



Fakultät für Bauingenieur- und Vermessungswesen
Lehrstuhl für Computergestützte Modellierung und Simulation
Prof. Dr.-Ing. André Borrmann

BIM-basierte statische Analyse am Beispiel der TU Mensa

Sandra Gun

Bachelorthesis

für den Bachelor of Science Studiengang Bauingenieurwesen

Autor: Sandra Gun

Matrikelnummer:



1. Betreuer: Prof. Dr.-Ing. André Borrmann

2. Betreuer: Alexander Braun, M.Sc.



Abstract

In the last years, a big development went through the building sector. Nearly no engineering office can manage without BIM. This paper delivers an overall view of the development of BIM. Ensuing that, the intersystem data exchange between project planning programs is being elaborated upon. Here, the possibilities of the BIM-Software and a calculation based program are being tested and evaluated. Exemplary for this, BIM-Software Revit 2015, developed by Autodesk, is being utilized to construct a 3D model of the TUM canteen building (in Munich, Arcistraße). On the basis of this example different features of the software are being illustrated and potential problems and impediments are being outlined. Following that, the previously established building model is being exported into the calculation program Sofistik developed by the identically named company. This is being done to implement a calculation by way of this example and to address potential difficulties and obstacles at this point. This work closes with an outlook on the future of intersystem data exchange between computerized project planning programs. Furthermore, this work concludes with a summary and own conclusions.

Kurzzusammenfassung

In den letzten Jahren hat sich eine große Weiterentwicklung durch die Baubranche gezogen. Nahezu kein Ingenieurbüro kommt noch ohne BIM aus. In dieser Arbeit wird die grobe Entwicklung des BIM dargestellt. Anschließend wird auf den Datenaustausch zwischen computergestützten Bauplanungsprogrammen eingegangen. Dabei werden die Möglichkeiten einer BIM-Software und eines berechnungsorientierten Programmes getestet und evaluiert. Beispielhaft hierfür wird mit der BIM-Software Revit 2015 der Firma Autodesk ein 3D-Modell des Mensengebäudes der Technischen Universität München in der Arcisstraße erstellt. Anhand dieses Beispiels werden verschiedene Funktionen der Software erklärt und eventuelle Probleme und Hindernisse dargestellt. Anschließend wird das zuvor erstellte Gebäudemodell in die Berechnungssoftware Sofistik von der gleichnamigen Firma exportiert, um in dieser beispielhaft eine Berechnung durchzuführen und auch an dieser Stelle auf eventuelle Schwierigkeiten einzugehen. Die Arbeit schließt mit einem Ausblick in die Zukunft über den Datenaustausch zwischen computergestützten Bauplanungsprogrammen und einer Zusammenfassung mit eigenem Fazit ab.

Inhaltsverzeichnis

Abstract	2
Kurzzusammenfassung.....	3
Abbildungsverzeichnis	6
1 Einführung und Motivation	7
1.1 Einführung	7
1.2 Ziel der Arbeit	8
1.3 Aufbau der Arbeit.....	9
2 Verwendete Programme und Systeme	10
2.1 BIM - Building Information Modeling.....	10
Begriffsdefinition	10
Datenaustausch.....	11
2.2 Revit 2015.....	14
Vermarktung und Vertrieb	14
Aufbau des Programmes	15
2.3 Sofistik.....	18
Vermarktung und Vertrieb	19
Aufbau des Programmes	19
3 Projektausführung Mensa Arcisstraße	22
3.1 Ausgangssituation.....	23
3.2 Vorgehen bei der Modellierung des Projektgebäudes	24
Raster.....	24
Ebenen	25
Modellierung UG	26
Modellierung EG.....	27
Modellierung 1.OG	28
Modellierung 2.OG	29
Modellierung DG	30
Modellierung Dach.....	31
Erstellen der Fassaden	31
Modellierung Türen und Wanddurchbrüche	33
Modellierung der Treppen.....	34
Erstellen der Fundamente.....	35

Inhaltsverzeichnis

Erstellen des Außengeländes.....	36
Kontrolle der Anschlüsse	37
Erstellen einer analytischen 3D-Ansicht	38
Modellierung der einwirkenden Lasten.....	39
3.3 Einspielen des Modells in Sofistik	42
4 Ausblick in die Zukunft.....	47
5 Zusammenfassung und Fazit.....	48
Anhang A	49
Anhang B.....	53
Literaturverzeichnis.....	54

Abbildungsverzeichnis

<i>Abbildung 1.1: Bauzeichnung mit Tusche</i>	7
<i>Abbildung 2.1: Schnittstellen eines Bauwerkes (Borrmann,2011)</i>	12
<i>Abbildung 2.2: Datenaustausch mit IFC-Schnittstelle (Interoperabilität, 2008)</i>	13
<i>Abbildung 2.3: Logo Revit 2015 der Firma Autodesk</i>	14
<i>Abbildung 2.4: Multifunktionsleiste Revit 2015</i>	15
<i>Abbildung 2.5: Projektbrowser Revit 2015</i>	16
<i>Abbildung 2.6: Eigenschaften-Fenster Revit 2015</i>	17
<i>Abbildung 2.7: Benutzeroberfläche von Revit 2015</i>	18
<i>Abbildung 2.8: Logo Sofistik</i>	18
<i>Abbildung 2.9: Kopfleiste Sofistik</i>	20
<i>Abbildung 2.10: Projektbrowser Sofistik</i>	20
<i>Abbildung 2.11: Benutzeroberfläche Sofistik</i>	21
<i>Abbildung 3.1: Draufsicht Mensagebäude</i>	22
<i>Abbildung 3.2: Rasterlinien Revit 2015</i>	24
<i>Abbildung 3.3: Ebenen Revit 2015</i>	25
<i>Abbildung 3.4: westlicher und östlicher Speisesaal</i>	29
<i>Abbildung 3.5: auskragende Geschossdecke 2. OG</i>	30
<i>Abbildung 3.6: Typ bearbeiten/ duplizieren</i>	32
<i>Abbildung 3.7: isolierte Rasterfassade</i>	33
<i>Abbildung 3.8: Türen in Fassade</i>	34
<i>Abbildung 3.9: Treppe U-Form</i>	35
<i>Abbildung 3.10: Modellgebäude mit Geländeoberfläche</i>	36
<i>Abbildung 3.11: Anschluss Decke-Wand</i>	38
<i>Abbildung 3.12: Erstellen analytische 3D-Ansicht</i>	39
<i>Abbildung 3.13: 3D-Ausschnitt zur Darstellung der Lasten</i>	41
<i>Abbildung 3.14: Berechnungscode Projektgebäude</i>	42
<i>Abbildung 3.15: Projektgebäude im SSD</i>	43
<i>Abbildung 3.16: Fehlercode minimiertes Projektgebäude</i>	44
<i>Abbildung 3.17: Geometrie Testmodell</i>	45
<i>Abbildung 3.18: Testmodell nach Berechnung</i>	46

1 Einführung und Motivation

Die Arbeit solche Zeichnungen und Berechnungen zu erstellen, sollte baldmöglichst erleichtert werden. Durch die Erfindung und rasante Entwicklung des Computers wurde schon bald ein Medium gefunden, welches es ermöglichte, solche Berechnungen und Zeichnungen zu übernehmen. Mit der Zeit entwickelten sich zahlreiche kleine Programme um die Bauplaner zu unterstützen. Viele dieser kleinen Programme benötigten allerdings einen gewissen Programmierhintergrund und waren daher den meisten Bauplanern nicht vollends verständlich. So konnten sich nur einige durchsetzen, welche zunehmend komplexer, aber auch benutzerfreundlicher wurden. Der Grundstein für computergestützte Bauplanung war somit gelegt. Durch die kontinuierliche Weiterentwicklung dieser Programme konnten dem Anwender immer mehr Funktionen bereitgestellt werden. Darüber hinaus wurde eine höhere Genauigkeit beim Zeichnen und Berechnen der Bauwerke erzielt. Bald schon bestand die Möglichkeit in 3D zu zeichnen und Berechnungen von anspruchsvollen Gebäuden durchzuführen. Die neuste Entwicklung besteht darin, dass in ausgewählten Zeichenprogrammen nicht mehr mit Zeichenelementen gearbeitet wird, sondern objektorientiert und somit direkt mit Bauteilen. Diese Programme sollen mit jenen für die Berechnung gekoppelt werden können, sodass es nicht mehr notwendig ist die Gebäudedaten mehrmals einzugeben.

Computergestützte Programme sind heutzutage in der Baubranche nicht mehr wegzudenken. Kein Architektur- oder Ingenieurbüro kommt ohne die Nutzung diverser Programme aus. In dieser Arbeit werden die Möglichkeiten von neuen Modellierungs- und Rechenprogrammen getestet, analysiert und dargestellt. Insbesondere wird auf den Datenaustausch und das Zusammenspiel zwischen den beiden Arten von Programmen eingegangen. Als Projektgebäude wurde die Mensa der Technischen Universität München, welche von den Studentenwerken München verwaltet wird, gewählt.

1.2 Ziel der Arbeit

Das Ziel dieser Arbeit ist es, sich ein Bild von neu überarbeiteten Programmen zur computergestützten Bauplanung zu verschaffen. Diese Programme sollen anhand dieser Arbeit auf Benutzerfreundlichkeit und Funktion getestet werden. Darüber hinaus soll der Aufwand dargestellt werden, welcher nötig ist, um ein beispielhaftes Gebäude zu modellieren und mit diesen Modell zu arbeiten. Einige Softwarehersteller werben damit, die Effizienz der Planung durch Building Information Modeling (BIM) deutlich zu steigern, indem alle Fachplaner auf die gleiche Datei zugreifen können. Dies ist jedoch nur möglich, wenn das Modell dieser Datei korrekt erstellt wurde. Beispielhaft für computergestützte Planungsprogramme wird in dieser Arbeit mit dem BIM-Programm Revit 2015 der Firma Autodesk in Verbindung mit dem Berechnungsprogramm Sofistik der Firma SOFiSTiK gearbeitet. Anhand dieser beiden Programme soll die Arbeit mit diesen neuen Programmen repräsentiert werden.

1 Einführung und Motivation

1.3 Aufbau der Arbeit

In Kapitel 2 wird zunächst der Begriff des BIM näher erläutert und definiert. Hierbei soll kurz auf das System, welches dem BIM zugrunde liegt, eingegangen und der darauffolgende mögliche Datenaustausch erläutert werden. Anschließend wird auf das in diesem Projekt verwendete Programm Revit 2015 der Firma Autodesk Bezug genommen. Hier werden einige gebräuchliche Begriffe der Software erläutert, die Benutzeroberfläche analysiert und die Besonderheiten des Programmes aufgezeigt. Nachfolgend wird auf Sofistik, die zweite hier verwendete Software, näher eingegangen und auch hier die enthaltenen gebräuchlichen Begriffe des Programmes und die Benutzeroberfläche erklärt. Außerdem soll die Vermarktung und den Vertrieb beider Programme beleuchtet werden.

Darauf aufbauend wird in Kapitel 3 die Aufgabe in diesem Projekt vorgestellt, die Ausgangssituation dargelegt und auf die Beschaffung der Eingabepläne eingegangen. Anschließend wird das Projektgebäude als BIM-Modell im Programm Revit entwickelt. Hierbei wird ein besonderes Augenmerk auf die einzelnen Erstellungsschritte des Modells und die dabei aufgetretenen Schwierigkeiten gelegt. Nach der Modellierung des Gebäudemodells, sollen die Lasten, welche auf das Gebäude einwirken, in das Programm Revit eingegeben werden. In einem nächsten Schritt wird das komplette BIM-Modell in die Benutzeroberfläche Sofistik Structural Desktop, kurz SSD, der Firma Sofistik exportiert. Mit der Berechnungs-Software SSD wird das Gebäudemodell anschließend berechnet und die Ergebnisse und animierte Gebäudebewegungen dargestellt.

Im letzten Kapitel wird ein Ausblick in die Zukunft über den Datenaustausch zwischen berechnungsorientierten Programmen und BIM-Software gewährt. Dabei wird explizit ein Augenmerk auf die in dieser Arbeit verwendeten Programme gelegt. Im Anschluss dazu wird die Arbeit durch eine Zusammenfassung mit Fazit abgeschlossen.

2 Verwendete Programme und Systeme

Da es in der Vergangenheit durch viele unterschiedliche Planer auch viele verschiedene Interpretationen der zu planenden Objekte gab, wird seit einiger Zeit bei der technischen Planung mit Computer Aided Design, kurz CAD, gearbeitet. In der Regel wurde dies dazu genutzt, um 2D-Objekte zu zeichnen. Im Laufe der Zeit wurden CAD Applikationen entwickelt, welche auch 3D-Objekte erstellen können². Diese 3D-Objekte wurden mit weiteren nichtgrafischen Hintergrundinformationen belegt (Dichte, Material etc.), was dazu führte, dass die Fehlinterpretationen der verschiedenen Planer deutlich reduziert wurden.

Diese Art von Software hat sich über die Zeit hin zu einer vier- oder gar fünfdimensionalen Software weiterentwickelt. Die computergestützte Erstellung und Berechnung von zu planenden Objekten hat dadurch im Verlauf der letzten Jahre einen großen Schritt in Richtung Arbeitserleichterung gemacht. Hierzu werden sowohl neuste Modellierungs-Programme, als auch Berechnungs-Programme genutzt. Im optimalen Fall, kooperieren diese beiden Arten von Programmen miteinander und es kann beispielsweise die Datei eines komplett modellierten Gebäudes in ein Berechnungs-Programm importiert werden, um dort an genau diesem Modell weiter zu arbeiten.

2.1 BIM - Building Information Modeling

Durch die sukzessive Weiterentwicklung der CAD-Programme entstand eine neue Art der Modellierungs-Programme, das Building Information Modeling, kurz BIM.

Begriffsdefinition

“Building Information Modeling (BIM) ist eine Methode zur digitalen Planung und Dokumentation von Bauwerken und zur Koordination von aller damit verbundenen Vorgänge rund um den Lebenszyklus des Bauwerkes.“ (May)

May zeigt damit, dass die BIM-Methode die optimierte Art zu planen ist. Mit einem BIM-Modell wird der komplette Lebenszyklus eines Gebäudes dargestellt. Von der Planung, über die Ausführung bis hin zur Bewirtschaftung und zum Rückbau.³ Dies erfordert ein hohes Maß an Genauigkeit des Datenaustausches um ein Modell zu erstellen, mit welchem man einen kompletten Lebenszyklus simulieren kann.

Aus diesem Grund, wird hier mit kompletten Bauteilen gearbeitet, welche in einem Bauteilkatalog hinterlegt sind. Somit genügt es nicht, wenn hinter den Bauteilen rein die geometrischen Abmessungen hinterlegt sind, sondern es werden noch weitere Informationen benötigt, um das Modell während eines kompletten Lebenszyklus eines Bauwerkes zu nutzen. Beispielsweise ist hier ein Fenster in einer Wand nicht nur ein Fenster, sondern hat bestimmte Abmessungen mit einer bestimmten Verglasung, sitzt an der Position A an der Wand B, welche sich im Geschoss C befindet und in Himmelsrichtung D ausgerichtet ist.

² <http://www.verein-der-ingenieure.de/ak/tga/doc/bim-manager-5.11.2013.pdf>, abgerufen am 10.03.2015

³ <https://www.cms.bgu.tum.de/de/component/content/article?id=209>, abgerufen am 10.03.2015

2 Verwendete Programme und Systeme

Diese und weitere Informationen werden benötigt, um die Ziele einer BIM-Software, wie Vermeidung von Informationsabbrüchen bei der Datenweitergabe, Bündelung der Arbeitsabläufe, Steigerung der Effizienz in der Planung, Erhöhung der Bauqualität, Reduzierung rechtlicher Risiken, Minimierung der Folgekosten und Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit zu erfüllen.⁴ Durch die Informationsgenauigkeit der einzelnen Bauteile besteht die Möglichkeit, dass das BIM außerdem als Grundlage für Simulationen und Berechnungen dient. Im Folgenden werden einige Analyse- und Simulationswerkzeuge einer BIM-Software aufgezählt⁵:

- Statik
- Wärmebedarfsberechnung
- Tageslichtanalyse
- Evakuierungssimulation
- Kostenermittlung
- Mengenermittlung

Da hinter einem BIM-Modell eine Vielzahl von detaillierten Informationen steckt, fördert dies die Kommunikation zwischen den verschiedenen Fachplanen. Jeder Fachplaner kann jederzeit auf die aktuellste Version des Modells zugreifen und es werden somit Ungenauigkeiten durch fehlerhaften Datenaustausch vermieden oder gar beseitigt. Außerdem wird in der Datei für das BIM-Modell eine Änderungshistorie hinterlegt, um Änderungen exakt nachvollziehen zu können.

Datenaustausch

Die Ungenauigkeiten beim Datenaustausch können jedoch nur dann vermieden oder gar beseitigt werden, wenn dieser wie vorgesehen funktioniert.

In einem kompletten Planungsprojekt existieren viele Schnittstellen, an denen es zu Ungenauigkeiten des Datenaustausches kommen kann. Je mehr Komponenten an einer Planung beteiligt sind, desto mehr Schnittstellen existieren und desto höher ist die wahrscheinliche Fehleranfälligkeit der weitergegebenen Informationen, da an jeder Schnittstelle die Gefahr für Fehlinformation steigt.

In Abbildung 2.1 ist ein Beispiel zu sehen, wie viele Schnittstellen bei der Planung und Ausführung eines Bauwerks entstehen können. Daraus wird ersichtlich, dass eine kleine Ungenauigkeit beim wiederholten Datenaustausch schnell zu einem erheblichen Fehler führen kann.

⁴<http://www.allplan.com/de/links/building-information-modeling.html?gclid=CLagj-TLscOCFcPJtAod93YAAA>, abgerufen am 10.03.2015

⁵ Computerorientierte Methoden im Ingenieurwesen (Vorlesungsunterlagen von Prof. Dr.-Ing. André Borrmann, 2011)

2 Verwendete Programme und Systeme

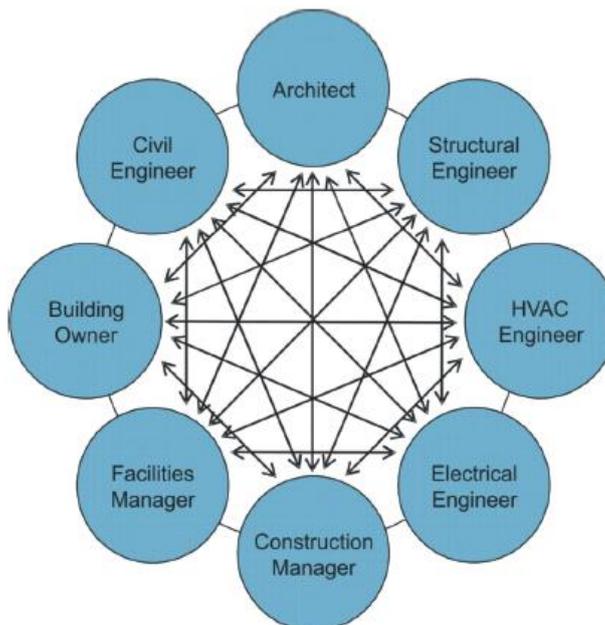


Abbildung 2.1: Schnittstellen eines Bauwerkes (Borrmann,2011)

Durch mangelhaften Datenaustausch gehen jährlich Milliarden Euro verloren.⁶ Um dies zu minimieren und zu vermeiden, soll der Datenaustausch durch BIM optimiert werden und somit alle an der Planung beteiligten Komponenten die gleichen Informationen erhalten. Dies stellt sich allerdings als schwierig heraus, da jeder Fachplaner sein eigenes Dateiformat benötigt, welches nicht von einem der anderen Planer genutzt werden kann. Aus diesem Grund wurde ein Datenformat entwickelt, indem CAD-Daten im 2D- und 3D-Format übertragen werden können, die Industry Foundation Classes (IFC). Man hat sich auf das IFC-Format geeinigt, da dieses herstellerunabhängig mit allen Programmen, welche IFC unterstützen, geöffnet werden kann. Dies kann man als eine Art neutrale Objektbeschreibung ansehen. In diesem Datenformat sind Bauwerksstrukturen, parametrische Bauteildaten, bauteilbezogen Attribute sowie die Beziehungen zwischen den Bauteilen gespeichert.

