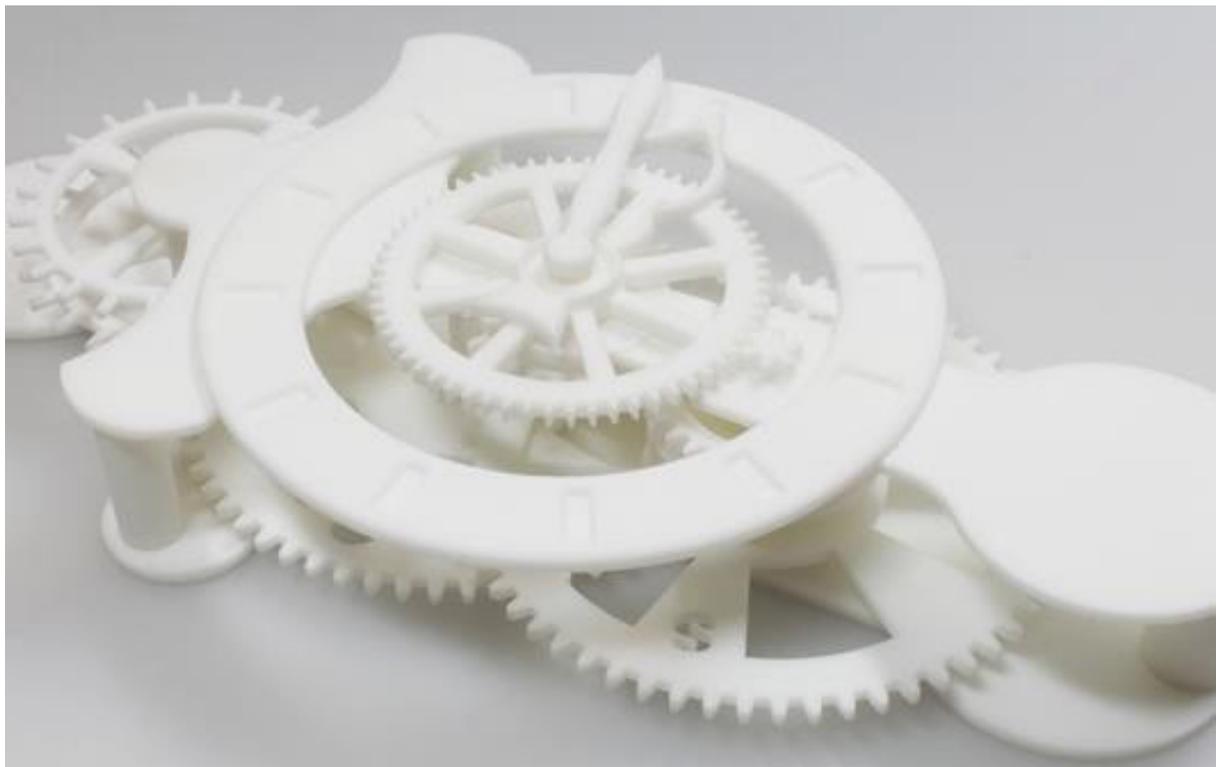


3D-Drucken

Was ist 3D-Druck und wie gelange ich zum Modell?

Kursleitung und Autorin: Julia Rosalia Rodriguez, CAD3Dprint, Zürich



Überblick

Was ist 3D-Druck?

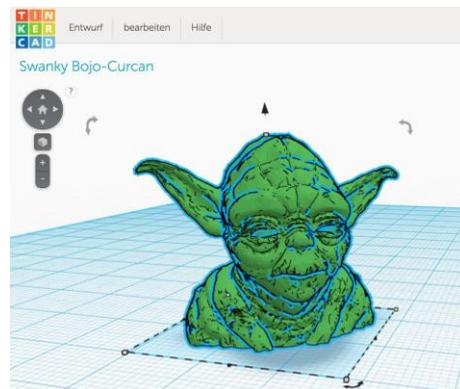
3D-Druck ist ein Verfahren, in dem eine Maschine ein Werkstück aufbaut. Diese Maschine nennt man 3D-Drucker.

3D-Drucker findet man im Privatbereich, in der Industrie und in der Medizin.

Wie geht das?

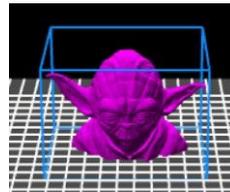
1. Schritt:

Ein 3D-Datei muss vorhanden sein. Entweder man zeichnet es mit CAD oder einer 3D-Grafiksoftware oder man scannt es ein. Eine weitere Möglichkeit ist es, sich ein fertiges Modell aus dem Internet zu suchen.



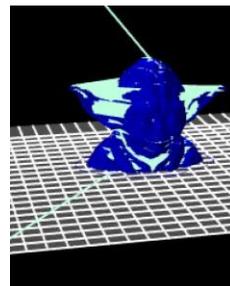
2. Schritt:

Man exportiert das Modell in eine STL-Datei. STL-Dateien sind die Schnittstelle zwischen CAD und dem G-Code, den der Drucker liest.



3. Schritt:

Aus der STL-Datei erzeugt man einen G-Code. Das heisst, die STL-Datei wird in viele Schichten geschnitten. Diese Schichten kann der Drucker Schicht für Schicht ausdrucken.



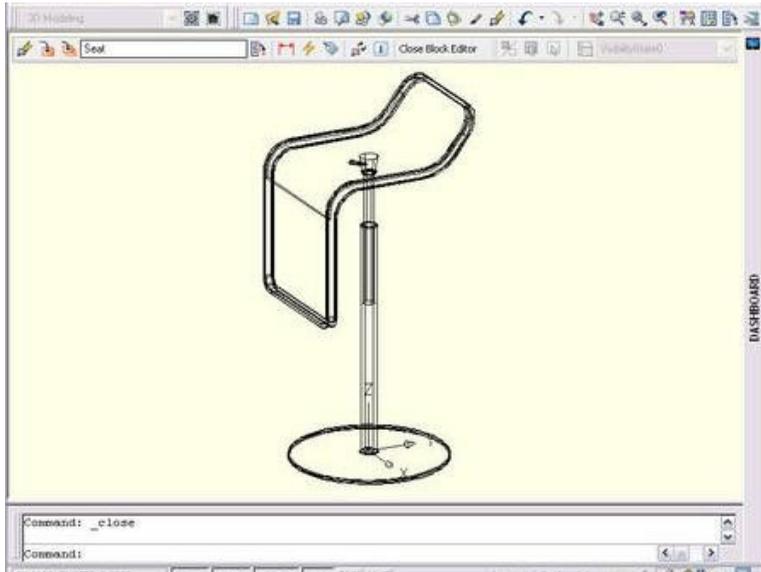
4. Schritt:

Den G-Code liest der Drucker und druckt dementsprechend Schicht für Schicht aus. Fertig ist das 3D-Modell.



Was ist CAD?

CAD = Computer Aided Design = Rechenunterstütztes Konstruieren.
CAD arbeitet mit Vektorgrafik im Gegensatz zu Bildbearbeitungs-
Programmen, die mit Pixelgrafik arbeiten.



Was sind Vektordaten?

Vektordaten sind raumbezogene Objekte anhand von Punkten. (Vektor kommt aus dem lat. für Träger)
Nur Vektordaten kann man an 3D-Drucker exportieren.

Welches Programm erstellt 3D-Objekte?

Welches Programm ich verwende, kommt auf die Branche an und auf den
Entscheid mit welchen anderen Programmen ich es importieren und
exportieren kann.

Ein weiterer Faktor ist, ob ich eine kostenpflichtige oder Gratlösung
wünsche.

Es gibt eine Vielzahl von CAD Programmen.

Vier verschiedene Programme stelle ich im Kurs vor.

- TinkerCAD für einfache Teile zum 3D-Drucken.
- AutoCAD für 2D Technische Zeichnungen und 3D-Konstruktionen.
- SketchUP für einfache 3D-Geometrien und viele Musterdateien.
- Blender für 3D-Modellieren, 3D-Visualisieren und 3D-Animation.

3D-Druckverfahren

Stereolithographieverfahren

Ein Laserstrahl härtet Schicht für Schicht flüssiges Polymer aus.



Pulverschichtverfahren

Schicht für Schicht wird eine Pulverschicht aufgerakelt und dann ein Pulverkleber entsprechend der Objektgeometrie auf diese Schicht gedruckt.



3D-Lasersinterverfahren

In einer voraus erzeugten Pulverschicht wird eine Objektgeometrie mit einem Laserstrahl „zusammengebacken“ (Fachausdruck: versintert). Der Prozess wiederholt sich Schicht für Schicht.



Kunststoffschmelzverfahren

Schicht für Schicht wird geschmolzener Kunststoff (PLA / ABS) aufgetragen.



3D-Biodruckverfahren

Ein Extrudierer baut Formen aus Zellmasse auf und platziert Zellen darin.

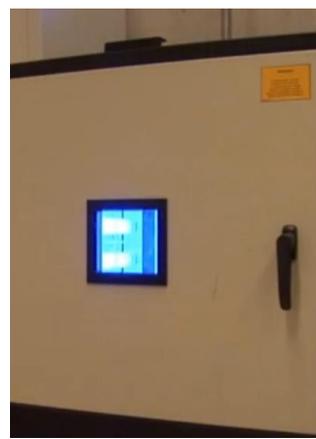
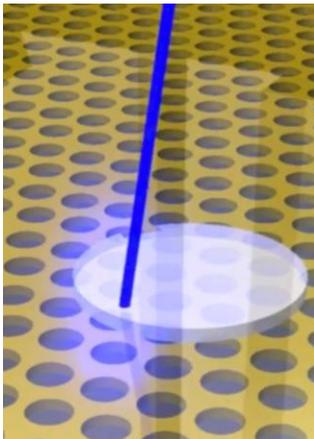


Stereolithographieverfahren

Der Werkstoff ist Epoxidharz, das man in den Behälter des Druckers füllt. Die Plattform für den 3D-Druck ist eine Metallplatte, die in das Harzbett versinkt. Ein Laserstrahl zeichnet scheinchenweise die Kontur des 3D-Objektes ab. Dort, wo der Laserstrahl auftrifft, wird das Harz ausgehärtet.



Dann fährt die Plattform 0.1 mm nach unten und der Vorgang wiederholt sich Schicht um Schicht. Nach Hunderten von Schichten taucht das 3D-Objekt aus dem Harzbad auf. Dann lässt man das flüssige Harz abtropfen.

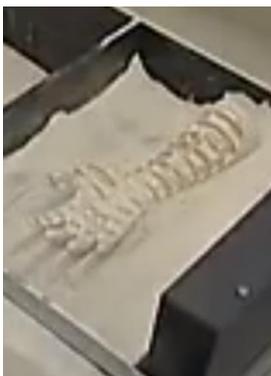
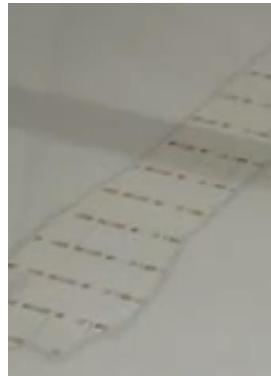


Jetzt muss noch von Hand nachbearbeitet, mit Aceton gesäubert und getrocknet werden. Danach kommt das Objekt in einen UV-Ofen. Dort bekommt er seine eigentliche Härte. Durch das UV-Licht polymerisiert das Objekt vollständig.



Pulverschichtverfahren

Das Verfahren kann mit Farben arbeiten. Das Pulver wird schichtweise in den Bauraum befördert und mit einer Walze verteilt. Dann drückt ein Tintenstrahler auf dieser Pulverschicht. Durch das Auftragen dieser Tinte wird das Pulver verdichtet und gehärtet. Somit klebt das Pulver zusammen.



Dann senkt sich die Trägerplatte und die nächste Schicht wird aufgetragen. Jetzt kann man das Modell aus dem Pulver heben und das Pulver abschütteln.



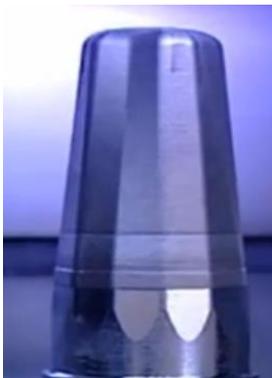
Mit Luftdruck und einem Pinsel wird noch der Rest vom Pulver entfernt. Nach der Reinigung folgt eine Lackierung um die Farben besser zur Geltung kommen zu lassen.

3D-Lasersinterverfahren

Es wird ein Pulverbett aufgetragen. Dann wird der Werkstoff in Pulverform aufgetragen und mit einem Laserstrahl gehärtet. Die Druckplatte senkt sich und so wird Schicht für Schicht die gewünschte Geometrie aufgetragen. Anschliessend wird das Objekt vom Pulver befreit.



Wenn nötig, kann das Werkstück noch mit einer Fräse nachbearbeitet werden. Von Hand kann das Werkstück anschliessend auf Hochglanz poliert werden.



Kunststoffschmelzverfahren

Das Material ist ein Kunststoff und in verschiedenen Farben erhältlich. Der Kunststoff wird zum Druckkopf geführt. Der Druckkopf ist eine Düse, die erhitzt wird.

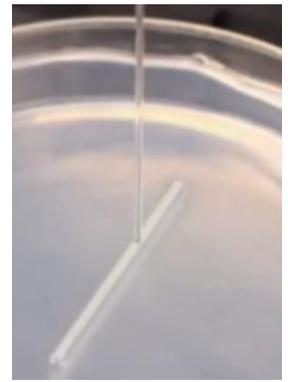
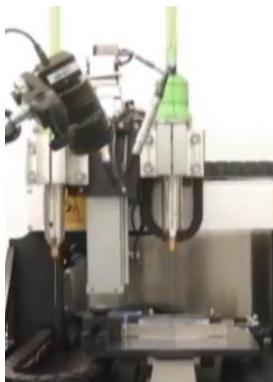
Der erhitzte Kunststoff wird dann in der gewünschten Form auf der Druckplatte aufgetragen. Schicht für Schicht wiederholt sich dieser Vorgang.



3D-Bio-Drucker

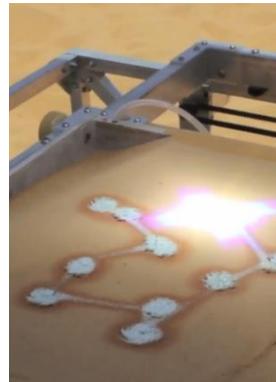
Hier ein Beispiel der Organspende. Es ist ein schichtweiser Aufbau von Gewebe mit Hilfe von körpereigenen Zellen. Das Druckmaterial ist die sogenannte „Biotinte“.

Diese „Biotinte“ besteht aus Stammzellen aus dem Knochenmark oder dem Fettgewebe. Der Drucker hat 2 Druckköpfe. Der eine druckt Zellen, der andere ein Gel. Allerdings nur sehr begrenzt möglich.



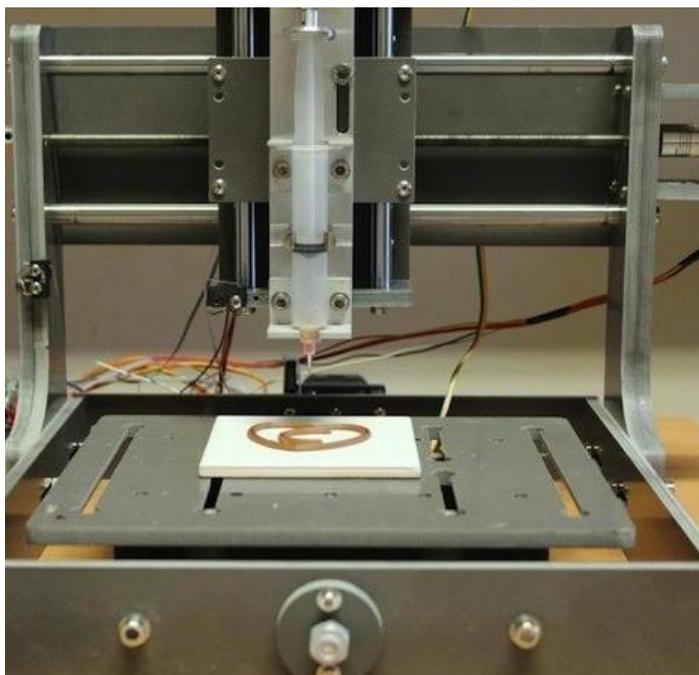
3D-Sanddrucker

Das Material ist Sand, der auf die Druckplatte gestreut wird. Das Sonnenlicht wird durch eine grosse Linse auf dem Druckerdach gebündelt und richtet sich auf die Druckfläche aus. Das bringt den Sand zum schmelzen. Somit wird der Sand zu Glas. Das wiederholt sich auch hier Schicht für Schicht.



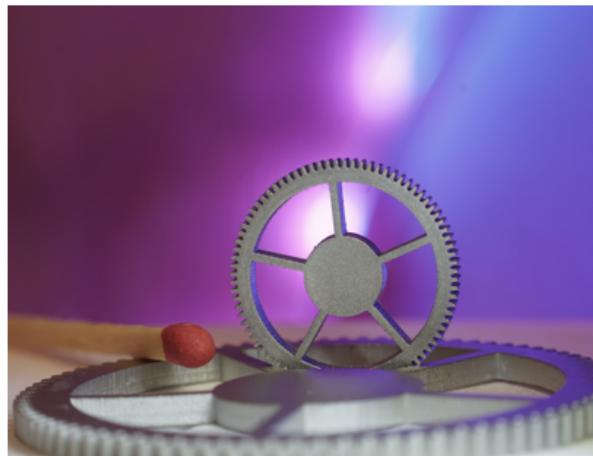
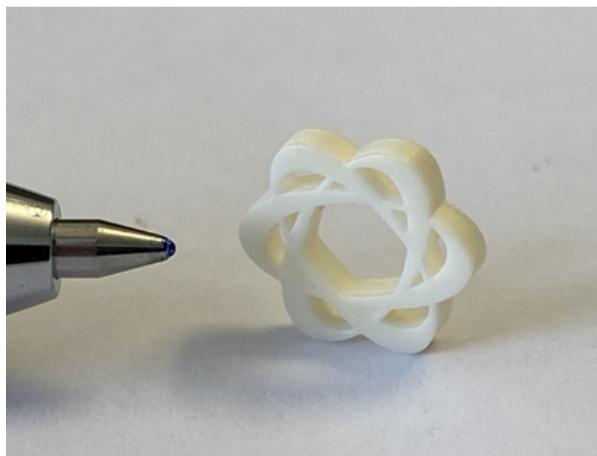
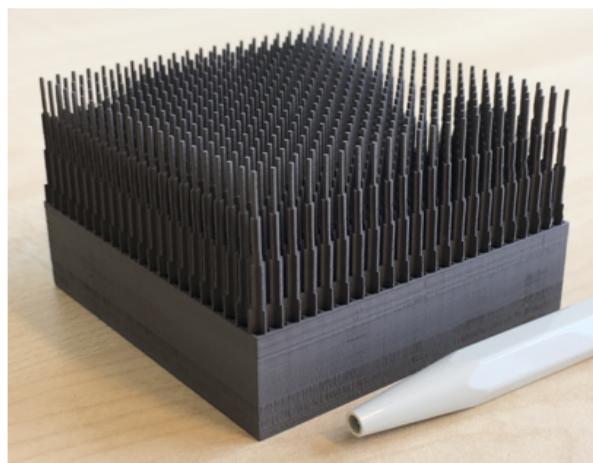
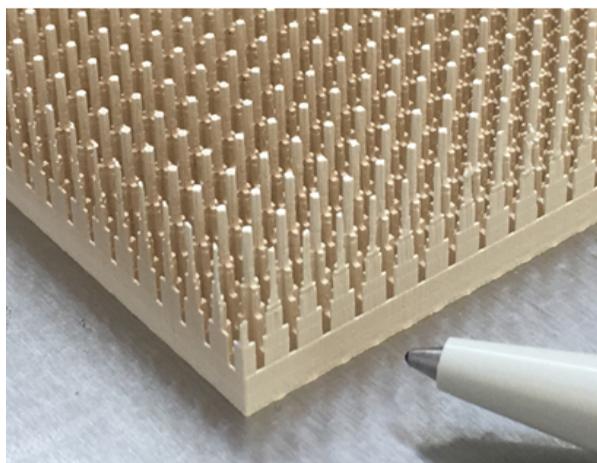
3D-Schoggi drucker

Ist wie bei dem Kunststoffschmelzverfahren, nur dass statt Kunststoff Schokolade verwendet wird. Diese wird auf der Druckplatte direkt gekühlt.

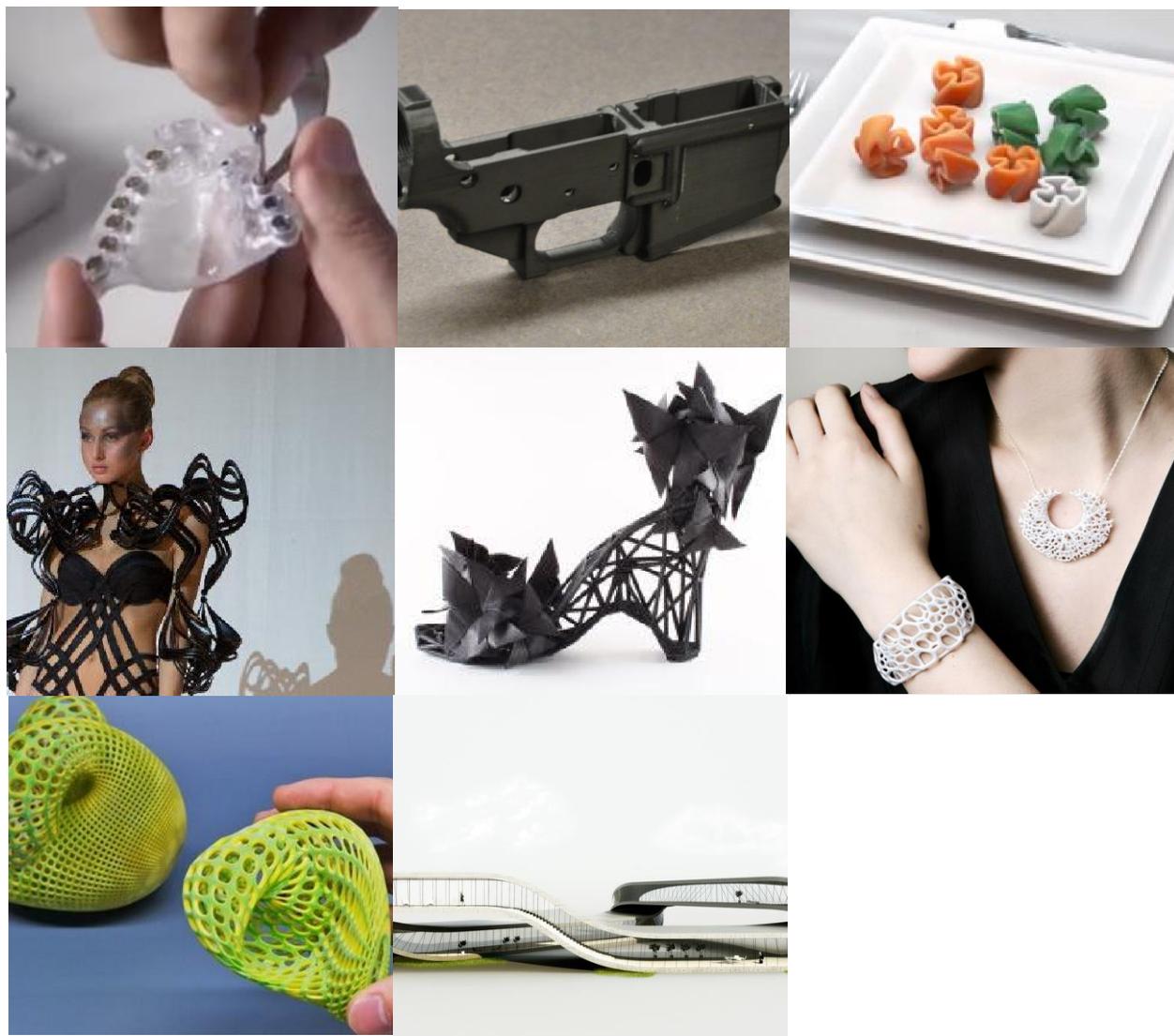


3D-Siebdruck

Lagenweise wird eine Druckpaste durch ein Siebdrucksieb gedrückt. Das Siebdrucksieb definiert die Objektgeometrie. Die Druckpaste enthält kleine Feststoffpartikel (Keramiken, Metalle, Glas, etc.). Nach dem Druck erfolgt eine „Sinterung“ in einem Ofen. Dadurch versintern die Feststoffteilchen zu einem festen Körper. Es lassen sich Bauteile aus Keramiken, Metallen, Polymeren, Glas und Biomaterialien drucken.



3D-Druckbeispiele



Videos von 3D-Druckbeispielen

The image shows a browser window with the address bar containing www.cad3dprint.ch. A red arrow points to the address bar. Below the browser, the CAD3Dprint website navigation menu is displayed. The menu includes buttons for CAD3Dprint, CAD, 3D-Druck (highlighted with a red box), Pinnwand, Kunden, Julia, and Kontakt. A red arrow points from the 3D-Druck button to a list of video thumbnails. The thumbnails are:

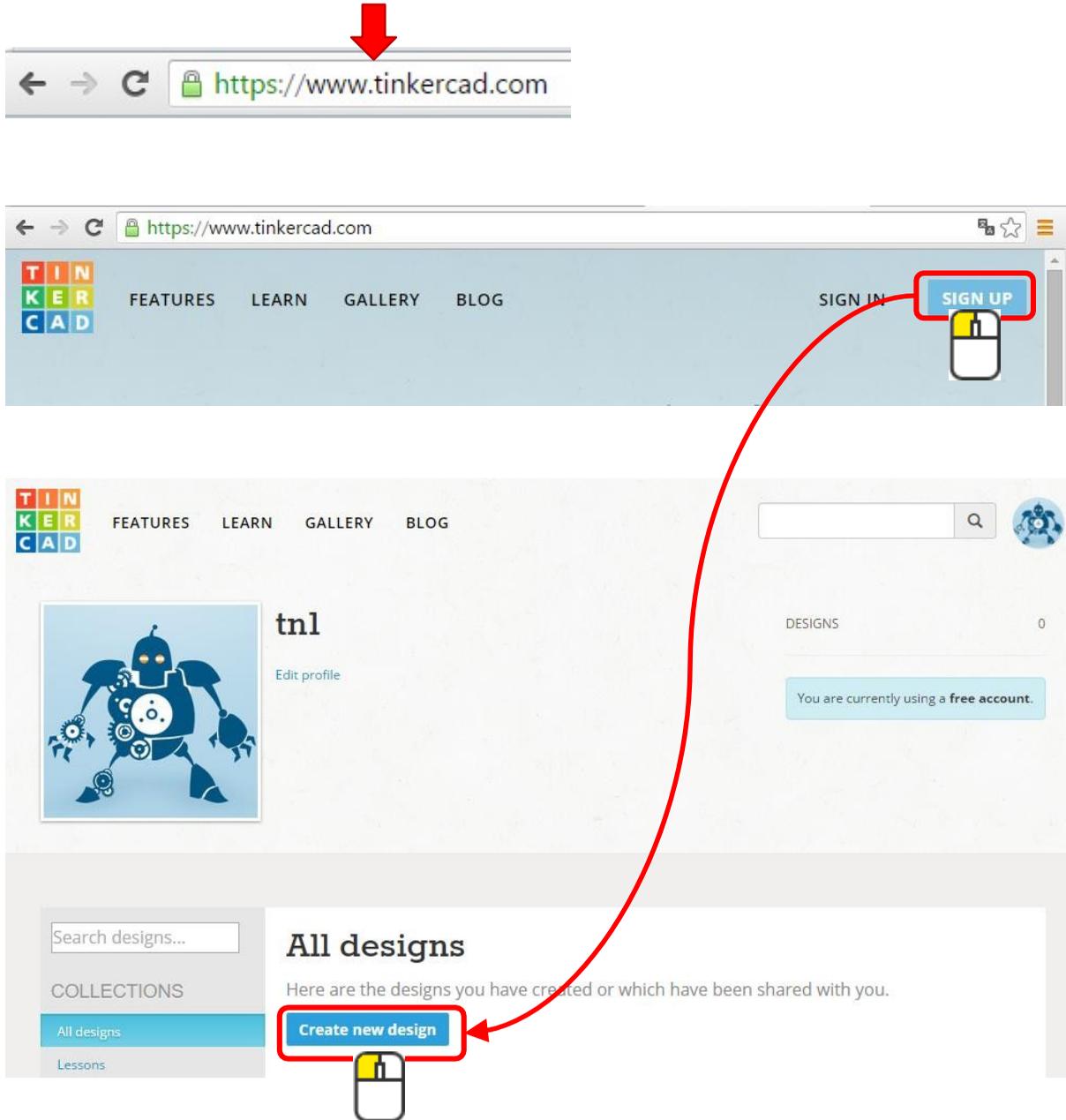
- 1. Schulungen
- 2. Vorträge
- 3. Filme (highlighted with a red box)
- 4. Usergruppe
- 5. [Unlabeled]

Below the thumbnails, three video thumbnails are shown with German captions:

- Mit Sand drucken (Markus Kayser - Solar Sinter Project)
- Kleiner als ein Sandkorn (Microscale 3D printing of a spaceship)
- of Magasin: Elastisch Drucken (3D drucken von elastisch bis bunt)

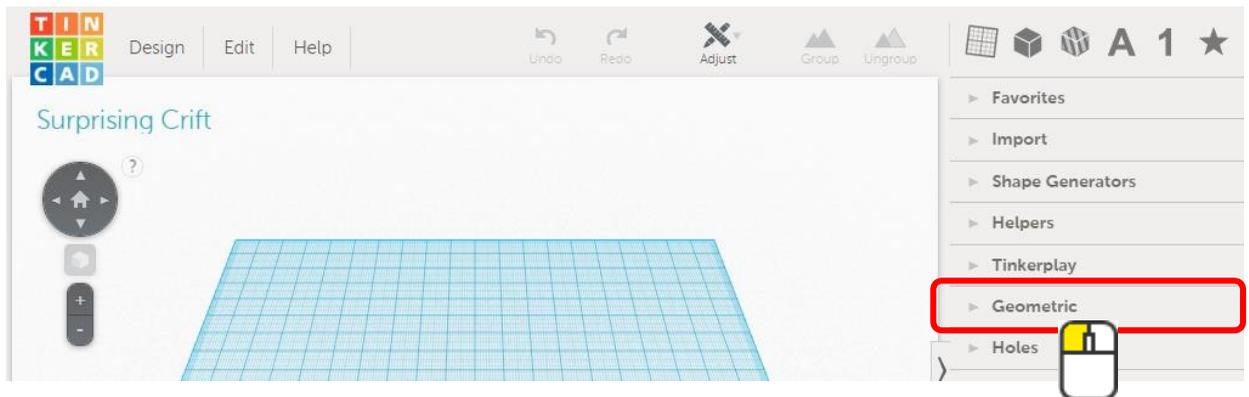
TinkerCAD

TinkerCAD muss man nicht installieren, da es online läuft.

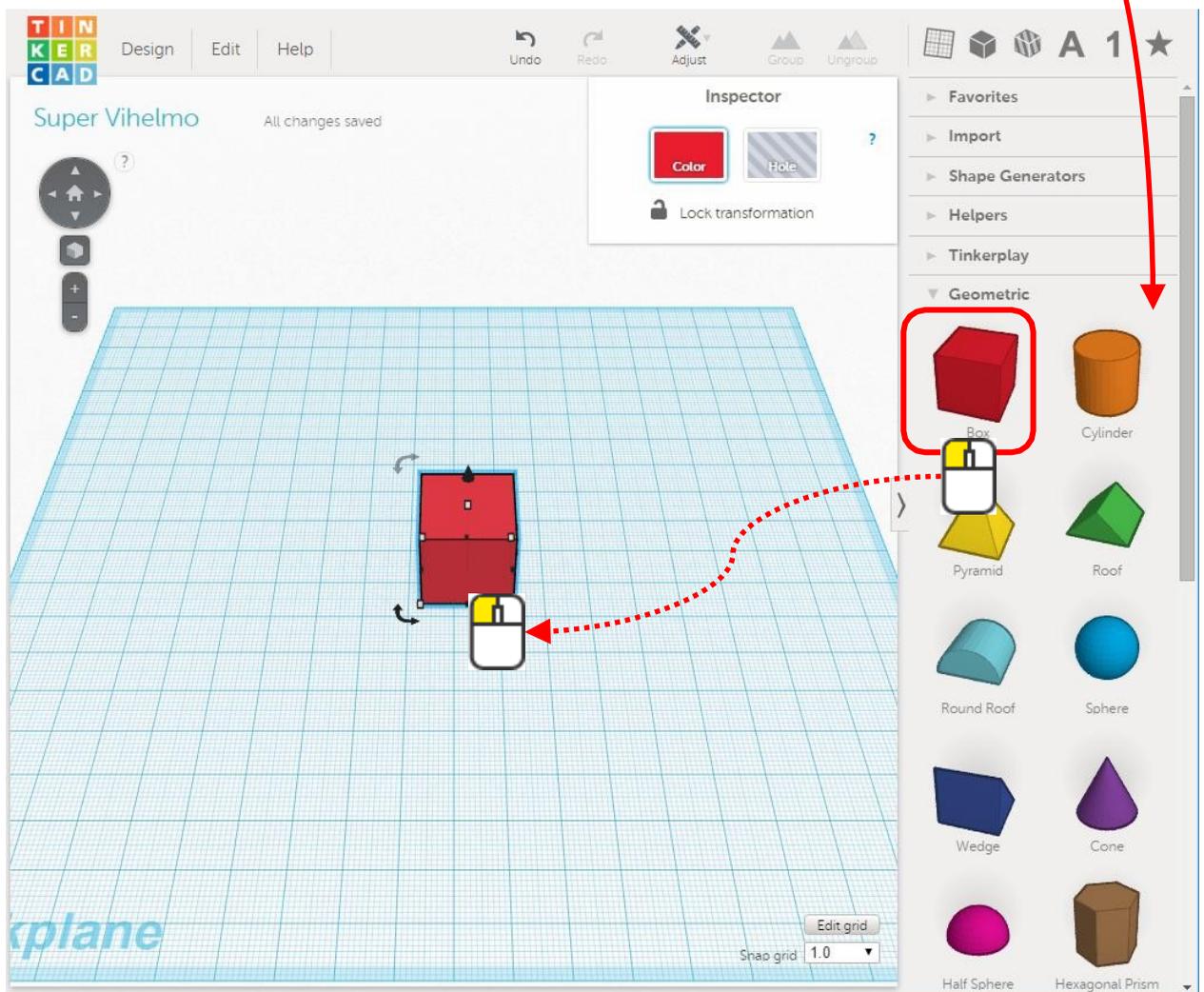


Die Benutzeroberfläche

TinkeCAD hat nur wenige, dafür aber übersichtliche Befehle

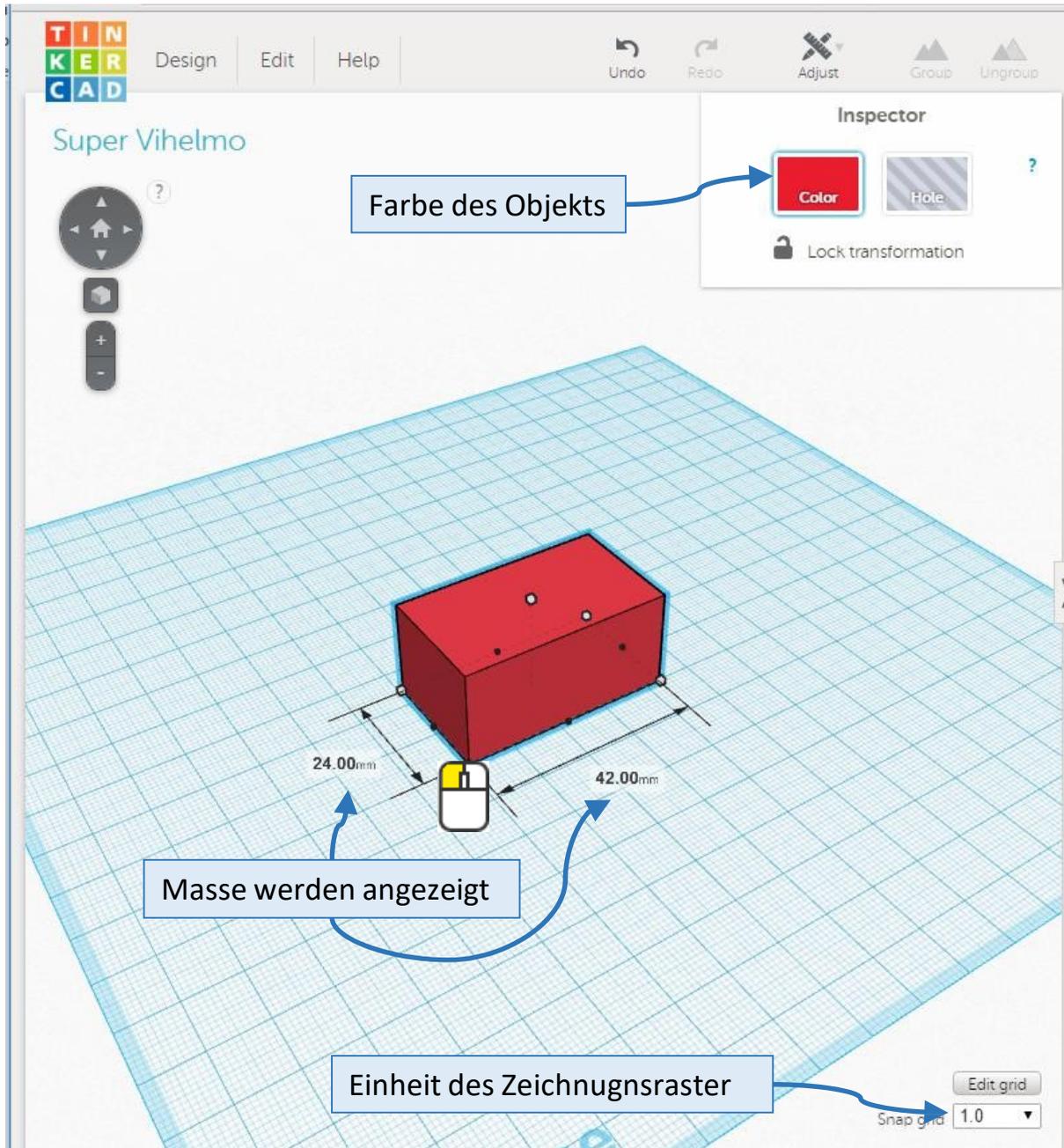


Die Grundkörper können einfach auf die Zeichenfläche gezogen werden.



