



TEIL 9

Datenaustausch mit Industry Foundation Classes (IFC)

Handreichungen und Leitfäden – Teil 9

Die Industry Foundation Classes (IFC) sind als offenes neutrales Datenaustauschformat ein wichtiger Bestandteil von Datenübergabeprozessen. In dieser Handreichung wird ein grundlegender Einblick in den Aufbau von IFC und die Möglichkeiten, die dieses Datenaustauschformat bietet, gegeben. Weiterhin wird der Export-Prozess in verschiedenen BIM-Autorenwerkzeugen beispielhaft beschrieben.

Stand: April 2019

Danksagung

Ein großer Dank gilt den Vertretern der öffentlichen Auftraggeber, Verbände und Organisationen im Bauwesen sowie den Teilnehmern der Beratungs- und Workshop-Angebote der Arbeitsgemeinschaft BIM4INFRA2020, insbesondere für die zahlreichen und umfassenden Kommentare zu den Entwürfen der Handreichungen mit wertvollen Beiträgen und Hinweisen für deren weitere Ausgestaltung. Des Weiteren danken wir den Beteiligten der von uns begleiteten Pilotprojekte für ihr Interesse und Engagement bei der Anwendung von BIM in den jeweiligen Vorhaben und für die dabei mit uns geteilten Erfahrungen.

Ein besonderer Dank gilt der Arbeitsgemeinschaft BIM4INFRA2020 und ihren Mitgliedern sowie dem Einsatz weiterer Experten aus den beteiligten Unternehmen

und Forschungseinrichtungen für ihre umfangreichen Beiträge, eingebrachten praktischen Erfahrungen und wissenschaftliche Expertise bei der Umsetzung der Leitfäden, Muster und Handreichungen.

Des Weiteren bedanken wir uns beim Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Referat DG 15, und insbesondere bei unserem Ansprechpartner Herrn Alexander Doebler, für die immer positive und konstruktive kritische Begleitung.

Nicht zuletzt bedanken wir uns herzlich bei Erste Lesung, insbesondere bei Frau Marie Luise Blüml, für das Lektorat und die redaktionelle sowie grafische Umsetzung der vorliegenden Leitfäden, Muster und Handreichungen.

Impressum

Herausgeber

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
Invalidenstraße 44
10115 Berlin

Auftragnehmer

Arbeitsgemeinschaft BIM4INFRA2020
c/o planen-bauen 4.0 – Gesellschaft zur Digitalisierung
des Planens, Bauens und Betriebens mbH
Geneststrasse 5
10829 Berlin

Projektleiter

Dr. Thomas Liebich
(Leitung AP4 Leitfäden, Muster und Handreichungen),
Dr. Jan Tulke, Prof. Dr. Markus König
(Gesamtprojektleitung)

Verfasser

Prof. Dr. André Borrmann, Dr. Robert Elixmann,
Prof. Dr. Klaus Eschenbruch, Christian Forster,
Kerstin Hausknecht, Daniel Hecker, Markus Hochmuth,
Carsten Klempin, Michael Kluge, Prof. Dr. Markus König,
Dr. Thomas Liebich, Genia Schäferhoff, Ingo Schmidt,
Maciej Trzeciak, Dr. Jan Tulke, Simon Vilgertshofer,
Dr. Bernd Wagner

Stand

April 2019

Gestaltung

ERSTE LESUNG GmbH,
Französische Straße 24,
D-10117 Berlin

Inhaltsverzeichnis

Überblick der Handreichungen und Leitfäden	4
Kurzdarstellung	5
1. Empfehlungen für den IFC-basierten Datenaustausch in Infrastrukturprojekten	6
1.1 Einführung	6
1.2 Industry Foundation Classes	6
1.3 Austauschszenarien	8
1.4 Model View Definitions	8
1.5 Inhalte des Datenaustauschs	9
1.5.1 Austausch von Geometrie	10
1.5.2 Inhalt und Austausch von semantischen Informationen	13
2. Programmspezifische Konfigurationen	14
2.1 Autodesk Revit 2018	14
2.1.1 Exporteinstellungen	14
2.1.2 Beispielhafte Durchführung und Ergebnisse eines IFC-Exports	20
2.1.3 Import-Einstellungen	21
2.2 Nemetschek Allplan 2018	22
2.2.1 Export Einstellungen	22
2.2.2 Allplan-IFC Ergebnisse	25
2.2.3 Importeinstellungen	26
3. Literaturverzeichnis	27

Überblick der Handreichungen und Leitfäden

Die Arbeitsgemeinschaft BIM4INFRA2020 erbringt im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr und Digitale Infrastruktur (BMVI) wissenschaftliche Unterstützungsleistungen im Zusammenhang mit der Einführung von Building Information Modeling (BIM). Diese Unterstützungsleistungen dienen unter anderem dem Wissenstransfer von BIM in die Bauverwaltungen und sollen dabei helfen, diese in die Lage zu versetzen, BIM-Leistungen auszuschreiben, zu vergeben und abzuwickeln. Alle Empfehlungen,

Handreichungen und sonstigen schriftlichen Ausarbeitungen der Arbeitsgemeinschaft sind als generelle Empfehlungen zu verstehen und ersetzen keine projektspezifischen Planungs-, Bau- und Rechtsberatungsleistungen im Einzelfall. Durch die Kommunikation mit Dritten im Rahmen der Abwicklung des Unterstützungsauftrags gegenüber dem BMVI übernimmt die Arbeitsgemeinschaft keine vertraglichen Leistungspflichten gegenüber Dritten.

Das hier vorliegende Dokument „Datenaustausch mit Industry Foundation Classes (IFC)“ bildet den **Teil 9** der Handreichungen und Leitfäden. Folgende Muster und Handreichungen sind verfügbar:

- Teil 1:** Grundlagen und BIM-Gesamtprozess
- Teil 2:** Leitfaden und Muster für Auftraggeber-Informationsanforderungen (AIA)
- Teil 3:** Leitfaden und Muster für den BIM-Abwicklungsplan (BAP)
- Teil 4:** Leitfaden zur Leistungsbeschreibung
- Teil 5:** Muster Besondere Vertragsbedingungen BIM (BIM-BVB)
- Teil 6:** Steckbriefe der wichtigsten BIM-Anwendungsfälle
- Teil 7:** Handreichung BIM-Fachmodelle und Ausarbeitungsgrad (engl. Level of Development – LOD)
- Teil 8:** Handreichung Neutraler Datenaustausch im Überblick
- Teil 9:** **Handreichung Datenaustausch mit Industry Foundation Classes (IFC)**
- Teil 10:** Handreichung Technologien im BIM-Umfeld
- Anhang:** Glossar

Kurzdarstellung

Für öffentliche Auftraggeber im Verantwortungsbereich des BMVI wird mit der Implementierung des Stufenplans Digitales Planen und Bauen für neue Infrastrukturprojekte ab Ende des Jahres 2020 die Anwendung der Methode des BIM vorgeschrieben. Projekte sollen von der Grundlagenermittlung bis zur Fertigstellung und dem anschließenden Betrieb möglichst ganzheitlich mit BIM durchgeführt werden.

Dieses Dokument richtet sich an die öffentlichen Auftraggeber im Bereich des Bundesfernstraßen- und Bundeswasserstraßenbaus, die in ihrer Funktion als wichtigste Auftraggeber von Infrastrukturbaumaßnahmen diese Anforderungen umsetzen und somit eine maßgebliche Rolle in der Realisierung der BIM-Methode am Markt einnehmen.

Das **Kapitel 1** des hier vorliegenden Dokuments beschreibt das grundlegende Konzept des Datenaustauschformats IFC. Weiterhin werden die Möglichkeiten und Strukturen, die IFC im Hinblick auf Interoperabilität und Datenaustausch bietet, dargestellt. Dabei wird neben der generellen Beschreibung von IFC insbesondere auf Austauschszenarien sowie den Inhalt des Datenaustauschs hinsichtlich geometrischer und semantischer Informationen eingegangen.

In **Kapitel 2** wird die Konfiguration exemplarisch ausgewählter Softwareprodukte in Bezug auf den IFC-Import und -Export konkret und anschaulich dargestellt. Dabei wird insbesondere auf IFC-Schnittstellen, Mappings von Bauelementen und den Export von Eigenschaftssätzen als IFC Property Sets eingegangen. Dieses Kapitel wendet sich an technisch-versierte Leser, die ein detailliertes Verständnis für die Konfigurationen eines erfolgreichen Datenaustauschs aufbauen wollen.

Hauptfragestellungen, die in diesem Dokument behandelt werden:

- Was sind die IFC?
- Wie ist das IFC-Datenformat aufgebaut?
- Wie können mithilfe von IFC digitale Bauwerksmodelle ausgetauscht werden?
- Wie wird Geometrie in einem IFC-Modell abgespeichert?
- Was muss bei der Konfiguration des IFC-Exports und -Imports in verschiedenen Softwarewerkzeugen beachtet werden?

1. Empfehlungen für den IFC-basierten Datenaustausch in Infrastrukturprojekten

1.1 Einführung

Das vorliegende Dokument stellt Informationen für den Datenaustausch bei Infrastrukturprojekten mittels des neutralen Datenformats IFC bereit. Aufgrund der etablierten Planungsverfahren und -schritte sowie Zusammenarbeitsformen der Planungsbeteiligten gemäß den Leistungsbildern der Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI) kommt es im Planungsprozess häufig zu Datenübergaben zwischen den verschiedenen Beteiligten. Bei der Auswahl und dem Einsatz von BIM-Werkzeugen muss berücksichtigt werden, wie solche Datenübergaben realisiert werden. Der Stufenplan des BMVI sieht insbesondere für die Übergabe von Modellen an den Auftraggeber vor, ein standardisiertes herstellerneutrales Datenaustauschformat zu verwenden, um die Marktneutralität im gesamten Prozess zu gewährleisten (siehe [☑](#) Teil 8 „Handreichung Neutraler Datenaustausch im Überblick“).

In diesem Dokument wird an mehreren Stellen auf einen Technischen Bericht [1] verwiesen, der auf der Grundlage der Erfahrungen aus den Pilotprojekten erstellt wurde, die im Rahmen von BIM4INFRA2020 durchgeführt wurden. Hierbei wurden für Brücken und Straßenwege BIM-Modelle erstellt und dazu verschiedene Softwarewerkzeuge eingesetzt. Neben der Übergabe der Modelldaten an den Auftraggeber wurde auch der Datenaustausch zwischen verschiedenen Fachplanern zum Zwecke der Prüfung des Entwurfs und der Freigabe der Modelle erprobt.

Dieses Dokument setzt sich aus zwei Abschnitten zusammen. In **Kapitel 1**, dem Hauptteil, wird das Konzept des Datenformats IFC beschrieben, einschließlich der Möglichkeiten und Strukturen, die IFC für die Interoperabilität bietet. In **Kapitel 2** werden konkret und anschaulich die Konfigurationen exemplarisch ausgewählter Softwareprodukte für den Export und Import von IFC-Dateien dargestellt.

1.2 Industry Foundation Classes

Interoperabilität bezeichnet die Möglichkeit zum Datenaustausch zwischen verschiedenen Softwareanwendungen. Dadurch entfällt die Notwendigkeit, bereits von einer Anwendung erstellte digitale Daten händisch in ein anderes System zu kopieren. Dies ist in der Bauwirtschaft aufgrund der hohen Fragmentierung der Wertschöpfungskette und der daraus resultierenden hohen Zahl an eingesetzten Softwareprodukten von größter Bedeutung. Grundsätzlich können Daten mittels proprietärer (nativer) Herstellerformate oder herstellerunabhängigen Formaten ausgetauscht werden [2]. Letztere haben in der Bauwirtschaft eine herausgehobene Bedeutung, denn sie erlauben es, einen fairen Wettbewerb auf dem Software-Markt zu gewährleisten und Auftraggeber und Auftragnehmer vor Monopolen und Anbieterbindung zu schützen [3], (siehe auch [☑](#) Teil 8 „Handreichung Neutraler Datenaustausch im Überblick“).

Das von der internationalen Non-Profit-Organisation buildingSMART entwickelte, anbieterneutrale Datenaustauschformat IFC ist der international führende Standard für den Austausch von BIM-Daten in der Bauwirtschaft und wird von zahlreichen BIM-Applikationen unterstützt [4]. IFC kann als Schema oder Spezifikation verstanden werden, welches allgemeine Definitionen bereitstellt, um alle Bauwerkinformationen über den gesamten Lebenszyklus eines Bauvorhabens erfassen zu können [2]. In diesem Dokument wird vom IFC-Modell oder von der IFC-Datei gesprochen. Letztere beinhaltet ein BIM-Modell [5], dessen Datenstruktur den Regeln, Strukturen und Bedingungen des IFC-Schemas folgt. Derzeit werden vorrangig zwei Versionen des IFC-Schemas verwendet: IFC 2x3 und IFC 4.

Weiterführende Informationen über die IFC-Datenstruktur sind der Webseite von buildingSMART entnehmbar¹. Das IFC-Datenformat ist offen (nicht proprietär), frei verfügbar und einsehbar dokumentiert. Im IFC-Datenformat abgespeicherte Modelle können dementsprechend jetzt und auch zukünftig gelesen und verarbeitet werden, ohne dass dafür die Software eines bestimmten Herstellers benötigt wird.

Das IFC-Modell erlaubt es, Informationen über gebaute Anlagen in detaillierter Weise auf Basis von Objekten auszutauschen [6]. Diese Objekte werden durch verschiedene Arten von Geometrie und semantischen Informationen beschrieben und anhand räumlicher und funktionaler Hierarchien organisiert. Zudem können IFC-Modelle Informationen über die Terminplanung und Mengen beinhalten. Das Datenschema bietet zudem die Möglichkeit, verschiedene Koordinatensysteme und Bauklassifikationssysteme (durch eine entsprechende Attributierung) zu verwenden. Details zu den einzelnen Punkten werden in nachfolgenden Abschnitten beschrieben.