Die IFC stellen also den Knotenpunkt dar, an welchen alle Informationen zusammen kommen. Jeder Fachplaner kann auf diese Datei, des jeweiligen Projekts, zugreifen und in seine jeweilige Fachplaner-Software einspielen, um dort mit der IFC-Datei weiter arbeiten zu können. Dies erscheint als eine vorteilhafte Lösung für alle beteiligten Komponenten.⁷

In Abbildung 2.2 ist der Datenaustausch mit einer IFC-Schnittstelle dargestellt. Bei näherer Betrachtung der Abbildung ist die Vielfalt der IFC-Schnittstelle zu erkennen. Es werden Beispiele dargestellt, welche verdeutlichen, dass eine Vielzahl an Planungsbereichen mit einer einzigen IFC-Datei arbeiten kann.

⁶ Computerorientierte Methoden im Ingenieurwesen (Vorlesungsunterlagen von Prof. Dr.-Ing. André Borrmann, 2011)

⁷ Anwenderhandbuch Datenaustausch BIM/IFC (IAI - Industrieallianz für Interoperabilität e.V., 2008)

2 Verwendete Programme und Systeme

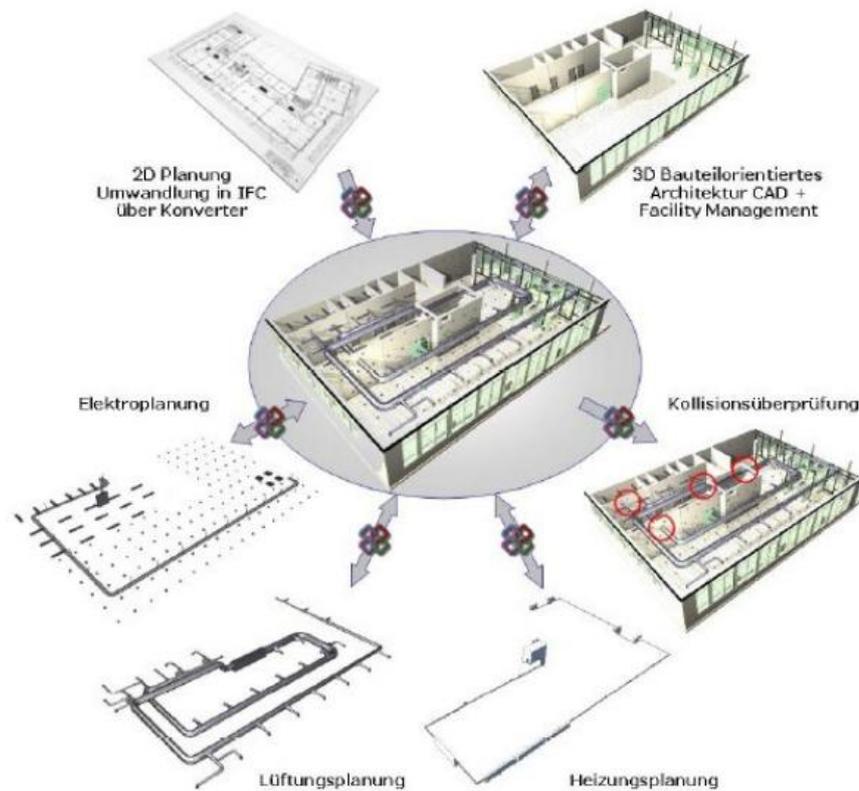


Abbildung 2.2: Datenaustausch mit IFC-Schnittstelle (Interoperabilität, 2008)

Auf Grund der vielen Vorteile des Konzepts von IFC-Dateien wird im Building Information Modeling mit solchen gearbeitet. Die Softwarehersteller können die Gefahr des fehlerhaften Datenaustausches, durch die Unterstützung der IFC-Daten, somit gezielt vermeiden.

Eine BIM-Software erleichtert nicht nur den Datenaustausch zwischen verschiedenen Fachplanern, sondern bietet auch einem einzelnen Planer die Erleichterung, das erstellte Modell für verschiedene Zwecke zu nutzen. Es besteht beispielsweise die Möglichkeit sich von dem erstellten BIM-Objekt die Grundrisse, Schnitte und Ansichten ausgeben zu lassen und diese zu bearbeiten oder ändern. Die Änderungen werden dann auf das komplette Modell übertragen. Außerdem ist eine weitere Möglichkeit die 3D-Ansicht des Modelles einzusehen und das Modell zu visualisieren. Auch die Bauteillisten können direkt erstellt werden.

Diese Aufzählung der verschiedenen Möglichkeiten um mit einer BIM-Software zu arbeiten ist jedoch nur ein Bruchteil jener, welche Möglichkeiten existieren.

2 Verwendete Programme und Systeme

2.2 Revit 2015



Abbildung 2.3: Logo Revit 2015 der Firma Autodesk⁸

Das Programm Revit 2015 der Firma Autodesk ist eines der am weitest verbreiteten Programme, welche auf dem BIM-Konzept basieren.

Die Firma Autodesk ist eine US-amerikanische Firma, die verschiedene Programme für 2D- bzw. 3D-Design und CAD entwickelt.⁹ Revit ist der Nachfolger des bekannten Programmes AutoCAD, welches ebenfalls aus der Schneide von Autodesk stammt. AutoCAD ist im Gegensatz zu Revit ein reines CAD-Zeichenprogramm. Revit ist auf den ersten Blick ähnlich dem Programm AutoCAD. Die Benutzeroberfläche erscheint im ersten Moment sehr identisch. Bei genauerer Untersuchung sind jedoch zahlreiche Unterschiede zu erkennen. So ist Revit keine Erweiterung zu AutoCAD, sondern ein völlig eigenständiges Programm, welches ein für Autodesk übliches Design besitzt. Das Programm Revit wurde besonders für das Building Information Modeling entwickelt und verfügt daher über eine große Auswahl an Funktionen beginnend bei Werkzeugen für eine architektonische Planung und Konstruktion, konstruktiven Ingenieurbau, Gebäudetechnik bis hin zur Hochbauplanung. Diese Funktionen erleichtern den Planern ihre Arbeit. Eine Besonderheit des Programmes liegt darin, dass es sich mit dem Berechnungs-Programm Sofistik koppeln lässt.

Vermarktung und Vertrieb

Bei einem Blick auf die Internetdarstellung der Firma Autodesk gelangt man schnell zur Auflistung der Firmen, welche Revit nutzen. Daraus ist zu entnehmen, dass diese Software im deutschsprachigen Raum sehr weit verbreitet ist. Um einige bekannte Firmen zu nennen, sind dort unter anderem Hochtief Consult Building, Max Bögl Bauservice GmbH & Co. KG, Köster GmbH, SSF Ingenieure AG und DB International GmbH aufgelistet. Außerdem ist die Firma Autodesk auf Messen im In- und Ausland vertreten, um den neuen möglichen Kunden ihre Programme, unter anderem auch Revit, näher zu bringen und vor Ort auf mögliche Fragen einzugehen oder Probleme zu beheben. Nicht nur auf Messen ist Autodesk sehr kundenfreundlich, der Kundenservice per E-Mail und Telefon ist auch sehr zuvorkommen und stets hilfsbereit. Einige Unklarheiten meinerseits wurden per E-Mail sofort beseitigt und weitere Hilfe angeboten.

Um das Programm Revit zu erwerben, bestehen mehrere Möglichkeiten. Die erste Möglichkeit ist, sich über die Fachhändlersuche auf der Homepage einen solchen zu suchen und dort die Software zu erwerben. Eine weitere Möglichkeit zu einer Version von Revit zu gelangen ist die Möglichkeit des Online-Kaufes. Hier muss man sich online auf der Seite der Firma Autodesk registrieren, in einer Art Online-Shop kann man die gewünschte Software

⁸ <http://www.autodesk.de/products/revit-family/overview>, abgerufen am 10.03.2015

⁹ <http://de.wikipedia.org/wiki/Autodesk>, abgerufen am 10.03.2015

2 Verwendete Programme und Systeme

auswählen und nachdem die Bezahlung erfolgt ist erhält man einen Direktlink um die erworbene Software aus dem Internet herunterzuladen. Die Lizenzkosten können sich hier, je nach Ausführung des Programmes, auf 7.250,-€ bis 11.000,-€ belaufen. Darüber hinaus besteht noch eine weitere Möglichkeit eine Testversion des Programmes herunterzuladen. Dies geschieht ähnlich dem Online-Kauf. Es findet lediglich keine Bezahlung statt und man erhält letztendlich keine Vollversion des Programmes, sondern eine sehr reduzierte Version über einen begrenzten Testzeitraum. In dieser Testversion sind einige Funktionen nicht in voller Ausführung enthalten und es ist kein Speichern der Projekte möglich. Die letzte Möglichkeit Revit zu beziehen ist die kostenlose Version für Bildungseinrichtungen, Studenten und Dozenten. Der Ablauf der Beschaffung läuft identisch mit dem der Testversion ab, jedoch erhält man eine komplette Vollversion des Programmes.

Die Firma Autodesk möchte so einigen Studierenden, welche in ihrer Ausbildung an der Hochschule oder Universität das Programm Revit nutzen, die Möglichkeit geben es als ein mächtiges Werkzeug kennenzulernen. Die dadurch gewonnene Erfahrung mit dem Programm, soll die Studenten dazu bewegen, Revit auch auf ihrem weiteren beruflichen Werdegang zu begleiten und einzusetzen.

Systemvoraussetzungen, um Revit auf dem eigenen Rechner zu installieren gibt es nur wenige. Der Rechner muss eine 64-bit Windowsversion besitzen, über 5GB freien Speicher verfügen und einen 4 GB RAM besitzen. Wenn diese Voraussetzungen erfüllt sind, kann die Software auf eine der obengenannten Möglichkeiten bezogen und installiert werden.

Aufbau des Programmes

Revit ist strukturiert aufgebaut und nach einer Einarbeitungsphase gut zu nutzen. Die Benutzeroberfläche ist übersichtlich gegliedert.

In Abbildung 2.4 ist eine Multifunktionsleiste zu erkennen, welche sich am oberen Bildschirmrand über die komplette Breite des Programmes erstreckt. Mit dieser Leiste kann man fast alle Funktionen die Revit zu bieten hat steuern. Sie ist übersichtlich in 13 große Aufgabenbereiche gegliedert. Diese wären „Architektur“, „Ingenieurbau“, „Gebäudetechnik“, „Einfügen“, „Beschriften“, „Berechnung“, „Körpermodell & Grundstück“, „Zusammenarbeit“, „Ansicht“, „Verwalten“, „Zusatzmodule“ und „Ändern“. Sobald auch das Programm Sofistik installiert ist, erscheint das Kapitel „Sofistik“ zusätzlich in der Multifunktionsleiste. Bei den meisten Funktionen der Multifunktionsleiste erscheint eine kurze Erklärung wie die Funktion zu nutzen ist, sobald man den Mauszeiger über diese Funktion bewegt.



Abbildung 2.4: Multifunktionsleiste Revit 2015

In Abbildung 2.5 ist der Projektbrowser des jeweiligen Projektes zu erkennen. Dieser ist unterteilt in „Ansichten“, „Legenden“, „Bauteillisten/Mengen“, „Pläne“, „Familien“, „Gruppen“ und „Revit-Verknüpfungen“. Sobald man beispielsweise verschiedene Geschossebenen erstellt, erscheinen diese automatisch in den verschiedenen Ansichten. Der

2 Verwendete Programme und Systeme

Projektbrowser ist leicht zu bedienen und führt intuitiv zu der gewünschten Ansicht oder zu den gewünschten Plänen.

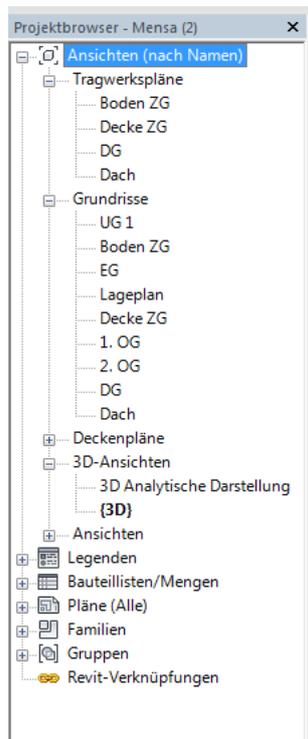


Abbildung 2.5: Projektbrowser Revit 2015

Auf der rechten Seite des Bildschirmrandes ist das Eigenschaften-Fenster, welches in Abbildung 2.6. zu sehen ist angeordnet. Dort werden alle Eigenschaften angezeigt, welche die letzte Funktion oder Aktion besitzt. Bei einer erstellten Wand ist zum Beispiel hinterlegt, dass die Wand aus Stahlbeton besteht, sich im Erdgeschoss befindet, im 2. Obergeschoss endet, eine Stärke von 11,5cm hat und ob sie tragend oder nicht tragend ist. Außerdem können die verschiedenen Eigenschaften durch dieses Fenster schnell geändert werden. Man muss sich nicht, wie im Vergleich zu älteren Programmen, durch verschachtelte Fenster klicken, um diverse Eigenschaften zu ändern. Hier sind die wichtigsten Eigenschaften auf den ersten Blick zu erkennen und diese möglicherweise auch zu modifizieren. Alle beispielhaften Eigenschaften einer 3D-Ansicht können der Abbildung entnommen werden.

2 Verwendete Programme und Systeme

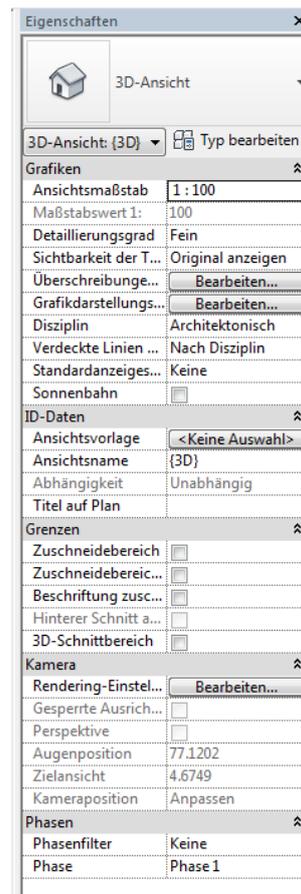


Abbildung 2.6: Eigenschaften-Fenster Revit 2015

In Abbildung 2.7 ist die vollständige Benutzeroberfläche dargestellt. Bei einem Blick darauf ist ersichtlich, dass diese vorteilhaft strukturiert aufgebaut ist. Im Mittelpunkt steht deutlich die jeweils gerade aufgerufene Ansicht oder Arbeitsebene. Es können auch mehrere Ebenen oder Ansichten gleichzeitig aufgerufen werden, wenn beispielsweise aus verschiedenen Ansichten gearbeitet werden möchte. Die Anordnung ist entweder hintereinander oder nebeneinander möglich. Die Multifunktionsleiste ist in voller Breite am oberen Rand zu finden, diese besticht durch ihre Übersichtlichkeit. Über sie werden alle wichtigen Funktionen mit wenigen Klicks schnell erreicht. Am linken Rand ordnet sich der Projektbrowser an, dieser ist somit leicht zu erreichen und erleichtert das schnelle Wechseln zwischen den verschiedenen Ansichten. Am rechten Rand ist das Eigenschaften-Fenster zu finden, welches somit auch schnell zu erreichen und nutzen ist. Im Allgemeinen ist Revit durch diese durchdachte und strukturierte Anordnung übersichtlich und nahezu für jedermann verständlich aufgebaut. Somit wirkt das Programm auf den ersten Blick sehr benutzerfreundlich.

2 Verwendete Programme und Systeme

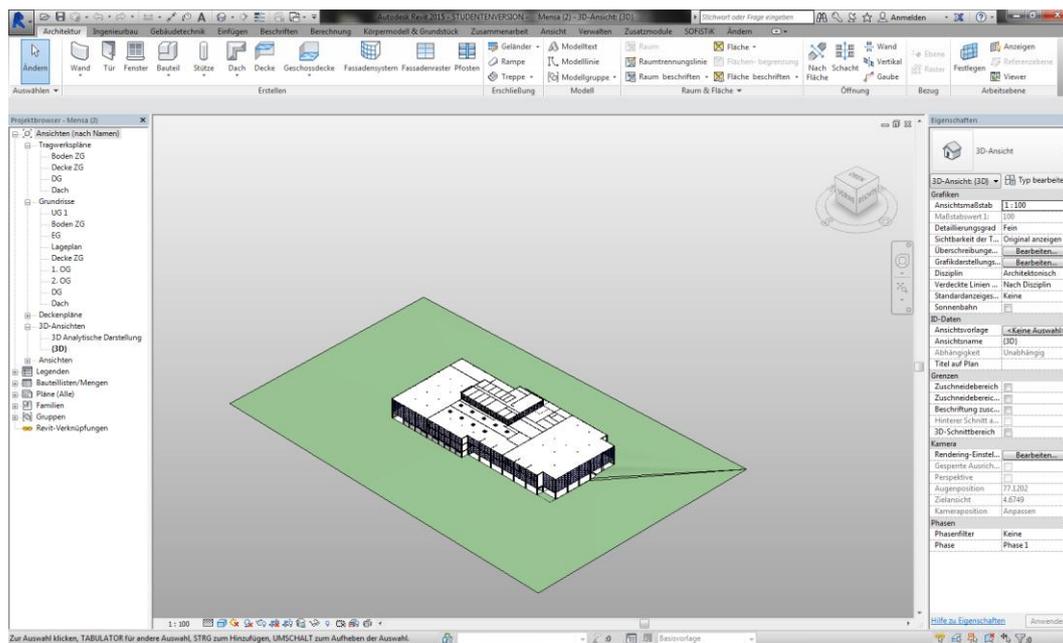


Abbildung 2.7: Benutzeroberfläche von Revit 2015

2.3 Sofistik



Abbildung 2.8: Logo Sofistik

Das zweite in dieser Arbeit genutzte Programm ist Sofistik, welches von der gleichnamigen Firma stammt.

„SOFiSTiK ist Europas führender Softwarehersteller für Berechnung, Bemessung und Konstruktion bei Bauprojekten weltweit.“ (SOFiSTiK, 2015)

Die ersten Schritte von Sofistik führen zur Technischen Universität München zurück. 1976 begann ein Student seine Diplomarbeit über ein Berechnungsprogramm der Finiten Elemente Methode zu schreiben. Dieses Programm wurde über einige Jahre weiter entwickelt, bis es im Jahre 1987 schließlich als Sofistik mit Sitz in Andechs gegründet wurde. Heute ist Sofistik ein Berechnungs-, Bemessungs- und Konstruktionsprogramm welches auf AutoCAD-Basis arbeitet, auch SofistiCAD genannt.¹⁰ Außerdem besteht die Möglichkeit das Berechnungsprogramm Sofistik mit dem BIM-Programm Revit zu koppeln. Revit besitzt in seiner Multifunktionsleiste eine Funktion, in welcher sich ein erstelltes Modell direkt mit Sofistik koppeln lässt. Das Ziel der Firma Sofistik ist es eine innovative und qualitativ

¹⁰ <http://www.sofistik.de/sofistik/>, abgerufen am 11.03.2015

2 Verwendete Programme und Systeme

hochwertige Software zu erstellen, damit die Kunden die Möglichkeit haben eine schnelle, innovative Lösung zu bekommen und anspruchsvolle Projekte bearbeiten zu können.¹¹

Vermarktung und Vertrieb

Diese Ziele werden auch in der Internetdarstellung der Firma deutlich. Die Website ist modern, strukturiert und ansprechend aufgebaut. So werden die Ziele der Firma schnell klar. Auch das Leitbild von Sofistik ist schnell zu finden und setzt sich aus den sechs Begriffen „nachhaltig“, „anspruchsvoll“, „kooperativ“, „vielseitig“, „pragmatisch“ und „innovativ“ zusammen. Außerdem wirbt die Firma auf ihrer Website damit, dass ihre Firma in Europa führender Softwarehersteller für Bauprojekte weltweit ist. Der Vertrieb der Software findet in drei Ländern statt. Es existieren neun verschiedene Vertriebsstandorte in Deutschland, zwei Standorten in Österreich und drei Standorten in der Schweiz.

