



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

## Modellierung des Campus der TU München Innenstadt mit Autodesk 3ds Max Design

---

**Helene Meyer**

Bachelorthesis

für den Bachelor of Science Studiengang Bauingenieurwesen

Autor:	Helene Meyer
Matrikelnummer:	██████████
1. Betreuer:	Prof. Dr.-Ing. André Borrmann
2. Betreuer:	Fabian Ritter, M.Sc.
Ausgabedatum:	15. Mai 2012
Abgabedatum:	14. September 2012

## **Abstract**

A part of the Building Information Modeling Process is the Visualization of Building Information Models.

This thesis describes the possibilities which computer graphics software provides to visualize a building model, and the complexity of the possibilities. The chosen software for this thesis is Autodesk 3ds Max Design.

To make use of the possibilities, several Building Information Models of the Technical University of Munich which were generated using different computer drawing programs, were merged to one model in 3ds Max Design.

Therefore it goes into detail not only about the import of different file formats, but also about the process of modeling buildings with the program, which will be made out of geometries and the extrusion of splines. Afterwards a site will be imported and illustrated with elements, like trees.

It addresses the issue of the problems and design limitations, which occurred during the work with the computer graphics software.

## **Zusammenfassung**

Ein Teil des Building Information Modeling Prozesses stellt die Visualisierung von Bauwerksinformationsmodellen dar. Dabei geht es vor allem um die realitätsnahe Darstellung durch Licht- und Umgebungsverhältnisse.

Die Arbeit beschreibt die Möglichkeiten, die Computergrafikprogramme bieten, um Gebäudemodelle zu visualisieren und die Komplexität, mit der diese Möglichkeiten ausgeschöpft werden können. Es wurde in dieser Arbeit das Computergrafikprogramm 3ds Max Design der Firma Autodesk gewählt.

Um die oben genannten Möglichkeiten auszutesten, wurden verschiedene Gebäudemodelle der Technischen Universität München, die in unterschiedlichen Zeichenprogrammen erstellt wurden, zu einem Modell in Autodesk 3ds Max Design zusammengeführt.

Dabei wird sowohl auf den Import der verschiedenen Datenformate eingegangen, als auch auf die Modellierung von Gebäuden im Programm selbst, durch das Erstellen und Zusammenfügen von Grundgeometrien und dem Extrudieren von Splines. Anschließend wird das Gelände importiert und mit Elementen wie Bäumen veranschaulicht.

Abschließend wird auf die Probleme und Einschränkungen eingegangen, die beim Arbeiten mit dem Computergrafikprogramm entstehen.

# Inhaltsverzeichnis

1	Einführung und Motivation .....	1
1.1	Einführung .....	1
1.2	Ziel der Arbeit .....	1
1.3	Aufbau der Arbeit .....	1
2	Building Information Modeling .....	3
2.1	BIM – Gestern und Heute .....	3
2.1.1	Begriffserklärung .....	3
2.1.2	Entwicklung .....	3
2.1.3	Firmenvielfalt .....	5
3	Autodesk - Das Softwareunternehmen für CAD und BIM .....	6
3.1	Wie definiert Autodesk BIM? .....	6
3.1.1	Das Unternehmen .....	6
4	3ds Max Design .....	8
4.1	Vorstellung des Programms .....	8
4.1.1	Das Konzept von 3ds Max Design .....	9
4.1.2	Benutzeroberflächen und Begriffsdefinitionen .....	12
4.1.3	Spezialisierte Toolsets .....	20
5	3D Modellierung der Technischen Universität München Innenstadtcampus .....	21
5.1	Innenstadtcampus der TU München .....	21
5.1.1	Datengrundlage .....	21
5.1.2	Methodische Vorgehensweise .....	22
5.1.3	Import Bestandgebäude .....	23
5.1.4	Verwendung von Short Cuts .....	25
6	Kritische Betrachtung .....	27
6.1	Dokumentation der Bearbeitung und dabei entstanden Problemen .....	27
7	Fazit .....	36
	Anhang A .....	37
	Anhang B .....	41
	Abbildungsverzeichnis .....	42
	Literaturverzeichnis .....	43

# **1 Einführung und Motivation**

## **1.1 Einführung**

Technische Zeichnungen sind schon lange ein Mittel im Bereich der Technik, um einen geplanten Gegenstand realisieren zu können. Davon ist nicht nur das Bauwesen betroffen, sondern auch Maschinenbau und Elektrotechnik bis hin zur Medizintechnik. Wurden früher die Zeichnungen noch kunstvoll per Hand am Zeichenbrett mit Lineal, Zirkel und Schablone gezeichnet, bietet die Entwicklung des Computers und mit ihm des rechnerunterstützten Zeichnens mit CAD (Computer-Aided Design) in allen Bereichen ganz neue Möglichkeiten. Von einem 2D-Plan zu einer 3D-Zeichnung und zum Schluss zu einer kompletten 3D-Modellierung mittels rechnergestützter Programme fehlen nur wenige Schritte. Heutzutage sind diese Programme nicht nur erwünscht, sondern auch durchaus nötig. Mit der Entwicklung der rechnergestützten Programme stieg auch die Komplexität der zu modellierenden Gegenstände. Auch hierbei sind alle Fachbereiche betroffen, die in irgendeiner Weise Computerprogramme zur Modellierung nutzen.

Das Bauwesen ist hierbei besonders betroffen. Der Trend geht zu immer komplexeren und filigraneren Bauwerken, die schwierig von allen Seiten, mit allen Ansichten und Schnitten betrachtet werden können, ohne sie vorher mit einem entsprechendem Programm in 3D modelliert zu haben.

## **1.2 Ziel der Arbeit**

Ziel ist es, einen Überblick über das Programm Autodesk 3ds Max Design zu geben. Insbesondere soll erläutert werden, wie damit gearbeitet werden kann, was die Grenzen des Computergrafikprogramms sind, welche Möglichkeiten es in Bezug auf das Bauwesen bietet, welche Vor- und Nachteile daraus entstehen. Hierfür werden verschiedene Gebäudemodelle der einzelnen Gebäude des Innenstadtcampus der TU München herangezogen, die in einzelnen Arbeiten des Lehrstuhls Computergestützte Modellierung und Simulation an der TU München erstellt worden sind. Es soll auch die Qualität der Renderings bewertet und ein Ausblick gegeben werden, in wie weit dieses Programm im Bauwesen Verwendung finden kann.

## **1.3 Aufbau der Arbeit**

Die Arbeit führt in Kapitel 2 in den Begriff „Building Information Modeling“ ein und erläutert, wie sich dieses aus einfachen 2D Papierzeichnungen entwickelt hat. Ebenfalls wird darauf eingegangen, wie die verschiedenen Softwareunternehmen BIM definieren und verstehen, bevor in Kapitel 3 das Softwareunternehmen Autodesk vorgestellt wird, von dessen

---

Gründung, bis hin zu den heutigen Produkten. In Kapitel 4 wird dann das Computergrafikprogramm Autodesk 3ds Max Design vorgestellt, bevor in Kapitel 5 die Funktionen anhand der Modellierung des Innenstadtcampus der TU München dargestellt werden. Darüber hinaus werden die Eignung und die Möglichkeiten des Programms in Bezug auf das Bauwesen getestet. Diese sind in Kapitel 6 zur kritischen Betrachtung dokumentiert.

## 2 Building Information Modeling

### 2.1 BIM – Gestern und Heute

Die Gebäudeplanung und Modellbildung hat sich in den letzten Jahren stark weiterentwickelt. Heutzutage bieten viele Computerprogramme die Möglichkeit Gebäudemodelle zu erstellen, um so die Planung zu vereinfachen und zu verbessern.

#### 2.1.1 Begriffserklärung

Building Information Modeling, kurz BIM, bezeichnet zu Deutsch die Gebäudedatenmodellierung. Darunter versteht sich das digitale Erfassen von Gebäudedaten. Diese können dann auch graphisch als visuelles 3D Gebäudemodell dargestellt werden, wodurch der Planungsaufwand eines Gebäudes erheblich optimiert werden kann. BIM findet dabei im Bauwesen sowohl im Bereich der Bauplanung und Bauausführung Anwendung, als auch im Bereich des Facilitymanagements.<sup>1</sup>

Der Begriff Building Information Modeling wurde von dem Softwareunternehmen Autodesk geprägt,<sup>2</sup> auch wenn die erste Realisierung von BIM durch das Virtual Building Konzept 1987 von GRAPHISOFT kam.

Mit dem Begriff BIM wird nicht nur ein Softwaretool eines Computerzeichenprogramms bezeichnet, sondern auch ein neuer Ansatz ein Gebäude zu entwerfen. So können mit einem Computerprogramm die Idee und ein erster Entwurf als 3D-Modell entstehen. Eine Papierskizze ist als Vorentwurf nicht mehr nötig.<sup>3</sup>

#### 2.1.2 Entwicklung

Wie in Kapitel 1.1 Einführung schon angedeutet, kam die Entwicklung rechnerunterstützter Programme im Zuge der Entwicklung des Rechners selbst. Anfang der 1980er Jahre wurde das erste CAD-Programm AutoCAD für unterschiedliche Betriebssysteme herausgebracht. Den Anfang machten hier 2D-CAD-Zeichnungen. Durch wenige Mausklicks lässt sich so einfach und schnell eine 2D-Zeichnung erstellen, die dann als Plan geplottet und ausgegeben werden kann. Dabei diente CAD nur als Hilfsmittel, um technische Zeichnungen zu erstellen. Der Grundbestandteil jeder 2D-CAD-Zeichnung ist die einfache Linie. Auf dieser Grundlage lassen sich dann auch Rechtecke, Kreise und Polylinien oder Splines zeichnen. So lassen sich

---

<sup>1</sup>vgl. [http://de.wikipedia.org/wiki/Building\\_Information\\_Modeling](http://de.wikipedia.org/wiki/Building_Information_Modeling), Wikipedia, Stand: 07/2012

<sup>2</sup><http://www.forbes.com/forbes/2010/0927/technology-virtual-construction-3d-software-ucsf-hospital.html>, Forbes.com LLC<sup>TM</sup>, Stand: 2012

<sup>3</sup>vgl. <http://group.rib-software.com/de/company/our-market/building-information-modelling-bim/>, RIB Software AG, Stand: 2012

2D-Drahtmodelle erstellen. Die Unterscheidung zwischen 2D und 3D Zeichnungen kam erst, seitdem die dritte Dimension bei dem Erstellen von Bauplänen eine Rolle spielt.<sup>4</sup>

Gegen Ende der 1980er Jahre wurden 3D-CAD-Programme aufgrund der leistungsfähigeren Hardware möglich, da 3D-CAD-Zeichnungen wesentlich aufwendiger sind. Es wird mit Hilfe des Programms ein virtuelles dreidimensionales Objekt erstellt. Hierfür gibt es verschiedene Modelle, je nachdem, was für das entsprechende Modell relevant ist.

Bei einem dreidimensionalen Drahtmodell können sogenannte verdeckte Kanten ausgeblendet werden, um die Räumlichkeit besser darstellen zu können. Es besitzt weder Oberflächen noch Masse, da es ein reines Kantenmodell ist, das ausschließlich aus einzelnen Linien besteht.

Das Flächenmodell hingegen kann nicht nur dreidimensional in den Raum gelegt werden, sondern gibt auch die Form einer Oberfläche wieder. Es ist wie eine hauchdünne Haut, das wie das Drahtmodell keinerlei Masse besitzt. Es hat zusätzlich zu den geometrischen Eigenschaften auch die physikalischen Eigenschaften einer geschlossenen Fläche.

Das Volumenmodell geht noch einen Schritt weiter. Es definiert nicht nur Flächen, sondern einen ganzen Körper. Wird daneben auch die Masse definiert, Materialeigenschaften, wie z.B. ein Elastizitätsmodul, und eine Oberflächenstruktur, so handelt es sich nicht nur um ein Volumenmodell, sondern um ein sogenanntes Körpermodell. Es kann entweder aus den Grundformen Quader, Pyramide, Zylinder, etc. mittels Boolescher Operationen, wie *Vereinigen*, *Differenz* und *Schneiden* erstellt werden oder aber als 2D-Drahtmodell gezeichnet und in eine dritte Dimension extrudiert werden.

Mit den 3D-Zeichnungen kamen nun auch die Gebäudemodellierung und die Möglichkeit, diese als Grundlage zur Berechnung für Finite Elemente Programme zu nutzen und so Belastungen und Verformungen zu simulieren. Alle nötigen Informationen, wie Werkstoff, Farbe und andere physikalische Eigenschaften werden seit Anfang 2000 in einem sog. Produktmodell gespeichert.

Das Modellieren ganzer Gebäude bietet im Unterschied zum Zeichnen einzelner Pläne den Vorteil, dass nicht aufgrund einer einzelnen kleinen Änderung, während des Planungsprozesses an dem Gebäude oder gar nur an einem Bauteil, alle Pläne neu gezeichnet werden müssen, die von dieser Änderung betroffen sind. Das Detail wird an dem Modell geändert und so hat jeder Beteiligte an dem Bauprojekt die Möglichkeit sich die entsprechenden Pläne mit den Änderungen wieder ausgeben zu lassen. Dadurch kann nicht nur speziell die Planung des Gebäudes optimiert werden, sondern auch die Koordination zwischen den einzelnen Beteiligten an dem Bauprojekt. Außerdem stehen so auch nach der Fertigung des Gebäudes über den gesamten Lebenszyklus alle Informationen gebündelt auf einer gemeinsamen Datenbasis zur Verfügung.

Allerdings hat jeder Hersteller von BIM-Software sein eigenes Datenformat, was den Austausch zwischen den einzelnen Beteiligten erschwert. Darum hat sich BuildingSMART, eine internationale Organisation, damit auseinandergesetzt ein softwareunabhängiges Austauschformat zu entwickeln. Dieses nennt sich Industry Foundation Classes, kurz IFC. Es

---

<sup>4</sup>vgl. <http://de.wikipedia.org/wiki/CAD>

soll als Basisdatenmodell die Kommunikation zwischen den einzelnen Beteiligten an einem Bauprojekt erheblich verbessern.<sup>5</sup>

BIM ist nicht nur eine technologische Neuerung, sondern hat auch den Prozess des Entwurfs und Bauens verändert. Als vorerst „*letzte Generation von objektorientierten CAD-Systemen konzipiert*“ ([13] <http://group.rib-software.com/de/company/our-market/building-information-modelling-bim/>, RIB Software AG, Stand: 07/2012), ist BIM heutzutage aus dem Bauwesen nicht mehr weg zu denken.

### 2.1.3 Firmenvielfalt

Neben dem in dieser Arbeit behandeltem Softwareunternehmen Autodesk, gibt es weltweit zahlreiche Softwarefirmen, die sich mit BIM-Software auseinandersetzen. Meistens haben diese Firmen nicht nur eine Software im Programm, mit der sich ein komplettes Gebäudemodell erstellen lässt. So gibt es neben dem Unternehmen Autodesk, deren Software hauptsächlich zur Modellierung objektorientierten Gebäudemodelle dient, unter anderem auch Software von der Firma Nemetschek, deren Software sich eher für ein bauteilorientiertes Gebäudemodell eignet. Dieses bauteilorientierte Gebäudemodell ist ein digitaler Prototyp, dessen Informationen nicht nur erfasst, sondern auch vernetzt und kombiniert werden.<sup>6</sup> Darüber hinaus stellt GRAPHISOFT Software her, die sich für projektorientiertes Arbeiten eignet.<sup>7</sup> Seit 2007 gehört die Aktienmehrheit von GRAPHISOFT SE der Nemetschek-Gruppe. Die Vision des Unternehmens ist das *Virtuelle Gebäudemodell*, das als dreidimensionales, intelligentes, parametrisches Modell entwickelt wurde.<sup>8</sup> Die RIB Software AG hat es sich zum Ziel gemacht eine Software für ein 5D-Gebäudemodell zu entwickeln. Simulierte Fertigungsprozesse im Sinne einer Enterprise-Resource-Planning-Software (ERP-Software) sind die Lösungsansätze von RIB Software für effizientes und kostengünstiges Bauen.<sup>9</sup> Dies ist nur eine kleine Auswahl an unterschiedlichen Firmen, die unterschiedliche Ziele und Aufgaben von BIM definieren.

Da Autodesk als das weltweit größte Softwareunternehmen für 2D und 3D-Software gilt und vor allem, da auch jeder angehende Bauingenieur aufgrund der für Studenten frei zugänglichen Software in Kontakt mit Autodesk kommen wird, wurde für diese Arbeit eine Software von Autodesk gewählt.

---

<sup>5</sup>vgl. [http://www.buildingsmart.de/2/2\\_01.htm](http://www.buildingsmart.de/2/2_01.htm), buildingSMART e.V., Stand: 2000-2011

<sup>6</sup>vgl. <http://www.nemetschek-allplan.de/software/bim/bim-building-information-modeling.html>, Nemetschek Allplan Deutschland GmbH, Stand: 07/2012

<sup>7</sup>vgl. [http://pub.graphisoft.de/gsmucftp/marketing/flyer/produkt/Flyer\\_VGModell.pdf](http://pub.graphisoft.de/gsmucftp/marketing/flyer/produkt/Flyer_VGModell.pdf), GRAPHISOFT, Stand: 2011

<sup>8</sup>vgl. [http://www.graphisoft.de/produkte/virtuelles\\_gebaude](http://www.graphisoft.de/produkte/virtuelles_gebaude), GRAPHISOFT, Stand: 07/2012

<sup>9</sup>vgl. <http://www.rib-software.com/de/ueber-rib/unternehmen/visionen-innovationen.html>, RIB Software AG, Stand: 07/2012



## 3 Autodesk - Das Softwareunternehmen für CAD und BIM

Ebenso groß wie die Vielfalt an Softwareunternehmen ist die Produktvielfalt von Autodesk. Allerdings hat jedes Programm, das zur Gebäudemodellierung verwendet wird, einen anderen Schwerpunkt. Während Revit Architecture für Gebäudeplanung gedacht ist, eignet sich Revit Structure für die Tragwerksplanung und –analyse. 3ds Max Design dient dann der Visualisierung. Mit AutoCAD MEP kann die TGA-Planung organisiert werden. Darüber hinaus hilft Autodesk NavisWorks sogar dabei, dass die Baustellenlogistik kollisionsfrei abgewickelt werden kann.

