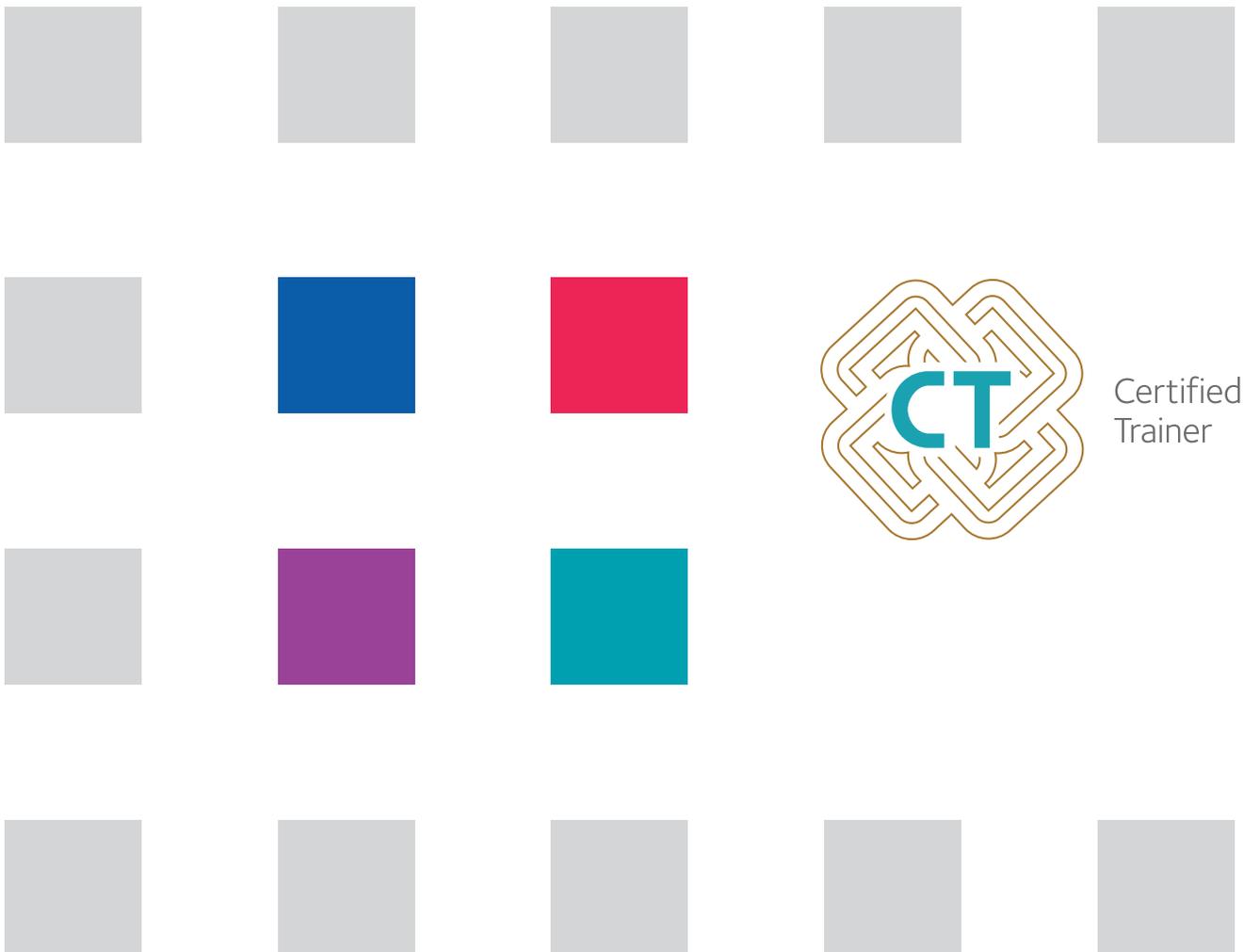


Christian Schranz | Christoph Carl Eichler  
Tina Krischmann | Harald Urban | Alfred Waschl (Hrsg.)

# BIMcert CT Appendix 2022

Zertifizierte Trainerin | Zertifizierter Trainer

Beiträge zur Prüfung 2022



## **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), Tarmo Savolainen (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**

© 2023 Mironde-Verlag  
Layout: Birgit Eichler  
Gesetzt: aus der Swiss 721 Condensed BT  
Herausgeber: buildingSMART Austria · 1010 Wien, Eschenbachgasse 9

[www.mironde.com](http://www.mironde.com)



ISBN **978-3-96063-051-7**

## **Vorwort der Herausgeber zur vierten Auflage 2022**

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.

Am 28.10.2022 fand bereits die vierte Prüfung statt. Die Kommission setzte sich aus folgenden Personen zusammen: Alfred Waschl, Christian Schranz, Christoph Eichler, Michael Monsberger (alle bSAT), Birgitta Schock (bSCH, Schweiz), Tarmo Savolainen (bS, Finnland), Maya Tryfona (bSI, Niederlande), Raimar Scherer (bSDE, Deutschland). buildingSMART Austria ist stolz, dass bereits 31 Personen diese internationale, kommissionelle Prüfung bestanden haben und als hochqualifizierte:r Zertifizierte:r Trainer:in die BIM-Ausbildung in Österreich bereichern.

Diese Schrift beinhaltet die schriftlichen Beiträge jener Kandidaten, die die Prüfung am 28.10.2022 erfolgreich absolvierten. Die Beiträge sind abgedruckt, wie sie abgegeben wurden.

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

Wien, im Oktober 2022

**Inhaltsverzeichnis**

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Vorwort</b>   | <b>3</b>  |
| <b>Beitrag 1: Thomas Böck</b><br><b>Illustration von mehrschichtigen Bauelementen in BIM-Modellen</b><br><b>im Zusammenhang mit dem Potenzial einer Zuweisung</b><br><b>der einzelnen Schichten als IfcBuildingElement</b>                               | <b>5</b>  |
| <b>Beitrag 2: Matthias Sponner</b><br><b>Durchbruchsplanung mit openBIM</b><br><b>aus Sicht der Architektur</b>  | <b>25</b> |
| <b>Beitrag 3: Severin Türk</b><br><b>IFC-basiertes Dateninformationsmanagement</b><br><b>Die Transformation von abstrakten BIM-Daten der Qualitätsprüfung hin zu</b><br><b>interaktiven Dashboards für die Überwachung zentraler Leistungskennzahlen</b> | <b>36</b> |

Inhaltsverzeichnis

**Dipl.-Ing. Thomas Böck**

## **Illustration von mehrschichtigen Bauelementen in BIM-Modellen im Zusammenhang mit dem Potenzial einer Zuweisung der einzelnen Schichten als IfcBuildingElement**

### **Inhaltsverzeichnis**

- 1. Einleitung**
- 2. Mehrschichtige Bauelemente im BIM-Modell**
  - 2.1. Modellierweise von mehrschichtigen Aufbauten**
  - 2.2. Vorgabe in der ÖNORM A 6241-2**
  - 2.3. BIM Regelwerk buildingSMART Austria**
- 3. Mehrschichtigkeit im IFC4-Schema**
  - 3.1. Varianten einer mehrschichtigen Wand im IFC-Schema**
- 4. Überlegung für mehrschichtige Bauelemente**
  - 4.1. Herausforderung von Eigenschaften in IfcBuildingElementPart**
  - 4.2. Schichten als IfcBuildingElement**
- 5. Umsetzung der schichtbezogenen Zuweisung als IfcBuildingElement in einer BIM-Software am Beispiel von Archicad 26**
  - 5.1. Schichten als IfcBuildingElement exportieren**
  - 5.2. Vererben von Eigenschaften in Schichten**
  - 5.3. Eigenschaftswert in der Schicht definieren**
  - 5.4. Quantity takeoff der einzelnen Schichten**
- 6. Conclusio**
- 7. Quellenverzeichnis**

1.  
Einleitung

2.  
Mehrschichtige Bauelemente  
im BIM-Modell

2.1  
Modellierweise von  
mehrschichtigen Aufbauten

### 1. Einleitung

In meiner langjährigen Tätigkeit als Archicad-Trainer und BIM-Consultant habe ich die Erfahrung gemacht, dass die Erwartungshaltung der Anwender:innen an das IFC-Schema bezogen auf den Umgang mit den Schichten eines mehrschichtigen Bauelementes nicht immer mit dem aktuellen IFC-Standard übereinstimmen. Einerseits entsteht diese Einstellung mangels eines entsprechenden Know-Hows, aber auch aufgrund des Wunsches, in den einzelnen Schichten mehr Informationen vorzufinden als momentan im IFC-Schema abgebildet werden.

In der vorliegenden Arbeit wird auf den Umgang mit mehrschichtigen Bauelementen in BIM-Modellen und die Übersetzung der Mehrschichtigkeit in das IFC-Schema erläutert. Dabei werden verschiedene Modellierweisen gegenübergestellt und mit der aktuellen Ö-NORM A 6241-2 sowie dem BIM Regelwerk der buildingSmart Austria in Kontext gesetzt. Des Weiteren wird das mögliche Potenzial der schichtbezogenen Zuweisung als `IfcBuildingElement` analysiert und dessen Umsetzbarkeit in der BIM-Autorensoftware Archicad illustriert.

Für das Lesen dieser Arbeit wird ein Grundverständnis für den BIM-Prozess und dem aktuellen IFC-Schema Industry Foundation Classes 4.0.2.1 vorausgesetzt. Deshalb werden gängige Begriffe wie beispielsweise AIA, `IfcBuildingElement` oder `PropertySet` nicht nochmals im Vorfeld erläutert.

### 2. Mehrschichtige Bauelemente im BIM-Modell

In einem BIM-Modell hängt der Detaillierungsgrad der Bauelemente prinzipiell von den definierten Anforderungen ab. Diese sind unbedingt in einer AIA (Auftraggeber-Information-Anforderung) festzuhalten. Man kann jedoch davon ausgehen, dass spätestens ab der Einreichphase bestimmte Elemente mehrschichtig modelliert werden müssen. Bezüglich der Modellierung gibt es allerdings unterschiedliche Ansätze. Eine Variante ist Elemente mehrschichtig zu erstellen, eine andere jede Schicht als eigenständiges Element zu modellieren. Einen weiteren Faktor stellt die verwendete BIM-Software dar, da unterschiedliche Programme Mehrschichtigkeit von Elementen anders, nur teilweise oder gar nicht abbilden können.

An dieser Stelle ist zu erwähnen, dass in einem BIM-Modell normalerweise nur die Schichten dargestellt bzw. modelliert werden, die unbedingt notwendig sind. Beispielsweise sind Folien, Abdichtungen, Verspachtelungen bis hin zu Putzschichten zwar im eigentlichen Aufbau vorhanden, müssen aber nicht zwingend als Schicht im Modell modelliert werden. Hier findet in den meisten Fällen eine Abstrahierung des Aufbaus statt.

#### 2.1 Modellierweise von mehrschichtigen Aufbauten

Unabhängig von der BIM-Software, können mehrschichtige Aufbauten in einem BIM-Modell auf drei Arten modelliert werden:

1. jede Schicht als einzelnes Element
2. nur mehrschichtige Elemente
3. Kombination von einzelnen und mehrschichtigen Elementen (Hybridmethode)

2.1  
Modellierweise von  
mehrschichtigen Aufbauten

1. Einzelne Elemente      2. Mehrschichtige Elemente      3. Hybridmethode

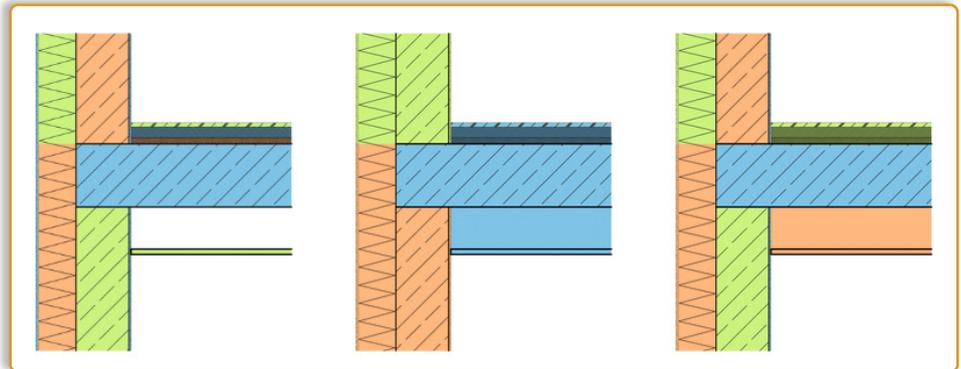


Abb. 1: Gegenüberstellung Modellierweisen (Quelle: BIMpedia, o.D.)

Jede der drei Methoden hat ihre Vor- und Nachteile in der Anwendung. Die wichtigsten davon sind in folgender Tabelle gegenübergestellt:

|  | einzelne Elemente | mehrschichtige Elemente | Kombination (Hybrid) |
|--|-------------------|-------------------------|----------------------|
| leicht zu erlernen                                   | +                 | +/-                     | +/-                  |
| grafische Isolation von Schichten                    | +                 | -                       | +/-                  |
| Verschneidungen                                      | +                 | +/-                     | +/-                  |
| Simulation von Bauphasen                             | +                 | -                       | +/-                  |
| Modellierungsaufwand                                 | -                 | +                       | +                    |
| raumweises Modellieren                               | +                 | -                       | +                    |
| Änderungsaufwand                                     | -                 | +                       | +                    |
| Umgang mit Öffnungen<br>(Durchburch, Fenster, Türen) | -                 | +                       | +                    |
| Definition eines Aufbaus                             | -                 | +                       | +                    |
| Beschriftung Aufbauten                               | -                 | +                       | +                    |
| Auswertung Aufbauten                                 | -                 | +                       | +                    |
| Auswertung Schichten (Massen)                        | +                 | +/-                     | +/-                  |

+/- = softwareabhängig

Bei der ersten Methode ist die leichte Erlernbarkeit, die einfache grafische Isolation von Schichten und der einfache Umgang mit Schichtverschneidungen ein großer Vorteil. Der Aufwand beim Erstellen und im Fall von Änderungen ist aber wesentlich größer als bei den beiden anderen Methoden.

Ein weiterer Nachteil ist die Trennung eines Aufbaus in einzelne Elemente. Das ist sowohl für die Dokumentation und Auswertbarkeit als auch für den Umgang mit Öffnungen in beispielsweise einem Wandaufbau schlecht. Die Aufspaltung eines Aufbaus in seine Schichten ist unter anderem für die Übergabe an Energieausweis- und Simulationsprogrammen von Nachteil, da diese meistens ganze Aufbauten benötigen.

Das Arbeiten mit rein mehrschichtigen Elementen löst die Probleme, die die erste Methode mit sich bringt. Das bedeutet aber, dass man sehr viele unterschiedliche Aufbauten erstellen muss. Bei dieser Methode ist zu beachten, dass die Handhabung von mehrschichtigen Elementen und der Umgang mit Verschneidungen der einzelnen Schichten sehr stark von der Software abhängt. Daher ist ein gutes Know-How in der

## 2.2

Vorgabe in der ÖNORM A 6241-2

Anwendung der Software erforderlich. Ein großer Nachteil der zweiten Methode ist die Definition von raumbezogenen Aufbauten. Wenn sich beispielsweise der Fußboden von einem Raum zum nächsten ändert, setzt dies zwei getrennte Aufbauten bzw. Elemente voraus und somit auch eine Teilung der Geschoßdecke.

Die Hybrid-Methode vereint alle Vorteile miteinander. Dadurch kann der:die Anwender:in in jeder Situation frei entscheiden, welche der Modellierweisen am geeignetsten ist.

### 2.2 Vorgabe in der ÖNORM A 6241-2

Die ÖNORM A 6241-2 ist Grundlage für jedes BIM-Projekt und gibt eine Gliederung von Bauelementen in einfache und komplexe Bauelemente vor.

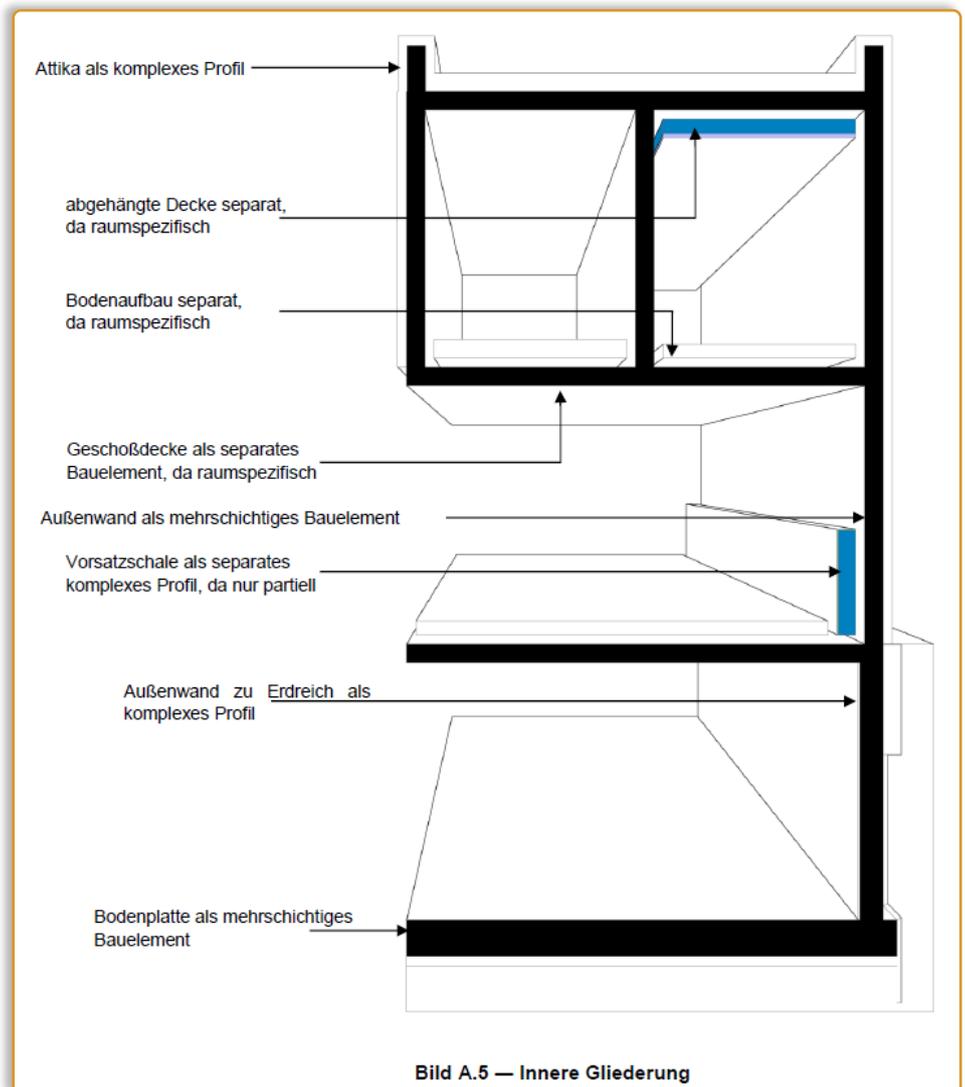


Abb. 2: Innere Gliederung der Bauelemente (Quelle: ÖNORM A 6241-2, 2015, Seite 17)

Die Abbildung 2 zeigt eine Kombination aus einfachen und mehrschichtigen bzw. komplexen Bauelementen. Beispielsweise muss die Geschoßdecke als separates Bauelement erstellt werden. Weiters sind raumspezifische Aufbauten und partielle Bauteile, wie eine Vorsatzschale, separat zu modellieren. Eine Attika, eine Vorsatzschale und

2.3  
BIM Regelwerk  
buildingSMART Austria

eine erdberührende Außenwand werden hier als komplexes Profil bezeichnet. Mit einem komplexen Profil ist ein Wandaufbau eines Elementes gemeint, bei dem die einzelnen Schichten unterschiedlich stark und/oder hoch sein können.

Abschließend kann man festhalten, dass die ÖNORM A 6241-2, bezogen auf die drei Modellierweise aus Punkt 2.1., die Hybridmethode vorgibt.

**2.3 BIM Regelwerk buildingSMART Austria**

Das BIM Regelwerk der buildingSMART Austria behandelt auch die Komplexität von Bauelementen und gibt deren Detaillierungsgrad bzw. ihre Mehrschichtigkeit für das Fachmodell der Architektur anhand von LOG-Klassen vor.

LOG = Level of Geometry, bezieht sich auf die geometrische Anforderung zur repräsentativen Darstellung von Bauelementen bzw. ihrer Detaillierung.  
(Quelle: Eichler, Schranz, Krischmann, Urban, Gratzl, 2021, Seite 88)

Im Anhang 3 – LOG Definition des BIM Regelwerks werden die LOG-Klassen für das Fachmodell der Architektur folgendermaßen definiert:

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

Abb. 3: LOG-Klassen Architektur Modell (Quelle: Curschellas, Eichler, 2020, Seite 69)

In Abbildung 3 ist zu sehen, dass ab LOG200 eine Mehrschichtigkeit für vertikale und horizontale Bauelemente gefordert ist. Dabei wird vorgegeben, dass die Rohdecke separat und die Bekleidung raumspezifisch sowie mehrschichtig zu modellieren ist. Zusätzlich ist definiert, dass Bauelemente alle relevanten Schichten ab 1 cm Stärke beinhalten müssen. Die Klasse LOG200 stellt laut BIM Regelwerk die Phase der Einreichplanung dar.

Das bedeutet, dass sowohl die ÖNORM A 6241-2 als auch das BIM Regelwerk der buildingSMART Austria die in Punkt 2.1 erläuterte Hybridmethode für BIM-Modelle fordert. Für das Erstellen eines BIM-Modells ist es somit unumgänglich, dass mit mehrschichtigen Bauelementen gearbeitet wird. Wie die Übersetzung eines mehrschichtigen Bauelementes in das IFC-Schema funktioniert, wird im nächsten Punkt behandelt.

### 3. Mehrschichtigkeit im IFC4-Schema

#### 3.1 Varianten einer mehrschichtigen Wand im IFC-Schema

### 3. Mehrschichtigkeit im IFC4-Schema

Für die Abbildung eines mehrschichtigen Bauelementes im IFC-Schema gibt es zwei Varianten. Entweder das Element wird nur als Ganzes dargestellt oder die Schichten werden zusätzlich in einzelne Unterelemente zerlegt.

In beiden Fällen bleiben die Schichten als Informationen bzw. die einzelnen Materialien erhalten, sie werden jedoch unterschiedlich im Schema abgebildet.

#### 3.1 Varianten einer mehrschichtigen Wand im IFC-Schema

Die Abbildung eines mehrschichtigen Bauelements im IFC-Schema wird an dem Beispiel einer Wand mit vier Schichten veranschaulicht.

Diese Wand kann folgendermaßen dargestellt werden:

Variante 1: mit `IfcMaterialLayer`

Variante 2: mit `IfcBuildingElementPart`

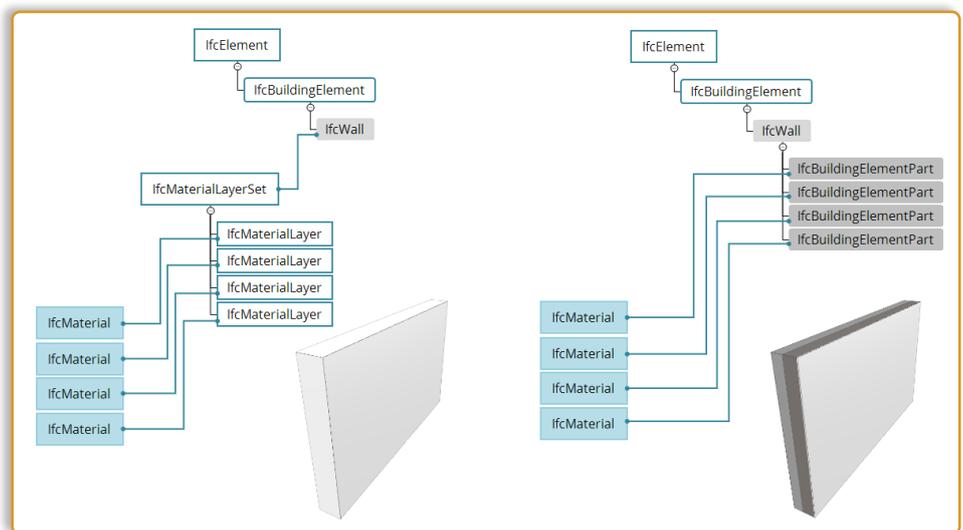


Abb. 4: Darstellung einer mehrschichtigen Wand in IFC4

#### Variante 1:

Die Wand ist eine übergreifende Geometrie. Die inkludierten Schichten bleiben nur als so genannte `IfcMaterialLayer` (Materialschicht) mit Bezug zum `IfcMaterial` im `IfcMaterialLayerSet` erhalten. Der `IfcMaterialLayer` beinhaltet unter anderem die Information der Schichtstärke (`LayerThickness`).

#### Variante 2:

Die Wand bleibt als Ganzes erhalten, wird aber zusätzlich in ihre einzelnen Schichten, so genannte `IfcBuildingElementParts`, zerlegt. Die Schicht ist somit als eigene Geometrie enthalten. Nur sie hat den Bezug zum jeweiligen `IfcMaterial`. Alle `IfcBuildingElementParts` sind dem Element `IfcWall` untergeordnet.

Der große Vorteil der zweiten Variante liegt darin, dass zusätzlich die geometrische Information der Schicht vorhanden ist und somit separat ausgewertet werden kann. Einzelne Schichten können dadurch auch grafisch aus- bzw. eingeblenet werden.

#### 4. Überlegung für mehrschichtige Bauelemente

##### 4.1 Herausforderung von Eigenschaften in IfcBuildingElementPart

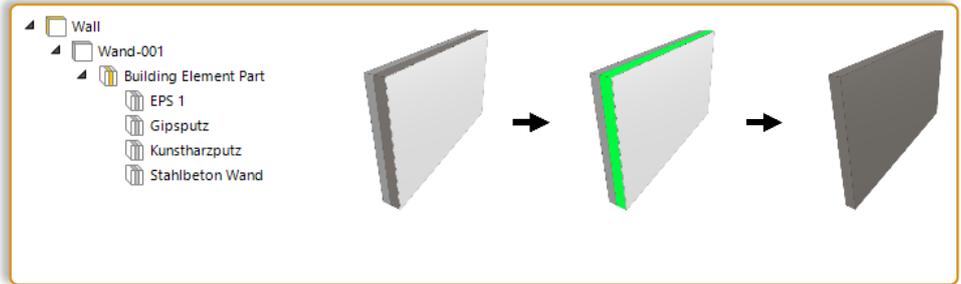


Abb. 5: Filterung der Schicht einer mehrschichtigen Wand

#### 4. Überlegung für mehrschichtige Bauelemente

Materialbezogene Informationen werden mit Bezug auf das IfcMaterial mit der Schicht des Bauelements in Relation gesetzt, Eigenschaften des Bauelements aber nicht. Beispielsweise hat eine mehrschichtige Wand Eigenschaften, die bautechnisch für den gesamten Aufbau gelten. Dazu zählen unter anderem der Name des Aufbaus, die Feuerwiderstandsklasse oder der U-Wert. Für andere Eigenschaften wie z. B. die tragende Funktion gilt das allerdings nicht, weil statisch gesehen nicht alle Schichten tragend sind.

