# Trainers for Visually Impaired Students Introduce 3D Printing

## *Tutorial Modul 5*
## *Einführung in die CAD Software Autodesk Fusion360*

Tutorial für den T4VIS-In3D Trainer-Kurs

Herausgegeben vom
T4VIS-In3D Projekt Konsortium

Kofinanziert durch das Programm Erasmus+ der Europäischen Union

Das Projekt "T4VIS-In3D" wurde vom " ERASMUS+" Programm der Europäischen Kommission kofinanziert

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung trägt allein der Verfasser. Die Kommission haftet nicht für die weitere Verwendung der darin enthaltenen Angaben.

Dieses Tutorial wird vom T4VIS-IN3D Projektkonsortium herausgegeben.

**Lizenzierung**

“Trainers for Visually Impaired Students Introduce 3D Printing” ist lizenziert unter **Attribution-ShareAlike 4.0 International (CC BY-SA 4.0)**

## Gedruckt:

*August 2021 durch Berufsförderungswerk Düren gGmbH*

**Das T4VIS-In3D Projekt Konsortium:**

**Berufsförderungswerk Düren gGmbH** (Projekt Koordination)
Karl-Arnold-Str. 132-134, D52349 Düren, Deutschland, http://www.bfw-dueren.de

**FUNDACION ASPAYM CASTILLA Y LEON**
C/ SEVERO OCHOA 33, LAS PIEDRAS 000, 47130, SIMANCAS VALLADOLID, Spanien, https://www.aspaymcyl.org/

**HILFSGEMEINSCHAFT DER BLINDEN UND SEHSCHWACHEN OSTERREICHS**
JAGERSTRASSE 36 - 1200, WIEN, Österreich, https://www.hilfsgemeinschaft.at/

**Instituttet for Blinde og Svagsynede, IBOS**
Rymarksvej 1 - 2900, Hellerup – Dänemark, https://www.ibos.dk

**Istituto Regionale Rittmeyer per i ciechi di Trieste**
Viale Miramare 119, 34136 Trieste, Italien, http://www.istitutorittmeyer.it/

**NRCB**
24 Landos Str., Plovdiv, 4006, P. Box 11, Bulgarien, http://www.rehcenter.org

# Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis ..... 3
1 Allgemeines ..... 5
2 Autodesk Fusion360 Download und Installation ..... 7
3 Erste Schritte in Fusion360 ..... 7
3.1 Graphische Benutzeroberfläche und wichtige Schaltflächen ..... 8
3.1.1 Die Schnellzugriffsleiste ..... 9
3.1.2 Der Werkzeugkasten ..... 13
3.1.3 Die Browserpalette ..... 13
3.1.4 Der View Cube ..... 14
3.1.5 Navigationswerkzeuge und Ansichtseinstellungen ..... 14
3.1.6 Die Zeitachse ..... 15
4 Konstruieren mit Fusion 360 ..... 15
4.1 Der Start. Zeichnen von Skizzen ..... 15
4.1.1 Kreis, Rechteck und Linie ..... 17
4.1.2 Polygon, Spline und Text ..... 19
4.1.3 Verschieben und Kopieren von Skizzen ..... 22
4.1.4 Die Funktion „Versatz“ und „Stutzen“ ..... 25
4.2 Anordnen von Skizzen ..... 27
4.3 Von der Skizze zum 3D-Körper ..... 28
4.4 Erstellen von Volumenkörpern ohne Skizzenfunktion ..... 29
4.5 Verschieben und Kopieren von Volumenkörpern ..... 31
4.6 Erstellen von Volumenkörpern mit den Funktionen „Drehen“ und „Sweep“. 32
4.6.1 Die Funktion „Drehen“ ..... 32
4.6.2 Die Funktion „Sweep“ ..... 33
5 Übungsaufgabe Grundriss ..... 34
5.1 Grundriss und Bodenplatte ..... 35
5.2 Säulen und Mobiliar ..... 38
5.3 Kombinieren der Volumenkörper ..... 43
6 Erstellen von STL-Dateien ..... 45
7 Erstellen von taktilen Lagekarten aus Grafiken ..... 46
8 Erstellen von taktilen Braille-Modellen ..... 48
9 Bearbeiten von STL Dateien ..... 50
9.1 Löschen von Netzelementen ..... 51
9.2 Bearbeiten von Netzelementen ..... 54

10 Abbildungsverzeichnis ..... 56
11 Literaturverzeichnis ..... 58
12 Anhang ..... 59

# 1 Allgemeines

Auf dem Markt sind verschiedene Softwareprodukte zum „Computer Aided Design“ (kurz: CAD) erhältlich. Diese zeichnen sich durch unterschiedliche Spezifikationen und Einsatzbereiche aus. Die wohl bekanntestes CAD Anwendung ist „AutoCAD“ der Firma Autodesk.

Hierbei handelt es sich um eine CAD Anwendung, die vornehmlich eine 2D Zeichnung ermöglicht, also das klassische Zeichenblatt ersetzt. 3D Funktionen wurden in „Toolsets“ hinzugefügt
Weitere bekannte CAD Programme sind:[1]

| Name | Hersteller | Einsatzbereiche | Link |
|---|---|---|---|
| Catia | Dassault Systems | Luft-Raumfahrttechnik, KFZ- Herstellung, Maschinenbau, Großunternehmen | http://www.3ds.com/de/produkte-und-services/catia/ |
| Fusion360 | Autodesk | Produktdesign, Werkzeugbau, Kleinere Unternehmen | https://www.autodesk.de/products/fusion-360/overview |
| Inventor | Autodesk | Produktdesign, Werkzeugbau, Architektur, Mittlere Unternehmen | https://www.autodesk.de/products/inventor/overview?us_oa=dotcom-us&us_si=3b99b45b-f3a0-4ec7-9bb8-e2370ab4276d&us_st=inventor&us_pt=INVNTOR |
| Rhino(ceros 3D) | Robert McNeel & Associates | Produktdesign, Architektur, Kleine- und Mittlere Unternehmen | https://www.rhino3d.com/ |
| Solid Edge | Siemens | Maschinenbau, Anlagenbau, Werkzeugbau, Großunternehmen | http://www.plm.automation.siemens.com/de_de/products/velocity/solidedge/ |
| Solid Woks | Dassault Systems | Maschinenbau, Anlagenbau, Werkzeugbau, Großunternehmen | http://www.solidworks.de/ |

Die Entscheidung zur Verwendung von Autodesk Fusion360 für taktile Lehrmedien hatte folgende Gründe:

1. Gutes Preis-/Leistungsverhältnis, verfügbare Schullizenzen
2. Umfassende Unterstützung von 3D Konstruktionen
3. Leicht zu erlernen, Verfügbare Online-Tutorials

[1] Aufzählung in alphabetischer Reihenfolge ohne Hinweis auf Marktanteile

Die Software Autodesk Fusion360 ist eine sehr umfassende CAD Anwendung, mit der sehr komplexe technische Konstruktionen erstellt werden können. Für die Herstellung taktiler Lehrmaterialien ist tatsächlich nur ein Bruchteil des Funktionsumfanges von Fusion360 erforderlich. Auf diese Grundfunktionen wird hier eingegangen. Dies wird völlig ausreichen, um taktile Lagekarten und einfache taktile Modelle für den Technik- oder den Naturkundeunterricht zu erstellen.

Da mehrmals im Jahr ein Update zur Software erscheint, kann es durchaus vorkommen, dass sich die graphische Benutzeroberfläche oder die Menüs ändern und nicht mehr mit den hier aufgeführten Illustrationen identisch ist.

Für Leser, die detaillierter in Fusion360 einsteigen möchten, sind die Video Tutorials von Autodesk empfohlen. Diese sind abrufbar unter:
https://help.autodesk.com/view/fusion360/ENU/courses/AP-GET-STARTED-OVERVIEW
Oder scannen Sie den QR Code mit dem Smartphone:

---

Für die meisten Ausbilder in einer Bildungseinrichtung für Menschen mit Sehbehinderung ist der Umgang mit einem CAD Programm eher unbekannt. Der große Funktionsumfang sowie der technische Anwendungshintergrund scheint für Neueinsteiger sogar beängstigend. Dass die Anwendung von Fusion360 aber durchaus einfach ist, beweist das unten abgebildete Modell. Dies hat ein 16-jähriger Schüler nach nur 30 minütiger Einweisung in Fusion 360 in 18 Stunden selbständig konstruiert. Als Vorlage dienten ausschließlich Fotos und Zeichnungen aus dem Internet. Es wurden dabei, die hier beschriebenen Verfahren angewendet.

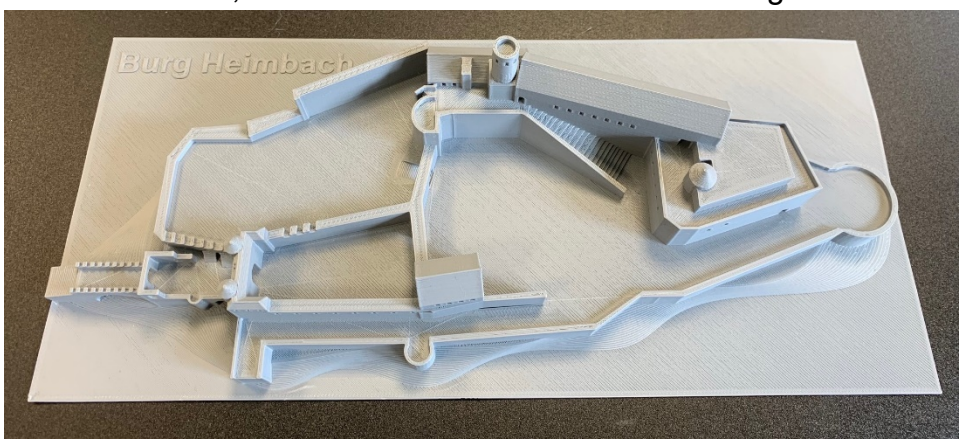



**Abbildung 1 Mit Fusion360 konstruiertes Gebäude**

# 2 Autodesk Fusion360 Download und Installation

Autodesk Fusion360 ist für Privatanwender und den nichtkommerziellen Einsatz kostenfrei erhältlich. Aber diese Version ist in den Funktionen stark eingeschränkt. Für Bildungseinrichtungen ist eine Education Version erhältlich, die den vollen Funktionsumfang bietet. Hierzu muss lediglich eine Registrierung erfolgen. An dieser Stelle wird empfohlen, diese Vollversion zu verwenden. Alle Beschreibungen und Illustrationen basieren auf dieser Version.

Zum gegenwärtigen Zeitpunkt (August 2021) besteht die Möglichkeit Fusion360 als Einzelplatz- oder Campuslizenz im Download zu beziehen. Als Voraussetzung für die Installation ist eine stabile Internetverbindung. Sowohl bei der Installation als auch bei jedem Start wird online die Lizenzversion geprüft. Sollte die Internetverbindung bei der Installation nicht bestehen, lässt sich Fusion360 nicht installieren. Sollte nach der Installation keine Internetverbindung bestehen, kann man über einen begrenzten Zeitraum offline arbeiten.

Fusion360 ist Cloud-basiert. Man kann zwar alle Konstruktionen lokal abspeichern, das vorgesehene Speicherverfahren ist jedoch die Cloud. Jeder Administrator kann für seine Kurse einen Ordner mit Unterordnern anlegen. Eine Bearbeitung ist somit auch von anderen Computern möglich. Es gibt sogar Apps für Smartphones und Tablets.

Zum Betrieb von Fusion360 schreibt Autodesk eine technische Mindestkonfiguration vor. Diese findet sich unter: https://knowledge.autodesk.com/support/fusion-360/troubleshooting/caas/sfdcarticles/sfdcarticles/System-requirements-for-Autodesk-Fusion-360.html

Damit Fusion360 jedoch problemlos funktioniert, sollte der Computer über eine 3D fähige Graphikkarte mit mindestens 4 GByte VRAM und einem Arbeitsspeicher von 12 GByte verfügen. Damit lassen sich Ansichtsänderungen verzögerungsfrei durchführen.

# 3 Erste Schritte in Fusion360

Nach der Installation lässt sich Fusion entweder über das Icon auf dem Desktop oder das Startmenü öffnen. Beim ersten Start nach der Installation wird zur Eingabe der Autodesk ID sowie des Passwortes aufgefordert. Ohne diese Identifikation lässt sich Fusion360 nicht starten. Somit ist es erforderlich, dass diese Daten den Benutzern verfügbar sind oder die Anmeldung durch den Administrator durchgeführt wird.
Nach dem erfolgreichen Start öffnet sich die Arbeitsfenster. Den größten Bereich des Fensters bildet der Arbeitsbereich. Dieser Arbeitsbereich stellt das virtuelle Zeichenblatt dar, das beliebig verschoben, gedreht und vergrößert werden kann.

Kofinanziert durch das Programm Erasmus+ der Europäischen Union

## 3.1 Graphische Benutzeroberfläche und wichtige Schaltflächen

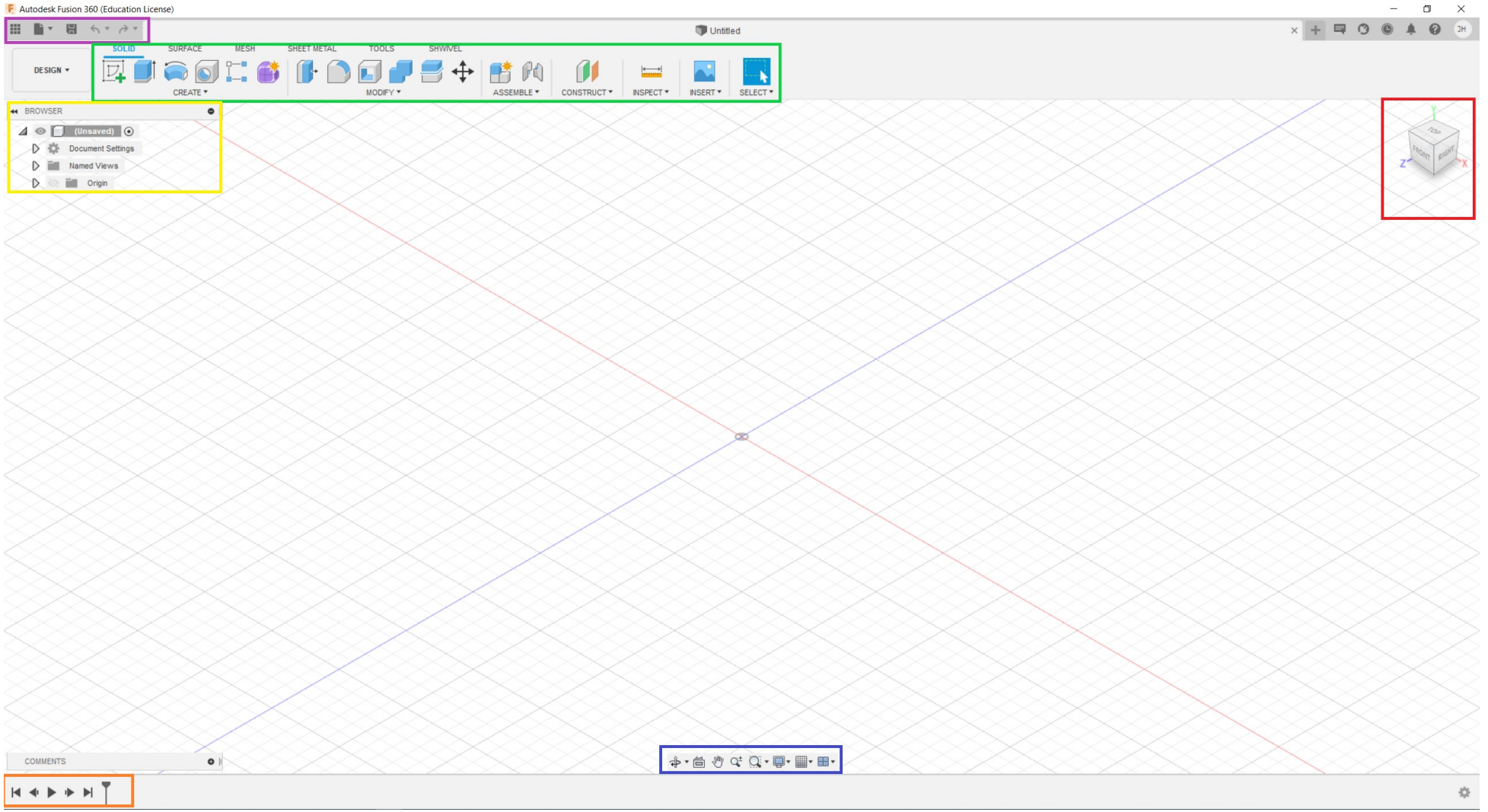



**Abbildung 2 Benutzeroberfläche von Fusion360**

Die verschiedenen Schaltflächen wurden zur Erläuterung in verschiedenen Farben umrandet. Diese werden in den folgenden Kapiteln so weit erläutert, wie diese für die Konstruktion taktiler Materialien erforderlich sind.

- Schnellzugriffsleiste
- Werkzeugkasten
- Browserpalette
- View Cube
- Navigationswerkzeuge und Ansichtseinstellungen
- Zeitachse

### 3.1.1 Die Schnellzugriffsleiste

Die Schnellzugriffsleiste enthält alle Funktionen zum Speichern, Exportieren und Laden von Dateien.

**Abbildung 3 Die Schnellzugriffsleiste**

Die Schnellzugriffsleiste beinhaltet von links nach rechts die folgenden Funktionen:

- Gruppendaten
- Dateifunktionen
- (Aktuelle Konstruktion) speichern
- Letzten Befehl rückgängig machen
- Letzten Befehl wiederholen

Die letzten drei der oben genannten Funktionen sind selbsterklärend.

#### 3.1.1.1 Gruppendaten

Sofern man die eigenen Konstruktionen in der Cloud speichert, bietet diese Funktion den schnellsten und einfachsten Zugriff auf die dort abgespeicherten Konstruktionen. Aktiviert man die Schaltfläche erscheint der zuletzt verwendete Projektordner. Hier werden die angelegten Unterordner oder Konstruktionen angezeigt. Diese kann man mit Doppelklick der Maus öffnen. Anschließend kann man die Ansicht durch erneutes Aktivieren der Schaltfläche, oder das X Symbol des Gruppendatenfensters wieder schließen.

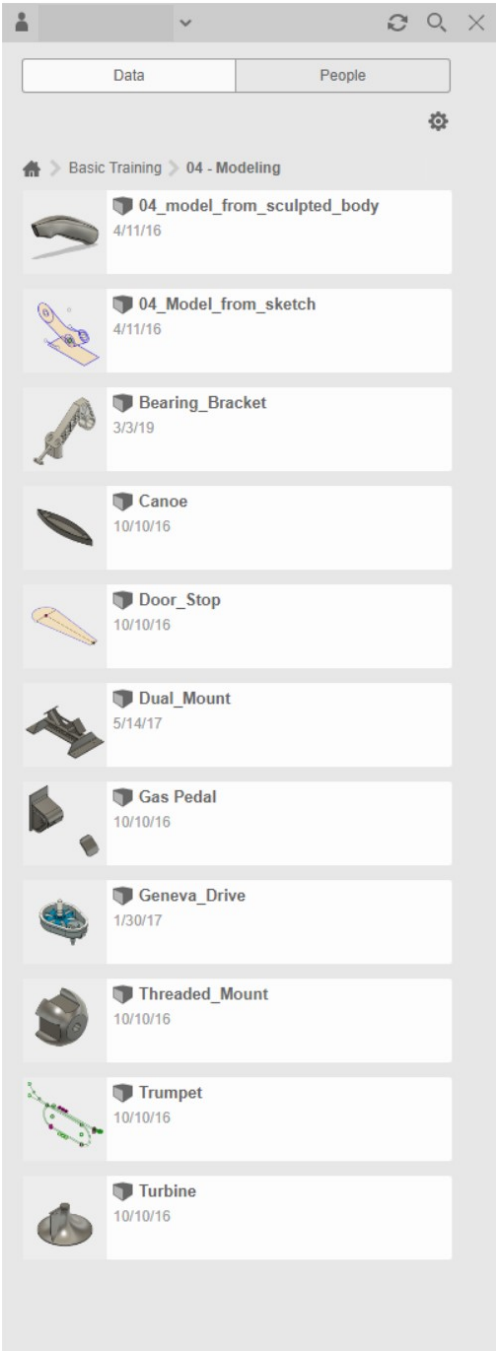



**Abbildung 4 Geöffnetes Gruppendaten Fenster mit Konstruktionen**

### *3.1.1.2 Dateifunktion*

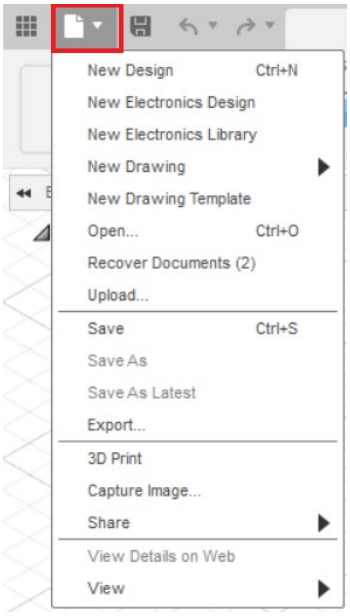



**Abbildung 5 Menüleiste der Dateifunktion**

Dieses Menü ist in vier untereinander angeordnete Blöcke unterteilt.

Im ersten Block lassen sich neue Konstruktionen beginnen. Für unsere Zwecke ist „Neues Design“ zweckmäßig.

Im zweiten Block sind die Funktionen „Speichern (unter)“ und „Export“ relevant.
Die Funktion „Speichern“ ermöglicht ein Speichern der Datei **in der Cloud** zu. Wurde noch kein Dateiname vergeben, wird ein Dialogfenster geöffnet, dass zur Eingabe des Dateinamens und des Ordners in der Cloud auffordert. Um das gesamte Dialogfenster sehen zu können sollte die Schaltfläche im rechten Bereich aktiviert werden.
Hier werden die unter dem Benutzernamen angelegten Ordner in der Fusion360 Cloud angezeigt. Diese Ordner werden als „Projekt“ bezeichnet und lassen sich wiederum mit mehreren Ordnern unterteilen.

Durch entsprechende Schaltflächen lassen sich neue Projekte auf der obersten Ebene erstellen und auch neue Ordner anlegen.

Eine Option zur Speicherung auf einem lokalen Datenträger wird in dieser Funktion nicht angeboten.

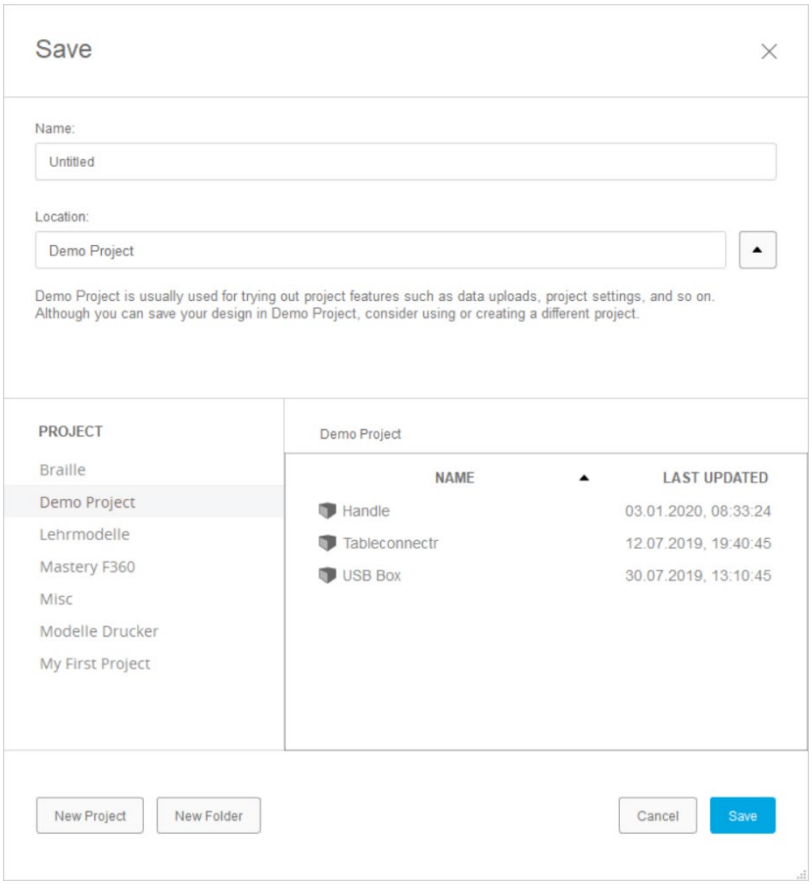



**Abbildung 6 Das "Speichern" Dialogfenster“**

Die Funktion (Aktuelle Konstruktion) speichern in der Schnellzugriffsleiste ist identisch mit der oben beschriebenen Funktion.

Die Funktion „Export“ ermöglicht das lokale Speichern einer Datei auf einem Datenträger. Das Fenster dieser Funktion ähnelt dem in Abbildung 6 gezeigten Fenster. Hier wird lediglich im Zielordner auf einen lokalen Datenträger verwiesen.

Die weiteren Funktionen in den verbleibenden zwei Blöcken sind für unsere Zwecke weniger relevant.

### 3.1.2 Der Werkzeugkasten

Der Werkzeugkasten ist das mächtigste Werkzeug, denn es beinhaltet alle Elemente, die zur Konstruktion erforderlich sind. Beim Start von Fusion360 ist darauf zu achten, dass der Menüpunkt „Volumenkörper“ (engl. Solid) aktiviert ist. Dann entspricht der Werkzeugkasten der folgenden Abbildung.

