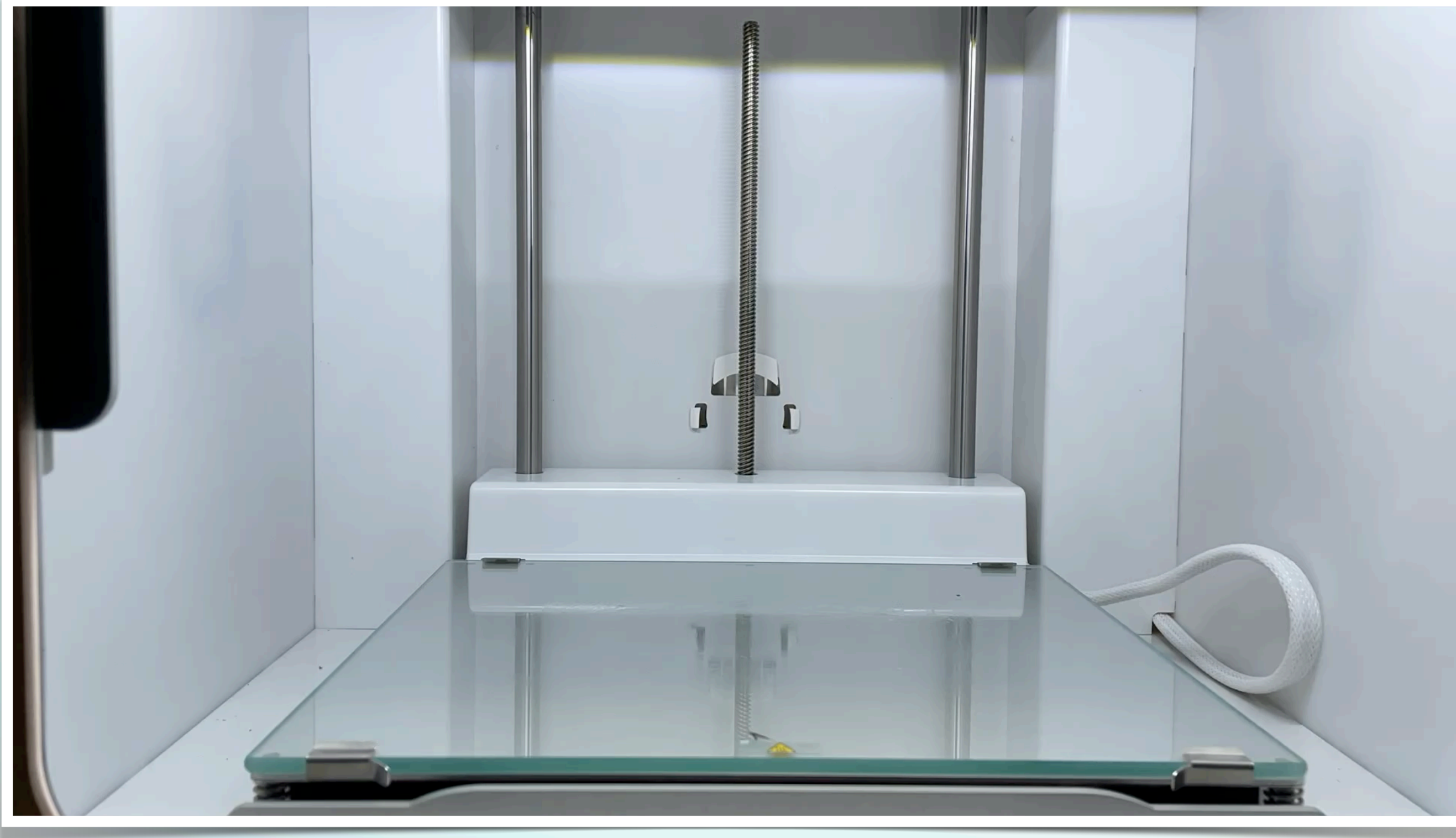


# 3D-Druck

Additives Druckverfahren in der Heimwerkstatt

# Was ist der „3D-Druck“?



Additive Fertigung  
3D-Objekte  
Schichtweise

3D-Druck, auch als additive Fertigung bezeichnet, ist ein Fertigungsprozess, bei dem dreidimensionale Objekte schichtweise aufgebaut werden. Im Gegensatz zu traditionellen Fertigungsmethoden, bei denen Materialien aus einem Rohling herausgeschnitten oder geformt werden (subtraktive Fertigung), erfolgt der 3D-Druck durch das schichtweise Hinzufügen von Materialien. Dieser Prozess ermöglicht eine präzise und individuelle Herstellung von komplexen Strukturen

# Ablauf

- Skizze erstellen, Anwendungszweck festlegen
- CAD-Modellierung (Export als STL-Datei - Erstentwurf)
- Slicing (erstellt g-code Datei)
- Auswahl des Druckmaterials (Abhängig von Anwendung, Prototyp mit günstigem Material)
- 3D-Drucker einrichten (Visuell, Funktion, Entwurf)
- Druckvorgang
- Nachbearbeitung (Schleifen, Entgraten, Glätten,...)

# CAD-Modellierung

Bitte holt euch von Thingiverse ein Boot.

Entweder selbst zeichnen oder Modell herunterladen bei...

 UltiMaker Thingiverse

 Free3D

 TURBOSQUID  
by shutterstock

Anbieter ^	Provision ^	Link ^
3DKitBash	Die Plattform bietet neben kostenpflichtigen Modellen auch kostenlose Designs.	<a href="#">Zum Anbieter</a>
Cults	Französischer Anbieter mit kostenlosen und kostenpflichtigen Modellen.	<a href="#">Zum Anbieter</a>
Dayn	Chinesischer 3D-Modell-Plattform	<a href="#">Zum Anbieter</a>
Libre 3D	Webplattform, die kostenlose 3D-Modelle anbietet.	<a href="#">Zum Anbieter</a>
MyMiniFactory	Modell-Plattform, die kostenpflichtige und gratis Designs anbietet.	<a href="#">Zum Anbieter</a>
Pinshape	3D-Modell-Plattform, die zu dem 3D-Drucker-Hersteller Formlabs gehört.	<a href="#">Zum Anbieter</a>
Printables (vormals PrusaPrinters)	3D-Modell-Plattform, die zu dem 3D-Drucker-Hersteller Prusa Research gehört	<a href="#">Zum Anbieter</a>
Redpah	Marktplatz für 3D-Modelle	<a href="#">Zum Anbieter</a>
Thangs	Plattform mit einer großen Anzahl von 3D-Modellen	<a href="#">Zum Anbieter</a>
Thingiverse	Gehört zu dem 3D-Drucker-Hersteller und bietet eine große Auswahl von kostenlosen 3D-Druck-Modellen.	<a href="#">Zum Anbieter</a>
Threeding	3D-Modell-Plattform, die 2013 in Bulgarien gegründet wurde.	<a href="#">Zum Anbieter</a>
YouMagine	Die Plattform gehört zu dem 3D-Drucker-Hersteller Ultimaker	<a href="#">Zum Anbieter</a>

<https://3druck.com/diy/thingiverse-alternativen-12103539/>

# CAD-Modellierung

Freie oder kostenlose Programme

FreeCAD

Blender

TinkerCAD

SketchUP Free



Fusion360 (für nicht kommerzielle Nutzung)

