

Leitfaden für die Schlitz- und Durchbruchplanung auf Basis von IFC

Erarbeitet durch die
Arbeitsgruppe Schlitz- und Durchbruchplanung
der buildingSMART-Regionalgruppe Mitteldeutschland

Veröffentlicht am: 10.01.2020

Version: 3

Inhaltsverzeichnis

Leitfaden für die Schlitz- und Durchbruchsplanung auf Basis von IFC	1
Inhaltsverzeichnis	2
Einführung	4
Allgemein	4
Mitwirkende.....	4
Problemstellung.....	5
Ziele	5
Rollendefinition	6
Software.....	7
Inhaltliche Anforderungen.....	7
Technische Anforderungen	8
Vertragliche Anforderungen.....	9
Ablauf (Workflow)	10
A: Erstellung der Modelle	10
B: Schlitz- und Durchbruchsplanung auf Basis von IFC	11
BPMN Ablaufdiagramm	12
B1: Erstellung der Durchbruchsvorschläge	13
B2: Prüfung der Durchbruchsvorschläge durch Tragwerksplanung	13
B3: Prüfung der Durchbruchsvorschläge durch Objektplanung	13
B4: Einarbeitung der Prüfergebnisse.....	14
B5: Integration der Durchbruchsvorschläge	15
B6: Zusammenführung der Modelle	16
Hinweise und Empfehlungen.....	17
Umgang mit mehreren TGA-Planern	17
Einbindung weiterer Fachplaner (nicht TGA)	17
Nutzung von Sperrzonen	17
Umgang mit nicht von der TGA-kommenden Durchbrüchen (Aufzug)	17
Direkte Kommunikation zwischen Tragwerksplaner und TGA-Planer.....	17
Planerstellung erst nach der Freigabe von Modellen	18
Kommunikation	19
Herausforderungen für die Softwareentwicklung	20
Ausblick	20

Anlagen

Anlage 1: Programmeinstellungen	21
ArchiCAD (ARC)	21
Revit + Linear (TGA)	26
ViCADO (TWP)	30
Solibri	37
Anlage 2: Gemeinsamer Einfügepunkt.....	39
Anlage 3: Optimierungspotential in der genutzten Software	40
Anlage 4: mvdXML-Schema und als Dokumentation und Prüftool	42

Einführung

Allgemein

Im November des Jahres 2017 wurde im Zuge eines buildingSMART-Regionalgruppentreffens (Regionalgruppe Mitteldeutschland) die Arbeitsgruppe Schlitz- und Durchbruchsplanung gegründet. Diese entstand aus einer Initiative von mehreren Personen / Firmen, welche sich gemeinsam für die Entwicklung eines einheitlichen Standards für die Durchbruchsplanung auf Basis von IFC einsetzen möchten.

Das erklärte Ziel der Arbeitsgruppe ist der Aufbau eines einfachen und pragmatischen Workflows für eine BIM-basierte Durchbruchsplanung.

Der nachfolgende Leitfaden beschreibt die Ergebnisse aus der Arbeitsgruppe. Neben der Vorstellung und Erläuterung des Workflows werden auch viele weitere Themen (allg. BIM-Informationen, gemeinsamer Einfügekpunkt etc.) aufgegriffen und in den Anhängen des Dokuments ausgeführt.

Sämtliche digitalen Informationen (Modelle, Vorlagen, XML-Dateien, usw.), die im Zuge der Erstellung des Leitfadens zusammengetragen wurden, sind unter folgendem Link frei verfügbar:

<https://www.dropbox.com/sh/lxqadv52dc2mrxj/AABJueeLUMZa3rBq1QJ8SNH3a?dl=0>

Der Leitfaden enthält alle Erkenntnisse die gesammelt wurden und gibt Hinweise und Hilfen für die praktische Anwendung.

Mitwirkende

Name	Funktion	E-Mail-Adresse
Julien Beyer	BIM Manager bei der S&P - Gruppe	j.beyer@sup-sahlmann.com
Dr. Sebastian Fuchs	Bauinformatiker bei TragWerk-Ingenieure	sf@tragwerk-ingenieure.de
Andreas Tigges	Geschäftsführer und BIM-Manager bei teamproject	andreas.tigges@teamproject.de
Daniel Wagner	TGA Planer bei HKL Ingenieure	d.wagner@hkl-ingenieure.de
Martin Werner	Architekt bei hks architekten GmbH	martin.werner@hks-architekten.de
Dr. Matthias Weise	BIM Entwickler bei AEC3 Deutschland GmbH	mw@aec3.de
Falk Schumann	TGA-Planer bei INNIUS GTD GmbH	f.schumann@innius-gtd.de
Tom Radisch	Wissenschaftlicher Mitarbeiter an der HTWK Leipzig	tom.radisch@htwk-leipzig.de

Problemstellung

Die Schlitz- und Durchbruchplanung im konventionellen Planungsprozess ohne den Einsatz von BIM-Methoden oder IFC hat in vielen Bereichen Schwächen, die immer wieder zu Fehlern, Problemen oder auch Streit zwischen den Beteiligten führen.

Die bekanntesten Schwierigkeiten sind:

- vielfältige Kommunikationsmittel
- kein klares Rollenverständnis, unterschiedliche Erwartungshaltungen
- planbasiertes Arbeiten
- teils unterschiedliche Referenzhöhen und Einheitensysteme
- hoher Zeitdruck bei vielen iterativen Prozessen
- Zeitpunkte der Durchbruchplanung sehr unterschiedlich

Daher möchten wir durch die neue Betrachtungsweise des Durchbruchworkflows mit Hilfe von BIM-Methoden zumindest Möglichkeiten aufzeigen, einige der Probleme zu lösen.

Ziele

Die Arbeitsgruppe Durchbruchplanung hat das klare Ziel, mit den Ergebnissen Ihrer Arbeit, jedem die Möglichkeit zu geben eine einfache Durchbruchplanung per IFC durchzuführen. Dazu soll besonders auf die erkannten Schwierigkeiten konventioneller Planungen eingegangen werden, um Vorteile herauszuarbeiten und dadurch eine reale Effektivitätssteigerung zu bewirken.

Die Arbeitsgruppe setzt sich aus verschiedensten Beteiligten und Firmen zusammen, wodurch die Möglichkeit besteht, unterschiedliche Anforderungen und Betrachtungsweisen innerhalb des Prozesses Durchbruchplanung zu berücksichtigen. Weiterhin ist die Arbeitsgruppe sehr praxisorientiert aufgestellt. Unser Ziel ist es daher, den theoretischen Ansatz immer gleich praktisch auszutesten und diese Erkenntnisse in die Ergebnisse einfließen zu lassen.

Das Ziel der Arbeitsgruppe ist es, auf Basis von openBIM (IFC), einen klaren praxisnahen Workflow zu schaffen. Dieser soll vor allem kleinen und mittelständigen Unternehmen helfen, die Durchbruchplanung auf BIM Basis effektiv durchzuführen.

Rollendefinition

Die klassischen Rollendefinitionen gemäß der HOAI für eine Schlitz- und Durchbruchsplanung gelten auch für den vorgeschlagenen Workflow.

Es werden nur zusätzliche BIM-Rollen und Aufgaben ergänzt. Das bedeutet für die klassischen Disziplinen Architektur, Gebäudetechnik und Tragwerksplanung, dass es immer je einen Verantwortlichen/Ansprechpartner (BIM-Koordinator) für die Fachmodelle geben muss.

Weiterhin wird die Disziplin/Rolle des BIM Gesamtkoordinators ergänzt, welcher die Aufgabe der Kontrolle und Zusammenführung hat.

Die Disziplinen / Rollen sind in der nachfolgenden Tabelle dargestellt und beziehen sich auf den reinen Workflow zur Durchbruchsplanung:

Disziplin/Rollen	Beschreibung
Koordinierender z.B.: der Architekt/Objektplaner	Aufgaben der Koordination im Durchbruchprozess. Muss einen Ansprechpartner für die Modelle stellen.
Erstellender z.B.: der Gebäudetechniker	Aufgaben der Erstellung von Durchbruchvorschlägen im Durchbruchprozess. Muss einen Ansprechpartner für die Modelle stellen.
Prüfender z.B.: der Tragwerksplaner oder der Brandschützer	Aufgaben der Prüfung im Durchbruchprozess. Muss einen Ansprechpartner für die Modelle stellen.
BIM-Gesamtkoordination	Aufgabe der Datenkoordination, Zusammenführung und Prüfung der Modelle
BIM-Management	Koordination und Abstimmung der BIM-Anwendung in Projekten

Anmerkung: Die obenstehende Tabelle beschreibt lediglich die für den Prozess erforderlichen Rollen, unabhängig von den vertraglichen Verpflichtungen.

Software

Für die IFC-basierte Schlitz- und Durchbruchplanung ist das Vorhandensein eines BIM-fähiges Werkzeug (IFC-Import & -Export) unerlässlich. In der Testumgebung der Arbeitsgruppe wurden beispielhaft die folgenden Programme verwendet. Ein Workflow mit anderen Programmen ist ebenfalls immer möglich.

Disziplin / Rollen	Programm	Version
Koordinierender z.B.: der Architekt/Objektplaner	ArchiCAD	21
Erstellender z.B.: der Gebäudetechniker	Revit + Linear + Microstation TRICad	2017/2018
Prüfender z.B.: der Tragwerksplanung oder der Brandschützer	mb-ViCADO	2018
BIM-Koordination	Navisworks/Solibri Model Checker	2018/9.8
Alle (IFC-Anschauungstool)	FZK-Viewer / Solibri Model Viewer	4/9.8

Inhaltliche Anforderungen

Folgende Grundsätze sind bei der Schlitz- und Durchbruchplanung zu beachten:

- Alle Fachplaner arbeiten in Ihrem Fachmodell (oder Modellen) mit Ihrer Autorensoftware
- Der TGA-Planer erstellt die Durchbruchvorschläge nach seinen Anforderungen
- Die Durchbruchvorschläge werden in einem separaten Durchbruchmodell übergeben
- Das Austauschformat ist IFC (Austauschformat der AG: IFC4 *Reference View* (RV) oder *Design Transfer View* (DTV)¹)
- Der Workflow muss juristisch abgesichert und nachvollziehbar sein, d.h. es muss nachvollziehbar sein, wer für was verantwortlich ist und wann Änderungen vorgenommen wurden.
- Der Workflow ist leistungsphasenunabhängig. So sollten z.B. in der LPH 2 die Durchbrüche für die Haupttrassenwege geklärt werden.
Weiterhin gilt gemäß HOAI für LPH 3:
[...] „Angabe und Abstimmung der für die Tragwerksplanung notwendigen Angaben über Durchführungen und Lastangaben (ohne Anfertigen von Schlitz- und Durchführungsplänen“, und die LPH 5:
„Anfertigen von Schlitz- und Durchbruchplänen“
Die inhaltliche Tiefe der Durchbruchplanung wird nicht vorgegeben und bleibt projektabhängig.

¹ <http://www.buildingsmart-tech.org/specifications/ifc-view-definition>

- Als Durchbrüche gelten Schlitz- und Bohrungen, Aussparungen (z.B. für Elektro) und klassische Durchbrüche

Technische Anforderungen

Für den praktisch erprobten Workflow wurden folgende technischen Anforderungen hinsichtlich Modellierung und Datenübergabe gestellt:

- Als Basisformat für den Datenaustausch wird IFC 4 verwendet.
- Der Datenaustausch wurde mit dem *Reference View* erprobt. Die Anwendung des *Design Transfer View* ist ebenfalls möglich und immer dann zu empfehlen, wenn die Durchbruchvorschläge mit Rechteck- und Kreisprofilen geometrisch beschrieben werden sollen. Dies ist vor allem dann sinnvoll, wenn Durchbruchvorschläge automatisch in Öffnungselemente umgewandelt werden sollen.
- Die Durchbruchvorschläge werden vom TGA-Planer als Volumenkörper übergeben, sind als *IfcBuildingElementProxy* klassifiziert und erhalten entsprechend der IFC4 Konvention den Typ (PredefinedType) *PROVISIONFORVOID*.
- Dem Durchbruchvorschlag wird der in IFC4 vorhandene Eigenschaftssatz [Pset_BuildingElementProxyProvisionForVoid](#) angehängt, in welchem die Form, die Abmessung (Höhe und Breite bzw. Durchmesser, und Tiefe) sowie das verursachende System des Durchbruchs (z.B. Lüftung, Heizung, etc.) definiert werden.
- Jeder Durchbruchvorschlag soll eindeutig über seinen Elementnamen identifizierbar sein. Die Namen von Durchbruchvorschlägen sollen einer vorgegebenen Namenskonvention entsprechen. Dazu gehören Informationen zur Art des Durchbruchs sowie eine eindeutige ID. Beispiele sind: z.B. Wanddurchbruch eckig:L-WD eckig:14823213
- Zur Kennzeichnung des Durchbruchs-Status (nicht freigegeben, freigegeben, in Abstimmung, etc.) empfehlen wir eine einheitliche Vorgehensweise. Dies könnte man z.B. über eine Farbkodierung, ein eigenes Eigenschaftenset, oder wie in unserem Beispiel über einen Freitext in der Eigenschaft Material lösen.
- Die Durchbrüche in Decken und Wänden müssen als eigenständige Öffnungselemente (*IfcOpeningElement*) des jeweiligen Bauteils modelliert werden, sodass die Durchbrüche identifizierbar und die Öffnungsgeometrie auswertbar bleiben.
Achtung: Durch die Verwendung von Booleschen Operatoren (z.B. *Solid-Element-Operation* im ArchiCAD) können die Durchbruchvorschläge auch als geometrische Abzugskörper der Wände und Decken definiert werden. So lassen sich sehr komfortabel und schnell Öffnungen (vermeintliche Durchbrüche) in Decken und Wänden erstellen, welche im IFC-Export jedoch nicht mehr als eigenständige Öffnungselemente ansprechbar sind. Dies gilt es dringend zu vermeiden.
- Die Öffnungselemente (Durchbrüche) sollten im Idealfall ein eigenes Eigenschaftenset haben, welches die gleichen Eigenschaftswerte, wie das des Durchbruchvorschlags aufweist.
Achtung: Da eine automatische Übertragung der Eigenschaftswerte der Durchbruchvorschläge mangels softwaretechnischer Umsetzung derzeit noch nicht möglich ist, erfordert die händische Übernahme sehr viel Zeit und birgt hohes Fehlerpotential. Deshalb haben wir in unserem Testdurchlauf ausdrücklich darauf verzichtet.
- Für eine bessere Übersichtlichkeit sollte eine einheitliche Namenskonvention für Projekt (IFCProject), Grundstück (IFCSite) und Gebäude (IFCBuilding) unter allen Planern vereinbart werden.

Anmerkung zur Verwendung von IFC 2x3:

Die für IFC 4 beschriebenen Anforderungen sind in ähnlicher Weise auch mit IFC 2x3 umsetzbar. Auch hier können Elemente vom Typ *IfcBuildingElementProxy* als Durchbruchsvorschläge angelegt werden. Im Unterschied zu IFC 4 kann aber nicht der PredefinedType *PROVISIONFORVOID* gewählt werden. Stattdessen soll hierfür der nutzerdefinierbare Typ (*ObjectType*) ebenfalls mit *PROVISIONFORVOID* belegt werden. Der in IFC 4 eingeführte Eigenschaftssatz ist in IFC 2x3 offiziell noch nicht verfügbar, soll im Sinne eines einheitlichen Datenaustauschs aber ebenso in IFC 2x3 verwendet werden.

Vertragliche Anforderungen

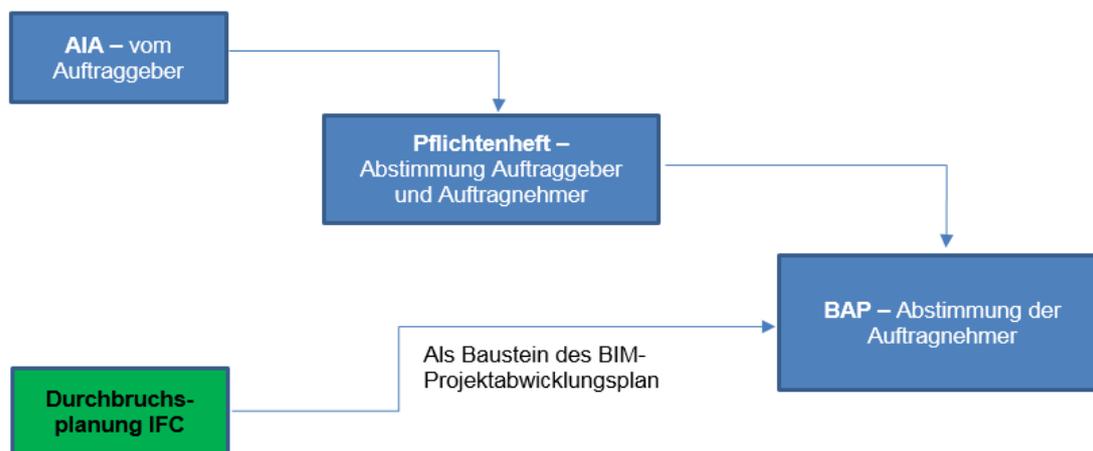
Der Einsatz digitaler Planungsmethoden, insbesondere die Verwendung von der Building Information Modeling (BIM-Methode) stellt zum Teil neue Anforderungen.

Der Prozess ist jedoch im Wesentlichen auf Grundlage der bestehenden HOAI abzubilden, da die Leistungsbilder der HOAI grundsätzlich abstrakt und methodenneutral ausgestaltet sind.

Die Broschüre *BIM-Leistungsbilder* in der 2. Auflage 2017 aus dem Hause Kapellmann Rechtsanwälte bietet hier weiterführende Informationen über alle Leistungsbilder und Leistungsphasen (frei verfügbar).

Auf Grundlage der bestehenden Regelungen bzw. der in obiger Broschüre vorgeschlagenen Leistungsbilder ist aus Sicht der Autoren bereits eine IFC-basierte Schlitz- und Durchbruchsplanung möglich.

Zur Veranschaulichung sei hier ein allgemeiner BIM-Ablauf, der angenommen wird, zur Einordnung der IFC-basierten Durchbruchsplanung beispielhaft dargestellt:



Ablauf (Workflow)

A: Erstellung der Modelle

Vor der eigentlichen Schlitz- und Durchbruchsplanung müssen die beteiligten Planer 3D-Modelle erstellen. Der Vollständigkeit halber skizzieren wir an dieser Stelle grob, wie die Modelle erstellt werden.

Wir möchten ausdrücklich darauf hinweisen, dass der Prozess der Modellerstellung nicht Gegenstand unserer Arbeit ist und das Thema daher nur rudimentär behandelt wird.

Die Schlitz- und Durchbruchsplanung erfolgt im Anschluss an diesen Prozess unter Punkt B.