Um die Software erwerben zu können gibt es drei verschiedene Möglichkeiten. Die erste Möglichkeit ist, die Software direkt über eine Vertriebsstelle aus dem In- oder Ausland zu beziehen. Außerdem wird auch eine Trail-Version der Software angeboten. Diese ist eine Testversion die 30 Tage lang aktiv ist, jedoch aber einige Einschränkungen, wie beispielsweise maximale Anzahl an Lastfälle, aufweist. Neben den wenigen Einschränkungen ist sie jedoch der Vollversion sehr ähnlich. Diese Trail-Version soll nur zu Testzwecken genutzt werden und dürfen nicht kommerziell genutzt werden. Eine dritte Möglichkeit die Software zu beziehen ist die der Studentenversion. Hierbei handelt es sich um eine Vollversion, welche man nach einreichen einer aktuell gültigen Immatrikulationsbescheinigung durch einen Link herunterladen kann. Diese Vollversion ist ab diesem Zeitpunkt ein Jahr lang gültig. Auch hier scheint es, ähnlich der Firma Autodesk, vorwiegend darum zu gehen, die Studenten an das Arbeiten mit dem Programm Sofistik zu gewöhnen und ihnen das Programm möglicherweise mit auf ihren weiteren beruflichen Weg zu geben.

Auch Sofistik geht sehr zuvorkommend auf die Benutzer ein und besitzt einen hervorragenden Kundenservice. Auf Fragen meinerseits wurde auch hier zeitnah geantwortet und auch hier weitere Hilfe angeboten. Dies zeugt von einer großen Kundenorientierung und Benutzerfreundlichkeit.

Über eventuelle Systemvoraussetzungen des Rechners gibt es keine näheren Angaben.

Aufbau des Programmes

Der Sofistik Structural Desktop, kurz SSD, zeigt sich sehr übersichtlich aufgebaut. Beim Öffnen des SSD werden zu Beginn einige Videos zur Einführung angeboten, welche sehr hilfreich sind. Nach einer Phase der Einarbeitung ist das Programm relativ leicht zu nutzen.

In Abbildung 2.9 ist die Kopfleiste von Sofistik dargestellt. Diese beinhaltet viele kleine, nicht aussagekräftige Symbole. Bei einigen der Symbole kann man nicht auf den ersten Blick zuordnen, welche Funktion sich hinter dem Symbol verbirgt. Bewegt man allerdings den Mauszeiger über das Symbol wird die Funktion dessen angezeigt.

¹¹ <http://www.sofistik.de/sofistik/mission-vision/>, abgerufen am 11.03.2015

2 Verwendete Programme und Systeme



Abbildung 2.9: Kopfleiste Sofistik

In der Abbildung 2.10 ist Projektbrowser zu sehen, welcher am linken Bildschirmrand angeordnet ist. Hier wird das zu bearbeitende System unterteilt in „Systeminformationen“, „Materialien“, „Querschnitte“, „Berechnung der Einzellastfälle“ und „Nachweise Flächenelemente“. Hier können je nach Art des zu berechnenden Modelles weitere Unterpunkte hinzukommen. Der Projektbrowser dient zum schnellen navigieren durch das Projekt und Ändern verschiedener Einstellungen.

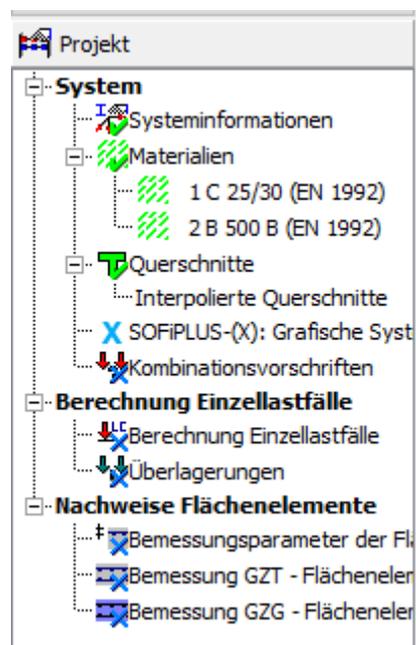


Abbildung 2.10: Projektbrowser Sofistik

Direkt neben dem Projektbrowser zeigt sich das Kontrollfeld an. Von hier werden die Animationen der Lastfälle gesteuert und verschiedene Einstellungen der Ansicht betätigt.

In der folgenden Abbildung 2.11 ist die vollständige Benutzeroberfläche des SSD dargestellt. Die Ansichtsebene auf der rechten Seite ist groß gehalten, um Details des Modells genau erkennen zu können. Auch der Projektbrowser und das Kontrollfeld sind groß und gut sichtbar auf der linken Seite des Bildschirmrandes angeordnet. Die Kopfleiste mit vielen kleinen Symbolen um verschiedene Funktionen zu betätigen ist sehr schmal, klein und unübersichtlich gehalten. Dadurch wird die intuitive Suche nach der benötigten Funktionen erschwert. Unter dem Ansichtsfenster ist ein langes schmales Ereignis-Fenster angeordnet. Hier können geometrische Eigenschaften, die einwirkenden Lasten oder die Ergebnisse des Modelles abgelesen werden.

2 Verwendete Programme und Systeme

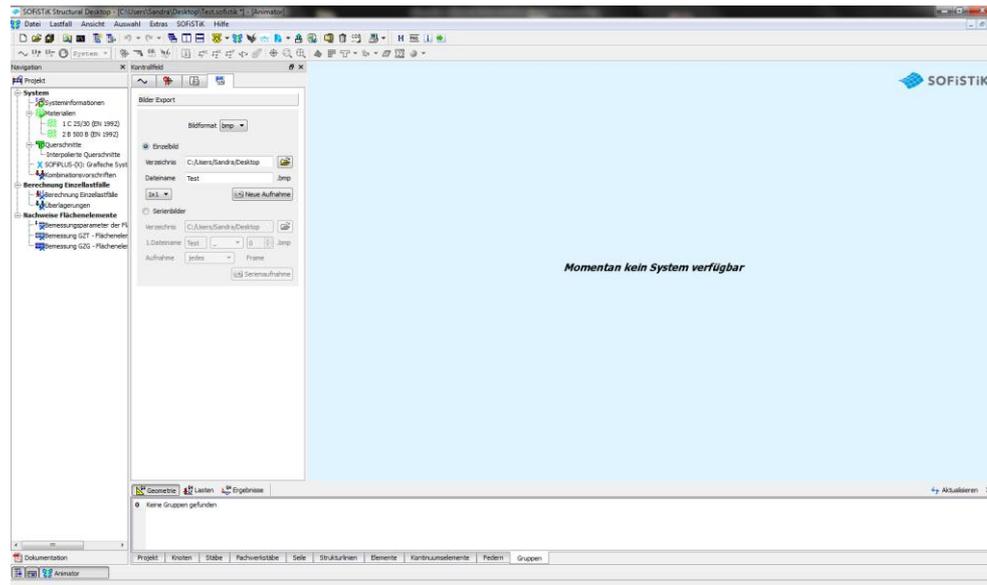


Abbildung 2.11: Benutzeroberfläche Sofistik

Allgemein kann man auch Sofistik nach längerer Einarbeitungszeit als benutzerfreundlich und selbsterklärend bezeichnen. Die Anordnung der einzelnen Elemente ist praktisch und auch hier sehr durchdacht.

3 Projektausführung Mensa Arcisstraße

In diesem Projekt handelt es sich um die Mensa der Studentenwerke München, welche sich in der Arcisstraße 17 in München befindet. Das Gebäude hat einen Grundriss mit der Fläche von ca. 4.348 m² und befindet sich in der Münchener Innenstadt. Im Inneren des Gebäudes befinden sich mehrere verschiedene Nutzungseinheiten. Im Untergeschoss befinden sich hauptsächlich Keller- und Technikräume. Im Erdgeschoss zeigt sich die Empfangshalle der Mensa. Außerdem ist ein Café und eine Kindertagesstätte beziehungsweise ein Kindergarten im Erdgeschoss des Gebäudes zu finden. Eine Etage höher, im ersten Obergeschoss, befindet sich sowohl der großräumige Speisesaal der Mensa, als auch die Essensausgaben und verschiedene Küchenräumlichkeiten der Studentenwerke München. Das zweite Obergeschoss enthält hauptsächlich Luftraum der Speisesäle, Installationsräume und Lagerraum. Außerdem ist noch ein Dachgeschoss vorhanden, in welchem einige kleine Wohnungen und Sanitäranlagen angeordnet sind.



Abbildung 3.1: Draufsicht Mensagebäude¹²

In Abbildung 3.1 ist die Draufsicht des Mensagebäudes dargestellt. Durch die Häuser im Norden der Mensa und der mehrspurigen Straßen um das Gebäude herum ist deutlich zu erkennen, dass sich die Mensa in der Innenstadt befindet. Außerdem fällt auf, dass sich im Süden des Gebäudes eine kleine parkähnliche Grünfläche anschließt.

Die Aufgabe im diesem Projekt besteht darin, das Mensagebäude in dem Programm Revit 2015 zu modellieren. Da das Gebäudeinnere sehr schlicht gehalten ist, soll auch bei der Modellierung nicht bis ins Detail gearbeitet werden. Es wird hier nur die grobe Tragstruktur

¹² <https://www.google.de/maps/@48.1474271,11.5670325,98m/data=!3m1!1e3?hl=de>, abgerufen am 11.03.2015

3 Projektausführung Mensa Arcisstraße

des kompletten Gebäudes modelliert. Anschließend sollen auch die einwirkenden Lasten durch Revit eingegeben werden. Revit und Sofistik werben damit, dass die beiden Programme miteinander kooperieren und zusammenspielen können. Aus diesem Grund soll nach der Modellierung mit Revit dies getestet und analysiert werden. Es soll das, in Revit erstellte, BIM-Modell in der Software Sofistik berechnet und ausgegeben werden.

3.1 Ausgangssituation

Als Grundlage der Modellierung werden Eingabepläne benötigt. Auf Anraten des Lehrstuhls für computergestützte Modellierung und Simulation der Technischen Universität München hin, ist es jedoch nicht von Vorteil die vorhandenen Pläne zu nutzen, da diese sehr veraltet zu sein scheinen. Somit musste ein anderer Weg gefunden werden, die Mensa ohne vorhandene Eingabepläne zu modellieren. Aus diesem Grund entstand die Idee, das Gebäude von Hand grob zu vermessen. Ein Lasermessgerät wurde zwar vom Lehrstuhl angeboten, welches jedoch auch schnell anderweitig organisiert war. So konnten in relativ kurzer Zeit die ersten groben Außenabmessungen des Gebäudes aufgenommen werden. Auf Grund des regen Mensabetriebs hingegen, konnte das Gebäudeinnere nur schwer vermessen werden. Ein weiteres Problem bestand darin, die Maße der stets verschlossenen Räume aufzunehmen.

Daraufhin wurde der Hausmeister des Projektgebäudes kontaktiert, welcher sofort seine Hilfe anbot. Dieser musste sich jedoch mit dem Studentenwerk München verständigen, um die Erlaubnis zu erhalten externe Personen durch die nicht-öffentlichen Bereiche zu führen. Nach Absprache mit den zuständigen Stellen wurde mitgeteilt, dass dies nicht möglich sei, da sehr viele Nutzungseinheiten unter einem Dach zusammen kommen und sich somit nicht das komplette Gebäude in ihrem Eigentum befindet. Selbst der Küchenbereich, welcher Eigentum der Studentenwerke ist, könne durch die strengen Hygienevorschriften nur schwer vermessen werden. Auch das Untergeschoss wäre schwer zugänglich, da dort zu dieser Zeit Umbaumaßnahmen durchgeführt wurden. Das Studentenwerk München gab die Empfehlung ab, sich an die Immobilienverwaltung der TU München zu wenden. Diese sollen Bestandspläne des Projektgebäudes besitzen, welche vor nicht allzu langer Zeit aufgenommen wurden.

Mit der Immobilienverwaltung der TU München war letztendlich der richtige Ansprechpartner gefunden und es konnten Bestandspläne als PDF-Datei ausgegeben werden. Um diese auf Korrektheit zu prüfen, wurden einige Kontrollmessungen an den öffentlichen Bereichen des Gebäudes vor Ort durchgeführt und diese mit den erhaltenen Plänen abgeglichen. Außerdem wurden für die Übersichtlichkeit der gemessenen Werte einige Fotos zur Orientierung erstellt. Dieser Abgleich von den Kontrollwerten mit denen im Bestandsplan hinterlegten hat einige kleine Abweichungen ergeben. Diese waren jedoch im tolerierbaren Bereich, da das Modell wie zuvor schon erwähnt, nicht bis ins Detail gearbeitet werden soll. Aus diesem Grund wird nur ein grobes Tragwerksmodell dargestellt. Folglich konnten die erhaltenen PDF-Dateien als Grundlage der Modellierung genutzt werden.

3.2 Vorgehen bei der Modellierung des Projektgebäudes

Nachdem die Bestandspläne des Mensagebäudes als Grundlage der Modellierung dienen, konnte direkt mit der Modellierung begonnen und ein neues Projekt in Revit angelegt werden. Das Anlegen des neuen Projektes ist relativ selbsterklärend. Es muss lediglich entschieden werden, ob das neue Projekt im Bereich Construction, Architektur, Ingenieurbau oder Gebäudetechnik erstellt werden soll. Hier wird für dieses Projekt der Bereich Construction gewählt.

Raster

Da Revit auf dem Prinzip „Raster“ und „Ebenen“ beruht, ist der erste Modellierungsschritt das Erstellen von Rasterlinien. Das Raster in Revit entspricht der groben wiederkehrenden Struktur der einzelnen Grundrisse der verschiedenen Ebenen. Sie dienen als Arbeitserleichterung, da sich beim späteren erstellen verschiedener Bauteile, wie beispielsweise Wände, daran orientiert werden kann. Das Erstellen dieser Raster erscheint relativ leicht. Sie können direkt über die Multifunktionsleiste „Architektur“, „Bezug“ und „Raster“ erstellt werden.

In Abbildung 3.2 ist die typische Anordnung von Rasterlinien dargestellt. In der Regel werden vertikale und horizontale Rasterlinien erstellt. Gibt man der ersten vertikalen Linie den Namen „1“, so werden die folgenden gezeichneten Linien automatisch vom Programm in der richtigen Reihenfolge durchnummeriert. Wird der ersten horizontalen Linie der Name „A“ zugeordnet, so wird auch hier bei den weiteren erstellten Linien die Reihe automatisch fortgesetzt. Den Abstand der Rasterlinien ist selbst zu bestimmen und kann festgestellt, oder auch „gesperrt“ werden. Ist also Linie 2 mit einem Abstand von 5m zu Linie 1 gesperrt, so genügt es, bei einer Veränderung des Grundrisses, Linie 1 zu versetzen. Denn Linie 2 wird automatisch mit einem Abstand von 5m neben Linie 1 platziert. Diese „gesperrt“ Funktion kann mit der Software Revit sehr oft ausgeführt werden und erleichtert das Arbeiten, da Änderungen schnell ohne Folgefehler durchgeführt werden können.

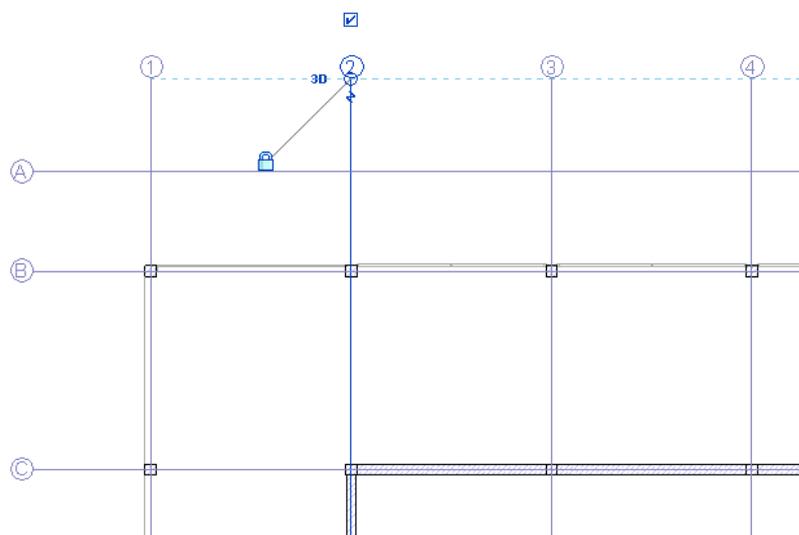


Abbildung 3.2: Rasterlinien Revit 2015

3 Projektausführung Mensa Arcisstraße

Das Raster wird in der Regel nur einmal erstellt, da es in jede nachfolgend erstellte Ebene projiziert wird. So erstellt man es beispielsweise als Grundlage des Grundrisses für das Untergeschoss. Wird nachfolgend das Erdgeschoss aufgerufen, so wird auch dort das zuvor erstellte Raster dargestellt, um sich auch bei der Erstellung des Grundrisses für weitere Geschosse an das Raster halten zu können.

Ebenen

Nachdem das Raster fertiggestellt ist, werden die verschiedenen Ebenen des Modells erstellt. In Revit entsprechen Ebenen den verschiedenen Geschossen. Auch die Ebenen dienen, wie die Raster, als eine Arbeitserleichterung. Im Laufe der Erstellung des Modelles kann sich oft auf die verschiedenen Ebenen bezogen werden. Beim Erstellen einer Stütze kann beispielsweise angegeben werden, von welcher Ebene bis zu welcher Ebene diese reichen soll. Das Erstellen und Einfügen dieser erfolgt ähnlich dem der Raster. Auch hier findet sich das Symbol für die Funktion „Ebene“ in der Multifunktionsleiste unter „Architektur“, „Bezug“ und „Ebene“.

In Abbildung 3.3 sind auf der rechten Seite die Markierungen der Ebenen, aus einer Seitenansicht, deutlich zu erkennen. Auch die Rasterlinien sind aus dieser Ansicht wahrzunehmen. Die Ebenen können, wie die Raster auch, aneinander gekoppelt, aber auch mit frei wählbaren Abständen erstellt werden. Somit können den Ebenen beispielsweise verschiedene Geländehöhen zugeordnet werden. Bei der Nummerierung geht das Programm auch hier anfangs automatisch vor, dies ist jedoch an dieser Stelle nicht gewollt. So können den Ebenen auch rückwirkend Bezeichnungen vergeben werden.

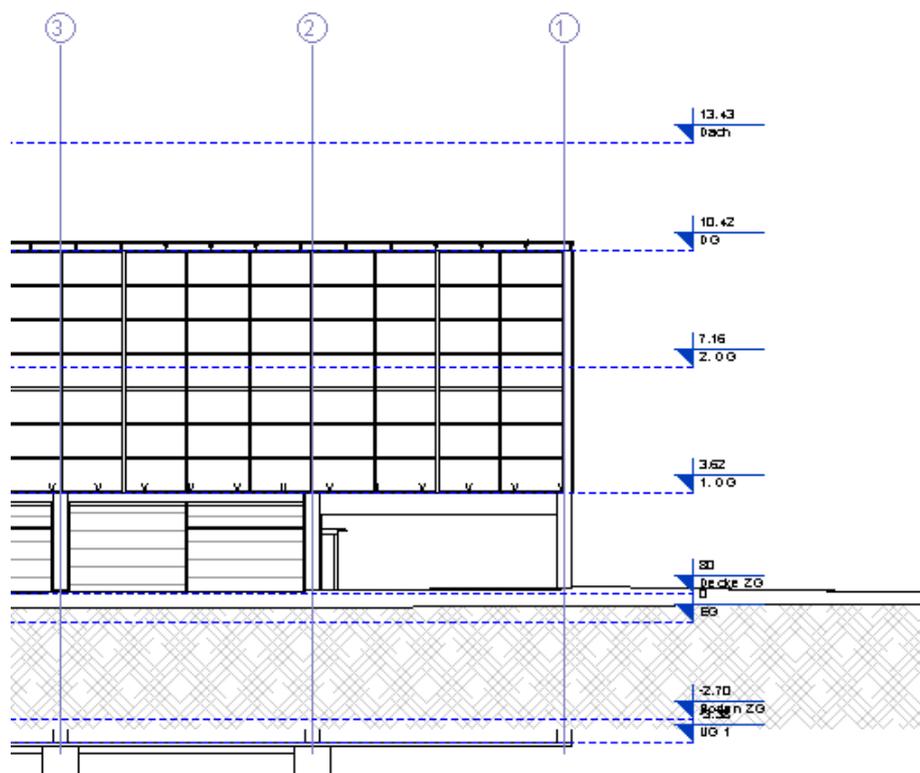


Abbildung 3.3: Ebenen Revit 2015

3 Projektausführung Mensa Arcisstraße

Erstellt man in der Seitenansicht eine neue Ebene und benennt diese direkt, so erscheint sie mit dem selbst bestimmten Namen unter „Grundrisse“ im Projektbrowser. Somit ist es sinnvoll, den Ebenen direkt die zu verwendeten Geschossbezeichnungen zu vergeben. Eine Schwierigkeit bei der Erstellung der Ebenen für das Projekt besteht darin, dass das Gebäude ein Zwischengeschoss besitzt, welches nur in einem Teil des Gebäudes existiert. Die Lösung dieses Problems besteht darin, für das Zwischengeschoss zwei zusätzliche Ebenen zu den eingefügten Geschossebenen zu erstellen. Anschließend ist bei der Modellierung der Geschossdecken und Wände darauf Rücksicht zu nehmen, dass diese teilweise auf das Zwischengeschoss bezogen sind.