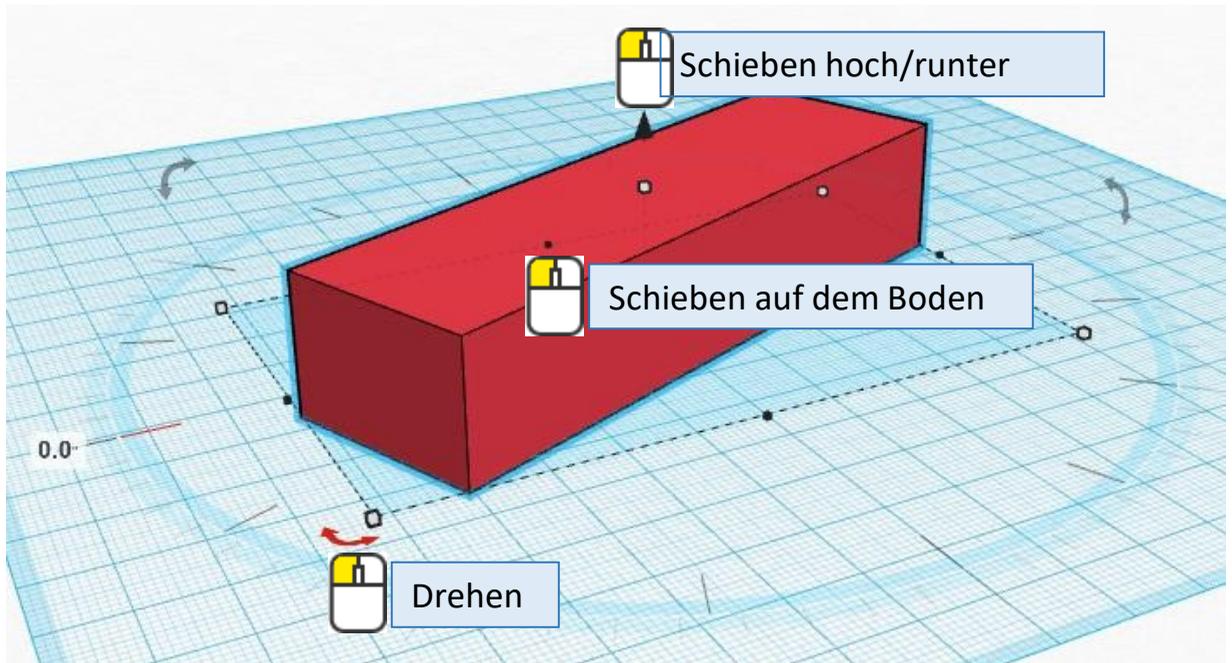
Mit Massen die Geometrie verändern

Objekte können sehr einfach nach Mass aufgezogen werden

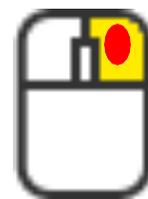
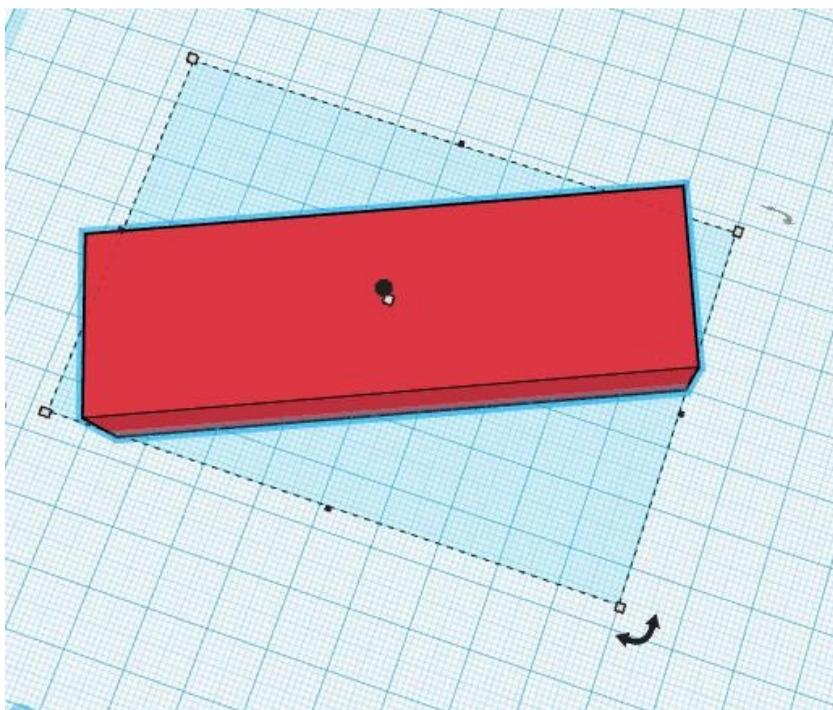


Schieben und Drehen der Geometrie

Auch das ist sehr intuitiv

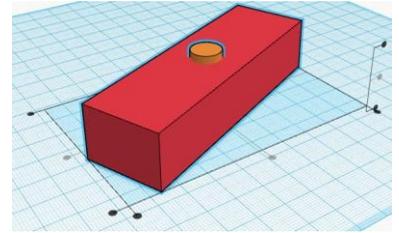


Die Perspektive wechseln

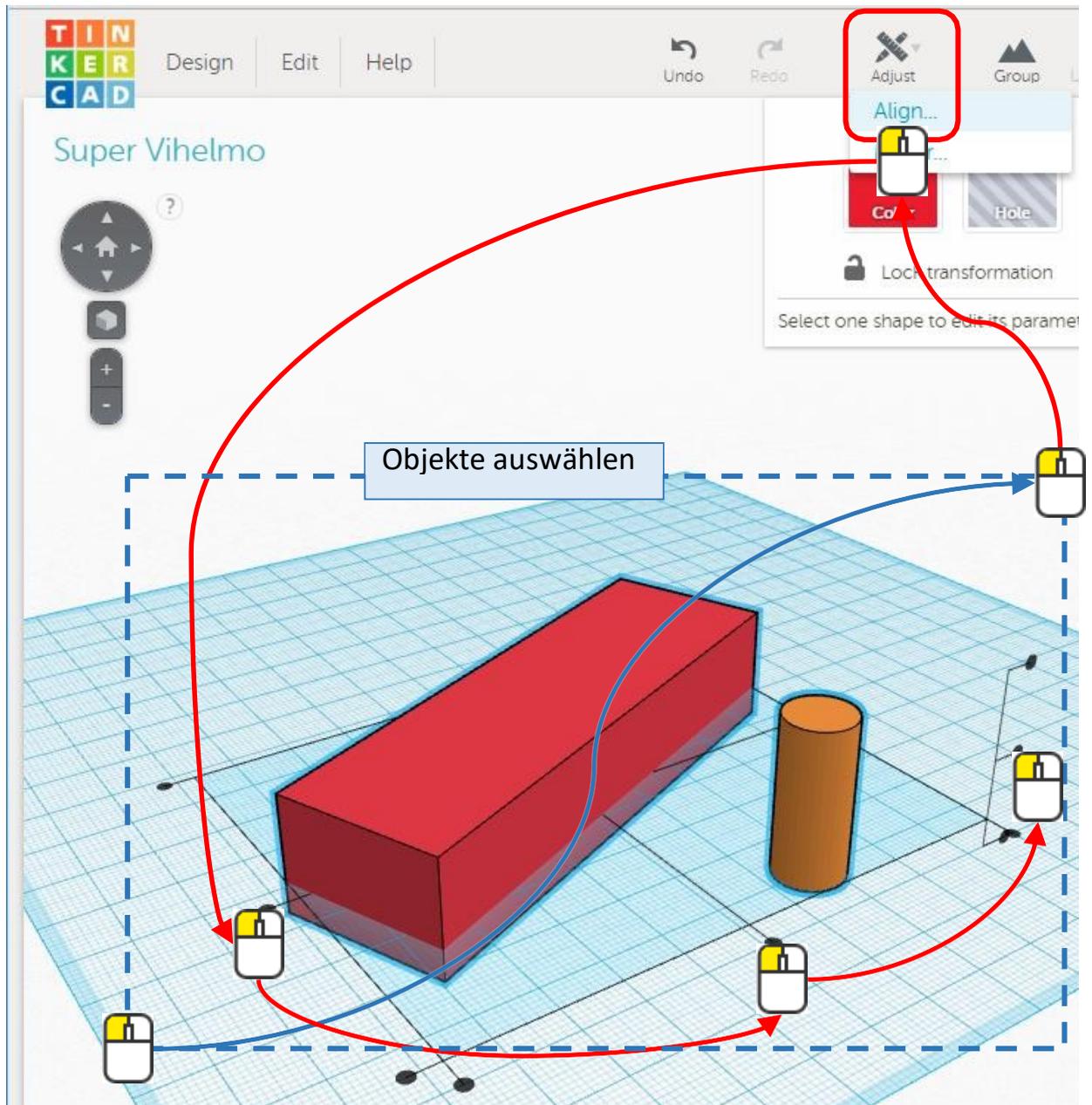


Rechte
Maustaste
gedrückt
halten und
die Maus
bewegen

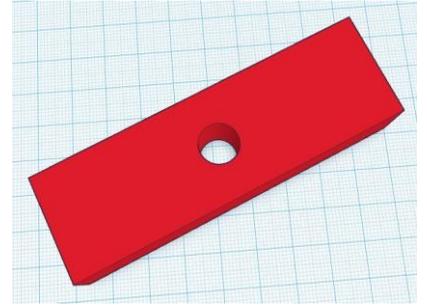
2 Objekte mittig ineinander platzieren



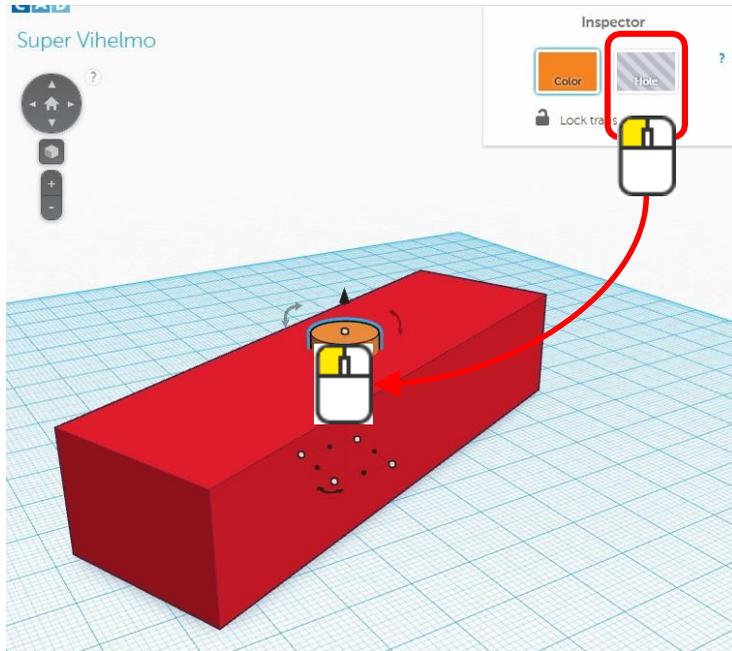
Einfach 2 Objekte zeichnen und dann auswählen.
Anschliessen die Funktion **Align** wählen und die Mittelpunkte anklicken.



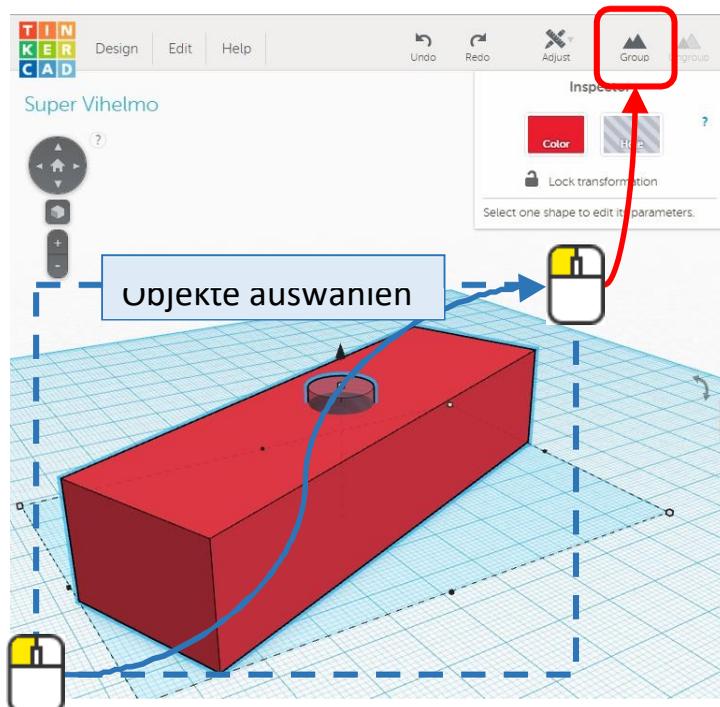
Ein Objekt vom anderen abziehen



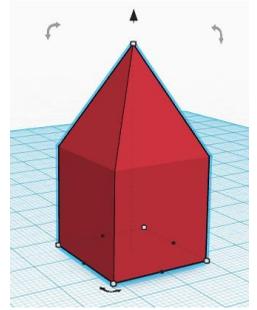
Das abziehende Objekt «hohl» machen, geht so:
Wähle das Objekt an und wähle **Hole**.



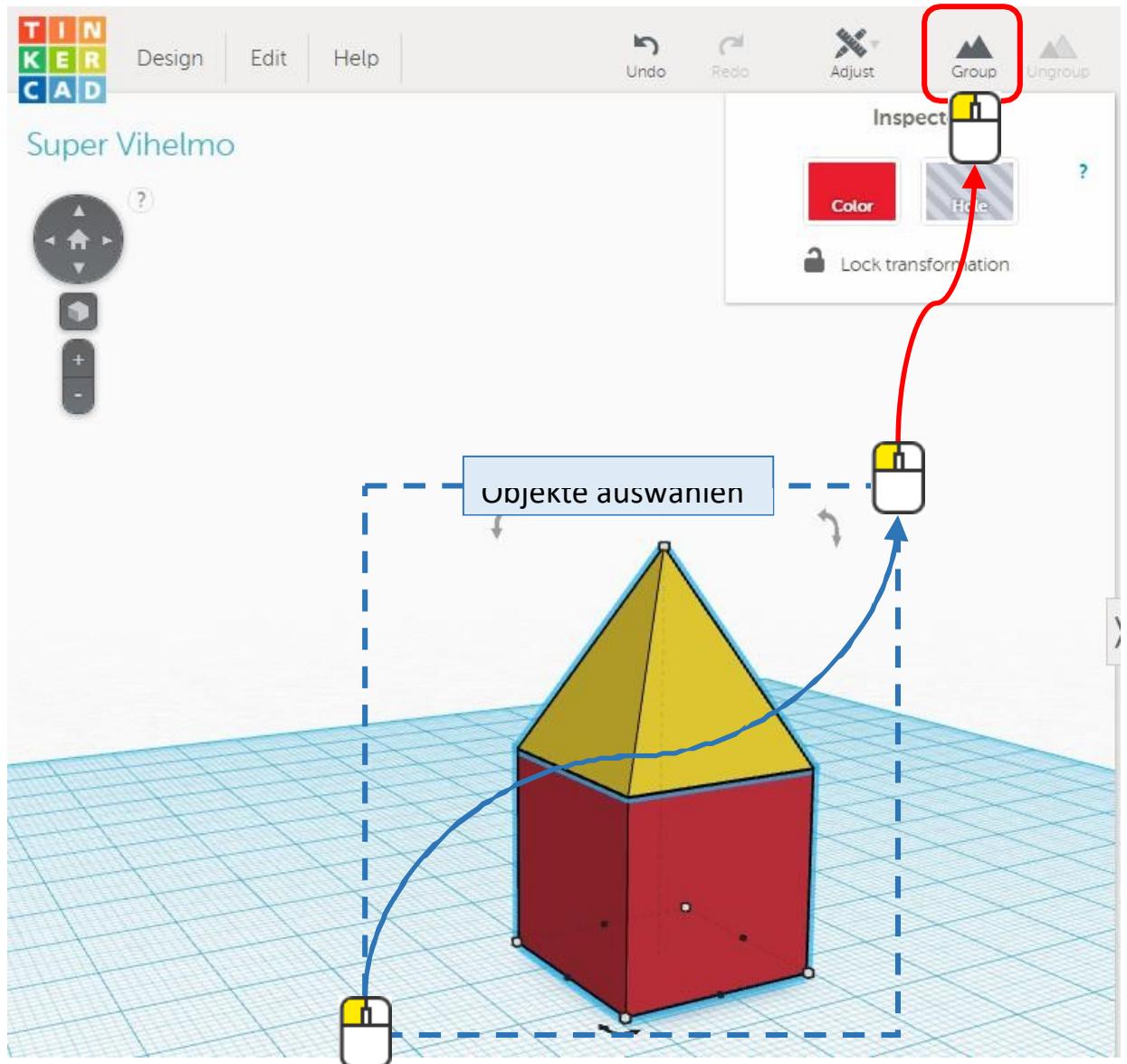
Wenn man jetzt die Objekte gruppiert, entsteht ein Loch.



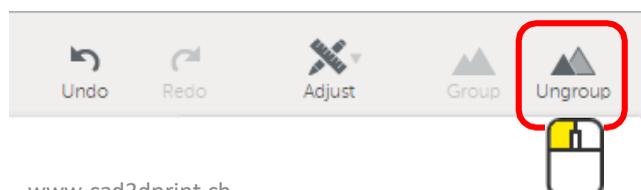
Objekte miteinander verbinden



Zeichne 2 Objekte und wähle diese wieder aus und wähle dann **Group**.

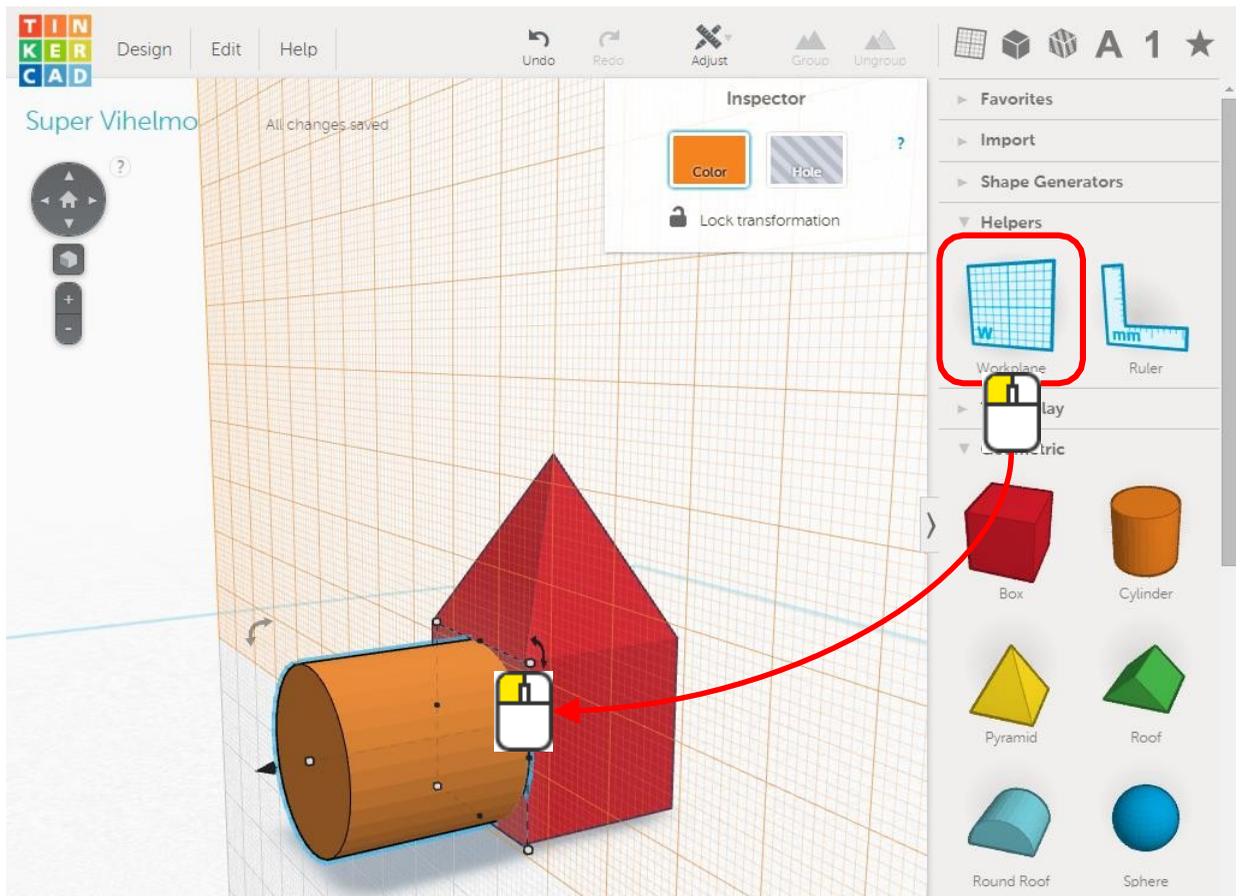


Gruppierungen können wieder gelöst werden, indem man die gruppierten Objekte wählt und **Ungroup** klickt.



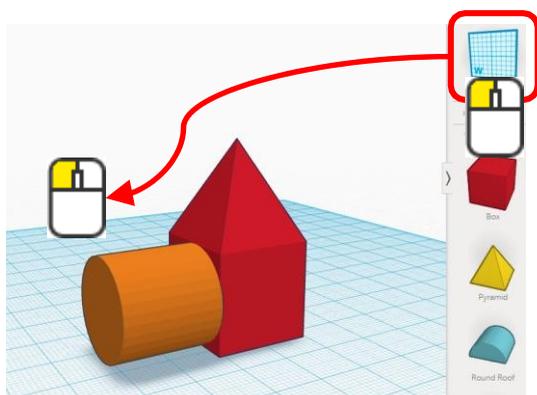
Hilfefunktionen

Man kann sich zur Hilfe weitere «Fussböden», also Zeichnungsebenen, in den Raum ziehen.



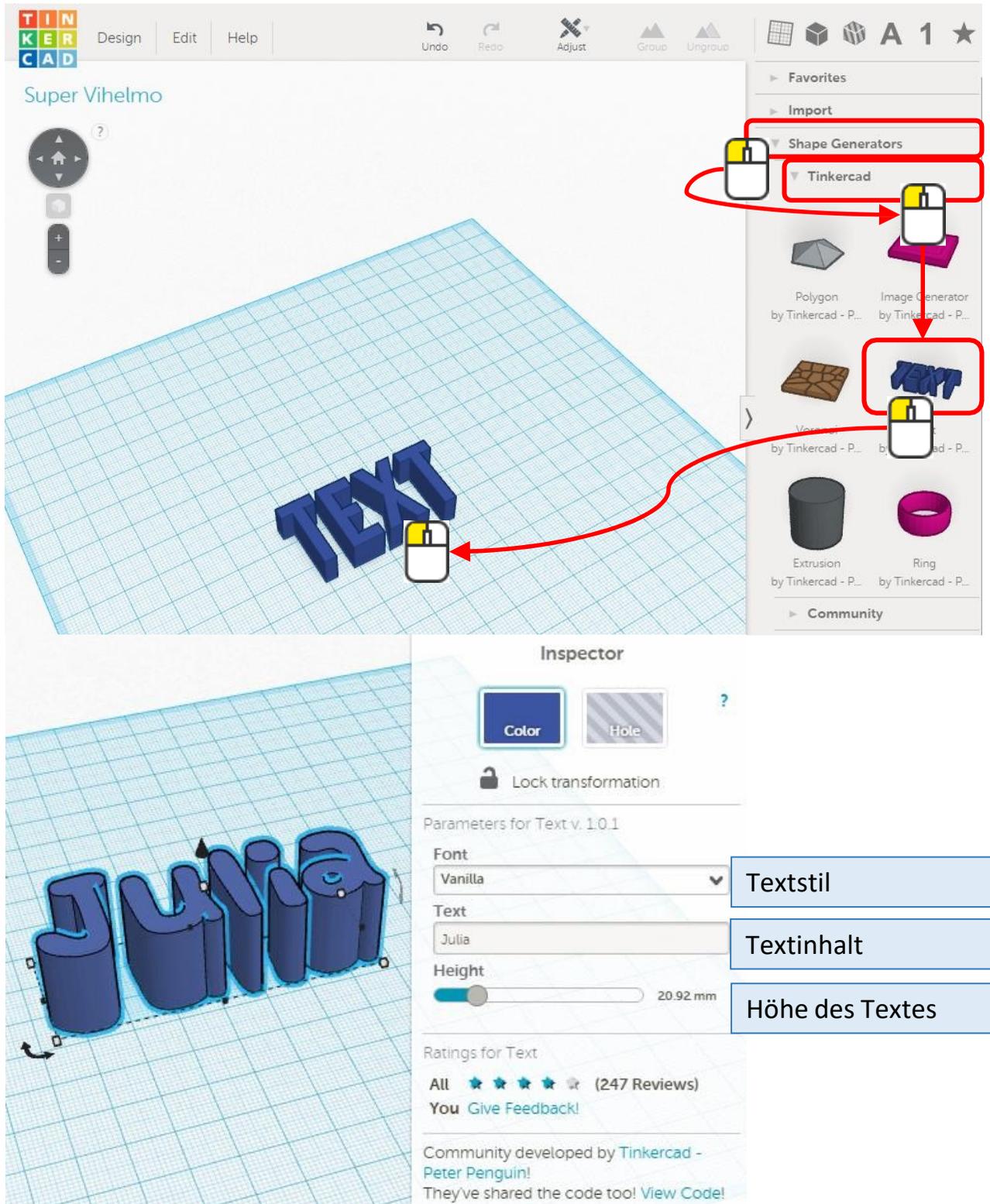
Das ist praktisch, wenn man zum Beispiel wie oben abgebildet den Zylinder auf der Fläche der Wand zeichnen möchte.

Zurück zur Standardfläche gelangt man, indem man die Fläche einfach in den Raum zieht.



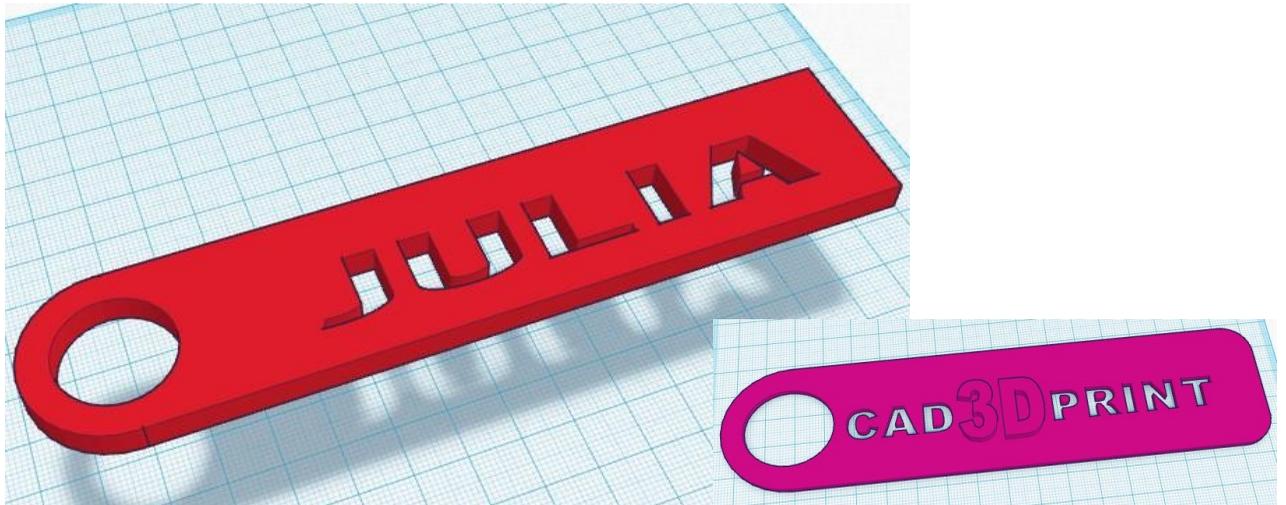
Text schreiben

Mit TinkerCAD kann man ganz einfach Texte schreiben.

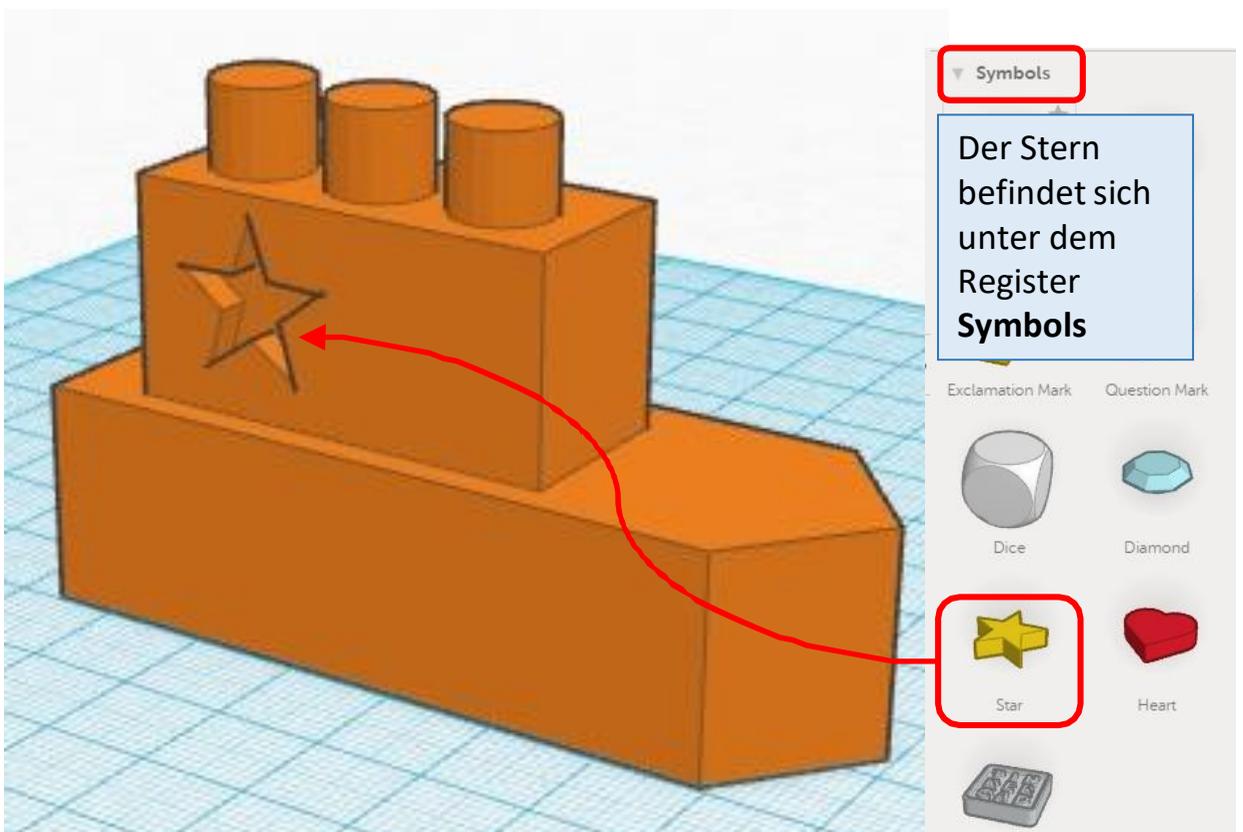


2 Aufgaben

Zeichne dir einen Schlüsselanhänger mit Deinem Vornamen oder einem beliebigen Text.



Zeichne ein Dampfschiff oder etwas aus Deiner Fantasie.



3D-Daten aus dem Netz importieren

Beispiel: Ich möchte mir den «Yoda» aus dem Netz in TinkerCAD laden.
Dazu benötige ich die Datei.

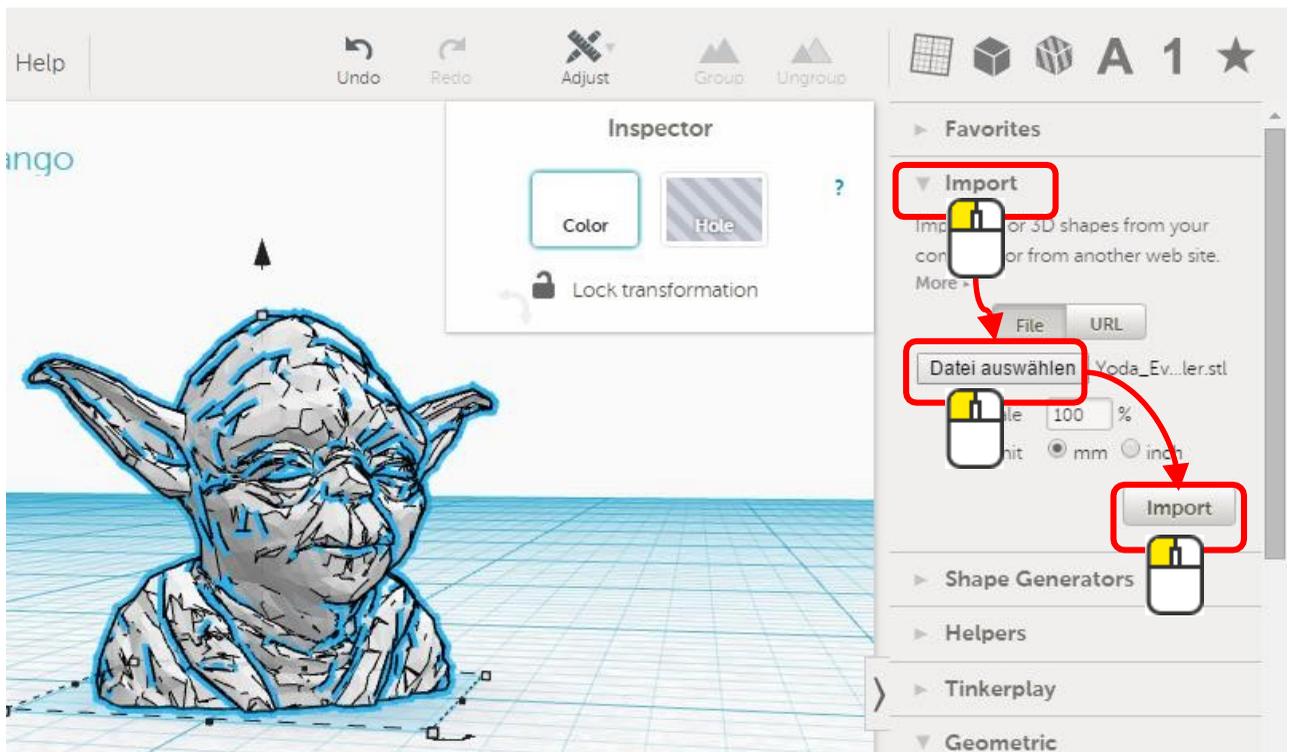
Die finde ich hier:



The screenshot shows a web browser with the address bar containing 'www.yeggi.com'. A red arrow points to the search bar where 'yoda' is entered. Another red arrow points to the 'search »' button. A third red arrow points to the 'Download This Thing!' button on the right side of the page, which displays a 3D model of Yoda's head and a list of statistics (Like: 57, Collect: 106, Comment: 0, I Made The: 12, Remix: 4, Share: 4).