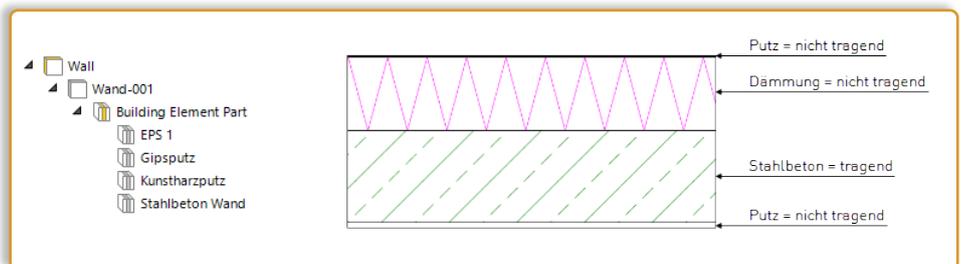


Abb. 6: Überlegung für mehrschichtige Bauelemente

Aus dieser Überlegung resultiert der Wunsch bzw. die Anforderung, Eigenschaften nicht nur elementbezogen, sondern auch schichtbezogen zu definieren oder hierarchisch vom Bauelement zu vererben.

Diese Thematik wurde unter anderem im Forum der buildingSmart International in folgenden Beiträgen diskutiert:

- <https://forums.buildingsmart.org/t/connecting-properties-to-ifcbuildingelement-part/3927>
- <https://forums.buildingsmart.org/t/guidance-in-assigning-class-type-for-wall-floor-components/1455>

##### 4.1 Herausforderung von Eigenschaften in IfcBuildingElementPart

Im IFC4 Schema ist die Thematik der schichtbezogenen Eigenschaften bisher nicht implementiert worden. Da es also keine Vorgaben für Eigenschaften bzw. Eigenschaftensets gibt, die sich nur auf IfcBuildingElementParts beziehen, müssen diese selbst definiert werden.

Am Beispiel der tragenden Funktion müsste sichergestellt werden, dass diese nur in der eigentlichen Schicht, die tragend ist, vorhanden ist. Das würde bedeuten, wenn der Wert der Eigenschaft von dem Element auf die Schicht vererbt werden soll, müsste es eine Regel geben, die besagt, dass beispielsweise nur die Stahlbeton-Schicht den Wert für die tragende Funktion »Wahr« übernimmt und die anderen Schichten »Falsch« oder keinen Wert.

## 4.2

Schichten als IfcBuildingElement

## 5.

Umsetzung der schichtbezogenen Zuweisung als IfcBuildingElement in einer BIM-Software

**4.2 Schichten als IfcBuildingElement**

Aufgrund der Herausforderungen bei den IfcBuildingElementParts gibt es den anderen Ansatz, die Schichten als eigene IfcBuildingElements mit deren vorgegebenen Eigenschaften-Sets und Eigenschaften zu definieren. So würde also die Stahlbeton-Schicht als IfcWall definiert werden.

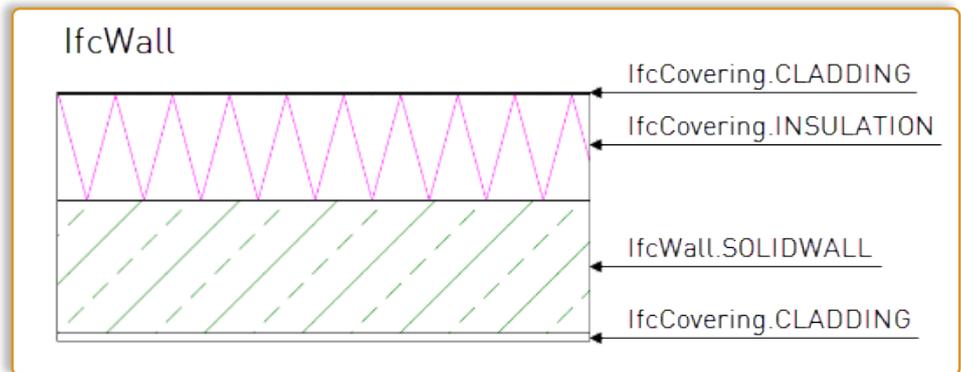


Abb. 7: Schichten als IfcBuildingElement

Bei dieser Lösung ist zu beachten, dass man im Fall einer mehrschichtigen Wand eine IfcWall einer IfcWall unterordnet. Das kann bei einer Auswertung oder Filterung des Modells zu doppelten Elementen bzw. Mengen führen.

Im IFC-Schema gibt es standardmäßig IfcBuildingElements, die anderen IfcBuildingElements hierarchisch untergeordnet sind, wie beispielsweise das IfcMember und die IfcPlate der IfcCurtainWall. Ob es allerdings vorgesehen ist, dass man gleiche Entitäten einander unterordnet, wird im Schema nicht explizit beschrieben, andererseits auch nicht ausgeschlossen.

Im Fall der tragenden Funktion könnte diese so aus der gesamten IfcWall in die Schicht, die als IfcWall definiert ist, vererbt werden. Die anderen Schichten, die als IfcCovering definiert sind, würden diesen Wert nicht erhalten, da im IFC-Schema für IfcCovering keine tragende Funktion vorgesehen ist.

**5. Umsetzung der schichtbezogenen Zuweisung als IfcBuildingElement in einer BIM-Software am Beispiel von Archicad 26**

In Archicad 26 gibt es die Möglichkeit Schichten eines mehrschichtigen Elements als IfcBuildingElement zu exportieren und dadurch Eigenschaften in Schichten zu übertragen oder nur für die einzelne Schichten zu hinterlegen.

In diesem Kapitel wird diese Möglichkeit von Archicad am Beispiel einer mehrschichtigen Außenwand mit den damit verbundenen Einstellungen erläutert. Die exportierten IFC-Dateien werden in Solibri kontrolliert. Als Grundlage für dieses Umsetzungsbeispiel wird die österreichische Archicad 26 Standardvorlage »01 Archicad 26 Vorlage.tpl« verwendet.

Für das Beispiel wurden folgende drei Ziele definiert:

1. Die Schichten der Wand sollen in IfcWall und IfcCovering aufgeteilt werden.
2. Die Eigenschaften aus der gesamten Wand sollen in die Schichten übertragen werden.
3. In einer Schicht soll eine Eigenschaft einen anderen Wert bekommen, als in der gesamten Wand definiert ist.

5.1 Schichten als IfcBuildingElement exportieren

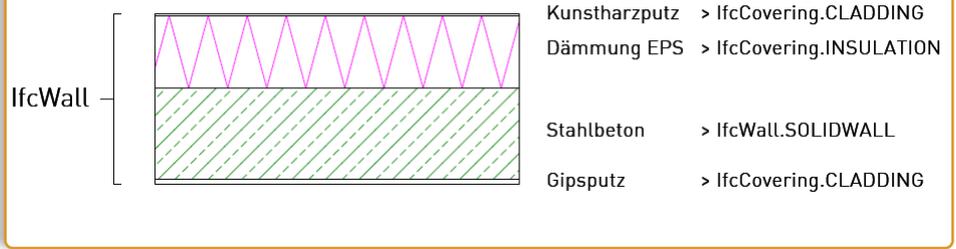


Abb. 8: IfcWall mit Schichten als IfcWall und IfcCovering

5.1 Schichten als IfcBuildingElement exportieren

Um in Archicad Schichten als IfcBuildingElements exportieren zu können, müssen die internen Baustoffe klassifiziert werden. Anschließend muss im IFC-Übersetzer bei der Typ-Zuordnung die jeweilige Baustoffklassifizierung einem IFC-Typen zugeordnet werden.

Folgende Baustoffklassifizierung und Typzuweisungen werden getroffen:

| Archicad-Baustoff | Archicad Klassifizierung - 26 | IFC Typ     | Vordefiniertes Typ |
|-------------------|-------------------------------|-------------|--------------------|
| Kunstharzputz     | Kunstharzputz                 | IfcCovering | CLADDING           |
| EPS 1             | Polystyrol                    | IfcCovering | INSULATION         |
| Stahlbeton Wand   | Stahlbeton                    | IfcWall     | SOLIDWALL          |
| Gipsputz          | Gipsputz                      | IfcCovering | CLADDING           |

The image shows three screenshots of the Archicad IFC-Übersetzer interface:

- Top Left:** 'IFC-Typen zuordnen zum Export' dialog. The 'Klassifizierung' list shows 'Stahlbeton' selected, and the 'IFC Typ' dropdown is set to 'IfcWall'. The 'Vordefiniertes Typ' is 'SOLIDWALL'.
- Top Right:** 'Klassifizierung' list with 'Dämmstoff' selected. The 'IFC Typ' dropdown is set to 'IfcCovering'. The 'Vordefiniertes Typ' is 'INSULATION'.
- Bottom Right:** 'Klassifizierung' list with 'Putz / Mörtel' selected. The 'IFC Typ' dropdown is set to 'IfcCovering'. The 'Vordefiniertes Typ' is 'CLADDING'.

Abb. 9: Typzuordnung der Baustoffe im Archicad IFC-Übersetzer

5.1.1 Kontrolle der exportierten IFC-Datei:

5.2 Vererben von Eigenschaften in Schichten in Schichten

Hier ist zu beachten, dass die Baustoffklassifizierungen in Archicad auch in Elementtypen wie Wand, Decke und Dach aufgegliedert werden sollten. Das ist notwendig, um zu vermeiden, dass beispielsweise Schichten aus Stahlbeton in einer Decke oder einem Dach auch als IfcWall exportiert werden. Für dieses Beispiel wird dieser Umstand aber vernachlässigt.

5.1.1 Kontrolle der exportierten IFC-Datei:

Die Wand wird in IFC4, mit der MVD Design Transfer View exportiert. Sowohl in der Modellstruktur als auch in der Auswertung ist zu erkennen, dass die Schichten der Wand erfolgreich in IfcWall und IfcCovering umgewandelt worden sind.

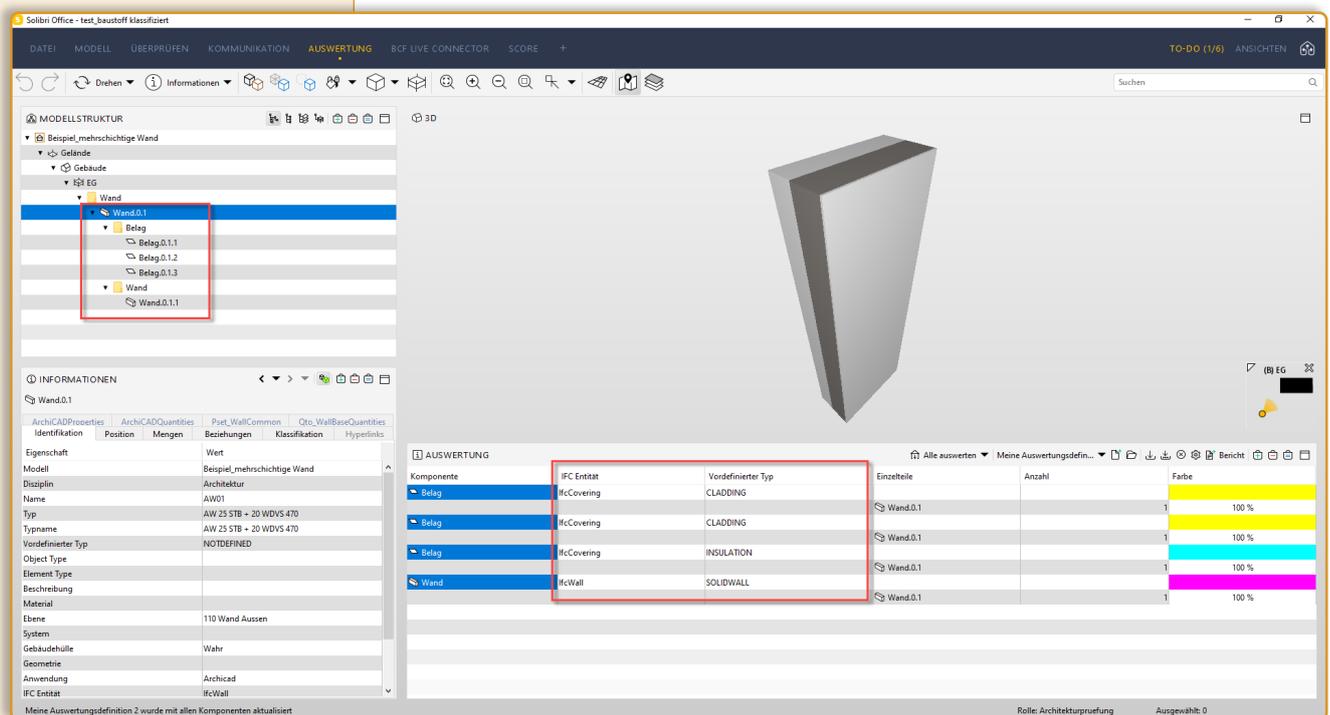


Abb. 10: Kontrolle Solibri – Schichten als IfcBuildingElement

5.2 Vererben von Eigenschaften in Schichten

Als Beispiel für das Vererben von Eigenschaften werden die tragende Funktion, der Umbaustatus und die Lageinformation der gesamten Wand in das Standard-Eigenschaften-Set der einzelnen Schichten übertragen. Die tragende Funktion wird dabei nur in das Pset\_WallCommon übertragen, da sie im Pset\_CoveringCommon nicht vorhanden ist.

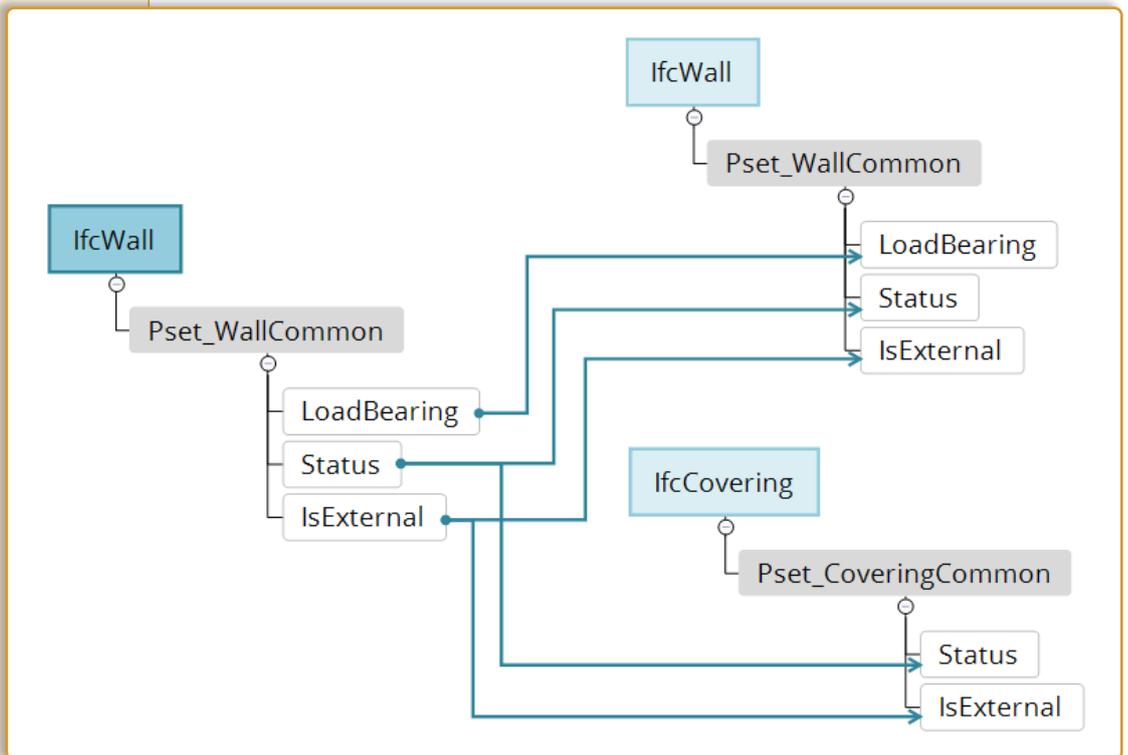


Abb. 11: Darstellung der Vererbung von Eigenschaften in die Schichten der Wand

5.2 Vererben von Eigenschaften in Schichten

Das Vererben von Eigenschaften in die Schichten erfolgt in Archicad über die Eigenschaftenzuordnung im IFC-Übersetzer. Dort kann gewählt werden, ob eine Eigenschaft in das Element oder in die Komponente (= Schicht) gemappt wird.

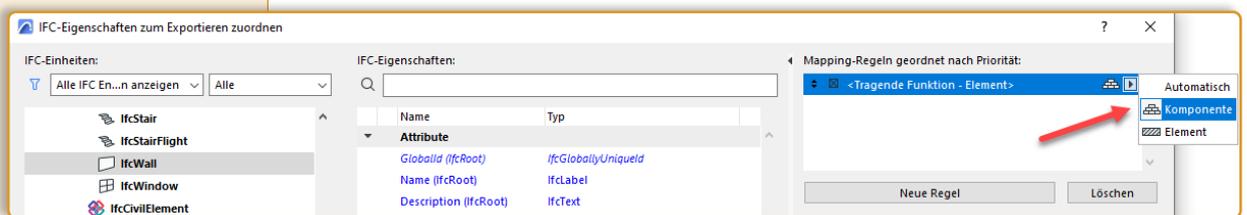


Abb. 12: Funktion der komponentenbezogenen Mapping-Regel im Archicad IFC-Übersetzer

Bei diesen drei Eigenschaften ist in Archicad zu beachten, dass sie vom IFC-Übersetzer automatisch ohne eine sichtbare Mapping-Regel, erkennbar am fehlenden Ketten-symbol, richtig in IFC übergeben werden.

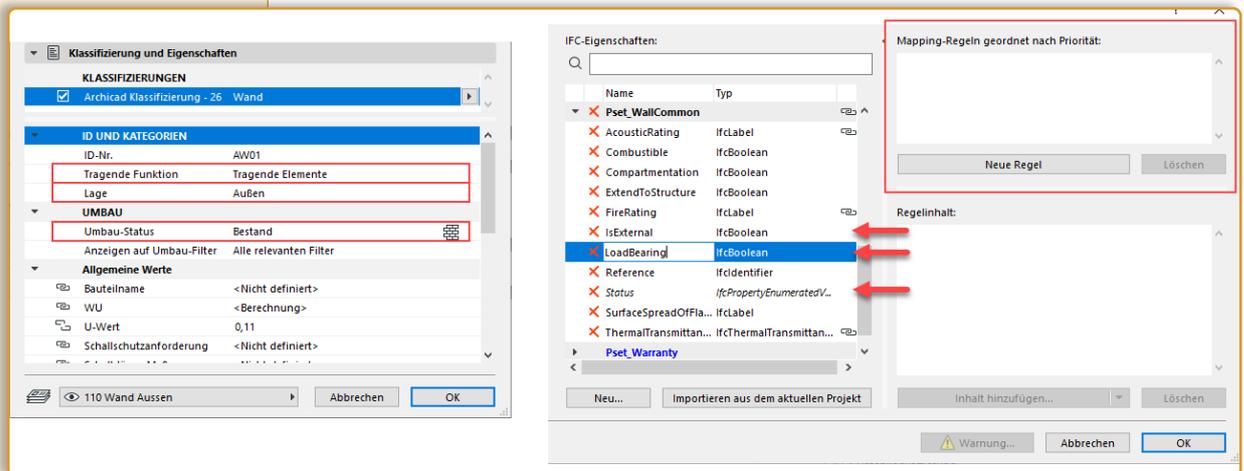


Abb. 13: Eigenschaften ohne sichtbare Mapping-Regel

5.2 Vererben von Eigenschaften in Schichten

Für das Übertragen in die Schicht ist aber eine Mapping-Regel erforderlich. Es funktioniert an dieser Stelle aber nicht, für die Mapping-Regel die drei vorhandenen Archicad-Eigenschaften zu mappen, da diese nicht die korrekten Werte für das IFC generieren würden.

In folgender Tabelle sind die drei Archicad-Eigenschaften den entsprechenden IfcProperties gegenübergestellt:

| Standard Archicad-Information | Archicad-Wert   | IfcProperty | IFC-Wert                    |
|-------------------------------|---|-------------|-----------------------------|
| Tragende Funktion             | Nicht definiert<br>Nicht tragende Elemente<br>Tragende Elemente | LoadBearing | true/false                  |
| Lage                          | Außen<br>Innen<br>Nicht definiert                               | IsExternal  | true/false                  |
| Umbau-Status                  | Bestand<br>Abbruch<br>Neubau                                    | Status      | NEW<br>EXISTING<br>DEMOLISH |

Es ist erkennbar, dass sowohl die Werte als auch die Sprache nicht übereinstimmt. Um dieses Problem zu lösen, müssen drei zusätzliche Eigenschaften in Archicad erstellt werden, welche die jeweiligen Werte entsprechend umwandelt.

Folgende drei berechnete Eigenschaften werden in Archicad angelegt und der Wand zugewiesen:



Abb. 14: Elementbezogene Eigenschaften für den IFC-Export

5.2  
Vererben von Eigenschaften  
in Schichten

Die Datentypen und die Funktionen für die Berechnungen sind wie folgt definiert:

| Archicad-Eigenschaft        | Datentyp     | Berechnung   |
|-----------------------------|--------------|--|
| Tragende Funktion - Element | Wahr/Falsch  | IF (Tragende Funktion = »Tragende Elemente«; TRUE; FALSE )   |
| Lage Außen - Element        | Wahr/Falsch  | IF (Lage = »Außen«; TRUE; FALSE )  |
| Status - Element            | Zeichenfolge | IFS (Umbau-Status = »Neu«; »NEW«;<br>Umbau-Status = »Bestand«; »EXISTING«;<br>Umbau-Status = »Abbruch«; »DEMOLISH« ) |

Anschließend werden im IFC-Übersetzer die Mapping-Regel für die entsprechenden IFC-Eigenschaften bei IfcWall und IfcCovering befüllt:

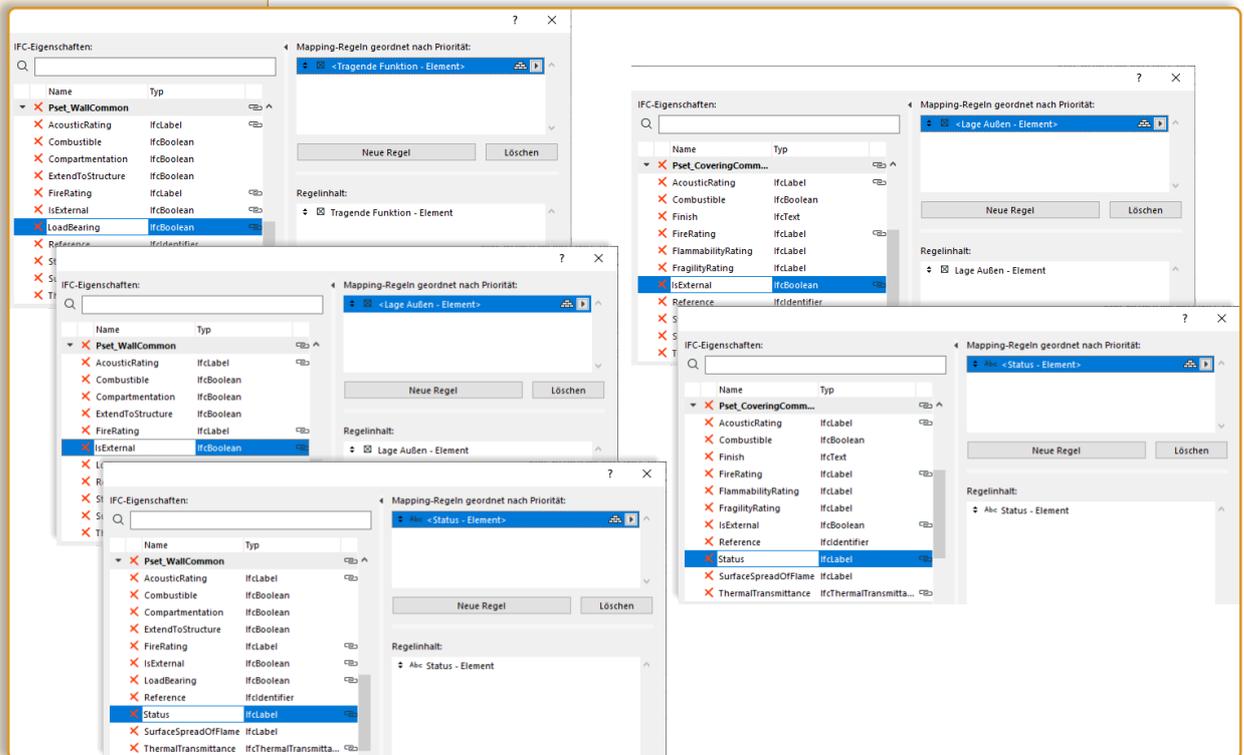


Abb. 15: Definierte Mapping-Regeln für IfcWall und IfcCovering im Archicad IFC-Übersetzer

Dabei ist es nötig die IFC-Eigenschaft Status zu löschen und neu anzulegen, da der vorhandene Wertetyp keine Mapping-Regel zulässt. Der Name muss gleichbleiben, der Wertetyp wird allerdings mit IfcLabel definiert.

5.2.1  
Kontrolle der exportierten  
IFC-Datei:

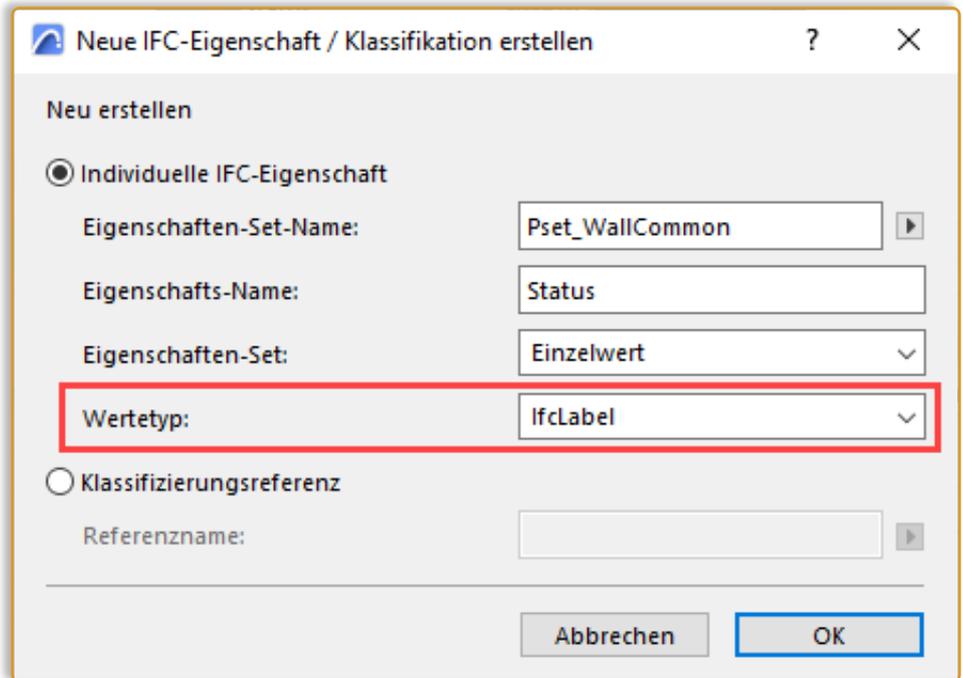


Abb. 16: Einstellungen IFC-Eigenschaft

Trotz der Mapping-Regeln für die Komponenten bleibt das automatische Mapping für das gesamte Element erhalten.

**5.2.1 Kontrolle der exportierten IFC-Datei:**

Die Wand wird in IFC4, mit MVD Design Transfer View exportiert. In der Auswertung ist zu erkennen, dass die Schichten der Wand erfolgreich die Eigenschaften der gesamten Wand übernommen haben und nur die Schicht, die als IfcWall definiert ist, die tragende Funktion beinhaltet.

