

Dipl.-Ing. (FH) Markus Öhlenschläger

IFC-Modelle für die Tragwerksplanung

Anwendung und Beurteilung von IFC-Modellen für die Tragwerksplanung

Virtuelle Gebäudemodelle stellen bei immer mehr Projekten im Bauwesen die Grundlage der Planungsaufgabe dar. Die Vorteile eines 3D-Modells in Bezug auf die Auswertung und die konsistente Planungsgrundlage sind mittlerweile bekannt und sollen ausgeschöpft werden. Auch die Anzahl der Tragwerksplaner wächst an, die die vorliegenden virtuellen Gebäudemodelle für ihre Aufgaben nutzen wollen. So werden virtuelle Gebäudemodelle von dem Entwurfsverfasser an den Tragwerksplaner weitergereicht, damit diese die Grundlage für die statischen Berechnungen bilden. In diesem Artikel wird der Fokus auf die Gebäudemodelle im IFC-Format gelegt mit dem Ziel, dem Tragwerksplaner wichtige Eckpunkte aufzuführen, die speziell für seine Fachplanung zu beachten sind.

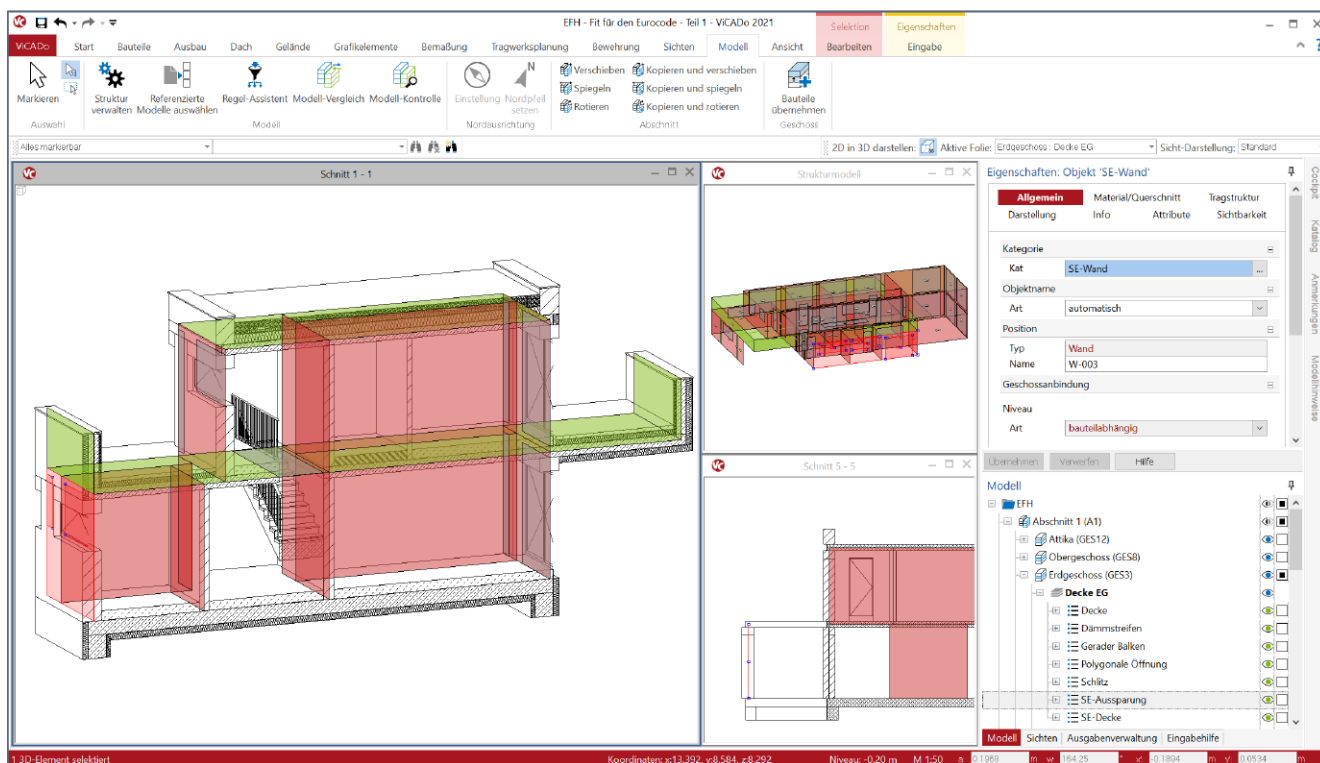


Bild 1. Architekturmodell inkl. Strukturmodell in ViCADo.ing

IFC-Austausch ohne BIM?

Im aktuellen Büroalltag im Bauwesen, genauer gesagt im Bereich der Tragwerksplanung, nimmt die Anzahl der Tragwerksplaner spürbar zu, die ihre planerische Aufgabe auf Grundlage eines vorliegenden virtuellen Gebäudemodells durchführen möchten. Somit werden Gebäudemodelle aus einer CAD-Software „A“ in das IFC-Format exportiert, per E-Mail an den Tragwerksplaner übergeben und bei ihm in seine CAD-Software „B“ importiert. In nicht seltenen Fällen führt dieser Weg leider nicht direkt zum Ziel, sondern erzeugt – viel schlimmer – Frust bei den beteiligten Planern.