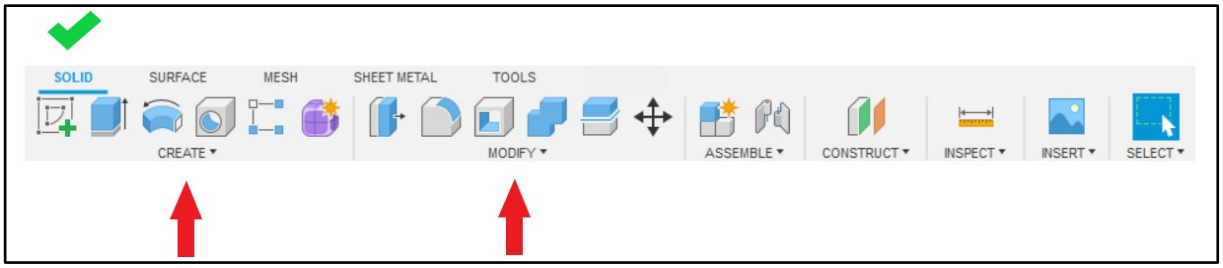



**Abbildung 7 Die Darstellung des Werkzeugkastens in der Einstellung "Volumenkörper"**

Der Werkzeugkasten ist in mehrere Bereiche unterteilt, die mit einem grauen Trennstrich unterteilt sind. Die wichtigsten Bereiche sind hierbei „Erstellen“ (engl.: Create) und „Ändern“ (engl. Modify). Über diesen Bezeichnungen sind Icons mit den häufig verwendeten Funktionen. Die Menüs werden geöffnet durch Anklicken des kleinen Dreieckes rechts neben der Bezeichnung.

Die Funktionen werden im folgenden Kapitel näher beschrieben.

### 3.1.3 Die Browserpalette

Die Browserpalette bietet eine Übersicht über die erstellten Elemente innerhalb der Konstruktion. Somit erfüllt diese Browserpalette eine ähnliche Funktion wie der Explorer in Windows. Besonders bei komplexen Konstruktionen mit vielen unterschiedlichen Elementen, bietet diese Funktion einen schnellen Überblick.

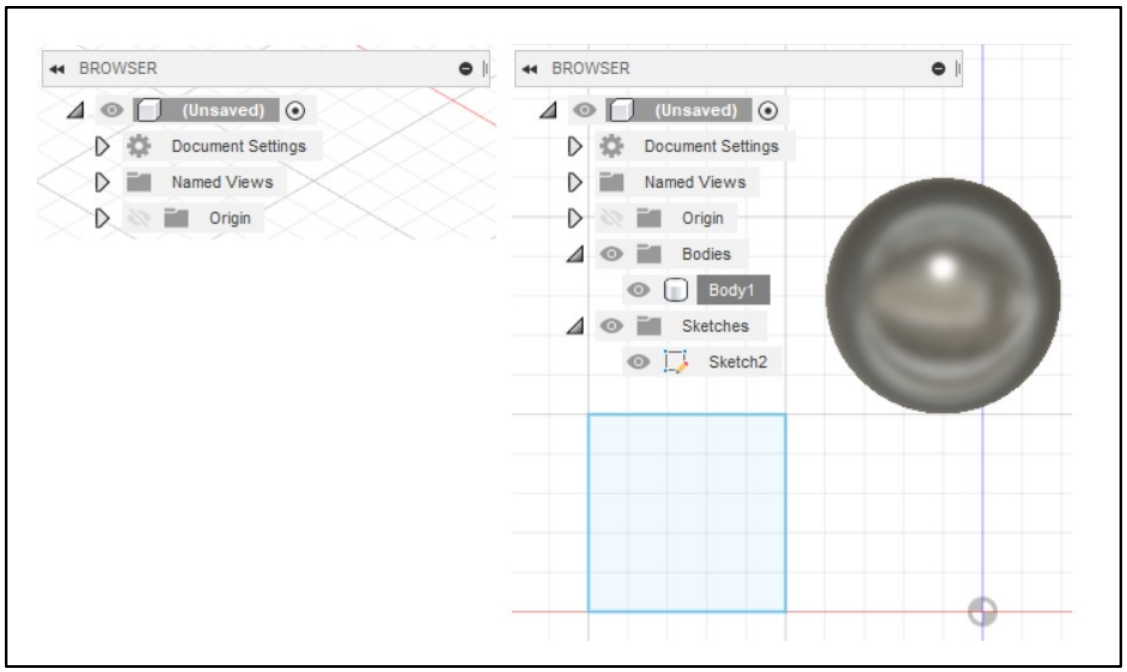



**Abbildung 8 Die Browserpalette. Links: Neues Arbeitsblatt, Rechts: Zwei Elemente erstellt**

Zudem lässt sich durch das Markieren eines Elementes, dies auch direkt zu bearbeiten.

### 3.1.4 Der View Cube

Der View Cube ermöglicht den schnellen Ansichtswechsel auf allen Achsen. Der Ansichtswechsel ermöglicht eine Änderung in 90° und 45° Schritten. Für die 90° Schritte muss lediglich auf die vollen Flächen wie „Front“ (Vorne) oder „Top“ (oben) geklickt werden. Für kleinere Wechsel kann man auf die entsprechenden Kanten oder Ecken geklickt werden. Sobald der Mauszeiger auf einer zulässigen Position steht, wird der Ansichtsbereich in blauer Farbe sichtbar.

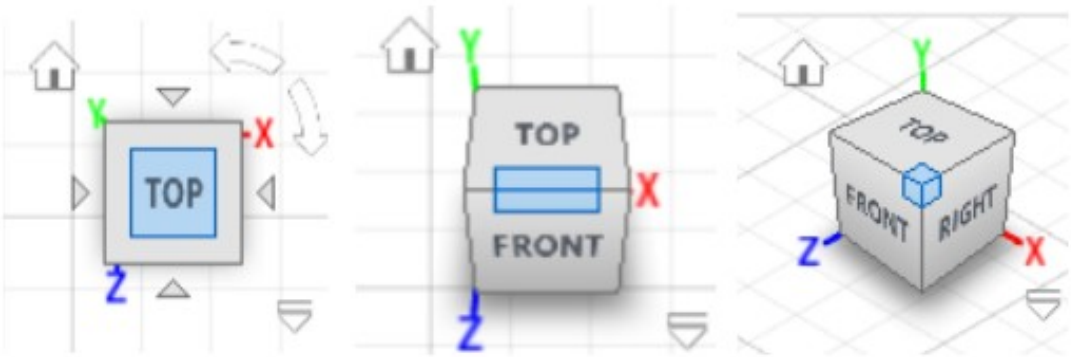



**Abbildung 9 Ansichtsänderungen mit dem View Cube**

Neben dem View Cube befinden sich weitere Symbole. Mit dem Haus-Symbol gelangt man in die „Home“ Ansicht. Hierbei wird die Ansicht auf die Konstruktionsmitte zentriert und eine Schrägansicht erzeugt. Mit den Pfeilen an der rechten oberen Seite, kann die Ansicht um 90° gekippt werden.

### 3.1.5 Navigationswerkzeuge und Ansichtseinstellungen

In dieser Symbolleiste können Veränderungen in der Ansicht durchgeführt werden. Die wichtigsten Schaltflächen dienen der freien Drehung des Arbeitsbereiches sowie der Verschiebung.

Mit der Schaltfläche „Orbit“ aktiviert man die Funktion der freien Rotation des Arbeitsbereiches. Durch Anklicken und Halten der linken Maustaste kann man den Arbeitsbereich beliebig rotieren. Der Mauszeiger ändert sich in diesem Modus und ist nur für die Rotationsfunktion nutzbar. Diesen Modus verlässt man durch Drücken der ESC-Taste.

Ähnlich funktioniert das Verschieben des Arbeitsbereiches mit der Schaltfläche „Pan“ . Durch Anklicken und Halten der linken Maustaste kann der Arbeitsbereich beliebig verschoben werden. Auch diesen Modus verlässt man mit der ESC-Taste.

Um wieder zum Mittelpunkt des Arbeitsbereiches zu gelangen, aktiviert man das „Home“-Symbol im View Cube.

### 3.1.6 Die Zeitachse

Die Zeitachse ist eine sehr wichtige Funktion, die Änderungen und Korrekturen in der Konstruktion ohne Löschungen und komplette Neuzeichnungen erlaubt. In der Zeitachse wird jeder Konstruktionsschritt dokumentiert und symbolisch angezeigt.

**Abbildung 10 Zeitachse in Fusion360**

Möchte man Änderungen in der Konstruktion durchführen, kann man mit dem Schieber zum entsprechenden Konstruktionsschritt springen und ändert diesen. Die auf diesen Konstruktionsschritt folgenden Konstruktionen ändern sich entsprechend.

Zudem ist die Zeitachse ein gutes methodisches Hilfsmittel bei der Schulung von Fusion360. Durch schrittweise Bewegung der Zeitachse kann ein Schüler das Vorgehen in einer Konstruktion nachverfolgen. Somit ist es möglich Fusion360 Lektionen anzulegen damit diese von den Schülern über die Zeitachse nachvollzogen werden können.

# 4 Konstruieren mit Fusion 360

Bei CAD Programmen muss der Anwender beachten, dass er in einem dreidimensionalen Raum konstruiert. Die Positionierung von Zeichen- und Konstruktionselementen ist abhängig von der Blickperspektive. Bei einem klassischen Zeichenplatt blickt und zeichnet man von oben auf die Zeichnung. Bei einem CAD Programm kann ich aus verschiedenen Perspektiven zeichnen. Ist der Blickwinkel beispielsweise im View Cube „Vorne“ (engl. Front), zeichnet man ein Element im Vergleich zu einem Zeichenblatt, darauf stehend. Aus diesem Grund sollte man die Ansicht „Oben“ wählen.

## 4.1 Der Start. Zeichnen von Skizzen

Konstruktionen beginnen meist mit einer zweidimensionalen Zeichnung. Diese werden unter der Funktion „Skizze“ erstellt. Hierzu wählt man im Werkzeugkasten entweder die Schaltfläche oder öffnet das Menü „Erstellen“ (engl. Create) durch Anklicken des kleinen schwarzen Dreiecks.
Hier wählt man die Funktion „Skizze erstellen“ (engl. Create Sketch).

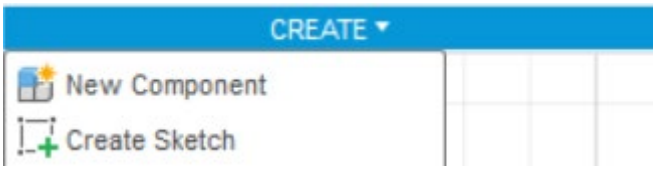



**Abbildung 11 Menü Erstellen**

Nach dieser Auswahl geschieht zunächst anscheinend nichts. Bei genauem Blick auf die Arbeitsfläche, erkennt man jedoch, dass in der Mitte des Bildschirmes ein Quadrat dargestellt wird. Hierbei handelt es sich um die sogenannte Konstruktionsebene. Diese muss angeklickt werden damit die zu Zeichnende Skizze horizontal zur Z-Achse erstellt wird.

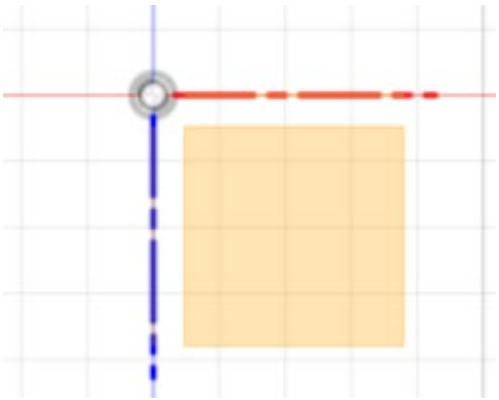


**Abbildung 12 Angezeigte Konstruktionsebene**

Anschließend ändert sich im Werkzeugkasten die Auswahl der Symbole. Es werden die häufig verwendeten Skizzenwerkzeuge angezeigt. Aber auch hier kann das Menü erneut über das Dreieck neben der Auswahl „Erstellen“ (engl.: Create) geöffnet werden.

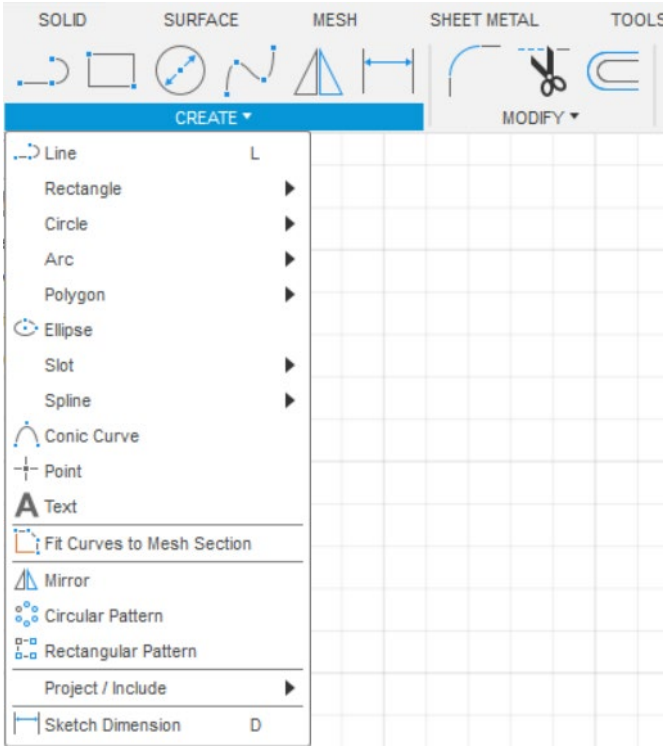



**Abbildung 13 Werkzeugkasten und Skizzenmenü**

Im Skizzenmenü befinden sich mehrere Skizzen-Elemente. Die gebräuchlichsten sind:

- Linie
- Kreis
- Rechteck
- Text
- Spline

Eine Skizze kann aus nur einer der oberen Elemente, oder einer Kombination aus mehreren Elementen bestehen. Als Beispiel nehmen wir hier einen Gebäudegrundriss. Hier können alle Linien, Kreis- und Rechteckelemente separat als mehrere Skizzen erstellt werden oder als gemeinsame Skizze. Im unteren Beispiel gehören alle Zeichenelemente zu einer Skizze.

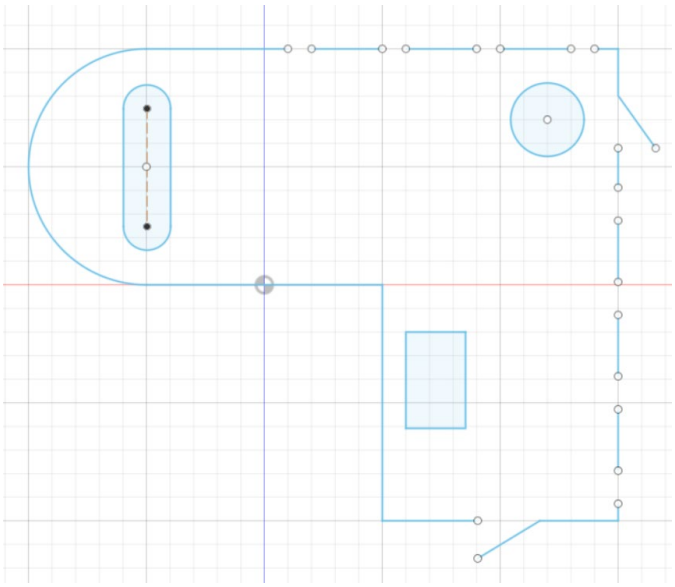


**Abbildung 14 Beispiel Grundriss. Alle Elemente als eine Skizze**

Die Entscheidung ob alle Elemente als separate oder als gemeinsame Skizze erstellt werden, hängt vom Grad der folgenden Arbeitsschritte ab. Muss im oberen Beispiel zum Beispiel der gesamte Grundriss verschoben, gedreht oder skaliert werden, ist es besser, dass alle Elemente zu einer Skizze gehören. Müssen einzelne Elemente geändert werden, ist es einfacher diese als gesonderte Skizze zu erstellen.

Das Erstellen von Skizzen beginnt mit der Aktivierung der entsprechenden Schaltfläche oder Auswahl des Menüpunktes. Häufig verwendete Skizzenwerkzeuge können auch mit Shortcut direkt aufgerufen werden.

### 4.1.1 Kreis, Rechteck und Linie

Kreis → c (Circle)
Rechteck → r (Rectangle)
Linie → l (Line)

Nach Auswahl des gewünschten Skizzenwerkzeugs verändert sich der Mauszeiger zu einem Fadenkreuz. Dieses Positioniert man an der gewünschten Stelle und zieht mit gedrückter linker Maustaste, bis die Skizzengröße erreicht ist. Beim Zeichnen der Skizze öffnet sich ein Textfeld. Hier kann man die gewünschte Größe in Millimetern eingeben. Dezimalstellen werden mit dem Punkt eingegeben.

Bei Rechtecken und Quadraten wechselt man zwischen den Textfeldern mit der Tabulatortaste.

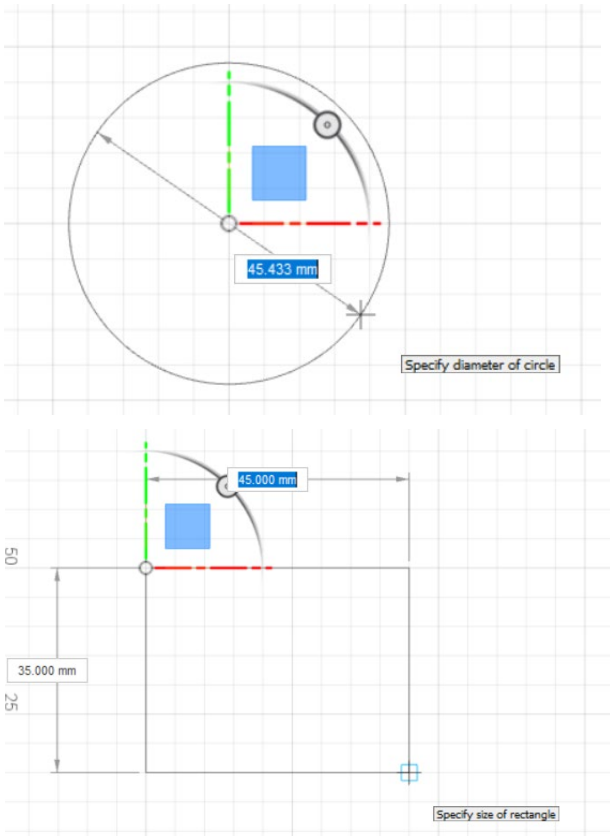



**Abbildung 15 Skizzenwerkzeug mit Textfeld zur Größenangabe**

Sobald die Skizze fertiggestellt wurde, muss diese mit „Skizze Fertigstellen“ beendet werden. Diese Funktion befindet sich als Icon rechts außen im Werkzeugkasten oder im Dialogfenster „Skizzenpalette“.

Aufwändigere Formen wie Grundrisse können mit der Funktion „Linie“ erstellt werden. Auch diese Funktion ermöglicht die Eingabe von Parametern über zwei Textfelder. Ein Parameter ist die Länge, der andere ist das Winkelmaß zur gewählten Zeichenebene. Mittels **einfachem linken** Mausklick wird die Linie von einem Startpunkt zum Endpunkt gezeichnet. Daraufhin kann vom letzten Endpunkt eine weitere Linie gezeichnet werden. Die Linienfunktion wird durch Betätigen der Eingabetaste abgeschlossen.

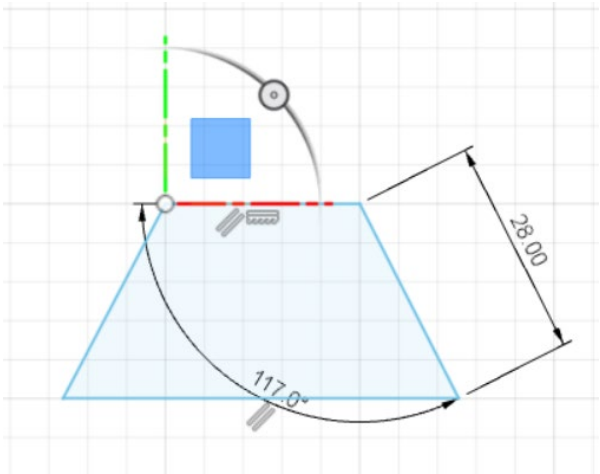



**Abbildung 16 Mit der Linienfunktion gezeichnetes Trapez**

Besonders das Zeichnen von Linien erfordert etwas Geschick im Umgang mit der Maus. Ein zu voreiliger Mausklick erzeugt umgehend eine ungewollte Linie. Am einfachsten macht man dies rückgängig mit dem „Befehl rückgängig“ Symbol in der Schnellzugriffsleiste.

### 4.1.2 Polygon, Spline und Text

Diese drei Funktionen erlaubt die Erstellung von komplexeren Formen sowie die Gestaltung von Textoberflächen.

Mit der Funktion „Polygone“ lassen sich sehr einfach mehreckige Gebäudeumrisse erstellen. Die Funktion „Spline“ erlaubt die Erstellung gebogener Linien oder Konturen. Mit „Text“ können Dreidimensionale Textelemente erstellt werden.

Polygone werden durch die Angabe des Durchmessers sowie der Anzahl der Ecken. Um ein Polygon zeichnen zu können muss zunächst erneut der Befehl „Skizze erstellen“ gewählt werden. Nach Anklicken der Konstruktionsebene wird im Skizzenmenü die erste Option „Polygon Außen“ gewählt. Anschließend wählt man im Bearbeitungsbereich den Mittelpunkt des Polygons und zeichnet mit gedrückter linker Maustaste das Polygon. Auch hier kann mittels Textfelder der Durchmesser sowie die Anzahl der Ecken eingegeben werden.

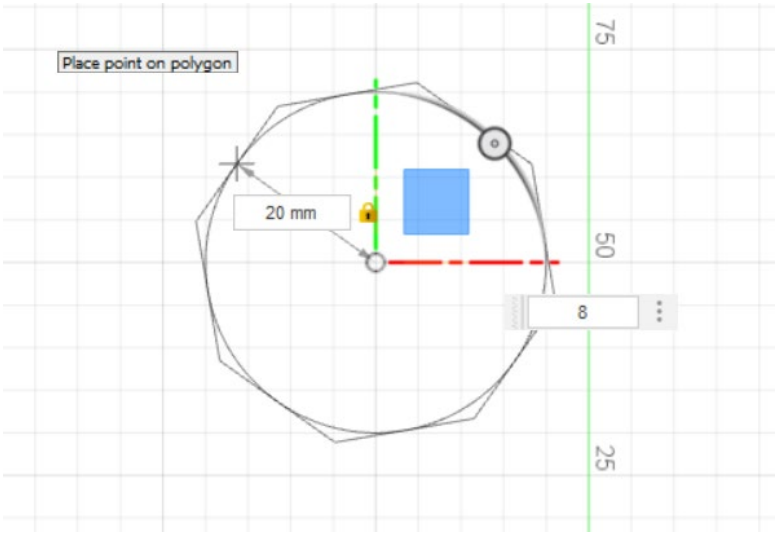



**Abbildung 17 Polygon Außen**

Nach Zeichnen des Polygons darf nicht vergessen werden, die Schaltfläche „Skizze fertigstellen“ zu betätigen, um den Skizzenmodus zu verlassen.

Mit der Funktion „Linie“ lassen sich zwar vielfältige Grundrisse zeichnen. Allerdings ist diese Funktion ungeeignet, sobald runde Formen gezeichnet werden sollen. Hierfür ist die Funktion „Spline“ deutlich besser geeignet. Nach Auswahl der Funktion „Spline“ können mit dem Mauszeiger diverse Verlaufspunkte gesetzt werden. Diese Verlaufspunkte verbindet Fusion360 entsprechend der Lage zum vorherigen Punkt mit einem Bogen. Je kürzer die Abstände der Punkte zueinander ausfallen, je geringer fällt auch das Bogenmaß zwischen diesen aus.

Nach Beendigung der Kurvenlinie, wird durch Betätigung der Eingabetaste der Eingabemodus beendet. Man erkennt die Linie samt aller erstellten Punkte. Diese sind in schwarzer Farbe. Beidseitig dieser Punkte befinden sich grüne Punkte, die durch eine grüne Linie verbunden sind. Dies ist eine Winkelkurve. Diese erlaubt die Veränderung des Bogens, der durch den schwarzen Punkt definiert ist. Durch gedrückte linke Maustaste können die grünen Punkte bewegt werden. Entsprechend ändern sich die Bogen.

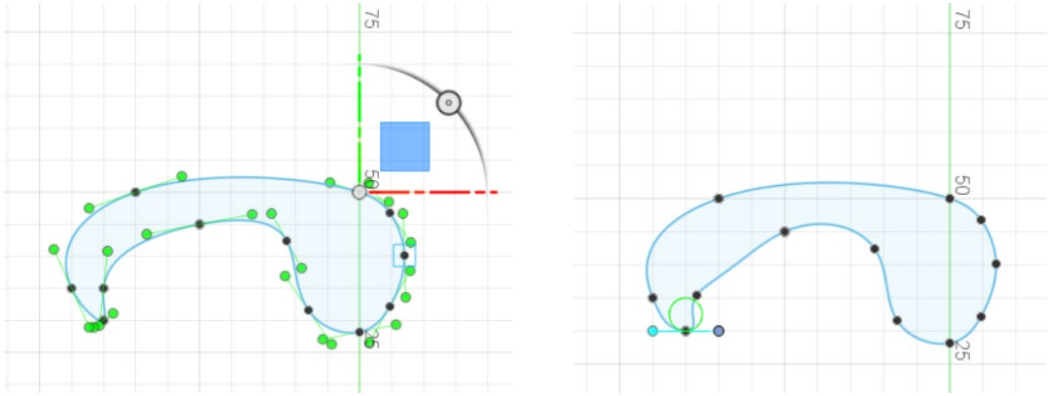



**Abbildung 18 Spline Skizze. Links: Spline Skizze Ursprung. Rechts: Bogen links unten geändert**

Um Radien im Spline zu verändern, können mit gedrückter linker Maustaste die schwarzen Punkte verschoben werden.

Die Skizzenfunktion „Text“ ermöglicht das Einfügen von Textelementen. Hierbei sind verschiedene Schriftarten und Textattribute möglich. Für den 3D Druck sind jedoch nicht alle Schriftarten und Attribute geeignet, da diese zu filigran sind und keinen stabilen Druck ermöglichen. Serifenfreie Schriftarten wie Arial und Verdana sind jedoch geeignet, sofern man eine Zeichengröße von 6mm nicht unterschreitet. Besonders Satzzeichen und Umlaut-Punkte sind dann zu fein um selbst leichten mechanischen Belastungen zu widerstehen.

Das Einfügen des Textes ist sehr einfach. Nach Öffnen des Skizzenmodus und Auswahl der Textfunktion, kann man den Textverlauf auswählen. Hierfür werden zwei Symbole angezeigt. Standardmäßig ist eine gerade Textausrichtung mit dem ersten Symbol ausgewählt. Es ist jedoch möglich einen gewundenen oder angewinkelten Textverlauf mit der zweiten Schaltfläche zu wählen. Hierfür muss jedoch ein Kreis, Spline oder Rechteck als erforderlicher Verlaufspfad vorhanden sein.
In dieser Beschreibung gehen wir ausschließlich auf den geraden Verlauf ein.

