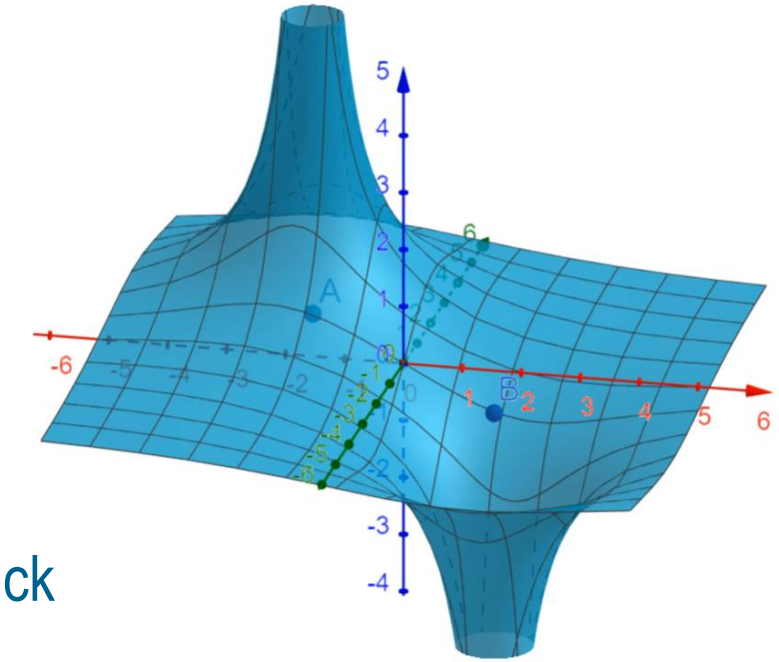
Albert Teichrew

3D Druck mit GeoGebra – Modelle zum Anfassen

- DPG-Lehrergespräche -



Fragen und Antworten | Anleitung und Umsetzung | Ausblick

Fragen und Antworten

Wo kann man 3D Modelle herunterladen?

Was kann man für den Physikunterricht drucken?

Womit kann man 3D Modelle anzeigen?

Womit kann man 3D Modelle erstellen oder bearbeiten?

Womit kann man 3D Modelle für den Druck vorbereiten?

Welche Parameter muss man vor dem Druck einstellen?

Wo kann man 3D Modelle herunterladen?

In diese Auswahl gehen drei Online-Portale ein, die hauptsächlich kostenlose Modelle anbieten und eine Kategorie *Education* aufweisen.

MakerBot Thingiverse

- Eine der führenden Plattformen für den Austausch zwischen 3D-Druck-Enthusiasten
- Oft lange Wartezeiten
- Nur kostenlose Modelle

MyMiniFactory

- Zahlreiche kostenlose Modelle
- Einfache Navigation und ansprechende Inhalte
- Softwareprüfung und Druck von der Community vor der Veröffentlichung

YM Search YouMagine

- Relativ kleine Auswahl an Modellen
- Handbücher für verschiedene Drucker
- Detaillierter Blog

2020 Best Thingiverse Alternatives. (2020). All3DP. Zugriff am 18.9.2020. Verfügbar unter: https://all3dp.com/2/best-thingiverse-alternatives/

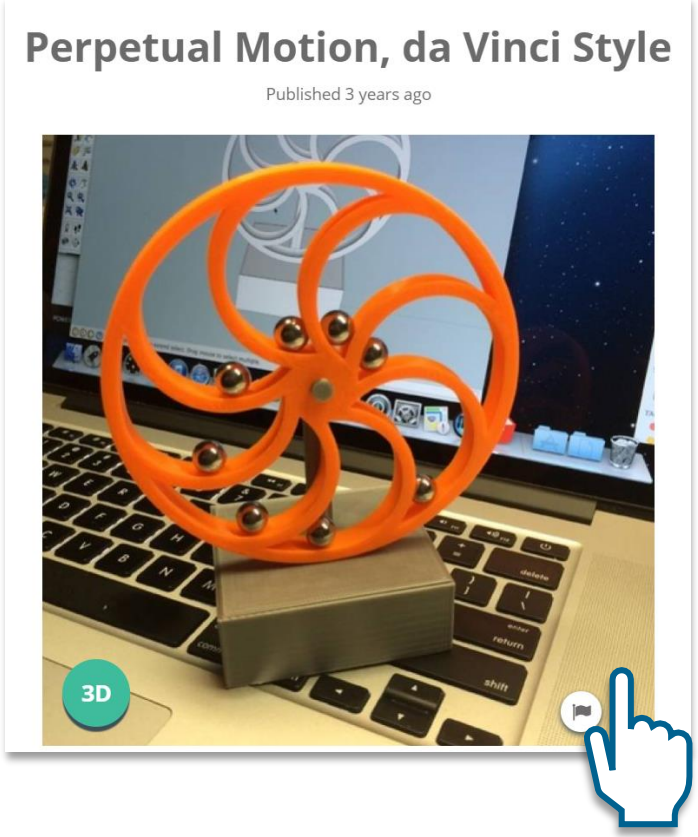
Was kann man für den Physikunterricht drucken?