Modellierung UG

Sobald alle benötigten Ebenen erstellt sind, kann die Modellierung für den Grundriss des Untergeschosses beginnen. Zu Beginn wird eine tragende Geschossdecke erstellt. Hier ist ein besonderes Augenmerk darauf zu legen, da sich die Geschossdecke nicht im ganzen Untergeschoss durchgehend auf gleicher Geländehöhe befindet. Ein Teil des Gebäudes, wie zuvor bereits erwähnt, hat seine Geschossdecke auf Höhe der Ebene „Boden ZG“. Eine Geschossdecke lässt sich mit Hilfe der Funktion „Geschossdecke tragend“ im Register Architektur erstellen. Nachdem die Funktion ausgewählt wurde, ist es möglich unter „Typauswahl“ eine beliebige, bereits im Bauteilkatalog enthaltene, Geschossdecke auszuwählen. Wird jedoch eine Geschossdecke benötigt, welche nicht zu den voreingestellten Typen zählt, besteht die Möglichkeit eine eigene Geschossdecke zu definieren. Bei der Erstellung einer eigenen Geschossdecke, können alle relevanten Eigenschaften, die eine Decke besitzt, wie zum Beispiel Dicke, Material und Aufbau, eingegeben werden. Sobald die Typauswahl beendet ist, kann die Begrenzung der Geschossdecke vorgenommen werden. Dabei ist darauf zu achten, dass die Begrenzungslinie stets geschlossen sein muss. Nach Bestätigung der Linie in der Multifunktionsleiste erscheint die erstellte Geschossdecke in allen zur Verfügung stehenden Ansichten.

Aufbauend auf den Geschossdecken müssen als nächstes die Stützen erstellt werden. Diese sind in den Bestandsplänen teilweise gut und teilweise weniger gut zu erkennen. Auch hier ist eine tragende Stütze wieder über die Kategorie Architektur zu erstellen. Da die vorgeschlagenen Stützentypen nicht auf die Abmessung zutreffen, welche sich aus den vorhandenen Plänen abschätzen lassen, wird ein neuer Typ mit den Abmessungen 40x40 erstellt. Diese neu definierten Stützen sollen als nächstes platziert werden. Da die Stützen im linken Teil des Gebäudes hauptsächlich regelmäßig, an den Knotenpunkten zwischen den Rasterlinien, angeordnet sind, kann man sich die Arbeit der Platzierung erleichtern, indem die Funktion „In Raster“ ausgewählt wird. Um die Stützen im Raster anzuordnen muss zuerst die Funktion ausgewählt werden und darauffolgend alle Rasterlinien, unter gedrückt halten der Steuerungstaste, angewählt werden, an deren Schnittpunkte die Stützen erscheinen sollen. Dabei ist darauf zu achten, dass die Eigenschaften der Stützen richtig eingestellt sind. Die Stützen sollen als Basisebene das Untergeschoss und als oberste Ebene das Erdgeschoss besitzen.

Nachdem alle Stützen an der gewünschten Stelle eingefügt wurden, werden im nächsten Schritt die Wände im Grundriss eingezeichnet. Da das Gebäudemodell nicht bis ins Detail gehen soll ist darauf zu achten, dass hauptsächlich die tragenden Wände modelliert werden.

3 Projektausführung Mensa Arcisstraße

Sollten außerdem weitere Wände, welcher zur Tragstruktur des Gebäudes nicht beitragen, erstellt werden, ist es wichtig, dass eine „Nichttragende Wand“ erstellt wird. Bei den Eigenschaften der nichttragenden Wand muss unter „Tragverhalten“ unbedingt „Nichttragend“ hinterlegt sein. Das Erstellen der Wände selbst verläuft ähnlich dem der Stützen. Die Funktion der nichttragenden Wand ist auch im Kapitel Architektur zu finden. Auch die Typauswahl, beziehungsweise Neuerstellung, verläuft ähnlich der zuvor erklärten Vorgehensweise. Worauf allerdings zu achten ist, ist dass die einzustellende Basislinie sich in der Wandachse befindet. Die Lage und der Verlauf der Wand kann durch Angabe des Anfangs- und Endpunktes der zu erstellenden Wand definiert werden. Dabei ist es empfehlenswert, die Wände immer zwischen den schon vorhandenen Stützen einzufügen, damit sich eine durchgehende Wand nicht mit einer Stütze überschneidet. Die Eigenschaften sind auch bei diesem Schritt zu überprüfen und darauf zu achten, dass die Wände die Basisebene Untergeschoss und als oberste Ebene das Erdgeschoss besitzen.

Durch die Lage des Zwischengeschosses, kurz ZG, ist bei der Modellierung der Wände im Untergeschoss besonders genau darauf zu achten, dass hier die Wände in einem Teil des Gebäudes nicht die Basisebene Untergeschoss, kurz UG, besitzen, sondern die Basisebene Boden ZG. Auch die oberste Ebene ist bei genau denselben Wänden nicht das Erdgeschoss, sondern die Decke ZG.

Modellierung EG

Nach erfolgreicher Modellierung des Untergeschosses, kann nachfolgend über den Projektbrowser das Erdgeschoss, kurz EG, aufgerufen werden. Auch in diese Ebene werden die bereits erstellten Rasterlinien projiziert, damit das Modellieren des Grundrisses leichter fällt. Angefangen wird, wie im Untergeschoss auch, mit der Modellierung der Geschossdecke. Zu Beginn scheint diese die gleichen Abmessungen, wie jene aus dem UG zu besitzen. Bei genauerer Betrachtung, ist die Geschossdecke des EG jedoch größer als die zuvor erstellte aus dem UG. Somit kann diese nicht einfach eine Ebene weiter hoch kopiert, sondern es muss eine neue Decke erstellt werden. Dafür ist das Vorgehen gleich dem im UG. Es muss auf die neuen Abmessungen, welche aus den Bestandsplänen zu entnehmen sind, geachtet werden.

Auf das Einfügen der Geschossdecken folgt auch hier das Erstellen der Stützen. Diese müssen nicht komplett neu erstellt werden. Es können die Stützen der unteren Ebene nach oben verlängert werden. Dies ist über das Eigenschaftsfenster zu erreichen. Bei einem weiteren Blick auf die Bestandspläne der oberen Ebenen fällt auf, dass die Mehrzahl der Stützen sich über alle Ebenen durchzieht. Somit kann im Eigenschaftsfenster als oberste Ebene gleich das Dach angegeben werden. Nachdem diese neuen Eigenschaften geändert wurden, verlängern sich die Stützen bis zu der angegebenen Ebene. Hier fragt das Programm, ob die ausgewählten Elemente an der oberen Basis fixiert werden sollen. Diese Frage sollte gleich bestätigt werden, da dies später dann nicht mehr extra nachgeholt werden muss. Um nicht alle Stützen einzeln verlängern zu müssen, besteht die Möglichkeit alle auf einmal zu verlängern, indem man eine der Stützen auswählt und mit einem Rechtsklick, unter „Alle Exemplare auswählen“ und „im ganzen Projekt“, alle Stützen gleichzeitig auswählt und hier die Eigenschaften für alle ändert. Dies ist mit allen zu erstellten Objekten möglich.

3 Projektausführung Mensa Arcisstraße

Anschließend sind die Wände, wie bereits im UG beschrieben, zu errichten. Dabei ist darauf zu achten, dass man die Wände nicht mit Fassadenfronten verwechselt, denn es sollen nur Wände erstellt werden. Die Fassaden werden zu einem späteren Zeitpunkt modelliert. Darüber hinaus sollen keine Wanddurchbrüche oder Türen berücksichtigt werden. Die Erstellung der Wandöffnungen wird nachträglich durchgeführt.

Da das Erdgeschoss hauptsächlich aus einem großen, offenen Bereich besteht, müssen hier auch Unterzüge zur Tragwirkung beitragen. Die Lage der Unterzüge ist aus den Bestandsplänen zu entnehmen. Da diese jedoch nicht vermessen wurden, werden die Abmessungen aus den vorliegenden Plänen abgeschätzt und als Annahme festgelegt. Die Funktion zum Erstellen der Unterzüge ist unter dem Kapitel „Ingenieurbau“ und „Träger“ in der Multifunktionsleiste zu finden. Als Typ wurde der „STB 30 x 60“ Träger ausgewählt. Bei der Platzierung der Träger ist darauf zu achten, dass die Referenzebene eine Ebene über, dem zum Zeitpunkt gewählten, Grundriss ist. Hier die Referenzebene 1.OG. Der Unterzug ist dann auch nicht im Grundriss zu erkennen, sondern erst im Grundriss der nächsten Ebene, der Ebene 1.OG. Die Unterzüge werden auch nachträglich noch in den Grundriss des UG eingefügt, die Referenzebene für diese ist das EG. Die Lage der Unterzüge soll wie bei den Wänden hauptsächlich zwischen den Stützen sein um Überschneidungen zu vermeiden.

Modellierung 1.OG

Nachdem auch der Grundriss des EGs fertig modelliert wurde, wird mit der Modellierung des Grundrisses für das 1.Obergeschoss begonnen. Hier wird wie in den Geschossen zuvor verfahren. Beginnend mit der Geschossdecke, welche identisch zum EG ist. Folglich kann die Decke aus dem EG einfach in das 1. OG kopiert werden. Dazu wird eine Seitenansicht aufgerufen und die Geschossdecke des EGs ausgewählt, anschließend die Funktion „in Zwischenablage kopieren“ und gleich darauf „Einfügen an ausgewählten Ebenen ausgerichtet“ ausgewählt. Die Geschossdecke ist somit schnell modelliert. Daraufhin sollen die Wände in den Grundriss eingezogen werden. Im 1. OG sind jedoch nicht viele Wände vorhanden, da dieses zum größten Teil aus großräumigen Speisesälen besteht. Sobald die Wände fertiggestellt sind, können auch die Unterzüge für diese Ebene erstellt werden. Irreführend hierbei ist es, dass im Grundriss für das 1.OG bereits die Unterzüge aus dem EG dargestellt sind. Nachdem die Unterzüge alle erstellt und die Lage durch das 2. Obergeschoss (2.OG) kontrolliert wurde, ist noch ein Blick auf die bereits verlängerten Stützen zu richten. Im Speisesaal, welcher nach Westen ausgerichtet ist, sind alle Stützen durchgehend dargestellt. Sie sind also im Saal zu sehen. Im östlichen Speisesaal hingegen sind nur die äußeren Stützen dargestellt, was bedeutet, dass die inneren acht Stützen an der Geschossdecke zum 1.OG enden. Diese acht Stützen müssen nun alle ausgewählt werden und die Fixierungen gelöst werden. Nachdem die Fixierungen gelöst wurden, kann die oberste Ebene in 1.OG geändert werden.

Im Grundriss des ersten Obergeschosses wurden auch einige markante, dünne Wände eingefügt. Dabei ist darauf zu achten, dass diese als nichttragende Wände erstellt werden.

In Abbildung 3.4 und 3.5 ist ein Auszug des Bestandsplanes für den Grundriss 1.OG dargestellt. Hier sollen die Stützenpositionen des westlichen und des östlichen Speisesaals verdeutlicht werden.

3 Projektausführung Mensa Arcisstraße

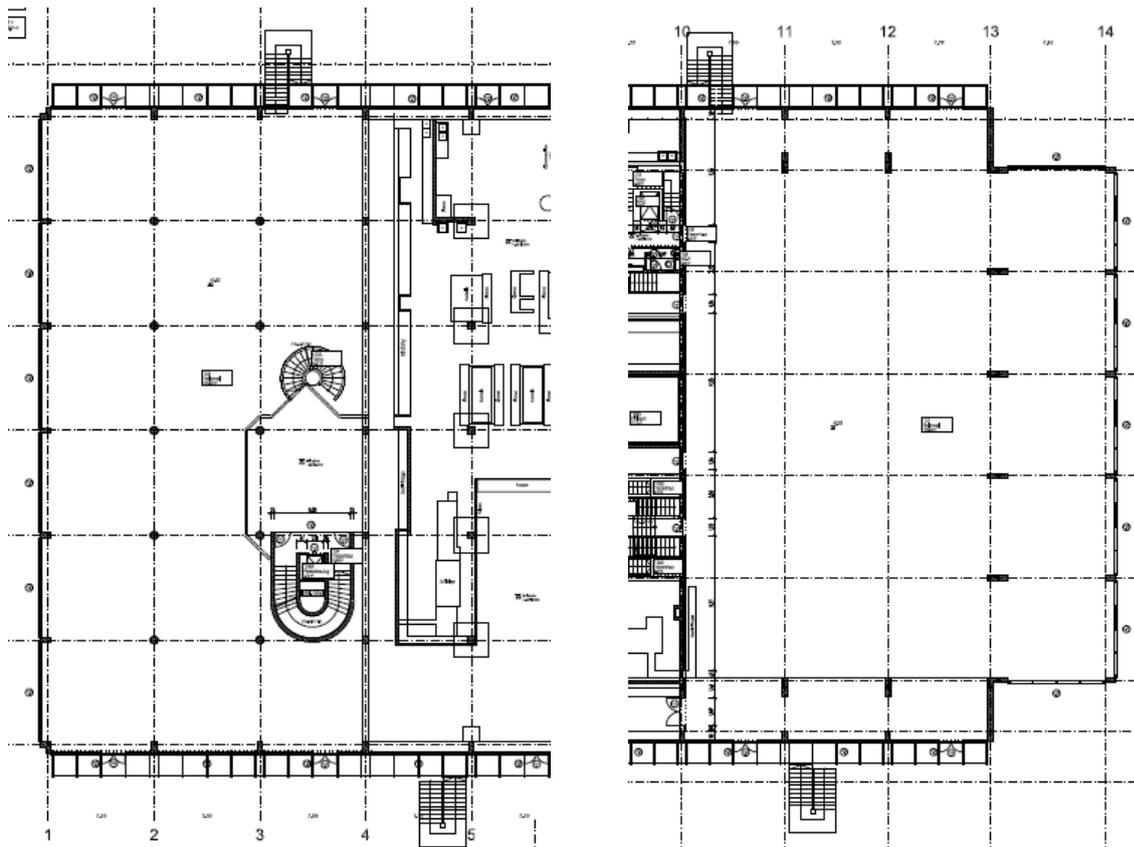


Abbildung 3.4: westlicher und östlicher Speisesaal

Modellierung 2.OG

Im zweiten Obergeschoss (2.OG) wird bei der Erstellung des Grundrisses genauso wie bei den vorherigen Grundrissen vorgegangen. Die Besonderheit dieses Grundrisses liegt jedoch darin, dass die Geschossdecke nicht durchgehend ist, denn über den beiden Speisebereichen befinden sich lediglich jeweils ein Luftraum und kein weiteres Geschoss. Da die Treppenaufgänge jedoch teilweise in den Speisesälen liegen und diese bis zum 2.OG reichen, muss hier eine individuelle Geschossdecke erstellt werden. Hier kann nicht mit einer vorgegebenen rechteckigen Geschossdecke gearbeitet werden. Die Begrenzungslinie der Decke wird ähnlich der des UGs erstellt. Es muss dabei jedoch darauf geachtet werden, dass die Geschossdecke zwischen den beiden Treppenaufgängen im westlichen Bereich nicht rechteckig verläuft.

In Abbildung 3.6 ist der kleine Teil der Geschossdecke dargestellt welcher in den Luftraum des Speisesaals hineinragt und keine rechteckigen Abmessungen besitzt. Dieser ist mit der Bezeichnung „Flur“ gekennzeichnet

3 Projektausführung Mensa Arcisstraße

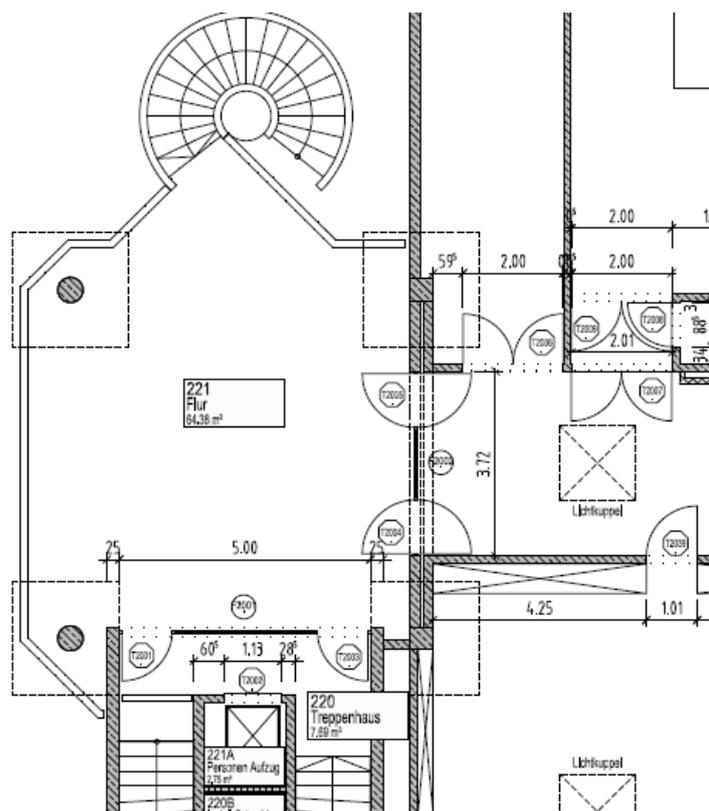


Abbildung 3.5: auskragende Geschossdecke 2. OG

Nach der Anpassung der Geschossdecke wird auch hier wie in den anderen Geschossen verfahren. Die Stützen sollten bereits alle erstellt, beziehungsweise gekürzt, worden sein. Anschließend sind die Wände zwischen die Stützen einzuziehen und einige wenige Unterzüge zu erstellen.

Modellierung DG

Anschließend kann mit der Bearbeitung des Dachgeschosses (DG) begonnen werden. Angefangen wird auch hier mit dem Erstellen der Geschossdecke. Hier ist darauf zu achten, dass in der Ebene DG nicht mehr der komplette Grundriss eine Geschossdecke besitzt. Der größte Teil der Ebene DG besteht aus dem Dach über dem 2.OG. Lediglich im mittleren Bereich sind noch Wohnungen angeordnet, welche auf einer Geschossdecke gegründet sind. Die Wohnungen besitzen eine Dachterrasse, welche nach Westen ausgerichtet ist. Um die Terrasse zu erstellen, wird diese als Geschossdecke modelliert. So liegt die Geschossdecke in der Ebene DG unter den Wohnungen und unter der Terrasse.

Bei einem weiteren Blick auf den Bestandsplan des DG fällt auf, dass sich zwei weitere Räume auf dem Dach befinden, welche nur über das Dach zugänglich sind. Es handelt sich bei diesen um einen Installationsschacht, eine Abwasseraufbereitung und einen Maschinenraum, welche üblicherweise auf dem Dach angeordnet sind. Diese Räumlichkeiten werden von jedoch vernachlässigt, da sie nicht zur Tragstruktur des Gebäudes beitragen.