Name	Größe	Gepackt	Typ	Geändert am
Lokaler Datenträger				
.			Dateiordner	05.12.2018 08:32
A1_ARC.ifc	256.112	79.029	IFC File	18.12.2018 08:47
A2_GBT.ifc	413.114	112.432	IFC File	17.12.2018 08:53
A2_TWP.ifc	62.082	14.622	IFC File	17.12.2018 08:53
B1_GBT.ifc	24.452	8.169	IFC File	17.12.2018 08:53
B4_GBT.ifc	25.678	8.510	IFC File	17.12.2018 08:53
B5_ARC.ifc	279.925	86.512	IFC File	18.12.2018 08:47
B5_GBT.ifc	490.125	164.861	IFC File	17.12.2018 08:53
B5_TWP.ifc	49.531	14.545	IFC File	17.12.2018 08:53
A3_KOR.smc	549.215	539.183	Solibri Model Chec...	18.12.2018 08:47
B6_KOR.smc	443.548	427.074	Solibri Model Chec...	18.12.2018 08:47

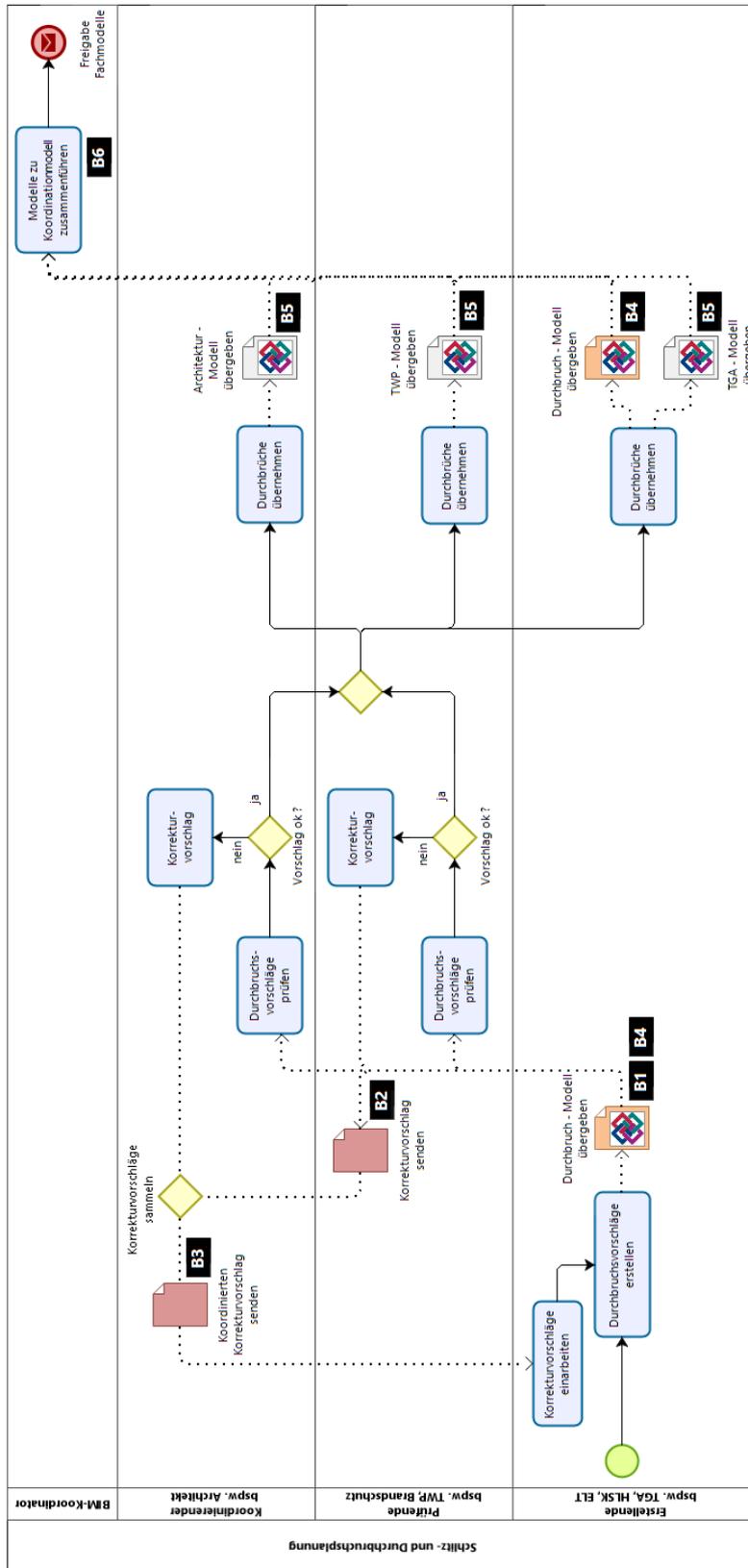
Übersicht aller Modelle die zu Testzwecken genutzt wurden

B: Schlitz- und Durchbruchsplanung auf Basis von IFC

Als Grundlage für die Schlitz- und Durchbruchsplanung auf Basis von IFC müssen je Fachdisziplin die notwendigen Fachmodelle in ausreichender Detaillierung vorhanden sein (siehe Punkt A).

Danach erfolgt der eigentliche Prozess „Schlitz- und Durchbruchsplanung“, der im Folgenden eingehend erläutert wird.

BPMN Ablaufdiagramm

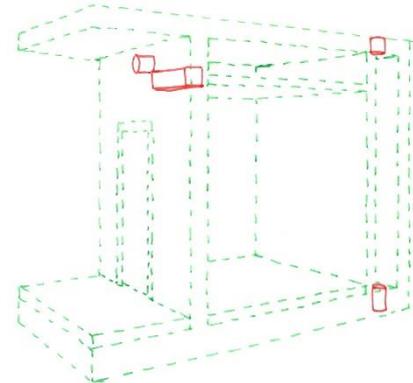


B1: Erstellung der Durchbruchvorschläge

Verantwortlich: Erstellender (TGA-Planer)

Empfehlung: Alle TGA-Gewerke sind abgestimmt (Lage Trassen, Brandschutz, etc.), ein koordinierter Leitungsplan liegt vor

- Erstellung der Durchbruchvorschläge als Volumenkörper (in anderen Bauteilen) auf Basis der TGA-Planung
- Jedem Durchbruchvorschlag wird ein Eigenschaftenset mit Form, Größe, Durchmesser, Tiefe, System (HKLSE), sowie der Status (nicht freigegeben) angehängt
- Verteilung der Durchbruchvorschläge als separate IFC-Datei an Architekt und Tragwerksplaner



Hinweis: Infos zu Klassifizierung, Eigenschaftensets und Namenskonventionen im Kapitel *Technische Anforderungen*

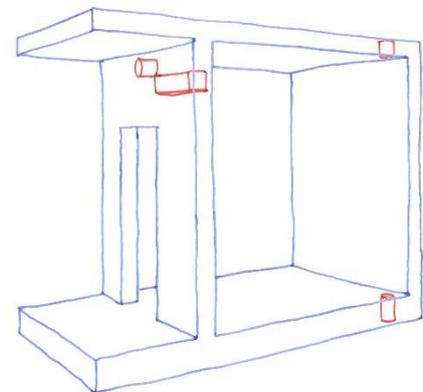
Es können natürlich unabhängig von unseren Vorgaben andere Klassifizierungen und Eigenschaftensets benutzt werden, jedoch empfehlen wir dringend vorab mit allen Beteiligten eine Namenskonvention zu vereinbaren.

B2: Prüfung der Durchbruchvorschläge durch Tragwerksplanung

Verantwortlich: Prüfender (Tragwerksplaner)

- Prüfung der Durchbruchvorschläge auf fachliche Belange der Tragwerksplanung
- Erstellung eines nachvollziehbaren Prüfprotokolls mit allen Änderungswünschen und Hinweisen
- Übergabe des Prüfprotokolls an den Architekten

Hinweis: Verwendung von BCF-Dateien als Prüfprotokoll wird empfohlen

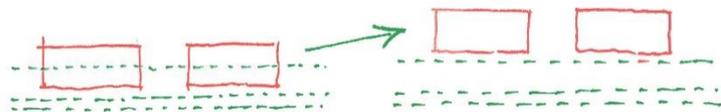
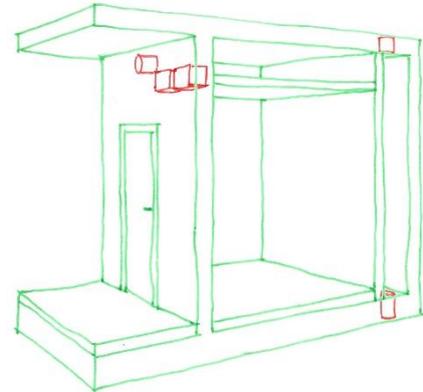


Bsp.: Durchbruch zu groß >> in zwei kleine Durchbrüche teilen

B3: Prüfung der Durchbruchvorschläge durch Objektplanung

Verantwortlich: Koordinierender (Architekt)

- Prüfung des Durchbruchsvorschläge auf fachliche und gestalterische Belange der Objektplanung, ggf. unter Einbeziehung des Statikers bei Änderungswünschen (in der Regel zeitgleich mit B2)
- Prüfung und Integration des Protokolls der Tragwerksplanung unter Gesichtspunkten der Gesamtkoordination
- Erstellung eines nachvollziehbaren Prüfprotokolls aus allen Änderungswünschen und Hinweisen von Tragwerksplanung und Objektplanung
- Übergabe des Prüfprotokolls an den TGA-Planer



Bsp.: Kollision mit Abhangdecke >> Durchbrüche nach oben verschieben

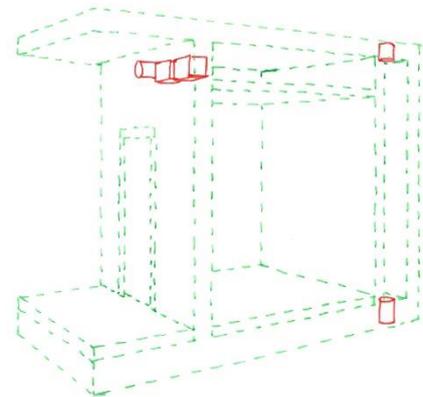
Hinweis: Der Architekt behält nach wie vor die Koordinationshoheit zwischen den Planungsdisziplinen.

Die Verwendung von BCF-Dateien als Prüfprotokoll wird empfohlen.

B4: Einarbeitung der Prüfergebnisse

Verantwortlich: Erstellender (TGA-Planer)

- Einarbeitung der Prüfergebnisse in das Fach-Modell
- Erstellung einer neuen Datei mit aktualisierten Durchbruchsvorschlägen (Anforderungen wie B1)
- Aktualisierung des Durchbruchs-Status
- Übergabe der Durchbruchsvorschläge via IFC an alle Fachplaner



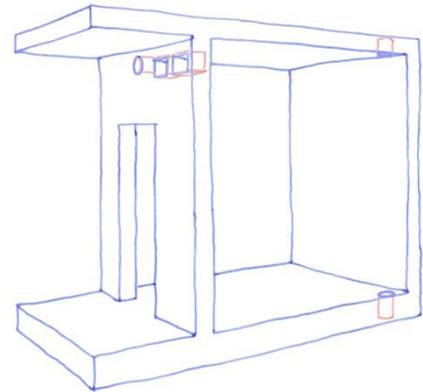
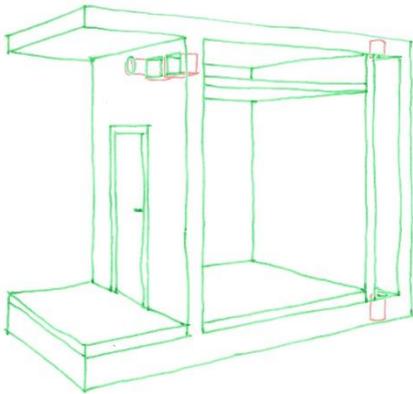
Hinweis: B1 bis B4 sind iterative Prozesse, die im normalen Projektverlauf durchaus mehrfach und getrennt nach Geschoss / Bauabschnitt durchlaufen werden

B5: Integration der Durchbruchvorschläge

Verantwortlich: Koordinierender, Prüfender (Architekt, Tragwerksplaner)

Voraussetzung: die Durchbruchvorschläge der TGA sind konfliktfrei und alle Änderungswünsche / Hinweise von Tragwerksplanung, bzw. Architektur wurden eingearbeitet

- Architekt und Tragwerksplaner erstellen auf Basis der Durchbruchvorschläge (Volumenkörper) die passenden Durchbrüche (Löcher / Öffnungen) in ihrem jeweiligen Fachmodell
- Kernbohrzonen werden anschließend mit einem passenden Stück Wand / Decke verschlossen, welches den Namens-Tag „Kernbohrzone“ erhält
- Die Durchbrüche und Schlitzte müssen als IfcOpening-Element klassifiziert werden
- Jedem Durchbruch wird ein Eigenschaftenset mit Form, Größe, Durchmesser, Tiefe, System (HKLSE) angehängt
- Die aktualisierten Fachmodelle werden allen Beteiligten als IFC zur Verfügung gestellt



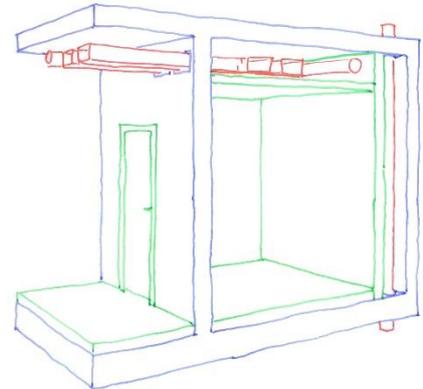
Hinweise: Wenn möglich sollen die Durchbruchvorschläge automatisiert in Durchbrüche umgewandelt werden, inkl. des dazugehörigen Eigenschaftensets.

Leider ist diese Funktion in den meisten CAD-Programmen noch nicht vorhanden, wodurch bei der Integration der Durchbrüche ein erheblicher Zeitaufwand erforderlich ist, sowie ein großes Fehlerpotential durch händisches Übertragen entsteht. Hier muss die Softwareindustrie schnell Lösungen liefern!

B6: Zusammenführung der Modelle

Verantwortlich: BIM-Koordinator

- Zusammenführung der Modelle in einem Koordinationsmodell
- Prüfung der Modelle nach formalen Kriterien, auf Kollisionen und Konsistenz
- Es sollten keine harten Kollisionen von TGA-Elementen mit Elementen der Architektur oder Tragwerksplanung vorhanden sein (in dem Bereich, wo die S+D-Planung bereits erfolgt ist)
- Übergabe der Prüfergebnisse an die betroffenen Fachplaner zur Einarbeitung der Ergebnisse



Hinweis: Eine automatisierte Prüfung mittels Prüfprogramm (Model-Checker) und die Verwendung von BCF-Dateien als Prüfprotokoll wird empfohlen.

Füllungen von Kernbohrzonen sollten bei der Kollisionsprüfung berücksichtigt werden.

Hinweise und Empfehlungen

Für einen reibungslosen Ablauf der Schlitz – und Durchbruchsplanung auf Basis von IFC können je nach Projekt Anpassungen oder Erweiterungen des erläuterten Workflows auftreten. Aufgrund der Komplexität konnte aber nicht jeder Fall abgebildet werden, daher sollen nachfolgend die wichtigsten auftretenden Fälle und Empfehlungen kurz vorgestellt werden.

Umgang mit mehreren TGA-Planern

- Fall:** In einem Projekt gibt es nicht einen, sondern mehrere TGA-Planer
- Standardlösung:** In diesem Fall wird empfohlen, dass jeder TGA-Planer (Meist HLSK und ELT) seine Durchbrüche kommuniziert. Gemeinsam genutzte Durchbrüche werden über einen der TGA-Planer koordiniert/kommuniziert. In Folge gibt es mehrere Durchbruchsmodelle.
- Alternative-Lösung:** Alternativ können alle Durchbruchsvorschläge in einem Modell gesammelt und durch einen Verantwortlichen TGA-Koordinator verwaltet und vorabgestimmt werden.

Einbindung weiterer Fachplaner (nicht TGA)

- Fall:** In einem Projekt gibt es neben der Tragwerksplanung auch weitere prüfende Instanzen (z.B. Brandschutzplaner, Baufirmen...).
- Standardlösung:** In diesem Fall wird empfohlen, dass jeder Prüfende Anmerkungen an die Durchbruchsvorschläge erstellt und alles über den Architekten kommuniziert wird.

Nutzung von Sperrzonen

- Empfehlung:** Um die Abstimmung der Durchbrüche und die generelle Planung der TGA-Fachplaner zu vereinfachen, wird empfohlen, Sperrzonen durch die Tragwerksplaner zu definieren. Dadurch werden klar festgelegte Zonen als Sperrzone festgelegt. Dies kann am einfachsten durch festlegen von Bauteilen und dem Eintragen einer Eigenschaft in den Modellen der Architektur und Tragwerksplanung erfolgen.

Umgang mit nicht von der TGA-kommenden Durchbrüchen (Aufzug)

- Fall:** In einem Projekt werden verschiedenste weitere Durchbrüche und Öffnungen zum Beispiel durch den Aufzugsbauer notwendig.
- Standardlösung:** In diesem Fall wird empfohlen, dass die Durchbrüche im Architekturmodell mitgeführt werden ohne die Durchbruchsabstimmung zu fahren (klassischer Weg).

Direkte Kommunikation zwischen Tragwerksplaner und TGA-Planer

- Fall:** In einem Projekt soll die Abstimmung der Durchbrüche erst komplett mit dem Tragwerksplaner erfolgen.
- Standardlösung:** In diesem Fall wird empfohlen, dass die Durchbrüche erst mit dem TWP-Modell abzustimmen und dann erst die Abstimmung mit dem Architekten vorzunehmen. Die notwendige Beachtung beider Fachdisziplinen bleibt erhalten.

Planerstellung erst nach der Freigabe von Modellen

Die Abstimmung der Durchbrüche nach dem dargestellten Workflow basiert auf Modellen. Es ist daher sinnvoll, dass auf Basis der Modelle auch weitere Abstimmungen erfolgen und erst mit der Freigabe die Planerstellung und Abgabe erfolgt. Dadurch wird Aufwand gespart, indem Änderungen in den Abstimmungen deutlich geringer ausfallen.

Kommunikation

Die Fachmodelle, sowie die Hinweise und Änderungswünsche bezüglich der Durchbruchvorschläge müssen zwischen den Fachplanern kommuniziert werden. Im dargestellten Prozessablauf gibt es keine eindeutige Festlegung, wie dieser Austausch zu erfolgen hat. Konventionell kann man dafür alle gängigen Kommunikationsmittel, wie beispielsweise E-Mails, USB-Sticks, Ausdrucke oder Telefon benutzen.

Will man die BIM-Methode in seiner Gänze anwenden, so steht im Mittelpunkt des Datenaustausches jedoch immer ein gemeinsamer Server, bzw. ein Datenraum. Vorteile wie konsistente Datenhaltung, Zugriffsrechte, Freigabeprozesse, Strukturierte Ablage und gute Auffindbarkeit sprechen für sich. Daher empfehlen wir an dieser Stelle den Einsatz eines zentralen Datenraums.