Nach Auswahl des Verlaufes zieht man mit der Maus ein Rechteck entlang der gewünschten Textposition. Durch die linke Maustaste wird die Textposition gekennzeichnet.

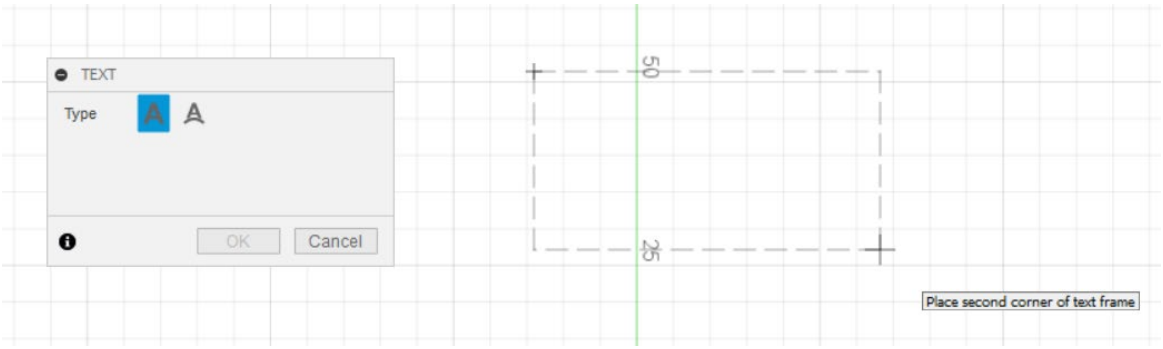



**Abbildung 19 Textfunktion und Textpositionierung**

Bei der Platzierung des Positionsrahmens sind die Einhaltung der exakten Dimensionen zunächst nicht relevant. Der Text kann anschließend noch genau positioniert werden. In der Regel wird der Positionsrahmen von links oben nach rechts unten mit der Maus festgelegt.

Anschließend öffnet sich das Dialogfenster zur Einstellung der Textparameter. Dies ist an Funktionen von Texteditoren angelehnt und daher leicht zu verstehen.

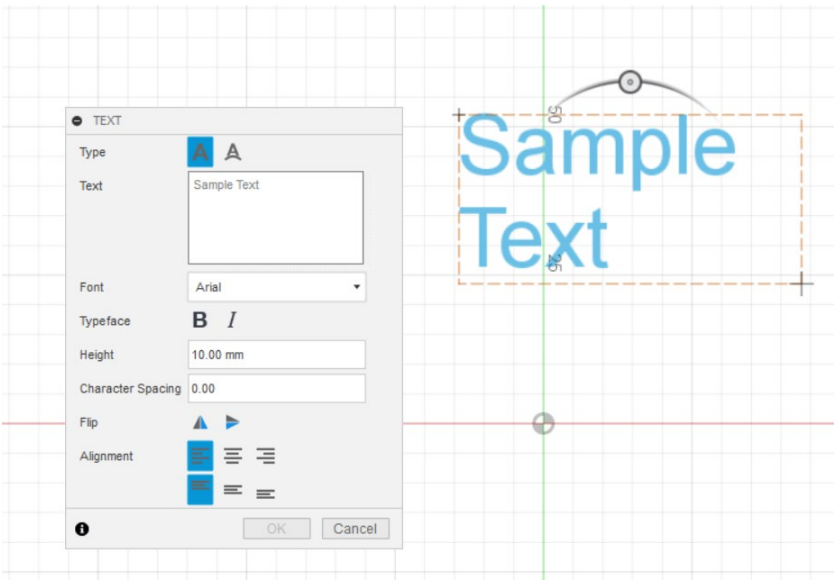



**Abbildung 20 Einstellungsmöglichkeiten für den Text**

Im Textfeld kann die Vorgabe „Beispieltext“ (engl.: Sample Text) überschrieben werden. Durch die Eingabetaste lassen sich Zeilenumbrüche einfügen. Das Kombinationsfeld darunter ermöglicht die Auswahl des Schrifttyps. Darunter befindet sich die Möglichkeit Fett und Kursivschrift auszuwählen. Aus Gründen der Stabilität ist eine kursive Schrift für den 3D Druck nur für Ansichtsmodelle geeignet.

Die Schrifthöhe ist automatisch auf 10mm eingestellt. Hier können andere Werte eingegeben werden. Wie oben bereits beschrieben sollten diese 6mm nicht unterschreiten.

Nach Eingabe und Einstellung aller Optionen wird mit der Schaltfläche „OK“ der Vorgang abgeschlossen. Man gelangt in den Bearbeitungsbereich und kann den

Text mit der Maus exakt positionieren. Abschließend muss wider die Schaltfläche „Skizze Fertigstellen“ betätigt werden.

### 4.1.3 Verschieben und Kopieren von Skizzen

Muss eine Skizze verschoben werden, so stehen hierfür zwei Möglichkeiten zur Verfügung:

1. Verschieben nach Fertigstellen der Skizze
2. Verschieben im Bearbeitungsmodus

Während die Möglichkeit 1 eine schnellere Lösung darstellt, bietet die 2. Möglichkeit eine höhere Genauigkeit und weitere Optionen.

1. Nach Fertigstellen der Skizze müssen die zu verschiebenden Elemente der Skizze **alle** markiert werden. Dies geschieht durch Mausklick bei gedrückter Umschalttaste oder das Markieren mit einem Auswahlrechteck mittels linker Maustaste. Letzteres ist jedoch nur möglich, sofern sich nicht zwei Skizzen überlagern, bei der nur eine davon verschoben werden soll.

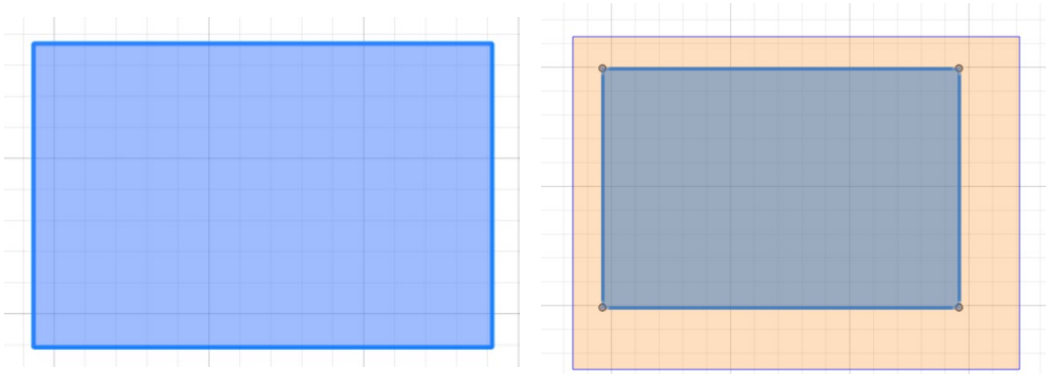


**Abbildung 21 Markierung von Skizzenelementen. Links: Per Mausklick auf den betroffenen Linien. Rechts durch Auswahlrechteck**

Nach erfolgter Markierung kann die Skizze verschoben werden. Hierzu muss eine Linie mit gehaltener linker Maustaste angewählt und durch Mausbewegung an die gewünschte Stelle verschoben werden.

2. Im Bearbeitungsmodus bieten sich dem Anwender auch die Möglichkeit zum Kopieren einer Skizze. Zudem kann das Verschieben sehr präzise durch Eingabe der Parameter erfolgen.
Sofern der Bearbeitungsmodus durch die Schaltfläche „Skizze Fertigstellen“ beendet wurde, muss dieser wieder geöffnet werden. Hierzu aktiviert man in der Browserpalette durch Mausklick die betreffende Skizze. Danach wird durch die rechte Maustaste das Kontextmenü geöffnet, wie in Abbildung 22 dargestellt. Hier wird die Option „Skizze bearbeiten“ (engl.: Edit Sketch) ausgewählt

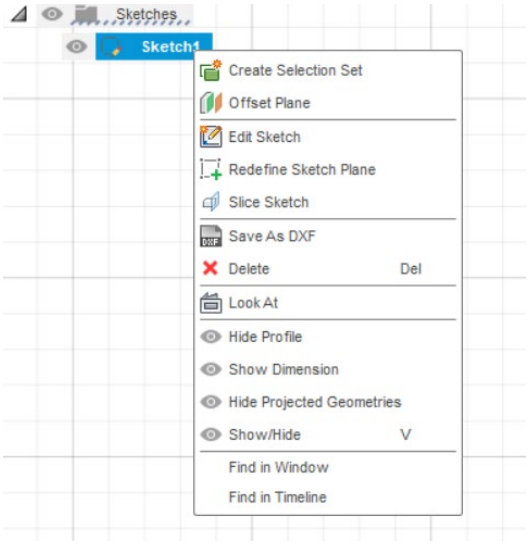



**Abbildung 22 Browserpalette und geöffnetes Kontextmenü**

Nach Öffnen des Bearbeitungsmodus muss die zu verschiebende Skizze wie in 1. Beschrieben markiert werden. Allerdings wird jetzt mit dem Mauszeiger auf einer Linie der Skizze, mit der rechten Maustaste das Kontextmenü aktiviert. Dieses bietet im oberen Bereich die Option „Verschieben/Kopieren“ (engl.: Move/Copy).

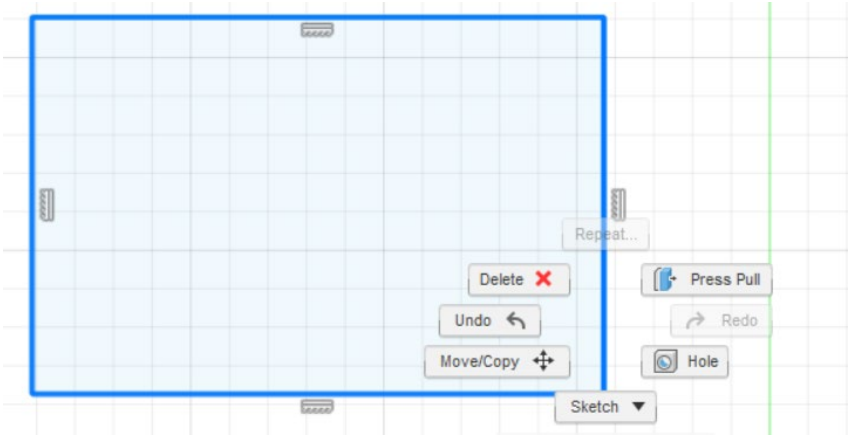



**Abbildung 23 Kontextmenü im Bearbeitungsmodus Skizze**

Diese Option wird mit Mausklick gewählt. An der Skizze erscheint nun das sogenannte „Bewegungs-Widget“. Dieses Widget zeigt in Abbildung 24 zwei Verschiebe-Pfeile sowie ein Winkel-Kreis. Durch Anklicken eines Pfeiles kann anschließend die Skizze auf der Achse mittels Maus verschoben werden. Nach Anklicken eines Pfeiles öffnet sich aber ebenso ein Textfeld. Durch Eingabe eines Wertes, wird die Skizze in die Richtung des Pfeiles verschoben. Bei Eingabe eines negativen Wertes erfolgt die Verschiebung in die entgegengesetzte Richtung. Diese Option ist wesentlich präziser als das Verschieben mit der Maus, da diese vom Zoomfaktor abhängig ist. Herausgezoomte Skizzen können mit der Maus nur mit geringer Präzision verschoben werden.

Nach Anklicken des Winkel-Kreises, der auf einem Bogen liegt, kann man die Skizze drehen. Aber auch hier öffnet sich ein Textfeld, dass die Eingabe eines Winkelmaßes erlaubt.

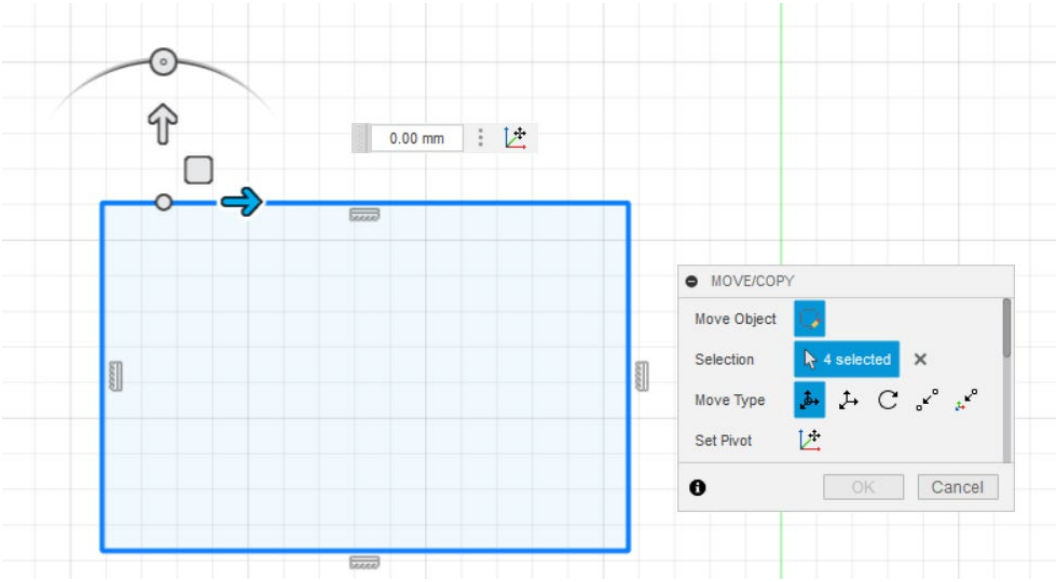



**Abbildung 24 Das "Bewegungs-Widget" in der Ansicht "Von-Oben"**

Das Bewegungs-Widget ist abhängig von der Ansichtsebene der Skizze. In Abbildung 24 wurde die Ansicht „Von Oben“ gewählt. Somit ist ein Verschieben mit den Pfeilen nur in der X- und Y- Achse möglich. Wählt man jedoch im View-Cube die Ansicht „Vorne“, „Hinten“, „Links“ oder „Rechts“, lässt sich die Skizze auch zusätzlich in der Z-Achse verschieben.

Das Kopieren einer Skizze erfolgt ebenso über das Kontextmenü. Anstelle der Option „Verschieben/Kopieren“, wird im unteren Bereich die Option „Kopieren“ (engl.: Copy) gewählt. Anschließend bewegt man die Maus auf den Platz an den die Kopie eingefügt werden soll. Mit der rechten Maustaste öffnet man erneut das Kontextmenü und wählt die Option „Einfügen“ (engl.: Paste).

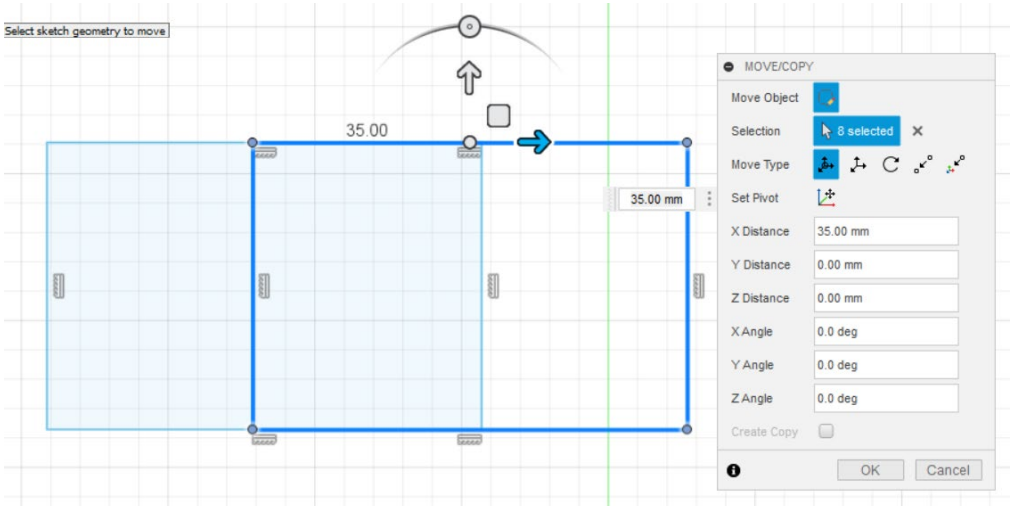



**Abbildung 25 Einfügemodus nach Aktivierung der Option "Einfügen" im Kontextmenü**

Wie in Abbildung 25 dargestellt wird das Bewegungs-Widget gezeigt, mit dem die Skizze verschoben werden kann. Anschließend muss der Vorgang durch Auswahl der Schaltfläche „Skizze Fertigstellen“ beendet werden.

### 4.1.4 Die Funktion „Versatz“ und „Stutzen“

Im Bearbeitungsmodus Skizze gibt es im Bereich „Ändern” zwei wichtige Funktionen, die besonders bei der Erstellung von Lagekarten und Grundrissen sehr hilfreich sind.

Stellen Sie sich vor Sie zeichnen für eine Lagekarte eine kurvenreiche Straße. Dies führen Sie mit der Funktion Spline und Linie aus. Um die gesamte Straßenbreite zu zeichnen, müssten Sie jedoch eine exakte Parallellinie zeichnen. Das geht aber auch einfacher. Sie wählen im Werkzeugkasten „Ändern“ (engl.: Modify“, die Funktion „Versatz“ (engl.: Offset).

Nach Aufruf der Funktion müssen Sie die Referenzlinie, mittels Maus auswählen. Es erscheint ein Dialogfenster mit Textfeld sowie eine rote Versatzlinie.

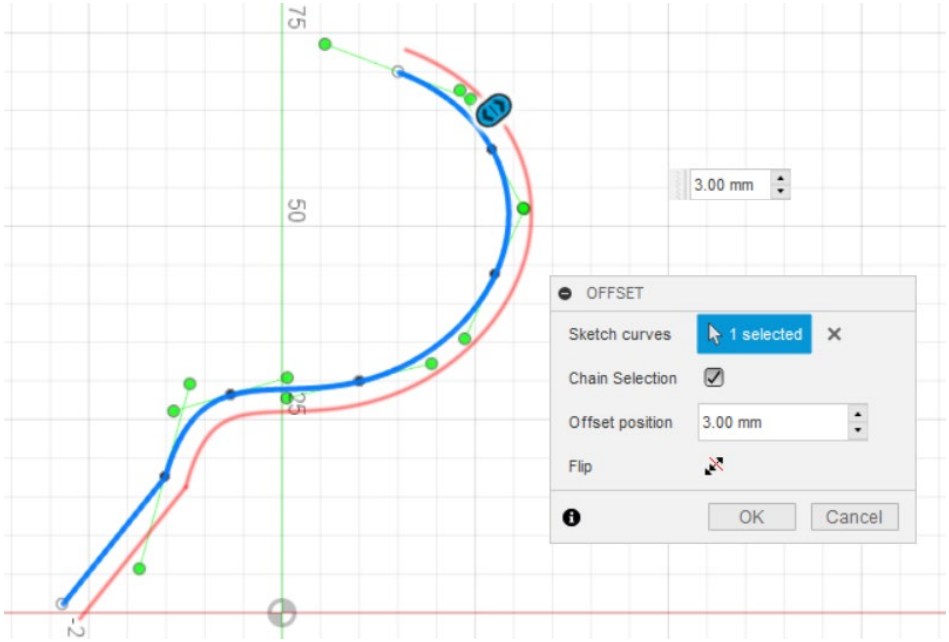



**Abbildung 26 "Versatz"-Funktion nach Auswahl der Referenzlinie**

Im Textfeld wird der Abstand beider Linien eingegeben. Mit einem negativen Wert verlagert man die Versatzlinie auf die andere Seite. Diese Funktion kann auch mit jedem anderen Skizzenelement wie Quadrat, Kreis oder Polygon durchgeführt werden.

Bei taktilen Lageplänen für Gebäude kann es vorkommen, dass verschiedene Skizzenelemente sich überlagern werden, wenn der Grundriss nicht nur quadratisch ist. In solchen Fällen kann der Grundriss aus einer Kombination von Linien, Quadraten, Kreisen oder Polygonen bestehen (Siehe: Abbildung 27). Möchte man nun einen Versatz für die Außenwand des Grundrisses zeichnen wird dies nicht funktionieren, da die Versatz-Funktion immer nur auf ein Skizzenelement anwendbar ist.

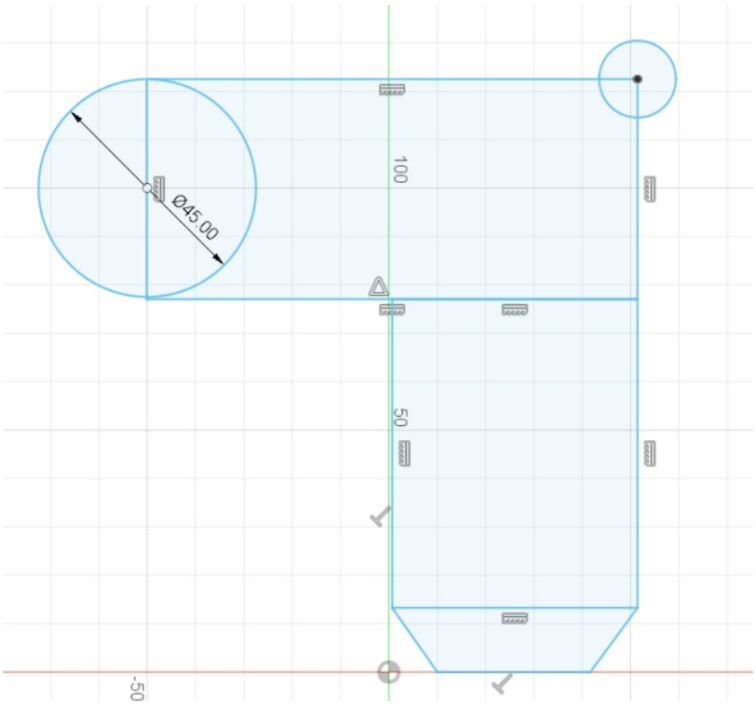



**Abbildung 27 Beispiel Grundriss aus mehreren Skizzenelementen**

Somit ist es sinnvoll, störende oder überflüssige Linien zu löschen. Dies erfolgt mit der Funktion „Stutzen“ im Abschnitt „Ändern“ (engl.: Modify) des Werkzeugkastens.

Anschließend müssen die zu löschenden Linien nur mit der Maus angeklickt werden. Sobald der Mauszeiger sich auf einer löschbaren Linie befindet, ändert sich die Linienfarbe. Durch Mausklick mit der linke Maustaste wird die Linie gelöscht.

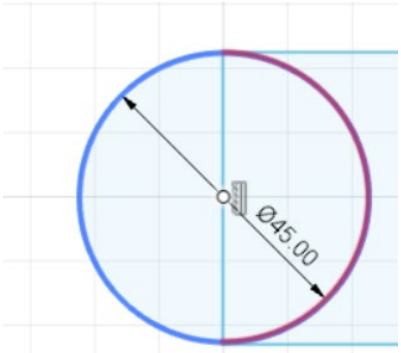



**Abbildung 28 "Stutzen" Funktion und markierte Linie**

Auf diese Weise können nacheinander alle überflüssigen Linien gelöscht werden. Rückgängig kann dies mit der entsprechenden Schaltfläche oder der Tastenkombination Strg + Z gemacht werden.

## 4.2 Anordnen von Skizzen

Die Erstellung wiederkehrender Elemente auf einem Kreis unter Einhaltung gleicher Abstände wäre ohne die Funktion „Runde Anordnung“ (engl.: Circular Pattern) nur sehr aufwändig zu realisieren. In unserem Beispiel möchten wir ein Uhrenziffernblatt erstellen. Dabei sollen Kreise für die Uhrzeiten auf einer Kreislinie angeordnet werden. Hierfür müssen wir mit der Skizzenfunktion zunächst nur einen Kreis mit dem Durchmesser der Kreislinie zeichnen, auf der die Ziffern angeordnet werden. Anschließend zeichnet man einen weiteren Kreis in der Größe der Ziffern auf die Kreislinie. Hierbei könnte anstelle eines Kreises für die Ziffern auch andere Formen gewählt werden. Anschließend wählen wir vor der Fertigstellung der Skizze die Funktion „Runde Anordnung“ (engl.: Circular Pattern) im Skizzenmenü.

Im Dialogfenster dieser Funktion wählt man in der Zeile „Objekte“ den Kreis für die Ziffer mit der linken Maustaste und Klick auf den kleinen Kreis. In der Zeile „Mittelpunkt“ (engl.: Center Point) wählt man dann die große Kreislinie. Im Textfeld „Anzahl“ (engl.: Quantity) geben wir „12“ ein. Sofort sehen wir eine Voransicht der Skizze. Mit Aktivierung der Schaltfläche „OK“, schließen wir die Anordnung ab.

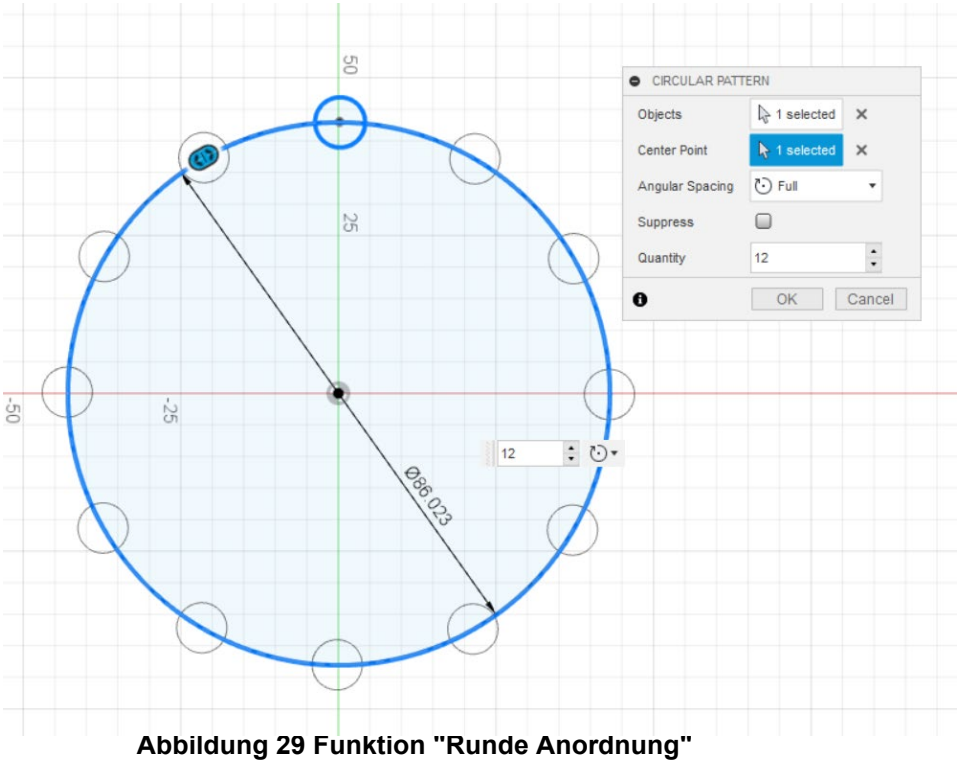



**Abbildung 29 Funktion "Runde Anordnung"**

Ähnlich funktioniert die Funktion „Rechteckige Anordnung“ (engl.: Rectangular Pattern“. Hier kann eine Anordnung entlang der X- und Y-Achse durchgeführt werden. In dem Dialogfenster muss die anzuordnende Skizze ausgewält werden. Zudem wählt man die Richtung, Abstände und Anzahl der Vervielfältigung.