### 3.1 Wie definiert Autodesk BIM?

BIM ist für das Unternehmen Autodesk eine Komplettlösung. Ein Gebäude sollte ganzheitlich mit BIM-Programmen betrachtet werden, um es als Ganzes am effizientesten planen zu können. „*BIM bildet den Gebäudezyklus als Ganzes ab – von der Planung über den Bau bis hin zur Bewirtschaftung und Rückbau.*“ ([2] Autodesk Kompendium BIM – Building Information Modeling, Autodesk Deutschland GmbH, 2010). So wird das Gebäude nicht nur mittels BIM entwickelt, entworfen, verworfen, geändert und erhält immer die aktuellen Pläne für alle weiteren Beteiligten mit nur einem Klick, sondern das Gebäudemodell ist auch eine ganze Datenbank. So können also auch komplette Bauteillisten ausgegeben werden oder ein Leistungsverzeichnis (LV) erstellt werden, in denen dann auf die Massen zurückgegriffen werden kann, die mittels BIM ermittelt wurden. Mit Hilfe von eingelesenen Geländedaten ist es möglich, schon im Voraus verschiedene Szenarien des Bauablaufs mit unterschiedlichen Parametern auszuwerten. Dabei kann dann auch die logistisch bestmögliche Baustelleneinrichtung und der reibungsfreieste Bauablauf ermittelt werden. Darüber hinaus sind auch alle Daten im Nachhinein digital verfügbar, so dass das Gebäude leichter und kostengünstiger betrieben werden kann. Auch sind aufgrund der Bauteilliste im Falle eines Um- oder Rückbaus die verschiedenen Materialien bereits aufgelistet und wo sie eingebaut sind, um so die Verwertung besser planen und kalkulieren zu können. Autodesk versichert, dass mit ihren Produkten ein Gebäude problemloser, kostengünstiger und effizienter geplant, bewirtschaftet und verwertet werden kann.

#### 3.1.1 Das Unternehmen

Das Unternehmen Autodesk, Inc. wurde offiziell am 26. April 1982 in Kalifornien von John Walker und Dan Drake gegründet. In Abbildung 2 ist das komplette Gründerteam zu sehen. Allerdings wurde das erste AutoCAD-Produkt bei der *West Coast Computer Faire* 1982 unter dem Firmennamen „Desktop Solutions“ vorgestellt. Erst danach entschieden sie sich für den Namen Autodesk. Das alte Logo des Softwareunternehmens ist in Abbildung 1 zu sehen.



Abbildung 1: Früheres Autodesklogo; [8] <http://www.cadtutor.net/forum/showthread.php%3F15081-More-Autodesk-History-Courtesy-of-Autodesk-Founder-John-Walker>

Autodesk spezialisierte sich viele Jahre nur auf ein Programm für MS-DOS. Es dauerte 10 Jahre bis es eine Extension-Version für Microsoft Windows gab. Erst seit 1997 gibt es ausschließlich Versionen für Microsoft Windows.

Die erste Zentrale in Europa wurde im Mai 1991 im schweizer Kanton Neuchâtel gegründet. Zur Willkommensveranstaltung im Château de Neuchâtel sagte John Walker: „*Autodesk is engaged in digitalising the world of design, engineering, and manufacturing.*“ ([1] Inauguration du bureau à Neuchâtel, 13. November 1991). Noch im selben Jahr wurde in München eine weitere europäische Niederlassung gegründet.

Heute ist Autodesk das weltweit führende Softwareunternehmen für CAD-Programme.



Abbildung 2: Autodesk Gründer. "They didn't walk on water, but they could fly pretty well." [15] Walker, J. (1994) *The Autodesk File: Bits of History, Words of Experience.*

## 4 3ds Max Design

### 4.1 Vorstellung des Programms

3ds Max wird von Autodesk als Nachfolger von 3D Studio entwickelt, das von der Firma Kinetix für MS-DOS entworfen wurde. Es eignet sich vor allem für Visualisierungen im Bereich Computerspiele, Animationen und Film. Für den Bereich des Bauwesens gibt es das 3ds Max Design Programm, das auf die Visualisierung von Gebäuden ausgelegt ist.

Laut Autodesk sind 3ds Max und 3ds Max Design leistungsstarke Lösungen für den Bereich der Animation, des Renderings und der 3D-Modellierung.<sup>10</sup> Das in Abbildung 3 gezeigte Logo von 3ds Max Design wurde mit demselben erstellt.



Abbildung 3: 3ds Max Design Logo, erstellt mit 3ds Max Design; [17] <http://tutorialz.in/tutorials/auto-key-tutorial-easy-animation-in-3ds-max/>

Im Besonderen eignet sich 3ds Max Design für Architekten, Planer und Ingenieure. Sie sollen sich nicht mehr mit technischen Details auseinandersetzen müssen, sondern sich auf ihre Kreativität konzentrieren können. Das Programm ist darauf ausgelegt möglichst schnell realitätsnahe Licht- und Visualisierungseffekte zu erstellen und realisieren zu können. Grundsätzlich kann dieses Programm alles visualisieren, von einem einfachen 3D Gartenhäuschen bis hin zum hochkomplexen Gebäudeentwurf, inkl. der umgebenden Landschaft.

Das Unternehmen wirbt auch mit einem verbesserten Datenaustausch zwischen 3ds Max Design und Revit, sowie mit 3ds Max Design und AutoCAD. Revitdateien lassen sich direkt in 3ds Max Design importieren und können so ohne Probleme weiter bearbeitet werden.

<sup>10</sup>vgl. <http://www.autodesk.de/adsk/servlet/pc/index?id=14642267&siteID=403786>

### 4.1.1 Das Konzept von 3ds Max Design

3ds Max Design wurde als objektorientiertes Programm konzipiert. Es besitzt eine Substantiv-Verb-Oberfläche, da jedes Objekt in der eingerichteten 3D Szene einen anderen Dateninformationssatz hat und somit zuerst das Objekt (Substantiv) und dann der Befehl (Verb), der in dem jeweiligen Datensatz vorhanden ist, ausgewählt wird. 3ds Max Design ist nicht wie Revit oder AutoCAD ein Zeichenprogramm zum Konstruieren von Tragwerken, sondern ein Computergrafikprogramm. Dies spiegelt sich in vielen Funktionsweisen des Programms wieder.

Im Allgemeinen sollte mit dem Einrichten der Szene begonnen werden. Es können verschiedene Ansichten eingestellt werden. Danach kann dann das Objekt erstellt werden. Dies erfolgt entweder über 2D-Zeichnungen oder über das Modellieren mit einfachen geometrischen Formen, deren Oberfläche im Nachhinein ohne Probleme modelliert werden kann. Wenn das Objekt an sich modelliert ist, kann mit Hilfe des Material-Editors über „*drag and drop*“ ganz einfach eine Oberflächenstruktur und ein Material zugewiesen werden. Um das spätere Bild möglichst wirklichkeitsgetreu zu gestalten, gibt es dann die Möglichkeit Lichtquellen und Kameras zu „installieren“. Zum Schluss wird das Ganze dann gerendert. So erhält man ein fotorealistisches Standbild. Auch bewegte Animationen sind möglich.

Zusätzlich zu den Modellierungsfunktionen gibt es noch die Möglichkeit, selbst nötige Plugins oder Makros zu programmieren. Hierfür wurde eigens MAXScript entwickelt, dessen Syntax sehr einfach ist. Es ist eine objektorientierte Programmiersprache, die speziell Features und Konstrukte für den Umgang mit 3ds Max Design bietet.

#### *Einrichten der Szene*

Dabei kann das Ansichtsfenster eingestellt werden. Es kann in einer Ansicht oder auch in mehreren gezeichnet werden. Ein Beispiel der möglichen Ansichtsfensteranordnung ist in Abbildung 4 zu sehen. Dabei kann man einstellen, ob man in eine einzige Ansicht sieht oder ob man mehrere Ansichtsfenster gleichzeitig anzeigen lässt. Den Ansichtsfenstern können unterschiedliche Ansichtstypen zugewiesen werden. So lässt sich entweder eine axonometrische oder perspektivische Ansicht einstellen. Der sichtbare Rasterabstand kann nach Belieben festgelegt werden, auch in welcher Einheit und in welchem Maßstab gezeichnet werden möchte ist in den Einstellungen vorhanden.

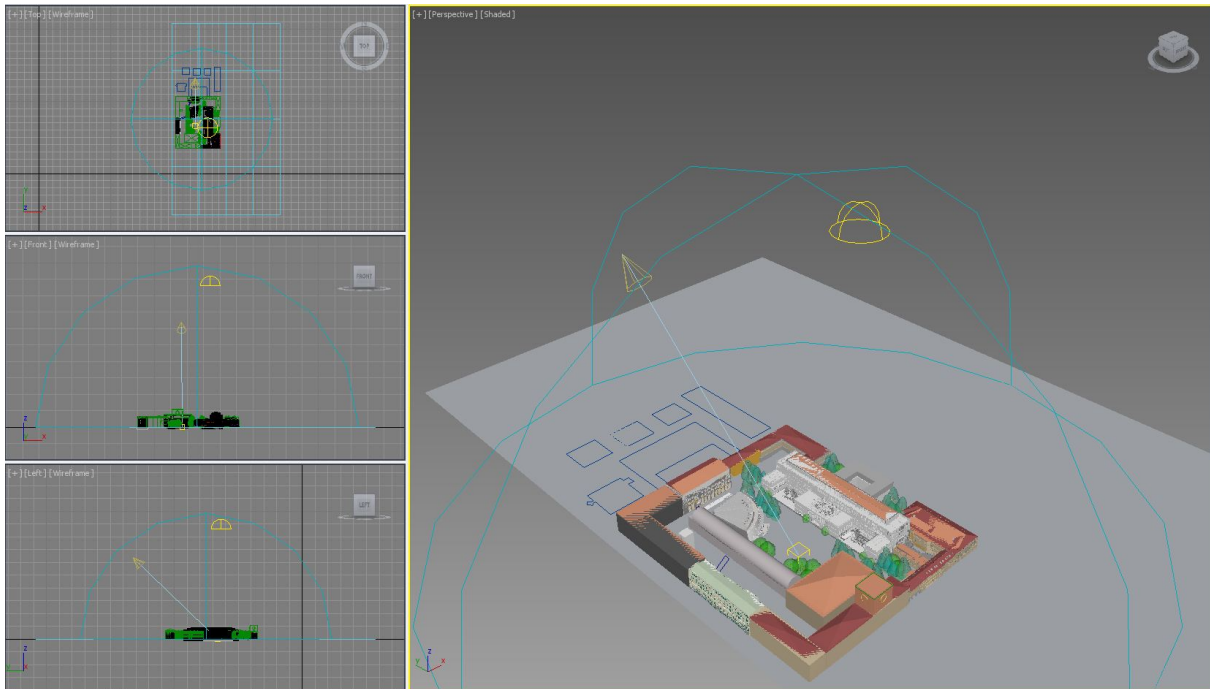


Abbildung 4: Verschiedene Ansichten in einem Fenster

### Erstellen des Objektes

Um ein Objekt zu erstellen, muss immer eine Objektkategorie und ein Objekttyp gewählt werden. Mittels der Modifikatorgruppe lässt sich das Objekt dann bearbeiten. Um die richtige Position dem Objekt zuweisen zu können, kann auf Transformationshilfsmittel, wie *Verschieben*, *Drehen* und *Skalieren*, deren Symbole in Abbildung 5 dargestellt sind, zurückgegriffen werden.



1. 2. 3.

Abbildung 5: Transformationshilfsmittel

### Materialien zuweisen

Mit dem Material-Editor können die Materialien eines Objektes definiert werden. Es lassen sich Grundmaterialeigenschaften einstellen, die die Oberflächenbeschaffenheit und Farbe definieren. Besonders gut lässt sich die Realität mit sogenannten Maps abbilden. Diese können zusätzlich zu den Grundmaterialeigenschaften auch physikalische Eigenschaften, wie Opazität, Reflektion und andere wiedergeben. In Abbildung 6 ist zu sehen, wie 3ds Max Design den Unterschied zwischen Bauteilen ohne und mit zugewiesenen Materialien darstellt.

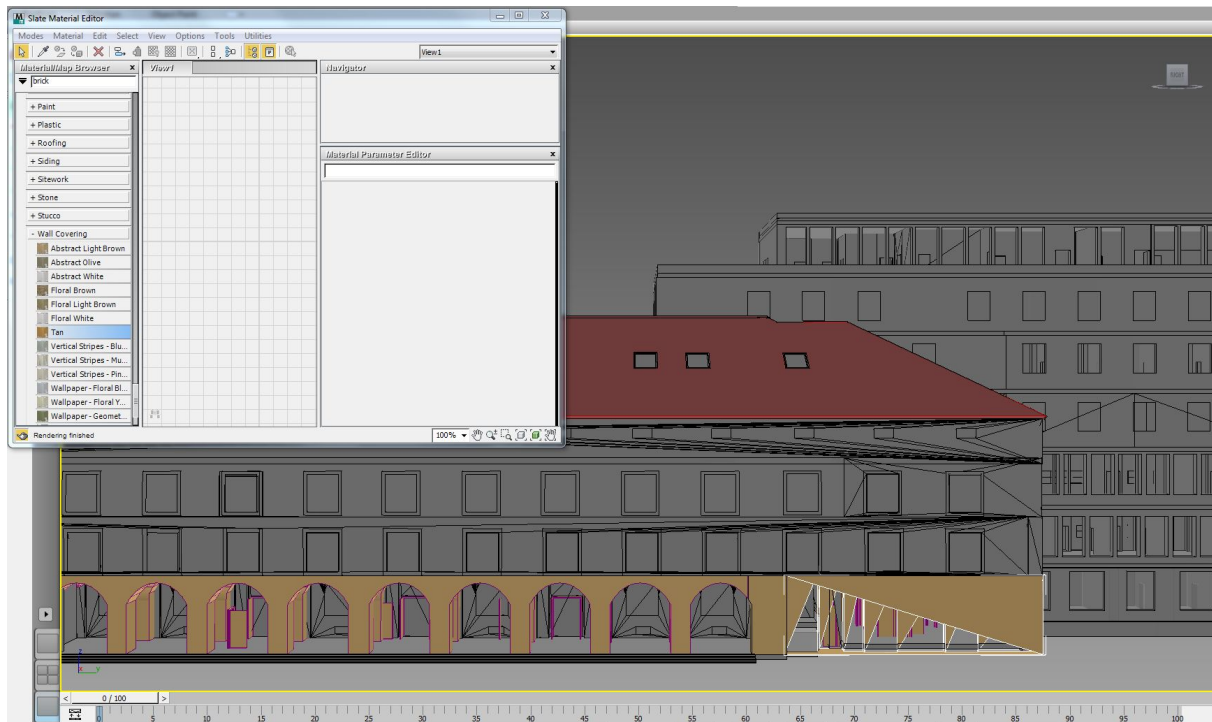


Abbildung 6: Materialien zuweisen

### *Lichtquellen und Kameras*

Um später ein möglichst realistisches Modell vorlegen zu können, gibt es die Möglichkeit, Lichtquellen und Kameras in der Szene zu platzieren. Dabei sind nicht nur künstliche Lichtquellen simulierbar. Mit dem Tageslichtsystem lassen sich Sonnenlicht und Himmelslicht an einem beliebigen Ort zu beliebiger Zeit simulieren. So kann man den Schattenwurf, der sich an realer Stelle einstellen würde, vorab untersuchen und analysieren.

Durch das Platzieren einer Kamera kann man dann die Blickpunkte für das anschließende Rendern definieren.

### *Rendern der Szene*

Da das Objekt meist nicht vor dem Bearbeitungshintergrund gerendert werden soll, können Umgebung und Effekte eingestellt werden. Es lassen sich sowohl Bilder als auch Animationen rendern. Mit dem Rendern erhält man zum Schluss also ein fotorealistisches Bild des Objektes. Der Vorgang des Renderns dauert lange, da das Programm die Lichtverhältnisse und Schattenverläufe berechnen muss. Wie dieser Vorgang aussieht, ist in Abbildung 7 dargestellt.