Wo genau liegt die Ursache für diesen Frust und die auftretenden Probleme?

Der Austausch von Gebäudemodellen in einem offenen Format wie dem IFC-Format ist leider keine triviale Aufgabe und erfordert spezielle Kenntnisse. Es werden Festlegungen benötigt, die nicht nur den Export betreffen, sondern bereits bei der Modellierung im CAD-System berücksichtigt werden sollten.

Mit der neuen Planungsmethode „BIM – Building Information Modeling“ steht die Planung mit Gebäudemodellen und der Austausch von Gebäudemodellen im Mittelpunkt. Studiert man die Theorie hinter der Planungsmethode, wird schnell klar, dass Regeln und Absprachen für diese Planungsmethode absolut notwendig sind. Ein Blick in die Leitfäden und Handreichungen der Gesellschaft zur Digitalisierung des Planens, Bauens und Betriebens mbH „planen-bauen 4.0“ zeigt die für BIM notwendigen vertraglichen Regelungen wie „AIA – Auftraggeber-Informationen-Anforderungen“ [1] und „BAP – BIM-Abwicklungsplan“ [2].

Funktioniert also der IFC-Austausch ohne BIM?

Bei einer Grenzwertbetrachtung von einem BIM-Prozess auf der einen und einem „spontanen“ IFC-Austausch auf der anderen Seite ist Folgendes zu beachten: In einem idealen und vertraglich geregelten BIM-Planungsprozess werden viele der heute bekannten Herausforderungen und Probleme nicht mehr auftauchen. Dies zeigt, dass Absprachen und Modellierungsrichtlinien benötigt werden, damit ein IFC-Austausch erfolgreich und zufriedenstellend funktioniert.

Im Folgenden werden wichtige und zentrale Merkmale für den Datenaustausch von Gebäudemodellen für die Tragwerksplanung im IFC-Format dargelegt und Empfehlungen für einen möglichst reibungslosen und zufriedenstellenden Austausch gegeben.

Möglichkeiten mit dem IFC-Modell in der Tragwerksplanung

Mit dem IFC-Format wird das virtuelle Modell des geplanten Gebäudes an die folgenden Fachplaner weitergegeben. Welche Möglichkeiten ergeben sich, wenn der Tragwerksplaner das Architekturmodell in sein für die Tragwerksplanung spezialisiertes CAD-System importiert hat? Im Wesentlichen nutzt der Tragwerksplaner das Modell zur Erstellung der Planungsunterlagen, z.B. dem Positionsplan, sowie der Ausführungsplanung. Darüber hinaus dient das Architekturmodell als Grundlage und Vorbereitung der statischen Berechnungen.

Vorbereitung der statischen Berechnungen

Bei dem Architekturmodell handelt es sich um ein Volumenmodell, welches eine möglichst exakte Beschreibung des geplanten Bauwerks enthält. Dieses Modell kann jedoch nicht direkt für die typischen Berechnungsaufgaben in der Tragwerksplanung verwendet werden, da diese in der Regel geometrisch vereinfachte und idealisierte Modelle erfordern.

Der Tragwerksplaner erzeugt aus dem Volumenmodell der Architektur das systemlinienbezogene Strukturmodell, welches den gewünschten geometrischen Anforderungen entspricht. Somit stehen dem Tragwerksplaner zwei ineinander angeordnete Modelle zur Verfügung, die für die entsprechenden Ziele „Ausführungsplanung“ und „statische Berechnungen“ optimiert wurden.

Das Strukturmodell [3] wird durch den Tragwerksplaner aus dem Architekturmodell [3] abgeleitet, das heißt, in das Systemlinienmodell überführt. Dieser Arbeitsschritt erfordert

tragwerksplanerischen Sachverstand und mehr oder weniger manuelle Eingriffe und Entscheidungen. Ein „magischer Knopf“ in einem Software-Werkzeug, der diese Aufgabe komplett automatisiert ausführt, ist kaum vorstellbar.

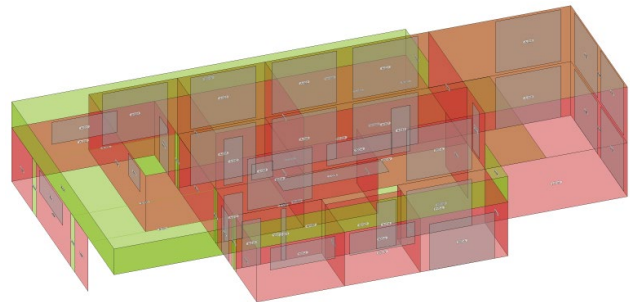


Bild 2. Strukturmodell für die statischen Analysen

Ausführungsplanung

Zur Erstellung von Planungsunterlagen wird besonders für die Ausführungsplanung eine geometrisch exakte Beschreibung benötigt, die mit dem Architekturmodell, das dem Tragwerksplaner vorliegt, übereinstimmt. Aus diesem Volumenmodell werden alle erforderlichen Planungsunterlagen, z.B. für Schal- oder Bewehrungsplanung, erzeugt und zusammengestellt.