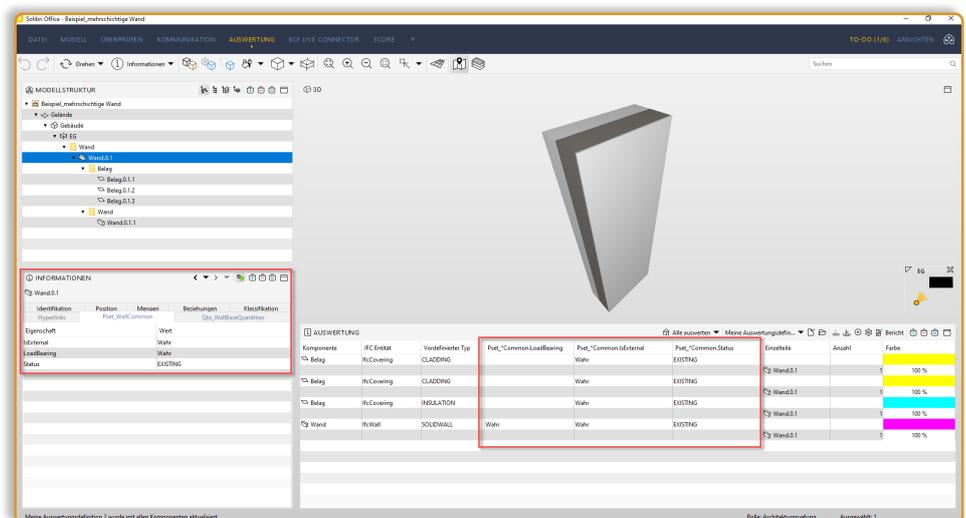


Abb. 17: Kontrolle Solibri – Schichten mit Eigenschaften

5.3  
Eigenschaftswert in der  
Schicht definieren

**5.3 Eigenschaftswert in der Schicht definieren**

Um in Archicad einen Eigenschaftswert nur für die Schicht zu definieren, braucht es so genannte Baustoff-Eigenschaften. Das bedeutet, dass eine Eigenschaft in Archicad nicht einem Element, sondern einer Baustoffklassifizierung und damit dem Baustoff zugewiesen wird.

Als Beispiel soll die Putzschicht an der Innenseite der Wand als nicht außen liegend definiert werden.

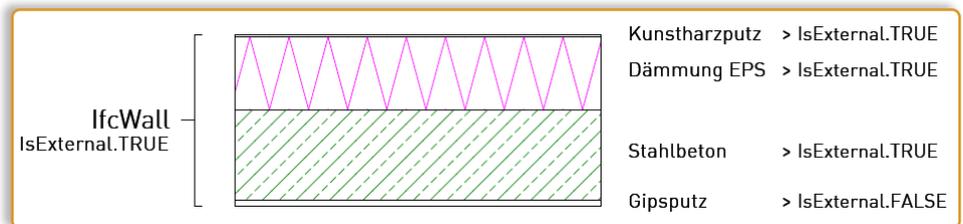


Abb. 18: IfcWall mit unterschiedlichen Eigenschaftswerten

Die entsprechende Eigenschaft für den Baustoff ist folgendermaßen angelegt:



Abb. 19: Baustoffbezogene Eigenschaften für den IFC-Export

Der Datentyp, der Standardwert und die Verfügbarkeit der Eigenschaft sind wie folgt definiert:

| Archicad-Eigenschaft  | Datentyp    | Standardwert | Verfügbarkeit                            |
|-----------------------|-------------|--------------|--|
| Lage Außen - Baustoff | Wahr/Falsch | Falsch       | Klassifizierung Archicad - 26 - Gipsputz |

Beim Baustoff Gipsputz ist somit die Eigenschaft »Lage Außen - Baustoff« mit dem Wert »Falsch« hinterlegt.

5.3.1 Kontrolle der exportierten IFC-Datei:

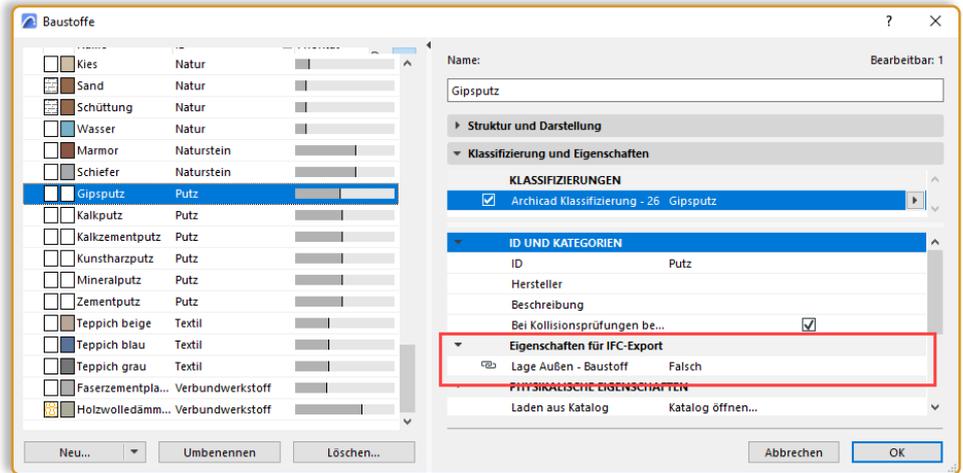


Abb. 20: Eigenschaft im Baustoff Gipsputz

Im IFC-Übersetzer muss dann eine weitere Mapping-Regel für die IfcEntität IfcCovering im Eigenschaften-Set Pset\_CoveringCommon für die Eigenschaft IsExternal angelegt werden. Diese wird mit der selbst erstellten Baustoff-Eigenschaft verknüpft.

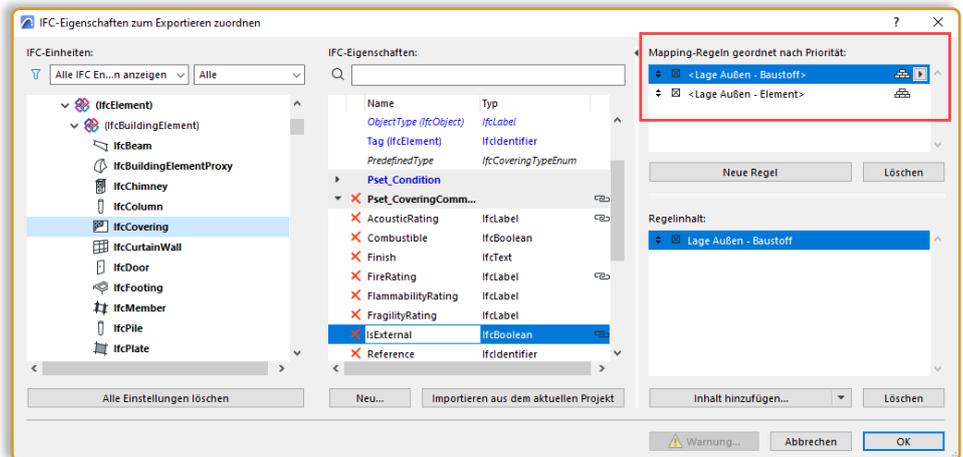


Abb. 21: Zusätzliche Mapping-Regel für IfcCovering

Bei den Mapping-Regeln muss auf die Reihenfolge geachtet werden. Als erstes ist die Baustoff-Eigenschaft und dann die Element-Eigenschaft zu hinterlegen. Wenn es also keine Baustoff-Eigenschaft gibt, wird dann die Eigenschaft des Elementes übergeben.

**5.3.1 Kontrolle der exportierten IFC-Datei:**

Die Wand wird in IFC4, mit MVD Design Transfer View exportiert. In der Auswertung ist zu erkennen, dass in die Schicht des Gipsputzes im Pset\_CoveringCommon für die Eigenschaft »IsExternal« erfolgreich der Wert »Falsch« übertragen worden ist. Weiters ist zu sehen, dass nur diese Schicht diesen Wert hat.

5.4  
Quantity takeoff der  
einzelnen Schichten

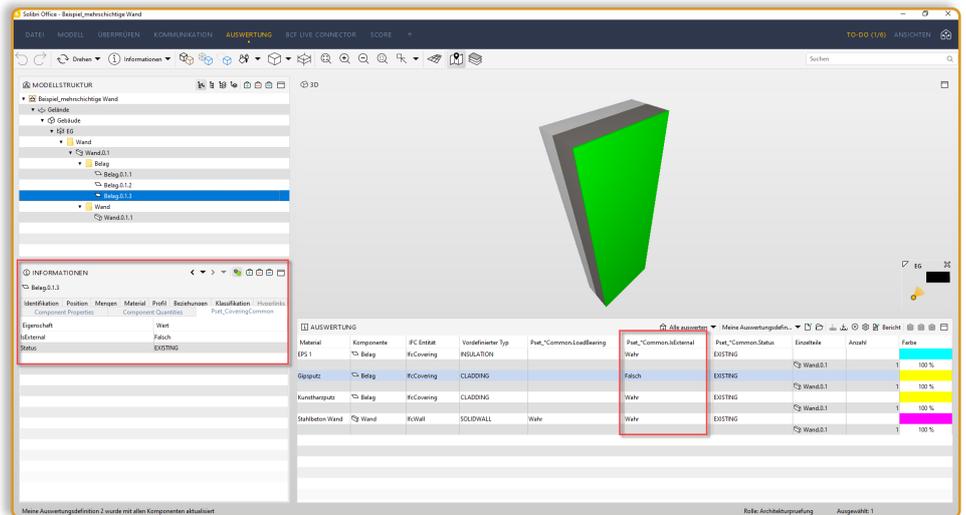


Abb. 22: Kontrolle Solibri – Schichten mit unterschiedlichen Eigenschaften

5.4 Quantity takeoff der einzelnen Schichten

Wenn man die Schichten eines mehrschichtigen Elements als IfcBuildingElement exportiert, erhält man nicht automatisch das entsprechende Quantity-Set, welches vom IFC-Schema vorgesehen ist.

Dies ist auch im angeführten Beispiel ersichtlich. In der gesamten Wand ist das Quantity-Set »Qto\_WallBaseQuantities« vorhanden, in der Schicht die als IfcWall exportiert wurde aber nicht. Dasselbe gilt auch für die Schichten, die als IfcCovering exportiert wurden.

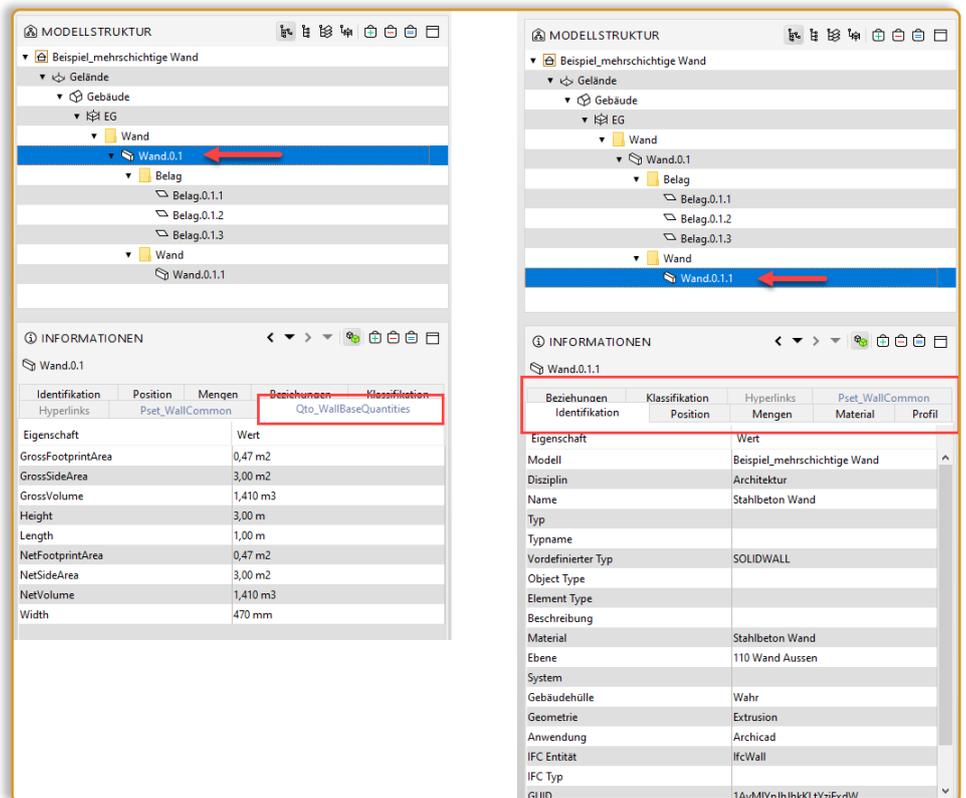


Abb. 23: Fehlendes Quantity-Set in der Schicht der Wand

5.4  
Quantity takeoff der  
einzelnen Schichten

Archicad bietet für diese Problematik die Möglichkeit im Übersetzer bei der Datenkonvertierung die Komponenten-Parameter ebenfalls mit zu exportieren, um entsprechende Mengen zu erhalten.

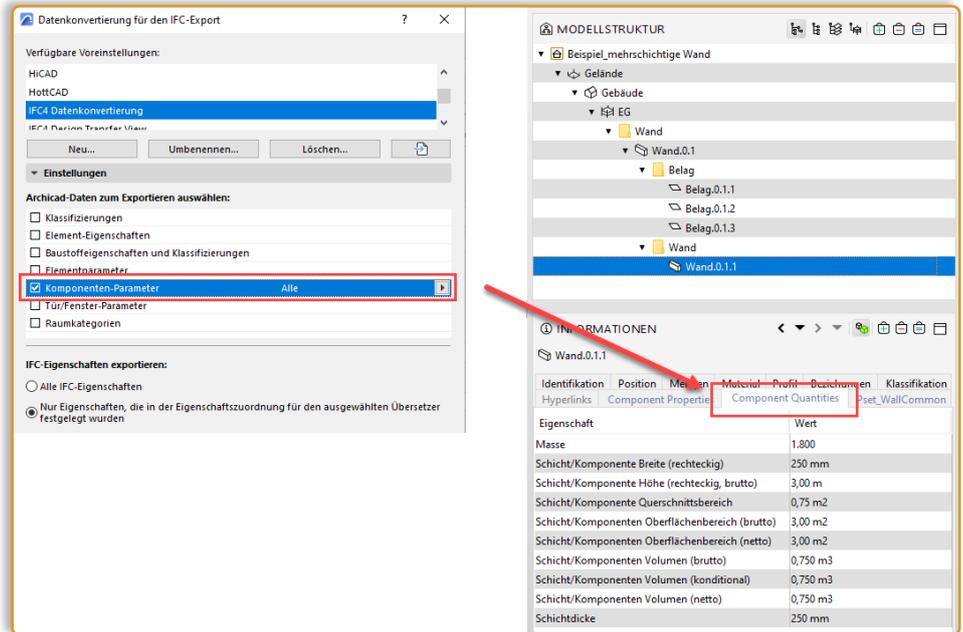


Abb. 24: Exportierte Komponenten-Parameter aus Archicad

Wenn es aber erforderlich ist, die laut IFC-Schema vorgegeben Mengen im entsprechenden Quantity-Set zu hinterlegen, müssen diese im IFC-Übersetzer händisch hinzugefügt werden.

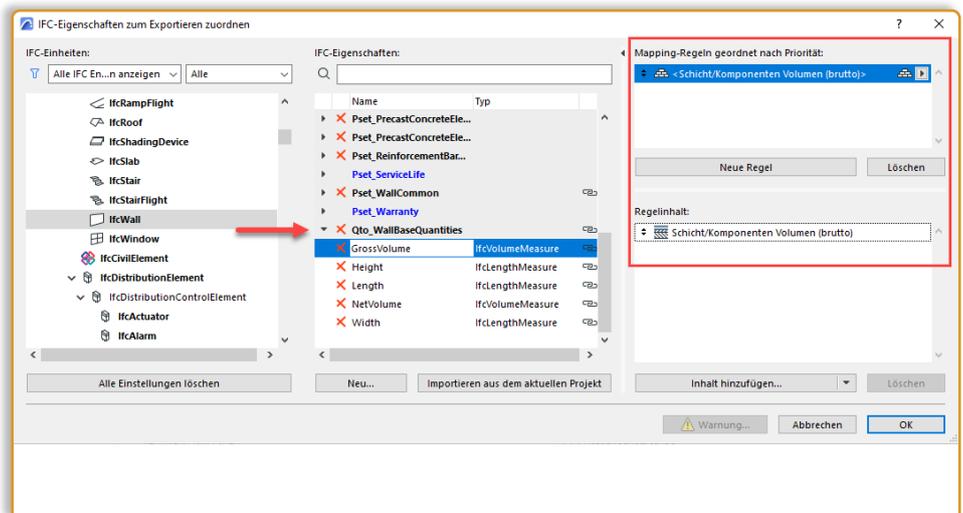


Abb. 25: Eigenes Quantity-Sets für die Schicht der Wand

Bei den Mapping-Regeln können dabei schichtbezogene bzw. komponentenbezogene Eigenschaften wie beispielsweise das Netto- oder Brutto-Volumen ausgewählt werden.

5.4  
Quantity takeoff der  
einzelnen Schichten

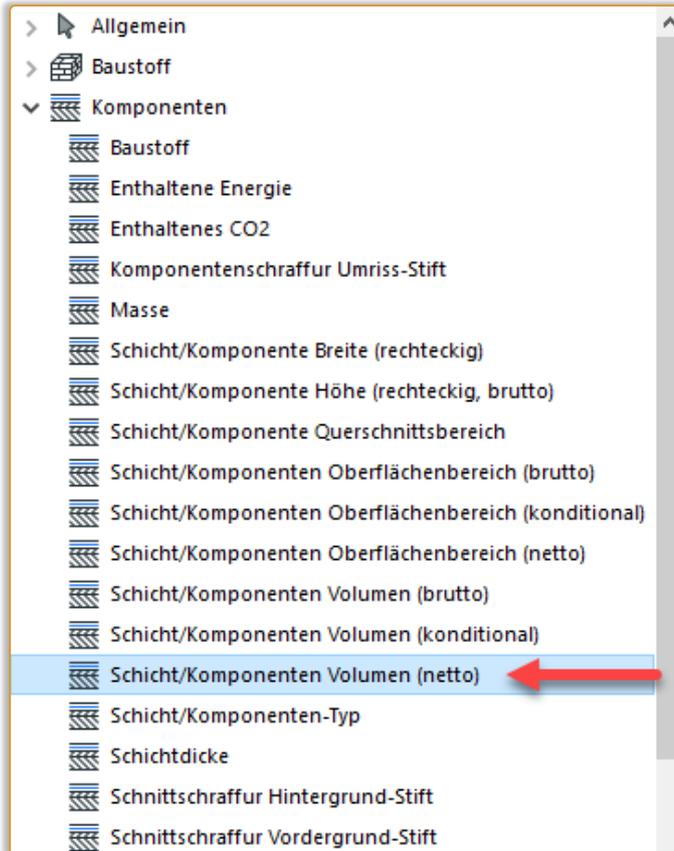


Abb. 26: Auswahl der Schicht/Komponenten Parameter

In der exportierten IFC-Datei scheint dann das Eigenschaften-Set Qto\_WallBaseQuantities in der Schicht auf, die als IfcWall definiert wurde.

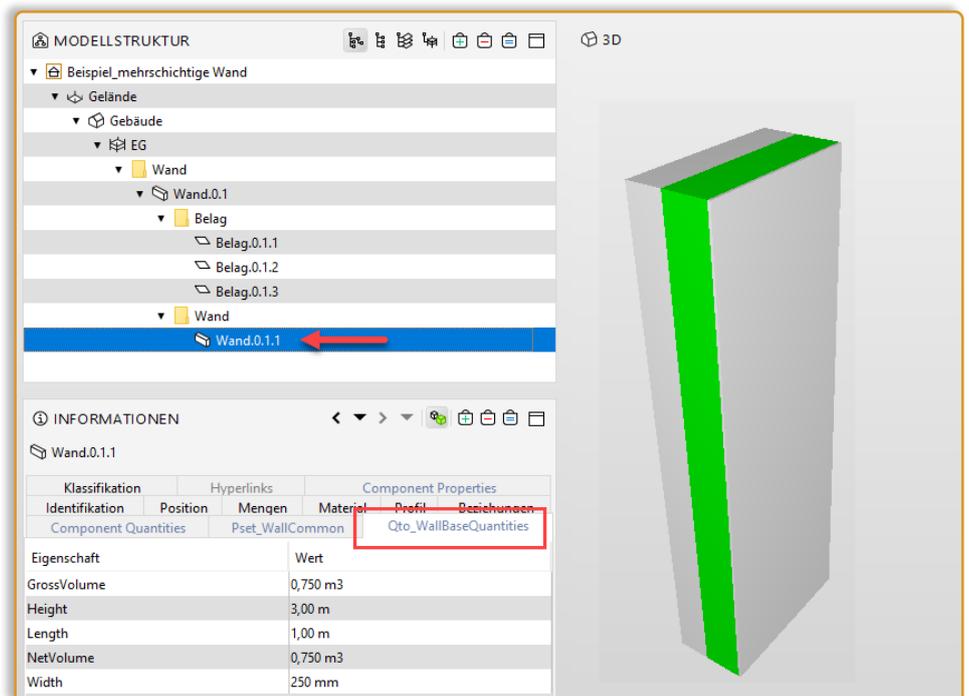


Abb. 27: Kontrolle Solibri – Schicht mit zusätzlichem Quantity-Set

6.  
Conclusio

7.  
Quellenverzeichnis

## 6. Conclusio

In dieser Arbeit wurde aufgezeigt, dass es in einem BIM-Modell unumgänglich ist mit mehrschichtigen Bauelementen zu arbeiten. Folglich ist die Auseinandersetzung mit den Möglichkeiten der schichtbezogenen Darstellung dieser Bauelemente im IFC-Schema nachvollziehbar und notwendig. Der Wunsch nach mehr Informationen in einer Schicht bzw. einer genaueren Zuweisung dieser legt nahe, dass die aktuelle Abbildung mittels `IfcBuildingElementPart` nicht ausreichend bzw. nicht repräsentativ genug ist. Vor allem die Tatsache, dass im aktuellen IFC4-Schema keine Property-Sets und Quantity-Sets für `IfcBuildingElementParts` vorgesehen sind, unterstützt diese Annahme.

Nach meiner Auseinandersetzung mit dieser Thematik bin ich zu dem Schluss gekommen, dass die Zuweisung von einzelnen Schichten eines mehrschichtigen Bauteils als `IfcBuildingElement` der nächste logische Schritt ist, um den Detaillierungsgrad und den Informationsgehalt eines BIM-Modells zu erweitern. Die BIM-Autorensoftware Archicad 26 bietet schon jetzt die Möglichkeit dieser Art der Darstellung von mehrschichtigen Bauteilen im IFC-Modell. Allerdings muss hier beachtet werden, dass die Umsetzung mit einem zusätzlichen Mehraufwand verbunden ist und dem Nutzen im jeweiligen BIM-Projekt gegenübersteht. Des Weiteren ist zu überprüfen, ob andere BIM-Autorensoftwares diese Art von Export auch unterstützen bzw. in Zukunft ermöglichen. Schlussendlich kommt es immer auf die Anforderungen an, die an das Modell gestellt werden.

## 7. Quellenverzeichnis

BIMpedia: Mehrschichtige Bauteile: o. D., [online] <https://www.bimpedia.eu/artikel/1297-mehrschichtige-bauteile> (abgerufen am 01.10.2022).

ÖNORM A 6241-2:2015 Teil 2: Building Information Modeling (BIM) – Level 3-iBIM, Austrian Standards Institute, 2015.

Curschellas, Paul/Eichler, Christoph: BIM Regelwerk: buildingSMART Austria / Bauen digital Schweiz /buildingSMART Switzerland, 31.07.2020, [online] <http://www.buildingsmart.co.at/wp-content/uploads/2020/12/BIM-Regelwerk-AIABAP-2020.08.20-V1.0322305843009224465678.pdf> (abgerufen am 01.10.2022)

Eichler, Christoph Carl/Christian Schranz/Tina Krischmann/Harald Urban/Markus Gratzl: BIMcert Handbuch: Grundlagenwissen openBIM. Ausgabe 2021, Erstaufgabe, Mironde-Verlag, 06.02.2021.

IFC4 Documentation: o. D., [online] [https://standards.buildingsmart.org/IFC/RELEASE/IFC4/ADD2\\_TC1/HTML/](https://standards.buildingsmart.org/IFC/RELEASE/IFC4/ADD2_TC1/HTML/) (abgerufen am 01.10.2022).

Connecting Properties to `IfcBuildingElementPart`: in: buildingSMART Forums, 12.10.2021, [online] <https://forums.buildingsmart.org/t/connecting-properties-to-ifcbuildingelementpart/3927/3> (abgerufen am 01.10.2022).

Guidance in assigning Class & Type for Wall/Floor components: in: buildingSMART Forums, 31.05.2019, [online] <https://forums.buildingsmart.org/t/guidance-in-assigning-class-type-for-wall-floor-components/1455> (abgerufen am 01.10.2022).

Zuweisen des IFC-Typs zu exportierten Schichten: in: <https://help.graphisoft.com>, o. D., [online] [https://help.graphisoft.com/AC/26/GER/index.htm?rhcsh=1&rhnewwnd=0&rhmapid=#t=\\_AC26\\_Help%2F005\\_NewFeatures%2F005\\_NewFeatures-22.htm](https://help.graphisoft.com/AC/26/GER/index.htm?rhcsh=1&rhnewwnd=0&rhmapid=#t=_AC26_Help%2F005_NewFeatures%2F005_NewFeatures-22.htm) (abgerufen am 05.10.2022).

Zuordnung von Eigenschaften auf Schichtenebene beim IFC-Export: in: <https://help.graphisoft.com>, o. D., [online] [https://help.graphisoft.com/AC/26/GER/index.htm?rhcsh=1&rhnewwnd=0&rhmapid=#t=\\_AC26\\_Help%2F005\\_NewFeatures%2F005\\_NewFeatures-23.htm](https://help.graphisoft.com/AC/26/GER/index.htm?rhcsh=1&rhnewwnd=0&rhmapid=#t=_AC26_Help%2F005_NewFeatures%2F005_NewFeatures-23.htm) (abgerufen am 05.10.2022).

## Inhaltsverzeichnis

**Matthias Sponner, Bsc.**

## **Durchbruchsplanung mit openBIM aus Sicht der Architektur**

### **Inhaltsverzeichnis**

- 1. Einleitung**
- 1.1 Verwendete Software**
- 1.2 Abkürzungsverzeichnis**
- 2. Workflow der buildingSMART Deutschland**
- 3. Vorbereitung**
- 3.1 Anforderungen an PfV definieren**
- 3.2 Archicad-Eigenschaften anlegen**
- 4. IFC-Import**
- 4.1 Übersetzer definieren**
- 4.1.1 Modell-Filter**
- 4.1.2 Typ-Zuordnung**
- 4.1.3 Eigenschaften-Zuordnung**
- 4.1.4 Geometriekonvertierung**
- 4.1.5 Ebenenkonvertierung**
- 4.1.6 Material und Oberflächenkonvertierung**
- 4.2 IFC-Datei importieren**
- 5. PfV Überprüfung**
- 6. Änderungen für PfV**
- 6.1 Issue erstellen**
- 6.2 BCF-Datei aus Issues**
- 7. Öffnungen aus PfV**
- 8. Öffnungen beschriften**
- 9. Fertiges AR-Modell exportieren**
- 10. Conclusio**
- 11. Literaturverzeichnis**

## 1. Einleitung

### 1.1 Verwendete Software

### 1.2 Abkürzungsverzeichnis

## 1. Einleitung

Die Durchbruchplanung ist in den meisten Projekten ein problembehafteter Prozess, in dem viele unterschiedlichen Gewerke und Personen über vielfältige Schnittstellen mehr oder weniger gut miteinander zusammenarbeiten.