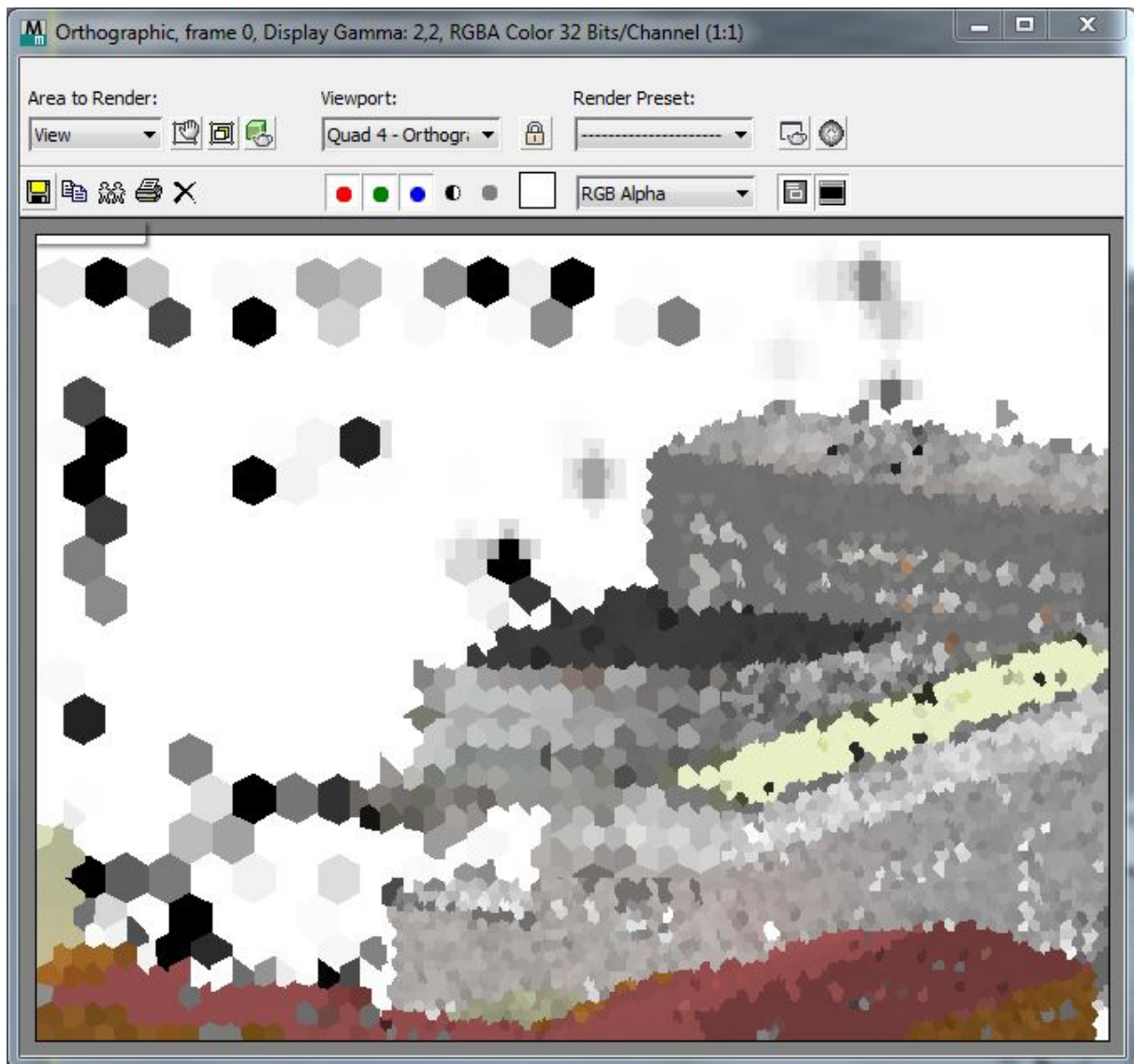


Abbildung 7: Rendervorgang

#### 4.1.2 Benutzeroberflächen und Begriffsdefinitionen

3ds Max Design besitzt nicht nur eine andere Benutzeroberfläche, wie man sie von anderen Autodesk Programmen gewohnt ist, sondern auch andere Steuer- und Navigationselemente. Es kann allerdings auf den ViewCube oder das SteeringWheel zurückgegriffen werden.

Da sich der Aufbau der Benutzeroberfläche von denen anderer Autodeskprogramme unterscheidet, weil es sich um ein Computergrafikprogramm und nicht um ein Zeichenprogramm handelt, werden im Folgenden einige Funktionen, Schaltflächen und programmspezifische Besonderheiten vorgestellt.

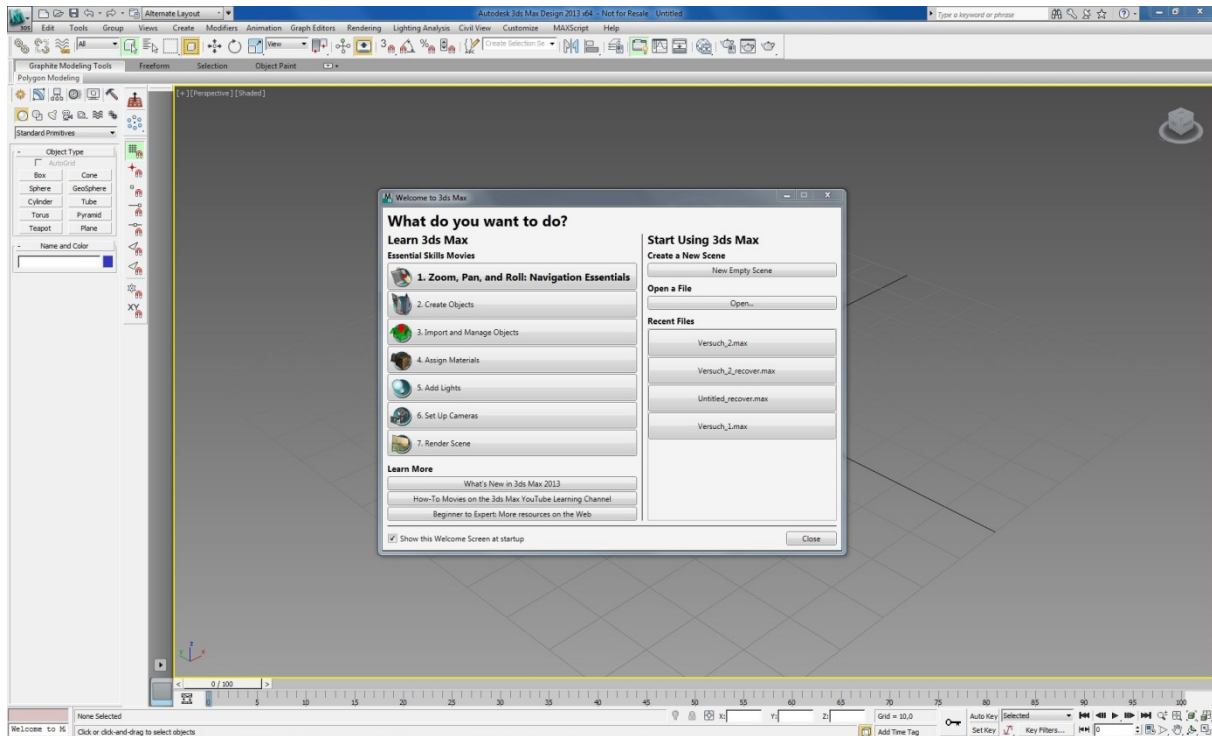


Abbildung 8: Benutzeroberfläche nach dem Öffnen des Programms

Beim Starten des Programms, wie in Abbildung 8 zu sehen ist, öffnet sich ein zusätzliches Fenster, das es dem Benutzer ermöglicht, zu lernen mit dem Programm umzugehen. Dieses Startfenster beinhaltet Links, die zu Videotutorials führen, die zu jedem Themengebiet eine kurze Einführung in die Benutzung des Programms und die verschiedenen Funktionsweisen von 3ds Max Design geben.

### Schaltfläche zur Navigation

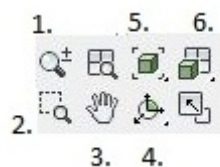


Abbildung 9: Schaltfläche zur Navigation

Die Schaltfläche zur Navigation, die in Abbildung 9 zu sehen ist, befindet sich im Eck unten rechts. Mit 1. *Zoomen* lässt sich in die Szene herein zoomen. 2. *Zoom Bereich* eignet sich dazu, wenn man einen bestimmten Bereich vergrößern möchte. Mit 3. *Pan: Ansicht* kann man sich durch die Szene bewegen, dabei ist es wichtig, auf die ausgewählte Achse zu achten. Je nachdem welche Achse oder Fläche ausgewählt ist (*Pan-Gizmo*), kann die Szene bewegt werden. Dies gilt auch für 4. *Umkreisen*. Hier wird mit Hilfe des *Dreh-Gizmos* die Szene gedreht. Mit 5. *Zoom Grenzen* und 6. *Zoom Grenzen Alle* wird das Ansichtsfenster so angepasst, dass entweder genau das ganze Objekt oder genau die ganze Szene zu sehen ist.



### Quad Menü

Das Quad Menü gehört nicht zum Werkzeugkasten. Es ist ein Kontextmenü, in dem alternativ verschiedene Befehle zur Transformation und Manipulation von Objekten ausgewählt werden können. Es erscheint, wenn auf ein Objekt geklickt wird.

### Schaltfläche Auswahl

Es gibt zwei Möglichkeiten ein Objekt lediglich auszuwählen: einmal per Mausklick mit dem Befehl 1. *Objekt auswählen* und einmal über den Namen des Objekts mit dem Befehl 2. *Auswählen nach Namen*. Mit den anderen Funktionen ist auch eine Transformation, wie *Verschieben*, *Drehen* und *Skalieren*, bzw. *Manipulation* möglich. Diese Schaltfläche ist in Abbildung 10 zu sehen.



Abbildung 10: Schaltfläche Auswahl

### Auswahlbereich

Hier hat man die Möglichkeit zwischen verschiedenen Auswahlbereichen zu wählen. Standardmäßig ist eine 1. *rechteckige Auswahl* eingestellt, aber auch eine 2. *runde*, 3. *freihändige*, 4. *Lasso-förmige Auswahl* oder eine 5. *Pinselauswahl* stehen zur Verfügung. So können individuell die einzelnen Objekte oder deren Teile ausgewählt werden. Diese Schaltfläche, wie sie in Abbildung 11 zu sehen ist, ist ein Rollout Menü der Auswahl Schaltfläche.

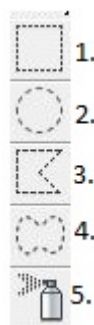


Abbildung 11: Auswahlbereich

### Benannte Auswahlsätze

Mit Hilfe der benannten Auswahlsätze ist es möglich mehrere Objekte, die in einem Satz zusammen definiert sind, gleichzeitig auszuwählen. Hierfür wird im Menü-Punkt *Benannte Auswahlsätze bearbeiten* für die aktuelle Auswahl an Objekten in der Szene ein Name

eingetragen. Dieser ist dann in der Liste der Objekte enthalten und steht für eine erneute Auswahl zur Verfügung.

### *Objektkategorien*

Unter Objektkategorien ist die Auswahl zwischen *Geometrie-*, *Konturen-*, *Licht-*, *Helfer-* und *Space Warpsobjekte* zu verstehen. Erst nachdem eine Objektkategorie gewählt wurde, ist es möglich einen Objekttyp zu wählen, da unterschiedliche Objektkategorien unterschiedliche Objekttypen besitzen.

### *Objekttyp*

Objekttypen sind im Falle der Objektkategorie *Geometrie* zum Beispiel *Quader*, *Kegel*, *Kugel*, *Zylinder* und viele mehr. Bei *Konturen* kann zwischen *Splines*, *NURBS* und anderen gewählt werden.

Zu den Grundkörpern der *Geometrie* gehört auch die *Teekanne*. Ihren Ursprung hatte sie 1975, als Martin Newell die Originaldaten entwickelte. Er wollte ausgehend von Handskizzen ein Drahtmodell erstellen und berechnete dafür kubische Bezier-Splines. James Binn erstellte dann die ersten gerenderten Bilder. Sie besaßen eine so gute Qualität, dass die Teekanne in Computergrafiken zum Klassiker geworden ist.<sup>11</sup>

3ds Max Design stellt allerdings nicht nur Grundkörper zur Verfügung. Darüber hinaus gibt es unter dem Punkt *erweiterte Grundkörper* die Möglichkeit mit einfachen wenigen Schritten komplexere Körper zu erstellen, wie zum Beispiel *Polyeder* „*Hedra*“, *Torusknoten*, *Spindel* oder *Prismen*.

Als Objektkategorie gibt es auch *Zusammengesetzte Objekte* und darunter den Objekttyp *Gelände*. Hier wird über dafür definierte Konturen (*bearbeitbare Splines*) ein Dreiecksnetz gelegt und ein Gelände interpoliert.

### *Progressive Anzeige/Adaptive Reduktion (für verschiedene Ansichtsfenstertreiber)*

Bei *Adaptiver Reduktion* werden die im Ansichtsfenster angezeigten Geometrien reduziert dargestellt, bspw. anstelle des kompletten Netzes nur dessen Konturen, um die Verarbeitungszeit gering zu halten. Für neuere Treiber, wie für Nitrous-Ansichten, ist die *Progressive Anzeige* verfügbar, mit deren Hilfe die Objekte je nach verfügbarer Verarbeitungszeit abgestuft dargestellt werden. Ist keine der beiden Funktionen aktiviert, werden alle Objekte so detailgetreu wie möglich dargestellt und die Verarbeitungszeit verlängert sich dementsprechend.

---

<sup>11</sup>vgl. <http://docs.autodesk.com/3DSMAX/15/DEU/3ds-Max-Help/index.html?url=files/GUID-02C30DB8-F09D-43B8-8EF4-BA1FA4BB5368.htm>

### *Anzeigegruppe*

In der Anzeigegruppe kann eingestellt werden, wie ein Objekt in den verschiedenen Ansichtsfenstern dargestellt wird. Von der *Anzeigefarbe* über das *Ausblenden* bis hin zum *Einfrieren* eines Objektes kann hier eingestellt werden.

### *Anzeigefarbe*

Die Anzeigefarbe eines Objekts kann in den Objekteigenschaften getrennt für das *Drahtgittermodell* und das *Schattierte Modell* eingestellt werden. Hier besteht jeweils die Wahl zwischen Material- und Objektfarbe.

### *Szenen-Explorer*

Der Szenen-Explorer ist ein modusunabhängiges Dialogfeld mit dessen Hilfe Objekte ausgewählt und verknüpft, sowie deren Objekteigenschaften (Name, Anzeigeeigenschaften) geändert und die hierarchische Beziehung bearbeitet werden können.

### *Modifikatoren*

Mittels Modifikatoren kann die geometrische Struktur eines Objekts verändert werden. Die verschiedenen Modifikatoren sind in der Modifikatorgruppe zusammen gefasst. Transformationshilfsmittel sind *Verschieben*, *Drehen* und *Skalieren*, wobei beim Skalieren zwischen gleichmäßig, nicht gleichmäßig und stauchen unterschieden werden kann. Modifikatoren sind *Biegen*, *Verdrehen*, *Abschrägen* und viele mehr. Auf ein Objekt können mehrere, verschiedene Modifikatoren angewendet werden, wobei zu beachten ist, dass je nachdem in welcher Reihenfolge die Modifikatoren angewendet werden, andere Effekte erzielt werden können. Auch werden alle Veränderungen an einem Objekt entfernt, die von einem Modifikator verursacht wurden, sobald dieser gelöscht wird.

### *Gizmo*

Ein Gizmo ist eine Geometrie, das im Falle von Modifikatoren eine Art Behälter darstellt und so die Modifikation auf das Objekt überträgt. Es wird im Ansichtsfenster, aber nicht in der Szene angezeigt. Beispielhaft ist ein Dreh-Gizmo in Abbildung 12 zu sehen.

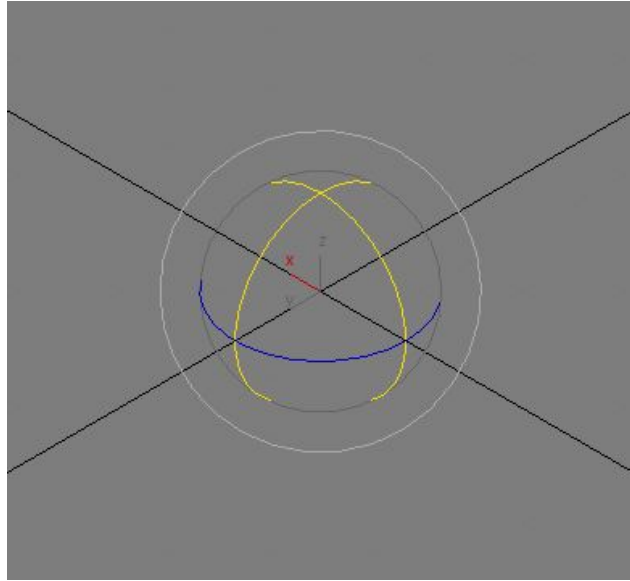


Abbildung 12: Dreh-Gizmo

### *Space Warps*

Space Warps sind Objekte, die sich bis zu einem gewissen Grad wie Modifikatoren verhalten können, da sie das Erscheinungsbild anderer Objekte verändern können. Diese Objekte bieten „Kraftfeldeffekte“, wodurch natürliche Effekte simuliert werden können, wie zum Beispiel eine Flussströmung um einen Brückenpfeiler.

### *Material-Editor*

Mit dem Material-Editor, Abbildung 13, ist es einfach den einzelnen Gebäudeteilen Materialien per „*drag and drop*“ zuzuweisen. Die Materialien sind in verschiedene Kategorien wie *Dach*, *Fenster* usw. eingeteilt. Dort kann dann zwischen den verschiedenen Materialien gewählt werden.