Bild 3. Architekturmodell (Volumenmodell)

Damit der Tragwerksplaner die beschriebenen Ziele erreicht, sollten idealerweise die folgenden Punkte zu Modellierungsrichtlinien, Umfang des Austausches sowie IFC-Import und -Export Berücksichtigung finden.

Modellierungsrichtlinien

Im Idealfall beziehen sich die Absprachen für den Austausch von Gebäudemodellen bereits auf die Art der Modellierung, also auf die Erstellung des grundlegenden Architekturmodells beim Entwurfsverfasser.

Bei einer konsequenten BIM-Projektplanung sind die folgenden Hinweise in dem AIA-Dokument (Auftraggeber-Informationen-Anforderungen) [1] enthalten.

Bauteile

Die einzelnen Bestandteile des Gebäudes (z.B. Decken, Wände und Stützen) sollten als parametrisierte Bauteile erstellt werden. Im Vergleich zu puristischen Volumenkörpern wird hier der jeweilige Volumenkörper über Parameter wie z.B. Dicke oder Höhe beschrieben. Auf dieser Basis kann ein höherwertiger Austausch erreicht werden.

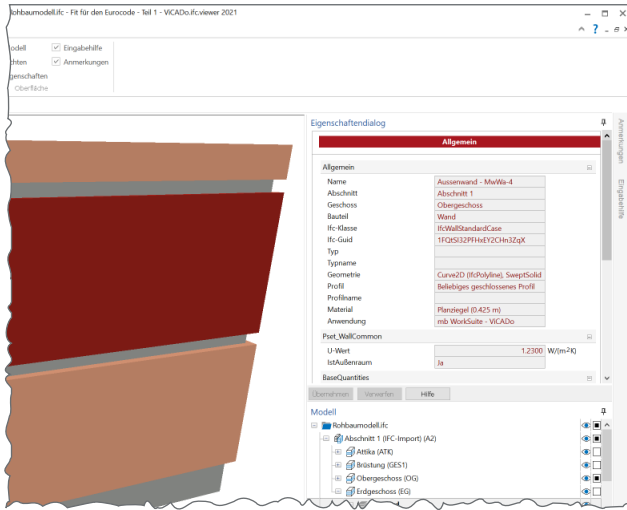


Bild 4. Beispiel für extrudierte Geometrie „SweptSolid“

Bei einer parametrisierten Geometriebeschreibung wird von „extrudierten Bauteilen“ gesprochen. Die schwächere Formulierung des Volumenkörpers erfolgt über die Beschreibung der begrenzenden Flächen und wird als „Begrenzungsflächenmodell“ („Boundary Representation“, Kurzform „Brep“) bezeichnet.

Geschosszugehörigkeit

Jedes Bauteil sollte einem Geschoss zugeordnet werden und sich geometrisch auf die Geschossgrenzen beziehen. Geschossübergreifende Bauteile sollten somit nicht als ein Objekt, sondern jeweils in Form von geschossbezogenen Teilen modelliert werden.

Überschnidungen

Bauteile sollten von ihrer Geometrie eindeutig modelliert werden. Überlappungen, z.B. bei Wandecken oder Decken in Bereich von Unterzügen, sind zu vermeiden.

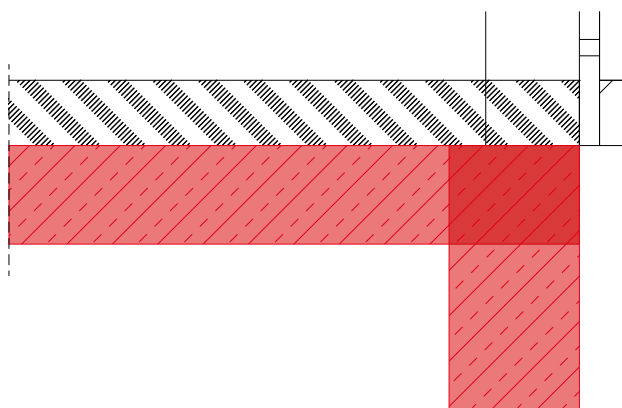


Bild 5. Überschneidung von Streifenfundament und Bodenplatte

Geschossdefinition

Für eine reibungslose Weiterbearbeitung in einem folgenden CAD-System ist für die Tragwerksplanung eine Geschossdefinition von OK-Rohdecke bis OK-Rohdecke besonders gut geeignet.

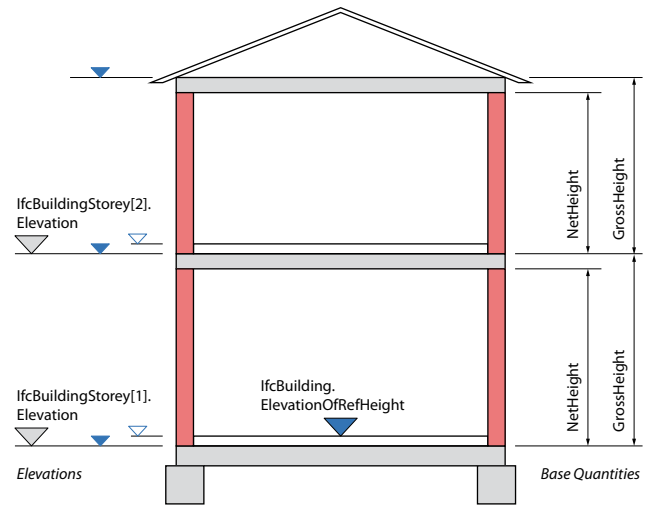


Bild 6. Geschossdefinition im IFC4-Format [4]

