Wall geometry by floor/slab divides the wall, however, separated walls are still remaining as a single wall element. Separated walls must be modeled individually. Even though it is a digital model, we shall always model it as constructed in real construction.</p>	 <p><b>18</b></p> <p><b>Complex Wall Profile</b> <b>Wrong insertion point of the openings</b> The insertion point of the wall opening creates the surface or very thin wall segments from the solid boolean operation. The surface like geometry causes inaccurate volume and area calculations.</p>	 <p><b>19</b></p> <p><b>Complex Wall Profile</b> <b>Special object # ItBuildingElementProxy</b> The special object created by the geometrical forms instead of the out of box tools, such as a wall, floor, column etc must be assigned to the correct <code>ItEntity</code>. However, the special object should be created logically. This example is particularly wrong as a foundation created with multiple special objects. It will cause counting issues.</p>	 <p><b>20</b></p> <p><b>Complex Wall Profile</b> <b>Special object # ItBuildingElementProxy</b> Avoid the use of special object of your BIM Authoring software has the standard modeling tools for the building element. There is no reason to create the standard wall with the special object tool instead of a wall tool.</p>
<p><b>Complex Wall Profile</b></p>	<p><b>Wall vs FloorSlab</b></p>	<p><b>Wall vs Opening</b></p>	<p><b>Special Object</b></p>	<p><b>Special Object</b></p>
<p>Elements must be modeled with the correct model category. More than one category should not be modeled as a single category element, except door, window, curtainwall, precast concrete, and steel connections. Multiple elements must be modeled separately, whereas the single element must represent a single element. A digital model must be modeled as constructed in real construction. The special object must be assigned to the correct <code>ItEntity</code>.</p>				

Source: Junghwo Park, Point One Studio, Korea, [https://youtu.be/iN\\_CNvSGmrl](https://youtu.be/iN_CNvSGmrl)  
Figure 10. The common architectural and structural modeling mistakes

5  
BIM Quality Assurance

5 BIM Quality Assurance

Collisions free model strategy (Checking rules and tolerance)			
 <p><b>1</b></p> <p><b>MEP General</b> Collisions between the insulations of the MEP components and the other building elements are generally accepted. <b>ONLY</b> the self-intersection between the insulations and duplicated elements are to be checked</p>	 <p><b>2</b></p> <p><b>Concrete walls/Lead-bearing masonry walls vs MEP</b> Openings are to create for doors, windows and intersections between the load bearing walls and MEP installations larger than <math>\varnothing 300</math> mm are acceptable from the collisions. Collisions between the reinforcement and MEP systems have to be checked</p>	 <p><b>3</b></p> <p><b>Drywall construction vs MEP</b> The air thermal layer of drywall construction generally appears as a solid wall geometry in the model checking software. The collisions between the volume of the insulation/ air and MEP systems within the wall layers are acceptable.</p>	 <p><b>4</b></p> <p><b>Architectural finishes and the details</b> Collisions between the architectural finishes include insulations, airspace, assemblies, fittings and connections are acceptable. <b>ONLY</b> duplicated elements or elements are completely inside the other volumes are to be checked</p>
 <p><b>5</b></p> <p><b>MEP vs MEP</b> Collisions between the architectural interior walls/coverings/finishes and MEP elements are acceptable. <b>ONLY</b> the large openings for the doors, windows, and MEP system has to be checked</p>	 <p><b>6</b></p> <p><b>STR vs MEP</b> Large openings The air thermal layer of architectural floor finishes generally appears as a solid floor geometry in the model checking software. The collisions between the volume of the insulation/ air and MEP systems within the floor layers are acceptable. <b>ONLY</b> the large openings effects on the usable floor areas need to be checked</p>	 <p><b>7</b></p> <p><b>ARC vs MEP</b> Large openings Reinforcement vs MEP Collisions point smaller than <math>\varnothing 300</math> mm is acceptable on the concrete slabs and the foundation slabs. <b>ONLY</b> the collisions between the reinforcement and the MEP systems have to be checked.</p>	 <p><b>8</b></p> <p><b>ARC vs ARC</b> Facade and the architectural finishes Openings for the exterior wall finishes, covering, and airspace are to create for the large MEP installations, doors and windows.</p>
 <p><b>9</b></p> <p><b>ARC vs MEP</b> Large openings Collisions between the volume of the insulation/ air, roofing and MEP elements within the roof layers are acceptable. <b>ONLY</b> the large openings for the windows, ducts and stair openings are to be checked.</p>	 <p><b>10</b></p> <p><b>ARC vs MEP</b> Ceiling vs MEP Collisions between the ceiling and MEP elements are generally acceptable.</p>	 <p><b>11</b></p> <p><b>STR vs MEP</b> Architectural wall vs Sub-structure/ substrate The air thermal layer of the wall construction generally appears as a solid wall geometry in the model checking software. The collisions between the volume of the insulation/ air and sub-structures/substrates within the wall layers are acceptable.</p>	 <p><b>12</b></p> <p><b>ARC vs ARC</b> Architectural elements vs Sub-structure/ substrate The overlapping or duplicated elements between architectural details and structural framings are acceptable. For example, collisions between steel framings and the door jamb or window frame are acceptable.</p>
 <p><b>13</b></p> <p><b>ARC vs STR/Steel framing structure</b> Steel framing structure Collisions or gap (tolerance of 3 cm) between the steel framing structures are acceptable if steel connections are not to be modelled in the project LOD Definition. <b>ONLY</b> duplicated elements or geometries completely inside another geometry must be checked.</p>	 <p><b>14</b></p> <p><b>ARC vs STR/Steel framing structure</b> Steel connections If the steel connections are included in the structural model. The steel connections between the steel connections are to exclude from the collisions check. <b>ONLY</b> duplicated elements or geometries completely inside another geometry must be checked.</p>	 <p><b>15</b></p> <p><b>STR vs STR/Steel framing structure</b> Concrete structure vs Steel connections If the steel connections are included in the structural model. The collisions between the steel connections and the concrete structure is acceptable. <b>ONLY</b> duplicated elements or connections completely inside the concrete structure must be checked.</p>	 <p><b>16</b></p> <p><b>ARC vs STR</b> Architectural floor vs Sub-structure/ substrate The air thermal layer of the floor construction generally appears as a solid wall geometry in the model checking software. The collisions between the volume of the insulation/ air and sub-structures/substrates within the floor layers are acceptable.</p>
<p>Tolerance for the collision check</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ARC - Architecture</li> <li>• STR - Structure</li> <li>• MEP - Mechanical, Electrical and Plumbing</li> </ul> <p>ARC/STR/HAAC/FF: 10 mm Steel Construction: 1 mm</p>			

Source: Junghwo Park, Point One Studio, Korea, <https://youtu.be/chyLHhZdz8>  
Figure 11. Collision-free coordination model strategy

On the one hand, it is imperative to model precisely according to the project BIM standard, but on the other hand, it is also inevitable to make mistakes in modeling. Therefore, quality assurance of BIM model is critical to leverage the information later phases based on the given model. When coordinating each discipline model, planning the clash avoidance strategy that sequentially proceeds with priorities and modeling contents is also essential. Each discipline can also create volumes for the design areas to avoid clashes. However, in the stage of preparing a tender document or before the submission milestones to each work stage, a more systematic and rule-based model checking is required. This allows checking not only the clashes but also the parameters as far as the specific planning regulations. Recently, various BIM authoring software also

6

Summary

7

References

introduces tools that automatically check hard collisions or prove the parameters internally, and can systematically perform automated quality assurance using programming language and API. However, it is necessary to check the clashes of the federated model. To gain any value from the collision check process BIM coordinators and BIM managers need to granulate their searches to target specific zones and elements, with a good understanding of the important elements to include and what can be excluded. Figure 11 above shows the matrix system of allowances and tolerances of the clashes between the domain models. This systematic matrix should be frequently updated after the coordination meetings so that the rule sets of the quality assurance can evolve during the planning stages. Every important model amendments must be tracked between the old and new version of the models by comparing the different versions. From the model comparisons, BIM managers can automatically create the model description document with the important changes. The coordination and quality assurance reports eventually created in PDF and BCF file so that the reports can be distributed to all participants to correct the issue areas before and after the coordination meetings.

### 6 Summary

If we think about the origin of the definition of Building Information Modeling, we can realize how important modeling is in BIM workflow. Information management is also possible based on precisely developed models, and the outputs inherited from the models can be trusted and utilized during the life cycle of the building. With the development of technology, new applications and cloud systems that can efficiently realize the As-built model or Digital Twin appear every day. However, it is meaningless to introduce a more advanced system based on the wrong model inputs from the beginning. In particular, several disciplines work on the project based on different software and working cultures in the openBIM environment, BIM standards and protocol as well as structured BIM strategies are key to success. Otherwise, BIM project is nothing different from collaborating with the traditional CAD method, but rather it can lead to the project failure or even company and owner's bankruptcy.

### 7 References

Austrian Standard International, University of Innsbruck, The Property Server (Merkmalserver), Available from <http://db.freebim.at/>  
 BSI (2013) PAS1192-2:2013 Specification for information management for the capital&delivery phase of construction projects using BIM.) London W4 4AI, UK, British Standards Institution  
 bildingSMART International, IFC2x Edition 3 Technical Corrigendum 1, Available from <https://standards.buildingsmart.org/IFC/RELEASE/IFC2x3/TC1/HTML/>  
 BIM Execution Plan Generator, Mandating a method does not work, Available from <https://app.bimsupporters.com/executionplan/>  
 BIMQ, Data accessed, Available from <https://bim-plattform.com/>  
 Charles; Fisher, David; Lafue, Gilles; Lividini, Jo-seph; Stoker, Douglas; Yessios, Christos, Eastman (1974), An Outline of the Buolding Description System, Institute of Physical Planning  
 Junghwo Park, Young-Geun Kim, HyungWook Kim (2020), Autodesk Revit Architectural Modeling Guide v1.0 For Concrete Structure: Construction Planning, p.53-54  
 Van Nederveen, G.A; Tolman, F.P. (1992) Modelling multiple views on buildings, Automation in Construction 1  
 Jane Foulkes (2012), Design and Build Procurement in the Context of BIM and the Government Construction Strategy, Available from <https://www.fgould.com/uk-europe/articles/design-and-build-procurement-context-bim-and-gover/>

7

## References

Jeff Wix, Jan Karlshøj (2010), Information Delivery Manual Guide to Components and Development Methods, p.6

Kahyun Jeon, Ghang Lee (2018) Information Delivery Manual (IDM) Configurator: Previous Efforts and Future Work, p.3

Michael S (2012) Bergin, A Brief History of BIM, Available from <http://www.archdaily.com/302490/a-brief-history-of-bim/>

Mark Baldwin (2019), The BIM Manager: A Practical Guide for BIM Project Management, p.80-82

NBS BIM Toolkit, The easy way to define who is doing what and when on your BIM projects, Available from <https://toolkit.thenbs.com/>

schweizer standards fürs bauen, BIM-Profil-Server, Available from <https://www.crb.ch/>

## Inhaltsverzeichnis

**Clemens Resch****Die BIM Ausbildung am camillo sitte bautechnikum**

## Inhaltsverzeichnis

- 1 Die BIM Ausbildung am camillo sitte bautechnikum (csbt)**
  - 1.1 Präambel**
  - 1.2 Einleitung**
  - 1.3 Entwicklung der letzten Jahre**
  - 1.4 Ziel**
- 2 Ansätze und Strukturen**
- 3 Umsetzung von BIM im Unterricht**
  - 3.1 Projekt**
  - 3.2 Theorie**
  - 3.3 openBIM und IFC**
  - 3.4 CDE**
  - 3.5 Software**
  - 3.6 BIMcert**
- 4 Zusatzausbildung**
- 5 Probleme in der Realität**
- 6 Personal**
- 7 BIM Rollenverteilung im csbt**
- 8 Geplante Umsetzung von BIM vom Ministerium**
- 9 Zukunftsvision**

## 1

Die BIM Ausbildung am camillo sitte bautechnikum (csbt)

## 1.1

Präambel

## 1.2

Einleitung

## 1.3

Entwicklung der letzten Jahre

## 1 Die BIM Ausbildung am camillo sitte bautechnikum (csbt)

Ein realitätsnaher Bericht über vergangene, aktuelle und zukünftige Konzepte und Umsetzungen in der extrem wichtigen berufsbildenden Ausbildungsschiene der 15- bis 19-Jährigen.

### 1.1 Präambel

Der Unterricht an den HTLs – eine der erfolgreichsten Ausbildungsformen – ist sehr spezialisiert, damit auch je nach Standort von der Schulleitung abhängig und autonom beeinflussbar. Es bestehen viele Zusammenarbeiten zwischen den verschiedenen Standorten, aber »at the frontline« letztendlich ist der Unterricht dann doch von den einzelnen Lehrenden abhängig. Welche Technologien und welche Ausstattung welche Schule hat und einsetzt, obliegt einzig der Schule selbst und ist somit sehr heterogen.

### 1.2 Einleitung

Seit ca. zehn Jahren versuchen zwei engagierte Professoren an der HTL Wien in der Leberstraße – das »camillo sitte bautechnikum (csbt)« - BIM in den Unterricht zu integrieren und das Wissen darüber breit zu lehren. Durch das Wechseln diverser Führungskräfte, gab es immer wieder einige Auf- und Abs bei diesem Unterfangen. Integriert über die Jahre zurückblickend, kann ich sagen, dass tatsächlich viel weitergegangen ist, aber sehr viele Chance ungenutzt liegengeblieben sind. Das leidige Problem der vielen verschiedenen Standards lastet auf der vernünftigen allseits anerkannten BIM-Ausbildung. Es gab und gibt in Österreich einige BIM-Zertifizierungen, die alle mit einem globalen Anerkennungsproblem und der neutralen Vergleichbarkeit zu kämpfen haben. Der neue vielversprechende Versuch von bSAT hier eine einheitliche Ausbildungsschiene, die BIM-Zertifizierung im kommerziellen, wie auch parallel im akademischen Bereich zu organisieren, scheint letztendlich als sehr praxisnah und sinnvoll. Die modulare Aufbauweise kommt den Ausbildungsstätten sehr entgegen, da sich die Inhalte so besser in die Ausbildung integrieren lassen können.

Clemens Resch und Marco Fiedler sind am csbt seit Jahren federführend in der kreativen Konzeption und Durchführung der BIM Methode in der Lehre.

### 1.3 Entwicklung der letzten Jahre

Folgend eine kurze Übersicht über den gesamten Klassenstrukturen, die an einer HTL auftreten können. Es gibt Tages- (Hoch- und Fach), Kolleg- und Abendschulformen sowie einige weitere Unterscheidungsformen. Dieser Überblick ist nur kurzgehalten, da dies den Rahmen hier sprengen würde. Er soll aber der Leserschaft ein Gefühl für die Heterogenität und die Komplexität der Ausbildung näherbringen.

Wir unterscheiden hier in zwei verschiedene Typen der Lehre für die unterschiedliche Lehrpläne und Vorschriften gelten: Das ist einerseits das **Schulunterrichtsgesetz – SchUG** und andererseits das **Schulunterrichtsgesetz für Berufstätige, Kollegs und Vorbereitungslehrgänge – SchUG-BKV**. Das sind zwei rechtlich unterschiedliche Gruppen, die es zu beachten gilt.

An unserer HTL gibt es die sogenannte Tagesschule, die hauptsächlich dem SchUG unterliegt und die sogenannte Abendschule, die nur dem SchUG-BKV unterliegt.

Als weitere Unterteilungen gliedert sich die Tagesschule in eine fünfjährige »Höhere«, die mit einer Matura abschließt und eine dreieinhalb jährige »Fach«-Schule, die mit einer Abschlussprüfung abschließt. Weiters gibt es noch ein zweijähriges Tageskolleg das mit einer (Fach)Matura und einen Aufbaulehrgang, der auch mit einer Matura abschließt.



