

Workflows: Kollaborative Prozesse und Parametrik in der Tragwerksplanung

Laura Hinkel

BIM-Koordination / Konstruktion |



Alexander Hofbeck

Head of BIM (DE) / Tragwerksplanung |



Industry Talk

Workflows: Kollaborative Prozesse und Parametrik in der Tragwerksplanung

Im Rahmen des Industry Talks "Workflows: Kollaborative Prozesse und Parametrik in der Tragwerksplanung" stellen Ihnen Laura Hinkel und Alexander Hofbeck aktuelle Entwicklungen und anwendungsorientierte Projektbeispiele aus dem Arbeitsalltag des Planungsbüros Bollinger+Grohmann vor. Der Hauptfokus liegt dieses Jahr bei den Themenfeldern Cloud-basierte BIM-Prozesse und BIM-Parametrik. Im Kontext der Parametrik soll im Besonderen die Verwendung von Karamba3D innerhalb der Revit-Umgebung anhand von Hands-on Beispielen vorgestellt werden. Eines der Beispiele ist der von Narjis Lemrini (B+G Paris) entwickelte BIM-Parametrik Workflow für den Neubau des ArcelorMittal HQs in Luxemburg. Karamba3D ist ein Werkzeug der Parametrik und Formfindung für Tragwerke, das durch die Einbindung in CAD-Software schnelle qualitative und quantitative Rückschlüsse zur Modifikation der Tragstruktur ermöglicht.



Laura Hinkel

BIM-Koordination / Konstruktion

Laura ist seit dem Jahr 2013 bei Bollinger + Grohmann als Bauzeichnerin und Ausbilderin mit der Fachrichtung Ingenieurbau angestellt.

Ihr Arbeitsumfang umfasst unterschiedliche Projekte von der Entwurfsplanung bis hin zur Ausführungsplanung im Stahl- und Massivbau.

Laura ist seit 2016 zudem Teil der Standort-übergreifenden BIM-Group und übernimmt Aufgaben der Aus- und Weiterbildung und Standardisierung. Im Rahmen des Projektgeschäfts betreut Sie federführend mittlere bis große Projekte am Frankfurter Hauptstandort als BIM-Koordinatorin.



Alexander Hofbeck

Head of BIM (DE) / Tragwerksplanung

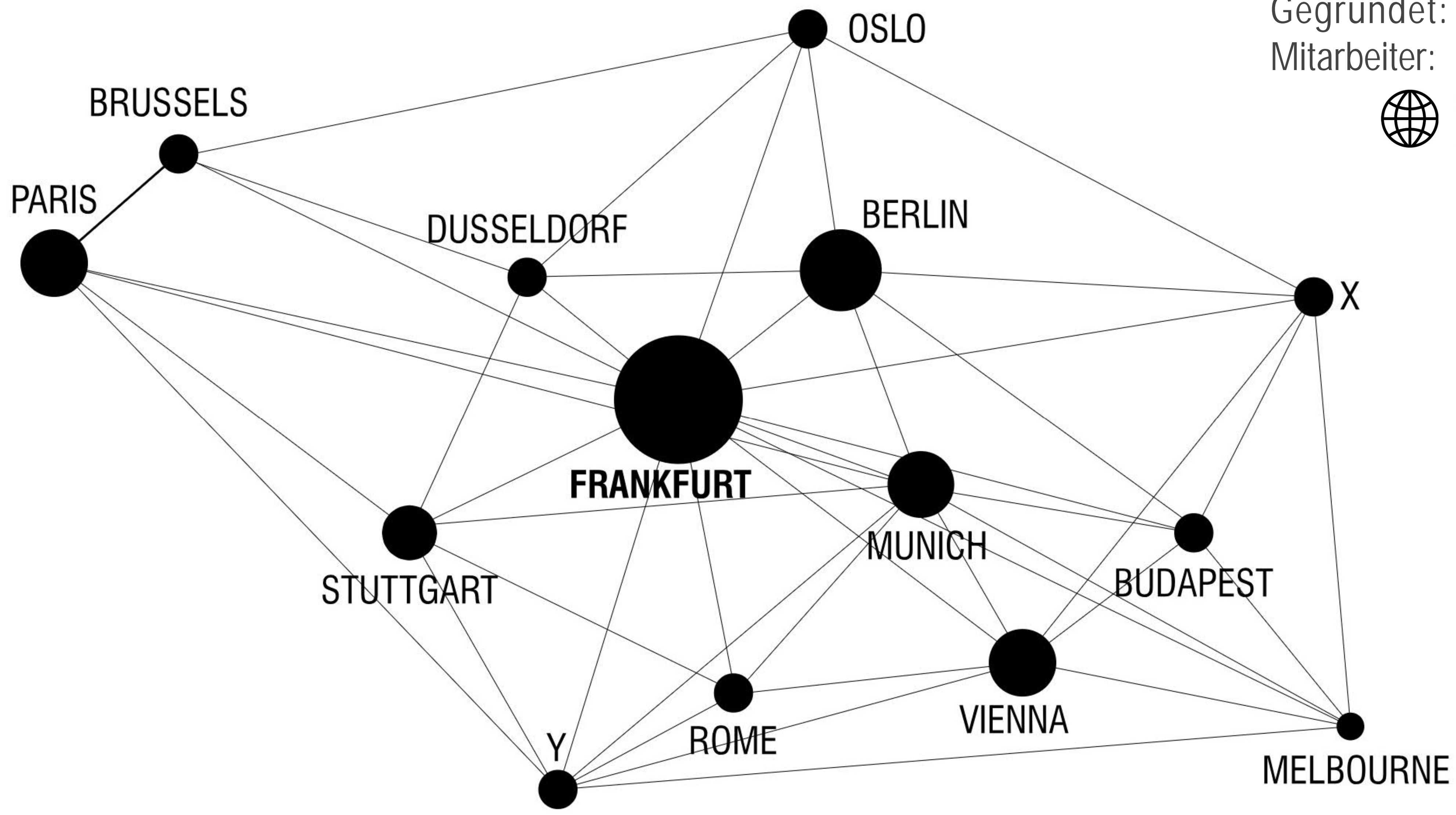
Alexander arbeitet seit dem Jahr 2015 bei Bollinger+Grohmann als Tragwerksplaner, wo er als einer der ersten Mitarbeiter des Münchner Standorts angestellt war. Vor seiner Anstellung bei B+G und seinem Studium zum Bauingenieur absolvierte er von 2003 bis 2005 eine Ausbildung zum Bauzeichner bei der Firmengruppe Max Bögl. Während dieser Zeit konnte er sich umfangreiche Kenntnisse zu CAD-Software wie Allplan, Soficad und Autodesk Revit aneignen. Seit dem Jahr 2016 ist Alexander Teil der Standort-übergreifenden BIM-Gruppe von Bollinger+Grohmann. Seit dem Jahr 2018 fungiert er als Head of BIM der deutschen Standorte von Bollinger+Grohmann. Seit dem August 2020 arbeitet Alexander im Frankfurter Büro von Bollinger+Grohmann.

Im Rahmen der BIM-Entwicklung befasst er sich mit der Implementierung der BIM-Methodik und der Entwicklung intelligenter Workflows.



THE OFFICE

Gegründet: 1983
Mitarbeiter: 295

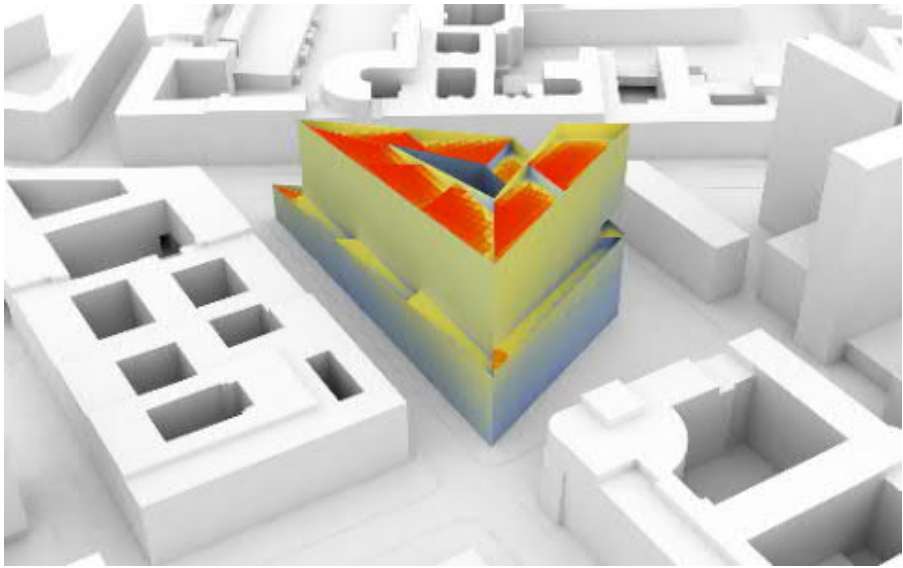




Structure



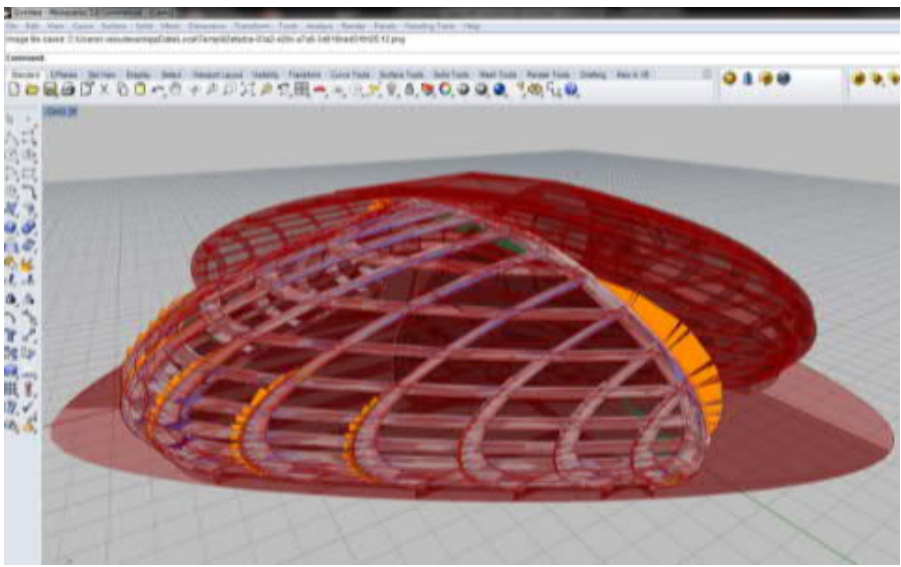
Façade



Building Physics and Sustainability



Fire Protection



Parametric Design



Design and Construction of Existing Buildings



Site Supervision and SiGeKo



Technical Due Diligence

FOUR, Frankfurt

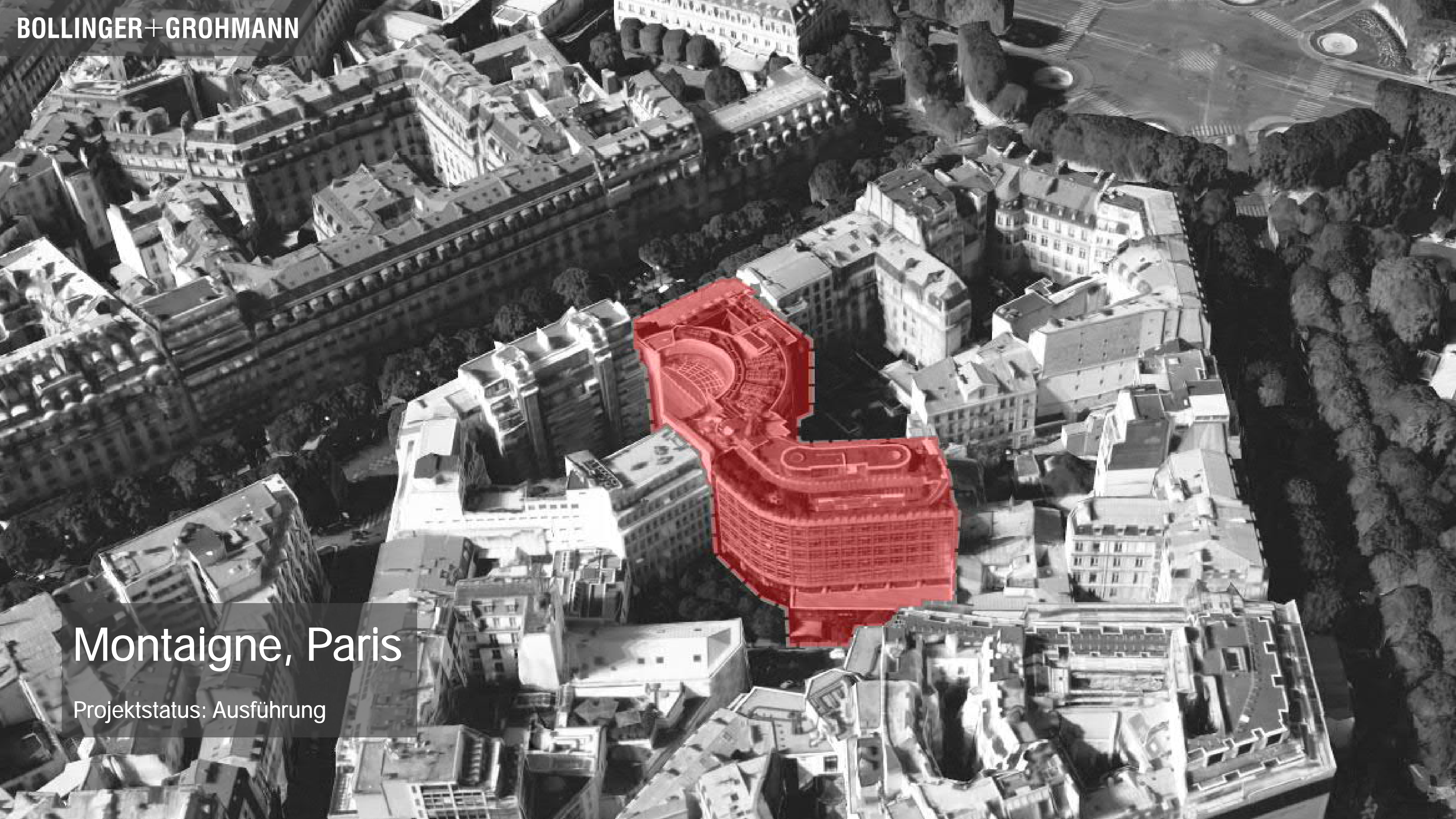
Projektstatus: Ausführung





Allianz Campus, Vaihingen

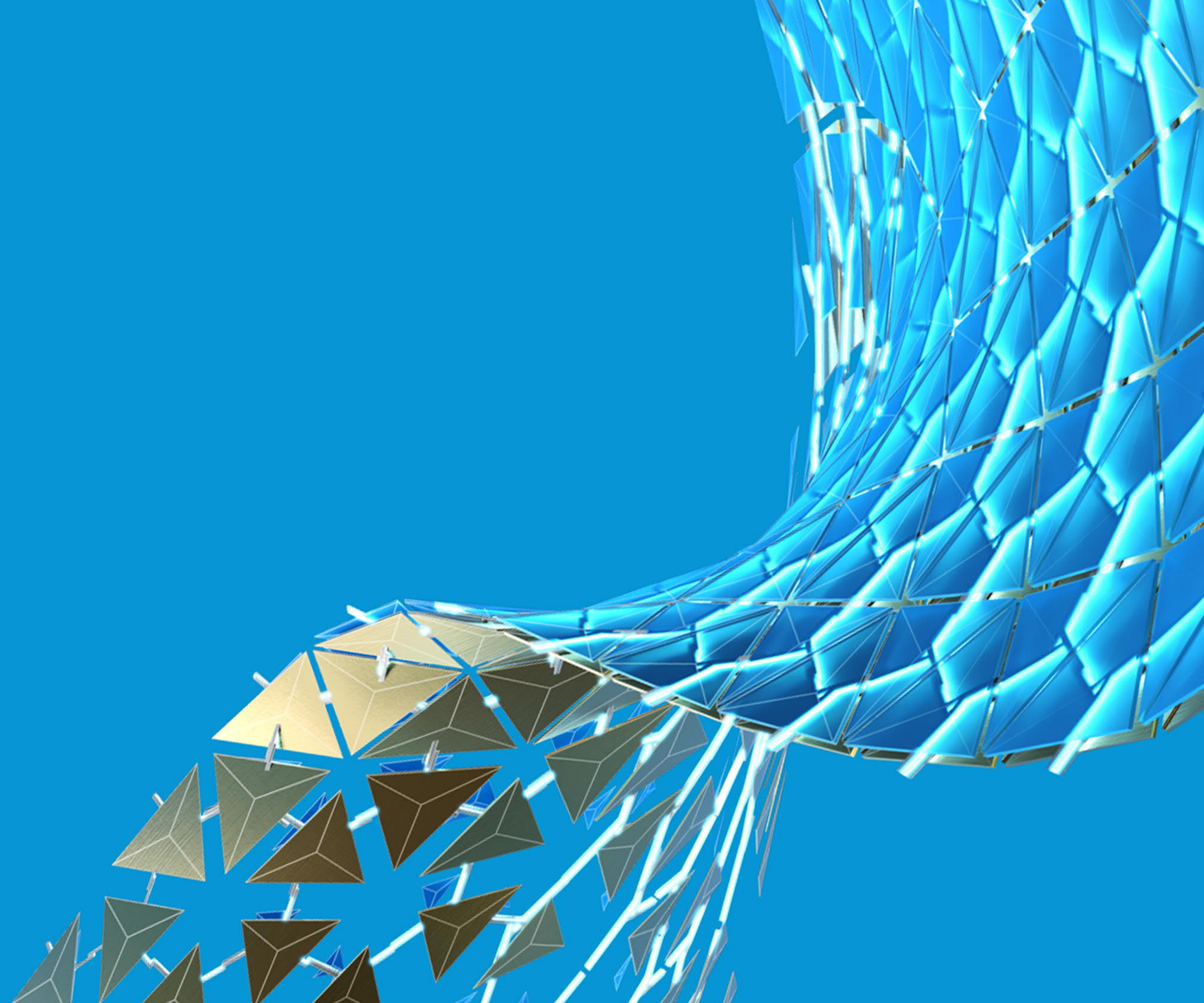
Projektstatus: Genehmigungsphase

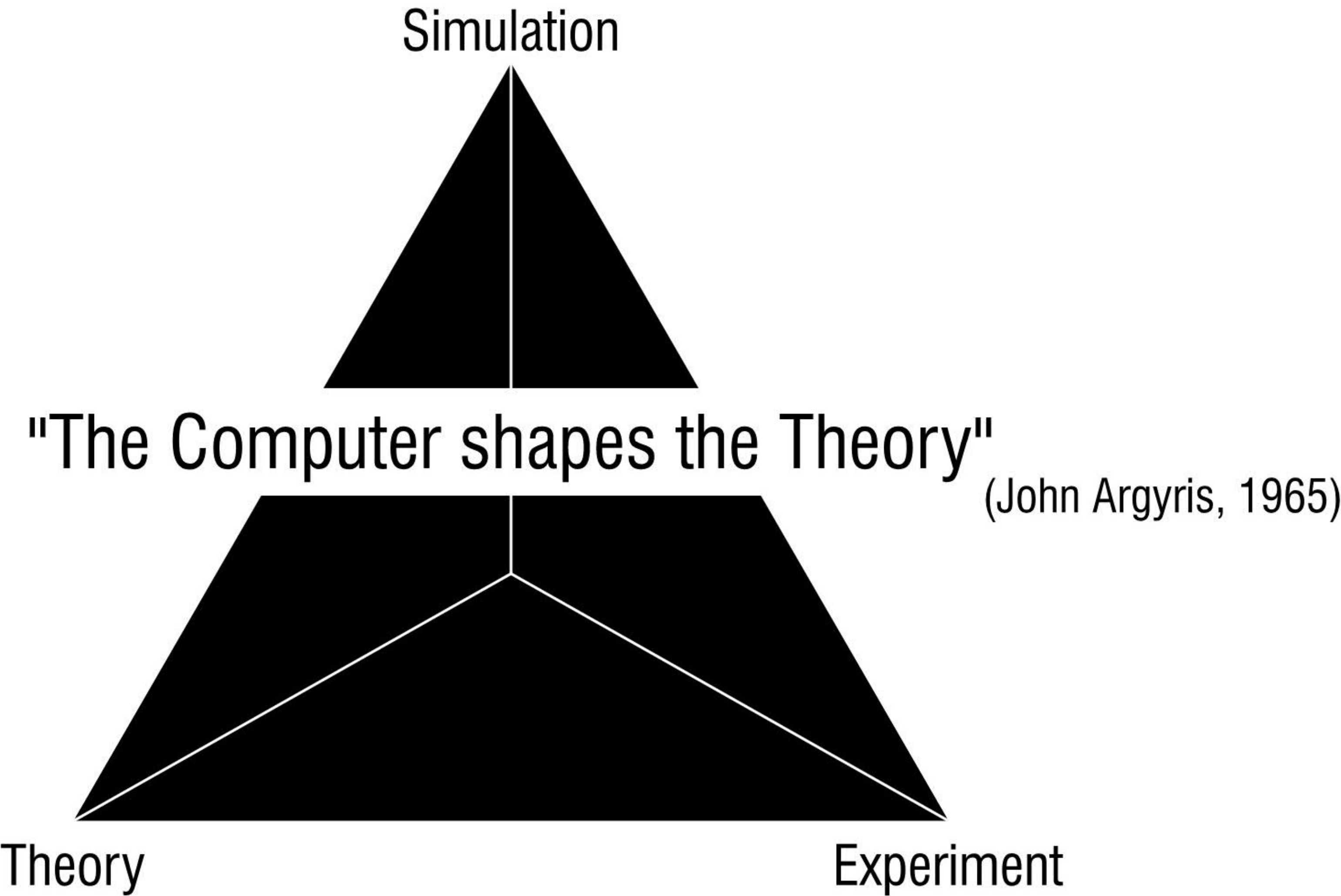


Montaigne, Paris

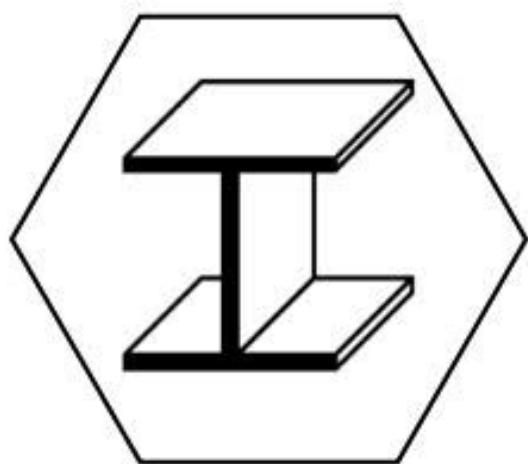
Projektstatus: Ausführung

INTRO

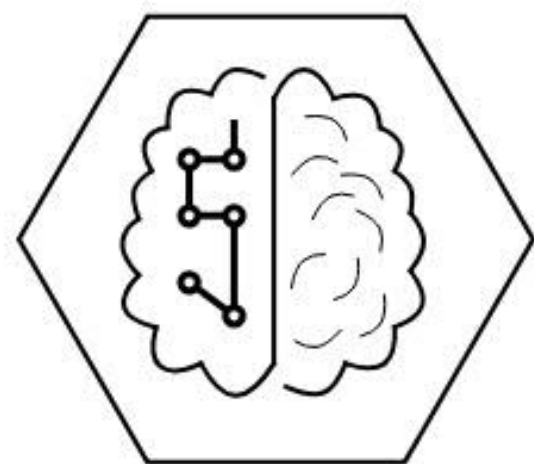




MODEL



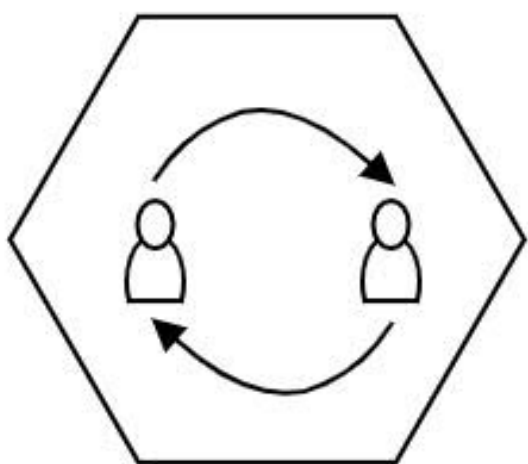
AUTOMATE



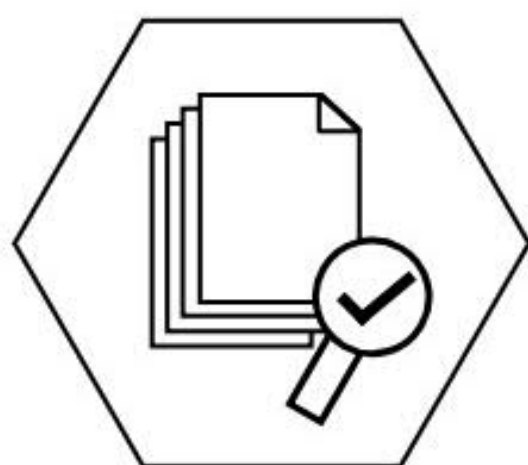
EVALUATE



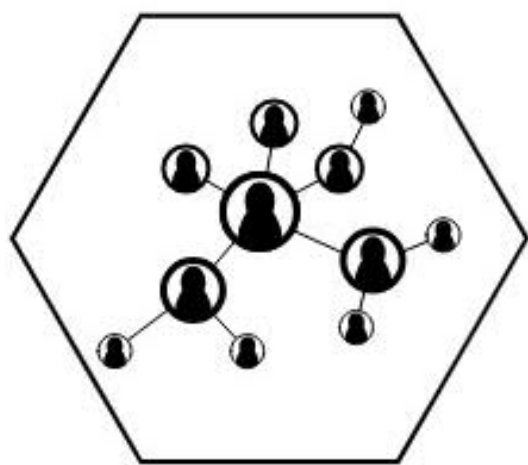
COMMUNICATE



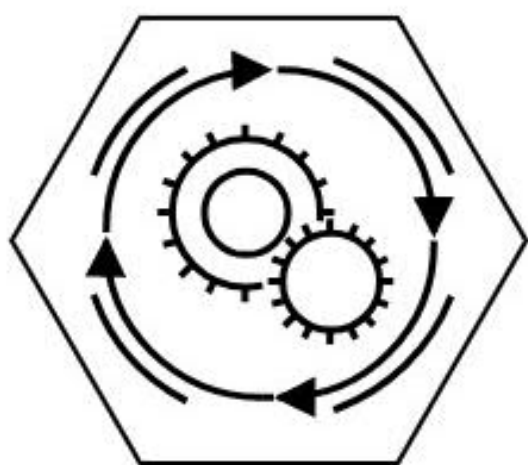
CHECK



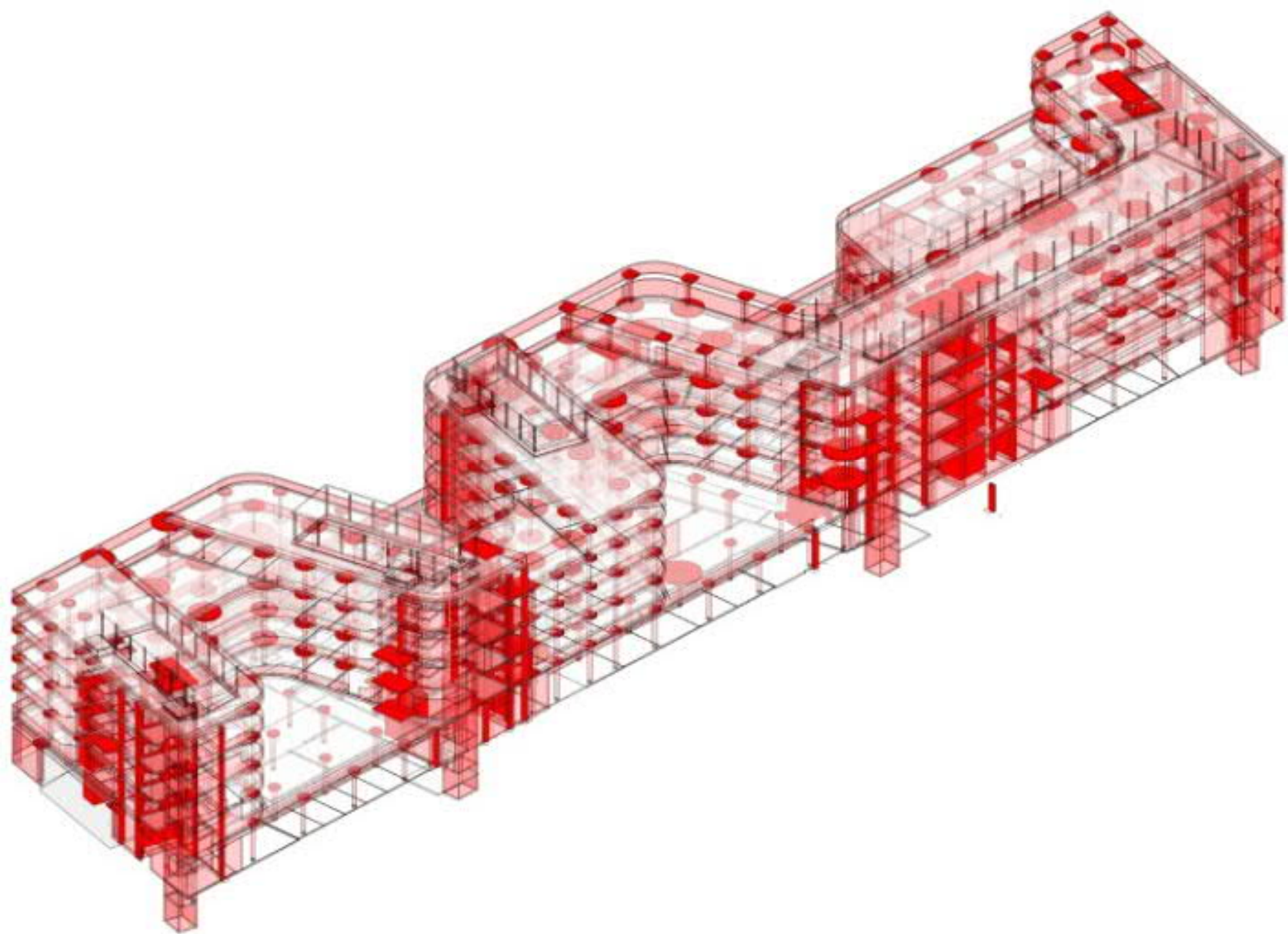
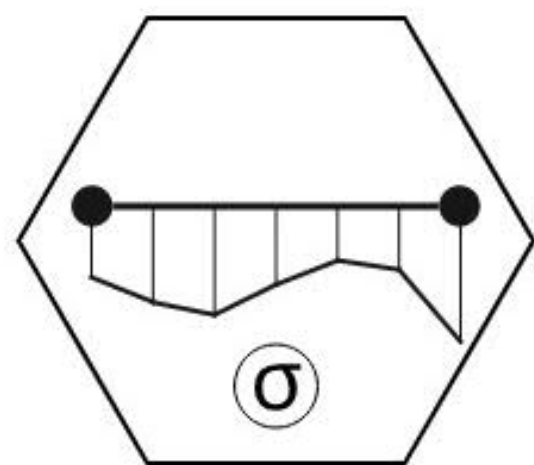
COLLABORATE