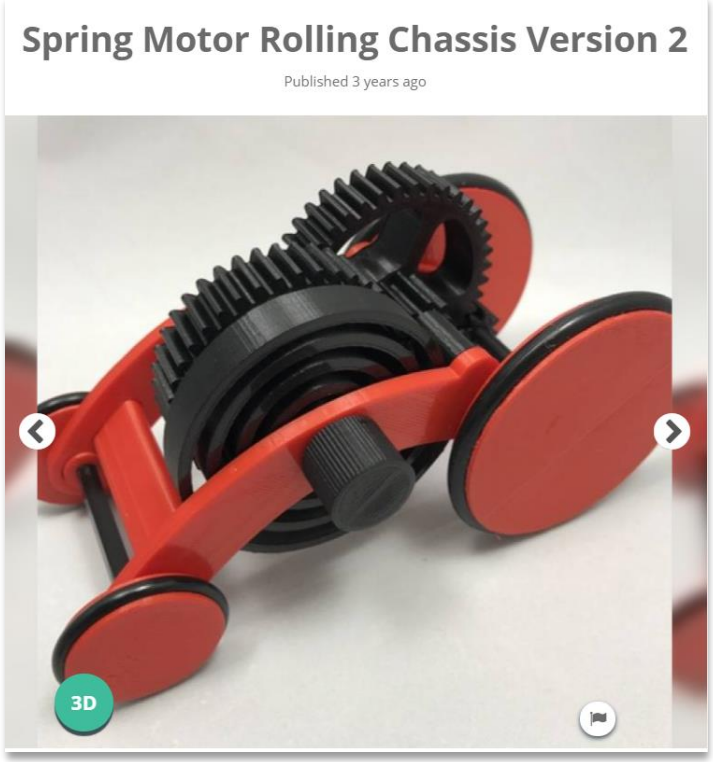
Es lassen sich folgende Kategorien von druckbaren Objekten formulieren.

- Physikalisches Spielzeug
- Experimentiermaterial
- Modellobjekte
  - reale Originale
  - abstrakte Originale

Physikalisches Spielzeug

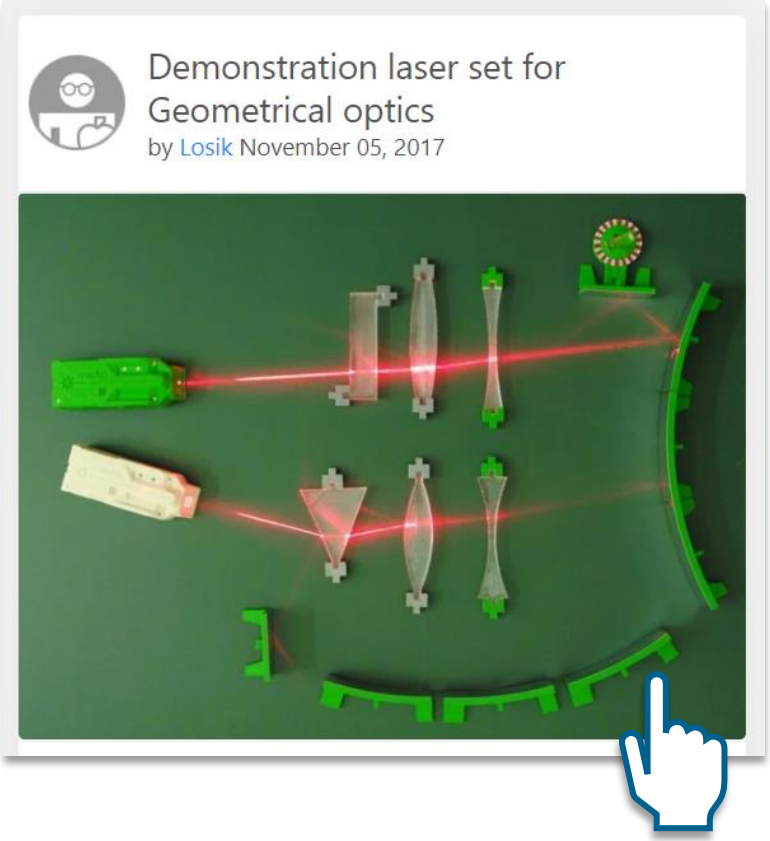
Es können Bauteile gedruckt und zu Mechanismen zusammengesetzt werden, die auf physikalischen Prinzipen beruhen und diese mit mehr oder weniger beweglichen Teilen demonstrieren.