1.4

Ziel

2

Ansätze und Strukturen

**Auszug aus dem textierten Lehrplan:**

*Im Bereich Konstruktionsübungen, Entwurfzeichnen und Darstellung kennen die Absolventinnen und Absolventen die wesentlichen Methoden normgemäßer Plandarstellungen von Bauwerken in verschiedenen Maßstäben und Inhalten. Sie können Projektpläne gemäß den Regeln einer normgerechten Plandarstellung händisch und mit Hilfe von CAD darstellen, bauspezifische Software anwenden, Bauteile bzw. Bauwerke nach vorgegebenen Anforderungen entwerfen, konstruieren und dimensionieren, Konstruktionen und Projekte interpretieren, optimieren, dokumentieren und präsentieren sowie bauspezifische Software anwenden.*

Der derzeit vorgeschriebenen Lehrpläne enthalten keine direkten Anweisungen BIM Technologie in der Ausbildung zu lehren. Die Vorschriften sind jedoch sehr generell gehalten, sodass es mit Kreativität jederzeit möglich ist, es entsprechend zu interpretieren. Wobei in den Vertiefungen dann nochmalige weiterführende detaillierte Beschreibungen vorliegen.

Es besteht auch noch die Möglichkeit schulautonom über den Schulgemeinschaftsausschuss (SGA) lokale autonome Änderungen vorzunehmen. Weiters bietet sich auch noch die Option der Freifächer an, die aber mengenmäßig, gemäß einem Schlüssel begrenzt sind und meistens schon für andere zusätzliche Unterrichte in Verwendung sind. Wie man erkennen kann, ist die Voraussetzung für eine strukturierte einfache Implementierung nicht gegeben, wobei zusätzlich auch noch jede Änderung der offiziellen Lehrpläne ein recht zeitintensiver Prozess ist, der oft Jahre dauern kann und nicht direkt über die Unterrichtenden läuft, sondern über das Ministerium und deren untergeordnete Arbeitsgruppen.

**1.4 Ziel**

Eine BIM-Ausbildung in Theorie und Anwendungen in alle relevanten Bereiche der Bau- und Gebäudetechnik integriert und von den jeweiligen hauseigenen Unterrichtenden abgehalten.

Die clusterübergreifende Projekt-Zusammenarbeit mit den Bereichen Architektur, Tragwerke, Infrastruktur, Baubetrieb, Baukonstruktion, Bauphysik, Haustechnik, etc. und Nutzung des gemeinsamen digitalen Datenmodells samt Datenaustausch- und Kommunikationsszenarien.

**2 Ansätze und Strukturen**

Wir beziehen uns im Folgenden exemplarisch und der Einfachheit halber, nur auf die Tagesschule-Höhere.

Unsere ersten Versuche liegen schon weit über zehn Jahre zurück. Von der eigens in Leben gerufenen CAD/BIM Arbeitsgruppe wurden viele Vorschläge, Manifeste, Inhalte und Vorgaben produziert. Das erste sinnvolle BIM-Konzept, das die Lehre von BIM in theoretischer und praktischer Weise vorgab, wurde 2014 in mehrfach überarbeiteter Form als lokale Richtlinie für den Unterricht herausgegeben. Zu diesem Zeitpunkt war BIM schon in einigen Ländern für staatliche Vergaben normativ festgelegt worden. (BIM-Level 2 compliances)

Trotzdem war es in unserem schulischen Umfeld für die meisten noch Neuland.

- × Vermittlung mehrerer CAD/BIM Programme durch die Unterrichtenden
- × Ausbildung ist in die Cluster (lt. Übersicht) integriert und wird von den jeweiligen hauseigenen "KU-Professorinnen" abgehalten
- × Schülerinnen & Schüler benötigen ab Beginn des 2.Jahres einen Laptop für die CAD Ausbildung
- × Erstellung und Wartung eines gemeinsamen "Planungsstandards" für die Schule durch die ARGE CAD
- × Clusterübergreifende Projekt-Zusammenarbeit mit den Bereichen Tragwerke, Infrastruktur und Baubetrieb (Nutzung des digitalen Datenmodells)

### Tagesschule Höhere

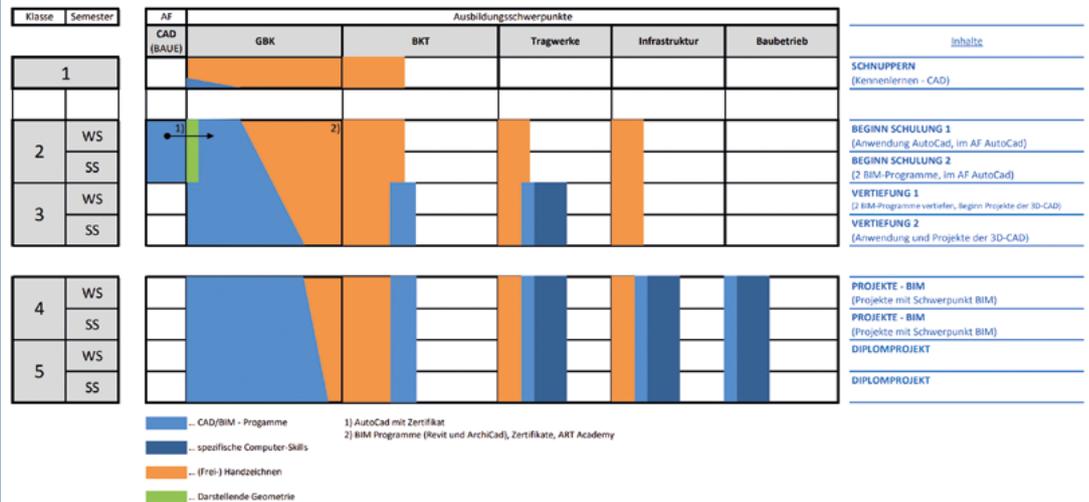


Abbildung 3: Auszug aus dem Letztstand des »BIM-Konzept« 2014, Löffler/Resch/Fiedler

## 2 Ansätze und Strukturen

Wie hier leicht zu erkennen ist, wurde schon damals ein großer Wert auf die interdisziplinäre Zusammenarbeit der verschiedenen Fächer und Richtungen (unserer ZT und BM) gelegt. Das Hauptfach »GBK« war quasi DAS Planungsfach und lies den Unterricht der und mit den notwendigen Softwarepakete zu.

Wir konnten uns hier bei der »bauspezifischen Software« einklinken und entsprechend unser Programm umsetzen. In den anderen Fächern BKT, Tragwerke, Infrastruktur und Baubetrieb sollte es ähnlich erfolgen. Man kann ganz links die Spalte AF erkennen, welche ein aktuelles Fach (AF) – sprich Freifach – darstellt. In diesem wurde damals das Programm AutoCAD gelehrt. Das 2014er Konzept wurde von der damaligen Schulleitung getragen und von allen Beteiligten sehr begrüßt.

In der darauffolgenden Umsetzung scheiterte es aber leider. Das Hauptproblem waren mangelnde In-House Infrastrukturen, zu geringe Qualifikation der Unterrichtenden und eigentlich am massivsten an den reduzierten Stunden im Lehrplan in den technisch einschlägigen Fächern, bei gleichzeitiger Erhöhung des Inhaltes. Wir bekamen zwar seelische, aber keine praktische Unterstützung.

Dazu ist zu sagen, dass sich Schulungen und Zertifizierungen in den zwei wichtigen Autoren Softwarepaketen Revit und ArchiCAD in einer einschlägigen Bauschule dann doch durchgesetzt haben. Um hier eine gewisse Firmenunabhängigkeit zu haben und das »open system« hoch zu halten, war es uns immer wichtig, zumindest zwei der wichtigen Autoren Softwares zu schulen. Der Einsatz bzw. die Schulung der darauf aufbauenden bzw. anschließenden Software Tools war im Zuge der Projektarbeiten vorgesehen. In einer großen Schule ist es viel schwieriger, als in einer privaten Firma, einen bedeutenden Teil seines Personals auf neue Inhalte umzustellen. Die Widerstände sind erheblich und die Mittel für die Motivation gering. Wir haben viele Stunden interner und externer Schulungen in unsere Kollegenschaft investiert. Das Resultat war nicht beauschend. Aus BIM-Sicht erfreulicherweise gab und gibt es einen Generationenwechsel an unserer HTL, wodurch wir hoffen konnten, einschlägig geschulten Nachwuchs von außen zu bekommen. Bis dato ist das Ergebnis jedoch ernüchternd. Es gibt noch immer nicht genug BIM-SpezialistInnen am Markt.

### 3 Umsetzung von BIM im Unterricht

#### 3.1 Projekt

Das Fazit unserer Erfahrung ist, dass es leider an der praktischen Anwendung bzw. der Erfahrung der Lehrenden fehlt, um auch die Methode vertieft lehren zu können. Deswegen können wir nur bestätigen, dass hier der bei weitem größte Aufholbedarf vorhanden ist. Das CAD/BIM Team schloss sich danach im Sinne der Ressourcen Bündelung mit dem IT-Team zum neuen BIM-IT Team zusammen und präsentierte 2016 ein Manifest, dass weitere Verbesserung garantieren sollte.

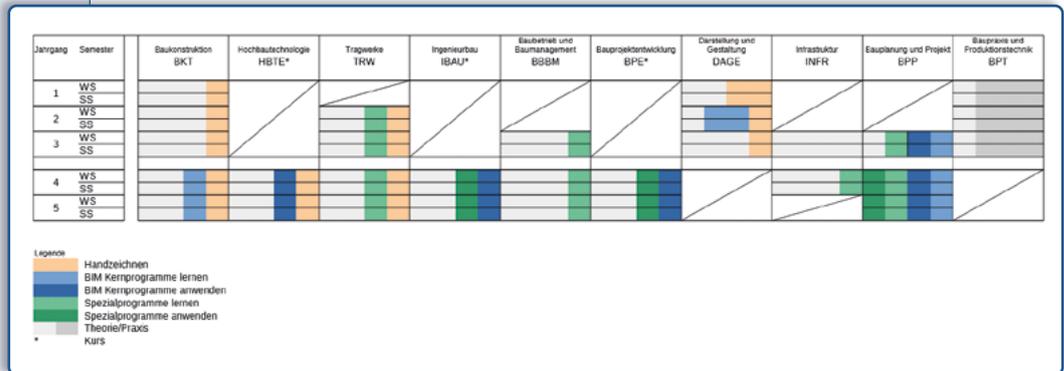


Abbildung 4: BIM-Manifest 2016, Fiedler/Resch

Beim diesem wurde das Augenmerk verstärkt auf die Unterscheidung des Lehrens/ Erlernens und der Anwendung gelegt. Zusätzlich wurden die Erfahrungen von den Jahren zuvor weiter eingearbeitet. Schulungen und Zertifizierungen von Softwarepakete wurden durch eine große Zahl von Freifächern zusätzlich abgedeckt. Der Beginn war vielversprechend und man konnte die Begeisterung im Schulteam (SL, Lehrende und SchülerInnen) erkennen.

Nach einem Wechsel in der Schulleitung (SL), der zur Folge hatte, dass jegliches Schulen von Software Produkten im Unterricht untersagt wurde, konnte nicht mehr wie gehabt vorgegangen werden. Einzig durch Freifächer bzw. externe Kurse war es noch möglich Schulungen anzubieten. Somit war die BIM-Lehre am csbt zwar gebremst, aber nicht gestoppt. Es wurde auf kleiner Flamme weitergekocht.

Mittlerweile wurde die Schulleitung personell vollständig erneut und ist dem BIM Gedanken sehr positiv gegenüber eingestellt. Das BIM-IT Team bekommt viel Unterstützung und entwickelt sich rasant weiter. Die aktuelle Entwicklung wird weiter unten dargestellt.

### 3 Umsetzung von BIM im Unterricht

Wie schon weiter oben erwähnt, mussten wir kreativ sein, um neue Inhalte in bestehende Lehrpläne zu integrieren. (durch eine entsprechende Interpretation). Die bestehenden Lehrplaninhalte werden durch eine Verschränkung der BIM-Theorie (in BBM) und den BIM-Anwendungen (Fach- und Projektunterricht) umgesetzt. Das hat den riesigen Vorteil, dass unsere Schülerinnen und Schüler von mehreren Seiten gefüttert und bearbeitet werden.

#### 3.1 Projekt

Das »Um- und Auf« und für uns deshalb so essenziell, ist der Projekt Unterricht – das eigentliche Kerngeschäft. Dies wird von mehreren Kolleginnen und Kollegen parallel getragen. Dieser Unterricht, der so, wie von uns vorgeschlagen, der BIM-Methodik entspricht, ist gemäß unseren Empfehlungen abzuhalten. Wir haben diesen Aufbau parallel ähnlich dem Planspiel von Hannes Asmera bzw. der BIM-Projektdurchführung wie folgt zusammengestellt.

### 3.1 Projekt

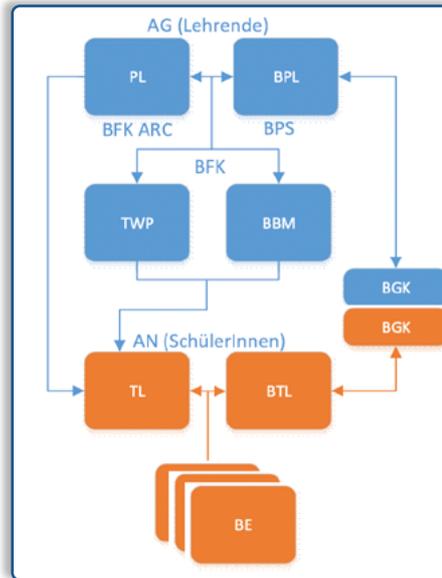


Abbildung 5: Übersicht Projekttablauf »BIM-Konzept« 2021, Resch/Fiedler

Unsere Rollenaufteilung muss mit den gegebenen Randbedingungen (RB) im Klassen- bzw. Projektverband zurechtkommen. Die RB werden durch die Lehrfächerverteilung (LFV) vorgegeben. Jede Klasse bekommt 2–4 Lehrende für das Projekt zugewiesen. Die Schülerinnen und Schüler werden in Gruppen zu 3–5 Personen geteilt. »Man streckt sich nach der Decke«.

Deshalb werden von Einzelnen oft mehrere Rollen parallel übernommen. Auch ist die Kommunikation über unterschiedliche Grenzen hinweg erlaubt und gegeben.

Die AuftraggeberIn (AG) ist normalerweise die Lead ArchitektIn, die die meisten Stunden (WE) im Projekt hat. Sie bestimmt die Art, den Inhalt und das Ziel des Projektes, sowie die Gruppengrößen. Sie liefert die Unterlagen und legt Termine fest.

Die Projektleitung (PL) wird von derselben Person wie die AG wahrgenommen. Sie ist hauptverantwortlich für die entsprechende Umsetzung und hat bei Notwendigkeit zum Gegensteuern einzugreifen.

Die BIM-Projektleitung (BPL) ist die zweite Hauptlehrkraft im Projekt und hat über die gesamte notwendigen BIM Kompetenzen zu verfügen. **Das ist bis dato die Schlüsselperson, die in der Realität Mangelware ist.** Sie ist für die gesamte Steuerung und Koordination der BIM Agenden verantwortlich. Ihr untergeordnet haben wir dann:

Die BIM-FachkoordinatorInnen (BFK): Diese sind dem Projekt zugeteilte SpezialistInnen. Manchmal sind das bei uns dieselben Personen wie in der PL oder BPL, da hier nicht alle Rollen von verschiedenen Personen gefüllt werden können:

Architektur (ARC): Diese wird normalerweise entweder von der PL oder BPL abgedeckt

Bauingenieur- und Infrastrukturwesen (TWP und IST): Meistens eine zusätzliche Lehrkraft, die dem Projektunterricht mit geringen Stunden zugeteilt wurde

Baubetrieb (BBM): Verhält sich gleich wie bei der TWP

Auf der SchülerInnen Seite haben wir ein bis zwei TeamleiterInnen, die einerseits die Teamleitung (TL) übernehmen und die sich andererseits die BIM-Gesamtkoordination (BGK) mit der BPL teilen. In den Teams sind dann die einzelnen BE tätig.

Nach der Projekteinleitungsbesprechung erfolgt die Besprechung und Festlegung des BIM-Projektentwicklungsplan (BAP) in dem diverse Vorgaben gemäß BIM-Standards definiert werden. Hier ist geplant einen gewissen »Rahmen«-Schulstandard zu definieren, damit Projekte zukünftig auch aufwandsmäßig und qualitativ vergleichbarer werden. (Ist auf der Agenda)

Je nach Jahrgang: 3., 4. oder 5. Jahrgang werden die Inhalte des BAP angepasst und nach oben hin angereichert. Das lässt sich leicht aus den Kapiteln von vorher herleiten. Wir haben die riesige Aufgabe die Theorie als auch die Praxis zu lehren und zu üben. Da

3.2  
Theorie

3.3  
Open BIM und IFC

3.4  
CDE

die Inhalte aber erst peu à peu gelehrt werden – im speziellen die diversen notwendigen Softwarepakete – lässt sich in den Projekten erst stufenweise das gesamte BIM-Programm umsetzen.