## 4.3 Von der Skizze zum 3D-Körper

Skizzen sind die Grundlage für die Konstruktionen und müssen lediglich in Volumenkörper umgewandelt werden. Hierzu dient die Funktion „Extrusion“ im Werkzeugkasten „Volumenkörper“ (engl.: Solid). Diese Funktion kann auch mit dem Tastenbefehl „e“ aufgerufen werden. Nach Aufruf der Funktion muss lediglich die Skizze, die umgewandelt werden soll mit der Maus markiert werden. Nur geschlossene Skizzen (diese haben einen hellblauen Hintergrund) können extrudiert werden. Details können im Dialogfenster „Extrusion“ ausgewählt werden.

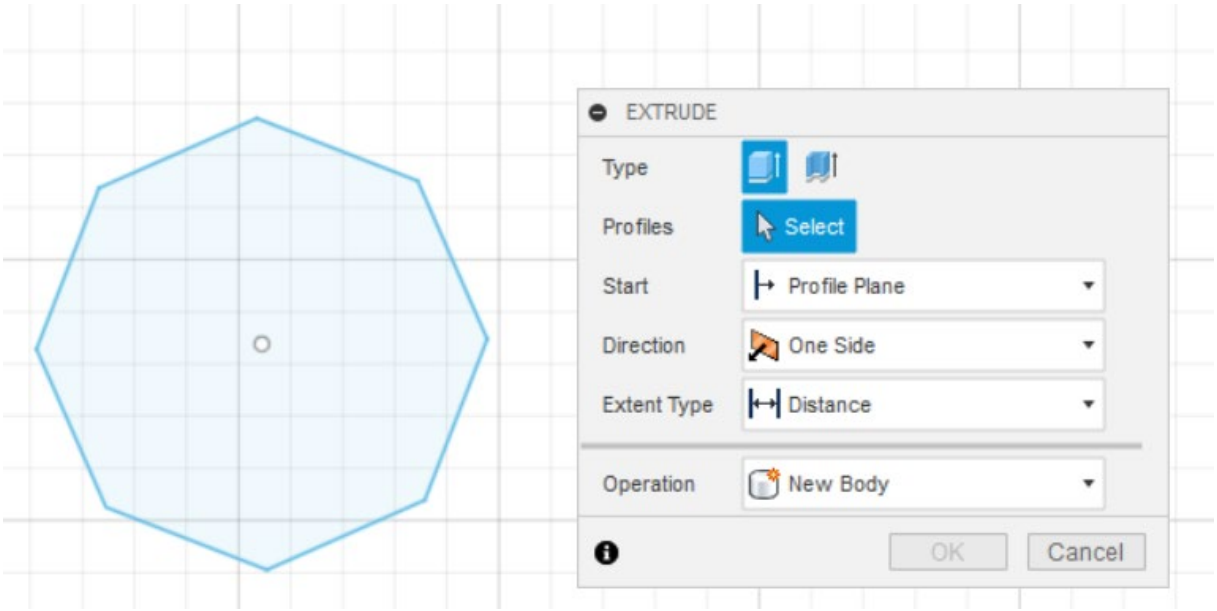



**Abbildung 30 Das Dialogfenster "Extrusion"**

Zur Herstellung taktiler Lernmaterialien sind die Voreinstellung dieser Funktion völlig ausreichend.

Nach Auswahl der Skizzen-Innenfläche mit der Maus, erweitert sich das Dialogfenster um zwei Textfelder. Im Textfeld „Abstand“ (engl.: Distance) wird die Höhe der Extrusion in Millimeter angegeben. Im Beispiel der Abbildung 30 wird die Skizze um 20mm erhöht. Bei einem Wert mit „-„ als Vorzeichen, erfolgt die Extrusion in die entgegengesetzte Seite.
Der Volumenkörper hat eine graue Schattierung, die diesen von einer Skizze unterscheidet. Mit der seltener benötigten Eingabemöglichkeit „Verjüngungswinkel“ (engl.: Taper Angle) erhält bei positiven Winkelwerten der Körper eine Trichter-, bei negativen Werten, eine Kegelform.

Die so erstellten Elemente werden in Fusion360 „Volumenkörper“ genannt.

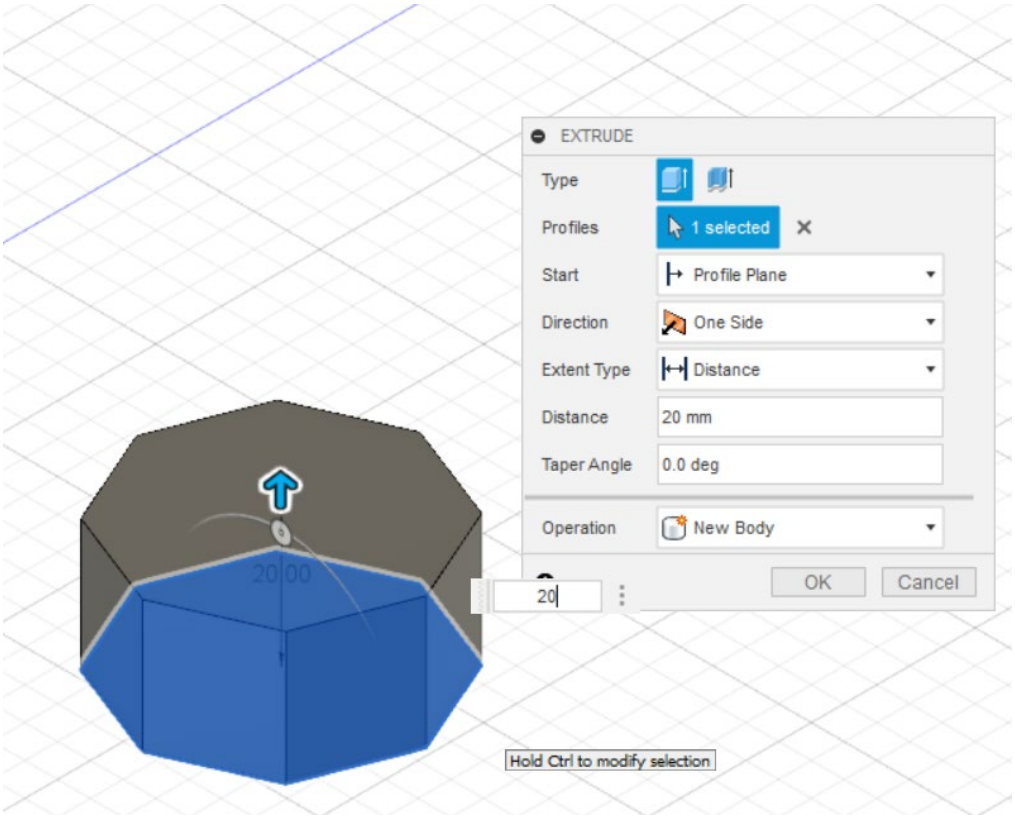



**Abbildung 31 Das Extrusion-Dialogfenster**

Sobald ein Volumenkörper erstellt wurde, ist dieser in der linken Browserpalette auch sichtbar und fortlaufend nummeriert als Körper 1, Körper 2 etc.

Mit jeder geschlossenen Skizze kann mit der Funktion „Extrusion“, so wie oben beschrieben verfahren werden. Text kann auf dieselbe Weise zum Volumenkörper transformiert werden. Hier wird auch zuerst die Funktion aufgerufen und anschließend mit der Maus ein Buchstabe ausgewählt. Auch hier wird im Textfeld „Abstand“ die gewünschte Höhe des zu Erstellenden Körpers eingegeben. Nach Auswahl der Schaltfläche „OK“, ist die Textskizze als Volumenkörper sichtbar. Dabei stellt jedes Zeichen einen separaten Volumenkörper dar und ist auch in der Browserpalette aufgeführt.

## 4.4 Erstellen von Volumenkörpern ohne Skizzenfunktion

Fusion360 bietet zudem auch die Möglichkeit komplexe Volumenkörper direkt zu erzeugen. So können Quader und Zylinder auch erstellt werden, ohne zuvor ein Rechteck oder Kreis zeichnen zu müssen.

Interessant sind hierbei vor allem die Funktionen „Kugel“ und „Torus“. Beide Funktionen sind sehr einfach in der Anwendung. Nach der Aktivierung der Funktion „Kugel“ (engl.: Sphere) muss nur die Position mit der Maus markiert und anschließend der Durchmesser angegeben werden.

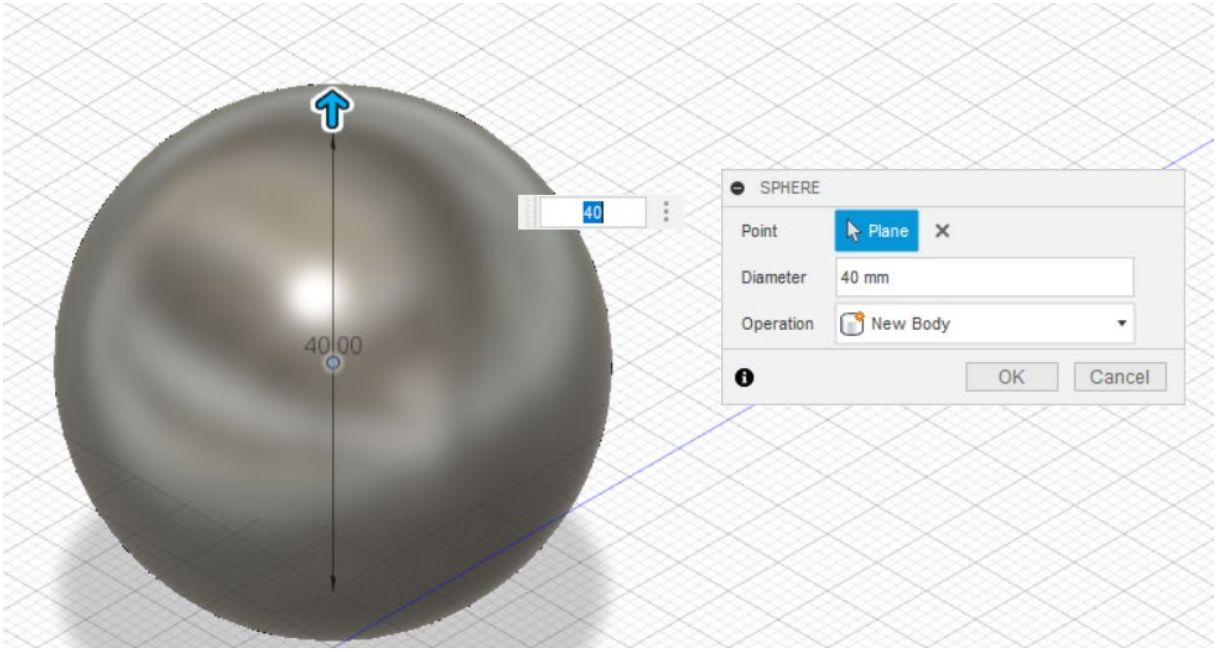



**Abbildung 32 Die Funktion "Kugel"**

Die Funktion „Torus“ erlaubt es einen Volumenkörper zu erstellen, der sich sehr gut zur Darstellung von Kreisverkehren eignen. Mittels Skizzenfunktion wäre es aufwändig einen derartigen Volumenkörper zu konstruieren.

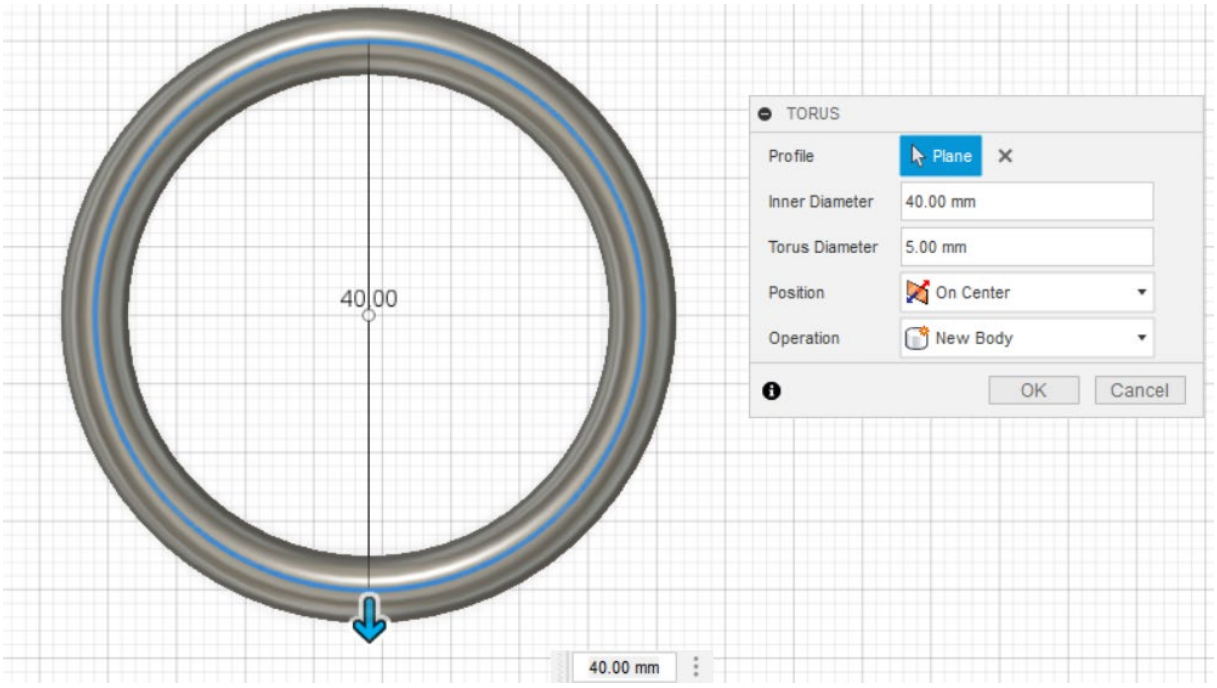



**Abbildung 33 Die Funktion "Torus"**

Um diesen Körper zu konstruieren, muss lediglich der Durchmesser im ersten Textfeld sowie die Stärke des Torus im zweiten Textfeld eingegeben werden. In der Standardeinstellung umfasst der Innendurchmesser jedoch den Durchmesser, der in der Mitte des Torus verläuft. Im Auswahlfeld „Position“ kann der Messpunkt des Durchmessers verändert werden.

## 4.5 Verschieben und Kopieren von Volumenkörpern

Das Verschieben und Kopieren von Volumenkörpern ist ebenso einfach, wie dies bei den Skizzen erfolgt. Im Beispiel von Abbildung 33 möchten wir die Kugel auf die Spitze des Polyeders verschieben.

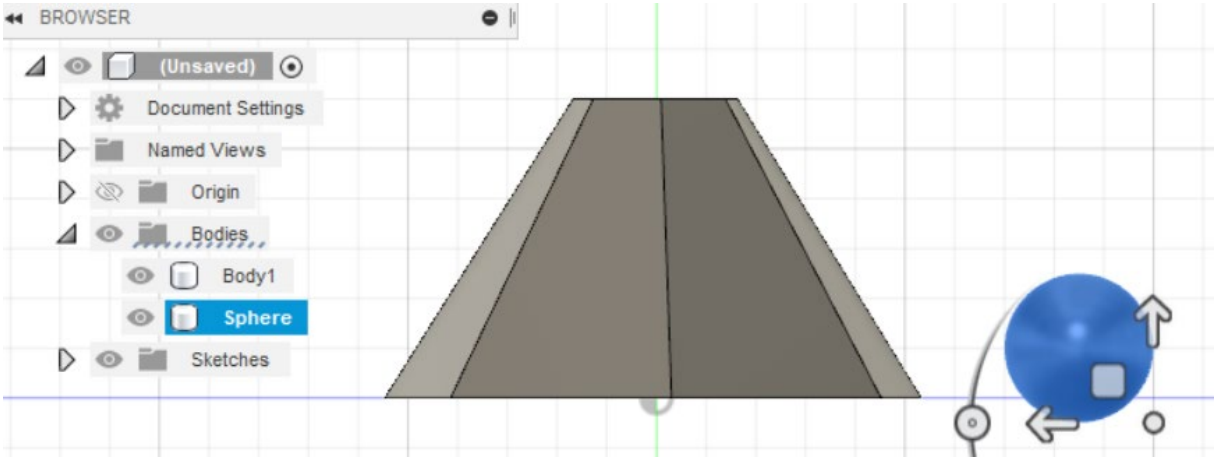



**Abbildung 34 Verschieben von Volumenkörpern mit dem Bewegungs-Widget**

Hierzu wählt man am einfachsten mittels Mausklick in der Browserpalette den zu verschiebenden Körper aus. Anschließend ist wie bei den Skizzen das Bewegungs-Widget erkennbar. Durch Auswahl der Richtungspfeile kann dann mit der Maus in die entsprechende Richtung verschoben werden. Im Beispiel der Abbildung 33 kann die Kugel in der Ansicht nur exakt auf der Z und X-Achse verschoben werden. Um eine genaue Positionierung der Kugel mittig auf der Oberseite des Polyeders durchzuführen, muss die Ansicht „Oben“ (Engl.: Top) im View Cube gewählt werden. Dies ermöglicht ein Verschieben des Volumenkörpers in der Y-Achse.

Wie beim Verschieben der Skizzen öffnet sich neben dem Bewegungs-Widget auch das Dialogfenster. Hier können die entsprechenden Werte auch manuell eingegeben werden. Möchte man den ausgewählten Volumenkörper **kopieren**, wählt man das Kontrollfeld „Kopie erstellen“ (Engl.: Create Copy), im unteren Bereich dieses Dialogfensters aus.

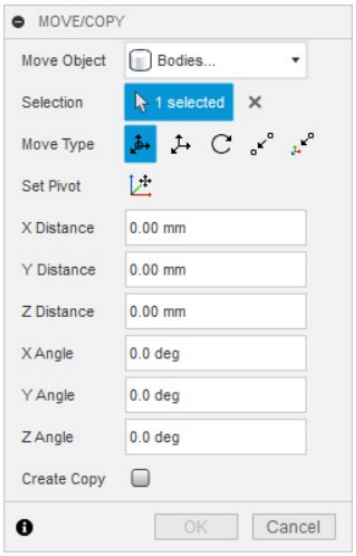



**Abbildung 35 Dialogfenster "Verschieben/Kopieren"**

## 4.6 Erstellen von Volumenkörpern mit den Funktionen „Drehen“ und „Sweep“

Fusion360 bietet weitere hilfreiche Funktionen, um Volumenkörper aus Skizzen zu erzeugen. Die Funktionen Drehen und Sweep erlauben es aus Skizzen Körper zu erstellen, die aus einer Drehachse oder einem Pfad erstellt werden.

### 4.6.1 Die Funktion „Drehen“

Diese Funktion erlaubt die einfache Erstellung von runden Volumenkörpern, die um eine Achse gedreht werden. In unserem Beispiel möchten wir ein Sektglas erzeugen. Hierzu erstellen wir mit dem Skizzenwerkzeug „Linie“ nur eine Halbseite des Glases. Anschließend wählen wir im Werkzeugkasten im Menü „Erstellen“ (engl.: Create) die Funktion „Drehen“ (engl.: Revolve). Im ersten Schritt müssen wir das zu drehende Profil markieren. Hierzu klicken wir mit der linken Maustaste in den Flächenbereich der Skizze. Im nächsten Schritt muss die Drehachse, um die unsere Skizze rotieren soll, ausgewählt werden.

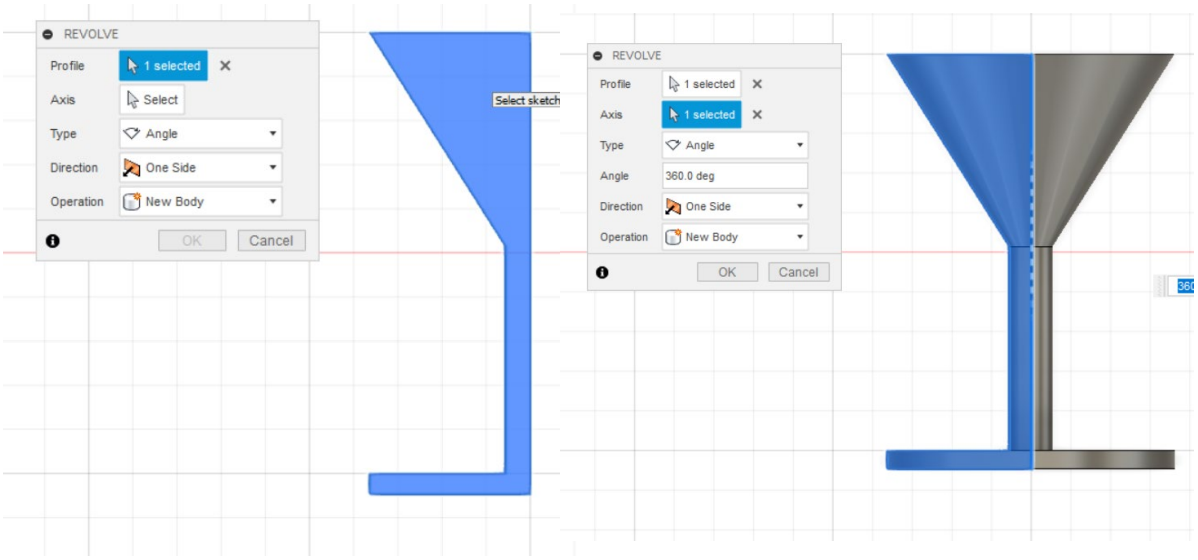



**Abbildung 36 Funktion "Drehen". Links: Auswahl des Profils. Rechts: Auswahl der Achse (rot)**

Die Auswahl der Achse erfolgt ebenfalls mit der linken Maustaste. Im Dialogfenster kann anschließend der Drehwinkel eingegeben werden. In unserem Beispiel bleibt der Wert 360°.

### 4.6.2 Die Funktion „Sweep“

Die Funktion „Sweep“ erlaubt es geschwungene, gedrehte oder gewinkelte Volumenkörper aus mindestens zwei Skizzenelementen zu erzeugen. Ausgangspunkt sind hierfür meist:

1. eine Linie, die als Richtungspfad dient
2. eine geometrische Form, die rechtwinklig zum Pfad angeordnet ist

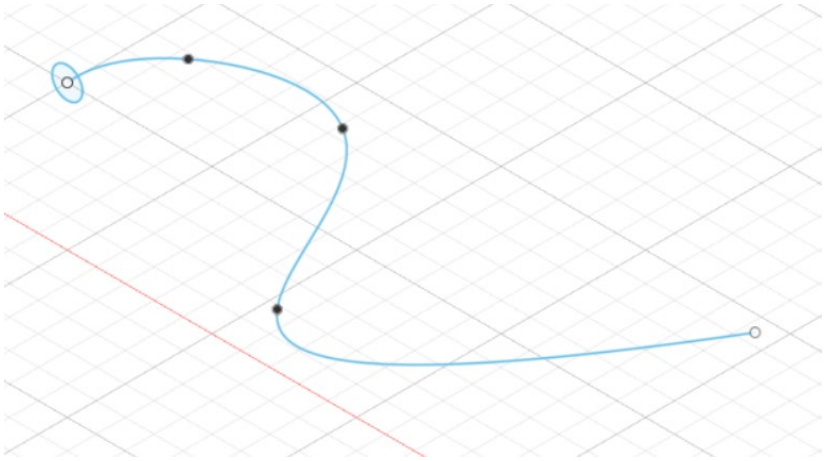


**Abbildung 37 Grundlagen für die Sweep Funktion**

Die geometrische Form wird mit der Funktion „Sweep“ im Verlauf der Linie, des Richtungspfades extrudiert. Hierzu wählt man im Werkzeugkasten den Menüpunkt „Erstellen“ (engl.: Create). Dort wählt man die Funktion „Sweep“.

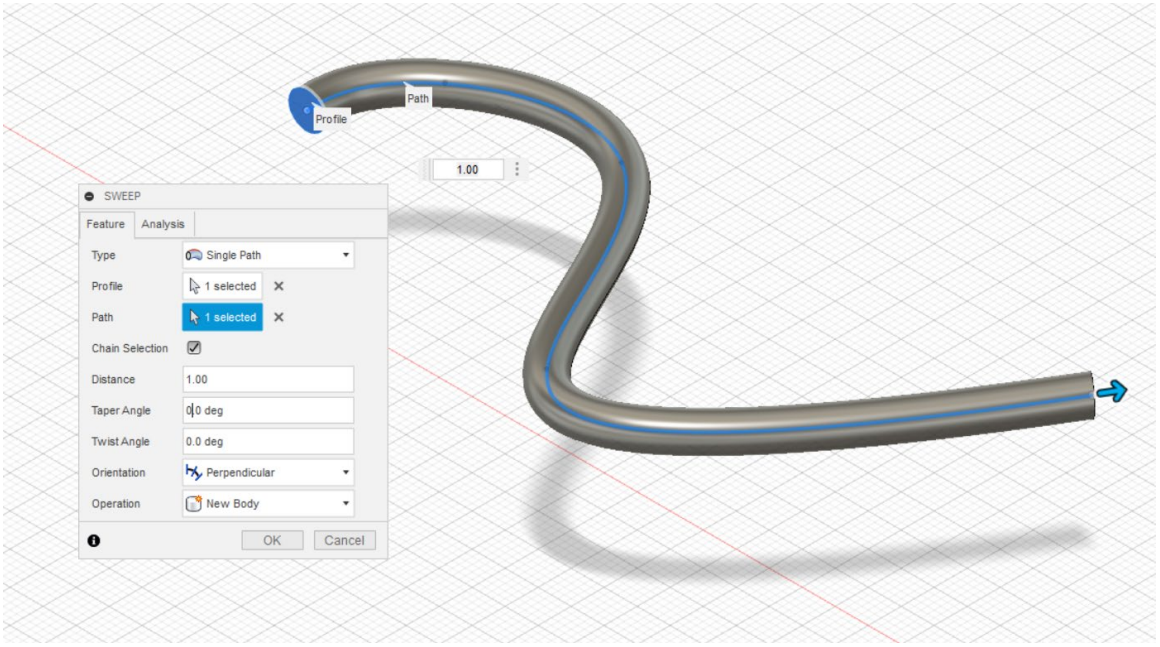



**Abbildung 38 Dialogfenster der Funktion "Sweep"**

Als erstes markiert man die Fläche der geometrischen Form als Profil. Anschließend aktiviert man mit der linken Maustaste die Auswahl in der darunter liegenden Zeile „Pfad“. Anschließend wählt man mit der linken Maustaste die Linie aus. Die Funktion wird durch die „OK“ Schaltfläche bestätigt.