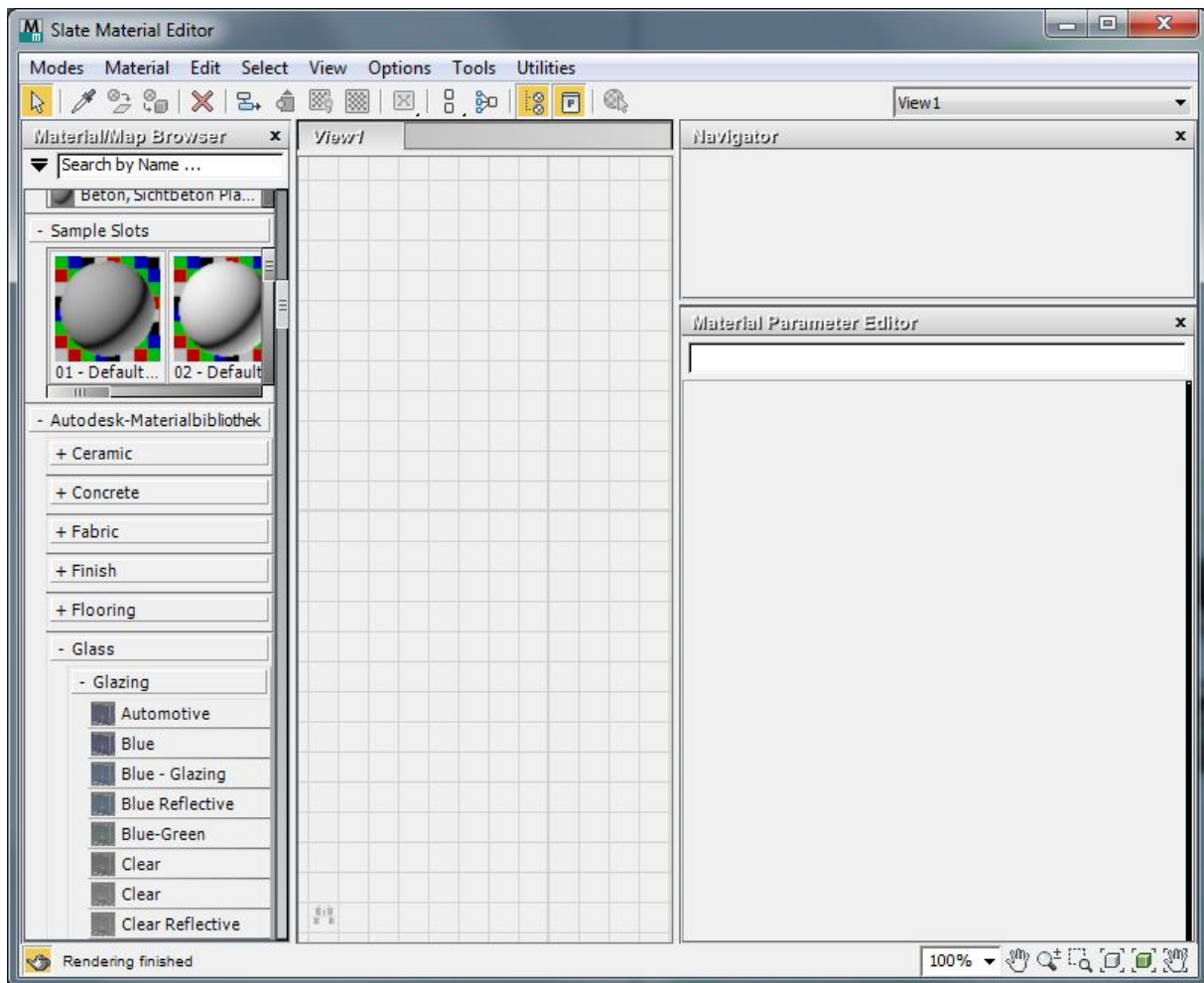


Abbildung 13: Material-Editor

### Maps

Maps dienen meistens dazu eine möglichst realistische Darstellung von Materialien zu ermöglichen. Sie werden als Bilder den Materialien zugewiesen. Mit Hilfe von Maps können die verschiedenen Oberflächenbedingungen, wie *Reflexion*, *Refraktion*, *Texturen* und ähnliches simuliert werden.

### Schaltfläche Kameramanipulation

Kameras lassen sich ohne weiteres in die Szene einfügen. Dabei können diese entweder frei im Raum platziert werden oder aber sie fangen einen bestimmten Punkt ein. Die Höhe der Kamera ist variabel. Über einen einfachen Klick kann festgelegt werden, dass die Kamera sich auf Augenhöhe befindet.

### *Mental Ray*

Mental Ray ist ein Renderer, der es ermöglicht, fotorealistische Szenen berechnen zu lassen. Er wurde von der Firma Mental Image entwickelt und unter anderem von Autodesk, Inc. beworben.<sup>12</sup>

### *Raytracing*

Raytracing simuliert die Aussendung von Strahlen mit Hilfe eines Algorithmus zur Verdeckungsrechnung. Hierbei kann ermittelt werden, welcher Punkt im dreidimensionalen Raum wo sichtbar ist. Weiterführend kann damit auch berechnet werden, an welcher Stelle wie viel Licht auftrifft.<sup>13</sup>

### *Final Gather*

Dieser Algorithmus beruht auf dem des Raytracings. Er sorgt bei Außenszenen für besonders realistische Lichtverhältnisse.<sup>14</sup>

### *Spotlight-Falloff*

Mit dem Spotlight-Falloff kann der Lichtkegel möglichst wirklichkeitsgetreu dargestellt werden. Außerhalb des Lichtkerns (HotSpots) wird das Licht gestreut und erzeugt so einen weicheren Übergang.

### *Schematische Ansicht/Spuransicht*

Die schematische Ansicht zeigt schematisch die Objekteigenschaft, inkl. Unterobjekten, Materialien und Hierarchien an. Die Spuransicht dient der Anzeige des zeitlichen Verlaufs bei der Animation der Bilder.

### *Besichtigungs-Assistent*

Eine Besichtigung der Szene kann mit dem Besichtigungs-Assistent animiert werden. Zuerst wird ein Pfad und eine Höhe definiert, auf der die Kamera dann die Szene „aufnimmt“.

---

<sup>12</sup> vgl. [http://de.wikipedia.org/wiki/Mental\\_Ray](http://de.wikipedia.org/wiki/Mental_Ray)

<sup>13</sup> vgl. <http://de.wikipedia.org/wiki/Raytracing>

<sup>14</sup> vgl. [http://de.wikipedia.org/wiki/Final\\_Gathering](http://de.wikipedia.org/wiki/Final_Gathering)

### 4.1.3 Spezialisierte Toolsets

Die Spezialisierten Toolsets für 3ds Max Design dienen der besseren und einfacheren Darstellung von Gebäude und Straßen. Sie sind speziell für die Anwendung im Bauwesen konzipiert worden.

#### *Lichtsimation und –analyse mit Exposure*

Lichtsimation und –analyse wird mittels Exposure in 3ds Max Design vorgenommen. So können nicht nur künstliche Lichtquellen, sondern auch Tageslicht simuliert werden und analysiert werden, wie viel Licht in den Raum fällt.

Unter den Objekttypen in 3ds Max Design sind auch Tageslichtsysteme verfügbar. Mit diesem Tool lässt sich ein virtueller Himmel simulieren.

Neben der Simulation und Analyse der Lichteinwirkung in einem Raum ist auch die Lichtintensität mittels Exposure berechenbar. So kann auch die Planung in Bezug auf das Licht im Gebäude im Voraus besser geplant werden.

#### *Civil View*

Civil View enthält für Autodesk 3ds Max Design spezialisierte Werkzeuge zur Visualisierung von Bauwerken, egal ob Gebäude, Straßen, Brücken oder gar Bepflanzung. Dieses Tool muss allerdings extra initialisiert werden, um in 3ds Max Design gestartet werden zu können.

Es kann so mit wenigen Klicks eine Straßenmarkierung eingefügt werden oder animierte Fahrzeuge, die die Darstellung des Objektes für den Bauherrn besonders ansprechend visualisieren. Auch Schilder, Möbel und vieles mehr sind als fertige Objekte in der Objektbibliothek vorhanden.

Zusätzlich stehen besondere Renderhilfsmittel zur Verfügung, wie das Sichtprüfungs- oder Stationierungswerkzeug.

Der Import von verschiedenen Geometrien, speziell für den Tiefbau, wird mittels Civil View ermöglicht. Somit können Formate importiert werden, wie zum Beispiel MX Model File, GENIO, AutoCAD Civil 3D, 12D ASCII, LandXML und DXF, die ohne diese Funktion nicht unterstützt werden würden.

## **5 3D Modellierung der Technischen Universität München Innenstadtcampus**

### **5.1 Innenstadtcampus der TU München**

Die Technische Universität München hat in und um München verteilt mehrere Standorte. Hier soll die Modellierung des Innenstadtcampus behandelt werden.

Die TU München wurde 1868 von König Ludwig II. als „Polytechnische Schule München“ gegründet. Zehn Jahre später erhielt sie die Bezeichnung „Technische Hochschule“. Das Bauingenieur- und Vermessungswesen war als zweite der damaligen fünf Abteilungen von Anfang an wichtiger Bestandteil der Hochschule.

Noch im Jahr 1868 wurde der Neubau in der Arcisstraße, der nach den Plänen von Gottfried v. Neureuther entstanden ist, von der Hochschule bezogen.

Nachdem die Technische Hochschule ihr Fächerspektrum erweitern konnte und auch als 1934 die Abteilungen in sechs Fakultäten reorganisiert wurden und 1940 auf fünf reduziert wurden, blieb das Bauwesen als eigene Fakultät erhalten.

Erst 1970 erhielt die Hochschule ihre heutige Bezeichnung „Technische Universität“.

Heute besteht der Innenstadtcampus aus dem Stammgelände in der Arcisstraße, mit dem Haupteingang, der Bibliothek und dem Audimax, sowie insgesamt neun Gebäuden aus unterschiedlichen Epochen. Über zwei Brücken über die Theresienstraße hinweg schließt das Nordgelände an, das Ende der 1960er Jahren entstand. Dort befinden sich acht Gebäude. Hinter der Filmhochschule befindet sich noch das Südgelände. Das Nord- und das Südgelände werden allerdings im Zuge dieser Modellierung nicht bearbeitet.

#### **5.1.1 Datengrundlage**

Es handelt sich um das Programm Autodesk 3ds Max Design 2013 mit der zusätzlich installierten Autodesk Building Design Suite.

Als Grundlage zur Modellierung des Campus steht ein Gesamtplan im DWG-Format zur Verfügung. Außerdem gibt es ein Gebäudemodell des Gebäudes I im IFC-Format, sowie ein Gebäudemodell des Gebäudes II, ebenfalls im IFC-Format, das Gebäude IV als Revitprojekt im Format RVT, das Modell des Gebäudes VI, welches ebenfalls im RVT-Format vorliegt, sowie, ebenfalls im RVT-Format, das Audimax.

Die restlichen Gebäude des Stammgeländes liegen zurzeit nicht vor. Um dennoch ein vollständiges Gebäudemodell der TU München zu erhalten, werden die fehlenden Modelle auf unterschiedliche Weise in 3ds Max Design modelliert und als Platzhalter für die noch zu erstellenden Gebäudemodelle platziert.



Zusätzlich wird noch aufgrund von Geländedaten, die in einer Text-Datei vorliegen in Revit ein Geländemodell erstellt und in 3ds Max Design eingelesen.

### 5.1.2 Methodische Vorgehensweise

Da die einzelnen Gebäude in verschiedenen Formaten vorliegen wird im Programm als erstes getestet, welche Formate überhaupt importiert oder verknüpft werden können. Siehe hierfür Kapitel 5.1.3 Import Bestandsgebäude.

Die vorhandenen Gebäude werden dann in die richtige Position gebracht. Da alle Gebäude, außer Gebäude IV, siehe Kapitel 6.1 Dokumentation der Bearbeitung und dabei entstanden Problemen, richtig ausgerichtet sind, ist das grundsätzliche Zusammenführen der einzelnen Dateien relativ leicht zu bewerkstelligen. Einzig die Positionierung des Audimax erfordert Kreativität, da es an kein anderes Gebäude angrenzt und so mehr oder weniger frei im Raum steht.

Um die Positionierung der Gebäude und auch des Audimax zu vereinfachen, wurde ein Bild des Grundrisses als JPG in den Hintergrund eingefügt und die Gebäude auf die entsprechende Größe skaliert. Bilder können als Hintergrund per „*drag and drop*“ eingefügt werden.

Aufgrund der Umwandlungen der einzelnen Dateien und das Einlesen, bzw. Verknüpfen in 3ds Max Design, sind Information zu den Materialien verloren gegangen. Mit Hilfe des Material-Editors lassen sich allerdings die Materialien und ihre Eigenschaften ganz einfach den einzelnen Objekten zuweisen.

Die restlichen, noch fehlenden Gebäude werden dann eher schematisch mit den Operatoren modelliert, die 3ds Max Design bietet. Hierfür werden zuerst die Grundobjekte definiert und dann mit den Modifikatoren bearbeitet, sofern dies aufgrund der einfachen Geometrie möglich ist. Für umständlichere Formen muss ein Spline definiert werden, der dann extrudiert wird. Zum Schluss können auch hier Materialien zugewiesen werden.

Nachdem die Gebäude fertig positioniert und bearbeitet sind, kann ein Geländemodell, das zuvor erstellt wurde, eingelesen werden.

Danach werden die verschiedenen Belichtungspunkte gesetzt. Dabei kann zwischen einem allgemeinen Himmelslicht, einem Spotlicht und vielen anderen unterschieden werden.

Kameras lassen sich einfach aus der Ansicht, durch Platzieren oder mit Hilfe des Besichtigungsassistenten erstellen.

Zum Schluss wird die Szene dann gerendert und auch das Aufnehmen von kurzen Sequenzen ist möglich.

### 5.1.3 Import Bestandgebäude

Die verschiedenen Gebäude, die zur Modellierung in 3ds Max Design als Grundlage hergenommen werden, liegen als unterschiedliche Datentypen vor. Um heraus zu finden, mit welchem Datentyp es sich am besten arbeiten lässt, werden hier sämtliche Kombinationen getestet, die in einem 3ds Max Design Projekt möglich sind.

#### *Verknüpfung mit Revitdateien*

Um Revitdateien mit 3ds Max Design verknüpfen zu können, muss zuerst auf das Hauptmenü zugegriffen werden. Über den Punkt *Import* kommt man dann zu *Link Revit*. Dieser Punkt fügt RVT oder FBX Dateien in die vorhandene Szene ein. Es ist bedingt möglich, die Revitdateien dann mit 3ds Max Design zu bearbeiten.

#### *Verknüpfung mit AutoCAD-Dateien*

Auch die Verknüpfung mit AutoCAD-Dateien ist über denselben Menüpunkt zu erreichen. *Link AutoCAD* fügt dann eine DWG oder DXF Datei ein. Das Bearbeiten der AutoCAD-Dateien ist ebenfalls in geringem Maße möglich.

#### *Verknüpfung FBX-Dateien*

Ebenso wie Revit- oder AutoCAD-Dateien können auch mit dem Untermenüpunkt *Link FBX* FBX-Dateien in die Szene eingefügt werden. Die Dateien können, wie die Revit- und AutoCAD-Dateien, bis zu einem gewissen Grad bearbeitet werden.

#### *Import IFC*

Der Import von IFC-Dateien ist derzeit nicht möglich. Hierfür müsste ein eigenes Plug in programmiert werden. Für ältere 3ds Max Design Versionen sind Plug ins im Internet zu finden.

#### *Verknüpfung Revit und AutoCAD*

Grundsätzlich ist es möglich in einem 3ds Max Design Projekt eine AutoCAD- und eine Revitdatei zu verknüpfen. Es gibt aber das Problem, dass die AutoCAD-Dateien in einem kleineren Maßstab angezeigt werden als die Revitdateien, was es schwierig macht, ohne die Gebäude entsprechend zu skalieren, beide Formate gleichzeitig verwenden zu können.

### *Verknüpfung Revit und FBX*

Das Verknüpfen von Revit- und FBX-Dateien geht ohne Probleme. Hier kann mit den beiden unterschiedlichen Datentypen gut gearbeitet werden.

### *Verknüpfung AutoCAD und FBX*

Bei der Verknüpfung von AutoCAD- und FBX-Dateien in einem 3ds Max Design Projekt stellt sich das gleiche Problem ein, wie bei der Verknüpfung von Revit- und AutoCAD-Dateien, wie Abbildung 14 zeigt. So lässt sich also auch mit diesen beiden Datentypen nur sehr schlecht arbeiten.