Aus diesem Grund hat eine Arbeitsgruppe der buildingSMART Deutschland im Juli 2021 einen Use Case<sup>1</sup> »Schlitz- und Durchbruchplanung auf Basis von IFC – Provision for Void« veröffentlicht, der einen auf openBIM basierenden Workflow beschreibt, welcher als Empfehlung für die Schlitz- und Durchbruchplanung in BIM Projekten gelten soll. Darin wird unter dem Punkt »Herausforderungen für die Softwareentwicklung« beschrieben, dass zum Zeitpunkt der Veröffentlichung einige Prozesse händisch durchgeführt werden »mussten«.

Das vorliegende Dokument setzt genau auf diesen Workflow auf und beschreibt, wie die Durchbruchplanung aus Sicht der Fachplanung Architektur erfolgen kann. Dabei wurde besonderes Augenmerk darauf gelegt möglichst ohne Informationsverlust bzw. unnötiger händischer Eintragungen zu Durchbrüchen zu kommen, welche auch im Plan die richtige Beschriftung aufweisen.

### 1.1 Verwendete Software

Die verwendete Planungssoftware war Archicad 26 4004. Für den Workflow der Durchbruchplanung sind keine zusätzlichen AddOns notwendig. Die beschriebenen Prozesse sollten bereits ab der Archicad Version 23 so umsetzbar sein.

Als Prüfsoftware war Solibri Office in der Version 9.12 im Einsatz.

### 1.2 Abkürzungsverzeichnis

|      |                                |
|------|--------------------------------|
| BIM  | Building Information Modelling |
| IFC  | Industry Foundation Classes    |
| BCF  | BIM Collaboration Format       |
| GUID | Globally Unique Identifier     |
| PfV  | Provision for Void             |
| AC   | Archicad                       |
| H    | Heizung                        |
| K    | Kälte                          |
| L    | Lüftung                        |
| S    | Sanitär                        |
| E    | Elektro                        |
| AR   | Architektur                    |
| G-   | Gebäudeausrüstung              |
| TP   | Tragwerksplanung               |

<sup>1</sup> <https://ucm.buildingsmart.org/use-case-details/2376/de>

2.  
Workflow der buildingSMART  
Deutschland

3.  
Vorbereitung

3.1  
Anforderungen an PfV definieren

## 2. Workflow der buildingSMART Deutschland

Die openBIM basierte Durchbruchplanung lebt davon, dass von den Gewerken, welche Durchbrüche benötigen Durchbruchsvorschläge erstellt werden. Diese Durchbruchsvorschläge (B1, B4) im Englischen provision for void (PfV) sind einfache Geometrien, welche an die Gewerk Architektur und Tragwerksplanung mittels IFC-Modell übergeben werden. Für diese PfV ist in der IFC-Struktur die Entity IfcBuildingElementProxy mit dem predefined Type ProvisionForVoid vorgesehen.

Die übermittelten Geometrien werden von den Gewerken AR und TP geprüft und entweder freigegeben, oder mittels .bcf-Datei mit einem Korrekturvorschlag (B2, B3) zurückgeschickt.

Die von beiden Gewerken freigegebenen PfVs werden anschließend in den Fachmodellen übernommen und als neuen IFC-Modellstand (B5) exportiert. Im nächsten Schritt werden die IFC-Modelle von der BIM-Koordination zusammengeführt und geprüft (B6).

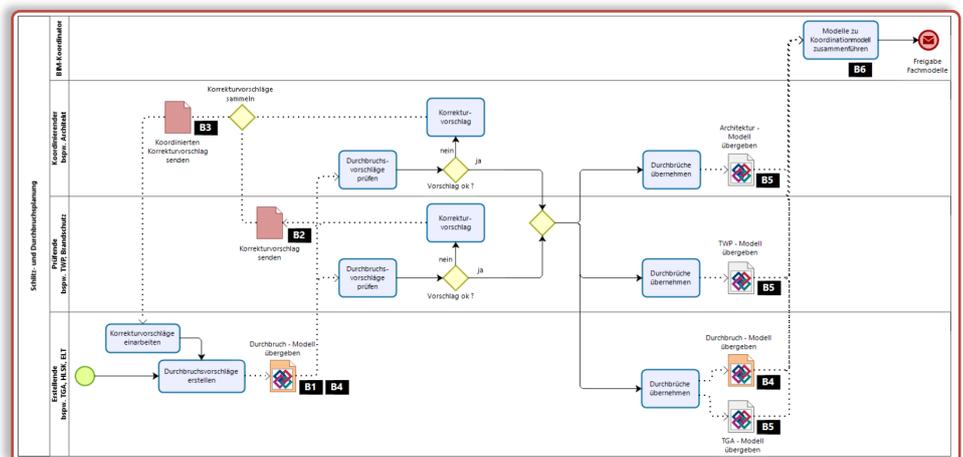


Abb. 1 Workflow Durchbruchplanung der buildingSMART Deutschland Vorbereitung

## 3. Vorbereitung

Bevor mit dem Austausch von PfV begonnen wird, sollte überlegt werden, welche Informationen von den späteren Durchbrüchen benötigt werden. Dieser Punkt ist sehr wichtig, da genau hier doppelte Arbeiten vermieden werden können. Archicad bietet nämlich beim Import der Durchbruchsvorschläge die Möglichkeit Informationen dieser Elemente aus der IFC-Datei in Archicadeigenschaften zu übernehmen und mittels Etiketten im Plan darstellen zu lassen.

Prinzipiell ist es empfehlenswert die PfV als eigene IFC-Datei exportieren zu lassen, um keine überschüssigen Elemente in die Anderen Modelle zu importieren.

### 3.1 Anforderungen an PfV definieren

Folgende Anforderungen sollten von den Durchbruchsvorschlägen erfüllt werden, um eine effiziente Weiterverarbeitung zu gewährleisten:

- IFC Entity: IfcBuildingElementProxy PredefinedType PROVISIONFORVOID. Die IFC Entity ist gemäß IFC4 Struktur der buildingSMART festgelegt.
- Gewerk/System: H, K, L, S, E. Die möglichen Optionen müssen exakt abgestimmt sein, da es anderenfalls zu Informationsverlusten kommen kann.
- Öffnungsart: WD, FBD, WS, WA, DA. Abkürzungen der Öffnungsart gemäß ÖNORM A 6240-2 Abkürzungen.
- Öffnungsnummer: Bsp.: GL-00001. Diese Nummer ist wichtig, da nicht alle Softwaresysteme mittels .bcf anhand der GUID kommunizieren können.

## 3.2

Archicad-Eigenschaften anlegen

## 4.

IFC-Import

## 4.1

Übersetzer definieren

## 4.1.1

Modell-Filter

**3.2 Archicad-Eigenschaften anlegen**

Passend zu den geforderten Informationen in den PfV sollten in Archicad entsprechende Eigenschaften angelegt sein.

- Gewerk: Datentyp = Optionenset Werte lt. PfV Anforderung
- Öffnungsart: Datentyp = Optionenset Werte lt. PfV Anforderung
- Öffnungsnummer: Datentyp = Zeichenfolge
- Freigabestatus-AR: Datentyp = Optionenset noch zu prüfen, freigegeben, zu ändern
- Freitagestatus-TP: Datentyp = Optionenset noch zu prüfen, freigegeben, zu ändern

Diese Eigenschaften sollten zumindest für die Klassifizierungen »Archicad Klassifizierung – 26 – Durchbruchvorschlag« und »Archicad Klassifizierung – 26 – Durchbrüche / Schlitze« verfügbar sein.

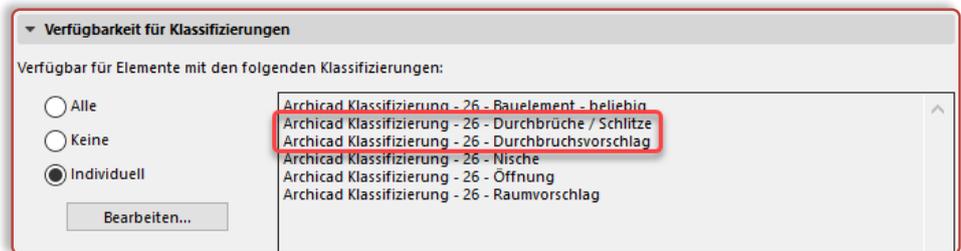


Abb. 2 Archicad Klassifizierung

**4. IFC-Import**

Der IFC-Import ist einer der wichtigsten Schritte im Workflow der Durchbruchsplanung. Hier kann am besten Einfluss darauf genommen werden, wie viele Informationen übernommen werden und wie gut mit den importierten Elementen weitergearbeitet werden kann. Daher ist es empfehlenswert in den zugehörigen Übersetzer etwas Zeit zu investieren.

**4.1 Übersetzer definieren**

Der IFC-Übersetzer im Archicad besteht aus folgenden Teilen:

- Modell-Filter
- Typ-Zuordnung
- Eigenschaften-Zuordnung
- Geometriekonvertierung
- Ebenenkonvertierung
- Material und Oberflächenkonvertierung

Mit diesen Einstellungen wird sichergestellt, dass die importierten Elemente in allen Aspekten an die Archicad-Projektstruktur angepasst werden.

**4.1.1 Modell-Filter**

Der Modellfilter bietet die Möglichkeit IFC-Elemente anhand ihrer IfcEntity zu filtern. Diese Option ist in dem beschriebenen Fall weniger relevant, angestrebt werden sollte, dass ein eigenes IFC-Modell nur für die PfV erstellt bzw. übermittelt wird. Somit befinden sich in der zu importierenden Datei nur IfcBuildingElementProxys, welche nicht weiter gefiltert werden müssen.

## 4.1.2

Typ-Zuordnung

## 4.1.3

Eigenschaften-Zuordnung

## 4.1.4

Geometriekonvertierung

## 4.1.5

Ebenenkonvertierung

**4.1.2 Typ-Zuordnung**

In der Typ-Zuordnung wird definiert, welche Archicad-Klassifizierung aus den importierten IfcEntities werden soll.

Die Archicad-Klassifizierung ist innerhalb von Archicad wichtig, da anhand der Klassifizierung den einzelnen Elementen Eigenschaften zugeordnet werden. Da die unter Punkt 3.2 angelegten Eigenschaften der Klassifizierung »Durchbruchsvorschlag« zugewiesen sind, sollten die importierten IfcBuildingElementProxys zu Durchbruchsvorschlägen werden.

**4.1.3 Eigenschaften-Zuordnung**

Die Eigenschaften-Zuordnung bietet die Möglichkeit Werte aus IfcProperties in bestehende Archicad-Eigenschaften zu importieren. Die Verknüpfung solcher Eigenschaften wird »mapping« genannt.

Dazu können über den Button »Dazuladen aus IFC ...« die in der IFC-Datei vorhandenen IfcProperties geladen und entsprechenden Archicad-Eigenschaften zugeordnet werden

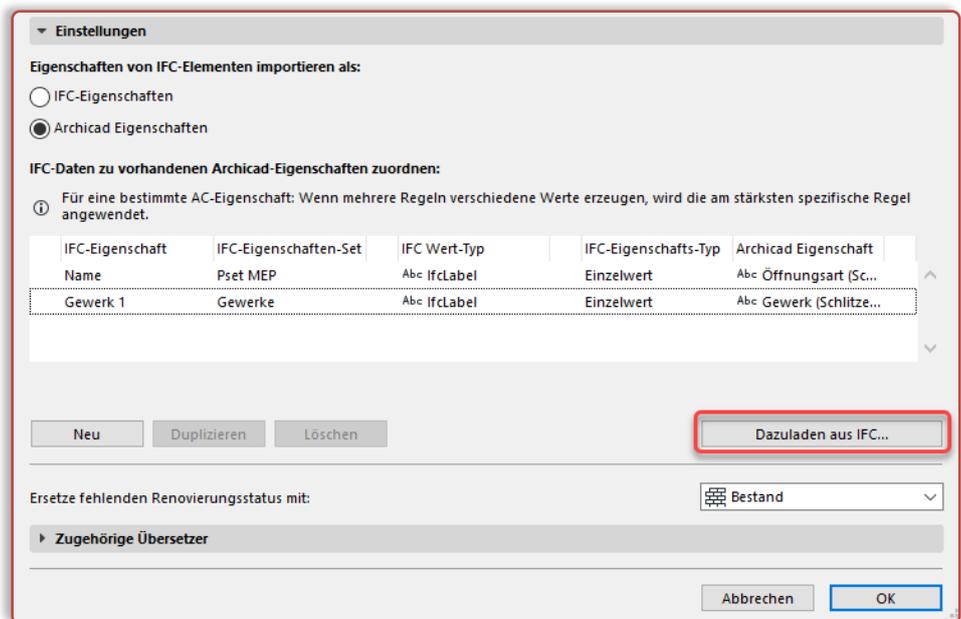


Abb. 3 IFC-Eigenschaften Mapping

**4.1.4 Geometriekonvertierung**

In der Geometriekonvertierung wird bestimmt mit welchem Zeichenwerkzeug die importierten Geometrien erstellt werden.

Für unseren Fall ist die Konvertierung zu Morphs empfehlenswert. Morphs haben den Vorteil, dass sie jede Geometrie annehmen können und mit keinen anderen Werkzeugen automatisch Verbindungen eingehen.

**4.1.5 Ebenenkonvertierung**

Die Ebenenkonvertierung verhält sich ähnlich wie die Eigenschaften-Zuordnung mit dem Unterschied, dass hier Ebenen/Layer von der IFC-Datei Archicad-Ebenen zugeordnet werden.

#### 4.1.6 Material und Oberflächenkonvertierung

Es besteht weiters die Möglichkeit alle importierten Elemente auf eine bestehende Archicad-Ebene zu legen. Dadurch bleibt eine saubere Ebenenstruktur im Projekt erhalten.

**Einstellungen**

Nur für IFC-Hotlinks: stellen Sie sicher, dass der Zielordner der Ebenen im Host-Projekt vorhanden ist. Andernfalls werden die importierten Ebenen in den Hauptordner "Ebenen" verschoben.

**Ebene den importierten Modellelementen zuweisen:**

Neue Ebenen erstellen um die Original-Ebenenstruktur beizubehalten

Erweiterung für neue Ebenen: IFC-Import

Ebenen-Ziel: Ebenen

Vorhandene Archicad-Ebenen verwenden

Standard-Ebene: 750 Bauangaben

Standard durch Zuordnung überschreiben:

|           |   |                |
|-----------|---|----------------|
| IFC-Layer | ⚠ | Archicad-Ebene |
|-----------|---|----------------|

Neu    Löschen    Dazuladen aus IFC...

Abb. 4 Ebenenkonvertierung

#### 4.1.6 Material und Oberflächenkonvertierung

Unter diesem Punkt kann definiert werden aus welchem Material die importierten Elemente bestehen sollen, oder ob neue Materialien erzeugt werden sollen. Hier sollte ein Standard-Baustoff gewählt werden, um zu verhindern, dass willkürlich Baustoffe angelegt werden.

**Einstellungen**

**Importmethode für IFC Materialien:**

IFC-Materialien ersetzen durch vorhandene Archicad Baustoffe

Importierten Elementen wird ein vorhandener Baustoff des Host-Archicad-Projekts zugeordnet. Es werden keine neuen Baustoffe erzeugt.

**Zuzuweisender Standard-Baustoff:** Tragende Bauteile

Standardmaterial durch Zuordnung überschreiben

|              |   |                        |
|--------------|---|------------------------|
| IFC-Material | ⚠ | Archicad Baustoff      |
| IFC-Material | ⚠ | Fehlt (HOHE PRIORITÄT) |

Neu    Löschen    Dazuladen aus IFC...

Abb. 5 Material und Oberflächenkonvertierung

## 4.2

## IFC-Datei importieren

## 4.2 IFC-Datei importieren

In Archicad gibt es mehrere Möglichkeiten IFC-Dateien in das bestehende Projekt hineinzuholen. In dem hier beschriebenen Workflow wurde die Funktion »Dazuladen aus Datei« gewählt, da bei dieser Methode die importierten Elemente individuell bearbeitbar bleiben. Durch den Übersetzer werden nicht nur die Elemente als Morphs generiert, sondern auch alle Informationen befüllt, die im »Mapping« eingestellt wurden.

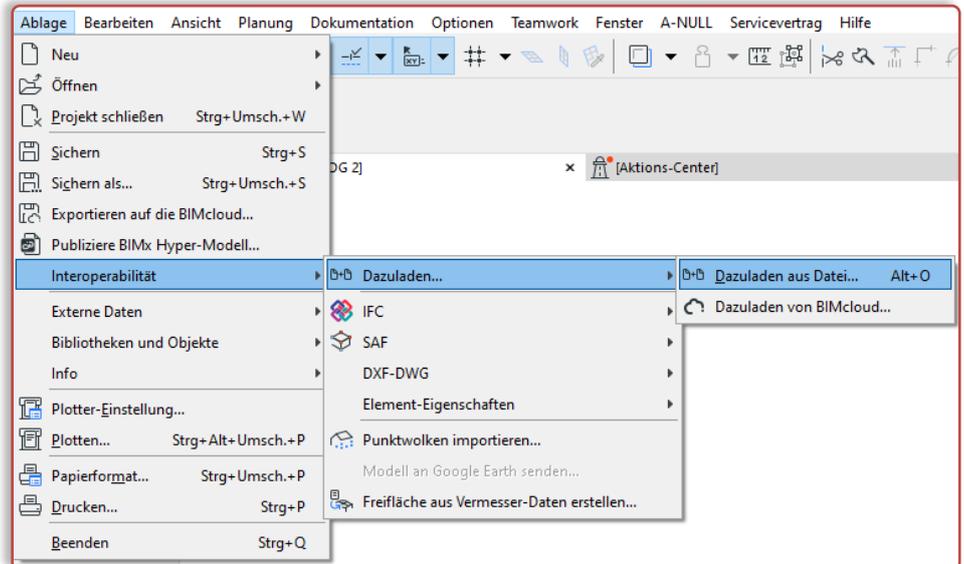


Abb. 6 Import Menüpfad

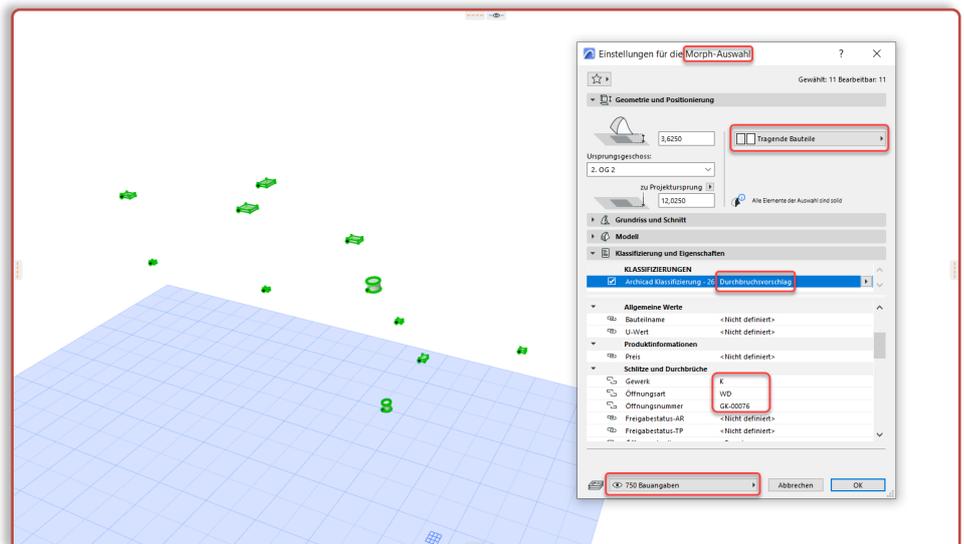


Abb. 7 importierte Durchbruchvorschläge in Archicad

5.  
PfV Überprüfung

6.  
Änderungen für PfV

6.1  
Issue erstellen

## 5. PfV Überprüfung

Die importierten Durchbruchsvorschläge gehören im nächsten Schritt auf ihre Richtigkeit überprüft. Hierbei wird von Architekturseite kontrolliert, ob die importierten PfV als Löcher übernommen werden können, oder ob Konflikte bestehen. Das könnte beispielsweise einen Wanddurchbruch betreffen, welcher zu tief positioniert wurde und daher unter der abgehängten Decke sichtbar ist. Um solche Probleme zu entdecken, empfiehlt es sich eine möglichst übersichtliche Darstellung des Modells zu erstellen, bei der die PfV farblich hervorgehoben werden. Dafür können in Archicad die graphischen Überschreibungen verwendet werden. Diese bieten die Möglichkeit Elemente anhand von frei definierbaren Kriterien farblich zu überschreiben. Hier bietet es sich an auf die Freigabestatus von AR und TP Bezug zu nehmen.

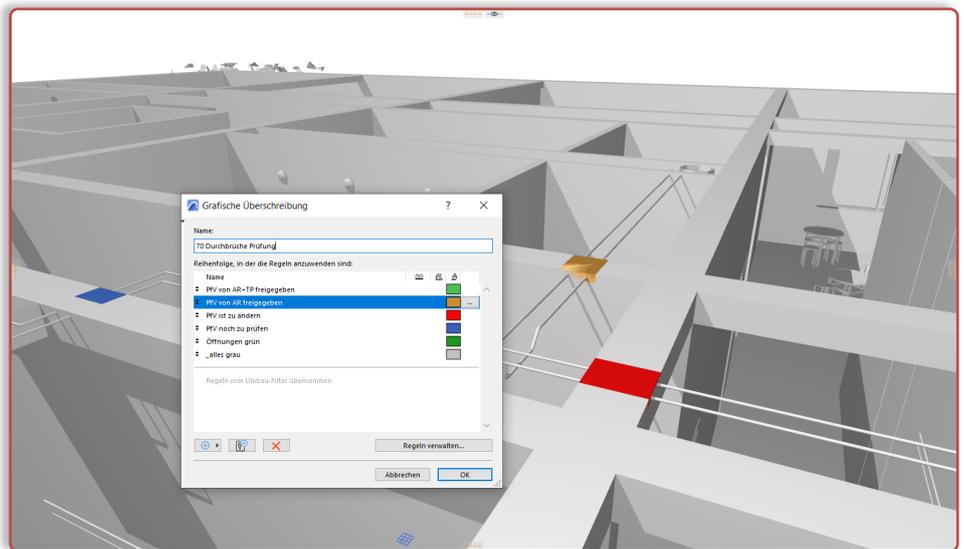


Abb. 8 Grafische Überschreibungen in Archicad

Mit dieser klaren farblichen Darstellung ist es sehr leicht möglich die noch zu prüfenden Elemente zu finden und zu kontrollieren. Durchbruchsvorschläge, die aus architektonischer Sicht übernommen werden können, bekommen den Wert »freigegeben« in der Archicad Eigenschaft »Freigabestatus-AR«.

## 6. Änderungen für PfV

Sind jedoch Änderungen bei einem geprüften Durchbruchsvorschlag notwendig, bekommt dieser den Wert »zu ändern«. Zusätzlich sollte eine Beschreibung der notwendigen Änderung für diese Elemente erstellt werden. Diese Beschreibung kann über das openBIM Format .bcf an das zuständige Gewerk kommuniziert werden.

### 6.1 Issue erstellen

Das entsprechende Werkzeug für diese Kommunikation in Archicad ist der »Issue Manager«. Hier ist empfehlenswert je Änderung ein Issue zu erstellen. In den meisten Projekten gibt es genaue Vorgaben welche Informationen in einem .bcf enthalten sein sollten. Das Ziel sollte allerdings immer sein, dass die gewünschte Änderung möglichst verständlich an den anderen Projektpartner kommuniziert wird.

## 6.1 Issue erstellen

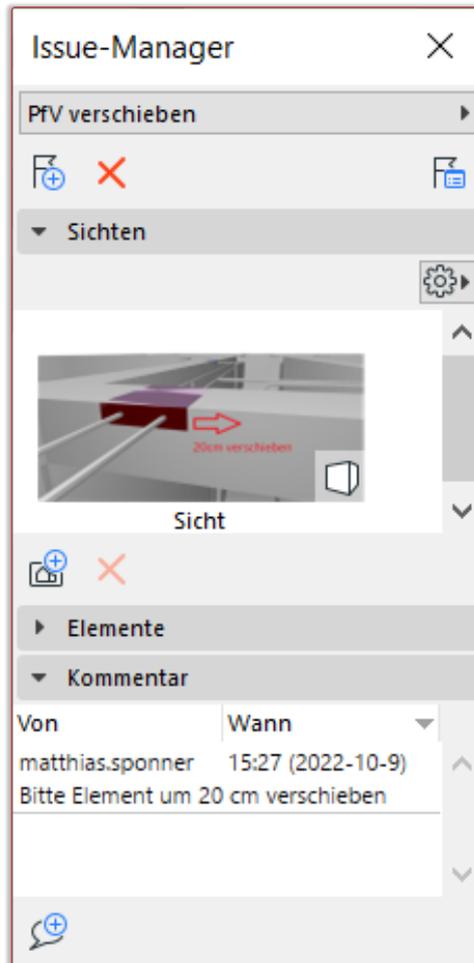


Abb. 9 Issue Manager in Archicad

Hierbei sind folgende Punkte hilfreich:

- Standardisierte Bezeichnung der Issues  
Die Namen der Issues für PfV können z.B. immer mit »PfV« starten, um diese leicht von den Anderen unterscheiden zu können.
- Mindestens eine Aussagekräftige Sicht  
Diese Sicht ist mehr als nur ein Bild, dass hier mitgespeichert wird. Gleichzeitig werden auch die Kameraposition und der aktuelle Modellfilter gespeichert. Das ermöglicht eine schnelle Lokalisierung des Problems.
- Element verknüpfen  
Das betroffene Element sollte mit dem Issue verknüpft sein. Dadurch wird die GUID des Elements im Issue hinterlegt. Hier ist zu berücksichtigen, dass die geprüften PfV Morphs sind die in Archicad erzeugt wurden und dadurch nicht mehr die gleiche GUID besitzen wie die Originalelemente. Allerdings wird diese Original-ID als zusätzliche Nummer unter »Externe IFC ID« gespeichert.

|                      |                        |
|----------------------|------------------------|
| Archicad IFC ID      | 31c21s7bz9OQ5ASWWaeUSH |
| Externe IFC ID       | 2trzqiOEL35wfEpst\$4LA |
| GlobalId (Attribute) | 31c21s7bz9OQ5ASWWaeUSH |
| Name (Attribute)     | ProvisionForVoid       |

- Beschreibung. Eine Beschreibung, die über den Issue-Namen hinausgeht, ist immer hilfreich und kann unter Kommentar hinzugefügt werden.

6.2  
BCF-Datei aus Issues

7.  
Öffnungen aus PfV

## 6.2 BCF-Datei aus Issues

Aus den erstellten Issues kann über den »Issue-Organisator« eine gemeinsame .bcfzip-Datei erstellt werden.

Hierbei ist zu berücksichtigen, dass beim Export die Checkbox »Externe IFC-ID benutzen, wenn verfügbar« aktiviert sein soll. Dadurch werden beim Aktivieren eines .bcfs den Partnergewerken die Originalen PfV Elemente aktiviert. Somit ist die Bearbeitung deutlich einfacher.

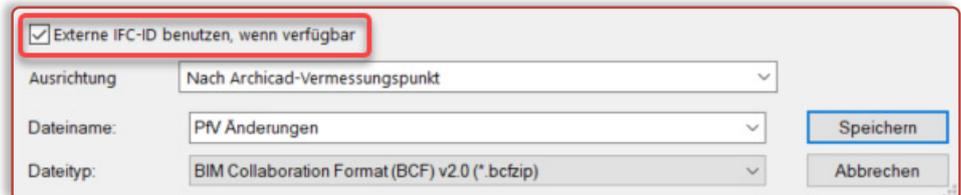


Abb. 10 Externe IFC-ID für den Export benutzen

Hinweis:

Für die BCF-Kommunikation gibt es eigene Softwareprodukte und Plattformen, die es ermöglichen diese Issues live zu synchronisieren. Durch das Wegfallen des ex- und Importierens von BCF-Dateien kann hier einiges an Zeit gespart werden.