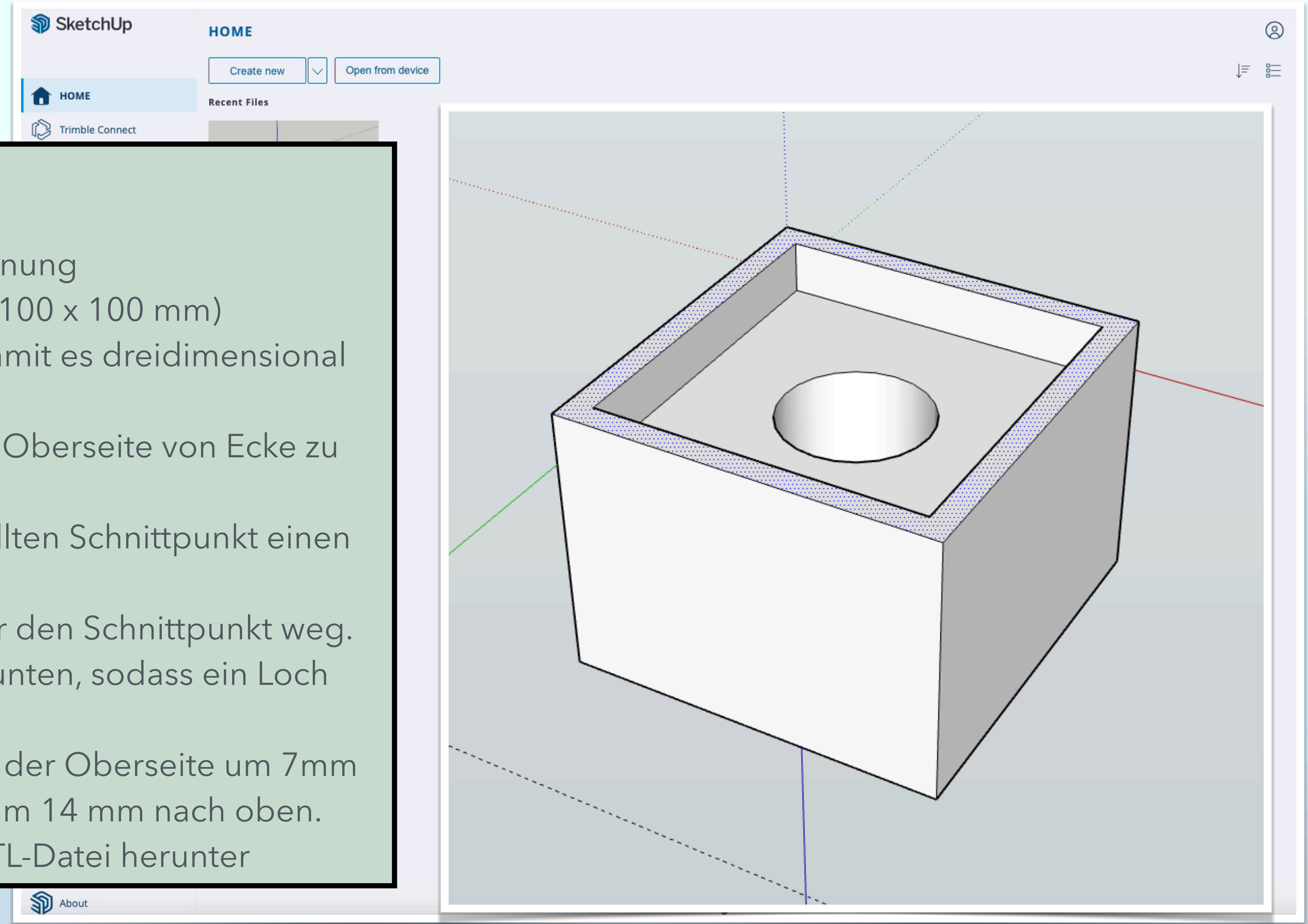


OpenSCAD

LibreCAD

# SketchUp

Trimble

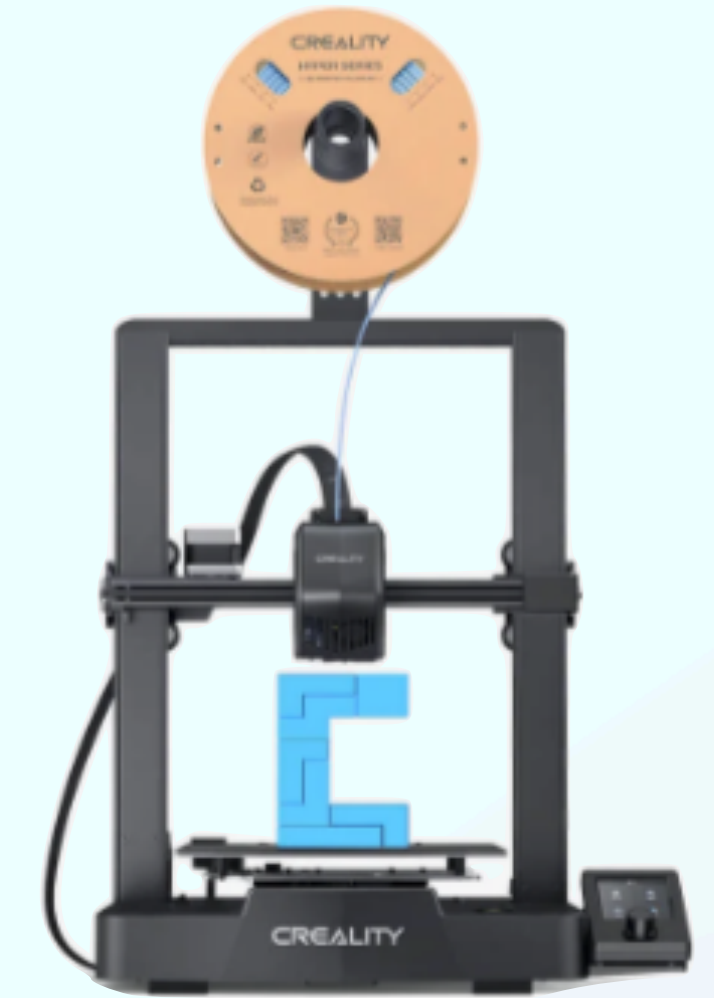
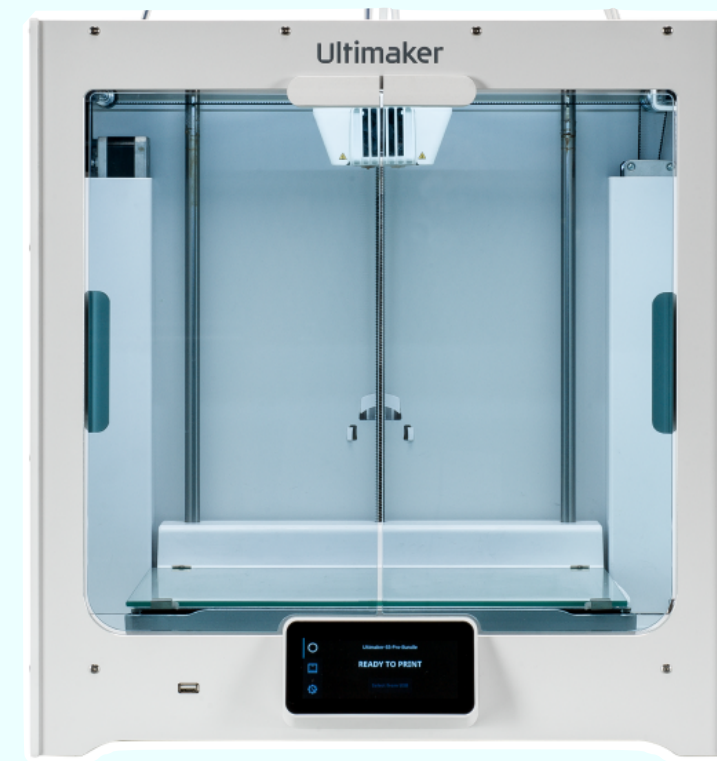


## Zeichnen mit SketchUp

1. Öffnet SketchUp
2. Erstellt eine neue Zeichnung
3. Zeichnet ein Rechteck (100 x 100 mm)
4. Zieht es in die Höhe, damit es dreidimensional wird (60 mm)
5. Zieht eine Linie auf der Oberseite von Ecke zu Ecke.
6. Zeichnet auf dem erstellten Schnittpunkt einen Kreis (Radius 20 mm)
7. Löscht die Hilfslinien für den Schnittpunkt weg.
8. Drückt den Kreis nach unten, sodass ein Loch entsteht.
9. Erstellt eine Versatz auf der Oberseite um 7mm
10. Erhöht diesen Versatz um 14 mm nach oben.
11. Ladet das Modell als STL-Datei herunter

# 3D-Drucker

## Übersicht



Creality Ender 3 V3 Se

FLSUN

Neptun 3

Flashforge

Anycubic Vyper

Qidi X-Max x3

Bambu Lab X1E

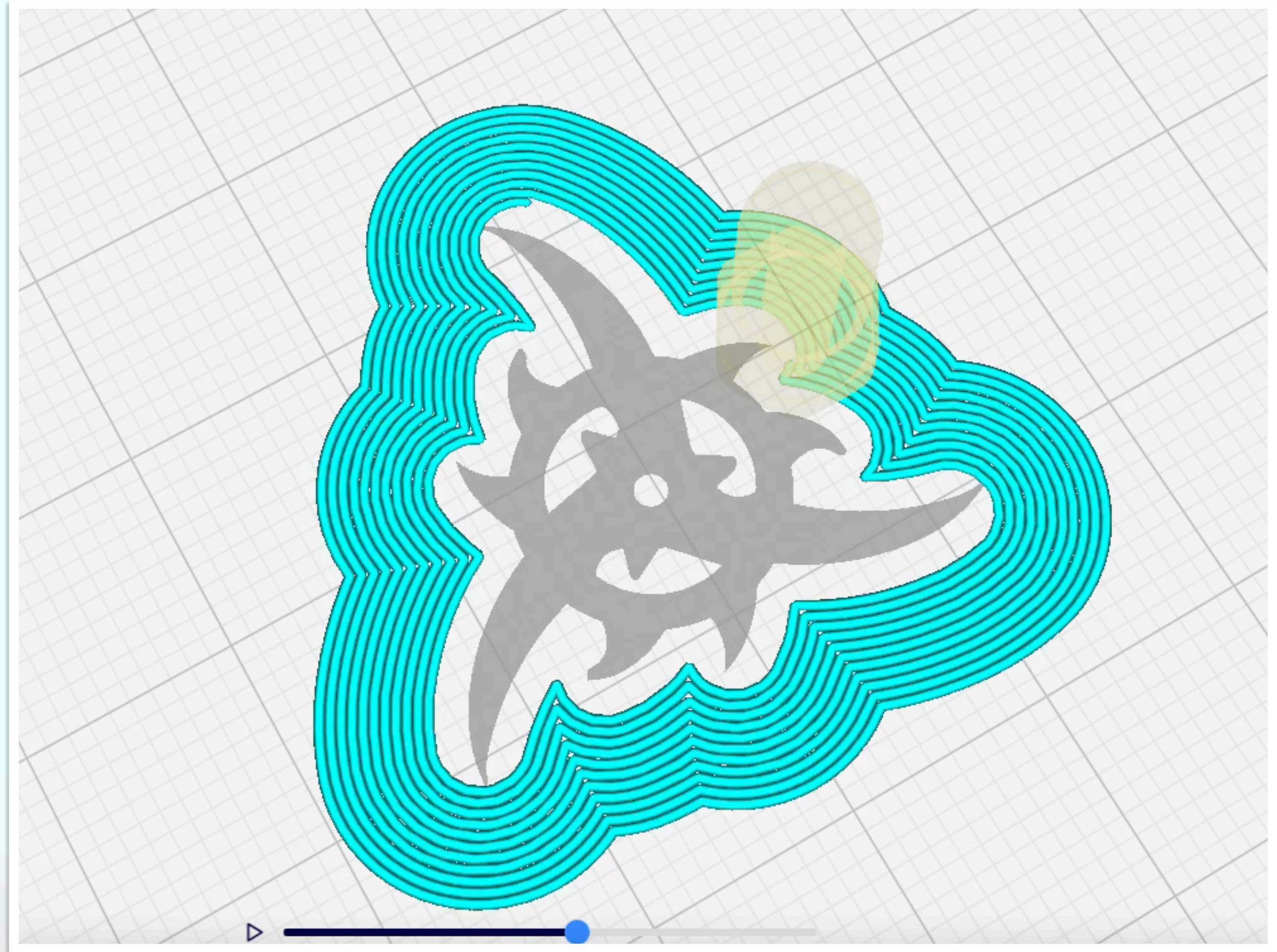
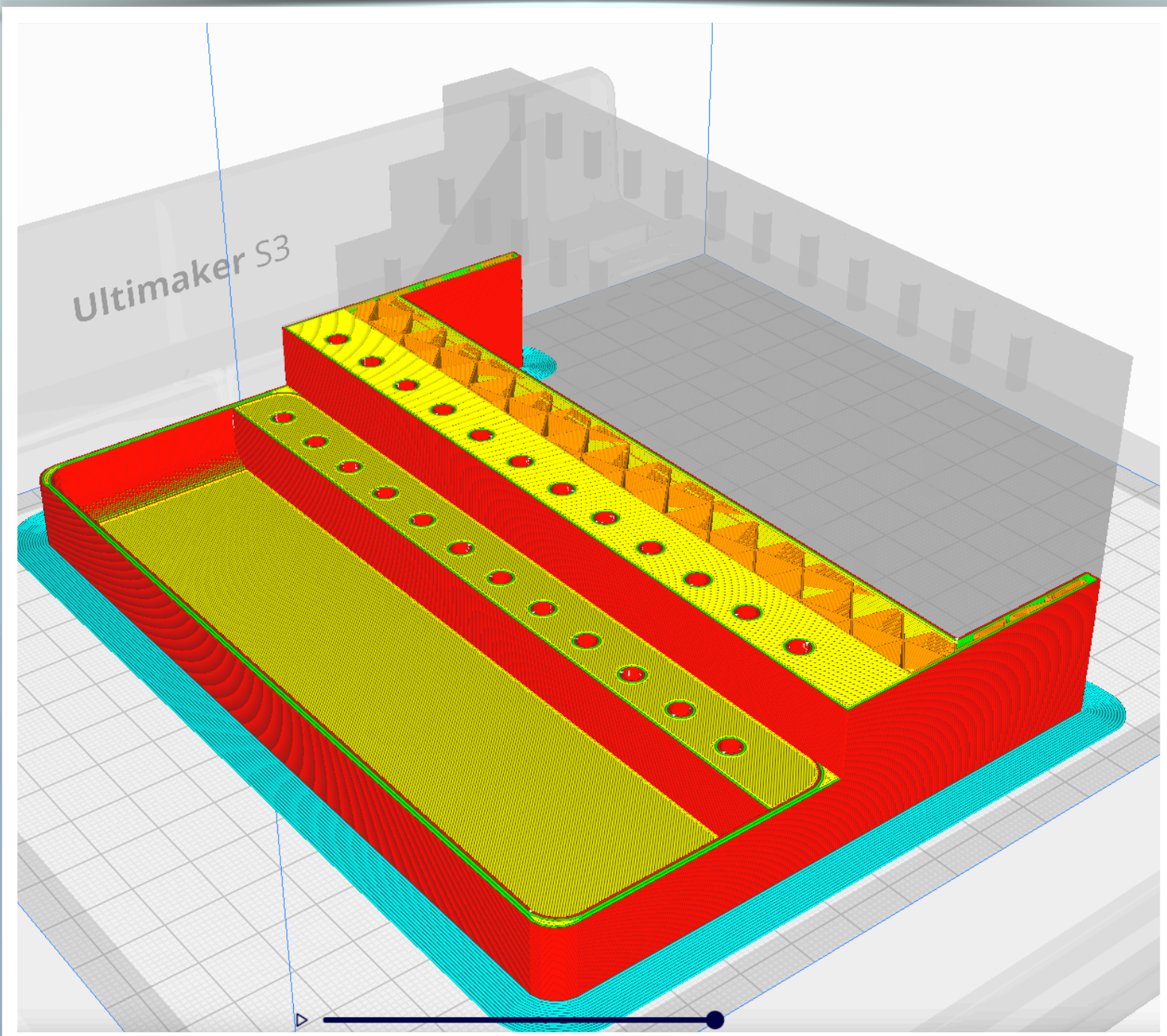
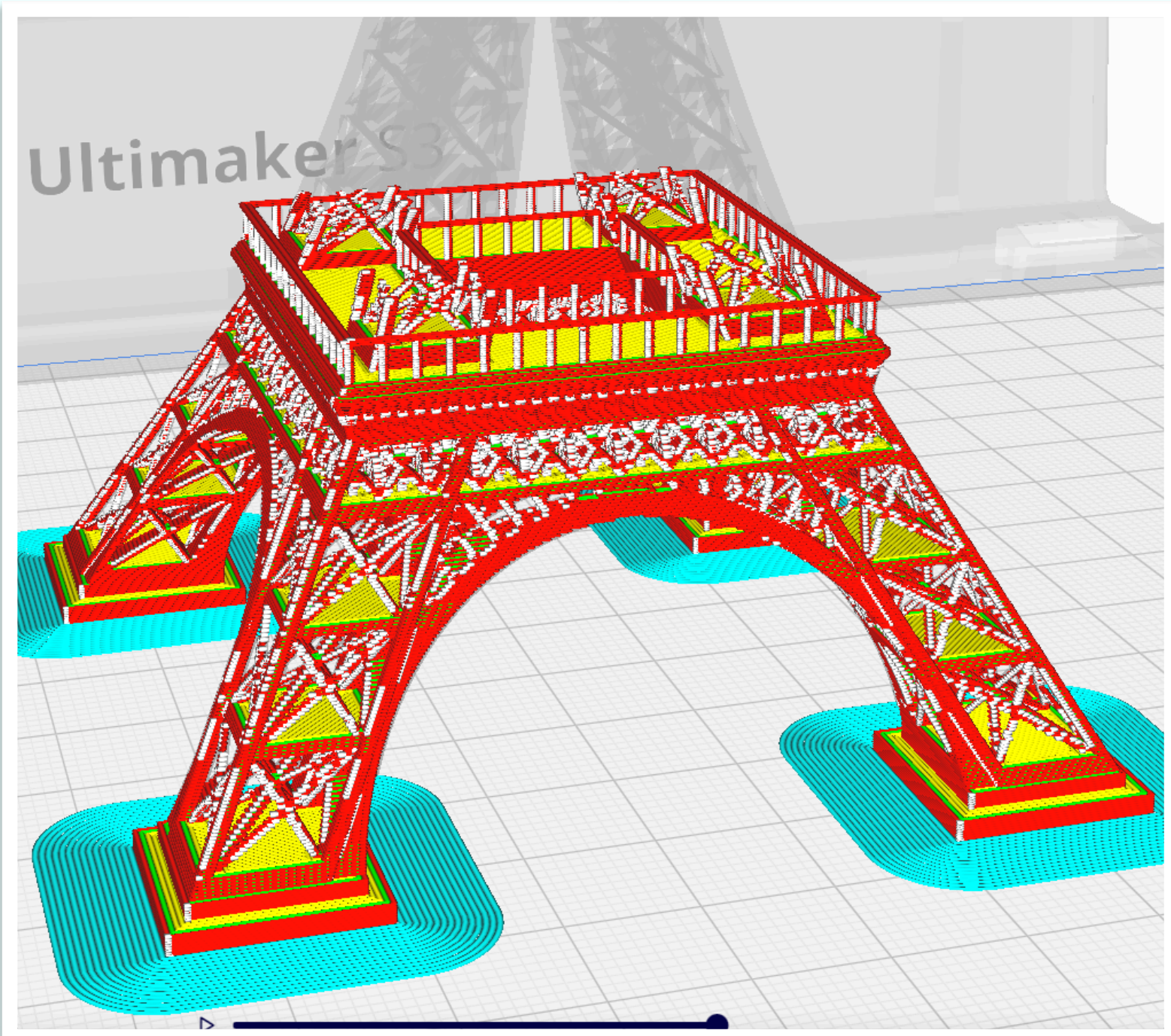
Zeige Ultimaker:

1. Druckbett
2. Extruder
3. PLA Material laden

# STL-Datei

- Ähnlich wie bei einem “normalen” Papierdrucker, benötigt auch ein 3D-Drucker eine digitale Datei welche die Informationen des zu druckenden Objekts bereitstellt.
- Während beim Papierdrucker eine .doc oder .txt Datei mit den Textinhalten zur Anwendung kommt, wird bei der “digital Fabrication” ein Dateiformat verwendet, welches Informationen über ein 3D-Modell enthält (z.B. eine CAD Datei). Um ein Objekt aus einem 3D-Modell aufbauen zu können, muss es jedoch zuvor (digital) in einzelne 2- Dimensionale, horizontale Scheiben (Layer) **geschnitten** werden. Diesen Vorgang nennt man **Slicing**. Ein derartiges Dateiformat mit den Informationen aller einzelnen Layer ist beispielsweise eine .STL oder .AMF Datei. Auf Basis einer solchen Datei, kann jeder aktuelle „3D-Drucker“ ein Objekt aus der Summe der einzelnen 2D-Schichten aufbauen.
- Dieses Prinzip funktioniert dabei so, als würde man eine gewisse Anzahl von Bierdeckel (=Layer) miteinander verkleben, um einen Papierdeckel-Würfel (=3D-Objekt) zu erhalten.





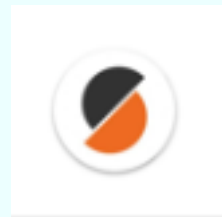
# Slicer

Software Gratis

- Ultimaker Cura



- PrusaSlicer



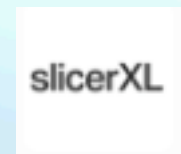
- Slic3r



- Zortrax Z-Suite



- SlicerXL



# Ultimaker Cura

Cura ist eine Open-Source-Lösung, die von dem 3D-Drucker-Hersteller Ultimaker entwickelt wird. Die Software bietet eine Reihe von verschiedenen Profilen an. Auch für andere Hersteller neben Ultimaker.

- Holt euch auf [www.ultimaker.com](http://www.ultimaker.com) die aktuellste Software.
- Installiert und öffnet das Programm.

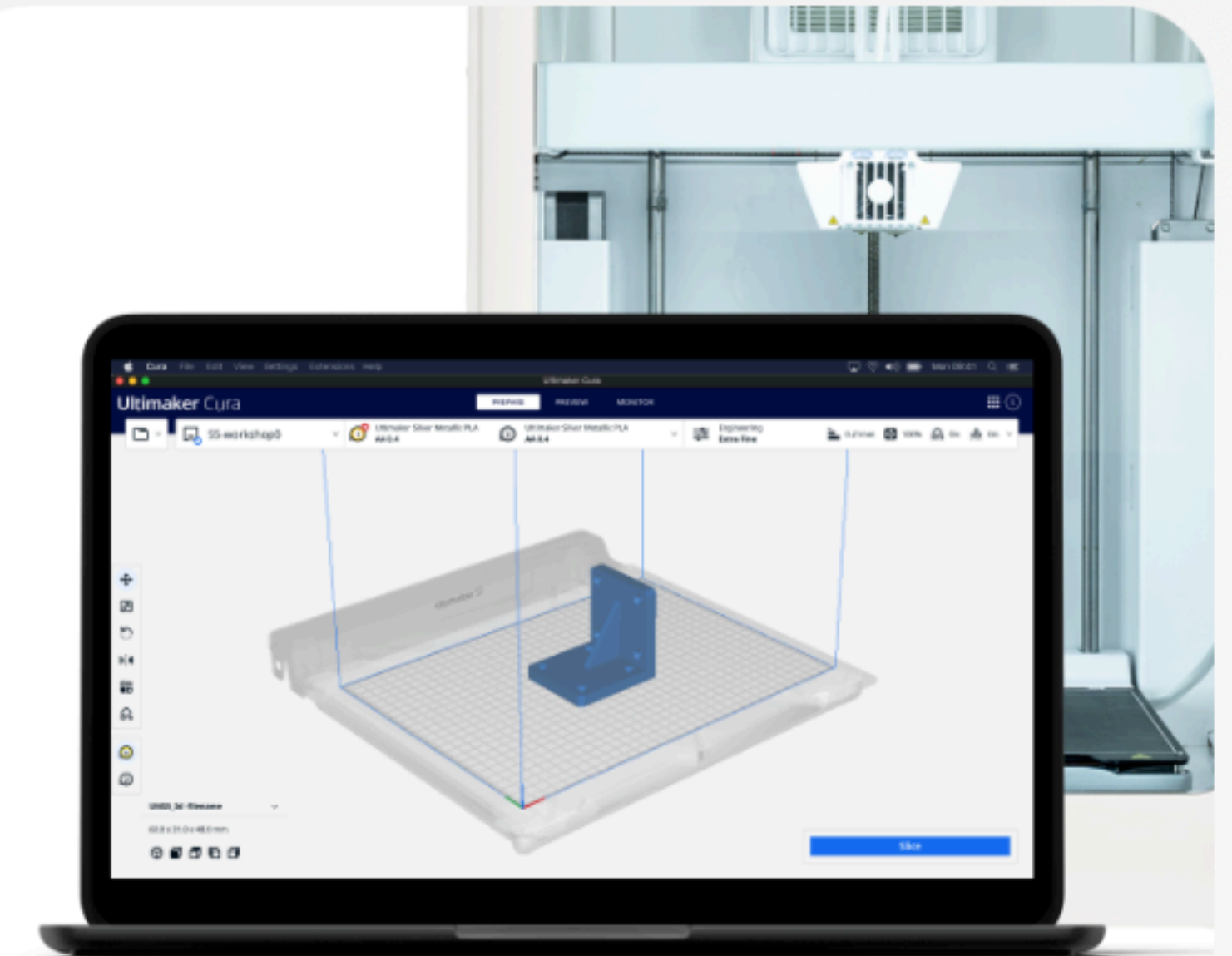
## UltiMaker Cura

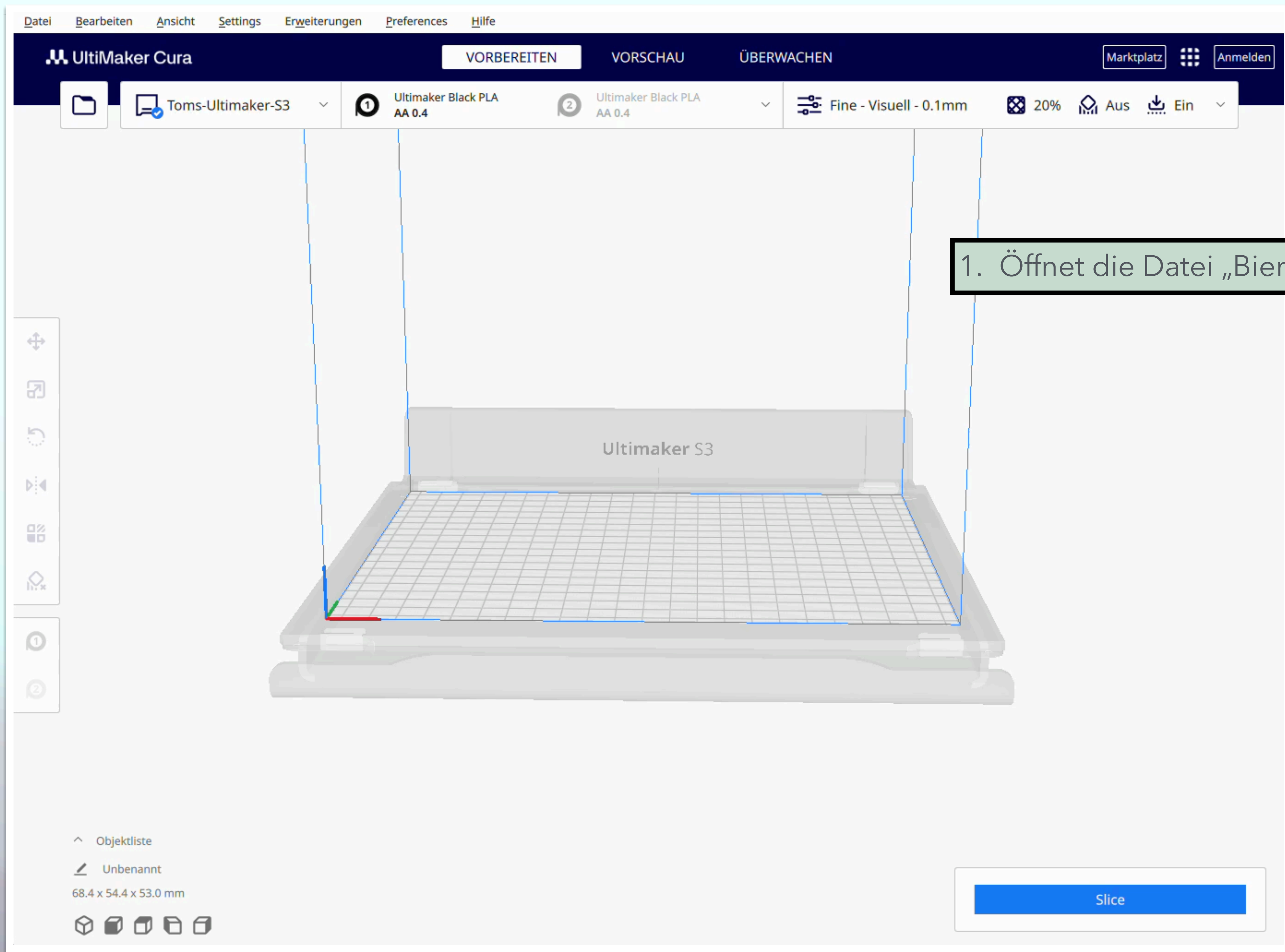
UltiMaker Cura is free, easy-to-use 3D printing software trusted by millions of users. Fine-tune your 3D model with 400+ settings for the best slicing and printing results.