Die Datei zum Beispiel auf dem Desktop speichern.

Anschließend im TinkerCAD die Datei importieren.

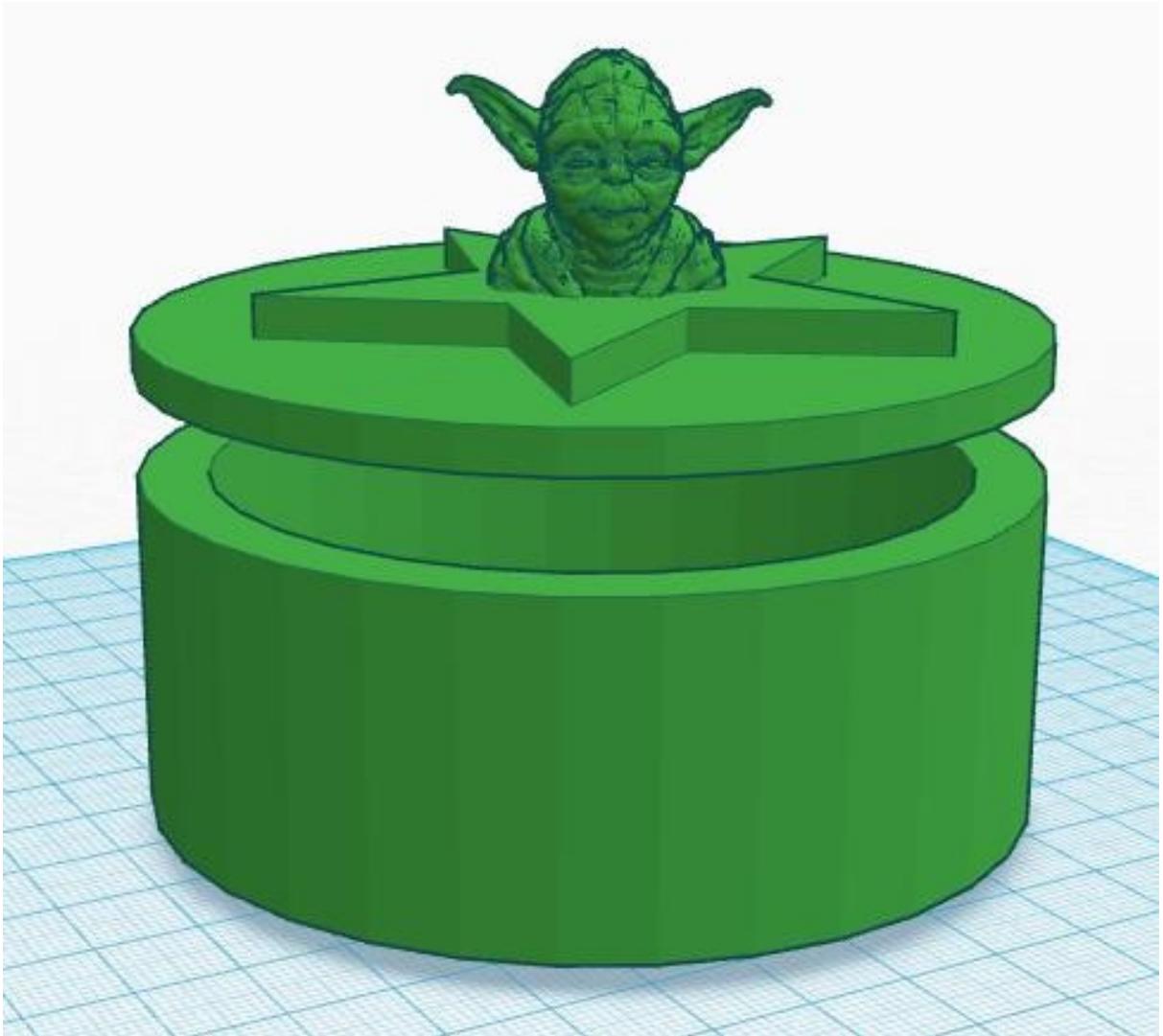


The screenshot shows the TinkerCAD interface. The main workspace displays a 3D model of Yoda's head. The right sidebar contains the 'Import' menu, which is highlighted with a red box. Below the 'Import' menu, the 'Datei auswählen' button is highlighted with a red box. The 'Import' button is also highlighted with a red box. The 'Inspector' panel shows 'Color' and 'Hole' options, and the 'Lock transformation' checkbox is checked.

Aufgabe

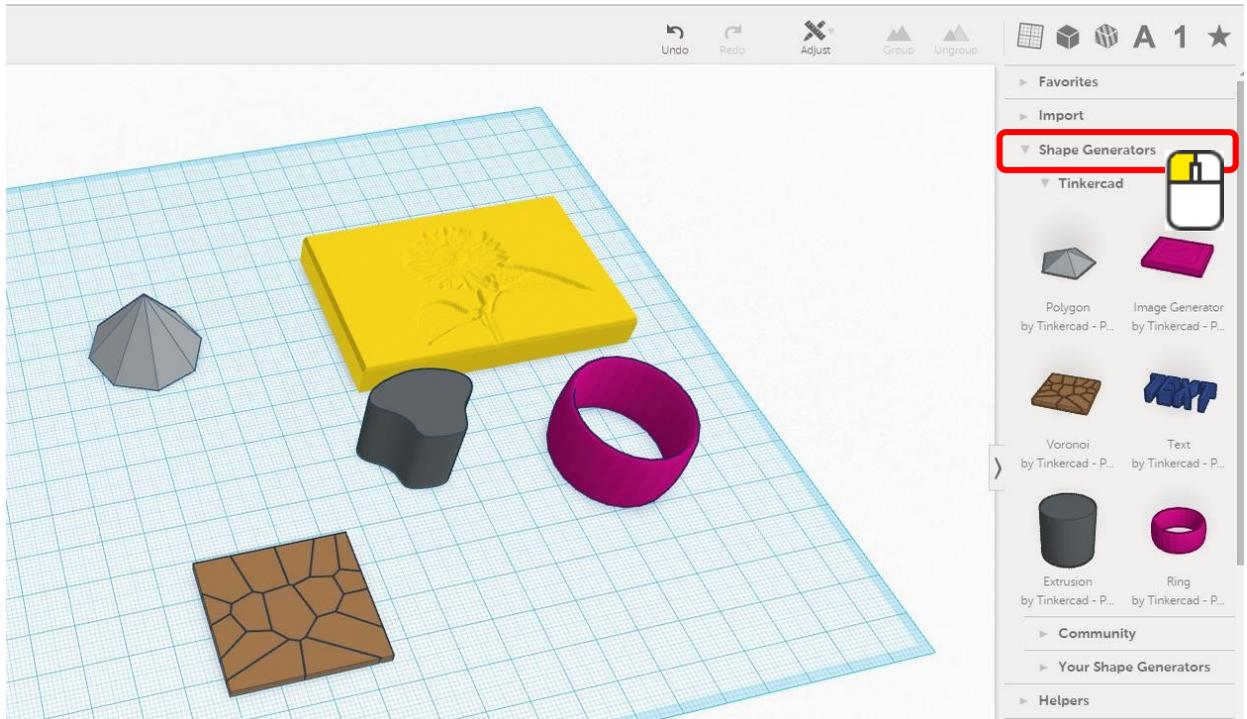
Zeichne was Neues und importiere eine Datei.

Zum Beispiel eine Keksdose und der Deckelgriff ist der Yodakopf.



Shape Generator

Hier findet man Grundformen, die man mit Parametern verändern kann

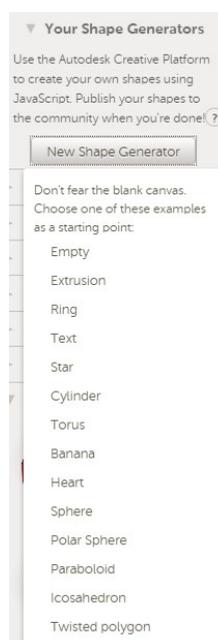
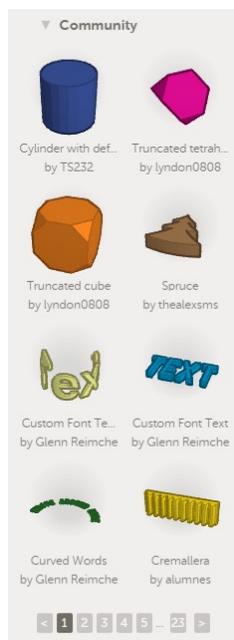


Unterteilt sind diese in 3 Gruppen:

TinkerCAD

Community

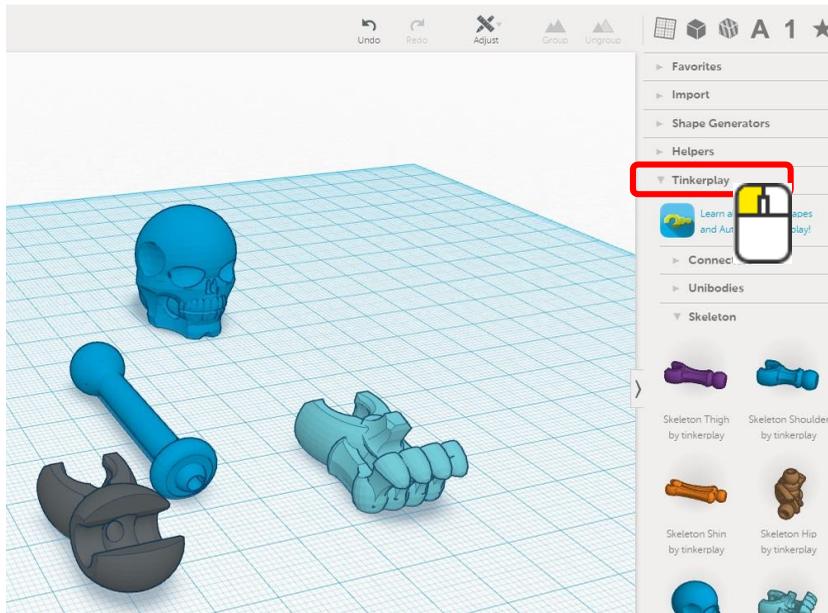
Your Shape Generator



Das empfiehlt sich
Mal eine halbe
Stunde
durchzuspielen.
Es sind wirklich
interessante Tools
vorhanden.

TinkerCAD-Spielzeug

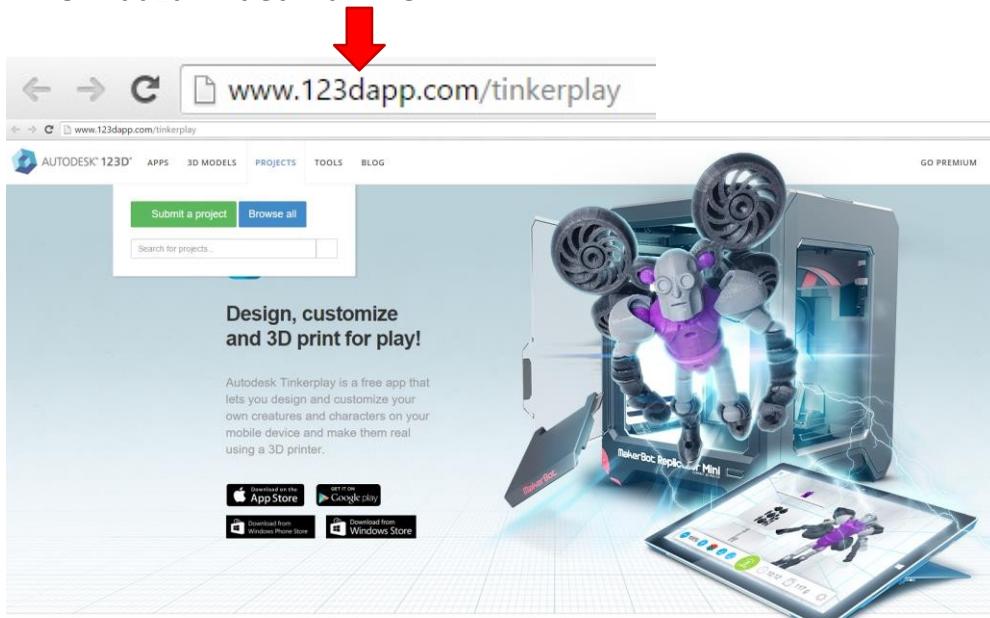
Hier gibt es weitere Bauteile für Spielzeuge.

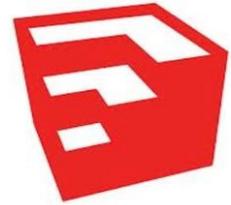


Auch wieder in 3 Gruppen aufgeteilt



Mehr dazu findet man hier:





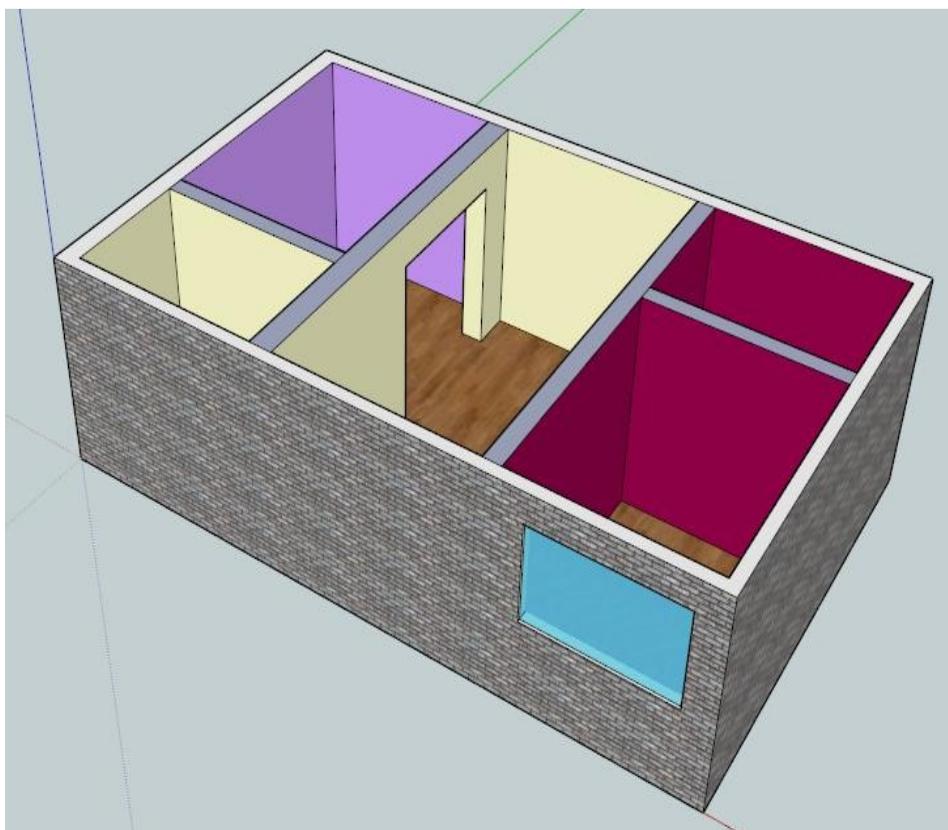
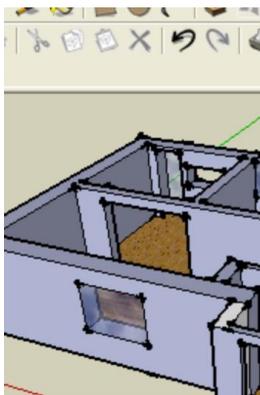
SketchUP

SketchUp ist für den Hobby-CAD-Bedarf ideal.

Es ist schnell lernbar und einfach zu bedienen. Aus den 3D-Modellen kann man Bilder oder auch Animationen erstellen. Konzipiert wurde SketchUp für den Architekturbereich. 2006 wurde die Software von Google übernommen. Modelle können in Google Earth hochgeladen werden. 2012 wurde es an [Trimble Navigation](#) verkauft.

Der einzige Nachteil ist, dass nur begrenztes Modellieren möglich ist und somit für komplexere 3D-Objekte nicht geeignet ist.

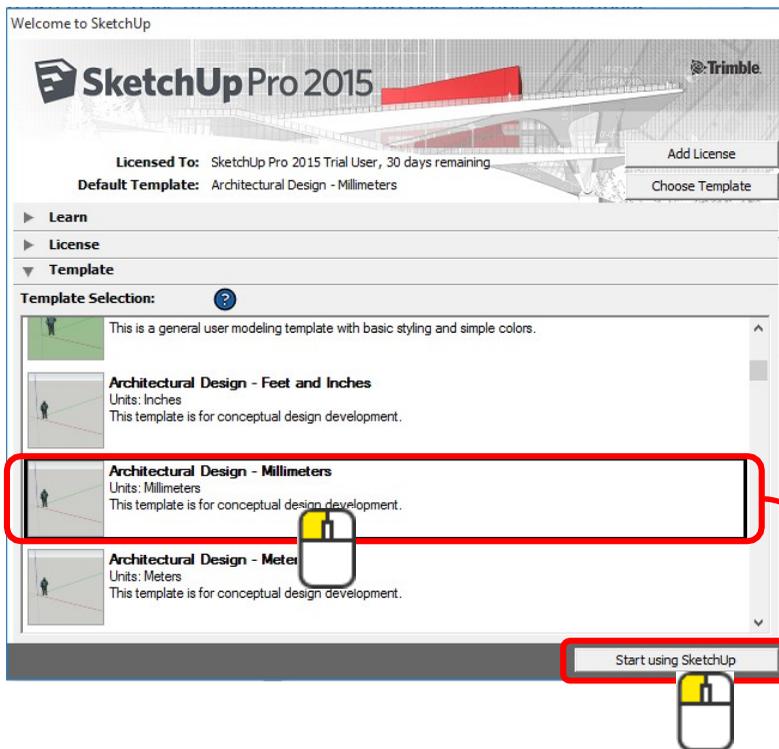
SketchUp ist wie blender ein Gratisprogramm.



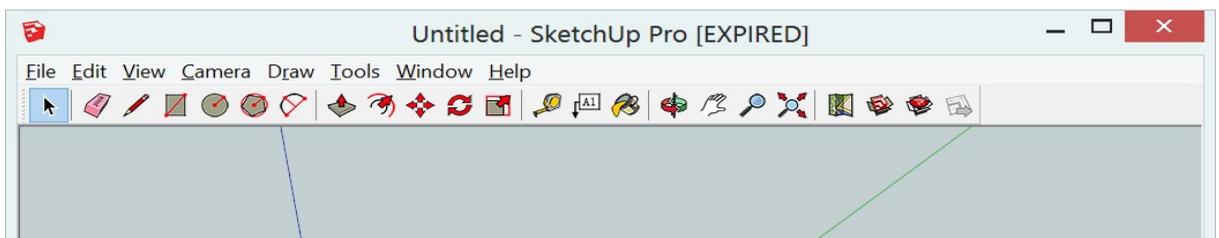
SketchUP downloaden



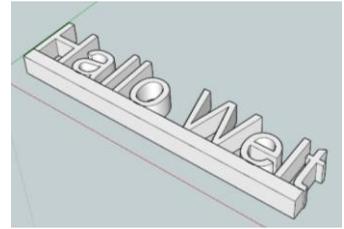
SketchUp startet mit Vorlagen



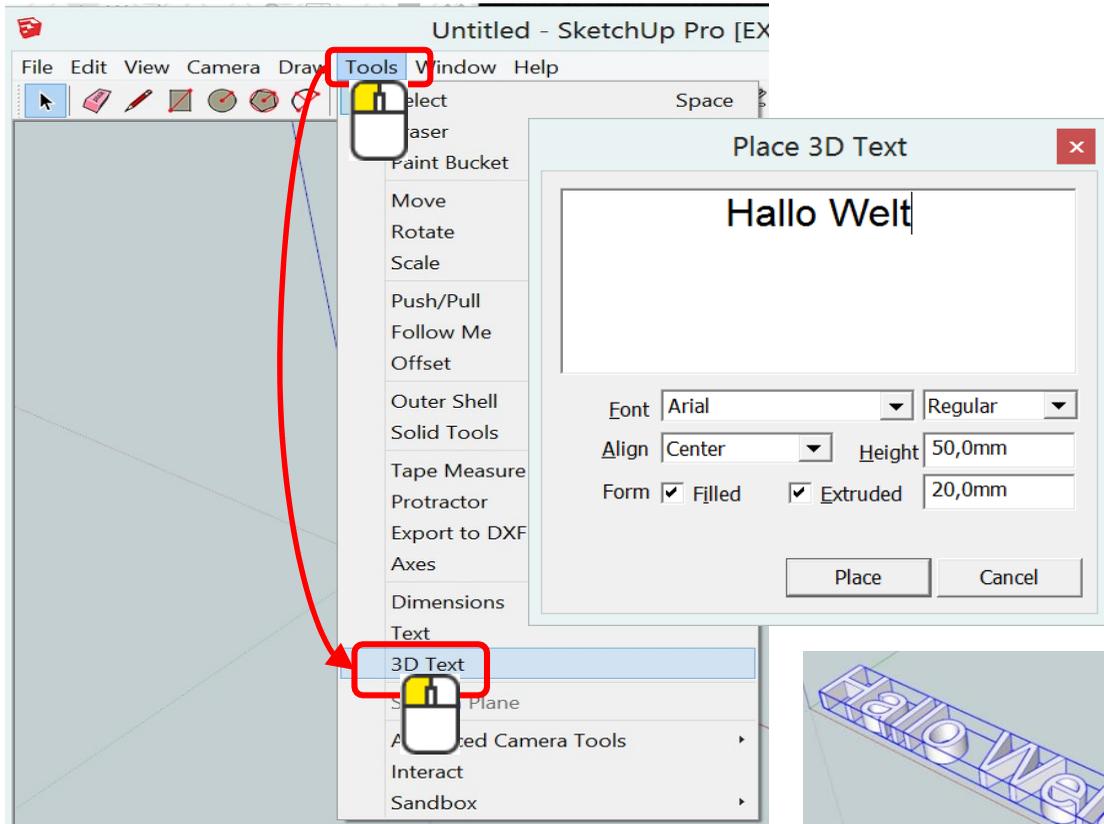
Die übersichtliche Benutzeroberfläche



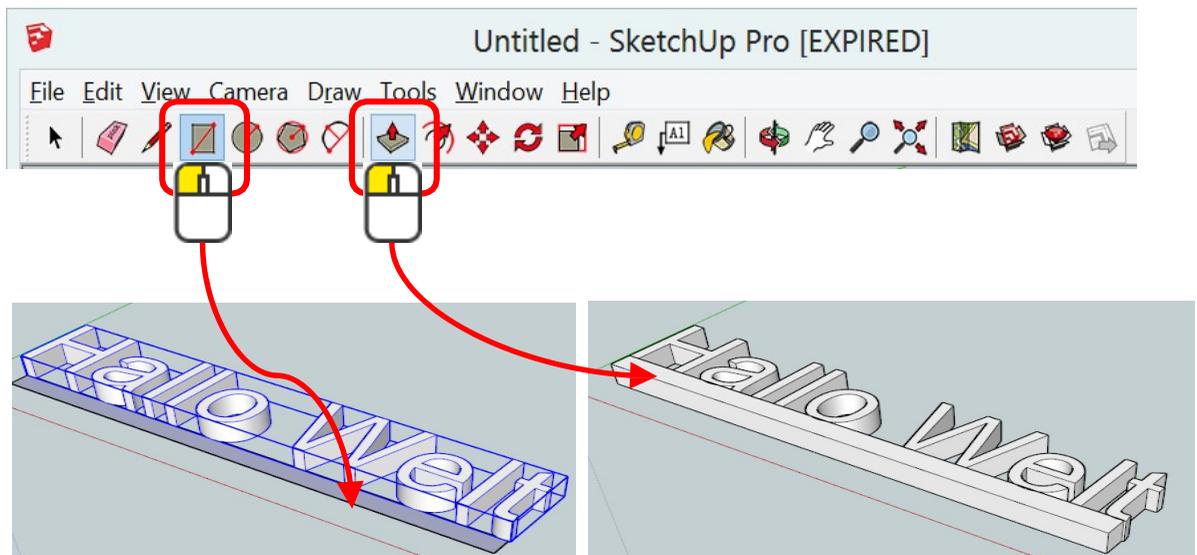
3D-Text schreiben



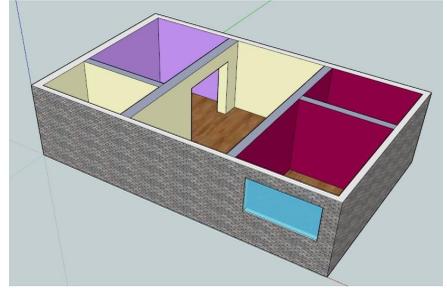
1.) Den gewünschten Text schreiben.



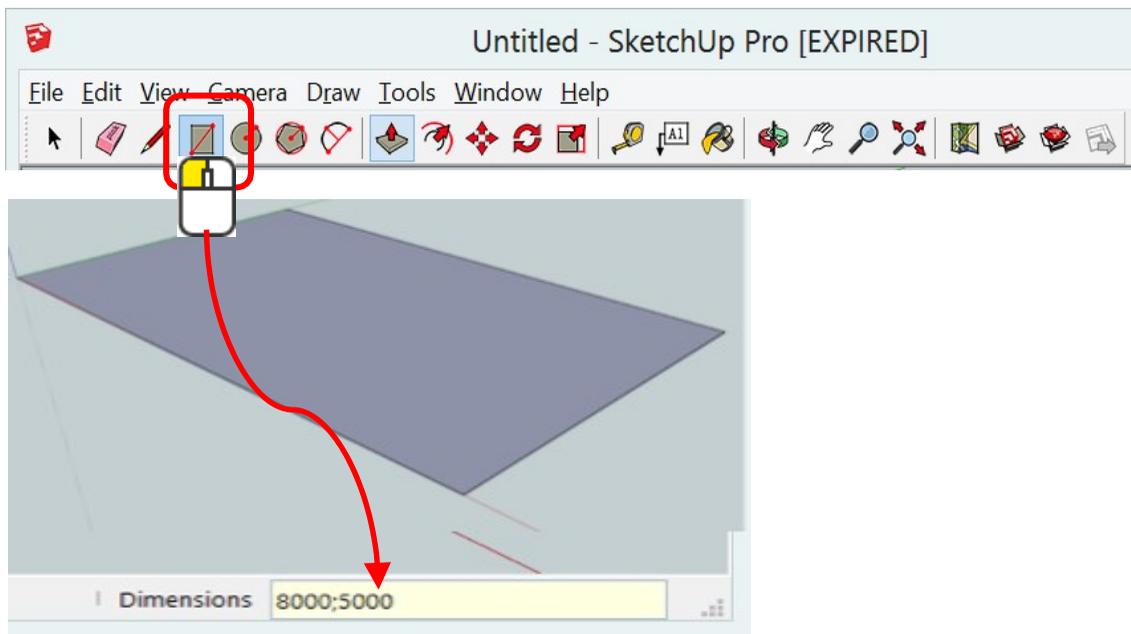
2.) Rechteck zeichnen und nach oben extrudieren.



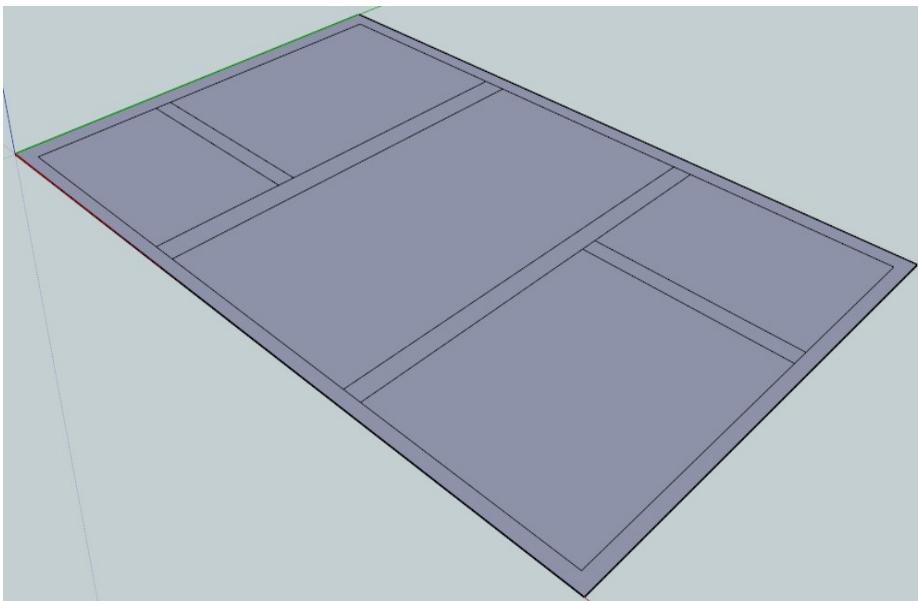
3D-Grundriss zeichnen



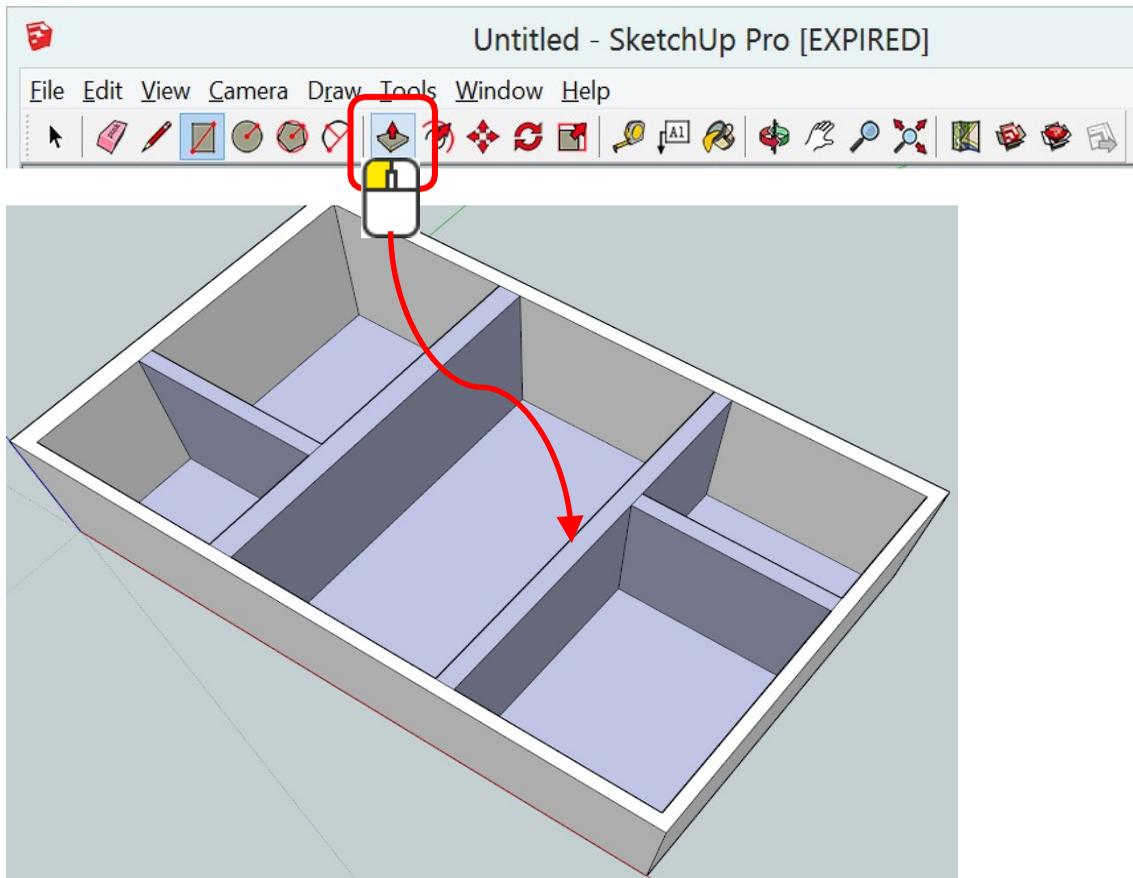
1.) Ein Rechteck zeichnen mit den gewünschten Massen.



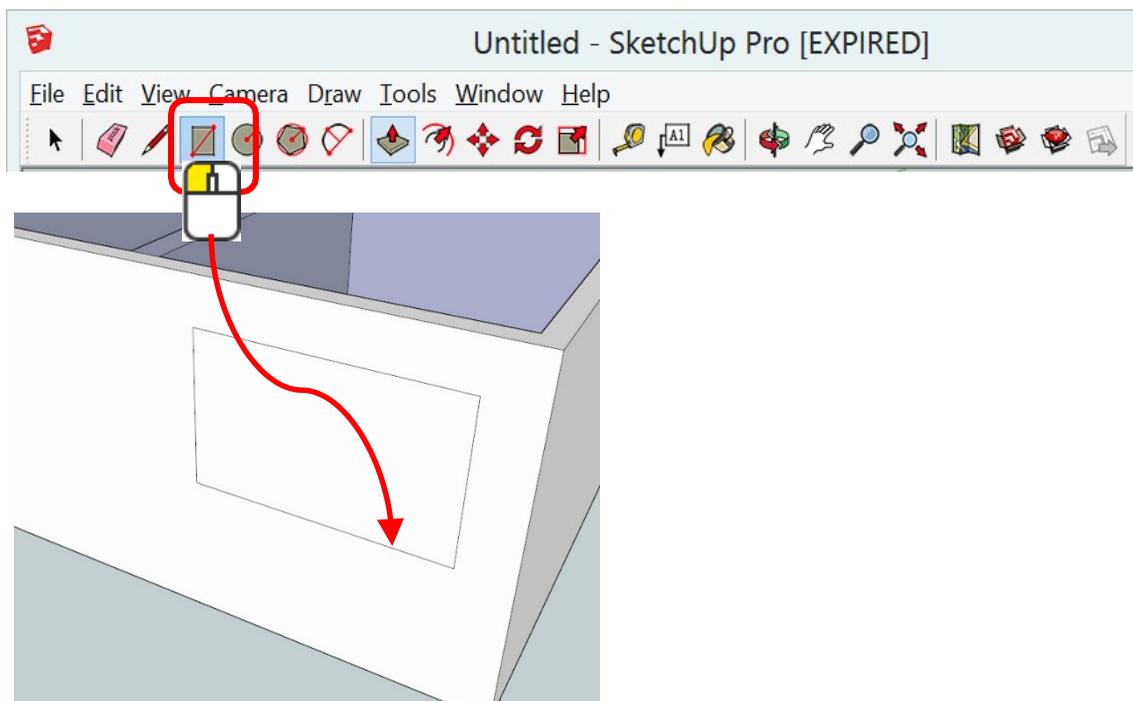
2.) Weitere Rechtecke zeichnen.