Ein weiteres Kommunikations- und Dokumentationsmittel ist der Austausch von BCF-Dateien und die Verwaltung dieser über eine Plattform. *„Das BIM Collaboration Format ist eine Datenschnittstelle zum vereinfachten Austausch von Informationen während des Arbeitsprozesses zwischen verschiedenen Softwareprodukten basierend auf dem IFC-Austauschformat. Es ermöglicht eine modellbasierte Kommunikation zwischen verschiedenen Anwendern und informiert über Status, Ort, Blickrichtung, Bauteil, Bemerkung, Anwender und Zeitpunkt im IFC Datenmodell.“*²

Für die Kommunikation im BIM-Prozess ist die BCF-Datei ein hervorragendes Werkzeug, da es als „virtueller Notizzettel“ eine papierlose Koordination der verschiedenen Fachdisziplinen ermöglicht. Im Rahmen der Schlitz- und Durchbruchplanung lassen sich BCF-Datei ideal als Prüfprotokolle für Änderungswünsche und Hinweise verwenden.

Eine BCF-Datei besteht in der Regel aus mehreren „Issues“ (Mängeln, Hinweisen, Aufgaben) die neben einer Beschreibung auch Screenshots der Situation, Kameraposition im Modell, sowie die Auswahl der betreffenden Modellelemente erhalten. Klickt der Empfänger auf einen betreffenden „Issue“, so wird er in seinem Softwaresystem direkt an die betreffende Stelle im Modell navigiert und kann bequem die Änderung vornehmen, Kommentare dazu verfassen und den Status (Offen, Geschlossen, in Bearbeitung, etc.) ändern. Nach Abarbeiten einer ganzen Liste von „Issues“, kann er diese dann seinerseits wieder als BCF an den ursprünglichen Sender verschicken. Dieser Workflow ist extrem effizient, transparent und erleichtert die Zusammenarbeit sehr.

Um noch effektiver zu arbeiten, gibt es bereits eigene Plattformen (z.B. BIM-Collab), die einen ganzen Servicebereich rund um BCF, inkl. Plugins für viele Programme, automatische Synchronisation, etc. bereitstellen.

Inzwischen sind auch viele CAD-Systeme in der Lage BCF-Dateien zu verarbeiten, sodass das Arbeiten in der gewohnten Softwareumgebung möglich ist. Teilweise benötigt man hierfür noch ein zusätzliches Plugin (z.B. BIM-Collab). Kostenlose IFC-Viewer, wie z.B. Zoom, Tekla BIMsight oder auch DDS-CAD können ebenfalls BCF-Dateien interpretieren.

Hinweis: Die Regionalgruppe Stuttgart rund um Tobias Döring beschäftigt sich aktiv mit dem Thema BCF und hat entsprechende Leitfäden und Workflows zur Anwendung entwickelt. Diese können bei der Gruppe angefragt werden.

² Quelle: <https://www.buildingsmart.de/bim-knowhow/standards>

Herausforderungen für die Softwareentwicklung

Während der Erarbeitung unseres Workflows haben wir für spezifische Problemstellungen diverse Lösungsvarianten innerhalb unserer Softwareumgebung getestet. Dabei sind wir immer wieder an Grenzen gestoßen, bzw. mussten Dinge händisch erledigen, die im Sinne einer konsistenten BIM-Planung automatisiert funktionieren sollten. Aufgrund dessen haben wir folgende Wunschliste für die Softwarebranche erstellt:

- Automatische Umwandlung der Durchbruchsvorschläge (Volumenkörper) vom TGA-Planer in Durchbrüche (Opening-Elemente) innerhalb der Autorensoftware von Architekt und Tragwerksplaner. Dabei sollte auch der Eigenschaftssatz (*Pset_BuildingElementProxyProvisionForVoid*) des Durchbruchsvorschlags automatisch ausgelesen werden und alle Eigenschaften (Form, Abmessung, System, ggf. Nummer) als eigener Eigenschaftensatz an das *IfcOpeningElement* angehängt werden. Ggf. könnte man die Durchbruchsvorschläge automatisch mit den Öffnungselementen verknüpfen. Hierzu wären zusätzliche Vereinbarungen bzgl. Verknüpfungsrelationen notwendig.
- Gruppierung der TGA-Elemente nach IFCSYSTEMS, um die Navigation zu vereinfachen und die „Intelligenz“ des Modells zu verbessern
- Zuordnung der Durchbrüche nach IFCSYSTEMS und Bauteilen (d.h. Durchbruch wird als *IfcOpeningElement* einer Wand oder einer Decke zugeordnet)
- Anpassung der IFC-Baumstruktur in Viewern und Checkern (z.B. Navisworks) als IFC Spatial Structure

Detailliertere Angaben und Optimierungspotential für spezifische Software finden Sie in Anlage 5.

Ausblick

In diesem Leitfaden sind unsere Best-Practice-Erfahrungen für eine einfache Schlitz- und Durchbruchsplanung abgebildet und beschrieben. Dieser Lösungsweg lässt sich für jeden Anwender mit überschaubarem Aufwand umsetzen und kann für beliebige Projekte angewendet und angepasst werden.

Derzeit laufen verschiedene Tests in der Praxis. Die Erkenntnisse aus diesen Tests werden in zukünftige Revisionen der Dokumentation aufgenommen. Auch aus den weiteren Entwicklungen heraus soll die Dokumentation immer weiter angepasst und optimiert werden.

Sollten Ihnen bei der Anwendung in der Praxis ggf. Fehler oder Probleme auffallen, sind wir froh, wenn Sie uns dazu ein Feedback, bzw. Verbesserungsvorschläge mitteilen.

Anlagen

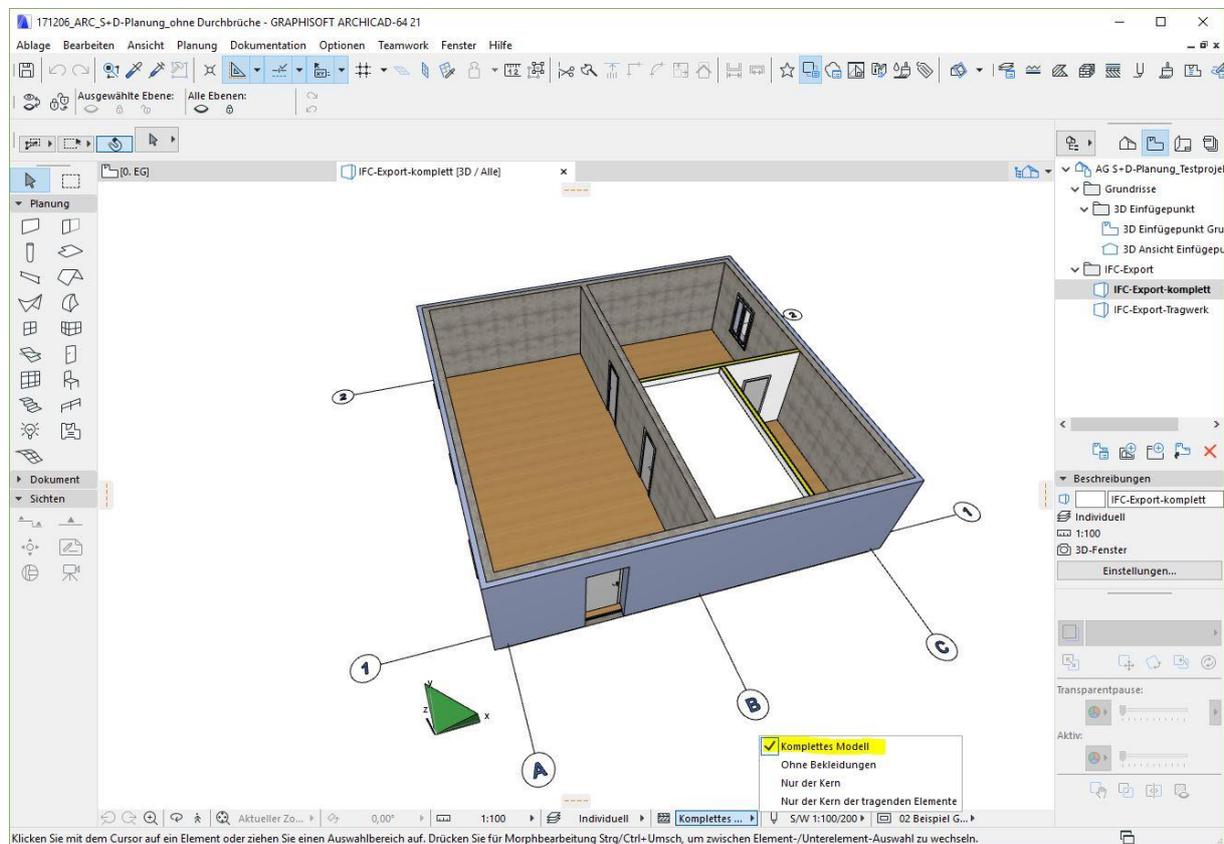
Anlage 1: Programmeinstellungen

ArchiCAD (ARC)

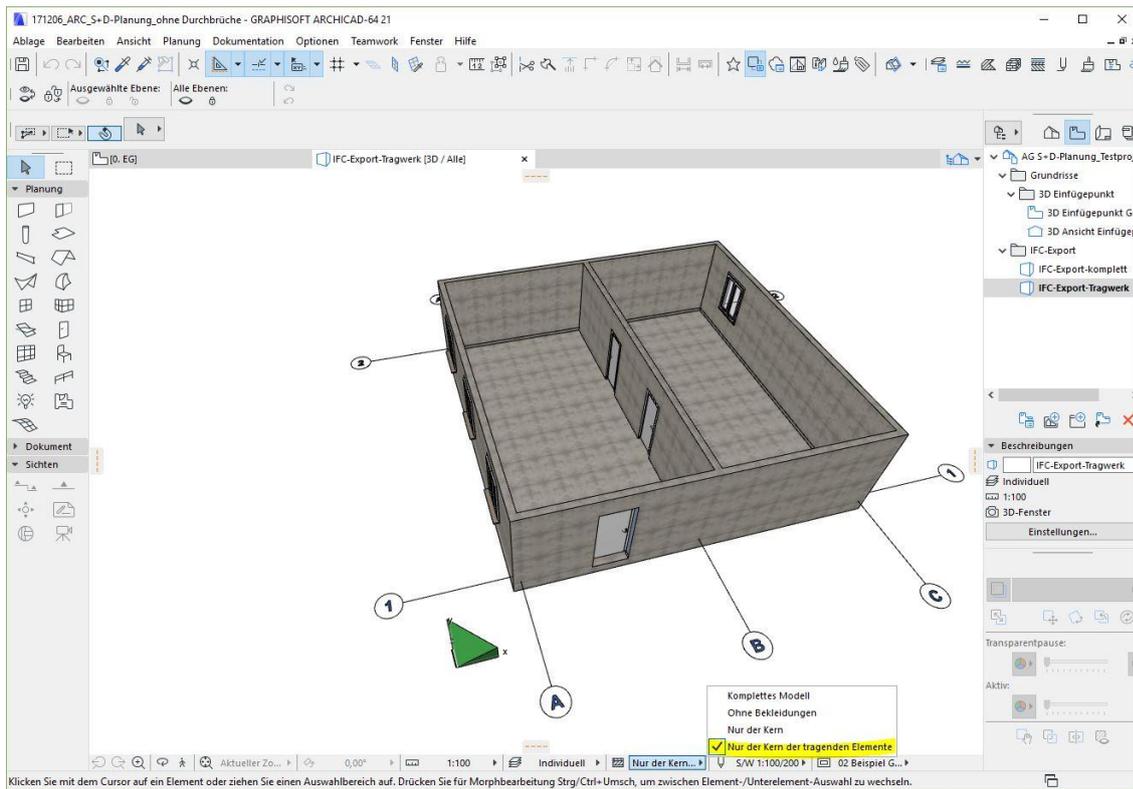
Für die Erarbeitung dieses Leitfadens wurde für die Architektur *ArchiCAD 21* verwendet.

Im Schritt A1 werden IFC-Modelle für die Fachplaner aus ArchiCAD exportiert. Um für die TGA und die Tragwerksplanung jeweils die notwendigen Daten zu exportieren, verwenden wir die Strukturdarstellung und einen IFC-Filter, um sowohl das komplette Modell, als auch ein Tragwerksmodell zu exportieren.

Die Strukturdarstellungen werden wie folgt eingestellt:

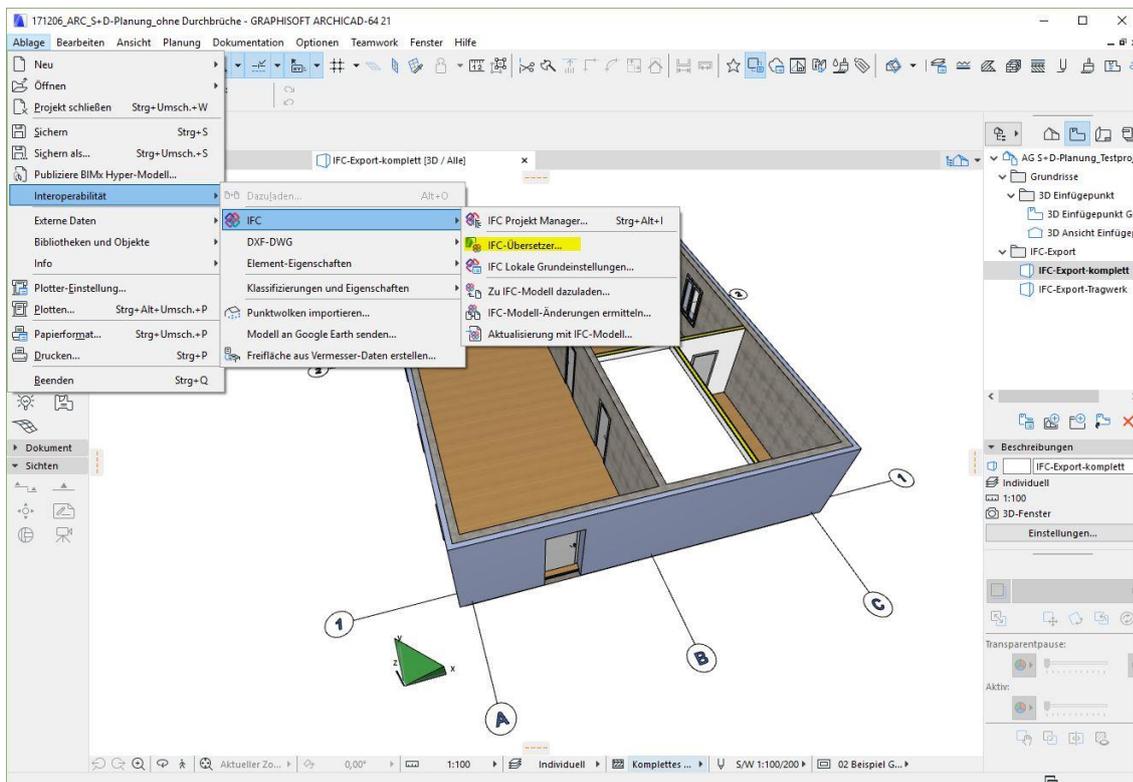


Strukturdarstellung für das komplette Modell

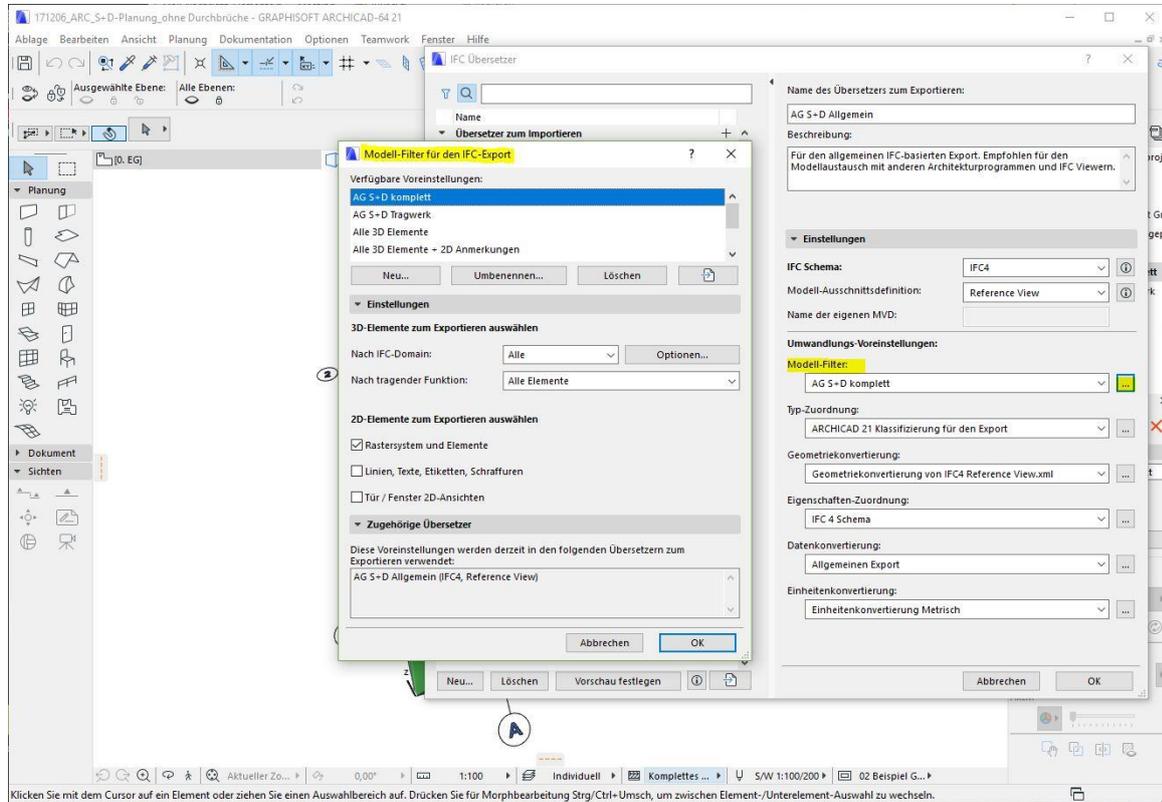


Strukturdarstellung für das Tragwerksmodell

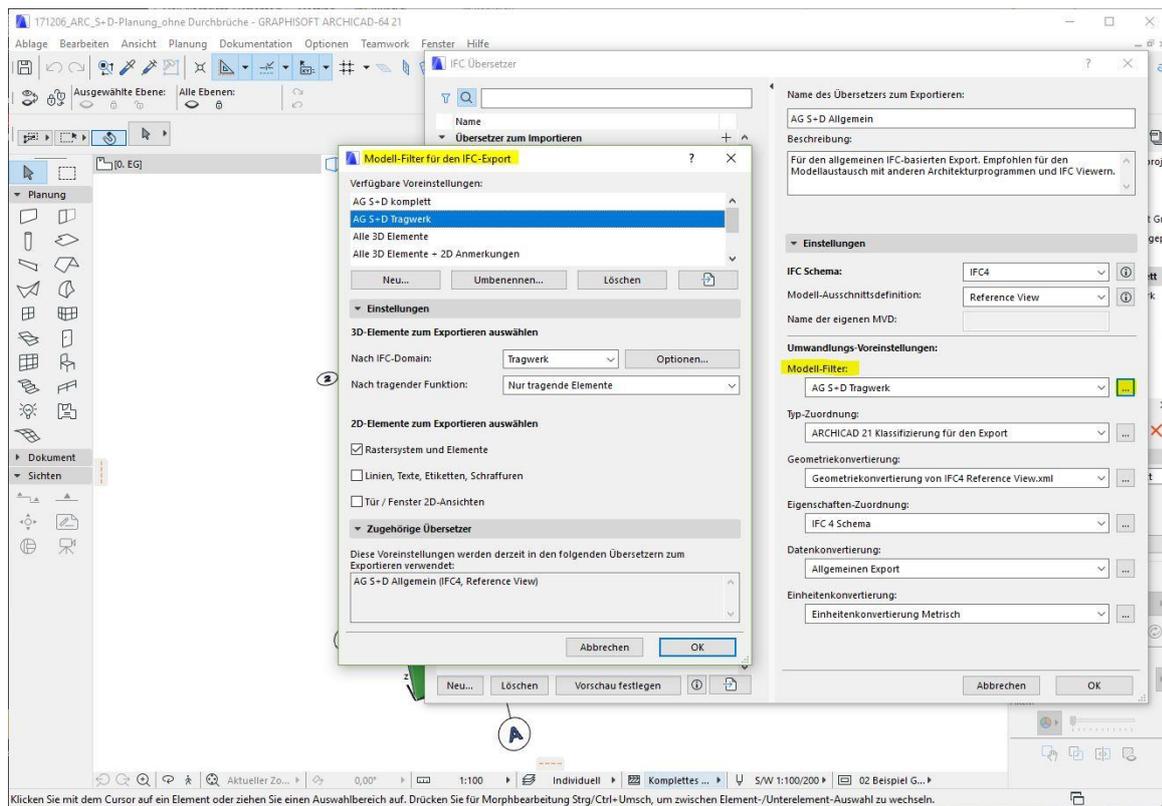
Den Filter, sowie sämtliche andere Einstellungen, die für den IFC-Export notwendig sind, findet man im Menü IFC-Übersetzer:



Im Menu IFC-Übersetzer sollte man sich zunächst einen passenden Übersetzer für den Export aussuchen. ArchiCAD bietet für diverse Programme voreingestellte Übersetzer an. Je nach Anwendungsfall können diese dann individuell angepasst werden. Für unser Beispiel haben wir den Allgemeinen Übersetzer ausgewählt und folgendermaßen angepasst:

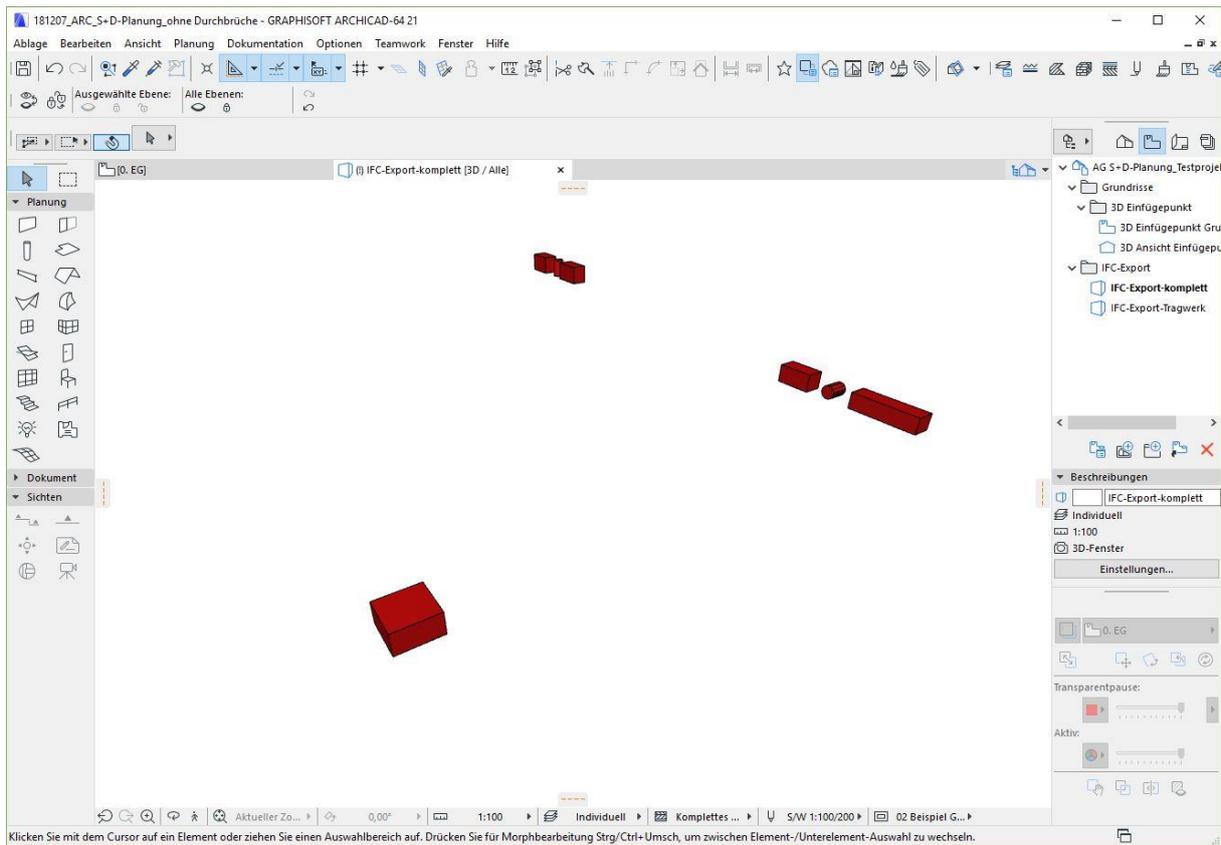


IFC-Export-Einstellungen für das komplette Modell



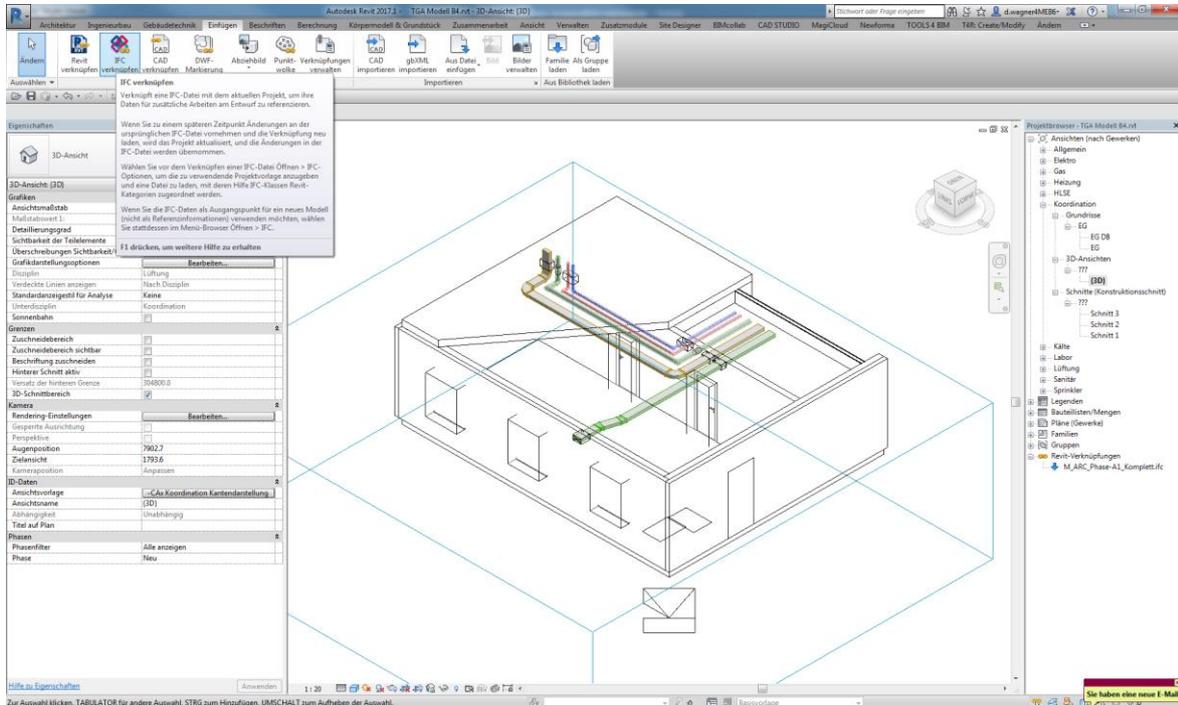
IFC-Export-Einstellungen für das Tragwerksmodell

Im Schritt B3 wird das TGA-Modell mit den Durchbruchsvorschlägen in ArchiCAD eingelesen. Auch für den Import bietet ArchiCAD je nach Software verschiedene voreingestellte Import-Übersetzer. Wir haben in unserem Beispiel auch den Allgemeinen Übersetzer gewählt. Über den Menüpunkt „Dazuladen“ wird das IFC-Modell eingeladen. Im folgenden Dialogfeld kann die Geschosstruktur der Importdatei auf die des eigenen Projektes angepasst werden. Idealerweise wurde diese vor Projektstart festgelegt, sodass man hier nichts verändern muss.

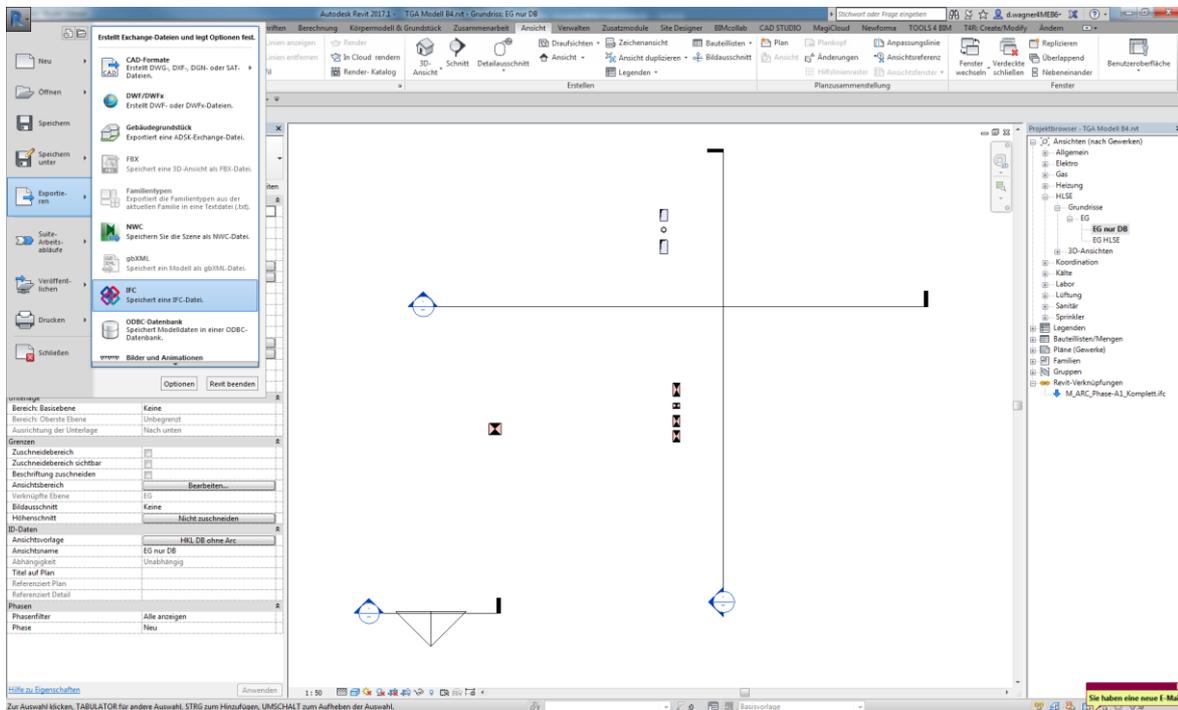


Importierte Durchbruchsvorschläge

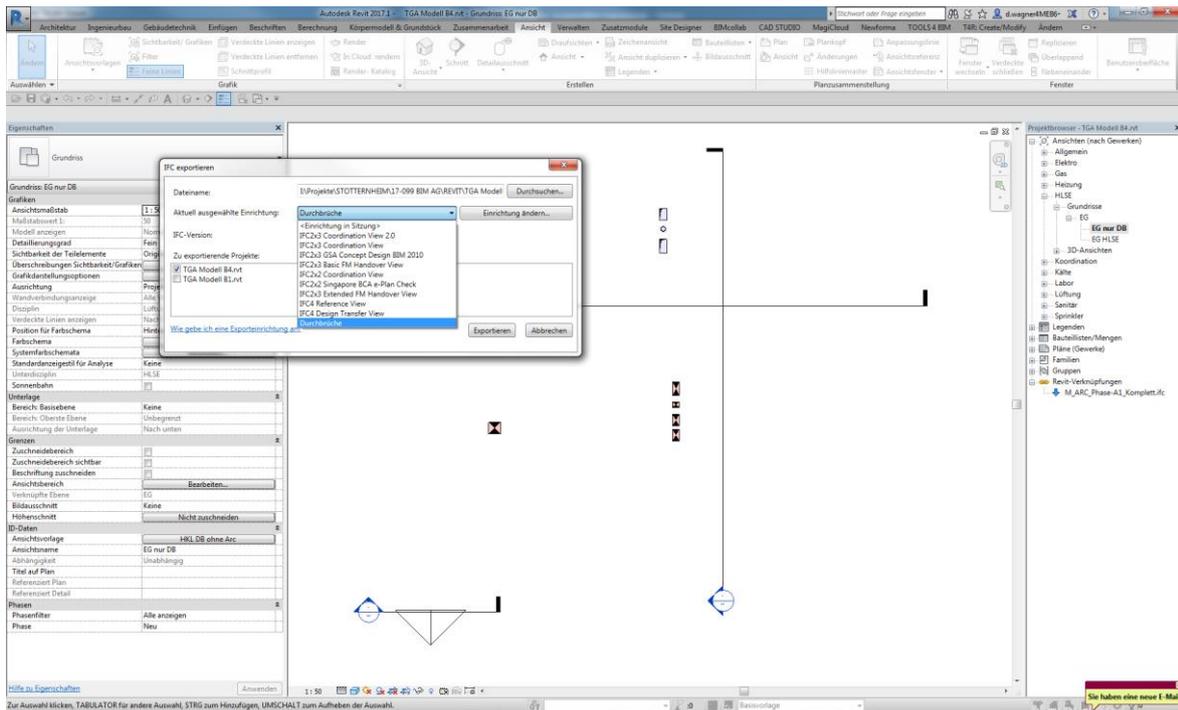
Revit + Linear (TGA)



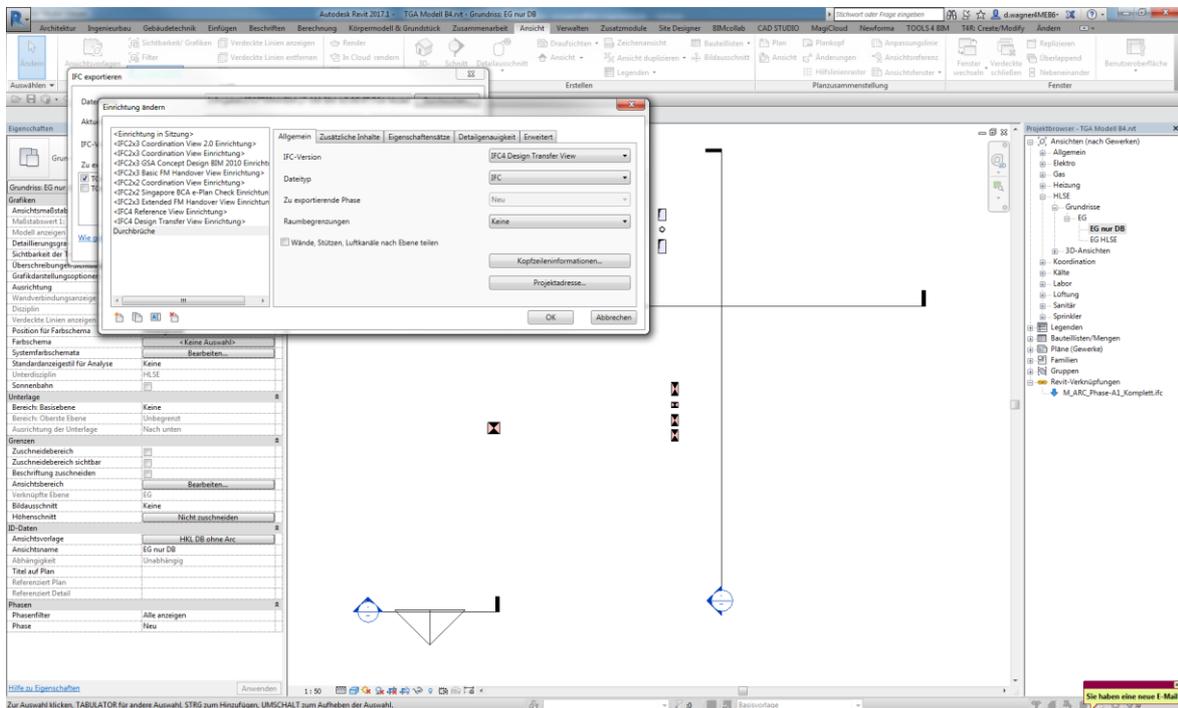
Import des Architekturmodells (IFC-Format)