Die Erfahrung zeigt, dass diese Art der Geschossdefinition im Rahmen der Planung durch den Architekten nicht zur Anwendung kommt. Häufig wird hier die Rohdecke zum jeweils oberhalb aufsteigenden Geschoss zugeordnet. Hier gilt es, für die Objektplanung einen guten Kompromiss für alle Beteiligten zu finden.

Als weitere Anmerkung zur Geschossdefinition ist zu beachten, dass erst mit dem IFC4-Format die geometrische Beschreibung der Geschossgeometrie im Modell verändert und verbessert wurde. Diese Geschossinformationen werden in Bild 6 dargestellt und definieren ein Geschoss von OK-Rohdecke bis OK-Rohdecke.

Umfang des Austausches

Der Austausch von Gebäudemodellen sollte auf den für das Planungsziel notwendigen Umfang begrenzt werden. Als Vergleich kann die Verwendung von DWG-Dateien herangezogen werden. Häufig beklagten sich Tragwerksplaner über zu viele geometrische Informationen in DWG-Dateien, z.B. durch Informationen zu Möbeln und Gebäudeausrüstung.

Teilmodelle

Genauso erhalten heute Tragwerksplaner komplette Architekturmodelle, in denen zu viele 3D-Objekte enthalten sind. Auch lohnt schon heute der Blick auf die BIM-Theorie, die für den Austausch mit den Fachplanungen, wie z.B. der Tragwerksplanung, mit sogenannten Teilmodellen arbeitet. Somit kann sich der Fachplaner für die Tragwerksplanung für das Teilmodell „Rohbau“ als Grundlage für seine planerische Aufgabe entscheiden.

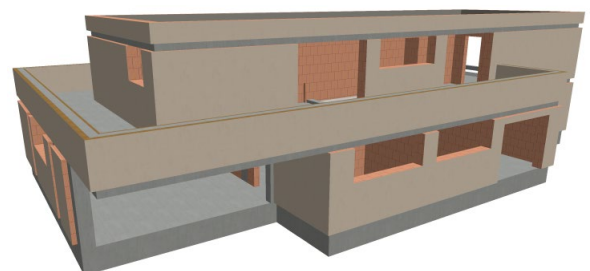


Bild 7. Teilmodell „Rohbau“

Nichtgeometrische Informationen

Zusätzlich zu den geometrischen Informationen, die in Form des Volumenkörpers je Bauteil ausgetauscht werden, können die Objekte des Modells weitere nichtgeometrische Informationen enthalten.

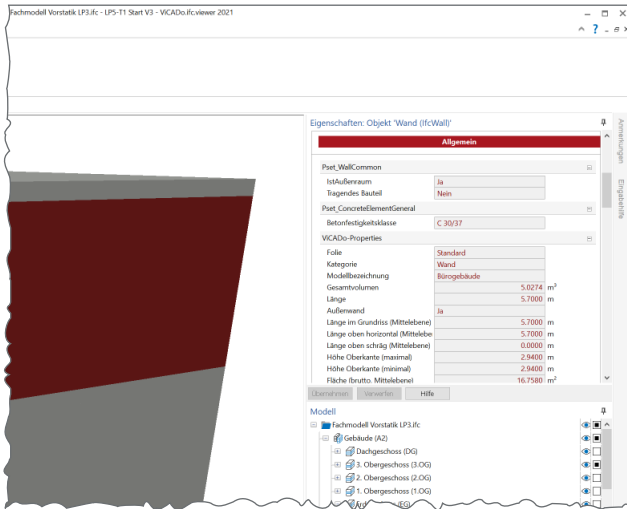


Bild 8. Beispiel nichtgeometrische Informationen

Als wesentliche nichtgeometrische Informationen benötigt der Tragwerksplaner Informationen zu den Materialien der Objekte. Zusätzlich sollte die Information „tragend“ oder „nichttragend“ korrekt verwendet werden. Natürlich ist die Information „tragend“ auch eine, die sich im Rahmen der Tragwerksplanung verändern kann. Nichtgeometrische Informationen werden im IFC-Format mithilfe der IFC-Properties transportiert.

IFC-Export

Für den Export des Gebäudemodells in das IFC-Format sind zur Umsetzung der folgenden Empfehlungen entsprechende Kenntnisse zur verwendeten CAD-Software erforderlich.

IFC-Klassen für Bauteile

Das IFC-Format (IFC = Industry Foundation Classes) wird von „buildingSMART International (bsi)“ [5] definiert. Die IFC-Spezifikation beschreibt Klassen, die es ermöglichen, ein Gebäudemodell mit seiner Struktur und seinen Bauteilen abzubilden.