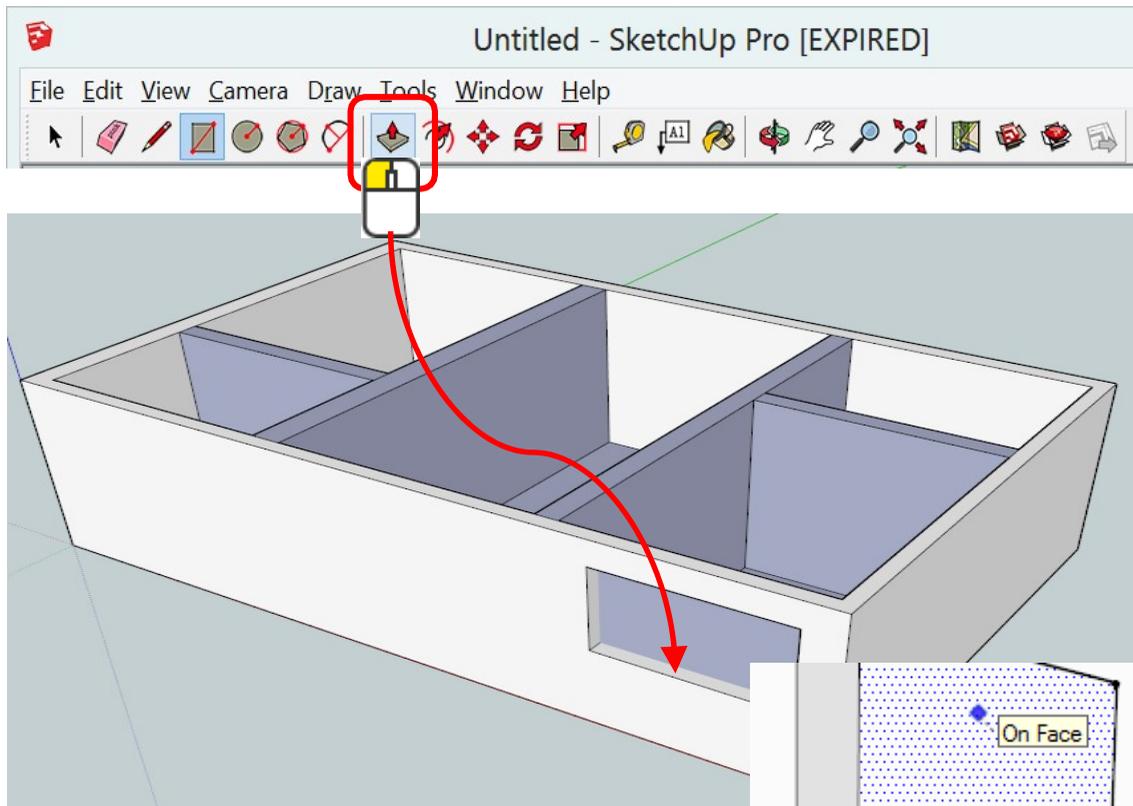
3.) Rechteck nach oben extrudieren.



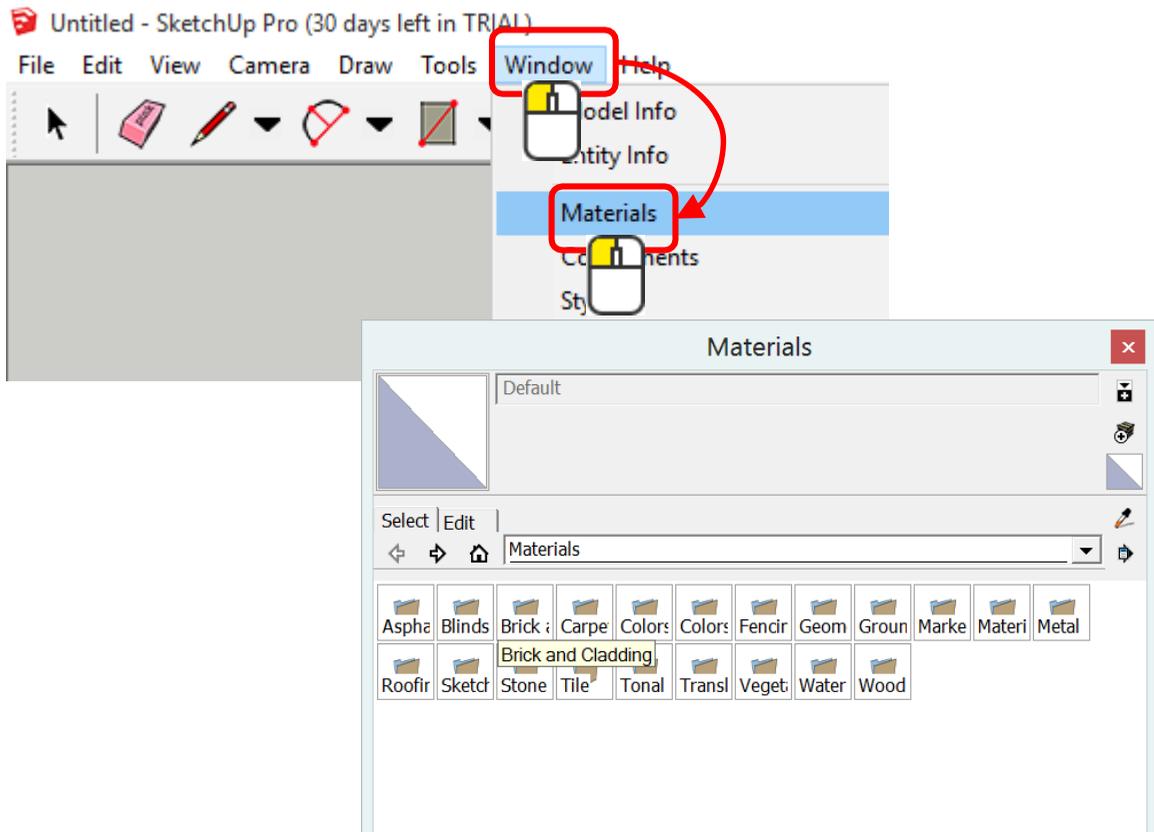
4.) Fenster auch mit der Funktion Rechtecke zeichnen.



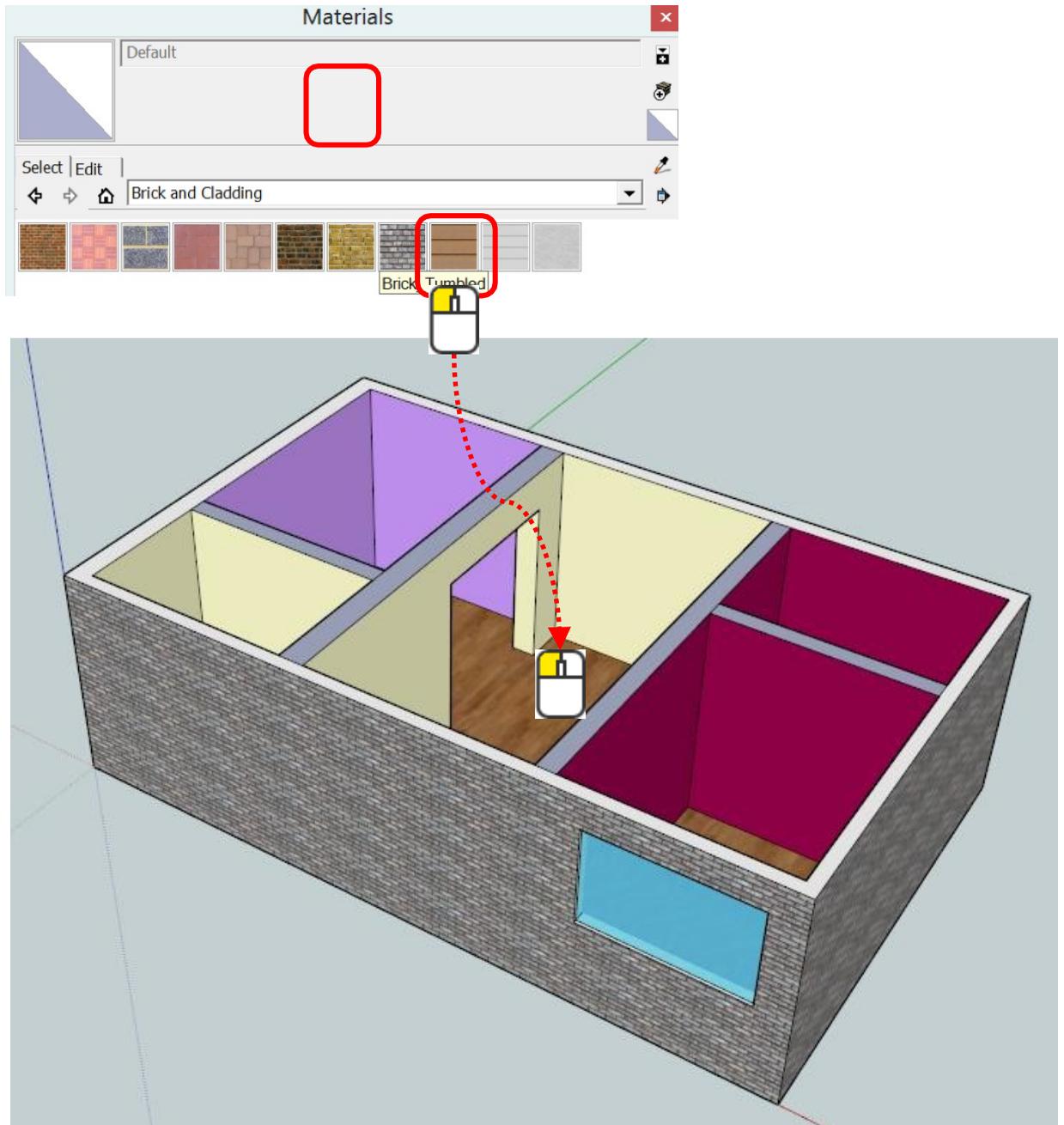
5.) Fenster nach innen extrudieren.



6.) Materialbrowser öffnen

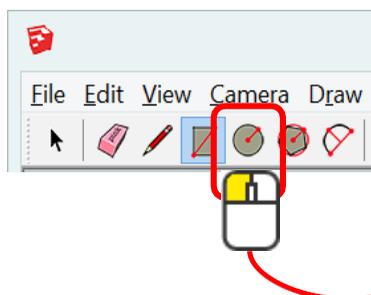
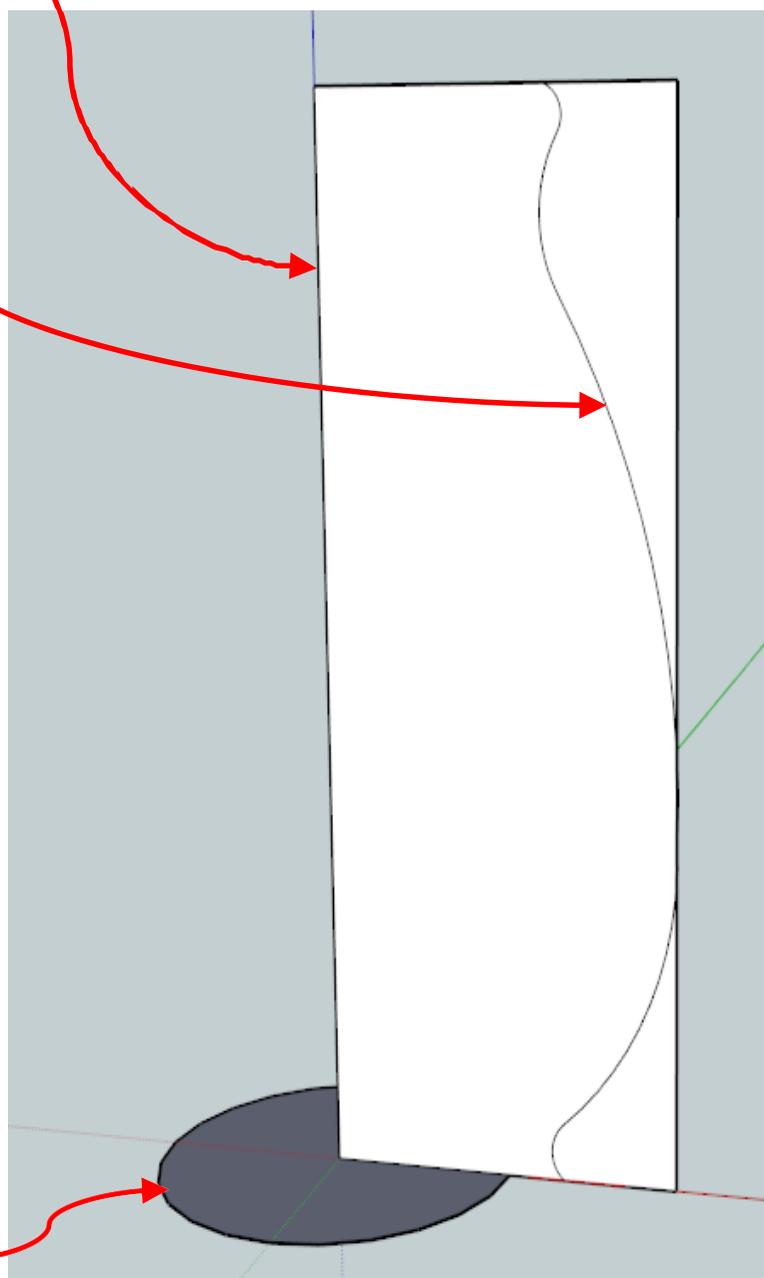
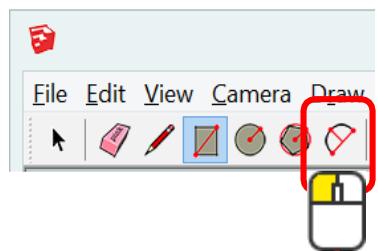
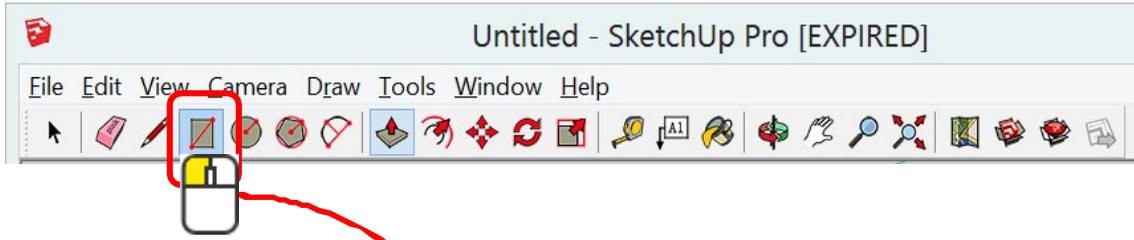


7.) Die gewünschte Textur dem Grundriss zuweisen.

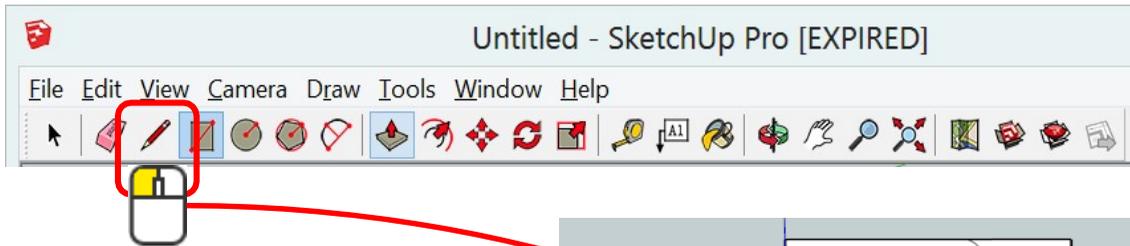


Vase zeichnen

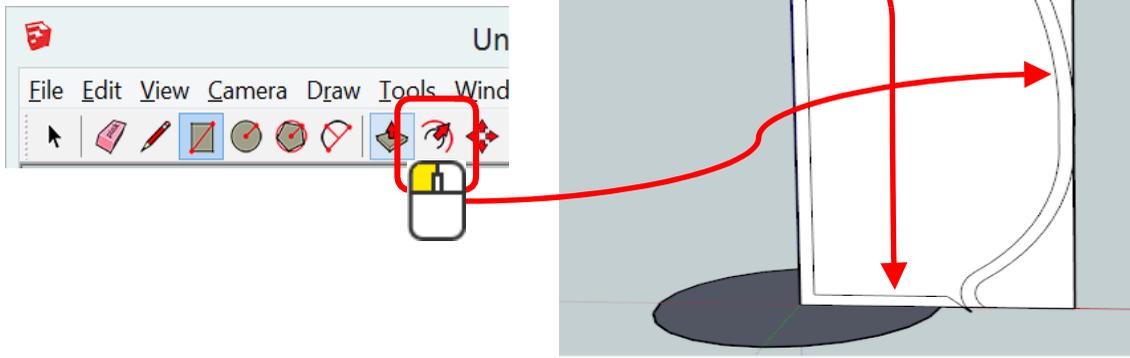
1.) Die Kontur zeichnen



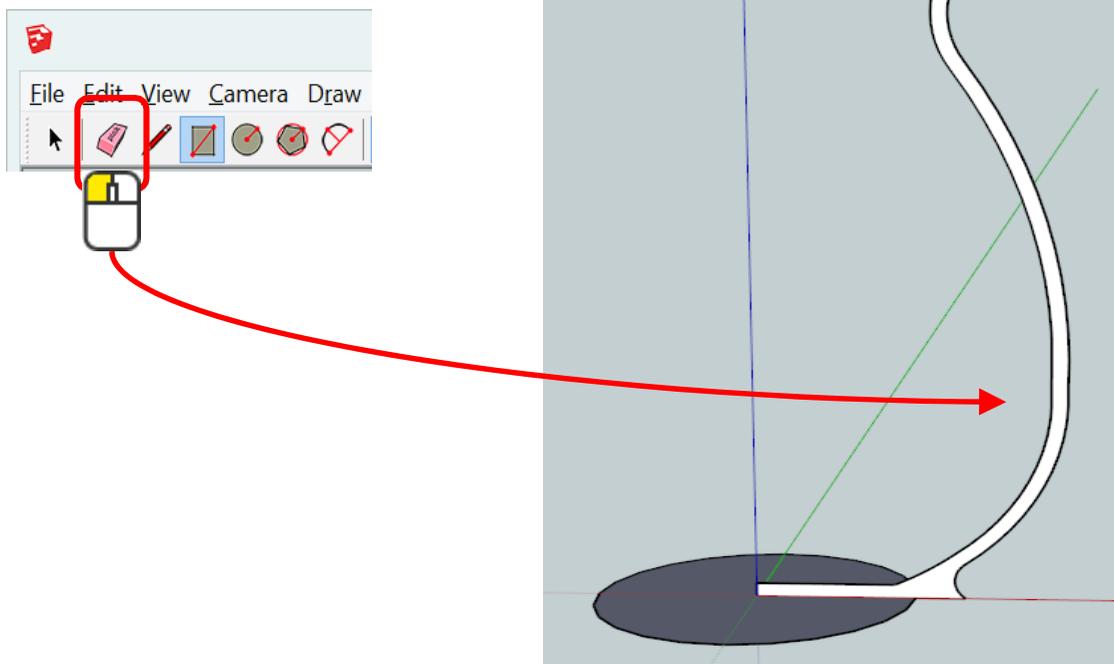
2.) Boden mit Linie zeichnen



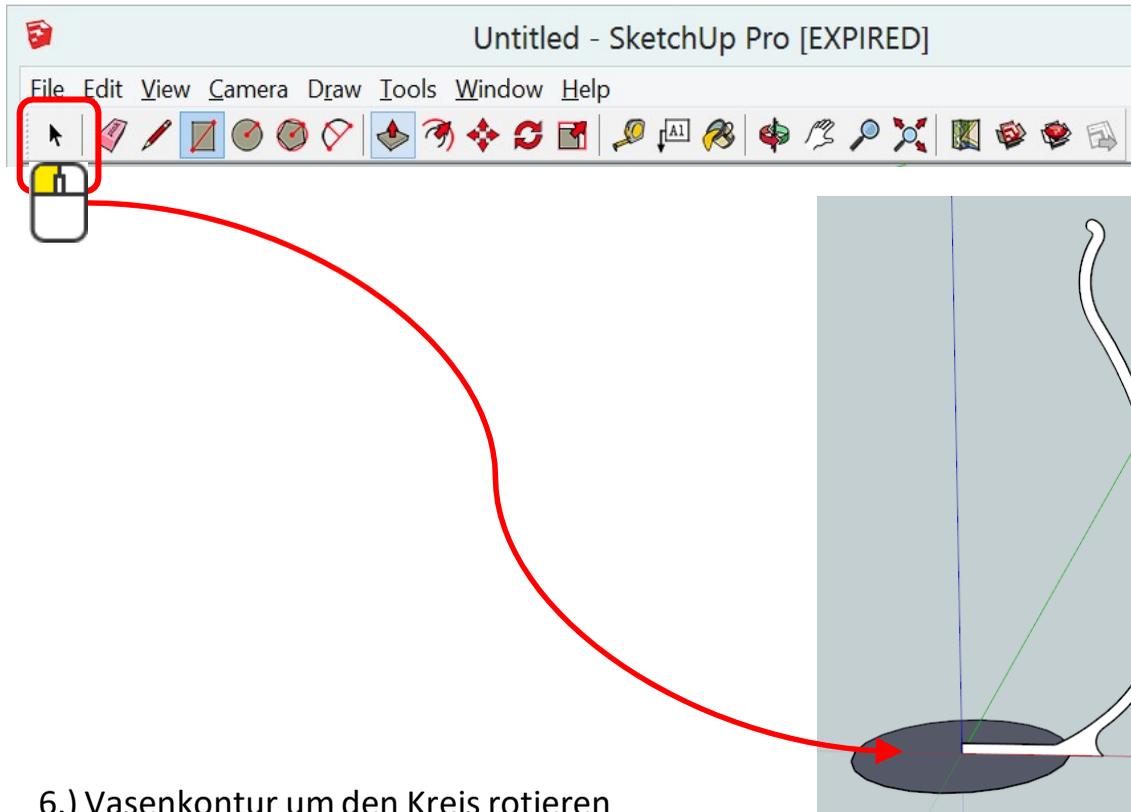
3.) Die Wand der Vase versetzen



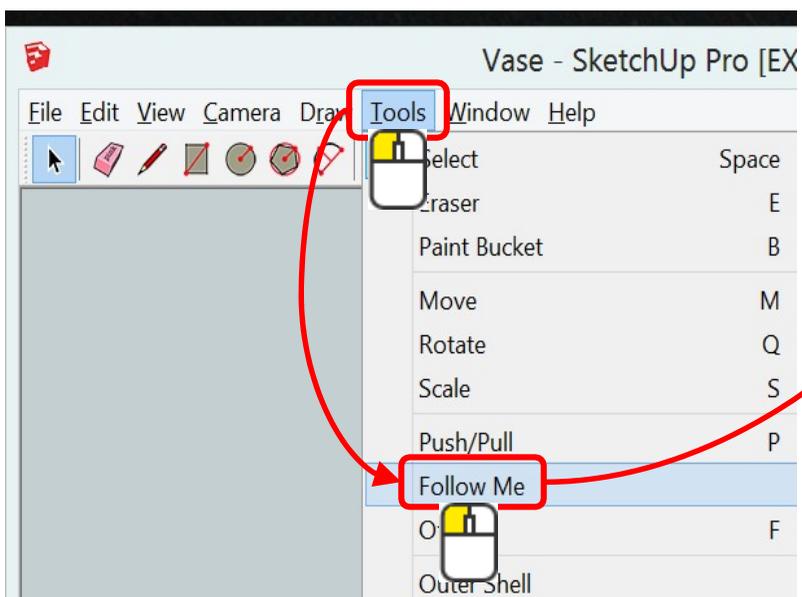
4.) Alles Ausserhalb löschen



5.) Kreis auswählen



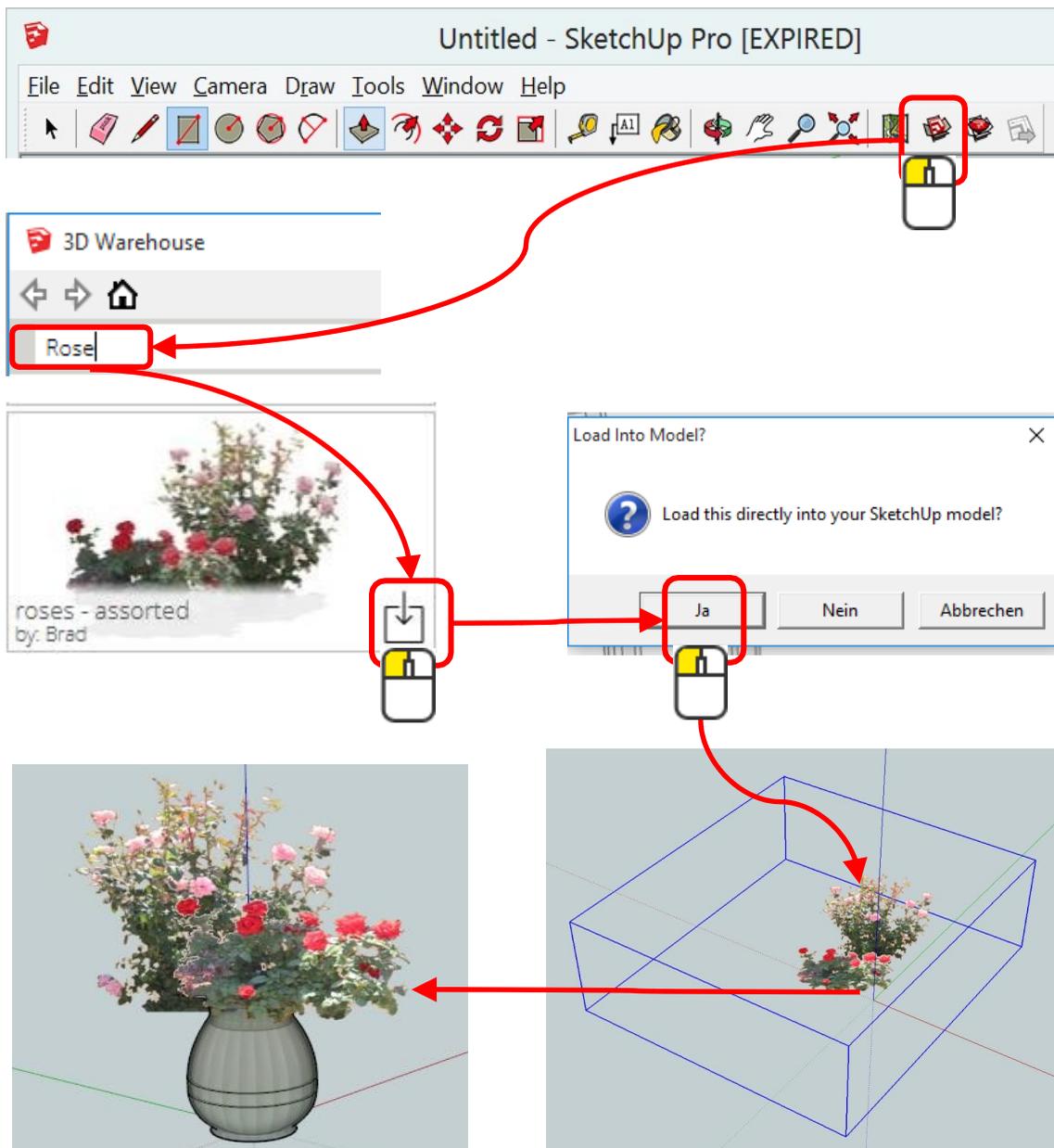
6.) Vasenkontur um den Kreis rotieren



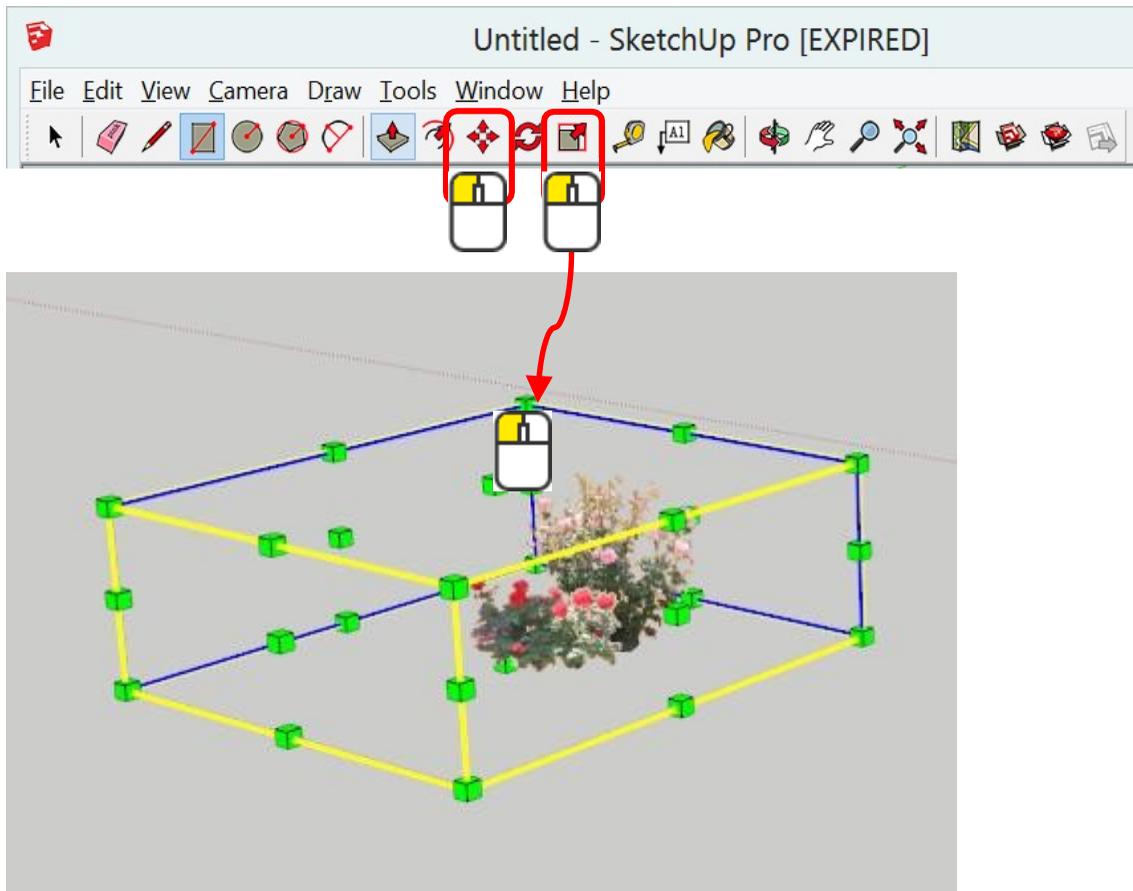
7.) Mit Material belegen



8.) Blumen aus der Model-Galerie holen



9.) Blumen schieben und skalieren



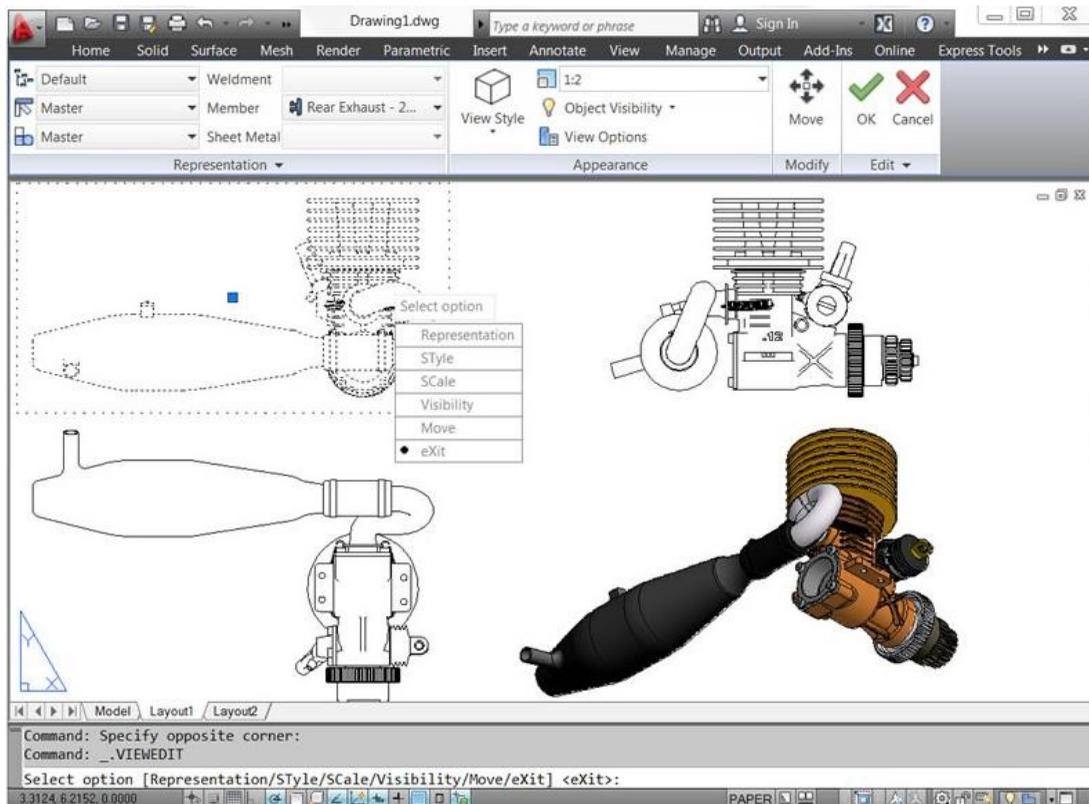
AutoCAD

AutoCAD ist von der Firma Autodesk. Es ist seit über 20 Jahren marktführend. Das liegt unter anderem daran, dass Datenexport und Verlinkungen möglich sind.

AutoCAD ist zu Beginn schwierig zu bedienen, da es eine Vielzahl von Einstellungen gibt. AutoCAD ist im Gegensatz zu Blender eher auf der technischen als auf der Designer-Ebene zu Hause.

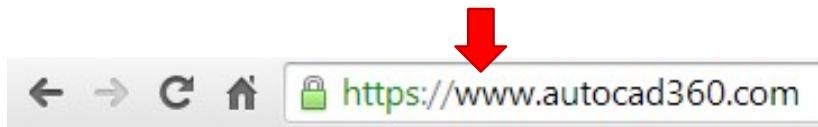
AutoCAD ist anpassungs- und erweiterungsfähig. Zum Beispiel mit Aufsätzen für verschiedene Branchen wie Elektrotechnik, Architektur, Maschinenbau und viele mehr.

AutoCAD ist kostenpflichtig und mit knapp 7'000.- CHF kein Schnäppchen. Die Studentenversion kann man sich unter www.students.autodesk.com herunterladen.



AutoCAD Studentenversion für 36 Monate

1.) Sich bei AutoCAD360 anmelden



Email beachten und dem Link folgen.

2.) Studentenversion laden



Education home

- Free software**
- Secondary students
- College & university students
- Secondary teachers
- College & university educators
- Institutions

Learn & teach

Competitions & events

Prepare & inspire

Support

About Autodesk Education

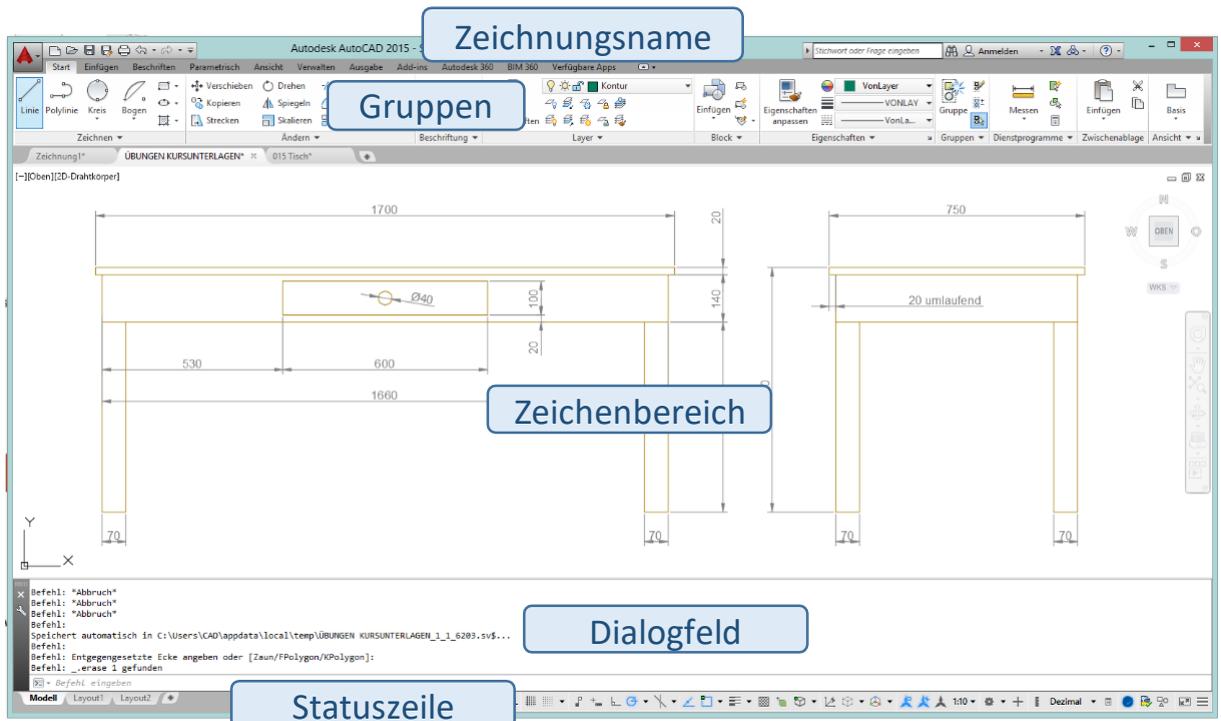
	3D modeling software for architects, designers, and civil engineers.		Concrete design and detailing software.		3D modeling software for steel detailing.
	Alias Automotive Industrial design tools with specialized visualization and analysis.		Alias AutoStudio Automotive design, styling, and technical surfacing software.		Alias Design Industrial design tools for conceptual design and surface modeling.
	AutoCAD CAD design, drafting, modeling, drawing, and engineering software.		AutoCAD for Mac CAD design, drafting, modeling, and engineering software for the Mac.		AutoCAD 360 Extend AutoCAD software to a mobile device. App Store Google Play
	AutoCAD Architecture The Autodesk AutoCAD for		AutoCAD Civil 3D Software for civil engineering		AutoCAD Electrical AutoCAD software to design

Als Schule die entsprechende Schule angeben.
Die Email mit der Nummer und dem Key aufbewahren.