[DOWNLOAD FOR FREE](#)

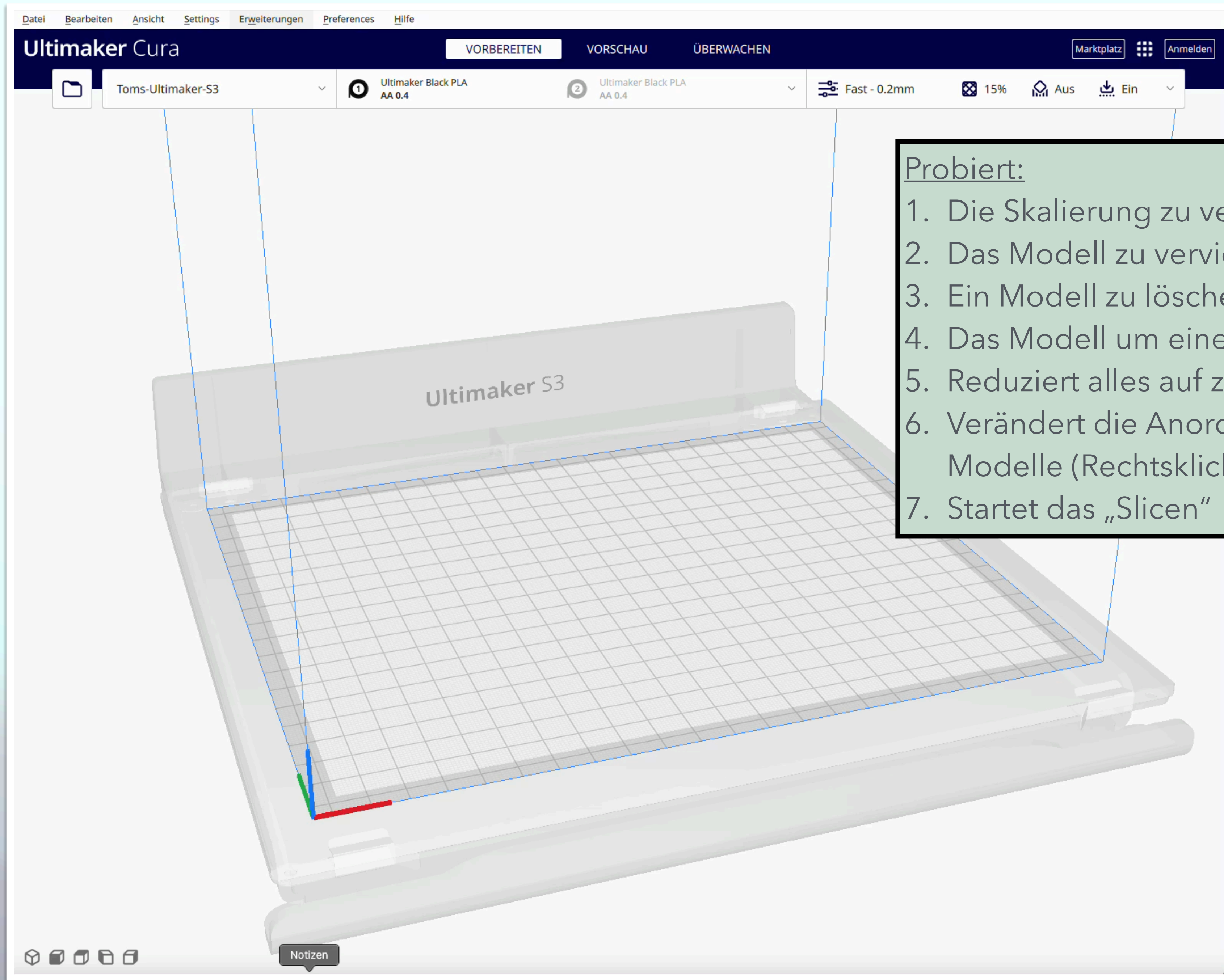
[Find previous versions >](#)

[System requirements >](#)





1. Öffnet die Datei „Biertraeger.stl“



### Probiert:

1. Die Skalierung zu verändern.
2. Das Modell zu vervielfachen (um 4 weitere).
3. Ein Modell zu löschen.
4. Das Modell um eine Achse zu drehen.
5. Reduziert alles auf zwei Modelle.
6. Verändert die Anordnung der restlichen zwei Modelle (Rechtsklick auf die Objektliste unten)
7. Startet das „Slicen“

Ausgewählte zentrieren	
Ausgewählte löschen	⌘
Ausgewählte vervielfachen	⌘M
<hr/>	
Extruder 1: Black PLA - AA 0.4	⌘1
Extruder 2: Black PLA - AA 0.4	⌘2
<hr/>	
Ausgewählte Modelle drucken mit:	
Alle Modelle wählen	⌘A
Alle Modelle anordnen	⌘R
Druckplatte reinigen	⌘D
Alle Modelle neu laden	F5
Alle Modellpositionen zurücksetzen	
Alle Modelltransformationen zurücksetzen	
<hr/>	
Modelle gruppieren	⌘G
Modelle zusammenführen	⌘⌘G
Gruppierung für Modelle aufheben	⌘⌘G

Typ anzeigen Schichtenan...

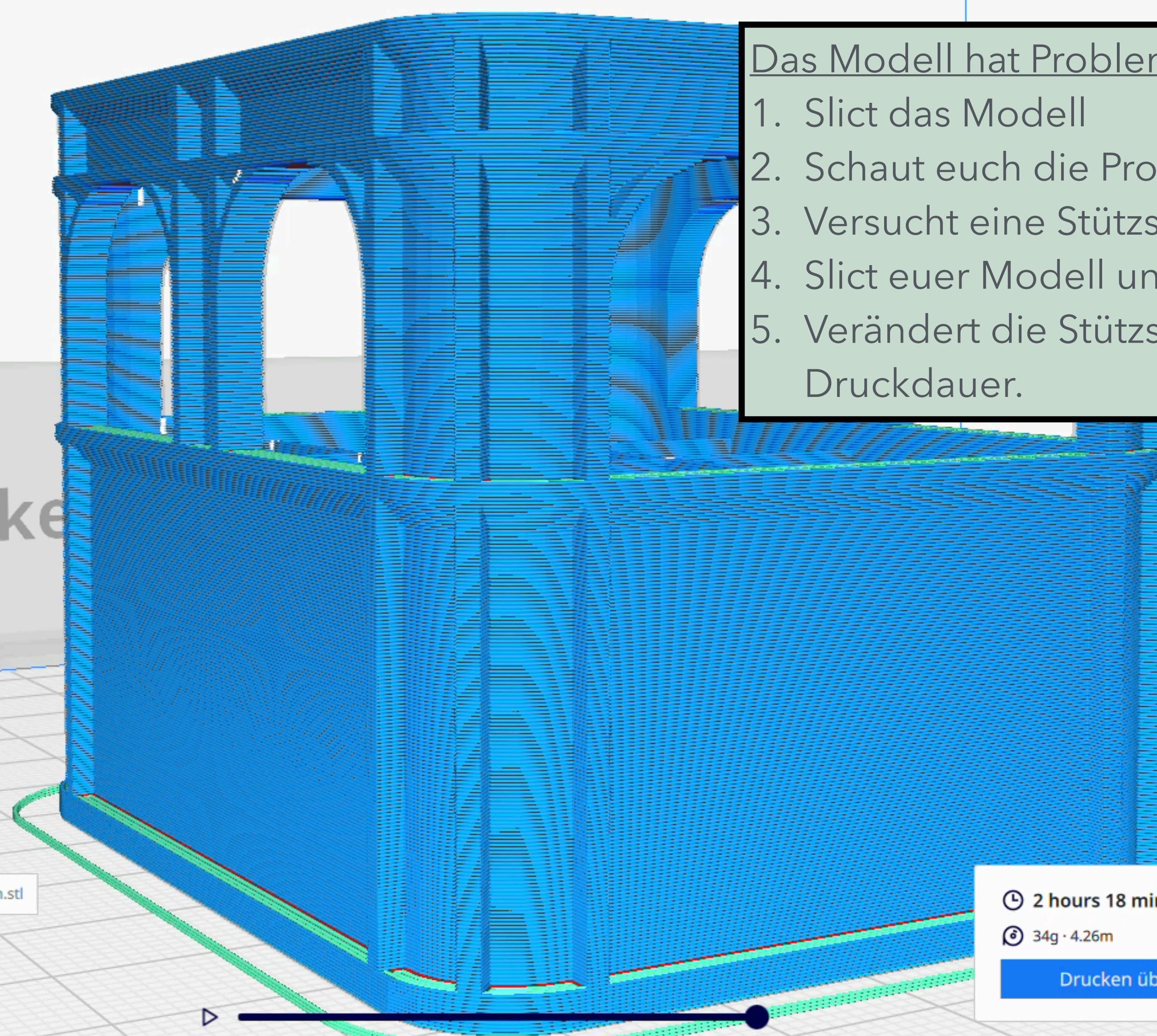
Farbschema Fluss

Fast - Entwurf - 0.2mm

40%

Aus

Aus



Das Modell hat Probleme:

1. Slict das Modell
2. Schaut euch die Probleme an (Überhang)
3. Versucht eine Stützstruktur zu erstellen.
4. Slict euer Modell und kontrolliert die Vorschau
5. Verändert die Stützstruktur und kontrolliert die Druckdauer.

Objektliste

● Biertraeger\_AA\_Betterien.stl

Unbenannt

54.4 x 68.4 x 53.0 mm



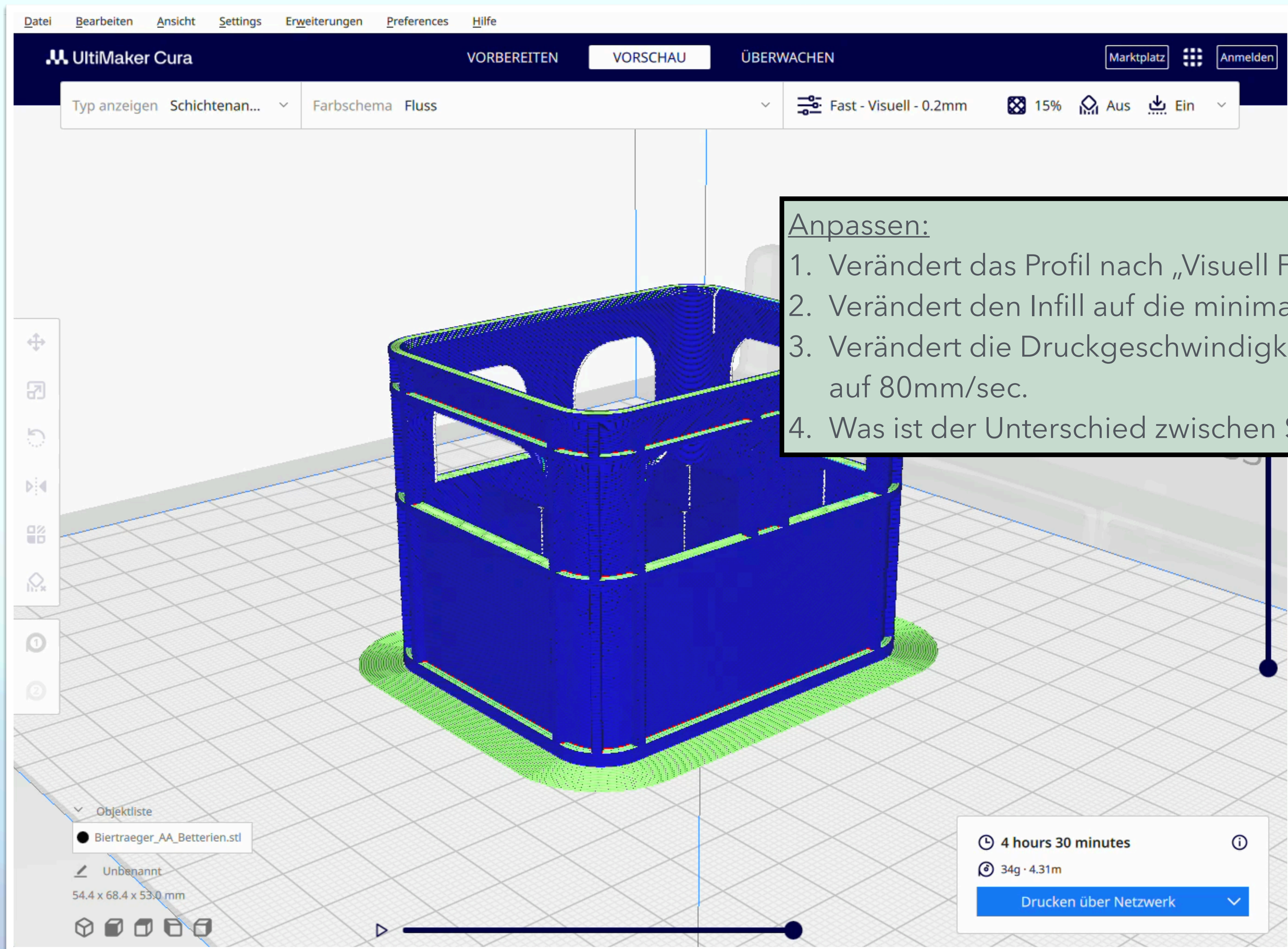
🕒 2 hours 18 minutes



📊 34g · 4.26m

Drucken über Netzwerk





### Anpassen:

1. Verändert das Profil nach „Visuell Fine“
2. Verändert den Infill auf die minimalste Struktur.
3. Verändert die Druckgeschwindigkeit beim Füllen auf 80mm/sec.
4. Was ist der Unterschied zwischen Skirt und Brim?