# 5 Übungsaufgabe Grundriss

Die zuvor erläuterten Funktionen sind völlig ausreichend einen taktilen Raumplan zu erstellen. Die Aufgabe dieses Kapitels wird es sein, einen taktilen Lageplan des Konferenzraumes, wie in Abbildung 35 gezeigt, zu erstellen.

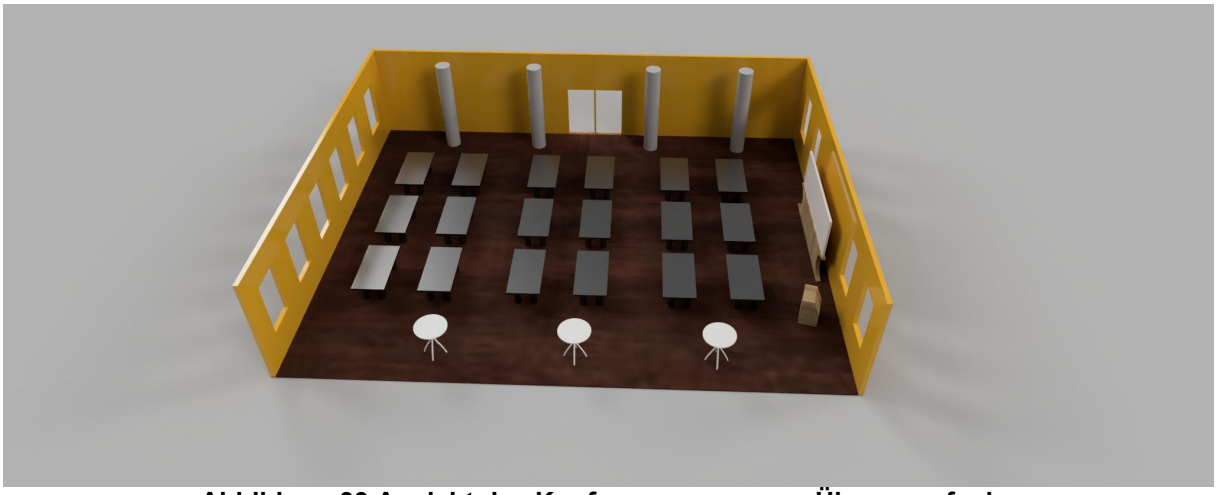


**Abbildung 39 Ansicht des Konferenzraumes zur Übungsaufgabe**

In der Durchführung legen wir keinen Schwerpunkt auf die Einhaltung des exakten Maßstabes, sondern auf die Anwendungen der Funktionen von Fusion360.

Das Ziel ist die Erstellung eines taktilen Lageplans, der blinden Besuchern die Lage der:

- Eingangstüren
- Tische und Tischanordnung
- Säulen
- Leinwand
- Rednerpult

darstellt.

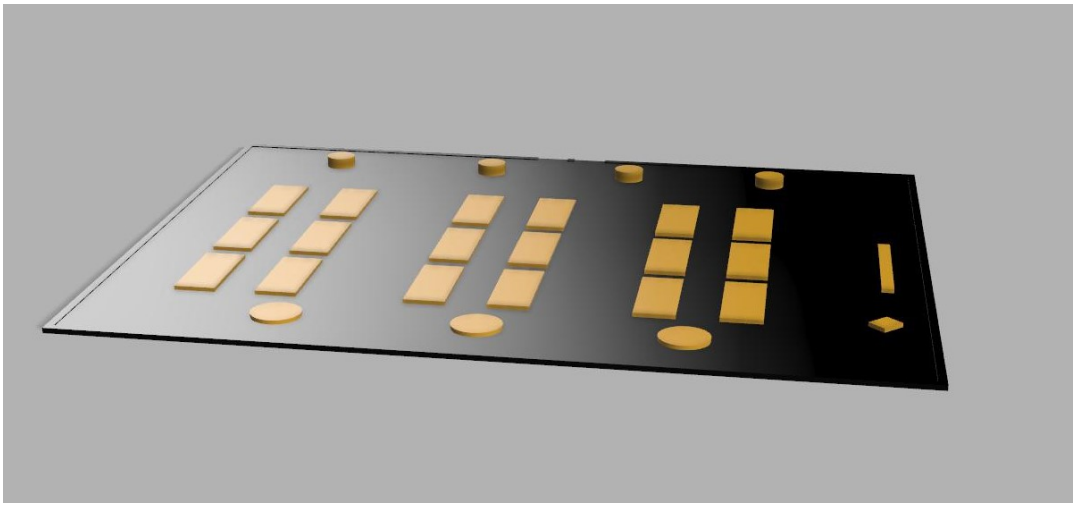


**Abbildung 40 Aufgabenziel Taktiler Lageplan**

Als Anhalt für die verwendeten Größen dient die Zeichnung in Kapitel 8 Anhang.

## 5.1 Grundriss und Bodenplatte

Die Grundlage für taktile Lagepläne ist die Grundplatte, auf der sich die darstellbaren Elemente befinden. In der Praxis wird oftmals die Größe des Lageplans durch die maximale Baugröße des 3D Druckers vorgegeben. Je größer die Baugröße des 3D Druckers ist, je mehr Details können auf dem taktilen Lageplan dargestellt werden. In der Regel folgt man auch bei taktilen Lageplänen, die im 3D Druck hergestellt wurden, den Grundsätzen der Darstellung wie sie von Plänen auf Schwellpapier oder dem Thermoform-Verfahren bekannt sind. Dies ist auch in den meisten Fällen ausreichend. Allerdings bietet das 3D Druck Verfahren auch die Möglichkeit besondere Elemente vollständig und nicht nur im Grundriss darzustellen. Hier werden Mobilitätstrainer auch lernen, wie die neuen Möglichkeiten vorteilhaft umgesetzt werden können.

In der vorliegenden Übungsaufgabe soll lediglich ein flacher Lageplan erstellt werden.

Als Mindest-Stärke für die Grundplatte sollten 2 mm nicht unterschritten werden, um eine ausreichende Stabilität zu gewährleisten.

In unserer Praxisaufgabe gehen wir von einer maximalen Baugröße des 3D Drucker von 200x200 mm aus. Daher entschließen wir uns zu einer Grundfläche von 200x158mm für die Grundplatte aus. Um diese zu Erstellen wählen wir in Fusion360 die Funktion Skizze und Rechteck aus. Wir zeichnen ein Rechteck mit den Maßen 200x158 mm.

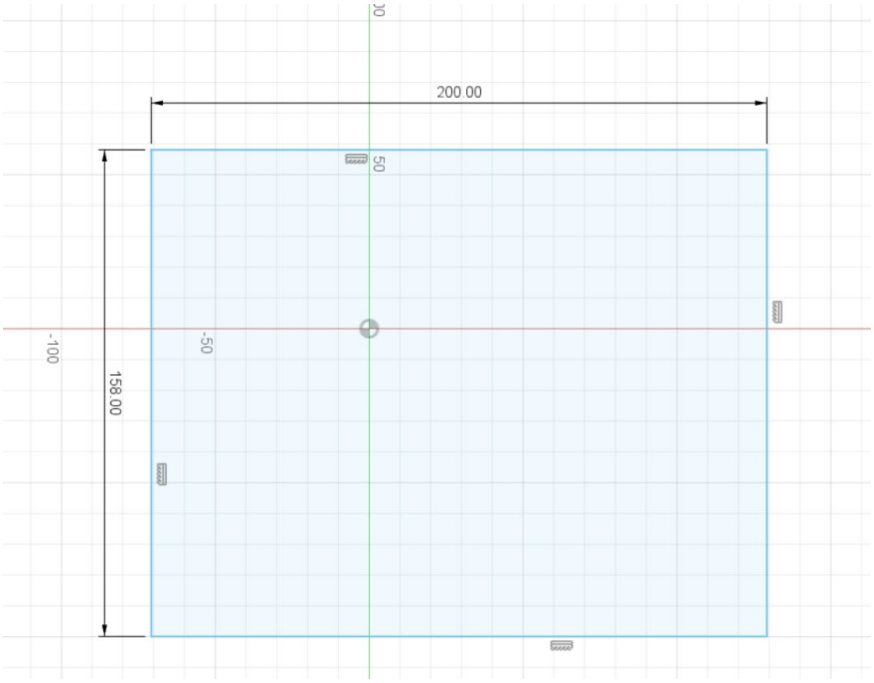



**Abbildung 41 Rechteck für die Grundplatte**

Bevor die Skizze fertiggestellt wird, wählen wir im Werkzeugkasten unter „Ändern“ (engl.: Modify) die Funktion „Versatz“ (engl.: Offset). Hier wählen wir einen Versatz von 2mm. Dieser Versatz dient der Darstellung der Wände.

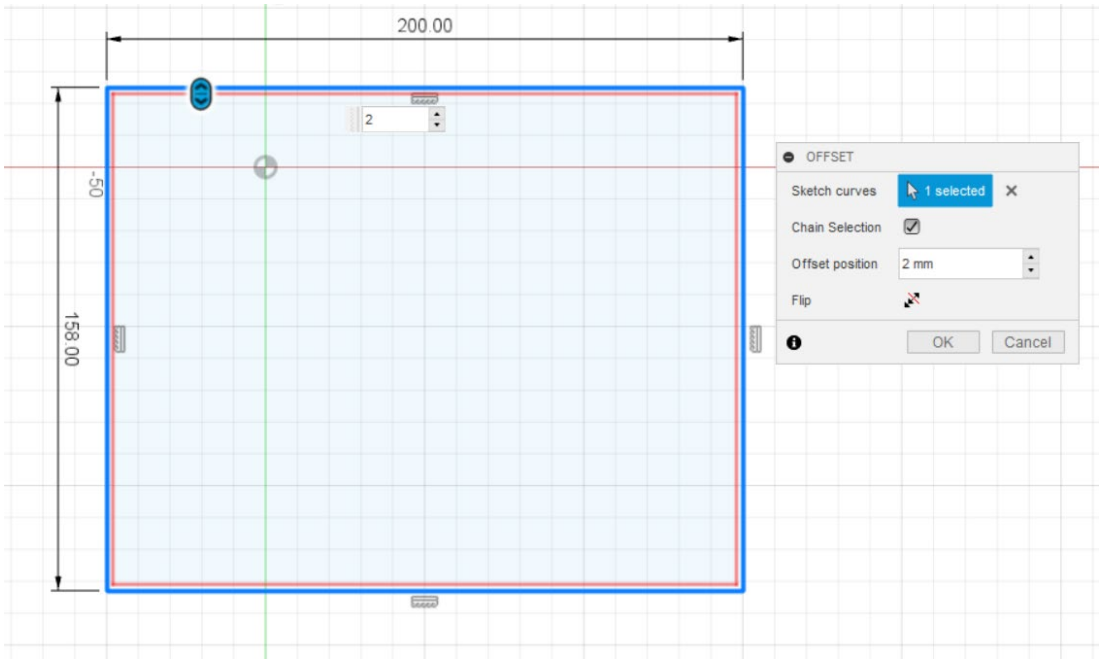



**Abbildung 42 Versatz für die Wanddarstellung**

Der nächste Schritt besteht in der Extrusion der Bodenplatte sowie des Versatzes der Wände. Um die Bodenplatte um 2mm extrudieren zu können, wählen wir im Werkzeugkasten in der Anwendung „Erstellen“ (engl.: Create), die Funktion „Extrusion“. Dann klicken wir mit der Maus das innere Quadrat an und geben im Textfeld 2mm für die Extrusionshöhe ein.

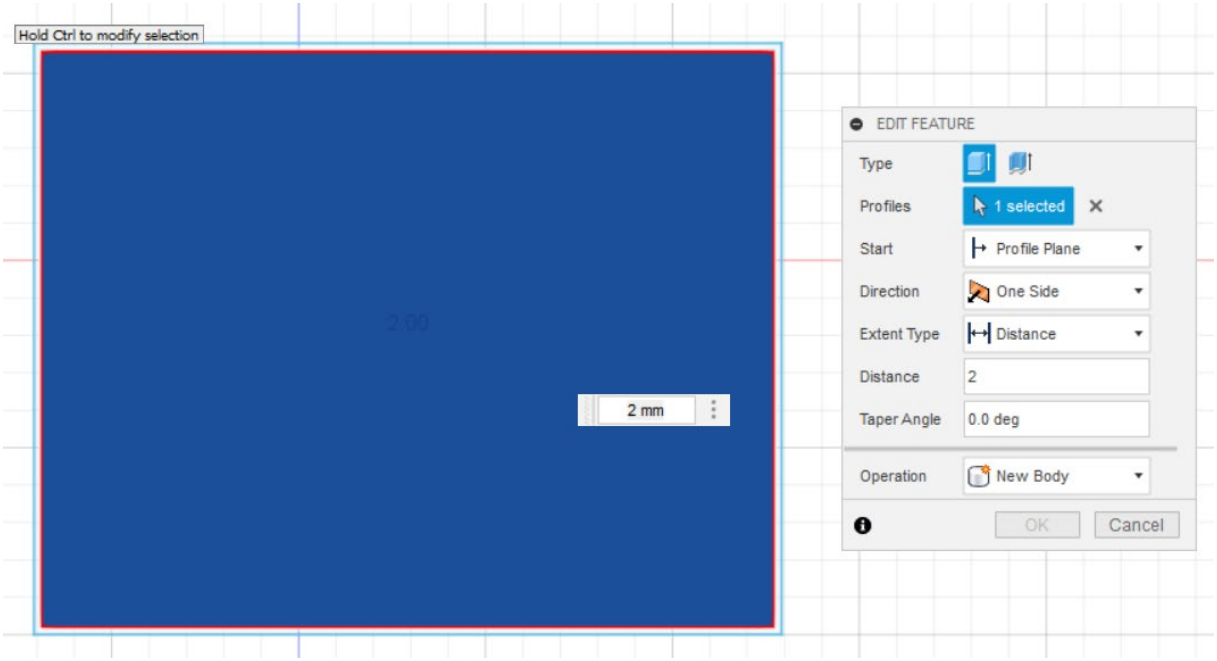



**Abbildung 43 2mm Extrusion der Bodenplatte**

Ebenso verfahren wir mit dem Versatz für die Wände. Nach Auswahl der Funktion „Extrusion“ wählen wir durch linken Mausklick den Rahmen um die Grundplatte. Als Versatzgröße geben wir 3mm ein. Damit überragt die Wand die Grundplatte um 1mm.

Als nächsten Schritt möchten wir die Aussparungen in der Stirnwand für die beiden Türen erstellen. Wie in der Abbildung 35 zu sehen ist, handelt es sich um eine Doppeltür mit einem Türpfosten in der Mitte. Um dies in der Konstruktion zu realisieren, müssen wir zunächst eine Skizze mit zwei Rechtecke für die beiden Türblätter zeichnen. Als Breite jeder Tür wählen wir 9mm, der Türpfosten soll eine Breite von 1mm besitzen.

Um die Aussparungen zu zeichnen, wählen wir im Werkzeugkasten „Skizze erstellen“. Anschließend klicken wir auf die Oberfläche des Wandkörpers am Rand der Bodenplatte.

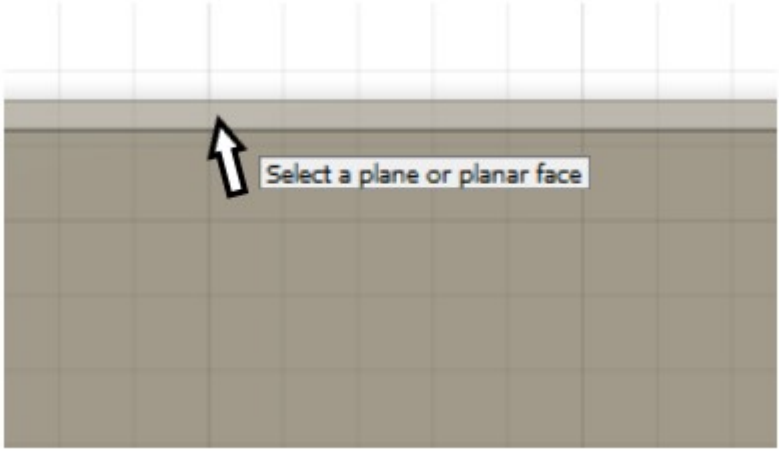



**Abbildung 44 Auswahl der Skizzenebene für Türen**

Dies bewirkt, dass die Skizze auf der Höhe der Wandoberfläche erstellt wird. Um den Mittelpunkt der Grundplatte sowie die Position der Türblätter zu ermitteln, kann man das Hintergrundraster verwenden. Dann werden die Rechtecke für die Türblätter entsprechend auf dem Wandkörper gezeichnet, Der Vorgang wird abgeschlossen mit Aktivierung der Schaltfläche „Skizze fertigstellen“ (engl.: finish sketch).

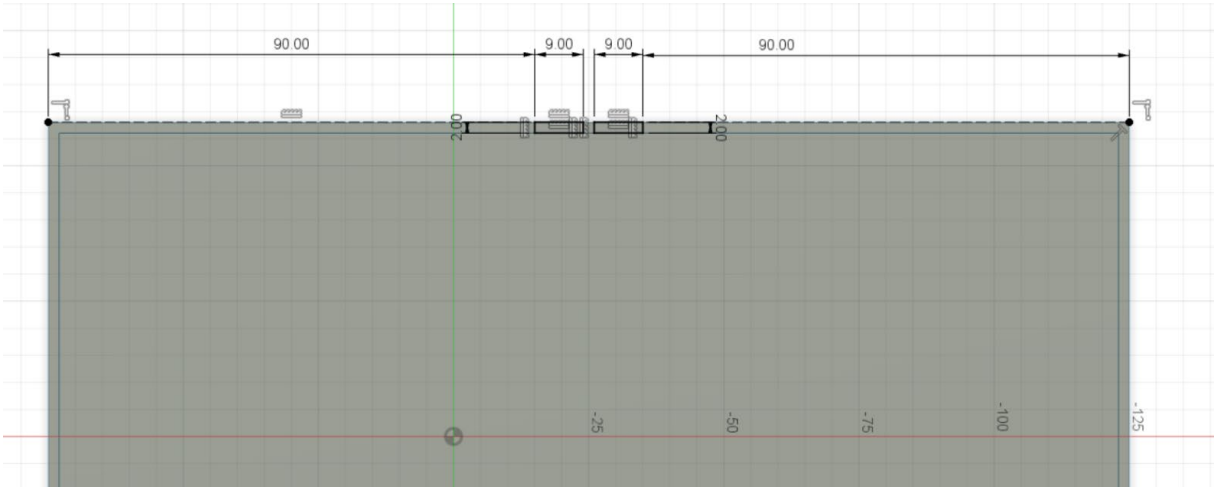



**Abbildung 45 Hilfsraster zur Positionierung der Türen**

Nach Fertigstellung der Skizze, wählt man erneut die Funktion Extrusion und wählt bei gedrückter STRG (engl.: Ctrl) mit der linken Maustaste beide soeben gezeichneten Rechtecke aus.

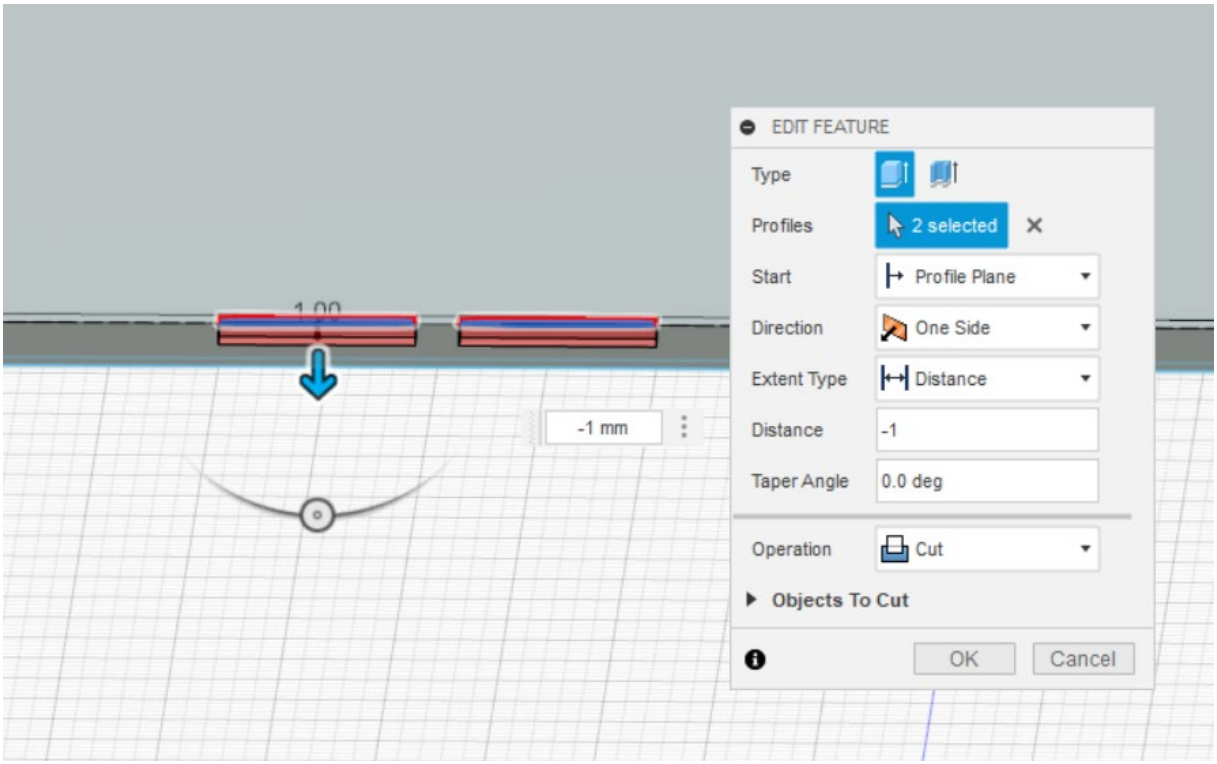



**Abbildung 46 Extrusion mit negativen Werten zum Ausschneiden**

Im Textfeld geben wir für die Extrusion diesmal den negativen Wert „-1mm“ an. In der Ansicht sehen wir einen roten Bereich unterhalb der Rechtecke. Im Textfeld „Vorgang“ (engl.: Operation) steht diesmal nicht „Verbinden“ (engl.: Join) oder „Neuer Körper“ (engl.: New Body), sondern „Ausschneiden“ (engl.: Cut). Dies wird bei Fusion360 immer voreingestellt, wenn die Extrusion in einen Volumenkörper reicht. Damit eignet sich die Funktion Extrusion auch zum Erstellen von Aussparungen.

In unserem Bespiel senken wir die Wand auf die Höhe der Bodenplatte. Damit wurden die Aussparung für die beiden Türflügel erzeugt.

## 5.2 Säulen und Mobiliar

Als nächstes möchten wir die Säulen, Konferenztische, Leinwand, Rednerpult und die Bistro-Tische erstellen. Dies kann man einfach mit den Volumenkörperfunktionen „Quader“ (engl.: Box) und „Zylinder“ (engl.: Cylinder) im Menü „Erstellen“, durchführen.

Zunächst möchten wir die vier Säulen im vorderen Bereich erzeugen. Hierzu qählen wir die Funktion „Zylinder“ und Positionieren die Maus auf der Bodenplatte. Mit gedrückter linker Maustaste zeichnen wir den Durchmesser. Im Dialogfenster geben wir den Durchmesser von 8mm und eine Höhe von 3mm ein.

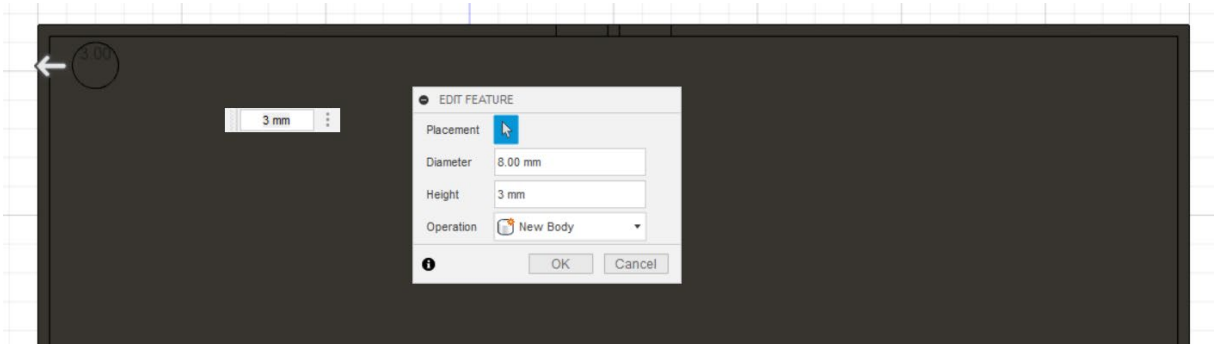



**Abbildung 47 Erste Säule erzeugt mit der Funktion "Zylinder", 8mm Durchmesser, 3mm Höhe**

Nun verschieben wir die Säule an die gewünschte Position. Als Hilfe verwenden wir das Hilfsraster im Hintergrund. Nun wählen wir in der Browserpalette die Säule mit Linksklick der Maus aus. Anschließend aktivieren wir mit der **rechten** Maustaste das Kontextmenü. Dort wählen wir die Option „Verschieben/Kopieren“ (engl.: Move/Copy). Mit dem erscheinenden Bewegungs-Widget verschieben wir die Säule nach rechts. Hierzu wählen wir mit der Maus den nach rechts weisenden Pfeil.