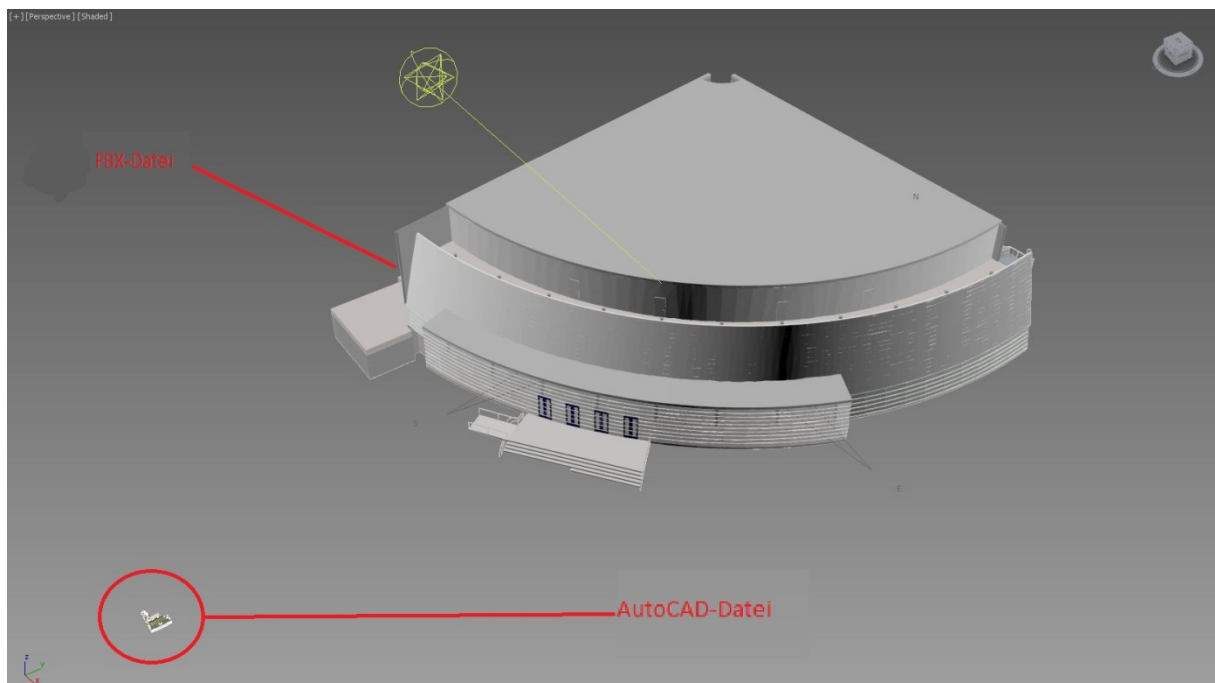


Abbildung 14: Vergleich der Skalierung der FBX- zur AutoCAD-Datei anhand des Audimax und des Gebäudes II

### *Verknüpfung mehrerer 3ds Max Design Dateien*

Beim Verknüpfen mehrerer 3ds Max Design Dateien kann de facto ein Objekt, ggf. auch mehrere, aus dem einen Projekt in das andere geladen werden. Es wird also nicht die komplette Szene zusammengeführt, sondern lediglich die einzelnen Objekte. Beim Einlesen eines Projektes in das andere öffnet sich ein Fenster, in dem gefragt wird, welche der Objekte eingelesen und verknüpft werden sollen. Die möglichen Einstellungen beim Import einer anderen 3ds Max Design Datei sind in Abbildung 15 zu sehen.

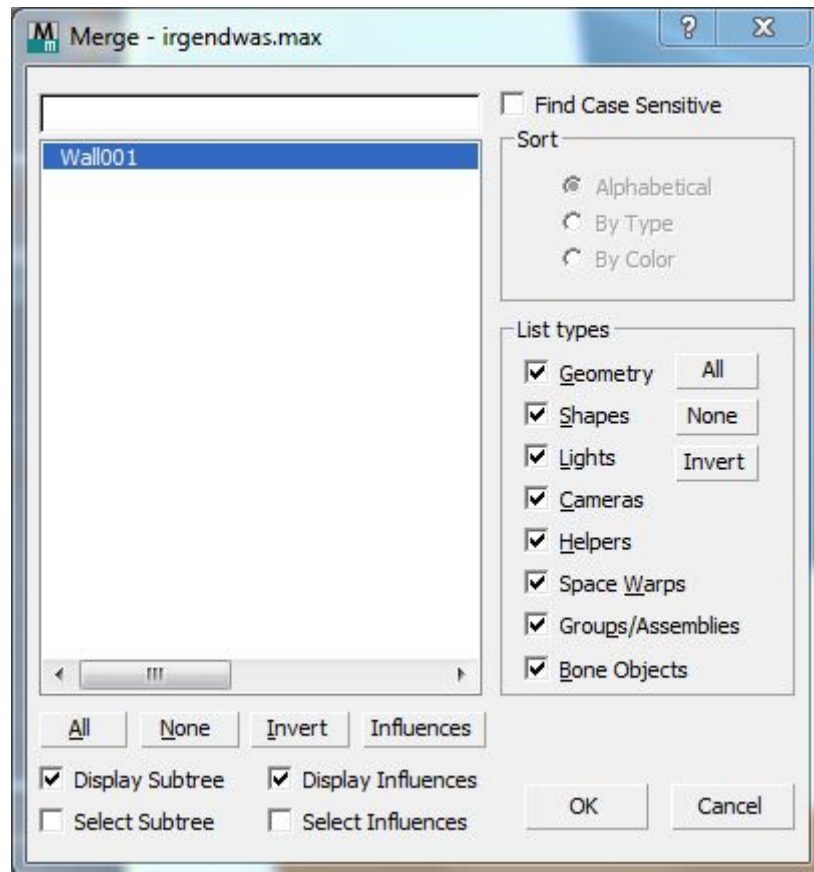


Abbildung 15: Import einer 3ds Max Design Datei in ein 3ds Max Design Projekt

Es ist auch eine Datei vorhanden von Gebäude I, die als 3D-Studio Projektdatei („3ds“) ausgewiesen wird. Es ist jedoch nicht möglich diese Datei mit Autodesk 3ds Max Design zu öffnen, da dies noch das Dateiformat ist aus der Zeit, als 3D-Studio noch ein Produkt der Firma Discreet war, bevor dieses dann von Autodesk aufgekauft wurde.

Da das Arbeiten mit den verschiedenen Dateiformaten nicht ganz einfach ist, werden alle Dateien in ein Revitprojekt umgewandelt und so in 3ds Max Design eingelesen. Dies ist besonders wichtig für die IFC-Dateien. Wie bereits erwähnt ist 3ds Max Design kein Zeichenprogramm, sondern ein Computergrafikprogramm, das keine IFC-Schnittstelle besitzt. In Revit hingegen können diese Dateien eingelesen und dann als Revitprojekt abgespeichert werden.

#### 5.1.4 Verwendung von Short Cuts

Das Programm bietet eine Reihe von Short Cuts, um die umständlichen Menüwege etwas abzukürzen. Sehr viele der Befehle sind direkt über Short Cuts verfügbar. Das Arbeiten mit Short Cuts kann in vielen Situationen Zeit ersparen und das Bearbeiten der Geometrien vereinfachen.

Darüber hinaus ist es auch möglich, zusätzlich zu den schon vorhandenen Short Cuts neue dem Programm beizubringen. Hierfür muss im Menü *Anpassen* auf *Benutzeroberfläche anpassen* zugegriffen werden. Unter der Registerkarte *Tastatur* kann dann ein neuer Short Cut festgelegt werden.

Eine Sammlung der in 3ds Max Design standardmäßig vorhandenen Short Cuts befindet sich im Anhang.

## 6 Kritische Betrachtung

### 6.1 Dokumentation der Bearbeitung und dabei entstanden Problemen

Da die verschiedenen Gebäudemodelle der einzelnen Gebäude der TU München noch in unterschiedlichen Formaten vorliegen, werden diese zuerst auf ein einheitliches Format gebracht, um die in Kapitel 5.1.3 Import Bestandgebäude erwähnten Skalierungsprobleme umgehen zu können. Aufgrund dessen, dass die meisten Dateien in RVT-Format vorliegen, wird dieses als „Standardformat“ festgelegt. Dies betrifft besonders die IFC-Dateien. Das Einlesen in Revit ist vom Prinzip her einfach. Es wird im Hauptmenü *Öffnen* der Untermenüpunkt *IFC* gewählt. Beim Öffnen der Datei erscheint dann allerdings eine Fehlermeldung. In dieser Datei sind Teile miteinander verknüpft, um sicher zu stellen, dass sie im richtigen Abstand und Verhältnis zueinander stehen. Diese Verknüpfungen müssen gelöst werden, sodass die IFC-Datei in Revit geöffnet werden kann. Dadurch entstehen Fehler, wie in Abbildung 16 zu sehen ist, die ohne weiteres nicht auf die Schnelle behoben werden können.

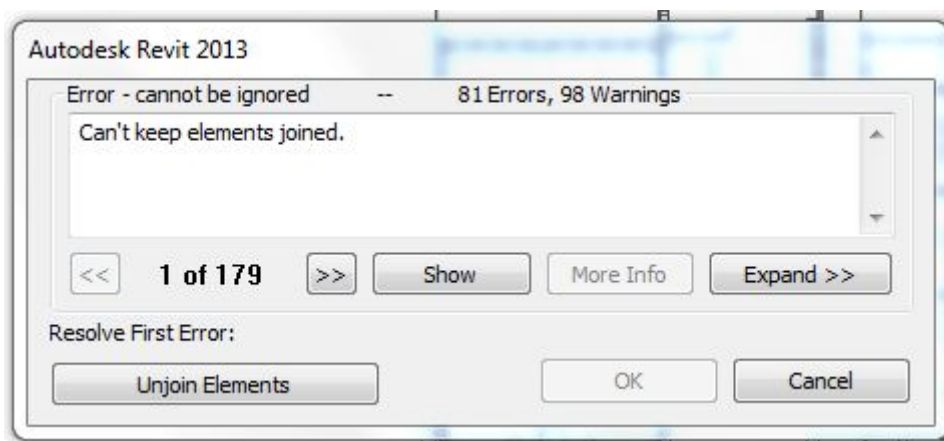


Abbildung 16: Fehlermeldung beim Einlesen einer IFC-Datei in ein Revitprojekt

Beim Einlesen in 3ds Max Design ist es nötig, dass eine 3D-Ansicht im Revitprojekt vorhanden ist. Wurde diese nicht erstellt, wird auch hier eine Fehlermeldung angezeigt. Gibt es mehrere 3D-Ansichten, so kann zwischen den verschiedenen Ansichten gewählt werden.

Erstaunlich ist beim Einlesen derjenigen Revitprojekte, die ursprünglich eine AutoCAD-Datei waren, dass sie in diesem Format richtig skaliert eingelesen werden und nicht, wie im Falle als AutoCAD-Datei, zu klein. Es ist nicht ersichtlich aus welchem Grund die unterschiedlichen Dateiformate von 3ds Max Design unterschiedlich skaliert eingelesen werden.

Nach dem Einlesen kann im Programm anhand der Optik der Gebäude erkannt werden, welche Datei eine ursprüngliche Revitdatei ist und welche zuvor das Datenformat IFC hatte. Die Darstellung ist deshalb eine andere, da 3ds Max Design die Zuweisung zu den

Materialien im IFC-Code nicht kennt. Im Layerverzeichnis, Abbildung 17, können die verschiedenen Bezeichnungen aufgeteilt in Objekte und Unterobjekte eingesehen werden.

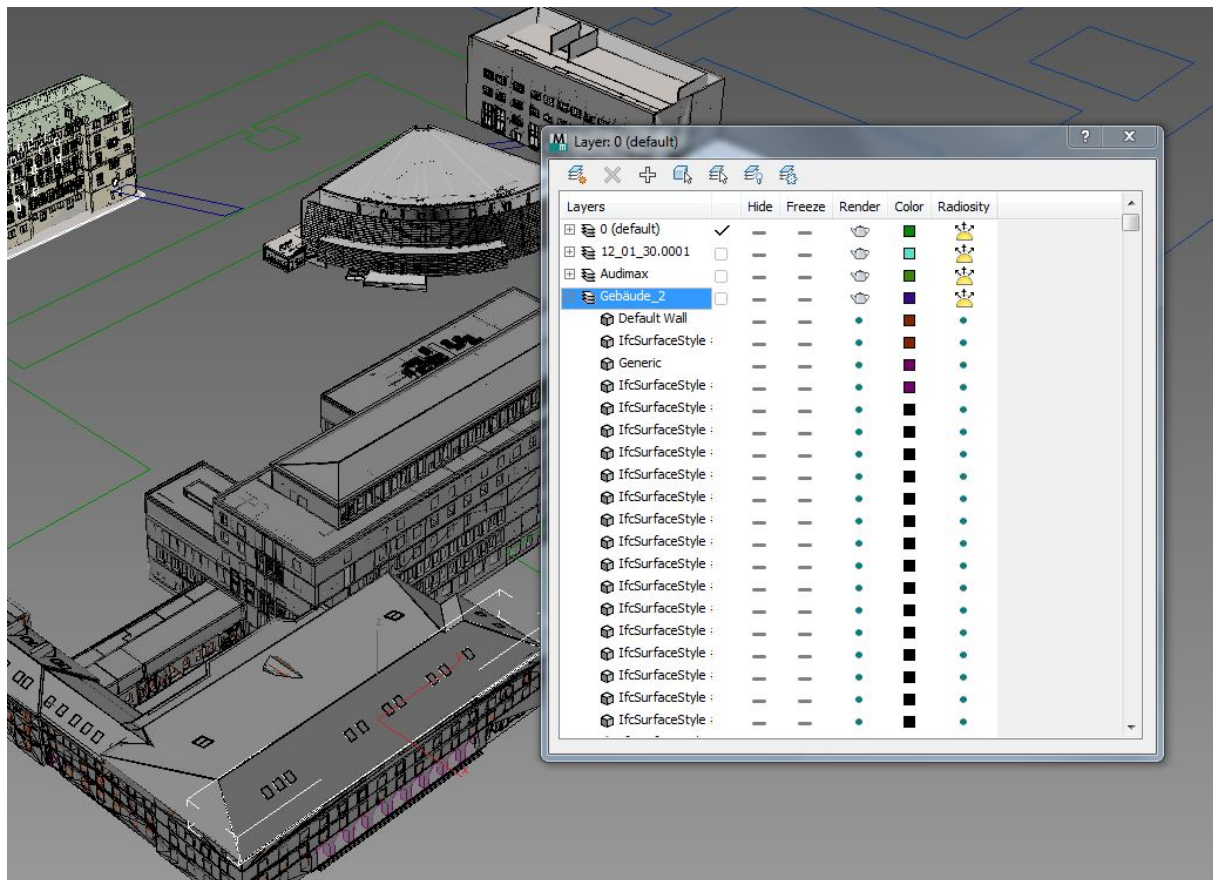


Abbildung 17: Layeraufteilung nach Objekten und Unterobjekten

Das Einlesen des Gebäudes VI wurde, obwohl es eine originale Revitdatei ist, von 3ds Max Design nicht ausgeführt. Es gab auch keinerlei Fehlermeldung, anhand derer man hätte herausfinden können, warum dies nicht möglich war. Vermutlich waren die Datenmengen zu groß. Allerdings war es kein Problem das Gebäude VI in einer neuen leeren Szene von 3ds Max Design zu öffnen. Dieses wurde dann als 3ds Max Design Projekt abgespeichert und als solches in die Szene eingelesen.

Beim Bearbeiten der Szene wird deutlich, dass die Steuerungsgenauigkeit und Verarbeitungszeit sehr stark von der eingestellten Ansicht abhängt. So wird die Steuerung ungenauer und die Verarbeitungszeit nimmt zu, wenn man in einer als *realistisch* eingestellten Ansicht arbeitet. Mit einer Drahtmodellansicht lassen sich das Modell und die Szene wesentlich besser und einfacher bearbeiten.

Die von den einzelnen Objekten vordefinierten Lichter und Kameras müssen wieder entfernt werden und an späterer Stelle auf das Gesamtobjekt neu eingepasst werden.

Da die Datenmenge solcher Szenen sehr groß ist, ist es von 3ds Max Design nicht vorgesehen, dass Vorgängerversionen wieder hergestellt werden können. So befindet sich der Modellierer immer in der Position abzuwägen, ob er die bisherige Szene speichert, bevor er einen

riskanten Schritt wagt und dem Problem, dass wenn er die Szene speichert, er danach nicht mehr auf die vorherige Version zurückgreifen kann, sollte das Ergebnis einer Änderung nicht gut sein.

In den einzelnen Projekten sind die Gegenstände, wie z.B. Gebäude, mit ihrer Ausrichtung und ihrer Position vermerkt. So kann mit ordentlich bearbeiteten Projekten ganz schnell eine neue Szene zusammengestellt werden. In diesem Fall ist allerdings Gebäude IV als einziges falsch ausgerichtet. Das Drehen des Gebäudes ist zwar mit Hilfe des *Dreh-Gizmos* möglich, aber da keine rechten Winkel einstellbar sind, ist es schwierig das Gebäude richtig auszurichten.

Das Ansteuern eines einzelnen kompletten Gebäudes kann schwer sein, wenn es zu dicht an einem anderen steht und so immer Teile eines anderen Gebäudes mit markiert werden. Zusätzlich muss akribisch darauf geachtet werden, dass auch alle Teile gefangen sind, sonst wird nur ein Teil des Gebäudes bearbeitet. Es gibt zwar eine Auswahl nach Namen, dies bedeutet aber, dass alle Teile, die denselben Namen haben, gleichzeitig ausgewählt werden und dass vor allem bekannt sein muss, wie die ganzen Unterobjekte eines Gebäudes heißen. Es ist zwar möglich mehrere Gebäudeteile unter einer Bezeichnung zusammen zu fassen, aber auch hier ist der Aufwand groß alle Teile beim Namen zu nennen. Dies lohnt sich also nur, wenn man öfters auf eine Kombination von Unterobjekten zugreifen möchte.