## 7. Öffnungen aus PfV

Ist nun ein Durchbruchvorschlag sowohl von AR als auch von TP freigegeben, dann kann dieser zu einer Öffnung gemacht werden. Seit der Archicad Version 23 gibt es dafür ein eigenes Werkzeug (Öffnungswerkzeug), welches in den weiteren Versionen etwas weiterentwickelt wurde. Zusätzlich wurde eine Funktion entwickelt, welche es uns erlaubt eine Öffnung aus einem oder mehreren Markierten Elementen zu erstellen. Diese Elemente müssen lediglich eine Kollision mit bspw. einer Wand oder Decke aufweisen. Besonders hilfreich ist dabei, dass Eigenschaften aus dem Originalelement übernommen werden können.

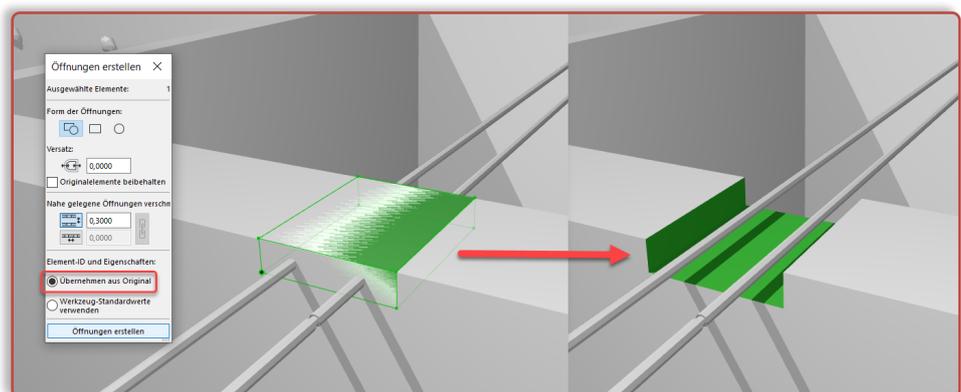


Abb. 11 Öffnung erstellen in Archicad

8. Öffnungen beschriften
9. Fertiges AR-Modell exportieren
10. Conclusio
11. Literaturverzeichnis

### 8. Öffnungen beschriften

Da nun auch die Öffnung die IFC-Eigenschaften wie Gewerk, Öffnungsart und Öffnungsnummer trägt ist es möglich diese Informationen auch in einem Plan sichtbar zu machen. Dafür bietet sich in Archicad das Werkzeug »Etikett« an. Damit ist es möglich mit Hilfe von Autotexten Informationen von einem verknüpften Element auszulesen und anzuzeigen.

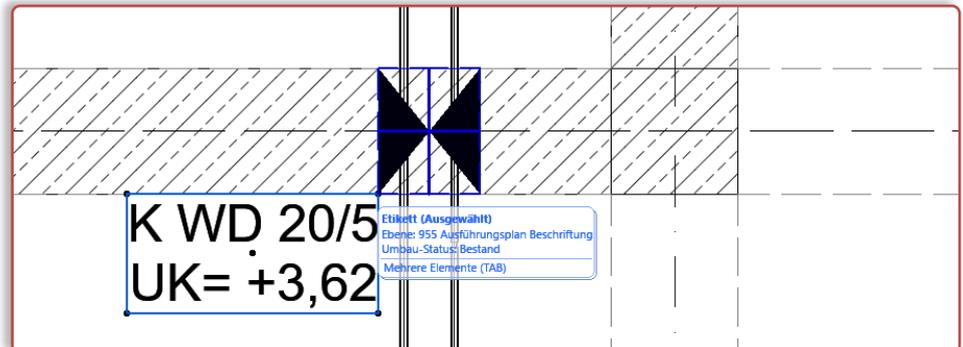


Abb. 12 etikettierte Öffnung in Archicad

### 9. Fertiges AR-Modell exportieren

Das Modell inklusive aller freigegebenen Öffnungen kann nun exportiert und an die BIM Koordination übergeben werden.

Hierbei ist darauf zu achten, dass der IFC-Übersetzer so eingestellt wird, dass die Eigenschaften der Durchbrüche auch ins IFC übergeben werden.

### 10. Conclusio

Die Durchbruchsplanung ist und bleibt ein komplexer Workflow. Allerdings kann durch gut definierte Vorgaben ein reibungsloser Arbeitsablauf begünstigt werden, bei welchem händische Übertragungen auf ein Minimum reduziert werden. Dadurch können Fehler vermieden werden, die sich sonst sehr leicht einschleichen würden.

Die Wichtigkeit von Prüfroutinen sollte an dieser Stelle nicht unterschätzt werden, da nur so sichergestellt werden kann, dass die übergebenen Modelle auch die geforderten Informationen enthalten.

Ich persönlich finde es positiv zu sehen, dass Softwarehersteller auf Wünsche eingehen und entsprechende Entwicklungen vorantreiben, die es uns ermöglichen komplexe Themen effizienter zu bewältigen.

### 11. Literaturverzeichnis

buildingSMART Germany. (09.07.2021). Schlitz- und Durchbruchsplanung auf Basis von IFC - Provision for Void. Von <https://ucm.buildingsmart.org/use-case-details/2376/de> abgerufen

Eichler, C. C., Schranz, C., Krischmann, T., Urban, H., Gratzl, M. (14.10.2022). BIMcert-Handbuch. Grundlagenwissen openBIM. Ausgabe 2021. Von <http://www.buildingsmart.co.at/wp-content/uploads/2021/07/BIMcert-Handbuch-2021-eBook.pdf> abgerufen

## Inhaltsverzeichnis

**Severin Türk****IFC-basiertes Dateninformationsmanagement  
Die Transformation von abstrakten BIM-Daten der Qualitätsprüfung hin zu interaktiven Dashboards für die Überwachung zentraler Leistungskennzahlen**

## Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung
  2. Grundlagen
    - 2.1 Die generelle Problematik von Prüfergebnissen
    - 2.2 Objectives and Key Results (OKRs) vs. Key Performance Indicators (KPIs)
    - 2.3 Differenzierung und Hierarchie von KPIs
  3. KPI – Keep People Interested
    - 3.1 Berechnungsmethodik – Gewichtung – Schwellenwerte
    - 3.2 KPIs auf Basis von formalen, Qualitäts- und Integritäts-Prüfroutinen
    - 3.3 Automatisiertes Prüfungs-Feedback
  4. Vom statistischen Prüfbericht zu interaktiven Dashboards
    - 4.1 Verknüpfung & Visualisierung von KPIs mit Business Intelligence Software
    - 4.2 Visuelles Feedback von Qualitätsprüfungen für den Bauherrn
  5. Conclusio und Ausblick
- Abkürzungsverzeichnis  
Abbildungsverzeichnis  
Literaturverzeichnis

1.  
Einleitung

2.  
Grundlagen

2.1  
Die generelle Problematik von  
Prüfergebnissen

## 1. Einleitung

Regelmäßige modelbasierte Prüfungsmechanismen im Rahmen von kleinen, mittleren oder großen Abstimmungsfällen innerhalb eines open BIM Projekts bilden das Fundament für eine aussagekräftige Evaluierung der geometrischen und informativen Qualität der Fach- und Koordinationsmodelle. Abhängig von der jeweiligen Projektphase stellt diesbezüglich die Erfüllung von formalen, Qualitäts- und auch Integritätskriterien die Bewertungsgrundlage dar.<sup>1</sup>

Dabei ist es unzureichend, die Ergebnisse von FKP und GKP lediglich als abstraktes Fehler- und Mängelprotokoll zu interpretieren. Vielmehr müssen die Prüfdaten entsprechend transformiert und aufbereitet werden, um eine aussagekräftige Bewertung der aktuellen BIM-spezifischen Projektqualität anhand von zentralen Leistungskennzahlen zu ermöglichen.

Um diesen Transformationsprozess gesamtheitlich beschreiben und bewerten zu können, wird diese Arbeit im Wesentlichen in drei Teile gegliedert. Im ersten Teil werden die Grundlagen und Problemstellungen bezüglich der Analyse und Weiterverarbeitung von Prüfdaten erarbeitet um im zweiten Teil eine fundierte Aussage zur Methodik, Ableitung und Verbesserung der Lesbarkeit von zentralen Leistungskennzahlen aus den Prüfergebnissen treffen zu können. Im dritten Teil wird darauf aufbauend die Einbindung des IFC-Modells in Kombination mit den auf den Prüfdaten basierenden Leistungskennzahlen in eine Business Intelligence Softwareumgebung thematisiert. Damit einhergehend soll auch der Beweis erbracht werden, dass eine direkte visuelle Verbindung von datenbankbasierten Dashboards, die wiederum auf den Ergebnissen der fortlaufenden Prüfungen fundieren, und der aktuellen Geometrie des IFC-Modells selbst einen Mehrwert sowohl für den AG als auch für das gesamte Planerteam hinsichtlich der Lesbarkeit der Prüfergebnisse und somit auch der Evaluierung der Projektqualität und dem frühzeitigen Erkennen von etwaigen Problemen darstellt.

Für die Übersetzung von alphanummerischen und geometrischen Daten eines IFC-Modells in die Datenbanklogik eines Business Intelligence Systems wird die Applikation Tracer untersucht, für die Visualisierung der KPIs selbst wird die Software *Microsoft Power BI* in dieser Arbeit verwendet. Zusätzlich werden die Programme *Solibri Model Checker* (SMC) und *Bexel Manager* hinsichtlich ihrer Schnittstellen für die Weitergabe der Prüfungsergebnisse und BIM-Daten an *Power BI* evaluiert.

Firmen- und Personennamen in Zusammenhang mit dem Beispielprojekt wurden aus Datenschutzgründen in dieser Arbeit anonymisiert. Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird in dieser Arbeit auf die gleichzeitige Verwendung der Sprachformen männlich, weiblich und divers (m/w/d) verzichtet. Sämtliche Personenbezeichnungen gelten gleichermaßen für alle Geschlechter.

## 2. Grundlagen

### 2.1 Die generelle Problematik von Prüfergebnissen

#### Die Problematik der langfristigen Prüfungskonsistenz

Prüfergebnisse im Rahmen von kleinen, mittleren oder großen Abstimmungsfällen in Form von gewerkinternen Dokumenten oder FK- bzw. GK-Berichten variieren im Projektalltag oftmals über mehrere Projektphasen hinweg in ihrer inhaltlichen Schärfe und können daher nur schwer miteinander verglichen werden. Dies erschwert die konsistente Bewertung der Modell- und der damit einhergehenden Projektqualität über einen längeren Zeitraum.

Oftmals werden Modellprüfungen inhaltlich an die jeweilige Projektphase angepasst und fokussieren sich lediglich auf die Bewertung von spezifischen, sich ändernden Kriterien, ohne das Modell unter gleichbleibenden Rahmenbedingungen gesamtheitlich zu evaluieren. Durch die Priorisierung von Prüfungsteilbereichen stellen die daraus resultierenden Ergebnisse nur Momentaufnahmen bezüglich der Qualität eben dieser

<sup>1</sup> vgl. S. 117–125 (Eichler, Schranz, Krischmann, Urban, Gratzl, 2021)

## 2.2 Objectives and Key Results (OKRs) vs. Key Performance Indicators (KPIs)

Teilbereiche dar, ohne dem AG eine fundierte Aussage über die Qualitätskurve des Gesamtplanungsprozesses liefern zu können.

Daher ist es essenziell, dass bereits in der Projektinitiierung klare und vor allem verpflichtende Vorgaben zu Qualitätssicherung an alle Projektbeteiligten im Rahmen von den AIA und dem BAP kommuniziert werden. Diese Vorgaben umfassen zum einen die eindeutige Definition und zeitlichen Abfolge der einzelnen, repetitiv durchzuführenden Prüfkriterien und zum anderen die Festlegung der Bewertungsmethodik, die im Idealfall durch klar verständliche, zusammenfassende Leistungskennzahlen auf Basis der Prüfergebnisse erfolgt.

### Die Problematik von Prüfungen ohne Quality Gates

Jegliche Prüfergebnisse zu festgelegten Meilensteinen oder zum Ende einer Projektphase sowie die daraus resultierenden Leistungskennzahlen haben nur dann eine Aussagekraft, wenn sie in Relation zu vorab definierten Quality Gates gestellt werden. Ein Kennwert von 91 Prozent kollisionsfreier Elemente in einem Fachmodell trifft beispielsweise noch keine Aussage über die tatsächliche Modellqualität bevor diesbezüglich ein entsprechendes Quality Gate definiert worden ist, das Bezug auf Rahmenbedingungen wie z.B. dem Grenzwert für maximale Kollisionen in Relation zur gesamten Elementanzahl (die sich ja über die einzelnen Projektphasen hinweg stetig ändert) nimmt.

Quality Gates können und sollen sich natürlich je nach Projektphase ändern, müssen aber immer im Zusammenhang mit den festgelegten Prüfkriterien und den entsprechenden KPIs gemeinsam vorab in den AIA und im BAP definiert werden.

### Die Problematik von abstrakten Fehler- und Mängelprotokollen

Oftmals basieren die Ergebnisse von Modellprüfungen auf der Auflistung von einzelnen, elementbasierten Problemen und resultieren daher in äußerst umfangreiche abstrakte Fehler- und Mängelprotokolle, die aufgrund ihrer Datenmenge eine gesamtheitliche Beurteilung der Modellqualität speziell für den AG erschweren bzw. gänzlich unmöglich machen.

Daher ist es wichtig, Modellprüfungsergebnisse verschiedenen Bewertungs- und Bearbeitungsebenen zuzuordnen. So ist beispielsweise eine Auflistung der einzelnen Prüfungsergebnisse in Form von BCFs für die Ebene der BE, die für das Generieren von disziplinbezogenen Modellinhalten verantwortlich ist, äußerst hilfreich, jedoch für eine allgemeine Modellevaluierung zum Ende einer Projektphase auf der Ebene der BGK weitgehend unbrauchbar. Ein zusammenfassender prozentueller Kennwert zur Bewertung aller Qualitätskriterien innerhalb eines Fachmodells wiederum ist für die BE schwer verwertbar, jedoch für die BPS ein wichtiger und vor allem klar verständlicher Indikator für die geometrische Modellqualität und ein essenzieller Bestandteil bei der visuellen Interpretation der Ergebnisse innerhalb einer Business Intelligence Software.

### 2.2 Objectives and Key Results (OKRs) vs. Key Performance Indicators (KPIs)

Die Verknüpfungs- und Visualisierungsmöglichkeiten der Prüfergebnisse sowie der IFC-Modelldaten selbst innerhalb einer Business Intelligence Software können aber nur dann in vollem Umfang ausgeschöpft werden, wenn spezifische »Objectives and Key Results« (OKRs) gemeinsam mit den verschiedenen »Key Performance Indicators« (KPIs) definiert werden.

OKRs beziehen sich dabei auf übergeordnete zukünftige Ziele in einem Projekt selbst oder werden projektübergreifend für ein Unternehmen erarbeitet. Sie beschreiben im Gegensatz zu den KPIs Ziele, die nicht auf Basis der dahinterstehenden Arbeit, sondern des Effekts, den der Mehrwert für z.B. den Bauherrn haben soll, definiert werden. Somit unterscheiden sich OKRs und KPIs einerseits in ihrer zeitlichen Orientierung sowie in der qualitativen (OKRs) und quantitativen (KPIs) Interpretation der Daten. Während OKRs meist in Quartalszyklen eingesetzt werden oder sich bei Bauprojekten oft auch

## 2.3

## Differenzierung und Hierarchie von KPIs

auf die einzelnen Projektphasen beziehen können, analysieren KPIs spezifische Daten konstant über einen längeren Zeitraum. So gesehen legen KPIs das angestrebte Resultat eines Prozesses fest, während OKRs Zielwerte messen, die zur Erreichung eben dieses Ziels führen.<sup>2</sup>

Transformiert man also die generelle Logik von OKRs und KPIs auf die BIM-Methodik eines Bauprojekts und der diesem Prozess zugrunde liegenden, modellbasierten Qualitätskontrolle, dann entsprechen OKRs und KPIs den Qualitätsanforderungen und Projektzielen innerhalb der AIA und können beispielsweise so definiert sein:

**Objective:**

Durch eine IFC-modellbasierte Kostenschätzung und Ausschreibung wird im Vergleich zur konventionellen, auf Plänen basierenden Methodik eine höhere Kostenkontrolle erzielt und somit der wirtschaftliche Aspekt des Bauvorhabens optimiert.

**Key Results:**

- Erfassung & Berechnung der erforderlichen Daten wurden um x Prozent beschleunigt
- Die Präzision der ausgewerteten Daten wurde um x Prozent erhöht
- die Fehlerquellen wurden um x Prozent minimiert

**Key Performance Indicators:**

- Anzahl der geometrischen Überschneidungen
- Anzahl der Elemente mit fehlerhaften Anschlüssen und Abständen
- Polygonanzahl und Dimensionierung von spezifischen Elementen
- Befüllungsgrad der laut AIA und BAP definierten Merkmale
- Existenz der laut AIA und BAP definierten Property Sets

**2.3 Differenzierung und Hierarchie von KPIs**

KPIs können wie bereits erwähnt auf verschiedenen Ebenen definiert werden. Dabei ist es wichtig generell zwischen betriebsorganisatorischen, projektübergeordneten und projektspezifischen Indikatoren zu unterscheiden. Während die betriebsorganisatorischen KPIs meist Themen des Controllings wie Umsatzrentabilität oder Personalaufwand behandeln, können sich projektübergeordnete und -spezifische KPIs einerseits auf typologisch wichtige Kennzahlen (wie z.B. den Nutzflächenanteil in Wohnbauprojekten, der Glasflächenanteil von Fassadenflächen, etc.) oder im Falle eines BIM-Projekts auch des Weiteren auf BIM-spezifische Kriterien beziehen. Diese BIM-spezifischen Kriterien werden wiederum in formale, Qualitäts- und Integritätskriterien aufgeschlüsselt und müssen abhängig von der jeweiligen Projektphase und den Vorgaben des AIA bewertet werden.

Im Gegensatz zu projektspezifischen KPIs, die, abhängig von der jeweiligen Gebäudetypologie, eine Vielzahl verschiedenster, individueller Kriterien erlauben, fokussieren sich die BIM-spezifischen KPIs auf Kriterien, die projektübergreifend und zum Großteil unabhängig von der Typologie sind. Im Kapitel 3 werden genau diese BIM-spezifischen Kriterien im Detail analysiert und vor allem kategorisiert und die daraus resultierenden KPIs und Quality Gates, sowie die dafür erforderlichen mathematischen Berechnungsgrundlagen erarbeitet um schlussendlich einen einheitlichen, projektunabhängigen Prüfungsprozedere hinsichtlich der Modellqualitätskontrolle zu definieren.

<sup>2</sup> vgl. ([www.workpath.com](http://www.workpath.com), 2022)

### 3. KPI – Keep People Interested

#### 3.1 Berechnungsmethodik – Gewichtung – Schwellenwerte

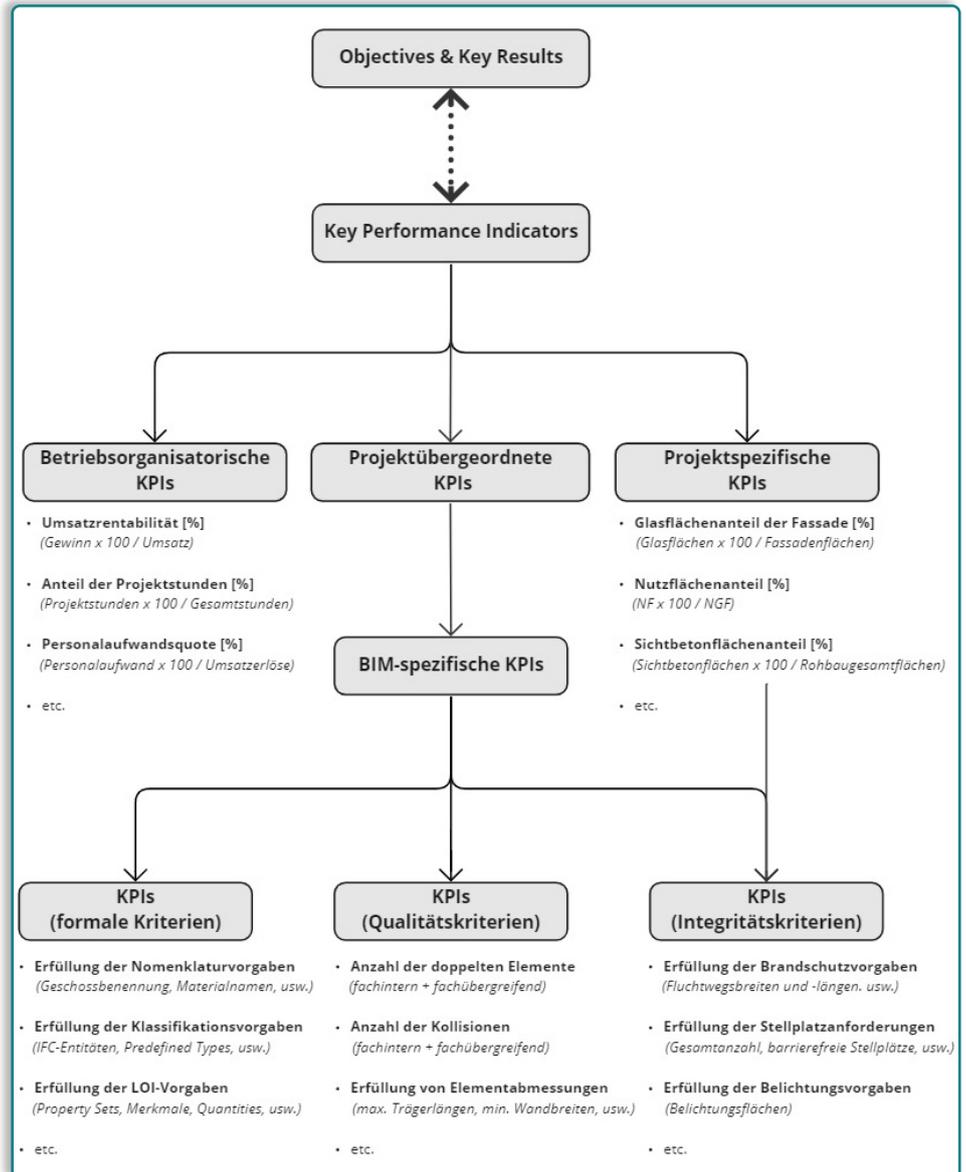


Abbildung 1: KPI-Hierarchie

### 3. KPI – Keep People Interested

KPI ist offiziell die Abkürzung für die englische Bezeichnung »Key Performance Indicator«, was ins Deutsche mit »zentraler Leistungskennwert« übersetzt werden kann. Viel wichtiger als der Kennwert selbst sind jedoch die positiven Effekte, den dieser im Rahmen eines BIM-Projekts auf die Projektbeteiligten sowohl auf AG- als auch auf AN-Seite erzielen kann. So gesehen kann die Abkürzung KPI auch frei hinsichtlich dieser verschiedenen anzustrebenden Effekte interpretiert werden:

- Keep People Interested** → visuelle, leicht verständliche grafische Aufbereitung
- Keep People Informed** → Information über den Qualitätsstatus des Projekts
- Keep People Involved** → Überblick der zu verbessernden Teilbereiche
- Keep People Inspired** → Anregung zur Verbesserung von alle Projektabläufen

#### 3.1 Berechnungsmethodik – Gewichtung – Schwellenwerte

Bevor eine zielgerichtete Erarbeitung von KPIs auf Basis von formalen, Qualitäts- und Integritätskriterien erfolgen kann, müssen vorab bestimmte Randbedingungen definiert werden. Dazu zählen die hierarchische Gruppierung und Zusammenfassung der Prüf-

### 3.1 Berechnungsmethodik – Gewichtung – Schwellenwerte

regeln, die verschiedenen Arten der Quality Gates, die den KPIs zugeordnet werden und diese schlussendlich bewerten und natürlich eine klar nachvollziehbare mathematische Berechnungsgrundlage der KPIs.

#### Hierarchie von BIM-spezifischen KPIs

Die Hierarchie von BIM-spezifischen KPIs gliedert sich grundsätzlich in einen gewerkübergreifenden und einen gewerkinternen Bereich, wobei beide Bereiche in insgesamt sechs hierarchische Ebenen weiter unterteilt werden können.

- EBENE 1 Zusammenfassende Gesamtbewertung aller BIM-spezifischen Kriterien
- EBENE 2 Fachmodell-übergreifende Bewertung von formalen, Qualitäts- und Integritätskriterien
- EBENE 3 Fachmodell-übergreifende Bewertung von Qualitätskriterien
- EBENE 4 Fachmodell-interne Bewertung von formalen, Qualitäts- und Integritätskriterien
- EBENE 5 Fachmodell-interne Bewertung von einzelnen Prüfregegruppen innerhalb von formalen, Qualitäts- und Integritätskriterien
- EBENE 6 Bewertung der einzelnen Regelsätze (Score) als Grundlage zur Berechnung der KPIs von Prüfregegruppen

Die Prüfkriterien selbst sind ebenfalls hierarchisch zueinander aufgebaut. Erst nach der Erfüllung der formalen Kriterien ist eine Prüfung anhand von Qualitätskriterien sinnvoll. Eine Prüfung von Integritätskriterien wiederum ist dann adäquat, wenn sowohl formale als auch die qualitativen Kriterien erfüllt sind.

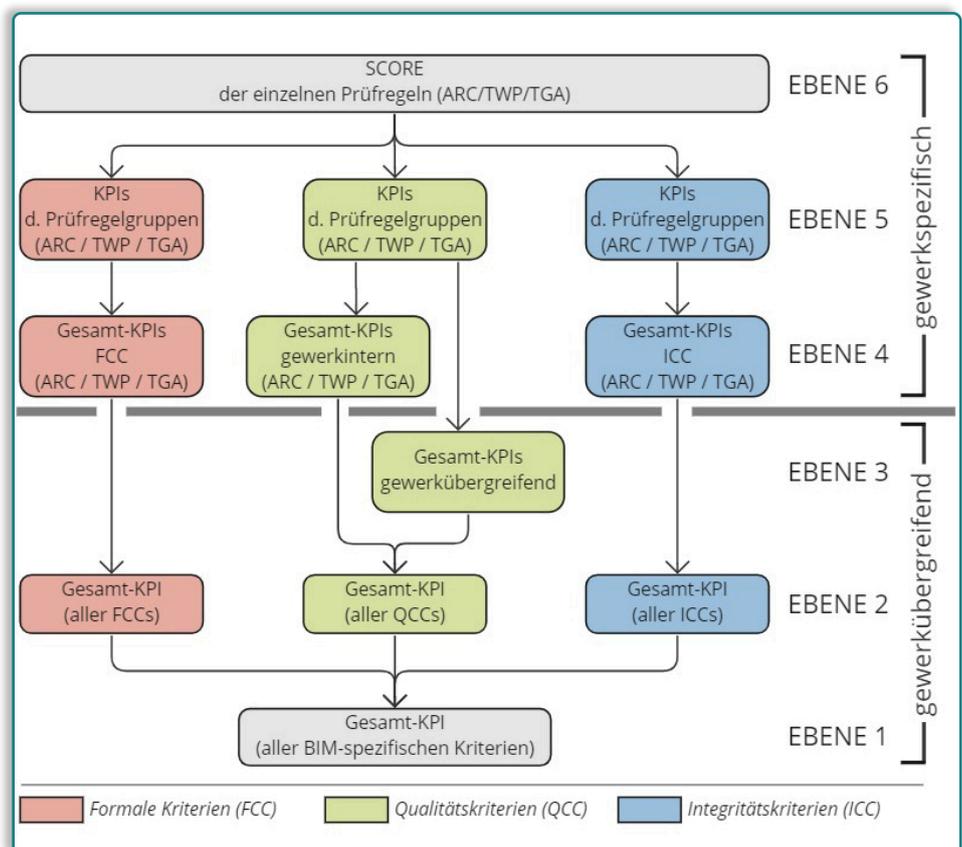


Abbildung 2: BIM-spezifische KPI-Hierarchie

## 3.1

Berechnungsmethodik – Gewichtung – Schwellenwerte

### Quality Gates

Werden Fachmodelle zu bestimmten, im Datenlieferungsplan definierten Zeitpunkten den anderen Gewerken über ein CDE zur Verfügung gestellt (siehe mittlerer bzw. großer Abstimmungsfall<sup>3</sup>), dann sind unbedingt die Quality Gates für die definierten KPIs zu erreichen. Dementsprechend wird der KPI jeder einzelnen Prüfregelgruppe anhand seines Ergebnisses bewertet. Diese Bewertung kann entweder prozentual oder nach dem Prinzip von »bestanden« oder »nicht bestanden« erfolgen.