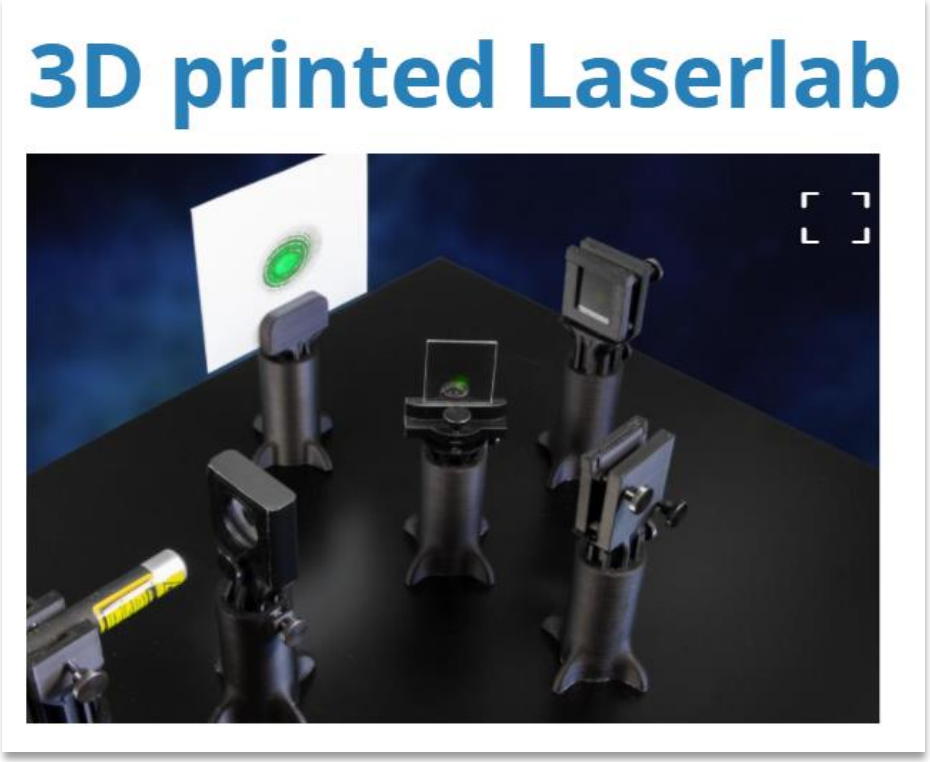




Experimentiermaterial

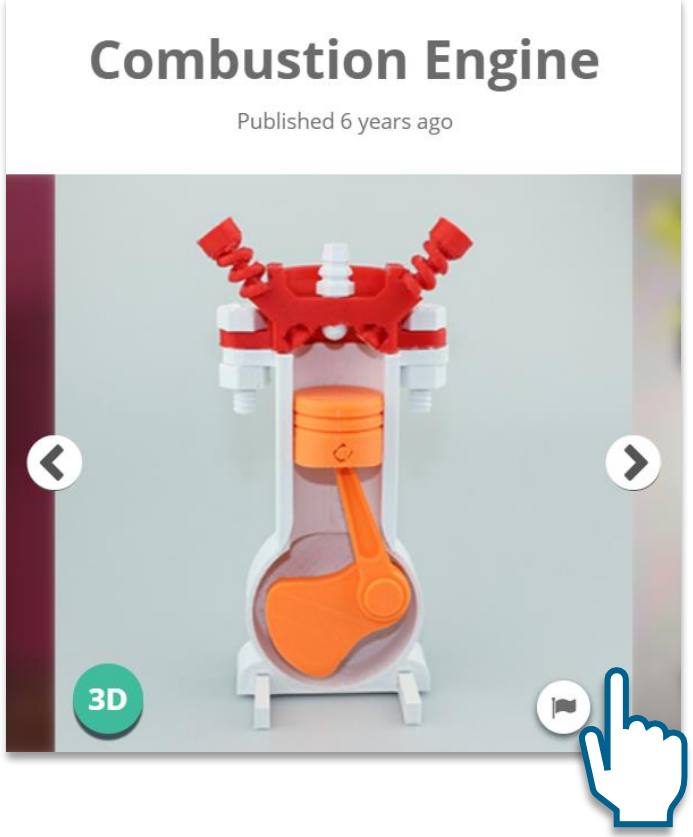
Es können Objekte gedruckt werden, die für Experimente verwendet werden, und als Ersatz für teure Produkte von Lehrmittelfirmen gedacht sind.

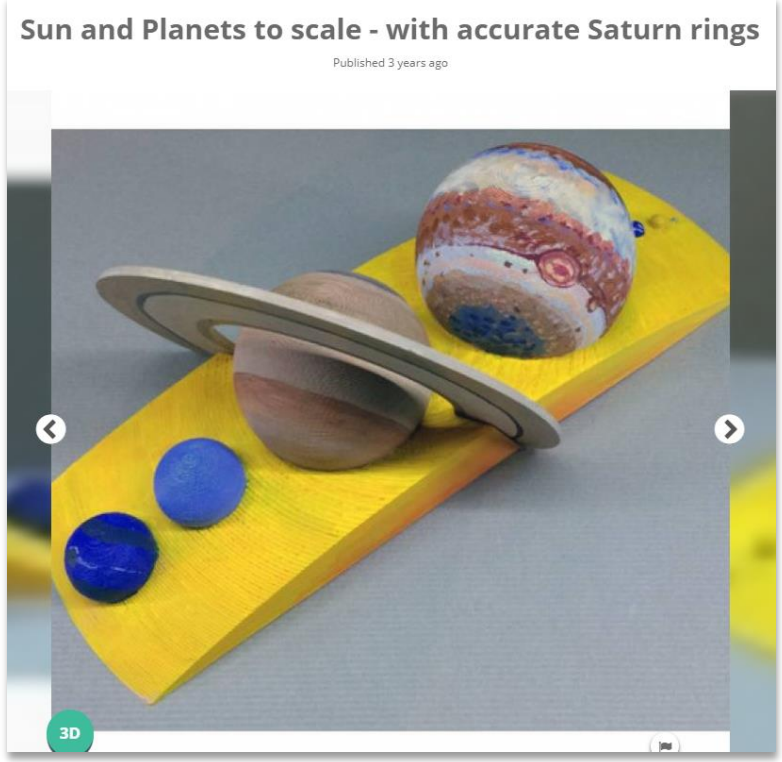




Modellobjekte – reale Originale

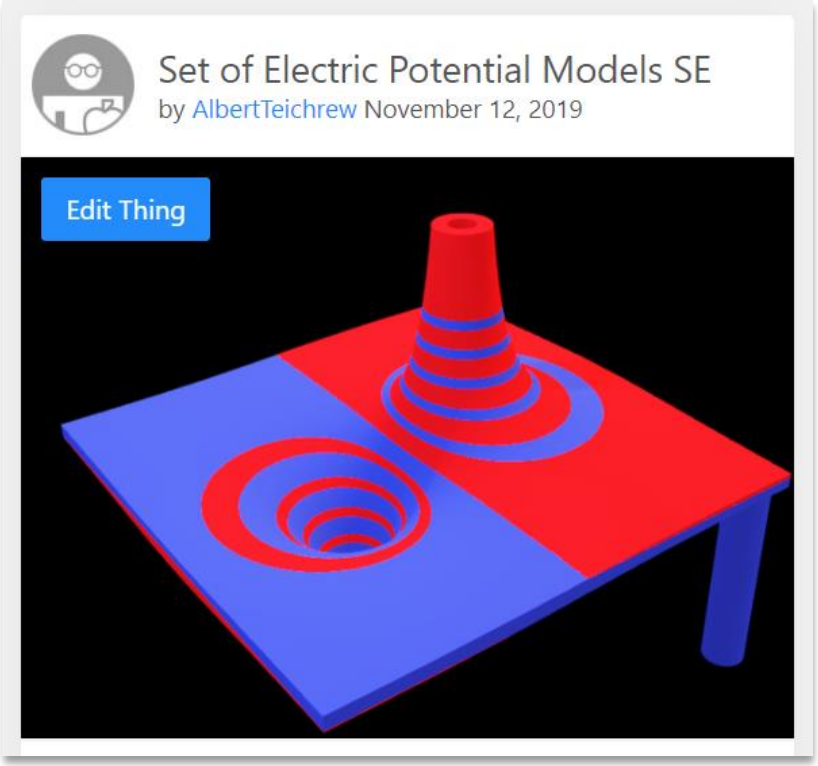
Es können Mechanismen und Körper gedruckt werden, die als Nachbildungen realer Objekte modelliert wurden.