Die bestehenden IFC-Versionen unterstützen die Modellierung von Infrastrukturanlagen wie Straßen, Brücken und Tunnel noch nicht vollständig. Die dafür notwendigen Erweiterungen werden derzeit im Rahmen des *Infrastructure Room*² von *buildingSMART International* entwickelt mit dem Ziel, diese Bauwerke später detaillierter beschreiben zu können. Einen Überblick über die erwähnte Infrastrukturerweiterung findet der Leser unter dem angegebenen Link³. Das erste Zwischenergebnis der Erweiterungsarbeiten ist die bereits erfolgte Veröffentlichung von IFC 4.1. Dabei wurden Möglichkeiten zur Beschreibung der Trassierung (Lage- und Höhenplan) sowie zur Positionierung entlang der Trassierung (sog. Linear referencing nach der ISO 19148) des Bauwerks hinzugefügt. Weitere Ergebnisse des Standardisierungsprozesses werden für Ende 2020 erwartet. Abgesehen davon lassen sich bereits heute viele BIM-Anwendungsfälle wie Visualisierung, Projektkoordination oder Mengenermittlung auf Basis der bestehenden (und implementierten) IFC-Versionen 2x3 und 4 durchführen. Zahlreiche BIM-Modellierungsprogramme unterstützen den Datenaustausch mittels IFC, d. h. sie stellen entsprechende Schnittstellen für den Import und Export bereit. Diese Handreichung konzentriert sich auf die Konfiguration von Import- und Exportmodulen, um den

korrekten Datenaustausch auf Grundlage von IFC 2x3 und IFC 4 zu realisieren.

Es ist darauf hinzuweisen, dass ein vollkommen verlustfreier Datenaustausch mit einem neutralen Datenaustauschformat bislang nicht realisiert werden kann. Daten des produktinternen Datenmodells, die nicht in IFC abgebildet werden können, gehen zwangsläufig verloren. Dies betrifft z. B. komplexe Varianten der Beschreibung von parametrischer Geometrie, die beispielsweise mit der parametrischen Logik eines generativen Systems, wie Revit Dynamo, Rhino Grasshopper oder Siemens NX erzeugt werden können. Das Endergebnis ist zwar austauschbar, nicht aber die Entstehungsgeschichte, was dazu führt, dass die Adaptivität verloren geht. Aus diesem Grund ist ein verlustfreier Datenaustausch bei identischem Export- und Import-Programm mittels IFC häufig nur mit Einschränkungen realisierbar, d. h. ein Teil der Modelllogik wird in der Regel verlorengehen. In diesem Zusammenhang muss auch darauf verwiesen werden, dass sich aus Auftragsnehmersicht die Leistungserfüllung in der Regel auf die konkrete Lösung für dieses Projekt bezieht (also ein konkretes Planungsmodell), und nicht auf die Übergabe aller generativen Lösungsansätze und Algorithmen, wodurch internes Firmen-Know-how offengelegt werden würde. Somit kann die Übergabe des Endergebnisses auch besser der im Normalfall beauftragten Planungsleistung entsprechen.

Trotz der oben genannten Einschränkungen ist eine Weiternutzung des Modells möglich: Bei geometrisch einfachen Modellobjekten (gerade Wände, Träger, Bohrpfähle) ist bei richtiger Konfiguration der Export- und Importmodule eine Modifizierbarkeit im empfangenden Programm weiterhin gegeben. Alle per IFC importierten Bauteile, bei denen keine geometrischen Änderungen notwendig sind, können als statische Modellelemente weiterverwendet werden. Dabei können beispielsweise Attributwerte geändert oder neue Attribute hinzugefügt werden. Zudem ist bei der Weiterentwicklung des Modells der Austausch bzw. die Neuerzeugung von Modellelementen unter Bezugnahme auf bereits modellierte Elemente möglich (Referenzmodell). Grundsätzlich kann ein im IFC-Dateiformat abgespeichertes Modell also auch nach der Fertigstellung des Bauwerks weiter genutzt und auch verändert werden, falls z. B. Bauteile ausgetauscht, Attributwerte geändert oder Attribute entfernt bzw. hinzugefügt werden sollen.

1 <https://technical.buildingsmart.org/standards/ifc/>

2 <https://www.buildingsmart.org/standards/rooms-and-groups/infrastructure-room/>

3 <https://www.buildingsmart.org/standards/rooms-and-groups/infrastructure-room/>

Der zweite Abschnitt dieses Dokuments befasst sich mit

der korrekten Konfiguration der Import- und Exportmodule einiger BIM-Autorenwerkzeuge.

1.3 Austauschszenarien

Es hat sich die Erkenntnis durchgesetzt, dass der Datenaustausch zwischen Softwarewerkzeugen an die Anforderungen und die Weiterverwendung der Daten gekoppelt sein muss, die durch praxisorientierte Arbeitsabläufe definiert sind. Hierfür wurden verschiedene Austauschszenarien entwickelt (siehe auch [Teil 8](#) „Handreichung Neutraler Datenaustausch im Überblick“ der Handreichungen). Diese Austauschszenarien sind besonders hilfreich, da die exportierende Anwendung weiß, welche Informationen für den Empfänger erforderlich sind, und die empfangende Anwendung erkennen kann, welche Daten eingelesen werden sollen [7].

Bei dem Austauschszenario „Koordination von Fachmodellen“ (engl. *Design-to-Coordination*) werden explizite Geometriedarstellungen verwendet, da die Geometrie des ausgetauschten Modells nicht verändert wird. Modelle, die entsprechend dieses Szenarios ausgetauscht werden, können auch zur Kollisionsprüfung zwischen Teilmodellen, für die Mengenermittlung oder für die Übergabe des Modells an den Auftraggeber verwendet werden. Dieses Austauschszenario ist ein wesentlicher Bestandteil der

Anwendungsfälle „Koordination der Fachgewerke“ und „Erstellung des Leistungsverzeichnis“ (siehe auch [Teil 6](#) „Steckbriefe der wichtigsten BIM-Anwendungsfälle“ der Handreichungen).

Ein weiteres Austauschszenario ist die „Weiterbearbeitung von Modellen“ (engl. *Design-to-Design*), also der Austausch zwischen verschiedenen BIM-Autorenwerkzeugen. In diesem Fall muss die Geometrie so transportiert werden, dass sie in der empfangenden Applikation modifiziert werden kann. Insofern sind explizite Darstellungen (diese werden auch Boundary-Repräsentationen oder kurz BRep genannt, vgl. Kapitel 1.5.1, S. 10) nur begrenzt einsetzbar, da sie auf der Beschreibung der Oberfläche, z. B. durch Dreiecke, beruhen. Stattdessen ist die Verwendung impliziter Verfahren als Abfolge von Extrusionen, Sweeps und booleschen Operationen erforderlich. Ein einfaches Beispiel ist ein Wanddurchbruch: Seine Lage kann nur verändert werden, wenn er als Abzugskörper (mithilfe entsprechender Constructive Solid Geometry Operationen⁴) definiert und übertragen worden ist.

1.4 Model View Definitions

Um die Anforderungen der verschiedenen Austauschszenarien formal zu beschreiben, hat buildingSMART eine Technologie in Form der Model View Definition⁵ erarbeitet, die Teilmengen des IFC-Schemas definieren und die Grundlage für die Entwicklung von Export- und Importschnittstellen von BIM-Softwareprodukten bilden. Dies verringert den Aufwand für die Softwarehersteller erheblich und fördert das Verständnis der Nutzer, welche Informationen übergeben werden. Die Model View Definition dient auch zur Formalisierung des durch die Austauschszenarien vorgegebenen Umfangs des Datenaustauschs. Wenn z. B. eine Model View Definition zur Unterstützung

der Koordination umgesetzt wird, enthält diese die für die explizite Geometrie notwendigen Klassen, z. B. für die Punkte, Kanten, Flächen und Volumen, nicht jedoch diejenigen für die Booleschen Operationen von Festkörpern.

In formaler Hinsicht ist eine Model View Definition eine Teilmenge des IFC-Schemas, welche benötigt wird, um eine oder mehrere Austauschforderungen zwischen Projektbeteiligten zu erfüllen [8]. Model View Definitions definieren sowohl geometrische als auch semantische Anforderungen, die bei dem Datenaustausch realisiert werden müssen. Sie kann auch dynamisch definierte

⁴ Vgl. Kapitel 1.5.1, S. 10

⁵ Eine Model View Definition ist eine Teilmenge des IFC-Schemas, die definiert wird, um eine oder mehrere fachspezifische Austauschforderungen zu erfüllen

Eigenschaftssätze (Property Sets) umfassen. Abbildung 1 veranschaulicht die dargestellten Begriffe.

Die folgenden Model View Definitions sind derzeit offiziell von buildingSMART veröffentlicht:

- IFC2x3
 - Coordination View 2.0
 - Structural Analysis View
 - Facility Management Handover View
- IFC4
 - Reference View
 - Design Transfer View

Der IFC2x3 Coordination View und der IFC4 Reference View unterstützen insbesondere das Austauschscenario „Koordination / Auswertung / Prüfung“, da hier im Wesentlichen ausgewertete Geometrie übertragen wird, die im Regelfall von der empfangenden Applikation nicht weiter modifiziert werden kann. Diese Model View Definitions kommen häufig auch für Übergaben an den Auftraggeber zum Einsatz, da hier im Regelfall keine Bearbeitung stattfindet, sondern lediglich eine Betrachtung und

Prüfung. Auch die Mengenermittlung wird in der Regel gut unterstützt.

Der Design Transfer View dient hingegen der Umsetzung des Austauschscenarios „Weiterbearbeitung von Modellen“, da er auch die Übertragung impliziter Geometrie erlaubt und damit (in bestimmten Grenzen) die Änderung der Modellgeometrie ermöglicht.

Der Structural Analysis View wurde entwickelt, um den Austausch von statischen Ersatzsystemen samt Randbedingungen und Einwirkungen zu ermöglichen. Er hat bislang jedoch nur wenig Verbreitung erlangt.

Der Facility Management Handover View dient der Übergabe von Gebäudeinformationen an Facility Management Systeme. Er wird ausschließlich im Hochbau eingesetzt.

Model View Definitions können grundsätzlich auch außerhalb von buildingSMART definiert werden, beispielsweise durch einzelne Auftraggeber oder von nationalen Gremien. Neben der oben genannten Model View Definitions sind daher international bereits eine Vielzahl weiterer Model View Definitions spezifiziert worden.

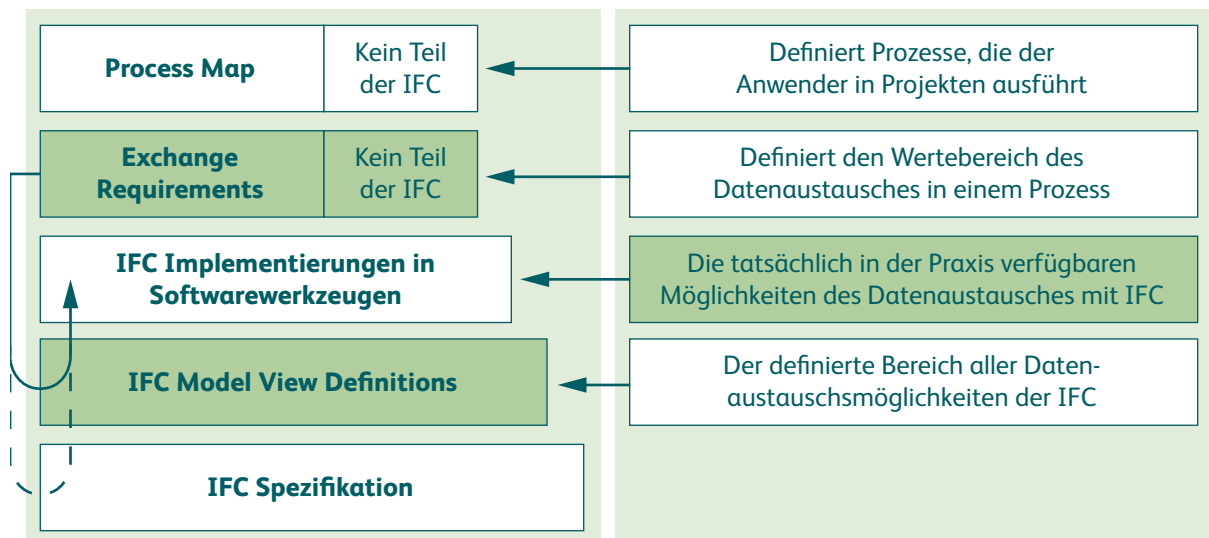


Abbildung 1: Zusammenhang zwischen Prozesskarte, Austauschforderungen, Modellansichten und dem IFC-Datenmodell. (Quelle: Jakob Beetz, RWTH Aachen).

1.5 Inhalte des Datenaustauschs

Das IFC-Schema trennt strikt zwischen semantischer Beschreibung und geometrischer Abbildung. Das bedeutet, dass auf der einen Seite die Bauteile, einschließlich Typbezeichnung, Eigenschaften und Beziehungen beschrieben werden und diese auf der anderen Seite mit einer geometrischen Beschreibung versehen werden können. Das IFC-Datenmodell folgt dabei dem objektorientierten Paradigma.

Zusätzlich zum IFC-Schema enthält eine IFC-Spezifikation noch eine Reihe von vordefinierten Eigenschaftssätzen (sog. IFC standard common property sets). Neben diesen vor-

definierten Eigenschaftssätzen können in sehr flexibler Weise auch weitere Eigenschaften mit IFC ausgetauscht werden. Da diese benutzerdefinierten Eigenschaftssätze außerhalb des IFC-Schemas als sog. User-defined Property Sets definiert werden, sind diese beliebig erweiterbar. Auf diese Weise können flexibel Eigenschaftssätze auf nationaler, Auftraggeber- und Projektebene definiert werden (Abb. A). Davon wird in heutigen BIM-Projekten sehr stark Gebrauch gemacht. Konkret werden die in den Auftraggeber-Informationen (AIA) vorgegebenen Attribute in der Regel in Form von speziellen PropertySets im IFC-Modell hinterlegt. Dies ist beispielhaft in Abbildung B dargestellt.

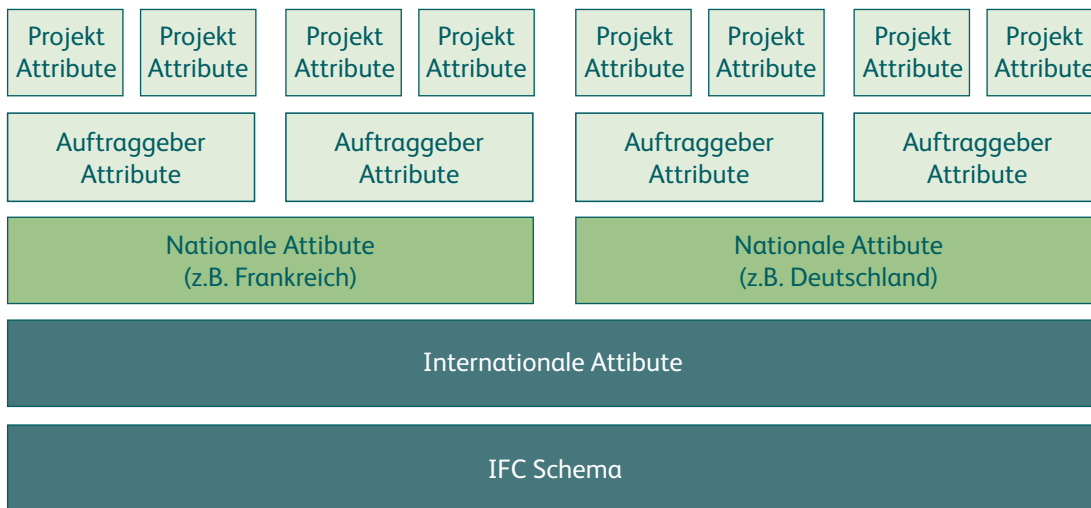


Abbildung A: Der IFC-Standard erlaubt die flexible Erweiterung um nationale, auftraggeber- und projektspezifische Merkmale. Nur ein kleiner Teil der Attribute wird von buildingSMART international standardisiert.