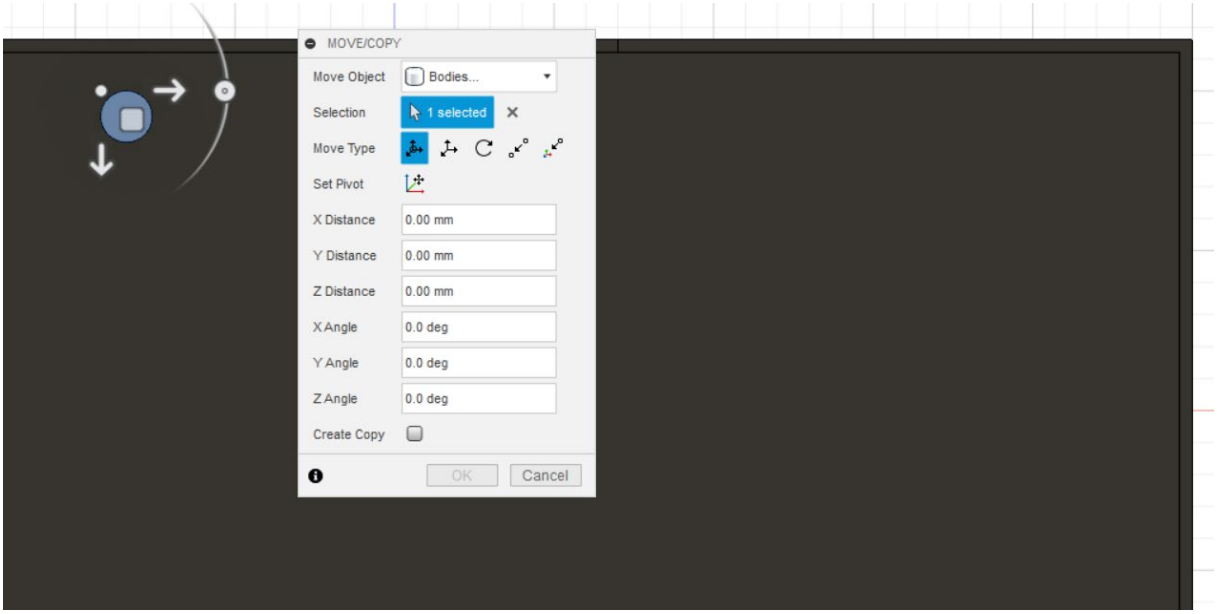



**Abbildung 48 Verschieben der Säule mit dem Bewegungs-Widget**

Das Verschieben können wir entweder mit der Maus oder der Eingabe des X-Achsen Wertes im Dialogfenster durchführen. Nachdem die erste Säule an die korrekte Position verschoben wurde, können wir den vorigen Schritt noch dreimal wiederholen, um die verbleibenden drei Säulen zu erstellen. Wir wählen jedoch die Funktion „Kopieren“. Dies ist einfacher, da wir nicht die Größe der Säule eingeben müssen. Hierzu wählen wir wie oben beschrieben über die Browserpalette erneut mit der Maus den Körper der Säule. Auch hier aktivieren wir mit der rechten Maustaste das Kontextmenü und wählen erneut „Verschieben/Kopieren“. Jetzt aktivieren wir jedoch das Kontrollfeld „Kopie erstellen“ (engl.: Create Copy) und wählen zum Verschieben auf der X-Achse den Wert 45mm.

So erstellen wir eine Kopie der Säule und positionieren diese gleichzeitig um 45mm nach rechts.

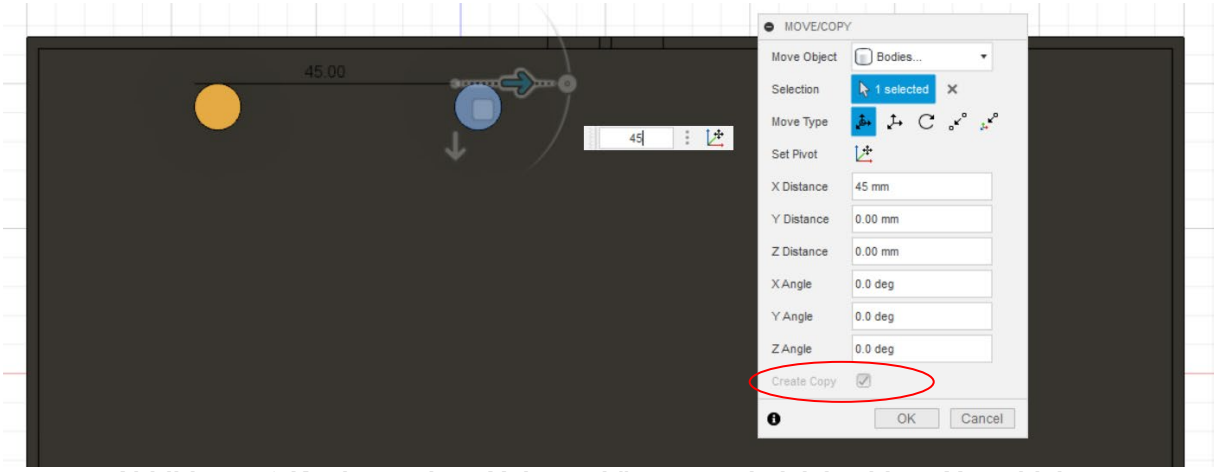



**Abbildung 49 Kopieren eines Volumenkörpers und gleichzeitiges Verschieben**

Diesen Vorgang wiederholen wir noch zweimal. Damit sind dann alle vier Säulen erstellt worden.

Nun erfolgt die Erstellung der 18 Konferenztische. Hier gehen wir ebenso vor. Zunächst erstellen wir einen Tisch mit der Funktion „Quader“ (engl.: Box) und kopieren diese dann.

Nach dem Aufruf der Funktion Quader positionieren wir die Maus unterhalb der ersten Säule und ziehen ein Rechteck mit den Ausmaßen: 10x25mm. Die Höhe setzen wir hier auf 1mm. In der Zeile „Vorgang“ (engl.: Operation) achten wir darauf, dass die Auswahl „Neuer Körper“ (engl.: New Body) ausgewählt wurde. Wir Beenden die Funktion durch Aktivierung der „OK“ Schaltfläche.

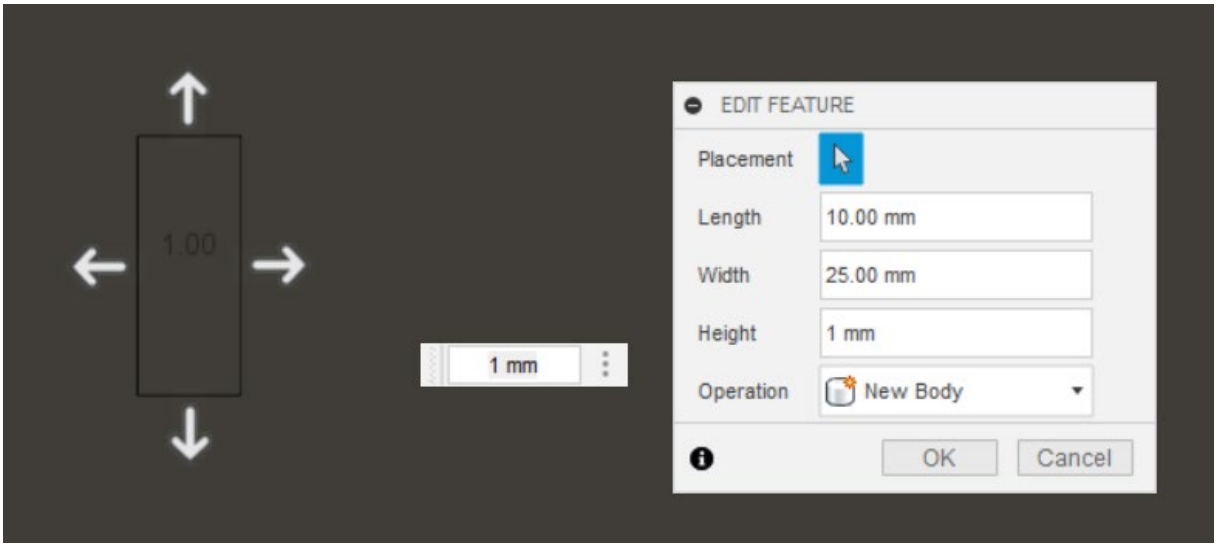



**Abbildung 50 Tisch erstellt mit der Funktion "Quader"**

Auch diesen Tisch können wir jetzt mehrfach kopieren und verschieben. In unserem Beispiel kopieren wir den Tisch zunächst einmal und verschieben diesen nach unten. Dies wiederholen wir ein weiteres Mal. Damit erzeugen wir die linke 3er Tischreihe.

Hierzu wählen wir in der Browserpalette durch linken Mausklick den Tisch aus. Dieser sollte der letzte Körper in der Liste sein. Durch Drücken der rechten Maustaste aktivieren wir das Kontextmenü und wählen hier erneut Verschieben/Kopieren. Auch hier aktivieren wir das Kontrollfeld „Kopie erstellen“ (engl.: Create Copy) und wählen zum Verschieben auf der Z-Achse den Wert 30mm.

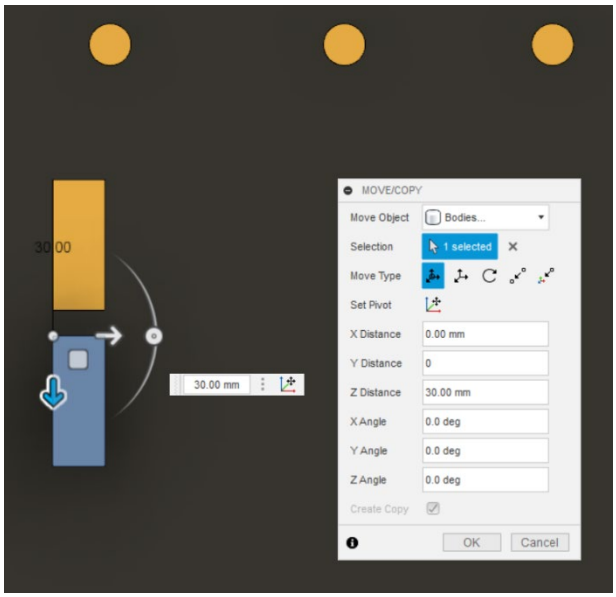



**Abbildung 51 Kopieren des ersten Tisches auf der Z-Achse**

Diesen Vorgang wiederholen wir ebenso mit dem zweiten Tisch. Damit erhalten wir die erste Tischreihe. Diese können wir nun gesamt kopieren und nach rechts verschieben um den ersten Tischblock zu erhalten. Hierzu müssen wir die drei Tische in der Browserpalette **gleichzeitig** markieren. Dies erreichen wir indem wir die letzten drei Einträge „Körper..“ bei gedrückter Umschalttaste mit der linken Maustaste anklicken. Diese sind dann in blauer Farbe unterlegt. Auch hier aktivieren wir mit der rechten Maustaste das Kontextmenü, aktivieren das Kontrollfeld „Kopie erstellen“ (engl.: Create Copy). Wir verschieben die Tischgruppe auf der X-Achse um 20mm.

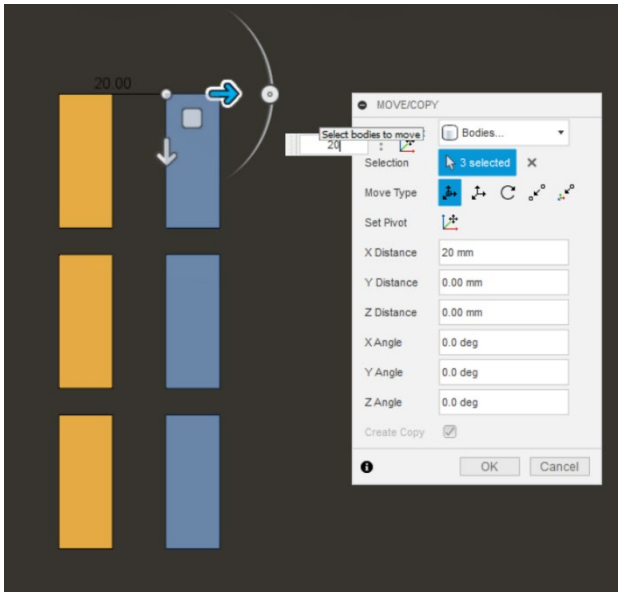



**Abbildung 52 Kopieren mehrerer Körper**

Jetzt können wir ebenso den gesamten Block kopieren und verschieben, indem alle sechs Tische markiert, kopiert und auf der X-Achse verschoben werden. Als Wert zum Verschieben wählen wir 54mm. Damit sollte der zweite Block erscheinen. Diesen Vorgang wiederholen wir ebenso, um auch den dritten Block zu erstellen.

Nun verbleiben noch die Leinwand sowie das Rednerpult. Auch hier wählen wir die Funktion „Quader“ (engl.: Box). Wir erzeugen die Leinwand ebenso wie die Tische und geben die folgenden Werte ein:

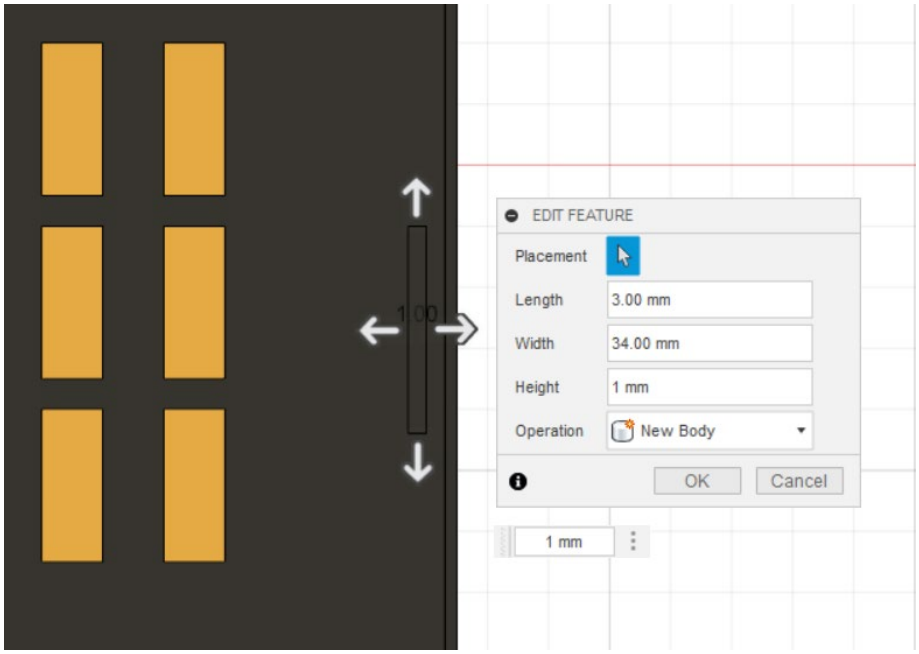



**Abbildung 53 Erzeugen der Leinwand**

Das Rednerpult erzeugen wir in der gleichen Weise und mit den folgenden Einstellungen:

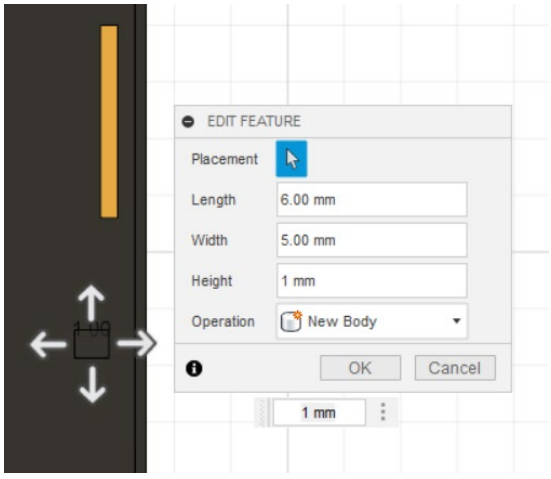



**Abbildung 54 Erzeugen des Rednerpultes**

Das Erstellen der Bistro-Tische erfolgt analog den Tischgruppen. Wir zeichnen zunächst einen der Tische. Anschließend wird dieser zweimal kopiert und jeweils um 47mm nach rechts verschoben.

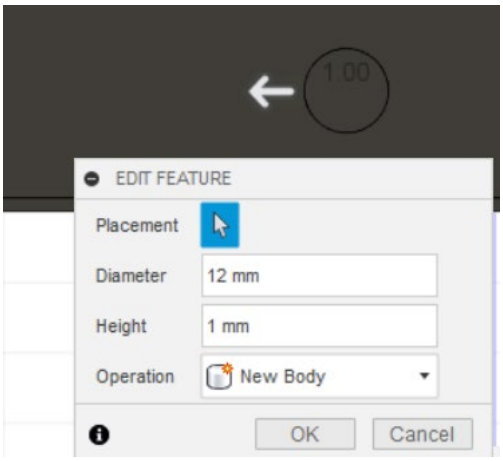



**Abbildung 55 Daten der Bistro-Tische**

## 5.3 Kombinieren der Volumenkörper

Um die Elemente, die auf der Grundplatte angeordnet sind, kopieren zu können, haben wir diese als „Neuer Körper“ (engl.: New Body) erzeugt. Entsprechend sollten in Ihrer Browserpalette 28 Körper (engl.: Body) aufgeführt sein. Damit wir das erzeugte Modell als STL-Datei exportieren können, müssen wir die Körper zunächst kombinieren. Hierzu benötigen wir in der Werkzeugpalette das Menü „Ändern“ (engl.: Modify). Wir öffnen das Menü durch Klick auf das Dreieck und wählen hier die Funktion „Kombinieren“ (engl.: Combine). Es erscheint das Dialogfenster neben unserem Grundriss.

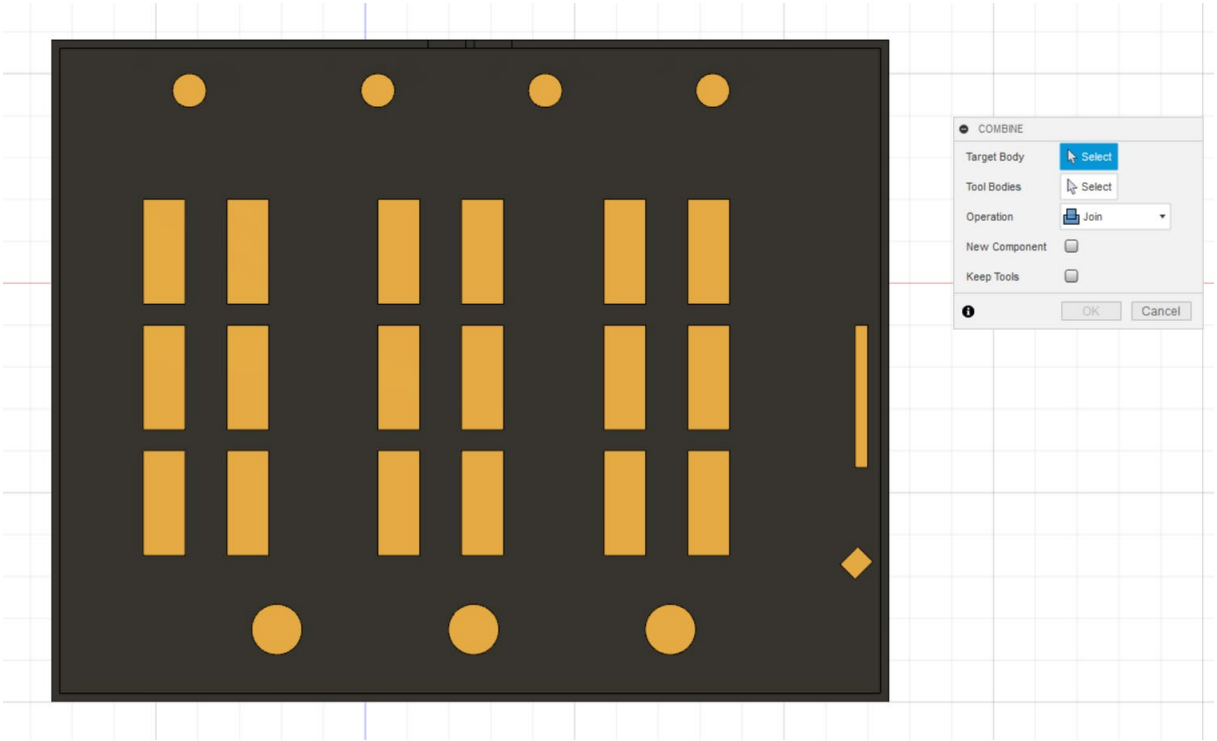



**Abbildung 56 Die Funktion "Kombinieren"**

Im Dialogfenster müssen wir in der Zeile „Zielkörper“ (engl.: Target Body), den Volumenkörper auswählen, in den die anderen Körper integriert werden sollen. Dazu klicken wir mit der linken Maustaste auf die Grundplatte. In der Zeile „Zielkörper“

erscheint dann auch „1 Ausgewählt“ (engl.: 1 selected). In der Zeile werden die Zielkörper (engl.: Target Bodies) ausgewählt. Hierzu klickt man mit der linken Maustaste alle Elemente an, die sich auf der Grundplatte befinden. Die Elemente werden nach dem Klick blau dargestellt und in der Zeile „Werkzeugkörper“ erhöht sich die Zahl der ausgewählten Körper. Die Auswahl der Werkzeugkörper kann auch über die Browserpalette erfolgen.

Wenn alle Elemente markiert sind, sollte die Konstruktion wie unten gezeigt aussehen:

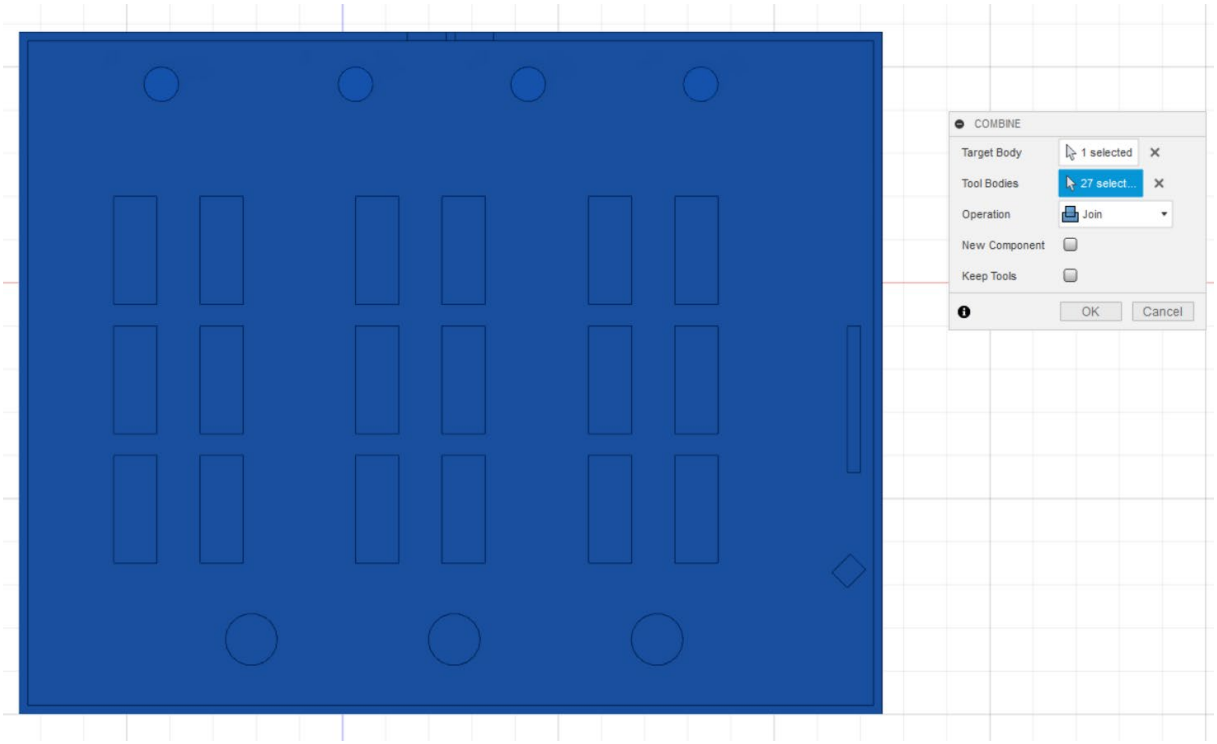



**Abbildung 57 Ziel und Werkzeugkörper vollständig ausgewählt**

Durch Aktivierung der „OK“ Schaltfläche werden die ausgewählten Körper vereint. In der Browserpalette sollte dann nur noch ein Körper zu sehen sein. Sind jedoch weiterhin mehrere Körper zu sehen, bedeutet dies, dass diese Körper entweder nicht ausgewählt waren oder nicht kombinierbar sind, weil die Körper nicht miteinander verbunden sind. So könnte beispielsweise eine Lücke zwischen zwei Körpern bestehen. Dies muss aus verschiedenen Perspektiven überprüft werden und gegebenenfalls ein Körper mit Verschieben/Kopieren entsprechend neu positioniert werden.

# 6 Erstellen von STL-Dateien

Das Erstellen von STL-Dateien von einer Konstruktion ist in Fusion360 relativ einfach. Wichtig ist allerdings, dass der zu konvertierende Volumenkörper möglichst kombiniert ist. Besteht dieser aus mehreren, nicht kombinierten Körpern, können Fehler in der STL-Datei auftreten. Ebenso kann es geschehen, das einzelne Körper nicht exportiert werden.