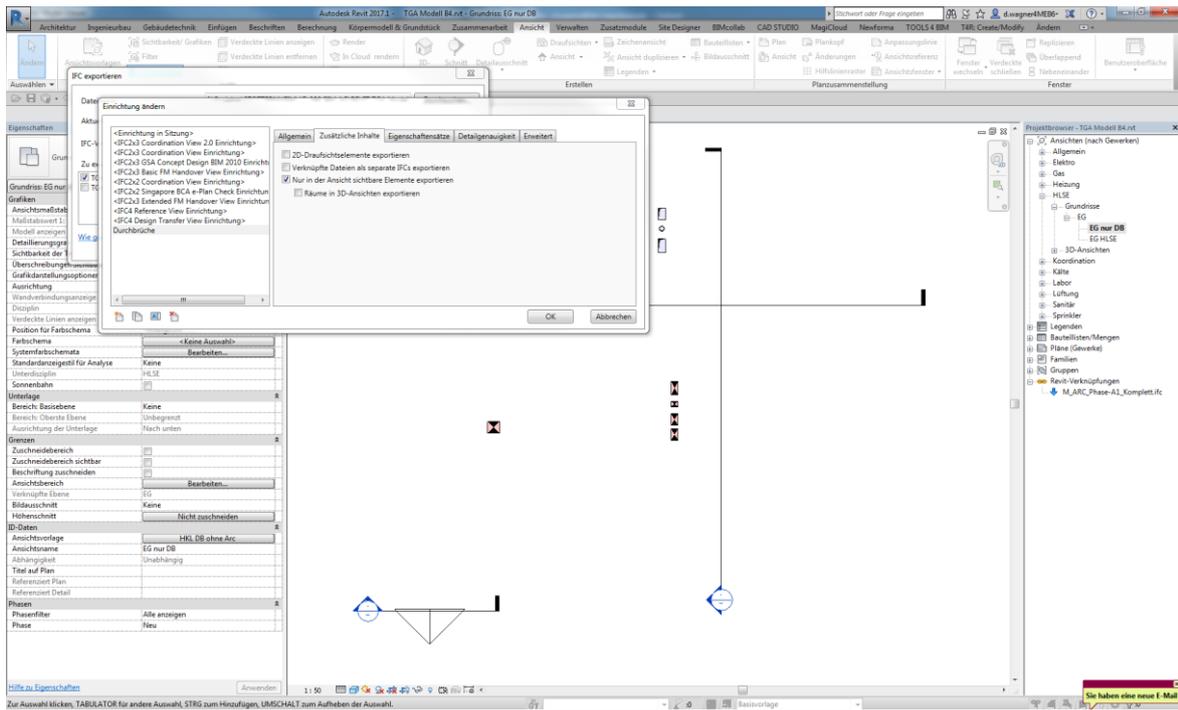
Export der Durchbrüche aus Ansicht



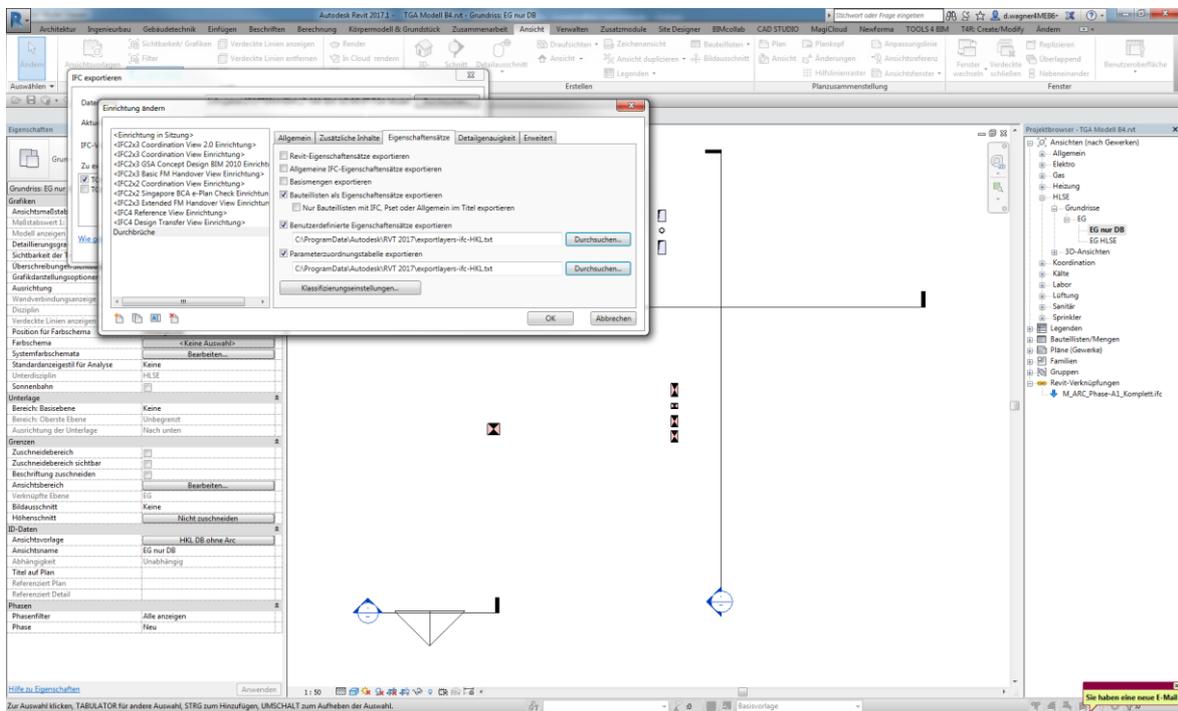
Exportdialog



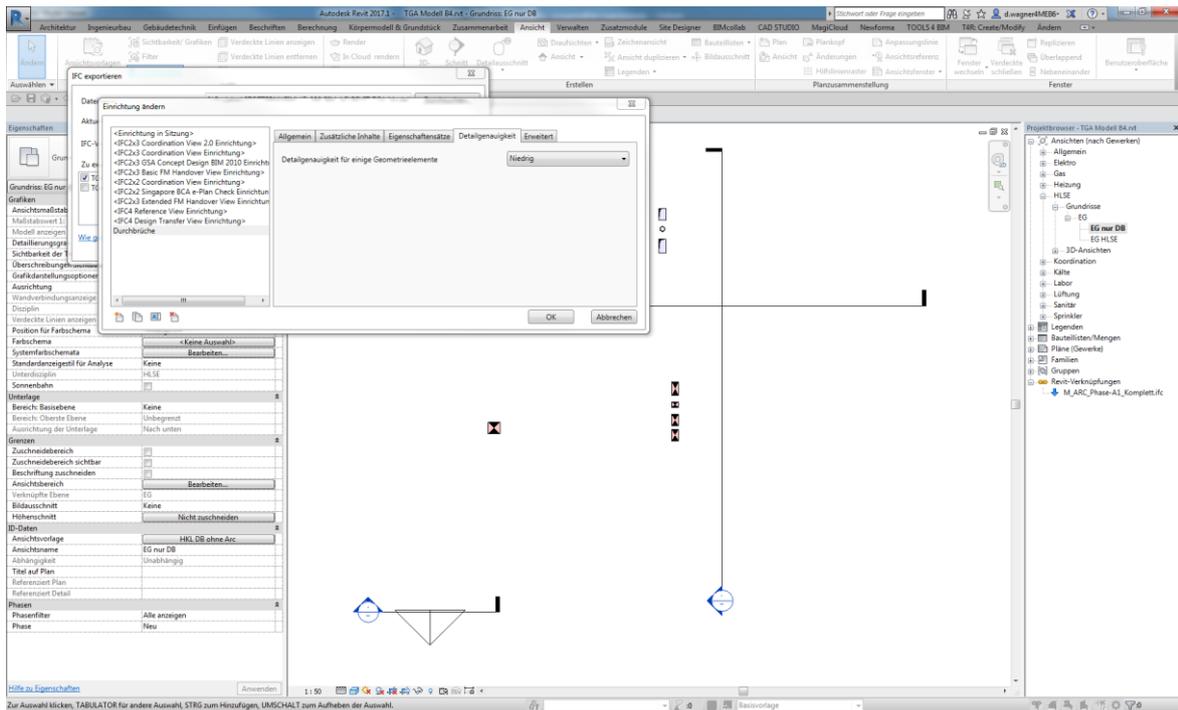
Exporteinstellungen



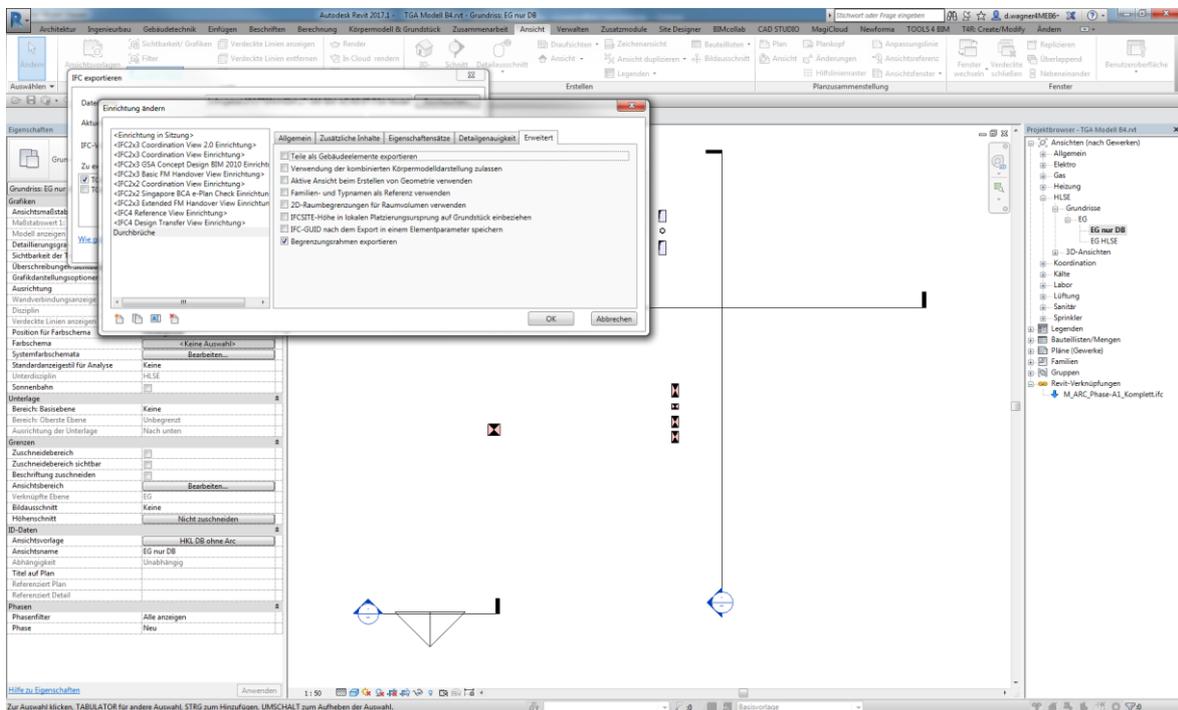
Exporteinstellungen



Exporteinstellungen



Exporteinstellungen



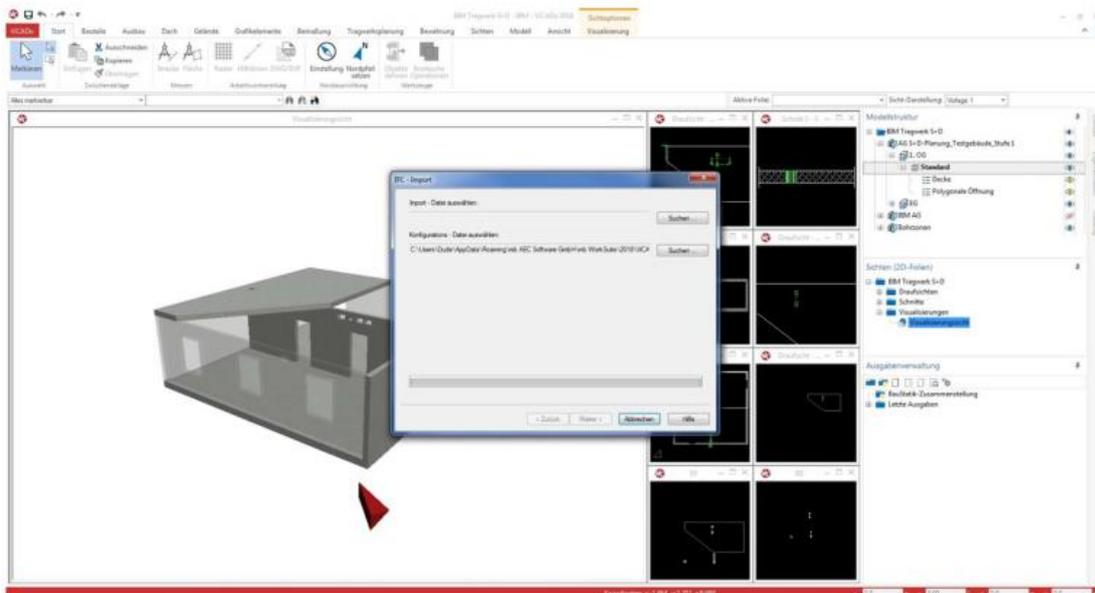
Exporteinstellungen

ViCADO (TWP)

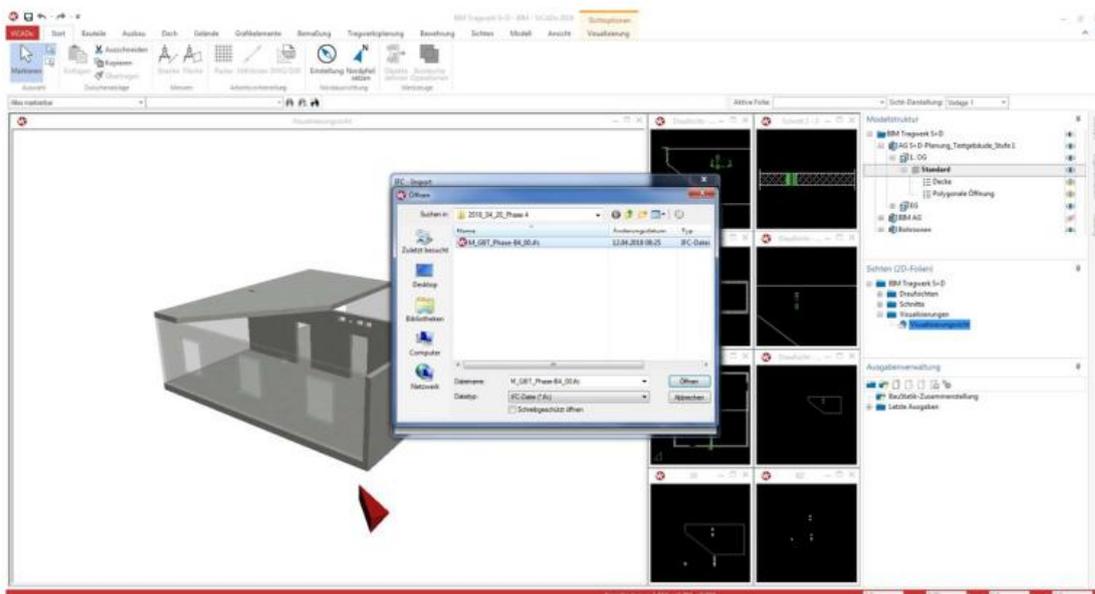
für die AG Schlitz- und Durchbruchsplanung nutzen wir bei TW die Software ViCADO von mbAEC.

Es handelt sich um die Version 2018, speziell 2018.050.

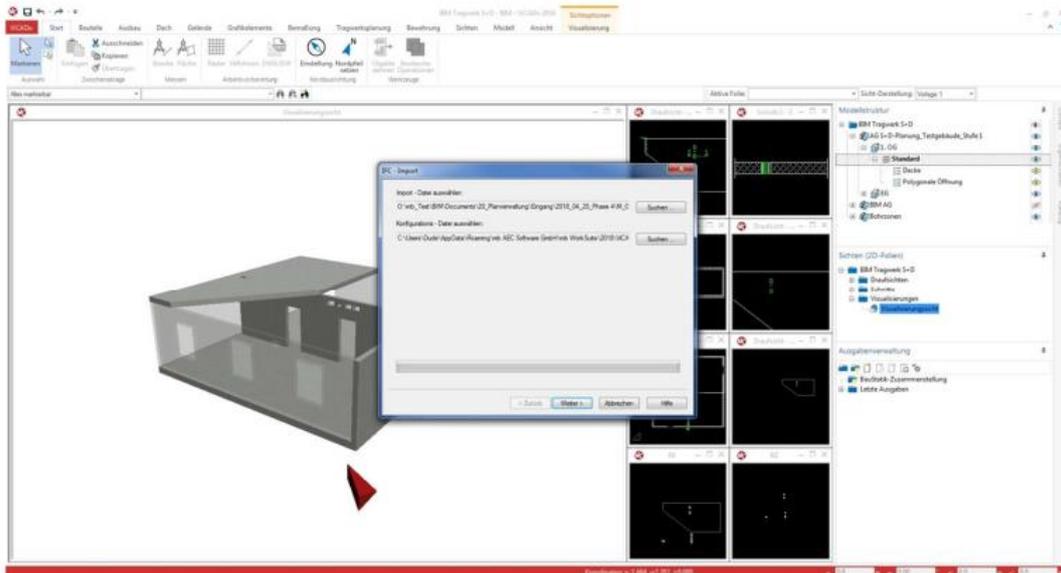
Beim Importieren können wir folgenderweise vorgehen:



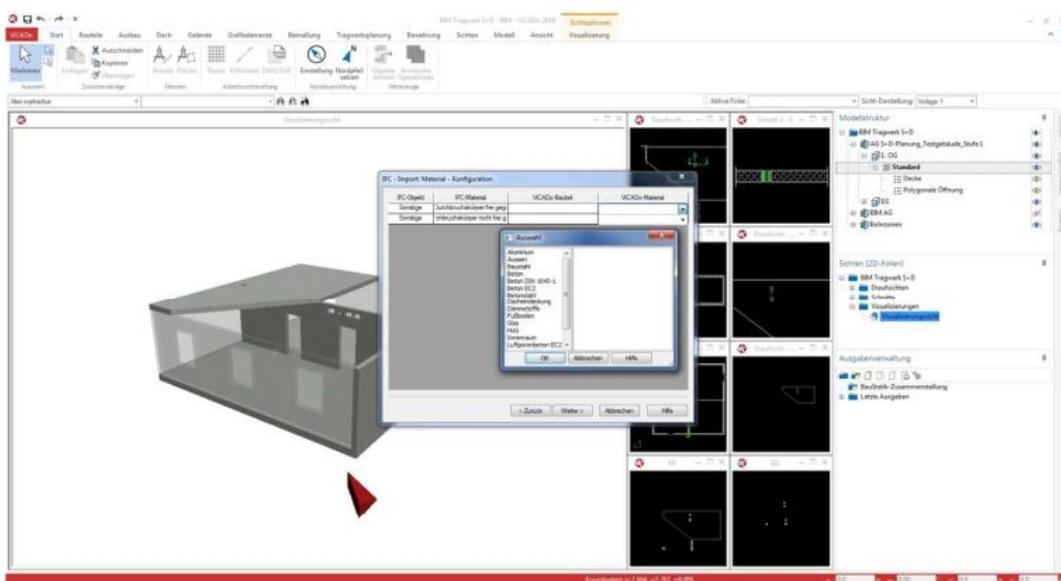
IFC-Modell suchen.