Auch im DG werden nachfolgend die Wände auf die Geschossdecke errichtet. In dieser Ebene sind jedoch fast keine Stützen mehr enthalten, so werden die Wände nicht hauptsächlich zwischen den Stützen errichtet, sondern es muss sich nach den Rastern richten werden. Da

3 Projektausführung Mensa Arcisstraße

sich im DG einige nichttragende und sehr schmale Wände befinden, wurden auch an dieser Stelle einige Wände vernachlässigt.

Als nächster Schritt muss das Dach über dem 2.OG modelliert werden. Da die Funktion „Dach“ keine tragenden Bauteile enthält, muss zunächst eine Geschossdecke an der Stelle erstellt werden, an der sich später das Dach befinden soll. Diese dient als tragende Grundlage des Daches. Anschließend wird die Funktion „Dach über Grundfläche“ gewählt, welche im Kapitel Architektur zu finden ist. Die Dachmodellierung verläuft ähnlich der, einer Geschossdecke. Es muss eine geschlossene Begrenzungslinie angegeben werden. Nachfolgend lässt sich dann der Typ des Daches in Titanzink-Eindeckung ändern und die Neigung auf 0° setzen. In der Realität besitzt das Dach keine Neigung von 0° , sondern weist eine leichte Neigung auf. Diese kann jedoch bei unserem Modell vernachlässigt werden. Somit werden 0° symbolisch als Flachdach festgesetzt.

Um das Dach über dem 2.OG fertig zu stellen, müssen die Lichtkuppeln im Dach noch erstellt werden. Diese sind unter dem Kapitel Fenster zu finden. Hier kann jedoch kein Typ, der einer Lichtkuppel entspricht gefunden werden. So muss unter der Funktion „Familie laden“ Lichtkuppel in die Typenauswahl geladen werden. Es wurde sich hier für die „Lichtkuppel – Dach – Rechteckig – Spitz“ entschieden, welche unter den Dachbauteilen zu finden war. Nachdem der richtige Kuppeltyp ausgewählt wurde, sind die Kuppeln nach Vorgabe der Bestandspläne auf dem Dach zu platzieren.

Modellierung Dach

Nach der Fertigstellung des Daches über dem 2.OG soll nun das Dach über dem DG erstellt werden. Dafür ist genauso vorzugehen, wie bei der Erstellung des Daches über dem 2.OG. Als Neigung wird auch hier 0° gewählt, da diese ein Flachdach repräsentiert. Weitere Lichtkuppeln sind in diesem Dach nicht enthalten.

Erstellen der Fassaden

Um die Gebäudehülle fertigzustellen, fehlt noch die Fassade des Modells. Bei einem Blick auf die Außenseiten des Gebäudes fällt auf, dass zwei verschiedene Typen von Außenfassade zum Einsatz kommen. Zum einen befindet sich eine metallähnliche Fassade im unteren Bereich der Außenwände, zum anderen eine gläserne Fassade im oberen Bereich. Die Glasfassade ist darüber hinaus mit einem Raster aus Pfosten unterteilt.

Zunächst soll im unteren Teil des Gebäudes die Fassade erstellt werden. Diese ist, wie schon erwähnt, aus metallähnlichem Material. Fassaden können wie Wände erstellt werden. Es ist allerdings darauf zu achten, bei der Typenwahl die richtige Fassade zu wählen. Dies stellt bei der Erstellung, der für das Projekt gewünschten Fassade, ein Problem dar, da keine der voreingestellten Fassaden auf die Fassade des Projektgebäudes zutreffend ist. Außerdem existiert bei den Wänden keine Funktion, wie bei den Lichtkuppeln, eine neue Familie zu laden. So muss eine völlig neue Fassade erstellt werden. Dies ist möglich, indem man einen bereits bestehenden Typ dupliziert, und diesen in seiner Struktur verändert.

In Abbildung 3.7 ist der erste Schritt des Duplizierens veranschaulicht worden. Dies geschieht, indem man im Eigenschaftenfenster einer vorhandenen Fassade, hier die Standardfassade, die Funktion „Typ bearbeiten“ nutzt. Es wird ein Fenster mit

3 Projektausführung Mensa Arcisstraße

„Typeigenschaften“, welches in der Abbildung dargestellt ist, geöffnet. Dort ist es möglich diesen Fassadentypen zu „Duplizieren...“. Nach dem Duplizieren wird automatisch der neu erstellte Fassadentyp geöffnet und das Programm fragt nach einem Namen für den neuen Typen. Der neue Fassadentyp wird „Metall“ genannt. Anschließend kann die Konstruktion des neuen Typens geändert werden. Unter dem Unterpunkt Fassadenelemente ist „Keine“ eingetragen, hier soll eine passende Alternative gefunden werden. Die Alternative „Metallpaneel“ erscheint am passendsten. Die neue Fassade besteht somit aus vielen Metallpaneelen, welche der des Projektgebäudes sehr nahe kommt.

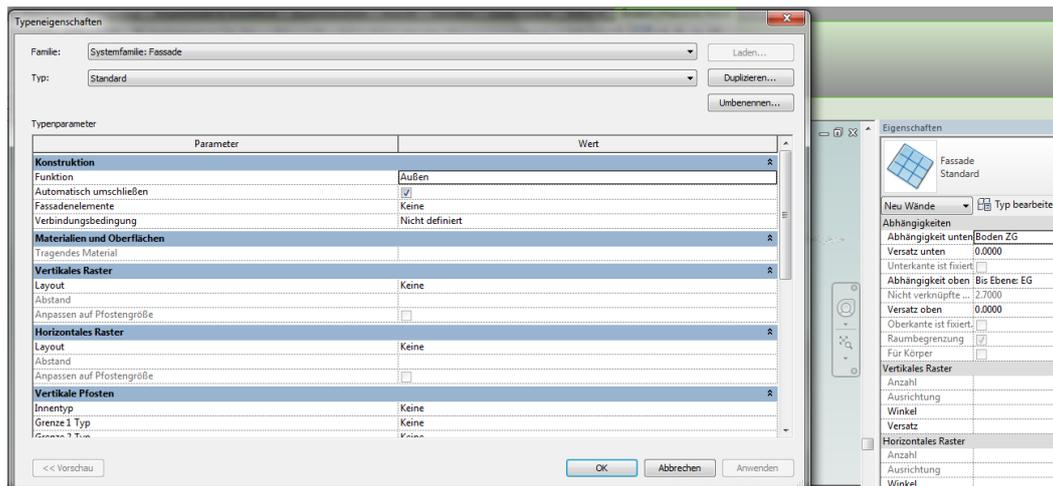


Abbildung 3.6: Typ bearbeiten/ duplizieren

Der neue Fassadentyp ist somit erstellt und die Fassade kann als normaler Wand-Typ ausgewählt werden. Im Erdgeschoss können die Wände, welche aus Metall bestehen, wie andere Wände auch, modelliert werden.

Anschließend sollen die gläsernen und transparenten Fassaden erstellt werden. Um diese möglichst einfach zu modellieren, werden zunächst überall dort, wo sich später eine Rasterfassade befinden soll, Wände mit dem Typen „Fassade: Standard“ erstellt. Dabei ist darauf zu achten, dass die Wände nicht pro Ebene und jeweils zwischen den Stützen, sondern durchgehend und über mehrere Geschosse erstellt werden. Das Erstellen der Raster gelingt am besten, wenn die Wandelemente einzeln ausgewählt werden und „isoliert“ werden. Dies ist durch das kleine Brillensymbol am unteren Bildschirmrand möglich. Sobald die Fassade isoliert ist, lässt sich das Raster über das Kapitel „Architektur“ und die Funktion „Fassadenraster“ einfügen. Zuerst wird dieses über „Alle Segmente“ erstellt. Anschließend wird der Abstand der Raster nachträglich zum gewünschten Abstand geändert. Nachdem die Raster an diesem Wandelement erstellt sind, wird die Funktion „Pfosten“ und „Alle Rasterlinien“ angewandt. Daraufhin werden an allen Rasterlinien Pfosten erstellt, welche in einen gewünschten Pfostentyp geändert werden können.

Ein isoliertes Wandelement ist in Abbildung 3.8 dargestellt. Diese Isolierung kann durch das Brillensymbol wieder aufgehoben werden. Bei Detailarbeiten ist die Funktion „Element isolieren“ zu empfehlen, da es die Arbeit übersichtlicher, einfacher und schneller macht.

3 Projektausführung Mensa Arcisstraße

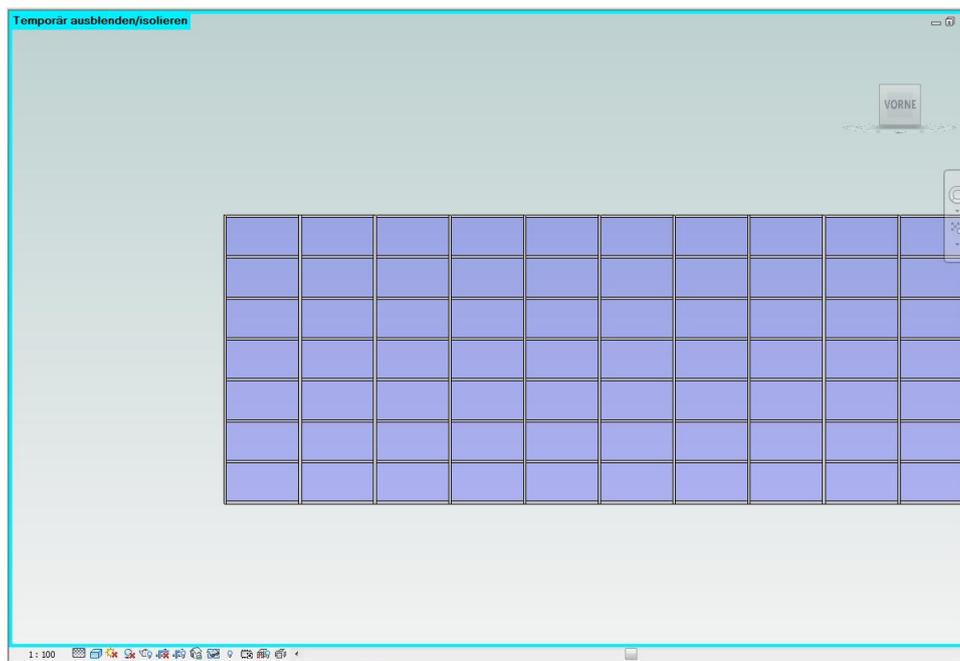


Abbildung 3.7: isolierte Rasterfassade

Dieses Vorgehen ist bei allen weiteren Wandelementen zu wiederholen, welche eine Rasterfassade erhalten sollen. Anschließend ist die Gebäudehülle fertig gestellt.

Modellierung Türen und Wanddurchbrüche

Als nächstes müssen die Türen und Wanddurchbrüche eingefügt werden. Dieser Schritt sollte im Normalfall kein Hindernis darstellen. Unter dem Reiter „Architektur“ ist die Funktion „Tür“ zu finden. Dort können verschiedene benötigte Tür-Typen ausgewählt werden, welche durch einen Mausklick an die gewünschte Stelle einer Wand eingefügt werden können. Dabei ist auf die Ausrichtung der Türen zu achten, diese kann durch die beiden kleinen Pfeile neben der Tür geändert werden. Sollte ein gewünschter Typ nicht vorhanden sein, können weitere Typen durch die Funktion „Familie laden“ in die Typauswahl geladen werden. Die Abmessungen der verschiedenen Tür-Typen können außerdem über das Eigenschaftfenster geändert und direkt angewandt werden.

Auch der Wanddurchbruch ist unter der Funktion „Tür“ zu finden. Um einen solchen zu erstellen, muss der Typ „Tür Öffnung“ ausgewählt und die gewünschten Abmessungen eingestellt werden.

Eine Herausforderung war das Erstellen der Drehtüren in den Eingangsbereichen, welche in Abbildung 3.9 zu sehen sind. Türen können lediglich in Wandelemente eingefügt werden. Da die Drehtüren im Eingangsbereich jedoch in der Glasfassade angebracht sind, stellten diese sich als Problem heraus. Welches sich nach einigen Versuchen lösen ließ, indem in die Glasfassaden Aussparungen in Größe der gewünschten Tür eingefügt wurden. Anschließend sind in die Aussparungen normale Wandelemente eingefügt worden, in welche auch eine Tür platziert werden kann. Es ist empfehlenswert das in der Aussparung erstellte Wandelement in der isolierten Ansicht noch der Größe der Aussparung anzupassen.

3 Projektausführung Mensa Arcisstraße



Abbildung 3.8: Türen in Fassade

Anschließend ist nach der gleichen Vorgehensweise im kompletten Gebäude zu verfahren, um auch die restlichen Türen und Durchbrüche einzufügen. Es erscheint sinnvoll hierfür nach Ebenen geordnet vorzugehen. Besondere Aufmerksamkeit ist auf die Türen im Zwischengeschoss zu legen. Da diese auch im EG modellierbar sind und somit unter Eigenschaften als Ebene das EG angegeben ist. Bei den Türen im ZG soll jedoch als Ebene das ZG eingetragen sein.

Modellierung der Treppen

Nach den Türen müssen auch die Treppen modelliert werden. Für die Erstellung der Treppen gibt es die Möglichkeit die Treppe als fertiges Bauteil zu modellieren. Mit dieser Methode werden die voreingestellten Treppentypen lediglich durch Anzahl der Steigungen, Basisebene und oberste Ebene definiert. Die Treppen sind somit nicht vielfältig und individuell in der Gestaltung. Da in dem zu erstellendem Modell der Mensa nicht nur schlichte Treppentypen vorkommen, wird bei dem Modell die andere Möglichkeit der Treppenerstellung genutzt.

Die zweite Möglichkeit eine Treppe zu erstellen besteht darin, die Treppe „nach Skizze“ zu modellieren. Mit der Funktion „Lauf“ und „Gerade“ ist eine gerade Treppe nach oben, welche im Modell auch einige Male gebraucht wird, schnell zu erstellen. Im Grundriss der Basisebene der gewünschten Treppen werden die beiden vorher genannten Funktionen ausgewählt und der Anfangs- und Endpunkt der Treppe bestimmt. Das Programm gibt automatisch die benötigte Anzahl an Stufen vor. Diese kann jedoch nach Bedarf variiert werden, worauf hin die Software automatisch die Höhe der einzelnen Treppenstufen anpasst. Dabei ist darauf zu achten, dass die Treppe nicht über das Eigenschaftenfenster vom UG bis zum DG modelliert wird, sondern immer nur ein einzelnes Geschoss erstellt wird. Diese einzelnen Geschosstreppen können anschließend, über „In Zwischenablage kopieren“ und „An ausgewählten Ebenen ausrichten“, gleichzeitig in weitere Ebenen kopiert werden.

Soll eine gerade Treppe mit Podest erstellt werden, so wird ähnlich wie zuvor beschrieben vorgegangen. Der einzige Unterschied besteht darin, dass ein Podest eingefügt werden muss. Dies wird in der Regel vom Programm selbst erstellt, sobald nicht alle Stufen in eine Richtung ausgerichtet werden und ein weiterer Anfangs- und Endpunkt in eine andere

3 Projektausführung Mensa Arcisstraße

Richtung angegeben wird. Das Podest wird dann zwischen den beiden Laufrichtungen erstellt, kann jedoch im Nachhinein in seiner Größe noch angepasst werden.

Eine besondere Form der Treppe ist in Abbildung 3.10 dargestellt. Diese Form der Treppe scheint nicht so leicht zu erstellen, da die Software zwischen den beiden Laufrichtungen automatisch ein rechteckiges Podest einbaut. Auch die Funktion „Lauf“ und „Bogen durch Mittelpunkt“ erscheint an dieser Stelle als ungeeignet, da sich im Bogen keine Treppenstufen befinden sollen. Daher muss die Funktion „Treppe nach Skizze“ und „Begrenzung“ angewendet werden. Eine gerade Begrenzungslinie ist auch bei dieser Funktion auszuwählen. Nach einem kurzen Stück der geraden Begrenzungslinie wird mit der Funktion „Boden durch Mittel- und Endpunkt“ ein Halbkreis erstellt. An diesem anschließend wird wiederum ein gerades Stück modelliert, indem die letzten Stufen angeordnet werden.

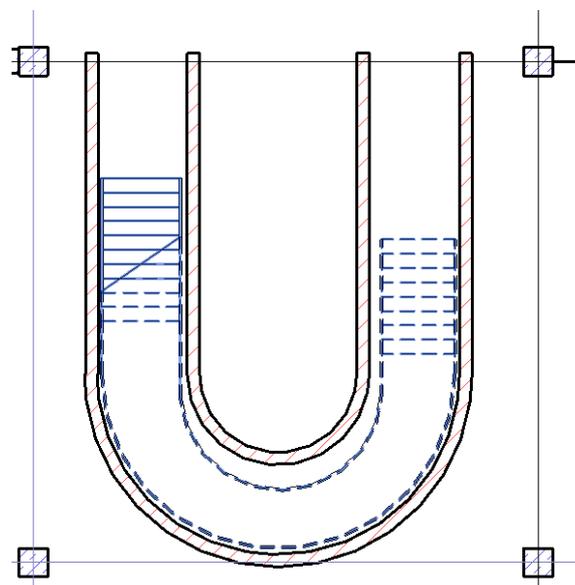


Abbildung 3.9: Treppe U-Form

Die Ausrichtung jeder Treppe kann in seiner Laufrichtung geändert werden, indem man die zu ändernde Treppe anwählt und diese durch die kleinen Pfeile am Ende des Laufes dreht.

Mit diesen beschriebenen Methoden eine Treppe zu erstellen, können nachfolgend alle Treppen im Projektgebäude ohne weitere Probleme modelliert werden.

Erstellen der Fundamente

Im Anschluss dazu soll die Gründung des Gebäudes erstellt werden. Bei den zur Verfügung gestellten Bestandsplänen ist auch ein Fundament-Plan beigefügt. Darauf erkennt man, dass die Gründung aus Einzel- und Streifenfundamenten besteht. Diese sind jedoch nicht unter allen Wänden und Stützen angeordnet. Aus diesem Grund existiert der Fundament-Plan, um die Lage und Abmessungen der Fundamente bestimmen zu können.

Modelliert werden die Fundamente im Grundriss der untersten Ebene, im Projektgebäude das UG. Über die Multifunktionsleiste und das Kapitel „Ingenieurbau“, „Fundament“ und „Einzelfundament“ oder „Streifenfundament“ sind die Fundamente zu erstellen. Wählt man das Streifenfundament aus, so ist es möglich über das Eigenschaften-Fenster die Breite des Fundamentes zu ändern. Anschließend muss nur die Wand ausgewählt werden, unter welcher

3 Projektausführung Mensa Arcisstraße

das Fundament platziert werden soll. Bei der Erstellung eines Einzelfundamentes ist das Vorgehen fast gleich, es wird „Einzelfundament“ gewählt, anschließend kann die Breite und Länge des Fundamentes geändert werden und die gewünschte Stelle ausgewählt werden.

Nach diesem Prinzip wird an allen Stellen verfahren, an denen Fundamente entstehen sollen. Ein Nachteil besteht darin, dass die bereits modellierten Fundamente schlecht zu erkennen sind. Es lassen sich jedoch nur unter den Wänden oder Stützen Fundamente erstellen, unter welchen sich noch keines befindet. Dies stellt eine Arbeitserleichterung dar, da man schnell feststellt unter welchen Wänden bereits Fundamente bestehen.

Erstellen des Außengeländes

Um das Modell des Mensagebäudes fertigzustellen, wird nachfolgend ein Außengelände erstellt. Die Funktion „Gelände“ ist im Reiter „Körpermodell & Grundstück“ zu finden. Mit dieser Funktion ist das Außengelände strukturiert zu modellieren. Hierzu wird „Punkt platzieren“ ausgewählt. Anschließend kann direkt unter der Multifunktionsleiste angegeben werden, auf welcher Höhe sich der Punkt befinden soll. Daraufhin kann der Punkt mit angegebener Höhe, per Mausklick, an jedem beliebigen Punkt platziert werden. Dieser Schritt kann sooft wie nötig wiederholt werden, um die gewünschte Geländeoberfläche und den Geländeverlauf zu modellieren.