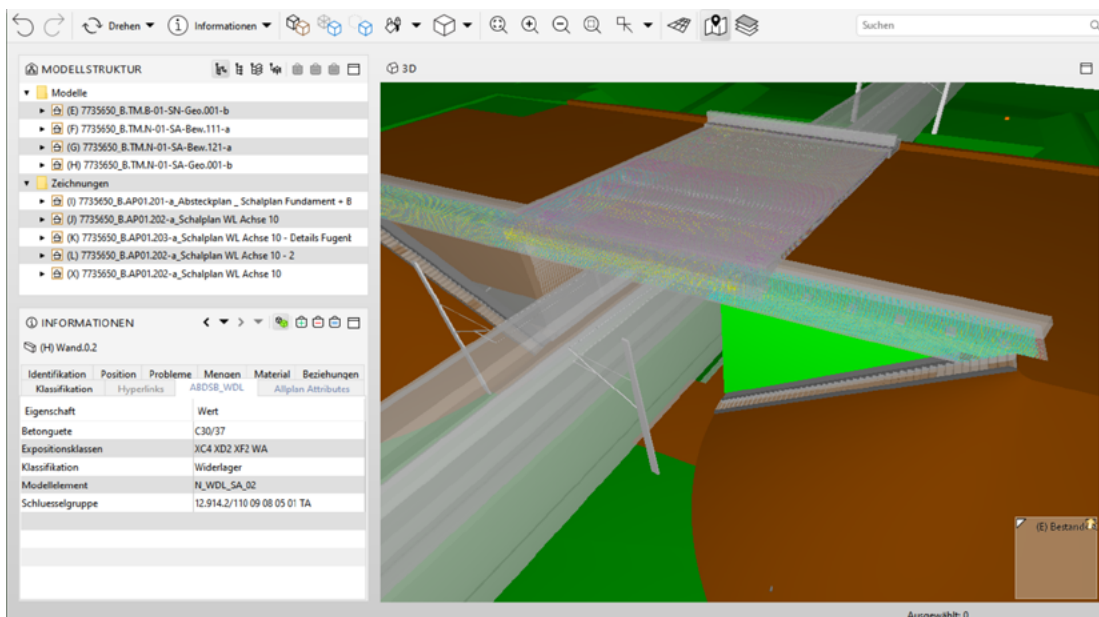


Abbildung B: IFC-Modell eines Brückenbauwerks mit projektspezifischen Attributen nach Übergabe an den Auftraggeber, hier in einem Prüfwerkzeug

1.5.1 Austausch von Geometrie

Bei der Modellierung von volumetrischen Körpern (sog. Solid Modeling) lassen sich im Wesentlichen zwei verschiedene Ansätze unterscheiden. Die explizite Modellierung (auch bekannt als Boundary Representation) beschreibt einen Körper in Bezug auf seine Oberflächen. Die Begrenzungsflächen (engl. Faces) werden durch ihre Kanten

(engl. Edges) beschrieben. Kanten werden wiederum durch Knoten (engl. Vertices) dargestellt. Das ganze System der Beziehungen wird oft als Topologie des modellierten Körpers bezeichnet und lässt sich in vef-Diagrammen (vertex-edge-face-Diagrammen) darstellen.

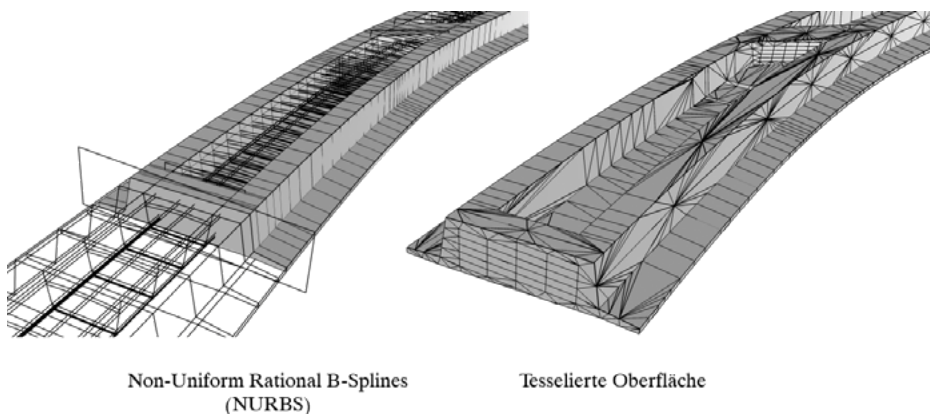


Abbildung 2: Genaue Geometriebeschreibung durch gekrümmte Flächen (NURBS) und vereinfachte Beschreibung mittels Tessellierung (Quelle: BIMCC)

In der heute üblichen Variante werden Körper in IFC mit geraden Kanten und ebenen Flächen übergeben (Abbildung 3). Körper mit ursprünglich gekrümmten Umrangungsflächen müssen dann entsprechend angenähert (approximiert) werden. Eine noch weiter vereinfachte Form stellt die ausschließliche Verwendung von Dreiecken dar. Man spricht hier von triangulierter Geometrie (Abbildung 2). Diese kommt häufig bei Datenübergaben mit dem Ziel der Koordinierung, aber auch für die Mengenermittlung zum Einsatz. Soll die gekrümmte Ursprungsgeometrie (z. B. eines Zylinders) sehr genau angenähert

werden, ist mitunter eine sehr hohe Anzahl von Dreiecken erforderlich, was hohe Datenmengen zur Folge hat und ggf. zu Darstellungsproblemen beim empfangenden Programm führen kann. Für Standardbauteile (beispielsweise Bohrpfähle) bietet sich daher die im folgenden Absatz beschriebene implizite Beschreibung an. Zwar ist IFC als Datenformat grundsätzlich in der Lage, auch beliebig gekrümmte Geometrie präzise und verlustfrei auf Basis der mathematischen Beschreibung der Non-Uniform Rational B-Splines (NURBS) zu transportieren, allerdings wird diese Form bislang nur von wenigen Programmen unterstützt.

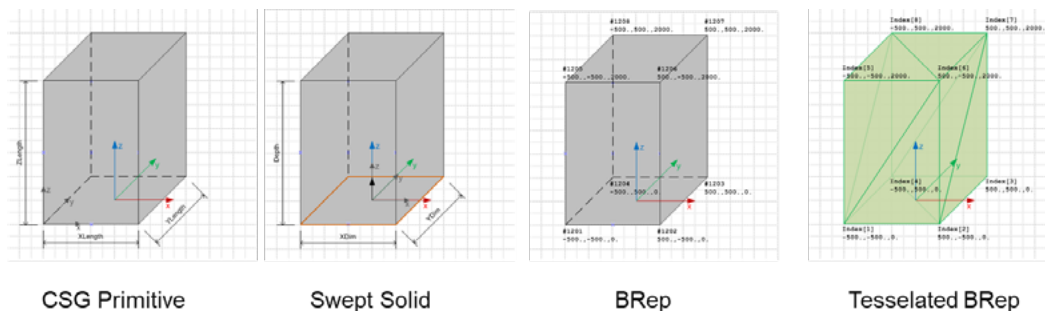


Abbildung 3: Das IFC-Datenmodell bietet unterschiedliche Möglichkeiten der Geometriebeschreibung, hier illustriert anhand eines Quaders, der als Constructive Solid Geometry, Primitiv, als Swept Solid, mittels Boundary Representation und mittels triangulierter Oberflächendarstellung beschrieben wird. (Quelle: IFC4 Spezifikation)

Der andere Ansatz zur Beschreibung von Volumenkörpern ist die implizite Modellierung. Diese Methode basiert auf einer Abfolge von Konstruktionsschritten zur Beschreibung eines resultierenden Volumens und wird oft als prozedurale Methode bezeichnet. Dabei ist die Methode Constructive Solid Geometry als Beispiel für die Erstellung impliziter Modelle zu nennen. Constructive Solid Geometry verwendet vordefinierte geometrische Primitive (wie Würfel, Zylinder und Pyramiden) und kombiniert sie mit den Booleschen

Operatoren (Vereinigung, Schnitt und Differenz). Das Ergebnis ist ein komplexer Körper, der in weiteren Konstruktionsschritten verwendet werden kann. Weitere Beispiele für implizite Modellierung sind Extrusionen, Sweeps und Rotationen. Dabei wird jeweils ein ebenes Profil definiert und anschließend entlang eines Vektors bzw. einer Kurve extrudiert [10] oder um eine Achse gedreht, sodass ein dreidimensionaler Körper entsteht (Abbildung 4).

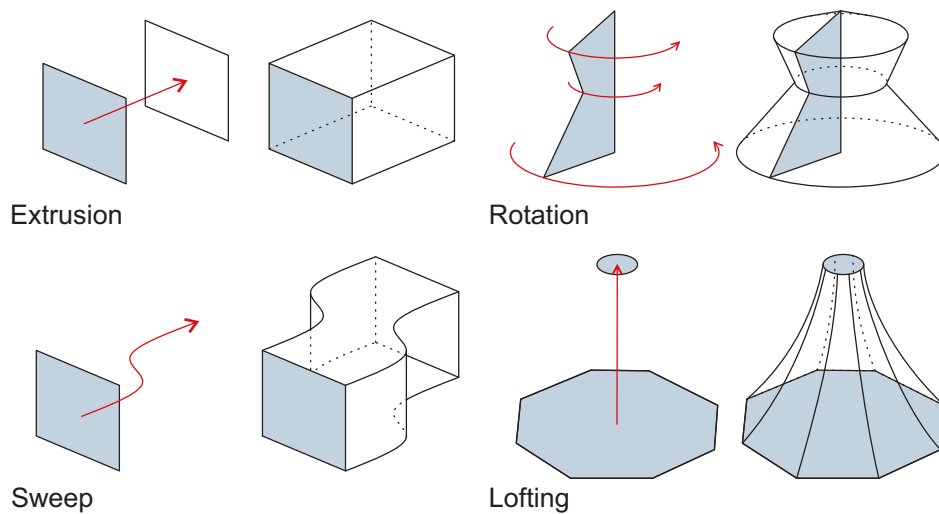


Abbildung 4: Extrusions- und Rotationsverfahren zum Erzeugen von Körpern.

Beide Ansätze führen beim Datenaustausch zu grundlegenden Unterschieden. Oberflächenbeschreibungen sind in der empfangenden Softwareapplikation einfach darzustellen. Implizite Modelle hingegen erfordern von dem empfangenden Programm eine präzise Reproduktion aller Modellierungsschritte, was für komplexere Geometrien sehr anspruchsvoll sein kann. Dadurch gestaltet sich die Implementierung von Import- und Exportschnittstellen als wesentlich aufwändiger [9]. Aus diesem Grund übersetzen Exportmodule häufig komplexe prozedurale Geometrie in eine Boundary Representation Struktur, bevor das Modell in eine IFC-Datei gespeichert wird. Das genaue Vorgehen hängt aber von den Fähigkeiten der exportierenden Software, der gewählten Model View Definition und den weiteren Einstellungen der Export-Schnittstelle ab.

Für einen erfolgreichen Datenaustausch ist zu beachten, welches der beiden oben genannten Modellierungskonzepte beim Export genutzt wird. Zusätzlich ist es immer von der Implementierung der IFC-Schnittstellen in den

importierenden Softwareanwendungen abhängig, inwiefern die importierten Elemente dort modifizierbar sind. Tabelle 1 (siehe Seite 15) stellt den Zusammenhang zwischen Model View Definition und unterstützten Geometriepäsentationen dar.

Abbildung 5 zeigt als Beispiel das Ergebnis des Austauschs eines Bohrpfahl-Objekts zwischen Autodesk Revit 2018 und Nemetschek Allplan 2018 unter Verwendung des *IFC 2x3 Coordination View 2.0* und der Zuordnung verschiedener IFC-Klassen zum gleichen Bauelement. Auf der linken Seite ist zu erkennen, dass der importierte Pfahl im Teilbild (1) modifizierbar ist, wenn seine geometrische Repräsentation in der IFC-Datei eine Extrusion ist. Das Verhalten des IFC-Elements ist mit dem Verhalten des nativen Elements in der BIM-Entwurfsumgebung identisch. Teilbild (2) zeigt, dass der Bohrpfahl⁶ nicht modifiziert werden kann, obwohl er die gleiche geometrische Darstellung in der IFC-Datei besitzt. Teilbild (3) stellt einen importierten Pfahl dar, der mithilfe von Kontrollpunkten auf all seinen Oberflächen modifiziert

6 Die Modifizierbarkeit kann nach einigen zusätzlichen Operationen durch den Nutzer ausgeführt werden. Dennoch ist der Pfahl direkt nach dem Import nicht bearbeitbar.

werden kann (aus der IFC-Datei als Boundary Representation importiert). Zusätzlich zeigt Teilbild (4) einen stark triangulierten Bohrfpahl (ebenfalls als Boundary Representation

repräsentiert), welcher durch eine große, nicht sinnvolle Anzahl an Kontrollpunkten modifiziert werden kann.

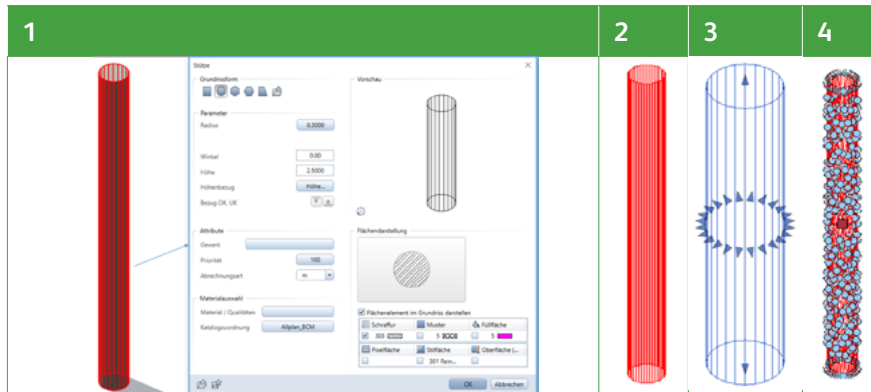


Abbildung 5: Verschiedene Bearbeitungsmöglichkeiten am importierten Bohrfpahl, aus: [1].