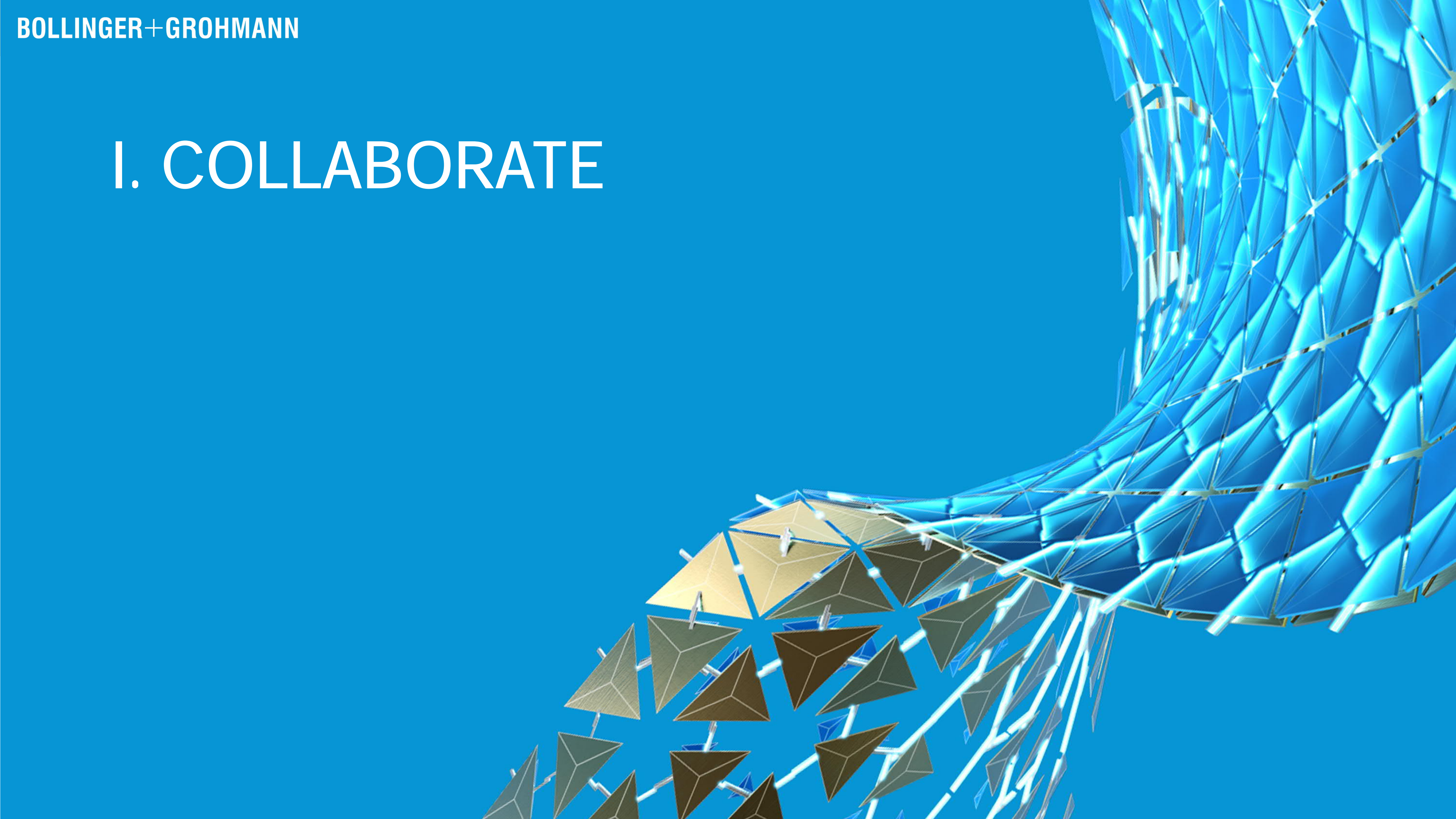


OPTIMIZE



ANALYZE





I. COLLABORATE

Kol·la·bo·ra·ti·on

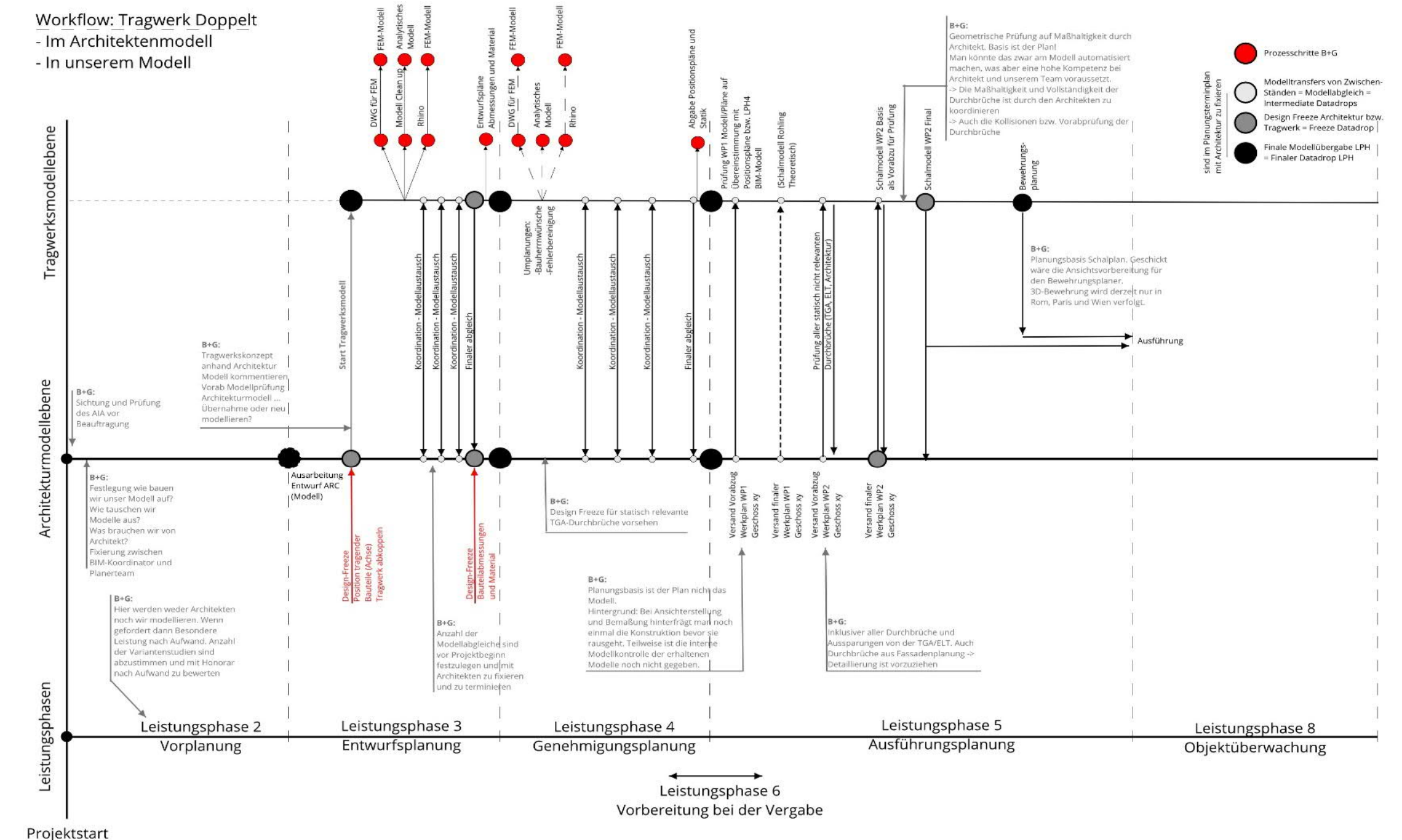
Substantiv, feminin [die]

1. gegen die Interessen des eigenen
Landes gerichtete Zusammenarbeit mit
dem Kriegsgegner, mit der
Besatzungsmacht

Auftakt des BIM-Prozesses

Aspekte zur Wahl einer Projektstrategie:

- Eingangsparameter der AIA
- Software-Infrastruktur der Planungsbeteiligten
- Festlegung der Schnittstellen zu den Disziplinen
Architektur und Haustechnik
- Modellteilungsstrategien – Tragwerksmodell als eigene
Instanz oder als Teil der Architektur (Aspekte der
Honorierung)
- Zeitpunkt des Modellierungseinstiegs



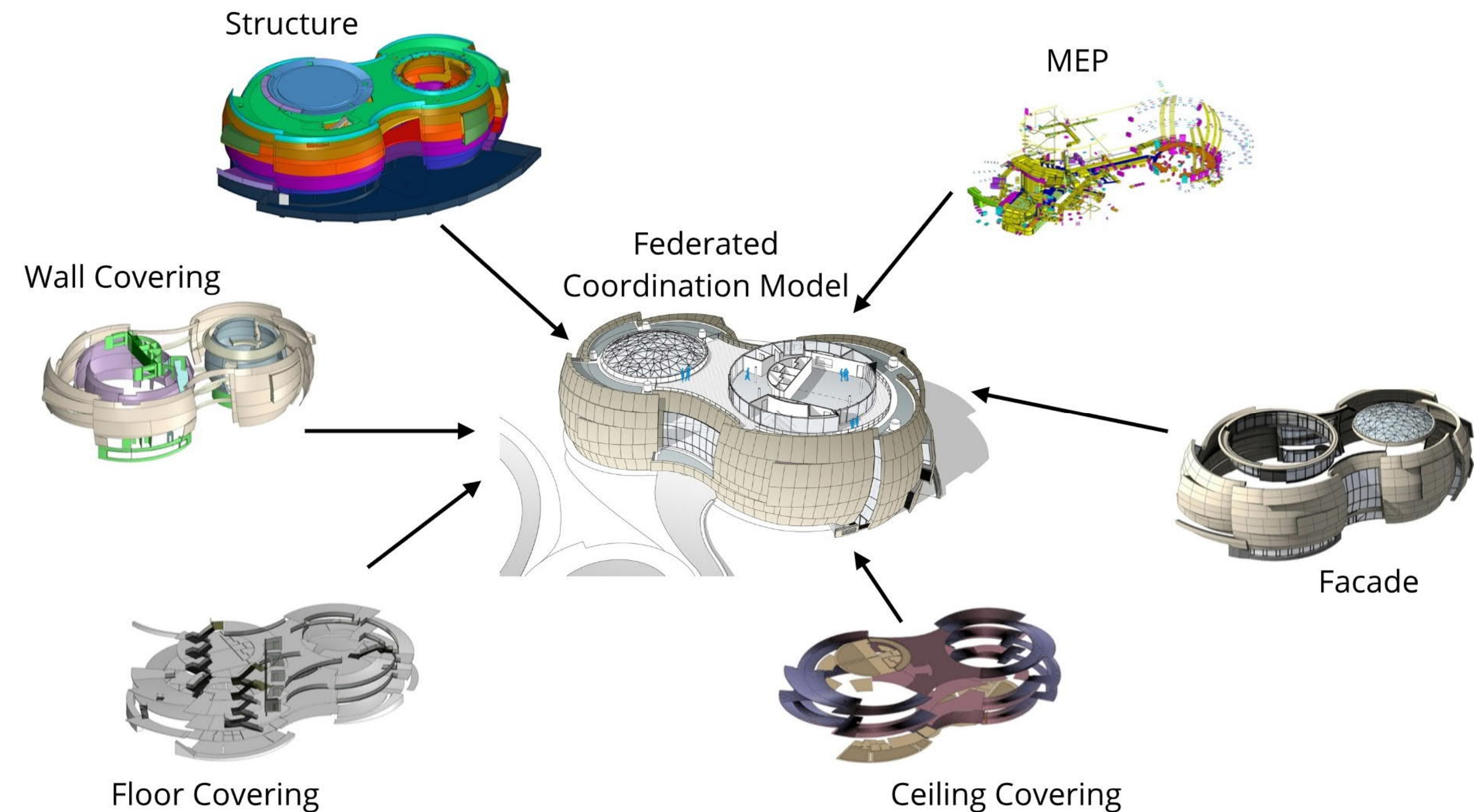
Die Philosophie zur Modellteilung

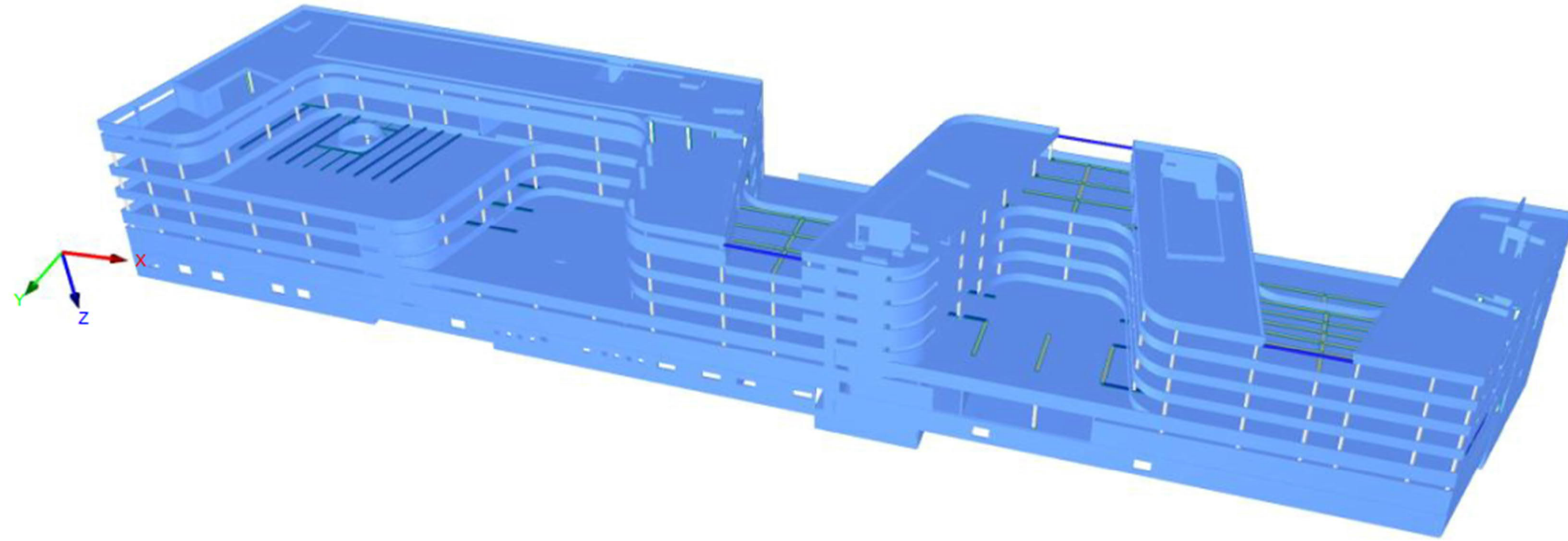
Theorie:

Jedes Gewerk hat ein eigenes Modell, welche zu einem gemeinsamen Koordinationsmodell zusammengefügt werden. Die Koordinationsmodelle sind „Planstände“ und am Schluss einen digitalen Zwilling ergeben und ggf. Basis für ein As-Planned/As-Built sind.

Praxis:

Das Tragwerk existiert doppelt, durch Überschneidung der Zuständigkeit zwischen Architektur und Statiker. Änderungen müssen somit zweifach nachgezogen werden. Viel Abstimmung ist somit nötig um Deckungs-Gleiche Modelle zu erstellen.

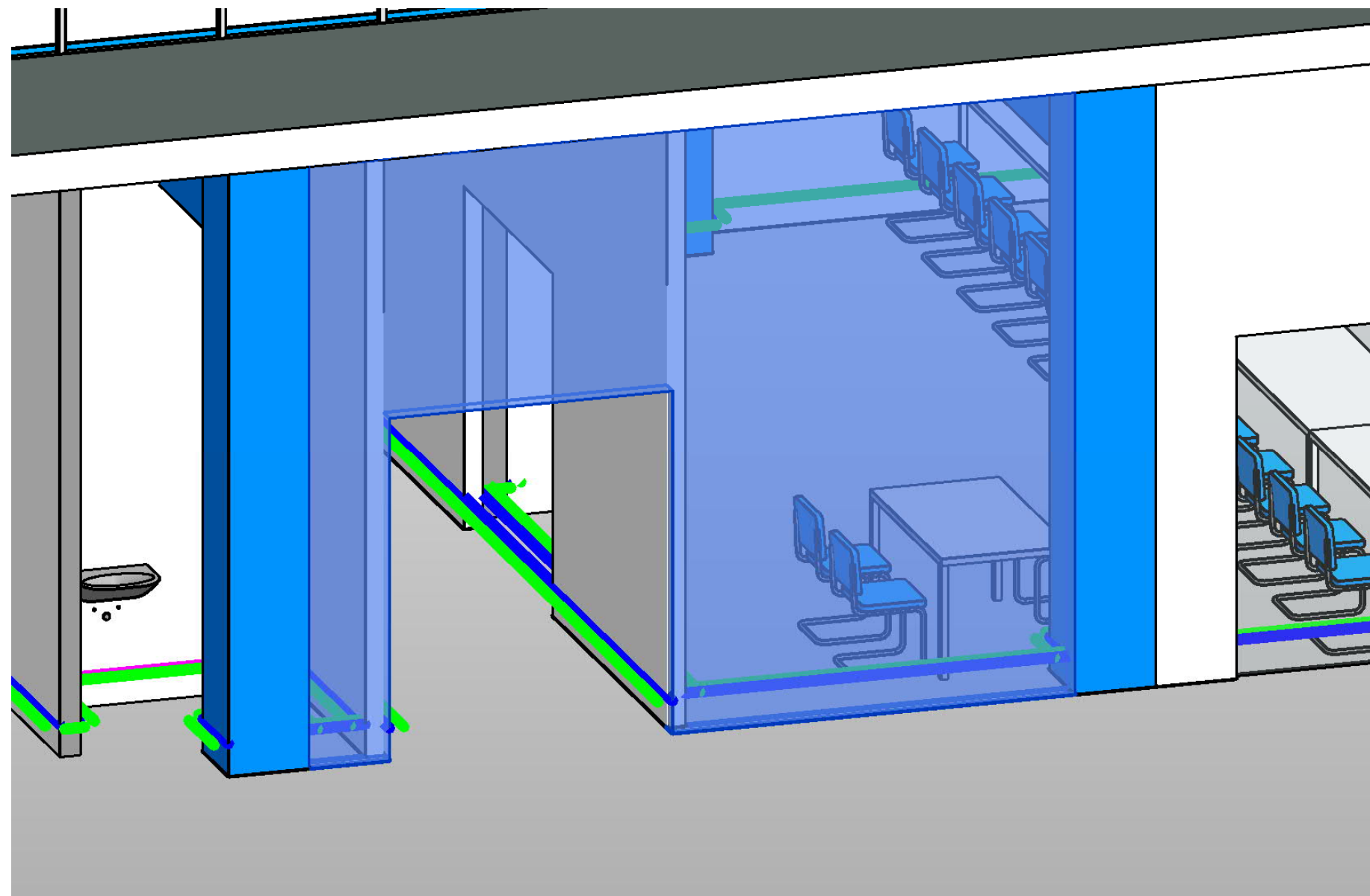




Gemeinsames Zentralmodell / 1 Modell

Medium: BIM360, Revit Server

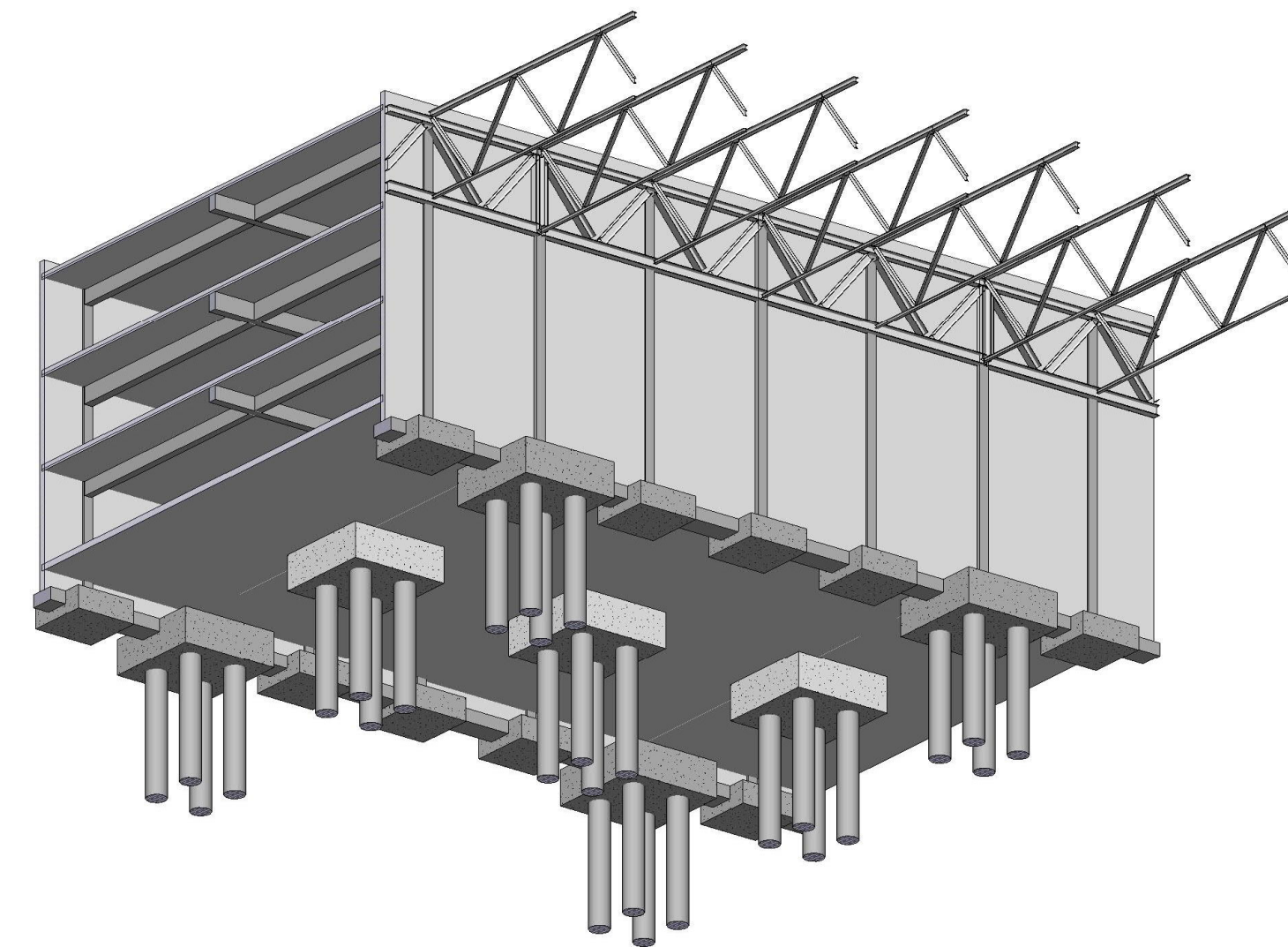
- Änderungen sind in Echtzeit im Modell möglich
 - Änderungen können unabgestimmt in das Modell kommen (Bearbeitungsbereiche ?!?)
 - Sehr viel Kommunikation am Anfang – Bauteilhoheiten müssen geklärt werden und sind selbst dann schwer aufrechtzuerhalten
 - Frage: wer modelliert was? (Schnittstellen)
 - Kommunikation von Änderungen muss stringent gelebt werden
- Design Freeze quasi nicht mehr vorhanden. Kontrollverlust bei großen Projekten möglich



Doppeltes Tragwerk / 2 Modelle

Medium: BIM360, Revit Server, Dateiaustausch

- Modellierung spiegelt Statik wider
 - Modellierung ideal zum Import/Export zur Statiksoftware
 - Änderungen müssen Zeitaufwändig nachgezogen werden (Tragwerk basiert auf ARC Modell Version x)
 - IDs der Modell passen nicht zusammen
- Man behält Kontrolle über seine Planung



Verlinktes Tragwerk / 2 Modelle

Medium: BIM360, Revit Server, Dateiaustausch

- Alle statisch relevanten Bauteile sind im Tragwerksmodell enthalten
 - Alle nichttragenden Elemente sind im Architekturmodell. Das Tragwerksmodell wird in das Architekturmodell referenziert
 - Frage: wer modelliert was? (was ist tragend)
- Anpassungen der Objektplanung müssen permanent durch die Tragwerksplanung eingepflegt werden (Kapazität und Honorar)
- Man behält Kontrolle über seine Planung

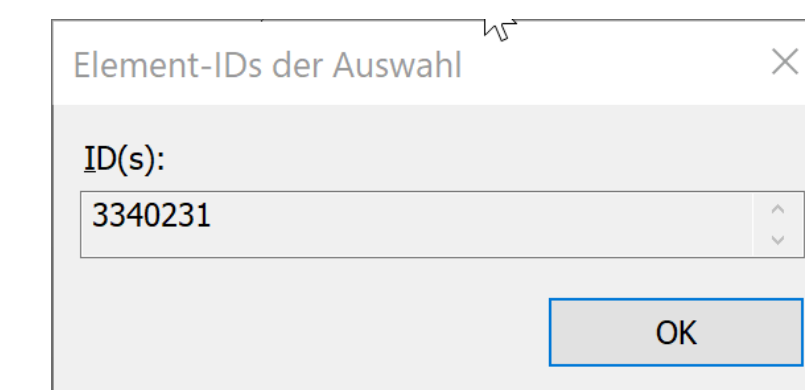
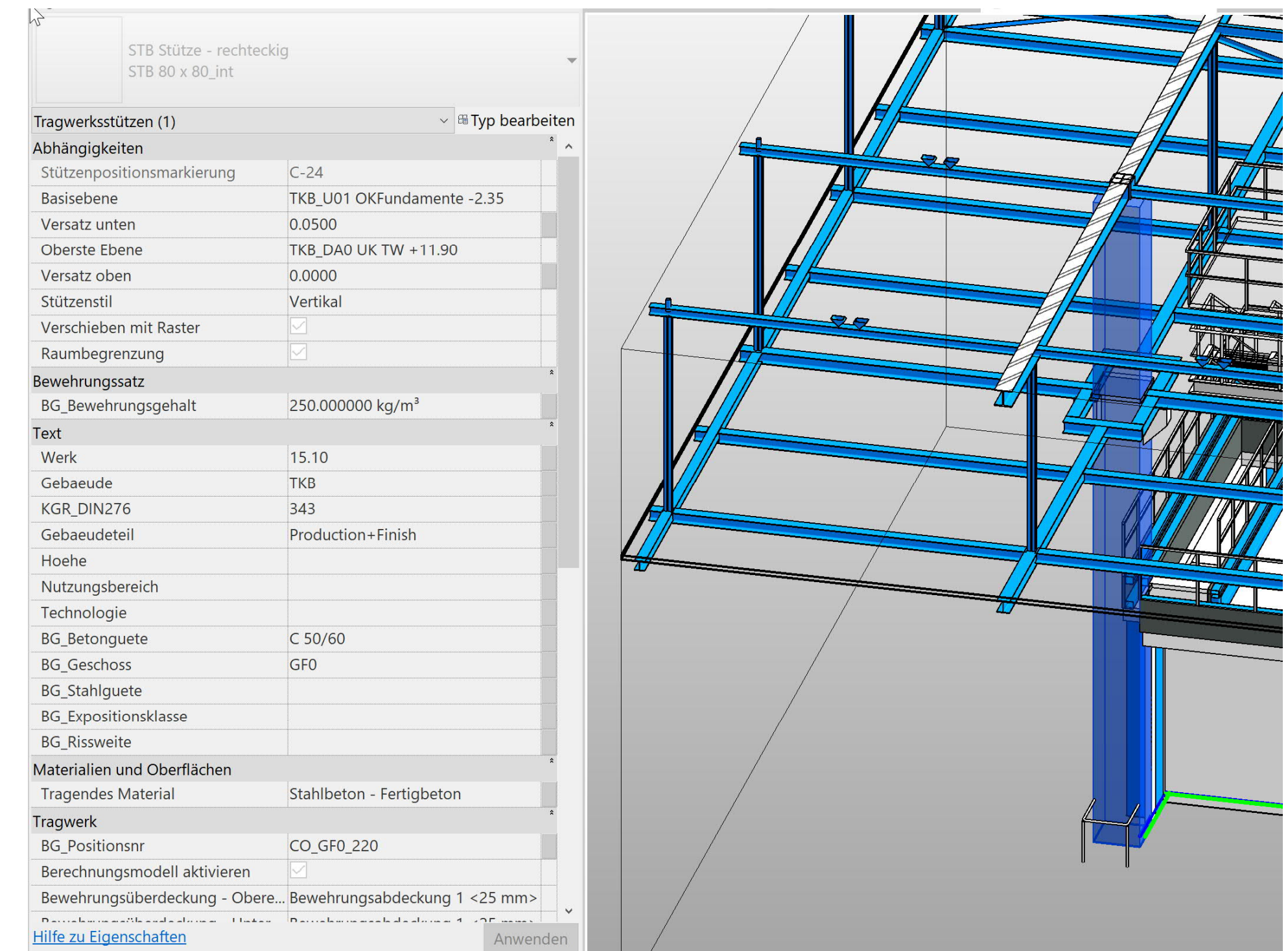
Architekturmodell übernehmen oder selbst erstellen

Variante 1: Architektenmodell übernehmen

- Könnte Abweichungen zu Tragwerksrelevanten Modellierungsrichtlinien haben z. b. Unterzüge als Wände gezeichnet bzw. Stützen als Wände.