# Druckvorbereitung

## Auswahl des Druckmaterials

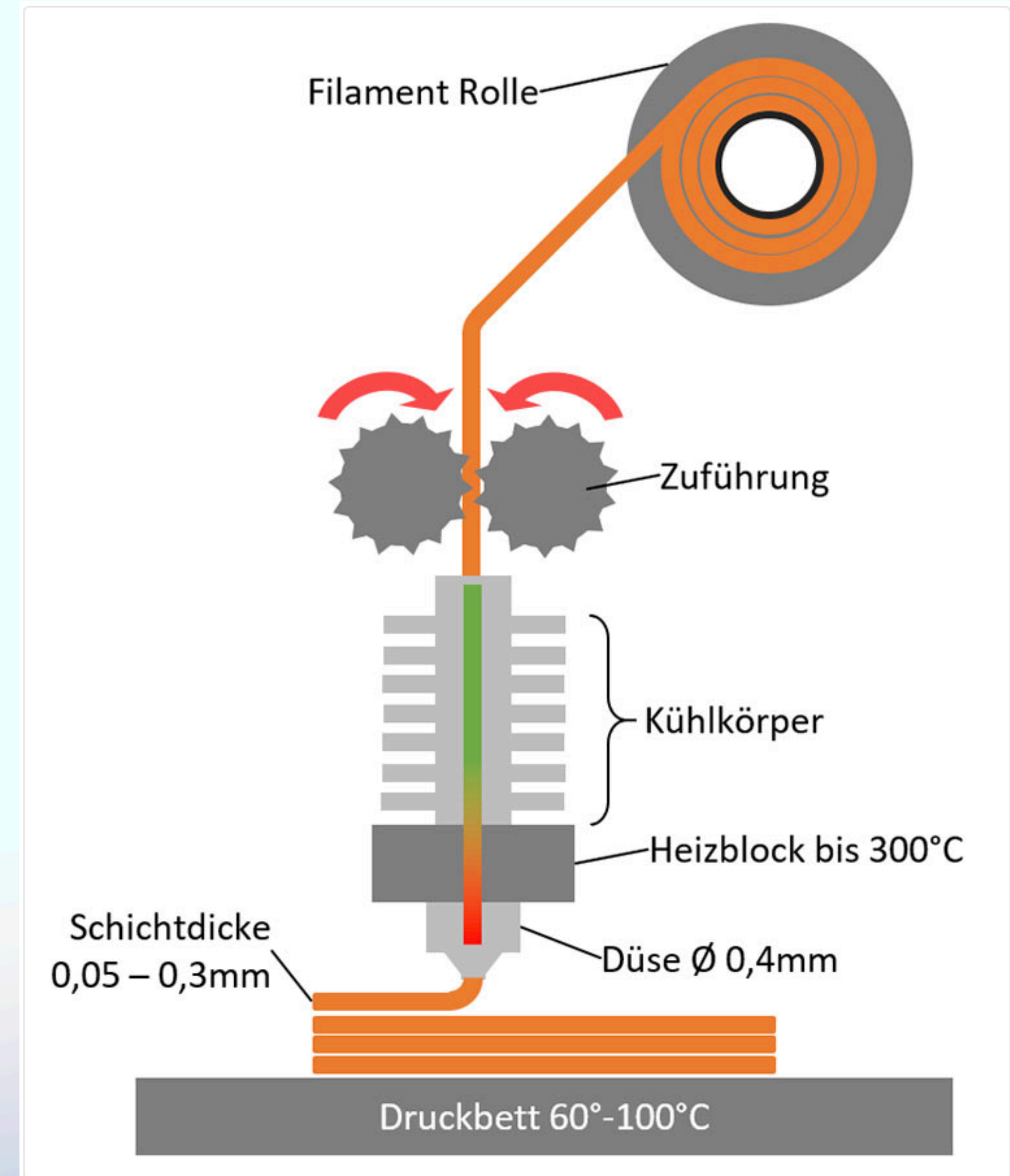
- Filament & Pellets für Extrusionsverfahren.
- Pulver für Schmelzverfahren
- Resin & Wachs für Druckverfahren mit flüssigen Materialien



# Extrusion

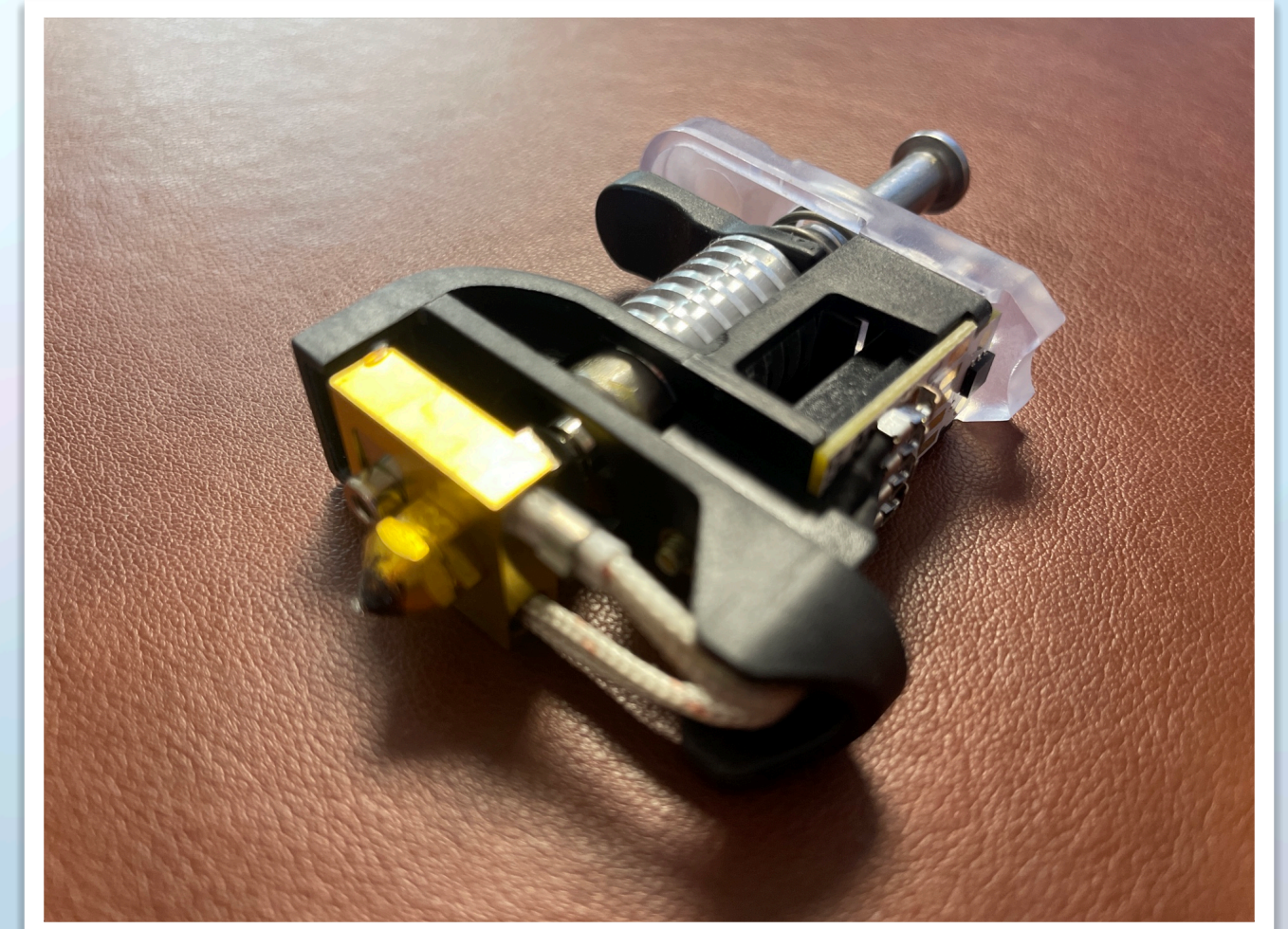
## Verfahrenstechnik

- Bei der Extrusion werden plastisch verformbare bis dickflüssige Massen unter Druck kontinuierlich aus einer formgebenden Öffnung herausgepresst. Die geformte Masse wird als Extrudat bezeichnet und härtet in der Regel beim Austritt aus der Öffnung des Werkzeugs durch Abkühlung oder chemische Reaktion aus



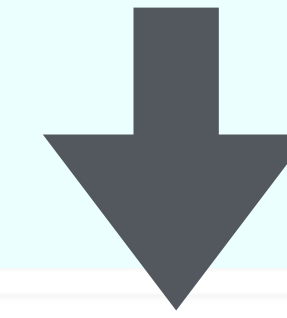
# Was macht ein Extruder?

- Der Extruder arbeitet ähnlich wie ein Fleischwolf bei der Herstellung von Spritzgebäck:
- Der Rohstoff wird durch einen Trichter eingefüllt, eine sich drehende Schnecke mischt das Material und befördert es bis zum Ende des Zylinders.
- Je nach Anwendung kommen verschiedene Extruderarten zum Einsatz.



# Filament

Oder auch Druckfilament, ist das thermoplastische Ausgangsmaterial für Fused Deposition Modeling 3D-Drucker. Es gibt viele Arten von Filamenten mit unterschiedlichen Eigenschaften. (Wikipedia)



MATERIAL	ANSPRUCH	PREIS	HOTEND	HEATBED	EINSATZ	SPEZIALITÄT
ABS	●	€	220 – 260 °C	Ja	Spielzeug, Nutzobjekte	Stark und günstig
ASA	●	€	230 – 260 °C	Ja	Bauteile für Außenbereich	Outdoorgeeignet, UV-resistent
Green-TEC	●	€€	170 – 230 °C	optional	Prototypen, Modelle	Ökologisch und stark
HIPS	●	€€	220 – 230 °C	ja	Nutzobjekte, ABS-Alternative, Stützmaterial	Schlagzäh und löslich in Limonene
Nylon	●	€€€	230 – 270 °C	ja	Abriebfeste Werkzeuge, Funktionsmodelle	Extrem widerstandsfähig
PC	●	€€€	250 – 310 °C	ja	Mechanische Bauteile mit hoher Steifigkeit	Extrem steif
PETG	●	€	190 – 230 °C	ja	Mechanische Bauteile	Allround Alternative
PMMA	●	€€	230 – 260 °C	ja	Acrylglas, Spielzeug, Prototypen	Glasalternative (Plexiglas)
PLA	●	€	190 – 210 °C	optional	Prototypen, Modelle	Einsteigerfilament
PP	●	€€	200 – 240 °C	ja	Haushaltsgeräte	Leicht mit geringer Dichte
PVA	●	€€€	180 – 210 °C	ja	Stützmaterial	Wasserlöslich
TPU/TPE	●	€€	190 – 245 °C	optional	Flexibles Spielzeug, Gehäuse	Elastisch

# Welchen nutzen soll das Druckobjekt haben?

- ABS für die Spielzeugindustrie
- PLA für Einsteiger
- Nylon für mechanisch Anspruchsvolle Bauteile

The infographic is titled "Welches Material soll ich verwenden?" and is divided into two rows of material options. Each option is represented by a label and a corresponding icon.

**Top Row:**

- PLA:** Represented by a green recycling symbol.
- PETG:** Represented by two blue plastic bottles.
- ABS:** Represented by a black mechanical part.
- TPU:** Represented by a green flexible strip with arrows indicating stretchability.
- FLEX:** Represented by a green flexible strip with arrows indicating stretchability.

**Bottom Row:**

- HOLZ:** Represented by a roll of wood.
- ASA:** Represented by a sun, a cloud, and rain, indicating weather resistance.
- Carbon:** Represented by a bundle of black carbon fibers.
- PVA:** Represented by a glass of blue liquid.
- PC:** Represented by a red thermometer and a yellow muscular arm, indicating high strength and heat resistance.