Ein sehr wichtiger Aspekt im BAP ist die Wahl der einzusetzenden Softwarepakete. Entsprechend dieser teilen sich oft die Projektgruppen selbst ein. Die Kommunikation mit den Lehrenden erfolgt seit einigen Jahren über CDE Plattformen, die den Corona bedingten Übergang zum digitalen Unterricht sehr erleichtert haben. In der Praxis des letzten Jahres lässt sich aber erkennen, dass die soziale Komponente in der Zusammenarbeit eine sehr wichtige ist und dass die Komplettumstellung auf »Distanz«, die absolut notwendige direkte Kommunikation komplett zum Erliegen bringt. Wir haben dadurch bei allen Beteiligten mit massiven Motivationsproblemen zu kämpfen.

### 3.2 Theorie

Das theoretische Wissen über BIM wird stufenweise ähnlich dem bSAT BIMcert vermittelt.

Im 3. Jahrgang wird das fundamentale Wissen über BIM – ähnlich dem Level A des BIMcert in den Fächern BKT und Baubetrieb vermittelt. Hier ist die entsprechende Kompetenz bei der Lehrkraft notwendig. Wir haben schulintern schon zig Listen angefertigt, die diese Eigenschaften erkennen lassen. In der Praxis ist das keine zwingende Qualifikation, um diesen Gegenstand zu unterrichten, da dies arbeitsrechtlich und menschlich nicht zulässig ist. Aber der interne Plan lautet: Bringe so viele Lehrende wie nur möglich, so schnell wie nur möglich zumindest auf das Theorie Level A und in Folge die SchülerInnen auch.

Im 4. Jahrgang wird das Wissen über den Level A vorausgesetzt und zusätzlich Teile des Level B passend zu den Fächern Baubetrieb bzw. BKT eingearbeitet. In diesem Jahr, dem aufwändigsten der Schullaufbahn, erfolgt auch schon parallel der Einsatz des Wissens im Projekt, wodurch die Wiederholung und eine Festigung des Gelernten stattfinden kann. Die dabei entstandenen Projekte sind schon von beachtlicher Qualität.

Im 5. Jahrgang werden noch vorhandene Wissenslücken für die Fertigstellung des Maturaprojektes gefüllt und die Diplomarbeiten bearbeitet. Die erfolgreichen Abgängerinnen sollten auf jeden Fall in der Lage sein, wissenstechnisch Level A und B sowie Teile von Level C zu kennen bzw. zu beherrschen.

### 3.3 Open BIM und IFC

Das csbt als staatlich finanzierte Ausbildungsstätte steht natürlich dem openBIM-Gedanken sehr positiv gegenüber und versucht ihn auch immer zu leben. Kommerzielle Firmen, die uns unterstützen, haben natürlich jede ihre eigenen Interessen. Wir versuchen aber so breit wie möglich zu verteilen und schulen unter anderem natürlich das offene IFC Format als gängiges Austauschformat. Umso besser ist es, dass in den Klassen praktisch nie komplette »closed BIM«-Projekte vorkommen.

### 3.4 CDE

Seit ca. fünf Jahren setzen wir teilweise bei den Projekten CDE Plattformen ein. Diese haben für beide Seiten (Lehrende und Lernende) den riesigen Vorteil der absoluten Transparenz und Nachvollziehbarkeit. Ganz abgesehen von den viel besseren Speichermöglichkeiten. Die Beurteilung bzw. Korrektur der Arbeiten und Projekte ist jederzeit live möglich und kann viel einfacher stattfinden. Auch hier arbeiten wir noch intensiv an der Akzeptanz der Belegschaft. Wobei sich diese Plattformen auch konstant weiter entwickeln und verändern, was wiederum die menschliche Trägheit herausfordert. Die Klassen, die ihre Projekte schon auf den Plattformen hatten, waren durch den Covid-19 bedingten Lock down viel weniger betroffen wie traditionell arbeitenden Klassen und konnten fast normal weiterarbeiten.

## 3.5

Software

## 3.6

BIMcert

## 3.5 Software

Nach vielen Versuchen die Software Pakete den Schülerinnen und Schülern entsprechend näher zu bringen, entweder im Rahmen eines Pflichtfaches, eines quasi Frei(pflicht)faches, eines Freifaches, einer externen Schulung oder überhaupt sich selbst überlassen (per YouTube), starten wir nächstes Jahr »wieder« neu mit folgendem Konzeptvorschlag:

	BIM - GRUNDLAGEN (2. JG)	BIM - FORTGESCHRITTEN (3. JG)	BIM - SPEZIAL (4. JG)	BIM - ZERTIFIZIERUNG (5. JG)	
3,5	Autocad (Grundkurs)	Revit (Fortgeschritten)	MIXED REALITY: VR/AR, Unity MAKER LAB: 3d Druck, LaserCutting	BIM-Zert Zertifizierungskurs (NEU!) (1h WS - kein Unterricht im SS)	bisher 12,5 h - NEU: 12,0 h
3,5	Revit (Grundkurs)	Revit + Archicad (Fortgeschritten)	DATA EXCHANGE: BIM-Datenaustausch Arch., TW, BBB MODEL CHECKING: Solibri-Modellüberprüfung	BIM-Zert Zertifizierungskurs (NEU!) (1h WS - kein Unterricht im SS)	
3	Archicad (Grundkurs)	Archicad (Fortgeschritten)	BUILDING PHYSICS: Archiphysik, Antherm PRESENTATION: Rendering, Animation, Jahresprojektpräs.		
1	Archicad (Grundkurs)	Archicad (Fortgeschritten)			
1	Revit (Grundkurs)	Revit (Fortgeschritten)			Erweiterung: 3,0 h
1			TW - RFEM		
1			BBB - iTWO		
1			IST - BIM-INFRASTRUCTURE		
15	3,5 (bisher 5,0)	4 (bisher 5,0)	3,5 (bisher 2,5) + 3,0 (NEU)	1,0 (NEU)	SUMME: 15,0 h

... 0,5 h/Wo im SJ  
 ... 1,0 h/Wo im SJ  
 ... 1,5 h/Wo im SJ

Abbildung 6: Übersicht Freifächer »BIM-Konzept« 2021, Fiedler/Resch

Leicht zu erkennen ist, dass zwei wichtige Autoren Softwares intensiv geschult werden. Diese Software ist unsere Kernsoftware, mit der die Datenbanken erstellt werden und findet in den Fächern BIM-G und BIM-F statt. Im Fach BIM-S werden alle darauf aufbauenden Werkzeuge vorgestellt und mehr oder weniger intensiv geschult. Wir bieten im Anschluss an die Kurse auch Zertifizierungen für Interessierte für diverse Softwarepakete an, da wir auch einige Autorisierungen für diese, durch unsere Lehrenden haben. Die BIMcert Zertifizierungsberechtigung zu erlangen, ist gerade auf der ganz aktuellen Agenda.

## 3.6 BIMcert

Durch die jetzt neu verfügbaren Inhalte und Strukturen von BIMcert wird es uns in der HTL entscheidend erleichtert, einen international anerkannten Wissenstand zu lehren bzw. die vorhandenen Materialien zu nutzen, um endlich die zigfach vorhandenen und zermürenden Mehrgleisigkeiten zu reduzieren. Im 5. Jahrgang werden noch abschließend einige Zertifizierungen angeboten, um den erfolgreichen Schülerinnen und Schülern einen guten und vor allem erfolgreichen Berufseinstieg erleichtern zu können. Es ist geplant, die interessierte Belegschaft wissensmäßig in nächster Zeit zumindest auf Level A zu heben. Dies entweder über eine direkte Kooperation mit der TU-Wien oder eben auch InHouse (SCHILF).

Durch die BIMcert-Zertifizierung versprechen wir uns auch die Erstellung und Wartung eines gemeinsamen »Planungsstandards«, der eine internationale Gültigkeit hat. Auch glauben wir, dass die Zusammenarbeit mit den anderen Ausbildungsstätten gefördert wird und nicht alle parallel dasselbe erfinden müssen. (z.B: HTL:B-IMPuls)

4

Zusatzausbildung

5

Probleme in der Realität

#### 4 Zusatzausbildung

Zur weiteren Nutzung des BIM-Modells und um eine zukünftige digitale Ausbildung am csbt in näherer Zukunft zu sichern, sind wir gerade dabei, einerseits ein Maker Lab bestehend aus 3D-Druckern (PLA und SLA), einem Betondrucker und einem Laser Cutter mit einem engagierten jungen Team aus dem Boden zu stampfen und andererseits unsere Kompetenzen im Bereich VR/AR/Realtime Rendering auszubauen. Auch hier arbeitet das BIM-IT Team intensiv mit internationalen Entwicklungsabteilungen aus der Wirtschaft zusammen und hat auch hier schon teilweise Zertifizierungskompetenz erlangt.

Wir streben ein Kompetenzzentrum für AR/VR und der Programmierung von BIM-Modellen an und sind auch schon in der Ausarbeitung von diesem tätig. Die real time Multiuser Nutzung der BIM-Modelle mit allen vorhandenen Metadaten und möglichen Interaktivität im Modell und »on site« wird schon nächstes Schuljahr geschult werden. Die Begeisterung dafür ist auf jeden Fall schon sehr groß und wir freuen uns.

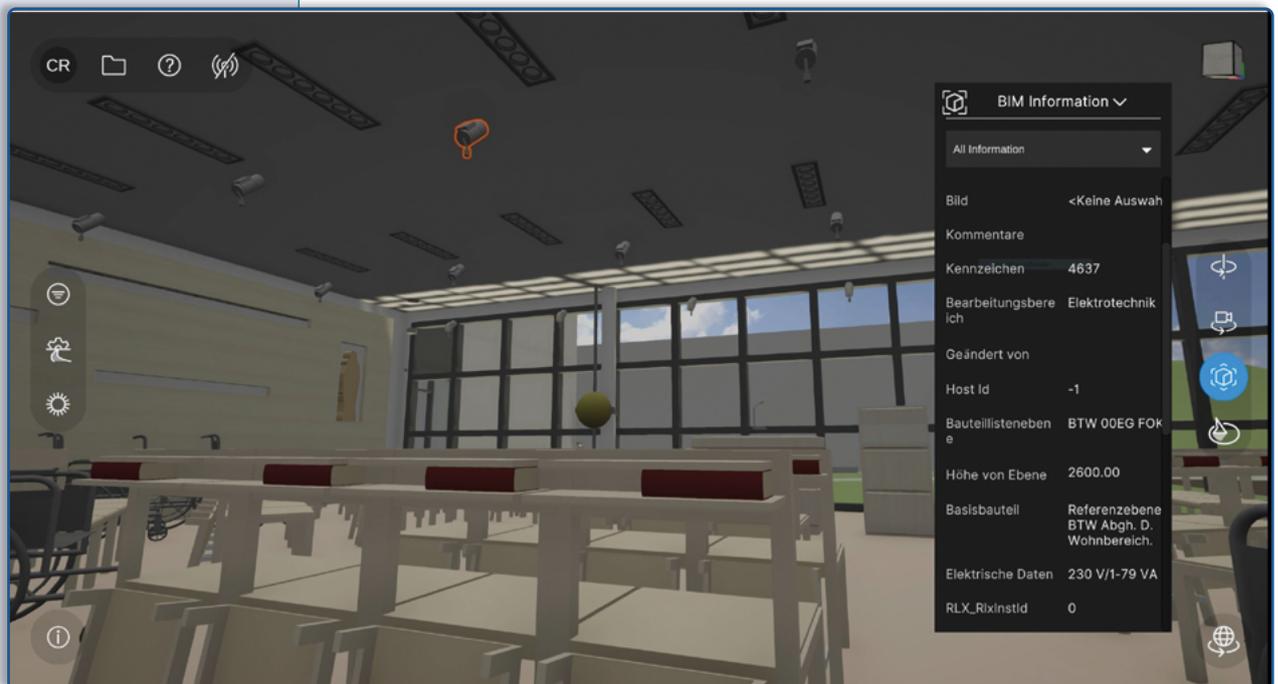


Abbildung 7: Ausschnitt eines VR Projektes, csbt

Auch der fachpraktische Unterricht (Werkstätte) wird im »BIM Zug« mitgenommen und wird im neu geschaffenen Maker Lab für eine Realisierung – this time it is the real one of the twins – der virtuellen Welt maßstäblich und in echt sorgen.

#### 5 Probleme in der Realität

Was sind die Probleme, mit denen wir uns konfrontiert sehen? Wir müssen, um wirklich erfolgreich zu sein, die Position des Kunden, das sind die Schülerinnen und Schüler, einnehmen. Diese sind im Normalunterricht (Präsenz) mit ca. 38 Stunden je Woche vollbeschäftigt. Zusätzlich ist noch Zeit für Hausübungen, zum Üben und zum Lernen vorzusehen – ganz abgesehen von diversen Hobbys und Freizeitbeschäftigungen. Man kann sich somit leicht vorstellen, dass Freifächer, so interessant sie auch immer sein mögen, nur auf eine bedingte Begeisterung stoßen. Die einzige Möglichkeit hier zu punkten, ist durch die inhaltliche und pädagogische Kompetenz der Kurse und der

6

Personal

7

BIM Rollenverteilung im csbt

8

Geplante Umsetzung von  
BIM vom Ministerium

Lehrenden. Auch sind stundenplantechnisch mathematische Meisterleistungen notwendig, um so viele verschiedene Kurse auch noch zusätzlich zum Normalunterricht im Schulgebäude und den Stundenplänen der Betroffenen unterzubringen. Und wir sprechen hier bis dato nur von der höheren Tagesschule als Beispiel.

Die hardwaretechnische Ausrüstung der SchülerInnen ist im Normalfall keine große Hürde. Die Schule selbst ist derweilen auch schon ziemlich gut ausgestattet und hat für einkommensschwache Familien jetzt auch schon einen Pool an brauchbaren Leihgeräten eingerichtet.

Distance Learning hingegen macht uns mehr zu schaffen, als erwartet. Es wurde zwar eine schon längst notwendige Digitalisierungswelle erzwungen, was sehr positiv war, jedoch fehlt uns die soziale Komponente in den Teams enorm.

Auch ist die Umsetzung unseres Konzepts in den anderen Schultypen am Standort erst teilweise erfolgt, da noch einige Adaptierungen und Anpassungen in Zeit und Inhalt notwendig sind. Hier spielt die kompetente Personalknappheit eine nicht unwichtige Rolle.

### 6 Personal

»Today the half-life for new technical skills is approximately five years, and it's likely to get shorter.« — Expert interview, *Future of Work*

Dieses Statement stimmt zwar, jedoch basieren Weiterentwicklungen doch fast immer auf Technologien, die davor schon bestanden haben. Wer stetig weiter neugierig ist und den Luxus hat es sich leisten zu können, wird sich auch weiterbilden und begierig neue Technologien aufsaugen.

Die Ausbildung unseres Personals über interne SCHILFs ist bis dato noch nicht von durchschlagendem Erfolg gekrönt. Die Weiterbildung scheitert derzeit an den ausufernden Verwaltungstätigkeiten der KollegInneschaft, somit am Zeitmangel und den fehlenden Möglichkeiten das Wissen in der Praxis einzusetzen und zu vertiefen. Die HTL hat derzeit nicht mehr so viele PraktikerInnen wie früher im Personalstand und die BIM-Technologie ist noch zu jung, um bei den aktuellen KollegInnen schon zum Wissensrepertoire zu zählen.

Deshalb planen wir auch immer wieder externe SpezialistInnen für Kurse und Ausbildung einzusetzen. Das funktioniert zurzeit recht gut, bringt es doch einen frischen Wissenszuwachs ins Haus.