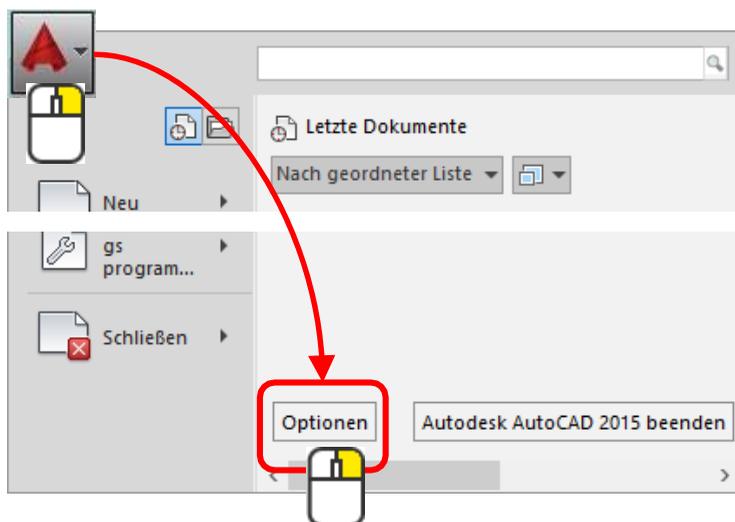
Benutzeroberfläche

AutoCAD hat mehrere Benutzeroberflächen.

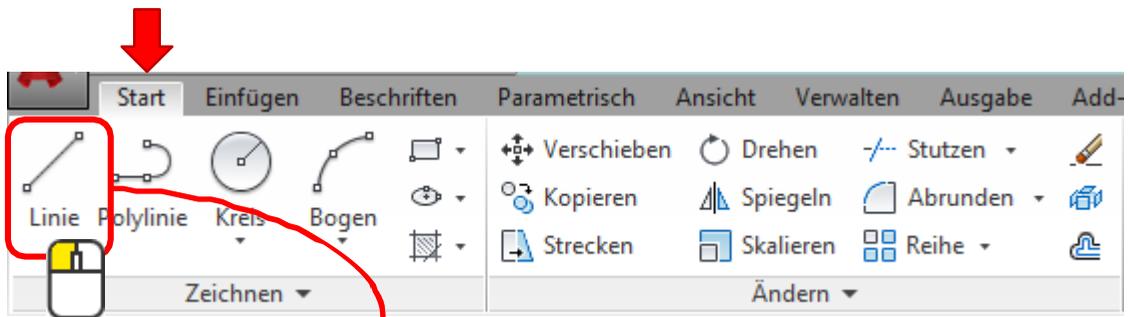
Hier die 2D-Benutzeroberfläche mit weissem Zeichnungshintergrund.



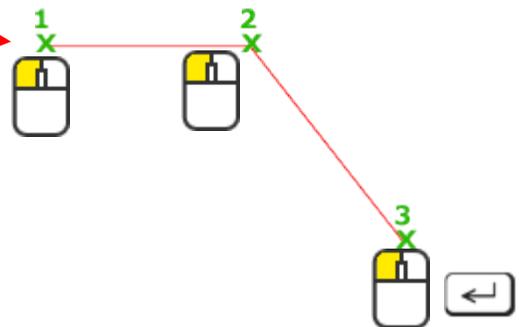
Unter den Optionen kann man viele Einstellungen vornehmen. Zum Beispiel die Bildschirmhintergrundfarbe zum zeichnen.



Linie



Der Befehl «Linie» erzeugt einzelne Liniensegmente. Jedes Segment ist 1 Objekt. Mit  schliesst man den Befehl ab.

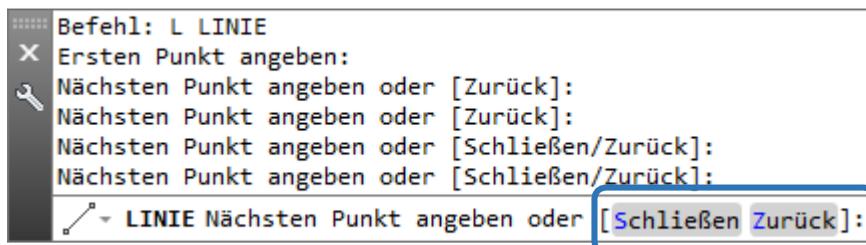


[Optionen]

Optionen erkennt man an den eckigen Klammern []

Eine Option wählt man mit 

oder dem eintippen des gross geschriebenen Buchstabens, zum Beispiel s 



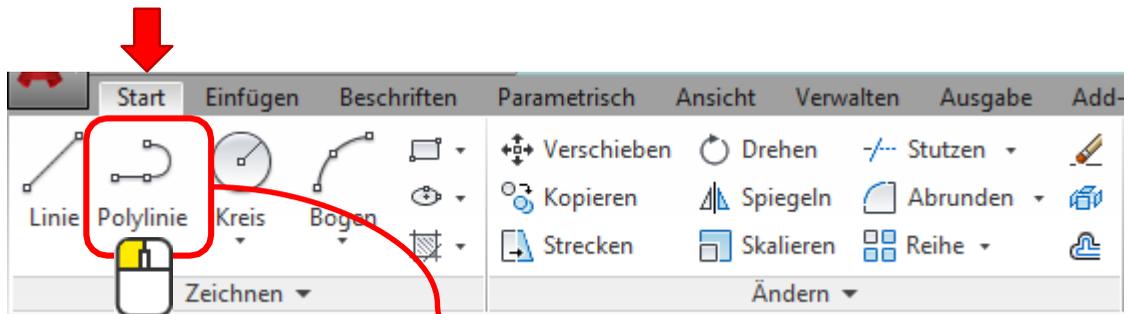
Schliessen

Beendet den Befehl und verbindet den letzten Linienpunkt mit dem Startpunkt, sodass ein geschlossener Linienzug entsteht.

Zurück

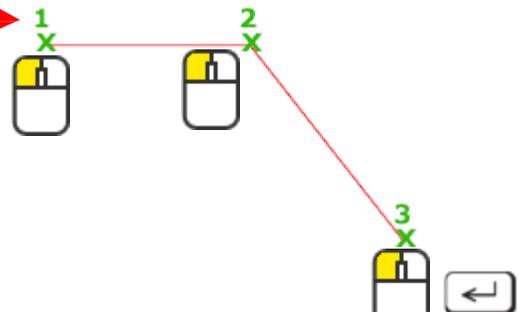
Springt um ein Segment zurück. Sehr praktisch bei Fehlern.

Polylinie



Der Befehl «Polylinie» erzeugt
Linien- und Kreisbogensegmente.
Es entsteht 1 Objekt.

Mit  schliesst man den Befehl ab.



[Optionen]

```
Befehl: PL PLINIE  
Startpunkt angeben:  
Aktuelle Linienbreite beträgt 0.0000  
Nächsten Punkt angeben oder [Kreisbogen/Halbbreite/sehnenLänge/Zurück/Breite]:  
Nächsten Punkt angeben oder [Kreisbogen/Schließen/Halbbreite/sehnenLänge/Zurück/Breite]:  
PLINIE Nächsten Punkt angeben oder [Kreisbogen Schließen Halbbreite sehnenLänge Zurück Breite]:
```

Kreisbogen

Wechselt ins Bogenzeichnen. 

Schliessen

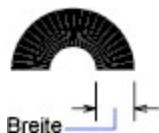
Beendet den Befehl und schliesst den Polylinienzug.

Zurück

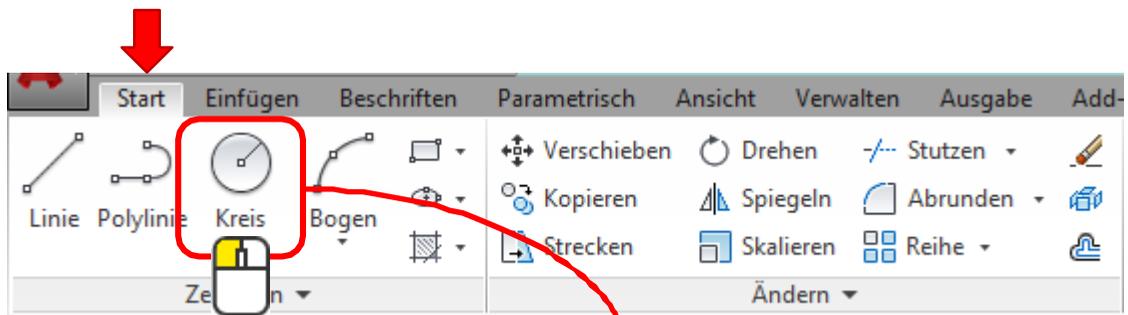
Springt um 1 Segment zurück.

Breite

Ordnet dem Polylinienzug unabhängig von der Linienstärke eine Breite zu.



Kreis



Der Befehl «Kreis» zeichnet einen Kreis.

Man hat hier eine Vielzahl an Optionen.
Die Optionen sind auch über das Icon-Abrollmenü aufrufbar.

Kreis

- Mittel, Radius
- Mittel, Durchm
- 2 Punkte
- 3 Punkte
- Tan, Tan, Radius
- Tan, Tan, Tan

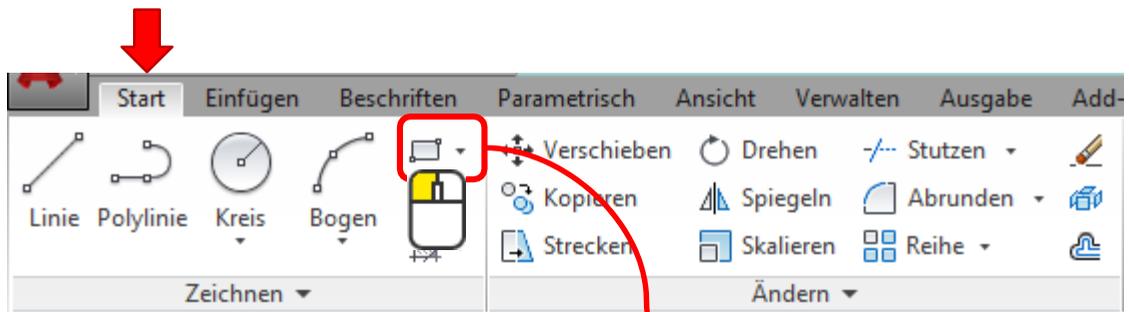
2 Punkte
Durchmesser wird über 2 Punkte definiert.

3 Punkte
Der Kreis läuft durch die 3 gewählten Punkte.

Tangente, Tangente, Radius
Der Kreis liegt tangential mit einem gewählten Radius an 2 Objekten.

Tangente, Tangente, Tangente
Der Kreis liegt tangential an 3 Objekten.

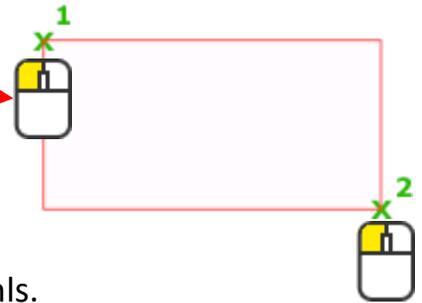
Rechteck



Der Befehl «Rechteck» zeichnet eine rechteckige Polylinienform.

[Optionen]

Die wichtigste ist sicher die Option **Abmessung**.
Diese erscheint erst nach dem ersten  des Befehls.



Rechteck Übung

Übung 1

Zeichne ein Rechteck mit den Massen 80x50mm.

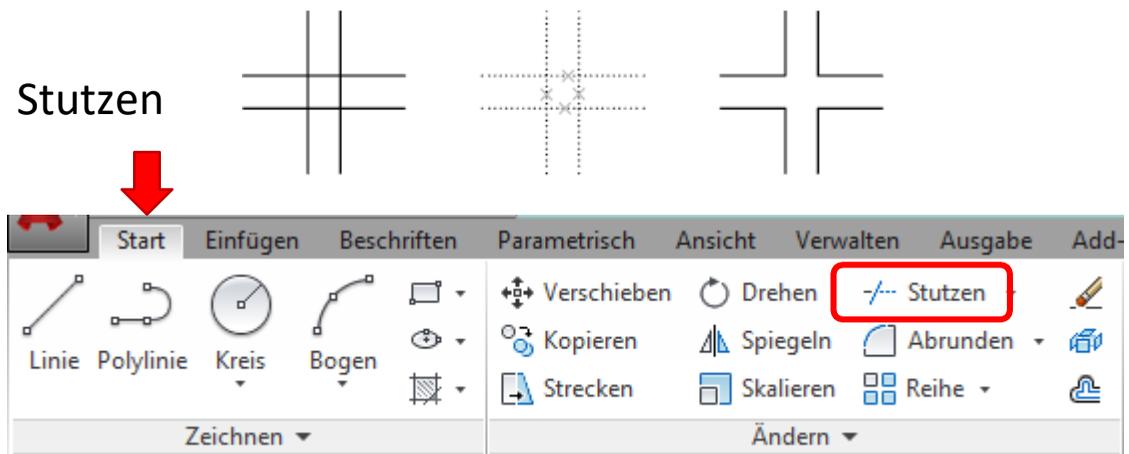


```
Befehl: _rectang
Ersten Eckpunkt angeben oder [Fasen/Erhebung/Abrunden/Objekthöhe/Breite]:
Anderen Eckpunkt angeben oder [Fläche/Abmessungen/Drehung]: a 3.
Länge der Rechtecke angeben <10.0000>: 80 4.
Breite der Rechtecke angeben <10.0000>: 50 5.
Anderen Eckpunkt angeben oder [Fläche/Abmessungen/Drehung]:
< > Befehl eingeben
```



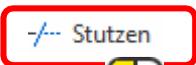
 6. Seite wählen

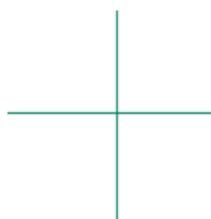
Stutzen



Objekt an Linie stutzen.

Beispiel:

- 1.) Befehl wählen 
- 2.) Schnittkante wählen 
- 3.) Schnittkantenauswahl beenden 
- 4.) Abzuschneidendes Objekt wählen 
- 5.) Befehl abschliessen 

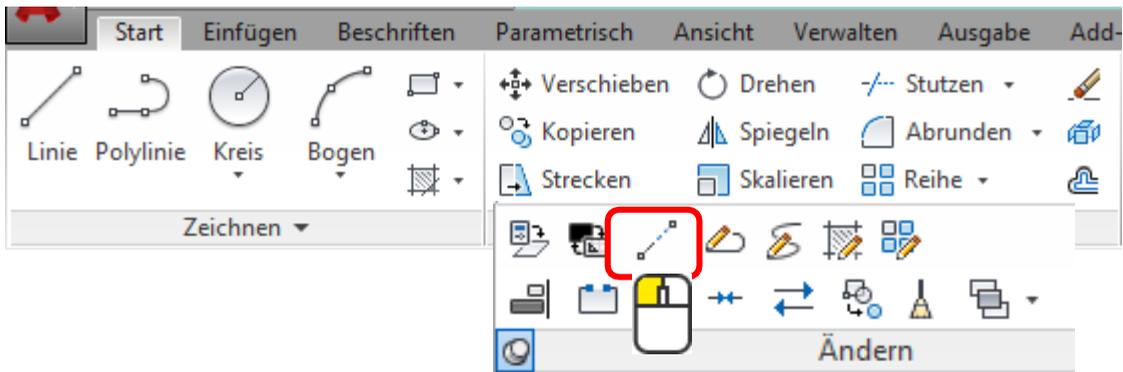
vorher	nachher
	

Tipp

Man kann, statt eine Schnittkante zu wählen, mit  den Vorschlag **<Alle wählen>** bestätigen. So werden alle Objekte zur Schnittkante. Bei kleinen Zeichnungen ist das sehr effizient und praktisch.

Weitere Änderungsbefehle

Länge ↓



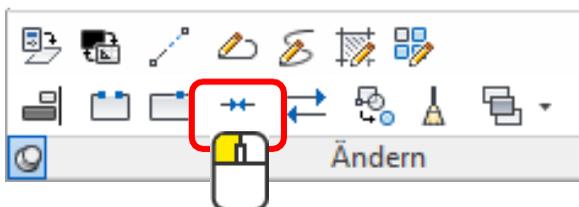
Mit der Option **[Delta] 3**  wird ein Objekt um 3mm verlängert.

Pedit



Linien in eine Polylinie verwandeln und mit der Option **[Verbinden]** zu einem Objekt verbinden.

Verbinden



Auch der Befehl «Verbinden» wandelt Linien in eine Polylinie um.

3D-Grundkörper

Erstellen von Grundkörpern

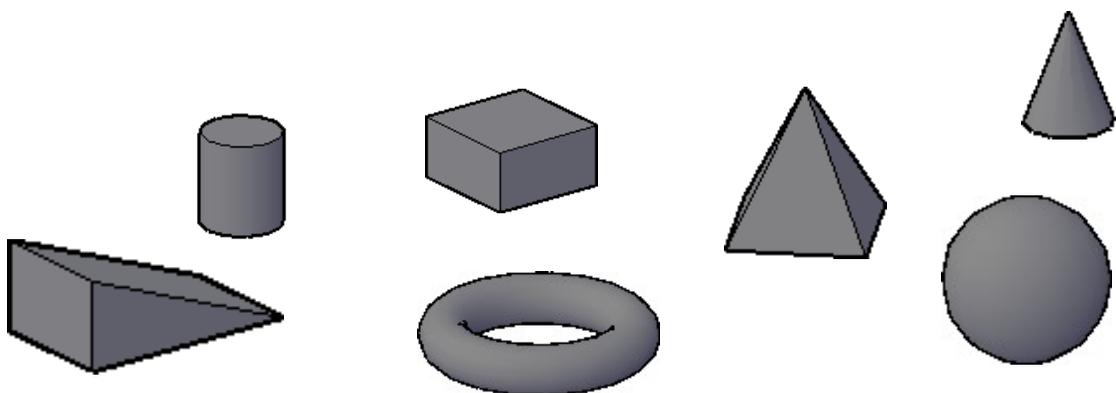
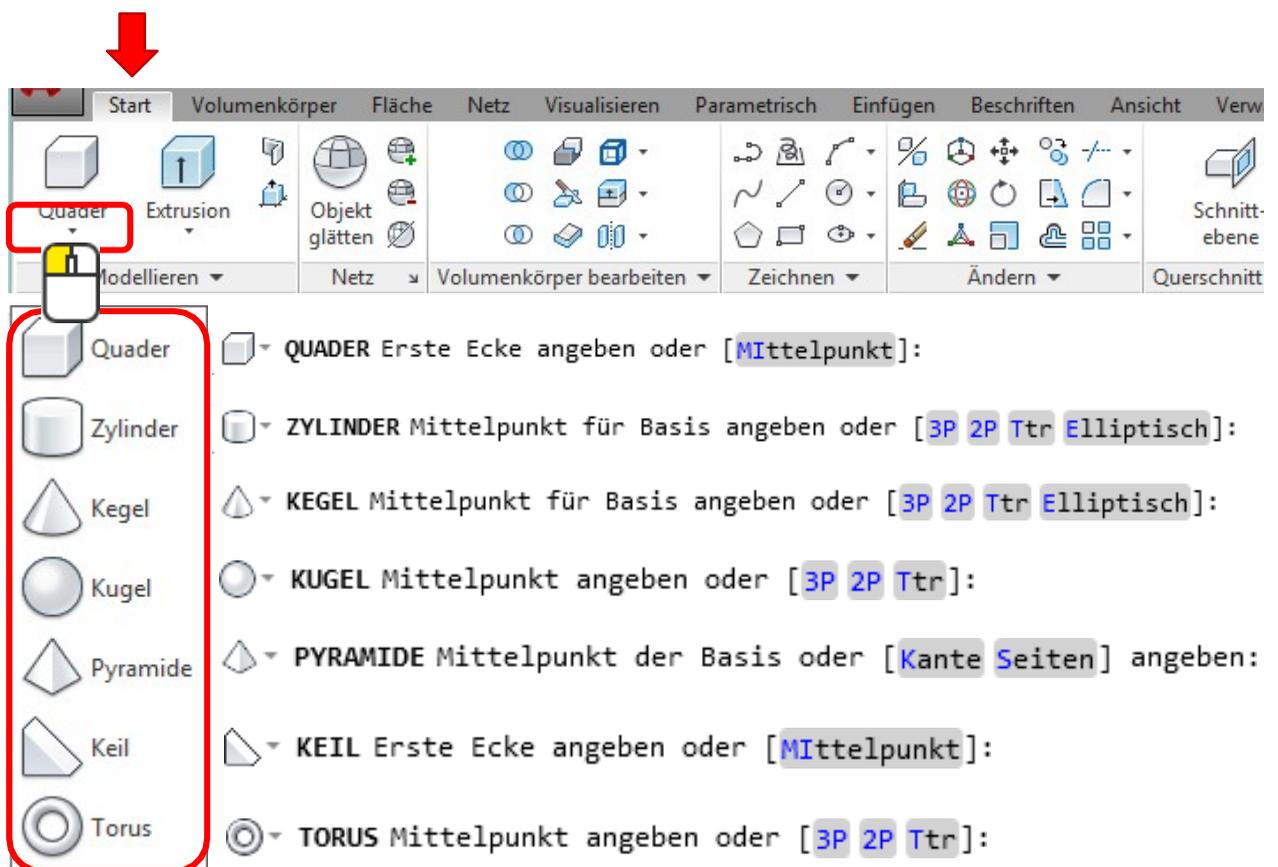
Die 3D-Körper sind sehr einfach und selbsterklärend zu zeichnen.

Am einfachsten schnell ausprobieren.

Manche Befehle haben noch **[Optionen]**.

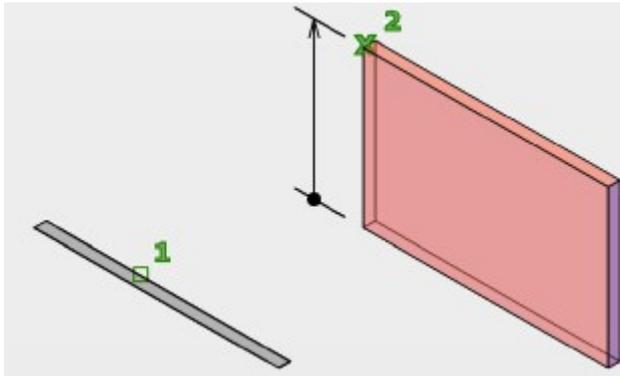
Im 3D-Alltag arbeitet man eher mit Modellierfunktionen als mit fertigen Körpern.

Die Modellierfunktionen werden auf den nachfolgenden Seiten beschrieben



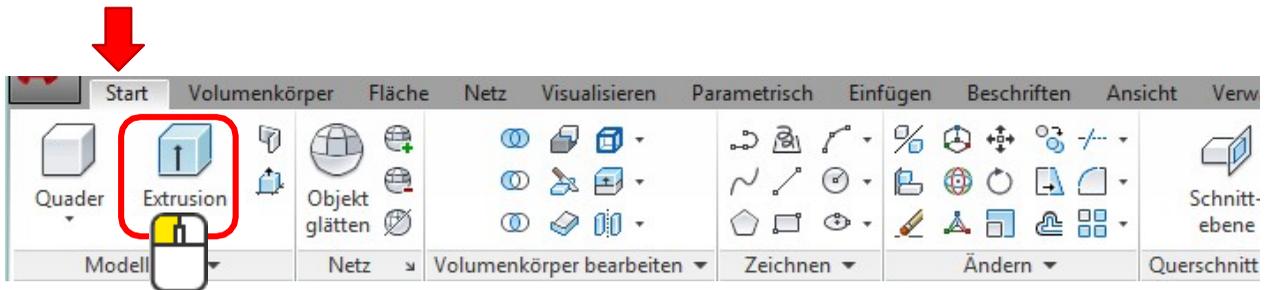
Modellierfunktionen

Extrudieren



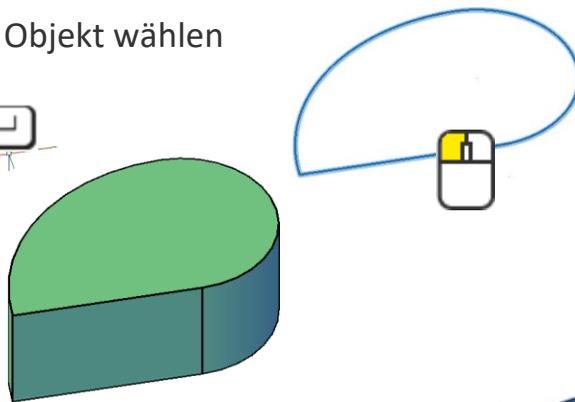
Beispiel:

1.) Wähle den Befehl «Extrusion» aus



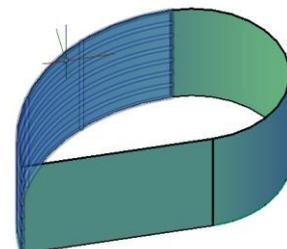
3.) Das zu extrudierende Objekt wählen

4.) Höhe eingeben 30 



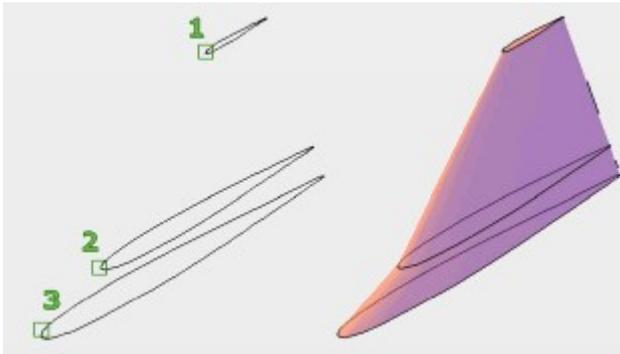
Wichtig:

Das zu extrudierende Objekt sollte eine geschlossene Polylinie sein, ansonsten wäre das Resultat hohl.



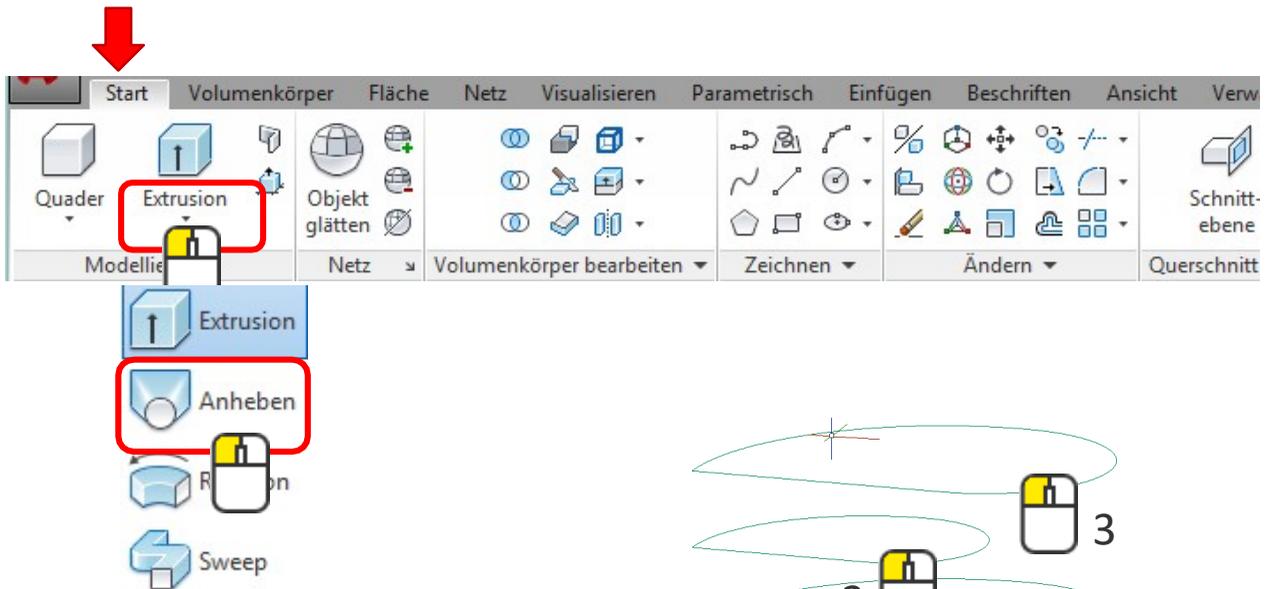
Modellierfunktionen

Anheben



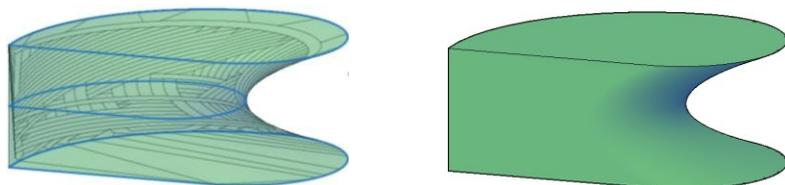
Beispiel:

1.) Wähle den Befehl «Anheben» aus



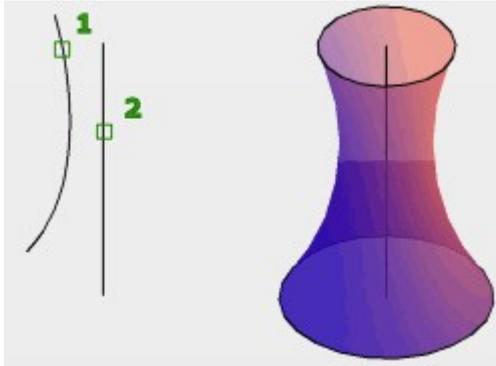
2.) Wähle die Objekte der Reihe nach aus

3.) Objektauswahl bestätigen  und auch die Option  bestätigen



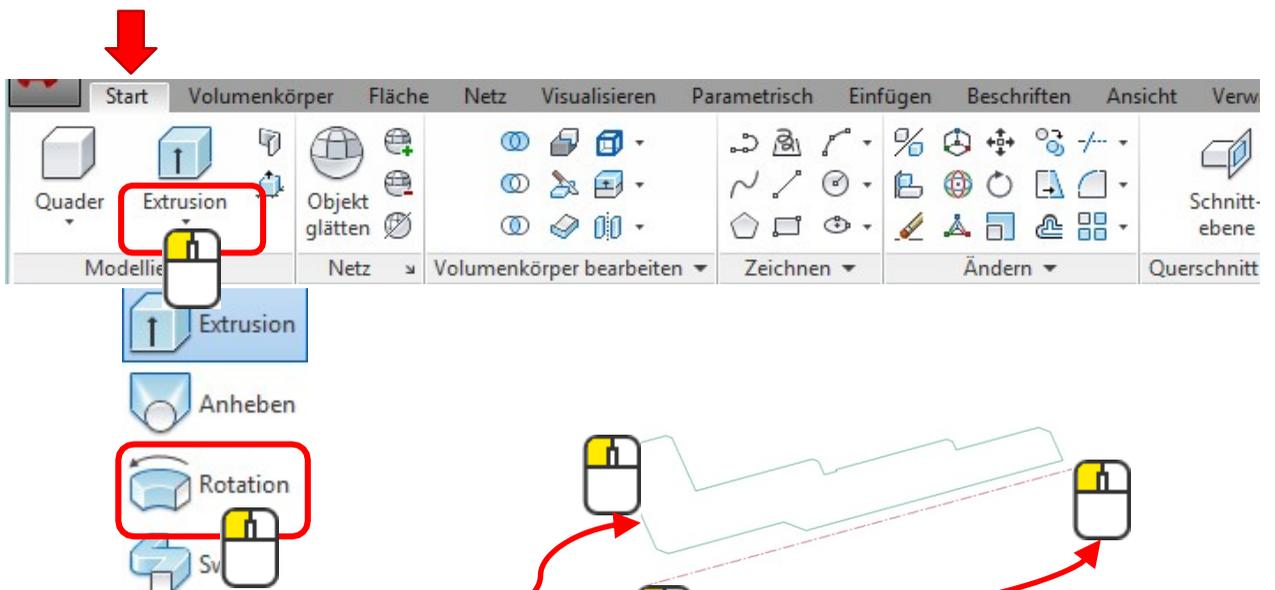
Modellierfunktionen

Rotation



Beispiel:

1.) Wähle den Befehl «Rotation» aus

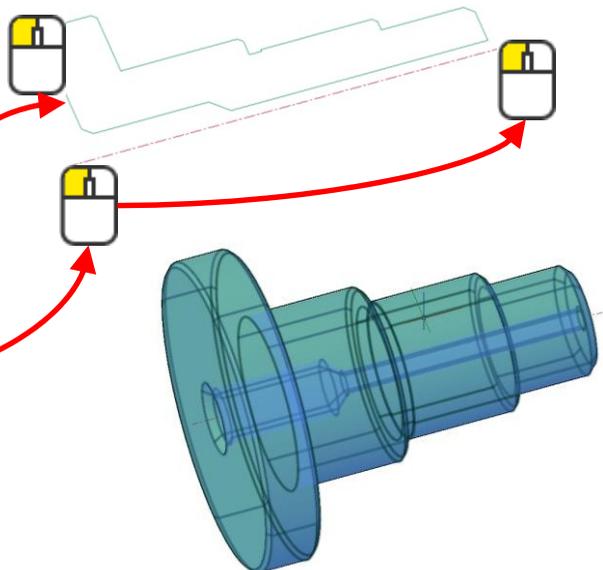


2.) Rotationsobjekt wählen

3.) Objektauswahl beenden 

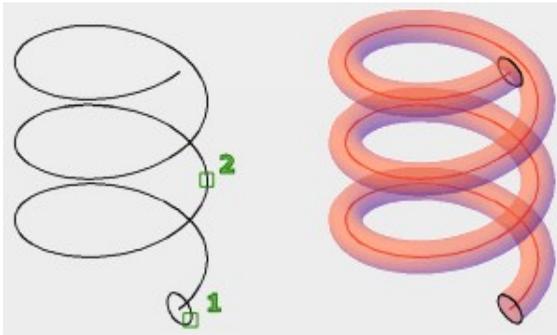
4.) Achsenpunkte wählen

5.) Option bestätigen 



Modellierfunktionen

Sweep



Beispiel:

1.) Befehl «Sweep» auswählen



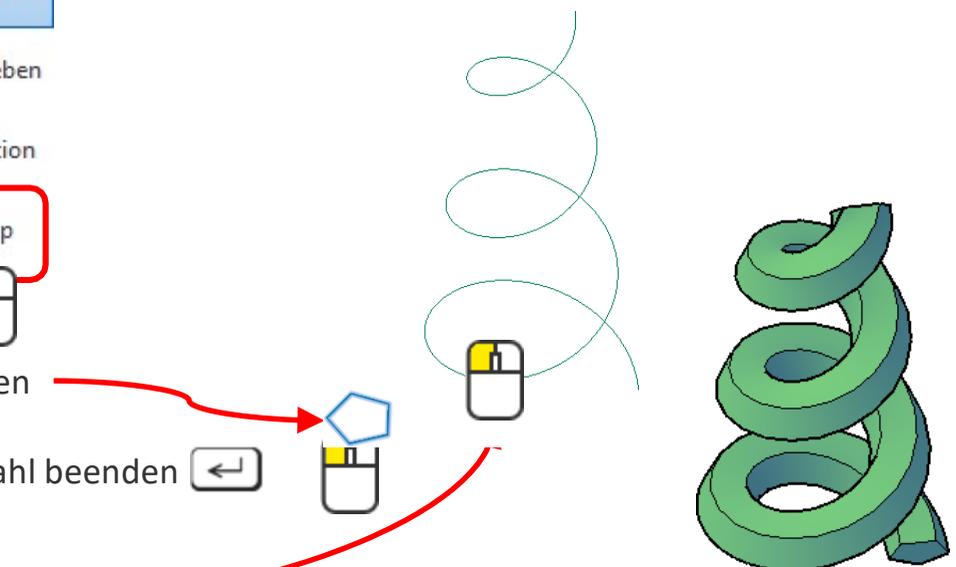
2.) Objekt wählen



3.) Objektauswahl beenden



4.) Pfad wählen



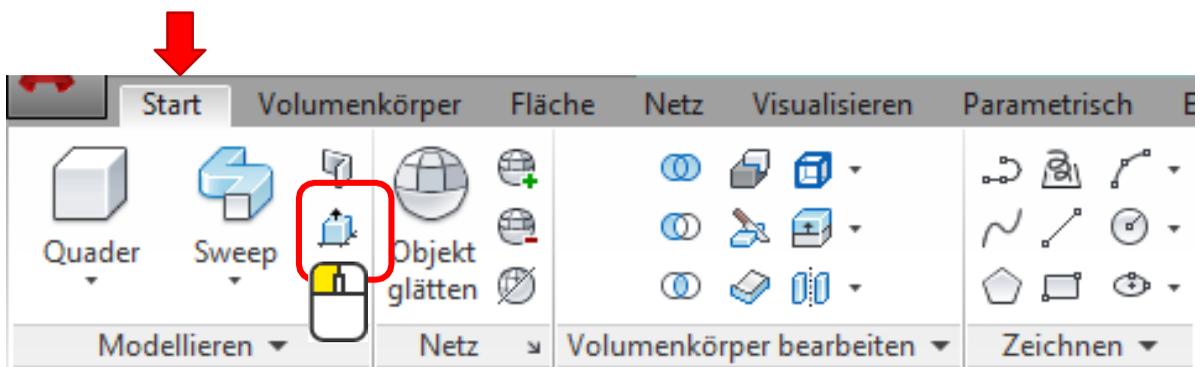
Klicken und Ziehen

Ist eine einfache Methode für rasches Extrudieren.