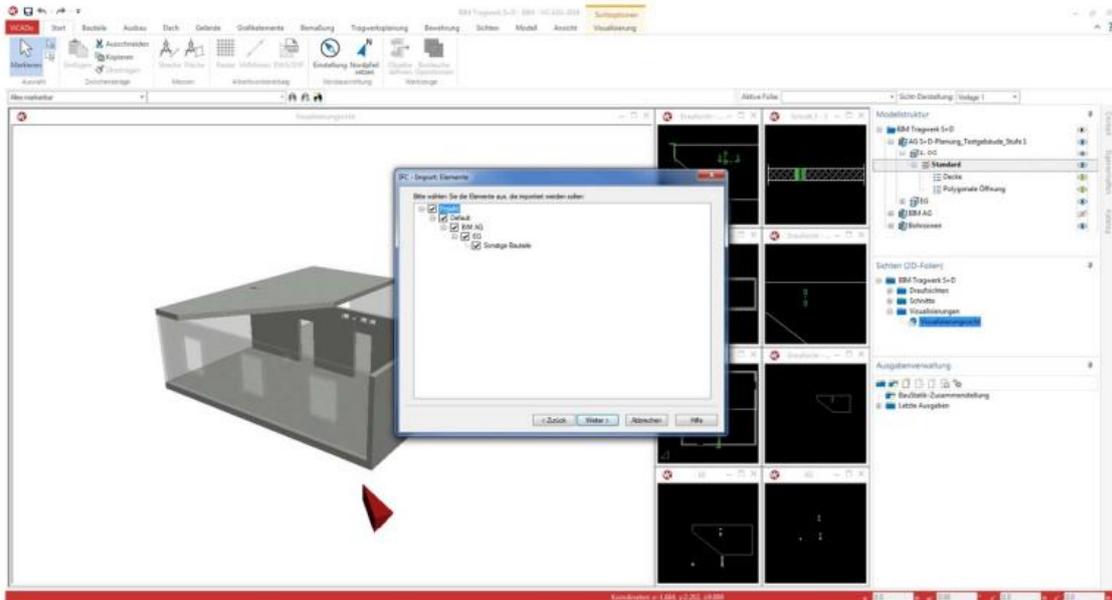
IFC-Modell auswählen.



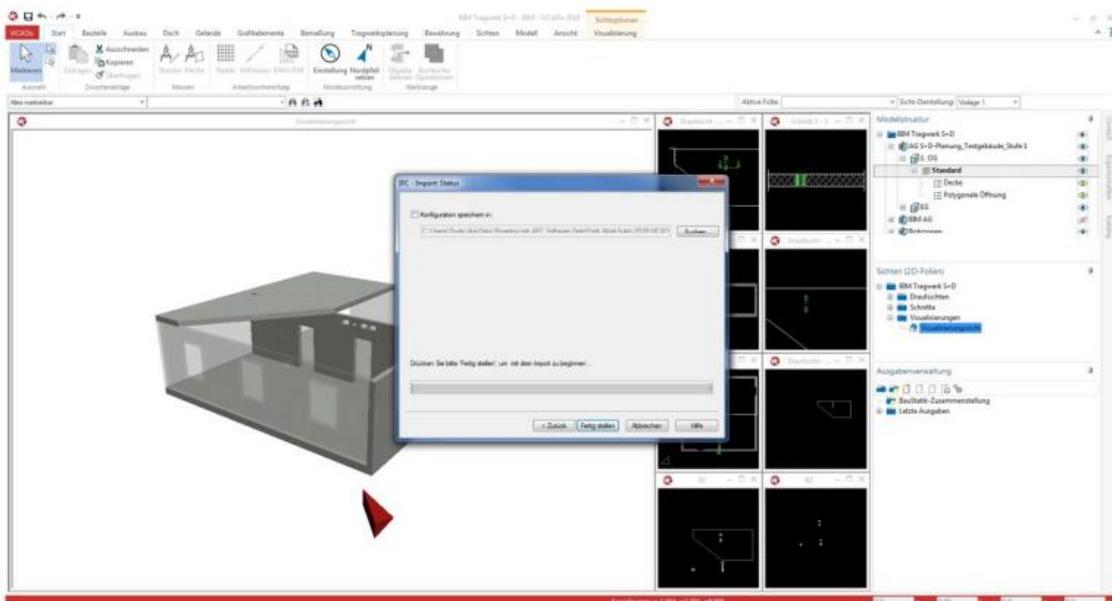
IFC-Modell einlesen.



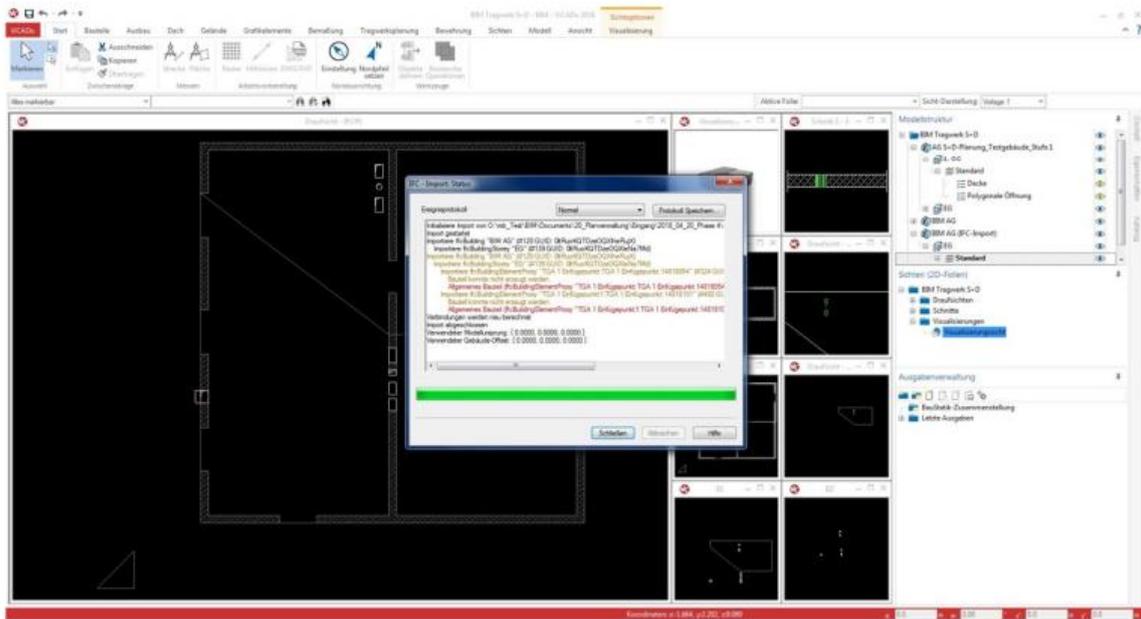
Auswahl des ViCADo-Materials für die IFC Objekte.



Wahl der zu importierenden Elemente.

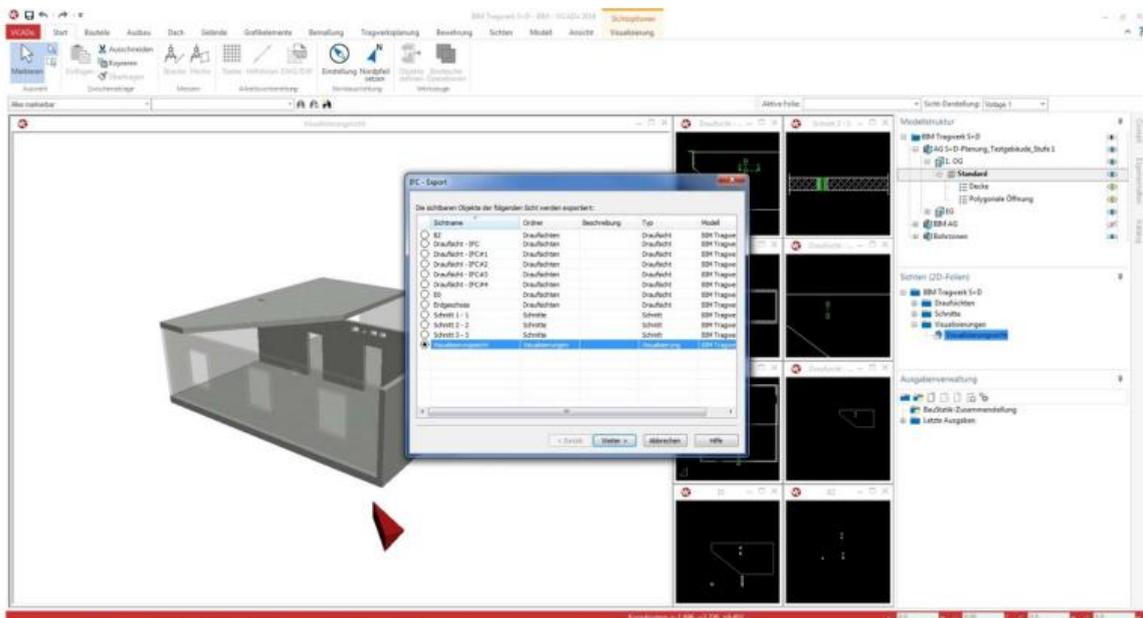


Bestätigen der Auswahl und einlesen der Elemente.

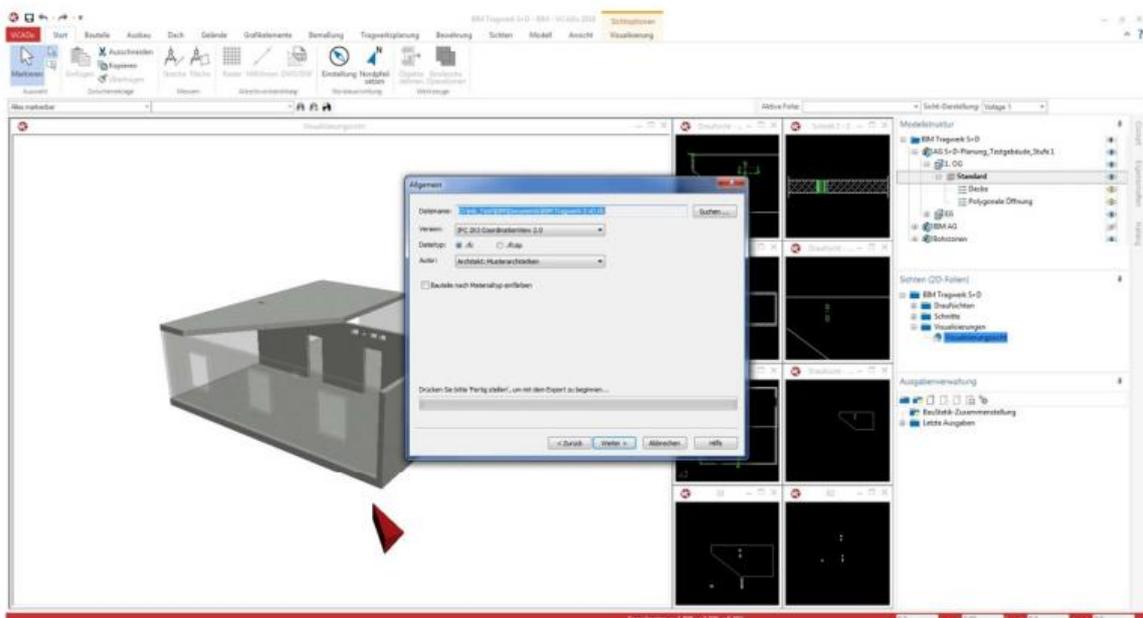


Abspeichern des Ergebnisprotokolles.

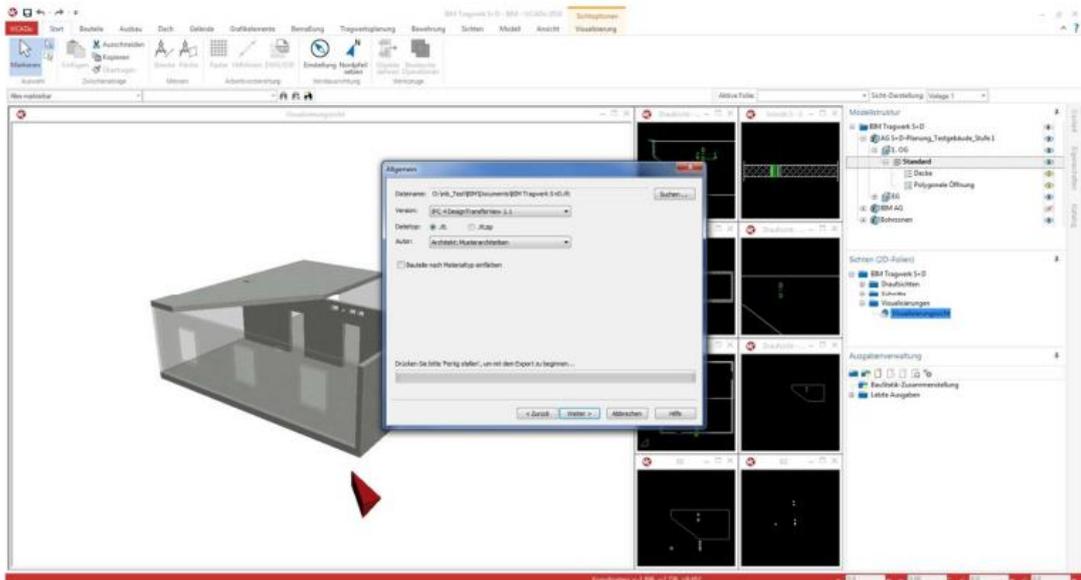
Beim Exportieren, können wir folgenderweise vorgehen:



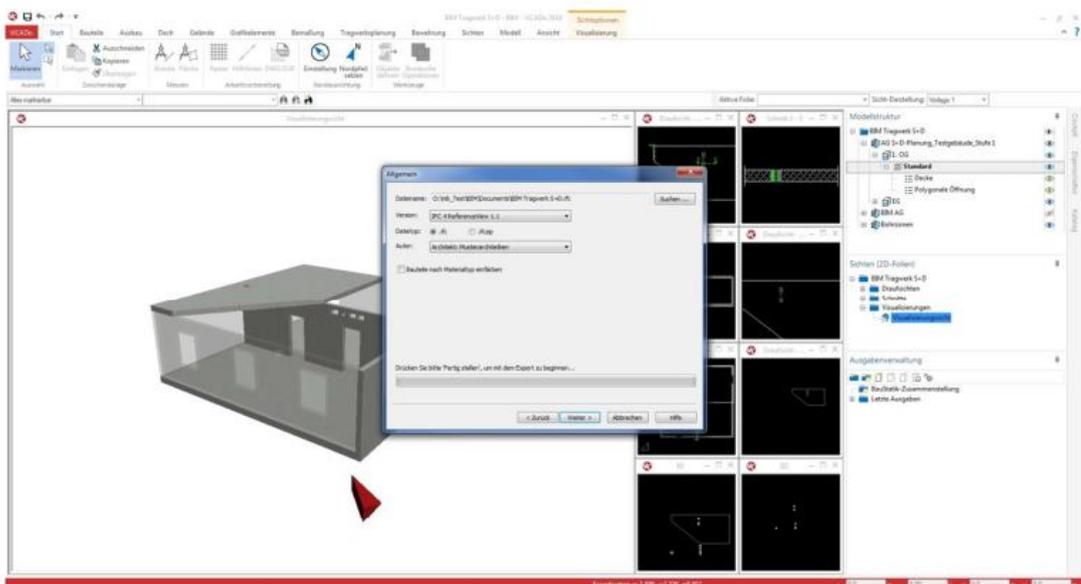
Auswahl der Sicht. Vorzugsweise die Visualisierung mit den eingeschalteten Bauteilen / Elementen.



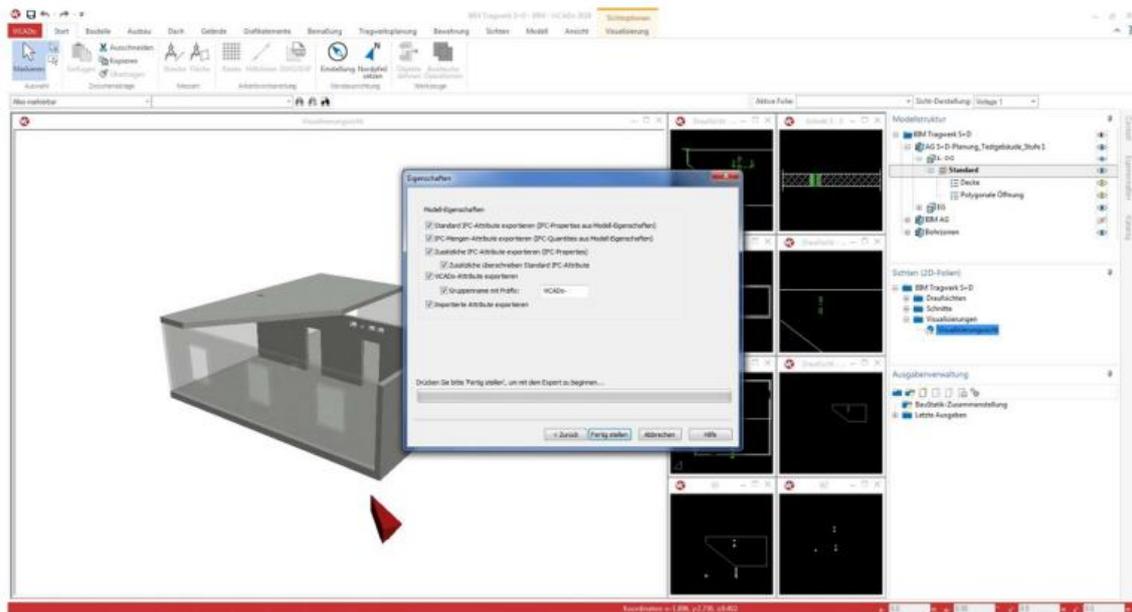
Auswahlmöglichkeit der IFC-Version (2x3 oder 4).



Auswahl IFC 4 - DesignTransferView 1.1.



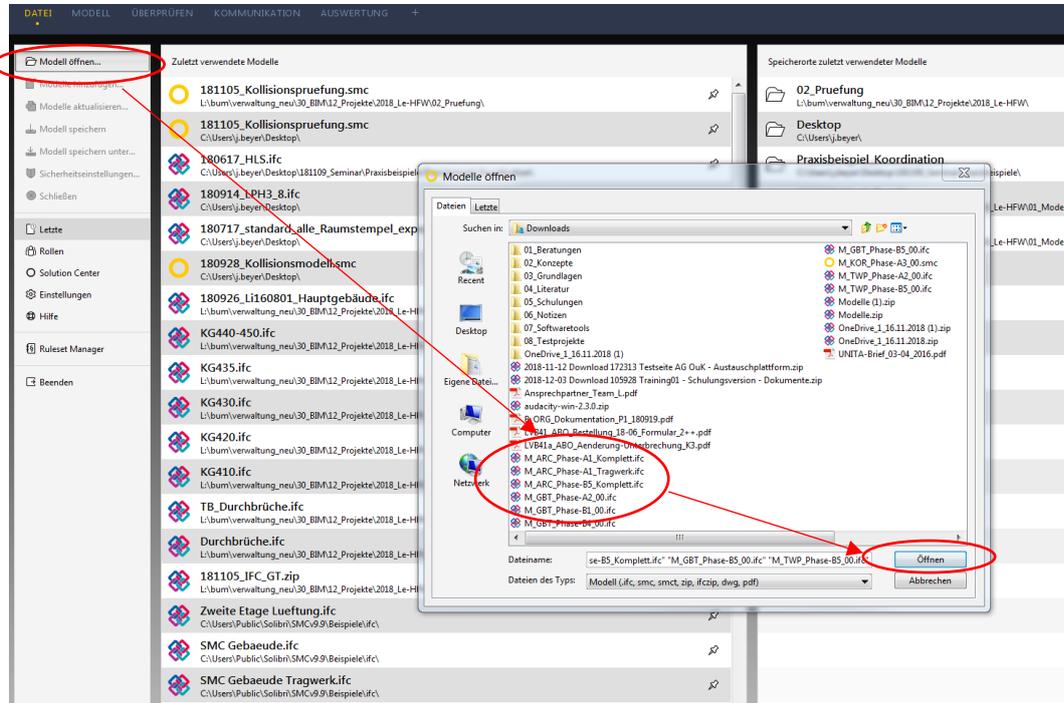
Oder Auswahl IFC 4 - ReferenceView 1.1.