In Abbildung 3.11 ist das Modell des Projektgebäudes zu sehen. Da die Geländeoberfläche nicht zur Tragwirkung des Gebäudes beiträgt, wurde sich bei der Geländemodellierung im Projekt auf ein einfaches Gelände beschränkt. Es ist jedoch möglich, auch Unebenheiten, Berge und Geländehöhen direkt in das angrenzende Gelände zu modellieren.

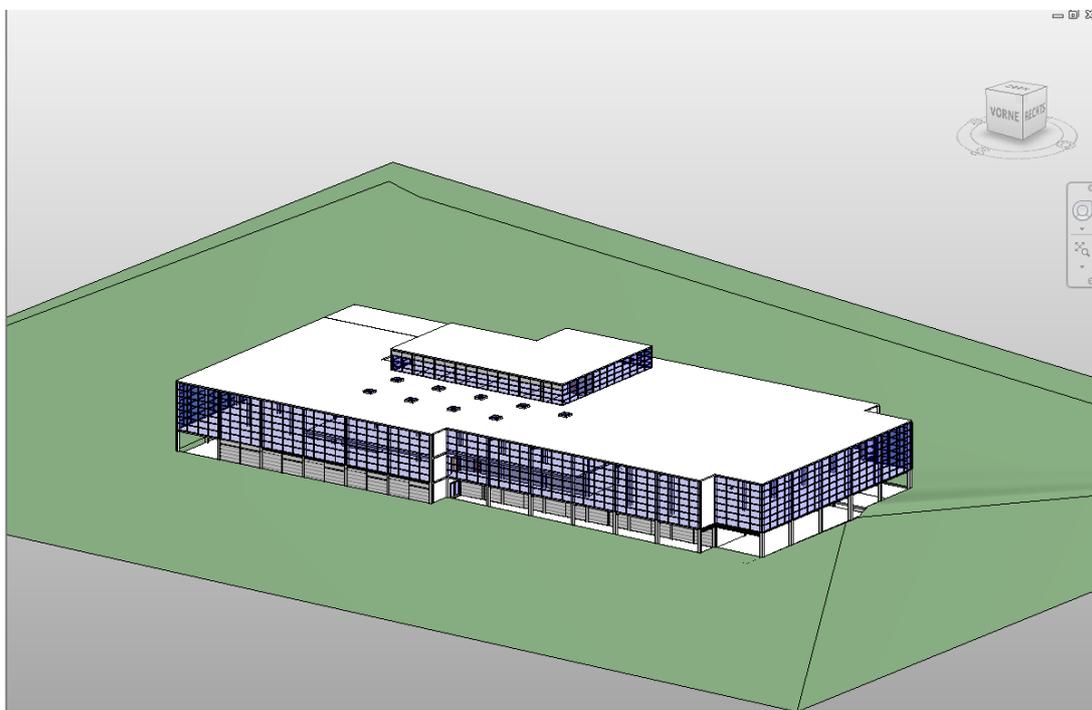


Abbildung 3.10: Modellgebäude mit Geländeoberfläche

Eine weitere Möglichkeit das Gelände zu modellieren besteht darin, bereits vorhandene Geländedaten ist das Programm Revit zu importieren. In diesen Geländedaten sind die

3 Projektausführung Mensa Arcisstraße

exakten Höhen und Positionen des Grundstückes gespeichert. Die Punktdichte in diesen Daten ist sehr hoch, sodass ein sehr detailliertes Gelände erstellt wird. Zum importieren dieser Datei wird nicht die Funktion „Punkt platzieren“ gewählt, sondern die Funktion „Aus Import erstellen...“. Anschließend erstellt die Software selbstständig die Geländeoberfläche.

Um das Außengelände im Projekt zu modellieren wurde jedoch die erste Methode angewandt, da keine Geländedaten vorhanden sind. So wurden einzelne Geländepunkte gesetzt, um eine einfache Geländeoberfläche zu modellieren.

Kontrolle der Anschlüsse

Nachdem alle Grundrisse, die Fassade, die Türen, Treppen, Fundamente und das Außengelände erstellt ist, müssen noch einige Korrekturarbeiten vorgenommen werden. Diese sind dringend notwendig, da sich durch das modellieren mit fertigen Bauteilen oft unbemerkt Fehler einschleichen. Auch durch das Kopieren einzelner Elemente werden oft die Anschlüsse an die Nachbarelemente nicht exakt ausgeführt, was zu einer fehlerhaften Tragstruktur führen kann.

Zum kontrollieren dieser Anschlüsse muss die Ansicht in „feine Linien“ geändert werden. Diese Funktion ist unter dem Kapitel „Ansicht“ zu finden. Die dickeren Linien wandeln sich folglich in feine Linien und die Details sind besser erkennbar.

Anschließend kann das Kontrollieren der Anschlüsse erfolgen. Dies geschieht in der 3D-Ansicht. Diese Ansicht kann durch den 3D-Schnittbereich, welcher im Eigenschaftenfenster durch einen einfachen Haken eingeblendet wird, geschnitten werden. Das Modell soll nach und nach ganz oft geschnitten werden. Bei jedem Schnitt werden alle Verbindungen und Anschlüsse im aktuellen Schnitt kontrolliert, wenn nötig verändert und ausgebessert. Dieser Vorgang wird sooft wiederholt, bis das ganze Modell kontrolliert und ausgebessert wurde.

Verbinden lassen sich zwei Wandanschlüsse beispielsweise, indem man sie anwählt und mit dem kleinen blauen Punkt, der am Ende der Wand erscheint die Wand verlängert oder kürzt, bis zu der Wand, mit der diese verbunden werden soll. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, die beiden zu verbindenden Elemente anzuwählen und unter dem Reiter „Ändern“ die Funktion „Verbinden“ zu nutzen. Somit werden zwei Elemente der gleichen Art verbunden.

In Abbildung 3.12 ist beispielsweise eine Geschossdecke dargestellt, welche erfolgreich mit einer Wand verbunden wurde. Bei diesem Beispiel wurde die zweite beschriebene Methode verwendet, indem man die Funktion „Verbinden“ nutzt.

3 Projektausführung Mensa Arcisstraße

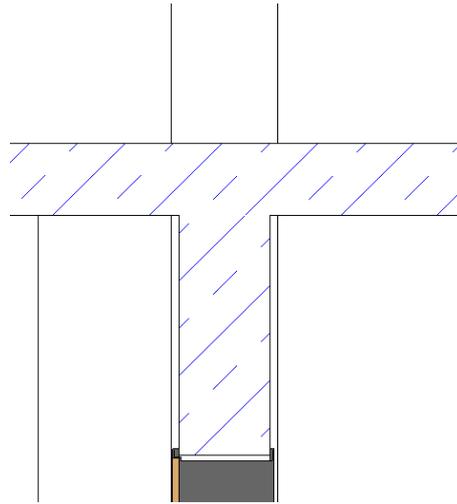


Abbildung 3.11: Anschluss Decke-Wand

Bei der Kontrolle der Anschlüsse soll jedoch nicht einfach die 3D-Ansicht so oft wie möglich geschnitten werden, sondern es ist zu empfehlen dies durchdacht durchzuführen.

Ein Vorgehen, wie beispielsweise erst von unten nach oben zu schneiden, ist sinnvoll. Auch erscheint es sinnvoll, bei diesem Beispiel je Geschoss ein oder zwei Schnitte zu machen und nicht so viele wie möglich. In diesem Modell wurden erst von unten nach oben die Anschlüsse korrigiert, dann von Westen nach Osten und anschließend von Süden nach Norden. So wurde sicher und strukturiert das komplette Gebäudemodell überprüft und gegebenenfalls ausgebessert.

Erstellen einer analytischen 3D-Ansicht

Da das Modell später in ein Berechnungsprogramm exportiert werden soll, ist es ratsam zuvor eine analytische 3D-Ansicht zu erstellen. Diese Darstellung dient zur Übersicht des Berechnungsmodelles und es können alle für die Berechnung wichtigen Elemente dargestellt werden. Diese analytische Darstellung ist ähnlich einem Knotenmodell.

Um diese zu erstellen muss die bisher bekannte 3D-Ansicht, mit einem Rechtsklick der Maus, im Projektbrowser kopiert werden, sodass zwei 3D-Ansichten bestehen. Die neue Ansicht wird daraufhin in „3D Analytische Darstellung“ umbenannt. Diese muss anschließend aufgerufen werden um sie in eine analytische Ansicht zu wandeln. Nach dem Aufrufen wird unter dem Reiter „Ansicht“ die Funktion „Sichtbarkeit/Grafiken“ genutzt werden. Mit dieser Funktion kann man die Ansicht komplett variieren, einzelne Elemente ein- bzw. ausblenden oder komplette Ansichts-Kategorien nutzen.

Die Abbildung 3.13 zeigt das Fenster, welches sich bei der Funktion „Sichtbarkeit/Grafiken“ öffnet. In diesem stehen nochmals vier Kategorien zur Auswahl. Die Modellkategorie ist aktuell vollständig aktiviert und wird nachfolgend durch das Entfernen des Hakens deaktiviert. Anschließend soll die „Kategorien für Berechnungsmodell“ geöffnet werden. Diese wird durch setzen eines Hakens vollständig aktiviert. An dieser Stelle können folglich alle beliebigen Elemente eingblendet oder ausgeblendet werden. Für das Modell sollen alle Elemente eingblendet sein, sodass der gesetzte Haken genügt. Am linken Rand der

3 Projektausführung Mensa Arcisstraße

Abbildung ist zusätzlich der Projektbrowser zu sehen, indem zu sehen ist, dass daraus resultierend zwei 3D-Ansichten existieren.

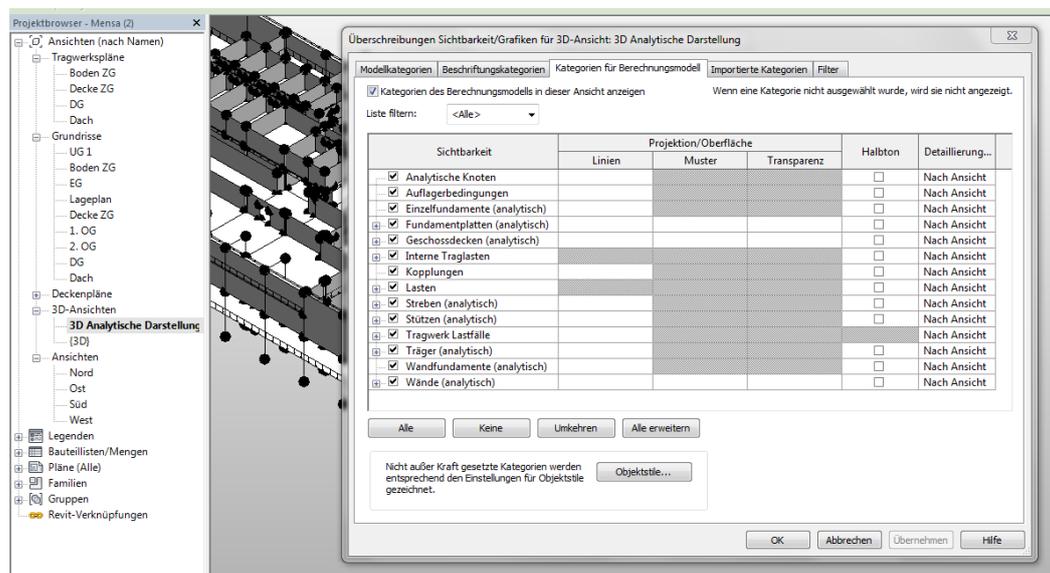


Abbildung 3.12: Erstellen analytische 3D-Ansicht

Dieses analytische Modell muss anschließend so bearbeitet werden, dass an einer Ecke mit Säule beispielsweise keine drei Knoten vorhanden sind, sondern nur einer. Dies ist mit der Funktion „Berechnungsmodell anpassen“ und „Wandanpassung“ im Reiter „Berechnung“ umzusetzen. Diese Arbeit sollte wieder strukturiert durchgeführt werden. Trotz Strukturierung nimmt sie allerdings viel Zeit in Anspruch, da das Programm beim Anpassen je nach Leistung des Computers ein hohes Maß an Rechenzeit benötigt.

Modellierung der einwirkenden Lasten

Um das Gebäudemodell letztendlich zu vervollständigen, müssen noch alle einwirkenden Lasten und Lastkombinationen erstellt werden. Die Lasten können direkt über das Programm eingegeben werden. Es besteht die Möglichkeit eine Einzellast, Linienlast, Flächenlast, abhängige Einzellast, abhängige Linienlast oder eine abhängige Flächenlast zu erstellen. Die Eigengewichte der verschiedenen Bauteile bezieht Revit automatisch mit ein, somit kann bei der Lastenerstellung das Eigengewicht vernachlässigt werden. Folglich müssen die Nutzlasten, die Windlasten und die Schneelasten manuell erstellt werden.

Zu Beginn werden die Nutzlasten erstellt. Diese sollen der jeweiligen Nutzung der Räumlichkeiten angepasst werden. Die erste zu erstellende Last ist jene für das UG. Nach der 19. Auflage der Bautabellen nach Schneider wurde für das UG die Nutzungskategorie A3 mit $2,0 \text{ kN/m}^2$ gewählt, da teilweise verschiedene Materialien im UG gelagert werden, dieses jedoch nicht komplett als Lagerraum genutzt wird. Erstellt wird diese Nutzlast als Flächenlast über dem kompletten Grundriss des UGs. Hierfür wird in der Multifunktionsleiste der Reiter „Berechnung“ und „Lasten“ gewählt. Anschließend wird die Funktion „Flächenlast“ genutzt. Im Eigenschaftenfenster wird die Beschreibung in „Nutzlast“ geändert und als Kommentar „Kellerlage inkl. Stapeln“ eingefügt. Außerdem ist es wichtig, den Lastfall in „BL1“ zu ändern, da es sich bei dieser Last um eine veränderliche Last handelt. Daraufhin kann für die Last F_{z1} der Wert $-2,0 \text{ kN/m}^2$ eingefügt werden. Es muss der negative Wert eingesetzt werden,

3 Projektausführung Mensa Arcisstraße

da sich die Lasten auf das projektbezogene Koordinatensystem beziehen und die Achse z in diesem nach oben zeigt. Nachfolgend wird die Begrenzungslinie erstellt, welche gleich der Begrenzungslinie einer Geschossdecke erstellt wird. Dabei ist darauf zu achten, diese im Grundriss des UGs zu erstellen, da sich diese in der 3D-Ansicht nicht erstellen lässt. Ein besonderes Augenmerk ist an dieser Stellen wieder auf das ZG zu richten, welches sich teilweise im UG befindet. Aus diesem Grund müssen im UG zwei getrennte Flächenlasten mit unterschiedlichen Höhen erstellt werden. Nachfolgend wird die Flächenlast für das EG erstellt. Als Nutzungskategorie wurde diese der Klasse C3 zugeordnet, da sich ein öffentlicher Empfangsbereich im EG befindet. Die Nutzlast ergibt demnach $5,0\text{kN/m}^2$. Als Kommentar wird „Empfangsbereich“ und als Last $5,0\text{kN/m}^2$ eingegeben. Der restliche Teil des Eigenschaftfensters bleibt gleich, wie im UG. Auch hier werden durch die Lage des ZG wieder zwei Begrenzungslinien benötigt. Anschließend wird die Flächenlast für das 1.OG erstellt. In diesem existieren zwei verschiedene Nutzungsbereiche. Zum einen der Bereich der Speisesäle, zum anderen der Küchenbereich mit schweren Geräten. So müssen wiederholt zwei getrennte Flächenlasten erstellt werden. Die Begrenzungslinien werden an dieser Stelle jedoch über die geschnittene 3D-Ansicht modelliert, da im Grundriss die Konturen des darunterliegenden Grundrisses ebenfalls leicht abgebildet werden und somit schwer zu erkennen ist, wo die Begrenzungslinie verlaufen muss. Der Kommentar im Eigenschaftfenster der ersten Flächenlast wird zu „Speisesaal“ geändert und die Last in $3,0\text{kN/m}^2$, da die Nutzungskategorie C1 hier für passend erscheint. Die zweite Flächenlast im 1.OG wird als „Küche“ kommentiert und auf Grund der Nutzungskategorie B3 die Last $5,0\text{kN/m}^2$ eingegeben. Beide Flächenlasten sind jedoch noch nicht im Schnitt des 1.OG dargestellt, da sie durch das Erstellen in der 3D-Ansicht direkt im EG eingefügt werden. Deshalb müssen die neu erstellen Lasten im EG kopiert werden und über die Funktion „Einfügen“ und „An ausgewählten Ebenen ausgerichtet“ in das 1.OG eingefügt werden. Die Lasten, welche im EG immer noch bestehen, werden daraufhin gelöscht, da sie jetzt an richtiger Position im 1.OG angebracht wurden und die Lasten „Küche“ und „Speisesaal“ im EG nur als Kopiergrundlage dienen. Anschließend wird die gleiche Vorgehensweise im 2.OG wiederholt. In dieser Ebene besteht nur ein Nutzungsbereich, welcher der Kategorie B2 mit $3,0\text{kN/m}^2$ zugeordnet wird. Auch an dieser Stelle muss wieder mit dem zuvor beschriebenen Kopiervorgang gearbeitet werden. Die Letzte Nutzlast wird im 2.OG erstellt, in welchem sich lediglich Wohnräume befinden. Somit wird die Flächenlast in dieser Geschoss der Kategorie A2 mit $1,5\text{kN/m}^2$ zugeordnet. (Schneider, 2010 19.Auflage)

Anschließend sollen die Windlasten erstellt werden. Diese werden ebenfalls als Flächenlasten erstellt, welche auf die Gebäudehülle wirken. Nach Tabellenbuch befindet sich das Modellgebäude in der Windzone 2 und in der Geländekategorie 4. Um die Windlasten zu ermitteln, wird die Gebäudefassade nach Schneider-Bautabellen in 5 Bereiche unterteilt, in denen jeweils andere Windlasten wirken. Für den Bereich A hat sich eine Windlast von $-0,96\text{kN/m}^2$ ergeben, für Bereich B $-0,64\text{kN/m}^2$, für Bereich C $-0,40\text{kN/m}^2$, für Bereich D $0,54\text{kN/m}^2$ und für Bereich E $-0,24\text{kN/m}^2$. Diese Flächenlasten müssen auf die senkrechte Gebäudehülle erstellt werden. Eine gute Möglichkeit hierfür ist es, über die Ansichten Nord, Ost, Süd und West zu arbeiten. Außerdem ist darauf zu achten, dass die Bereiche A, B und C jeweils an den Seiten Nord und Süd zu erstellen sind. In den Eigenschaftfenstern der Windlasten ist als Beschreibung „Windlast“ und als Kommentar der jeweilige Bereich

3 Projektausführung Mensa Arcisstraße

einzutragen. Auch muss explizit ein Augenmerk auf die Vorzeichen der Flächenlasten gelegt werden, da diese in den zuvor genannten Ansichten leicht zu Verwirrungen führen können. Nachdem die Windlasten der senkrechten Gebäudehülle alle erstellt wurden, sollen jene erstellt werden, welche senkrecht auf das Dach wirken. Die Bereichseinteilung eines Flachdaches für die Berechnung der Windlasten sind ebenfalls den Schneider-Bautabellen zu entnehmen. Durch das Tabellenwerk wurden für den Bereich F die Last $-1,44\text{kN/m}^2$, für den Bereich G $-0,96\text{kN/m}^2$, für den Bereich H $-0,56\text{kN/m}^2$ und Für den Bereich I $-0,32\text{kN/m}^2$ ermittelt. Diese Lasten sollen auch wie zuvor beschrieben erstellt werden. Jedoch ist an dieser Stelle nicht über den Grundriss zu verfahren, sondern über die 3D-Ansicht. Folglich muss wiederholt über den Kopiervorgang, welcher bereits bei der Erstellung der Nutzlasten erklärt wurde, gearbeitet werden. (Schneider, 2010 19.Auflage)

Die als letztes zu erstellenden einwirkenden Lasten sind die Schneelasten, welche wiederum nach den Schneider Bautabellen ermittelt werden. Die Geländehöhe des Projektgebäudes wird auf 530m üNN . geschätzt, da hierfür kein exakter Wert gefunden werden konnte. Außerdem befindet sich das Gebäude in der Schneelastzone 1a. Dadurch ergibt sich eine Schneelast über dem Boden von $1,12\text{kN/m}^2$. Mit Hilfe des Tabellenbuches lässt sich anschließend die Schneelast auf dem Dach ermitteln, welche sich zu $0,90\text{kN/m}^2$ ergibt. Nachfolgend wird die Schneelast identisch zu den Windlasten senkrecht zur Dachfläche erstellt. Jedoch ohne Bereichseinteilung, da die Schneelast vorwiegend als gleichmäßige veränderliche Last auftritt. (Schneider, 2010 19.Auflage)

In Abbildung 3.14 ist ein Ausschnitt aus der 3D-Ansicht zu sehen, welcher die auftreffenden Lasten an einer Ecke des Gebäudes darstellen soll.