Variante 2: Eigenes Modell neu aufsetzen

- Zeitaufwändig und Fehleranfällig
- Massen weichen ggf. durch unterschiedliche Modellierung voneinander ab (Nachverfolgung)
- Eignet sich besser für interne Übernahme in LP5



Mehrwerte des Tragwerksmodells

KOSTENKONTROLLE MASSIVBAU

Die Modellierung erfolgt auf Basis der Ausführung und des statischen Konzepts. Wichtig ist hierzu auch die frühzeitige Betrachtung des Themas "Fügung". Eine frühzeitige Bewertung von Einbauteilen und Bewehrung führt zu größerer Kostensicherheit.

VERWENDUNG DES MODELLS FÜR BERECHNUNGEN

Das analytische Modell kann für Berechnungen von Submodellen oder dem Gesamtmodell verwendet werden.

Dies setzt in der Regel jedoch eine Nachbearbeitung des analytischen Modells in Revit voraus.

EFFIZIENTERE DURCHGÄNGIGE WORKFLOWS

Das Modell kann für automatisierte Prüfprozesse verwendet werden. Siehe B+G AU 2018 Vortrag zum Thema automatisierte Durchbruchsprüfung.

[Workflows: BIM als Paradigmenwechsel in der Tragwerksplanung](#)

INTERNE KONTROLLE UND BASIS DER DOKUMENTATION

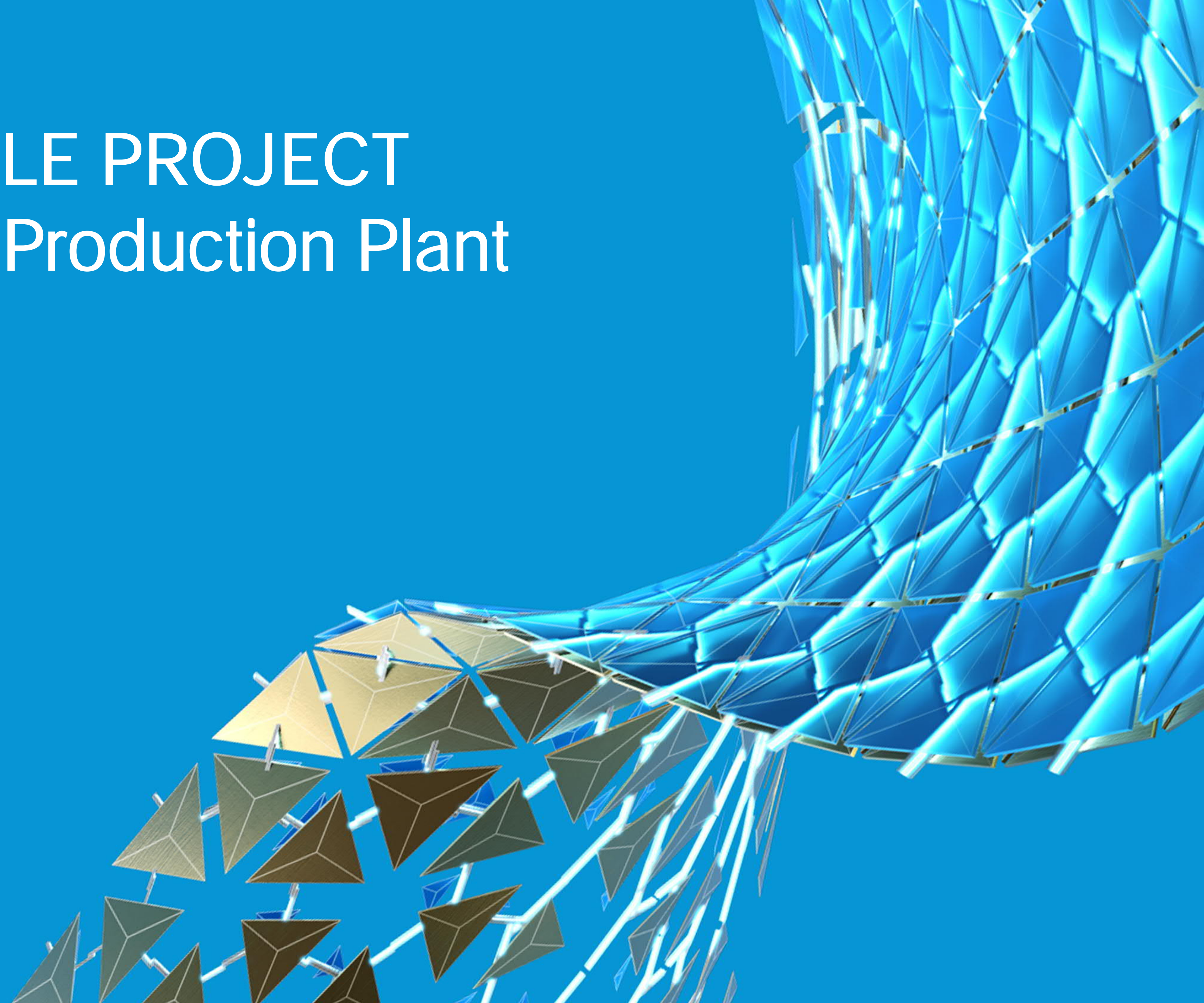
Die Tendenz geht in die Integration von Statikberichten in die BIM-Modelle.

Eine Stütze mit der Position "S01" hat den Link zum Statikabschnitts "S01.pdf" integriert.

Der Bauherr hat eine bessere Dokumentationsbasis (Archivierung)

II. BIM EXAMPLE PROJECT

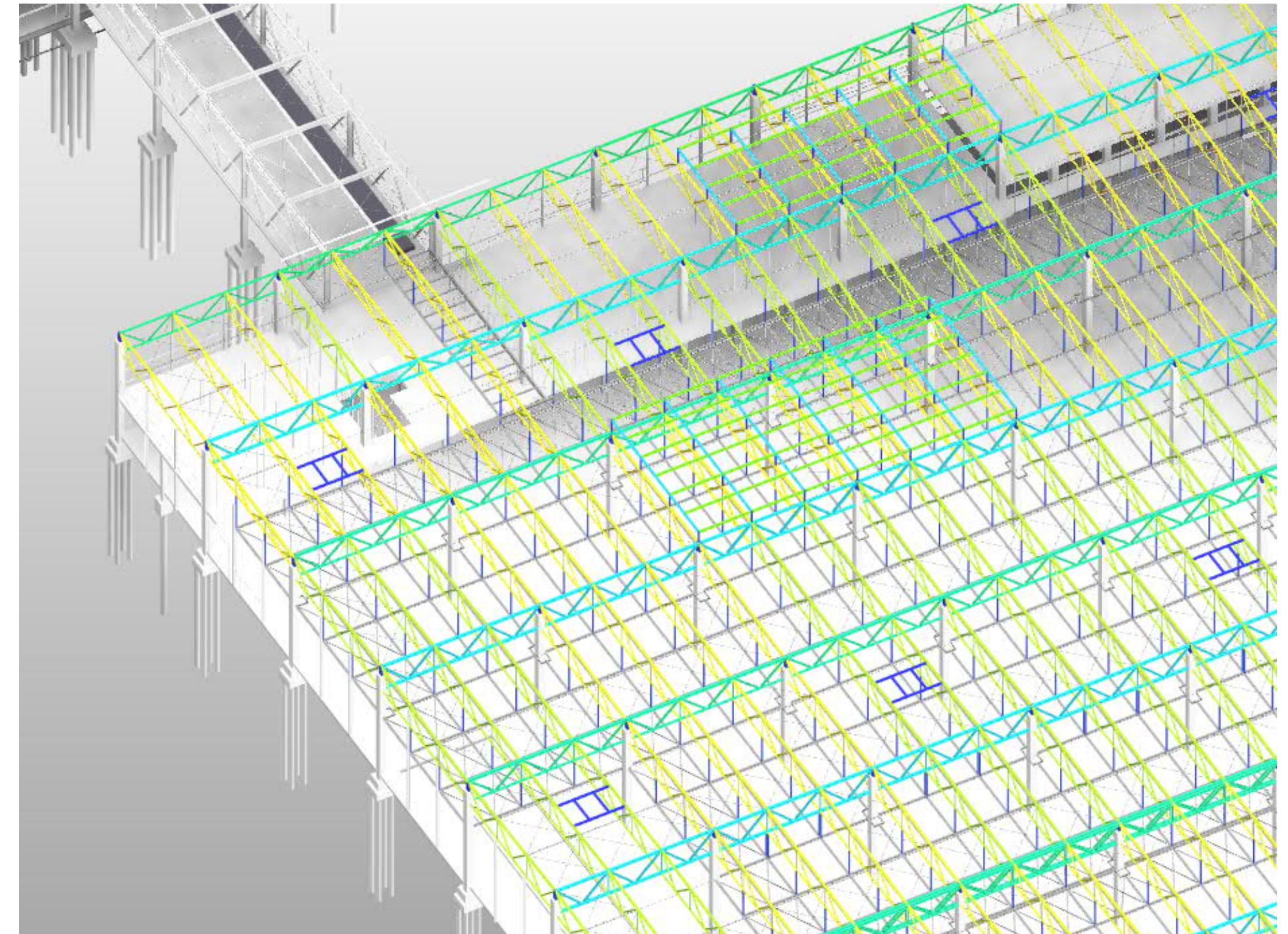
Automotive Production Plant



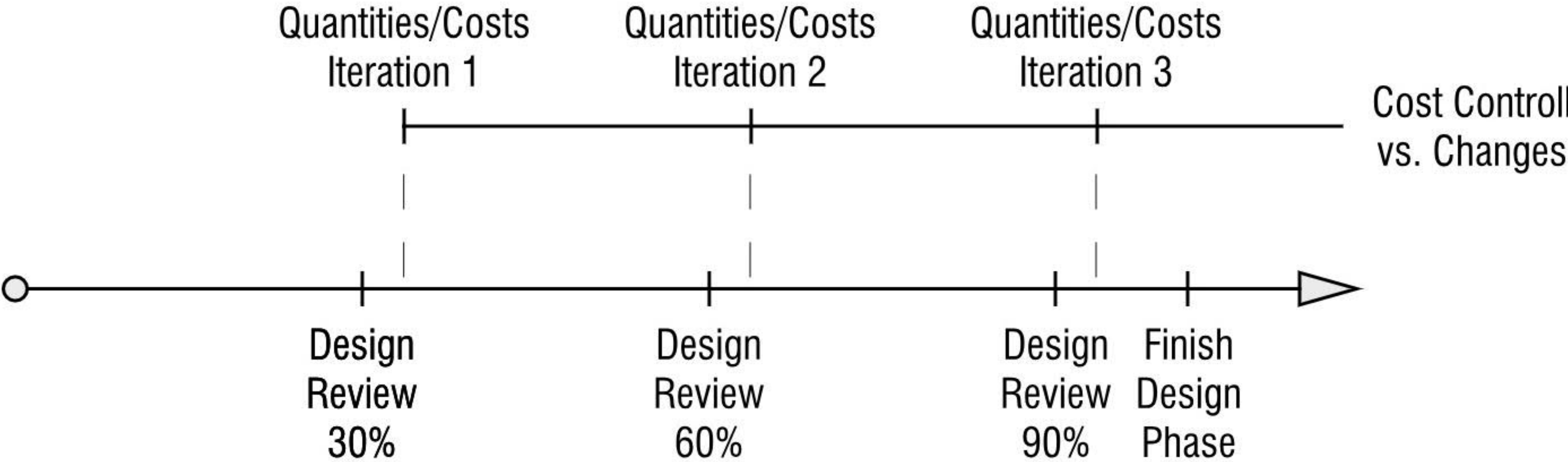
Vorstellung eines Projektbeispiels

Automotive Produktion

- Neubau einer vollständigen Automotive Produktion auf grüner Wiese (Presswerk, Karosseriebau, Lackiererei, Montagehalle, Verwaltungsgebäude und diversen Nebengebäuden)
- BIM per Vertrag
- Enge Terminschiene
- Kostenberechnung / Mengenermittlung auf Basis des Modells

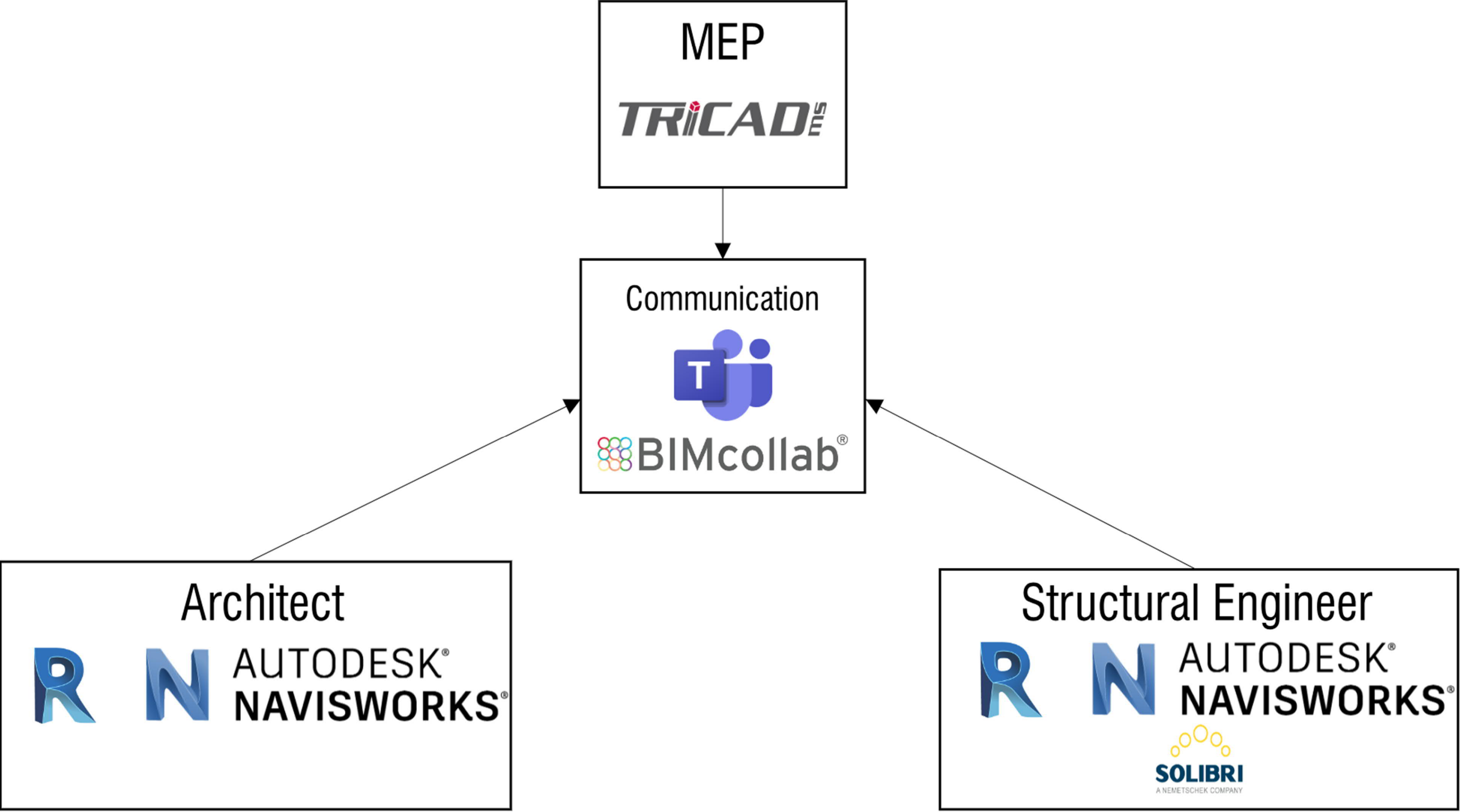


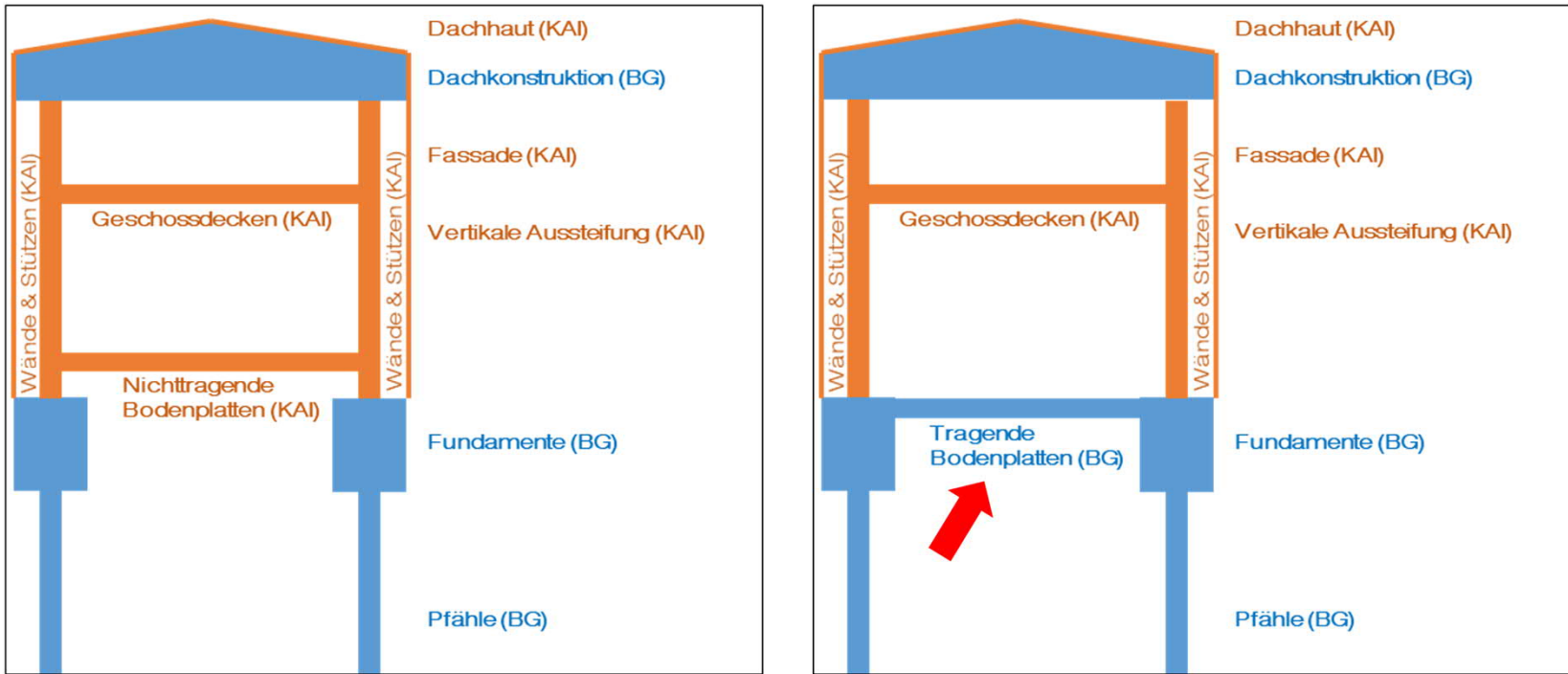
Designsprints



Im Rahmen der Beauftragung musste die Planung in Design Sprints 30% / 60% / 90% / final nach amerikanischer Methodik geplant werden. Im gleichen Kontext mussten Kosten (Element-basiert) nach jeder Zwischenabgabe berechnet werden.

Software-Infrastruktur der Planungsbeteiligten





Schnittstellen für "tragwerksunrelevante" Elemente

	KoBe für CB3		
	Planung	Modell	Massen
Attikastiele	KOH	KOH	KOH
Dachauswechslung NRA	BuG	KOH	BuG
Kamin Dachauswechslung Technologie	BuG	KOH	BuG
TGA Sekundarstahl	BuG	KOH	KOH
Ankerplatten in Stützen	BuG	-	BuG
HTU/HTA Schienen in Stützen	KOH	-	KOH
Knotenbleche / Verbinder Stah/- Fachwerkträger	BuG	BuG	BuG
Stahltreppenkonstruktionen innen	KOH / BuG	KOH	BuG
Stahltreppenkonstruktionen außen	KOH / BuG	KOH	BuG
Stahltreppen Fundamente	BuG	KOH	BuG
nichttragendes Mauerwerk	KOH	KOH	KOH
sämtliche Stahlbetonmassen	KOH / BuG	KOH	BuG
Aussteifung und Ringanker nichttragendes Mauerwerk	KOH / BuG	KOH	KOH
Fundamentstützen	KOH / BuG	KOH	BuG

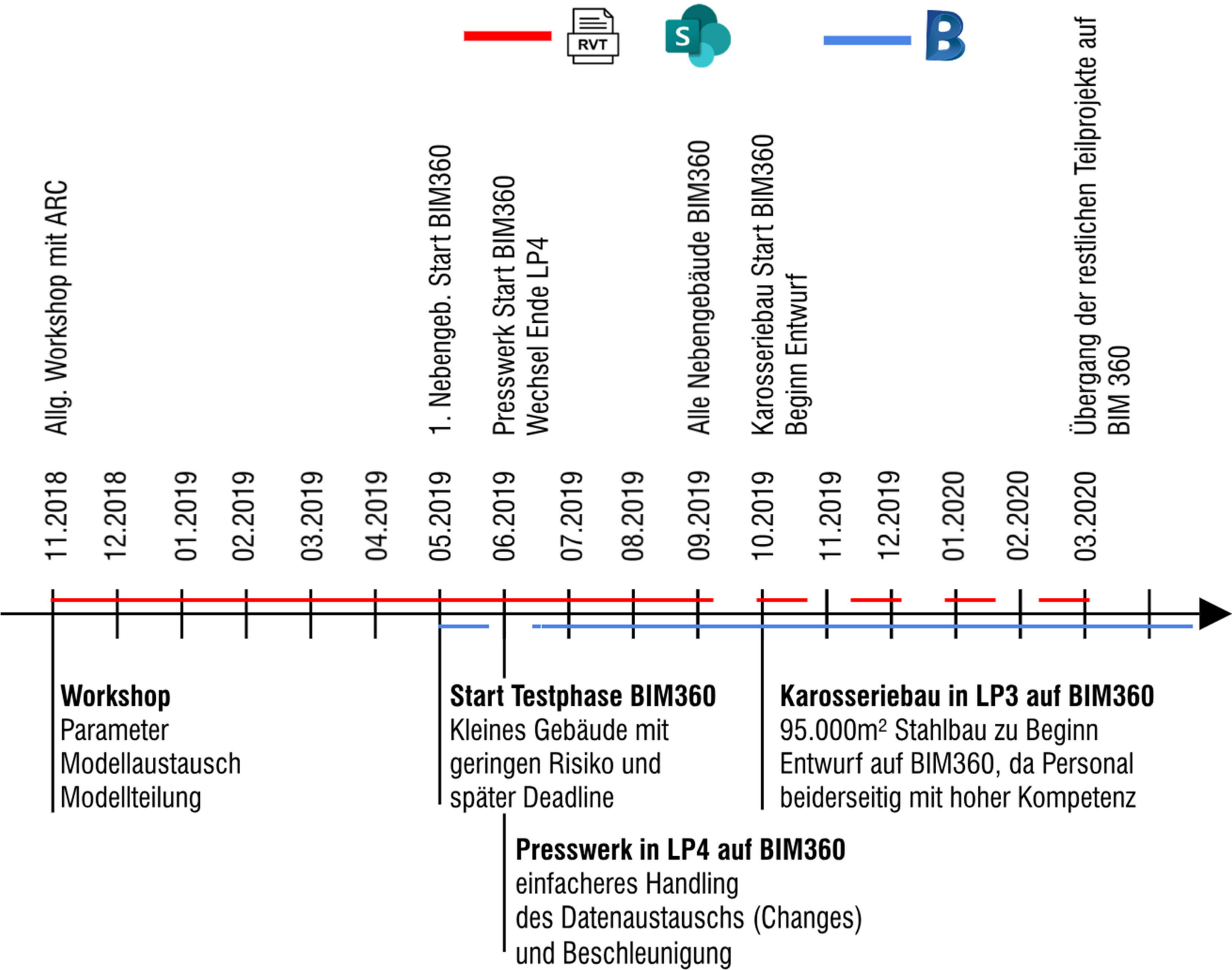
Strategie Modellaufteilung

Philosophie: Es gibt nicht nur „Schwarz oder Weiß“

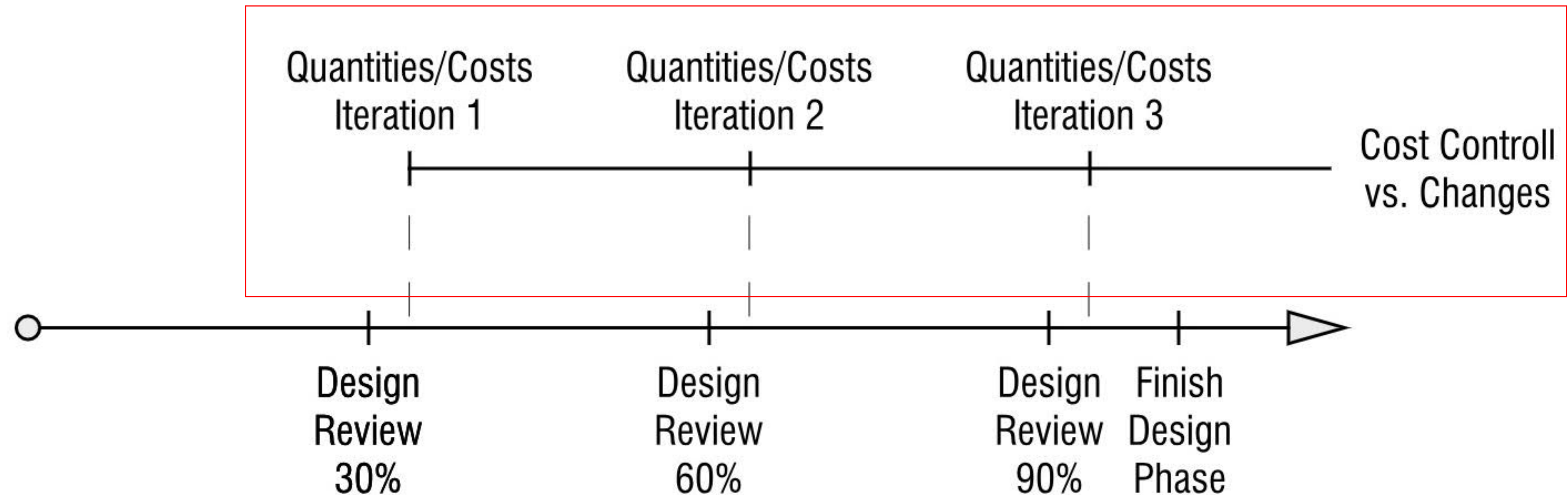
Alle Elemente, die eine hohe Anpassungsfluktuation bei der Architektur haben (Massivbau), liegen im Architekturmodell.

Alle Elemente des Stahlbaus, die sich durch Optimierungs-Rechnungen stetig ändern, befinden sich im Tragwerksmodell. Der Massivbau wird nur verlinkt und beschriftet. Die Tragwerksparameter werden im Architekturmodell ausgefüllt.

Dateiaustausch vs. BIM360

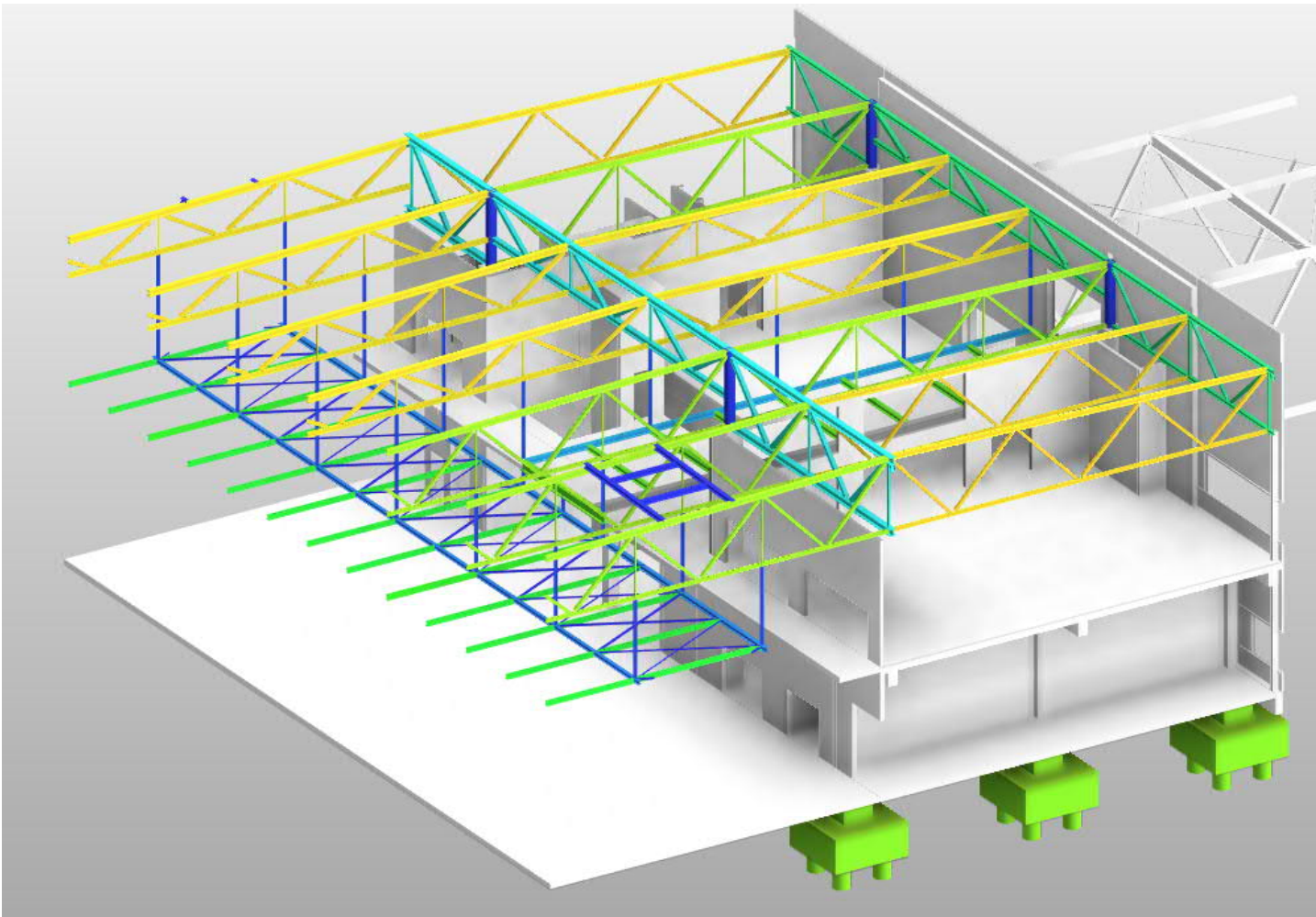
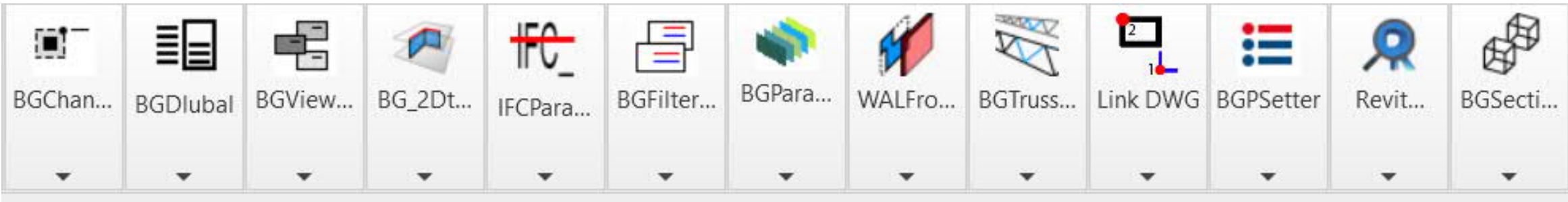


Designsprints and Costsprints



Eine Woche nach jeder Zwischenabgabe müssen die Mengen nach DIN 276 in der 3. Ebene an die Objektplanung als Excel Tabelle übermittelt werden. Positionen die noch nicht bekannt waren, bzw. die nicht modelliert waren mussten abgeschätzt werden.