### 7 BIM-Rollenverteilung im csbt

Schulleitung:	Angelika Zeiningner
BIM-Management:	Clemens Resch, Marco Fiedler
CDE-Management:	Clemens Resch, Nina Fiedler
BIM-Qualitätsmanagement:	Marco Fiedler, Nina Fiedler
Mixed Reality:	Clemens Resch, Nina Fiedler
Maker Lab:	Clemens Resch, Simon Proksch-Weilguni, Markus Berger
BIM-TrainerInnen :	Clemens Resch, Nina Fiedler, Marco Fiedler, Sebastian Hirschfeld, Astrid Jagersberger, Christoph Hackspiel, Stefan Kernstock, Victor Löffler, Constanze Strapetz

### 8 Geplante Umsetzung von BIM vom Ministerium

Das Ministerium plant schon recht lange und in Kürze wird eine langfristige, alle HTLs betreffende BIM-Schulungsinitiative ausgerollt. Dabei werden die pädagogischen Hochschulen entsprechend zur Ausbildung der Belegschaft herangezogen. Die nächste Generation der Lehrpläne wird auch diverse Termini der BIM Technologie enthalten.

9

Zukunftsvision

### 9 Zukunftsvision

Wir uns wünschen uns eine fixe eindeutige Einbindung von BIM-Leveln in den Lehrplan mit entsprechenden Zertifizierungen am Ende jedes Semesters für die Top 50 Prozent bei den wichtigsten BIM Theorien und Software Paketen.

Wir können nur qualitativ hochwertige Ausbildungen am aktuellen Stand der Technik liefern, wenn wir auch die neuesten Technologien an die Ausbildungsstätten bekommen. Die Lehrenden sollen durch wiederkehrende Zertifizierungen bzw. Seminare am Stand der Technik gehalten werden. Ausbildungsstätten sollten die Speerspitze der Technologie sein und nicht am Schaft herumhängen.

Die Einbindung von externen Firmen ist gewünscht, um die Schulung der nachwachsenden HR zu fördern und nicht, wie es derzeit passiert, die Ausbildung in die Firmen verlagern, da der Markt eine eklatante qualifizierte HR Knappheit aufweist.

Das csbt muss weiter offene Standards vertreten, um die Verantwortung für die Ausbildung den SchülerInnen gegenüber wirklich wahrzunehmen und sie für den größten Teil des Marktes qualifiziert zu machen.

Inhalt

Lukas Spreitzer

## Schnittstellenprogrammierung als openBIM-Katalysator

Inhalt

- 1 Einleitung und Problemstellung
- 2 Schnittstellenprogrammierung von BIM-Software
  - 2.1 APIs
  - 2.2 Desite BIM
    - 2.2.1 Koordinierung und Kollisionsprüfung
    - 2.2.2 BIM 4D
    - 2.2.3 BIM 5D
    - 2.2.4 Informationsmanagement
  - 2.3 Desite API
    - 2.3.1 Eigenschaftsskripte
    - 2.3.2 Automationskripte
    - 2.3.3 Allgemeine Skripte
    - 2.3.4 WebForms
  - 2.4 Beispiele und Konzepte WebForms
    - 2.4.1 Beispiel Asfinag Stützpunkt St. Georgen, S 36
    - 2.4.2 Beispiel: Anbindung einer Webdatenbank (Ökobaudat)
- 3 Fazit: Potenziale

1

## Einleitung und Problemstellung

**1 Einleitung und Problemstellung**

Die Vorteile von openBIM und insbesondere der Nutzung des IFC-Formats liegen unter anderem im Software-unabhängigen und offenen Informationsfluss. Dabei ist der Fortschritt der Standardentwicklung unterschiedlich weit fortgeschritten. OpenBIM ist im Hochbau weit ausgereift, im Infrastrukturbereich ist die Entwicklung von Standards im Gange und noch nicht in Softwarelösungen integriert. Abschnittsweise ist OpenBIM demnach noch nicht vollumfänglich möglich, auch wenn davon auszugehen ist, dass dies lediglich eine Frage der Zeit ist.

Um dennoch den openBIM-Gedanken zu verfolgen und mit möglichst wenig Schnittstellenverlusten zwischen Softwareumgebungen zu arbeiten, bietet sich das IFC Format (IFC 2x3 bzw. IFC4) als Übergabeformat an. In AIA und BAPs können die zu verwendenden Datenformate und -strukturen projektbezogen näher definiert werden. Die geometrischen und alphanummerischen Informationen können, sofern das IFC-File korrekt konfiguriert, auch übergeben werden. Nach Belieben können in der Autorensoftware noch zusätzliche Merkmale (»Properties«) vergeben und diese ebenfalls im IFC-Format exportiert werden. In der Praxis gibt es einige BIM Projekte, in denen AIA und BAP viel Interpretationsspielraum bieten (oder gar nicht existieren). An dieser Stelle ist zu erwähnen, dass dies im Idealfall ein vergängliches Problem ist, da es mit steigender Kompetenz und Erfahrung, sowie übergreifenden Ambitionen (buildingSMART, Digitale Behördenverfahren) Standards entstehen werden. Aktuell werden die Anforderungen in vielen BIM Projekten kooperativ und mit dem Fokus auf Wissensaufbau bei den Projektbeteiligten erarbeitet. BIM Anwendungsfälle laufen oft parallel zur konventionellen Abwicklung, häufig gibt es keine konkreten Vorgaben und AG lassen sich von AN führen. Dennoch muss es möglich sein, in eben solchen Projekten trotzdem Mehrwert zu schaffen. Durch die fehlende Definition von Informationsanforderungen kann es dazu kommen, dass AG erst nach der Übermittlung von Modellen durch den AN bemerken, dass wesentliche Informationen, welche nicht gefordert wurden, noch im Modell fehlen und diese ergänzt werden sollen. Nun gibt es zwei Möglichkeiten: Entweder ein AN wird beauftragt, diese Änderungen nachzuführen oder dies wird intern vom AG übernommen. Es ist jedoch tendenziell so, dass AG nicht über Modellierkenntnisse bzw. ausreichende Kompetenz mit Modellersoftware verfügen. Hier setzt die Idee der Bearbeitung auf Basis von IFC Modellen an. Durch entsprechende Nutzung der Programmierschnittstellen ist diese Informationsanreicherung per Eingabemaske möglich und verlangt somit keine Modellierkenntnisse. Auch können folglich Projektbeteiligte Modellinformationen ergänzen, die selbst nicht zwingend eine BIM Software benötigen und diese somit auch nicht haben (z.B. Örtliche Bauaufsicht). In BIM Projekten gibt es derzeit noch viele Schnittstellen, die für Informationsverluste und -defizite prädestiniert sind. Diese sind unter anderem:

- Natives Modell – Datentransfer/Datenaustausch
- Schnittstelle Project Information Model (PIM) und Asset Information Modell (AIM)
- Schnittstelle Modell – CDE
- Schnittstellen zwischen unterschiedlichen Fachmodellen
- Schnittstelle Ausschreibungsmodell – Ausführungsmodell – As built Modell
- Schnittstelle Modell – Datenquellen (Verknüpfungen, Dokumente)

Bei Infrastrukturprojekten besteht in Bezug auf openBIM die Herausforderung, dass noch kein IFC Standard für Infrastrukturbauwerke existiert und demnach entsprechende Datenstrukturen in Eigenarbeit erstellt und vorgegeben werden müssen. Man kann sich hier an den bereits von buildingSMART veröffentlichten Dokumenten zu IFC Standard-erarbeitungen (Entwürfe und Kandidaten) für Infrastrukturbauwerke orientieren, muss aber die Topologie der jeweiligen Bauteile über entsprechende Merkmale definieren. Die IFC Datenstruktur kann um ein entsprechendes Merkmalset ergänzt werden. Unterstützend kann auf Merkmaldatenbanken (z.B. BIMQ) zurückgegriffen werden, in welchen BIM-Regelwerke vorgegeben werden können, die von den Projektbeteiligten einzuhalten

## 2 Schnittstellenprogrammierung von BIM Software

### 2.1 APIs

sind. Die Erstellung von Skripten in geeigneter Software (z.B. Solibri Office, Desite BIM) bietet sich für die automatische Abwicklung der Strukturierung von Modellelemente auf Basis der dafür vergebenen Merkmale an.

Darüber hinaus besteht die Herausforderung, dass v.a. im Infrastrukturbereich unterschiedliche Softwareumgebungen zum Einsatz kommen, die sich in ihrem logischen Aufbau grundlegend unterscheiden. Modelle werden zum Beispiel in einer Trassierungssoftware (z.B. ProVI) und einer Betonbausoftware (z.B. Revit) anders aufgebaut und Merkmale unterschiedlich vergeben. Dennoch müssen diese Modelle in einem Gesamtmodell koordiniert werden. Dies bedingt eine nachgehende Normalisierung von IFC Modellen, um ein Koordinationsmodell mit einheitlichen Bezeichnungen und Strukturen zu erhalten. Auch für solch eine Normalisierung bietet sich die Erweiterung von Softwareprogrammen durch Programmierschnittstellen an, um leichter eine durchgängige Informationsqualität zu erhalten.

Neben der mit der Einführung von BIM verbundenen Thematik der kulturellen Veränderung existiert eine bedeutende technologische Einstiegshürde. Aus der zusätzlichen Komplexität und dem damit verbunden notwendigen Wissensaufbau, ergibt sich in der Anfangsphase ein erhöhter Mehraufwand durch die Einführung von BIM. Jedes Hilfsmittel, das die Komplexität reduziert und Vorgänge beschleunigt, trägt demnach zur Beschleunigung der Veränderung bei. Neben der Automatisierung von repetitiven Arbeitsschritten im Zuge der Modellierung, Prüfung, Koordinierung oder Auswertung von Modellen, bietet die Bedienung von Programmierschnittstellen das Potenzial zur vereinfachten Informationsverwaltung und Reduzierung der Schnittstellenverluste. Zwar wird punktuell damit die technologische Komplexität erhöht (Programmierkenntnisse nur punktuell beim Aufsetzen notwendig), allerdings können die Resultate zu einer Reduktion der technologischen Barriere führen und ermöglichen damit eine breitere Akzeptanz. In den folgenden Kapiteln werden die Thematik und die Potenziale der Schnittstellenprogrammierung von BIM-Software anhand eines konkreten Softwarebeispiels veranschaulicht. Die Ausführungen sollen als Denkanstoß für weitere Einsatzgebiete dienen.

## 2 Schnittstellenprogrammierung von BIM-Software

### 2.1 APIs

Einige BIM Softwarelösungen bieten Funktionserweiterungen und Anbindungen über sogenannte APIs. API steht für Application Programming Interface. Sie definieren Interaktionen zwischen unterschiedlichen Softwareapplikationen (auch Software-Hardware Interaktionen, aber hier Fokus auf Software). Unter anderem definieren diese Anfragen an -und Antworten des Systems, die gemacht werden können, wie diese durchgeführt werden, welche Datenformate genutzt werden müssen und welche Konventionen befolgt werden müssen.

Viele der gängigen BIM Softwareanwendungen, u.a. auch Revit, Archicad und Solibri Office, verfügen über eine API, und ermöglichen dadurch einerseits eine vereinfachte Bedienung und andererseits eine Erweiterung der Programmfunktionalität. Die Funktionalität bzw. der Funktionsumfang der APIs ist jedoch unterschiedlich stark ausgeprägt. Projekt- und Modellelemente können per Skript angesprochen und bearbeitet werden. Das große Potenzial liegt in der Automatisierung von Arbeitsschritten und der damit einhergehenden Reduzierung des Aufwands, sowie der Erstellung von Benutzeroberflächen zur vereinfachten Bedienbarkeit. Des Weiteren erleichtern Skripte eine projekt- bzw. organisationsspezifische Informationsverwaltung. Im Folgenden wird beispielhaft die API der Software Desite MD und deren mögliche Anwendungsgebiete nähergebracht.

## 2.2

## Desite BIM

## 2.2.1

Koordinierung und  
Kollisionsprüfung

## 2.2.2

## BIM 4D

**2.2 Desite BIM**

Desite BIM ist ein Softwareprodukt für die Informationsverwaltung, Koordinierung und Zusammenarbeit in openBIM Projekten. Neben für Koordinations- und Prüfsoftware üblichen Funktionen wie Koordinierung von Modellen, regelbasierten Prüfroutinen und Kollisionskontrolle ermöglicht Desite auch Operationen der Informationsverwaltung. In Kapitel 2.3 wird gezeigt, dass und wie diese Funktionen auch über die Programmierschnittstelle gesteuert werden können. Im Folgenden wird auf die Funktionen von Desite BIM eingegangen, damit spätere Ausführungen zur API verständlicher werden.

**2.2.1 Koordinierung und Kollisionsprüfung**

Desite verfügt neben einer Schnittstelle für den Import der IFC-Versionen 2x3, 4 und 4.1 auch über einige weitere gängige Schnittstellen des Hochbau- und Infrastrukturbereichs. Dies ermöglicht das Zusammentragen unterschiedlicher Modelle und Informationsquellen, und man ist nicht ausschließlich auf IFC beschränkt. Das Koordinationsmodell kann in weiterer Folge wieder als IFC ausgeben werden. Sollte noch keine Prüfung der jeweiligen Modelle durchgeführt worden sein, ist dies auch in Desite möglich, allerdings müssen diese Prüfregeln projektbezogen neu angelegt werden. Sollte es eine Projektrichtlinie in BIMQ geben, so kann ein Prüfregel-Dokument an Desite übergeben werden, was die Erstellung von Prüfregeln wesentlich beschleunigt.

Bei Infrastrukturprojekten kann beispielsweise das Umgebungsmodell eine wichtige Rolle spielen. Hier hat man die Möglichkeit verschiedene Teilmodelle aus unterschiedlichen Quellen zusammenzutragen und zu koordinieren, u.a.:

- cityGML, dxf für Stadtmodelle
- landxml für digitale Geländemodelle bzw. Trassierungsinformationen
- pointclouds in diversen Formaten
- Orthofoto, welche in weiterer Folge auf Geländemodelle gemappt werden können

Bezüglich der Koordinierung von BIM Modellen in Infrastrukturprojekten ist es essenziell, dass ein Projektbasispunkt festgelegt wird. Sollte dies nicht geschehen sein, ermöglicht Desite das Verschieben von Modellen beim Import oder im Nachhinein.

Es können Kollisionsprüfungen durchgeführt werden. Die Projektkommunikation wird über BCF-Dateiformat ermöglicht.

**2.2.2 BIM 4D**

Unter BIM 4D versteht man die Verknüpfung von Modellelementen mit Zeitinformationen. Das Ziel hierbei ist eine erhöhte Terminalsicherheit, sowie eine Validierung der Abfolgen und Machbarkeit. Weiter können Terminpläne mit Bezug zum BIM Modellen erstellt werden und die Basis für die Logistik- und Ressourceneinplanung bilden. Die Visualisierung und Simulation von Bauabläufen kann außerdem zur Akzeptanzsteigerung und leichterem, schnellerem Verständnis bei Projektbeteiligten beitragen. 4D Modelle können auch zur Baufortschrittskontrolle genutzt werden (Soll vs Ist).<sup>1</sup>

Desite ermöglicht das Verknüpfen von Modellelementen (z.B. IFC-Modellelementen) mit Zeitinformationen. Dies kann entweder durch den Import von Terminplänen (z.B. MS Project) oder durch das manuelle Eingeben von Vorgängen mit Zeitinformationen geschehen. In weiterer Folge kann ein Bauablauf als visuelle Kontrolle des Terminplans bzw. für etwaige Machbarkeitsanalysen simuliert werden. Ein Beispiel hierfür ist in Abbildung 1 ersichtlich: Die Bilderstrecke zeigt die geplante Errichtung eines Tunnelsegments unterhalb der Gleise einer U-Bahnlinie. Das BIM Modell wurde mit Zeitinformationen verknüpft, um einen komplexen Sachverhalt darzustellen und die Bauabwicklung abzustimmen.

<sup>1</sup> BMVI (2019), Steckbriefe der wichtigsten BIM Anwendungsfälle, BIM4Infra2020, S.26f

### 2.2.3 BIM 5D



Abbildung 1: Beispiel einer Bauablaufsimulation

Auf Basis der Zeitinformationen und verknüpfter Ressourcen kann ein Zeitplan erstellt und exportiert werden. Ein hilfreiches Feature ist u.a. das Zerschneiden von Elementen (d.h. Teilmengen können ermittelt werden), die sich das Programm auch bei Aktualisierung des IFC Modells merkt. Weiters kann die Verknüpfung von Vorgängen und 3D-Objekten über Regeln oder Skripte vorgenommen werden. Per WebForm (siehe Kapitel 2.3.4) ist es denkbar, die Verknüpfung über eine entsprechende Benutzeroberfläche zu unterstützen.