Der Vorteil ist, dass man keine Polylinien benötigt, um Volumenkörper zu erhalten.

Beispiel:

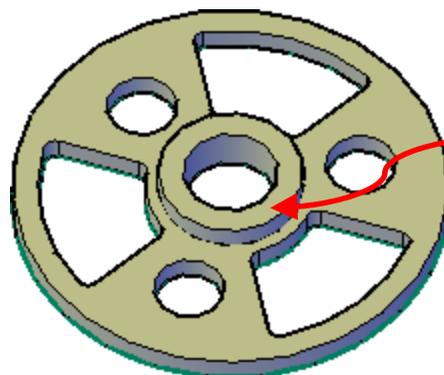
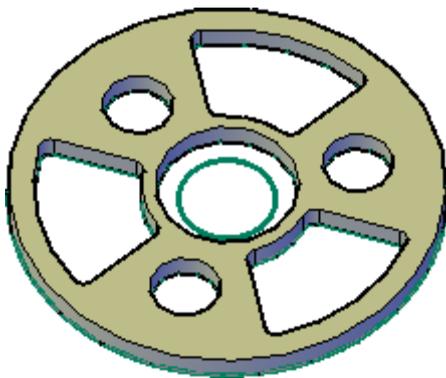
1.) Befehl wählen



2.) Ins Innere einer «Fläche» klicken

3.) Mit der Maus in die gewünschte Richtung fahren (nach oben oder nach unten).

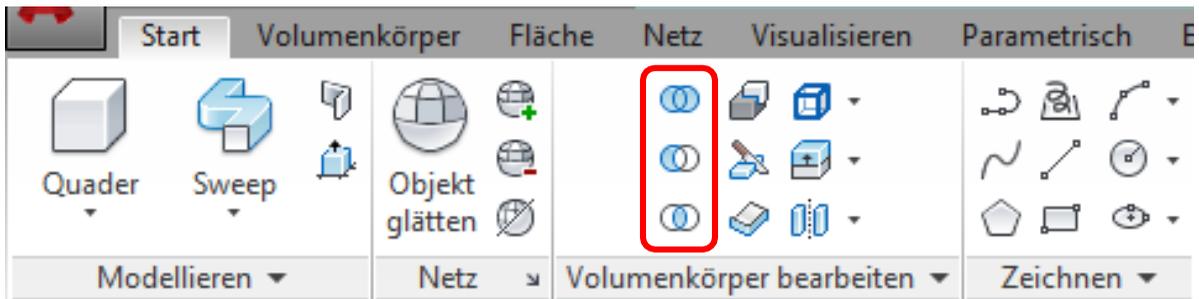
4.) Höhe **10**  eingeben



Gleicher Ablauf hier mit Höhe 20

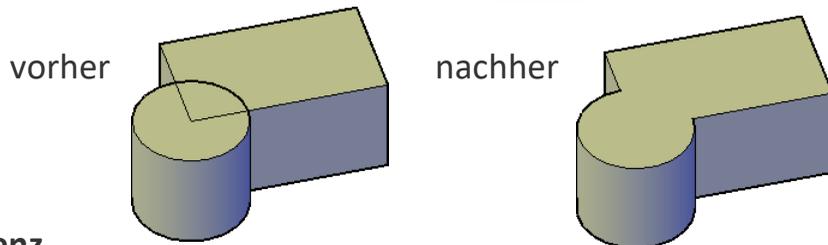
Boolesche Funktionen

Die 3 booleschen Funktionen sind Vereinigung, Differenz und Schnittmenge



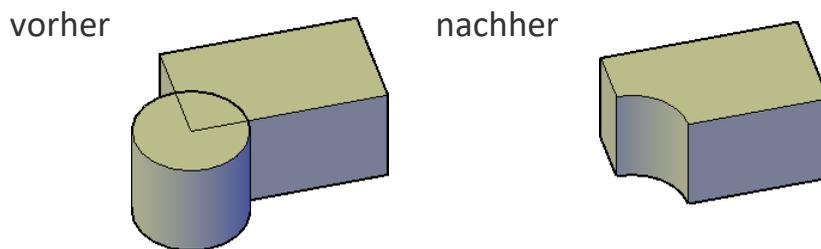
Vereinigung

Vereinigt mehrere Objekte zu einem



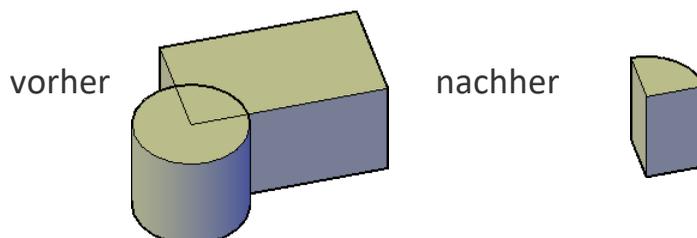
Differenz

Zieht ein Objekt vom anderen ab

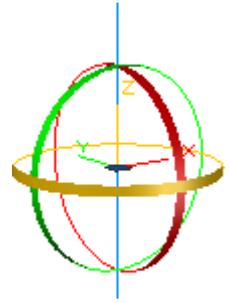


Schnittmenge

Löscht alles, was nicht von beiden Körpern eingenommen wird

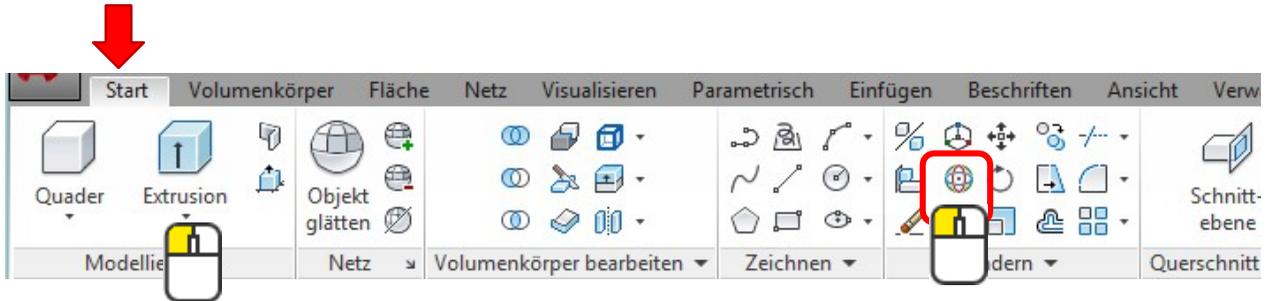


3D-Drehen



Beispiel:

1.) Wähle den Befehl «3D-Drehen» aus



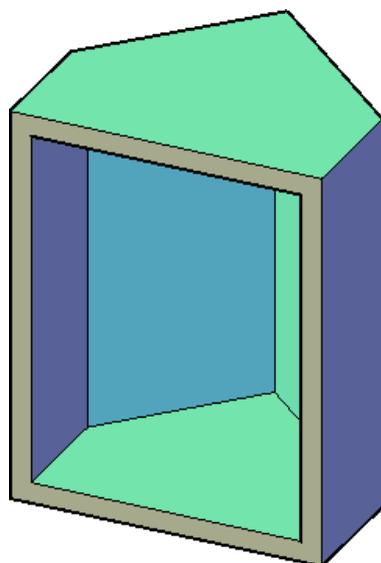
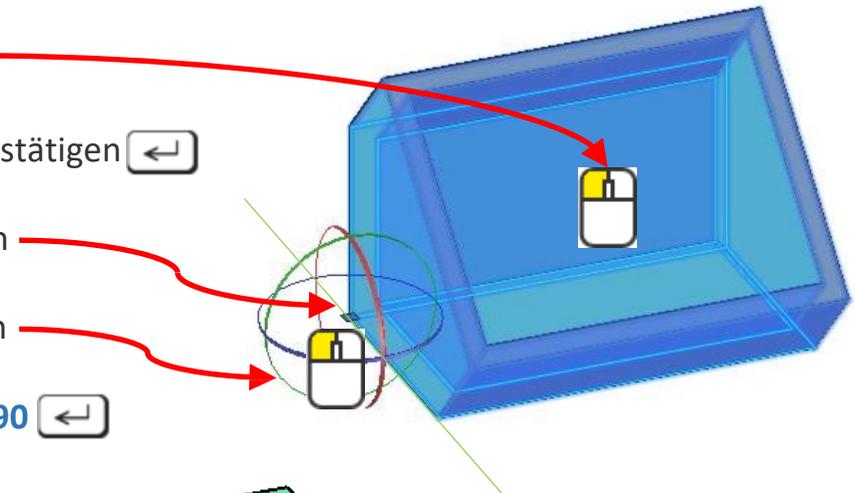
2.) Objekt wählen

3.) Objektauswahl bestätigen

4.) Drehpunkt wählen

5.) Drehachse wählen

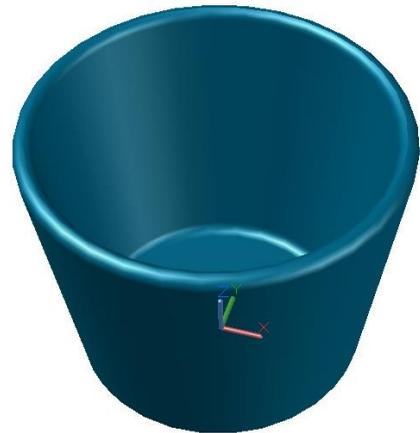
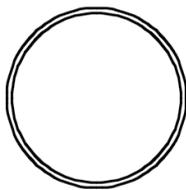
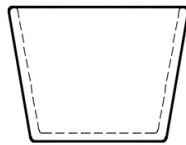
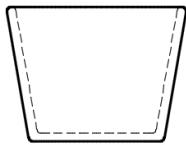
6.) Winkel eingeben 90



3D-Objekte: Übung

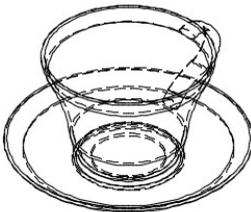
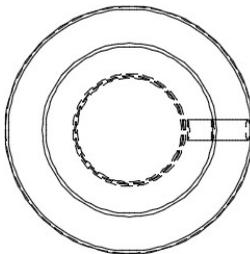
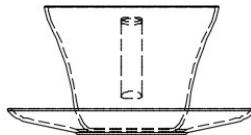
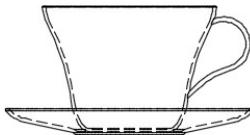
Übung 1

Zeichne wie abgebildet einen Becher



Übung 2

Zeichne wie abgebildet eine Tasse mit Untertasse

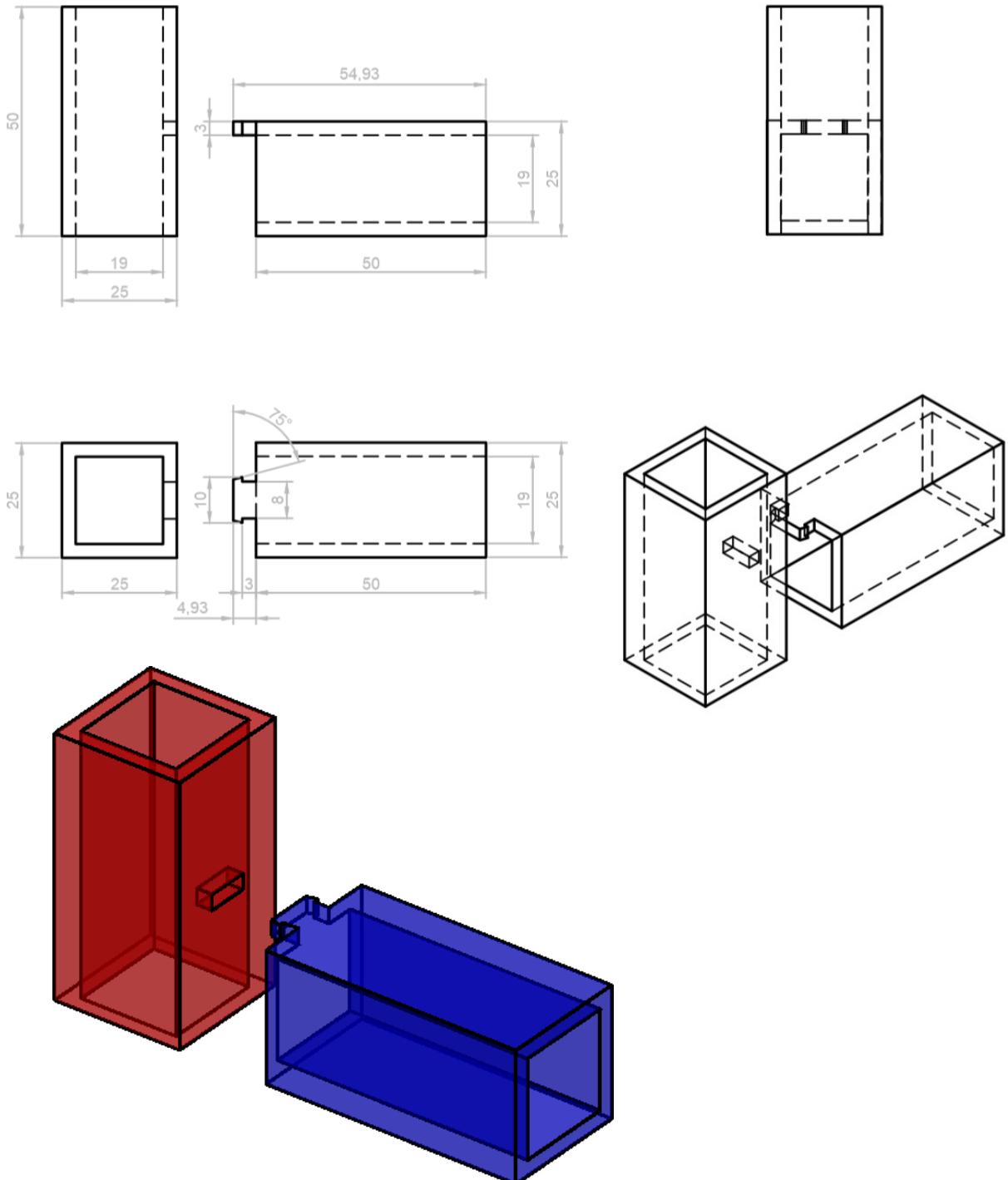


Alle Masse bitte frei erfinden nach eigenem Designwunsch

3D-Objekte: Übung

Übung 3

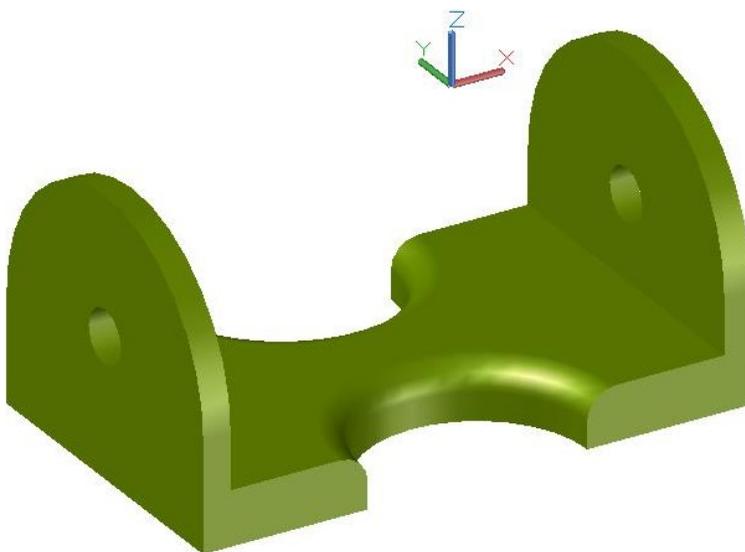
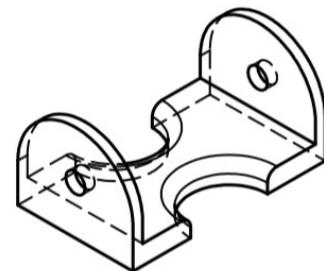
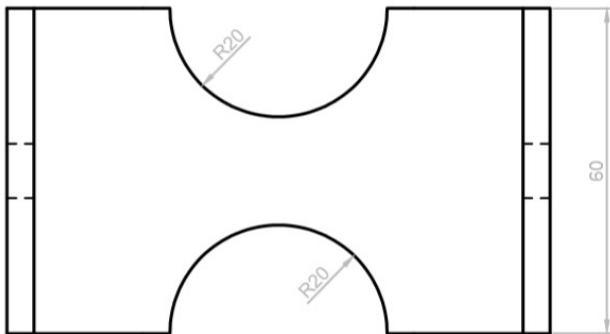
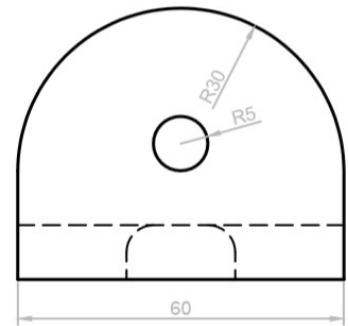
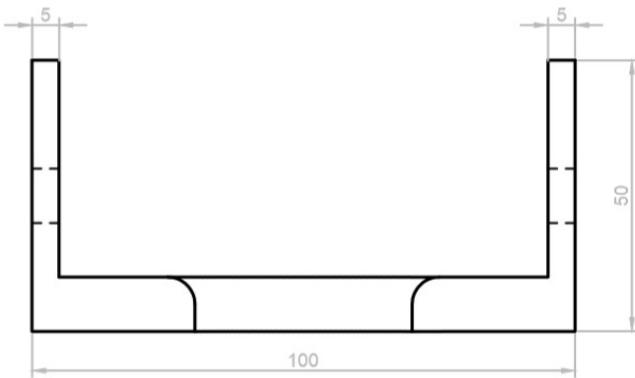
Zeichne die Halterung wie abgebildet



3D-Objekte: Übung

Übung 4

Zeichne die Halterung wie abgebildet



3D-Druck

3D-Modelle können in AutoCAD als STL-Dateien exportiert werden. Mit eigenem 3D-Druckprogramm kann man anschliessend die Datei für den Drucker bearbeiten.

The image illustrates the 3D printing workflow in AutoCAD through several screenshots:

- AutoCAD Ribbon:** The 'Ausgabe' (Output) tab is active, with the 'An 3D-Druckdienst 3D-Drucken' button highlighted by a red circle and a red arrow pointing down.
- 3D-Drucken - Modell zum Drucken vorbereiten:** A dialog box prompts the user to prepare the model. The 'Weiter' button is highlighted with a red circle and a mouse icon.
- An 3D-Druckdienst senden:** A dialog box for sending the model to a 3D printing service. It includes fields for 'Ausgabebemaßungen' (Output Dimensions):

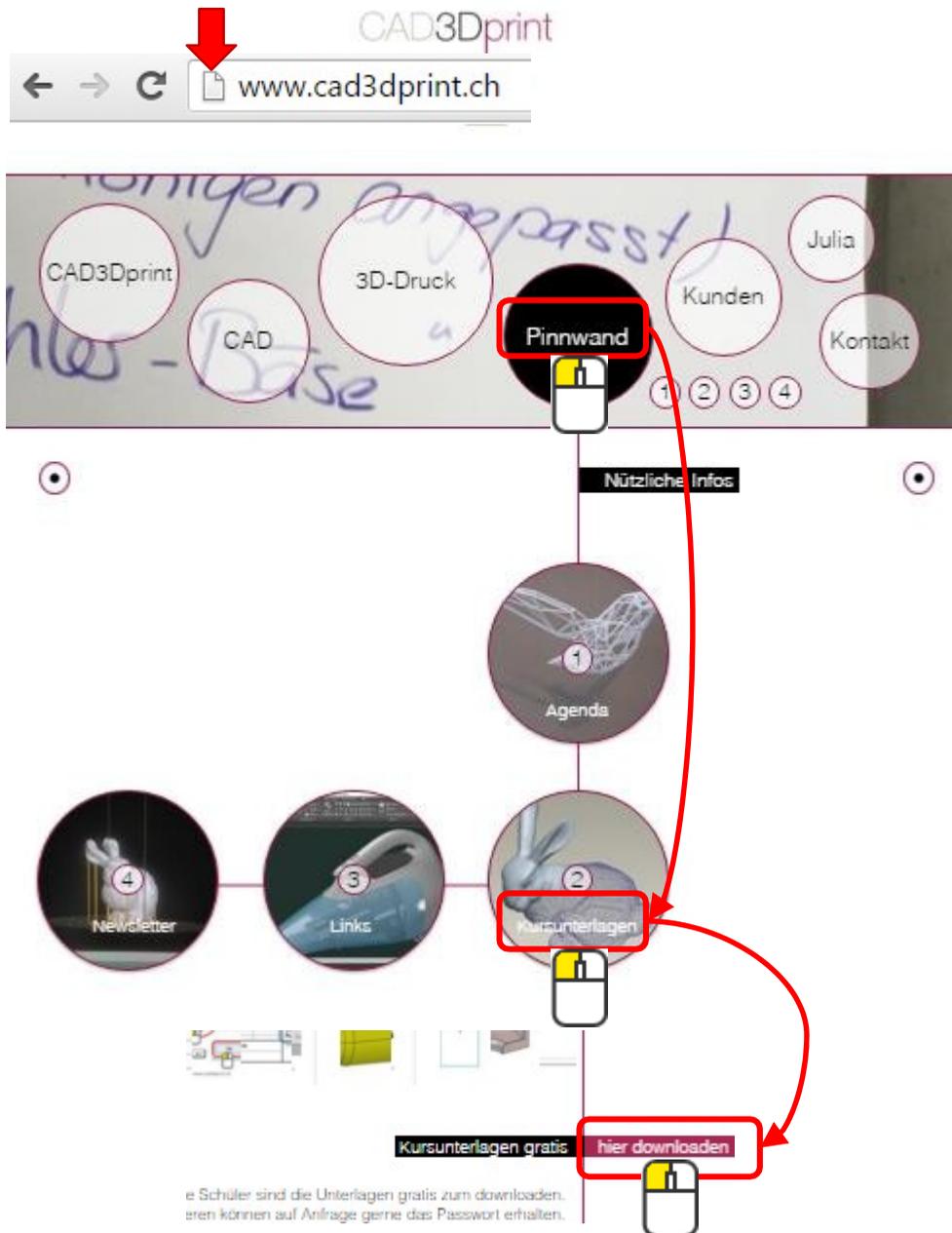
Maßstab:	1
Länge (X):	100
Breite (Y):	60.0022
Tiefe (Z):	50.002

The 'OK' button is highlighted with a red circle and a mouse icon. A blue callout box next to it says: 'Mann kann hier auch noch die Grösse verändern' (One can also change the size here).
- Save Dialog:** The 'Dateiname:' (Filename) field contains 'Halterung' and the 'Dateityp:' (File type) is 'Lithografie (*.stl)'. The 'Speichern' (Save) button is highlighted with a red circle and a mouse icon.

AutoCAD Kursunterlagen

Wer mag kann sich die kompletten AutoCAD-Kursunterlagen von meiner Homepage laden.

Das PDF-Dokument umfasst 170 Seiten und beinhalten AutoCAD 2D und 3D mit vielen bebilderten Anleitungen und Übungsaufgaben.



Das Passwort lautet: **CAD3DprintPDFs**
Beachte bitte die Gross- und Kleinschreibung.

blender



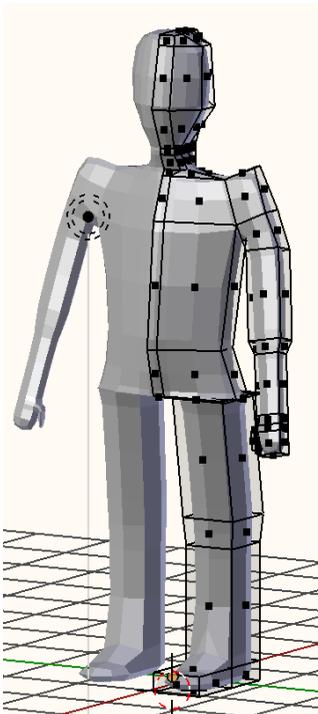
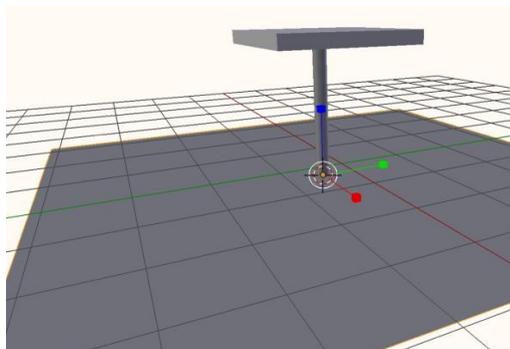
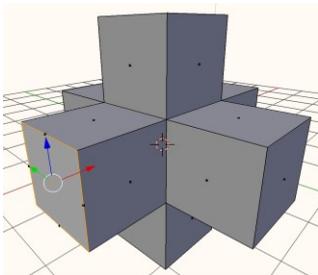
Blender ist sehr umfangreich und durch die vielen Einstellungsmöglichkeiten sehr vielseitig. Dadurch aber auch nicht von Anfang an bedienerfreundlich.

Blender arbeitet mit sehr vielen Kurzbefehlen, was zu Beginn schwierig ist, sich aber mit der Zeit als sehr praktisch erweist.

Blender verfügt über eine extrem leistungsfähige 3D-Visualisierung und 3D-Animation.

Man kann nicht nur modellieren, sondern auch Animationen erzeugen. Im Film „Life of Pi“ wurde der Tiger mit blender animiert.

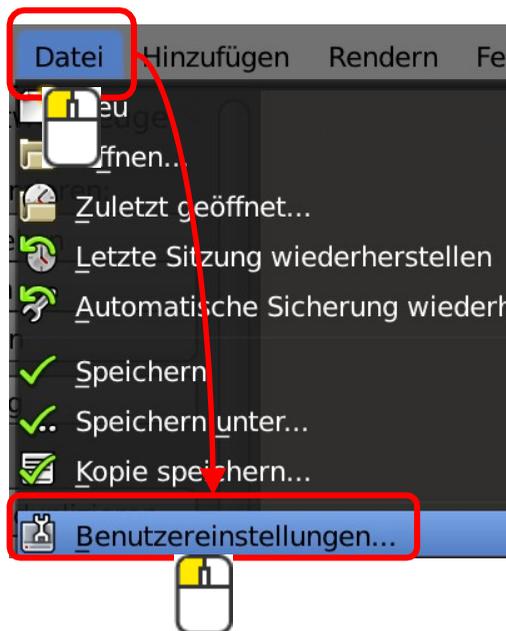
Blender ist ein „OpenSource-Programm“ und somit gratis zu downloaden.



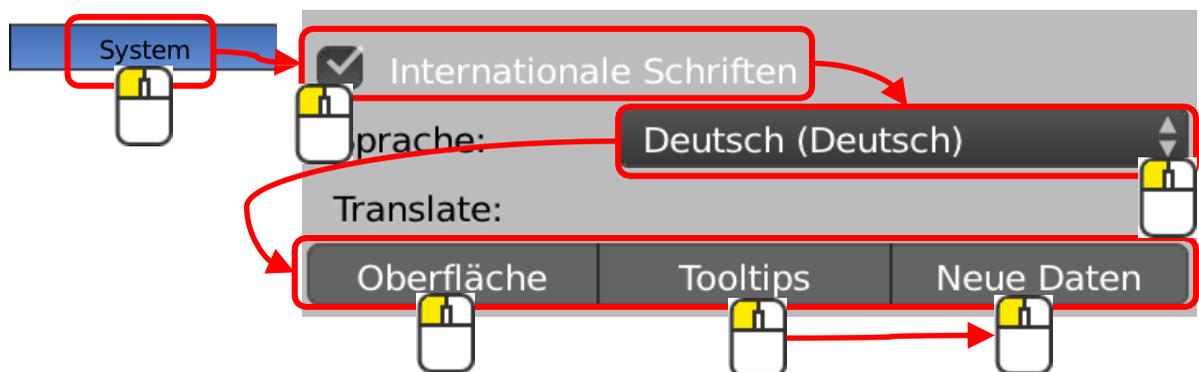
Blender gratis installieren



Erste Einstellungen nach dem installieren von blender:



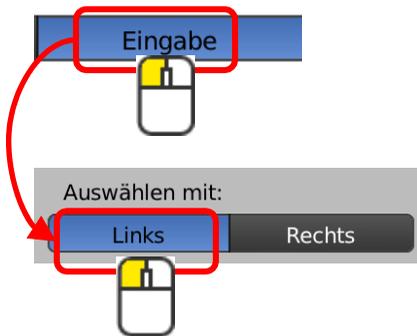
Spracheinstellung



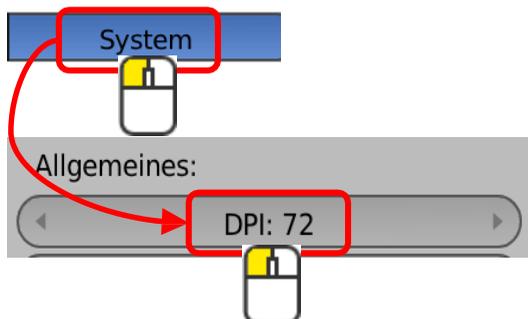
Einstellungen für die 3D-Ansichten:



Mauseinstellungen:



Grösse der Benutzerikons:

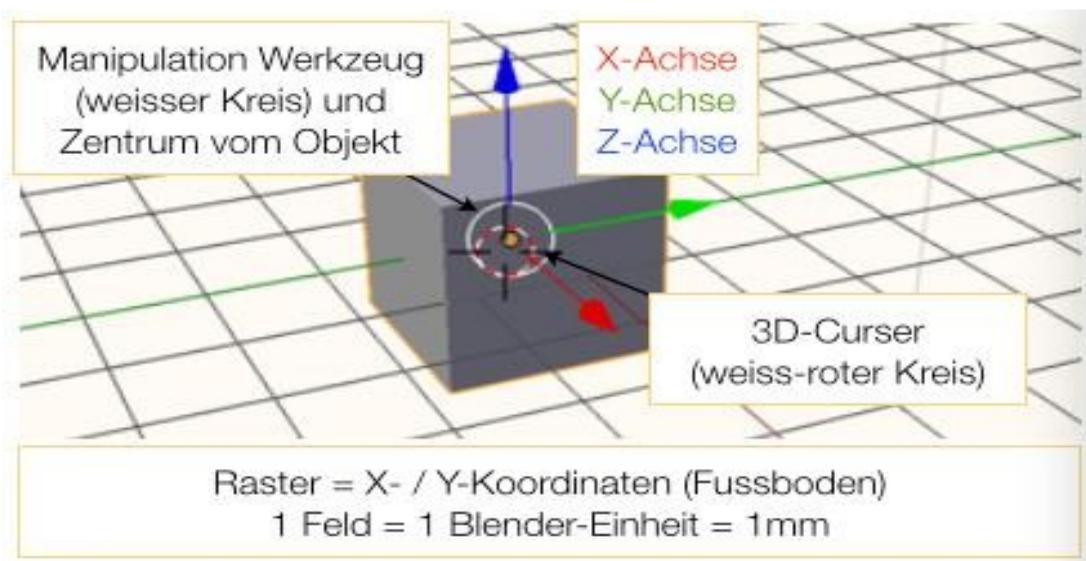
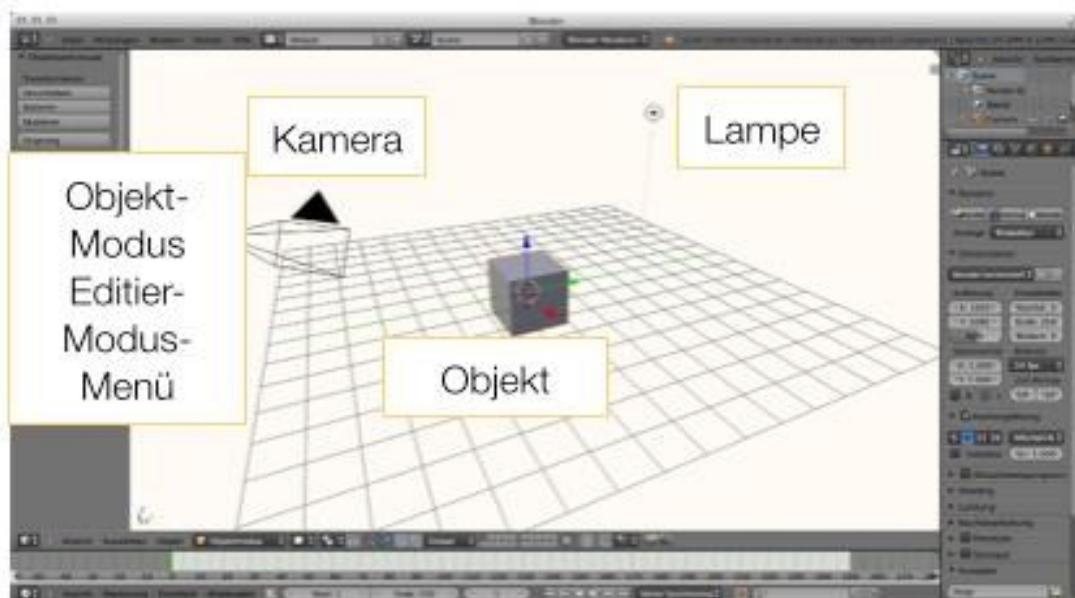


Kurzbefehle

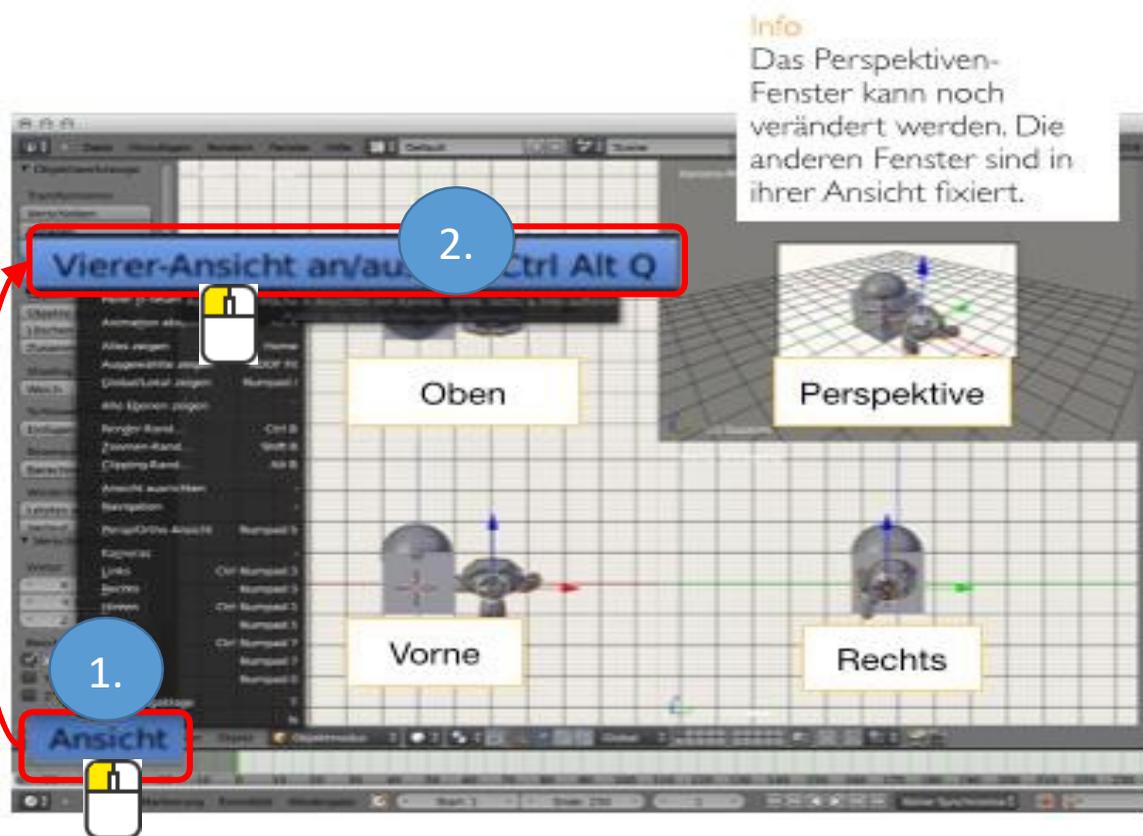
Blender arbeitet vorwiegend mit Kurzbefehlen.
Hier einen Übersicht der wichtigen Shortcuts:

Ansichten	
0	Ansicht Kamera
3	Ansicht von Rechts
5	Wechsel Perspektiven- / orthogonale-Ansicht
7	Ansicht von Oben
8	dreht horizontal nach unten
Menü	
Tab	Wechsel von Menü Objekt- / Editier-Werkzeuge
Shift + Leertaste	Schaltet das Menü rechts ein und aus.
n	Transformation ein-/aus-blenden
Neue Objekte	
Shift + a	Hinzufügen von neuen Objekten
löschen	
x	löschen
Bearbeiten	
g	verschieben
gx	verschieben auf der X-Achse (Global)
gxx	verschieben auf der X-Achse (Lokal)
r (rx / rxx)	rotieren
s (sx / sxx)	schieben
Shift + d	Duplizieren von neuen Objekten
ctrl + r	Loop Cut
e	extrudieren
Auswahl	
b	Rahmenauswahl
c	Kreisauswahl
a	Alles abwählen oder anwählen
shift + ctrl + Linksklick	Mehre Objekte auswählen (Mac)
shift + Linksklick	Mehre Objekte auswählen (PC)

Die Benutzeroberfläche



Vier Ansichten auf einen Bildschirm



Die 4 Fenster sind eine gute Navigationshilfe.