Costs: QA und Mengen



BGParameterFilter

Parameter ☐ Inv ☐ Regex

BG_BetongueteString

BG_BewehrungsgehaltDouble

BG_BreiteDouble

BG_ElementIDInteger

BG_ExpositionsklasseString

BG_FachwerktypString

BG_GeschossString

BG_HoheDouble

Parameter Selection

BG_Positionsnr

Categories ☐ Inv ☐ Regex

Allgemeines Modell

Ansichten

Fachwerkbinder

Fundamente

Geschossdecken

Pläne

Rampen

Skelettbau

Steifen

Show all categories

Category Sets

☒ Override Section

5 Line Width

☒ Override Projection

3 Line Width

☐ CutColor=FillColor

ColorRange:

240 0

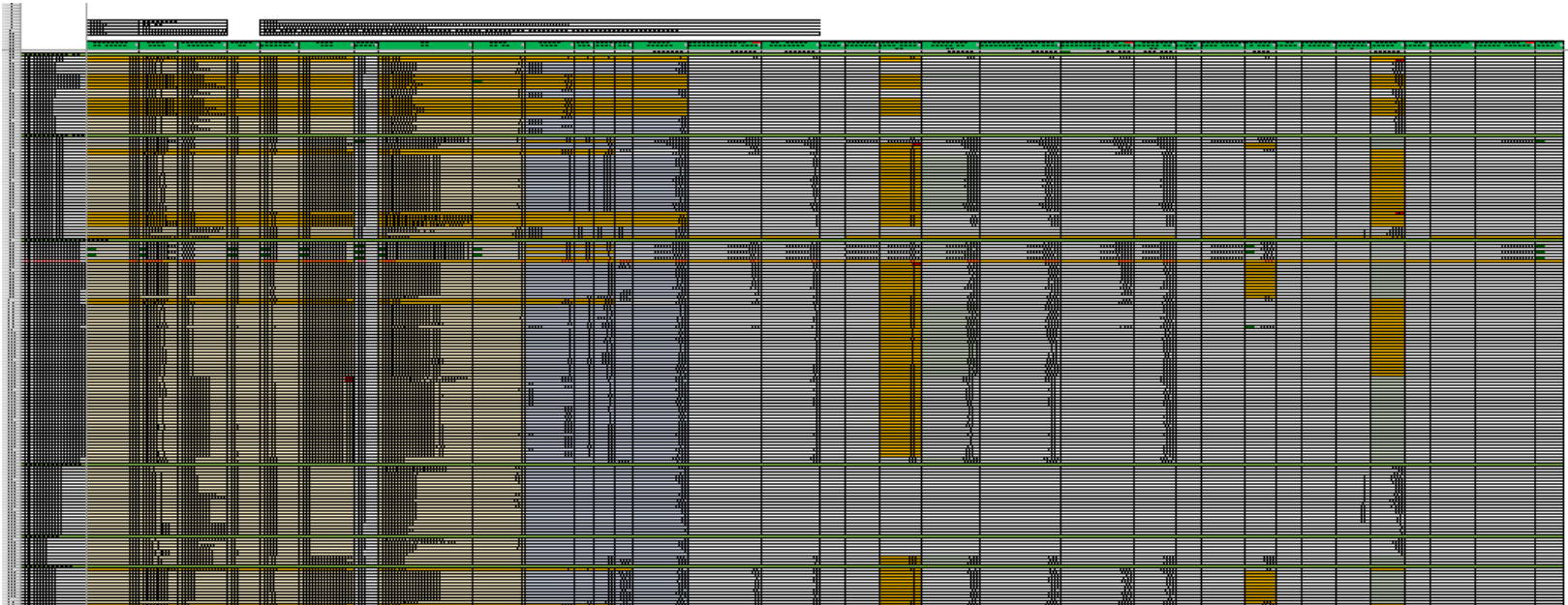
☐ Greyscale

☐ UseLinks

GroupBox

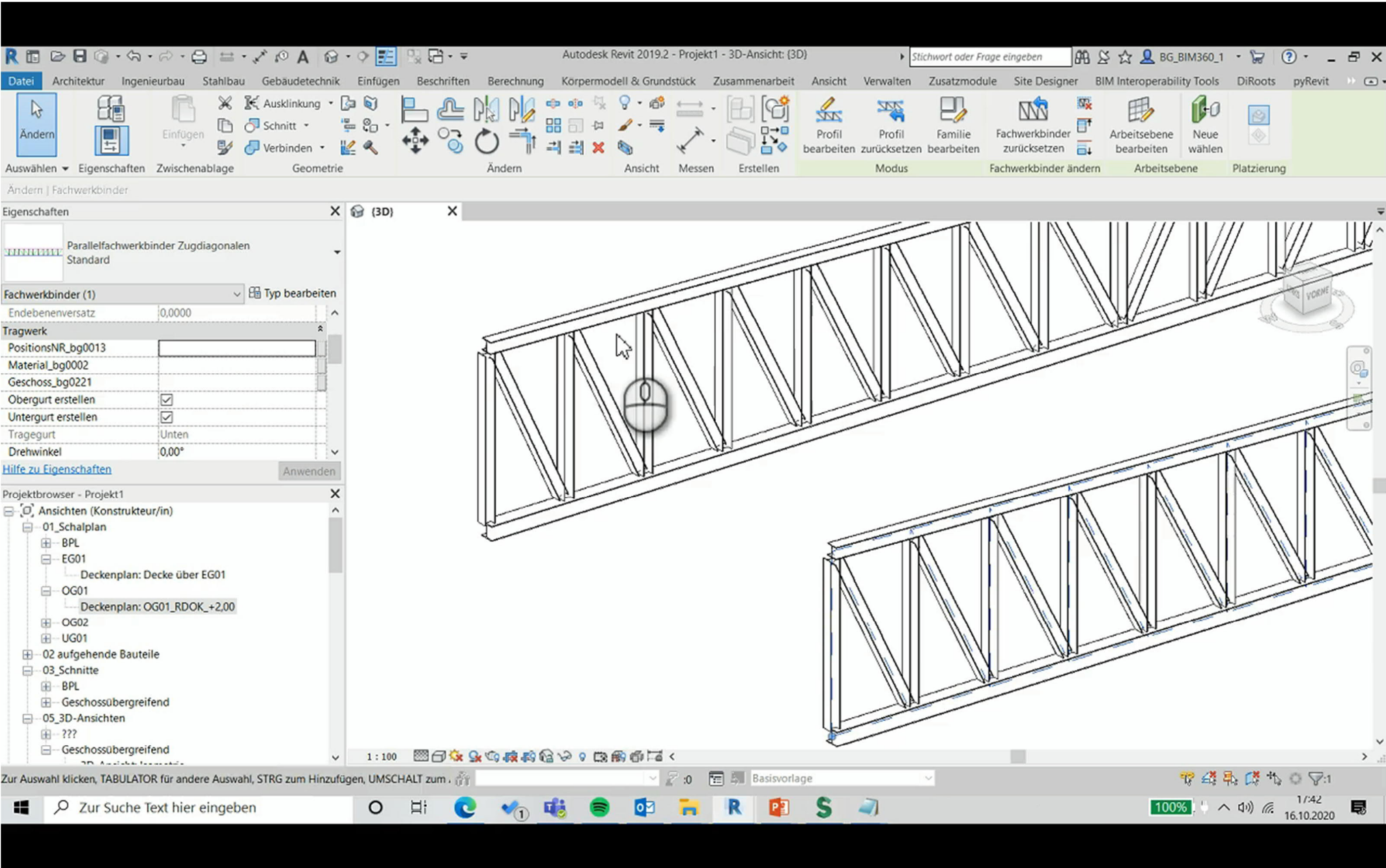
Finish

<BG_Conveyor Level_beams>											
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Gebaeude	Gebaeudeteil	KGR_DIN276	BG_Positionsnr	Description	BG_Geschoss	BG_Stahlguede	Material	Family and Type	Count	Cut Length	Volume
TKB	Conveyor Level	351	BR-CL1-001		CL1	S355J2	Steel	L Träger gleich: L 80 x 10	944		9.397630
BR-CL1-001											9.397630
TKB	Conveyor Level	351	MB-CL1-001		CL1	S355J2	Steel	HEA Träger: HEA 180	213		17.045510
MB-CL1-001											17.045510
TKB	Conveyor Level	351	MB-CL1-002		CL1	S355J2	Steel	HEA Träger: HEA 220	130		14.055744
MB-CL1-002											14.055744
TKB	Conveyor Level	351	MB-CL1-003		CL1	S355J2	Steel	HEA Träger: HEA 220	1	15.897	0.097864
MB-CL1-003											0.097864
TKB	Conveyor Level	351	MB-CL1-004		CL1	S355J2	Steel	HEM Träger: HEM 260	20		7.700458
MB-CL1-004											7.700458
TKB	Conveyor Level	351	MB-CL1-005		CL1	S355J2	Steel	HEM Träger: HEM 220	1	17.950	0.263255
MB-CL1-005											0.263255
TKB	Conveyor Level	351	MB-CL1-006		CL1	S355J2	Steel	HEB Träger: HEB 220	1	18.597	0.164136
MB-CL1-006											0.164136
TKB	Conveyor Level	351	MB-CL2-001		CL2	S355J2	Steel	HEA Träger: HEA 240	1	24.847	0.181504
MB-CL2-001											0.181504
TKB	Conveyor Level	351	MB-CL2-002		CL2	S355J2		DE_1_SFR_Dlupal-BOX(A)_R17: MB-CL2-00	1	24.967	1.082547
MB-CL2-002											1.082547
TKB	Conveyor Level	351	ME-CL1-001		CL1	S355J2	Steel	HEA Träger: HEA 220	629		4.402226
ME-CL1-001											4.402226
TKB	Conveyor Level	351	ME-CL1-002		CL1	S355J2	Steel	HEM Träger: HEM 220	18		0.281458
ME-CL1-002											0.281458
TKB	Conveyor Level	351	SB-CL1-001		CL1	S355J2	Steel	HEA Träger: HEA 200	1757		54.186051
SB-CL1-001											54.186051
TKB	Conveyor Level	351	SB-CL1-002		CL1	S355J2	Steel	HEA Träger: HEA 220	12		1.194152
SB-CL1-002											1.194152
TKB	Conveyor Level	351	SB-CL1-004		CL1	S355J2	Steel	HEA Träger: HEA 220	1	17.950	0.110500
SB-CL1-004											0.110500
TKB	Conveyor Level	351	SB-CL1-005		CL1	S355J2	Steel	HEA Träger: HEA 220	122		12.409013
SB-CL1-005											12.409013
TKB	Conveyor Level	351	SB-CL1-006		CL1	S355J2	Steel	HEM Träger: HEM 260	1	17.950	0.385384
SB-CL1-006											0.385384
TKB	Conveyor Level	351	SB-CL1-007		CL1	S355J2	Steel	HEM Träger: HEM 260	8		1.021491
SB-CL1-007											1.021491
TKB	Conveyor Level	351	SB-CL1-008		CL1	S355J2	Steel	HEM Träger: HEM 260	4		1.466180
SB-CL1-008											1.466180



Um den Zeitplan des Projekts einhalten zu können, mussten die Massen Modell-basiert und via Dynamo automatisiert in das Excel-Format übertragen werden. Eine umfangreiche Qualitätskontrolle war unabdingbar.

Costs: Fachwerktypisierung



Ziel: Skelettbau-Elemente brauchen die Parameter des Mutter-Elements Fachwerk

Feedback zum Testprojekt mit BIM360

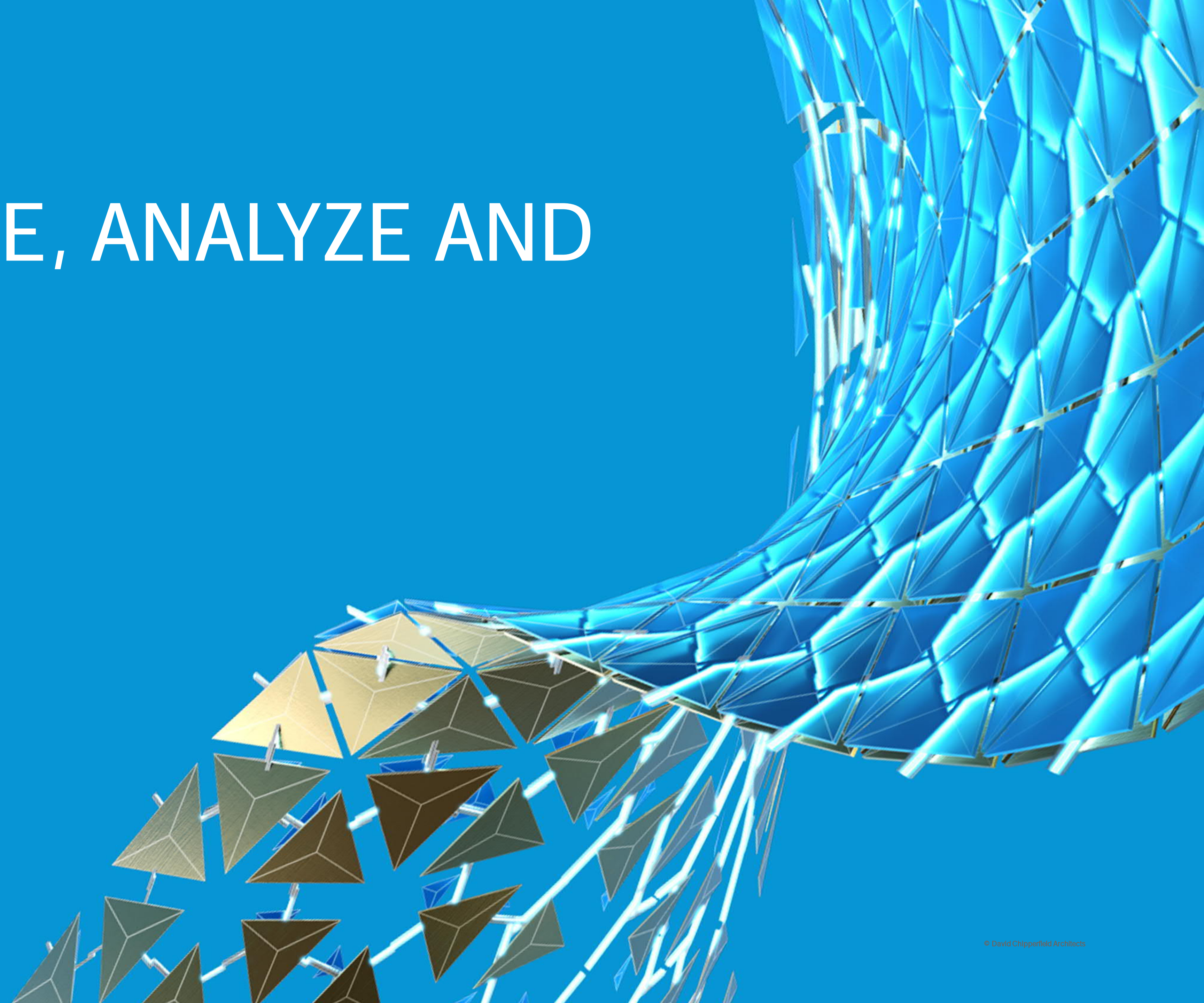
Cloud-Plattform:

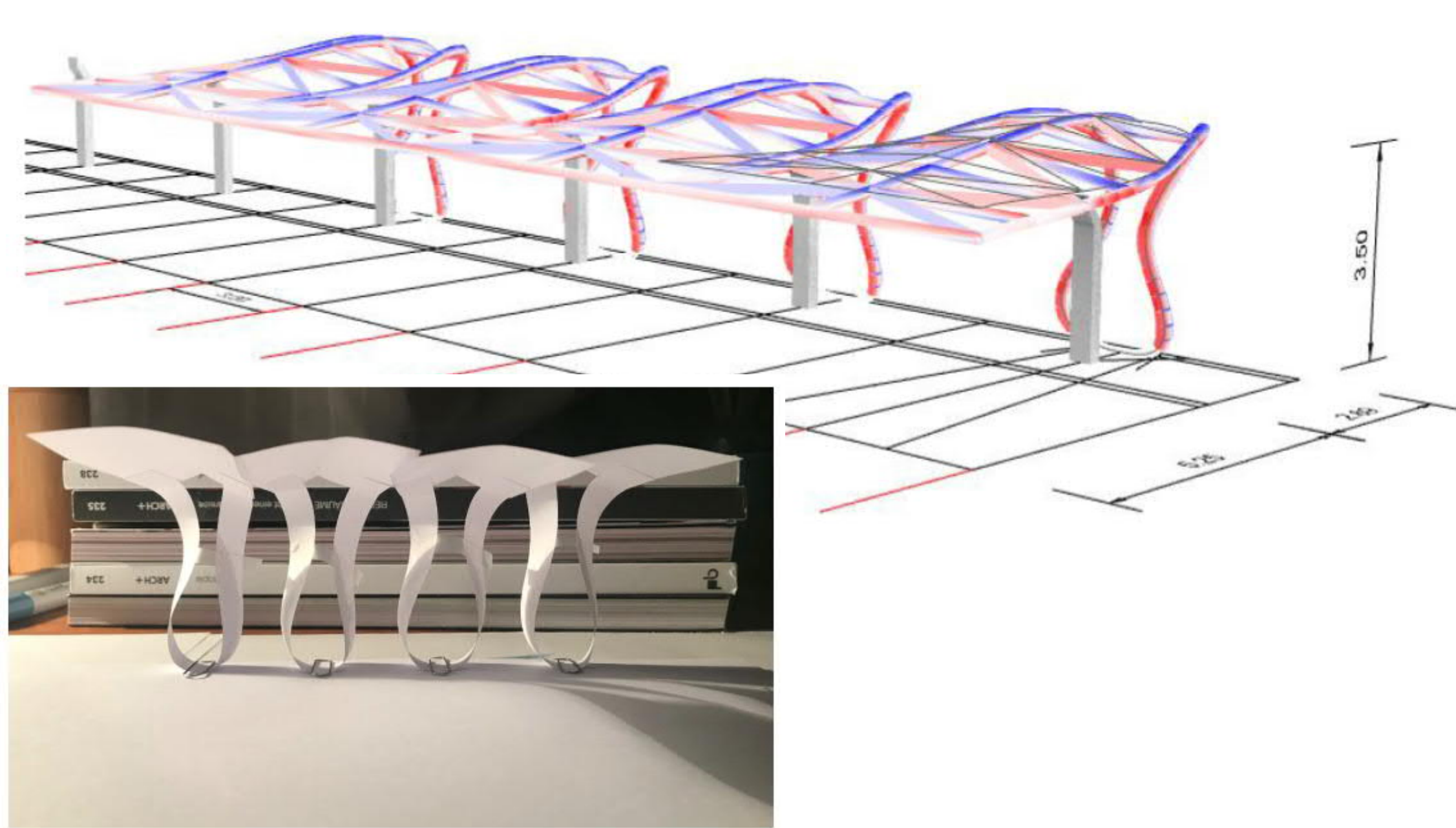
- Bei der Design Collaboration Methode müssen Änderungen manuell nachgezogen werden, da Architektur und Tragwerksmodell nicht miteinander gekoppelt sind. Vorstellbar wäre ein Software-seitiger Workflow der Änderungen der Teilmodelle nach Bestätigung der Umplanungen verschmilzt (Herstellung der Modell-Synchronität)
- Issues Bearbeitung und Kommentierung nicht Intuitiv

Herausforderungen bei der Zusammenarbeit an einem Modell (BIM 360 Zentraldatei bzw. Revit Server)

- Gegenseitiges Verständnis der Zusammenhänge bei Anpassungen an der Planung und am Modell (Bauwerk und Software)
- Gegenseitige Kommunikation von Anpassungen am Modell
- Verwendung korrekter gegenseitig abgestimmter Kategorien (z. B. Bodenplatte als Gründung vs. Geschossdecke)
- Bauteil Parametrisierung → Filterung der Elemente
- Verwendung von tragenden Elementen, die aber nicht-tragend hätten sein sollen → Filterung der Elemente
- Modellierungsverständnis (Model it as you Build it): Beispiel: ende eine Wand bei UK-Decke auf oder bei OK-Decke (Sichtbetonwand bzw. Schalungstakt mit Deckenanschluss als Rückbieger/Muffenstäbe mit rauer/verzahnter Fuge)
- Unterschiedliche Ausbildungsniveaus

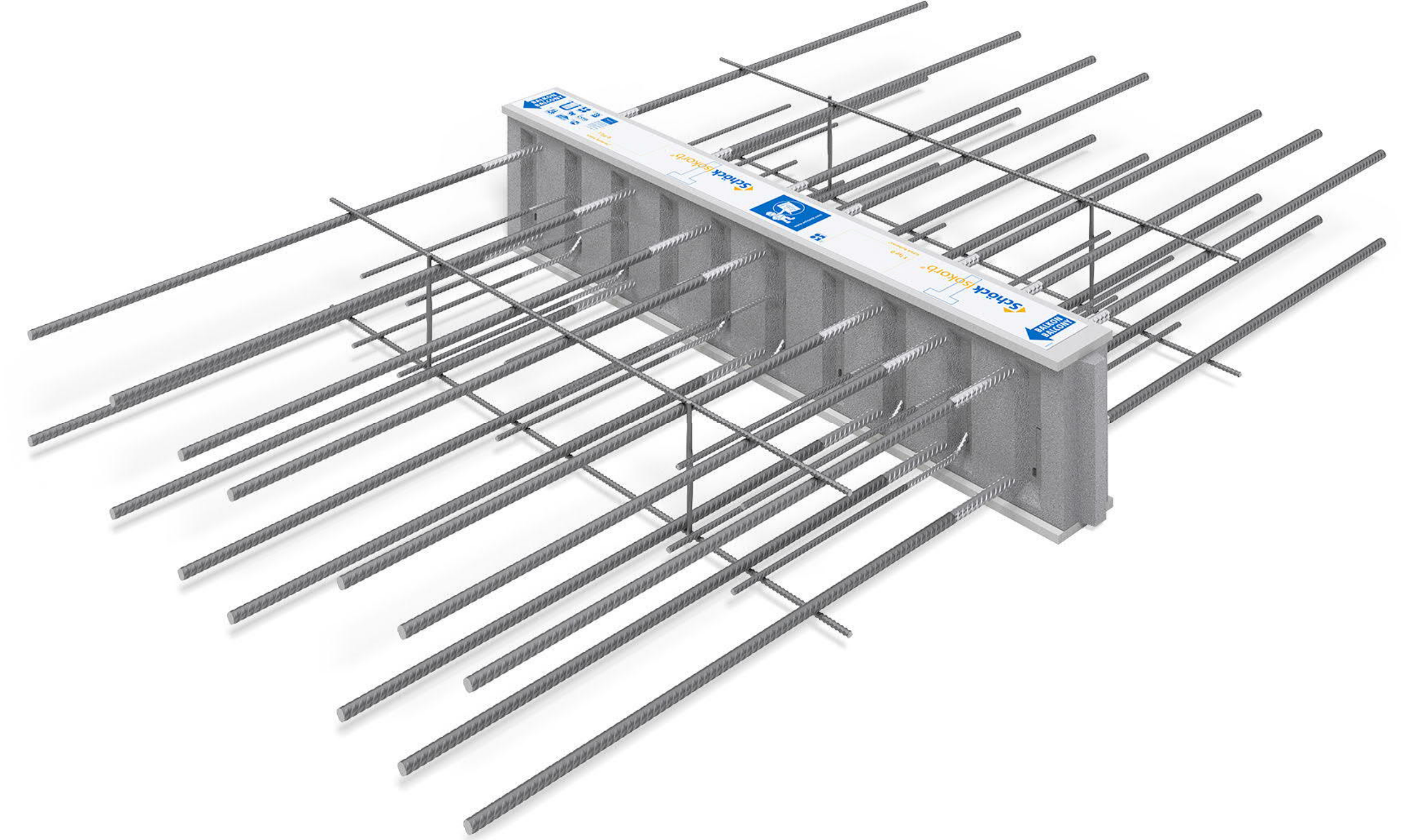
III. AUTOMATE, ANALYZE AND OPTIMIZE





Structural Design/Optimization

Bei der Formfindung geometrisch anspruchsvoller Tragwerke kommt zumeist immer eine Kombination von Simulation/Skizze und Modell zum Einsatz. Um eine schnelle Variantenuntersuchung unter Einbezugnahme der Tragfähigkeit und Wirtschaftlichkeit durchführen zu können, sind hierzu parametrische Werkzeuge wie Grasshopper und Aufsätze wie Karamba3D und Octopus notwendig.