Umgang mit geodätischen Koordinatensystemen

Hinsichtlich der Koordinaten geometrischer Objekte sind verschiedene Ansätze möglich. Werden Modellelemente im BIM-Autorenwerkzeug mithilfe von geodätischen Koordinaten (im Gauß-Krüger- oder UTM⁷-System) platziert, können diese beim Export direkt in das IFC-Modell übertragen und anschließend ausgelesen werden. Dabei muss jedoch beachtet werden, dass es sich bei geodätischen Koordinatensystemen um projizierte Koordinatensysteme handelt. Das bedeutet, dass die Modellierung im BIM-Autorenwerkzeug in diesem Fall nicht im Maßstab 1:1, sondern längenverzerrt realisiert werden muss.

Eine Alternative stellt die Verwendung eines lokalen, verzerrungsfreien Koordinatensystems im Rahmen der Modellierung dar, wodurch zum einen sehr große Koordinaten vermieden werden können und zum anderen eine 1:1 Modellierung möglich wird. In diesem Fall muss die Lage und Ausrichtung des lokalen Koordinatensystems georeferenziert

werden. Dies ist mithilfe der IFC-Klassen *IfcMapConversion* und *IfcProjectedCRS* möglich, die den Nullpunkt des Modells in einem anzugebenden globalen Koordinatensystem verorten. Beim Importieren eines solchen Modells in ein Softwarewerkzeug mit geodätischen Koordinaten (z. B. in ein Geoinformationssystem) können auf Basis dieser Informationen die globalen Koordinaten aller Modellelemente durch eine entsprechende Koordinatentransformation berechnet werden. Für die Absteckung im Feld sind ausschließlich diese geodätischen Koordinaten zu verwenden.

Für die korrekte Interpretation und Weiternutzung des Modells sind die Angabe des verwendeten geodätischen Koordinatensystems und seine konsistente Weiterverwendung unabdingbar (siehe auch [Teil 10](#) „Handreichung Technologie im BIM-Umfeld“). Weitere Hinweise gibt das Dokument⁸ „IFC Infra Overall Architecture Project – Documentation and Guidelines“ von buildingSMART International.

7 Universal Transversal Mercator

8 https://www.buildingsmart.org/wp-content/uploads/2017/07/08_bSI_OverallArchitecture_Guidelines_final.pdf

1.5.2 Inhalt und Austausch von semantischen Informationen

Alle Modellelemente in einem Modell sollten (soweit möglich) durch einen ihrem Bauteiltyp entsprechenden Objekttyp repräsentiert sein (die verschiedenen Typen von Objekten werden als IFC-Klassen bezeichnet). Nur so kann gewährleistet werden, dass im importierenden Programm die entsprechenden bauteilspezifischen Werkzeuge aktiviert werden können (z. B. das Wandwerkzeug oder das Deckenwerkzeug). Die Herausforderung liegt hierbei in der Zuordnung von programminternen Objekttypen zu entsprechenden Klassen der IFC-Datenstruktur, da eine 1:1 Zuordnung in vielen Fällen nicht möglich ist. Dies ist beispielsweise der Fall, wenn es für eine IFC-Klasse keinen analogen Objekttyp in einem BIM-Autorenwerkzeug gibt und umgekehrt. In diesem Fall sollten BIM-Autorenwerkzeuge dem Nutzer die Möglichkeit bieten, die Abbildung der proprietären Klassen ihrer internen Datenmodelle auf die jeweiligen IFC-Typen zu konfigurieren. Eine Alternativlösung stellt die Verwendung des generischen IFC-Typs *IfcBuildingElementProxy* dar, welcher jedoch Probleme in dem empfangenden Programm hervorrufen kann, da es aufgrund des unbekanntenen Objekttyps schwierig ist, hierfür einen korrekten programminternen Typ zu finden. Häufig stehen dann in der Folge nicht die korrekten Bearbeitungswerkzeuge zur Verfügung.

Weiterhin organisiert das IFC-Schema die Elemente des Modells in einer räumlichen Hierarchie. An der Wurzel befindet sich ein *IfcProject*-Objekt, welches den allgemeinen Kontext eines Projekts erläutert. Dem *IfcProject*-Objekt folgt ein optionales *IfcSite*-Objekt, das ein Baufeld beschreibt. Als anschließendes folgt in der Hierarchie ein verpflichtendes *IfcBuilding*-Objekt, mit dem die Anlage dargestellt wird (z. B. im Kontext von Infrastruktur-Bauwerken einer Brücke) sowie das optionale Element *IfcBuildingStorey*, welches die Bauwerksebene abbildet. Außerdem verfügt das IFC-Schema über *IfcSpace*-Objekte, die Räume beschreiben. Einzelne Bauteile können wiederum mit derartigen Objekten, welche die räumliche Struktur eines Modells repräsentieren, verknüpft werden. Ein Beispiel für diesen Sachverhalt ist in Abbildung 6 dargestellt. Derzeit wird an der Erweiterung der IFC für die Abbildung von Projektstrukturen des Infrastrukturbaus gearbeitet (IFC4.2 wird die Elemente *IfcFacility* und *IfcFacilityPart* beinhalten).

Zusätzlich kann auch eine logische Strukturierung des Projekts erfolgen. Dazu können einzelne Bauteile mittels *IfcElementAssembly* in Baugruppen organisiert werden.

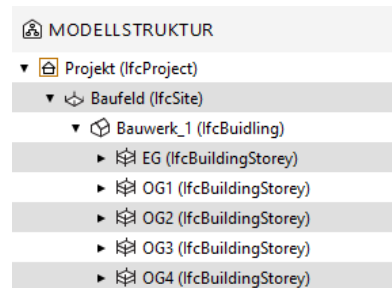


Abbildung 6: Aufbau der räumlichen Hierarchie eines IFC-Modells (hier anhand eines Beispiels aus dem Hochbau).

Ob und inwiefern Baugruppen zur weiteren Strukturierung des Projekts eingesetzt werden sollen bzw. können, muss der Vorhabensträger festlegen.

Häufig wird von den Bauherren verlangt, dass zusätzliche Eigenschaften (z. B. die Druckfestigkeit eines Betons oder dessen Beanspruchungsklasse) mit den Bauteilen verknüpft werden. Neben den im Schema definierten statischen Attributen (z. B. Global eindeutiger Identifikator – engl. Global Unique Identifier – GUID) können benutzerdefinierte Eigenschaften angelegt und einem IFC-Modell hinzugefügt werden. Eigenschaften müssen in Eigenschaftssätzen gruppiert und anschließend einem Bauteil zugeordnet werden. Prinzipiell gilt, dass alle Eigenschaften, die sich als Attribute mit Namen, Wert(en) und ggf. Einheit beschreiben lassen, mit der IFC-Schnittstelle übertragbar sind (siehe auch Abschnitt 1.5).

Grundsätzlich können Unterschiede zwischen den individuellen Datenstrukturen eines BIM-Modelliersystems und der vorgegebenen Struktur der Eigenschaftssätze, entweder gemäß der IFC-Spezifikation oder gemäß der Vorgaben des Bauherrn in den AIA bestehen (siehe auch [Teil 2](#) der Handreichungen „Leitfaden und Muster für Auftraggeber-Informationsanforderungen (AIA)“ und [Teil 7](#) „Handreichung BIM-Fachmodelle und Ausarbeitungsgrad (engl. Level of Development – LOD)“). Daher ist eine Zuordnung der im BIM-Autorenwerkzeug erstellten Eigenschaften zu den dynamischen Eigenschaftssatz-Strukturen im IFC-Modell erforderlich. Für die Bedürfnisse der Anwender haben Softwarehersteller Template- und Mapping-Mechanismen entwickelt, um diesen Prozess zu automatisieren. Die Mapping-Prozesse unterscheiden sich zwischen verschiedenen BIM-Applikationen. Daher werden diese in den jeweiligen Abschnitten des zweiten Kapitels erläutert.

2. Programmspezifische Konfigurationen

Dieser Abschnitt beschreibt und erklärt die Konfiguration der IFC-Schnittstelle von Softwareprodukten im Kontext der im Hauptteil dieses Dokuments beschriebenen Konzepte. Ein besonderer Schwerpunkt liegt dabei auf der Abbildung von Bauelementen und dem Export von Eigenschaftssätzen. Die richtige Konfiguration der Schnittstelle und insbesondere der Export-Funktion ist neben der Modellierung als solcher die wesentliche Voraussetzung für

einen fehlerfreien Datenaustausch. Basierend auf den Erfahrungen aus den Pilotprojekten in Deutschland wurden bisher die beiden BIM-Autorenwerkzeuge Autodesk Revit 2018 und Nemetschek Allplan 2018 aufgenommen. Es sei jedoch betont, dass die vorgestellten Softwareanwendungen nur Beispiele sind. Dieser Abschnitt wird in Zukunft um weitere Softwareanwendungen erweitert werden.

2.1 Autodesk Revit 2018

2.1.1 Exporteinstellungen

Konfiguration für die Austauschscenarios „Koordination“ und „Design-to-Design“

Das Dialogfeld „IFC Export“ (Abbildung 7) bietet dem Nutzer die Wahl zwischen einigen vordefinierten Optionen der IFC-Versionen und verschiedenen Model View Definitions. Das IFC-Modul erlaubt es, Daten in ein IFC4-Modell als *Reference View* oder *Design Transfer View* zu exportieren.

(Hinweis: Dieses Dokument bestätigt nicht die Richtigkeit des exportierten IFC-Modells gegenüber den Anforderungen, die durch buildingSMART vorgegeben sind, und dem zu erwarteten Verhalten in den Softwareanwendungen. Dies ist Aufgabe der Zertifizierung durch buildingSMART.)

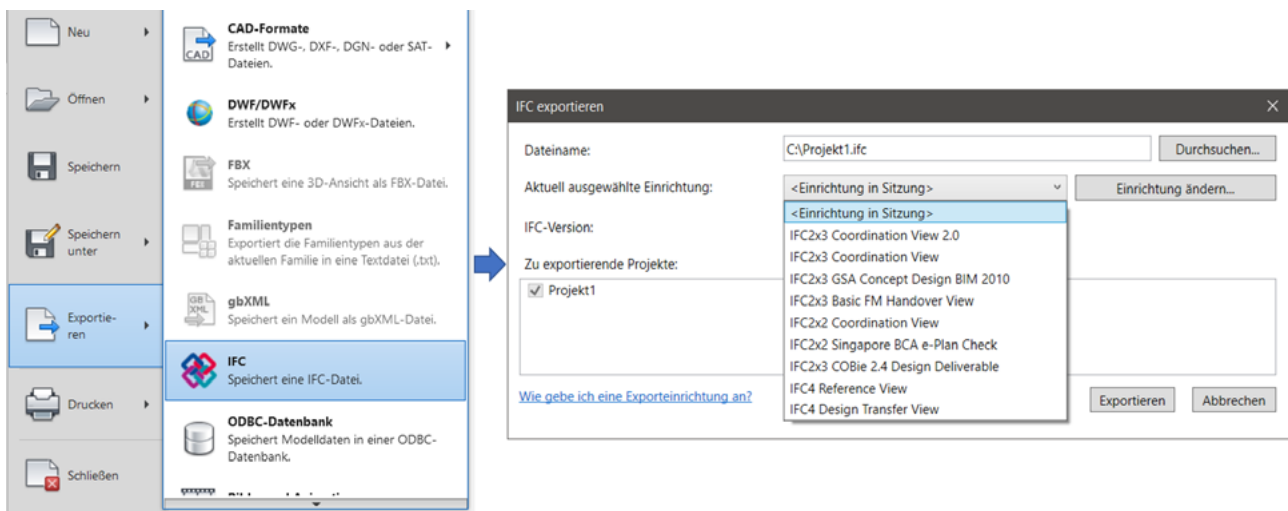


Abbildung 7: Revit: IFC-Export Optionen; Die Abbildung basiert auf [10].

Wie in Abbildung 7 rechts gezeigt wird, kann der Nutzer zwischen *IFC 4 Reference View* und *IFC 4 Design Transfer View* wählen und löst die Operation durch Klicken auf den Export-Button aus. Basierend auf einfachen Tests lassen sich einige Muster festhalten, denen die IFC-Exportschnittstelle folgt:

- Einfache Geometrien wie als Extrusion modellierte Pfähle oder einfache in Revit vordefinierte Elemente werden in beiden Exportarten als Extrusion übertragen.

- Komplexe Geometrien (ähnlich zu jenen, die im technischen Bericht [1] beschrieben sind), werden durch folgende IFC-Klassen abgebildet: *IfcTriangulatedFaceSet* in *IFC 4 Reference View*, *IfcAdvancedBrep*⁹ in *IFC 4 Design Transfer View* und *IfcFacetedBrep* in *IFC 2x3 Coordination View 2.0*.

Model View Definition	Einfache Geometrie	Komplizierte Geometrie
IFC 4 Reference View	Extrusions	IfcTriangulatedFaceSet
IFC 4 Design Transfer View	Extrusions	IfcAdvancedBrep4
IFC 2x3 Coordination View 2.0	Extrusions	IfcFacetedBrep

Tabelle 1: Beobachtetes Verhalten der Revit-IFC-Exportschnittstelle.

Außerdem bietet die Revit-Exportschnittstelle die Möglichkeit, für eine geometrische Definition eines Elements eine Mischung aus Extrusionen und Boundary Representation Geometrie zu verwenden (siehe Abbildung 8 Nummer „6“). Dies ist allerdings im *Coordination View* nicht für alle Arten der Geometrirepräsentation vorgesehen [11]. Wie im Technischen Bericht der TU München [1] diskutiert, hat diese Option jedoch keinen Einfluss auf die Ergebnisse in Bezug auf die Modifizierbarkeit des Bauteils in Allplan (das untersuchte Revit-Modell besteht aus komplexen benutzerdefinierten Widerlagern, Flügeln, Wänden, Trägern und Bohrpfählen, die in eine *IFC 2x3 Coordination View 2.0*-Datei exportiert wurden).