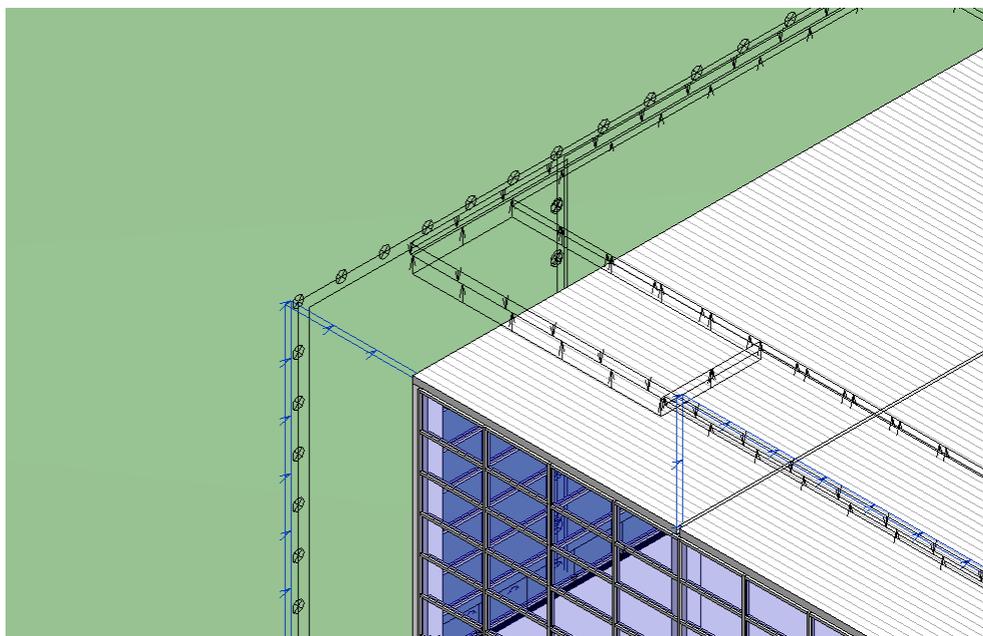


Abbildung 3.13: 3D-Ausschnitt zur Darstellung der Lasten

Nach der vollständigen Erstellung aller einwirkenden Lasten, werden die verschiedenen Lastfallkombinationen in Revit eingegeben. Diese sind über das Kapitel „Berechnung“ in der Multifunktionsleiste zu erstellen. Mit der Funktion „Lastkombinationen“ öffnet sich ein Fenster, indem alle Lastfallkombinationen übersichtlich eingegeben werden können. Für das

3 Projektausführung Mensa Arcisstraße

Gebäudemodell werden zwei verschiedene Lastfallkombinationen erstellt. Eine mit der Schneelast als Leitlast und die andere mit der Windlast als Leitlast.

3.3 Einspielen des Modells in Sofistik

Das Modell des Projektgebäudes ist nach der Erstellung der Lasten fertig gestellt. Die nächste Aufgabe besteht darin, das bestehende Modell in die Software Sofistik einzuspielen. Wie zu Beginn schon erwähnt, kooperieren die beiden Programme Revit und Sofistik miteinander. Die Kooperation besteht nicht nur darin, mit der Datei des einen Programmes im anderen arbeiten zu können, sondern die Programme sind im jeweils anderen Programm völlig implementiert. Das heißt, dass im Programm Revit eine Kategorie „Sofistik“ besteht und auch in Sofistik kann über Programme der Firma Autodesk ein Modell erstellt werden.

In diesem Projekt wird die Kategorie „Sofistik“ in Revit genutzt, welche in der Multifunktionsleiste zu finden ist. Um das bestehende Gebäudemodell in Sofistik einzuspielen muss dieses zunächst mit der Funktion „Export“ exportiert werden. Das Programm öffnet daraufhin ein Fenster, in welchem ausgewählt wird das ganze Projekt zu exportieren und Elemente in Dreiecke zu teilen. Im Normalfall wird anschließend das Modell von Revit automatisch exportiert und berechnet. Nach einiger Berechnungszeit werden im Berechnungscode für dieses Projekt jedoch Fehler angezeigt und die Berechnung sofort abgebrochen.

In Abbildung 3.14 ist der Code dargestellt, welcher von der Funktion „Export“ erstellt wird. Außerdem sind in an dieser Stelle auch die Fehler, welche aufgetreten sind dargestellt.

```

Protokoll
Strukturfläche 1297 und 1311 überlappen sich gegenseitig im Bereich von Kante 2715
+++++ Warnung Nr. 373 in Programm intersectFaceFace
Strukturfläche 1297 und 1311 überlappen sich gegenseitig im Bereich von Kante 2715
+++++ Warnung Nr. 373 in Programm intersectFaceFace
Strukturfläche 1300 und 1311 überlappen sich gegenseitig im Bereich von Kante 2652
+++++ Warnung Nr. 373 in Programm intersectFaceFace
Strukturfläche 1338 und 1382 überlappen sich gegenseitig im Bereich von Kante 5407
Analyse und Zerlegung des Strukturmodells:
CPU-time [s]: 14.46, geom. tolerance [m]: 0.024
+++++ Fehler Nr. 674 in Programm DO_Chop
Innerhalb einer Teilregion von Strukturfläche 1011 kann kein Dreieck mehr abgetrennt werden.
+++++ Fehler Nr. 674 in Programm DO_Triang
Innerhalb einer Teilregion von Strukturfläche 1011 kann kein Dreieck mehr abgetrennt werden.
+++++ Fehler Nr. 671 in Programm DO_Triangulation
Triangulierung von Region-Nr.: 1011 fehlgeschlagen
+++++ Fehler Nr. 674 in Programm DO_Chop
Innerhalb einer Teilregion von Strukturfläche 1016 kann kein Dreieck mehr abgetrennt werden.
+++++ Fehler Nr. 674 in Programm DO_Triang
Innerhalb einer Teilregion von Strukturfläche 1016 kann kein Dreieck mehr abgetrennt werden.
+++++ Fehler Nr. 671 in Programm DO_Triangulation
Triangulierung von Region-Nr.: 1016 fehlgeschlagen

S U B D O M A I N   P A R A M E T E R S
No vertices  nodes  elements  skyline +  band old skyline +  band
0 53593 53627 119533 39876540 46888 721153445 53021
RECHENZEIT 162, TOTAL 162

+++++ 6 FEHLER UND 22 WARNUNGEN +++++
CDBase Statistik: 2048 Bloecke, 2048 benutzt, 472169 ausgelagert, 13 erneut gelesen
*** Stop : Programm SOFIMSHC : Mesh Generation

*** Berechnung abgebrochen, Fehler aufgetreten !

```

Abbildung 3.14: Berechnungscode Projektgebäude

3 Projektausführung Mensa Arcisstraße

Da die Berechnung auf Grund von Fehlern abgebrochen wurde, können in Revit mit den Funktionen „Material Mapping“, „Section Mapping“ und „Action Mapping“ die enthaltenen Materialien, Bauteile und Lastkombinationen dargestellt, überprüft und wenn nötig geändert werden. An dieser Stelle sind im Projektmodell jedoch keine Auffälligkeiten festzustellen. So wird das Modell nachfolgend in der Benutzeroberfläche SSD mit der Funktion „SSD Main System“ geöffnet.

Das Projektgebäude im SSD ist in Abbildung 3.15 wahrzunehmen. Eine Berechnung des Modells ist aufgrund der zuvor aufgetretenen Fehler nicht möglich. Aus dem Fehlerbericht von Sofistik kann jedoch nicht entnommen werden, um welchen Fehler es sich genau handelt. Bei genauerem Blick auf den Bereich der Lasten wird deutlich, dass Sofistik keine der zuvor in Revit erstellten Lasten übernommen hat. Dies lässt die Vermutung aufkommen, dass der Fehler bereits beim Export des Modells auftritt und dieser folglich dem Programm Sofistik eine verfälschte Datei liefert.

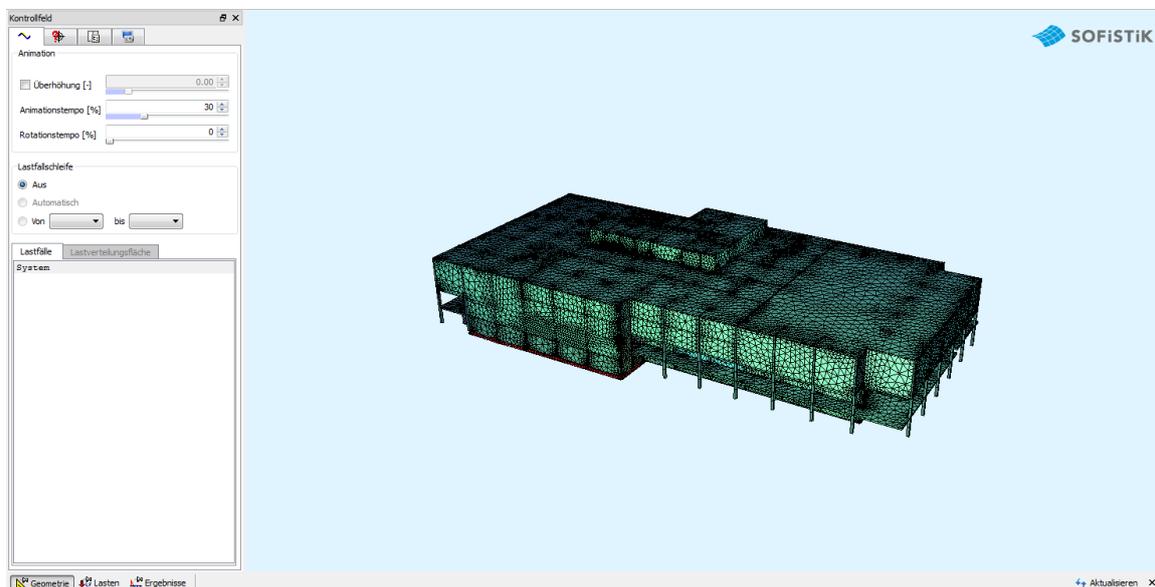


Abbildung 3.15: Projektgebäude im SSD

Da es sich bei dem Projektgebäude um ein sehr komplexes Modell handelt und es bei einem solchen nahezu unmöglich erscheint einen minimalen Fehler festzustellen, entwickelt sich die Idee das Modell in ein weniger komplexes Gebäude zu wandeln. Aus diesem Grund wird das Projektgebäude bis auf seine Stützen und Geschossdecken minimiert. So besteht die Hoffnung, dass sich die Fehler durch die sinkende Komplexität finden oder gar beseitigen lassen. Beim Export dieses minimierten Modells werden jedoch wiederholt Fehler gefunden, welche in Abbildung 3.16 angezeigt werden.

3 Projektausführung Mensa Arcisstraße

```

Protokoll
Strukturfläche 1013 und 1017 überlappen sich gegenseitig im Bereich von Kante 1120
++++ Warnung Nr. 373 in Programm intersectFaceFace
Strukturfläche 1017 und 1112 überlappen sich gegenseitig im Bereich von Kante 1091
++++ Warnung Nr. 373 in Programm intersectFaceFace
Strukturfläche 1041 und 1089 überlappen sich gegenseitig im Bereich von Kante 1471
++++ Warnung Nr. 373 in Programm intersectFaceFace
Strukturfläche 1090 und 1107 überlappen sich gegenseitig im Bereich von Kante 2579
Analyse und Zerlegung des Strukturmodells:
CPU-time [s]: 0.41, geom. tolerance [m]: 0.041
++++ Fehler Nr. 674 in Programm DO_Chop
Innerhalb einer Teilregion von Strukturfläche 1011 kann kein Dreieck mehr abgetrennt werden.
++++ Fehler Nr. 674 in Programm DO_Triang
Innerhalb einer Teilregion von Strukturfläche 1011 kann kein Dreieck mehr abgetrennt werden.
++++ Fehler Nr. 671 in Programm DO_Triangulation
Triangulierung von Region-Nr.: 1011 fehlgeschlagen
++++ Fehler Nr. 674 in Programm DO_Chop
Innerhalb einer Teilregion von Strukturfläche 1016 kann kein Dreieck mehr abgetrennt werden.
++++ Fehler Nr. 674 in Programm DO_Triang
Innerhalb einer Teilregion von Strukturfläche 1016 kann kein Dreieck mehr abgetrennt werden.
++++ Fehler Nr. 671 in Programm DO_Triangulation
Triangulierung von Region-Nr.: 1016 fehlgeschlagen

SUBDOMAIN PARAMETERS
No vertices nodes elements skyline + band old skyline + band
0 35092 35092 73683 15645150 34342 226245762 34972
RECHENZEIT 28, TOTAL 28

++++ 6 FEHLER UND 12 WARNUNGEN ++++
CDBase Statistik: 2048 Bloecke, 2048 benutzt, 259202 ausgelagert, 72 erneut gelesen
*** Stop : Programm SOFIMSHC : Mesh Generation

*** Berechnung abgebrochen, Fehler aufgetreten !

```

Abbildung 3.16: Fehlercode minimiertes Projektgebäude

Die Berechnung wird daraufhin abgebrochen. Im Berechnungscode werden die aufgetretenen Fehler zwar benannt, jedoch ist daraus nicht zu entnehmen um welchen Fehler es sich handelt, wo er sich befindet und wie er sich möglicherweise beseitigen lässt. Nachfolgend lässt sich das Modell im SSD öffnen und auch die Berechnung des vollständigen Modells kann gestartet werden. Diese wird nach wenigen Schritten abgebrochen und auch an dieser Stelle wird auf Fehler hingewiesen, welche nicht explizit definiert und festgestellt werden können. Auf Grund dessen wiederholt sich die Vermutung, dass bereits der Export des Modells und somit der Datenaustausch fehlerhaft ist.

Um den korrekten Datenaustausch zwischen den beiden verwendeten Programm zu überprüfen, wird nachfolgend ein einfaches projektfremdes Modell erstellt, welches lediglich aus zwei Geschossdecken, vier Wänden und einer überhöhten Flächenlast besteht.

3 Projektausführung Mensa Arcisstraße

In Abbildung 3.17 ist die Geometrie und einwirkende Last des Testmodells dargestellt.

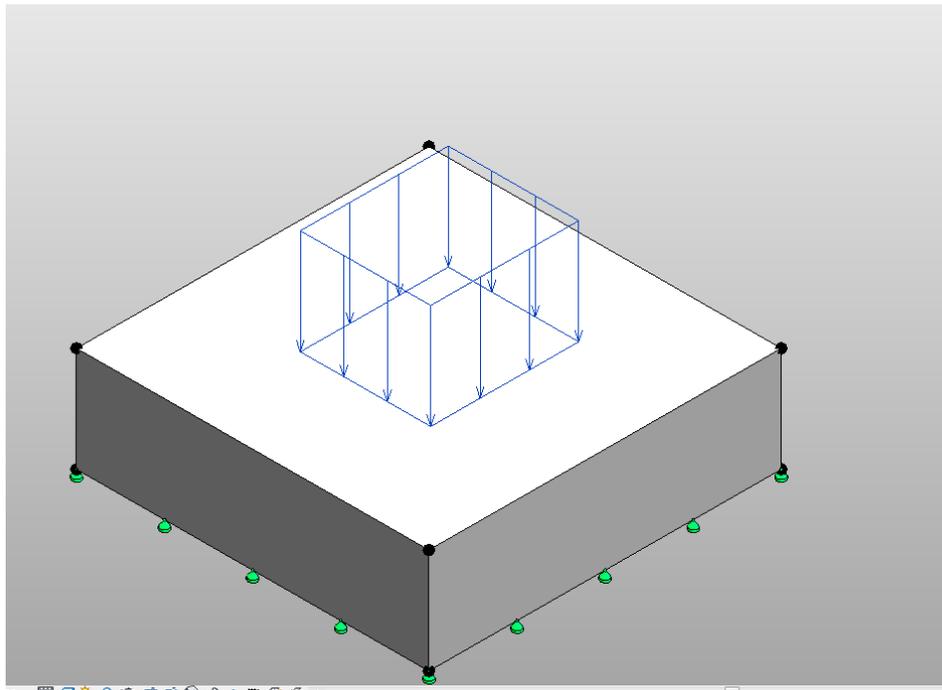


Abbildung 3.17: Geometrie Testmodell

Mit diesem Beispiel soll gezeigt werden, ob der allgemeine Datenaustausch zwischen den beiden Programmen fehlerhaft ist, oder sich der Fehler im komplexen Projektgebäude befindet. Da das Testmodell kein Auflager besitzt, werden mit Revit manuell Auflager eingefügt. Die Flächenlast wird zur besseren Veranschaulichung deutlich überhöht angesetzt und eine einfache Lastfallkombination erstellt. Nachdem das Testmodell modelliert ist, kann es wie zuvor mit dem Projektgebäude beschrieben, exportiert werden. Auch an dieser Stelle ist darauf zu achten, das vollständige Gebäude, und nicht nur einen Teil, zu exportieren. Daraufhin wird der SSD geöffnet und anschließend das komplette Modell berechnet.

In Abbildung 3.18 ist die SSD-Ansicht nach der Berechnung dargestellt. Im Kapitel Lasten ist die Lastfallkombination zu erkennen, welche zuvor mit Revit erstellt wurde. Mit dem Animationsfester kann eingestellt werden, auf welche Weise zwischen den verschiedenen Lasten gewechselt werden soll und mit welcher Überhöhung die Durchbiegung angezeigt wird. Außerdem ist eine graphische Darstellung des Testmodelles vorhanden, in der abgelesen werden kann in wie weit sich die Bauteile kritisch verformen. Zusätzlich ist es möglich mit der Funktion „Report“ einen Ausdruck für die vollständige Berechnung, die Verläufe und Eigenschaften des vorliegenden Testmodells zu erstellen. In Sofistik kann folglich ohne Einschränkungen mit dem importierten, von Revit erstellten, Modell gearbeitet werden.

3 Projektausführung Mensa Arcisstraße

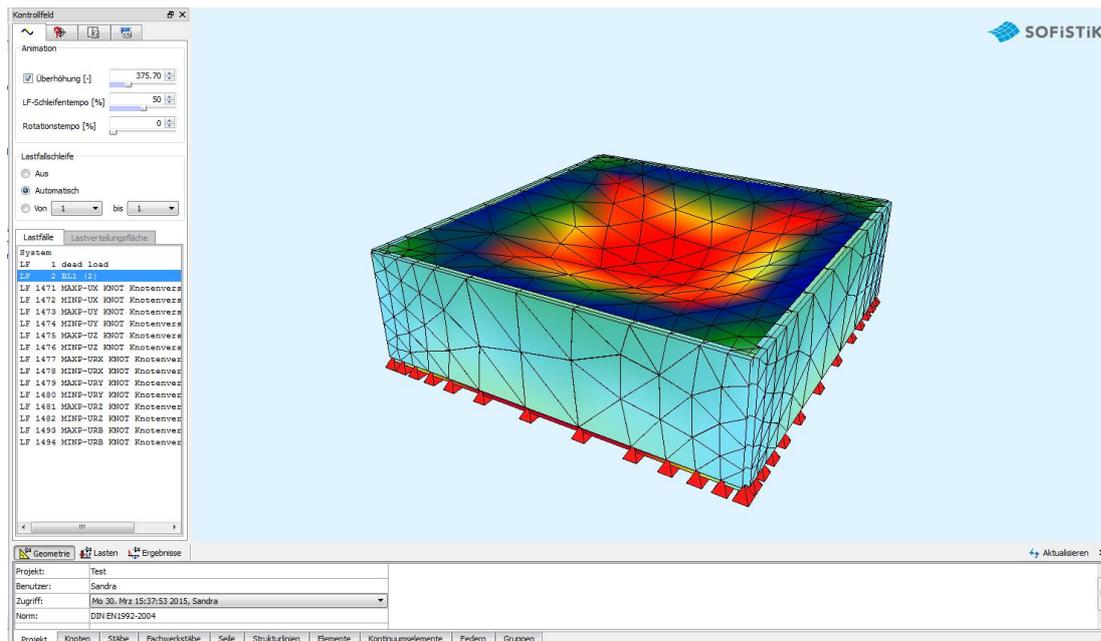


Abbildung 3.18: Testmodell nach Berechnung

In Anbetracht des zuvor ausgeführten Tests wird deutlich, dass die beiden Programme sich ohne Probleme miteinander koppeln lassen und auch der Datenaustausch zwischen ihnen einwandfrei durchzuführen ist. Daraus wird deutlich, dass es sich beim Projektgebäude nicht um einen fehlerhaften Export handelt, sondern die Fehler sich womöglich im Modell selbst befinden. Diese können sicherlich im Modell gefunden, verbessert oder gar beseitigt werden. Da im Berechnungscode die Fehler jedoch nicht explizit angegeben sind und auf Grund der hohen Komplexität des Gebäudes würde die Fehlersuche den Rahmen dieser Arbeit deutlich überschreiten.