Workflow Optimization

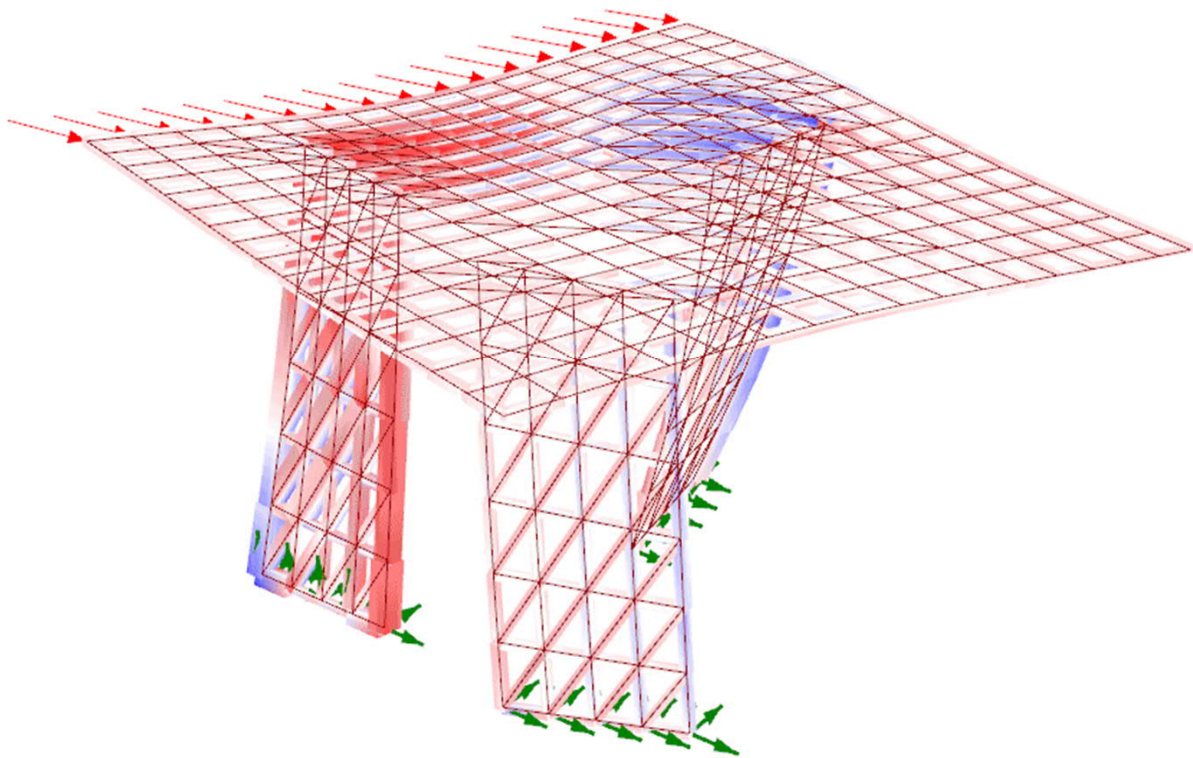
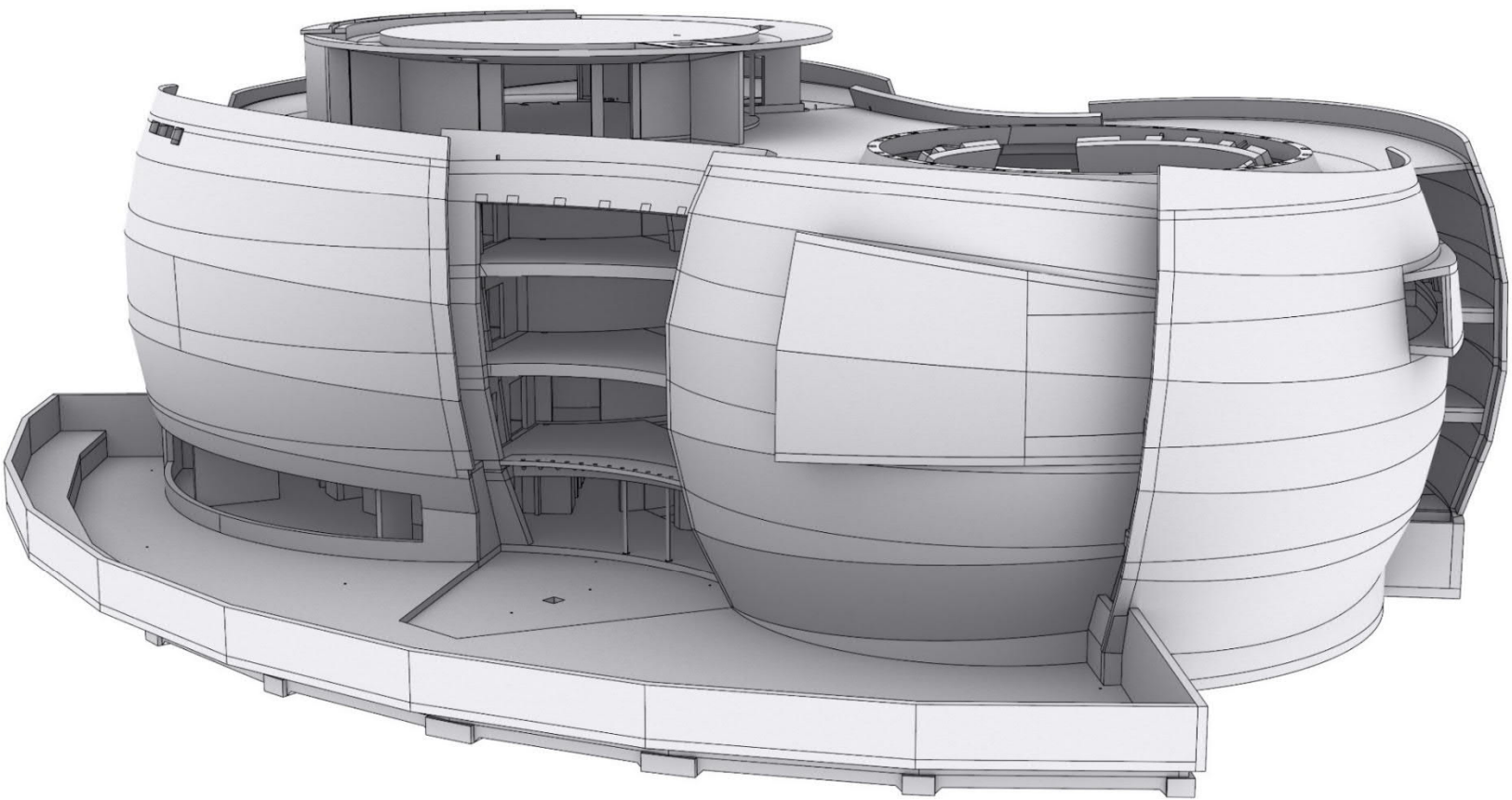
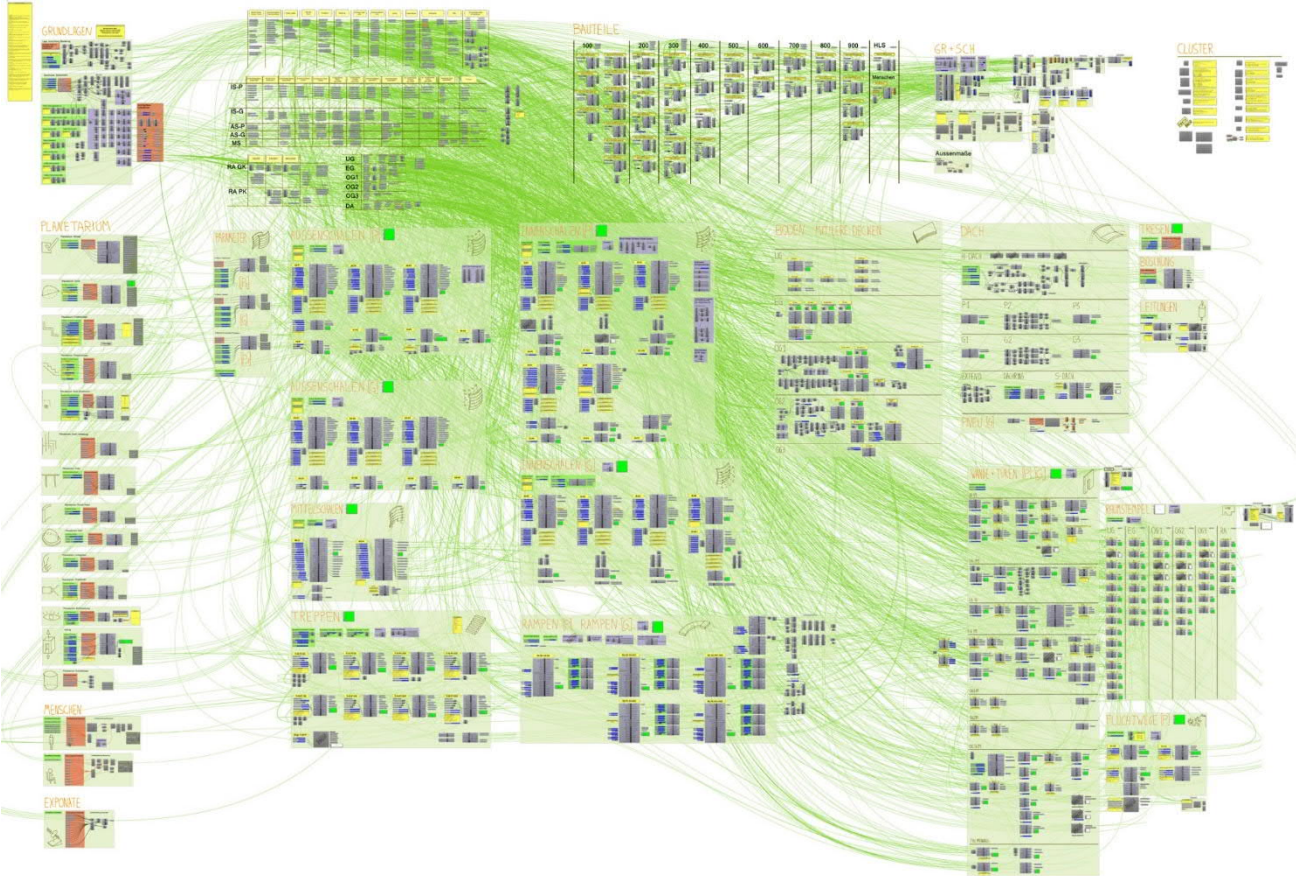
Der AEC-Bereich ist durch viele manuelle nicht durchgängige Prozesse geprägt. Software-Produkte erlauben nicht in allen Fällen durchgängige Prozesse

Beispiel großer Wohnungsbau:

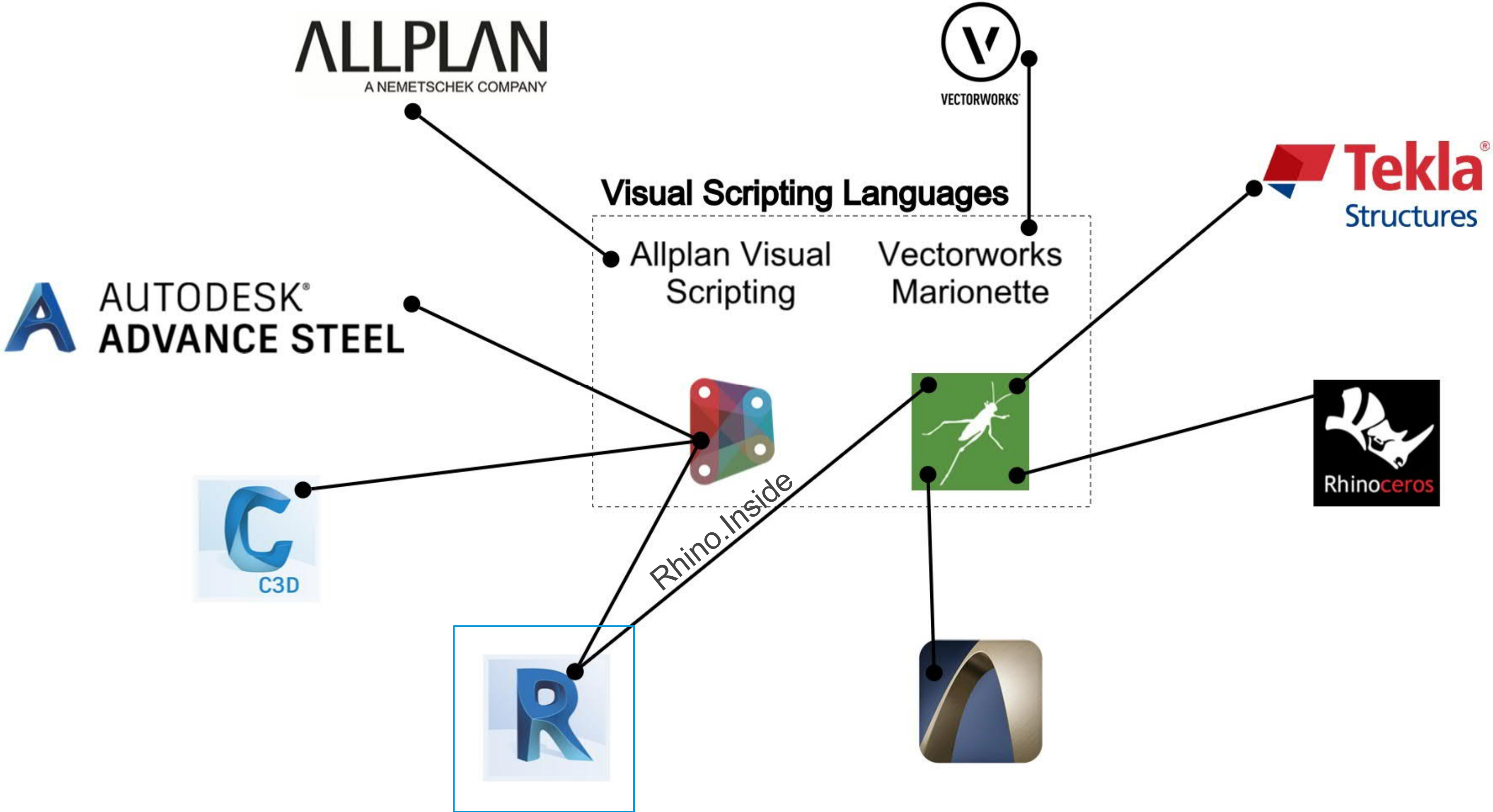
- Ingenieur macht Auslegung der Isokorb in großer Stückzahl via Handvergleich Schnittgrößen vs. Hersteller Katalog und investiert je nach Projektgröße einen Tag. Die Dokumentation erfolgt in die PDF des Positionsplans
- Der Konstrukteur kriegt die PDF und muss alles manuell in sein Planungsmodell integrieren.
- Beim nächsten Projekt wiederholt sich der Ablauf

→ Optimierungspotential

Was ist Visual Scripting?