#### 2.2.3 BIM 5D

BIM 5D ist die Erweiterung der BIM Modells mit Kosteninformationen. Im Speziellen ist darunter die Zuweisung von Leistungspositionen zu Modellelementen, das Befüllen der Leistungspositionen mit modellbasierten Mengen und die Nutzung der Modellelementtypen zur Definition der erforderlichen Positionen im Leistungsverzeichnis zu verstehen. Das damit verfolgte Ziele sind ein reduzierter Aufwand bei der Erstellung von Leistungsverzeichnissen und mehrfachen Mengenauszügen, erhöhte Kostensicherheit, Prüfbarkeit und Transparenz.<sup>2</sup>

Für eine entsprechende Qualität der Weiterverarbeitung ist eine Abstimmung der Strukturen von Projekt, Modell, Terminplan sowie Leistungsverzeichnis essenziell. In Desite können Leistungsverzeichnisse erstellt werden und mit Bauteilen verknüpft werden. Die Verknüpfung kann entweder manuell oder analog zu den Zeitvorgängen über Regeln erfolgen. Leistungsverzeichnisse können auch über die GAEB XML (X81, X86) Schnittstelle importiert (und exportiert) werden. Jeder Vorgang im Leistungsverzeichnis hat die Eigenschaften Menge, Einheit und Einheitspreis, weitere Eigenschaften können hinzugefügt werden.

Für Leistungspositionen können Formeln für die Mengenberechnung hinterlegt werden. Dazu können Merkmalausprägungen von verknüpften 3D Modellen berücksichtigt werden. Die Verknüpfung von Modellelementen mit Position im Leistungsverzeichnis kann über entsprechende Regeln und Skripte automatisiert werden. Die unterschiedlichen Arten von Skripten werden in Kapitel 2.3 nähergebracht.

<sup>2</sup> BMWI (2019), Steckbriefe der wichtigsten BIM Anwendungsfälle, BIM4Infra2020, S.24f

2.2.4.  
Informationsmanagement

2.3.  
Desite API

2.3.1  
Eigenschaftsskripte

### 2.2.4. Informationsmanagement

Die Verknüpfung von Informationen mit Modellelementen ist ein wesentlicher Bestandteil von BIM Projekten. In Desite können neben Modellen zusätzlich Informationen in Desite verarbeitet und mit Modellelementen verknüpft werden. So ist es möglich Datenbanken anzubinden, Merkmale zu ergänzen bzw. zu bearbeiten und Dokumente zu verknüpfen. Die Informationsverwaltung ist ein prädestinierter Ansatzpunkt für Skripte.

### 2.3. Desite API

Das Verständnis des out-of-the box Programms ist eine wesentliche Grundlage für die API-Bedienung. Anhand der Programmierschnittstelle der Software Desite MD<sup>3</sup> werden im Rahmen dieses Dokuments mögliche praktische Anwendungen durch die Schnittstellenprogrammierung veranschaulicht. Im Wesentlichen dient die Desite API dazu Programmabläufe zu automatisieren, Objekteigenschaften zu erstellen und individuelle Eingabeformulare zu erstellen.

Die API von Desite MD ist in vier Level aufgegliedert:

- Core API
- Automation API:
- Project API
- Navigator Project API

Die vier Level stehen in einem Erbschaftsverhältnis zueinander, d.h. die API von höheren Levels verfügen alle Funktionen der niedrigeren Level. Jede Ebene ist als Klasse im Programm implementiert und stellt bestimmte Funktionen zur Verfügung. Tabelle 1 zeigt den Funktionsumfang der unterschiedlichen Level.

Level	Name	Funktionen	Verwendung
1	Core API	Abrufen von Objekteigenschaften	Eigenschaftsskripten
2	Automation API	Ändern von Modellen und Objekten	Automationsskripte
3	Project API	Bearbeitung von Sichtbarkeit Selektion, Materialien, Ansichtspunkten und 4D Ansicht	Allgemeine Skripte zur Automatisierung von Abläufen im Projekt
4	Navigator Project API	Zugriff auf Signale für Selektions- und Sichtbarkeitsänderungen im 3D Modell	Formulare

Tabelle 1: Übersicht der Desite API Level

Das Ansprechen der API erfolgt im Wesentlichen über die Programmiersprache JavaScript, allerdings werden Automationsskripte zusätzlich in XML bzw. WebForms in HTML eingebettet. Die HTML Einbettung der WebForms ermöglicht eine graphisch ansprechende Gestaltung derselben.

### 2.3.1 Eigenschaftsskripte

Eigenschaftsskripte eignen sich für das automatisierte Bearbeiten von Eigenschaften, d.h. deren Erstellung, Bearbeitung und Berechnung. Das ermöglicht eine attraktive Alternative zur manuellen Definition von Eigenschaften. Eigenschaftsskripts sind am

3 <http://cloud.ceapoint.com/html-api-2.8/html/index.html>

## 2.3.2

## Automationsskripte

zielführendsten, wenn sie kurz und effizient gestaltet sind, da sie bei jedem Abrufen der Eigenschaft ausgeführt werden und längere Skripte sich auf die Leistung auswirken würden.

Das folgende, stark vereinfachte, Beispiel zeigt die Ermittlung des Werts für eine Eigenschaft »Energieausweis«, welcher automatisch den Bauteilen hinzugefügt wird (Abbildung 2). Diese soll angeben, ob ein Element für die Berechnung des Energieausweises herangezogen wird (Wert = true) oder nicht (Wert = false). Dazu wird die im aus ArchiCAD exportierten IFC-Modell vorhandene Eigenschaft »Lage« gelesen, um zu ermitteln, ob es sich um ein Außenbauteil handelt, da dieser folglich Teil der, für die Berechnung des Energieausweis notwendigen, Außenhülle des Gebäudes ist.

```

1
2
3
4
5 var id = desiteThis.ID();
6 var Lage = desiteAPI.getPropertyValue( id, 'ArchiCADProperties:Lage', 'xs:string');
7
8 if ( Lage == 'Außen' )
9 {
10  true;
11 }
12
13 else
14 {
15  false;
16 }

```

Abbildung 2: Beispiel Eigenschaftsskript – Eigenschaft Energieausweis

### 2.3.2 Automationsskripte

Automationsskripte dienen dem Automatisieren von Vorgängen und greifen auf Elemente der AutomationAPI und CoreAPI zurück, um Modelle und Objekte bearbeiten zu können. Ein Automationsskript wird durch drei wesentliche Parameter definiert: Name, Trigger und Target. Um ein Automationsskript auszuführen, muss für dieses ein Name angegeben werden.

Die Skripte (JavaScript eingebettet in XML) werden von sogenannten Triggern ausgelöst. Unter einem Trigger versteht man Ereignisse, die das Ausführen von Automationsskripte auslösen. Mögliche Trigger sind:

- onModelAdded: beim Hinzufügen eines Teilmodells
- onModelRemoved: Beim Löschen eines Teilmodells
- onModelUpdated: Beim Aktualisieren eines Teilmodells
- onUserRequest: Manuelles Ausführen
- onProjectCreated: beim Erstellen eines neuen Projekts
- onProjectOpened: beim Öffnen eines Projekts
- onProjectClosed: beim Schließen eines Projekts

»Target« legt fest, auf welche Objekte sich die im Skript vorkommenden Regeln sich beziehen. So bezieht sich zum Beispiel »project« auf das gesamte Projekt und »model« nur auf ein Teilmodell.

Eine mögliche Herangehensweise an Automationsskripte ist das Ausführen von bestimmten Operationen in Schleifen. Wenn Objekte eine bestimmte Bedingung erfüllen, werden die Operationen auf diese angewendet. Bedingungen können durch folgende Attribute definiert werden:

- Domäne (z.B. Geometrie)
- Attributname
- Datentyp des Attributs (string, double, etc.)
- Filter auf Attributwert
- Prüfe vererbte Attribute (true, false)

## 2.3.3

## Allgemeine Skripte

Zur Verringerung des Programmieraufwands können Mappingtabellen aus .csv-Dateien eingelesen werden. Diese können als Übersetzungstabellen dienen, auf die in Automationskripten zugegriffen werden kann.

Eine mögliche Anwendung für Automationskripte, wäre das automatische Starten von den im BAP festgelegten Prüfkriterien beim Hinzufügen oder Ändern eines Modells (onModelAdded bzw. onModelUpdated). Die Prüfkriterien können auch aus BIMQ übergeben werden.

### 2.3.3 Allgemeine Skripte

Allgemeine Skripte kommen dann zum Einsatz, wenn Routinearbeiten auf Knopfdruck ausgeführt werden sollen. Sie werden manuell von Nutzer gestartet und greifen auf ProjectAPI, AutomationAPI und CoreAPI zurück. Die ProjectAPI ergänzt die Funktionalität um Selektion, Sichtbarkeit, Ansichtspunkten, Kameraansicht.

Im Folgenden ist ein einfaches Beispiel zu sehen.

Das Beispiel basiert auf dem bereits gezeigtem Eigenschaftsskript. In den ersten drei Zeilen in Abbildung 3 werden alle in der Domain »geometry« im Modell vorhanden Elemente abgerufen. In einem nächsten Schritt (Zeile 10) wird die aktuelle Selektion gelöscht. Dann wird in einer Schleife geprüft, welche Elemente Teil der Außenhülle sind (wenn das Attribut Energieausweis den Wert »true« hat) und in einer Liste zusammengeführt. Zuletzt werden jene Elemente selektiert und herangezoomt. Elemente, die nicht außen liegen werden ausgeblendet. Ein Vorher-Nachher Vergleich ist in Abbildung 4 ersichtlich.

```

5 var modelList = desiteAPI.getModelListByDomain("geometry");
6 var root = desiteAPI.getRootNodeByModel(modelList[0]);
7 var elements = desiteAPI.getContainedElements(root, 0);
8 var selection = "";
9
10 desiteAPI.clearselection(false);
11
12 for(var i=0; i < elements.length; i++){
13     var sel = desiteAPI.getPropertyValue(elements[i], 'Energieausweis', 'xs:boolean');
14     if(sel)
15     {
16         selection += elements[i];
17         selection += ";";
18     }
19 }
20
21 desiteAPI.selectElements(selection, true);
22 desiteAPI.zoomToSelected();
23 desiteAPI.showElementOnly(selection);
24 desiteAPI.repaint3DView();

```

Abbildung 3: Fortgeführtes Beispiel aus Eigenschaftsskripte

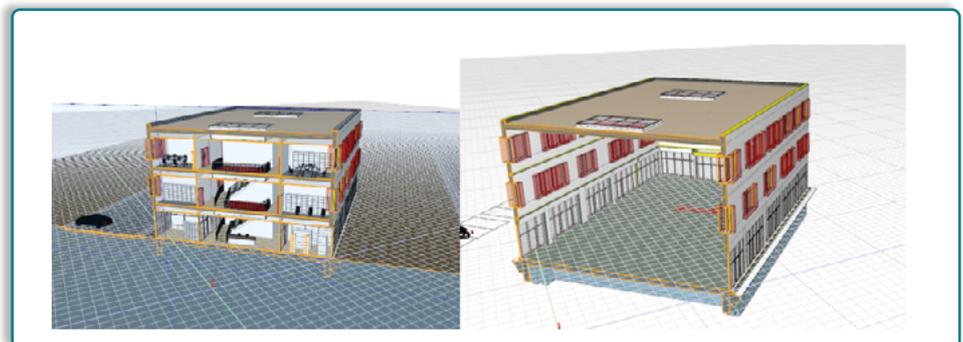


Abbildung 4: Modell vor (links) und nach (rechts) ausführen des Skripts. Man sieht das ausschließlich außen liegende Elemente angezeigt werden.

## 2.3.4 WebForms

### 2.3.4 WebForms

Die vollumfänglichste und damit mächtigste Form der Aufprogrammierung von Desite sind WebForms (auch Formulare). Alle vier API Levels können verwendet werden. Die Programmierung von WebForms erfolgt in JavaScript, die Beschreibung in HTML, wodurch mehr Freiheiten in der Gestaltung der Formulare gegeben ist. Es können graphische Benutzeroberflächen in Eingabefeldern zur Informationsbearbeitung erstellt werden. Außerdem ist durch die NavigatorProjectAPI eine dynamische Reaktion auf Selektion und Ansicht des Benutzers möglich.

WebForms bieten die Möglichkeit, die technische Komplexität der Modellbearbeitung zu reduzieren, da Anwender über Eingabemasken mit dem Modell interagieren. Auf Basis der Anforderungen von Organisationen bzw. Projekten können gezielt Formulare entwickelt werden. Die technologische Herausforderung ist die Erstellung der Formulare, wobei diese durch Personen mit Programmierwissen mit vergleichsweise wenig Aufwand verbunden ist. In weiterer Folge wird die technologische Barriere durch benutzerdefinierte Dialoge für Anwender verringert. Formulare können projektunabhängig gespeichert werden und sind somit in andere Projekte übertragbar.

Die Anwendungsgebiete sind hier zahlreich: Es können Benutzeroberflächen für sämtliche Funktionen von Desite erstellt werden, sei es die Eigenschaftsverwaltung, Verknüpfung mit Zeit- und Kosteninformationen oder das Anbinden von externen Datenbanken. Weiters kann die Filterung, Navigation und Ansichtssteuerung graphisch unterstützt werden. Formulare eignen sich zudem für den BIM2Field Einsatz, da diese auf der Tabletversion verwendet werden können.

In Abbildung 5 ist ein einfaches Beispiel für ein Formular ersichtlich. In einem ersten Schritt können per DropDown-Menü Elemente nach Typ gefiltert werden und angezeigt werden. Das zweite Feld dient zur Benennung eines neuen Propertysets, in diesem Fall »Test\_Pset\_Window«. In weiterer Folge kann optional eine Farbe für die geänderten Elemente gesetzt werden. Die Eigenschaften für die Elemente in der Ansicht können entweder einzeln oder gesamt gesetzt werden. Es ist hier auch möglich Werte von bereits vorhandenen Eigenschaften zu übernehmen (z.B. von Desite ermittelte geometrische Werte wie Volumen, Fläche etc.). Die neue gesetzten Eigenschaften sind dann unter dem neuen Eigenschaftsset in den Objektinformationen ersichtlich.