Die Model View Definition *IFC 2x3 Coordination View 2.0* ist die derzeit am weitesten verbreitete Variante. Der *IFC 2x3 Coordination View 2.0* ist eine standardisierte und zertifizierte Version, die in der Regel von den BIM-Anwendungen unterstützt wird (unter anderem Allplan und Revit). Ein solches BIM-Modell ist nicht für die Modifikation in der empfangenen Software-Applikation gedacht. Es beinhaltet Definitionen für die räumliche Darstellung, Gebäude- und Haustechnikkomponenten mit Geometriedarstellungen, parametrische (implizite) Formen für eine begrenzte Anzahl von Standardelementen sowie die Möglichkeit, auch nicht-parametrische (explizite) Formen für alle anderen Elemente zu speichern [12].

Zusätzlich zu den vordefinierten Modelldefinitionen und ihren Einstellungen kann der Anwender auch benutzerdefinierte Einstellungen verwenden, indem er auf „Einrichtung ändern“ im IFC-Export-Dialog klickt (Abbildung 7). Dies ermöglicht weitere Anpassungen im Export-Prozess. Die mit „1“ markierte Option in Abbildung 8 erlaubt es dem Nutzer, mehrgeschossige Wände, Stützen und Kanäle an den Geschossebenen zu teilen [13]. Die Kontrollelemente „2“, „3“ und „4“ werden in den folgenden Kapiteln behandelt. „5“ ermöglicht die Einstellung der Detailgenauigkeit: „Hoch“ bedeutet genauere Boundary Representation und Querschnittdarstellungen, verändert aber nicht den verwendeten IFC-Typ für die Geometriespeicherung. Wie bereits erwähnt bietet „6“ die Möglichkeit, Geometrien durch eine Mischung aus Boundary Representation- und Extrusionskörpern zu speichern [13]. Mit der Option „7“ lässt sich festlegen, ob die generierten IFC-Global Unique Identifiers von Bauelementen im Revit-Projektmodell nach dem Export gespeichert werden sollen. Dadurch werden den Elementen und ihren Typen „IFCGlobal Unique Identifier“ Parameter hinzugefügt [13].

9 Nicht-Freiform-Geometrien werden ebenfalls in die *IfcAdvancedBrep*-Klasse übersetzt.

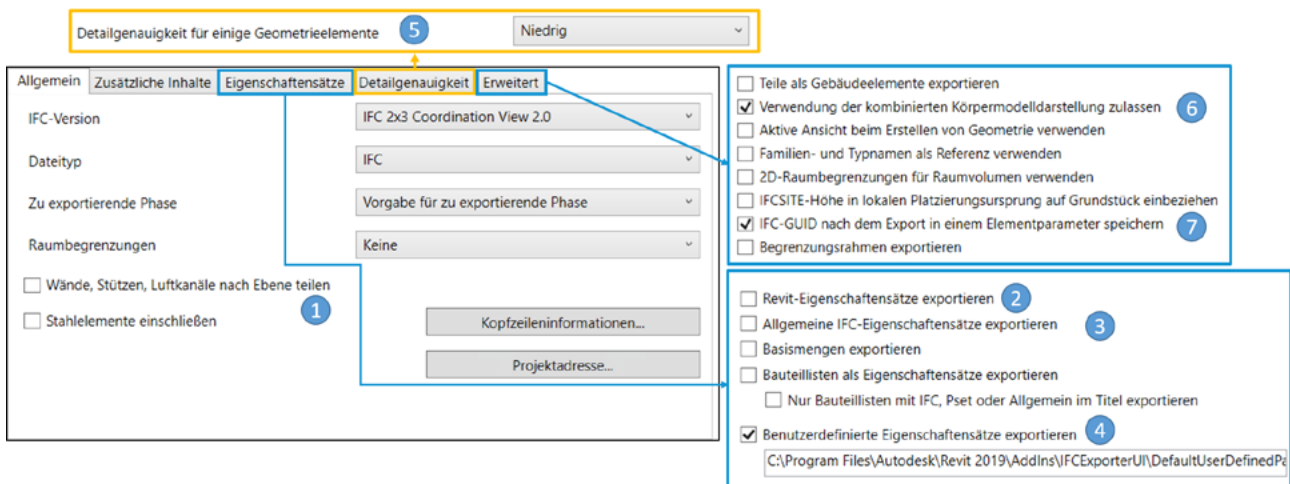


Abbildung 8: Revit: Benutzerdefinierte IFC-Export-Einstellungen. Die Abbildung bezieht sich auf [10].

- Verwenden Sie das Revit-IFC-Exportmenü und wählen Sie die gewünschte IFC-Version aus.
- Passen Sie den Export durch zusätzliche Optionen im Dialogfenster an.
- Beachten Sie, dass die Konfigurationsmöglichkeiten im Dialogfenster zumeist nicht ausreichen.
- In den nächsten Abschnitten finden Sie weitere Informationen zur Zuordnung von Bauelementen und anwenderdefinierten Eigenschaften.

Wenn die Geometrie der in Revit erstellten benutzerdefinierten Bauelemente in anderen Systemen (z. B. Allplan)

änderbar sein soll, wird empfohlen, nicht den Typ *IfcBuildingElementProxy* zu verwenden.

Revit-IFC Mapping

Dieses Kapitel zeigt Möglichkeiten auf, wie in Revit modellierte Komponenten in bestimmte IFC-Klassen wie *IfcWall*, *IfcColumn* oder andere zugeordnet werden können, die Unterklassen des Typen *IfcBuildingElement* darstellen. In Revit gibt es zwei Einstellungsebenen, die steuern, wie Elemente auf IFC-Klassen abgebildet werden können. Die erste, allgemeine Möglichkeit, bei der die Komponenten auf

der Ebene aller Revit-Kategorien abgebildet werden, wird im folgenden Abschnitt beschrieben. Die zweite Möglichkeit ist die Zuordnung von bestimmten Revit-Familientypen oder Familieninstanzen zur gewünschten IFC-Klasse. Die entsprechende Vorgehensweise wird im übernächsten Abschnitt behandelt. Die Einstellungen der speziellen Zuordnung überschreiben jene der allgemeinen Ebene.

Mapping-Dateien

Standardmäßig wird die Zuordnung von Revit-Kategorien zu IFC-Entitäten über das Dialogfeld „IFC-Exportklassen“ (Datei/ Export/ Optionen/ IFC-Optionen) konfiguriert, die in Abbildung 9 linkerhand dargestellt ist. Der Anwender kann die Einstellungen anpassen, indem er die Namen der IFC-Klassen ändert und bei Bedarf in der IFC-Mapping-Datei speichert [14]. Abbildung 9 zeigt auf der rechten Seite ein Beispiel der passenden IFC-Mapping-Datei zu den links

im Dialogfenster dargestellten Einstellungen. Diese Textdatei beinhaltet als Datensätze verschiedene Revit-Kategorien, die durch Tabs von der als Ziel gewählten IFC-Klasse getrennt sind.

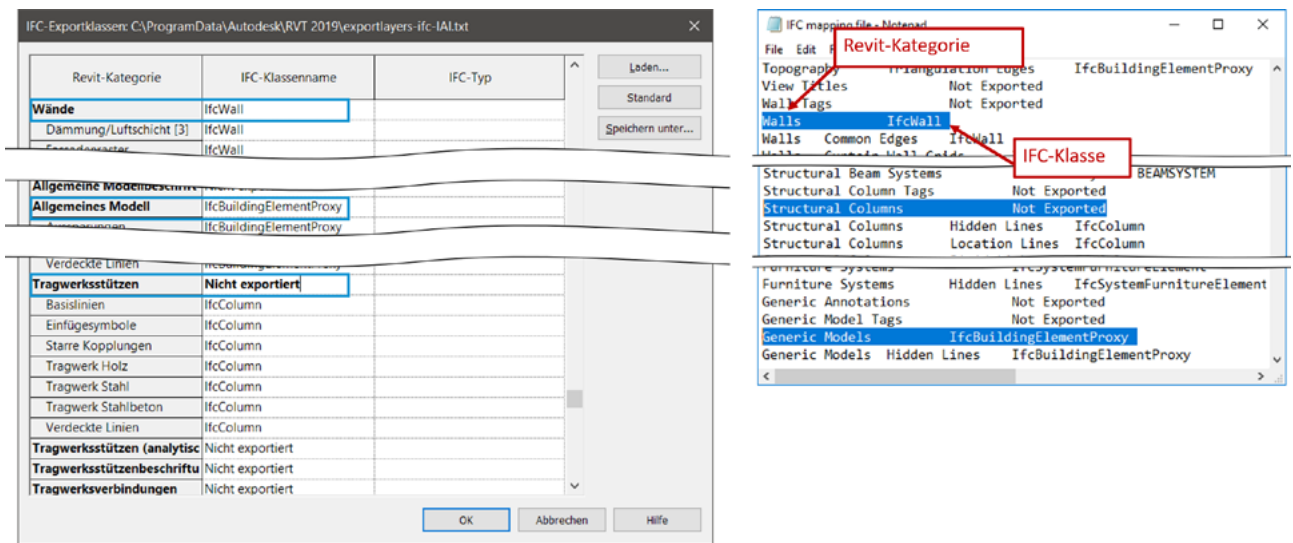


Abbildung 9: Revit: IFC-Zuordnungsdialog (links) und die zugehörige Mapping-Datei (rechts).

Wie in der Grafik zu sehen, wird die Kategorie „Walls“ der IFC-Klasse *IfcWall* zugeordnet. Das bedeutet, dass alle Instanzen dieser Kategorie als Objekte der Klasse *IfcWall* in eine IFC-Datei exportiert werden. Wenn eine bestimmte Kategorie nicht exportiert werden soll, z. B. „Structural

Columns“, muss in das Feld der zugehörigen IFC-Klasse „Not Exported“ eingetragen werden. Standardmäßig werden alle Generic Models (allgemeine Familien) als Objekt der IFC-Klasse *IfcBuildingElementProxy* abgebildet.

IFcExportAs als gemeinsam genutzter Parameter

Infrastruktur-BIM-Modelle bestehen in Revit in der Regel aus vielen Instanzen der Kategorie „Generic Models“, die standardmäßig auf die Klasse *IfcBuildingElementProxy* gemäß der vordefinierten IFC-Mapping-Datei abgebildet werden. Der Benutzer kann diese Einstellung überschreiben, indem er einem Revit-Element einen gemeinsam genutzten Parameter „IfcExportAs“ zuweist und so den Export von Instanzen derselben Familie, desselben Typs oder sogar einzelner Instanzen in eine IFC-Datei anpasst.

Dazu wird ein gemeinsamer Parameter mit dem Namen „IfcExportAs“ vom Typ „Text“ erstellt (wie in Abbildung 10 linksseitig dargestellt). Anschließend wird der Parameter einer Familie zugeordnet, wofür es mehrere Möglichkeiten

gibt. Wie auf der rechten Seite der Abbildung zu sehen ist, wird der Parameter einer ladbaren Familie im Familieneditor zugeordnet. Der Benutzer wählt den Parameter „IfcExportAs“ aus der Liste der gemeinsam genutzten Parameter (markiert mit „1“ und „2“) und gruppiert den Parameter dann unter den „IFC-Parametern“ (markiert mit „3“). Schließlich entscheidet der Benutzer, ob der Wert des Parameters über seinen Typ verteilt oder für jede Instanz des Typs individuell ist (markiert mit „4“). Das Ergebnis in Revit ist in Abbildung 11 auf der linken Seite zu sehen, wo **IfcWall** zugewiesen wurde. Die Abbildung auf der rechten Seite zeigt außerdem, dass das im Solibri Model Viewer geprüfte exportierte Bauelement vom Typ „Wand“ ist.

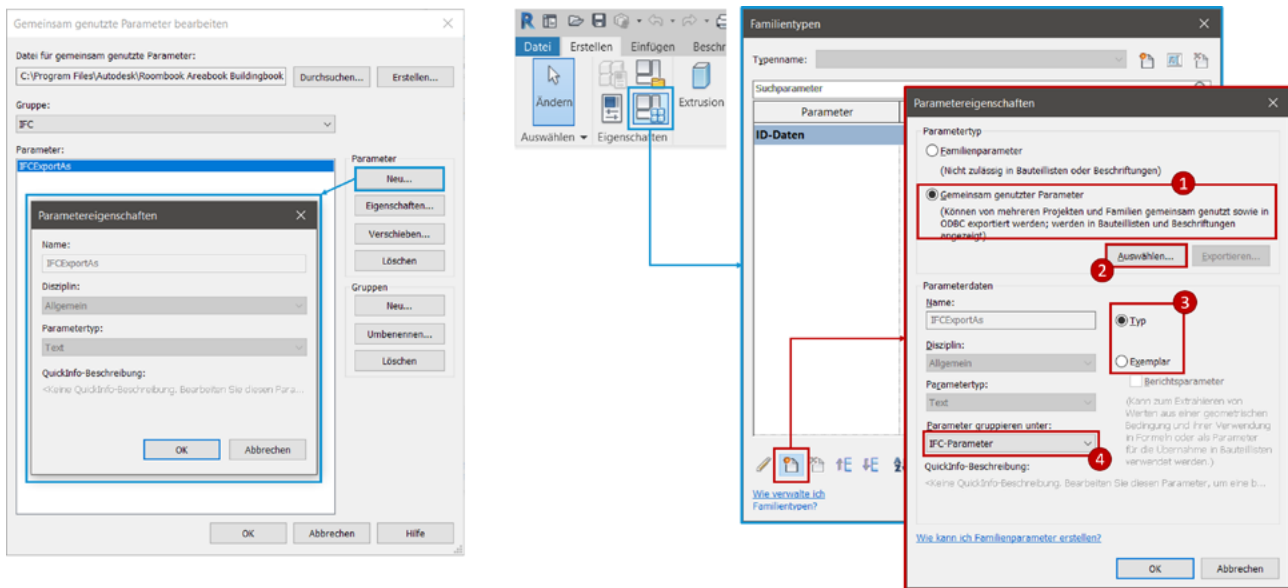


Abbildung 10: Revit: Erstellung (links) und Zuordnung (rechts) des „IfcExportAs“ Parameters