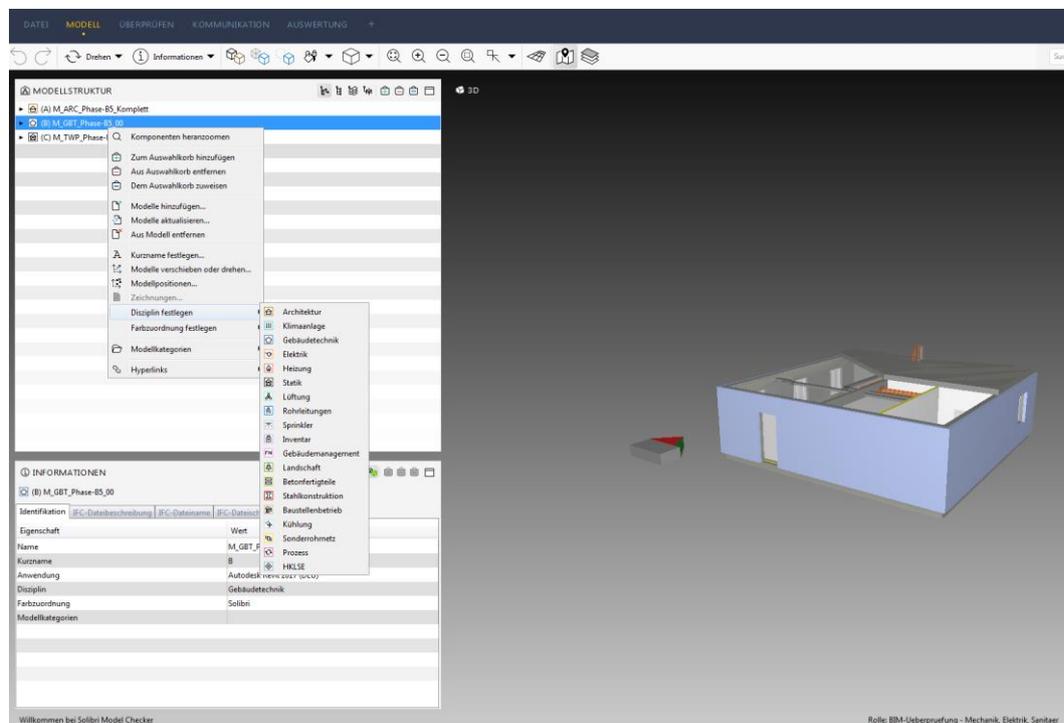
Einstellen der Modelleigenschaften. Fertigstellen der Exportdatei.

BCF entfällt, da nicht in ViCADo implementiert. Änderungsvorschlag Durchbrüche über
Planskizze + Email.

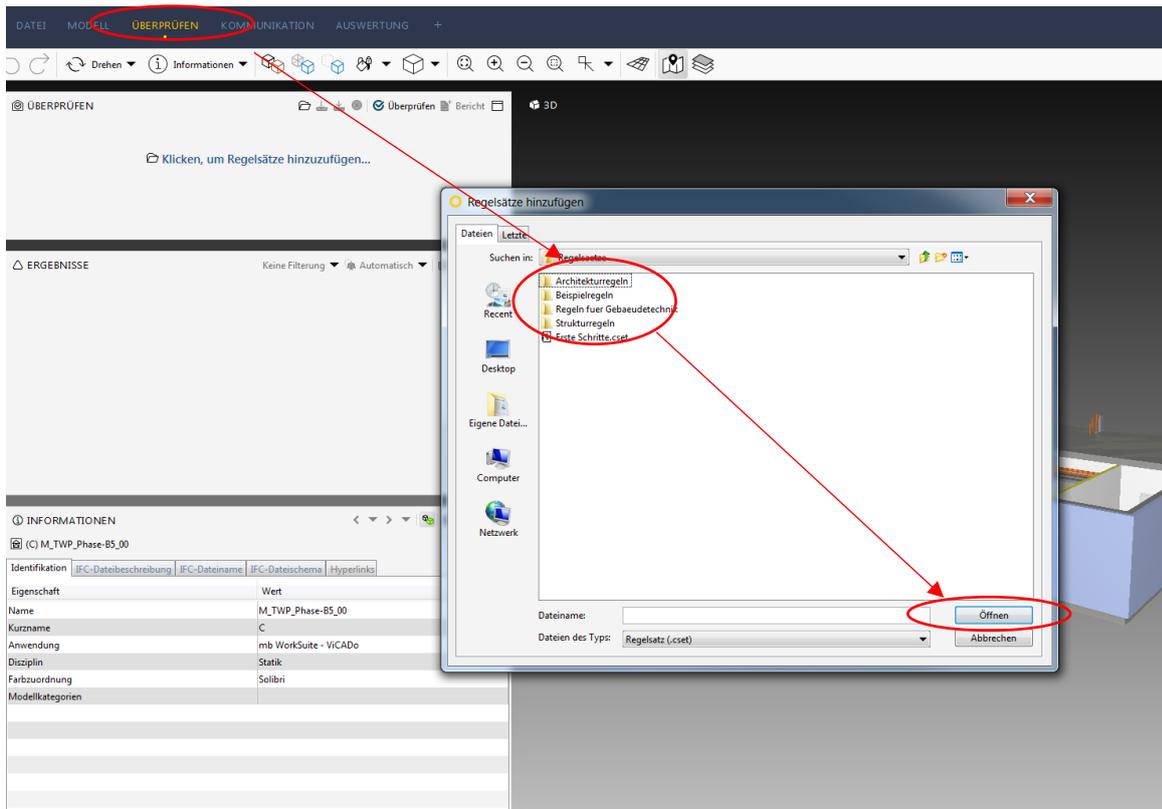
Solibri



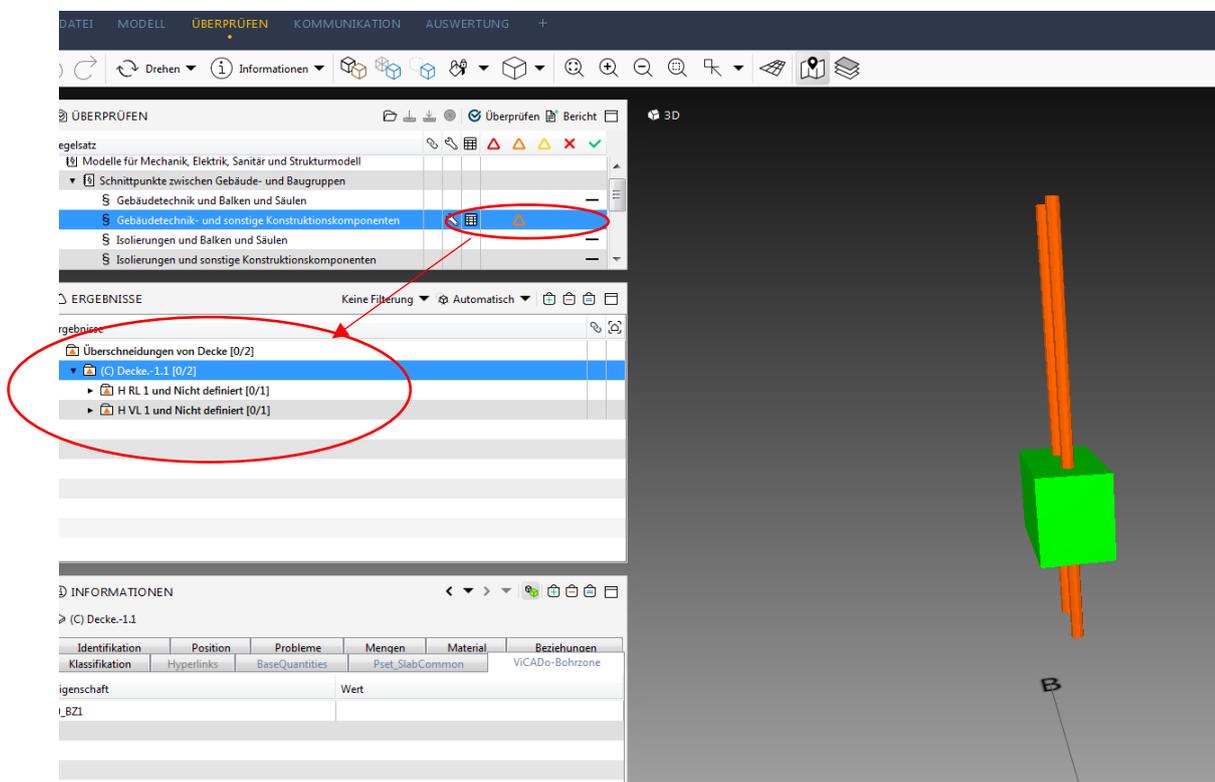
Hinzufügen der Modelle



Festlegen der Disziplinen



Öffnen der Prüfregeln und anschließende Prüfung

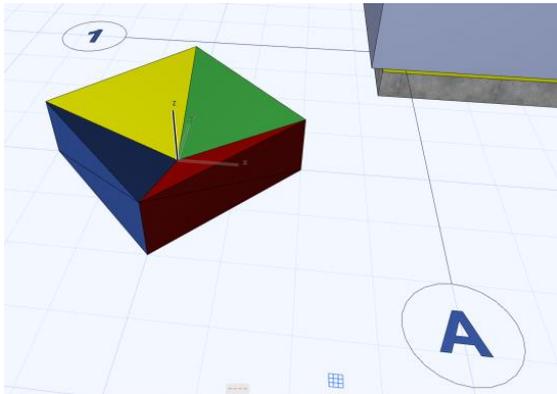


Auswertung der Prüfung und Kommunikation mit den Verantwortlichen

Anlage 2: Gemeinsamer Einfüangepunkt

Der Modellursprung wird vom Objektplaner in Abstimmung mit den anderen Fachdisziplinen festgelegt und sollte in der Nähe des Programm-Nullpunktes liegen. Alle Fachmodelle müssen denselben Modellursprung aufweisen und in Ihren XYZ-Achsen identisch ausgerichtet sein.

Die Verwendung eines 3D-Einfüangepunktes, welches an zuvor vereinbarten Koordinaten (z.B. XYZ = 0,0,0) eingefügt wird, hilft bei der Sichtkontrolle, ob alle Fachmodelle denselben Ursprung haben. Idealerweise ergänzen sich alle Einfüangepunkte der Fachmodelle zu einem „Gesamtkörper“, wie beispielsweise in der Abbildung dargestellt. Die Geometrie sollte dabei so gewählt werden, dass das Objekt in jeder Autorensoftware modellierbar ist.



Vorschlag 3D-Einfüangepunkt mit unterschiedlichen Farben je Planungsdisziplin

Der 3D-Einfüangepunkt ist zwingend bei jedem IFC-Export mit zu exportieren.

Wir empfehlen die Klassifizierung des 3D-Einfüangepunktes als `IfcBuildingElementProxy`, sodass dieser klar unterscheidbar von allen anderen Bauelementen ist. Im Namens-Tag sollte zusätzlich „Einfüangepunkt“ stehen

Anlage 3: Optimierungspotential in der genutzten Software

Software	Optimierungspotential
ArchiCAD	<ul style="list-style-type: none"> • Automatisierte Umwandlung von Durchbruchsvorschlägen (ProvisionForVoid) in echte Durchbrüche (Öffnungen) inkl. automatischer Beschriftung, Übernahme der Eigenschaften etc. • Überarbeitung der Durchbruchwerkzeuge, vor allem für Wanddurchbrüche (2D-Darstellung von Durchbrüchen über Türen / Fenstern nicht möglich) dringend notwendig >> mehr Flexibilität für Nutzer
Revit/Linear	<ul style="list-style-type: none"> • Einfachere Einstellmöglichkeiten für IFC-Dateien wünschenswert. • Möglichkeit zur Erstellung von ProvisionForVoid Elementen • Möglichkeit zur Zuordnung von Durchbruchvorhaltekörpern zu Anlagensystemen
VICADO	<ul style="list-style-type: none"> • Automatisches Erkennen und Übernahme einzelner bzw. aller Durchbrüche aus dem entsprechendem Durchbruchs- (IFC) Modell, • Einmal vergebene Öffnungs-Namen dürfen nicht erneut automatisch vergeben werden (ID-Charakter), • Neues Element „Bohrzonenöffnung“ mit folgenden Eigenschaften: Öffnung ist statisch berücksichtigt, Material vorhanden und kann bei der Realisierung beliebig durchörtert werden (Mindestbewehrung ist enthalten) → Sicherstellen der automatischen Massenermittlung (Beton) • Bessere Einflussname auf IFC-Export: Namen von z.B. IFCproject, IFCsite, IFCbuilding explizit angeben, wie in IDM gefordert!
Navisworks	<ul style="list-style-type: none"> • Spatial Struktur im IFC ermöglichen
Alle	<ul style="list-style-type: none"> • Generell sollten der IFC-Export und Import deutlich verbessert werden. Ziel der Softwarehersteller sollte es sein, dass zumindest Grundbauteile wie Wände, Stützen, Fenster, etc. aus einer IFC-Datei in das native Format übernommen und weiterbearbeitet werden können.

Der beschriebene Workflow konnte auf Basis von IFC mit der gebotenen Import- und Exportfunktionalität der verwendeten Werkzeuge umgesetzt werden und stellt auf diesem Niveau bereits einen deutlichen Mehrwert für die Praxis dar. Trotzdem bleiben Fragen bzgl. der IFC-Datenqualität, die bei genauerer Analyse der generierten IFC-Dateien zahlreiche Warnungen und Fehler aufzeigen. Um das nötige Vertrauen auf Seiten der Anwender nicht zu verlieren, müssen diese Fehler von den Herstellern dringend beseitigt werden.

MessageLog

Comments, Warnings and Errors	
Message Type	
Comment [11]	
DataMerge_008 [2]	
Data preparing time [3]	
Loading time [3]	
OpenGL_001 [3]	
Error [1985]	
Double GUID [8]	
EccoError_36 [8]	
EccoError_37 [17]	
Geometry_Extrusion_003 [2]	
Geometry_Polyline_002 [1902] - (only the first 100 messages	
Door/Window incomplete profile definition [4]	
PortAnalyzer: Port not located within element bounding box	
PortAnalyzer: Port not located within element bounding box	
PortAnalyzer: Port not located within element bounding box	
Triangulation_004 [36]	
Warning [142]	
Population_005	Epsilon
No valid area [115] - (only the first 100 messages are display	
Unit_001 [26]	

Fehlerprotokoll FZK-Viewer vom KIT beim Einlesen der Modelle

Anlage 4: mvdXML-Schema und als Dokumentation und Prüftool

Die Datenanforderungen an das "Schlitz- und Durchbruchsmodell" wurden auch als eine prüfbare Spezifikation in Form einer mvdXML-Datei erstellt. Als Grundlage wurden die in IFC4 bereits verfügbaren Templates verwendet, die nur an wenigen Stellen erweitert wurden (siehe Kapitel 4 "Fundamental concepts and assumptions" in der IFC4 HTML-Dokumentation).

Eine detaillierte Dokumentation ist in dem separat angehängten Dokument „190812_Anlage4_MVDXML-Doku“ enthalten.

Anlage 5: Umsetzung des Durchbruchworkflows in anderen Softwarelösungen

Revit + liNear (TGA):

IFC verknüpfen

Mit Hilfe der Revit-internen Verwaltung werden die IFC-Dateien mit dem Modell verknüpft. Diese Funktion ist auch über den Konstruktions-Tab Architektur der liNear-Lösung für Revit zu erreichen.

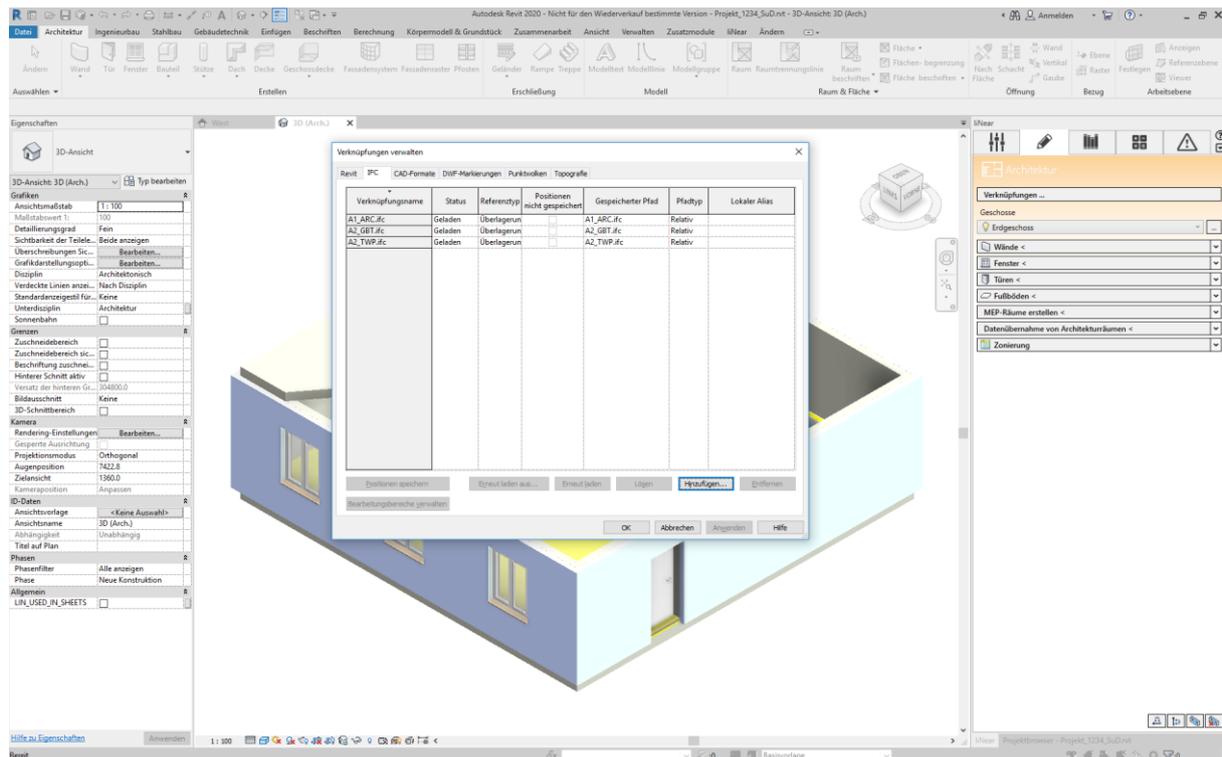


Abbildung 1 IFC-Dateien Verknüpfen

Die Durchbruchsplanung mit den liNear-Werkzeugen erfolgt in einem eigenen Konstruktionsbereich der Disziplin Durchbruchsplanung. Hier werden die Durchbruchsvorschläge erstellt und koordiniert.