Bei prozentualen Ergebnissen ist es von Vorteil gewisse Prozentbereiche zu definieren, in denen das jeweilige Quality Gate erreicht, bedingt erreicht oder nicht erreicht wird:

- **Quality Gate erreicht (x–y Prozent)**

Das Fach- oder Gesamtmodell kann freigegeben und am CDE für alle Projektbeteiligten je nach Abstimmungsfall entweder in »Shared« oder »Published« bereitgestellt werden.

- **Quality Gate bedingt erreicht (y–z Prozent)**

Das Fach- oder Gesamtmodell kann nur dann freigegeben und am CDE bereitgestellt werden, wenn die Fehlerquellen eindeutig und nachvollziehbar in einem BFK bzw. BGK-Prüfbericht dokumentiert werden und die Berechtigung zur Freigabe durch die BPS und der BPL erfolgt.

- **Quality Gate nicht erreicht (<z Prozent)**

Das Fach- oder Gesamtmodell kann nicht freigegeben und an die Projektbeteiligten weitergegeben werden und muss verpflichtend bezüglich der Fehlerquellen überarbeitet und optimiert und einer neuerlichen Prüfung unterzogen werden.

Die exakten KPI-Prozentsätze, die das Erreichen eines Quality Gates definieren werden zu Projektbeginn von der BPL und BPS im Rahmen der AIA festgelegt und können von Projekt zu Projekt entsprechend variieren oder von Projektphase zu Projektphase bei Bedarf dynamisch innerhalb der Fortschreibung des BAP angepasst werden. So können z.B. in frühen Projektphasen die Bedingungen spezifischer Quality Gates bewusst niedrig angesetzt und im Laufe des Projekts sukzessive erhöht werden.

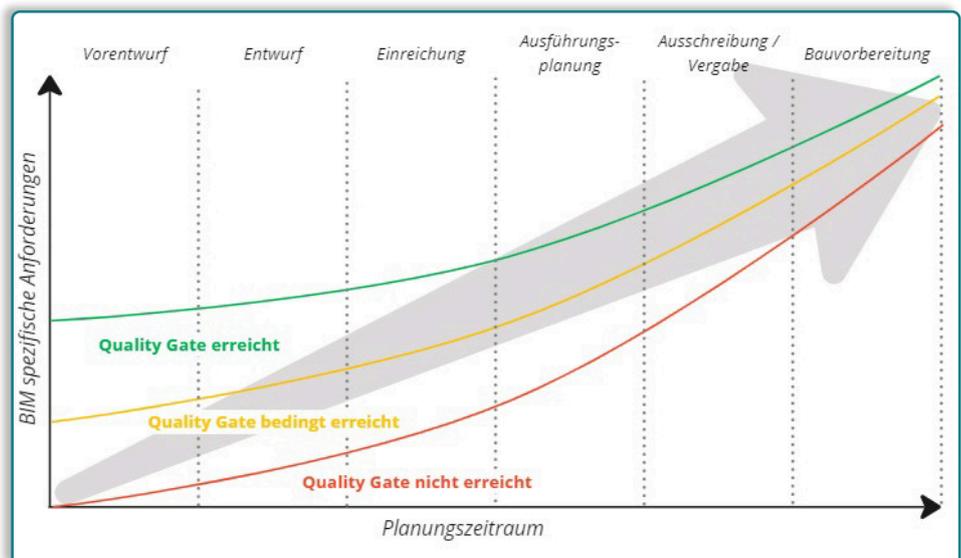


Abbildung 3: projektphasenabhängige Quality Gate-Anforderungen

<sup>3</sup> vgl. S. 117 (Eichler, Schranz, Krischmann, Urban, Gratzl, 2021)

## 3.1

Berechnungsmethodik – Gewichtung – Schwellenwerte

**Modellvergleiche**

Bevor aktuelle KPIs über einen längeren Zeitraum betrachtet und in Relation zueinander gestellt werden können, ist es wichtig die Modellkomplexität zum Zeitpunkt der jeweiligen Prüfung in die Bewertung miteinzubeziehen.

Dies kann z.B. über die Evaluierung der Gesamtelementanzahl der einzelnen Fachmodelle oder von spezifischen IFC-Klassen zum jeweiligen Prüfungszeitpunkt erfolgen, die wiederum die absoluten Schwellenwerte, die zum Erreichen eines Quality Gates definiert werden können, beeinflussen. Anhand derartiger Modellvergleiche kann auch eine grundsätzliche Aussage getroffen werden, ob sich Fachmodelle im Vergleich zu vorangegangenen Prüfungen drastisch verändert haben oder ein fehlerhafter bzw. unvollständiger IFC-Export aus der jeweiligen Autorensoftware erfolgt ist.



Abbildung 4: Modellstandvergleich – Elementanzahl nach Klassifikationsgruppen der ÖNORM A 6241-2

**Score-Berechnung von prozentual bewerteten Prüfredeln und Prüfredelgruppen**

Um eine dezidierte Aussage bezüglich der Erfüllung einer bestimmten Prüfredel über einen längeren Zeitraum hinweg treffen zu können, ist es essenziell, dass die Prüfergebnisse immer anhand ein und derselben Berechnungsmethode kalkuliert werden.

Handelt es sich um ein prozentuales Prüfergebnis, basierend auf korrekte und inkorrekte Elemente, so sollte dies auch immer unter Berücksichtigung der Gesamtanzahl der geprüften Elemente erfolgen, da sich diese im Laufe eines Projekts stark verändern können. In diesem Sinne wird der Score (0–100 Prozent) einer solchen Prüfredel innerhalb der Ebene 6 der KPI-Hierarchie folgendermaßen errechnet:

$$\text{Score [\%]} = \frac{\text{Anzahl der fehlerfreien Elemente}}{\text{Anzahl der geprüften Elemente}} \times 100$$

Um das prozentuale Gesamtergebnis von einer gesamten Prüfredelgruppe (Ebene 5) zu berechnen, muss der Mittelwert aller der sich innerhalb dieser Gruppe befindlichen Scores berechnet werden. Bei dieser Methodik wird aber vorausgesetzt, dass alle Prüfredeln innerhalb der Gruppe dieselbe Wertigkeit und Priorität besitzen.

## 3.1

Berechnungsmethodik – Gewichtung – Schwellenwerte

$$\emptyset [\%] = \frac{\sum (\text{Score aller Prüfredeln innerhalb der Gruppe [\%])}{\text{Anzahl der Prüfredeln innerhalb der Gruppe}}$$

Diese Formel ist dementsprechend auch auf die nächsthöheren KPI-Ebenen anwendbar. So kann etwa der mittlere Score für alle Qualitätskriterien des ARC-Fachmodells anhand der KPIs der diesen Qualitätskriterien zugeordneten Prüfredelgruppen errechnet werden.

Es kann jedoch innerhalb von Prüfredelgruppen oder auch innerhalb höherer Ebenen der KPI-Hierarchie durchaus der Fall sein, dass nicht alle Teil-Scores dieselbe Wertigkeit haben sollen. Innerhalb der Prüfredelgruppe »Kollisionen« beispielsweise können Überschneidungen (bezogen auf die Elementklassifikation der ÖNORM A 6241-2) von Primären Bauelementen mit der Elementklasse 1 grundsätzlich eine höhere Priorität haben als die mit der Elementklasse 2. Um also für diese Art von Prüfredelgruppen einen gewichteten KPI errechnen zu können muss die Formel folgendermaßen angepasst werden:

$$\emptyset_{\text{gewichtet}} [\%] = \sum (\text{Score aller Prüfredeln [\%]} \times \text{Gewichtung [\%]})$$

Die Gewichtung von Scores muss zu Projektbeginn im AIA definiert werden und darf sich während der Projektphasen nur mehr in Ausnahmefällen verändern, da sonst eine kontinuierliche Bewertung des Prüfgruppen-KPIs und somit auch aller übergeordneten KPIs nicht mehr gegeben ist. Die Summe der Wertungen eines gewichteten KPIs muss dabei immer 100 Prozent ergeben.

Die KPI-Ebene, in der eine Gewichtung erfolgt spielt eine entscheidende Rolle und muss wohl überlegt gewählt werden, da dadurch immer alle Ergebnisse der darüber liegenden Ebenen beeinflusst werden. Sind etwa die Ergebnisse der Ebene 2 (z.B. Gesamt-KPIs von FCC (30 Prozent), QCC (40 Prozent) und ICC (30 Prozent) aller Fachmodelle) gewichtet, dann hat dies keinen Einfluss auf die Ergebnisse von fachmodellinternen Gesamt-KPIs der Ebene 4.

#### Bsp.: Ergebnisse Kollisionsprüfung ARC vs. TWP (Mittelwert)

- Elementklasse 1 vs. Prim. Bauelemente → Score = 98 %  
Gewichtung = 16,66 %
- Elementklasse 1 vs. Sekund. Bauelemente → Score = 97 %  
Gewichtung = 16,66 %
- Elementklasse 2 vs. Prim. Bauelemente → Score = 79 %  
Gewichtung = 16,66 %
- Elementklasse 2 vs. Sekund. Bauelemente → Score = 82 %  
Gewichtung = 16,66 %
- Verbundelemente vs. Prim. Bauelemente → Score = 92 %  
Gewichtung = 16,66 %
- Verbundelemente vs. Sekund. Bauelemente → Score = 96 %  
Gewichtung = 16,66 %

**Quality Gate bedingt erreicht**

**KPI = 90,67 %**

### 3.1 Berechnungsmethodik – Gewichtung – Schwellenwerte

#### Bsp.: Ergebnisse Kollisionsprüfung ARC vs. TWP (gewichteter Mittelwert)

- Elementklasse 1 vs. Prim. Bauelemente → Score = 98 %  
*Gewichtung = 35 %*
- Elementklasse 1 vs. Sekund. Bauelemente → Score = 97 %  
*Gewichtung = 35 %*
- Elementklasse 2 vs. Prim. Bauelemente → Score = 79 %  
*Gewichtung = 5 %*
- Elementklasse 2 vs. Sekund. Bauelemente → Score = 82 %  
*Gewichtung = 5 %*
- Verbundelemente vs. Prim. Bauelemente → Score = 92 %  
*Gewichtung = 10 %*
- Verbundelemente vs. Sekund. Bauelemente → Score = 96 %  
*Gewichtung = 10 %*

---

**Quality Gate erreicht**

**KPI = 95,10 %**

#### Schwellenwerte

Die Errechnung des Scores einer bestimmten Prüfregelelemente unter Einbeziehung der geprüften Gesamtelementanzahl innerhalb eben dieser Regel stellt grundsätzlich eine konstante und daher über einen längeren Zeitraum vergleichbare Methode zur Evaluierung des Projekts dar.

Gibt es jedoch eine signifikante Schwankungsbreite in der Anzahl der geprüften Elemente innerhalb mehrerer Prüfungsdurchläufe, so verliert der errechnete Score an Aussagekraft. Vergleicht man das identische prozentuale Prüfergebnis einmal basierend auf einer hohen und einmal auf einer sehr niedrigen Gesamtelementanzahl, so geben beide eine komplett unterschiedliche Aussage hinsichtlich der Modellqualität wieder.

#### Bsp.:

**Quality Gate erreicht (100–95 Prozent)**

**Quality Gate bedingt erreicht (94–90 Prozent)**

**Quality Gate nicht erreicht (<90 Prozent)**

**Schwellenwert = 800 inkorrekte Elemente**

3.2  
KPIs auf Basis von formalen, Qualitäts- und Integritäts-Prüfroutinen

| Prüflauf     | Element-Gesamtanzahl | Korrekte Elemente | Inkorrekte Elemente | Score  |
|--------------|----------------------|-------------------|---------------------|--------|
| Data Drop 01 | 200                  | 190               | 10                  | 95,0 % |
| Data Drop 02 | 15.000               | 14.250            | 750                 | 95,0 % |
| Data Drop 03 | 40.000               | 38.000            | <b>2000</b>         | 95,0 % |

Abbildung 5: Beispiel von Scores anhand von verschieden hoher Gesamtelementanzahl

Je höher also die Gesamtelementanzahl ist, desto höher darf auch die Fehlerquote sein, um dennoch ein prozentual definiertes Quality Gate zu erreichen. In den allermeisten Fällen sollte die Fehleranzahl aber im Laufe eines Projektes nicht zusammen mit der Gesamtelementanzahl exorbitant anwachsen, auch wenn dadurch das entsprechende Quality Gate vielleicht noch immer erreicht wird.

Daher empfiehlt sich die Definition von Schwellenwerten, die neben dem prozentual bewerteten Quality Gate ein zusätzliches numerisches Quality Gate darstellen. Bezugnehmend auf das Beispiel der *Abbildung 5* könnte hier z.B. ein Schwellenwert von maximal 800 inkorrekten Elementen festgelegt werden, der auf keinen Fall, ungeachtet des prozentualen Scores, überschritten werden darf, um das Quality Gate zu erreichen. Ein Modell muss beispielsweise für eine modellbasierte Massenermittlung, unabhängig von seiner Gesamtelementanzahl, nahezu kollisionsfrei sein, um brauchbare Werte extrahieren zu können.

In frühen Projektphasen oder bei Modellen mit nicht zu hoher Gesamtelementanzahl kann jedoch auf die Kalibrierung dieser Schwellenwerte üblicherweise verzichtet werden.

### 3.2 KPIs auf Basis von formalen, Qualitäts- und Integritäts-Prüfroutinen Prüfung von formalen Kriterien (FCC)

Formale Kriterien werden in der Regel nicht in der Autorensoftware, sondern in einem exportierten IFC-Modell geprüft, sodass beim späteren Referenzieren der einzelnen IFC-Fachmodelle sichergestellt werden kann, dass die für alle Disziplinen formal gültigen Vorgaben laut AIA und BAP erfüllt sind. Formale Kriterien sind generell als projektphasenunabhängig zu verstehen und gelten für alle Gewerke gleichermaßen, da sie die Grundlage für alle IFC-Modelle bilden und von Projektbeginn an erfüllt werden sollten. Ausgenommen davon sind Prüfungen der Merkmale auf Basis des LOI, da diese, je nach Projektphase und Gewerk, unterschiedliche Anforderungen haben. Darüber hinaus existieren noch sehr allgemeine formale Prüfkriterien, die bei Projekten gleicher Typologie sogar projektübergreifend angewendet werden können.

3.2

KPIs auf Basis von formalen, Qualitäts- und Integritäts-Prüfroutinen

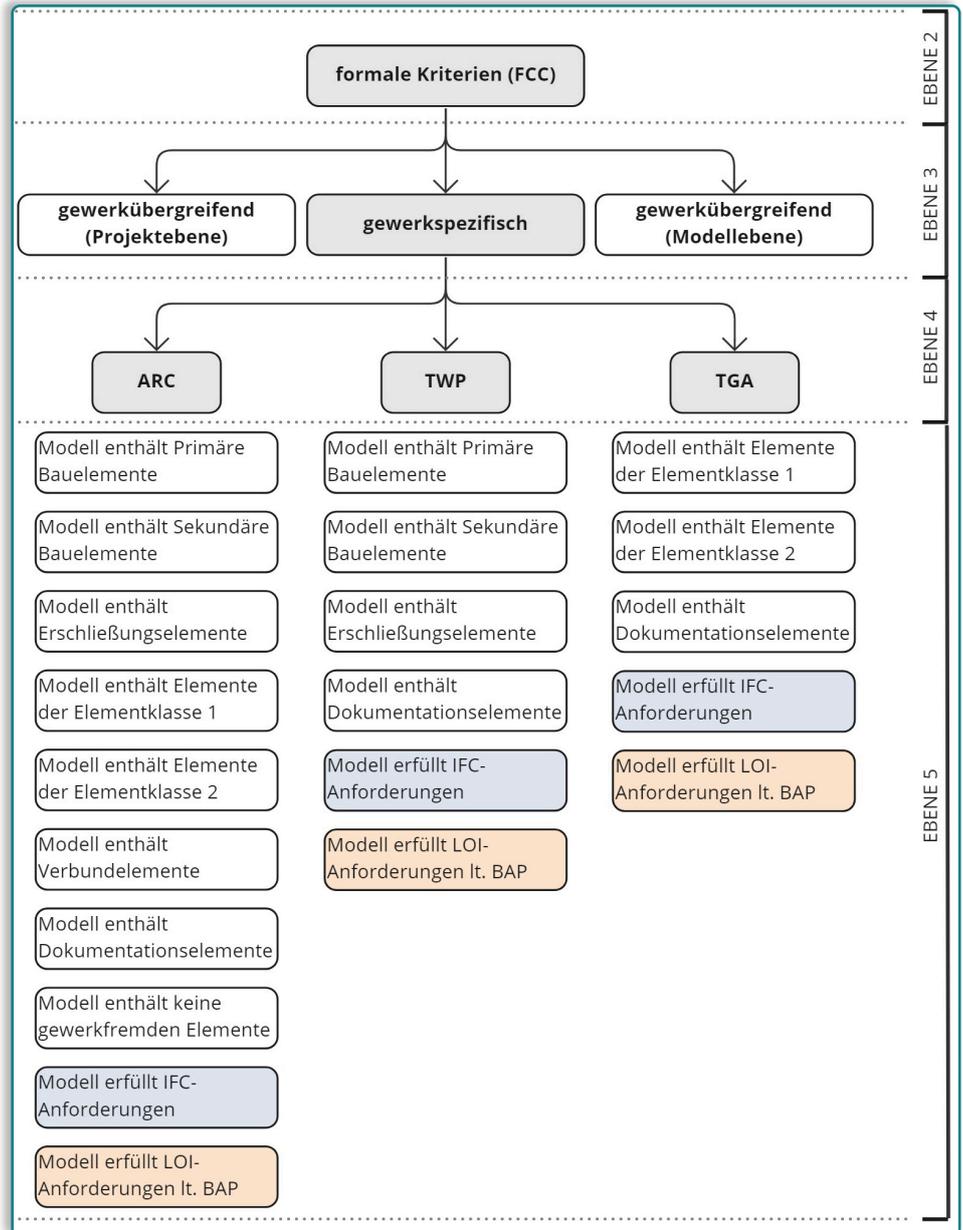


Abbildung 6: Gruppierung von FCCs auf Basis der Elementklassifikation der ÖNORM A 6241-2

Grundsätzlich beziehen sich Prüfungen von formalen Kriterien auf den sogenannten »kleinen Abstimmungsfall«<sup>4</sup>. Sie werden fachspezifisch von der jeweiligen BFK in kontinuierlichen Intervallen durchgeführt und richten sich nur dann nach einer spezifischen, im BIM Koordinations- und Datenlieferungsplan festgelegten zeitlichen Abfolge, wenn sie Bestandteil einer weiterführenden BGK-Prüfung im Rahmen eines mittleren oder großen Abstimmungsfalls sind.

In weiterer Folge werden exemplarisch zwei FCC-spezifische Prüfregruppen bezüglich ihrer enthaltenen Prüfregeleinheiten, ihren projektphasenabhängigen Quality Gates, ihrer erforderlichen Gewichtungen und ihrer optionalen Schwellenwerte analysiert, wobei die Quality Gate-Definition der Meilensteine jederzeit hinsichtlich Baudurchführung und Übergabe des AsBuilt-Modells erweiterbar ist:

<sup>4</sup> vgl. S. 117 (Eichler, Schranz, Kruschmann, Urban, Gratzl, 2021)

3.2

KPIs auf Basis von formalen, Qualitäts- und Integritäts-Prüfroutinen

02.00 Prüfung von allgemeinen Modell-Kriterien (gewerkübergreifend)

|     |     |
|-----|-----|
| KPI | [%] |
|-----|-----|

Quality Gate Definition

| Meilensteine            | Quality Gate erreicht | Quality Gate bedingt erreicht | Quality Gate nicht erreicht | Schwellenwert |
|-------------------------|-----------------------|-------------------------------|-----------------------------|---------------|
| Vorentwurf              | 85–100%               | 75–84%                        | < 75%                       | -             |
| Entwurf                 | 90–100%               | 80–89%                        | < 80%                       | -             |
| Einreichung             | 95–100%               | 85–94%                        | < 85%                       | -             |
| Ausführungsplanung      | 100%                  | 90–99%                        | < 90%                       | -             |
| Ausschreibung / Vergabe | 100%                  | 90–99%                        | < 90%                       | -             |
| Bauvorbereitung         | 100%                  | 90–99%                        | < 90%                       | -             |

Prüfregeldefinition

| ID    | Prüfregel   | Berechnung | Score    | Gewichtung |
|-------|---|------------|----------|------------|
| 02.01 | Sind Elemente geschoßweise modelliert               | prozentual | 0–100%   | -          |
| 02.02 | Sind Elemente den Geschoßen korrekt zugeordnet      | prozentual | 0–100%   | -          |
| 02.03 | Ist die Geschossstruktur vollständig und fehlerfrei | eindeutig  | 100 / 0% | -          |
| 02.04 | Enthält das Modell verwaiste Elemente               | prozentual | 0–100%   | -          |
| 02.05 | Existieren einzigartige GUID-Werte                  | eindeutig  | 100 / 0% | -          |
| 02.06 | Wird die maximale Polygonanzahl überschritten       | prozentual | 0–100%   | -          |

## 3.2

KPIs auf Basis von formalen, Qualitäts- und Integritäts-Prüfroutinen

*Anmerkungen*

Die Auswertung der Prüfregeln besteht aus prozentualen und eindeutigen (Wahr/Falsch) Berechnungen. Die eindeutigen Prüfregeln dienen der Prüfregelgruppe als »Knock-Out Kriterium«. Werden beide dieser Regeln nicht bestanden so kann keines der vordefinierten Quality Gates zu keinem der Meilensteine erreicht werden. Es wurde keine Gewichtung der Regeln vorgenommen noch Schwellenwerte für die Meilensteine definiert.

**03.00 Prüfung von IFC-spezifischen Anforderungen (ARC)**

|     |     |
|-----|-----|
| KPI | [%] |
|-----|-----|

*Quality Gate Definition*

| Meilensteine            | Quality Gate erreicht | Quality Gate bedingt erreicht | Quality Gate nicht erreicht | Schwellenwert |
|-------------------------|-----------------------|-------------------------------|-----------------------------|---------------|
| Vorentwurf              | 95–100%               | 85–94%                        | < 85%                       | -             |
| Entwurf                 | 95–100%               | 90–94%                        | < 90%                       | -             |
| Einreichung             | 100%                  | 90–99%                        | < 90%                       | -             |
| Ausführungsplanung      | 100%                  | 95-99%                        | < 95%                       | -             |
| Ausschreibung / Vergabe | 100%                  | 95–99%                        | < 95%                       | -             |
| Bauvorbereitung         | 100%                  | 95–99%                        | < 95%                       | -             |

*Prüfregeldefinition*

| ID    | Prüfregel   | Berechnung | Score  | Gewichtung |
|-------|---|------------|--------|------------|
| 03.01 | Enthält das Modell Objekte (BuildingElementProxy)   | prozentual | 0–100% | -          |
| 03.02 | Ist die IFC-Klassifikation korrekt                  | prozentual | 0–100% | -          |
| 03.03 | Ist ein PredefinedType lt. BAP definiert            | prozentual | 0–100% | -          |
| 03.04 | Sind BaseQuantities in den Elementen vorhanden      | prozentual | 0–100% | -          |
| 03.05 | Ist dem Material eines Elements ein Wert zugewiesen | prozentual | 0–100% | -          |

## 3.2

KPIs auf Basis von formalen, Qualitäts- und Integritäts-Prüfroutinen

*Anmerkungen*

Die Auswertung der Prüfregeln besteht aus prozentualen Berechnungen. Es wurde keine Gewichtung der Regeln vorgenommen noch Schwellenwerte für die Meilensteine definiert. Die Quality Gates werden bewusst schon Beginn an hoch angesetzt, da die Erfüllung von IFC-spezifischen Anforderungen von Projektbeginn an einen großen Einfluss auf die generelle IFC-Modelqualität hat.

**Prüfung von Qualitätskriterien (QCC)**

Die Qualitätskriterien beziehen sich hauptsächlich auf Beziehungen von Elementen zueinander. Hierbei wird zwischen geometrischen Beziehungen, wie z.B. die Prüfung auf Überschneidungen und inhaltlichen Beziehungen, wie z.B. der minimale Abstand von Sanitäröbekten zu Schächten unterschieden.<sup>5</sup>

Die Prüfung der Qualitätskriterien fundiert immer auf der Prüfung der formalen Kriterien und kann einerseits von der BFK im Rahmen eines kleinen oder mittleren Abstimmungsfalls gewerksintern, oder aber im Rahmen von BGK-Prüfungen von der BGK gewerkübergreifend durchgeführt werden. Um aber die Fachmodelle generell in einer strukturierten Art und Weise qualitativ prüfen zu können, sollten die Bauelemente über die Einteilung in IFC-Entitäten hinaus weiter klassifiziert werden. Hierbei gibt es eine Vielzahl an Klassifikationen, die je nach Bedarf verwendet werden können. In Österreich kommt hauptsächlich die Klassifikation nach ÖNORM A 6241-2 zum Einsatz, die eine grundsätzliche Zuordnung der Elemente zu ihrem jeweiligen Gewerk (z.B. tragende bzw. nicht tragende Wände) ermöglicht. Allerdings enthält die Klassifikation auch Gruppen wie die Elementklasse 1, die sowohl nicht tragende architektonische Elemente, die zur Beschreibung des Ausbaus notwendig sind, als auch Elemente der TGA enthält, ohne diese weiter in Unterkategorien wie Heizung, Kühlung, Lüftung, Sanitär oder Elektro zu unterteilen.

Im Gegensatz dazu erlaubt z.B. die Baugliederungs-Klassifikation nach ÖNORM B 1801-1<sup>6</sup> eine detailliertere gewerkspezifische Kategorisierung der Elemente, mit dem zusätzlichen Vorteil, dass die Klassifizierung auch hinsichtlich Kostenschätzung und Ausschreibung direkt weiterverwendet werden kann.

Auch Qualitätskriterien werden so wie auch die formalen Kriterien in einen gewerkspezifischen und gewerkübergreifenden Bereich kategorisiert. Gewerkspezifisch wird hierbei allgemein zwischen den Prüfregelgruppen Dopplungen, Kollisionen, Elementabmessungen und Elementbeziehungen unterschieden. Diese Gruppen können dann anhand von Klassifikationen (z.B. Elementklassifikation nach ÖNORM A 6241-2<sup>7</sup>) in weitere Prüfregelgruppen unterteilt werden, die schlussendlich dann die eigentlichen Prüfregeln beinhalten. Im gewerkübergreifenden Bereich werden Beziehungen und Kollisionen der einzelnen Gewerke zueinander geprüft, die ebenfalls entsprechend der angewendeten Klassifikation spezifiziert werden.