Für einen erfolgreichen Austausch ist auf eine möglichst passende Zuordnung des Bauteils im CAD-System zur Klasse im IFC-Schema Wert zu legen. Bei Bodenplatten wird statt „ifcFooting“ häufig unpassend „ifcSlab“ gewählt.

Für den typischen Hochbau wird in vielen Fällen eine eindeutige Zuordnung von Bauteil zu IFC-Klasse möglich sein. Besonderes Augenmerk gilt bei im IFC-Schema nicht eindeutig definierten Bauteilen, wie z.B. einem Baugrubenverbau. Hier können Klassen wie ifcWall oder ifcPile verwendet werden. Alternativ können „freie“ Klassen wie ifcBuildingElementProxy verwendet werden, wobei hier eine besondere Absprache der Projektbeteiligten erforderlich wird.

Gebäudestruktur	
ifcProject	Projekt
ifcBuilding	Gebäude
ifcBuildingStorey	Geschoss
Bauteile im Gebäude	
ifcWall	Wand
ifcColumn	Stütze
ifcBeam	Balken
ifcFooting	Bodenplatte
ifcSlab	Decke
ifcPile	Pfähle
Gebäudetechnik	
ifcPipeSegment	Rohr
ifcSolarDevice	Solaranlage
Tragwerksplanung	
ifcReinforcingBar	Bewehrungsstab
ifcReinforcingMesh	Bewehrungsmatte

Tabelle 1. Beispiele für IFC-Klassen

IFC-Format

Im Jahr 1997 wurde die Version IFC 1.0 veröffentlicht. Aktuell im praktischen Einsatz ist die Version IFC 2x3, die 2007 veröffentlicht wurde. Diese Version wird von vielen CAD-Anwendungen unterstützt. Seit 2013 ist auch die Version IFC 4 verfügbar, die nach und nach Einzug in die Anwendungen findet. Ein entscheidender Vorteil für die Verwendung der Version IFC 4 stellt die explizierte Verwaltung von Geschossinformationen dar. Diese Informationen helfen besonders, wenn in ViCADo.ing aus dem Architekturmodell ein Strukturmodell erzeugt werden soll.

Model View Definition

Für den IFC-Datenaustausch ist neben der IFC-Version die für den jeweiligen Planungsprozess passende „Model View Definition“ (MVD) festzulegen. Eine „Model View Definition“ hilft, aus der großen Menge des IFC-Schemas die Teilmenge zu bestimmen, die für typische Planungsprozesse benötigt wird.

Die MVD „IFC 4 Design Transfer View“ und „IFC 2x3 Coordination View 2.0“ sind für die Übergabe des Gebäudemodells zur weiteren Bearbeitung vorgesehen. Die Bauteile werden, so weit möglich, als extrudierte Körper oder als Brep formuliert.

Weitere „Model View Definition“, wie z.B. „IFC 4 Referenz View“, wurden für die typischen Referenz-Arbeitsabläufe konzipiert. Da es sich hierbei z.B. um Kollisionskontrollen handelt und nicht um eine folgende Bearbeitung, reicht eine schwache geometrische Formulierung der Bauteile als triangulierte Flächenmodelle aus. Somit sind diese IFC-Modelle für den Tragwerksplaner als Grundlage ungeeignet.