Man sieht so das Modell von allen 3 Seiten und der Isometrie.

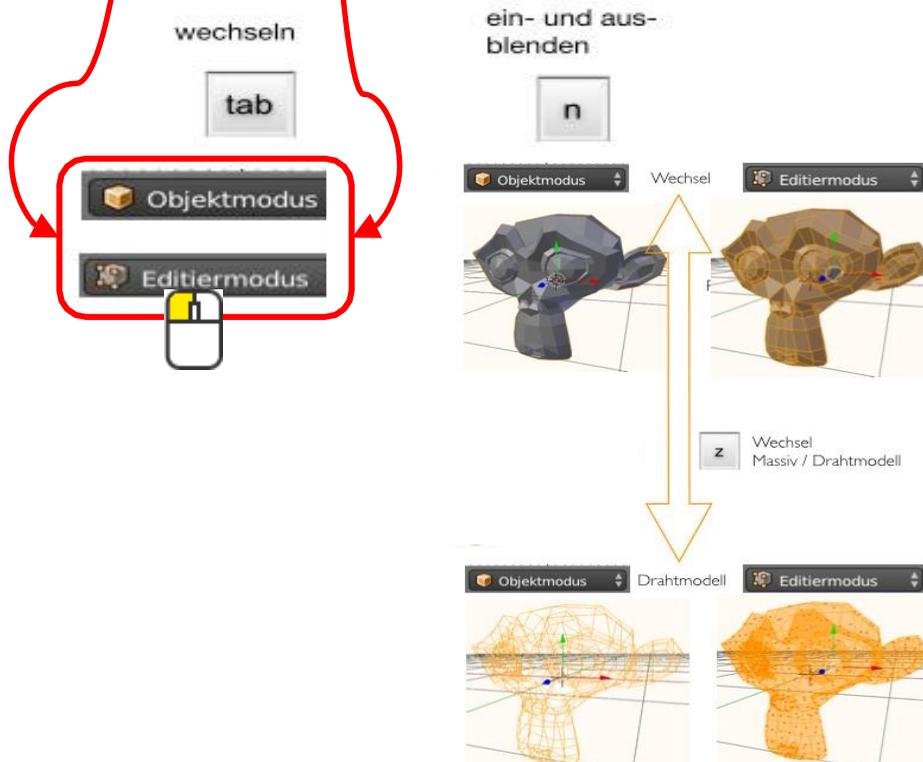
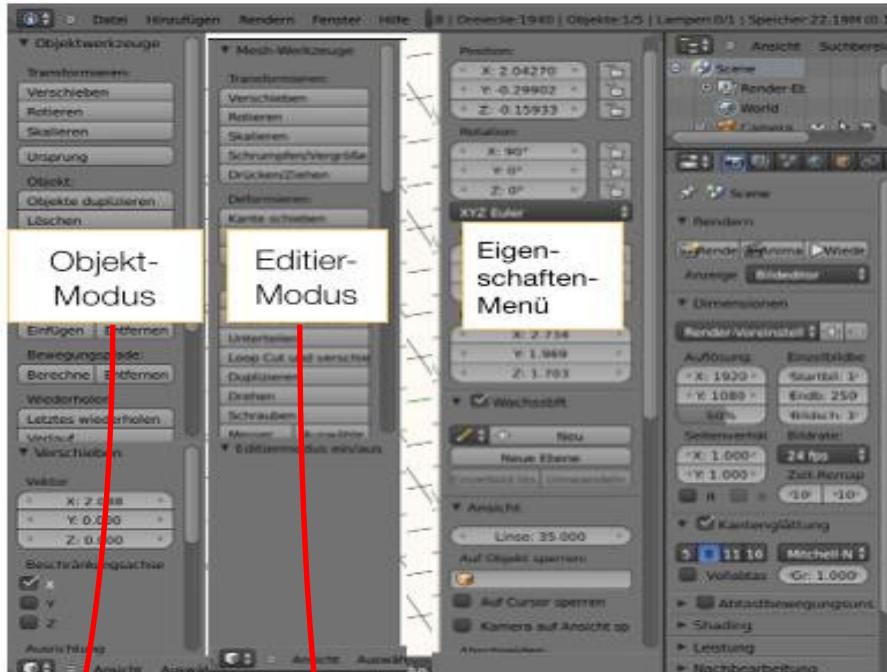
Auch später zum bearbeiten kann es nötig sein, eine bestimmte Ansicht aufzurufen.

Wenn man am Laptop arbeitet und somit eher einen kleinen Bildschirm hat, macht es Sinn zwischen den Ansichten mit den unten aufgeführten Kurzbefehlen zu wechseln

Tastentbefehle zum Ansichten wechseln:

1	Vorne	7	Oben	5	Wechsel Orthogonal / Perspektive
3	Rechts	0	Kamera		

Die Menüs im blender

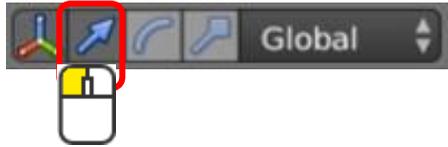


Im blender wechselt man ständig hin und her zwischen dem OBJEKTMODUS und dem EDITIERMODUS.

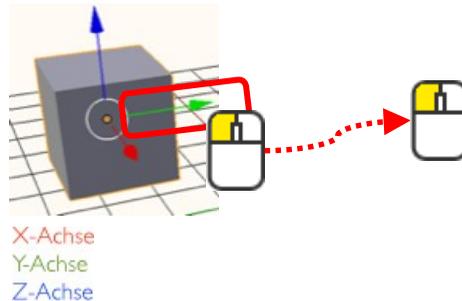
Im OBJEKTMODUS erstellt man die neuen Körper und im EDITIERMODUS bearbeitet man diese.

Verschieben

1.) den Verschiebemodus aktivieren.



2.) Achse anwählen und verschieben.



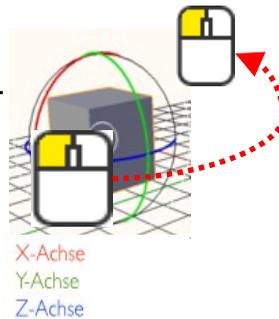
g **y** **2** oder Tastenbefehl (g=schieben / y=Achse / 2=Wert)

Rotieren

1.) den Verschiebemodus aktivieren.



2.) Achse anwählen und rotieren.



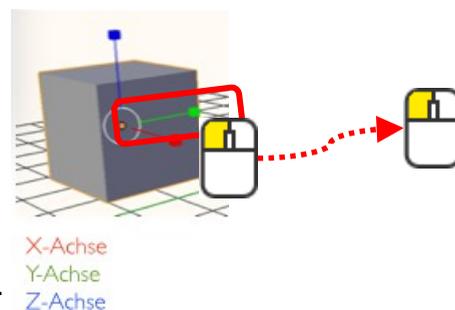
r **x** **45** oder Tastenbefehl (r=rotieren / x=Achse / 45=Winkel)

Skalieren

1.) den Verschiebemodus aktivieren.



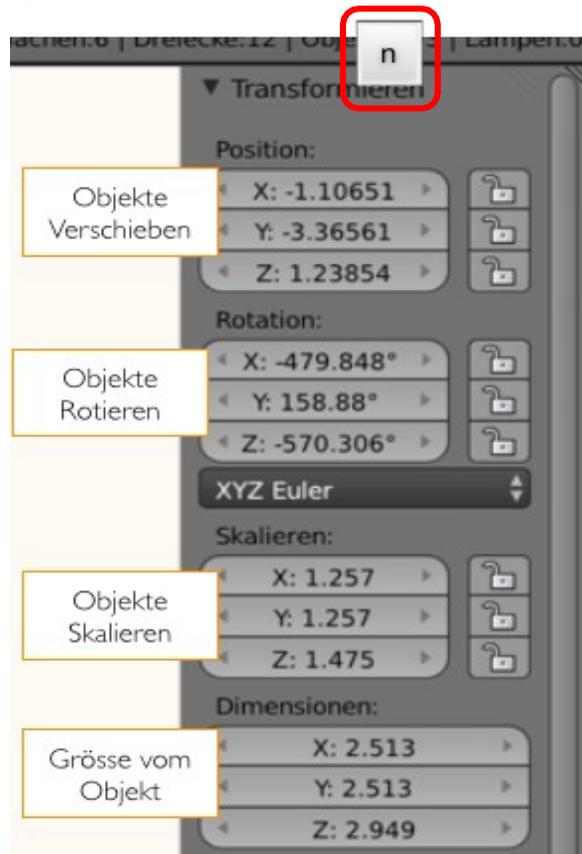
2.) Achse anwählen und verschieben.



s **z** **3** oder Tastenbefehl (s=skalieren / z=Achse / 3=Skalierfaktor)

Das Eigenschaftenmenü

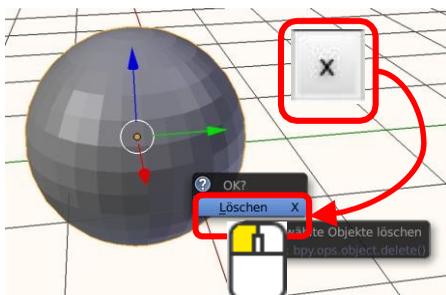
Öffnen und schliessen kann man das Eigenschaftenmenü mit der Taste **n**.



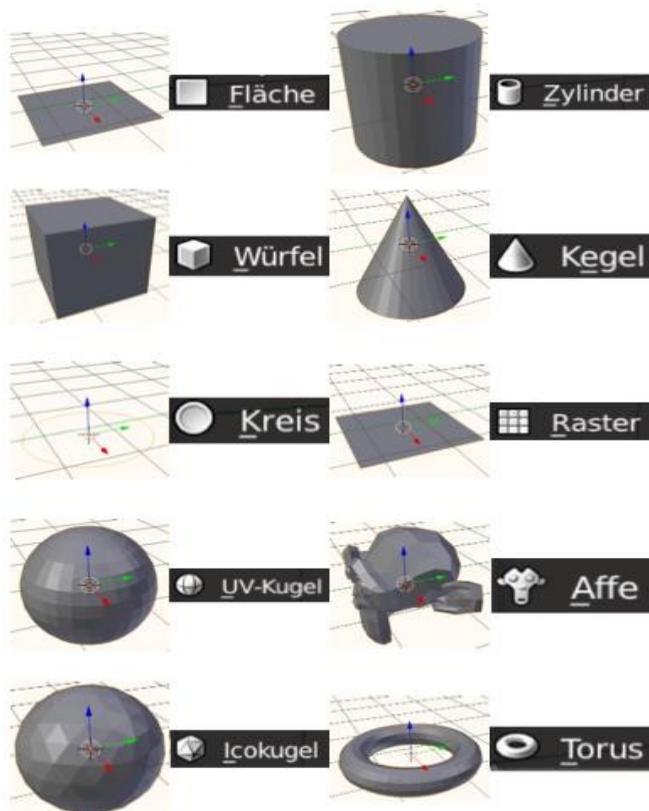
Über das Eigenschaftenmenü, kann man auch Objekte schieben, rotieren oder skalieren.

Objekte löschen

Um ein Objekt zu löschen, muss es ausgewählt sein, was man an der orangen Kontur, die um das Objekt gelegt ist, erkennt. Dann mit **x** löschen.

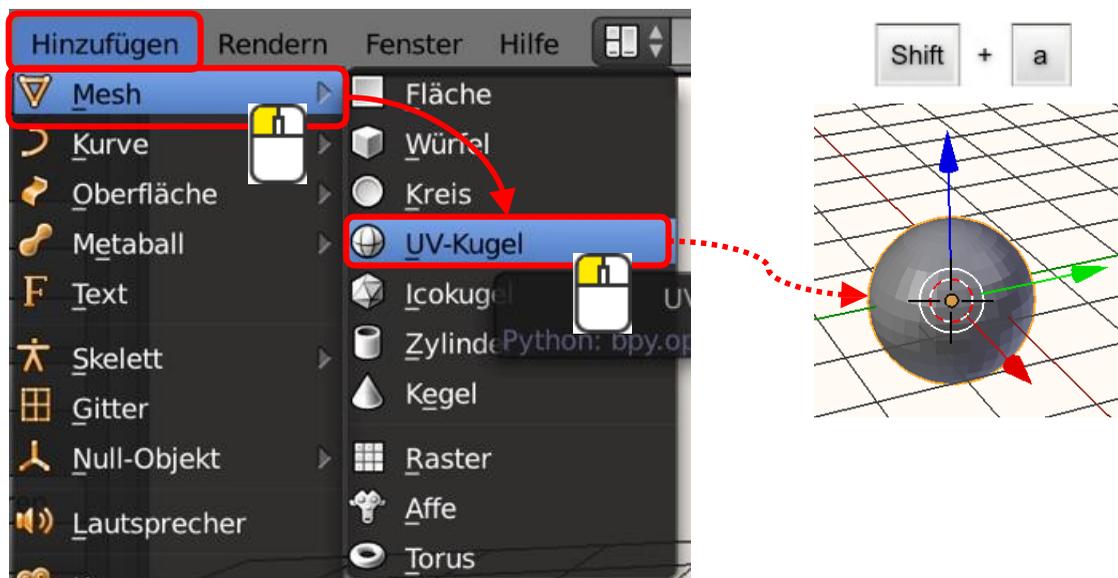


Grundkörper



Neue Objekte hinzufügen

Das Hinzufügen von neuen Objekten lässt sich über das Obere Menü „Hinzufügen“ oder mit Tastenkombination **shift + a** aktivieren.

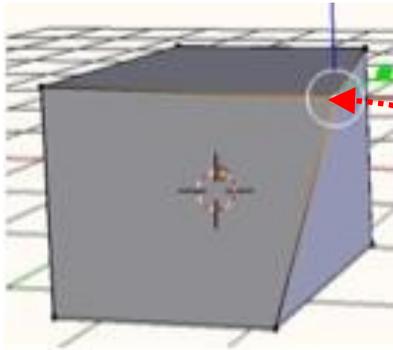


Punkte, Kanten und Flächen im Objekt wählen

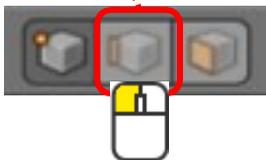
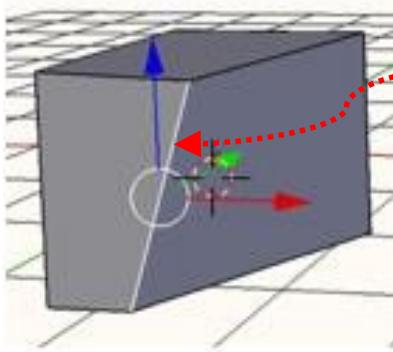
1.) In den EDITIERMODUS wechseln



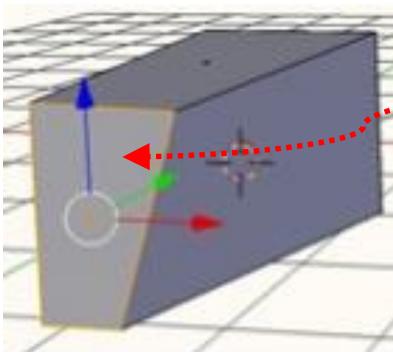
2.) gewünschte Funktion wählen



Punkt-Auswahl aktivieren

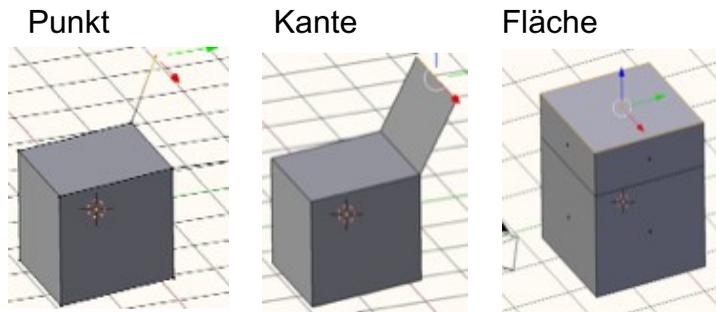


Kanten-Auswahl aktivieren



Flächen-Auswahl aktivieren

Punkte, Kanten oder Flächen extrudieren



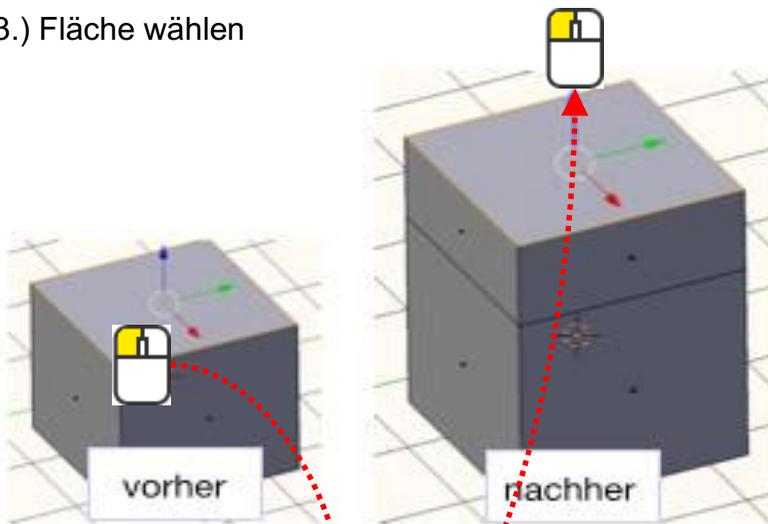
1.) In den EDITIERMODUS wechseln



2.) gewünschte Funktion wählen



3.) Fläche wählen



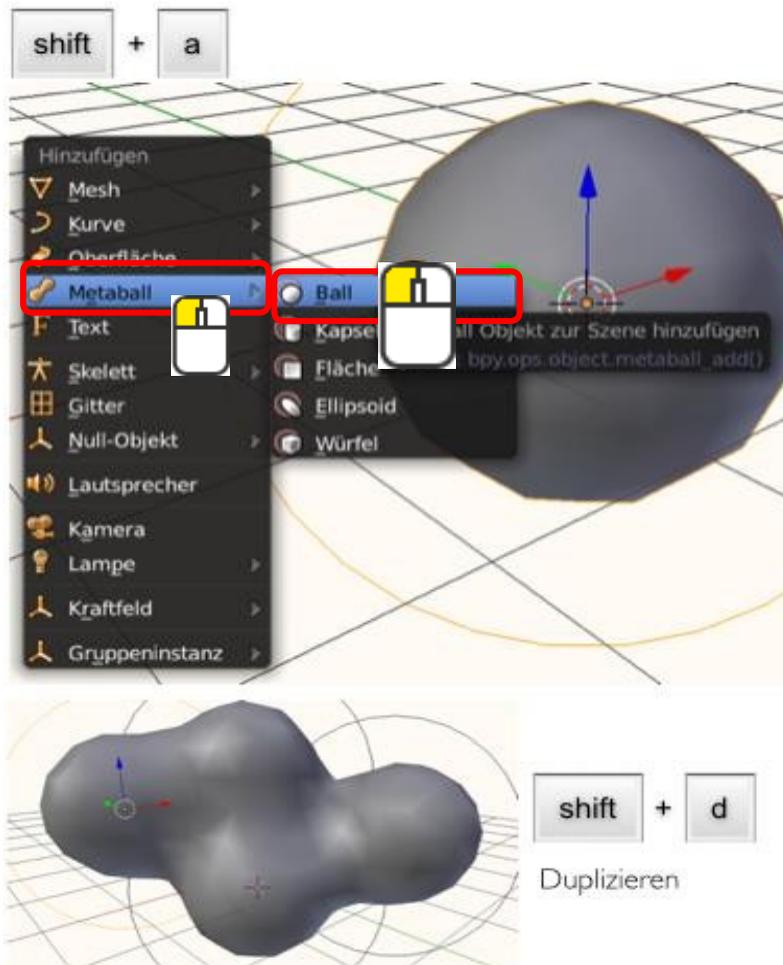
4.) Tastaturbefehl e



Es kann auch ein Wert über die Tastatur eingegeben werden.

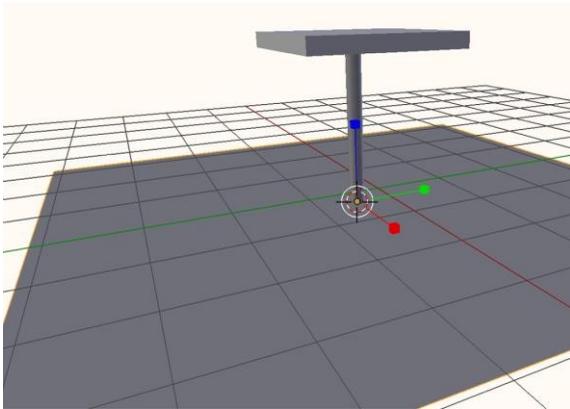
Freies Modellieren

Diese Objektart eignet sich für den Designbereich sehr gut. Es verhält sich wie Tautropfen, die man aneinander hängen kann.

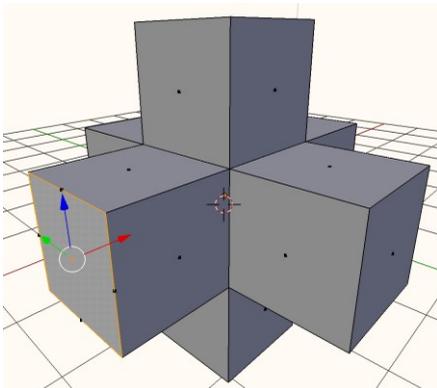


Übungen

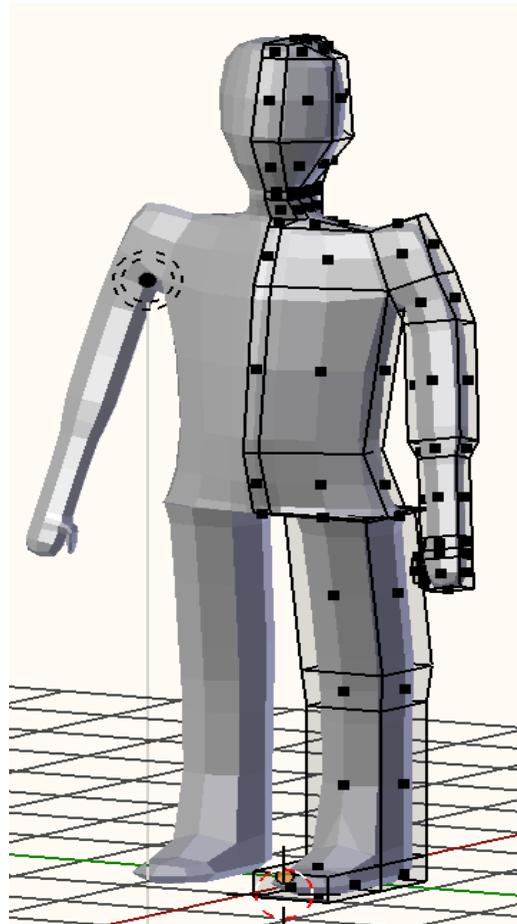
Tisch



Kreuz



Mensch



Dateien selber erstellen

Anhand der 4 Programme wurde aufgezeigt, wie man sich selber ein Modell erstellen kann.

Für das Erstellen von 3D-Modellen gibt es viele Softwarelösungen auf dem Markt. Kostenpflichtige Designertools, aber auch Programme, die zum Gratisdownload zur Verfügung stehen.

Es gibt noch einige mehr wie zum Beispiel OpenSCAD, Wings3D, FreeCAD, 3dtin und 123D usw.



Autodesk®
123D

apps gallery fabricate my corner

Make awesome stuff.

Flat is boring. Capture your world in 3D with free Autodesk 123D apps.

123D	123D Catch	123D Sculpt	123D Make
Design stuff you really want to make, send it straight to a 3D printer.	Automatically convert ordinary photos into extraordinary 3D models.	Shape and paint digital clay into amazing 3D sculptures on your iPad.	Transform 3D models into a pattern for assembling real artful creations.
Learn about 123D	Learn about 123D Catch	Learn about 123D Sculpt	Learn about 123D Make

Dateien aus dem Internet

Warum alles neu erfinden?

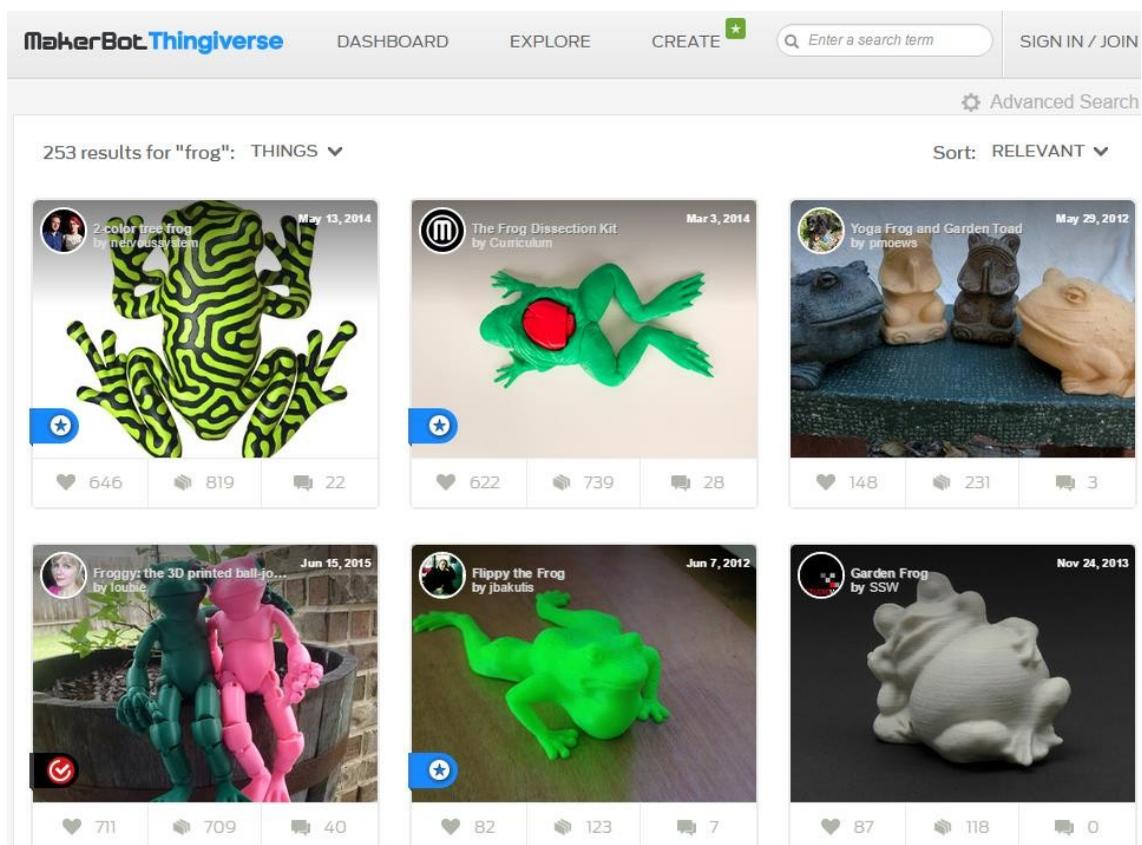
Was es schon gibt, muss man ja nicht zeichnen.

Zum Beispiel Möbel aus dem IKEA-Sortiment oder eine Figur von StarWars oder ein Frosch. Egal, was man drucken möchte, es lohnt sich oft, erstmal im Internet zu schauen, was als Modell schon vorhanden sein könnte.

Die verschiedenen Internetplattformen für 3D-Druckmodelle



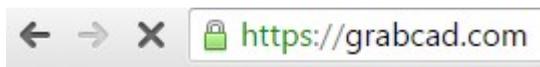
Thingiverse ist eine Webseite, die digitale Daten von Benutzern sammelt und zur Verfügung stellt. Die Plattform ist weit verbreitet in der internationalen Bastlerszene. Ganz besonderen Erfolg und Bekanntheit erlangte es durch die Web-Communities, die sich um die 3D-Drucker-Projekte RepRap und MakerBot versammeln.





Die shapeking Community bietet 3D-Druckinteressierten und Fortgeschrittenen eine Plattform zum Austausch von Informationen und 3D Modellen. Die Webseite kann kostenfrei und ohne Login genutzt werden. Zum hochladen von Modellen muss man sich registrieren bzw. einloggen.

Auch zum Einloggen und gratis downloaden sind die nächste Webseite:



Eine Suchmaschine für 3D-Modelle ist diese Homepage:



Scannen

Wer ein Modell besitzt oder einfach nur sich selber drucken möchte, kann das Modell scannen und dann 3D-Drucken.

3D-Scannen

Laserscanning bezeichnet das zeilen- oder rasterartige Überstreichen von Oberflächen mit einem Laserstrahl um diese zu vermessen.

Mit der Kamera scannen

Wenn man keine Scanner hat, kann man auch um ein Objekt herum mehrere Fotos machen und diese dann mit einer Software zusammenrechnen lassen.

Schön zeigt das ein YouTube Film, indem ein Eichhörnchen mit einer Kamera eingescannt und gerechnet wird.



Oder in Google-Suche eingeben:

3D-Scannen leicht gemacht: Wir digitalisieren ein Eichhörnchen



Das Programm, mit dem die Fotos vom Eichhörnchen gerechnet werden, ist gratis und findet man hier:



Das 3D-Modell ist fertig

Egal, ob das Modell selber gezeichnet, aus dem Internet runtergeladen oder gescannt wurde, es ist jetzt fertig.

Falls es noch keine STL-Datei ist, muss es zu dieser exportiert werden.

Die STL Datei in Scheiben schneiden

Was ist eine STL-Datei?

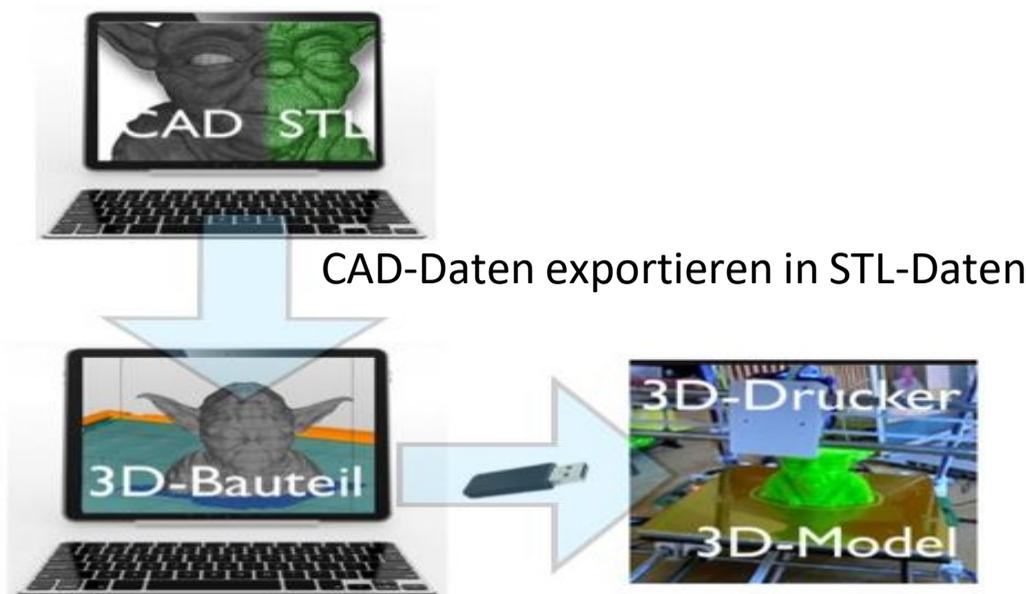
STL steht für **Surface Tessellation Language** = Sprache zur Beschreibung der Oberfläche durch Dreiecke.

Der G-Code

Die STL Datei muss noch geslicet werden. Slicen schneidet das STL-Modell in viele Scheiben, die man Schichten oder auch Layer nennt.

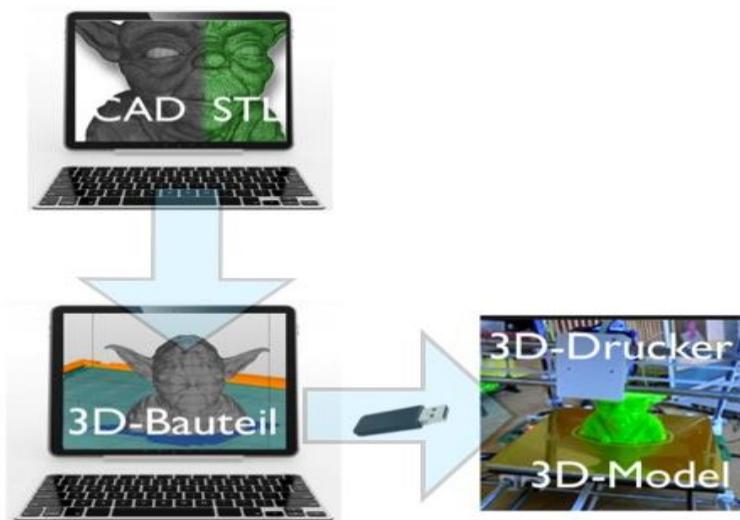
Das nennt man G-Code.