Da das Vermessen von Gegenständen und Abständen nicht ganz übersichtlich ist, wenn überhaupt in vollem Maße möglich, wurde hier bei der Ausrichtung der Gebäude auf eine andere Methode zurückgegriffen. Es gibt in 3ds Max Design per „*darg and drop*“ die Möglichkeit ein Hintergrundbild einzustellen. Dieses kann entweder nur als Hintergrundbild dienen während der Bearbeitung, also ist es nur in den Ansichtsfenstern sichtbar, oder aber als Hintergrund beim Rendern der Szene. Auch eine Kombination aus beidem ist möglich, wie in Abbildung 18 gezeigt.

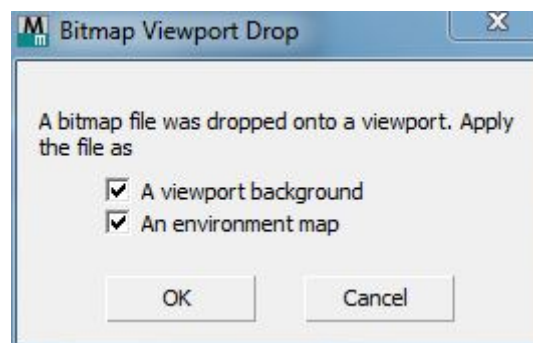


Abbildung 18: Bild als Hintergrund einfügen

Der Grundriss wird so als JPEG-Datei als Hintergrund eingefügt. Danach werden die Gebäude in der Draufsicht auf den Grundriss skaliert um im richtigen Verhältnis zueinander zu stehen. Stimmen erst einmal die Abstände zwischen den Gebäuden und der grobe Umriss der fehlenden Gebäude, die mit einem Spline nachgezeichnet wurden, können die Objekte wieder auf ihre eigentliche Größe skaliert werden. Das Problem beim Skalieren ist allerdings,



dass immer nur im Verhältnis zum gerade markierten Objekt skaliert werden kann. Eine absolute Skalierung mit der direkten Eingabe neuer Größenwerte ist nicht möglich.

Es befinden sich aufgrund des Datenimports Fehler in den verschiedenen Elementen, Abbildung 19. Eines davon ist die vordere Wand am Gebäude II unten rechts. Unter Umständen könnten die Flächennormalen teils falsch herum ausgerichtet sind und dass so die Löcher in der Wand entstehen. Es hat sich aber herausgestellt, dass das Netz, das die Wand beschreibt, einen Fehler aufweist. Es ist allerdings nicht ohne weiteres möglich das Netz der Wand so zu bearbeiten, dass man die Löcher herausbekommt.

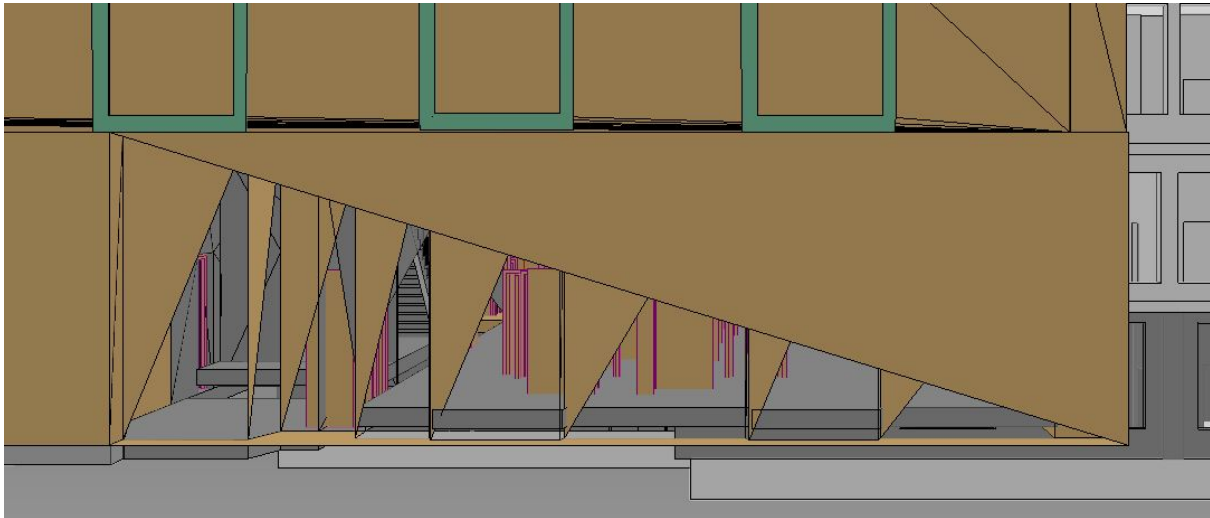


Abbildung 19: "Löcher" in der Wand an Gebäude II

Das gleiche gilt für das Netz der Wand in Bezug auf die Fenster. Hier ist die Wand geschlossen. Das Umdrehen der Normalen führte nicht zum gewünschten Ergebnis, da das Netz seltsame Strukturen aufweist. Die Fenster sind durchaus vorhanden, sie befinden sich in der Wand, aber die Wand weist an den entsprechenden Stellen keine Löcher auf, um die Fenster sehen zu können.

Das Erstellen der fehlenden Gebäude als Klötze stellte sich als schwieriger heraus als ursprünglich angenommen. Aufgrund der ungenauen Zeichenmethoden lässt sich ein Klotz schwer an der dafür vorgesehenen Stelle platzieren. Er wird gezeichnet und per Hand eingepasst. Außerdem lassen sich die Geometrien nur auf der Grundfläche zeichnen, was bedeutet, dass sie immer noch verschoben werden müssen, sollte sich eine Geometrie mal nicht in der Grundfläche befinden. Sind die Gebäude nicht mit einfachen Grundgeometrien erstellbar, kann ein Spline gezeichnet und dann extrudiert werden. Die Darstellung des Daches wird am einfachsten durch eine Pyramide realisiert.

Auch bei den komplizierteren Geometrien wird darauf geachtet, diese möglichst mit wenig Aufwand darzustellen. Sollten die fehlenden Gebäude später noch in anderen Programmen erstellt werden, können die einfach modellierten Platzhalter gegen diese ausgetauscht werden. Deshalb macht eine ausführlichere Modellierung an dieser Stelle keinen Sinn. Da das Gebäude IX neben dem Audimax keinen rechteckigen Grundriss besitzt wird hier der

Modifikator *Extrudieren* verwendet. Es kann die Höhe entweder direkt als *Zahl* eingegeben oder Schritt für Schritt per *Mausscroll* angepasst werden. Das Dach des Gebäudes wird mit einem halben, liegenden Zylinder beschrieben.

Es ist auch möglich Gebäude mit dem Werkzeugpunkt *AEC Erweitert* zu erstellen. Hier können die einzelnen Wände gezeichnet und Fenster und Türen eingepasst werden. Bei der Konstruktion der Wände ist es, ebenso wie bei der Konstruktion eines Splines, am Ende möglich diesen fest zu schließen, wenn der Klick mit der Maus nahe genug am anfänglichen Punkt erfolgt. Schwierig ist es allerdings Dächer und Decken einzuziehen. Die einzige Möglichkeit besteht hier darin, ein Spline zu erstellen und diesen auf die Deckenhöhe zu extrudieren. Für Sattel- oder Walmdächer wäre ebenfalls eine komplizierte Konstruktion aus Splines und Extrusion denkbar. Auch problematisch ist das Einpassen von Fenstern und Türen in Objekte, die nicht mit dem Menüpunkt *Wände* erstellt wurden. Bei vordefinierten Wänden kann ein Fenster oder eine Tür an beliebiger Stelle erstellt werden und nachträglich an eine andere Position gesetzt werden. Je nachdem wo sich das Fenster oder die Tür befinden, entsteht dann das nötige Loch in der Wand. Dieser Effekt entfällt bei dem Versuch ein Fenster oder eine Tür in einen extrudierten Spline zu integrieren. Hier gibt es nur die Möglichkeit mittels boolescher Operatoren von Hand ein Loch einzufügen und das Fenster oder die Tür darin einzupassen.

Auf der Spitze des TU-Turms, Abbildung 20, wurde mit Hilfe der *Architekturobjekte* ein Gelände aufgebracht. Hierfür ist als Spur ein vordefinierter Spline erforderlich. Um die Uhr mit wenigen Mitteln darzustellen, wurde hier auf einen Torus zurückgegriffen, der halb in den Quader, aus dem der Turm gebildet ist, „versenkt“ ist.

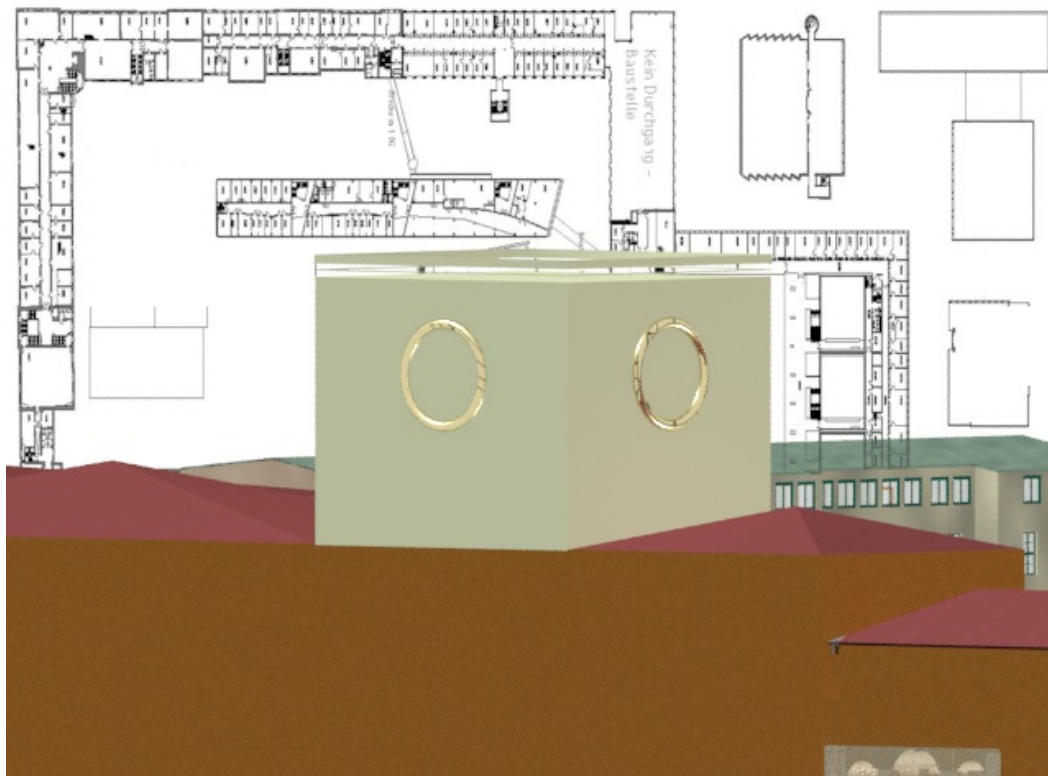


Abbildung 20: Gerenderter TU-Turm, 96 DPI (Standardeinstellung)

Da um die Gebäude platzieren zu können als Hintergrund der Grundriss nicht nur für Ansichtsfenster, sondern auch als Hintergrund-Map eingefügt wurde, ist dieser immer noch als Hintergrund zu sehen. Auch Einstellungen im Bereich *Hintergrund* konnten das nicht rückgängig machen.

Bei den importierten Gebäuden gab es bei der Materialienzuweisung das Problem, dass manchmal Elemente etwas ungünstig so zusammenhängen, dass Türen beispielsweise aus Travertin sind, nur weil den Säulen das Material Travertin zugewiesen wird.

Das Erstellen der Geosphäre, Abbildung 21, stellte sich als sehr kompliziert und aufwendig heraus. Um das Dialogfeld *Normalen ausrichten* öffnen zu können sind viele Schritte nötig. Da aber aufgrund der großen Datenmenge das Programm nur sehr langsam arbeitet, ist es nicht möglich das gewünschte Dialogfeld zu öffnen. Eine Möglichkeit wäre die Ansicht anzupassen und dafür auf eine *Adaptive Reduktion* zurück zu greifen, was allerdings auch nicht den gewünschten Effekt erzielte.

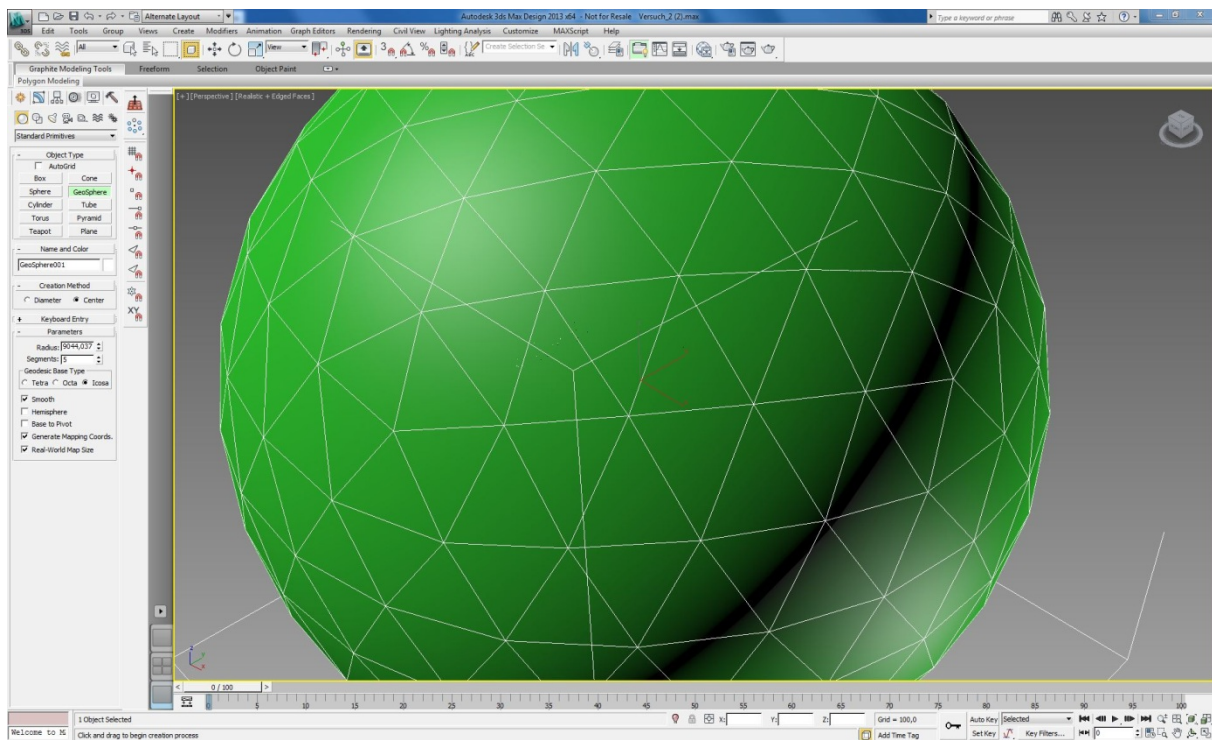
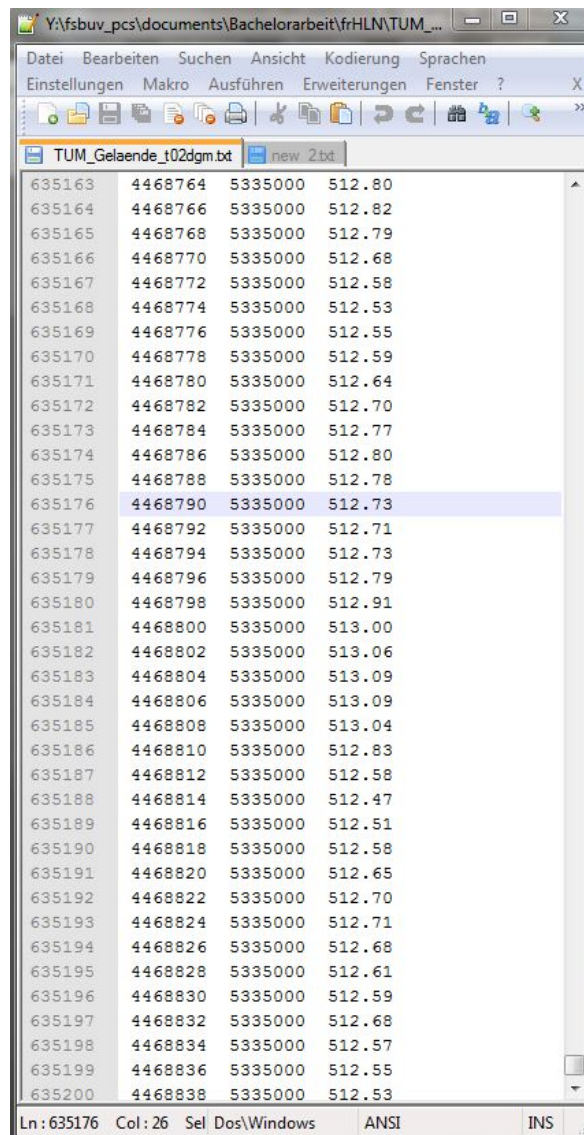


Abbildung 21: Erstellen der Geosphäre

Über das Menü *Erstellen* und den Unterpunkt *Helfer* kann eine andere Hemisphäre erstellt werden.