Ein Auszug der Visual Scripting Sprachen



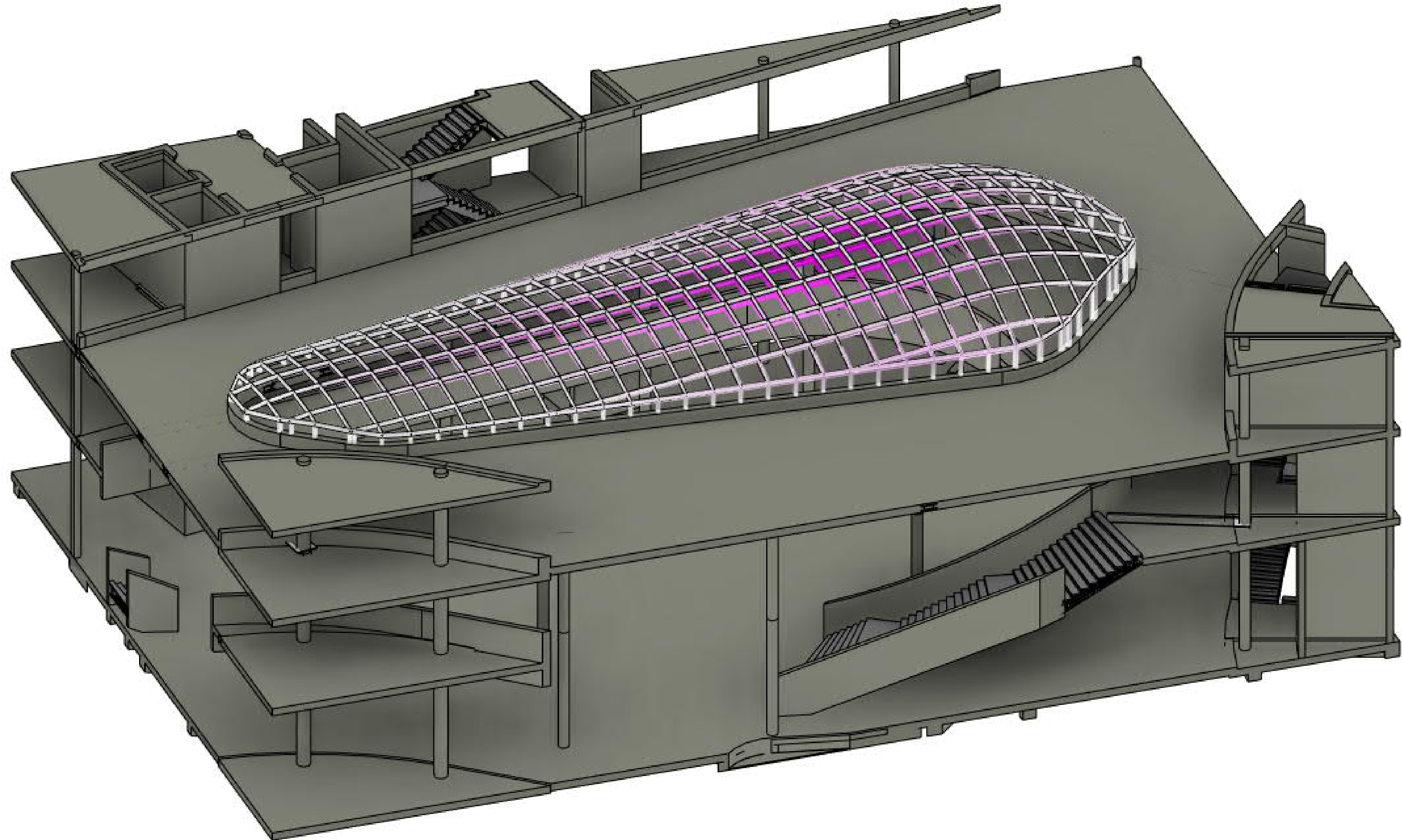


Alexander Hofbeck
Head of BIM (DE) / Tragwerksplanung
Frankfurt

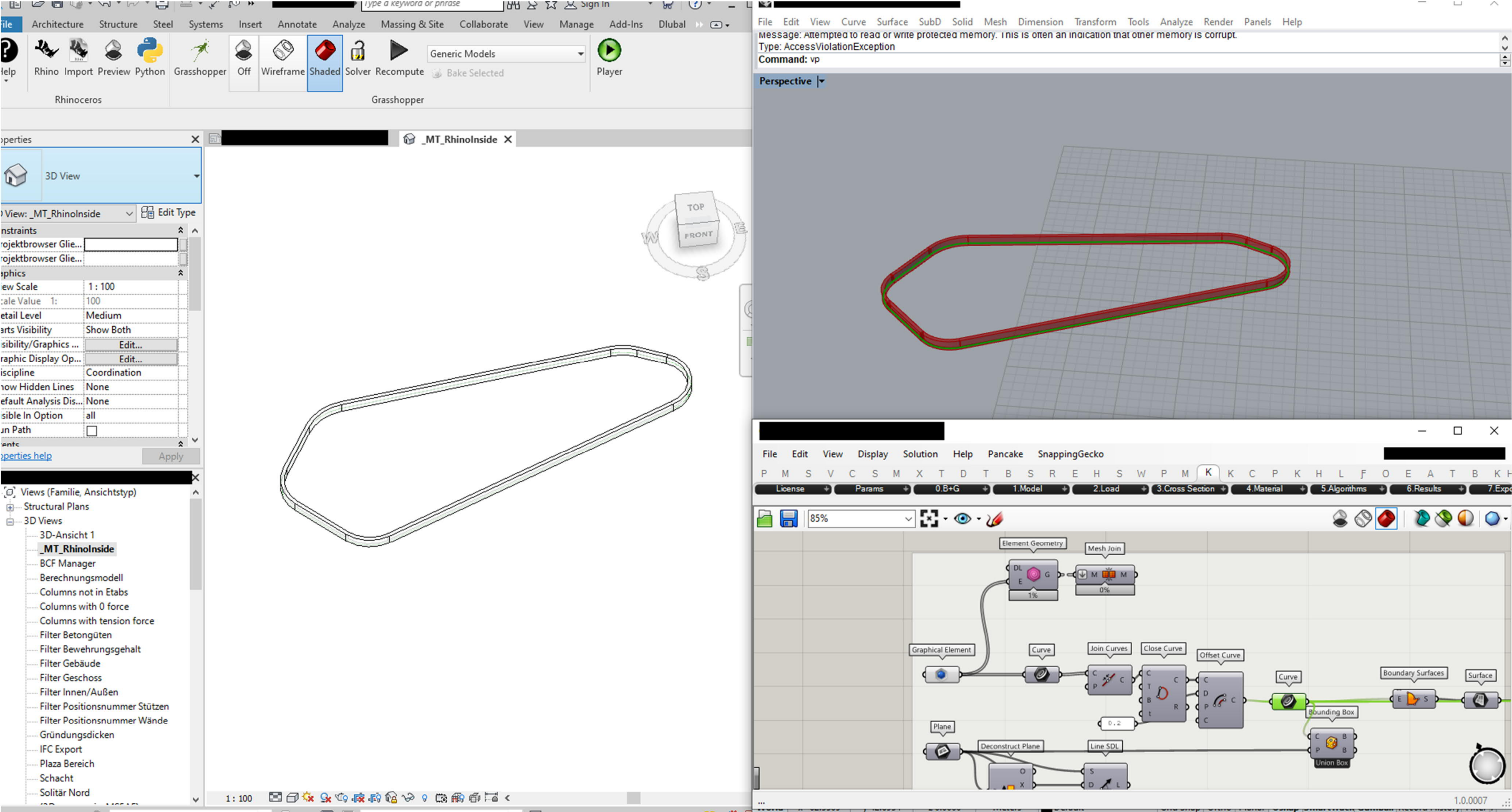


Matthew Tam
Advanced Geometry
Wien

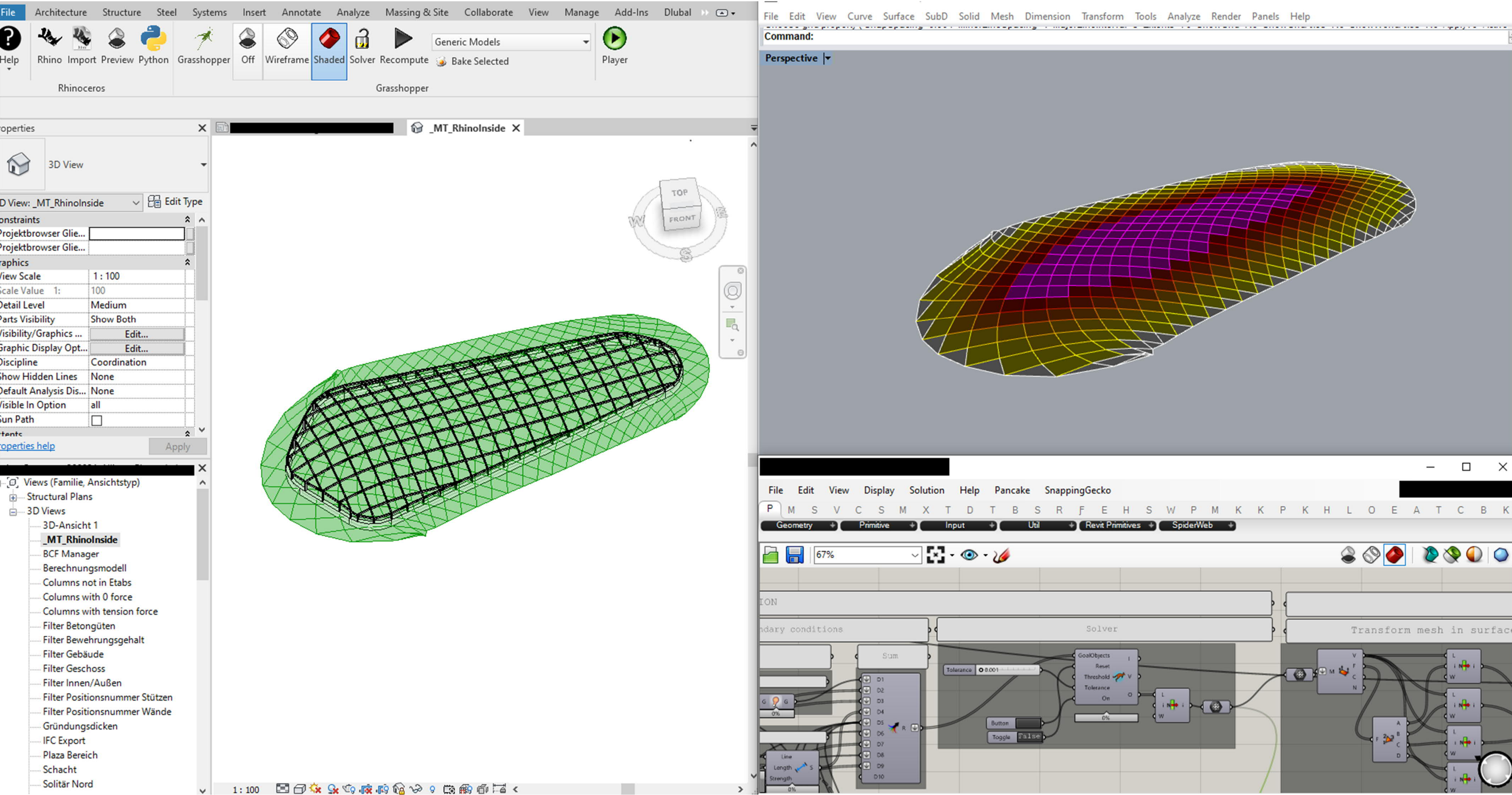
Projektbeispiel: Gitterschale



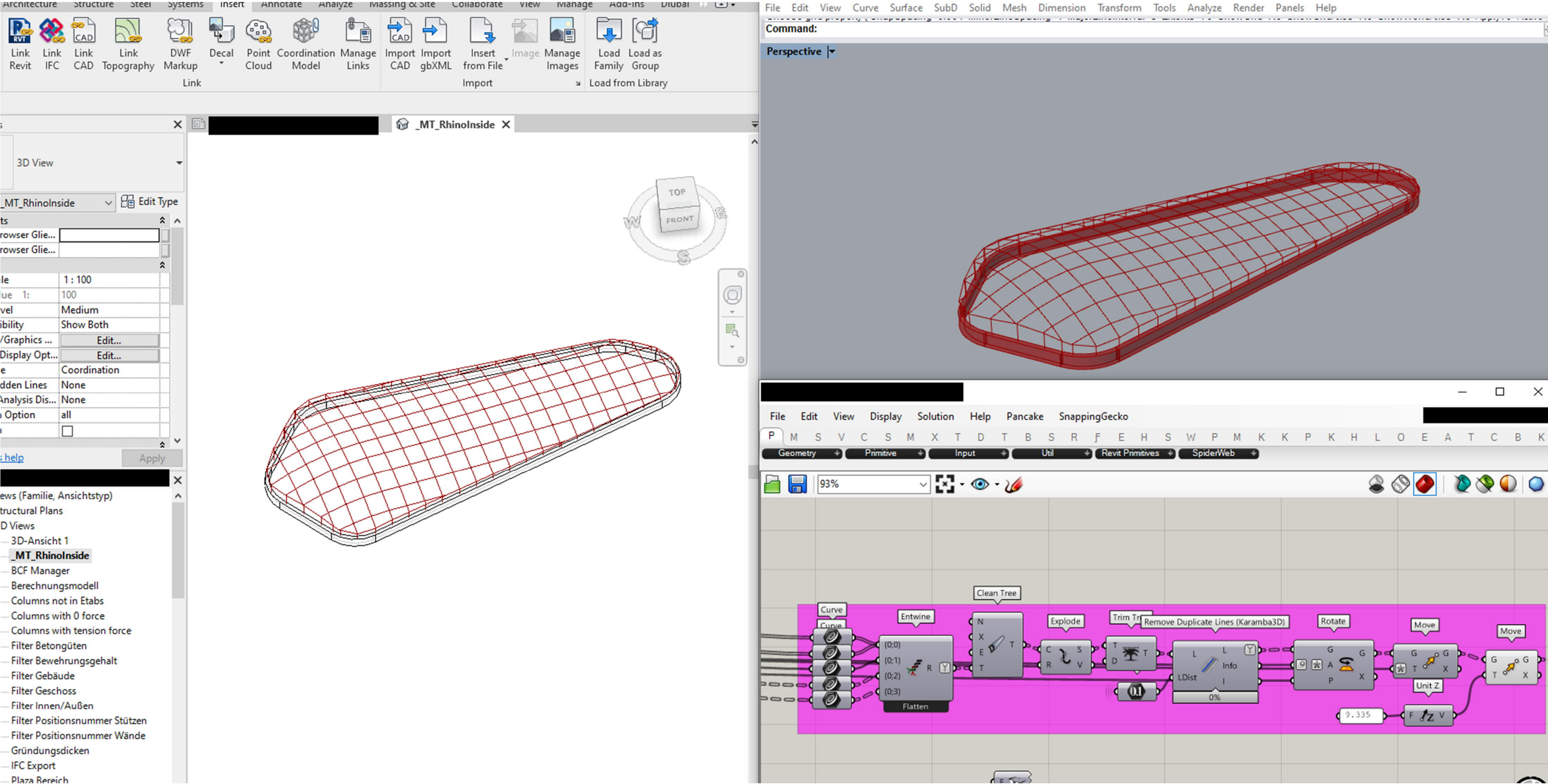
Projektbeispiel: Gitterschale



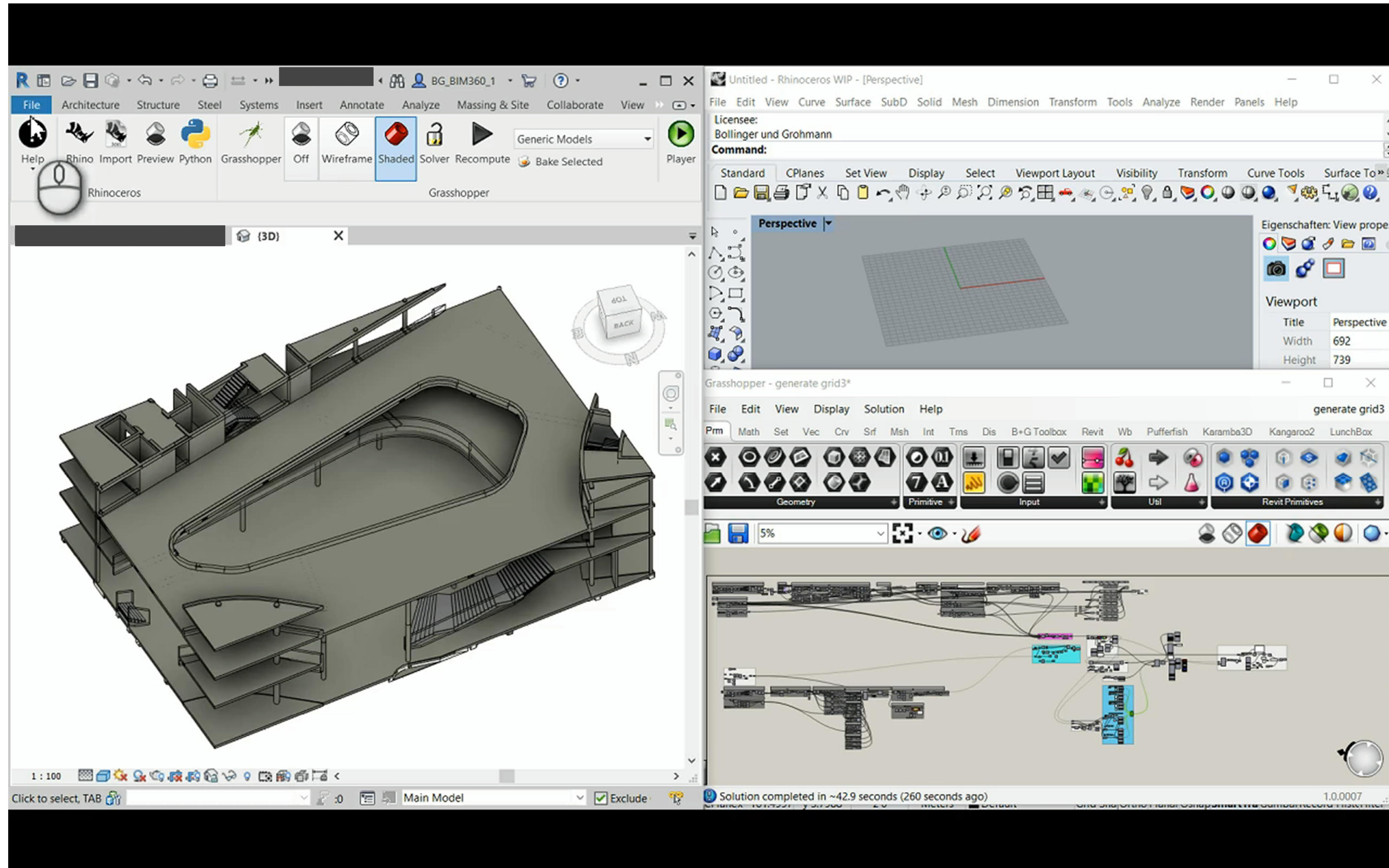
Projektbeispiel: Gitterschale



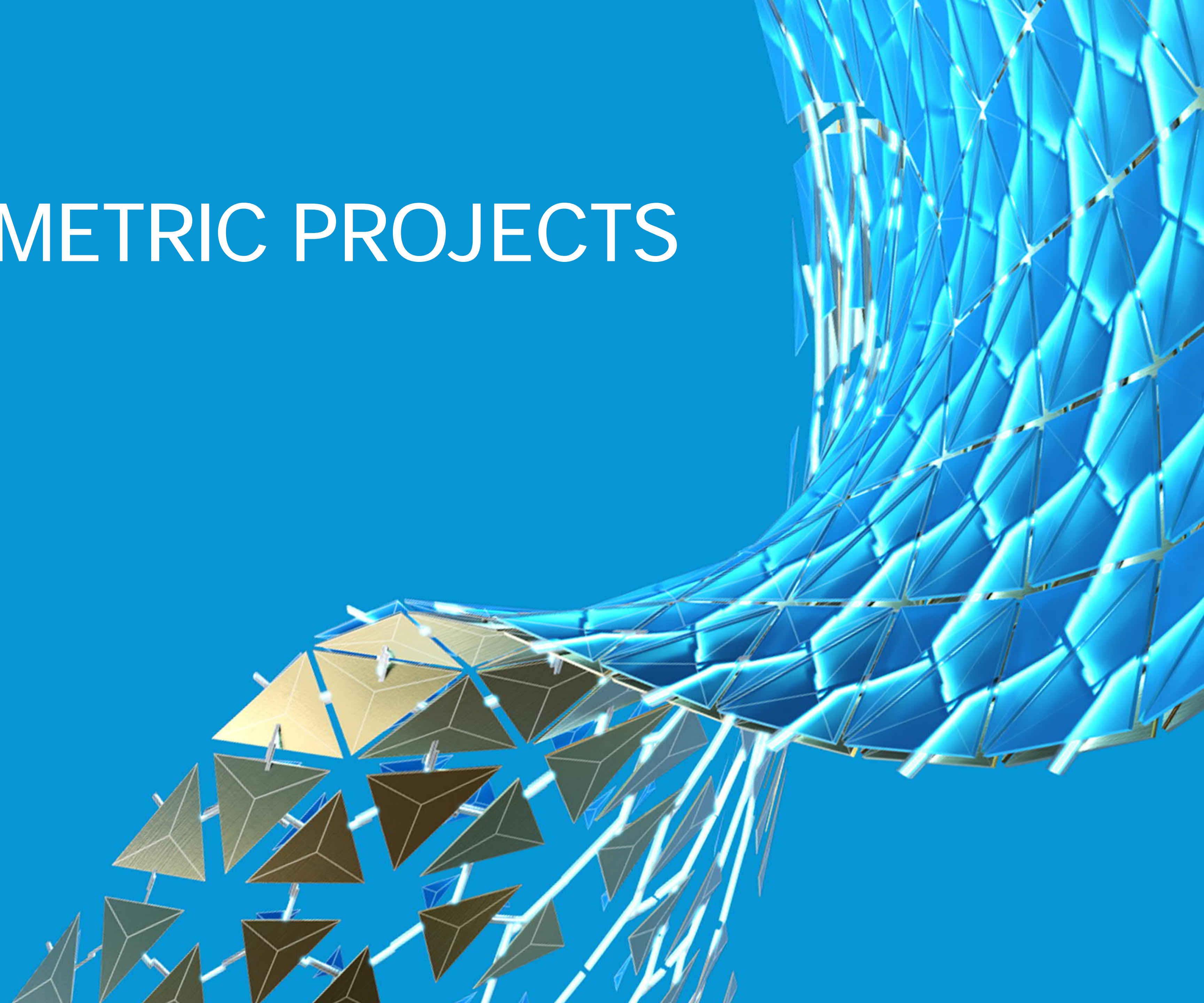
Projektbeispiel: Gitterschale



Projektbeispiel: Gitterschale mit Karamba3D



IV. BIM-PARAMETRIC PROJECTS

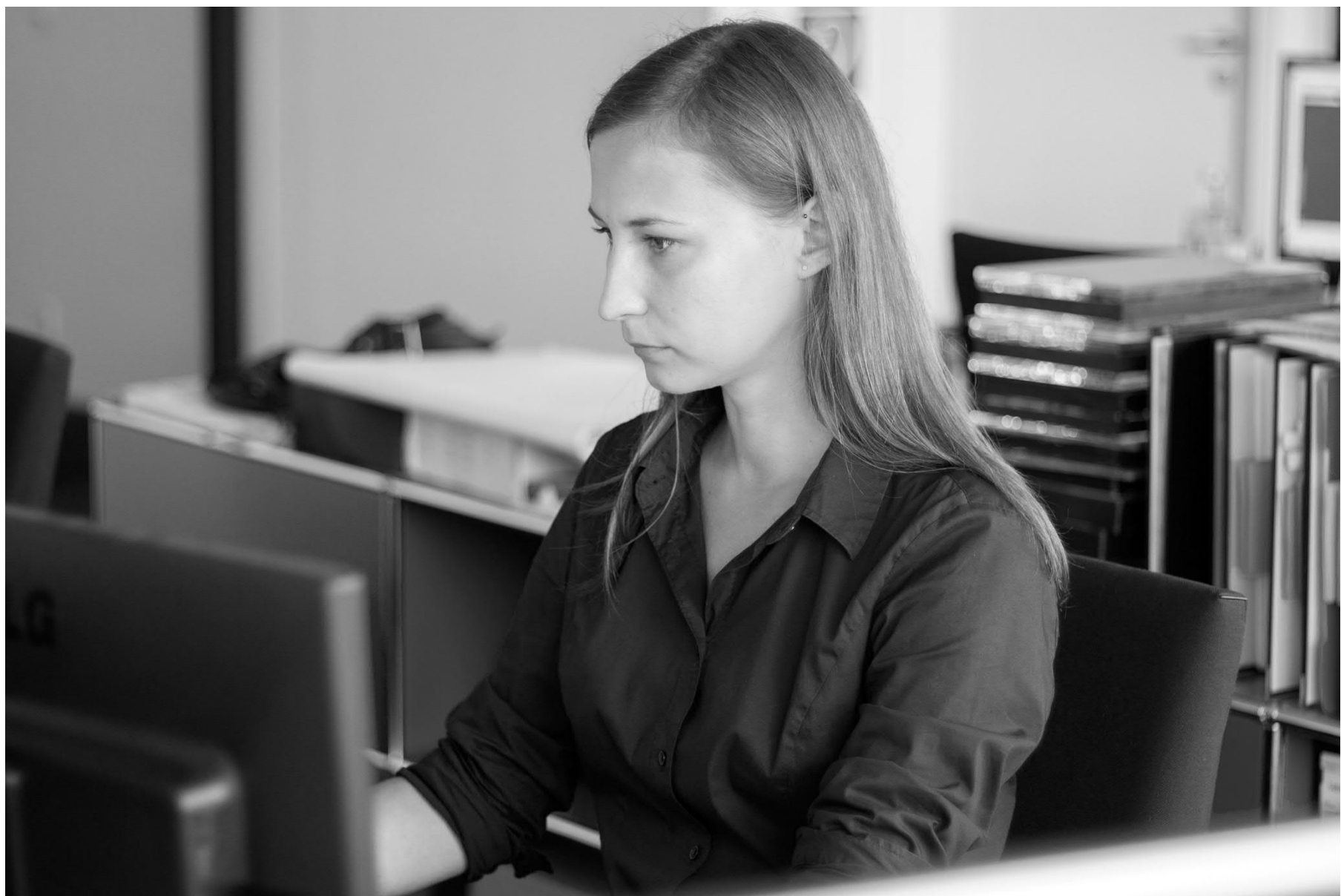


Elbtower, Hamburg

BIM-Fassadenplanung mit Dynamo und Adaptive Components



Osama Naji
BIM-Koordination Fassade
Frankfurt

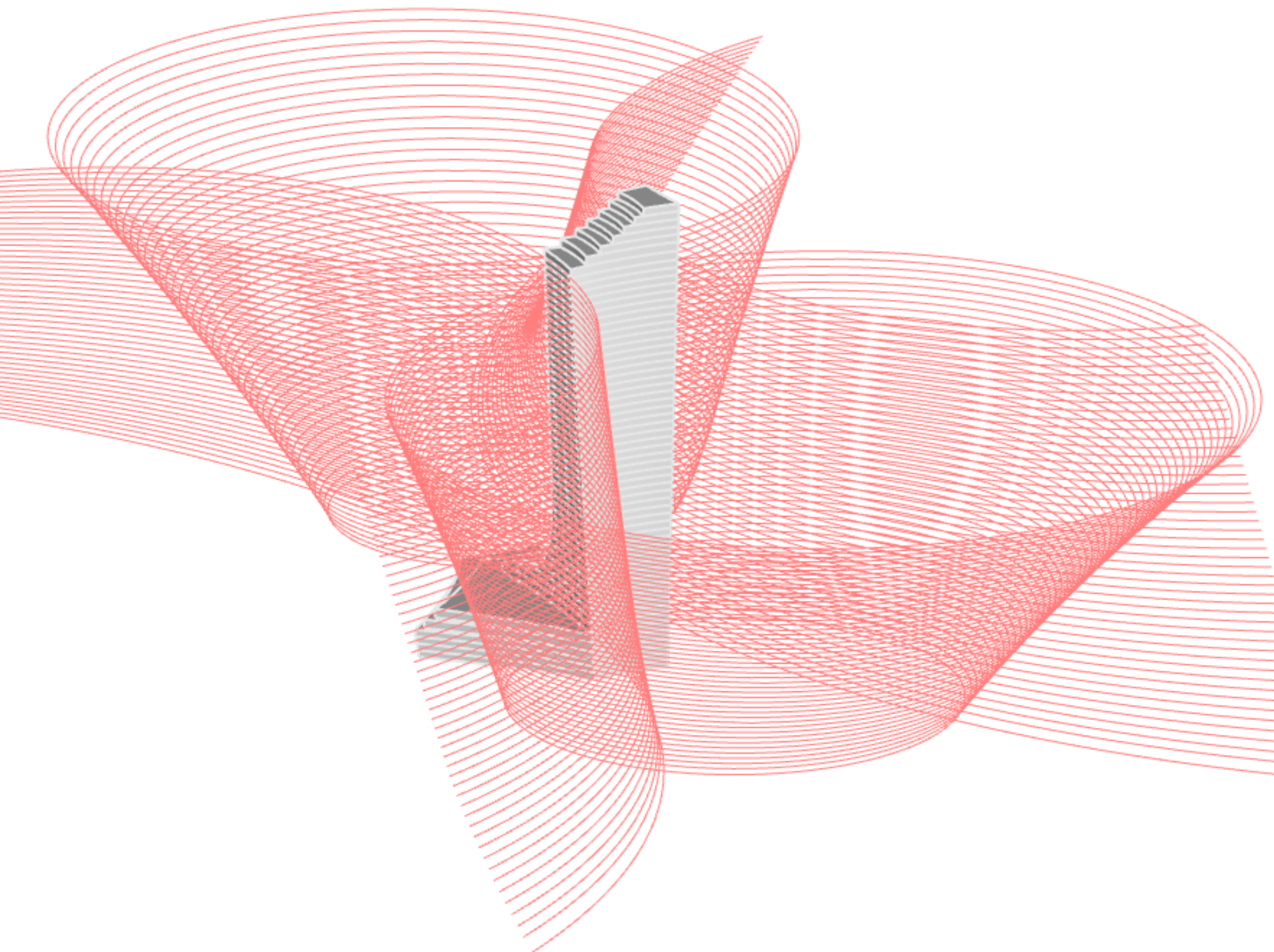


Ljuba Tascheva
Head of Performative Building Group
Frankfurt

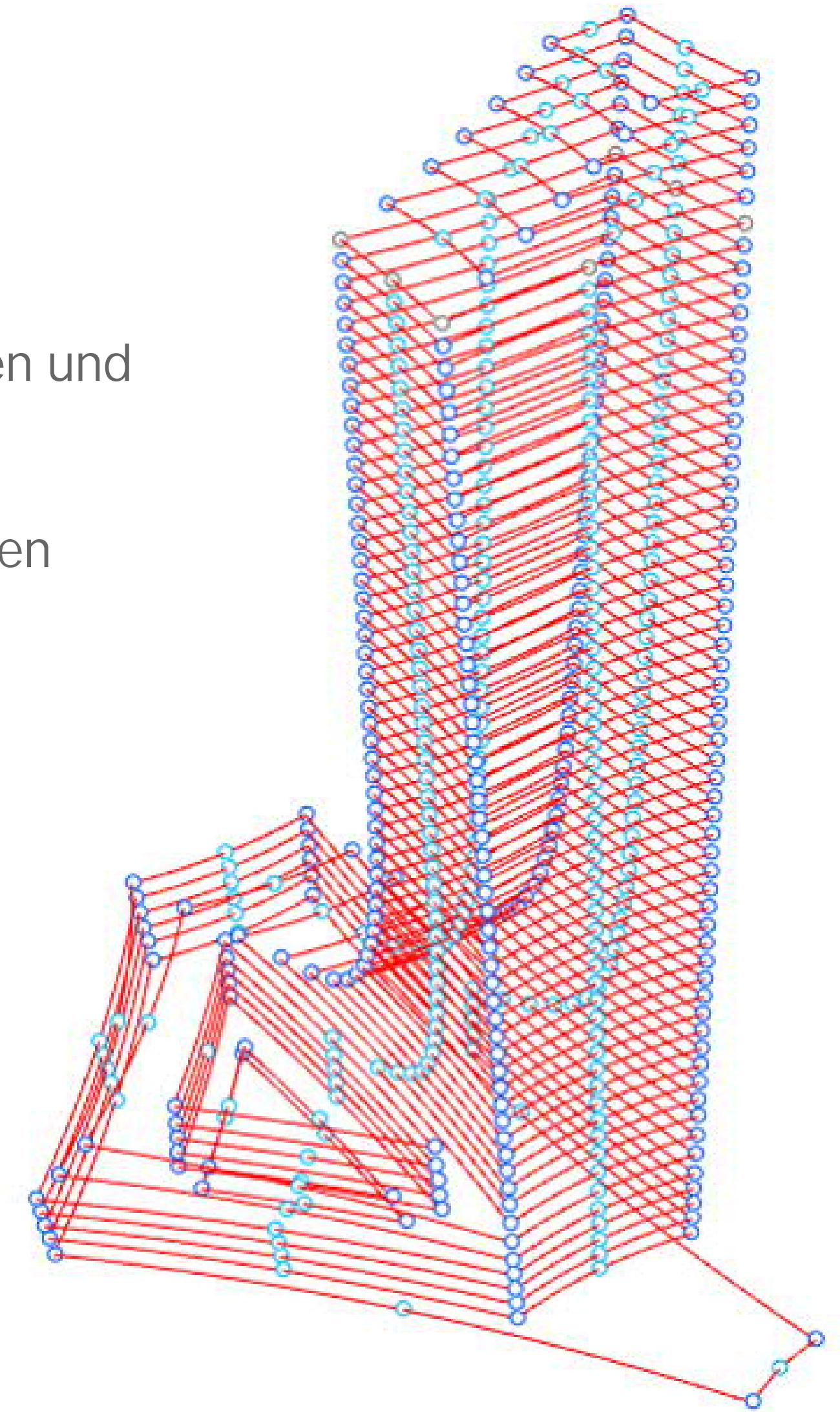
Workflow: BIM in der Fassadenplanung

Grundgeometrie + Assoziatives Modell

- Die Grundgeometrie wird mittels Kreise mit variierenden Radien definiert.
- Die Fassade besteht aus vertikalen planaren Elementen, die den konkaven Außenkanten des Gebäudes mit einem Versatz folgen.



- Architekturmodell als Input
- Flexibilität mittels parametrischer Geometriebeschreibung durch Variablen und ihre Abhängigkeiten untereinander
- Änderungen können in Echtzeit vollzogen werden
- Variantenstudien
- Automatisierung

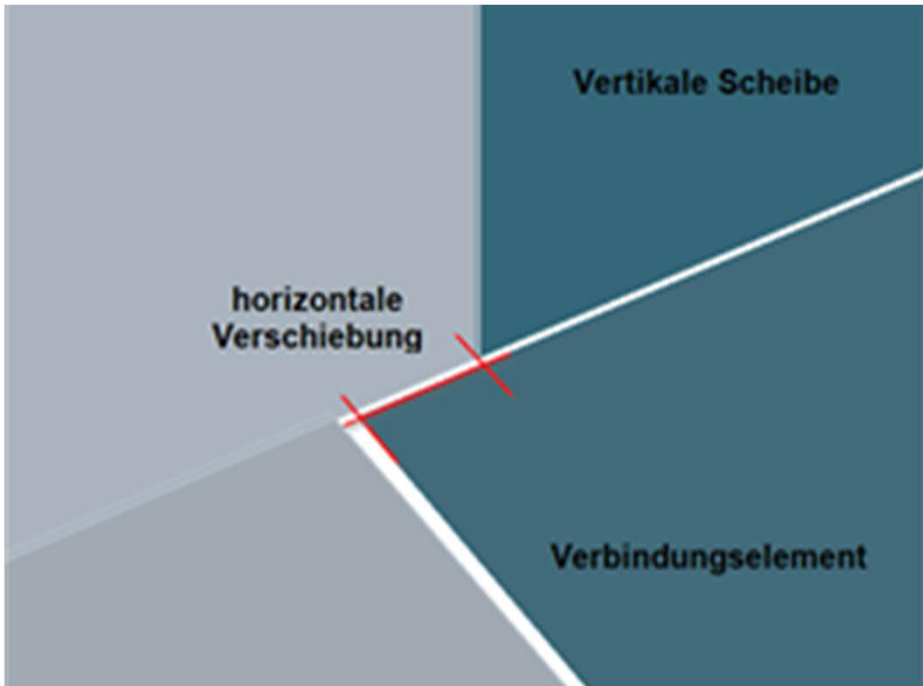
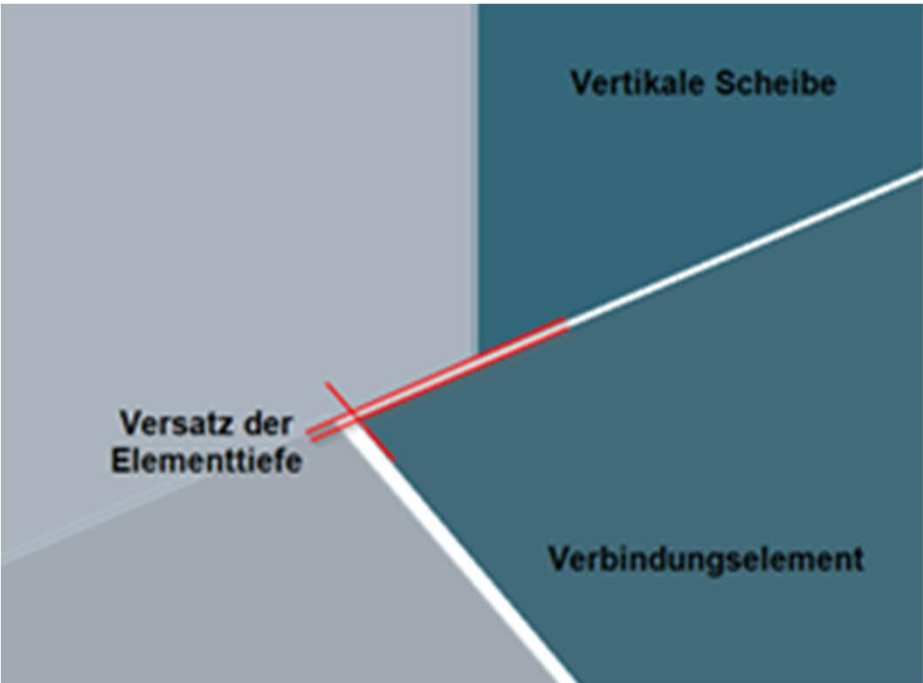
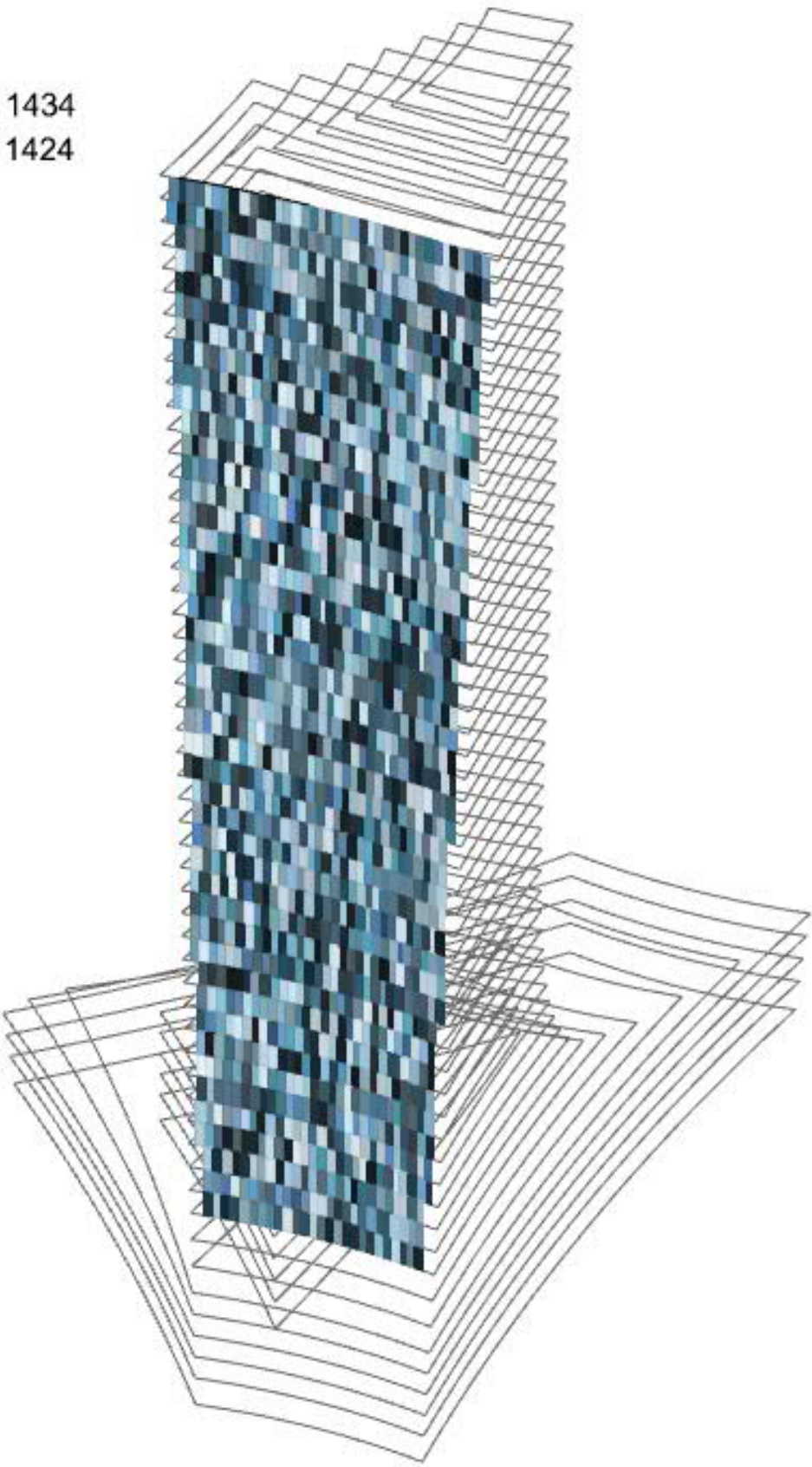


Workflow Vorentwurf: Rhino/GH

Geometrieanalyse + Optimierungsmöglichkeiten

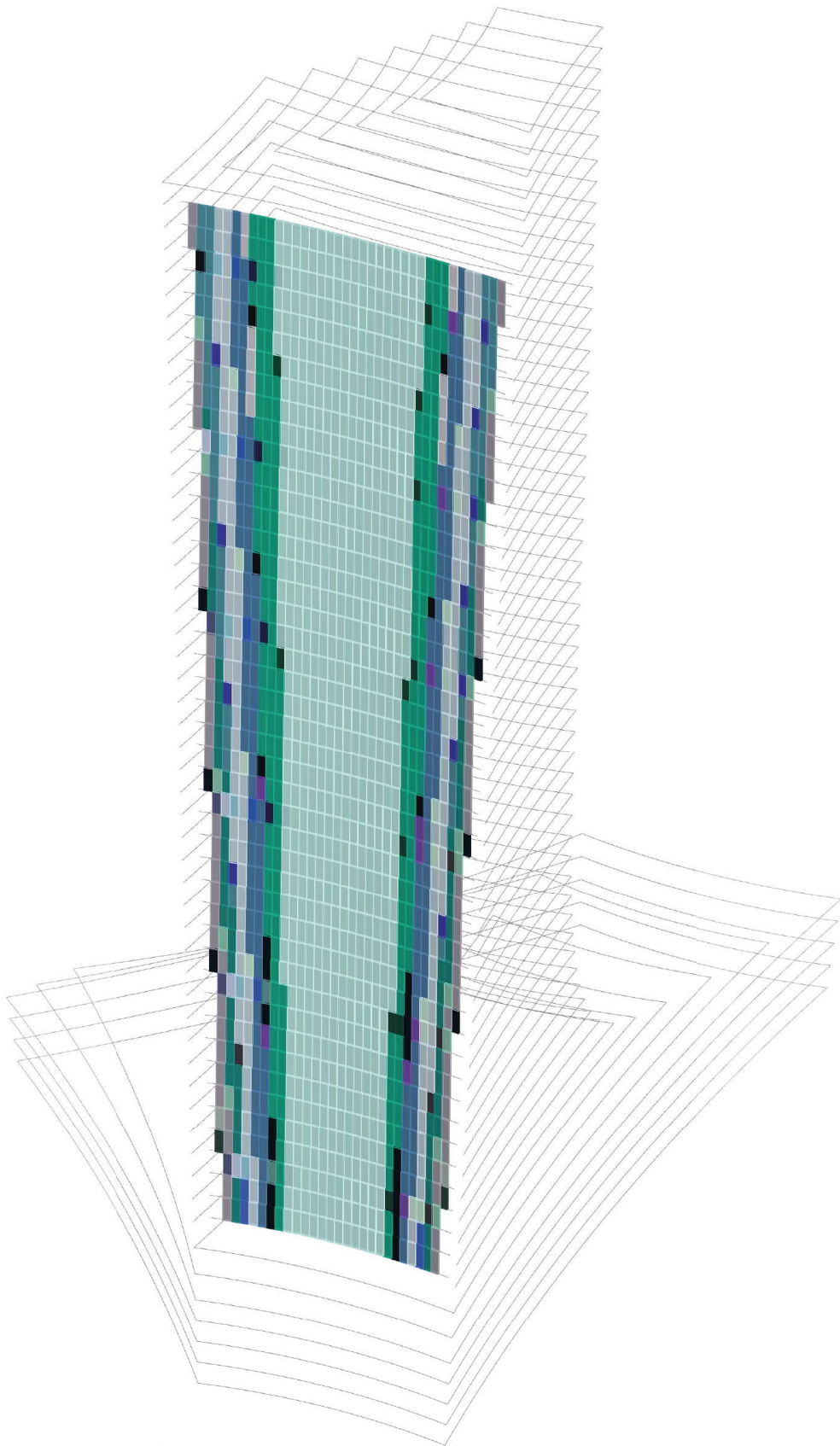
- Fassadengeometrie (global):
z.B. Elementgrößen, Wiederholbarkeit
- Fassadensystem (lokal):
z.B. Winkelanalyse, Versatz der Elemente
- Gruppierungsmöglichkeit der Elemente
 - Minimierung von Abweichungen

ANZAHL DER ELEMENTE - 1434
ELEMENTGRUPPEN - 1424



ANZAHL DER ELEMENTE - 2286
ELEMENTGRUPPEN - 38

1001	1330/135	8	1335/144-1335/141
295	1330/138	8	1330/141-1330/138
205	1335/141	7	1340/153-1340/150
190	1335/144	6	1340/144-1340/147
110	1340/150	6	1340/153-1340/156
104	1335/147	5	1340/150-1340/147
69	1340/147	5	1335/150
40	1340/153	5	1335/147-1335/150
31	1330/141	4	1340/144
26	1335/141-1335/144	4	1335/150-1335/147
22	1335/144-1335/147	2	1345/153-1345/156
21	1340/147-1340/150	2	1345/153
19	1330/135-1330/138	2	1345/156-1345/159
18	1335/138	2	1345/156
16	1340/150-1340/153	2	1345/150-1345/153
15	1335/138-1335/141	2	1340/156-1340/153
10	1335/147-1335/144	2	1335/141-1335/138
9	1330/138-1330/135	2	1340/159-1340/153
9	1330/138-1330/141	2	1340/156-1340/159