<sup>5</sup> vgl. S.122 (Eichler, Schranz, Kruschmann, Urban, Gratzl, 2021)

<sup>6</sup> S. 15–23, ÖNORM B 1801-1 (Austrian Standards Institute / Österreichisches Normeninstitut, 2015)

<sup>7</sup> S. 16, ÖNORM A 6241-2 (Austrian Standards Institute / Österreichisches Normeninstitut, 2015)

3.2

KPIs auf Basis von formalen, Qualitäts- und Integritäts-Prüfroutinen

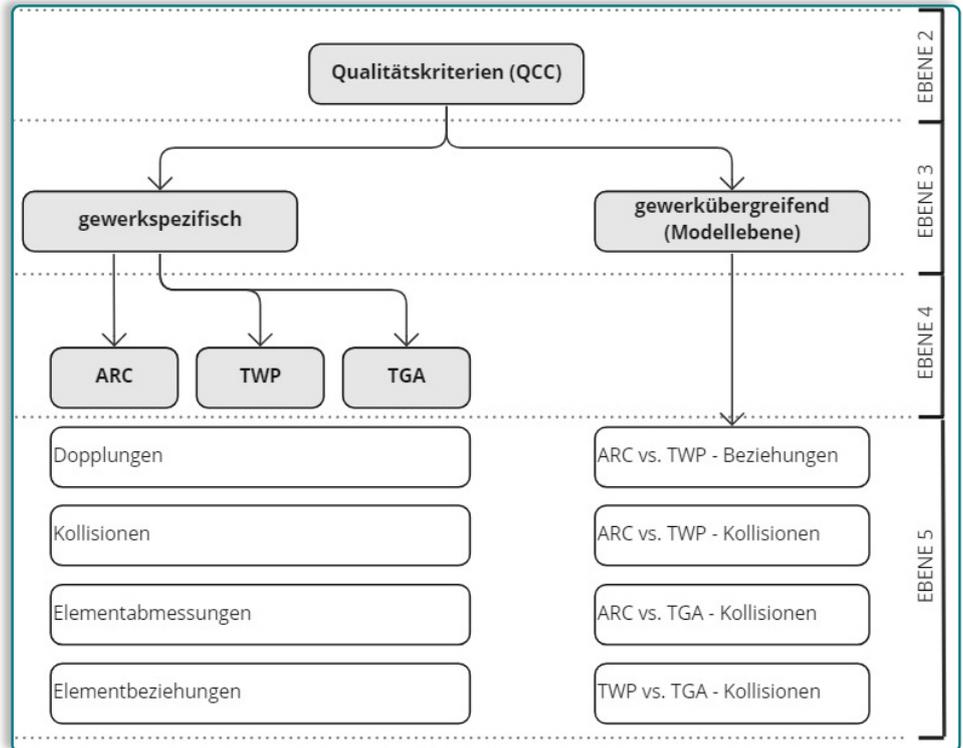


Abbildung 7: gewerkinterne und -übergreifende Gruppierung von Qualitätskriterien

Bezogen auf der Elementklassifikation nach ÖNORM A 6241-2 ist die Architektur (ARC) die einzige Disziplin, die alle Elementgruppen enthält. Somit ist eine Kollisionsprüfung für dieses Gewerk sehr aufwendig, da sowohl elementgruppenintern als auch gruppenübergreifend geprüft werden muss.

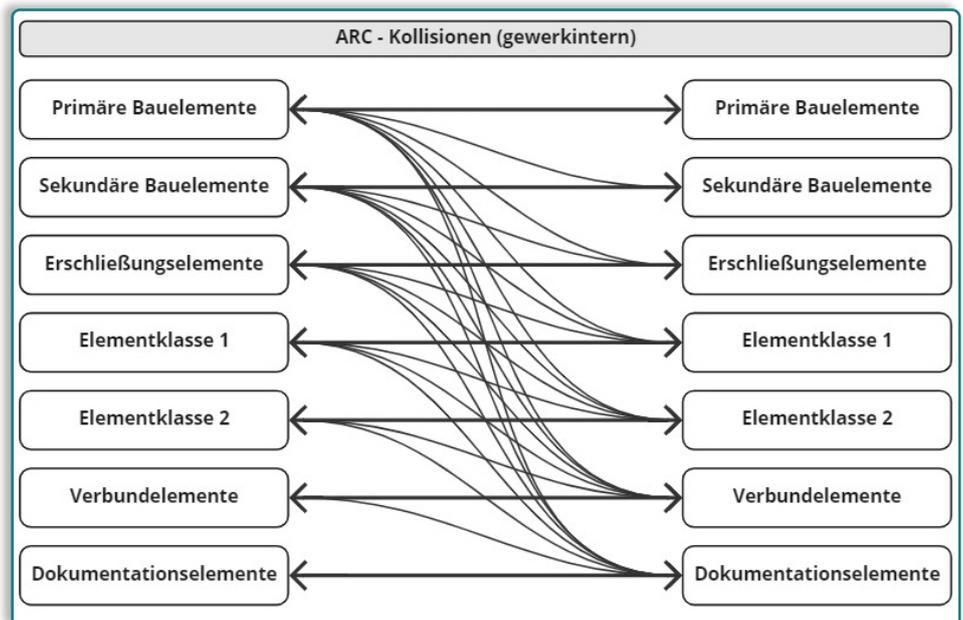


Abbildung 8: QCC-Kollisionsprüfung-Matrix der Disziplin Architektur (ARC)

## 3.2

KPIs auf Basis von formalen, Qualitäts- und Integritäts-Prüfroutinen

Prüfungen bezüglich Dopplungen, Elementabmessungen und Elementbeziehungen erfolgen separat für jede Klassifikationsgruppe des jeweiligen Gewerks. In weiterer Folge werden exemplarisch zwei QCC-spezifische Prüfregelgruppen bezüglich ihrer enthaltenen Prüfregeln, ihren projektphasenabhängigen Quality Gates, ihrer erforderlichen Gewichtungen und ihrer optionalen Schwellenwerte analysiert, wobei die Quality Gate Definition der Meilensteine jederzeit hinsichtlich Baudurchführung und Übergabe des AsBuilt-Modells erweiterbar ist:

#### 07.04 Prüfung von Kollisionen der Elementklasse 1 (ARC)

|     |     |
|-----|-----|
| KPI | [%] |
|-----|-----|

##### Quality Gate Definition

| Meilensteine            | Quality Gate erreicht | Quality Gate bedingt erreicht | Quality Gate nicht erreicht | Schwellenwert |
|-------------------------|-----------------------|-------------------------------|-----------------------------|---------------|
| Vorentwurf              | 85–100%               | 75–84%                        | < 75%                       | -             |
| Entwurf                 | 90–100%               | 80–89%                        | < 80%                       | -             |
| Einreichung             | 95–100%               | 85–94%                        | < 85%                       | -             |
| Ausführungsplanung      | 100%                  | 90–99%                        | < 90%                       | 100           |
| Ausschreibung / Vergabe | 100%                  | 90–99%                        | < 90%                       | 50            |
| Bauvorbereitung         | 100%                  | 90–99%                        | < 90%                       | 50            |

##### Prüfregeldefinition

| ID       | Prüfregel                       | Berechnung | Score  | Gewichtung |
|----------|---------------------------------|------------|--------|------------|
| 07.04.01 | Kollisionen Dach (EK 1) intern  | prozentual | 0–100% | -          |
| 07.04.02 | Kollisionen Dach vs. EK 1       | prozentual | 0–100% | -          |
| 07.04.03 | Kollisionen Decke (EK 1) intern | prozentual | 0–100% | -          |
| 07.04.04 | Kollisionen Decke vs. EK 1      | prozentual | 0–100% | -          |
| 07.04.05 | Kollisionen Wand (EK 1) intern  | prozentual | 0–100% | -          |
| 07.04.06 | Kollisionen Wand vs. EK 1       | prozentual | 0–100% | -          |

## 3.2

KPIs auf Basis von formalen, Qualitäts- und Integritäts-Prüfroutinen

|          |  |            |        |   |
|----------|--|------------|--------|---|
| 07.04.07 | Kollisionen Belag (EK 1) intern            | prozentual | 0–100% | - |
| 07.04.08 | Kollisionen Belag vs. EK 1                 | prozentual | 0–100% | - |
| 07.04.09 | Kollisionen Fassadenelemente (EK 1) intern | prozentual | 0–100% | - |
| 07.04.10 | Kollisionen Fassadenelemente vs. EK 1      | prozentual | 0–100% | - |
| 07.04.11 | Kollisionen Geländer (EK 1) intern         | prozentual | 0–100% | - |
| 07.04.12 | Kollisionen Geländer vs. EK 1              | prozentual | 0–100% | - |

## Anmerkungen

Die Auswertung der Prüfregelelemente besteht aus prozentualen Berechnungen. Es wurde keine Gewichtung der Regeln vorgenommen. Ab der Phase Ausführungsplanung werden absolute Schwellenwerte bezüglich der Gesamtkollisionsanzahl als zusätzliches Quality Gate definiert, um eine entsprechend hohe Kollisionsfreiheit und Modellqualität gewährleisten zu können.

## 09.03 Elementbeziehungen von Primären Bauelementen (TWP)

|     |     |
|-----|-----|
| KPI | [%] |
|-----|-----|

## Quality Gate Definition

| Meilensteine            | Quality Gate erreicht | Quality Gate bedingt erreicht | Quality Gate nicht erreicht | Schwellenwert |
|-------------------------|-----------------------|-------------------------------|-----------------------------|---------------|
| Vorentwurf              | 85–100%               | 75–84%                        | < 75%                       | -             |
| Entwurf                 | 90–100%               | 80–89%                        | < 80%                       | -             |
| Einreichung             | 95–100%               | 85–94%                        | < 85%                       | -             |
| Ausführungsplanung      | 100%                  | 90–99%                        | < 90%                       | -             |
| Ausschreibung / Vergabe | 100%                  | 90–99%                        | < 90%                       | -             |
| Bauvorbereitung         | 100%                  | 90–99%                        | < 90%                       | -             |

## 3.2

KPIs auf Basis von formalen, Qualitäts- und Integritäts-Prüfroutinen

*Prüfregeldefinition*

| ID       | Prüfregel                              | Berechnung | Score  | Gewichtung |
|----------|--|------------|--------|------------|
| 09.03.01 | Wände (PBE) berühren oben / unten      | prozentual | 0–100% | -          |
| 09.03.02 | Decken (PBE) berühren oben / unten     | prozentual | 0–100% | -          |
| 09.03.03 | Dächer (PBE) berühren oben / unten     | prozentual | 0–100% | -          |
| 09.03.04 | Fundamente (PBE) berühren oben / unten | prozentual | 0–100% | -          |

*Anmerkungen*

Die Auswertung der Prüfregeln besteht aus prozentualen Berechnungen. Es wurde keine Gewichtung der Regeln vorgenommen noch Schwellenwerte für die Meilensteine definiert. Die Quality Gates werden ab der Ausführungsplanung streng definiert, um eine möglichst hohe Modellqualität zu erzielen.

**Prüfung von Integritätskriterien (ICC)**

Integritäts-Kriterien sind grundsätzlich von Bauvorhaben zu Bauvorhaben spezifisch zu definieren, da diese stark von der Gebäudetypologie, den örtlichen Gegebenheiten und lokalen Anforderungen abhängig sind.

So können etwa mittels automatisierter Prüfungen zum einen gebäudespezifische Anforderungen wie Fluchtwegbreiten und Längen geprüft, zum anderen raumspezifische Parameter wie die Erfüllung der erforderlichen Belichtungsflächen oder die Vorgaben der vermietbaren Flächen evaluiert werden.

Obwohl Prüfungen nach Integritätskriterien generell fachmodel-intern ablaufen, setzen diese voraus, dass die Quality Gates von gewerkinternen und gewerkübergreifenden formalen und qualitativen Kriterien bereits erreicht worden sind. Integritäts-Kriterien werden meist nur im Hinblick auf gewisse Meilensteine im Rahmen von BFK- und BGK-Prüfungen durchgeführt und sind nicht Teil des wöchentlichen Prüfungs-Rhythmus innerhalb der gewerkinternen BE.

Generell umfassen die Integritätskriterien Anforderungen, die Vorgaben aus der Rechtsmaterie mathematisch abbilden können. Dazu gehören beispielsweise Teile der Anforderungen der OIB-Richtlinie 2 (Brandschutz), 2.2 (Brandschutz in Garagen, überdachten Stellplätzen und Parkdecks), 3 (Hygiene, Gesundheit, Umweltschutz) und 4 (Nutzungssicherheit und Barrierefreiheit) oder aber auch die Bauordnung.<sup>8</sup>

<sup>8</sup> vgl. S. 122 (Eichler, Schranz, Kruschmann, Urban, Gratzl, 2021)

3.2

KPIs auf Basis von formalen, Qualitäts- und Integritäts-Prüfroutinen

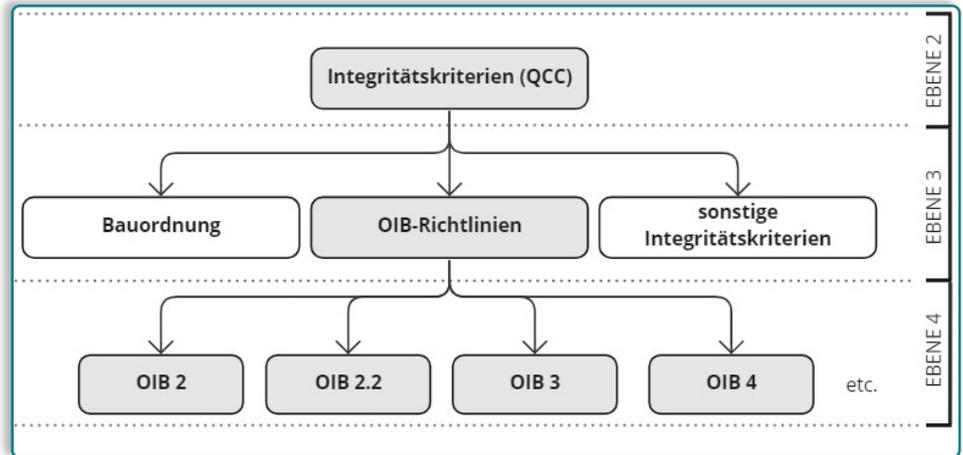


Abbildung 9: Gruppierung von Integritätsprüfkriterien

Im Unterschied zu formalen und Qualitätskriterien werden Integritätskriterien auf der Ebene der Prüfregelgruppen meistens mit eindeutigen KPIs (bestanden / nicht bestanden) bewertet, da eine Erfüllung von rechtlichen Vorgaben grundsätzlich entweder als erfüllt oder nicht erfüllt gilt und daher nicht prozentual wiedergegeben werden kann. Werden z.B. mehrere Richtlinien geprüft so können diese aber natürlich wieder prozentual in einem KPI für alle Richtlinien zusammengefasst werden.

**OIB 4 4.2 Absturzsicherungen**

|            |            |
|------------|------------|
| <b>KPI</b> | <b>[%]</b> |
|------------|------------|

*Quality Gate Definition*

| Meilensteine            | Quality Gate erreicht | Quality Gate bedingt erreicht | Quality Gate nicht erreicht | Schwellenwert |
|-------------------------|-----------------------|-------------------------------|-----------------------------|---------------|
| Vorentwurf              | -                     | -                             | -                           | -             |
| Entwurf                 | -                     | -                             | -                           | -             |
| Einreichung             | 100%                  | -                             | < 100%                      | -             |
| Ausführungsplanung      | 100%                  | -                             | < 100%                      | -             |
| Ausschreibung / Vergabe | 100%                  | -                             | < 100%                      | -             |
| Bauvorbereitung         | 100%                  | -                             | < 100%                      | -             |

## 3.3

## Automatisiertes Prüfungs-Feedback

*Prüfregeldefinition*

| ID    | Prüfregel   | Berechnung | Score  | Gewichtung |
|-------|---|------------|--------|------------|
| 4.2.1 | Gibt es an allen relevanten Bereichen Absturzsicherungen                | eindeutig  | 100/0% | -          |
| 4.2.2 | Erfüllung der Mindesthöhe einer Absturzsicherung unter 12m              | eindeutig  | 100/0% | -          |
| 4.2.3 | Erfüllung der Mindesthöhe einer Absturzsicherung über 12m               | eindeutig  | 100/0% | -          |
| 4.2.4 | Erfüllung der Mindesthöhe einer Absturzsicherung bei Wohntreppen        | eindeutig  | 100/0% | -          |
| 4.2.5 | Bestehen Verglasungen bei Absturzsicherungen aus Verbundsicherheitsglas | eindeutig  | 100/0% | -          |

*Anmerkungen*

Die Auswertung der Prüfregeln besteht aus eindeutigen Berechnungen. Es wurde keine Gewichtung der Regeln vorgenommen noch Schwellenwerte für die Meilensteine definiert. Prüfregeln müssen bei Integritätskriterien exakt formuliert werden und haben idealerweise einen direkten Verweis zum rechtlichen Grundlagentext. Basis für die Erstellung der Prüfregeln für Absturzsicherungen ist das SMC-Template SOL/236/1.2.

**3.3 Automatisiertes Prüfungs-Feedback**

Die Prüfung von BIM-spezifischen Kriterien sollte so weit wie möglich vollautomatisiert durchgeführt werden, um einerseits kontinuierliche, über einen längeren Zeitraum bewertbare Prüfergebnisse zu erlangen und um andererseits eine effiziente projektübergreifende Methodik zur Qualitätssicherung zu entwickeln.

Einige IFC-Prüfprogramme haben die Funktion Modelle auf Qualitätskriterien wie etwa Kollisionen zu prüfen. Wenn es aber darum geht, komplexe Prüfparameter speziell zur Abbildung von integritätsbezogenen Regeln oder zur Kontrolle des LOI zu erstellen, führt, ohne ein spezielles Produkt in dieser Arbeit bewerben zu wollen, wohl kein Weg am Solibri Model Checker (SMC) vorbei. In diesem Unterkapitel wird daher die Feedback-Schleife vom ungeprüften IFC-Modell hin zum automatisch generierten Prüfbericht inklusive der Darstellung aller relevanten KPIs anhand des SMC analysiert und bewertet.

Die Darstellung und Aufbereitung von Prüfungsergebnissen im SMC kann je nach ihrem Zweck sehr unterschiedlich erfolgen. Dient der Prüfbericht als Feedback für die BE, so ist es wichtig, die auftretenden Probleme bereits auf Komponentenebene zu visualisieren, um deren direkte Bearbeitbarkeit zu erleichtern. Wird der Prüfbericht an den AG als Gesamtübersicht übermittelt, so sollten die Prüfergebnisse in Teil- und Gesamt-KPIs so zusammengefasst werden, dass eine möglichst klare und eindeutige Aussage bezüglich der Modellqualität getroffen werden und das Ergebnis auch mit denen von vorangegangenen Prüfungen verglichen werden kann.

## 3.3

## Automatisiertes Prüfungs-Feedback

SMC ist in der Lage, Prüfredeln je nach Bedarf zu gruppieren und für jede einzelne Gruppe einen separaten Excel-Bericht auszugeben. Somit kann die gesamte Prüfredelhierarchie für BIM-spezifische Kriterien (FCC, QCC und ICC) abgebildet und auf den verschiedenen Ebenen ausgewertet werden. Um diese Berichtsausgabe sowohl grafisch als auch inhaltlich zu standardisieren, können für jede Art von Prüfbericht entsprechende Templates erstellt werden.

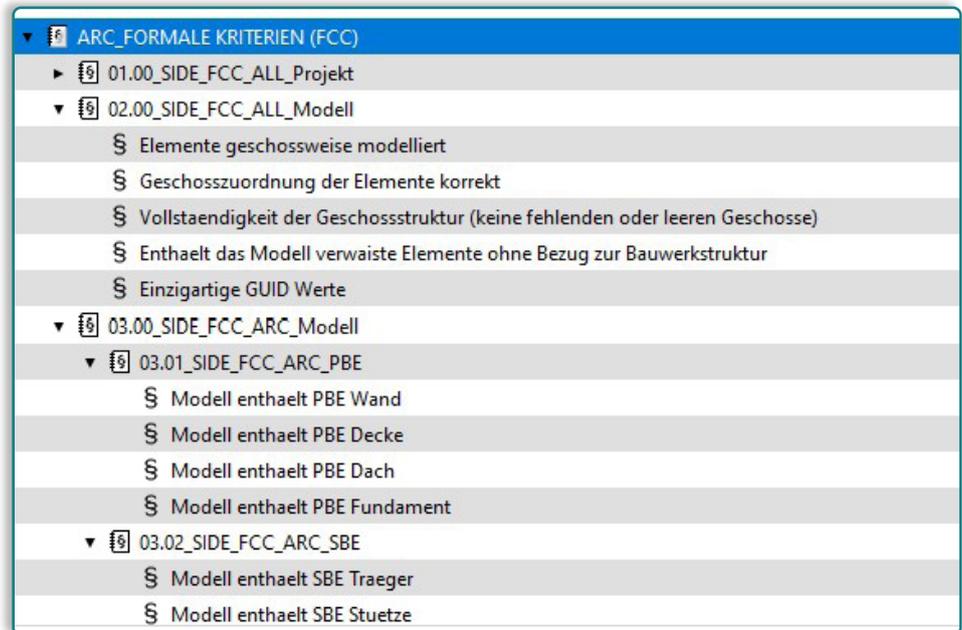


Abbildung 10: Auszug aus der FCC-Regelsatz-Hierarchie in SMC

Speziell wenn Gewichtungen der Ergebnisse definiert werden müssen, empfiehlt es sich, Die SMC-Prüfbericht-Templates auf die 5. Ebene der Prüfredelhierarchie (Prüfgruppenebene) zu konfigurieren, um diese dann in einem zweiten Schritt über ein Master-Sheet auf hierarchisch höheren Ebenen zusammenzufassen und eventuell bei Bedarf erneut gewichten zu können. So kann jede Prüfredelgruppe separat betrachtet, mittels spezifischem KPI bewertet und die Scores der einzelnen Prüfredeln grafisch aufgeschlüsselt werden bevor übergeordnete KPIs erstellt werden.

3.3  
Automatisiertes Prüfungs-Feedback

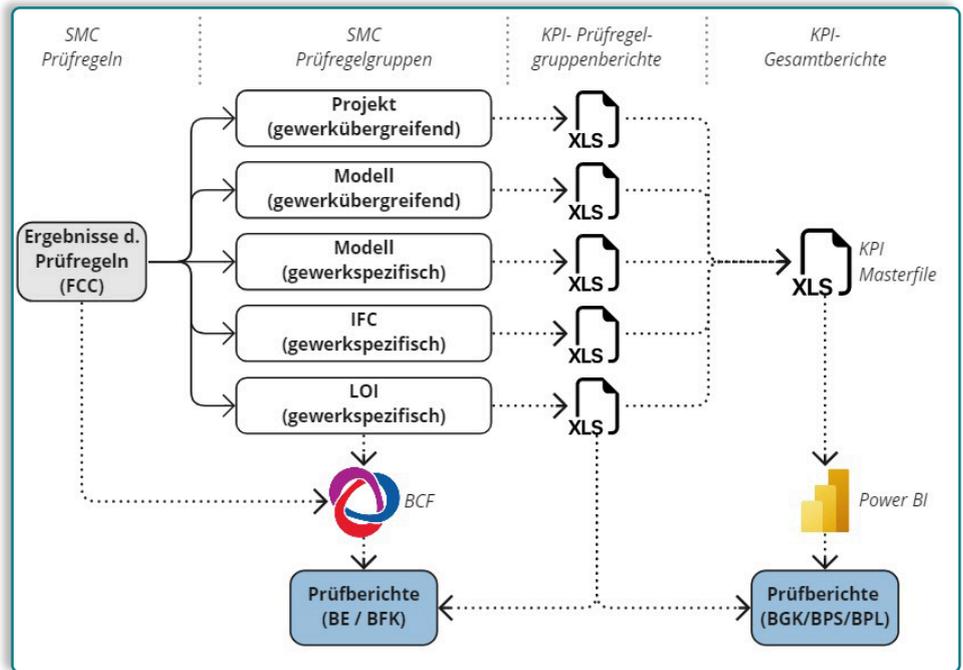


Abbildung 11: Gliederung und Kommunikation von SMC-Prüfungsergebnissen am Beispiel eines FCC

SMC bewertet Prüfungsergebnisse in Form von Problemen schweren, mittleren und geringen Grades, wobei die Logik dieser Unterteilung der Ergebnisse schwer nachzuvollziehen und daher nur bedingt nützlich ist. Generell ist jedes gefundene Problem gleichwertig zu behandeln und zu evaluieren um es schlussendlich akzeptieren oder zurückweisen zu können. SMC errechnet bezüglich der gefundenen Probleme einen eigenen KPI, der als Problemdichte bezeichnet wird. Im Gegensatz zur Methodik der prozentual berechneten KPIs, die in dieser Arbeit beschrieben sind, basiert die SMC-interne Problemdichte aber auf folgender Formel:

$$\text{Problemdichte [Anzahl] pro } 1000 \text{ m}^3 = \frac{\sum (\text{gefundene Probleme})}{\text{Gebäudegröße [m}^3\text{]}}$$

Die SMC-Problemdichte kann natürlich auch als Richtwert herangezogen und über einen längeren Zeitraum verglichen werden. Allerdings ist eine auf Komponenten innerhalb einer Prüfregel aufbauenden KPI-Berechnung um einiges aussagekräftiger und greifbarer.

| Σ ERGEBNISÜBERSICHT |    |     |     |   |   |
|---------------------|----|-----|-----|---|---|
|                     | △  | △   | △   | × | ✓ |
| Problemanzahl       | 42 | 17  | 4   | 0 | 0 |
| Problemdichte       | 18 | 7.4 | 1.7 | 0 | 0 |

Abbildung 12: SMC-Ergebnisübersicht auf Basis von Problemen & Problemdichte

## 3.3

## Automatisiertes Prüfungs-Feedback

SMC kann grundsätzlich sowohl die Anzahl der Probleme als auch die Anzahl der problematischen Komponenten ausspielen. Hier ist es wichtig, die beiden Werte nicht zu vermischen. Ein problembezogener Prüfbericht sollte als BCF-Dokumentation für die BE und BFK verwendet werden, ein zusammenfassender Prüfungsreport und die darin kalkulierten Scores und KPIs sollte immer auf Basis der Komponentenanzahl erstellt werden.