Das Einlesen von Geländedaten ist in 3ds Max Design nicht möglich. Darum wurden die Daten, die insgesamt 635.000 Punkte umfassen, Abbildung 22, zuerst als Geländemodell in Revit eingelesen. Hierfür wurde die Textdatei mit den Punktdaten erst einmal auf die nötige Form mit Excel und einem Editor gebracht, damit Revit diese lesen kann. Auch wurde die Datenmenge reduziert, da es in dem Modell nicht nötig ist, dass die Werte am Punkt (4467080, 5334998, 519.53) beginnen, sondern beispielsweise bei (7080, 998, 19.53).

Aufgrund der riesigen Datenmenge von 635.000 Punkten können nicht alle auf einmal eingelesen werden.



635163	4468764	5335000	512.80
635164	4468766	5335000	512.82
635165	4468768	5335000	512.79
635166	4468770	5335000	512.68
635167	4468772	5335000	512.58
635168	4468774	5335000	512.53
635169	4468776	5335000	512.55
635170	4468778	5335000	512.59
635171	4468780	5335000	512.64
635172	4468782	5335000	512.70
635173	4468784	5335000	512.77
635174	4468786	5335000	512.80
635175	4468788	5335000	512.78
635176	4468790	5335000	512.73
635177	4468792	5335000	512.71
635178	4468794	5335000	512.73
635179	4468796	5335000	512.79
635180	4468798	5335000	512.91
635181	4468800	5335000	513.00
635182	4468802	5335000	513.06
635183	4468804	5335000	513.09
635184	4468806	5335000	513.09
635185	4468808	5335000	513.04
635186	4468810	5335000	512.83
635187	4468812	5335000	512.58
635188	4468814	5335000	512.47
635189	4468816	5335000	512.51
635190	4468818	5335000	512.58
635191	4468820	5335000	512.65
635192	4468822	5335000	512.70
635193	4468824	5335000	512.71
635194	4468826	5335000	512.68
635195	4468828	5335000	512.61
635196	4468830	5335000	512.59
635197	4468832	5335000	512.68
635198	4468834	5335000	512.57
635199	4468836	5335000	512.55
635200	4468838	5335000	512.53

Abbildung 22: Punktdaten des Geländemodells unbearbeitet

Da sich die Punkte nicht alle in der richtigen Reihenfolge befinden, bildet das Programm ein unnatürliches Netz. Deshalb muss die Datei an geeigneter Stelle getrennt werden, um sie gut einlesen zu können. Auch ist es aufgrund der Datenmenge nötig die Punkte in kleineren Teilabschnitten einzulesen. Durch das einzelne Einlesen und Abspeichern entstehen keine unnatürlichen Netzkonstruktionen mehr, dafür „Risse“ im Gelände, wie in Abbildung 23 zu sehen, da die einzelnen Punkte nicht mehr mit einander vernetzt werden können.

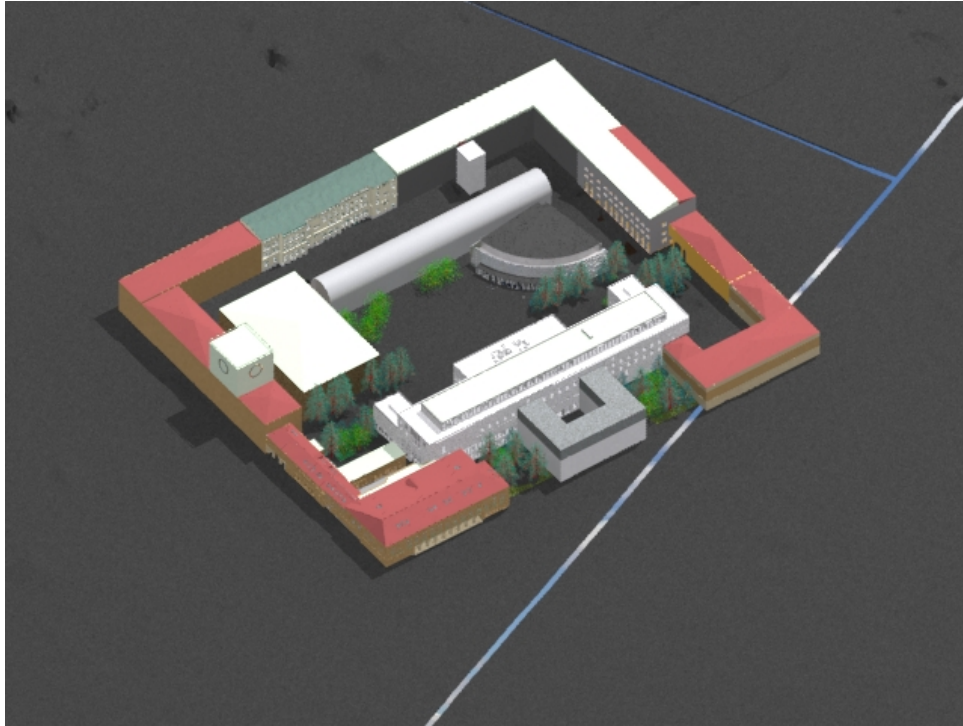


Abbildung 23: Risse im Geländemodell, 96 DPI (Standardeinstellung)

Um die Szene möglichst realistisch wirken zu lassen können auch Bäume und andere Bepflanzungen mit dem Werkzeugpunkt *AEC Erweitert – Bepflanzung* kreiert werden. Dort lässt sich nicht nur die Größe und Art der Bepflanzung festlegen, sondern auch wie dicht die Blätter/Nadeln wachsen, ob nur an der Baumkrone oder am gesamten Stamm. Zusätzlich kann immer derselbe Baumtyp erstellt werden, aber aufgrund von Zufallsalgorithmen gibt es minimale Abweichungen in der Baumgeometrie. So sieht jeder Baum vom gleichen Typ unterschiedlich aus. Diese Abweichungen in der Geometrie des Baumes bieten eine besonders realistische Optik der Bäume.

Das Beleuchten der Szene geschieht über mehrere unterschiedliche Lichter. Unter anderem lässt sich ein Himmels-/Umgebungslicht in die Szene integrieren. Es soll die Grundhelligkeit wiedergeben, wodurch in den unterschiedlichen Szenen verschiedene Tageszeiten vordefiniert werden können. Je nach eingestellter Lichtintensität kann damit ein Tag bei strahlendem Sonnenschein, ein stark bewölkter Nachmittag oder Nacht simuliert werden. Allerdings war es im Rahmen dieser Arbeit nicht möglich herauszufinden, wie die Einstellungen dieses Tools funktionieren, da es sich als zu aufwendig erwies und mit anderen Lichtern ein ähnlicher Effekt erzielt werden konnte. Die darüber hinaus vorhanden Lichter sind einzelne Spotlichter, die entweder frei leuchten oder auf ein bestimmtes Objekt oder Punkt ausgerichtet sind. Lichter können entweder ein Objekt oder auch die ganze Szene beleuchten. Sie erstellen einen Lichtkegel, bei dem sich die Streuung des Lichts und die Helligkeit des Lichtkerns einstellen lassen.

Beim Rendern der Szene ist auf die richtige Beleuchtung zu achten. Einerseits, entsteht bei falscher Lichtplatzierung nur ein komplett weißes oder schwarzes Bild, andererseits kann bei falscher Positionierung der Lichter und des Lichtkerns ein seltsamer unrealistischer

Schattenwurf entstehen, z. B. in Form eines erkennbaren Lichtkegels, wie in Abbildung 24 dargestellt.

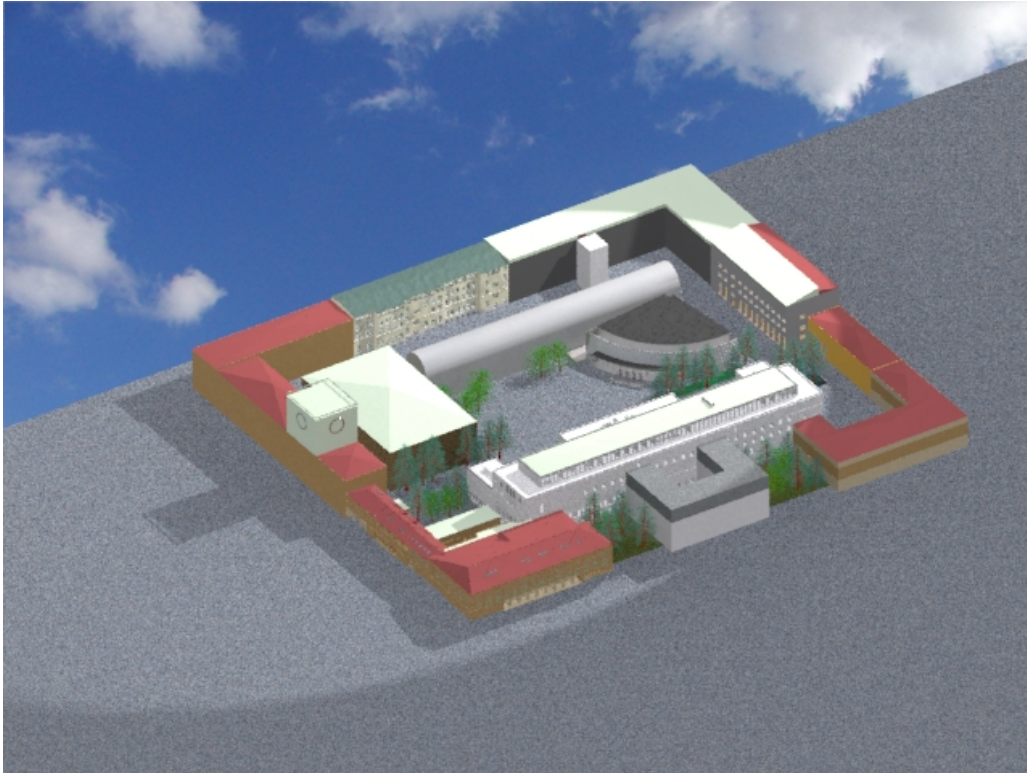


Abbildung 24: Szene mit schlecht gesetztem Scheinwerfer, 96 DPI (Standardeinstellung)

Es können in der Szene freie Kameras installiert werden. Diese können entweder frei platziert werden oder so, dass sie ein bestimmtes Objekt anvisieren. Besonders hilfreich ist die Funktion *Kamera aus Ansicht erstellen*. So kann eine Kamera erstellt werden, indem diese das aufzeichnet, was im Ansichtsfenster gerade zu sehen ist.

Auch mit Hilfe des Besichtigungs-Assistenten lassen sich Kameras erstellen. Hier wird eine Kamera erstellt, die auf Augenhöhe gesetzt werden kann. Zusätzlich wird ein Pfad, ein Spline, benötigt auf dem sich die Kamera bewegen kann. Außerdem kann die Neigung der Kamera eingestellt werden. Zum Schluss kann die Animation abgespeichert werden.

## Fazit

3ds Max Design ist für Personen konzipiert, die sich mit dem Programm länger auseinandersetzen. Für jemanden, der mit dem Programm umgehen kann, ist das Programm nützlich. Man hat die Möglichkeit alles zu visualisieren, nicht nur auf einer Standardebene, sondern mit den Details, Wünschen und Vorstellungen, die ein Architekt oder Planer hat. Doch für Personen, die nur kurz etwas darstellen möchten und sich nicht mit dem Programm an sich länger beschäftigt haben, ist dieses Programm ungeeignet, da es sich in keiner Weise intuitiv bedienen lässt.

Allerdings sind für die Darstellung von zu realisierenden Gebäuden die fertigen Gebäude aus anderen Dateien nötig, da es zwar leicht ist einfache Geometrien zu konstruieren, aber soll eine etwas individuellere und komplexere Form in 3ds Max Design dargestellt werden, wird das Konstruieren sehr kompliziert. Außerdem geht auch die Genauigkeit verloren. Das Ausmessen von Gegenständen ist mäßig möglich, das Eingeben von zu verändernden Gegenständen ist teilweise nicht möglich oder nur sehr umständlich. So wird das Konzipieren von Gegenständen in diesem Programm eine Sache des Augenmaßes. Es geht nicht darum die Realität abzubilden, sondern eine Szene zu erstellen, die realistisch wirkt.

Zur reinen Visualisierung von Ideen eignet sich dieses Programm allerdings gut. Es kann damit nicht konstruiert werden, aber visualisiert. Soll also ein Bauvorhaben für einen Bauherrn anschaulich dargestellt werden, kann in Autodesk 3ds Max Design, zwar etwas aufwendiger, aber dafür effektiv und überzeugend visualisiert werden, was sich unter einem Bauvorhaben vorzustellen ist.

Es lässt sich also mit 3ds Max Design genau das ermöglichen, worauf das Konzept des Programms ausgelegt ist, die Visualisierung. Darüber hinaus lässt sich nur schwer mit dem Programm etwas erarbeiten.

## Anhang A

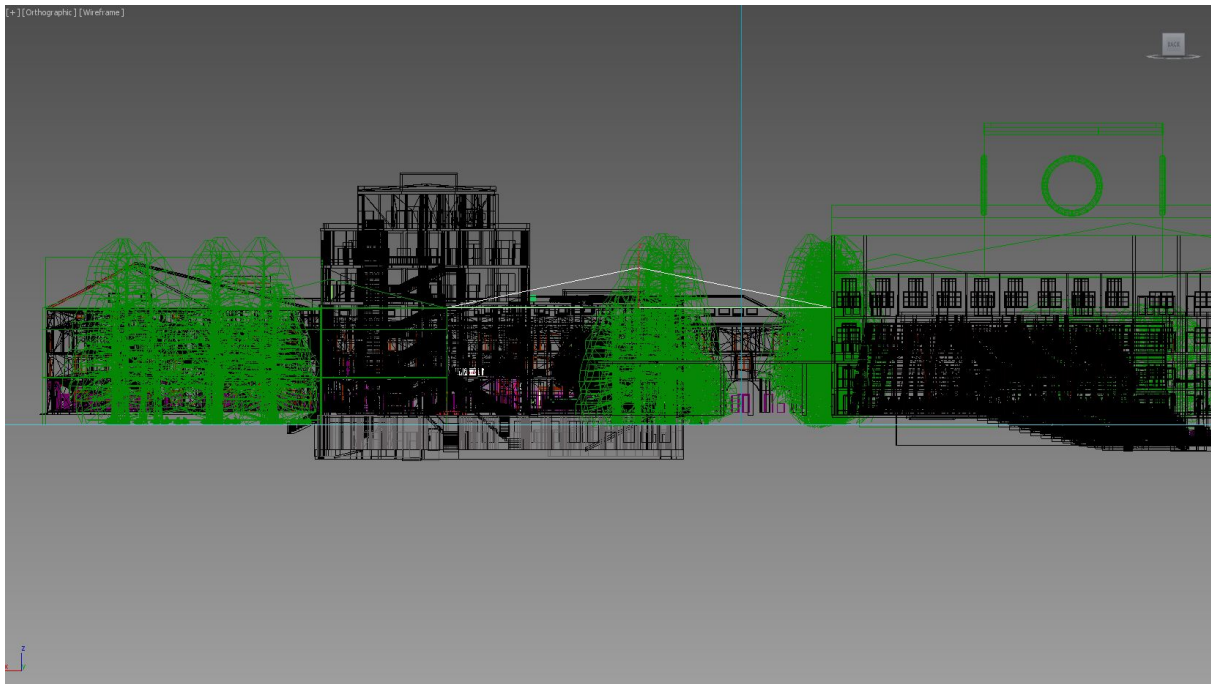
### Short Cut Tabelle

<b>Tastenkombination</b>	<b>Funktion</b>
STRG+O	Datei öffnen
STRG+S	Datei speichern
STRG+Y	Letzten Operator wiederholen
STRG+Z	Letzten Operator rückgängig machen
Entf	Löschen
STRG+A	Alles auswählen
STRG+G	Nichts auswählen
STRG+I	Auswahl umkehren (alles nicht ausgewählte auswählen)
H	Nach Namen auswählen
ALT+A	Ausrichten
Shift+Z	Ansichtsänderung rückgängig machen
Shift+Y	Ansichtsänderung wiederholen
STRG+C	Kamera aus Ansicht erstellen
STRG+V	Klonen
W	Auswählen und verschieben
E	Auswählen und rotieren
R	Auswählen und skalieren
M	Material Editor
F	Vorderansicht
L	Linke Ansicht
T	Ansicht von Oben
B	Ansicht von Unten
C	Kameraansicht
ALT+Z	Zoomen

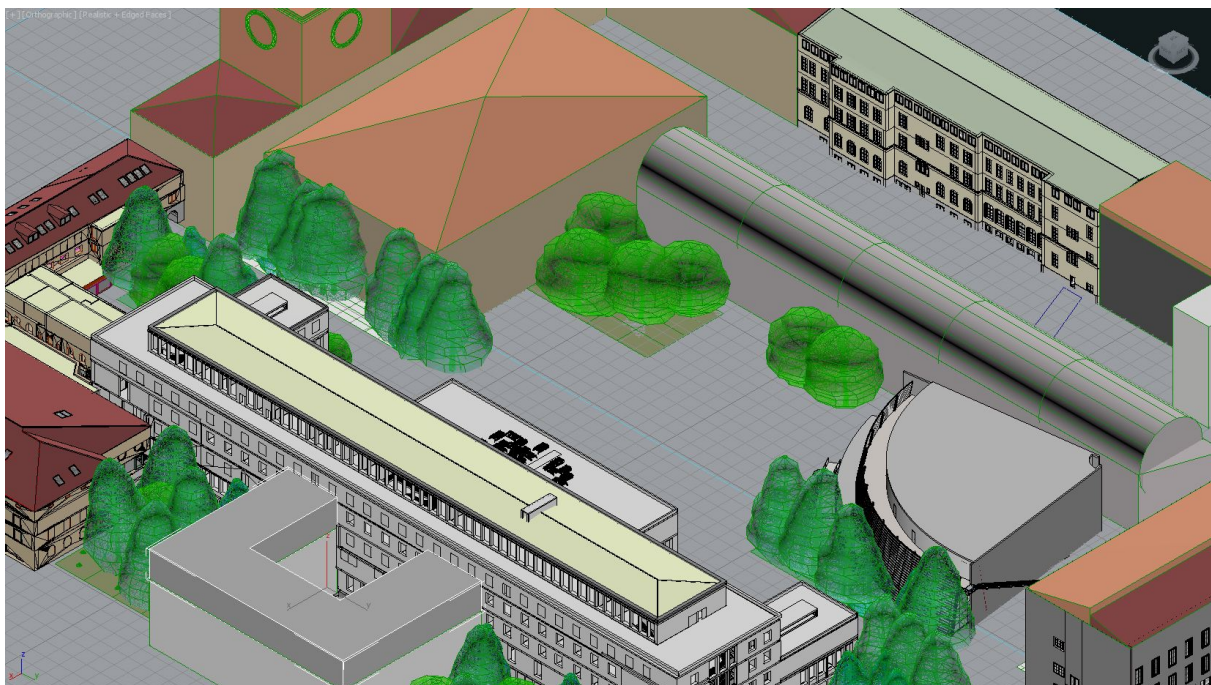
Diese Liste enthält nicht alle möglichen Short Cuts, sondern ist lediglich ein kleiner Auszug der in 3ds Max Design vorprogrammierten Short Cuts.