# Filament Eigenschaften

PLA vs PETG



## PLA

### Eigenschaften

- Extrudertemperatur: 190°C - 220°C
- Heizbett-Temperatur: 45°C - 60°C
- Heizbett: optional
- nicht sehr widerstandsfähig
- besteht aus erneuerbaren Ressourcen
- genaue und gute Ästhetik
- flexibel

### Preis

\$ 18 - \$ 100+

\*pro 1kg-Spule

### Hersteller

- Polymaker
- ColorFabb
- Hatchbox
- Filamentum
- NaturaWorks
- WeforYou

## PETG

### Eigenschaften

- Extrudertemperatur: 230°C - 250°C
- Heizbett-Temperatur: 75°C - 90°C
- Heizbett: notwendig
- wasser- und chemikalien-beständig
- öl-basiertes Polymer
- bessere Eigenschaften
- länger haltbar

### Preis

\$ 22 - \$ 100+

\*pro 1kg-Spule

### Hersteller

- Formfutura
- ColorFabb
- 3DXTech
- Innofil3D
- Zortrax
- eSun

# ABS

(Acrylnitril-Butadien-Styrol)

- ABS ist ein weiteres beliebtes Druckmaterial, das stärker und haltbarer als PLA ist. Es hat jedoch eine höhere Schmelztemperatur und neigt stärker zum Verziehen, was den Druckprozess etwas schwieriger gestaltet. ABS kann für Miniaturfiguren verwendet werden, die zusätzliche Festigkeit erfordern, ist aber möglicherweise nicht die beste Wahl für Anfänger.

# PLA

(Polylactic Acid)

- PLA ist das am häufigsten verwendete Material im 3D-Druck. Es ist umweltfreundlich, da es aus nachwachsenden Rohstoffen wie Maisstärke und Zuckerrohr hergestellt wird. PLA ist einfach zu drucken, da es eine niedrige Schmelztemperatur hat und wenig Verzug aufweist. Es eignet sich hervorragend für Miniaturfiguren, da es feine Details reproduzieren kann.

# Grundlagen - Druckverhalten während der Konstruktion

- Adhäsion
  - Der Drucker fügt Schicht auf Schicht. Deshalb muss die erste Lage genug Fläche bieten, um das Objekt auf dem Heizbett „festzukleben“ (Alternative: Stützstruktur, wodurch andere Nachteile entstehen)
- Winkel
  - Abstehend Vorsprünge oder flache Übergänge würden „herunterfallen“. Das gilt auch für die letzten Lagen von runden Löchern. Daher müssen Winkel zur Vertikalen und Löcher mit flachen Decken konstruiert werden. (Alternative: Stützstruktur)



- Freiraum
  - Schnittstellen-Objekte benötigen genug Platz, um trotz Unregelmäßigkeiten im gedruckten Objekt leicht montiert werden zu können. Daher müssen Radien von Löchern mindestens 0,2 mm größer sein, als füllende Objekte, wie Schrauben, Muttern, ....
- Anisotropie
  - Gedruckte Objekte sind entlang der gedruckten Lagen stabiler, als im rechten Winkel dazu. Daher muss die maximale Gebrauchsbelastungsrichtung des Objekts berücksichtigt werden.

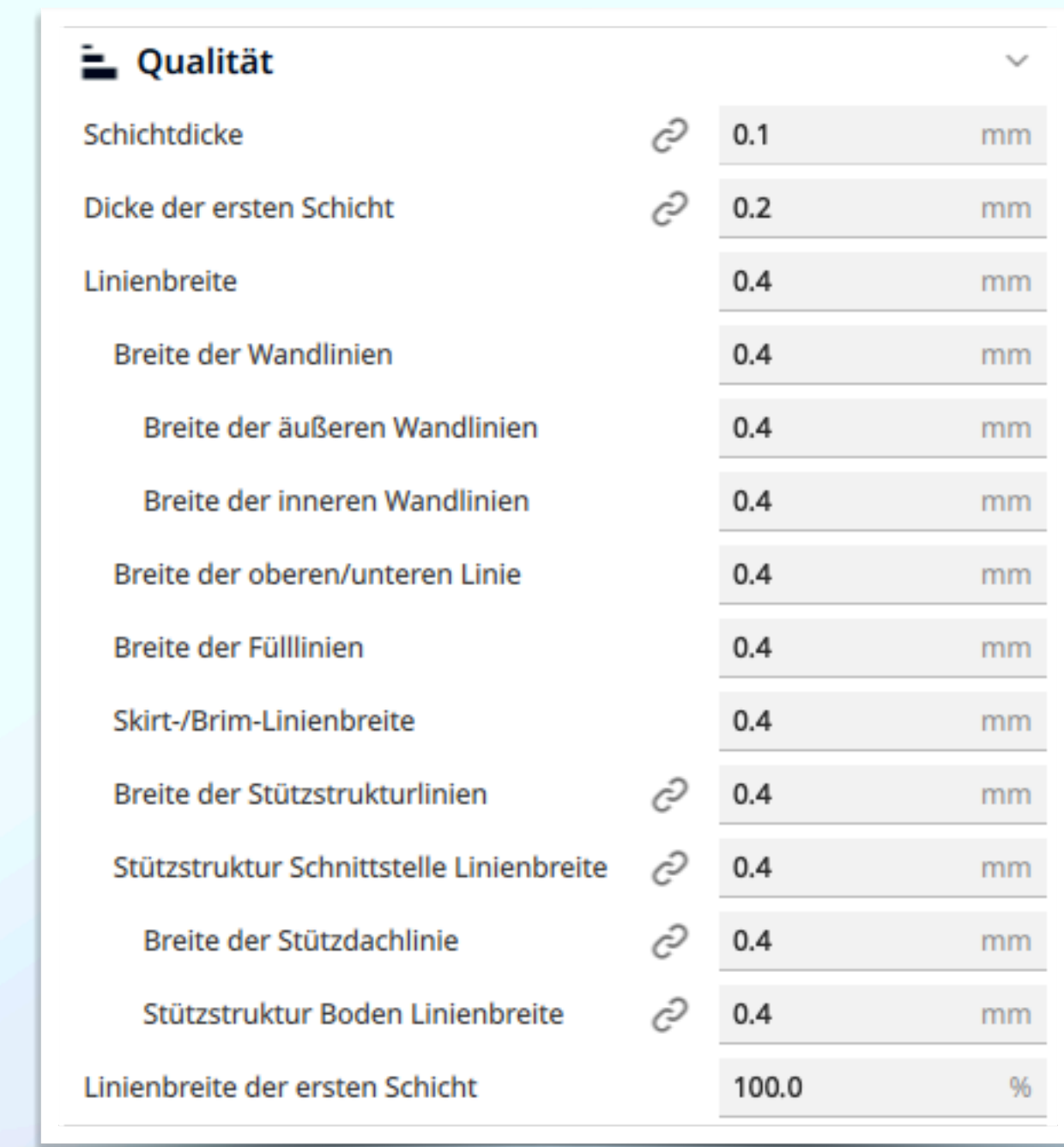
# Druckvorbereitung

Die wichtigsten Druckparameter und Optimierung

- Temperatur
- Geschwindigkeit
- Schichtdicke

# Schichtauflösung

- Die Schichtauflösung ist die Dicke jeder Schicht, die der 3D-Drucker aufträgt. Eine niedrigere Schichtauflösung führt zu detaillierteren und glatteren Oberflächen, erhöht jedoch die Druckdauer. Eine höhere Schichtauflösung beschleunigt den Druck, kann aber zu sichtbaren Schichten und einer raueren Oberfläche führen.
- Für Miniaturfiguren empfiehlt es sich, eine niedrigere Schichtauflösung zu wählen, z.B. 0,1 mm oder weniger, um feine Details besser darzustellen



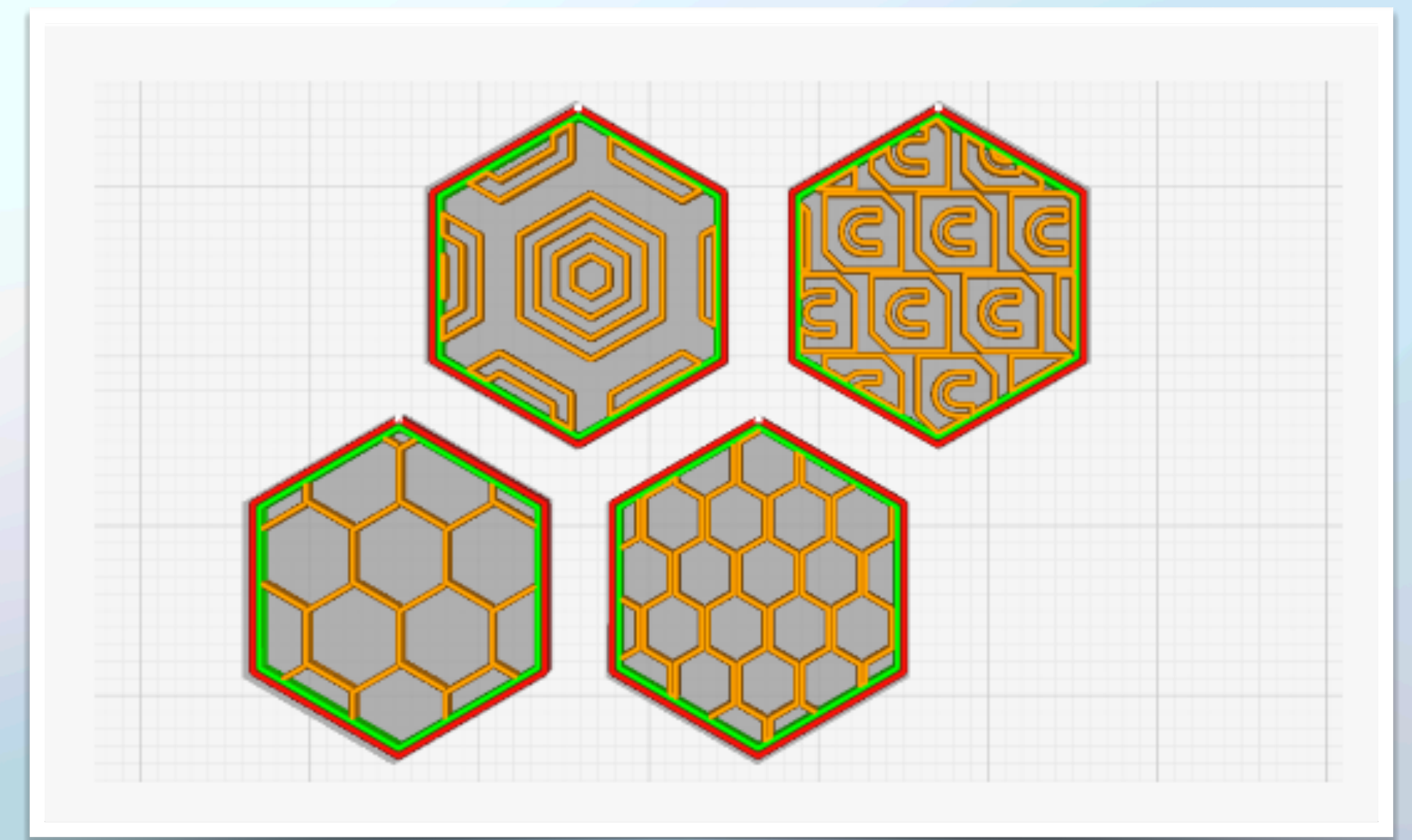
The image shows a screenshot of a 3D printer's software interface, specifically the 'Qualität' (Quality) settings menu. The menu is titled 'Qualität' and has a dropdown arrow on the right. It lists various settings with their current values and units. Some settings have a chain-link icon, indicating they are linked to other settings.

Setting	Value	Unit
Schichtdicke	0.1	mm
Dicke der ersten Schicht	0.2	mm
Linienbreite	0.4	mm
Breite der Wandlinien	0.4	mm
Breite der äußeren Wandlinien	0.4	mm
Breite der inneren Wandlinien	0.4	mm
Breite der oberen/unteren Linie	0.4	mm
Breite der Fülllinien	0.4	mm
Skirt-/Brim-Linienbreite	0.4	mm
Breite der Stützstrukturlinien	0.4	mm
Stützstruktur Schnittstelle Linienbreite	0.4	mm
Breite der Stützdachlinie	0.4	mm
Stützstruktur Boden Linienbreite	0.4	mm
Linienbreite der ersten Schicht	100.0	%

[https://addis-techblog.de/2023/03/3d-drucken-von-miniaturfiguren-der-ultimate-guide/#Wichtige\\_Druckparameter\\_und\\_Optimierung](https://addis-techblog.de/2023/03/3d-drucken-von-miniaturfiguren-der-ultimate-guide/#Wichtige_Druckparameter_und_Optimierung)

# Infill

- Infill ist die Struktur im Inneren der Figur, die für Stabilität und Festigkeit sorgt, ohne das gesamte Modell massiv aufzufüllen.
- Es wird in Prozent ausgedrückt, wobei 100 % Infill bedeutet, dass das Modell komplett ausgefüllt ist.
- Für Miniaturfiguren ist es in der Regel nicht erforderlich, einen hohen Infill-Wert zu wählen. Ein Wert zwischen 10 und 30 % ist normalerweise ausreichend.