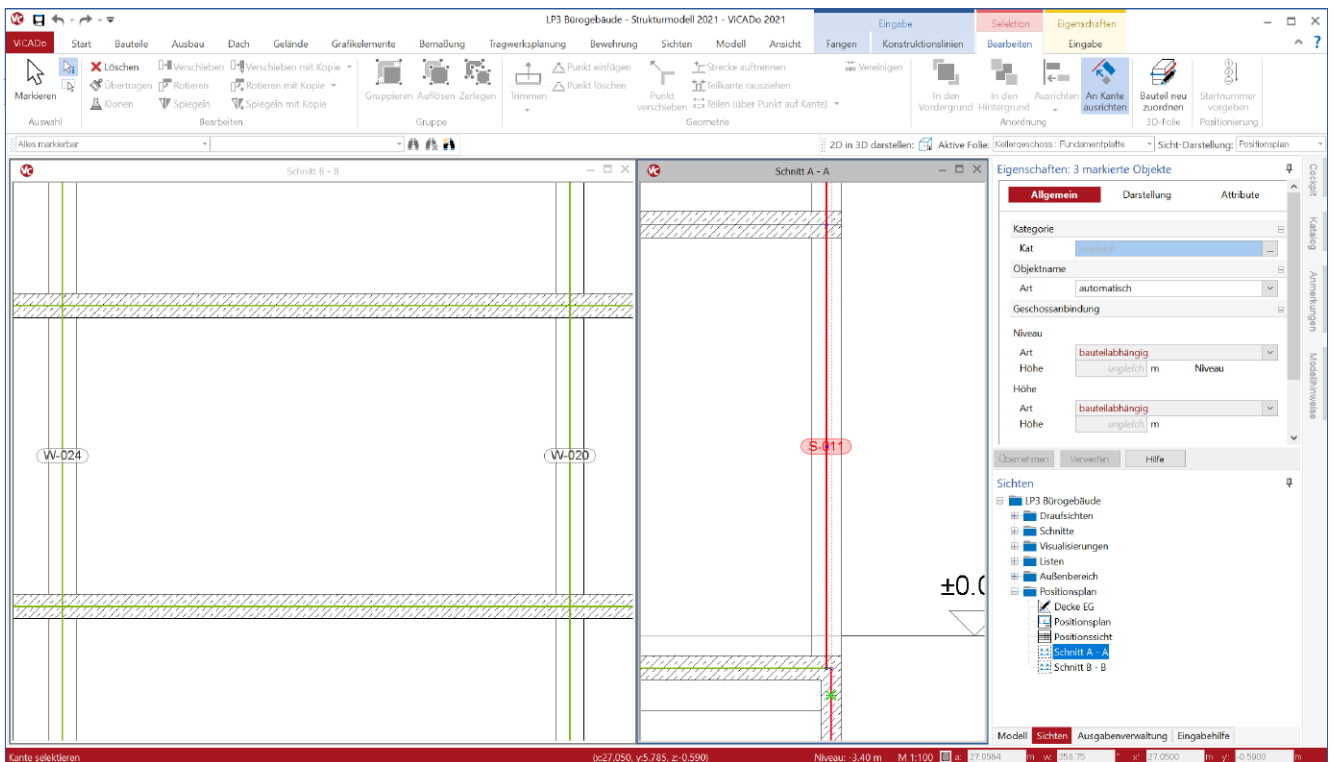


Bild 9. Geometrische Idealisierung

Vorbereitungen für die Tragwerksplanung

In Abhängigkeit der vertraglich geregelten Planungsaufgabe benötigt der Tragwerksplaner ein Architekturmodell sowie ein Strukturmodell. Für den Tragwerksplaner bietet es sich nach dem IFC-Import für eine effektive Projektbearbeitung an, die folgenden Arbeitsschritte in seinem für die Tragwerksplanung spezialisierten CAD-System durchzuführen. Im Folgenden werden speziell die Arbeitsschritte in VICADO.ing benannt.

Kontrolle des Gebäudemodells vor dem Import

Vor dem Import eines Gebäudemodells aus einer IFC-Datei empfiehlt es sich, das IFC-Modell in einem IFC-Viewer zu prüfen. Sowohl beim Export als auch beim Import gilt es zu bedenken, dass das Modell jeweils aus dem nativen Dateiformat in das IFC-Format bzw. umgekehrt umgewandelt wird.

Attribute anpassen

Im Idealfall wird zwischen Entwurfsverfasser und Tragwerksplaner der benötigte Umfang an Attributen (IFC-Properties) festgelegt und übertragen. Ist dies jedoch nicht der Fall, stimmt z.B. das wichtigste Attribut „tragend“ nicht, passt dies der Tragwerksplaner mit VICADO.ing an. Hierbei kann der Regel-Assistent [6] verwendet werden und Arbeitsschritte in Form von Vorlagen standardisieren.

Bild 10 zeigt eine mögliche Situation nach dem Import. Die Rohrleitungen wurden mit Hilfe von Stützen modelliert und tragen fälschlicherweise das Attribut „tragend = ja“ in sich. Somit würden auch für diese Objekte Strukturelemente erzeugt werden und müssten daher angepasst werden.

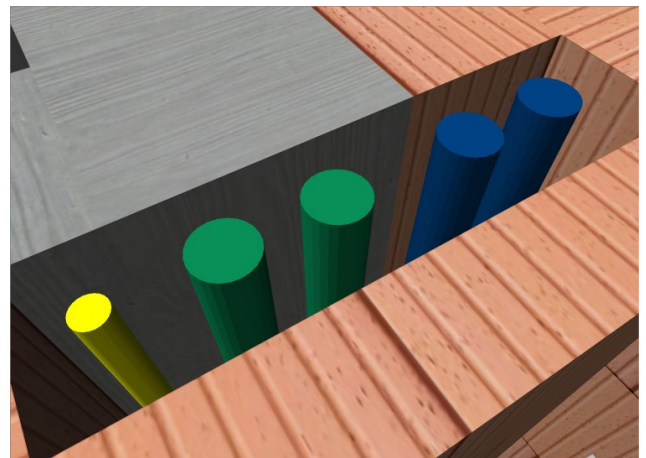


Bild 10. Modellierung von Rohrleitungen über Stützen

Bauteile kategorisieren

Für den Austausch von virtuellen Gebäudemodellen über das IFC-Format gilt zu beachten, dass durch den Import und Export das Modell auf einen gemeinsamen Nenner vereinfacht wurde. Spürbar wird dies z.B. bei den Bauteilen, wenn alle Wände nach dem Import in VICADO.ing der Kategorie „Wand“ zugeordnet sind. Mit Hilfe der Attribute kann eine differenzierte Zuordnung der Kategorien wie „Innenwand tragend“ oder „Außenwand“ erfolgen. Der Regel-Assistent [6] kann auch bei dieser Aufgabe den Tragwerksplaner durch Vorlagen effektiv unterstützen.

Durch sinnvoll zugeordnete Kategorien wird besonders die Ausführungsplanung unterstützt, wenn z.B. mit einem Klick nichttragende Innenwände ausgeblendet werden können.