Durchbruchsvorschläge exportieren

Sobald alle Durchbruchsvorschläge platziert sind, können diese in einer BCF-Datei exportiert werden. Diese beinhaltet zusätzlich eine Codierung der für eine Klassifizierung und Umwandlung relevanten Informationen als BIM-Snippet-Erweiterung. Für Prüfende, die nicht mit Revit arbeiten, lässt sich zusätzlich zur BCF-Datei optional eine IFC-Datei mit den Durchbruchsvorschlägen exportieren. Die IFC-Version wird über die Dropdown-Liste ausgewählt und der Export entsprechend vorkonfiguriert und ausgeführt. Um die Zuständigkeiten bei der Klassifizierung seitens der Prüfenden besser zu trennen, steht die Funktion *Pro Projekt ein Thema anlegen* zur Verfügung. Diese exportiert pro verknüpftem Modell eine separate BCF-Datei.

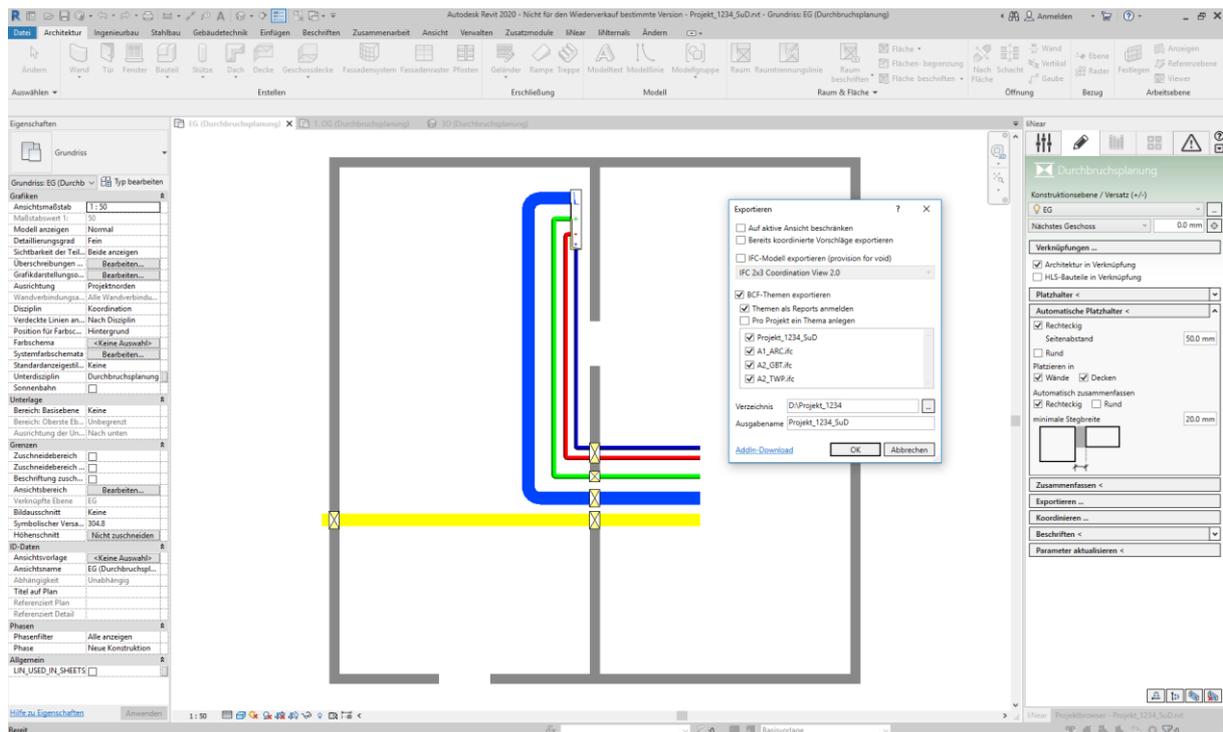


Abbildung 2 Exportieren von Durchbruchvorschlügen

Zusätzlich besteht im Anschluss an den Export die Möglichkeit, die resultierende BCF-Datei mit den Durchbruchvorschlügen im Tab *Reports und Aufgaben* vor der Weitergabe mit zusätzlichen Informationen, wie Kommentaren, Ansichtspunkten, usw. anzureichern.

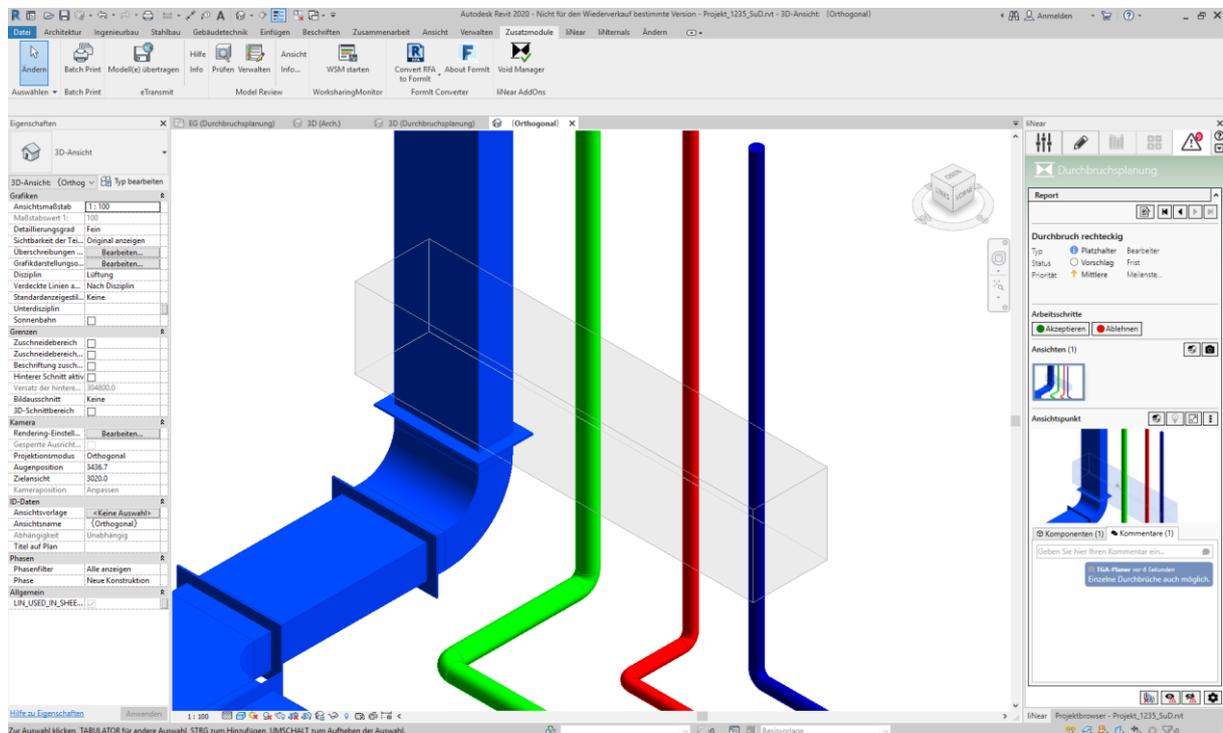


Abbildung 3 Durchbruchvorschlügen mit Kommentaren versehen

Durchbrüche klassifizieren in Revit

Die Prüfenden können mit dem kostenlosen Revit-Add-In *liNear Void Manager* die per BCF codierten Vorschläge wieder in ihr Revit-Modell importieren und die Durchbruchvorschläge dort sichten und klassifizieren. Die Ergebnisse der Klassifizierung werden in eine BCF-Datei zurück gespeichert und an die technischen Gewerke zurückgeschickt. Akzeptierte Durchbruchvorschläge werden automatisch in dem Modell des Prüfenden als Durchbrüche erstellt.

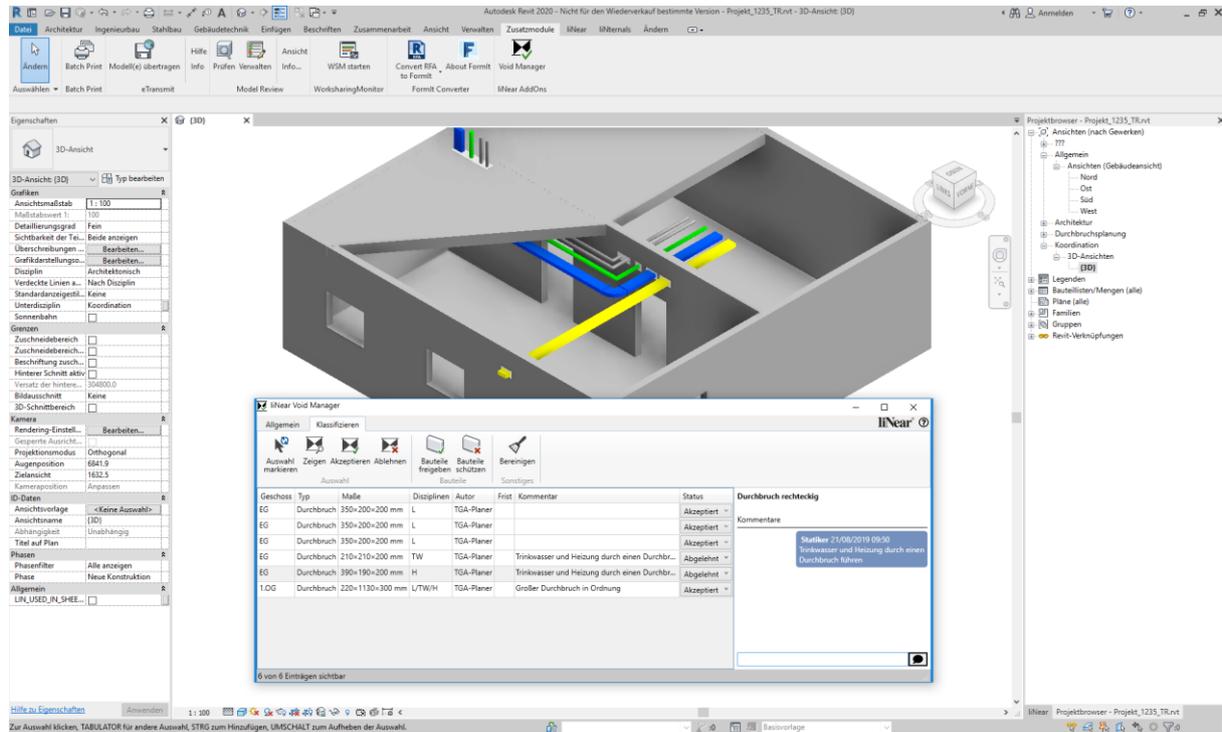


Abbildung 4 Klassifizieren der Durchbruchvorschläge mit dem liNear Void-Manager

Durchbrüche klassifizieren über offene Standards

Die Kombination aus BCF und IFC lässt im Kontext offener BIM-Workflows eine Klassifizierung auf vielfältige Weise zu. Per BCF-Report lassen sich die in der IFC vorliegenden Durchbruchsvorschläge im Kontext der überlagerten Architektur sichten und ggf. auch direkt in entsprechende Abzugskörper umwandeln. Eine Klassifizierung findet hier über vorab vereinbarte Status statt und sollte nach Möglichkeit direkt in einem Autoren-System vorgenommen werden, wobei man in einem Durchgang die entsprechenden Abzugskörper in das Modell konstruiert. Die reine Klassifikation kann aber auch völlig losgelöst über handelsübliche BIM-Viewer erfolgen.

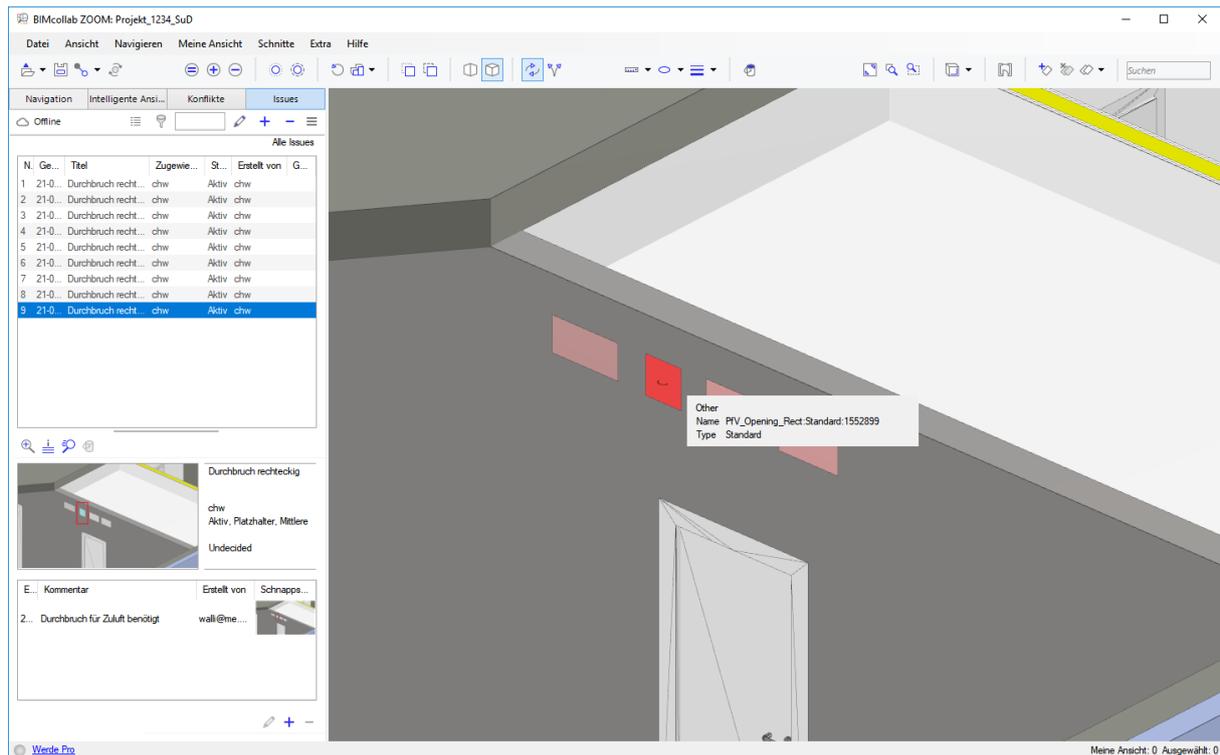


Abbildung 5 Sichtung der per IFC/BCF übermittelten Durchbruchsvorschläge am Beispiel von BIMcollab ZOOM.

Klassifizierung importieren

Mit der Funktion *Koordinieren* wird eine bereits klassifizierte BCF-Datei importiert und alle Durchbruchsvorschläge im Modell werden mit der vom Prüfenden vergebenen Klassifizierung versehen. Akzeptierte Durchbruchsvorschläge werden grün und abgelehnte Durchbruchsvorschläge werden rot dargestellt. Mit dem Tab *Reports und Aufgaben* können die Kommentare des Prüfenden, z. B. von den abgelehnten Durchbruchsvorschlägen, gesichtet werden. Um die zugehörigen Reports zu Durchbruchsvorschlägen im Modell zu identifizieren, bietet sich die Suche über das Pipetten-Werkzeug an.

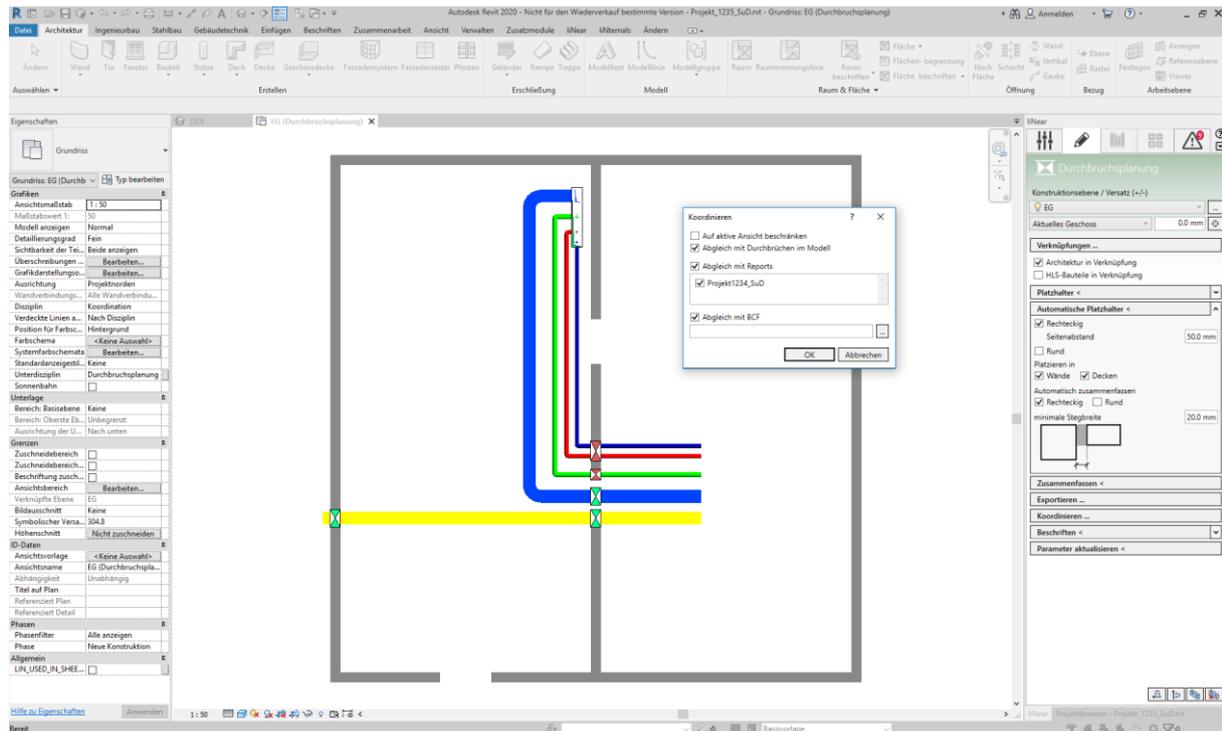


Abbildung 6 Koordinieren der klassifizierten Durchbruchsvorschläge mit dem eigenen Modell