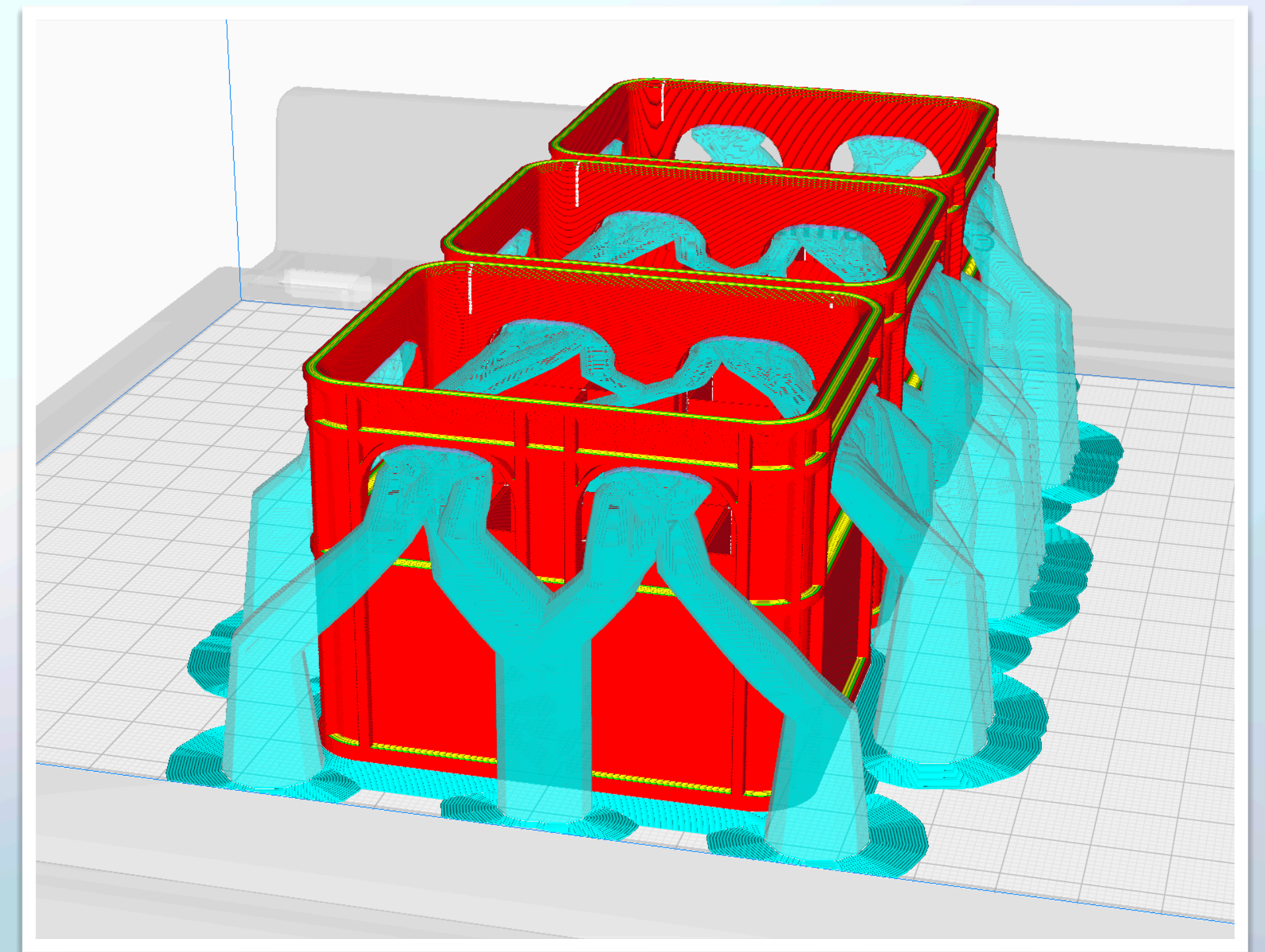
# Druckgeschwindigkeit

- Die Druckgeschwindigkeit beeinflusst, wie schnell der 3D-Drucker eine Schicht aufträgt. Eine höhere Druckgeschwindigkeit führt zu schnelleren Druckzeiten, kann aber die Druckqualität beeinträchtigen, insbesondere bei komplexen Modellen.
- Eine langsamere Druckgeschwindigkeit verbessert die Druckqualität, erhöht jedoch die Druckdauer. Es ist wichtig, einen ausgewogenen Wert zu finden, der eine gute Druckqualität gewährleistet, ohne den Druckvorgang unnötig zu verlängern.

Geschwindigkeit		
Druckgeschwindigkeit	50.0	mm/s
Füllgeschwindigkeit	80.0	mm/s
Wandgeschwindigkeit	50.0	mm/s
Geschwindigkeit Außenwand	20.0	mm/s
Geschwindigkeit Innenwand	35.0	mm/s
Oberfläche Außenhaut Geschwindigkeit	35.0	mm/s
Geschwindigkeit obere/untere Schicht	50.0	mm/s
Stützstrukturgeschwindigkeit	20.0	mm/s
Stützstruktur-Füllungsgeschwindigkeit	20.0	mm/s
Stützstruktur-Schnittstellengeschwindigkeit	30.0	mm/s
Bewegungsgeschwindigkeit	150.0	mm/s
Geschwindigkeit der ersten Schicht	35.0	mm/s

# Stützstrukturen

- Stützstrukturen sind temporäre Strukturen, die vom 3D-Drucker erstellt werden, um überhängende Bereiche während des Druckprozesses zu stützen. Sie sind besonders wichtig beim Drucken von Miniaturfiguren, die oft komplexe Formen und feine Details aufweisen. Die richtige Platzierung und das richtige Design von Stützstrukturen können dazu beitragen, die Druckqualität zu verbessern und die Nachbearbeitung zu minimieren.



# Nachbearbeitung

## Entfernen von Stützstrukturen

- Der erste Schritt in der Nachbearbeitung besteht darin, die Stützstrukturen von der Miniaturfigur zu entfernen. Dies kann mit einer Zange oder einem Skalpell vorsichtig geschehen. Achte darauf, nicht zu viel Kraft aufzubringen, um Beschädigungen an der Figur zu vermeiden.

# Nachbearbeitung

## Schleifen und Glätten

- Nachdem die Stützstrukturen entfernt wurden, kann es notwendig sein, die Oberfläche der Miniaturfigur zu glätten und überschüssiges Material zu entfernen. Dies kann mit feinem Schleifpapier oder einer Feile geschehen. Achte darauf, gleichmäßig zu schleifen, um eine glatte Oberfläche zu erhalten, und vermeide es, zu viel Material auf einmal zu entfernen.



# Nachbearbeitung

## Füllen und Spachteln

- Manchmal können beim 3D-Druck kleine Lücken oder Unvollkommenheiten entstehen. Um diese auszugleichen, kannst du Modelliermasse oder spezielle Füllstoffe verwenden. Trage den Füllstoff vorsichtig auf die betroffenen Bereiche auf und glätte ihn mit einem Spachtel oder einem ähnlichen Werkzeug. Nachdem der Füllstoff getrocknet ist, kann er geschliffen werden, um eine glatte Oberfläche zu erhalten.

# Nachbearbeitung

## Grundierung

- Bevor du deine Modelle bemalst, solltest du sie grundieren. Die Grundierung verbessert die Haftung der Farbe auf der Oberfläche und sorgt für ein gleichmäßigeres Farbergebnis. Verwende eine spezielle Modelliergrundierung und trage sie in dünnen Schichten auf, um eine gute Abdeckung zu gewährleisten, ohne Details zu verdecken.

# Nachbearbeitung

## Bemalung

- Jetzt ist es an der Zeit, deiner Miniaturfigur Farbe und Leben einzuhauchen. Verwende feine Pinsel und hochwertige Modellierfarben, um die Details deiner Figur hervorzuheben und sie realistisch aussehen zu lassen. Du kannst verschiedene Techniken anwenden, wie DryBrushing, Washing und Shading, um Tiefe und Textur zu erzeugen. Achte darauf, in dünnen Schichten zu arbeiten und die Farben gut zu mischen, um ein professionelles Erscheinungsbild zu erzielen.

# Nachbearbeitung

## Versiegelung

- Nachdem deine Miniaturfigur bemalt ist, solltest du sie mit einem Klarlack versiegeln, um die Farben zu schützen und die Haltbarkeit zu erhöhen. Verwende einen speziellen Modellierlack und trage ihn in dünnen Schichten auf, um ein glänzendes oder mattes Finish zu erzielen, je nach deinem persönlichen Geschmack.



# Tipps zur Fehlerbehebung

# Haftungsprobleme

- Manchmal haftet das gedruckte Objekt nicht richtig auf der Druckplatte, was zu Fehlern oder Verformungen führen kann. Um Haftungsprobleme zu vermeiden, stelle sicher, dass die Druckplatte sauber und frei von Rückständen ist. Du kannst auch Haftvermittler wie Haarspray oder Klebestift verwenden, um die Haftung zu verbessern. Achte darauf, dass die Druckplatte richtig eingestellt ist, um eine optimale Haftung zu gewährleisten.

# Schichtverschiebung

- Schichtverschiebungen treten auf, wenn sich die Schichten nicht richtig ausrichten und das gedruckte Objekt dadurch verzerrt erscheint. Um Schichtverschiebungen zu vermeiden, stelle sicher, dass die Riemen und Schienen deines 3D-Druckers richtig eingestellt und festgezogen sind. Überprüfe auch die Druckgeschwindigkeit und reduziere sie gegebenenfalls, um eine stabilere Druckumgebung zu gewährleisten.

# Ungleichmäßige Schichten

- Ungleichmäßige Schichten können zu einer rauen Oberfläche und unregelmäßigen Details führen. Um dies zu vermeiden, stelle sicher, dass dein 3D-Drucker richtig kalibriert ist und dass die Schichtauflösung angemessen gewählt wurde. Du kannst auch die Extrusionstemperatur überprüfen und gegebenenfalls anpassen, um eine gleichmäßige Schichtbildung zu gewährleisten.



# Warping

- Insbesondere wenn du häufig mit Materialien wie ABS und HIPS druckst, wirst du dich im Laufe der Zeit über das sogenannte "Warping" ärgern. Es handelt sich dabei um einen unschönen Druckfehler, bei dem sich ein Teil des Modells aufwölbt oder verzieht. Im ungünstigsten Fall löst sich der Druck gänzlich von der Plattform.
- Besonders bei funktionalen Teilen, deren Genauigkeit von großer Wichtigkeit ist, kann jemandem Warping schnell den gesamten Druck versauen. Betroffen sind meist Modelle mit einer großen Auflagefläche am Druckbett. Was die Ursachen von Warping sind, und wie du den "Warp-Effekt" vermeiden kannst, erfährst du in diesem Artikel.#
- Warping entsteht aufgrund ungleichmäßiger Temperaturverteilung und der darauf folgenden Spannung im Druckmaterial. Da sich ABS- oder HIPS-Filamente bei ungleichmäßigen Temperaturen stärker verziehen als beispielsweise PLA und dazu neigen, während des Abkühlens zu schrumpfen, lässt sich der Warp-Effekt bei diesen Materialien häufiger beobachten.

# Cura-Plug-ins

- Settings Guide
- Mesh Tools
- Auto Orientation
- AutoTowers Generator
- Name it!
- ThingiBrowser
- Z Offset Setting
- TabAntiWarping

# Cura Tipps

## Gesamtdruckzeit bei großen Objekten bestimmen

- Wir beginnen mit einem einfachen Trick, den unsere 3D-Druck Experten oft brauchen: Stell dir vor, du möchtest einen großen Druck machen bei dem du das Objekt mit Sicherheit in zwei oder mehr Teile teilen musst. Natürlich möchtest du aber schon vorab die ungefähre Druckzeit wissen, auch um den Aufwand des Projektes zu bestimmen.  
Anstatt das Objekt zuerst in einem Programm schneiden zu müssen um es dann einzeln zu slicen, vergrößere einfach die Fläche des Druckbetts in Cura. Zum Beispiel auf 1x1x1 Meter. Lade das Objekt hinein und drücke auf slicen. Die Größenordnung der Druckzeit und des Materialverbrauchs wird stimmen, auch wenn du bei Einzelteilen natürlich mehr Wände einrechnen musst.  
So kannst du dein Projekt in wenigen Sekunden einschätzen.
- Anleitung:  
Gehe in Cura links oben auf "Einstellungen", dann auf "Drucker", im Fly-Out Menü ganz nach unten auf "Verwalte Drucker" und dann rechts auf "Maschineneinstellungen". Die eingegebenen Werte werden gleich übernommen.