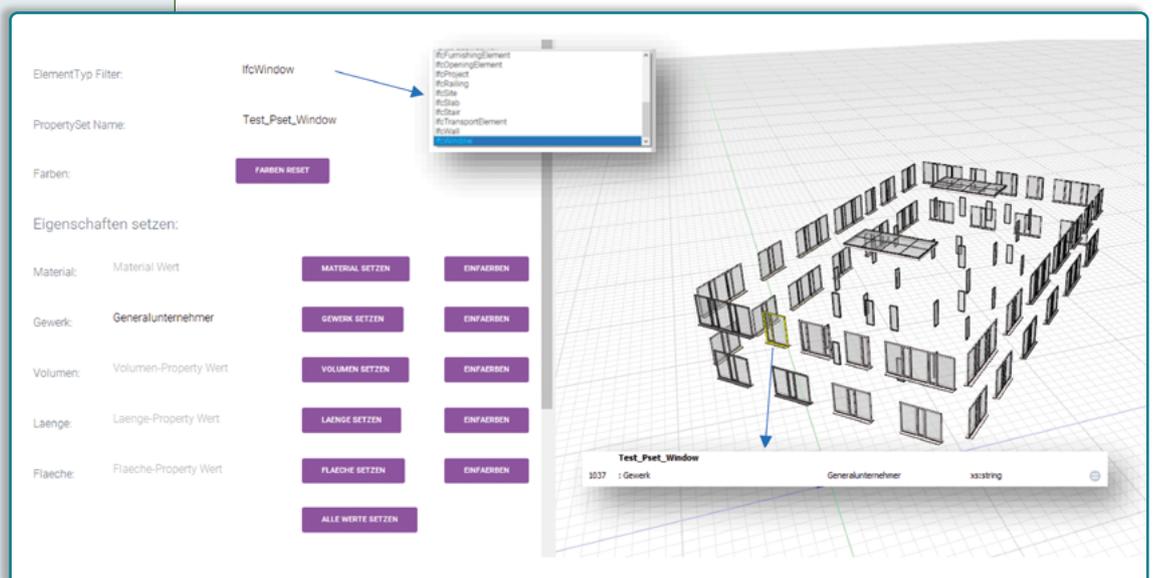


Abbildung 5: Beispiel für WebForm

## 2.4

Beispiele und Konzepte  
WebForms

## 2.4.1

Beispiel Asfinag Stützpunkt  
St. Georgen, S36

## 2.4 Beispiele und Konzepte WebForms

## 2.4.1 Beispiel Asfinag Stützpunkt St. Georgen, S36

Im Rahmen des Asfinag Projekts S36 Stützpunkt St. Georgen kam Desite als Koordinierungssoftware zum Einsatz. Die CDE wurde von Eplass bereitgestellt. Ziel dieses Pilotprojekts war es, Möglichkeiten für eine Digitale Abwicklung des Abrechnungsmodul gemeinsam mit der Bauaufsicht zu finden. Als Lösung wurde mithilfe eines Desite Formulars ein digitales Bautagebuch realisiert, welches eine direkte Anbindung zur CDE ermöglichte. In Abbildung 6 und Abbildung 7 ist das Formular zur Erstellung von Bautagesberichten sichtbar. Folgende Felder konnten befüllt werden:

- Arbeitszeit
- Wetter
- Temperatur
- Benötigte Geräte
- Facharbeiter
- Beschreibung der Leistungen
- Sonstiges
- Abnahme/Abnahmeprüfungen

Der Bautagesbericht konnte in weiterer Folge gespeichert werden und als PDF in die CDE geladen werden. Dieser Vorgang triggert den Bautagesberichtworkflows in Eplass.

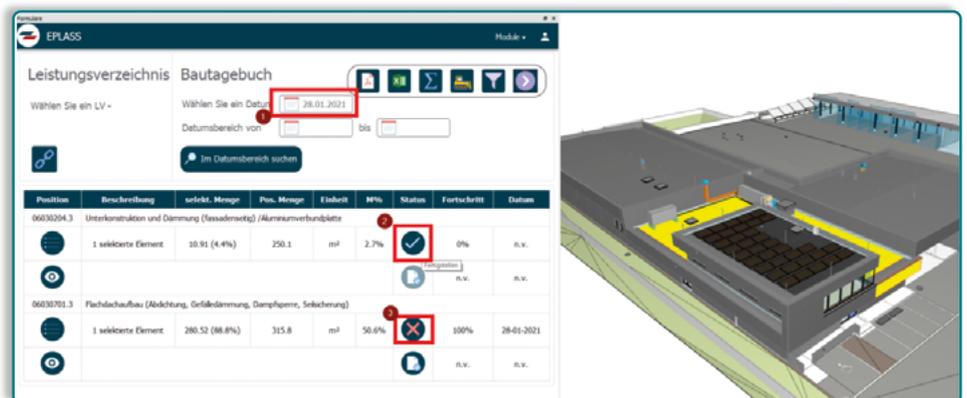


Abbildung 6: Formular für die Erstellung eines Bautagesberichts

**Bauvorhaben**

Arbeitszeit von 7:00 bis 12:00 und von 13:00 bis 18:00 Wetter **Bewölkt**  
 Temperatur minimal 7  
 Schlechtwetter von 0:00 bis 0:00 und von 0:00 bis 0:00 Temperatur maximal 1

Arbeiter	IST	Arbeiter	IST	Angestellte	IST	Geräte	IST
Hilfspoiler	<input type="checkbox"/>	Gerüster	<input type="checkbox"/>	Bauleiter	<input type="checkbox"/>	Kran	<input type="checkbox"/>
Vorarbeiter	<input type="checkbox"/>	Maschinist	<input type="checkbox"/>	Poler	<input type="checkbox"/>	Aufzug	<input type="checkbox"/>
Facharbeiter	<input type="checkbox"/>	Eisenbieger	<input type="checkbox"/>	Techniker	<input type="checkbox"/>	Bagger	<input type="checkbox"/>
Maurer	<input type="checkbox"/>	Mineur	<input type="checkbox"/>	Kaufmann	<input type="checkbox"/>	LKW	<input type="checkbox"/>
Betonierer	<input type="checkbox"/>	Hilfsarbeiter	<input type="checkbox"/>			Gräber	<input type="checkbox"/>
Zimmerer	<input type="checkbox"/>	Lehring	<input type="checkbox"/>				
Schaler	<input type="checkbox"/>						

Abbildung 7: Formular Bautagesbericht

## 2.4.2

Beispiel: Anbindung einer Webdatenbank (Ökobaudat)

3

Fazit: Potenziale

Als Teil des Bautagesberichts kann eine modellbasierte Fertigstellungsmeldung von Elementen durch das Formular erstellt werden. Nach Öffnen des Koordinationsmodell, kann für selektierte Objekte der Abrechnungsstatus eingesehen werden. Für einen gewählten Zeitpunkt kann weiters ein Abrechnungsbericht als PDF erstellt werden, welcher wiederum den für das Dokument vorgesehenen Workflow in Eplass triggert.

Das beschriebene Beispiel zeigt einen möglichen Einsatz für die WebForm API von Desite. In diesem Fall wird ein BIM2field Anwendungsfall beschrieben, welcher die Interaktion zwischen Koordinationsmodell und CDE beschreibt. Die direkte Anbindung ermöglicht einen durchgängigen Informationsfluss und zeigt Potenziale für zukünftige Anwendungen.

### 2.4.2 Beispiel: Anbindung einer Webdatenbank (Ökobaudat)

Wie bereits erwähnt ist es möglich, Informationen aus Datenbanken mit Modellelementen zu verknüpfen. Es ist darüber hinaus möglich per WebForm Informationen aus Webdatenbanken auszulesen und Modellelementen als Merkmal hinzuzufügen.

Abbildung 8 zeigt einen vereinfachten Workflow zur Anreicherung von Modellelementen mit Informationen zur ökologischen Nachhaltigkeit. Zur Umsetzung desselben wurde in Desite ein Formular erstellt, welches für selektierte Bauteile die Werte für Material und Menge ausliest, über eine entsprechende Anfrage den zugehörigen GWP-Wert (Treibhausgaspotential) für das Material aus der Ökobilanzdatenbank Ökobaudat abrufen, diesen mit der Menge multipliziert und in einem neu erstellten Eigenschaftsset dem Modell hinzufügt.

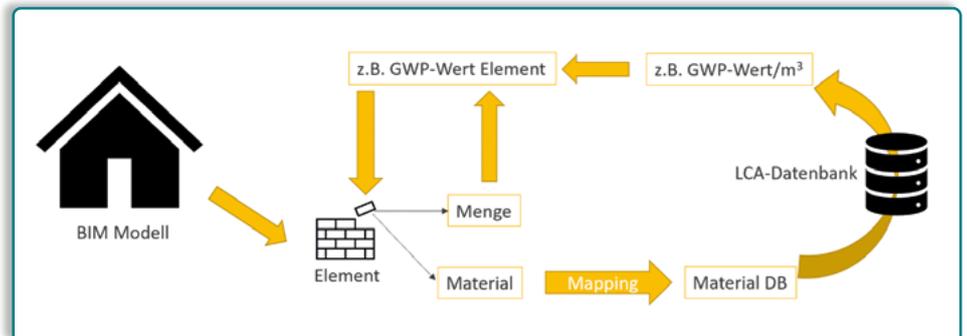


Abbildung 8: Prinzip des vorgestellten Beispiels

Dieses Beispiel soll veranschaulichen, dass auch Informationen von externen Quellen über Formulare integriert und dem Modell hinzugefügt werden können. Die Vorgangsweise ist auf andere Webdatenbanken umlegbar.

### 3 Fazit: Potenziale

Schnittstellenprogrammierung in BIM Projekten ist ein breites Feld, dass nur schwierig in wenigen Seiten vollumfänglich nähergebracht werden kann. Diese Arbeit soll anhand des Beispiels der Programmierschnittstelle von Desite BIM eine Möglichkeit für die Funktionserweiterung von Programmen in openBIM Projekten näherbringen und im Idealfall Ideen für mögliche Anwendungsgebiete liefern. Schnittstellenprogrammierung bieten die Möglichkeit logische Vorgänge mithilfe eines Scripts abzuwickeln. Es wurde hier zwar in erster Linie die Desite API beschrieben, allerdings gibt es auch andere Zugänge wie z.B. auf visuellen Programmiersprachen basierende Ergänzungen von BIM Software (z.B. Dynamo, Grasshopper,...).

3

Fazit: Potenziale

Besonders die Erstellung von Formularen, hier anhand der Desite WebForms veranschaulicht, bietet die Möglichkeit, die Akzeptanz von openBIM zu steigern. Die Bearbeitung und Veredelung von IFC Modellen über Eingabemasken bietet die Möglichkeit Projektbeteiligte abzuholen, die nicht direkt in einer Modellersoftware arbeiten und projekt- oder organisationspezifische Informationen zu ergänzen. Die besondere Stärke liegt in der graphischen Benutzeroberfläche, die die technologische Komplexität für Anwender reduziert. Die Anwendungsgebiete sind hier frei wählbar, ob es nun die für Auftraggeber relevante Dokumentation von Informationen für den Gebäudebetrieb bzw. die Aufbereitung von Informationen zur Übergabe an Asset Management Systeme ist, oder die Einbindung von Projektbeteiligten, die üblicherweise (noch) nicht mit BIM Modellen arbeiten würden (Beispiel ÖBA). Das Befüllen von Eingabemasken über Tablets bietet auch die Möglichkeit BIM Modelle direkt auf der Baustelle anzureichern. Schnittstellenthematiken stehen häufig dem BIM Prinzip »single source of truth« im Weg. So ist beispielsweise die Schnittstelle zwischen BIM Modell und Projektplattform ein attraktives Feld für die Skripterstellung, da z.B. durch im Koordinationsmodell durchgeführte Arbeitsschritte Workflows in der CDE gestartet werden können (siehe Beispiel Kapitel 2.4.1).

Natürlich wirkt es im ersten Moment so als würde die Komplexität durch Schnittstellenprogrammierung steigen. Allerdings ist die dafür notwendige Kompetenz konzentriert, da Formulare einmal erstellt werden müssen und dann wiederholt zum Einsatz kommen können. Im Gesamtbild ergibt sich bei korrektem Einsatz somit ein enormes Potenzial zur Effizienzsteigerung. In Projekten repetitive Tätigkeiten können automatisiert werden, was umso mehr zutrifft, wenn es übergreifende Standards gibt. Diesbezüglich ist ein denkbarer Einsatz von API-Anwendungen die Anreicherung von Modellen mit aus dem buildingSMART Data Dictionary (bsDD) bezogenen Standards. Aktuell gibt es im Rahmen einer Neugestaltung einen bsDD-API Prototypen<sup>4</sup>, der die Einbindung des bsDD in Softwareumgebungen ermöglicht, und erste Versuchsstellungen zeigen ein vielversprechendes Bild.

Insbesondere für den Infrastrukturbereich, in dem die Standardisierung noch nicht so weit wie im Hochbau fortgeschritten ist, bieten Skripte eine Überbrückungsmöglichkeit, bis die technologischen Möglichkeit out-of-the-box vorhanden sind. Auf der einen Seite wird durch entsprechende Skripts ermöglicht, die in unterschiedlichen Softwareumgebungen unterschiedlich strukturierten Bauteilinformationen zu normalisieren (z.B. Modelle aus Autodesk Revit, Civil 3D, und ProVI koordinieren). Die in Modellen von AG vorgegebenen Datenstrukturen, bei denen die Topologie derzeit üblicherweise über entsprechende Merkmalsets an jedem Bauteil übergeben werden, können durch Skripte in Koordinationsmodellen realisiert und die Modellinformationen automatisch für die Weiterverarbeitung aufbereitet werden (z.B. Übergabe an die sich derzeit in Verwendung befindenden Asset Management Systeme).

BIM Projektbeteiligte sollten sich mit dem Thema Schnittstellenprogrammierung beschäftigen, da es ein oft unterschätzter Katalysator in BIM-Projekten aller Art sein kann. Neben der Automatisierung von Vorgängen und der Überbrückung von Barrieren ist es die durch das Schaffen von Erleichterungen in der Modellhandhabung erreichbare Akzeptanzsteigerung, die den openBIM Gedanken vorantreiben wird.

4 <https://github.com/buildingSMART/bSDD/tree/master/2020%20prototype>

Inhalt

**Mirko Warzecha**

## **Smarte Infrastructure mit openBIM Standards**

**Inhalt**

- 1 Zusammenfassung**
- 2 Definition und Normierung**
- 3 Projektbeispiel: Öhlinger und Partner**
- 4 Schnittstellen – Besonderheiten**
- 5 Status quo bei openBIM Infrastrukturprojekten**
- 6 Diskussion und weitere Entwicklungen**
- 7 Literaturverzeichnis**

1

Zusammenfassung

2

Definition und Normierung

## 1 Zusammenfassung

Diese Ausarbeitung konzentriert sich auf die Erweiterung des IFC-Standards für den Infrastruktur-Bereich bei openBIM Projekten. Eine wesentliche Grundlage für BIM-Projekte ist der Austausch von Daten über eine offene, herstellerneutrale Schnittstelle. Die Industry Foundation Classes (IFC) bis zur Version 4.0 hat sich ausschließlich auf den Hochbau konzentriert. Es gibt jedoch Länder, wie zum Beispiel Deutschland, die bereits seit 2020 BIM für öffentliche Infrastruktur-Projekte vorschreiben. (A. Borrmann, 2020) Lt. Bundesvergabegesetz (BVerG 2018) und auch laut EU-Recht gilt für öffentliche Auftraggeber, Projektleistungen herstellerneutral auszuschreiben und die Daten in genormten, nicht-proprietären Datenformaten entgegenzunehmen. Um das zu gewährleisten, ist eine Erweiterung des IFC-Standards mit allen Infrastruktur-Objekt-Typen (Brücken, Schiene, Straße, Häfen, Wasserstraßen und Tunnel) notwendig. In dieser Betrachtung wird auch das CPIXML-Format als wichtigen Teil in heutigen Infrastrukturprojekten beleuchtet.

## 2 Definition und Normierung

### Industry Foundation Classes – IFC

Die Industry Foundation Classes sind ein offener internationaler Standard nach ISO 16739-1:2018 für die digitale Beschreibung der gebauten Umwelt. Sie werden auch für den Austausch von BIM-Daten im Hochbau und Infrastrukturbau verwendet und enthalten Definitionen der Daten, die für Bauwerke während des gesamten Lebenszyklus erforderlich sind. Im IFC-Standard sind sogenannte Elementtypen festgelegt, welche die Bedeutung und Zugehörigkeit von Modellbauteilen sowie deren Attribute definieren. Es handelt sich um ein vordefiniertes Datenschema der bSI. (buildingSMART international, 2021)

### Construction Process Integration XML – CPIXML

Das CPIXML-Format beruht auf dem XML-Format, ist aber ein halb-offenes Format, welches von der Firma RIB Software AG im Zuge der Entwicklung und Markteinführung von RIB iTWO (iTwo, 2021) entwickelt wurde. Das Format wird für die Übergabe von 3D-Volumenkörper und deren Eigenschaften verwendet und kann als Pendant zum IFC-Format im Hochbau als »BIM-Austauschformat des Tiefbaus« gesehen werden. Analog zum IFC-Standard wurden geometrische Bauteile mit Schwerpunkt Straßen- und Tiefbau definiert. Infrastruktur-Modelle werden oft auch als linienbasierende Modelle bezeichnet, die neben ihrer Geometrie und ihrem Bezug zu einer Achse Informationen zu ihrer Fachbedeutung, ihrem Volumen und berechneten Mengen beinhalten. Um beliebige Körper in diesem Format übergeben zu können, wurden zusätzlich Definitionen für 3D-Flächen, 3D-Linien und 3D-Punkte getroffen.