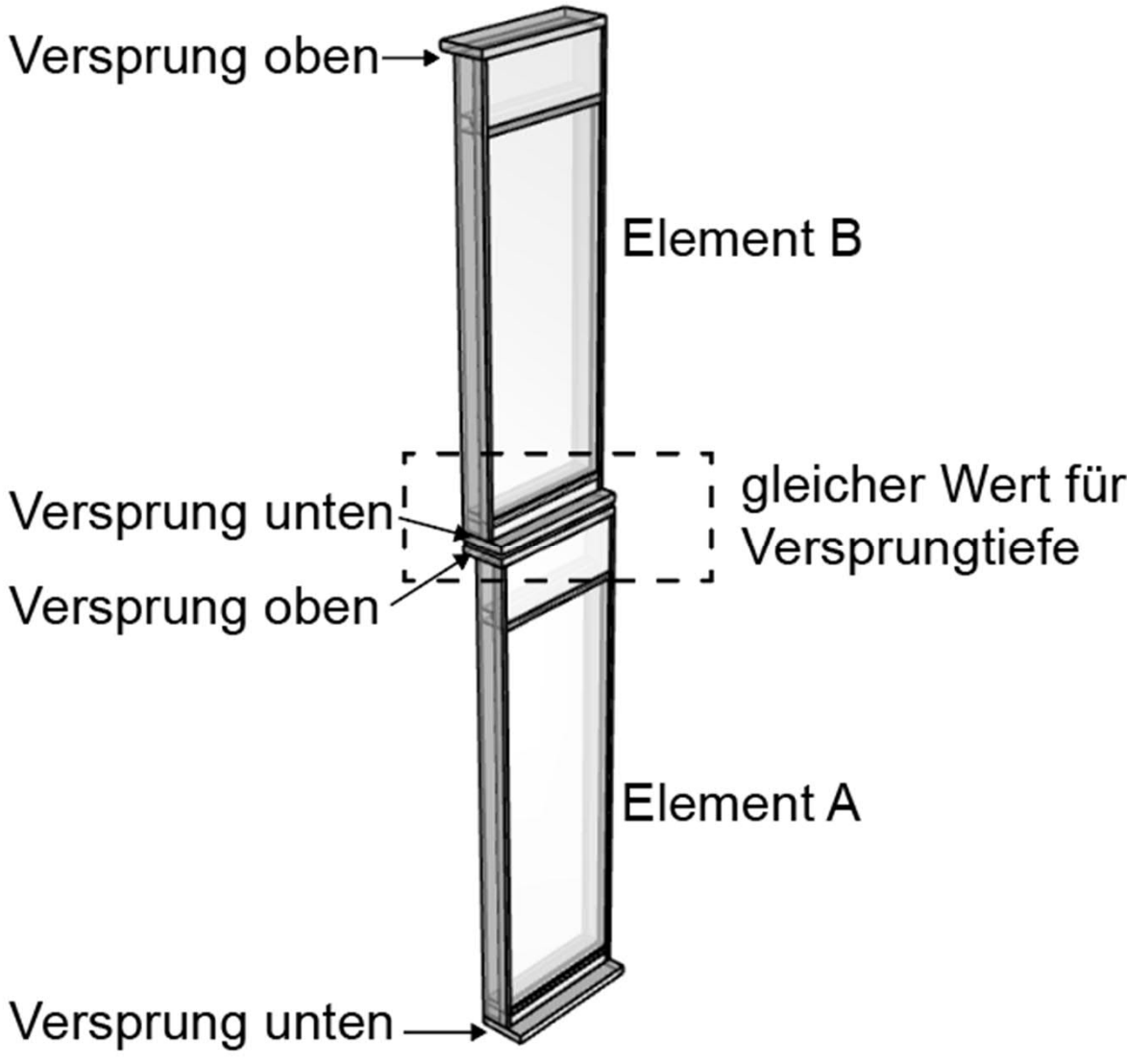
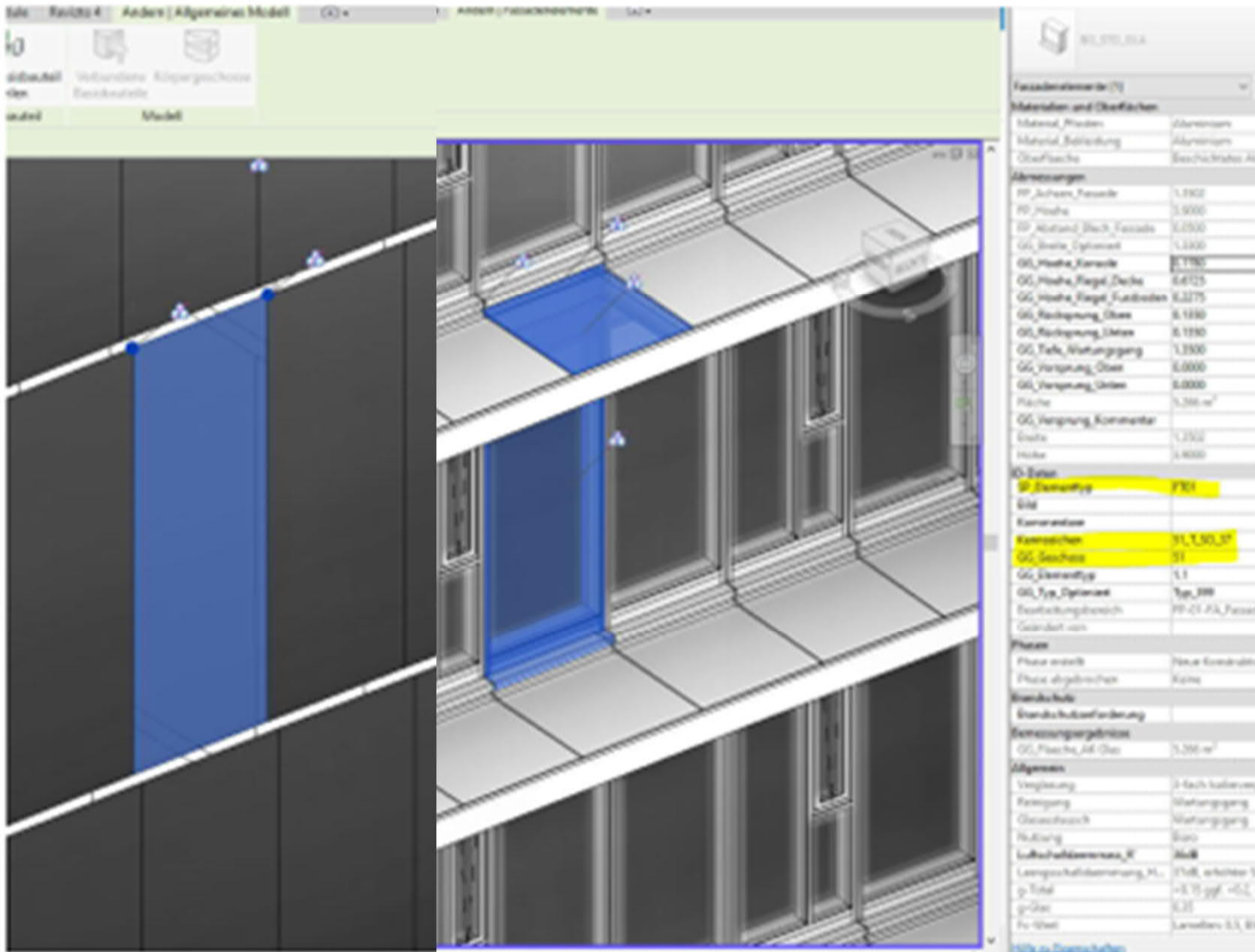


Workflow Entwurf: Revit/Dynamo

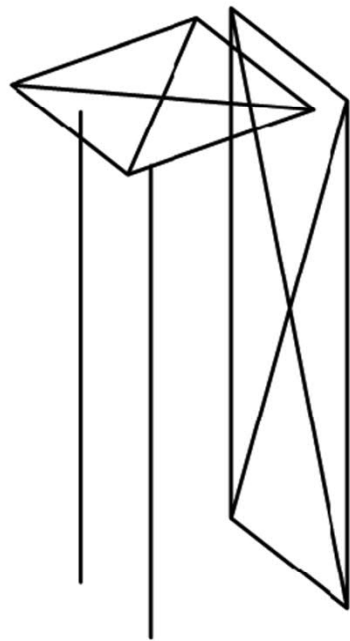
Elementerstellung + Geometrieanalyse + Elementgruppierung

- Automatisierte Erstellung der Wandelemente als Platzhalter für Fassadenelemente mit Dynamo
 - Automatisierte Klassifizierung der Elemente mit Dynamo
- Typisierung nach Vor- und Rücksprung, Elementhöhe, etc.
 - Geometrische Analyse und Gruppierung der Versprünge
- Gruppierung der Elemente und Zuweisung einer Typnummer als Parameter
 - Geometrieaustausch und Visualisierung via Rhino.Inside (#Gruppen = Anzahl Elementtypen)

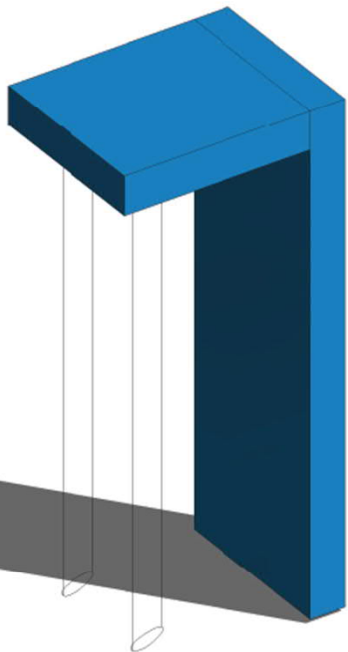
ANZAHL DER UNTERSUCHTEN ELEMENTE - 6411
ELEMENTGRUPPEN - 843



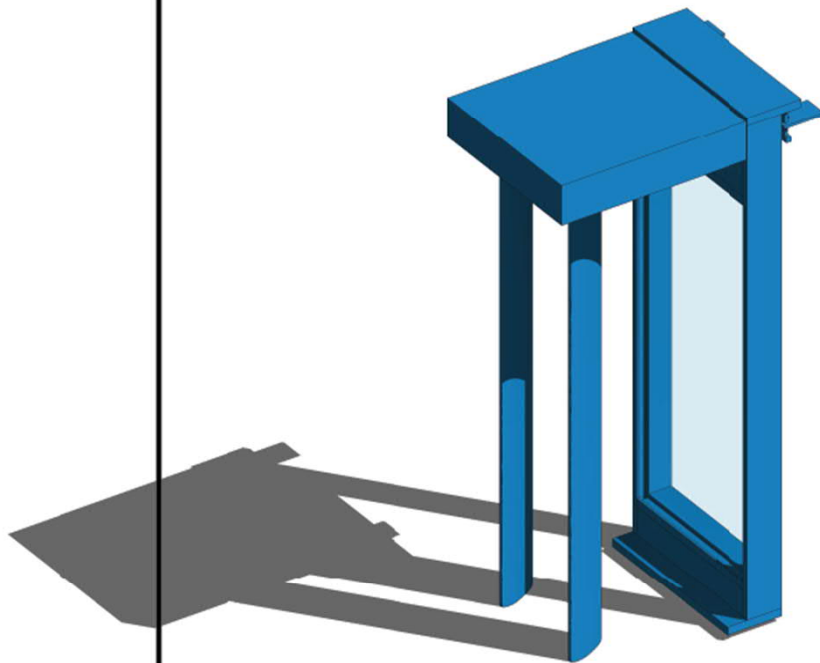
LOD 100



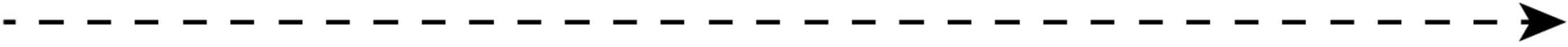
LOD 200



LOD 300



LOD 400



kann bei Bedarf detaillierter gebaut werden

LOD 500

LOG - Level Of Geometry

LOI - Level Of Information

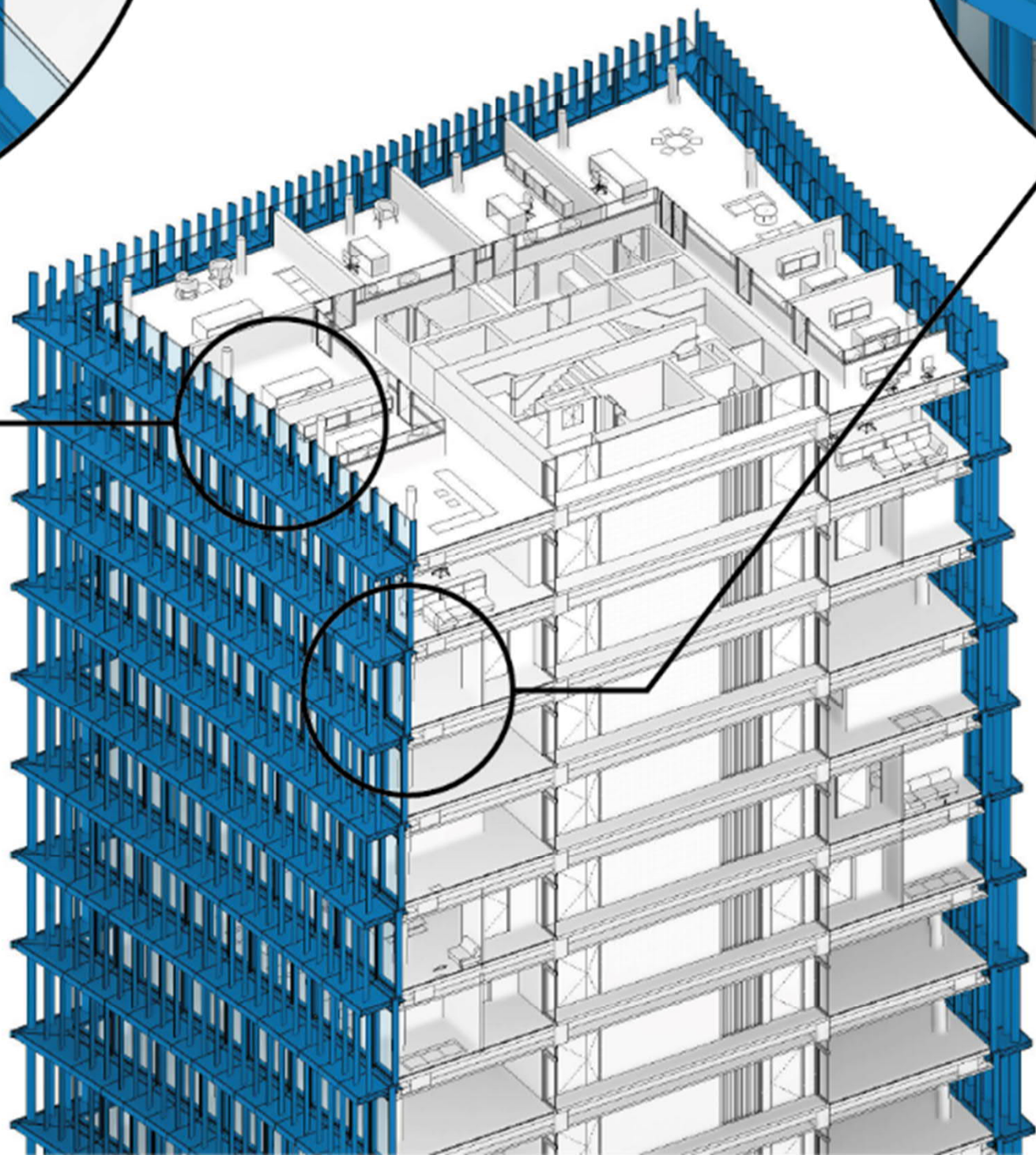
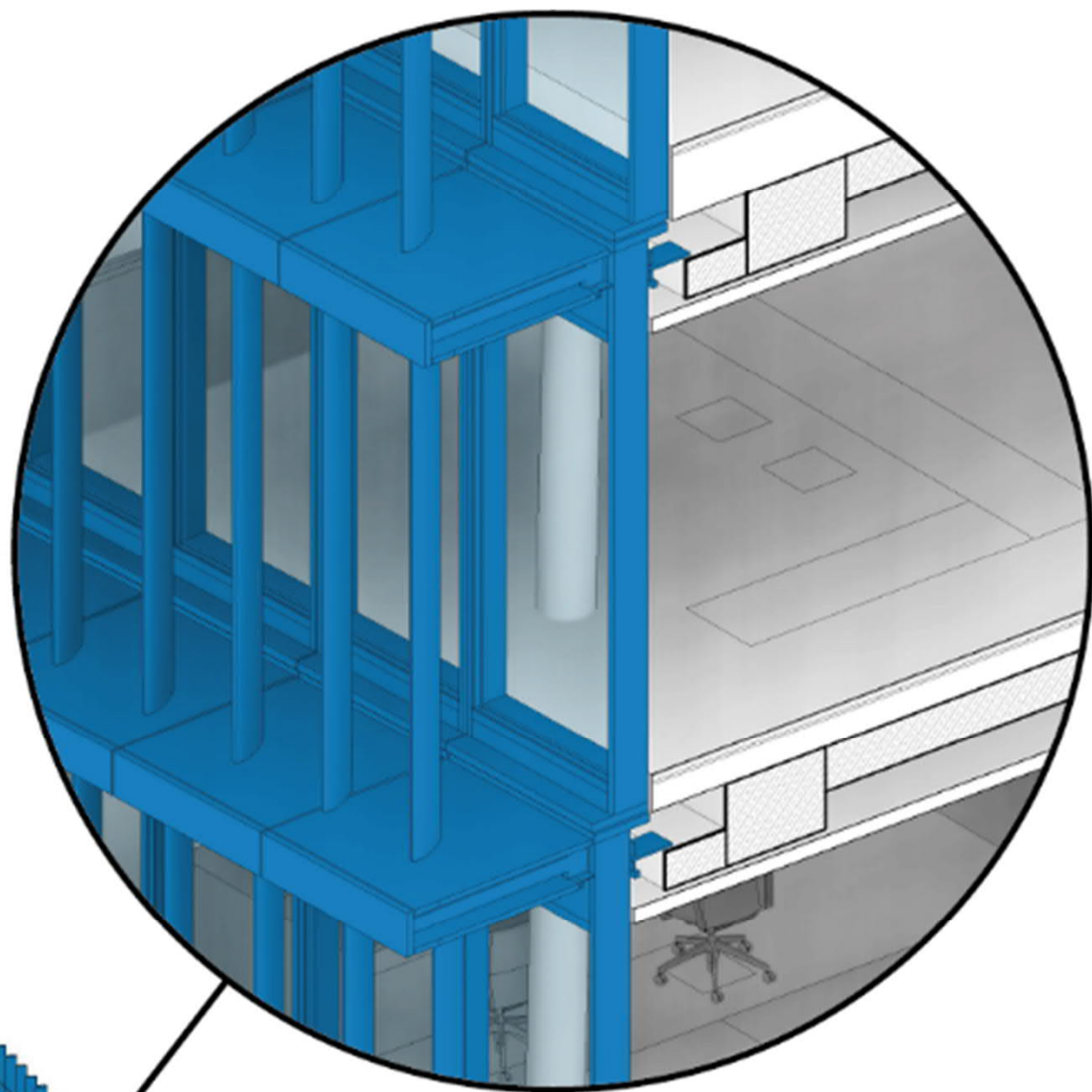
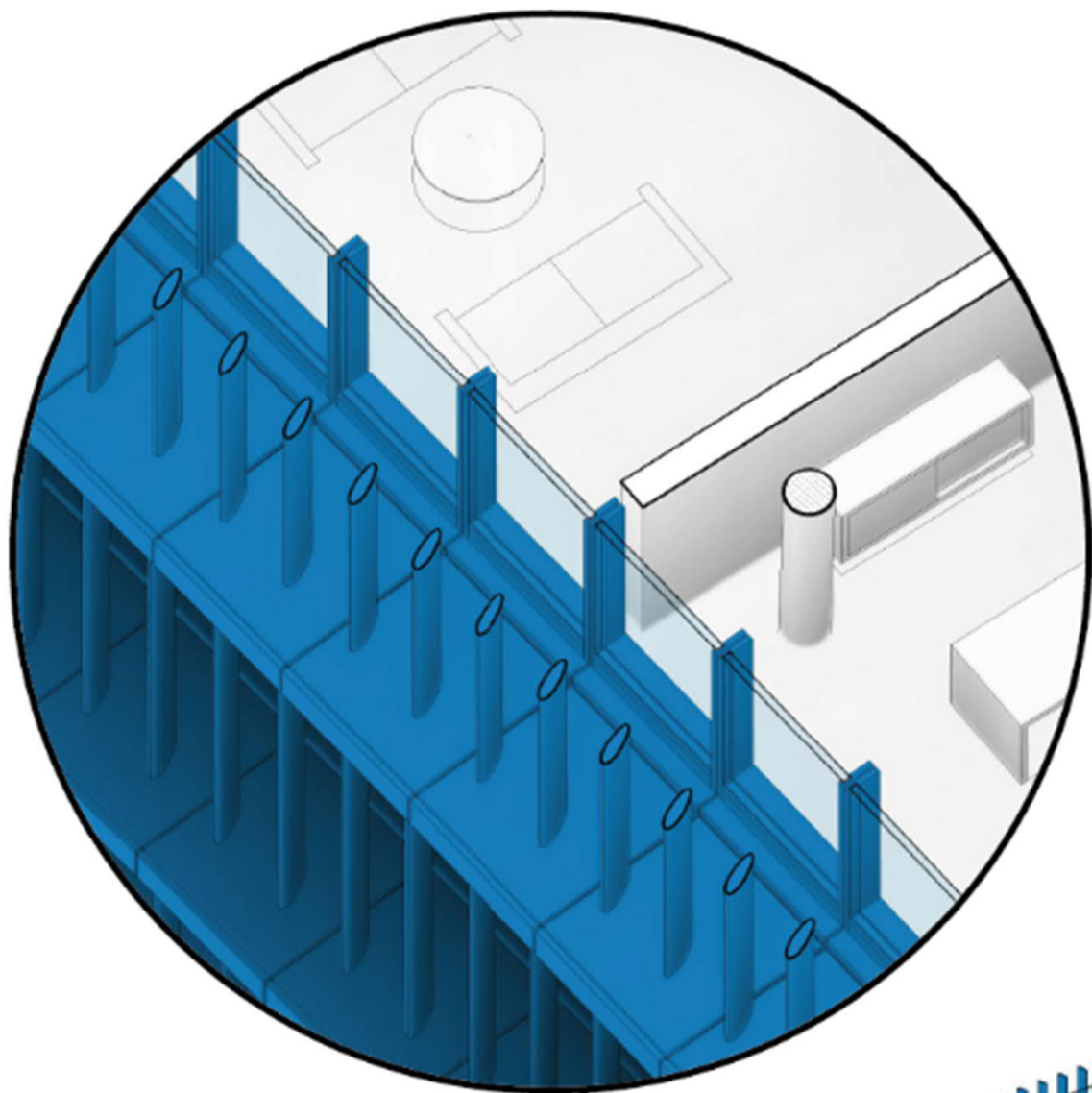
Höhe
Breite
Fläche

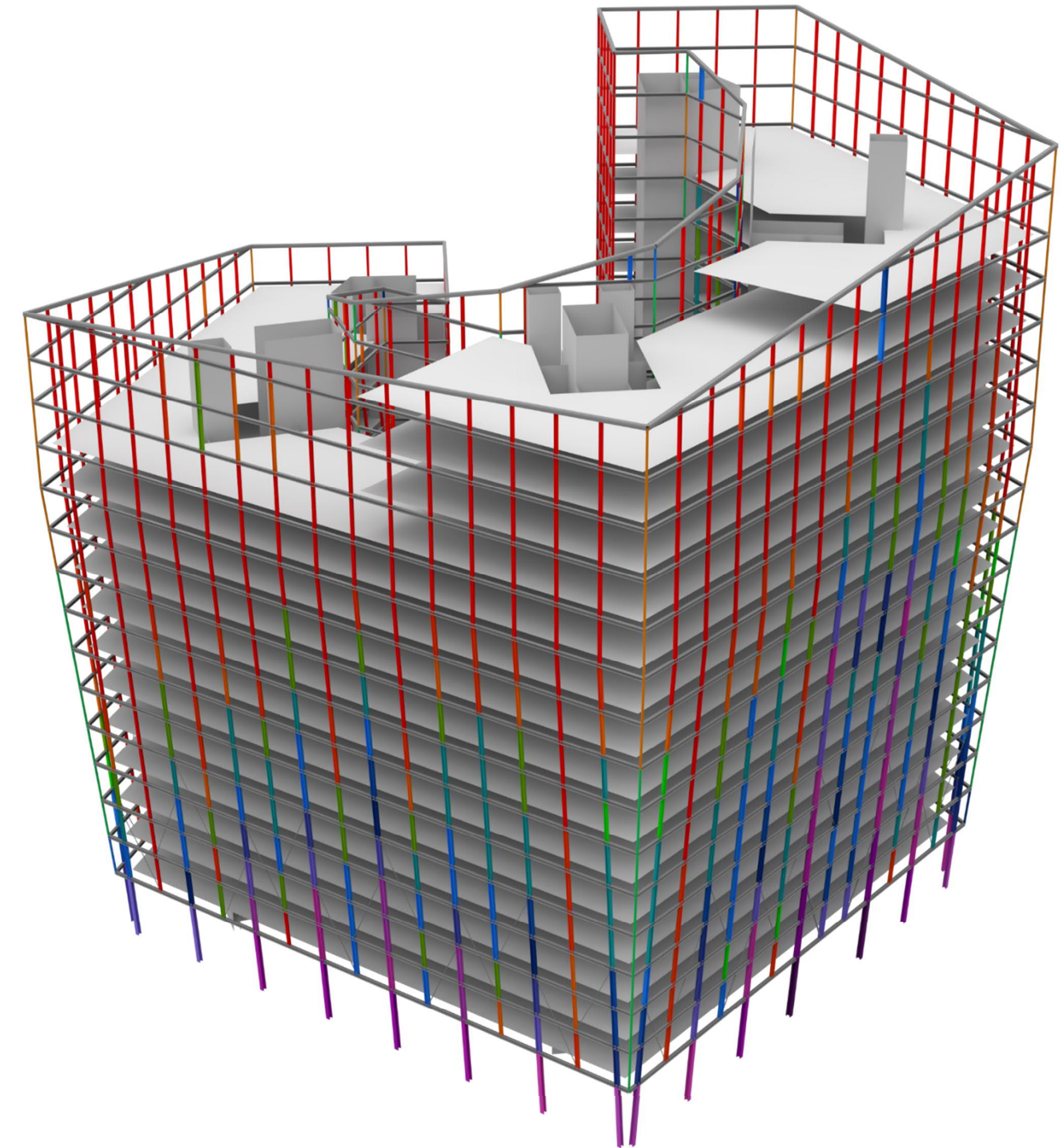
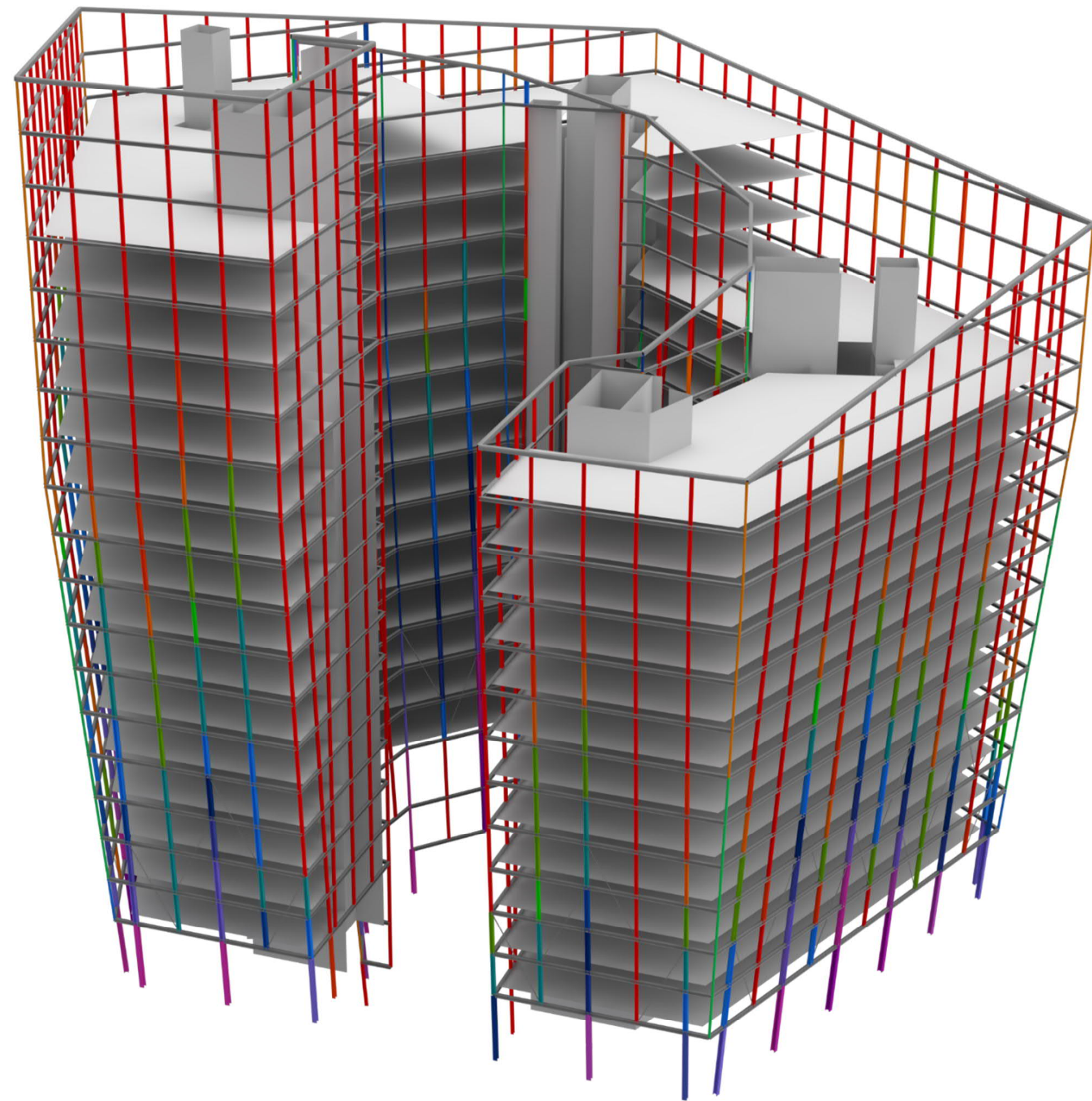
Element ID
Fassadentyp
Höhe
Breite
Fläche
Profilsystem

Element ID
Fassadentyp
Höhe
Breite
Fläche
Profilsystem
Verglasung
Öffnungsflügel
Oberfläche
Farbe

Element ID
Fassadentyp
Höhe
Breite
Fläche
Profilsystem
Verglasung
Öffnungsflügel
Oberfläche
Farbe
Reinigung
Glasaustausch

Element ID	g-Total
Fassadentyp	T-Wert
Höhe	Ucw-Wert
Breite	Ug-Wert
Fläche	Uf-Wert
Profilsystem	R'w Luftschall
Verglasung	Dn,f,w,P Vertikal
Öffnungsflügel	Dn,f,w,P Horizontal
Oberfläche	RC-Klasse
Farbe	Absturz-Sicherung
Reinigung	Reinigungskonzept
Glasaustausch	Kosten-Soll
g-Wert	Kosten-Ist
Fc	