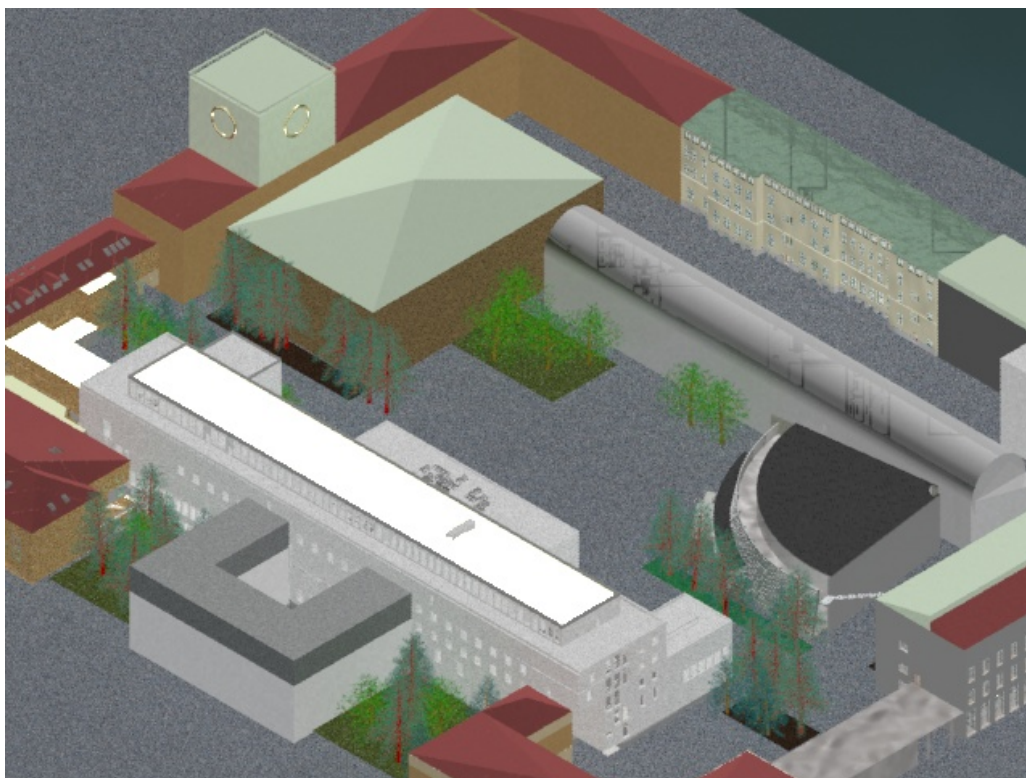
## Renderings und andere Bilder des Modells



Drahtansicht des Modells



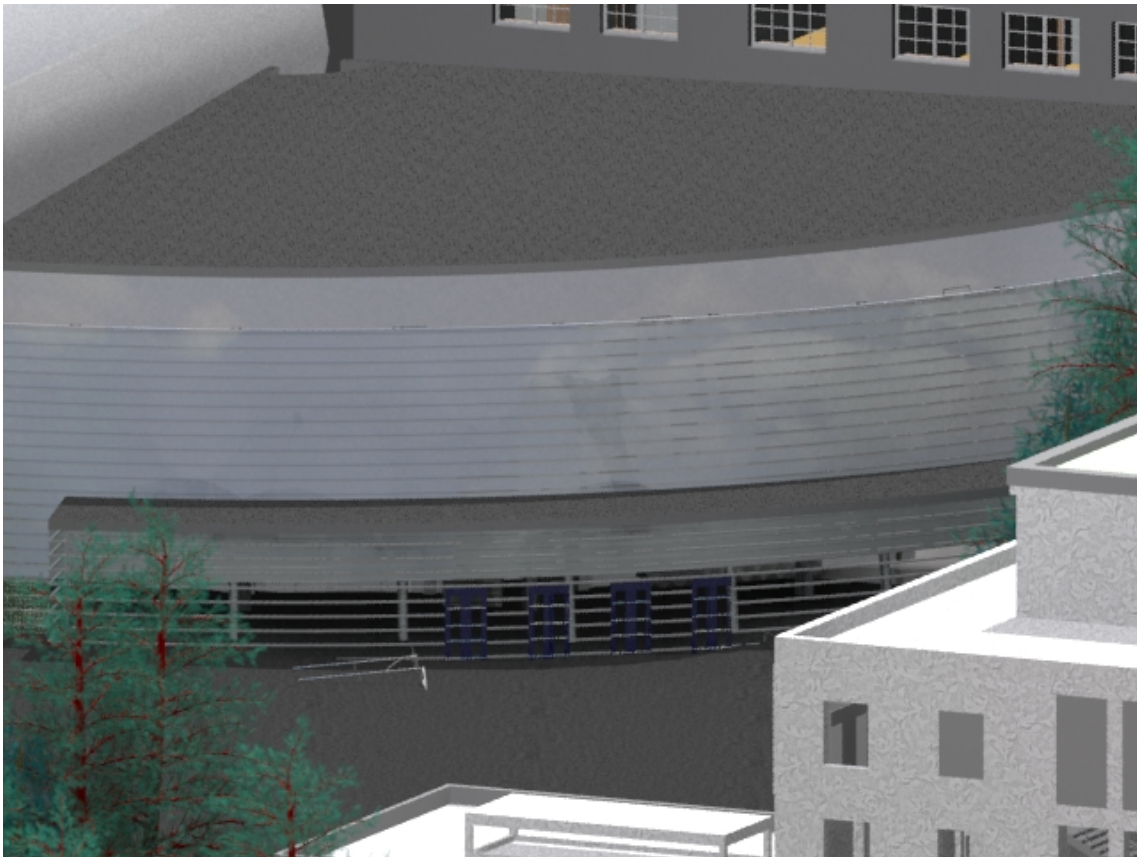
Schattierte Ansicht des Modells



Selbe Ansicht als gerendertes Bild, 96 DPI (Standardeinstellung)



Süd-Ost-Seite des Campus, 96 DPI (Standardeinstellung)



**Gerendertes Bild des Audimax, dabei sind Spiegelungen des Himmels auf den Fensterscheiben des Gebäudes zu beachten. 96 DPI (Standardeinstellung)**

## **Anhang B**

### **Compact Disc**

Auf der Compact Disc sind folgende Daten zusammengestellt:

- Eine PDF- und eine DOCX-Version der schriftlichen Arbeit
- Das Gebäudemodell der Technischen Universität München
- Gerenderte Bilder des Modells
- Die als Text-Dokument aufbereiteten Geländedaten
- Animationsdateien, die einen Rundgang durch das Modell zeigen

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Früheres Autodeskklogo; [8] <a href="http://www.cadtutor.net/forum/showthread.php%3F15081-More-Autodesk-History-Courtesy-of-Autodesk-Founder-John-Walker">http://www.cadtutor.net/forum/showthread.php%3F15081-More-Autodesk-History-Courtesy-of-Autodesk-Founder-John-Walker</a> .....	7
Abbildung 2: Autodesk Gründer. "They didn't walk on water, but they could fly pretty well." [15] Walker, J. (1994) The Autodesk File: Bits of History, Words of Experience.....	7
Abbildung 3: 3ds Max Design Logo, erstellt mit 3ds Max Design; [17] <a href="http://tutorialz.in/tutorials/auto-key-tutorial-easy-animation-in-3ds-max/">http://tutorialz.in/tutorials/auto-key-tutorial-easy-animation-in-3ds-max/</a> .....	8
Abbildung 4: Verschiedene Ansichten in einem Fenster .....	10
Abbildung 5: Transformationshilfsmittel.....	10
Abbildung 6: Materialien zuweisen .....	11
Abbildung 7: Rendervorgang .....	12
Abbildung 8: Benutzeroberfläche nach dem Öffnen des Programms.....	13
Abbildung 9: Schaltfläche zur Navigation .....	13
Abbildung 10: Schaltfläche Auswahl.....	14
Abbildung 11: Auswahlbereich.....	14
Abbildung 12: Dreh-Gizmo .....	17
Abbildung 13: Material-Editor.....	18
Abbildung 14: Vergleich der Skalierung der FBX- zur AutoCAD-Datei anhand des Audimax und des Gebäudes II .....	24
Abbildung 15: Import einer 3ds Max Design Datei in ein 3ds Max Design Projekt .....	25
Abbildung 16: Fehlermeldung beim Einlesen einer IFC-Datei in ein Revitprojekt.....	27
Abbildung 17: Layeraufteilung nach Objekten und Unterobjekten .....	28
Abbildung 18: Bild als Hintergrund einfügen.....	29
Abbildung 19: "Löcher" in der Wand an Gebäude II.....	30
Abbildung 20: Gerenderter TU-Turm .....	31
Abbildung 21: Erstellen der Geosphäre .....	32
Abbildung 22: Punktdaten des Geländemodells unbearbeitet.....	33
Abbildung 23: Risse im Geländemodell .....	34
Abbildung 24: Szene mit schlecht gesetztem Scheinwerfer .....	35

## Literaturverzeichnis

- [1] Inauguration du bureau à Neuchâtel. (1991).
- [2] Autodesk Deutschland GmbH. (2010). *Autodesk Kompendium, BIM Building Information Modeling*. Abgerufen am 16. Juli 2012 von CADCON Technisches Zeichenbüro:  
[http://www.cadcon.at/\\_data/container/container\\_32/File.1/Autodesk\\_BIM\\_Kompendium\\_final.pdf](http://www.cadcon.at/_data/container/container_32/File.1/Autodesk_BIM_Kompendium_final.pdf)
- [3] Autodesk, Inc. (2003-2012). *Building Information Modeling, About BIM*. Abgerufen am 08. Juli 2012 von Autodesk, Inc.: <http://usa.autodesk.com/building-information-modeling/about-bim/>
- [4] Autodesk, Inc. (2012). *3ds Max-Helfer*. Abgerufen am 27. Juli 2012 von Autodesk, Inc.: <http://docs.autodesk.com/3DSMAX/15/DEU/3ds-Max-Help/index.html?url=files/GUID-02C30DB8-F09D-43B8-8EF4-BA1FA4BB5368.htm>
- [5] Autodesk, Inc. (2012). *Autodesk 3ds Max-Produkte*. Abgerufen am 16. Juli 2012 von Autodesk, Inc.:  
<http://www.autodesk.de/adsk/servlet/pc/index?id=14642267&siteID=403786>
- [6] buildingSMART e.V. (2000-2011). *Software*. Abgerufen am 16. Juli 2012 von buildingSMART e.V.: [http://www.buildingsmart.de/2/2\\_01.htm](http://www.buildingsmart.de/2/2_01.htm)
- [7] CAD NEWS MAGAZIN. (Februar 2005). *Neuer Trend oder alter Hut? Building Information Modeling - Was verbirgt sich wirklich dahinter?* Abgerufen am 18. Juli 2012 von CAD NEWS MAGAZIN: [http://www.cad-news.de/pdf/CAD%20NEWS%20MAGAZIN%2002-2005\\_Seite%201619.pdf](http://www.cad-news.de/pdf/CAD%20NEWS%20MAGAZIN%2002-2005_Seite%201619.pdf)
- [8] *CAD Tutor*. (kein Datum). Abgerufen am Juli 2012 von <http://www.cadtutor.net/forum/showthread.php%3F15081-More-Autodesk-History-Courtesy-of-Autodesk-Founder-John-Walker>
- [9] Dolan, K. A. (27. September 2010). *Building A Hospital Out of Bits And Bricks*. Abgerufen am 20. Juli 2012 von Forbes Magazine:  
<http://www.forbes.com/forbes/2010/0927/technology-virtual-construction-3d-software-ucsf-hospital.html> 2012 Forbes.com LLC™
- [10] GRAPHISOFT. (2011). *Das Virtuelle Gebäudemodell, BIM von Graphisoft*. Abgerufen am 20. Juli 2012 von GRAPHISOFT:  
[http://pub.graphisoft.de/gsmucftp/marketing/flyer/produkt/Flyer\\_VGModell.pdf](http://pub.graphisoft.de/gsmucftp/marketing/flyer/produkt/Flyer_VGModell.pdf)
- [11] GRAPHISOFT. (2012). *Das Virtuelle Gebäudemodell / Building Information Modeling (BIM)*. Abgerufen am 20. Juli 2012 von GRAPHISOFT:  
[http://www.graphisoft.de/produkte/virtuelles\\_gebaude/](http://www.graphisoft.de/produkte/virtuelles_gebaude/)

- [12] GRAPHISOFT. (2012). *GRAPHISOFT - Das Unternehmen*. Abgerufen am 20. Juli 2012 von GRAPHISOFT: <http://www.graphisoft.de/unternehmen/graphisoft/>
- [13] Nemetschek Allplan Deutschland GmbH. (2012). *Planen Sie noch oder Arbeiten Sie schon mit BIM?* Abgerufen am 19. Juli 2012 von Nemetschek Allplan Deutschland GmbH: <http://www.nemetschek-allplan.de/software/bim/bim-building-information-modeling.html>
- [14] RIB Software AG. (2012). *Die digitale Darstellung der physischen und funktionalen Gebäudestruktur – das sogenannte Building Information Modelling (BIM)*. Abgerufen am 18. Juli 2012 von RIB Software AG: <http://group.rib-software.com/de/company/our-market/building-information-modelling-bim/>
- [15] RIB Software AG. (2012). *Visionen und Innovationen, Die Zukunft - Modellbasierte, virtuelle Arbeitsweise*. Abgerufen am 18. Juli 2012 von RIB Software AG: <http://www.rib-software.com/de/ueber-rib/unternehmen/visionen-innovationen.html>
- [16] TU München. (2003-2012). *Meilensteine der TUM-Geschichte*. Abgerufen am 16. Juli 2012 von Technische Universität München: [http://portal.mytum.de/tum/geschichte/index\\_html](http://portal.mytum.de/tum/geschichte/index_html)
- [17] *Tutorialz*. (kein Datum). Abgerufen am Juli 2012 von <http://tutorialz.in/tutorials/auto-key-tutorial-easy-animation-in-3ds-max/>
- [18] Walker, J. (1994). *The Autodesk File: Bits of History, Words of Experience*. Neuchâtel, Schweiz.
- [19] Wikipedia. (07. Juli 2012). *Building Information Modeling*. Abgerufen am 16. Juli 2012 von Wikipedia: [http://de.wikipedia.org/wiki/Building\\_Information\\_Modeling](http://de.wikipedia.org/wiki/Building_Information_Modeling)
- [20] Wikipedia. (25. Juli 2012). *CAD*. Abgerufen am 26. Juli 2012 von Wikipedia: <http://de.wikipedia.org/wiki/CAD>
- [21] Wikipedia. (14. Februar 2012). *Final Gathering*. Abgerufen am 28. Juli 2012 von Wikipedia: [http://de.wikipedia.org/wiki/Final\\_Gathering](http://de.wikipedia.org/wiki/Final_Gathering)
- [22] Wikipedia. (11. Juli 2012). *Mental Ray*. Abgerufen am 27. Juli 2012 von Wikipedia: [http://de.wikipedia.org/wiki/Mental\\_Ray](http://de.wikipedia.org/wiki/Mental_Ray)
- [23] Wikipedia. (13. Juli 2012). *Raytracing*. Abgerufen am 27. Juli 2012 von Wikipedia: <http://de.wikipedia.org/wiki/Raytracing>

## **Eidesstaatliche Erklärung**

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Bachelorthesis selbstständig angefertigt habe. Es wurden nur die in der Arbeit ausdrücklich benannten Quellen und Hilfsmittel benutzt. Wörtlich oder sinngemäß übernommenes Gedankengut habe ich als solches kenntlich gemacht.

Ich versichere außerdem, dass die vorliegende Arbeit noch nicht einem anderen Prüfungsverfahren zugrunde gelegen hat.

München, 10. September 2012

---

Helene Meyer

H. Meyer