Unser Modell aus Kapitel 5 erfüllt die Voraussetzungen. Sofern noch nicht geschehen, laden wir die Datei in Fusion360. Nachdem die Konstruktion geladen ist, wählen wir Aus dem Menü im Werkzeugkasten den Menüpunkt „Werkzeuge“ (engl.: Tools). In der veränderten Anzeige wählen wir im Menü „Erstellen“ (engl.: Make) die Funktion 3D Druck (engl.: 3D Print)

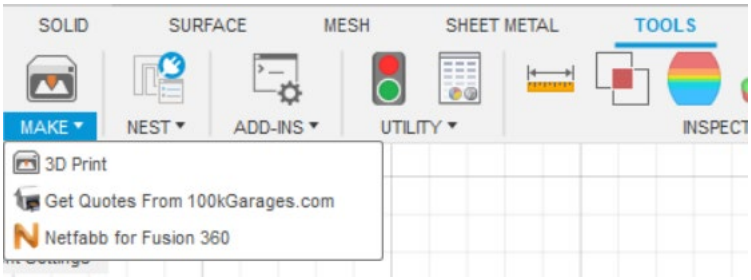



**Abbildung 58 Funktion "3D Druck" im Menü "Erstellen"**

Es erscheint ein neues Dialogfeld. Sollte dort im unteren Bereich das Kontrollfeld „An 3D Dienstprogramm senden“ (engl.: Send to 3D Print Utility) aktiviert sein, deaktivieren wir diese Funktion. Anschließend Klicken wir mit der linken Maustaste auf unseren Grundriss. Die Anzeige ändert sich und die Konstruktion wird als Mesh angezeigt.

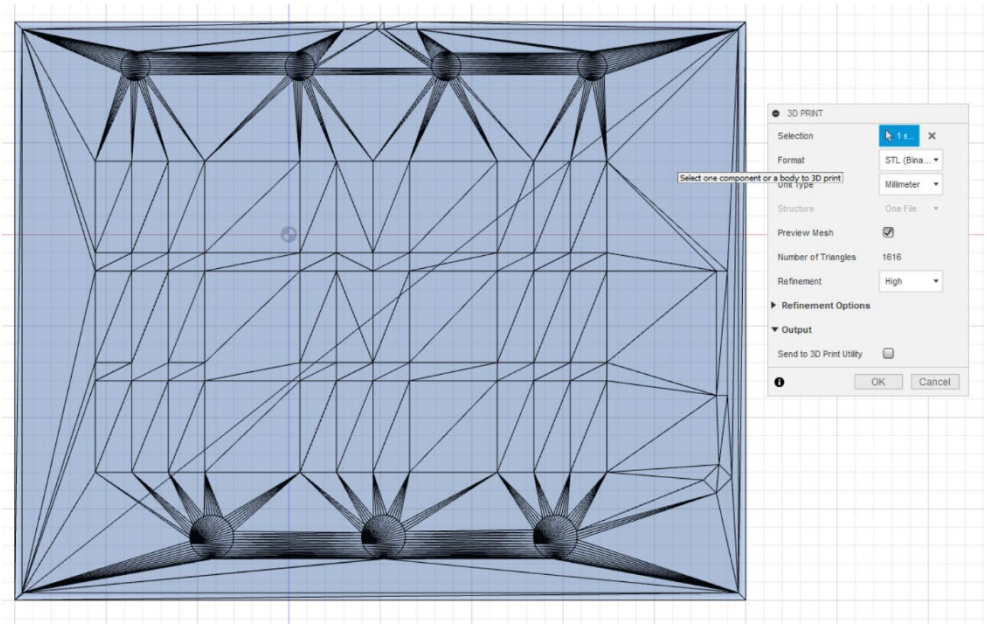



**Abbildung 59 Funktion "3D Druck" nach Auswahl des betreffenden Körpers**

Nach Aktivierung der „OK“ Schaltfläche kann der Dateiname und Speicherort für die STL-Datei eingegeben werden.

# 7 Erstellen von taktilen Lagekarten aus Grafiken

In Fusion360 besteht auch die Möglichkeit Grafiken wie Grundrisse oder Fotos als Grundlage für die Konstruktion von Lagekarten einzubinden. Im Prinzip wird die Grafik als Vorlage zum Nachzeichnen mit der Skizzenfunktion verwendet.

Wir möchten als Beispiel den Grundriss des Konferenzraumes aus Kapitel 5 in Fusion360 einbinden und nachzeichnen.

Als erstes müssen wir hierzu in einem neuen Projekt ein Rechteck zeichnen, dass ungefähr der Größe des Grundrisses entspricht. In unserem Beispiel ist dies ein Rechteck in der Größe von 200x158mm. Nach Erstellung des Rechteckes kann die Skizze mit der Schaltfläche „Skizze Fertigstellen“ geschlossen werden.

Anschließend wählt man im Werkzeugkasten den Menüpunkt „Einfügen“ (Engl.: Insert). Hier wählt man die Funktion „Ansichtsbereich“ (Engl.: Canvas). Daraufhin öffnet sich ein Datenfenster. Hier wählt man das Quellverzeichnis aus, in dem die Grafik des Grundrisses liegt. Nach Auswahl der Grafik erscheint wieder der Bearbeitungsbereich von Fusion360. Hier ist ein Dialogfenster geöffnet. In der ersten Zeile sieht man den Dateinamen der soeben gewählten Grundriss-Grafik. Nun muss man mit der Maus und der linken Maustaste, das eben gezeichnete Rechteck anklicken. Damit wird Fusion360 mitgeteilt, dass hier die Grafik erscheinen soll.

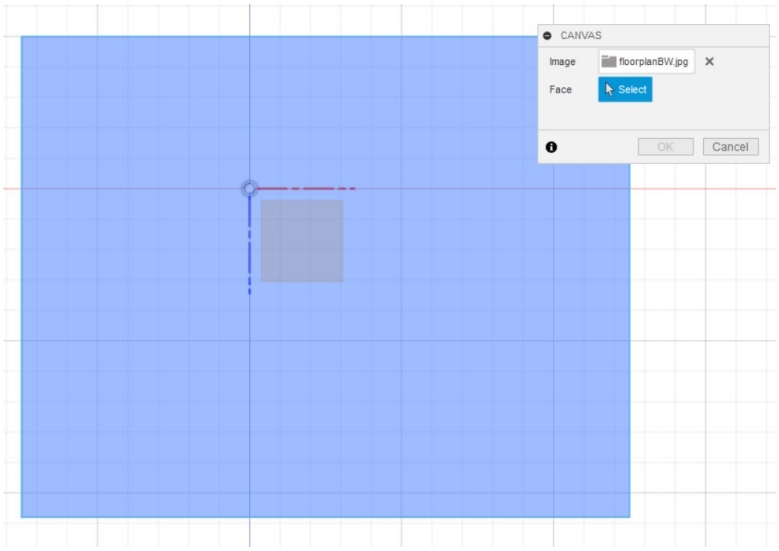



**Abbildung 60 Auswahlfenster für den Ansichtsbereich**

Anschließend öffnet sich die gewählte Grafik im markierten Ansichtsbereich. In dem erscheinenden Dialogfenster können Feinabstimmungen zur Positionierung und Transparenz der Grafik eingestellt werden. Mit der Schaltfläche „OK“ wird der Einfüge Prozess abgeschlossen.

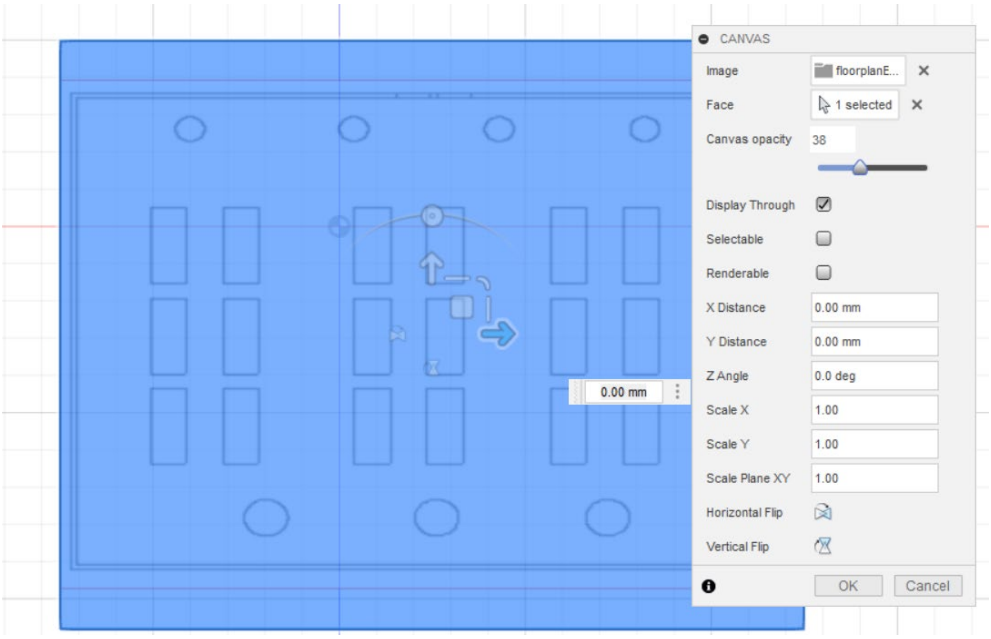



**Abbildung 61 Einstellungen für die eingefügte Grafik**

Nach Einfügen der Grafik kann man mit der Skizzenfunktion den Grundriss nachzeichnen. Mit den beschriebenen Funktionen Extrusion und Volumenkörper kann eine taktile Lagekarte erstellt werden.

# 8 Erstellen von taktilen Braille-Modellen

Das Erstellen von Volumenkörpern mit Braille Schrift ist in Fusion360 zwar möglich, erfordert aber ein kostenpflichtiges Add-In aus dem Autodesk-Store. Hier handelt es sich um eine App, die Um dieses Addin zu installieren wählt man Werkzeugkasten das Menü „Werkzeuge“ (Engl.: Tools). In der Menüleiste wählt man die Funktion Add-Ins und wählt hier den „Fusion360 App Store“.

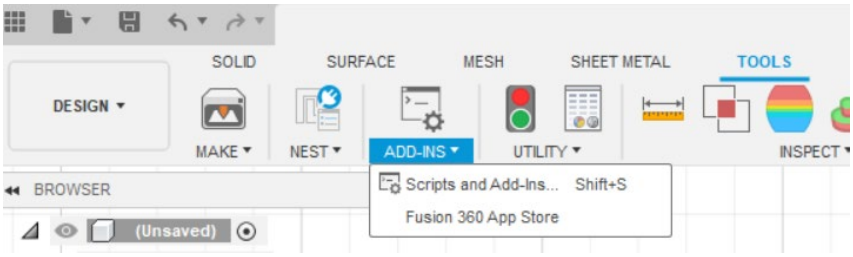



**Abbildung 62 Funktion "Add-Ins"**

Sobald dieser sich öffnet, gibt man im Suchfeld einfach „braille“ ein. Die Autokorrektur ergänzt automatisch mit dem verfügbaren Add-In „Braille-Creator“. Diesen Klickt man mit der linken Maustaste an und die Seite mit der Beschreibung des Add-Ins erscheint. Aktuell (2021) kostet das Add-in 1,99$ und lässt sich nur für Windows beziehen.

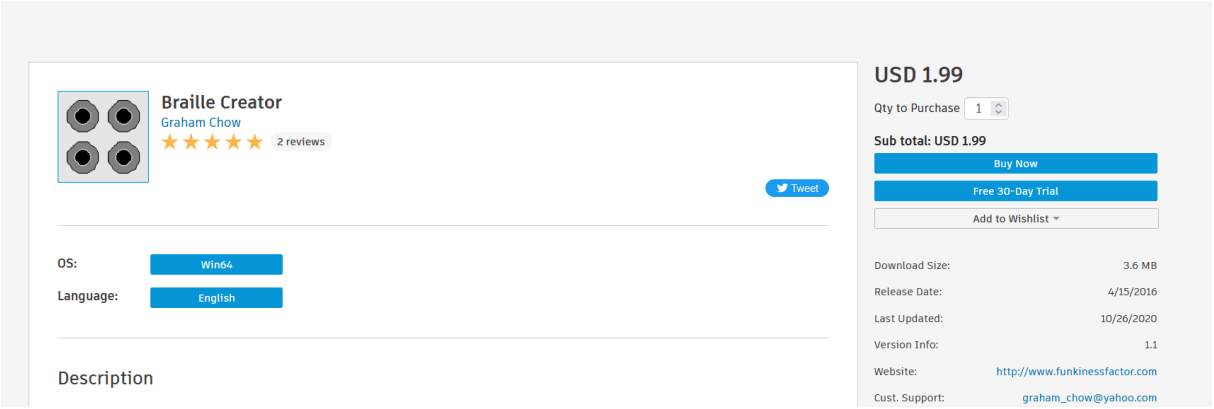



**Abbildung 63 Add-In Store mit Braille Creator**

Nach Kauf der Vollversion oder Auswahl der 30-Tage Testversion, erhält man eine Installationsdatei zum Download. Schließen Sie Fusion360 bevor Sie die Installation starten.

**Hinweis:** Dieses Add-In wurde für eine frühere Version von Autodesk Fusion360 entwickelt. Daher kann es vorkommen, dass nach einem Update von Fusion das Add-In nicht korrekt funktioniert. Daher muss die Installation wiederholt werden. Speichern Sie daher die Installationsdatei des Braille Creator auf einem Datenträger. Der Braille Creator unterstützt nur **Unified English Braille**. Sonderzeichen, landestypische Schriftzeichen und Umlaute werden somit **nicht** dargestellt. Die erzeugte Braille-Zeichen werden in den Norm-Maßen erzeugt.

Um den Braille Creator zu verwenden, ruft man einfach mit der Taste „s“ die Modell-Toolbox auf. Geben sie die Buchstaben „br“ ein und die Autokorrektur öffnet die verfügbaren Add-Ins mit dieser Buchstabenkombination.

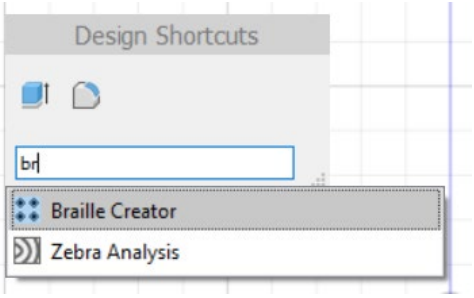



**Abbildung 64 Modell-Toolbox nach Eingabe der Taste "s"**

Aktivieren Sie mit der Maus den Braille Creator und es öffnet sich ein neues Dialogfenster.

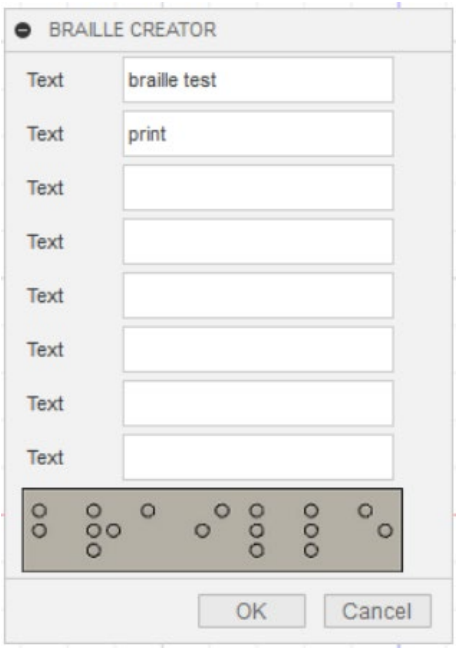



**Abbildung 65 Das Braille Creator Fenster**

In die jeweiligen Zeilen kann man den gewünschten Text eingeben. Mit der Schaltfläche „OK“ wird die Brailleschrift generiert und in Fusion360 eingefügt. Dieser Vorgang kann länger dauern, da dieses Add-In komplexe Operationen zur Erzeugung der Braille-Punkte durchführt. Der eingegebene Text wird als Platte in Fusion360 eingefügt und bildet einen Volumenkörper, der wie andere Körper kopiert oder verschoben werden kann.

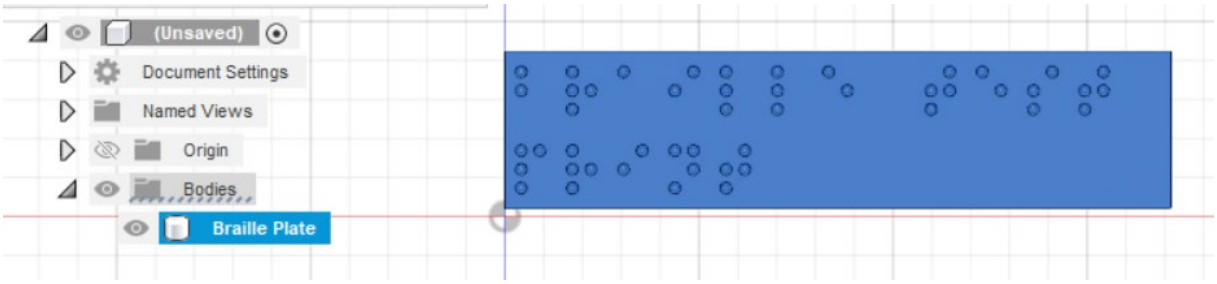



**Abbildung 66 Erzeugte Brailleschrift und Darstellung in der Browserpalette**

# 9 Bearbeiten von STL Dateien

Mit gewissen Einschränkungen können Körper aus Netzdateien im STL oder OBJ Format mit Fusion360 bearbeitet werden. Dies kann sinnvoll sein, wenn nur eine STL oder OBJ Datei zur Verfügung steht und die darin vorhandenen Körper geändert werden sollen. Problematisch hierbei ist, dass es sich hier um einen Körper handelt, der aus einem Netz von Polygonen besteht. Ein einfacher Quader besteht in einer Netzdatei dabei aus vielen miteinander verbundenen Polygonen. Ohne Umwandlung lassen sich diese Dateien nicht bearbeiten.

**Hinweis:** Bei großen Netzdobjekten mit über 30000 Polygonen, kann die Bearbeitung mit Fusion360 problematisch werden.

In unserem Beispiel möchten wir einen Lageplan des Institut Rittmeyer, der mit TouchMapper ( https://touch-mapper.org/en/area?map=B3f149e6b9b8ac55 ) erstellt wurde, ändern.

Der Lageplan liegt bereits als STL Datei auf einem Datenträger vor.

Um die Datei zu Importieren wählen wir im Werkzeugkasten das Menü „Einfügen“ (engl.: Insert). Hier wählen wir das Untermenü „Netz einfügen“ (engl.: Insert Mesh).

Nun öffnet sich ein Windows-Fenster zum Öffnen von Dateien. Man wählt die betreffende Datei aus. Der Netzkörper erscheint nun in Fusion360 und wird in der Browserpalette unter der Rubrik „Körper“ (engl.: Body) als Netzkörper angezeigt.

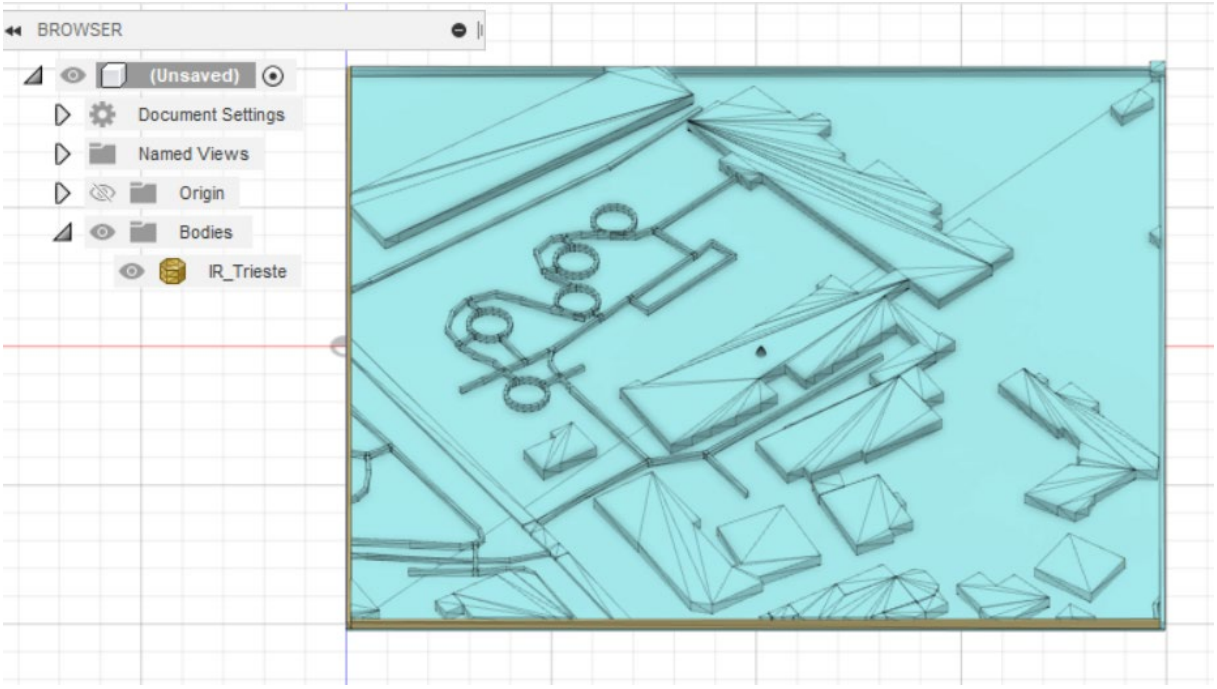



**Abbildung 67 Eingefügter Netzkörper und Ansicht in der Browserpalette**

Wie man in Abbildung 67 sehen kann werden die Wege als schmaler Quader angezeigt. Diese möchten wir zwischen den Hauptgebäuden löschen. Zudem möchten wir den Kegel auf dem Dach des Zentralgebäudes löschen.

Um Änderungen an Netzdateien in Fusion360 durchführen zu können, müssen entsprechende Funktionen ausgewählt werden.

Möchte man ausschließlich Elemente der Netzdatei löschen, wählt man eine Separierungsfunktion. Möchte man jedoch Körper dem Netzkörper hinzufügen oder weitere Änderungen durchführen, muss der Netzkörper konvertiert werden.

Arbeiten an Netzkörpern werden mit dem Menü „Netz“ (engl.: Mesh) im Werkzeugkasten durchgeführt.

## 9.1 Löschen von Netzelementen

Zum Löschen der Wege wählen wir zunächst das Menü „Netz“. Im geänderten Werkzeugkasten wählen wir das Menü „Ändern“ (engl.: Modify). Dort wählen wir die Funktion „Trennen“ (engl.: Separate)

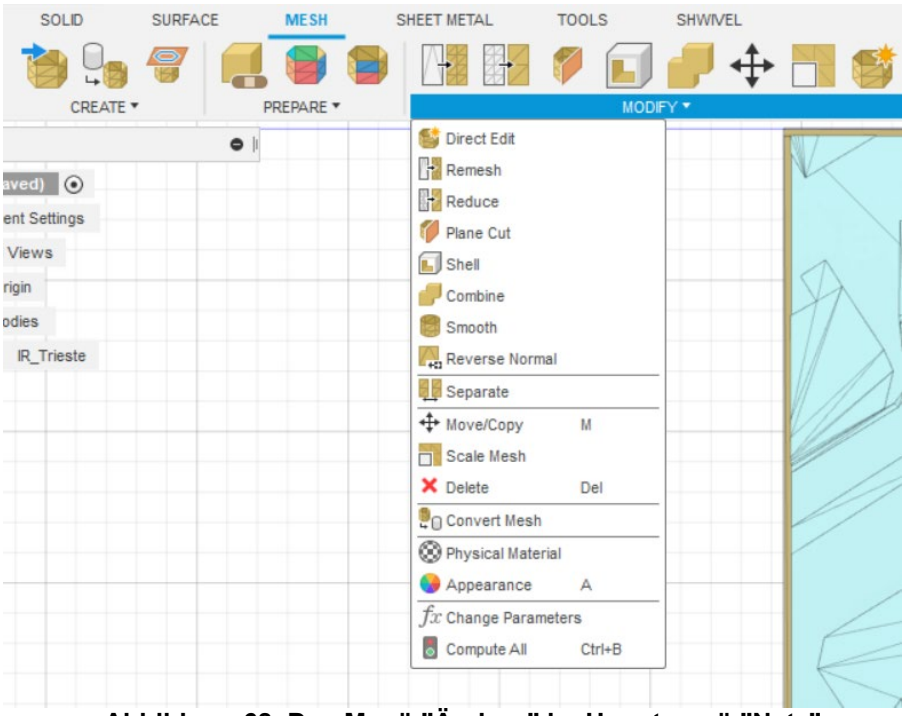



**Abbildung 68 Das Menü "Ändern" im Hauptmenü "Netz"**

Hier öffnet sich erneut ein Fenster. Mit der linken Maustaste klicken wir auf eine Fläche der Grundplatte des Netzkörpers. Damit wählen wir diesen als zu trennenden Körper aus.

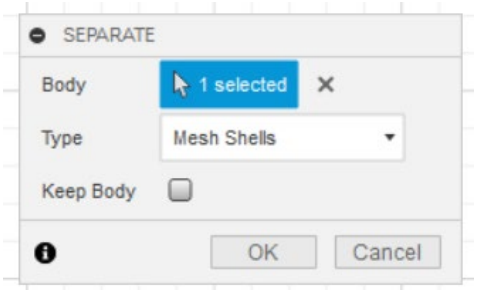



**Abbildung 69 Das Fenster "Trennen"**

Nach Aktivierung der „OK“ Schaltfläche wird der Netzkörper in verschiedenen Farben angezeigt.