4 Ausblick in die Zukunft

Ein Ausblick in die Zukunft bezogen auf den Datenaustausch zwischen neuen BIM-Programmen und berechnungsorientierten Programmen zeigt, dass das Zusammenspiel dieser beiden Arten von Software die Arbeit scheinbar deutlich erleichtert. In der Zukunft wird wahrscheinlich kein Büro der Baubranche ohne diese beiden Arten von Programmen arbeiten, da es die Effizienz der Bauplanung steigert und somit die Qualität dieser deutlich erhöht wird. Außerdem werden die Folgekosten durch unzureichende Planung minimiert, sodass sich auch die gesamten Baukosten deutlich reduzieren. Dies kommt auch den Bauherren zugute, welche die Aufträge bevorzugt an Planungsbüros vergeben bei denen die veranschlagten Baukosten am geringsten sind. Durch die Arbeitserleichterung der neuen computergestützten Planung sind folglich auch kleinere Bauplanungsbüros wettbewerbsfähiger und können somit auch größere Aufträge annehmen. Dies war zuvor für kleinere Unternehmen nahezu unmöglich, da der Aufwand eines großen Projekts für diese nicht zu stemmen war.

Um in Zukunft eine reibungslose Arbeit mit den beiden Arten von Programmen zu gewährleisten, ist es besonders bei denen in dieser Arbeit verwendeten Programmen Revit und Sofistik wichtig, dass bei Auftreten von Fehlern noch genauer definiert wird, um welchen Fehler es sich handelt und wo er sich befindet um diesen leichter beheben zu können. An dieser Stelle sind beide getesteten Programmen noch ausbaufähig und könnten in dieser Hinsicht von den Herstellern noch perfektioniert werden. Nichts desto trotz lässt sich auch mit dem aktuellen Stand der beiden Programme schon deutlich leichter arbeiten. Besonders durch den einfachen Datenaustausch wird die Arbeit, der zu planenden Ingenieure, merklich erleichtert.

5 Zusammenfassung und Fazit

Da die Bauprojekte einerseits zunehmend komplexer und anspruchsvoller werden, aber andererseits immer schneller und kostengünstiger ausgeführt werden sollen, besteht in der Baubranche die Notwendigkeit auf diese Bedürfnisse einzugehen. Aus diesem Grund sind Bauunternehmer und planende Ingenieurbüros nahezu gezwungen dem neusten Stand der Technik nachzugehen, um diesen Bedürfnissen gerecht zu werden.

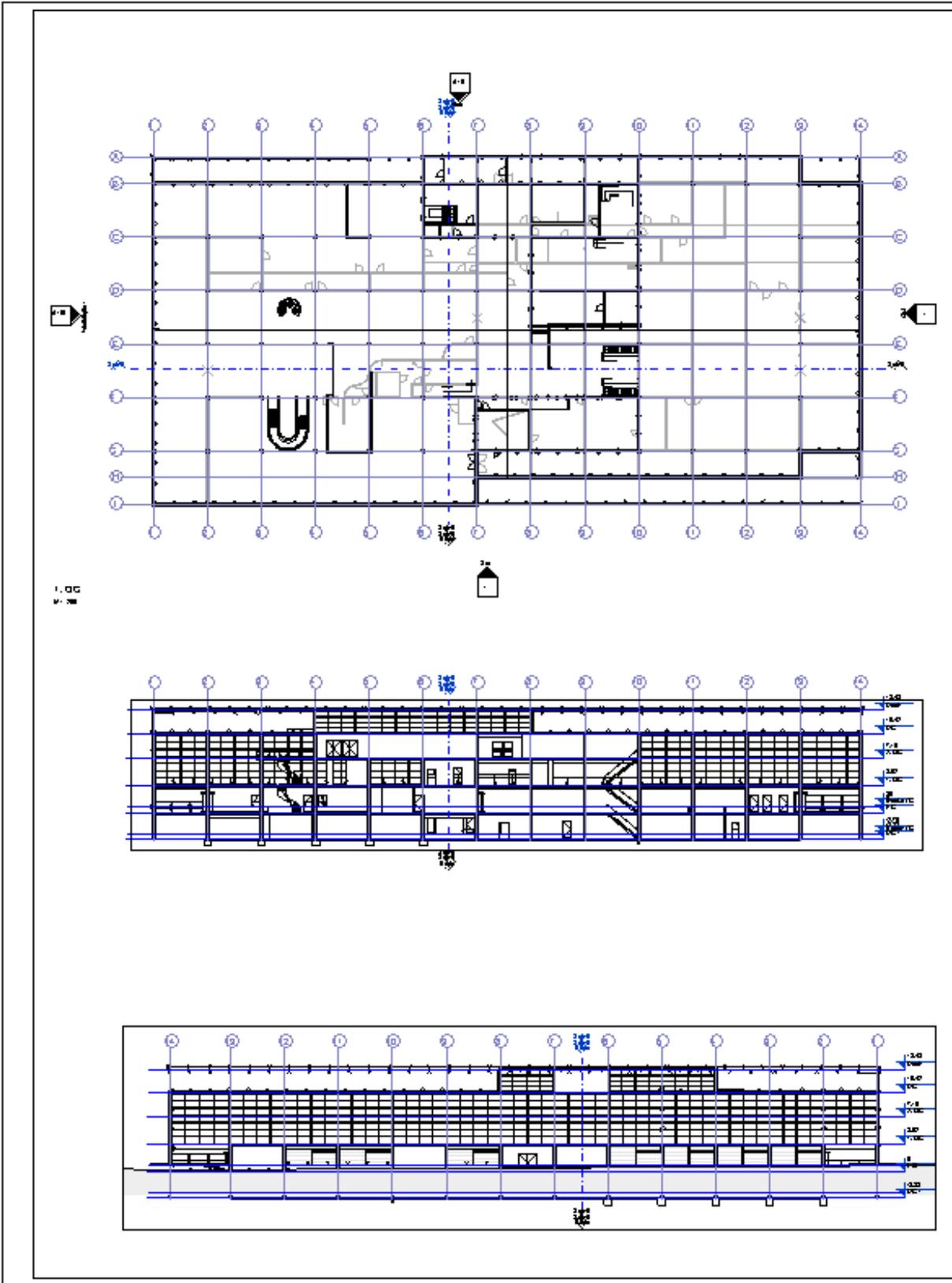
Mit dem Building Information Modeling versprechen verschiedene Softwarehersteller einen Wettbewerbsvorteil gegenüber anderen Unternehmen, welche noch mit üblichen CAD-Programmen arbeiten. Die Arbeit soll wesentlich effizienter werden und auch die Zusammenarbeit im Team fördern.

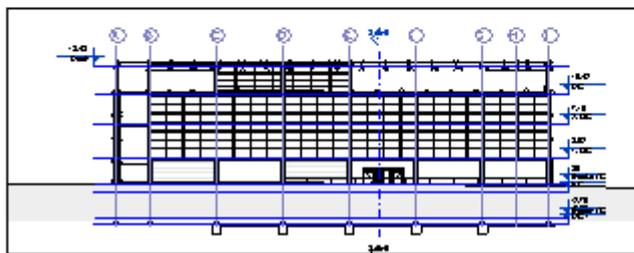
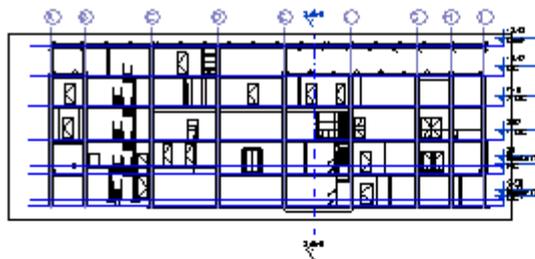
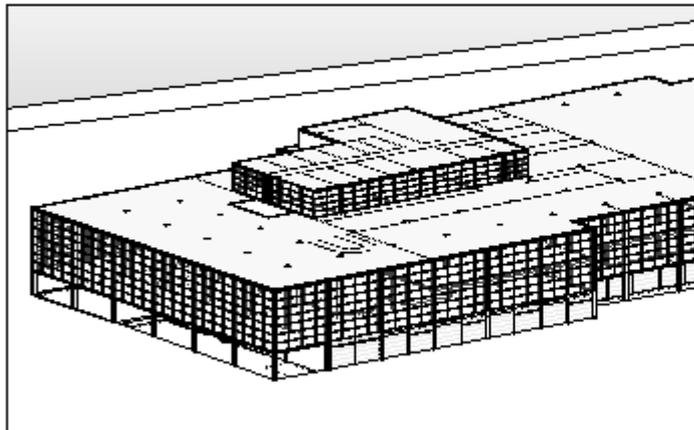
Mit der BIM-Software Revit 2015 der Firma Autodesk wurde in dieser Arbeit beispielhaft ein Gebäudemodell erstellt, mit welchem eine vollständige Planung durchgeführt werden kann. Es ist daraus ersichtlich geworden, dass es eine gute Einarbeitung in das Programm benötigt, um ein fehlerfreies Modell zu erstellen. Als Einarbeitung genügt an dieser Stelle kein Selbststudium, da Revit nahezu unzählige Möglichkeiten bietet ein Modell zu erstellen. Wenn ein Unternehmen die Software effizient bei seiner Arbeit nutzen möchte, sollten von den zu planenden Ingenieuren Schulungen speziell für diese Software besucht werden. Nur so ist es möglich alle Vorteile dieser Software kennenzulernen und auch anwenden zu können, um eine wirtschaftlichere Arbeitsweise zu gewährleisten.

Das in Revit erstellte Gebäudemodell wurde anschließend in die Software Sofistik exportiert. Auch Sofistik ist eine komplexe Software, welche zahlreiche Möglichkeiten in der Berechnung von Bauprojekten ermöglichen kann. Damit der Datenaustausch dieser beiden Programme fehlerfrei durchgeführt und Sofistik anschließend richtig genutzt werden kann ist auch an dieser Stelle zu empfehlen, Schulungen zu besuchen, welche auf dieses Programm ausgelegt sind. Die Software ist so vielfältig, dass es mit einer einfachen Einarbeitung nicht möglich ist das vollständige Programm zu nutzen. Nur durch gezielte Schulungen können diese beiden Programme vielversprechende und effizient genutzt werden.

Anhang A

Generierter Plan





NO	REVISI	REVISI

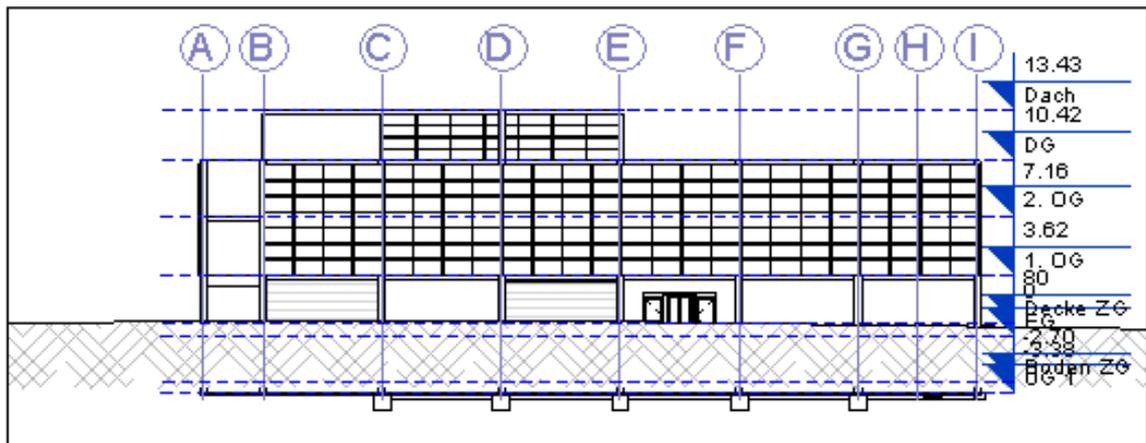
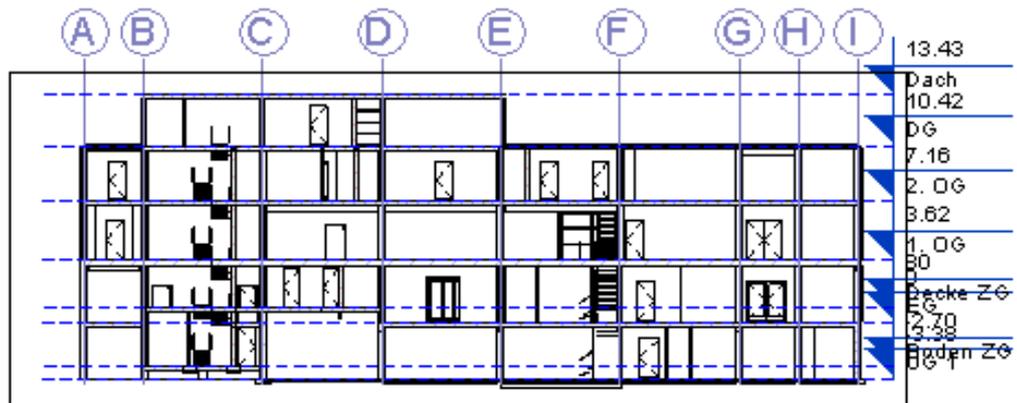
Field Name: Account name
 Account

Field Name:

Field Name: General overview

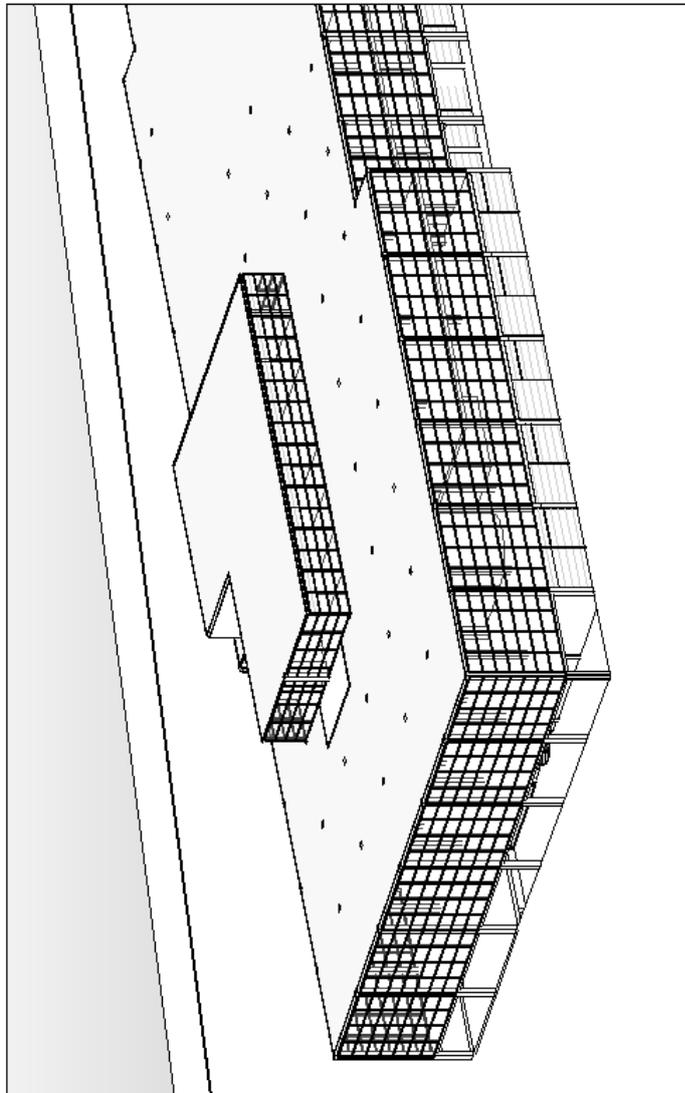
Revision		Field Name
Rev 01	Date: 2018	Field Name
Rev 02	Created: 2018	Field Name
Rev 03	Copy	Field Name
Field	1	Field Name
Field	200	Field Name

Schnitt und Ansicht



Projekt Mensa Arcisstraße		
Bauherr Bauherr		
Plan Schnitt und Ansicht		
Planverfasser Firma 1 Firma 2 Straße PLZ Ort	Telefon Telefax E-Mail	Datum 31/03/15 Gezeichnet Sandra G... Geprüft Prüfer Maßstab 1 : 350
		Projektnummer Projektnummer Plannummer A106

3D Ansicht



Projekt **Mensa Arcisstraße**

Bauherr **Bauherr**

Plan **3D Ansicht**

Planverfasser

Firma 1

Firma 2

Strasse

PLZ Ort

Telefon

Telefax

E-Mail

Datum 31/03/06

Gezeichnet Sandra Gun

Geprüft Prüfer

Maßstab

Projektnummer

Projektnummer

Plannummer

A105

Anhang B

Compact Disc

Auf der beigefügten Compact Disc sind folgende Daten enthalten:

- Der schriftliche Teil der Arbeit als PDF-Dokument
- Die Daten des Projektmodells für Revit 2015
- Die Daten des Projektmodells für Sofistik
- Die Daten des Testmodells für Revit 2015
- Die Daten des Testmodells für Sofistik
- Drei erstelle Pläne als PDF-Dokument

Literaturverzeichnis

- Mein Anzeiger*. (5. März 2015). Von <http://www.meinanzeiger.de/gera/kultur/postkarte-feuer-im-warenhaus-hermann-tietz-1906-fotografie-privatbesitz-gera-m215176,33960.html> abgerufen
- Allpan*. (10. März 2015). Von <http://www.allplan.com/de/links/building-information-modeling.html?gclid=CLagj-TLscQCFcPJtAod93YAAA> abgerufen
- Autodesk*. (10. März 2015). Von <http://www.autodesk.de/products/revit-family/overview> abgerufen
- Borrmann, P. D.-I. (2011). *Computerorientierte Methoden im Ingenieurwesen - Vorlesungsunterlagen*. TU München.
- Google Maps*. (11. März 2015). Von <https://www.google.de/maps/@48.1474271,11.5670325,98m/data=!3m1!1e3?hl=de> abgerufen
- Interoperabilität, I. -I. (2008). *Anwenderhandbuch Datenaustausch BIM/IFC*. München.
- Lehrstuhl für Computergestützte Modellierung und Simulation der TU München*. (10. März 2015). Von <https://www.cms.bgu.tum.de/de/component/content/article?id=209> abgerufen
- May, M. (kein Datum). *CAFM- Handbuch*. 2013: Springer- Verlag Berlin Heidelberg.
- Ritter, F. (2011). Untersuchung der Möglichkeiten und Vorteile des modellgestützten kooperativen Planens anhand von Autodesk Produkten. München.
- Schneider. (2010 19.Auflage). *Bautabellen für Ingenieure*. Wener Verlag.
- Sofistik*. (11. März 2015). Von <http://www.sofistik.de/sofistik/> abgerufen
- SOFiSTiK. (2015). *Firmenbroschüre*.
- Verein der Ingenieure*. (10. März 2015). Von <http://www.verein-der-ingenieure.de/ak/tga/doc/bim-manager-5.11.2013.pdf> abgerufen
- Wikipedia*. (10. März 2015). Von <http://de.wikipedia.org/wiki/Autodesk> abgerufen