Modellobjekte – abstrakte Originale

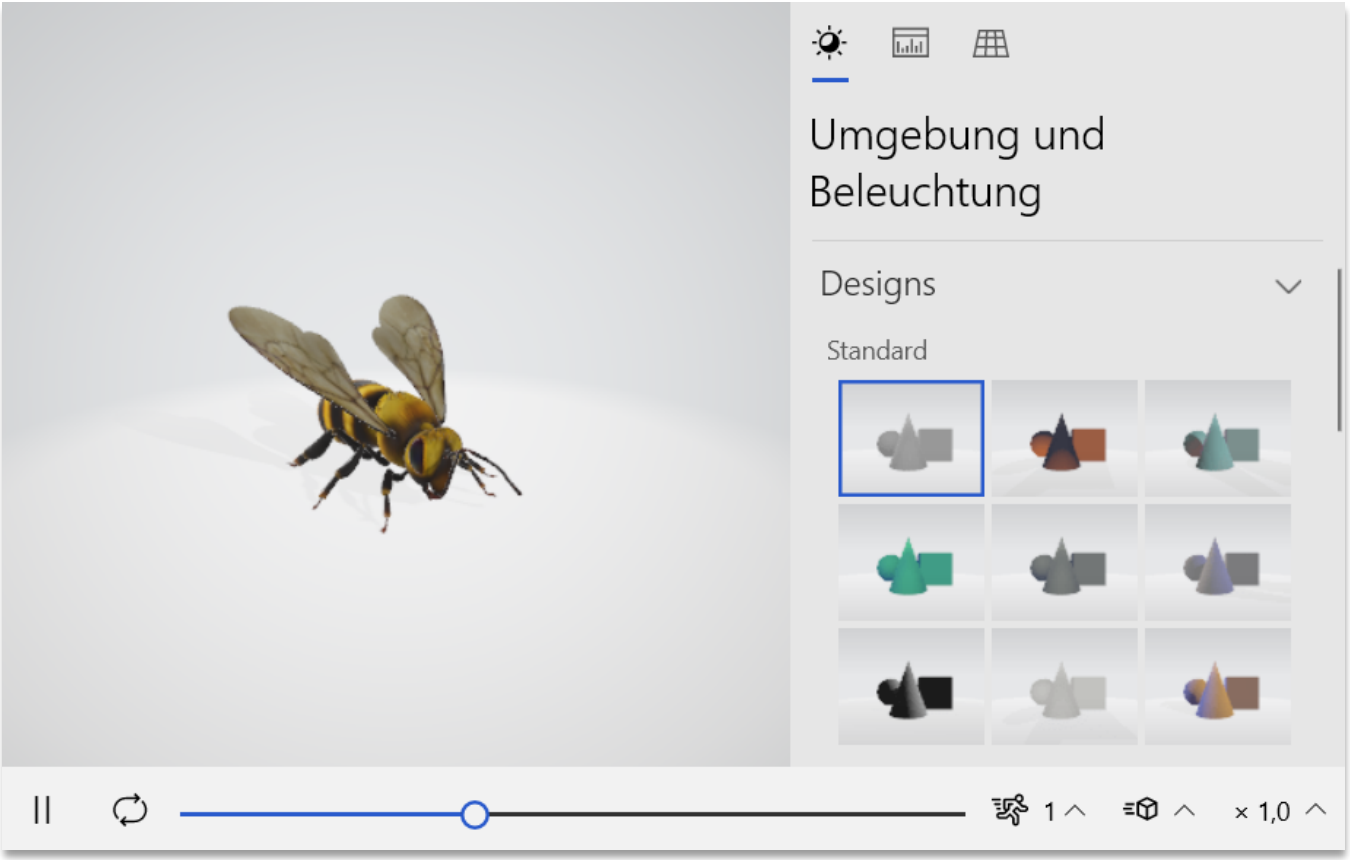
Es können Körper gedruckt werden, die als Visualisierungen abstrakter Objekte modelliert wurden.



Womit kann man 3D Modelle anzeigen?