Checkliste IFC-Austausch für Tragwerksplanung

Die folgende Checkliste fasst wichtige Aspekte des IFC-Austausches für die Tragwerkplanung kompakt zusammen.

Modellierungsrichtlinien	Modellierung als extrudierte Bauteile Soweit möglich werden die Bauteile über Parameter im CAD-System modelliert.	<input checked="" type="checkbox"/>
	Geschosszugehörigkeit Jedes Bauteil wird eindeutig einem Geschoss zugeordnet. Es sollten keine Bauteile geschossübergreifend modelliert werden	<input checked="" type="checkbox"/>
	Überschneidungsfreie Modellierung Die einzelnen Bauteile sollten ohne Überschneidungen modelliert werden.	<input checked="" type="checkbox"/>
	Geschossdefinition In Abhängigkeit der gewünschten Fachplanungen sollte eine günstige Geschossdefinition zwischen den Beteiligten abgestimmt werden.	<input checked="" type="checkbox"/>
Umfang des Austausches	Modellumfang für Fachplanung (Teilmodell) Idealerweise wird für die jeweilige Fachplanung ein optimiertes IFC-Modell erzeugt. Alle für den Tragwerksplaner irrelevanten Objekte sollten nicht übergeben werden.	<input checked="" type="checkbox"/>
	Nichtgeometrische Informationen Als nichtgeometrische Informationen sollten nur die übergeben werden, die für die Fachplanung bzw. Tragwerksplanung benötigt werden. Dies sind z.B.: <ul style="list-style-type: none"> • tragend / nichttragend • Außen- oder Innenbauteil 	<input checked="" type="checkbox"/>
IFC-Export	IFC-Klassen für Objekte Festlegung, mit welchen IFC-Klassen die einzelnen Bauteile beschrieben werden.	<input checked="" type="checkbox"/>
	IFC-Version Aktuell wird die Version IFC 2x3 oder IFC 4 verwendet. Die Version ist festzulegen. Empfehlenswert für die Tragwerksplanung ist das Format IFC 4 aufgrund der verbesserten Geschossinformationen.	<input checked="" type="checkbox"/>
	IFC Model View Definition Sofern eine „Model View Definition“ (MVD) für den Export gewählt werden kann, sollte entsprechend der festgelegten IFC-Version „IFC 4 Design Transfer View“ oder „IFC 2x3 Coordination View 2.0“ gewählt werden.	<input checked="" type="checkbox"/>
	Teilmodelle für Fachplanung Für die jeweilige Fachplanung, z.B. die Tragwerksplanung, sollten jeweils separate Teilmengen, sogenannte Teilmodelle, exportiert werden. Je Fachplanung können unterschiedliche Anforderungen vorliegen.	<input checked="" type="checkbox"/>
IFC-Import	Kontrolle des IFC-Modells Vor dem Import sollte das IFC-Modell in einem IFC-Viewer (z.B. ViCADO.ifc.viewer) überprüft werden.	<input checked="" type="checkbox"/>
	Umfang Falls erforderlich, können im Rahmen des Imports Teilmengen ausgeschlossen werden.	<input checked="" type="checkbox"/>
Vorbereitungen Tragwerksplanung	Properties / Attribute anpassen Für die importierten Bauteile können aus Properties erzeugte Attribute angepasst werden. Dies wird erforderlich, wenn z.B. das Attribut „tragend“ nicht korrekt übergeben wurde.	<input checked="" type="checkbox"/>
	Bauteil kategorisieren Alle Wände aus einem IFC-Modell werden im CAD-System des Tragwerksplaners (z.B. ViCADO.ing) einheitlich als „Wände“ dargestellt. Genauere Klassifizierungen können die Bearbeitung günstig beeinflussen.	<input checked="" type="checkbox"/>
Strukturmodell	Strukturelemente erzeugen Aus dem Architekturmodell werden je Bauteil Strukturelemente als Systemlinienobjekte erzeugt. Wichtig ist hierfür das Attribut „tragend = ja“ sowie die Geschossstruktur.	<input checked="" type="checkbox"/>
	Strukturmodell anpassen Das Systemlinienmodell sollte idealisiert und vereinfacht werden. Stützen und Wände sollten z.B. auch bei unterschiedlichen Wanddicken übereinander angeordnet werden.	<input checked="" type="checkbox"/>
	Bauteil-Berechnung vorbereiten Aufbauend auf dem Strukturmodell werden die für die Bauteil-Berechnungen und Nachweisführungen benötigten Teilmengen gebildet und für die statischen Berechnungen weitergegeben.	<input checked="" type="checkbox"/>

Strukturmodell erzeugen und anpassen

Aus dem Architekturmodell erstellt der Tragwerksplaner das Strukturmodell [7]. Hierfür werden für alle tragenden Bauteile und Öffnungen Strukturelemente erzeugt. Für diese Aufgabe nutzt ViCADO.ing das Attribut „tragend = ja“ sowie die Geschossstruktur, um einen möglichst hochwertigen ersten Stand des Strukturmodells zu erzeugen.

In der Folge prüft der Tragwerksplaner diesen Stand des Systemlinienmodells und führt in der Regel weitere Idealisierungen und Vereinfachungen teilautomatisiert durch.