# Cura Tipps

## Viel Geld sparen durch weniger wasserlösliches Stützmaterial

- Hier geht es um Einstellungen des Stützmaterials, nämlich um genau zu sein das PVA Support Interface. Klingt kompliziert, ist aber leicht erklärt:  
Alle Besitzer eines 3D-Druckers mit Dual Extruder wie Ultimaker, Raise3D, etc. nutzen sicher oft und gerne das wasserlösliche Stützmaterial PVA (Polyvinylalkohol). Es lässt sich vollständig und umweltfreundlich im Waschbecken oder einer Plastikwanne über Nacht auswaschen. So sind auch filigrane Strukturen oder Hinterschneidungen kaum ein Problem mehr. Einziger Nachteil: Es ist relativ teuer. Mit 100 - 200€ pro Kilo ist es markenunabhängig 5-10x so teuer wie PLA.
- Mit der PVA Support Interface Einstellung wird nur eine dünne Schicht PVA zwischen der PLA Stützstruktur und dem eigentlichen Modell gedruckt. Hier wird die ca 10 bis 20 fache Menge an PVA gespart wie bei Stützstrukturen die zu 100% aus PVA sind. Ein weiterer Vorteil: Der Drucker ist schneller, da er bei den meisten Schichten nicht zwischen den Düsen hin und her schalten muss.

# Cura Tipps

## Schönere Prints bei fast gleicher Druckzeit

- Auf Platz 8 befindet sich die "Use Adaptive Layers" Einstellung, auf Deutsch "Anpassschichten verwenden". Wenn diese Einstellung aktiviert ist, berücksichtigt Cura automatisch den Druckwinkel. Je größer der Winkel ist desto feiner werden die Schichten, da man diese gerade in Krümmungen in der Z-Achse sieht. Die maximale Abweichung von der Standard-Schichthöhe kann man dabei auch eingeben.
- In unserem Experiment sieht man zwei stehend gedruckte idente Kreissegmente. Beim rechten sieht man eindeutig die Schichten. Es ist durchgehend mit 0,3mm Schichthöhe gedruckt worden und hat eine Stunde und 24 Minuten gedruckt.  
Das zweite Teil, links davon, hat aktivierte adaptive Schichten und hat eine Schichthöhe zwischen 0,05 und 0,3mm und hat insgesamt 1 Stunde und 47 Minuten gedruckt. Also nur 22 Minuten länger. Das Druckobjekt sieht aber wesentlich besser aus!
- Die Einstellung findet ihr in den Einstellungen ganz unten in der "Experimental" Rubrik.

# Cura Tipps

## Mit Tree Support bis zu 50% an Material und Druckzeit sparen

- Auf Platz 7 befindet sich die "Tree Support" Einstellung. Zu Deutsch "Baum-Stützmaterial. Wie man sieht baut sich das Stützmaterial wie ein Baum nach oben auf und verzweigt sich überall hin wo benötigt. Eine sinnvolle und sehr ästhetische Einstellung wie wir finden!
- Im Vergleich zu herkömmlichen Stützmaterial mit 15% Dichte konnten wir bei diesem Druck 75% Stützmaterial und 50% an Druckzeit sparen. So reduziert sich die Materialmenge bei diesem Druck von 32g auf 22g und die Druckzeit von ca 9h auf 4,5h!
- Wichtig ist hier das Support Interface auf mindestens 1mm zu stellen. Die Z-Support Distanz empfehlen wir auf ca 0,2mm zu stellen. Der Winkel des Baum-Stützmaterials kann bis zu 60 Grad eingestellt werden, sicherer sind jedoch 40-50 Grad. Ein weiterer Pro-Tipp: Aktiviert die Support- Horizontal Expansion auf ca 0,2mm. So steht der Support überall ein wenig über, sodass die neuen Kanten des gestützten Modells sich gut anhalten können.
- Alle Einstellungen dafür könnt ihr in der Stützmaterial-Rubrik in den Slicing-Einstellungen aktivieren (Beim Zahnrad neben dem Drop-Down Pfeil rechts)

# Cura Tipps

Unterschiedliche Einstellungen bei nur einem 3D-Druck



- Fast jeder kennt es: Du möchtest mehrere Modelle mit verschiedenen Einstellungen drucken. Bis jetzt ging das nur nacheinander was Zeit und Nerven für Slicen und Drucker starten kostet. Gerade über Nacht...
- Wir haben die Lösung. Denn mit den adaptiven Einstellungen in Cura 4.7 könnt ihr eine Reihe von Einstellungen pro Objekt auswählen und nicht mehr wie früher nur für den ganzen Druck. Zu den möglichen Einstellungen gehören u.a.:
  - Shell
  - Infill
  - Support
- Wichtig: Unterschiedliche Schichtauflösungen können nicht ausgewählt werden.
- In unserem Bild haben wir das gleiche Objekt mit einmal 10% und einmal 50% Infill gedruckt. Zum Beispiel für Stabilitätstests.
- Ihr findet die Einstellungen am linken Bildschirmrand, dort wo ihr das Objekt auch Verschieben, Skalieren und Drehen könnt. Es ist das Symbol mit den vier Objekten in unterschiedlicher Schattierung.

# Cura Tipps

Super schnell und schön drucken mit "VASE MODE"

- Viele haben schon davon gehört, weniger haben es schon mal gedruckt. Die Cura Einstellung "Vase Mode" auf Deutsch "Vasenmodus". Unter diesem Begriff findet ihr jedoch in Cura gar nichts!

Bei dieser Einstellung wird nur eine Wand mit der Stärke der Düse in einer Spirale hochgezogen. Das ergibt eine sehr schöne Oberfläche ohne Z-Naht. Auch die Druckzeit ist doppelt bis dreimal so kurz. Wir empfehlen dafür eine möglichst dicke Düse, damit zumindest eine gewisse Wandstärke entsteht. Wir haben uns für eine 0,8mm Düse entschieden.

Sinn macht das ganze natürlich nur bei Ausstellungsmodellen die keine hohe Stabilität brauchen. Wie bei Vasen zum Beispiel...



- Wasserdichte Vasen

Gerade wenn man Vasen druckt möchte man diese dann auch benutzen. 3D-Drucke sind oft jedoch nur bedingt wasserdicht, da das Wasser zwischen den Schichten hindurchkommt. Unser Tipp: Druckt die Vase in ABS und schwenkt einmal kurz Aceton darin. Dann wieder ausleeren und verkehrt hinstellen, damit der Acetondampf noch etwas nacharbeitet. So bekommt ihr die Vase wasserdicht. Achtet dabei bitte auf Atem- und Hautschutz!

- Ihr findet die Einstellungen in den benutzerdefinierten Druckeinstellungen. Schaltet dafür unter dem Rädchen neben dem Drop-Down Pfeilen die Kategorie "Experimentell" frei. Dann schaltet beide möglichen Einstellungen frei und hakt sie an. Auf Englisch sind das:

- Spiralize Outer Contour

- Smooth Spiralized Contours

Ihr werdet gleich einen Unterschied in der Druckzeit und der Druckvorschau bemerken.

# Cura Tipps

## Komplexe Muster ohne CAD-Kenntnisse drucken

- Dieser - thinking-outside-the-box - Tipp ist vielleicht eher etwas für die Design-Interessierten unter uns. Denn der DIY (do it yourself) Bereich boomt, so auch beim Basteln bzw. in der Raumgestaltung.
- Die insgesamt dreizehn verschiedenen Infill Muster von Cura können nicht nur für verschiedene mechanische Füll-Anforderungen benutzt werden. Schaltet man nämlich den Boden und die Decke aus (indem man sie auf 0 Schichten stellt) rückt das Infill plötzlich viel mehr in den Fokus. Hier gibt es so schöne Strukturen wie "Gyroid" (im Foto) oder auch "Cubic Subdivision". Diese können dann zum Beispiel mit Epoxidharz gefüllt zu Tassenuntersetzern oder auch Wanddeko werden.  
Sogar Surfbretter wurde schon, mit dem Fokus auf die wabenartige Stützstruktur, designt: [3dnatives.com/hex-surfboard](https://3dnatives.com/hex-surfboard)
- Ihr findet die Einstellung für die Schichtanzahl des Bodens und der Decke in den benutzerdefinierten Druckeinstellungen unter der Rubrik "Hülle" bzw auf Englisch "Shell". Diese auf Null stellen. Die Füllmuster-Einstellung findet ihr unter Füllung. Sollte es noch nicht aktiviert sein, beim Zahnrad auf sichtbar schalten.

# Cura Tipps

Nicht für jedes Modell ständig Material und Düse tauschen

- Dieser Tipp ist für alle Glücklichen im Besitz eines Dual-Extruder 3D-Druckers wie zum Beispiel Ultimaker oder Raise3D:
- Meistens arbeitet man an einem oder mehreren Projekten primär mit einem Material oder auch einer Farbe. Cura (und auch andere Slicing Softwares) beherrschen die Einstellung beide Extruder (link und rechts) als den primären Extruder zu verwenden. Jetzt sind die meisten von uns gewöhnt, den Extruder 1 als Hauptextruder zu nutzen und Extruder 2 für separates Stützmaterial oder überhaupt nur für einen Zweifarben-Druck. Dabei sollte man hier freier denken. Extruder 1 könnte nämlich zum Beispiel für Projekt 1 verwendet werden. Mit einer spezifischen Nozzle und einem Spezifischen Material. Und Extruder 2 für das Projekt 2, mit einer anderen Düse und einem anderen Material. So spart man sich regelmäßiges Wechseln am Extruder 1.
- Um den Haupt-Druck auf dem Extruder 2 laufen zu lassen, ladet zuerst alle Modelle auf die Bauplattform und arrangiert sie wie gewünscht. Drückt dann Strg+A um alles zu markieren. Drückt dann die rechte Maustaste und wählt den Extruder 2 aus. Trefft dann die gewünschten Druckeinstellungen im Menü rechts wie gewohnt. Erledigt.

# Cura Tipps

## Freie Löcher trotz Stützmaterial

- Viele kennen das Problem: Ihr druckt zum Beispiel ein Arduinogehäuse und braucht dafür Stützmaterial an gewissen Stellen. Die Löcher und Kanäle auf der x,y Ebene sollen jedoch frei bleiben.
- Die Lösung: Der Cura Support-Blocker. Mit diesem kreiert ihr eine beliebige Anzahl an Würfeln die ihr an die Stellen setzen könnt, wo kein Stützmaterial gewünscht ist. Ihr könnt die Würfel frei skalieren, verschieben und drehen.  
Im Bild seht ihr zweimal das gleiche Modell einmal mit Support-Blocker und einmal ohne.
- Ein Alternativtipp: Falls ihr Modelle habt wo wirklich nur Flächen gestützt werden müssen die parallel zum Druckbett sind könnt ihr den Stützmaterialüberhangwinkel auch auf 89 Grad stellen. Das hätte in unserem Modell auch funktioniert.
- Ihr findet den Supportblocker auf dem linken Bildschirmrand unter den "Verschieben, Drehen und Skalieren"-Einstellungen. Es ist das Symbol mit dem Würfel im Modell.

# Cura Tipps

## 3D-Modelle immer in der exakt richtigen Größe drucken

- Mit großem Abstand unser beliebtestes Tool. Horizontal Expansion. Diese Einstellung korrigiert die Hülle/Shell auf der x/y Richtung. Viele 3D-Drucker drucken ein wenig zu groß – im ein bis zwei Zehntelmillimeterbereich in alle Richtungen, nach innen und nach außen. Gerade bei Löchern kann das ärgerlich sein.
- Hier einfach zumindest -0,1 mm Horizontal Expansion einstellen, um Steckverbindungen gleich viel erfolgreicher zu machen.  
Seit der Cura-Version 4.7 können sogar zum Beispiel nur die Löcher korrigiert werden und die Außenhülle bleibt gleich.
- Ihr findet die Einstellung unter den Zusatzeinstellungen (Zahnrad) bei "Hülle/Shell". Bei negativen Einstellungswerten (zum Beispiel -0,2mm) zieht sich die Hülle (auch in Löchern) zurück, bei positiven Werten breitet sie sich in alle Richtungen aus.

<https://www.3djake.de/info/ratgeber/grundlagen-zum-3d-druck>



<https://addis-techblog.de/>

<https://3dee.at/slicing-leicht-gemacht-in-2021-top-10-cura-pro-tipps/>



# Quellen

<https://3dee.at/slicing-leicht-gemacht-in-2021-top-10-cura-pro-tipps/>

<https://www.heise.de/news/Acht-nuetzliche-Cura-Plug-ins-fuer-bessere-3D-Drucke-7542245.html>

<https://3druck.com/3d-drucker-software/>