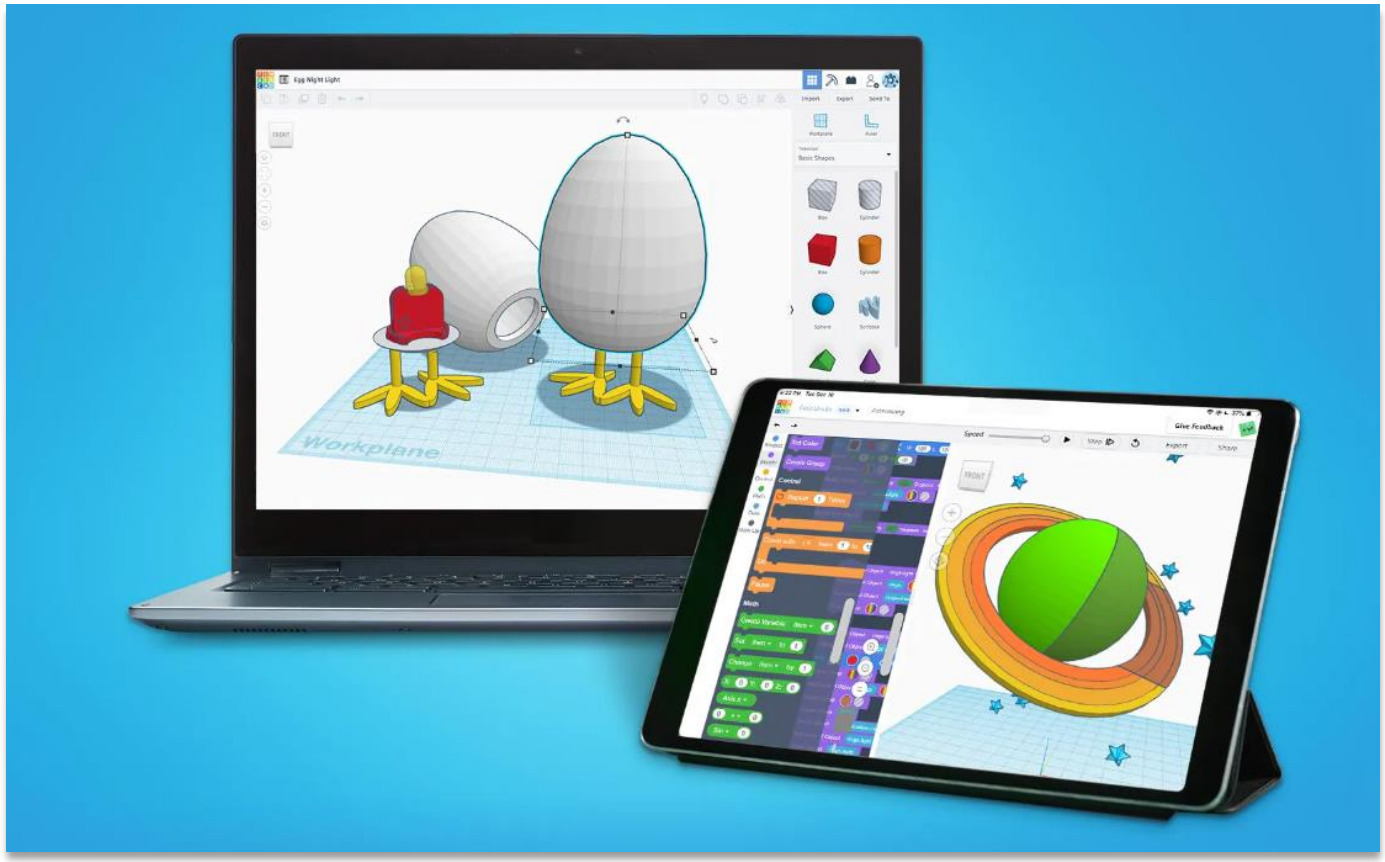
Der vorinstallierte *3D-Viewer* kann zum Anzeigen von STL-Dateien verwendet werden: Gängiges Format für einzelne 3D Objekte.

Programme > 3D-Viewer



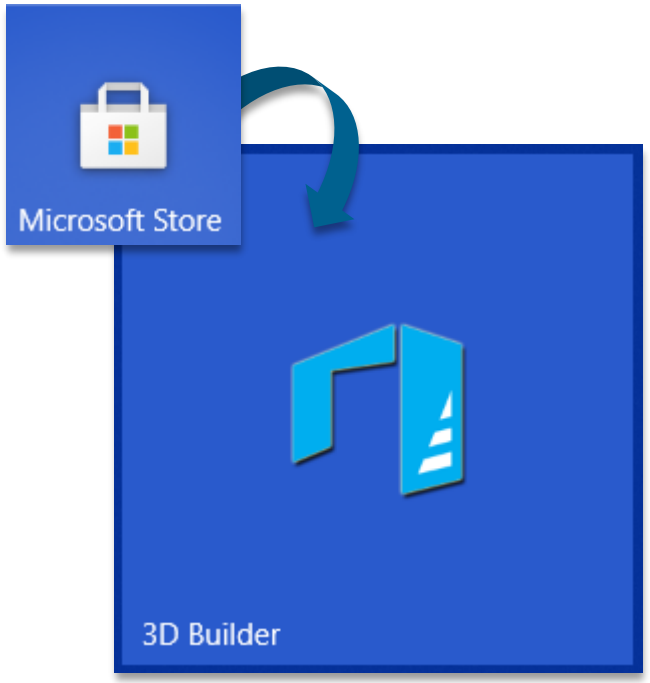
Womit kann man 3D Modelle erstellen oder bearbeiten?

Tinkercad ist ein kostenloses 3D Modellierungsprogramm, das im Browser ausgeführt wird und für seine Einfachheit und Schülerfreundlichkeit bekannt ist.