Im IFC dagegen können nur vordefinierte bzw. regelmäßige Objektgeometrien ohne Achsbezug übergeben werden. (Autodesk Inc., 2019)

Während die Verbreitung von BIM im Hochbau bereits weit fortgeschritten ist, steckt die Nutzung von BIM bei Infrastrukturprojekten noch in den Kinderschuhen. Das standardisierte IFC-Format 4 ist bis bisher nur für den Austausch und Übertragung von Hochbaumodellen geeignet. Infolge der stetig steigenden Bedeutung von BIM in der Infrastruktur sind für die Version 5 von IFC umfangreiche Erweiterungen geplant.

Dabei ist die Grundidee die Entwicklung von Grundlagen zum IFC 5 (ISO 16739), aber auch Entwicklung von Datenstrukturen für bestehende und zukünftige Infrastrukturprojekten zu sehen. Dazu gab und gibt es verschiedene Forschungsprojekte um die nationalen, deutschsprachigen Standards in die Standards der buildingSmart international (bSI) einzubringen. Das Ergebnis ist im IFC 4.3 RC2 als Candidate Standard enthalten. In Österreich hat die BIM Verkehrsinfrastrukturforschung (BIM-VIF) ein Projekt abgewickelt, in dem die Datenstrukturen und bestehenden Richtlinien von Infrastrukturbetreibern eine Berücksichtigung findet (Abb1.). (BIM-VIF, 2016)

3

Projektbeispiel:  
Öhlinger und Partner

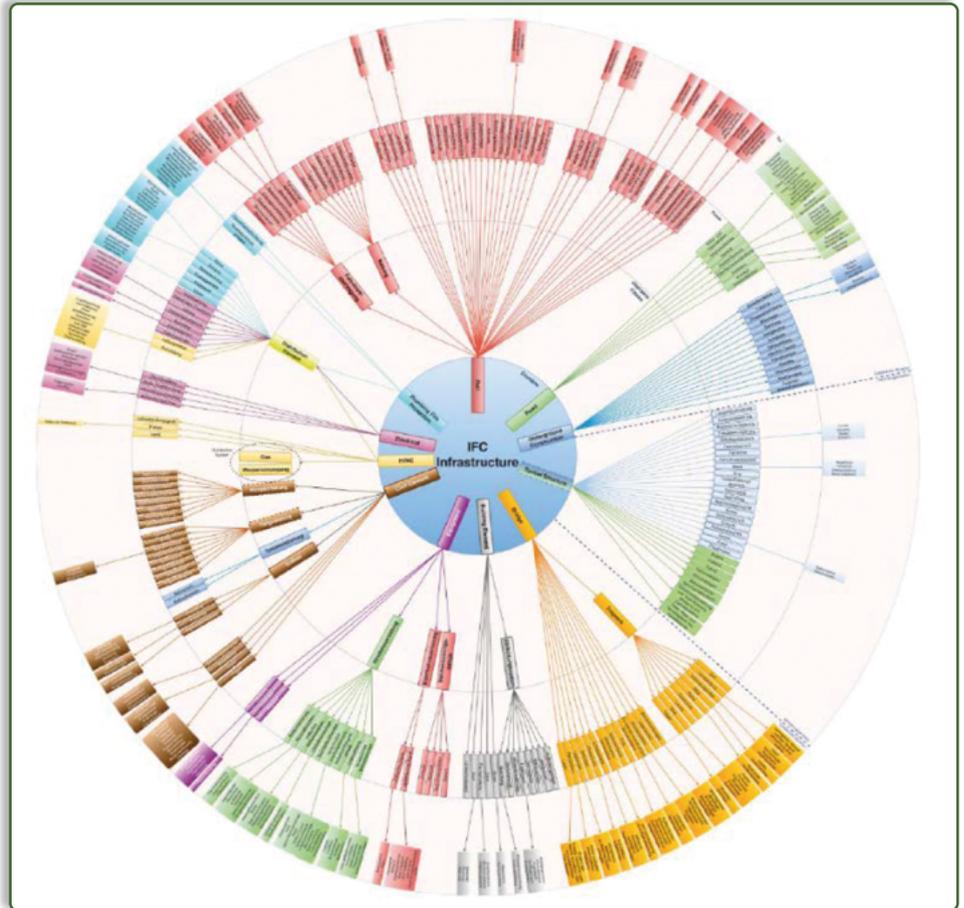


Abbildung 1: Struktogramm (Quelle: Verkehrsinfrastrukturforschung Austria)

Die Datenstruktur gliedert sich in zwei Ebenen: Die Verortungsstruktur (oder auch spatial Structure) und die funktionale Struktur. Die Verortungsstruktur kann mit der räumlichen Struktur im IFC-Format verglichen werden. Während die Gliederung im Hochbau vertikal strukturiert ist (Grundstück, Gebäude, Geschoss, Raum), werden bei Infrastrukturbauten horizontale Abschnitte (z.B. Strecke, Streckenabschnitt, Bauabschnitt, Bauwerk) benötigt. Das führte dazu, dass es für bestimmte Disziplinen neue Domänen (Bridge, Road, Rail, Tunnel) definiert wurden. Schon bestehende Domänen (z.B. Building Element, Civil Element, Electrical, ...) wurden um die Anforderungen der Infrastruktur ergänzt.

### 3 Projektbeispiel: Öhlinger und Partner

Das Ziviltechnikerbüro für Bauwesen Öhlinger und Partner wurde im Jahr 1986 in Wien gegründet. Ursprünglich mit 2D Planung begonnen, wurde 2016 die Entscheidung getroffen zusätzlich auf Revit als zusätzliche 3D-Modelliersoftware zu setzen, um somit den neuen Herausforderungen durch die BIM-Methodik gewachsen zu sein.

Danach hat man sich von Projekt zu Projekt mehr Wissen aneignen können.

Im Jahr 2019 gewann Öhlinger und Partner den Auftrag zur Planung der Fahrstreifen-erweiterung Bludenz Montafon, einen openBIM Projekt der ASFINAG.

Mittlerweile konnten weitere große BIM-Aufträge generiert werden.

Bei dem oben angeführten Projekt handelt es sich um eine Ausschreibungsplanung mittels der BIM-Methodik. Das Projekt umfasst ein Straßenbau- und zahlreiche Kunstbautenmodelle. Das Büro Öhlinger wurde beauftragt die Kunstbautenplanung durchzu-

3

Projektbeispiel:  
Öhlinger und Partner

führen. Es handelt sich hier um sehr komplexe Brücken- und Stützobjekte, welche im LOG und LOI 350 modelliert wurden.

In diesem Projekt wird die BIM-Arbeitsweise auf Neubauobjekte, Bestandsobjekte mit Verbreiterung sowie Objekte mit Instandsetzungsmaßnahmen angewendet.

Als Modellierungssoftware wurde von Öhlinger und Partner Revit gewählt und zusätzlich die Module Sofistik Bridge Infrastructure Modeler, Sofistik Detailing für die Bewehrung der Kunstbauten und der MUM BIM-Booster für die Anbindung von AVA-Daten mittels ÖNorm A 2063 für die Mengenermittlung in den jeweiligen Workflows eingesetzt. Mit dem Planungsbüro IBPA aus Innsbruck wurden IFC-Modelle ausgetauscht und verknüpft. Das Büro IBPA modelliert mit der Software Allplan.

Es handelt sich hier um eines der ersten Infrastrukturprojekte in Österreich wo die Ausschreibung direkt über das IFC-Modell durchgeführt wurde.

Die LB-VI-5 wurde durch die only-Datenschnittstelle mit dem Leistungsverzeichnis direkt in der nativen Umgebung mittels MuM BIM-Booster verknüpft.

So konnte eine Datenstruktur entwickelt werden, welche der Struktur der LB-VI-05 gerecht wurde. Aus dem nativen Ausschreibungsmodell konnte somit ein IFC-Modell mit an den Elementen ablesbaren Parametern mit dem Inhalt der Leistungspositionen generiert werden.

Die Ausschreibung des Projekts erfolgt somit ausschließlich durch die IFC 2x3 Schnittstelle plus dem üblichen Format des only Datenträgers und einer Zuordnungstabelle der Elemente zu den einzelnen Positionen.

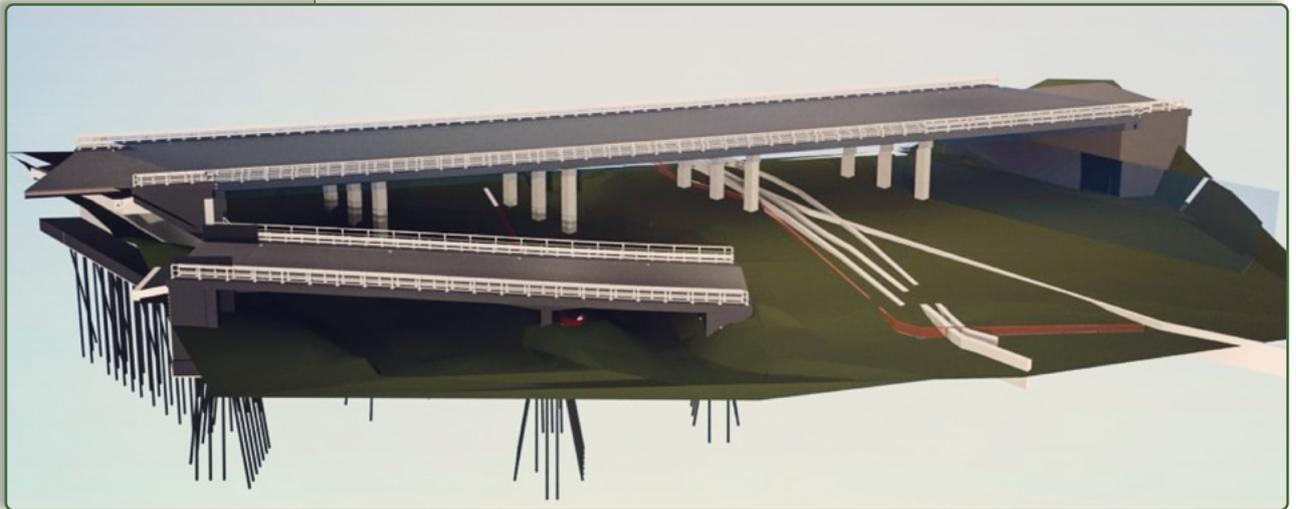


Abbildung 2: Teilmodell einer Brücke inkl. Rampe mit DGM

Durch den softwaretechnischen Stand bei Projektstart und die Verbreiterung bzw. die Zieldefinitionen wurde die Entscheidung zu Gunsten der IFC 2x3<sup>1</sup> Schnittstelle getroffen. Dabei wurde auch eine Nomenklatur für die einzelnen Bauteile und -gruppen definiert, um die Objekte im IFC zu klassifizieren. Ein Hauptziel im Projekt ist der standardisierte Austausch und die Archivierung von Modelldaten. Eine Übergabe der Daten im CPIXML-Format, wie es sonst noch oft üblich bei Infrastrukturprojekten ist, wurde nicht in Erwägung gezogen. Eine genauere Betrachtung der verschiedenen Schnittstellen inkl. eines Beispiels aus Deutschland wird folgenden Abschnitt genauer betrachtet.

1 <https://standards.buildingsmart.org/IFC/RELEASE/IFC2x3/TC1/HTML/>

#### 4 Schnittstellen - Besonderheiten

Wie bereits erwähnt, sollen die Unterschiede zwischen den beiden offenen, proprietären Datenformaten betrachtet werden. Dazu werden die Exportdateien aus einer BIM-fähigen Anwendersoftware verglichen (V. Hölzlwimmer, 2015). Bezugnehmend auf die Herkunft des CPIXML-Formates beschränkt sich hierbei die Betrachtung auf den Anwendungsfall modellbasierte Mengenermittlung in theoretischer Form.

Als erstes soll die Struktur der IFC-Datei erklärt werden. Allgemein ist die IFC in vier Stufen aufgebaut, welche hierarchisch aufeinander aufbauen und von unten nach oben immer spezifischer werden.

In der ersten Stufe findet man die Objektklasse (z.B. `IfcQuantityLength` = Maßeinheit Länge) (buildingSmart, 2007).

Die nächste, darauf aufbauende, Stufe ist aus dem Kernel und den Erweiterungen aufgebaut. Diese enthält entweder eine Gruppe aus zusammengeführten anwendungsunabhängigen Objektklassen oder Relationen zwischen Entitäten. Hier ist zum Beispiel das `IfcPropertySet` (PSet) zu nennen. In den Erweiterungen des Kernels befinden sich Entitäten, die in weit gefächerten Anwendungsbereichen verwendet werden, also Control Extensions, Process Extensions oder Product Extensions. In der zuletzt genannten Erweiterung befinden sich zum Beispiel Entitäten wie »`IfcElementQuantity`«, die spezielle Produkte beschreiben. »`IfcElementQuantity`« führt Entitäten aus Stufe 1 zusammen, welche durch die Mengen von Bauteilen beschrieben werden können (buildingSMART international, 2021)

Hierarchisch höher liegt Stufe 3, auf welchen Schemen definiert werden, die von mehreren Anwendungsbereichen der Bauplanung verwendet werden können. Diese Stufe kann von verschiedenen Anwendungsbereichen, wie zum Beispiel der Architektur oder Elektrotechnik, genutzt werden. (buildingSMART international, 2021)

In der vierten Stufe sind Spezifizierungen für verschiedene Anwendungsbereiche platziert. Hier gibt es neun verschiedene Sektionen, darunter »Architektur« oder »Elektrotechnik«, für die die Datenübergabe per IFC angepasst wurde. Der Anwendungsbereich der AVA ist hier nicht explizit aufgeführt. Da die Mengenermittlung für die Ausschreibung, Vergabe und Abrechnung jedoch sehr genau und zuverlässig sein muss und speziell in Europa vielen rechtlichen Besonderheiten (z.B. Deutschland Abrechnung nach VOB/C) (DIN Deutsches Institut für Normung e.V., 2012) folgen muss, könnte das ein Grund sein, warum die Daten in ein AVA-Programm nicht per IFC, sondern mit CPIXML Daten übergeben werden. Möglicherweise sind diese Daten, speziell für die Anforderungen für Prozesse der AVA, besser.

Inhaltlich ähneln sich CPIXML und IFC durch ihr Merkmal, die Elemente anhand deren Attribute zu beschreiben, sie unterscheiden sich aber grundlegend in der Gliederung der Daten und der verwendeten Sprache. Die ID-Zuweisung erfolgt im IFC direkt an der jeweiligen Entität. In der CPIXML werden Konstanten angelegt, welchen jeweils eine ID zugeordnet wird.

Ein weiterer Unterschied liegt in der Beschreibung der Objekte bei der Übergabe. In der IFC werden Mengen und nicht-grafische Attribute getrennt übermittelt. Die Unterscheidung der Schichten bei mehrschichtigen Objekten wird über das Material spezifiziert. In der CPIXML werden dagegen Bauteilschichten definiert und mit dreidimensionalen geometrischen Daten (Punktdateien mit x-, y- und z-Koordinaten) versehen. In der IFC wird lediglich die Koordinate des Anfangspunktes und die Vektoren der Grundlinie mit dem repräsentativen Körper übertragen. Das bedeutet, dass die CPIXML-Daten viel genauer sein können, aber auch sperriger und größer. (V. Hölzlwimmer, 2015)

Speziell für die Mengenermittlung im Bereich der AVA ist eine genaue und detailgetreue Übergabe der Modelldaten sehr wichtig. Inwiefern etwaige Ungenauigkeiten durch das IFC-Format entstehen können, hängt vom Projekt und dessen Anforderungen ab. Zusätzlich ist auch die normierten Berechnungsregeln (ÖNormen, VOB/C, ...) ein Teil der in der Praxis nicht zu unterschätzen ist. (V. Hölzlwimmer, 2015)

5

Status quo bei openBIM  
Infrastrukturprojekten

### 5 Status quo bei openBIM Infrastrukturprojekten

Bei vielen Infrastrukturprojekten wird mehr und mehr BIM gefordert. In Deutschland ist die Methode bei Projekten aus öffentlicher Hand bereits seit 2020 verpflichtend. Ebenso in anderen Ländern hat man den Vorteil der BIM Methode auch in Infrastrukturprojekten erkannt und setzt sie nach und nach um. Laufende und zukünftige Projekte seitens der ASFiNAG und der ÖBB werden in Österreich mit der openBIM-Methode umgesetzt. Dabei sind mehrere Punkte zu beachten, die sich teils deutlich vom klassischen Hochbau unterscheiden.