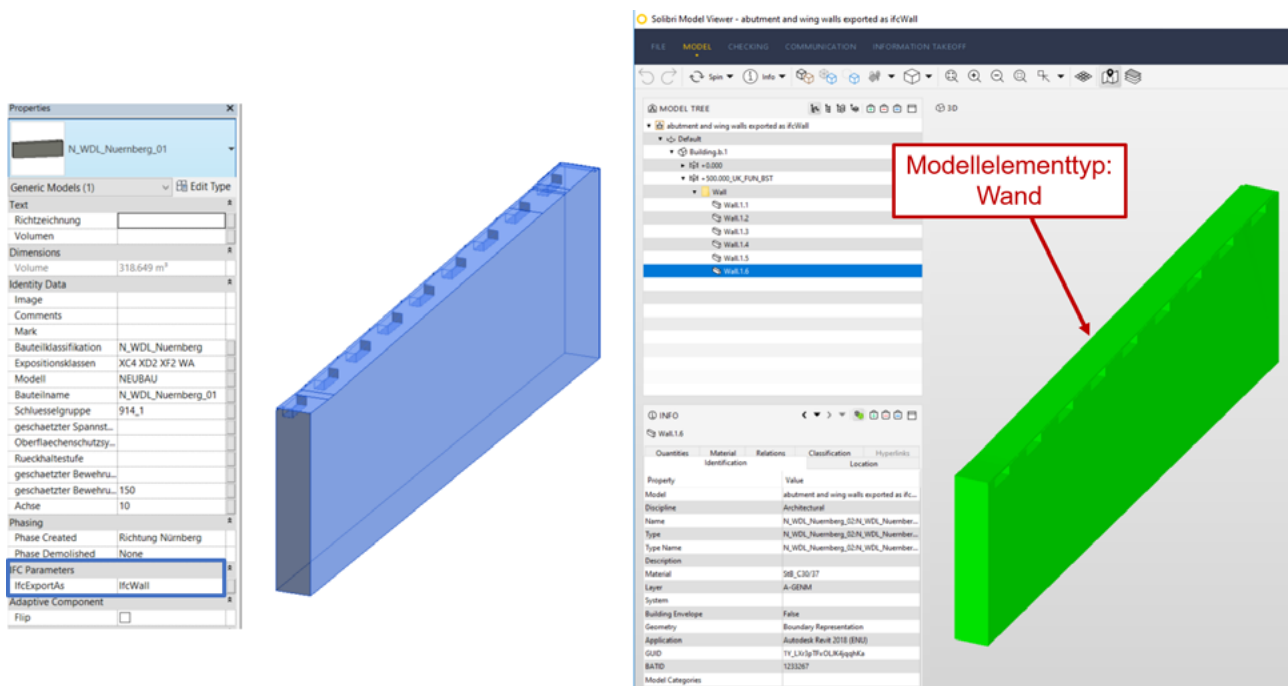


Abbildung 11: Der Wert **IfcWall** wird dem Parameter „IfcExportAs“ zugeordnet

- Steuern Sie, wie welche Elemente in Revit in IFC-Klassen abgebildet werden.
- Machen Sie sich mit der Zuordnungs-Datei zur Zuordnung der Revit-Kategorie auf IFC-Klassen vertraut.
- Beachten Sie, dass Revit für allgemeine Familien standardmäßig die IFC-Klasse *IfcBuildingElementProxy* verwendet.
- Weisen Sie das „IfcExportAs“-Attribut zu, um benutzerdefinierte Revit-Familientypen oder Bauelemente den gewünschten IFC-Klassen zuzuordnen.

Export von Eigenschaftssätze als IFC Property Sets

Häufig wird vertraglich vereinbart, dass Elementen in einem BIM-Modell eine bestimmte Menge von zusätzlichen Eigenschaften zugeordnet sein müssen. Der Benutzer erstellt diese benutzerdefinierten Eigenschaften, die entweder Familientypen oder einzelnen Bauelementen mithilfe von gemeinsam genutzten Parametern zugeordnet werden, analog zu den im vorigen Abschnitt beschriebenen

und in Abbildung 10 dargestellten Eigenschaften. Um die zusätzlichen Parameter in eine IFC-Datei zu exportieren, muss der Anwender eine weitere Zuordnungsdatei erstellen, die häufig als „PSet-Konfigurationsdatei“ bezeichnet wird und deren Struktur in Abbildung 12 dargestellt ist. Diese Datei ordnet die benutzerdefinierten Parameter aus Revit den Eigenschaften in der IFC-Datei zu.

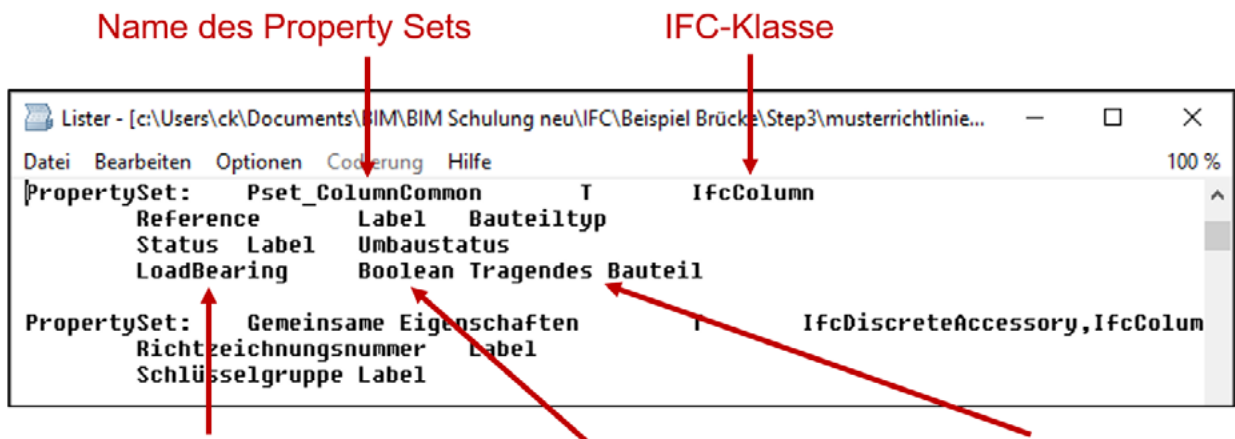


Abbildung 12: Beispiel für eine PSet-Konfigurationsdatei für vordefinierte Eigenschaftssätze (IFC standard common property sets)

Abbildung 12 zeigt ein Beispiel, in dem ein Revit-Parameter namens „Tragendes Bauteil“ auf eine IFC-Eigenschaft „LoadBearing“ abgebildet wird. Der Typ dieser IFC-Eigenschaft ist „Boolean“ (true oder false). Das IFC-Schema definiert, dass Eigenschaften in sogenannten Property Sets gruppiert werden. In diesem Beispiel wurde der Revit-Parameter auf die bestehende IFC-Schema-Eigenschaft „LoadBearing“ im offiziellen¹⁰ Property Set „Pset_ColumnCommon“ abgebildet, das allen Instanzen vom Typ *IfcColumn* zugeordnet ist. „T“ bedeutet, dass die Werte in der IFC-Datei auf Basis der einem Revit-Familientyp zugeordneten Parameter und nicht auf einzelne Instanzen abgebildet werden. „I“ wiederum würde bedeuten, dass die Werte auf Basis der einzelnen Werte, die den jeweiligen

Revit-Instanzen zugewiesen wurden, abgebildet werden. In der Regel ist „T“ der korrekte Eintrag.

Wichtig ist, dass in der PSet-Konfigurationsdatei alle Namen durch einen Tabulator getrennt werden. Der Einsatz von Leerzeichen führt zu schlecht nachvollziehbaren Fehlern. Die PSet-Konfigurationsdatei muss in die IFC-Exportschnittstelle geladen werden, wie in Abbildung 8 dargestellt (markiert mit „4“). Zusätzlich kann der Anwender auch Revit-spezifische Eigenschaftssätze (mit „2“ markierte Option in Abbildung 8) und allgemeine IFC-Eigenschaftssätze exportieren, die durch das IFC-Schema vordefiniert sind (mit „3“ markiert).

- Definieren Sie eigene Parameter in Revit und ordnen Sie diese den Revit-Familientypen oder individuellen Bauelementen zu.
- Erstellen Sie eine PSet-Konfigurationsdatei, um die Revit-Parameter in eine IFC-Datei zu übertragen.

10 Der IFC-Standard beinhaltet eine große Zahl vordefinierter Eigenschaftssätze:
http://www.buildingsmart-tech.org/ifc/IFC4x1/final/html/annex/annex-b/alphabeticalorder_psets.htm

2.1.2 Beispielhafte Durchführung und Ergebnisse eines IFC-Exports

Dieser Abschnitt demonstriert die Erstellung und den Export eines benutzerdefinierten Elements (ein Pfahl), an das zwei Eigenschaften angehängt wurden. Wie in Abbildung 13 linksseitig zu sehen ist, wurde eine Familie der Kategorie „Tragwerkstützen“ erstellt und als Extrusion modelliert.

Zusätzlich wurden die gemeinsam genutzten Parameter „IfcExportAs“, „Property1“ und „Property2“ hinzugefügt. Anschließend wurde eine Instanz der Familie im Revit-Projekt erzeugt und die gewünschten Werte für die Parameter eingetragen (Abbildung 13 rechts).

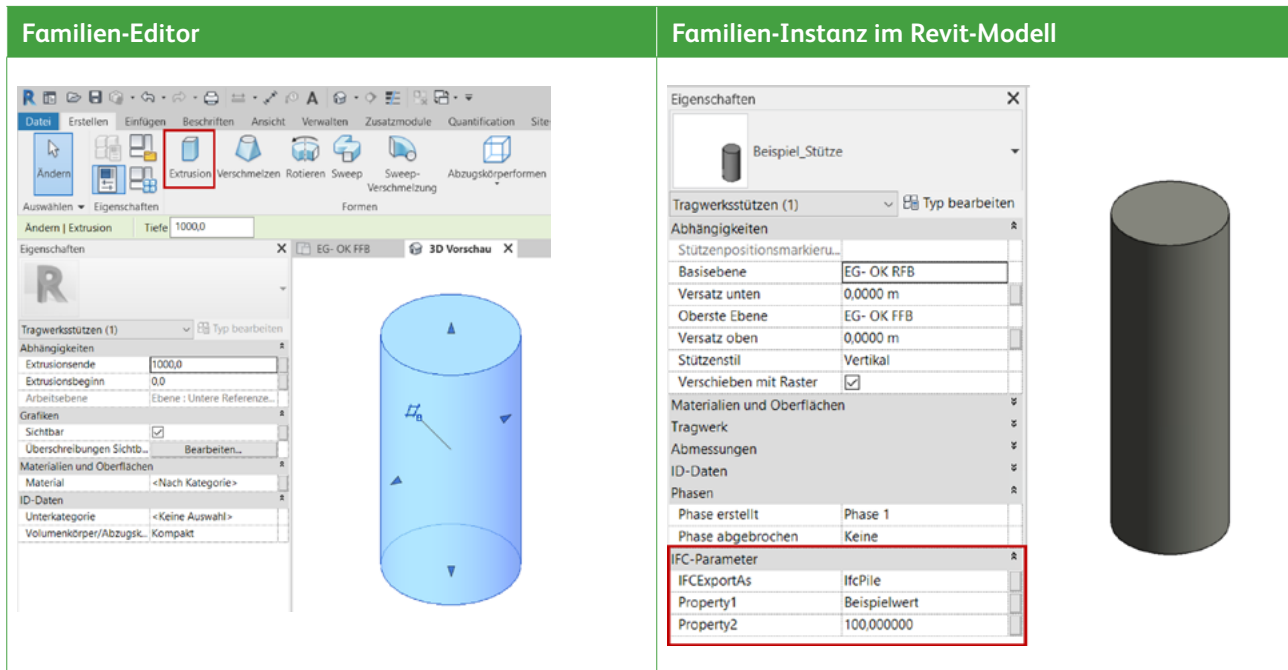


Abbildung 13: Revit Erstellung und Einfügen eines Pfahls in ein Revit-Projekt sowie Eingabe der Parameterwerte

Die PSet-Konfigurationsdatei ist in Abbildung 14 dargestellt und wird im IFC-Export-Dialog ausgewählt. Das Revit-Modell, welches eine Instanz der erzeugten Pfahl-Familie enthält, wird in eine IFC 2x3 Coordination View-Datei exportiert.

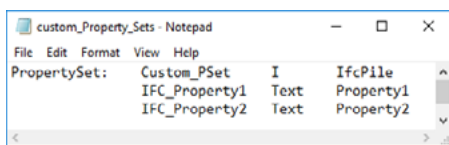


Abbildung 14: Revit PSet-Konfigurationsdatei für benutzerdefinierte Eigenschaftssätze (User-defined Property Sets)

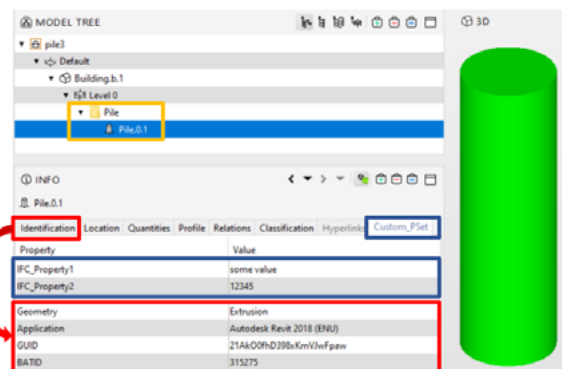


Abbildung 15: Solibri: Ein Pfahl mit angehängten Eigenschaften

Das Ergebnis ist in Abbildung 15 dargestellt. Die ausgewählte Komponente ist vom Typ *IfcPile* und weist das Property Set „Custom_PSet“ auf, welches die zwei Eigenschaften sowie die in Revit gesetzten Parameterwerte beinhaltet. Die geometrische Darstellung des Pfahls ist eine Extrusion.

2.1.3 Import-Einstellungen

Revit unterstützt alle derzeit verfügbaren IFC-Versionen, einschließlich IFC 4. IFC-Dateien können in Revit über das zugehörige Dialogfenster importiert werden, welches in Abbildung 16 links zu sehen ist. Die in der Oberfläche getätigten Einstellungen können als Textdatei exportiert und für andere Projekte wieder geladen werden.

Möchte der Anwender lediglich auf ein IFC-Modell referenzieren (ohne Veränderungen am Modell durchzuführen), ist die Funktion „IFC verknüpfen“ zu empfehlen (Einfügen/ Gruppe/ Verknüpfungen/ IFC verknüpfen).

Im folgenden Beispiel werden alle Objekte vom Typ *IfcColumn* auf Instanzen der Revit-Kategorie „Stützen“ abgebildet. Wie sich in der Fallstudie [1] jedoch zeigte, waren benutzerdefinierte Elemente (nicht-vordefinierte Allplan-Typen), die aus Allplan als Boundary Representation-Geometrie exportiert und anschließend in Revit importiert wurden, entweder nur durch Kontrollpunkte oder überhaupt nicht modifizierbar. Das Verhalten dieser Bauteile ist abweichend, wenn sie direkt in Revit modelliert werden.