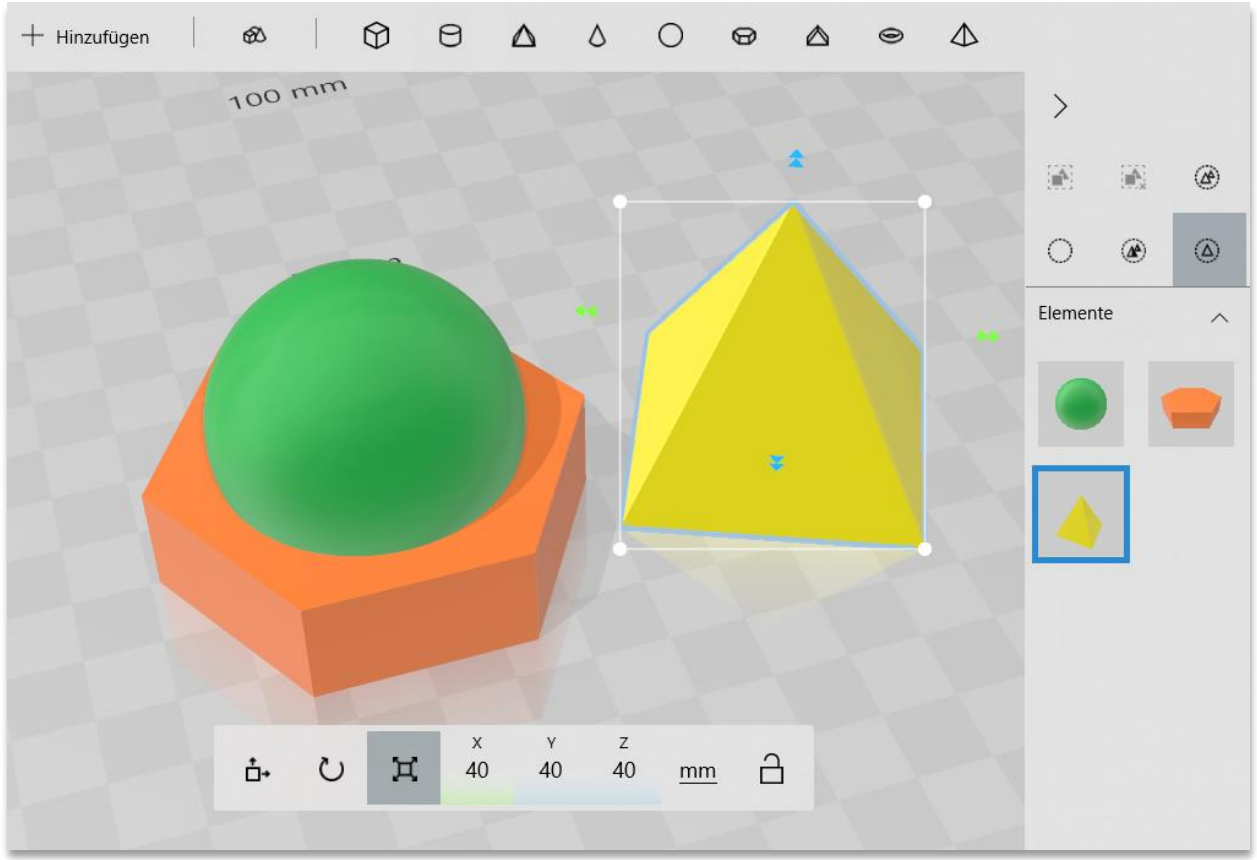


Womit kann man 3D Modelle erstellen oder bearbeiten?

Der nicht vorinstallierte *3D Builder* ist für die Anzeige, Erstellung und Bearbeitung von STL-Dateien mit einfachen Formen und Werkzeugen geeignet: Speichert mehrere Objekte in einer 3MF-Datei.