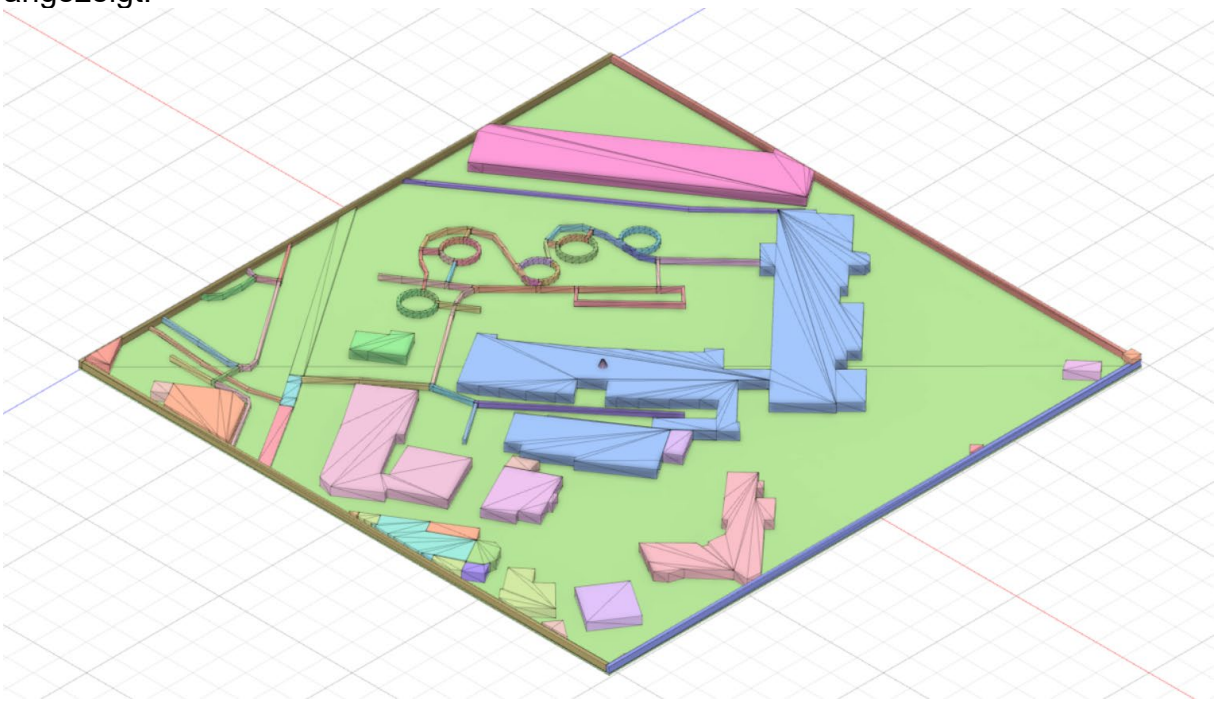


**Abbildung 70 Darstellung des Netzkörpers nach der Trennung**

Nun ist es möglich die einzelnen Netzkörper durch linken Mausklick auszuwählen. Ist dies geschehen, öffnet man mit der rechten Maustaste das Kontextmenü. Durch Auswahl der Funktion „Entfernen“ (engl.: Remove), wird das gewählte Element gelöscht.

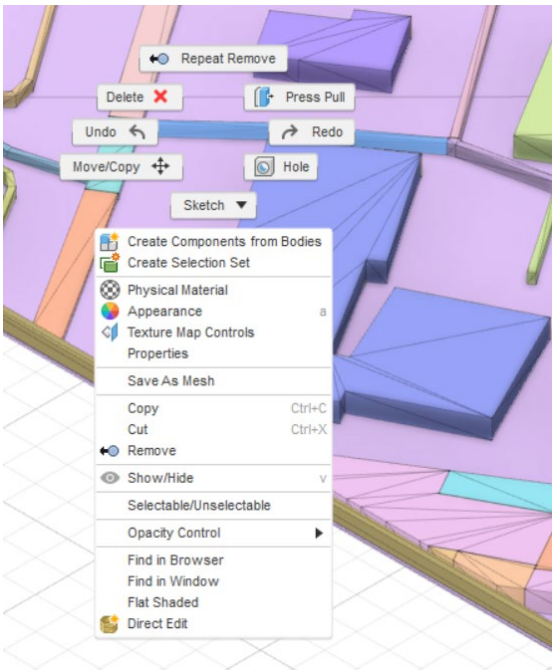



**Abbildung 71 Die „Entfernen“ Funktion im Kontextmenü nach Auswahl des Elementes**

Im Beispiel in Abbildung 71 wurde das Straßenelement zwischen den Menüpunkten „Undo“ und „Redo“ ausgewählt. Mit den restlichen Straßen-Elementen verfahren wir ebenso. Anschließend markieren wir den Kegel auf dem Dach und entfernen diesen

ebenfalls mit der Funktion „Entfernen“ (engl.: Remove) im Kontextmenü. Abschließend haben wir einen Netzkörper ohne Straßenelemente im Zentrum.

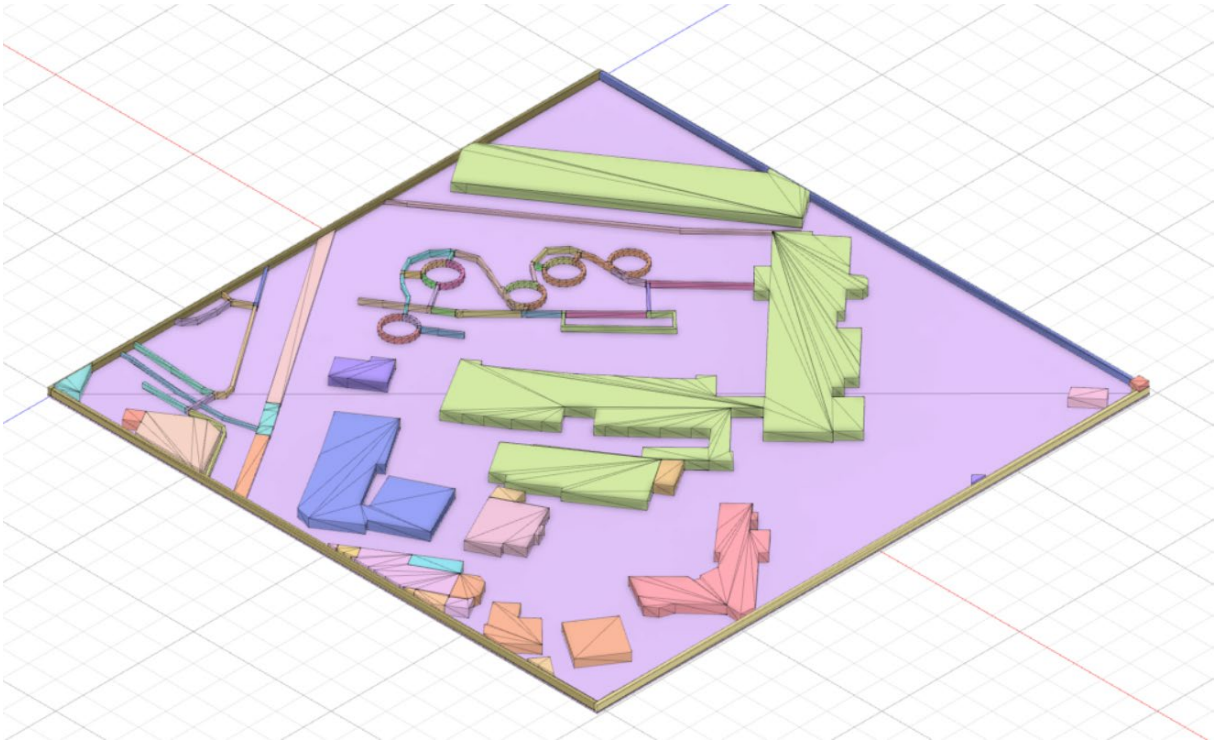


**Abbildung 72 Netzkörper mit gelöschten Elementen**

Damit wir den geänderten Netzkörper drucken können, müssen wir zunächst alle Netzelemente wieder kombinieren. Hierzu wählen wir im Menü „Ändern“ (engl.:

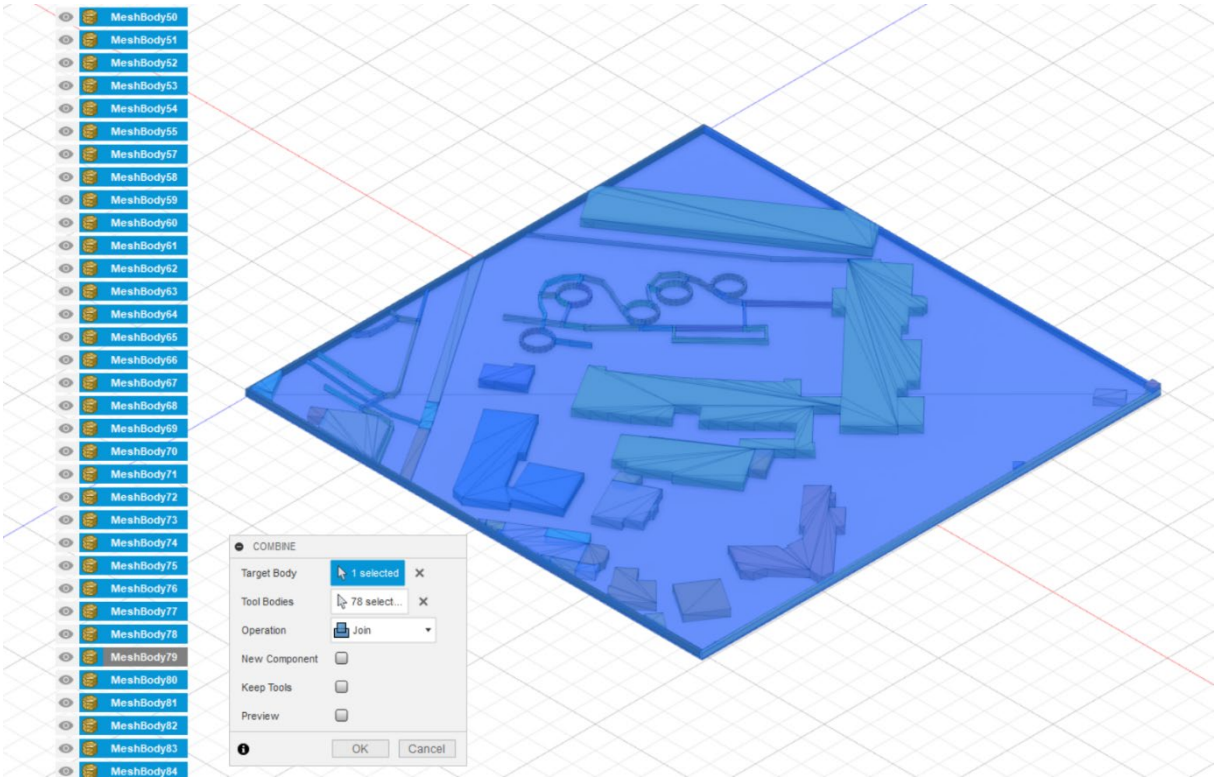


**Abbildung 73 Die Funktion "Kombinieren"**

Modify) die Funktion „Kombinieren“ (engl.: Combine). Daraufhin erscheint ein Dialogfenster, dass der Funktion „Kombinieren“ in Kapitel 5.3 gleicht. Hier wählen wir wieder mit der Maus den Zielkörper. Hierzu klicken wir mit der linken Maustaste auf die Grundplatte und wählen nacheinander als „Werkzeugkörper“ die übrigen Elemente. Durch Aktivierung der „OK“ Schaltfläche wird der Netzkörper wieder vereint.

Mit dem Menü „Export“ im Werkzeugkasten öffnen wir den gleichen Vorgang zur Herstellung einer STL-Datei wie in Abbildung 58 dargestellt. Somit erzeugen Sie eine neue STL Datei, die mit dem Slicer zum Druck vorbereitet werden kann.

## 9.2 Bearbeiten von Netzelementen

Um ein Netzelement in eine eigene Konstruktion integrieren zu können, bzw. zusätzliche Volumenkörper damit verbinden zu können, muss zunächst der Netzkörper konvertiert werden. Auch hier wählen wir aus dem Hauptmenü „Netz“ (engl.: Mesh) das Untermenü „Ändern“ (engl.: Modify). Hier wählen wir im unteren Bereich die Funktion „Netz konvertieren“ (engl.: Convert Mesh).

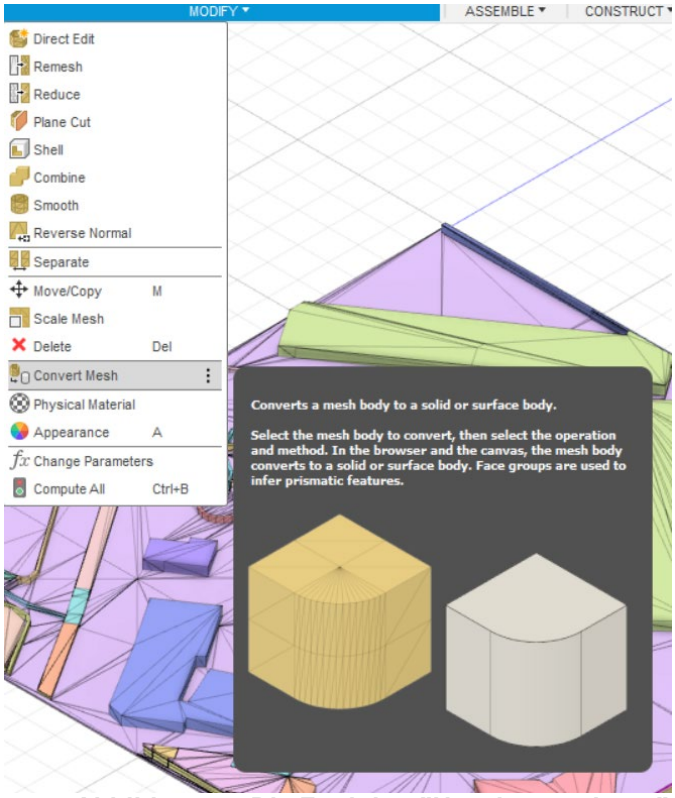



**Abbildung 74 Die Funktion "Netz konvertieren"**

Nach der Aktivierung wird ein Dialogfenster geöffnet. Hier muss mit linkem Mausklick auf einen Bereich des Netzkörpers, dieser ausgewählt werden. Nach Betätigung der „OK“ Schaltfläche beginnt die Konvertierung.

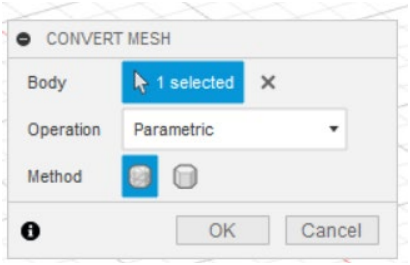



**Abbildung 75 Dialogfenster "Netz konvertieren"**

Ist die Konvertierung abgeschlossen, werden die Volumenkörper nicht als einzelne Körper angezeigt, sondern in der Struktur der Polygone. Dies kann sehr unübersichtlich für die weitere Bearbeitung sein.

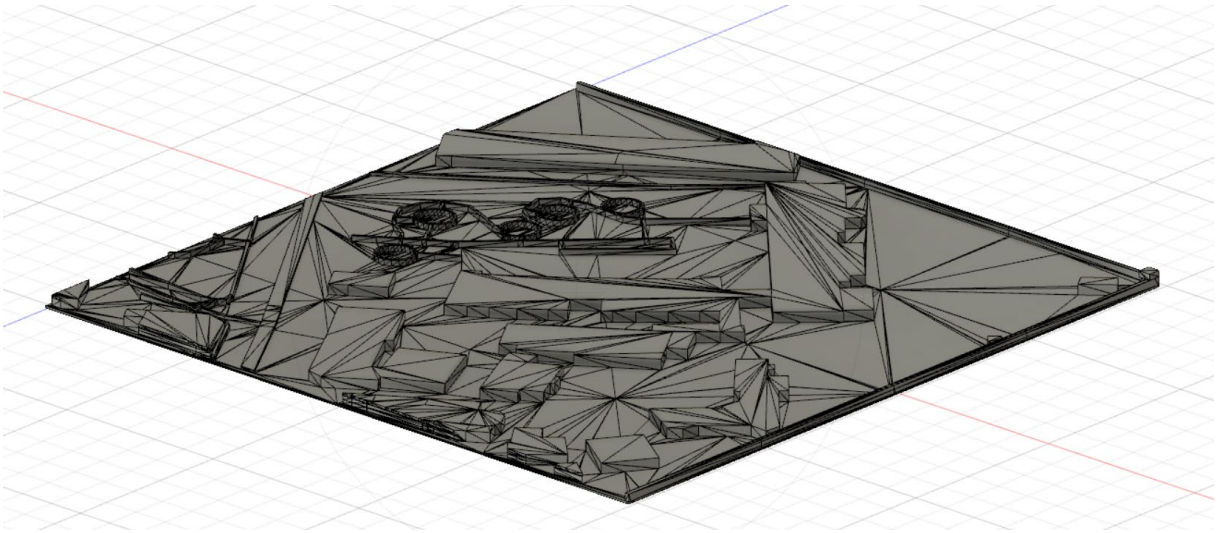


**Abbildung 76 Konvertierter Netzkörper**

Die weitere Bearbeitung erfolgt jedoch wie in Kapitel 4.3. beschrieben.

# 10 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Mit Fusion360 konstruiertes Gebäude ..... 6
Abbildung 2 Benutzeroberfläche von Fusion360 ..... 8
Abbildung 3 Die Schnellzugriffsleiste ..... 9
Abbildung 4 Geöffnetes Gruppendaten Fenster mit Konstruktionen ..... 10
Abbildung 5 Menüleiste der Dateifunktion ..... 11
Abbildung 6 Das "Speichern" Dialogfenster“ ..... 12
Abbildung 7 Die Darstellung des Werkzeugkastens in der Einstellung "Volumenkörper" ..... 13
Abbildung 8 Die Browserpalette. Links: Neues Arbeitsblatt, Rechts: Zwei Elemente erstellt ..... 13
Abbildung 9 Ansichtsänderungen mit dem View Cube ..... 14
Abbildung 10 Zeitachse in Fusion360 ..... 15
Abbildung 11 Menü Erstellen ..... 15
Abbildung 12 Angezeigte Konstruktionsebene ..... 16
Abbildung 13 Werkzeugkasten und Skizzenmenü ..... 16
Abbildung 14 Beispiel Grundriss. Alle Elemente als eine Skizze ..... 17
Abbildung 15 Skizzenwerkzeug mit Textfeld zur Größenangabe ..... 18
Abbildung 16 Mit der Linienfunktion gezeichnetes Trapez ..... 18
Abbildung 17 Polygon Außen ..... 19
Abbildung 18 Spline Skizze. Links: Spline Skizze Ursprung. Rechts: Bogen links unten geändert ..... 20
Abbildung 19 Textfunktion und Textpositionierung ..... 21
Abbildung 20 Einstellungsmöglichkeiten für den Text ..... 21
Abbildung 21 Markierung von Skizzenelementen. Links: Per Mausklick auf den betroffenen Linien. Rechts durch Auswahlrechteck ..... 22
Abbildung 22 Browserpalette und geöffnetes Kontextmenü ..... 23
Abbildung 23 Kontextmenü im Bearbeitungsmodus Skizze ..... 23
Abbildung 24 Das "Bewegungs-Widget" in der Ansicht "Von-Oben" ..... 24
Abbildung 25 Einfügemodus nach Aktivierung der Option "Einfügen" im Kontextmenü ..... 24
Abbildung 26 "Versatz"-Funktion nach Auswahl der Referenzlinie ..... 25
Abbildung 27 Beispiel Grundriss aus mehreren Skizzenelementen ..... 26
Abbildung 28 "Stutzen" Funktion und markierte Linie ..... 26
Abbildung 29 Funktion "Runde Anordnung" ..... 27
Abbildung 30 Das Dialogfenster "Extrusion" ..... 28
Abbildung 31 Das Extrusion-Dialogfenster ..... 29
Abbildung 32 Die Funktion "Kugel" ..... 30
Abbildung 33 Die Funktion "Torus" ..... 30
Abbildung 34 Verschieben von Volumenkörpern mit dem Bewegungs-Widget ..... 31
Abbildung 35 Dialogfenster "Verschieben/Kopieren" ..... 31
Abbildung 36 Funktion "Drehen". Links: Auswahl des Profils. Rechts: Auswahl der Achse (rot) ..... 32
Abbildung 37 Grundlagen für die Sweep Funktion ..... 33
Abbildung 38 Dialogfenster der Funktion "Sweep" ..... 33
Abbildung 39 Ansicht des Konferenzraumes zur Übungsaufgabe ..... 34

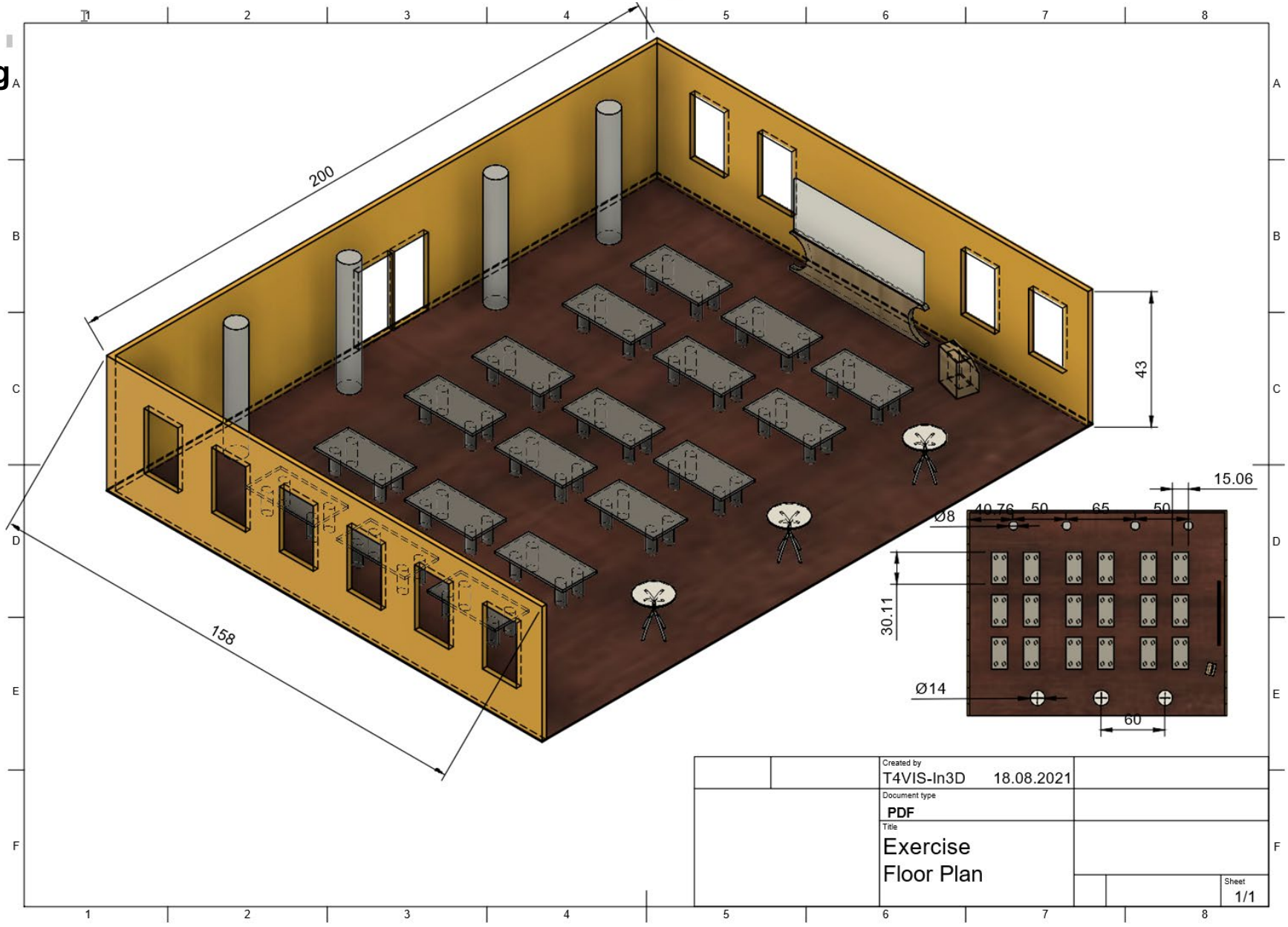
Abbildung 40 Aufgabenziel Taktiler Lageplan ..... 34
Abbildung 41 Rechteck für die Grundplatte ..... 35
Abbildung 42 Versatz für die Wanddarstellung ..... 36
Abbildung 43 2mm Extrusion der Bodenplatte ..... 36
Abbildung 44 Auswahl der Skizzenebene für Türen ..... 37
Abbildung 45 Hilfsraster zur Positionierung der Türen ..... 37
Abbildung 46 Extrusion mit negativen Werten zum Ausschneiden ..... 38
Abbildung 47 Erste Säule erzeugt mit der Funktion "Zylinder", 8mm Durchmesser, 3mm Höhe ..... 39
Abbildung 48 Verschieben der Säule mit dem Bewegungs-Widget ..... 39
Abbildung 49 Kopieren eines Volumenkörpers und gleichzeitiges Verschieben ..... 40
Abbildung 50 Tisch erstellt mit der Funktion "Quader" ..... 40
Abbildung 51 Kopieren des ersten Tisches auf der Z-Achse ..... 41
Abbildung 52 Kopieren mehrerer Körper ..... 41
Abbildung 53 Erzeugen der Leinwand ..... 42
Abbildung 54 Erzeugen des Rednerpultes ..... 42
Abbildung 55 Daten der Bistro-Tische ..... 43
Abbildung 56 Die Funktion "Kombinieren" ..... 43
Abbildung 57 Ziel und Werkzeugkörper vollständig ausgewählt ..... 44
Abbildung 58 Funktion "3D Druck" im Menü "Erstellen" ..... 45
Abbildung 59 Funktion "3D Druck" nach Auswahl des betreffenden Körpers ..... 45
Abbildung 60 Auswahlfenster für den Ansichtsbereich ..... 46
Abbildung 61 Einstellungen für die eingefügte Grafik ..... 47
Abbildung 62 Funktion "Add-Ins" ..... 48
Abbildung 63 Add-In Store mit Braille Creator ..... 48
Abbildung 64 Modell-Toolbox nach Eingabe der Taste "s" ..... 49
Abbildung 65 Das Braille Creator Fenster ..... 49
Abbildung 66 Erzeugte Brailleschrift und Darstellung in der Browserpalette ..... 49
Abbildung 67 Eingefügter Netzkörper und Ansicht in der Browserpalette ..... 50
Abbildung 68 Das Menü "Ändern" im Hauptmenü "Netz" ..... 51
Abbildung 69 Das Fenster "Trennen" ..... 51
Abbildung 70 Darstellung des Netzkörpers nach der Trennung ..... 52
Abbildung 71 Die „Entfernen“ Funktion im Kontextmenü nach Auswahl des Elementes ..... 52
Abbildung 72 Netzkörper mit gelöschten Elementen ..... 53
Abbildung 73 Die Funktion "Kombinieren" ..... 54
Abbildung 74 Die Funktion "Netz konvertieren" ..... 54
Abbildung 75 Dialogfenster "Netz konvertieren" ..... 55
Abbildung 76 Konvertierter Netzkörper ..... 55

# 11 Literaturverzeichnis

Cline L. S. (2019): *Fusion 360 für Maker*, Heidelberg, dpunkt.verlag, 1. Auflage

Ridder D. (2019): *Autodesk Fusion 360*, Frechen, mitp Verlags GmbH, 1. Auflage

Tickoo S. (2018): *Autodesk Fusion360 A Tutorial Approach*, Schererville, CADCIM Technologies

Kofinanziert durch das Programm Erasmus+ der Europäischen Union

# 12 Anhang