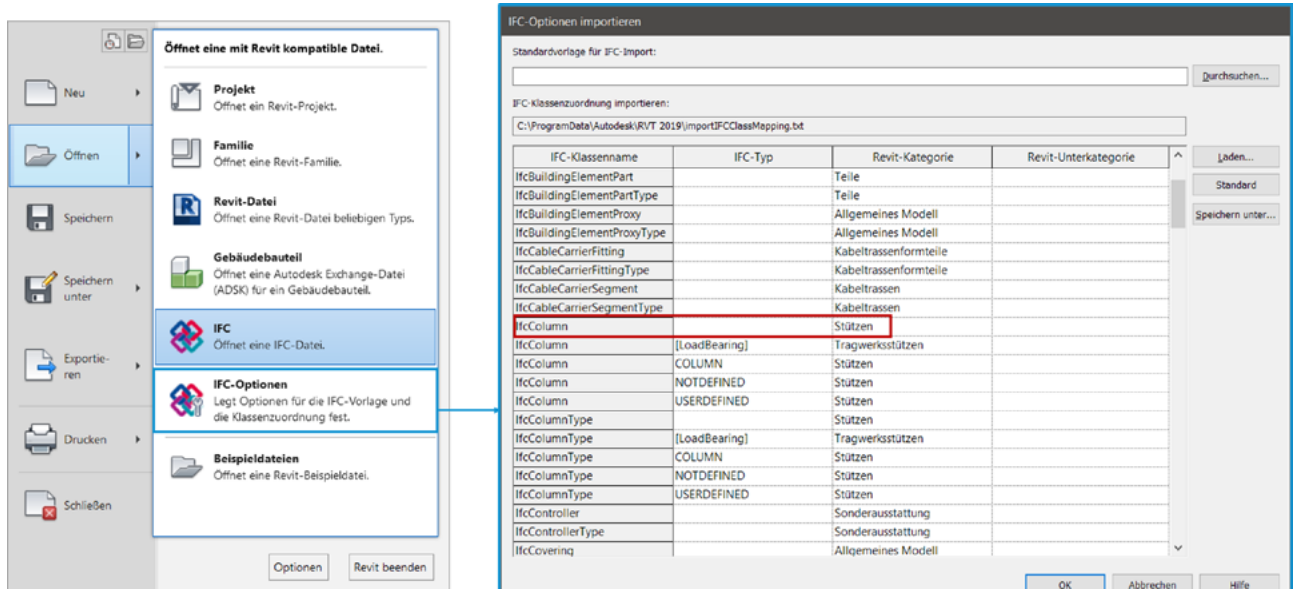


Abbildung 16: IFC-Revit Import: Zuordnung der IFC-Klassen zu den Revit-Kategorien

2.2 Nemetschek Allplan 2018

2.2.1 Export Einstellungen

Allgemeines

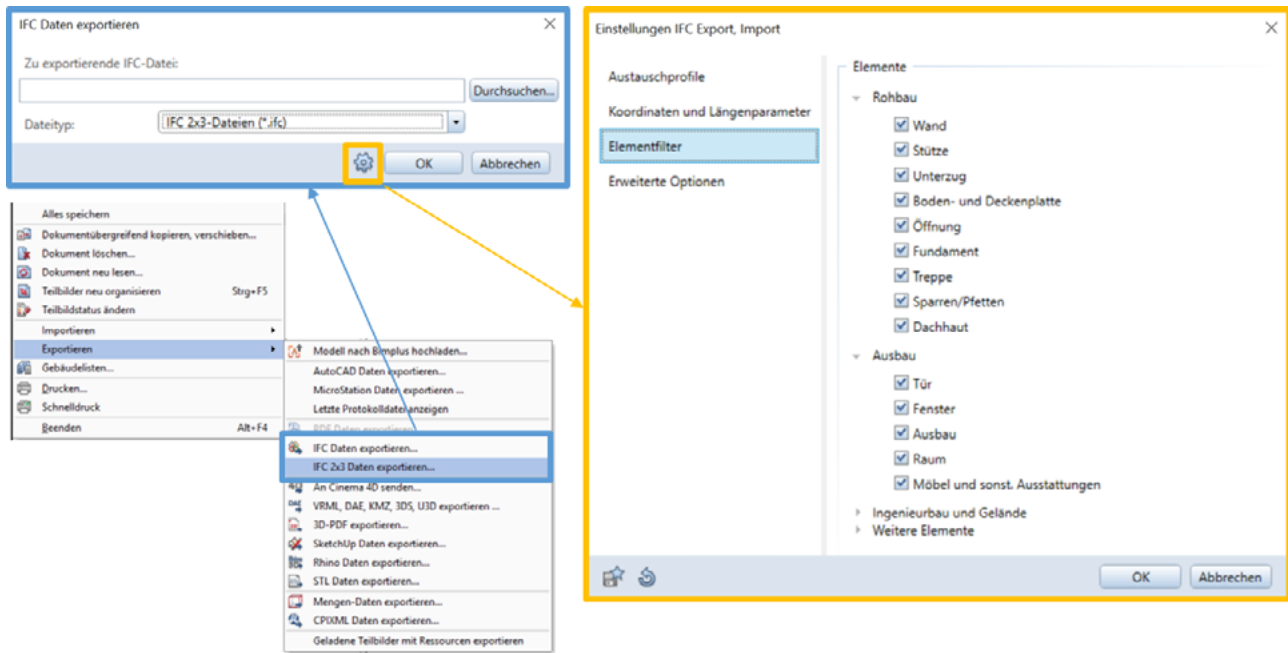


Abbildung 17: Allplan: IFC-Export Optionen

Derzeit erlaubt Allplan den Export eines Modells in eine IFC-Datei über zwei verschiedene Schnittstellen: „IFC Daten exportieren“ und „IFC 2x3 Daten exportieren“, wie in Abbildung 17 dargestellt ist.

Der Unterschied zwischen diesen beiden IFC-Exportschnittstellen besteht darin, dass die „Export IFC 2x3 Data“-Schnittstelle diesen zertifizierten *Coordination*

View 2.0 zur Verfügung stellt, während die „Export IFC Data“-Schnittstelle die Möglichkeit bietet, Daten entsprechend der IFC 4-Version zu exportieren und Freiformgeometrien unterstützt. Es kann jedoch keine Model View Definition angegeben werden. Außerdem gibt es, ähnlich wie bei Revit, keine explizite Möglichkeit, die Art der geometrischen Darstellung von Bauelementen, die in eine IFC-Datei exportiert werden, zu steuern.

- Verwenden Sie die Schnittstelle „Export IFC 2x3 Data“, um ein Modell in eine IFC-Datei zu exportieren, die *IFC 2x3 Coordination View 2.0* entspricht, oder verwenden Sie „Export IFC Data“ zum Exportieren von IFC 4-Dateien.
- Passen Sie den Export an, indem Sie zusätzliche Einstellungen der Schnittstellen vornehmen.
- Gehen Sie zu den nächsten Abschnitten, um weitere Informationen über die Zuordnung von Elementen und benutzerdefinierten Eigenschaften zu erhalten.

Allplan-IFC Zuordnung

- Mapping Matrix:** Die Zuordnung von Allplan-Typen zu IFC-Klassen richtet sich standardmäßig nach der in Abbildung 18 dargestellten Zuordnungsmatrix. Das Mapping funktioniert wie im Abschnitt „Mapping-Dateien“ (Seite 16) beschrieben. Beispielsweise werden Allplan-Elemente vom Typ „Column“ auf IFC-Instanzen der Klasse *IfcColumn* abgebildet. Andere Elemente (d. h. keine der vordefinierten Allplan-Typen) werden standardmäßig auf Objekte der Klasse *IfcBuildingElementProxy* abgebildet.
- IFC Object Type Attribute:** Der Benutzer kann die im vorherigen Abschnitt beschriebenen Mapping-Einstellungen überschreiben, indem er einem bestimmten Element das Attribut „IFC-Objektyp“ zuweist. Dazu modifiziert der Benutzer ein Element über das Dialogfeld „Attribute ändern“, wie in Abbildung 19 dargestellt. Aus einer vordefinierten Liste von Attributen wählt der Benutzer dann „IFC“ und „IFC-Objektyp“ aus. Anschließend wird die gewünschte IFC-Klasse aus einer vordefinierten Liste ausgewählt. Die geometrische Repräsentation solcher Elemente, die in eine IFC-Datei exportiert werden, ist immer Boundary Representation (Allplan Version 2018-0-2), d. h. die native Allplan-Wand des IFC-Objektyps *IfcWall* wird als Boundary Representation und nicht als Extrusion exportiert.

Element	Bemerkung	IFC Objekt
Wand	Gerade Wand	- IfcWallStandardCase:
Wand	spezielle Wandkonstruktion, wie Kreiswand, Elementwand, Splinewand, Polygonwand	- IfcWall:
Stütze		- IfcColumn:
Unterzug		- IfcBeam:
Boden- und Deckenplatte		- IfcSlab:
Öffnung	Fenster-, Tür- und Deckenöffnung, Nischen, Aussparungen und Fugen	- IfcOpening:
Fundament	Import als Einzelfundament, Streifenfundament, Plattenfundament, Beliebige 3D-Fundament	- IfcFooting:
Treppe		- IfcStair:
Sparren/Pfetten	Sparren-, Pfetten- und Balkenkonstruktionen	- IfcBeam:
Dachhaut		- IfcRoof:

Ausbau

Element	Bemerkung	IFC Objekt
Tür		- IfcDoor:
Fenster		- IfcWindow:
Ausbau	Ausbaufächen aus Raum, Seitenfläche, Deckenfläche, Bodenfläche	- IfcCovering:
Raum		- IfcSpace:
Möbel und sonst. Ausstattungen	Import als Makro	- IfcFurnitureElement:

Abbildung 18: Allplan: IFC Zuordnungsmatrix [15]

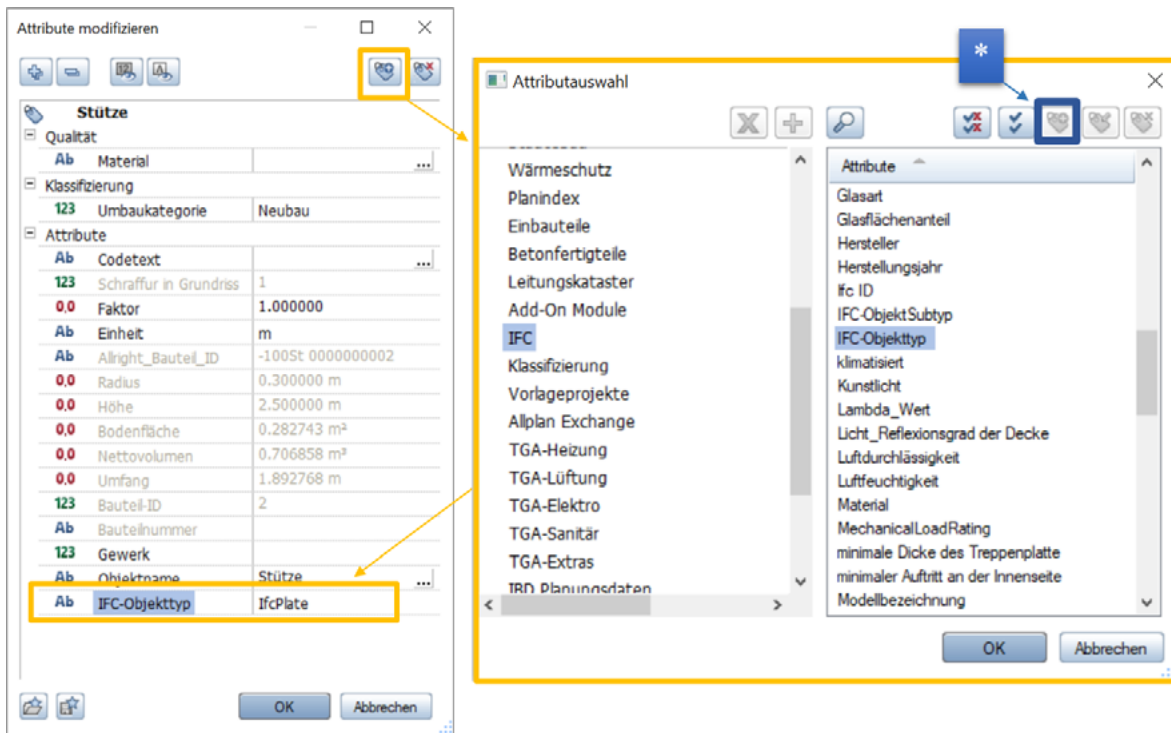


Abbildung 19: Allplan: Zuordnung des „IFC Object type“ Attributs

- Überprüfen Sie, wie und welche Elemente aus dem Allplan-Modell welcher IFC-Klasse zugeordnet werden.
- Verwenden Sie das Konfigurationsfenster „Export IFC Data“, um ausgewählte Elemente zu übernehmen.
- Für benutzerdefinierte Bauelemente: Weisen Sie das Attribut „IFC Object type“ zu, um die Elemente den gewünschten IFC-Klassen zuzuordnen.

Benutzerdefinierte Attribute

Die Zuweisung von benutzerdefinierten Eigenschaften an Bauelemente erfolgt in ähnlicher Weise wie im vorherigen Abschnitt beschrieben (die mit „*“ gekennzeichnete Option in Abbildung 19) oder über eine Tabellenstruktur im Abschnitt „Mengendaten importieren/exportieren...“ (Datei/Import/Export/Mengendaten importieren/exportieren). Letztere Option erlaubt es, den gewünschten Bauelementen in den Zeichnungsdateien mehrere Attribute zuzuweisen. Um die benutzerdefinierten Eigenschaften in eine IFC-Datei zu exportieren, muss der Benutzer jedoch eine Zuordnungsdatei konfigurieren. In Allplan gibt es zwei Ebenen des Eigenschaft-Mappings. Die erste wird als Standard bezeichnet, welche eine Reihe von Standard-Zuordnungen enthält, die regeln, wie Allplan-Standardattribute auf die IFC-Eigenschaften abgebildet werden. Die andere erlaubt benutzerdefinierte Mappings und kann die Einstellungen in der Standarddatei überschreiben. Für beide Ebenen

gibt es zwei getrennte Dateien - eine für den Export in eine IFC 2x3-Datei und eine weitere für IFC 4-Export.