Zum einen ist hier noch einmal die räumliche Projektstruktur in der IFC zu sehen:

- IfcSite (Grundstück)
- IfcBuilding (Bauwerk)
- IfcBuildingStorey (Geschoß)
- IfcSpace (Raum)

Im Gegensatz dazu ist ein klassisches Infrastrukturprojekt aufgeteilt in:

- Geländemodell
  - Bestand
  - Gelände Neu
- Erdbaumodell
  - Auftrag
  - Abtrag
  - Planum
- Streckenmodell
  - Straßenoberbau
  - Straßenausstattung
  - Straßenentwässerung
- Bauwerksmodell (Kunstabauten)
  - Brückenbauwerk
  - Brückenausstattung
  - Stützmauern
- Leitungsmodell
  - Bestandsleitung
  - Neubau

Die Adaption der IFC-Struktur auf Kunstabauten (z.B.: Brückenbauwerken) lässt sich einfach abbilden:

- IfcSite (Baugelände)
- IfcBuilding (Brückenbauwerk)
- IfcBuildingstorey (Oberbau, Unterbau)
- IfcElement (Bauteil)

Für alle anderen Modelle sollte ebenso eine Bauwerkstruktur adaptiert werden. Dafür hat sich in den openBIM Infrastruktur-Projekten die Software Desite MDpro von thinkproject (thinkproject, 2021) etabliert. In diese Koordinationssoftware lassen sich verschiedene Datenformate (IFC, CPIXML, u.a.) importieren und verknüpfen.

5

Status quo bei openBIM  
Infrastrukturprojekten



Abbildung 3: Datenstruktur von CPIXML und IFC im Desite MD pro

Die Kommunikation erfolgt dann über das bcf-Format<sup>2</sup>. Im Desite MDpro lässt sich die oben dargestellte Modellstruktur (= funktionale Struktur) in die räumliche Struktur (=Verortungsstruktur) übertragen. Dazu wird eine entsprechende Bauwerkstruktur im Desite erzeugt und in das IFC-Format exportiert. Durch diese Vorgehensweise ist es nun möglich ein konsolidiertes Planungsmodell im offenen IFC-Format zu übergeben. Im zweiten Aspekt sind die unterschiedlichen Koordinatensysteme zu betrachten. In den meisten Fällen arbeiten Planer (z.B. Civil 3D, Card\1, ProVi) im Infrastrukturbereich im Weltkoordinatensystem oder in einem nationalen Koordinatensystem (z.B. MGI / Austria GK East Zone). Die Kunstbauten werden oft in einer Modellierungssoftware erstellt, die im eigenen lokalen, in der Größe limitierten, Koordinatensystemen (Autodesk Revit, Allplan, Archicad) arbeitet. Hierbei sind definierte und einzuhaltende Prozesse notwendig um Daten georeferenziert zu verknüpfen und (teil-)automatisiert aktualisieren zu lassen. Die Übernahme der Trassendaten erfolgt meist noch in Form von CPIXML oder LandXML. Im folgenden Beispiel geht es um eine 65 km lange Autobahnstrecke in Deutschland. Zwischen den Anschlussstellen Neuruppin und dem Autobahndreieck Pankow soll die Autobahn erneuert und erweitert werden. Dabei soll die openBIM Methode für die Planung, Ausführung und Erhaltung komplett zum Einsatz kommen. Hierzu hat die ARGE A 10 / A 24 Havellandautobahn umfassende Tests in der Mock-up-Phase durchgeführt. In diesen Tests wurden die definierten Anwendungsfälle aus dem BAP (BIM-Abwicklungsplan) mit den Fachplanern verifiziert. Daraus ergab sich folgender Informationsfluss (Abb. 3) zwischen den Beteiligten Fachplanern aber auch den Koordinatoren und bauausführenden Unternehmen inkl. der Qualitätssicherung mittels bcf-Kreislauf. (Havellandautobahn GmbH & Co. KG, 2020)

<sup>2</sup> <https://technical.buildingsmart.org/standards/bcf/>

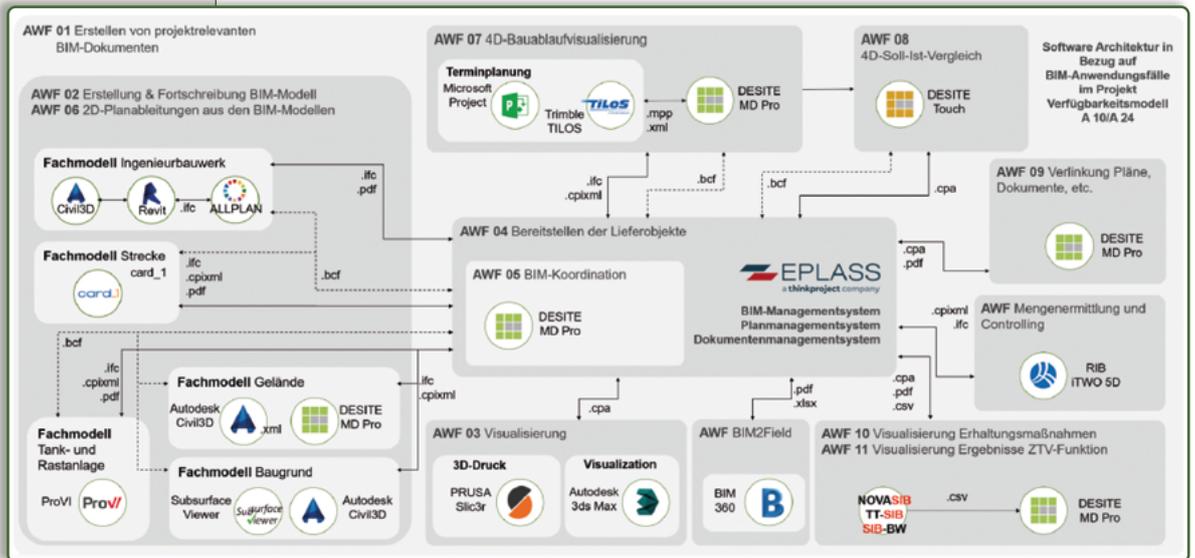


Abbildung 4:

Software Architektur im Projekt Havellandautobahn, Thomas Tschickardt, ARGE A 10 / A 24

## 6

## Diskussion und weitere Entwicklungen

### 6 Diskussion und weitere Entwicklungen

Im folgenden Abschnitt sollen die Defizite aufgezeigt werden, die bei der Datenübergabe in openBIM-Infrastrukturprojekten in der Planung klassisch und mit der BIM Methode ermittelt worden.

Einer der vielen Vorteile der BIM-Methode ist, die im 3D-Modell aufbereiteten Daten leichter zu erfassen und besser zu verstehen. Durch diese Visualisierung können eventuell vorhandene Planungsfehler oder -defizite besser aufgezeigt und mögliche Probleme leichter gelöst werden. Durch den standardisierten Datenaustausch über die IFC- und/oder CPIXML-Schnittstelle lassen sich zusätzliche Plausibilitätschecks und Prüfabläufe in einer Software bewerkstelligen. Das ermöglicht Defizite vor der Vergabe oder spätestens vor der Bauausführung zu behandeln und auszumerzen.

Aber auch die dreidimensionale Modellierung zeigt noch Defizite auf. So beispielsweise bei der Schnittstelle zwischen Kunstbauten (Ingenieurbauwerke) und Linienbauwerken (Trassenkörpern). Dies liegt unter anderem daran, dass es keine allumfassende Softwarelösung gibt, die beiden Welten in sich vereint.

Grundsätzlich ist festzuhalten, dass man immer mehr versucht, so viele Infrastruktur-(Teil)-Modelle wie möglich im IFC-Format zu übergeben. Leider ist das nicht für alle Teilmodelle immer möglich, da im Moment gebogene bzw. gesweepte Volumenkörper nicht unterstützt werden. Solange die IFC 4.3 RC2 nicht freigegeben und in den verschiedenen Softwarelösungen implementiert ist, verbleibt die Übergabe von 3D-Trassenkörpern vorerst der CPIXML-Schnittstelle vorbehalten.

Beispielsweise funktioniert die IFC-Schnittstelle in Autodesk Revit schon sehr gut. So können Brückenmodelle, die mit dem Sofistik Bridge Infrastructure Modeler modelliert worden, mit einem sehr hohem Detaillierungsgrad ausgegeben werden. Mit Hilfe der Dynamo-Schnittstelle im Revit wurde auch schon ein Revit Brückenmodell in eine korrekte IFC4.2 ausgegeben und in einem IFC-Viewer betrachtet<sup>3</sup>. Im Gegensatz dazu ist die IFC-Schnittstelle in Autodesk Civil 3D noch nicht so ausgereift. Es ist zwar möglich Volumenkörper aus Civil 3D in eine IFC-Datei zu übergeben (IfcBuildingElementProxy), aber es werden keine Volumenkörper unterstützt die an einer Kurvenlinie gesweeped wor-

<sup>3</sup> <https://blogs.autodesk.com/infrastructure-reimagined/smarter-infrastructure-with-open-data-standards/>

6

Diskussion und  
weitere Entwicklungen

den. Ein Volumenkörper, der aus digitalen Geländemodellen erzeugt wurde und damit ebenfalls aus Dreiecksflächen besteht, kann ohne weiteres aus Civil 3D im IFC-Format ausgegeben werden. (P. Adam, 2020)

Um ein ganzheitlich kollaboriertes und konsolidiertes Modell im IFC-Format zu bekommen und auszugeben, ist die eine gute Koordinationssoftware entscheidend. In dieser Koordinationssoftware können Modelle in proprietären Formaten, wie das im Tiefbau zum Beispiel übliche CPIXML-Format, eingelesen und anschließend als konsolidiertes Modell im IFC-Format exportiert werden. Dazu ist allerdings, wie oben beschrieben, die aus dem Hochbau bekannte Bauwerkstruktur / Datenstruktur abzubilden und auf die generierten Infrastrukturmodelle anzuwenden.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass mit den bSI-Projekten IFC-Rail und IFC-Road schon entscheidende Erweiterungen im IFC-Datenmodell vorgenommen wurden. Damit sollte es künftig möglich sein, BIM Modelle aus dem Straßen- und Schienenbau mit hochwertiger semantischer und geometrischer Beschreibung zwischen unterschiedlichen Softwareherstellern mit einem neutralen Datenformat auszutauschen. Sobald der Candidate Standard IFC 4.3 in einen finalen Standard überführt wurde, sollte die Implementierung in die Softwarepakete zügig umgesetzt werden. Diese Entwicklung hat auch einen entscheidenden Einfluss auf die Modellübergabe an öffentliche Auftraggeber, die herstellerneutral ausschreiben und damit ggf. nur noch eine Schnittstelle bedienen müssen.

Zusätzlich wird durch die Weiterentwicklung des IFC-Formates eine weitere Standardisierung im Bereich der modellbasierten Mengenermittlung (Nettomengen) möglich sein. Die Standardisierungsbemühungen bei buildingSmart zur Schaffung herstellerneutraler Formate werden weitervorangetrieben. Dabei sollten weitere Harmonisierungen (z.B. zu IFC-Tunnel) ebenso stattfinden wie bisher.

Der technischen Weiterentwicklung und Modernisierung des IFC-Standards kommen mittelfristig eine große Bedeutung zu. Alle umgesetzten Anforderungen in der IT könnten in attraktiven Einsatzszenarien für die Bereitstellung von BIM-Daten z.B. für den Betrieb und Erhalt baulicher Infrastruktur erfolgen. Ein gutes Beispiel hierfür ist die Erweiterung der IFC-Attribute im Bereich Bauwerks- und Bauwerksschädendokumentation an bestehenden Brückenbauwerken, wie sie gerade in einer Arbeitsgruppe in Österreich entwickelt wird. Dort werden im Zusammenhang mit BIM und dem IFC-Format ein mögliches Schadensmodell und das Asset Management untersucht und betrachtet. Genauer gesagt bezieht sich das Asset Management die Integration der Inspektion in den Instandhaltungskosten-/Erhaltungsablauf unter Abbildung etwa von Kosten und Maßnahmen.

Abschließend lässt sich sagen, dass Bauprojekte im Infrastrukturbereich durch ihre Größe und teils auch Komplexität mit sehr vielen Projektbeteiligten gekennzeichnet sind. Dadurch entstehen eine Vielzahl an Schnittstellen zwischen den Beteiligten und auch zwischen den einzelnen Projektphasen.

Um eine durchgängige Nutzung und hohe Konsistenz der Daten in Großprojekten abzubilden, ist eine digitale, modellbasierte Planung (die BIM-Methode) notwendig. Der heutige Stand der Technik mit teils fehlender Definition der Datenstrukturen im Infrastrukturbereich erzeugt die oben beschriebene Schnittstellenproblematik.

Für den openBIM-Bereich hat sich die CPIXML-Schnittstelle als äußerst zweckdienlich erwiesen, um einen Bruch des Informationsflusses zu minimieren und die Defizite der IFC-Schnittstelle auszusondern. Dazu zählen die sehr unregelmäßigen Formen, die in der Modellierung eines Trassenkörpers (Sprünge und Versätze in der Breite, Änderungen beim Aufbau, etc.) vorkommen aber nicht im IFC-Format exportiert werden können.

Durch die Implementierung von IFC4.3 RC3 und später IFC5 wird es eine standardisierte Datenstruktur geben. Damit wird der Austausch von Tiefbaumodellen weiter erleichtert und auch der Austausch zu anderen Fachmodellen (z.B. Hoch- oder Kunstbauten) verbessert.

7

Literaturverzeichnis

Diese Tatsachen, egal ob es die Definitionen der Datenstrukturen oder technischen Möglichkeiten in den Softwarelösungen sind, sollten den Auftraggebern als auch den Auftragnehmern bewusst sein. Die betreffenden Anwendungsfälle in den AIA müssen dementsprechend genau ausformuliert sein und gerade im Bereich der modellbasierten Mengenermittlung beeinflussen die Anforderungen (z.B. ÖNorm A 2063-2<sup>4</sup>) die Modellierung und den Datenaustausch. (Baldwin, 2019)

### 7 Literaturverzeichnis

- A. Borrmann, S. E. (2020). Begleitung der internationalen Standardisierungsprojekte IFC-Road & IFC-Rail .
- Autodesk Inc. (2019). Autodesk Civil 3D CPIXML Exporter: Dokumentation.
- Baldwin, M. (2019). Der BIM-Manager, praktische Anleitung für das BIM-Projektmanagement. Beuth Verlag GmbH.
- BIM-VIF. (2016). Datenstruktur für Verkehrsinfrastruktur.
- buildingSMART international. (2021). buildingSmart International. Von <https://technical.buildingsmart.org/standards/ifc/> abgerufen
- DIN Deutsches Institut für Normung e.V. (2012). VOB Gesamtausgabe2012: Vergabe und Vertragsordnung für Bauleistungen Teil A (DIN1960), Teil B (DIN1961), Teil C (ATV).
- Havellandautobahn GmbH & Co. KG. (2020). BIM-Abwicklungsplan für Planung, Ausführung und Erhaltung im Projekt ÖPP A10 / A24.
- iTwo, R. (2021). RIB Software 5D Modeling. Von <https://www.rib-software.com/loesungen/5d-modellierung> abgerufen
- P. Adam, G. G. (2020). BIM im Infrastrukturbau - Baubetriebliche Modellierung. thinkproject. (2021). DESITE MD . Von <https://thinkproject.com/de/produkte/desite-bim/> abgerufen
- V. Hölzlwimmer, A. B. (2015). Analyse des Datenaustausches zwischen dem Modellierungs- und AVA-Prozess auf Basis von Building Information Modeling.

Abbildung 1 Struktogramm (Quelle: Verkehrsinfrastrukturforschung Austria)

Abbildung 2 Teilmodell einer Brücke inkl. Rampe mit DGM

Abbildung 3 Datenstruktur von CPIXML und IFC im Desite MD pro

Abbildung 4 Software Architektur im Projekt Havellandautobahn, Thomas Tschickardt, ARGE A 10 / A 24

<sup>4</sup><https://www.austrian-standards.at/de/produkte-loesungen/kostenlose-services/supplements-zu-standards/oenorm-a-2063>