ArcelorMittal, Luxembourg

Parametric Design der Fassadenunterkonstruktion



Narjis Lemrini
Head of BIM PAR/BRX
Paris



Georgia Margariti
Advanced Geometry
Tragwerksplanung
Paris



Tristan Narcy
BIM-Koordination
Brüssel

Workflow from CAD to FEM

3D GLOBAL GEOMETRY

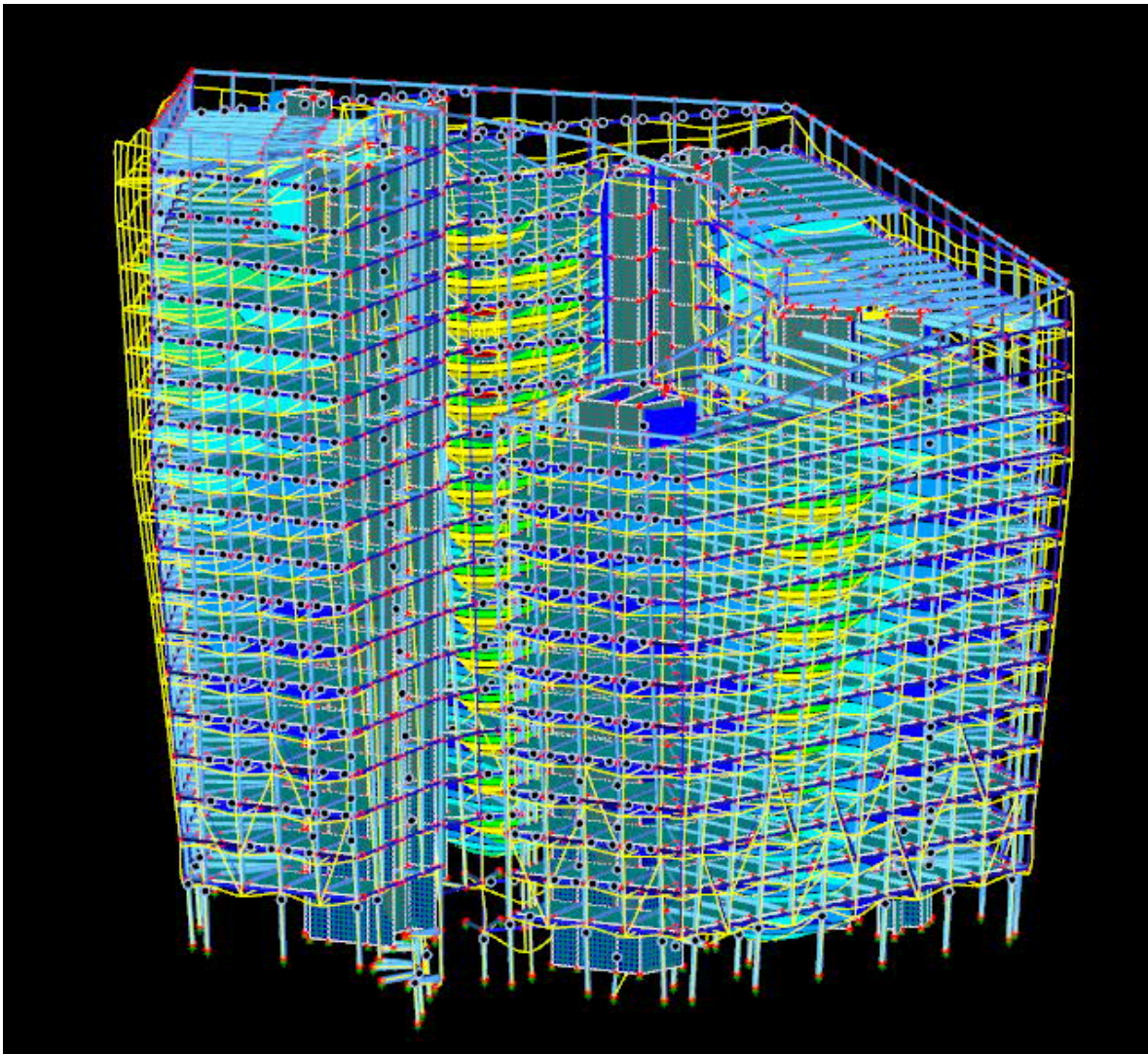
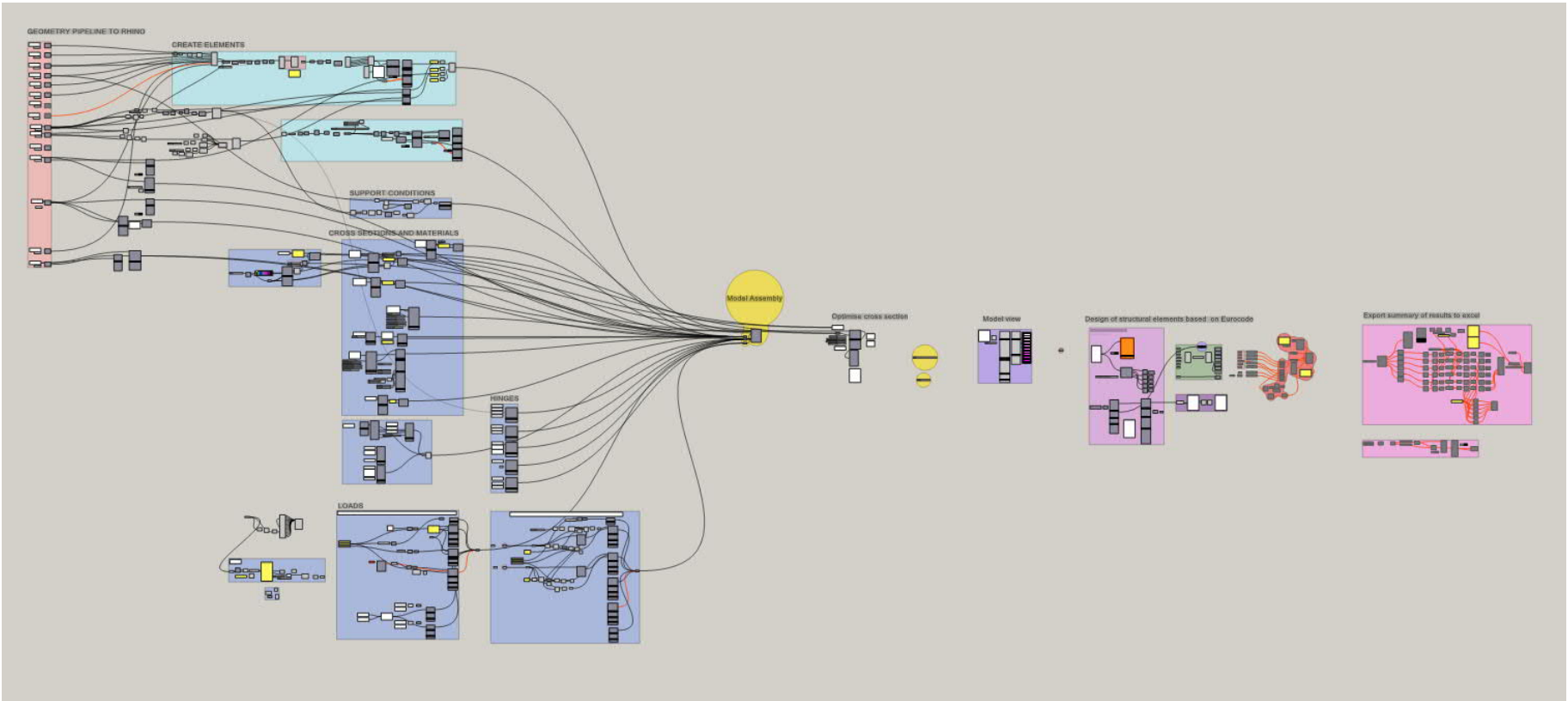
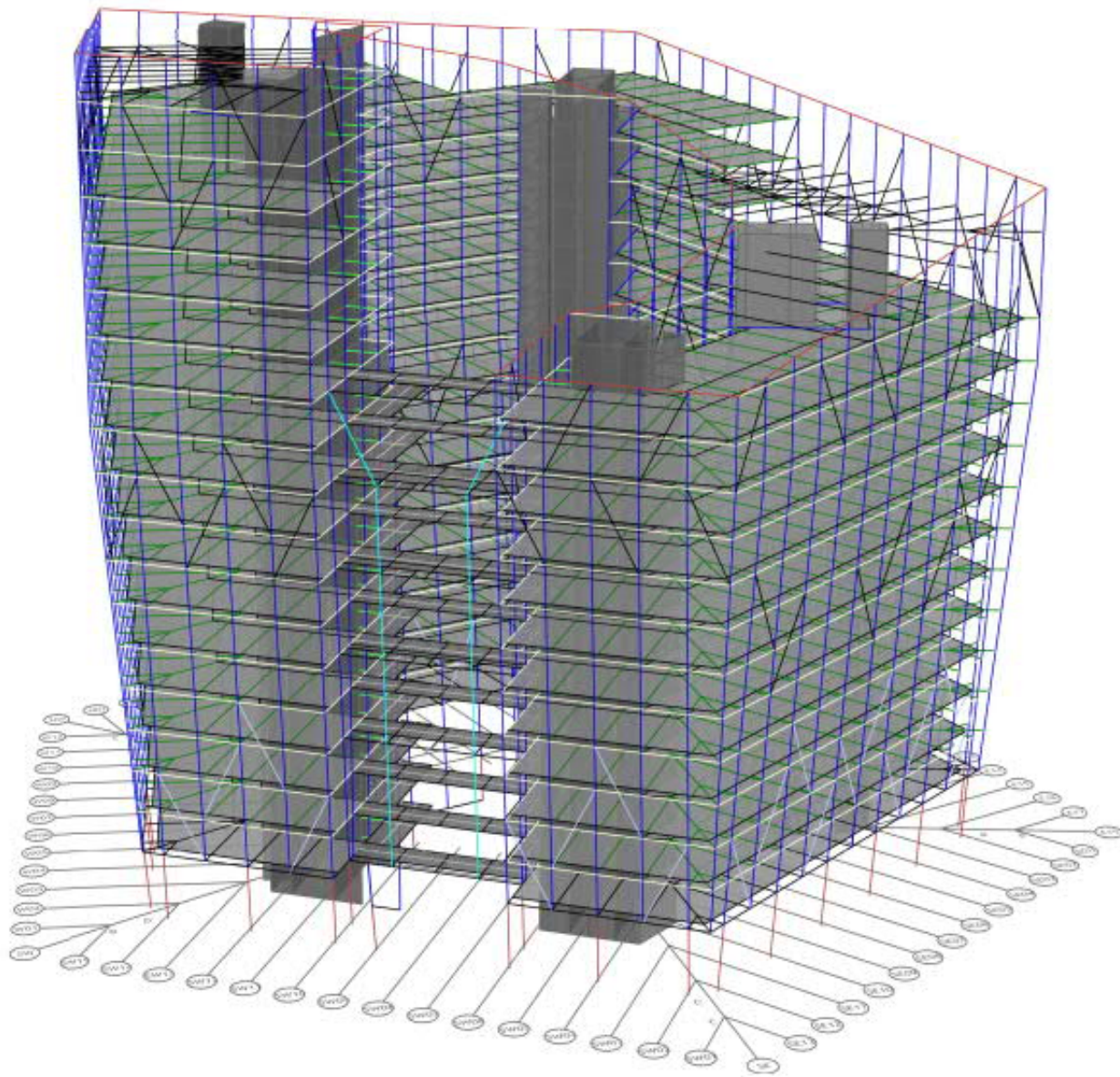
PARAMETRIC MODEL & PRELIMINARY DESIGN

STRUCTURAL ANALYSIS AND DESIGN

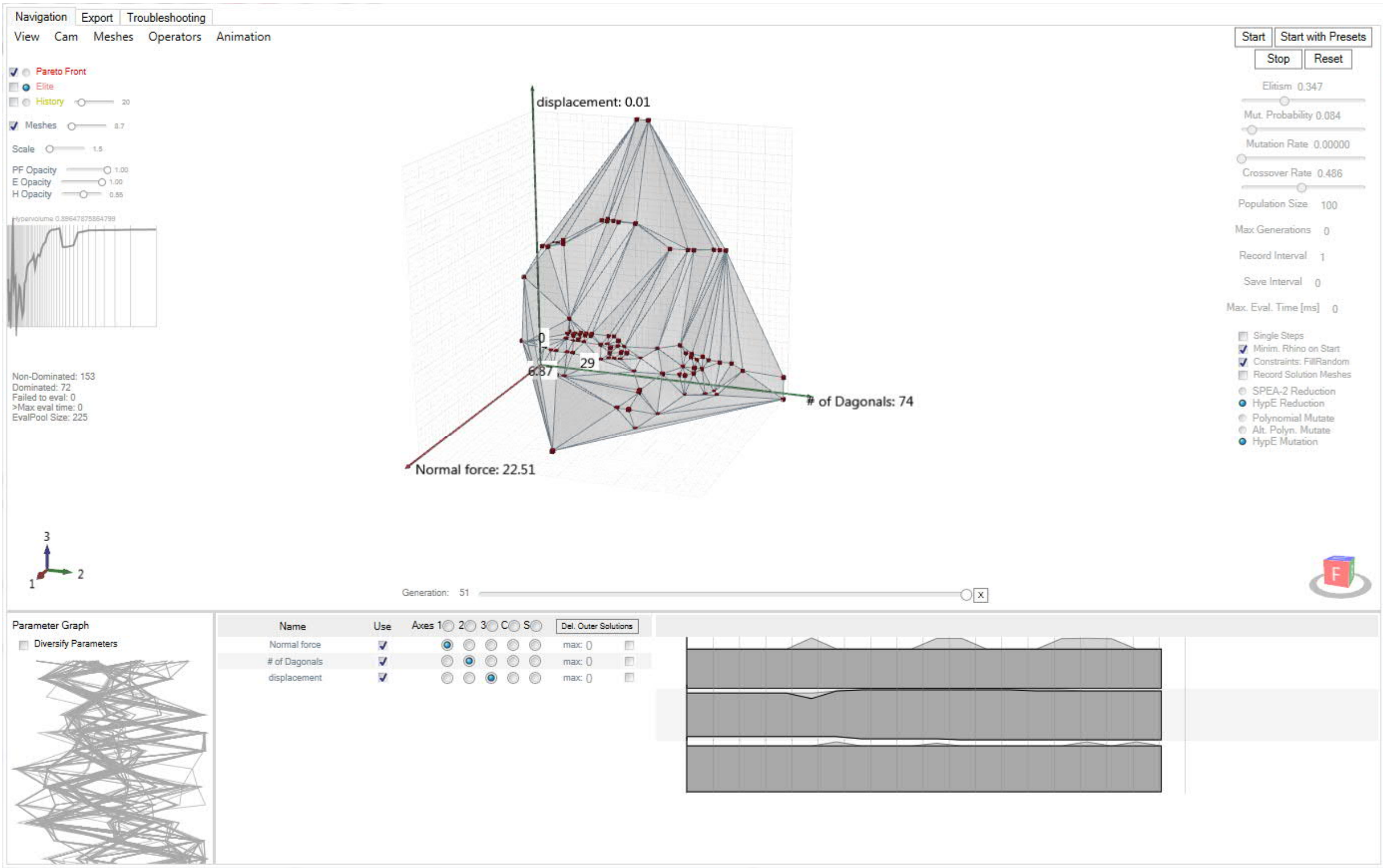
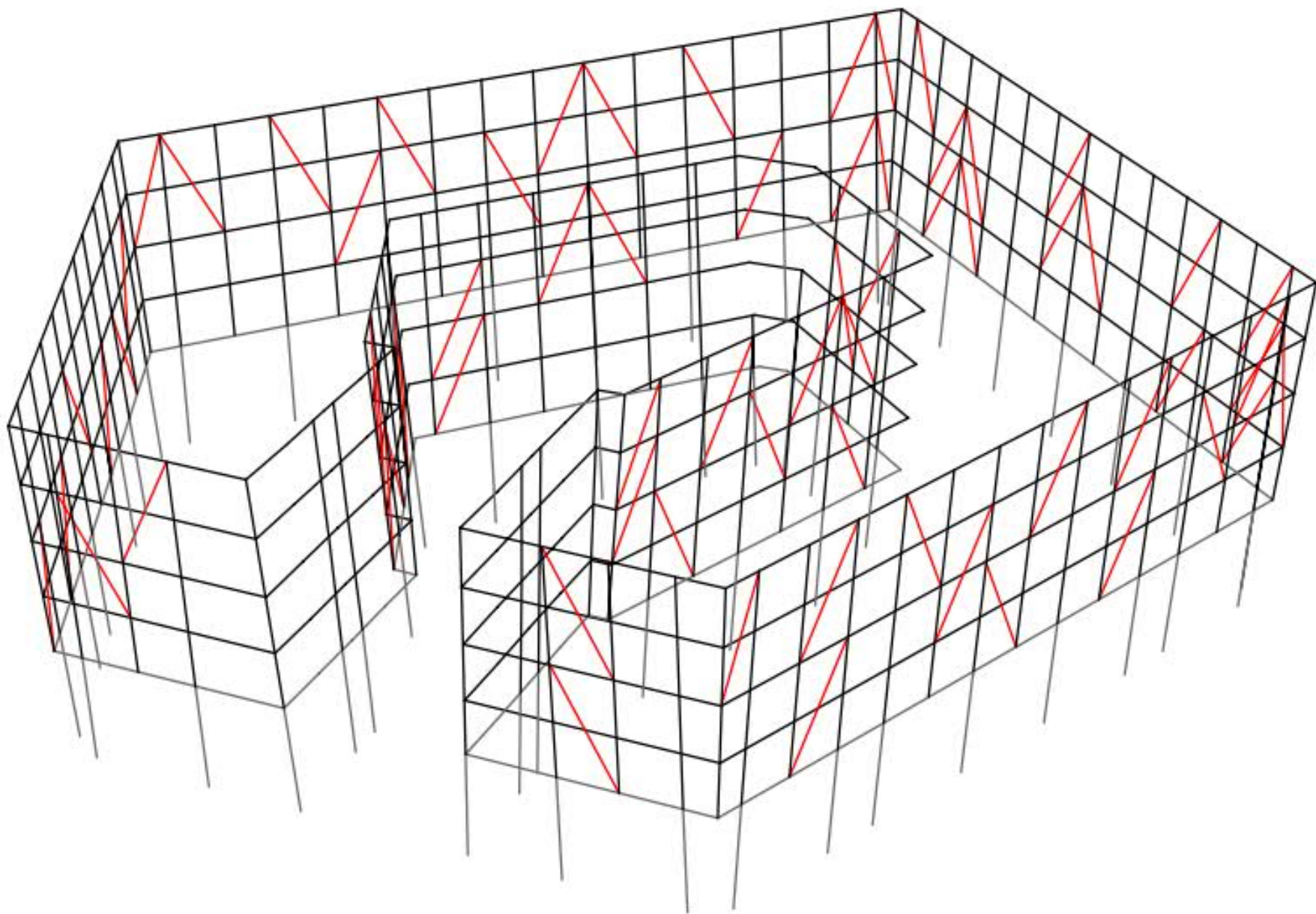
RHINO

KARAMBA

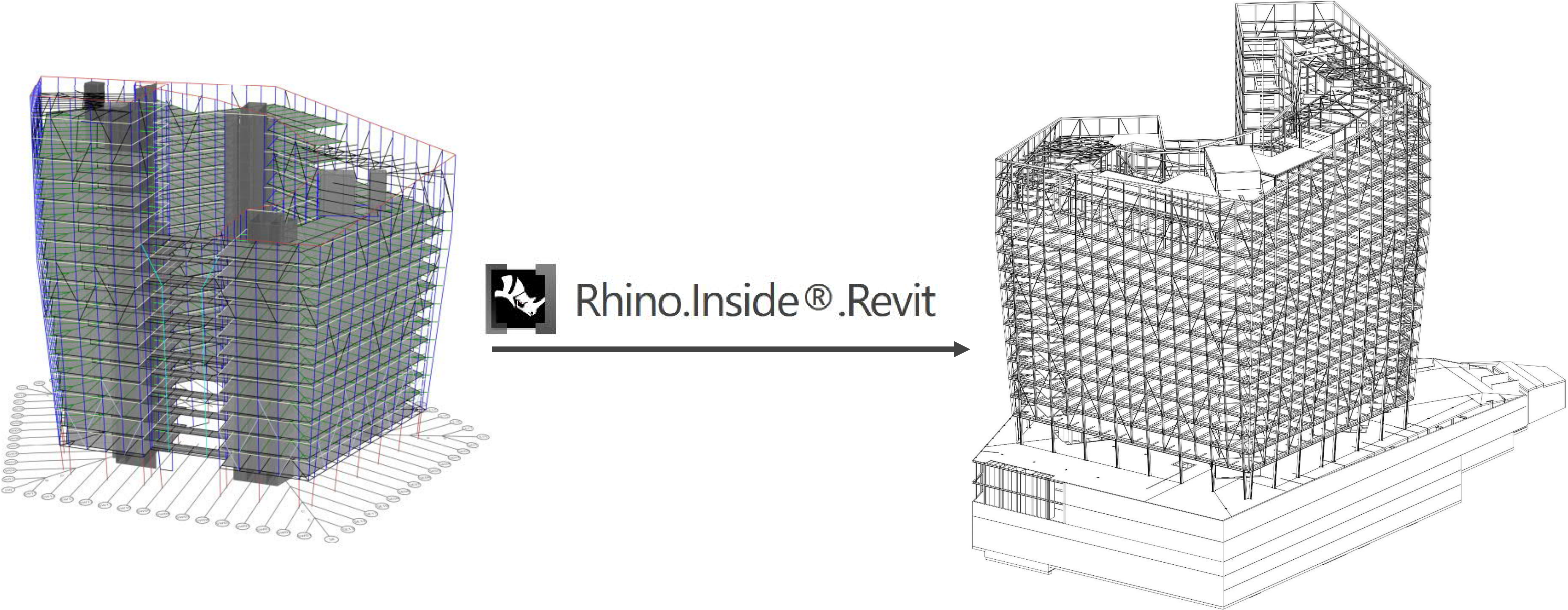
RFEM



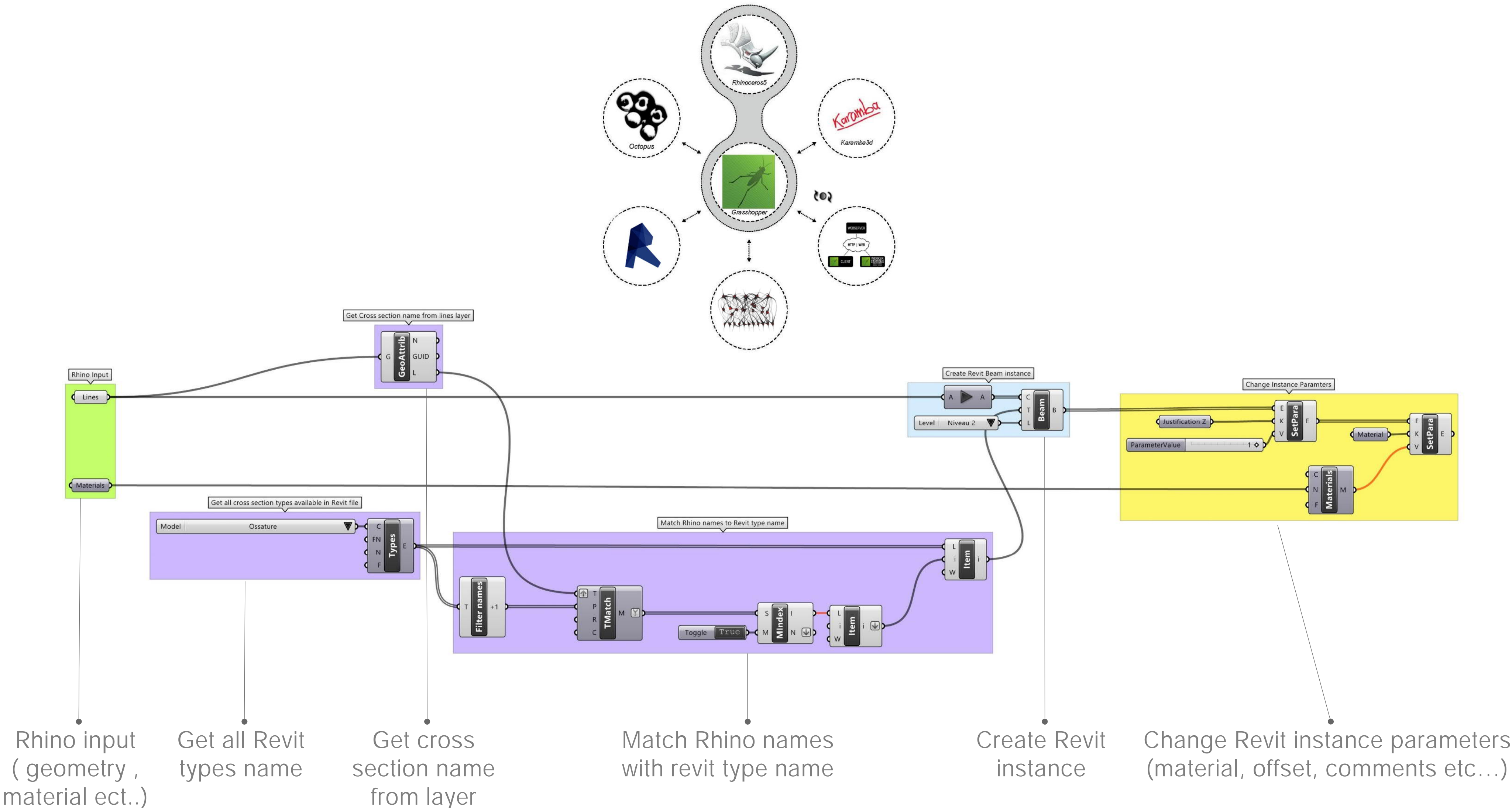
Optimization of the Diagonals with Genetic Algorithms



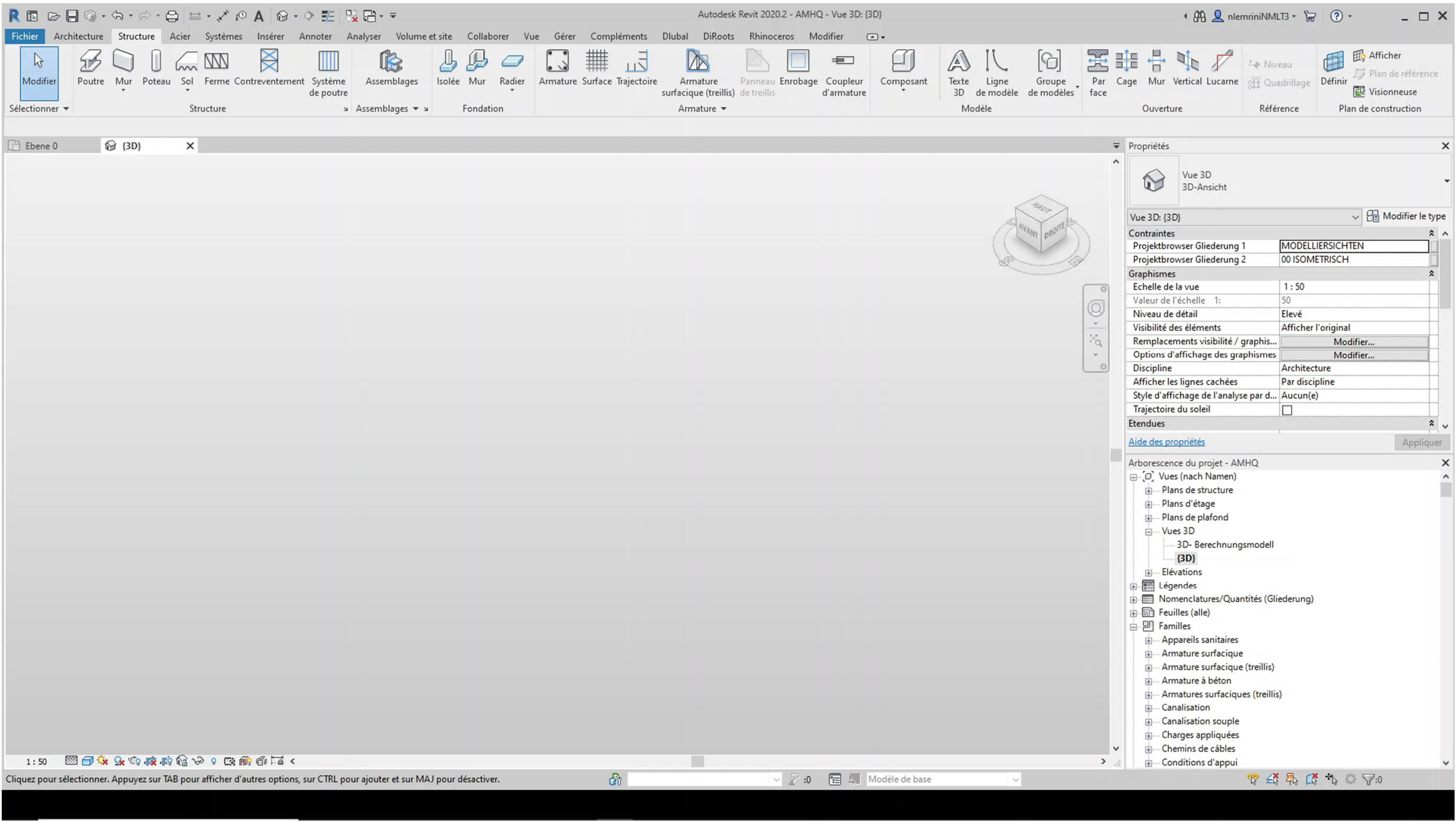
Workflow from Rhino to Revit



Workflow from Rhino to Revit



Workflow from Rhino to Revit





Autodesk und das Autodesk-Logo sind Marken oder eingetragene Marken von Autodesk, Inc. und/oder ihren Tochtergesellschaften bzw. verbundenen Unternehmen in den USA und/oder anderen Ländern. Alle anderen Marken, Produktnamen und Kennzeichen gehören ihren jeweiligen Inhabern. Autodesk behält sich vor, Produkt- und Service-Angebote sowie Spezifikationen und Preise jederzeit ohne Vorankündigung zu ändern. Alle Angaben ohne Gewähr.

© 2020 Autodesk. Alle Rechte vorbehalten.