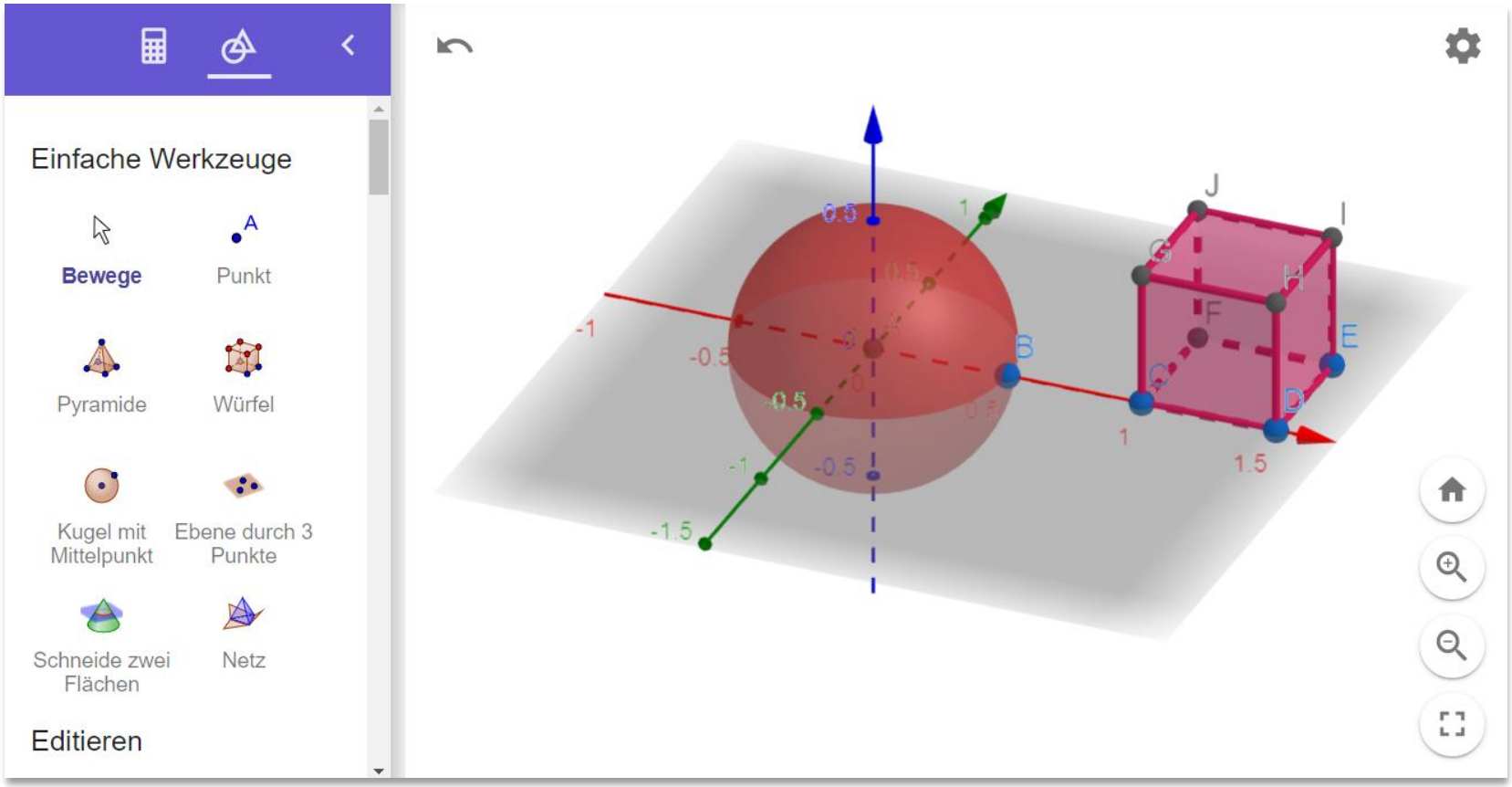


Programme > Windows-Zubehör > 3D Builder



Womit kann man 3D Modelle erstellen oder bearbeiten?

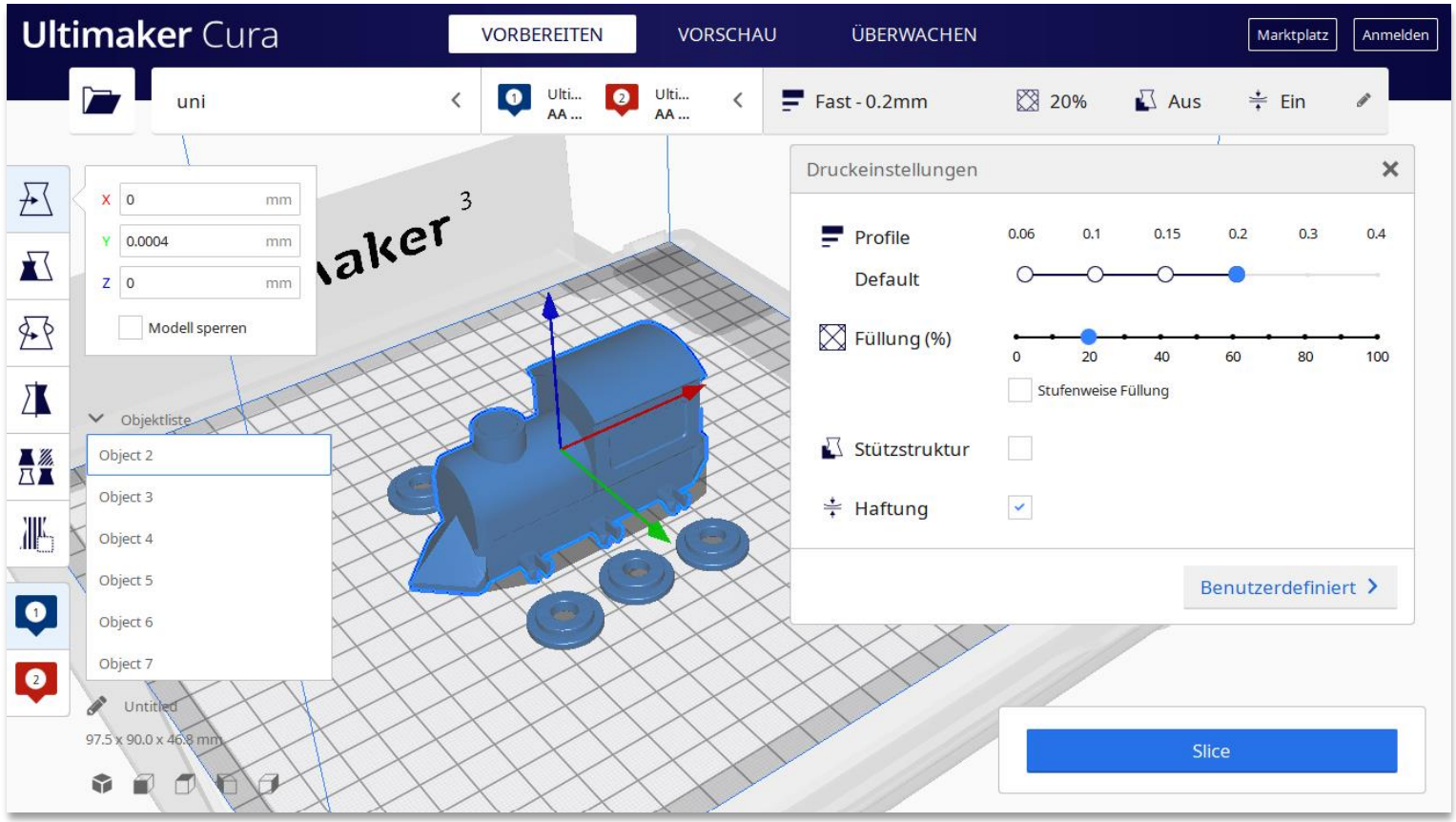
Der *GeoGebra 3D Rechner* ist eine kostenlose Geometriesoftware, die im Browser ausgeführt wird, und mit der mathematische Flächen und Körper modelliert und visualisiert werden können.



Womit kann man 3D Modelle für den Druck vorbereiten?

Ultimaker Cura ist eine kostenlose Slicing-Software, die mit dem meisten 3D Druckern kompatibel ist. Sie teilt 3D Objekte in Schichten auf und generiert einen druckerspezifischen g-code.