Nachdem also ein Prüfregelsatz durchlaufen ist und die Ergebnisse vom Prüfer evaluiert und entsprechend als akzeptiert oder zurückgewiesen deklariert sind, kann die Ergebnisübersicht mittels Templates vollautomatisch exportiert und der KPI des Regelsatzes berechnet bzw. anhand der definierten Quality Gates bewertet werden. Dazu müssen im Template vorab spezifische Parameter festgelegt werden, die aus der SMC-Prüfung in das Excel-Sheet übertragen werden sollen:

**Datei-bezogene Parameter**

|                     |   |                          |
|---------------------|---|--------------------------|
| <REPORT_TITLE>      | → | Titel des Berichts       |
| <FILE_NAME>         | → | Dateiname                |
| <SOLIBRI_VERSION>   | → | Solibri Version          |
| <USER_NAME>         | → | Prüfer                   |
| <USER_ORGANISATION> | → | Organisation des Prüfers |
| <MODEL_NAME>        | → | Modellname               |
| <MODEL_TIME>        | → | Zeitstempel des Modells  |
| <MODEL_APPLICATION> | → | Autorensoftware          |
| <MODEL_TYPE>        | → | IFC-Version              |

**Regelsatz-bezogene Parameter**

|                       |   |   |
|-----------------------|---|---|
| <RULESET_NAME>        | → | Name des Regelsatzes                      |
| <RULE_NAME>           | → | Name der Prüfregel                        |
| <RULESET_DESCRIPITON> | → | Beschreibung des Regelsatzes              |
| <RULE_DESCRIPTION>    | → | Beschreibung der Prüfregel                |
| <RULE_SUPPORT_TAG>    | → | Verweis auf die verwendete SMC-Basisregel |
| <CHECKED_COMPONENTS>  | → | Geprüfte Komponenten                      |
| <ACCEPTED_COMPONENTS> | → | Akzeptierte Komponenten                   |
| <REJECTED_COMPONENTS> | → | Zurückgewiesene Komponenten               |

Zusätzlich dazu muss eine Spalte zur Berechnung des Scores der Prüfregeln, eine Spalte für die Gewichtung der Prüfregeln und eine Grenzwerttabelle inklusive optionaler Schwellenwerte für die projektphasenabhängigen Quality Gates im Template angelegt werden. Beim initialen Export werden die Prüfregelerggebnisse immer gleich gewichtet. Allerdings können die prozentualen Gewichtungen nach dem Export aus SMC in der Excel-Tabelle manuell angepasst werden, wobei die Summe der Gewichtungen immer 100 Prozent ergeben muss. Der KPI selbst wird anhand der Scores unter Einbeziehung der Gewichtung automatisch berechnet. Durch die Eingabe der momentanen Projektphase wird ebenfalls automatisch geprüft, ob das für diese Phase vordefinierte Quality Gate erreicht wird oder nicht. Ob ein Score prozentual oder eindeutig kalkuliert wird, wird aus der Beschreibung der Prüfregel automatisch ausgelesen.

3.3  
Automatisiertes Prüfungs-Feedback

| ARC - Prüfung nach formalen Kriterien (FCC)       |  |  |                         |  |                      |                               |           |                             |      | SIDE          |  |  |
|---|--|--|-------------------------|--|----------------------|-------------------------------|-----------|-----------------------------|------|---------------|--|--|
| PROJEKT   | Projektname  |  |                         |  |                      |                               |           |                             |      |               |  |  |
| MODELLNAME  | pxt_001_AR_BAUTEIL_A Version: 9.12   |  |                         |  |                      |                               |           |                             |      |               |  |  |
| PRÜFER  | Severin Türk   |  |                         |  |                      |                               |           |                             |      |               |  |  |
| ARCHITEKT   | SIDE - Studio for Information Design   |  |                         |  |                      |                               |           |                             |      |               |  |  |
| DATUM   | 11.10.22   |  |                         |  |                      |                               |           |                             |      |               |  |  |
| PRÜFUNGSdatum                                     | Date: 2022-08-18 15:07:07 Application: Autodesk Revit 2022 [DEU] IFC: IFC2X3 |  |                         |  |                      |                               |           |                             |      |               |  |  |
| 03.00 Prüfung von IFC-spezifischen Anforderungen  |  |  |                         |  |                      |                               |           |                             |      |               |  |  |
| Aktuelle Projektphase                             |  | Einreichung  |                         | Phasenname lt. Meilenstein-Liste ist manuell eintragen!! |                      |                               |           |                             |      |               | Quality Gates sollten immer im Template definiert werden!! |  |
| KPI   | 95,46%   |  | Meilensteine            | Quality Gate erreicht                                    |                      | Quality Gate bedingt erreicht |           | Quality Gate nicht erreicht |      | Schwellenwert |  |  |
| Status  |  |  | Vorentwurf              | 95%  | 100%                 | 85%                           | 94%       | 0%                          | 84%  | 0             |  |  |
|   |  |  | Entwurf                 | 95%  | 100%                 | 90%                           | 94%       | 0%                          | 89%  | 0             |  |  |
|   |  | Quality Gate bedingt erfüllt   | Einreichung             | 100%   | 100%                 | 90%                           | 99%       | 0%                          | 89%  | 0             |  |  |
|   |  |  | Ausführungsplanung      | 100%   | 100%                 | 95%                           | 99%       | 0%                          | 94%  | 0             |  |  |
|   |  |  | Ausschreibung / Vergabe | 100%   | 100%                 | 95%                           | 99%       | 0%                          | 94%  | 0             |  |  |
|   |  |  | Bauvorbereitung         | 100%   | 100%                 | 95%                           | 99%       | 0%                          | 94%  | 0             |  |  |
|   |  |  | AsBuilt Dokumentation   | 100%   | 100%                 | 95%                           | 99%       | 0%                          | 94%  | 0             |  |  |
| Die Gewichtung muss in Summe immer 100% ergeben!! |  |  |                         |  |                      |                               |           |                             |      |               |  |  |
| Regelsatz   | Regel  | Beschreibung   | Selbst Regelsatz-Tag    | Anzahl der geprüften Elemente                            | Akzeptierte Elemente | Zurückgewiesene Elemente      | SCORE (%) | GEWICHTUNG (%)              | 100% |               |  |  |
| 04.00_SIDE_FCC_ARC_IFC                            |  | Mit diesem Regelsatz werden formale Kriterien hinsichtlich der IFC-Struktur überprüft.                         |                         | 5078   | 0                    | 877                           | 82,73%    | ND                          |      |               |  |  |
|   | 04.00.01 Überprüfung auf Objekte   | Mit dieser Regel wird überprüft, ob das Modell Objekte (IfcBuildingElementProxy) enthält. [prozentual]         | SOL/230/1.1             | 5078   | 0                    | 92                            | 98,19%    | 20,00%                      |      |               |  |  |
|   | 04.00.02 IFC-Klassifikation  | Mit dieser Regel wird überprüft, ob alle Elemente den korrekten IFC-Entitäten zugeordnet sind. [prozentual]    | SOL/230/1.1             | 5078   | 2                    | 152                           | 97,01%    | 20,00%                      |      |               |  |  |
|   | 04.00.03 PredefinedTypes   | Mit dieser Regel wird überprüft ob die PredefinedTypes lt. Vorgabe BAP definiert sind. [prozentual]            | SOL/230/1.1             | 5078   | 0                    | 44                            | 99,13%    | 20,00%                      |      |               |  |  |
|   | 04.00.04 BaseQuantities  | Mit dieser Regel wird überprüft, ob die BaseQuantities vorhanden sind. [prozentual]                            | SOL/203/2.4             | 5078   | 0                    | 0                             | 100,00%   | 20,00%                      |      |               |  |  |
|   | 04.00.05 Material  | Mit dieser Regel wird überprüft, ob dem Merkmal Material ein korrekter Wert lt. Auswahlset BAP zugewiesen ist. | SOL/17/1.6              | 5078   | 0                    | 865                           | 82,97%    | 20,00%                      |      |               |  |  |

Abbildung 13: Bsp. KPI-Prüfbericht - Prüfung von IFC-spezifischen Anforderungen (FCC)

Eine Zusammenfassung bezüglich der Anzahl der geprüften, der akzeptierten und der zurückgewiesenen Elemente für die Prüfregelgruppe selbst wird ebenfalls von SMC beim Export generiert. Dieser zusammengefasste Score unterscheidet sich zu dem errechneten KPI oftmals signifikant (im Fall des Beispiels in *Abbildung 13* beträgt dieser Unterschied ca. 13 Prozent!) Dies ist auf die Berechnungsweise zurückzuführen:

Für alle Prüfregeln in dieser Gruppe werden jeweils alle Elemente der Disziplin Architektur innerhalb des IFC-Modells als zu prüfende Komponenten herangezogen, was eine Anzahl von 5078 Komponenten als Berechnungspool für jede einzelne Regel ergibt. Während der KPI aus dem Mittelwert aller separat berechneten Prozentsätze generiert wird, basiert der zusammenfassende Score der Prüfregelgruppe auf der Anzahl der insgesamt in dieser Prüfgruppe geprüften Elemente (5078) und aller davon grundsätzlich fehlerhaften Elemente ohne Unterscheidung, ob ein und dasselbe Element eine oder vielleicht mehrere Prüfregeln nicht bestanden hat.

Zusammenfassend kann man daher sagen, dass der KPI sich auf die Erfüllung der prozentualen Prüfregelergbnisse konzentriert und somit prüfregelbezogen ist, während der zusammenfassende Score auf alle im Regelsatz geprüften und fehlerhaften Elemente ungeachtet der einzelnen Prüfregelergbnisse errechnet wird und somit elementbezogen ist. Beide Werte können als zentrale Leistungskennzahlen interpretiert, aber schwer zueinander in Relation gestellt werden. Es bietet sich an, die Gesamtanzahl der fehlerhaften Elemente innerhalb einer Prüfregelgruppe als Indikator für einen eventuellen, hierarchisch höheren Schwellenwert heranzuziehen.

#### 4. Vom statistischen Prüfbericht zu interaktiven Dashboards

##### 4.1 Verknüpfung & Visualisierung von KPIs mit Business Intelligence Software

Nachdem alle KPIs-Reports der Prüfregelgruppen aus SMC exportiert und in einer strukturierten Form abgelegt sind, können die einzelnen Excel-Sheets mit einem Master-Sheet verknüpft werden, um übergeordnete KPIs zu berechnen und einen Gesamteindruck bezüglich der BIM-spezifischen Modellqualität speziell für den Auftraggeber zu vermitteln. Das Transferieren von Daten von einer geschlossenen Excel-Datei in das Master-Sheet erfolgt über ein entsprechendes Makro. Daher ist es wichtig, dass sich Pfad, Name und vor allem Zellenstruktur der Prüfgruppenberichte nicht verändern. Lediglich die Informationen / Prüfergebnisse dürfen sich verändern.

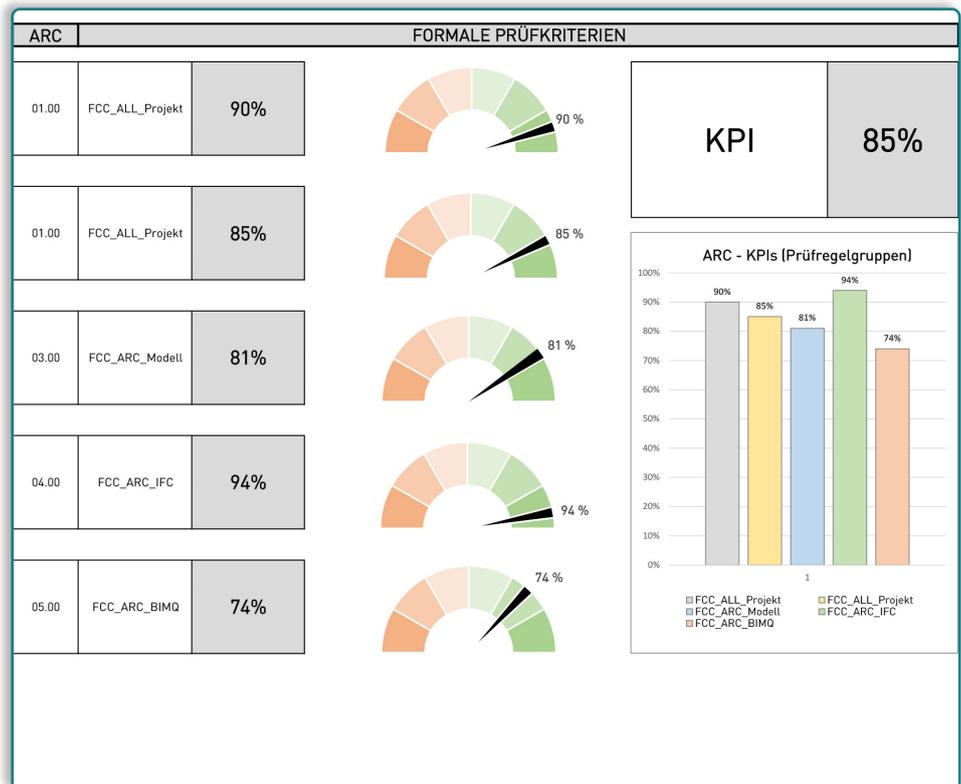


Abbildung 14: Beispiel eines Excel-Dashboards für Formale Kriterien der Disziplin Architektur

#### 4. Vom statistischen Prüfbericht zu interaktiven Dashboards

##### 4.1. Verknüpfung & Visualisierung von KPIs mit Business Intelligence Software

»Business Intelligence (BI) ist ein technologiegetriebener Prozess zur Analyse von Daten und zur Präsentation verwertbarer Informationen, der Führungskräften, Managern und anderen Endanwendern hilft, fundierte Geschäftsentscheidungen zu treffen.«<sup>9</sup>

Um ein IFC-Modell innerhalb einer Business Intelligence Software nutzen und weiterbearbeiten zu können, bedarf es einer Transformation der alphanumerischen und geometrischen Daten in ein entsprechendes Datenbankformat, dass wiederum dann mit anderen Datenbanken zu Analysezwecken verknüpft werden kann.

Wie in der Einleitung bereits erwähnt, wird in dieser Arbeit die Übersetzung der BIM-Daten in eine auf *SQLite* basierende Datenbank mittels der Stand-Alone Applikation *Tracer*<sup>10</sup> näher beschrieben. Diese Übersetzung funktioniert auf Basis eines IFC-Modells. Mit Hilfe der Software wird die hierarchische Struktur des IFC-Modells entsprechend in der Datenbankdatei abgebildet und kann so mit einer Business Intelligence Software (im Falle dieser Arbeit *Microsoft Power BI*) angesteuert werden.

<sup>9</sup> (www.tableau.com, 2022)

<sup>10</sup> vgl. (apps.provingground.io, 2022)

#### 4.1 Verknüpfung & Visualisierung von KPIs mit Business Intelligence Software

Die aus dem IFC-Modell übernommene Datenstruktur besteht aus sechs Primärtabellen, die in der Datenbank in Form von dokument- und elementspezifischen Daten sowie elementspezifischen Parametern abgebildet werden:

- Document
- Element
- ElementParameterInteger
- ElementParameterElementID
- ElementParameterNumber
- ElementParameterText

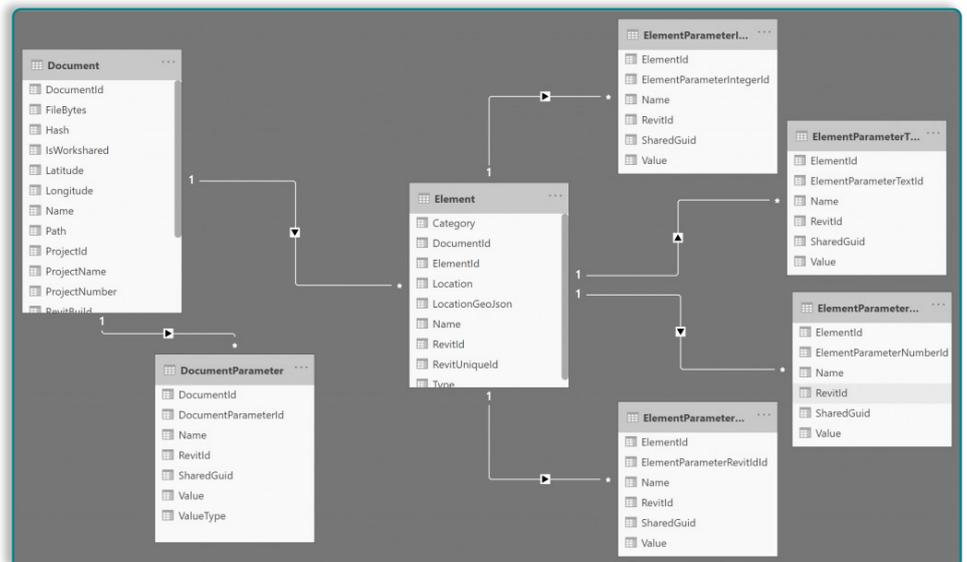


Abbildung 15: Power BI Tabellenhierarchie<sup>11</sup>

Dabei wird neben der Element ID auch die Mesh-Information jeder im IFC-Modell vorhandenen Entität exportiert. Somit ist eine Verknüpfung von alphanummerischen und geometrischen Daten für das jeweilige Element in Power BI möglich.

Werden aus dem IFC-Modell zusätzliche Daten in einer anderen Software generiert, wie z.B. Kollisionsprüfungsergebnisse innerhalb von SMC in Form einer Excel-Tabelle, dann kann diese Tabelle ebenfalls mit *Power BI* verknüpft und durch die Verbindung der GUID der kollidierenden Elemente mit der jeweiligen Mesh-Information entsprechend dreidimensional visualisiert und analysiert werden.

Eine weitere Möglichkeit zur Verknüpfung und Visualisierung von BIM-Daten in *Power BI* bietet das Programm *Bexel Manager*<sup>12</sup>, das speziell für die Mengenermittlung, Kollisionserkennung und Kostenschätzung sowie für das Termin- und Gebäudemanagement und der Bausimulation von IFC-Daten entwickelt wurde. Hierbei werden die Daten über eine interne Schnittstelle direkt für Power BI aufbereitet und entsprechend exportiert.

<sup>11</sup> vgl. ebd. (apps.provingground.io, 2022)

<sup>12</sup> (www.bexelmanager.com, 2022)

## 4.2

Visuelles Feedback von Qualitätsprüfungen für den Bauherrn

## 5.

Conclusio und Ausblick



Abbildung 16: Power BI-Dashboard für Kollisionen exportiert aus Bexel Manager<sup>13</sup>

#### 4.2. Visuelles Feedback von Qualitätsprüfungen für den Bauherrn

Auch wenn KPIs mittels Excel-Diagrammen oder Dashboards visualisiert werden, bleiben sie dennoch abstrakte alphanummerische Prozentwerte, die zwar zueinander referenzierbar sind, jedoch den direkten Bezug zur eigentlichen Geometrie des IFC-Modells verloren haben.

Dadurch dass jedes fehlerhafte Element innerhalb einer Prüffregelgruppe in SMC eindeutig über die GUID identifiziert werden kann, ist es auch möglich diese Elemente mit dem von Tracer integrierten 3D-View durch Auswahl des entsprechenden KPIs in Power BI zu visualisieren. Somit werden die zentralen Leistungskennzahlen optisch greifbar und eine Evaluierung der Fehlerhaftigkeit des Modells gerade für den AG vereinfacht. Ein weiterer Vorteil ist, dass weder ein IFC-Viewer noch eine Prüfsoftware wie Solibri erforderlich ist, um sowohl KPI-Dashboards als auch die Modellgeometrie einzusehen. Power BI Sheets können für den Bauherrn unkompliziert über den Internet-Browser freigegeben werden.

#### 5. Conclusio und Ausblick

Um das Thema der dreidimensionalen und datenbezogenen Visualisierung von zentralen Leistungskennzahlen innerhalb eines openBIM Projekts behandeln zu können, müssen davor zwingend mehrere Grundvoraussetzungen erfüllt werden. Zum einen gilt es, eine klare Prüfungsstrategie zu erarbeiten, die auf den zeitlichen Vorgaben des Koordinations- und BIM Datenlieferungsplans fundiert. Zum anderen benötigt es eine disziplinierte, inhaltlich strukturierte Vorgehensweise, um die BIM-spezifische Qualität von IFC-Modellen über einen längeren Zeitraum hinweg evaluieren zu können.

Das bloße Einspielen des Modells in eine Prüfsoftware und das Prüfen von vordefinierten Standardprüffregelsets sowie die Ausgabe von umfangreichen und unstrukturierten BCF-Listen ist für eine Gesamtbeurteilung der geometrischen und alphanummerischen Informationen auf Auftraggeberseite in den allermeisten Fällen nicht ausreichend. Die von der buildingSMART definierten formalen, Qualitäts- und Integritätsprüfkriterien ermöglichen es diesbezüglich, die einzelnen Regelsätze entsprechend anzupassen, inhaltlich (wenn nötig auch gewerkspezifisch) zuzuordnen

<sup>13</sup> ebd. (www.bexelmanager.com, 2022)

5.  
Conclusio und Ausblick

und getrennt voneinander zu bewerten. Dadurch wird eine bloße Aneinanderreihung verschiedenster Probleme vermieden, und die Erstellung eines strukturierten Berichts über die Performance des Modells zum Zeitpunkt der Prüfung ermöglicht.

Dabei ist es wichtig, eine klare, immer gleichbleibende Hierarchie innerhalb dieses Berichts zu definieren, anhand der die Prüfergebnisse entsprechend bewertet werden können. Somit können die Ergebnisse (Scores) auch den verschiedenen in den AIA und im BAP festgelegten und daher verpflichtend zu erreichenden Quality Gates zugeordnet werden. Bei den KPIs selbst ist es essenziell, deren mathematische Berechnungsgrundlage eindeutig und transparent zu Beginn des Projekts an alle Projektbeteiligten zu kommunizieren, um später etwaige Missinterpretationen der Ergebnisse und daraus resultierende Diskussionen zu vermeiden.

Erst wenn all diese Bedingungen erfüllt sind, können die Prüfergebnisse in Form von zentralen Leistungskennzahlen zueinander über mehrere Projektphasen hinweg verglichen und mit Hilfe einer Business Intelligence Software weiter analysiert und genutzt werden. Durch die Möglichkeit der Bereitstellung von BI-Dashboards über einen Web-Browser ist speziell für den AG ein unkomplizierter Zugang zu den KPIs und den damit verknüpften dreidimensionalen Modellinformationen gewährleistet, der keinerlei Vorkenntnisse von etwaiger Prüf- oder Autorensoftware voraussetzt.

Anstatt passiver Betrachter von oftmals sehr umfangreichen PDF-Prüfberichten zu sein, kann der AG so aktiv im jeweiligen BI-Dashboard exakt die Informationen, die er gerade benötigt, filtern und direkt über die 3D-Darstellung des Modells nachvollziehen. Indem beispielsweise der entsprechende KPI für LOI des jeweiligen Gewerks angewählt wird, können spezifisch die Elemente im Modell dargestellt werden, die im Zuge der Prüfung des LOI tatsächlich als fehlerhaft oder unvollständig identifiziert worden sind.

Der Mehrwert von der Verknüpfung eines IFC-Modells mit einer BI-Software reicht aber natürlich weit über die Visualisierung und Beurteilung von BIM-spezifischen KPIs und Prüfergebnissen hinaus. Auch projektspezifische KPIs, wie der maximal erlaubte Glasflächenanteil in der Fassadenfläche lassen sich über das Filtern der entsprechend klassifizierten Elemente innerhalb der BI-Software abbilden und evaluieren. Es ist ebenfalls möglich, den Nutzer der BI-Daten von der Rolle des reinen »Daten-Konsumenten« zu lösen und benutzerspezifische Eingaben zur Analyse von verschiedenen möglichen Szenarien zu implementieren. Eine Änderungsmöglichkeit der Materialität von verschiedenen Elementen (z.B. der Fußbodenbelag von öffentlichen Flächen innerhalb eines Wohnbauprojekts) und die damit verbundenen Auswirkungen auf die Kostenschätzung wäre diesbezüglich denkbar.

Abschließend ist hervorzuheben und zu unterstreichen, dass BIM ein fixer Bestandteil des Dateninformationsmanagements ist. Die Transformation und Einbindung der BIM-Daten in eine Datenbankumgebung ist allgegenwärtig, sei es zu Projektbeginn durch eine Verknüpfung mit Raumbuchdatenbanken innerhalb von Anforderungsmodellen, die Verbindung zum CAFM während des Betriebs oder eben die modellbezogene, kontinuierliche Evaluierung der Modellqualität während der Planungsphasen.

## Abkürzungsverzeichnis

**Abkürzungsverzeichnis**

|      |  |
|------|--|
| AG   | Auftraggeber                           |
| AIA  | Auftraggeber Informationsanforderungen |
| AN   | Auftragnehmer                          |
| ARC  | Architektur                            |
| BAP  | BIM-Projektentwicklungsplan            |
| BCF  | BIM Collaboration Format               |
| BE   | BIM Ersteller                          |
| BI   | Business Intelligence                  |
| BFK  | BIM-Fachkoordination                   |
| BGK  | BIM-Gesamtkoordination                 |
| BPL  | BIM-Projektleitung                     |
| BPS  | BIM-Projektsteuerung                   |
| CAFM | Computer Aided Facility Management     |
| CDE  | Common Data Environment                |
| FCC  | Formal Criteria Check                  |
| GUID | Global Unique Identifier               |
| ICC  | Integrity Criteria Check               |
| IFC  | Industry Foundation Classes            |
| KPI  | Key Performance Indicator              |
| LOC  | Level of Coordination                  |
| LOG  | Level of Geometry                      |
| LOI  | Level of Information                   |
| OKR  | Objectives and Key Results             |
| Pset | Property Set                           |
| QCC  | Quality Criteria Check                 |
| SMC  | Solibri Model Checker                  |
| TGA  | Technische Gebäudeausstattung          |
| TWP  | Tragwerksplanung                       |

## Abbildungsverzeichnis

## Literaturverzeichnis

**Abbildungsverzeichnis**

- Abbildung 1: KPI-Hierarchie  
 Abbildung 2: BIM-spezifische KPI-Hierarchie  
 Abbildung 3: projektphasenabhängige Quality Gate-Anforderungen  
 Abbildung 4: Modellstandvergleich - Elementanzahl nach Klassifikationsgruppen der ÖNORM A 6241-2  
 Abbildung 5: Beispiel von Scores anhand von verschiedenen hoher Gesamtelementanzahl  
 Abbildung 6: Gruppierung von FCCs auf Basis der Elementklassifikation der ÖNORM A 6241-2  
 Abbildung 7: gewerkinterne und -übergreifende Gruppierung von Qualitätskriterien  
 Abbildung 8: QCC-Kollisionsprüfung-Matrix der Disziplin Architektur (ARC)  
 Abbildung 9: Gruppierung von Integritätsprüfkriterien  
 Abbildung 10: Auszug aus der FCC-Regelsatz-Hierarchie in SMC  
 Abbildung 11: Gliederung und Kommunikation von SMC-Prüfungsergebnissen am Beispiel eines FCC  
 Abbildung 12: SMC-Ergebnisübersicht auf Basis von Problemen & Problemdichte  
 Abbildung 13: Bsp. KPI-Prüfbericht - Prüfung von IFC-spezifischen Anforderungen (FCC)  
 Abbildung 14: Beispiel eines Excel-Dashboards für Formale Kriterien der Disziplin Architektur  
 Abbildung 15: Power BI Tabellenhierarchie  
 Abbildung 16: Power BI-Dashboard für Kollisionen exportiert aus Bexel Manager

**Literaturverzeichnis**

- apps.provingground.io. (2022). Abgerufen am 26.09.2022 von <https://apps.provingground.io/docs/tracer-v1-0-documentation/>
- Austrian Standards Institute / Österreichisches Normeninstitut. (2015). ÖNORM A 6241-2 Digitale Bauwerksdokumentation – Teil 2: Building Information Modelling (BIM) – Level 3 – iBIM. Von <https://www.austrian-standards.at/> abgerufen
- Austrian Standards Institute / Österreichisches Normeninstitut. (2015). ÖNORM B 1801-1 Bauprojekt- und Objektmanagement – Teil 1: Objekterrichtung. Wien. Von <https://www.austrian-standards.at/> abgerufen
- Eichler, C. C., Schranz, C., Kruschmann, T., Urban, H., Gratzl, M.: BIMcert Handbuch – Grundlagenwissen openBIM. Ausgabe 2021. (E. 9. buildingSMART Austria – 1010 Wien, Hrsg.) Wien: Mironde-Verlag.
- www.bexelmanager.com. (28.09.2022). Von <https://bexelmanager.com/de/homepage/> abgerufen
- www.tableau.com. (2022). Abgerufen am 26.09.2022 von <https://www.tableau.com/de-de/learn/articles/what-is-business-intelligence>
- www.workpath.com. (28.09.2022). Von <https://www.workpath.com/magazin/okr-kpi> abgerufen