Der Weg in den 3D-Drucker

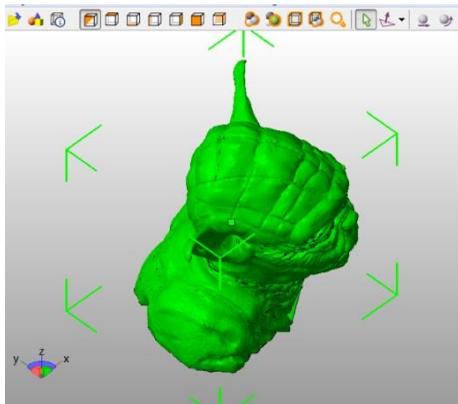


Aus STL-Daten einen G-Code generieren

Der Weg in den 3D-Drucker



3D-Modell prüfen und vorbereiten für den 3D-Drucker



Um mein Modell drucken zu können, muss das Bauteil zum Einen geschlossen sein, sollte also keine Löcher aufweisen, und zum Anderen kann ich noch das Material und die Grösse bestimmen.

Dafür gibt es auch viele Programme frei verfügbar auf dem Markt.

Eine Auswahl von 3D-Druck-Programmen

Repetier

CADspan

netfabb

Meshlab

Makerware

ReplicatorG

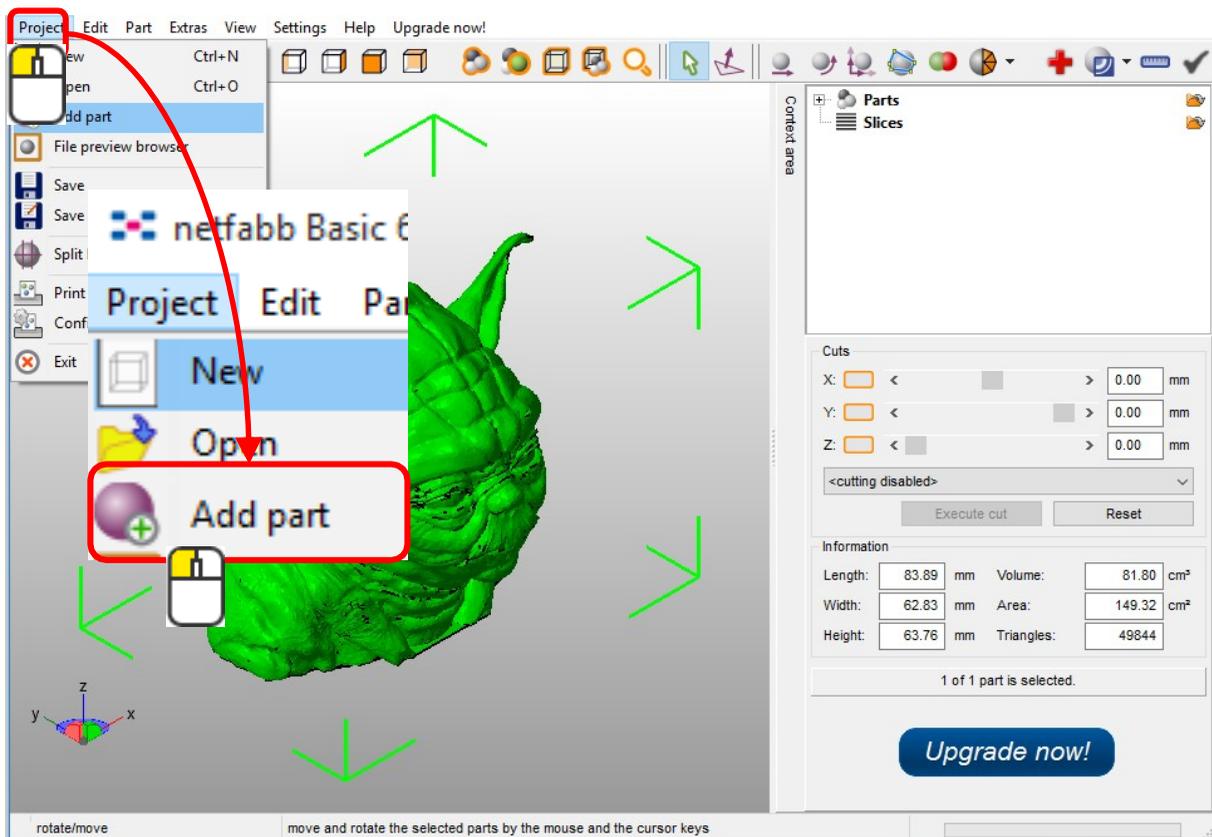
Netfabb

Netfabb ist wohl das bekannteste Programm von den zuvor aufgeführten 3D-Druckprogrammen.



Das Programm kann auch gratis gedownloadet werden.
Anschliessend starten.

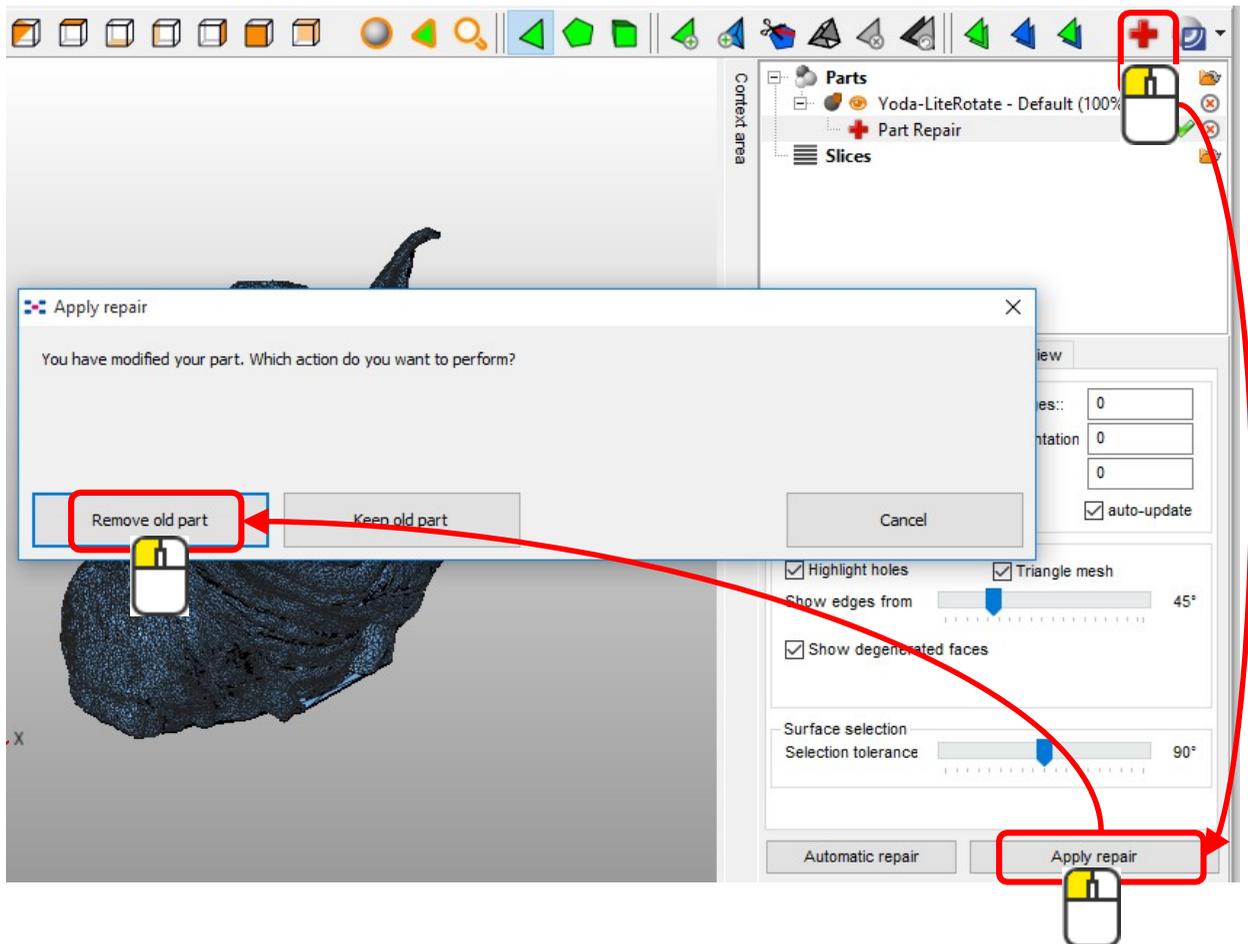
Eine STL-Datei in natfabb laden:



In dem abgebildeten Beispiel hat das Bauteil keine Fehler.
Um sicher zu sein, kann man auch das Bauteil überprüfen lassen.

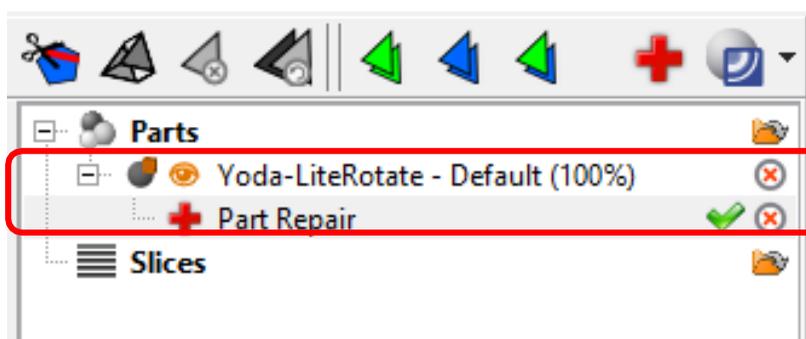
Bauteil prüfen.

Um ein Bauteil zu prüfen und zu korrigieren geht man so vor:



Ein 3D-Modell muss immer «Wasserdicht» sein. Das heisst es darf keine Löcher haben.

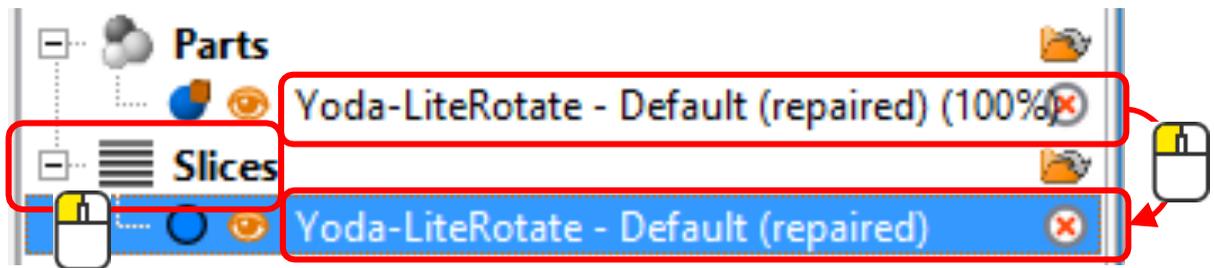
Das Modell liegt jetzt repariert in der Bibliothek bereit zum slicen.



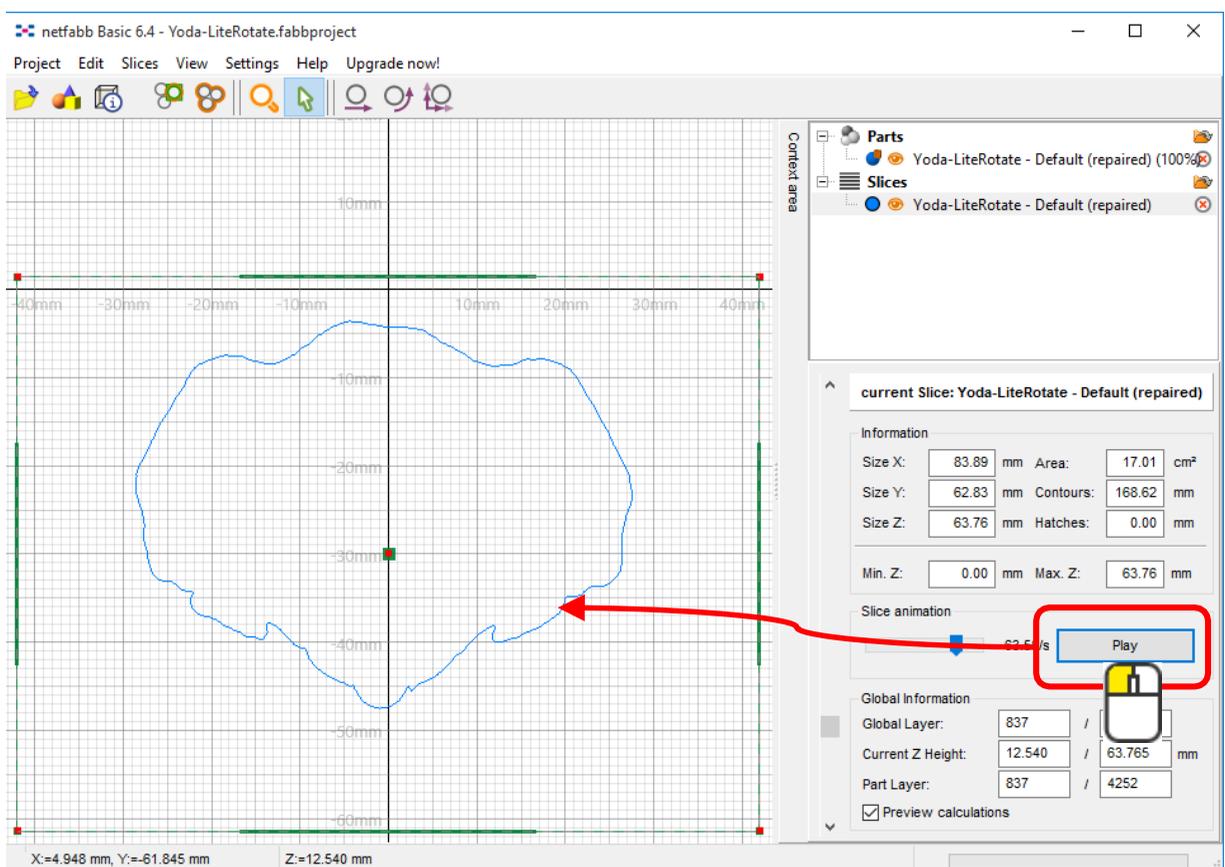
Slicen

Jedes 3D-Druckmodell muss geslicet werden.

3D-Druck ist ein adaptives Verfahren. Das heisst, es wird Schicht für Schicht ausgedruckt. Diese Schichten erzeugt man mit dem slicer.



Eine Vorschau vom slicen findet man hier:

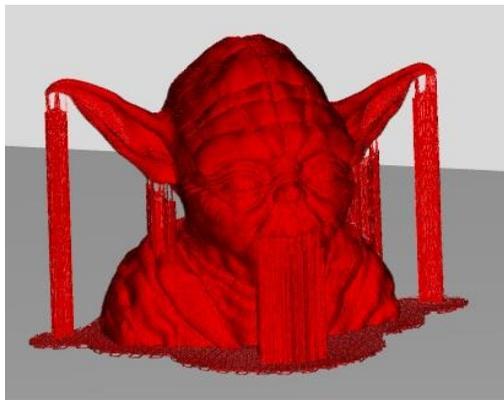


G-Code

Wenn die STL-Datei geslicet ist, entsteht ein G-Code.

Der G-Code besteht aus den einzelnen Schichten, auch Layer genannt.

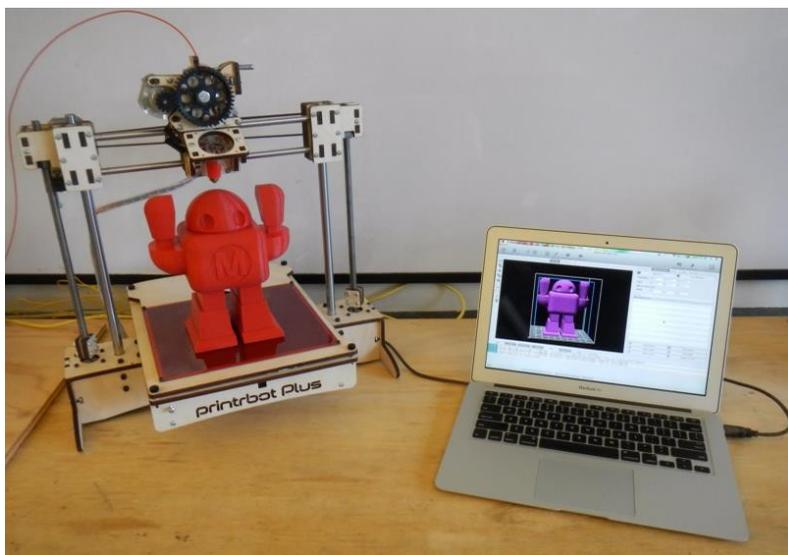
Je nach Programm kann man auch noch automatisches Stützmaterial generieren lassen und die Farbe anzeigen lassen, in der der Drucker das Modell ausgibt.



Repetier

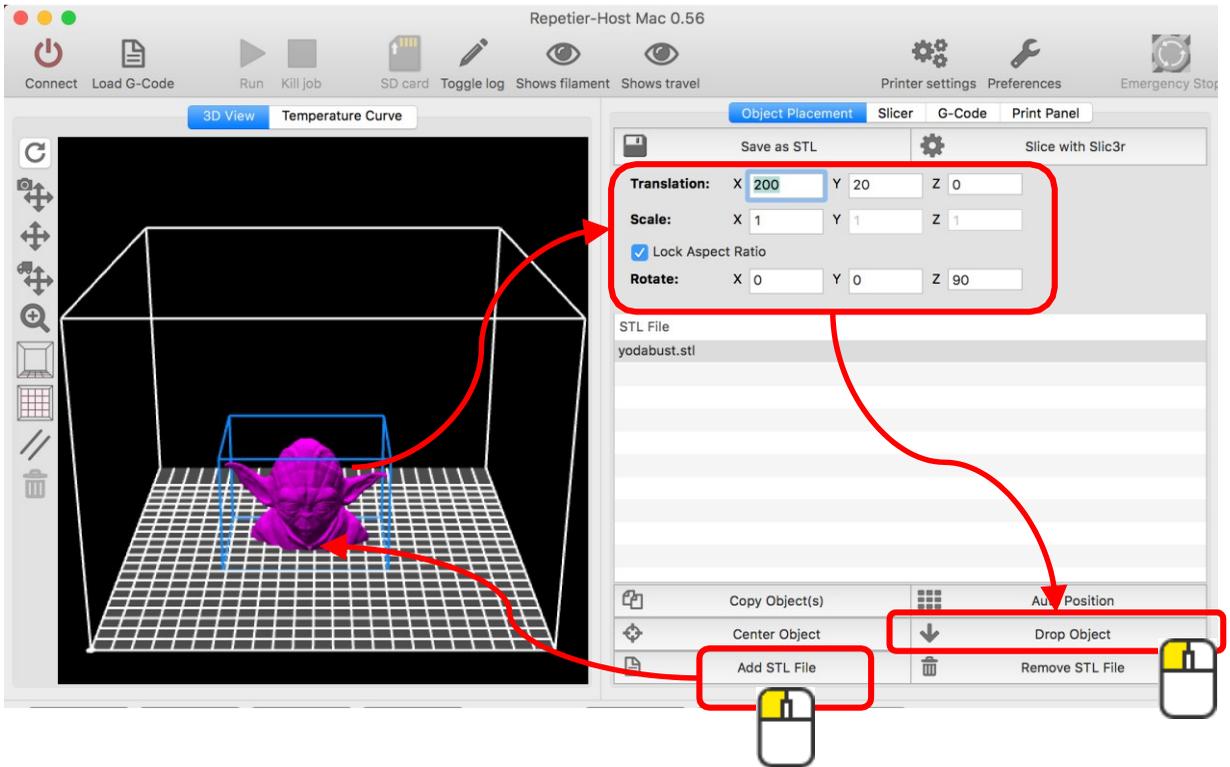
Repetier ist eine angenehme Software, um aus STL-Daten G-Codes zu erzeugen.

Auch dieses Programm ist gratis zu downloaden unter:

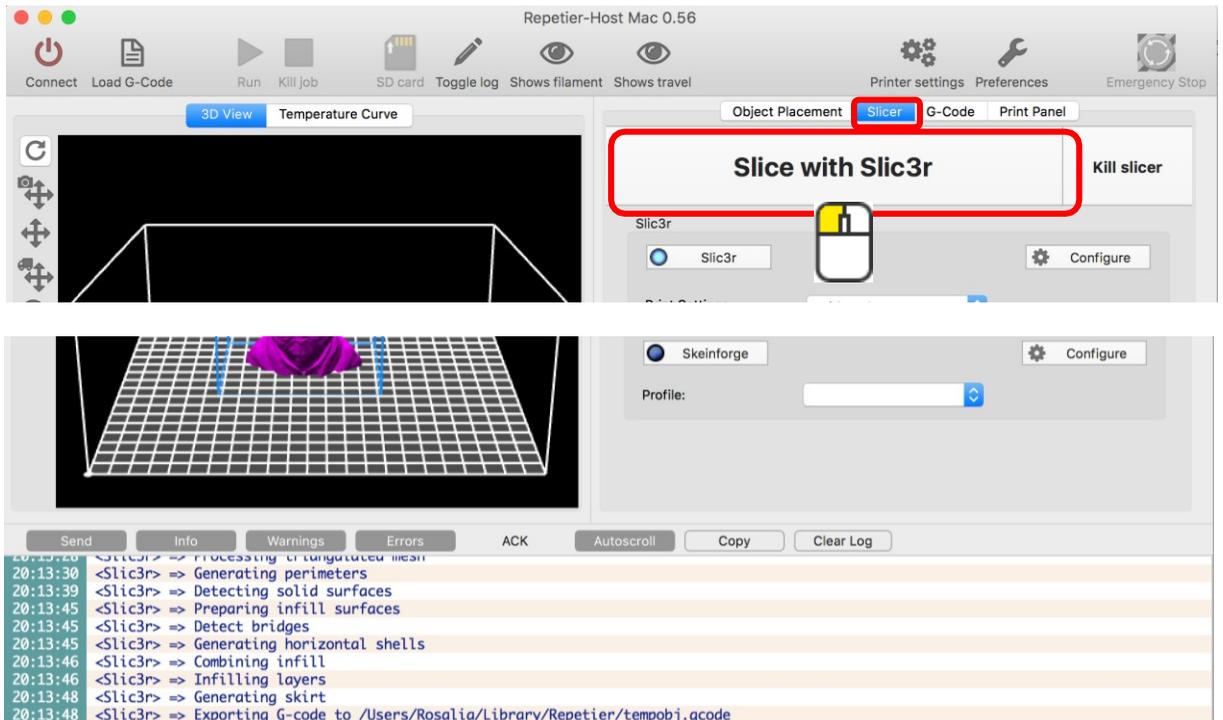


Und so bedient man Repetier

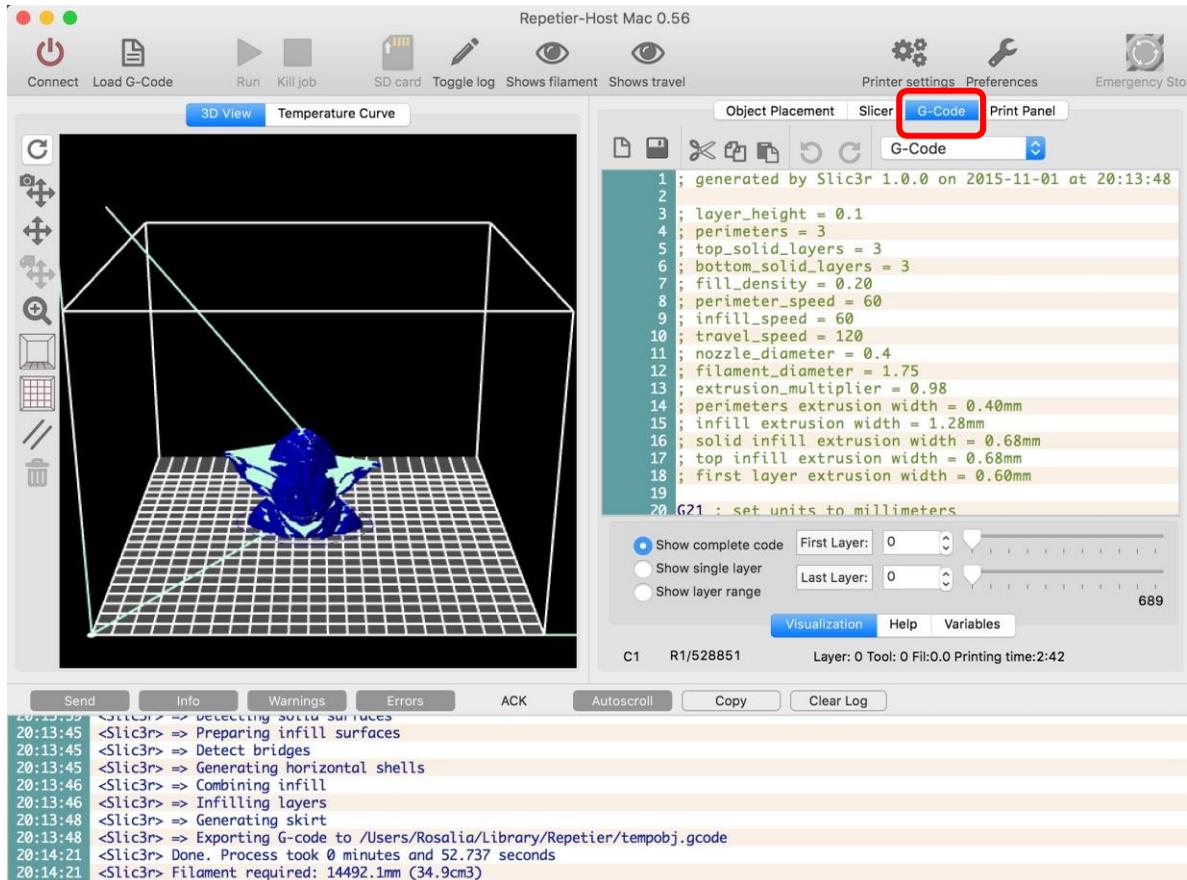
1.) Die Datei in Repetier laden, ausrichten und positionieren.



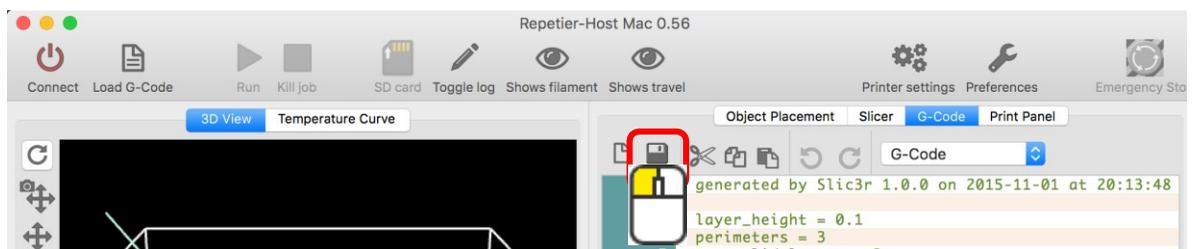
2.) Slice starten.



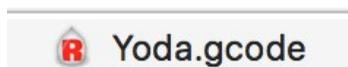
3.) Nach dem Slicen wechselt das Programm in die Registerkarte «G-Code»



4.) Die Datei speichern

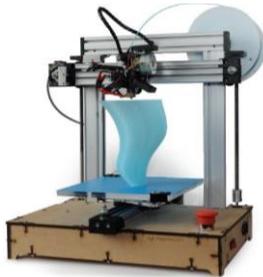


Je nach 3D-Drucker kann man jetzt diese Datei auf einen USB-Stick, Karte oder übers Netz zum Drucker senden.



3D-Drucker für Jedermann

← → ↻ <https://www.teil3.ch>



ca. 1'200 CHF

← → ↻ www.bq.com/gb/witbox



ca. 700.- CHF



ca. 2'000.- CHF

← → ↻ deltatower.ch



ca. 4'200 CHF

Das Druckmaterial

ABS

ABS: Acrylnitril-Butadien-Styrol



Hitzebeständigkeit: bis 95°

Schmelzpunkt: 220°-250°

ABS wird oft in der Automobil-(Stoßfänger...), Elektro- (Monitorgehäuse, Tastatur, Maus...), Spielzeug- (Lego) und Möbelindustrie verwendet. Eignet sich besonders gut für Objekte, die einer höheren Beanspruchung ausgesetzt sind.

ABS ist ein synthetisches Terpolymer. Die Mengenverhältnisse können dabei variieren von 15–35 % Acrylnitril, 5–30 % Butadien und 40–60 % Styrol.



ABS Recycling



Bei sauberer Trennung kann ABS problemlos wieder eingeschmolzen und wiederverwendet werden. Zur Sortierung stehen maschinelle Verfahren zur Verfügung, die es aus üblichen Abfallmischungen zu einem Reinheitsgrad von über 99 % separieren können.

PLA

PLA: Polylactide

Hitzebeständigkeit: bis 50°

Schmelzpunkt: 150°-160°

PLA wird oft in der Lebensmittel-, wie auch Verpackungsindustrie verwendet. Auch in der Medizintechnik und bei BüROUTENSILIEN (Kugelschreiber) findet es Verwendung. Dabei handelt es sich um einen biologischen Kunststoff



Polylactide, die auch Polymilchsäuren genannt werden, sind technische Biopolymere. Sie gehören zu den Polyestern und sind aus vielen, chemisch aneinander gebundenen Milchsäuremolekülen aufgebaut.

PLA und seine biologische Abbaubarkeit

PLA weist aufgrund der Molekülstruktur eine biologische Abbaubarkeit auf, wobei hierfür bestimmte Umweltbedingungen nötig sind, die in der Regel nur in industriellen Kompostieranlagen zu finden sind. Zudem ist die Abbaubarkeit stark von der chemischen Zusammensetzung, sowie dem Einsatz eventueller Copolymere abhängig. Unter industriellen Kompostbedingungen vollzieht sich der Abbau jedoch innerhalb weniger Monate. In der Natur wird sich PLA in den meisten Fällen nicht zersetzen.



Fazit

Was sind die Vorteile des 3D Drucks?

- Preiswerte Herstellung bei Prototypen
- Gestaltungsfreiheit
- Transportkosten entfallen
- Zeitersparnis
- Nicht gebunden an Mindeststückzahlen
- Das Aufbauen des 3D Druckers ist überall möglich (Firma, Büro, Zuhause)
- Einfache Bedienung

Die wichtigsten Formate sind:

- STL (Surface Tesselation Language = Sprache zur Beschreibung der Oberfläche durch Dreiecke)
- G-Code (Datei für den Drucker nach dem Slicen der STL-Datei)



Link-Sammlung

3D-Drucker in den Medien

[Messe London](#)

[Gallileo](#)

[SRF](#)

[SWR3](#)

3D-Drucker Vielfalt

[Kunststoff](#)

[Laser](#)

[Stereolithography 3D Printer Mikrometer](#)

[Laser & Pulver Schuhdesign](#)

[Metall](#)

[Sand](#)

[RepRap](#)

[Elastisch](#)

[Bio](#)

[Nasa](#)

[Fleisch](#)

Programme für 3D-Drucker zum Bearbeiten von STL-Dateien

[Repetier](#)

[netfabb](#)

[Meshlab](#)

[Makerware](#)

[ReplicatorG](#)

[KISSlicer](#)

3D-Objekte downloaden

[yeggi](#)

[shapeways](#)

[Trimble Sketchup google](#)

3D-Scanner

[KINECT](#)

[Service: 3D-Objekte einscannen lassen](#)

[Tragbare professionelle 3D-Scanner](#)

[Eichhörnchen einscannen](#)

Programm zum Modellieren

[SketchUp](#)

[blender](#)

[Autodesk123D Design](#)

[AutoCAD Studentenversion](#)

[TINKERCAD](#)

3D-Model ausdrucken

www.my3dworld.ch

www.teil3.ch

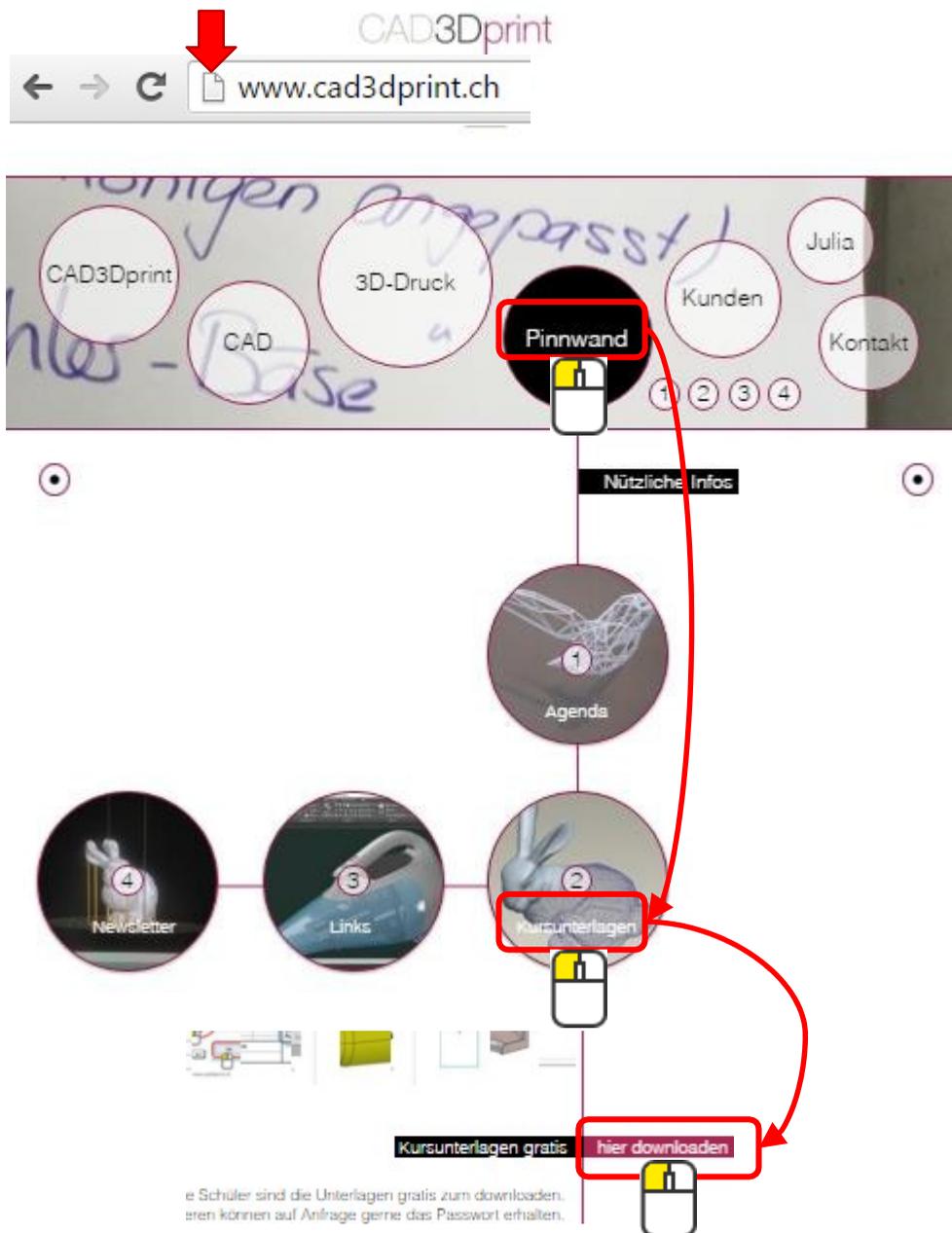
Gemeinschaft in Zürich

[Fablab](#)

[meetup](#)

Kursunterlagen als PDF

Wer mag, kann sich diese Kursunterlagen von meiner Homepage laden.
Das PDF-Dokument findet man hier:



Das Passwort lautet: **CAD3DprintPDFs**
Beachte bitte die Gross- und Kleinschreibung.

Noch Fragen?

Gerne stehe ich Dir auch nach dem Kurs für Fragen zur Verfügung.

Julia Rosalia Rodriguez

+41 78 935 32 23

julia@cad3dprint.ch

cad3dprint.ch