Bauteil-Berechnungen vorbereiten

Auch wenn durch die Ableitung eines Strukturmodells aus dem Architekturmodell sehr schnell eine 3D-Berechnung des kompletten Tragwerkes möglich wäre, ist dies bei vielen Tragwerken nicht das Ziel für die Berechnungen und Nachweisführungen. Die Wahl des passenden Berechnungsverfahrens ist die zentrale Aufgabe des Tragwerksplaners. Sofern möglich, wird für die Nachweisführung das Positionsprinzip angewendet. Hierbei werden einzelne Bauteile oder Teilsysteme, z.B. für Geschossdecken, gebildet, unabhängig berechnet und Lagerreaktionen als Belastungen weitergeführt.

Nur wenn es das Tragwerk oder die Nachweisführung erfordert, nutzt der Tragwerksplaner Software-Werkzeuge, die eine Analyse des Gesamtsystems ermöglichen.

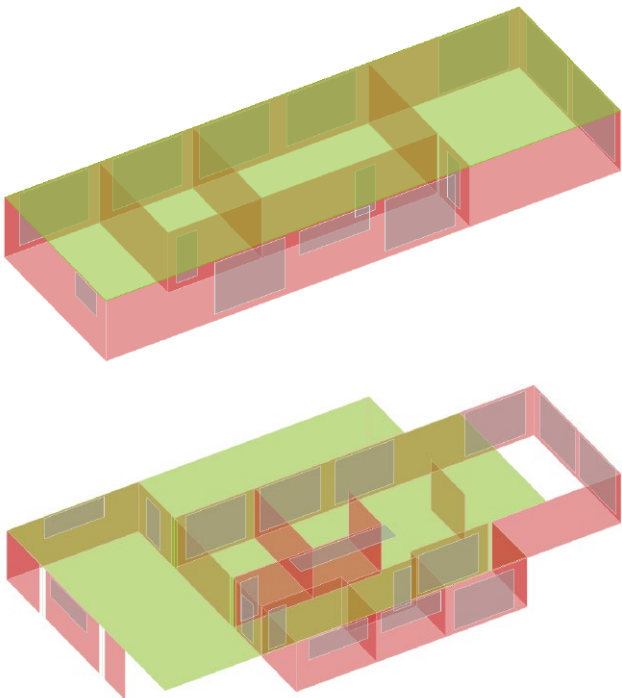


Bild 11. Teilmengen für die Bemessung der Geschossdecken

Fazit

Mit dem IFC-Format steht dem Tragwerksplaner ein hilfreiches Werkzeug bereit, Synergien in der Projektplanung zu nutzen. Leider ist der Austausch von Gebäudemodellen im IFC-Format keine triviale Aufgabe, die ohne Absprachen mit dem ersten Klick ein gutes Ergebnis liefert. Bei einer BIM-Projektplanung, wie es die Literatur beschreibt, werden durch entsprechende vertragliche Regelungen und Absprachen die heute bekannten Probleme überwunden. Dieser Artikel bezieht sich daher auf die Zusammenarbeit zwischen Planern in der heutigen Zeit. Er soll ein Mindestmaß an Absprachen und Entscheidungen aufzeigen, ohne die ein zufriedenstellender Modellaustausch kaum möglich ist.

Dipl.-Ing. (FH) Markus Öhlenschläger
mb AEC Software GmbH
mb-news@mbaec.de

Literatur

- [1] BIM4INFRA2020, Leitfaden und Muster für AuftraggeberInformationsanforderungen (AIA), (https://bim4infra.de/wp-content/uploads/2019/07/BIM4INFRA2020_AP4_Teil2.pdf, 26.4.2021).
- [2] BIM4INFRA2020, Leitfaden und Muster für den BIM-Abwicklungsplan (BAP), (https://bim4infra.de/wp-content/uploads/2019/09/BIM4INFRA_AP4_Teil3.pdf, 26.4.2021).
- [3] Öhlenschläger, Markus: BIM-Begriffe im Datenaustausch. mb-news 04/2018.
- [4] BuildingSmart, IfcBuildingStorey. (https://standards.buildingsmart.org/IFC/RELEASE/IFC4_1/FINAL/HTML/schema/ifcproductextension/lexical/ifcbuildingstorey.htm, 26.4.2021).
- [5] buildingSmart (<https://www.buildingsmart.org/>).
- [6] Öhlenschläger, Markus: Regel-Assistent. mb-news 04/2019.
- [7] Öhlenschläger, Markus: Arbeiten mit Strukturelementen. mb-news 06/2018.

Preise und Angebote

ViCADO.ing
Positions-, Schal- und Bewehrungsplanung

ViCADO.ifc
Import/Export von IFC-Dateien

ViCADO.bcf
Informationsaustausch im BIM-Prozess
über das BCF-Format

Es gelten unsere Allgemeinen Geschäftsbedingungen. Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Alle Preise zzgl. Versandkosten und MwSt. – Hardlock für Einzelplatzlizenz je Arbeitsplatz erforderlich (95,- EUR). Folgekosten-/Netzwerkbedingungen auf Anfrage. – Stand: Mai 2021

Unterstütztes Betriebssystem: Windows 10 (64)

Preisliste siehe www.mbaec.de