Abbildung 20 zeigt die Struktur der Mapping-Dateien. Am Anfang der Datei befinden sich Eigenschaften, die allen Bauelementen in einer IFC-Datei zugeordnet sind. Beginnend mit „@“ gibt es Eigenschaften, die auf typspezifischen Bauelementen abgebildet sind, z. B. bedeutet „@Wall“, dass alle unten aufgeführten Eigenschaften allen Instanzen der *IfcWall*-Klasse zugewiesen werden. Der Anwender kann auf Allplan Attribute verweisen, indem er entweder seine IDs mit dem entsprechenden Präfix (z. B. „ATT_ID:573“) angibt oder indem er den Namen eines in Allplan erstellten benutzerdefinierten Attributs (z. B. „Property1“) vor dem Pfeilzeichen (->) eingibt. Anschließend gibt der Benutzer den Namen des IFC-Eigenschaftssatzes (z. B. „Pset_WallCommon“) und den Namen einer

IFC-Eigenschaft im Set an („LoadBearing“). In den Klammern steht der Typ der Eigenschaft (z. B. „IfcBoolean“).

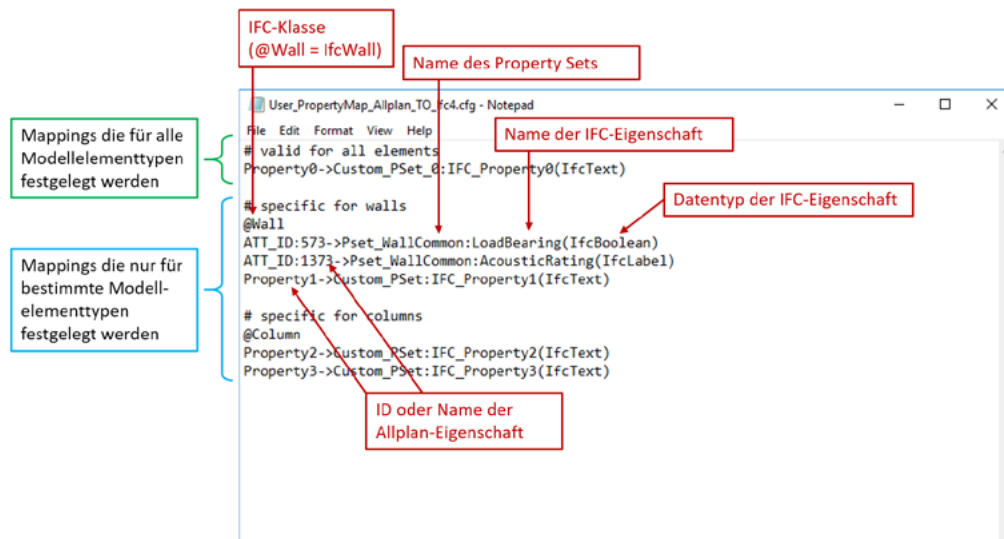


Abbildung 20: Allplan: Beispiel für eine PSet Konfigurationsdatei

Obwohl die Struktur der Dateien für die Standard- und benutzerspezifischen Mapping-Dateien identisch ist, unterscheiden sich deren Namen und Speicherorte wie in Tabelle 2 dargestellt. Bei der benutzerspezifischen Mapping-Datei

muss der Benutzer die Dateien „User_PropertyMap_Allplan_TO_Ifc4.cfg“ oder „User_PropertyMap_Allplan_TO_Ifc2x3.cfg“ an der in der Tabelle angegebenen Stelle anlegen.

Name der Zuordnungsdatei	Speicherort
Default_PropertyMap_Allplan_TO_Ifc4.cfg Default_PropertyMap_Allplan_TO_Ifc2x3.cfg	C:\ProgramData\Nemetschek\Allplan\2018\Etc\Ifc\
User_PropertyMap_Allplan_TO_Ifc4.cfg User_PropertyMap_Allplan_TO_Ifc2x3.cfg	C:\Benutzer*\Documents\Nemetschek\Allplan\2018\Usr\Local\

Tabelle 2: Allplan: Speicherort der PSet-Konfigurationsdateien

- Definieren Sie eigene Attribute in Allplan und hängen Sie diese an die Bauteile an.
- Erzeugen Sie benutzerdefinierte Zuordnungsdateien, die Ihre Parameter auf die passende Eigenschaft im IFC-Schema übertragen.

2.2.2 Allplan-IFC Ergebnisse

Dieser Abschnitt enthält ein Beispiel, welches die Erstellung und den Export eines benutzerdefinierten Elements (ein Pfahl) behandelt, an das zwei Eigenschaften angehängt wurden. Wie in Abbildung 21 ersichtlich wurde ein Zylinder erstellt und drei Parameter zugeordnet. Die ersten zwei Eigenschaften („Property1“ und „Property2“) sind anwenderdefinierte Eigenschaften vom Datentyp „text“ beziehungsweise „integer“. Das dritte Attribut ist der „IFC Object Type“, dessen Wert auf *IfcPile* gesetzt wurde. Somit erfolgt der Export des Zylinders als Pfahl in die IFC-Datei.

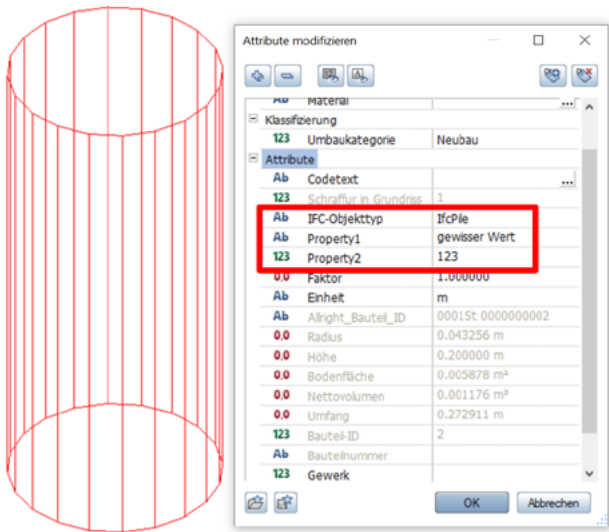


Abbildung 21: Allplan: Erstellung eines Pfahls und Zuordnung der benutzerdefinierten Eigenschaften

Die benutzerdefinierte Mapping-Datei für IFC 4 ist wie in Abbildung 22 dargestellt definiert. Die einfache Struktur wird dann auf das Modell angewendet und schließlich wird das Modell über die IFC-Datenschnittstelle in eine IFC-Datei exportiert.

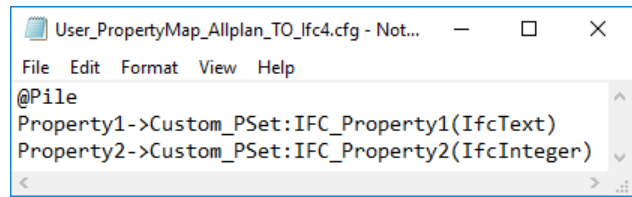


Abbildung 22: Allplan: Konfigurationsdatei für benutzerdefinierte Eigenschaftensets

Das Ergebnis ist in Abbildung 23 dargestellt. Der Körper ist vom Typ *IfcPile* und hat das Eigenschaftenset „Custom_PSet“, welches die zwei Eigenschaften und deren in Allplan gesetzten Werte enthält.

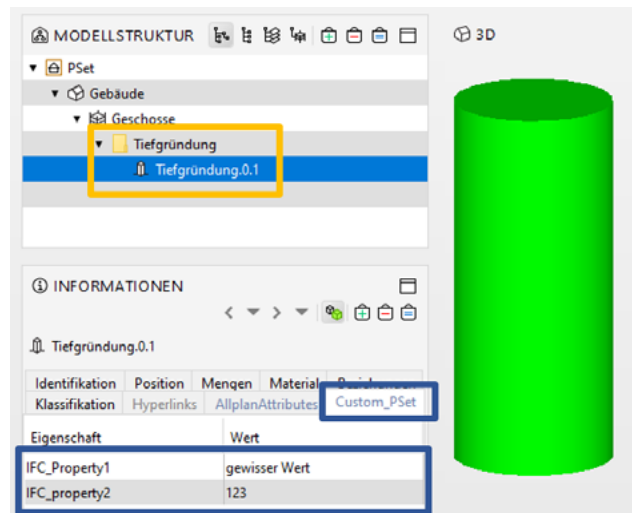


Abbildung 23: Solibri: Der Pfahl mit angehängten Eigenschaften

2.2.3 Importeinstellungen

Allplan unterstützt den Import von IFC 2x3- und IFC 4-Versionen über die Funktion „IFC-Daten importieren“ bzw. „IFC 4-Daten importieren“ (siehe Abbildung 24). Insbesondere bei der Frage, welche Arten von Bauelementen

in Allplan importiert werden sollen, gibt es mehrere Auswahlmöglichkeiten (siehe rechte Seite). Wie bei Revit hat der Anwender jedoch keinen Einfluss darauf, wie die Geometrie der Elemente in Allplan importiert wird.

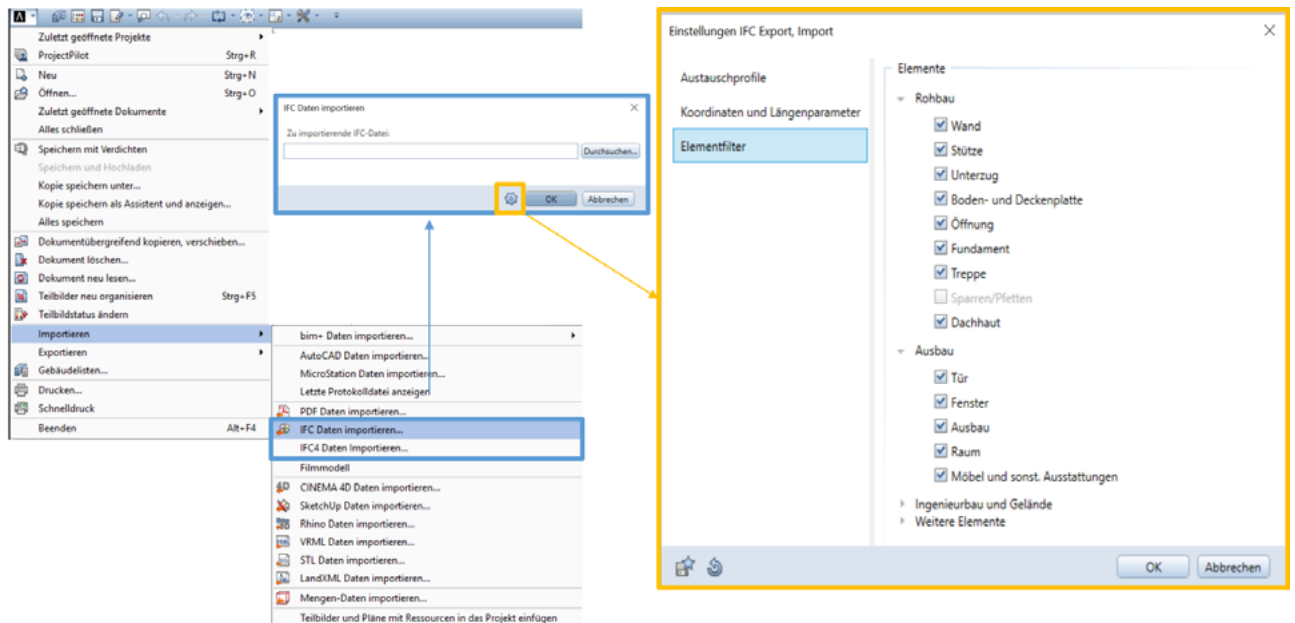


Abbildung 24: Allplan: IFC Import Einstellungen

Die Zuordnung von IFC-Klassen zu Allplan-Typen steht dem Anwender nicht explizit zur Verfügung und ist in Abbildung 18 dargestellt.

3. Literaturverzeichnis

- [1] M. Trzeciak and A. Borrmann, "Model Exchange between Revit and Allplan using IFC: a Case Study for a Bridge Model", *Technical Report*, Munich, 2018.
https://www.cms.bgu.tum.de/publications/reports/2018_ModelExchangeBetweenRevitAndAllplanUsingIFC_BIM4INFRA.pdf
- [2] C. Eastman, P. Teicholz, R. Sacks and K. Liston, "Interoperability," in *BIM Handbook: A guide to Building Information Modeling*, Wiley, 2011.
- [3] A. Borrmann und C. Koch, „Software-Interoperabilität im Bauwesen – Hintergrund und Motivation,“ in *Building Information Modeling: Technologische Grundlagen und industrielle Praxis*, Springer, 2015, pp. 77-81.
- [4] "Home," buildingSMART International Ltd., [Online]. Available: <https://technical.buildingsmart.org/>.
- [5] T. Liebich, "IFC 2x Edition 3: Model Implementation Guide," buildingSMART International, 2009.
- [6] A. Borrmann, J. Beetz, C. Koch, T. Liebich: "Industry Foundation Classes – Ein herstellerunabhängiges Datenmodell für den gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks," In: *Building Information Modeling: Technologische Grundlagen und industrielle Praxis*, Springer, 2015, pp. 129-147
- [7] J. Beetz, A. Borrmann und M. Weise, „Prozessgestützte Definition von Modellinhalten,“ in *Building Information Modeling: Technologische Grundlagen und industrielle Praxis*, Springer, pp. 129-148.
- [8] buildingSMART, "Model View Definition Summary," [Online]. Available: <https://technical.buildingsmart.org/standards-technologies/mvd/>. [Accessed 23 April 2019].
- [9] A. Borrmann and V. Berkhan, „Grundlagen der geometrischen Modellierung,“ in *Building Information Modeling: Technologische Grundlagen und industrielle Praxis*, Springer, 2015, pp. 25-41.
- [10] T. Liebich, "IFC-Workflow Revit SMC + BIMQ," AEC3 GmbH, 2017.
- [11] A. Velez, "IFC Technical Overview and Survey of Autodesk Products, Including Revit 2017," Autodesk, Inc., 2016.
- [12] buildingSMART, "Coordination View Version 2.0 Summary," [Online]. Available: <https://technical.buildingsmart.org/standards/mvd/mvd-database/> [Accessed 23 April 2019].
- [13] "IFC Export Setup Options," Network, Autodesk Knowledge, [Online]. Available: <https://knowledge.autodesk.com/support/revit-products/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2018/ENU/Revit-DocumentsPresent/files/GUID-E029E3AD-1639-4446-A935-C9796BC34C95-htm.html>. [Accessed 25 January 2018].
- [14] "Load and Modify an IFC Mapping File," Network, Autodesk Knowledge, [Online]. Available: <https://knowledge.autodesk.com/support/revit-products/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2018/ENU/Revit-DocumentsPresent/files/GUID-B85CE60D-2868-427E-A37C-37C4F09D6016-htm.html>. [Accessed 25 January 2018].
- [15] "Allplan's online help," Allplan GmbH, [Online]. Available: <http://help.allplan.com/Allplan/2018-0/1033/Allplan/index.htm#5464.htm>. [Accessed 5 February 2018].

Konsortium



Kontakt

E-Mail: beratung@bim4infra.de
www.bim4infra.de