Ultimaker Cura



Welche Parameter muss man vor dem Druck einstellen?*

Größe
- Beeinflusst Materialverbrauch und Druckzeit

→ **Ausrichtung**
- Abhängig vom Modell

→ **Position**
- Mittig (automatische Anordnung)

→ **Schichtdicke**
- Beeinflusst Qualität und Druckzeit

→ **Füllung**
- Beeinflusst Gewicht und Stabilität
- Sinnvoll bei horizontalen Flächen

→ **Stützstruktur**
- Beeinflusst Material-verbrauch und Druckzeit
- Sinnvoll bei abstehenden Teilen

→ **Haftung**
- Sinnvoll bei kleiner Kontaktfläche zur Druckplatte

→ **Slicing**
- Voraussichtliche Druckzeit und simuliertes Ergebnis

*sauber eingestellter 3D Drucker vorausgesetzt

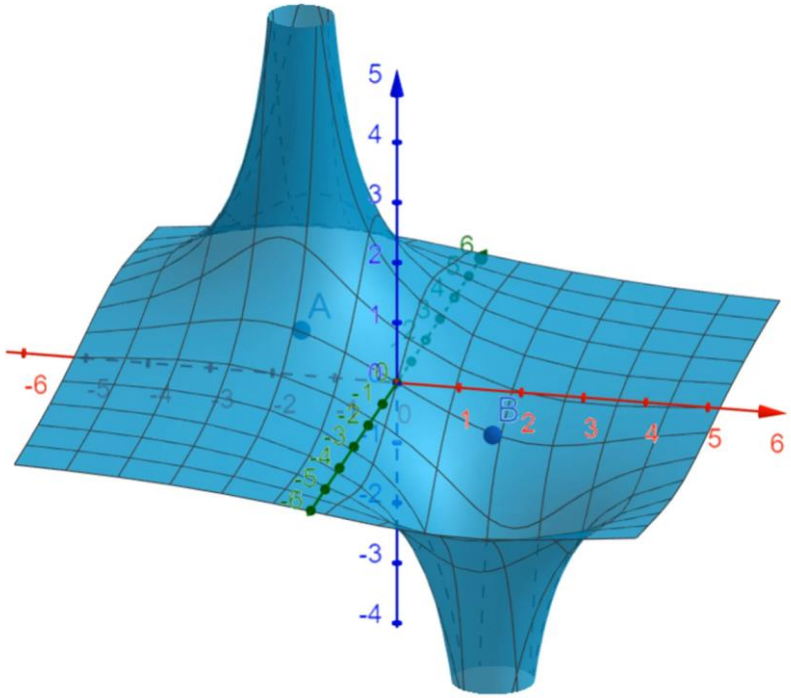
Anleitung und Umsetzung

Zielsetzung

Modellierung und Export mit *GeoGebra*

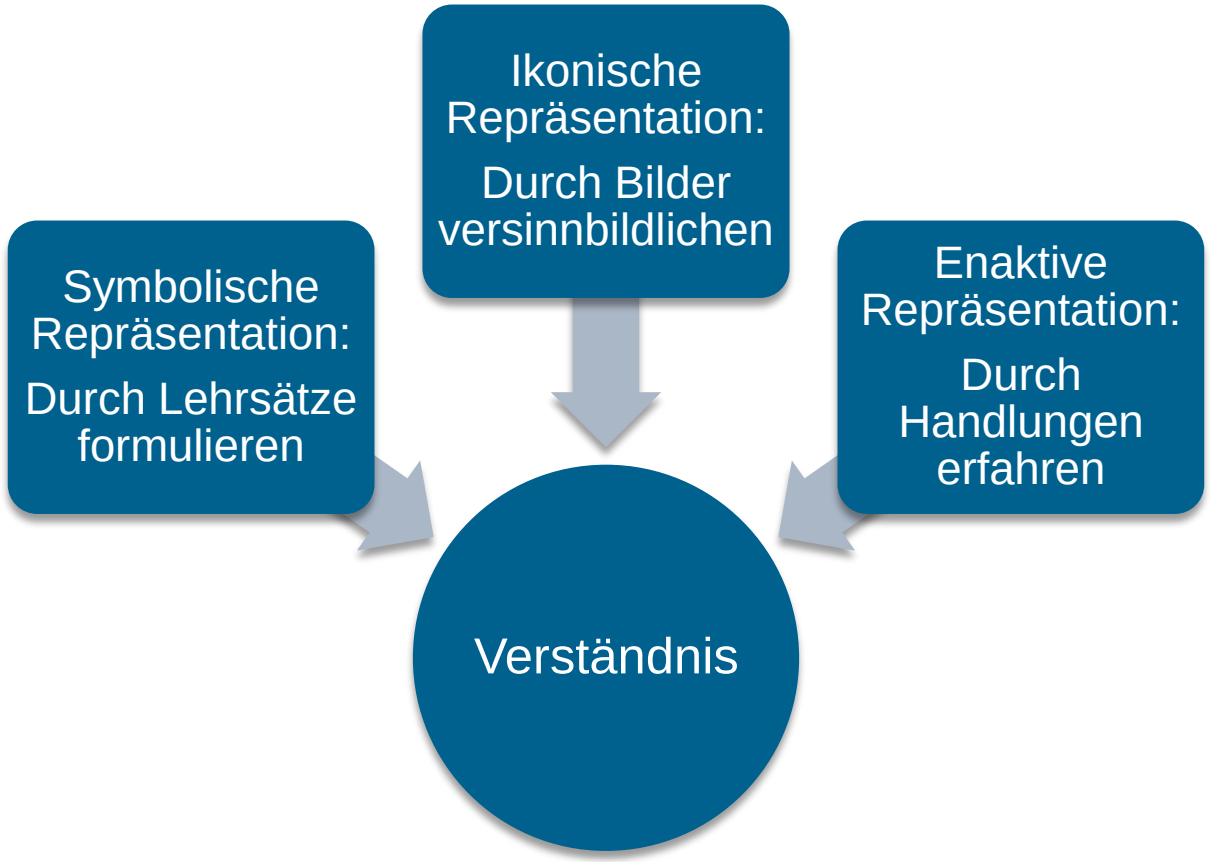
Nachbearbeitung mit dem *3D Builder*

3D Druck mit *Ultimaker Cura*



Zielsetzung

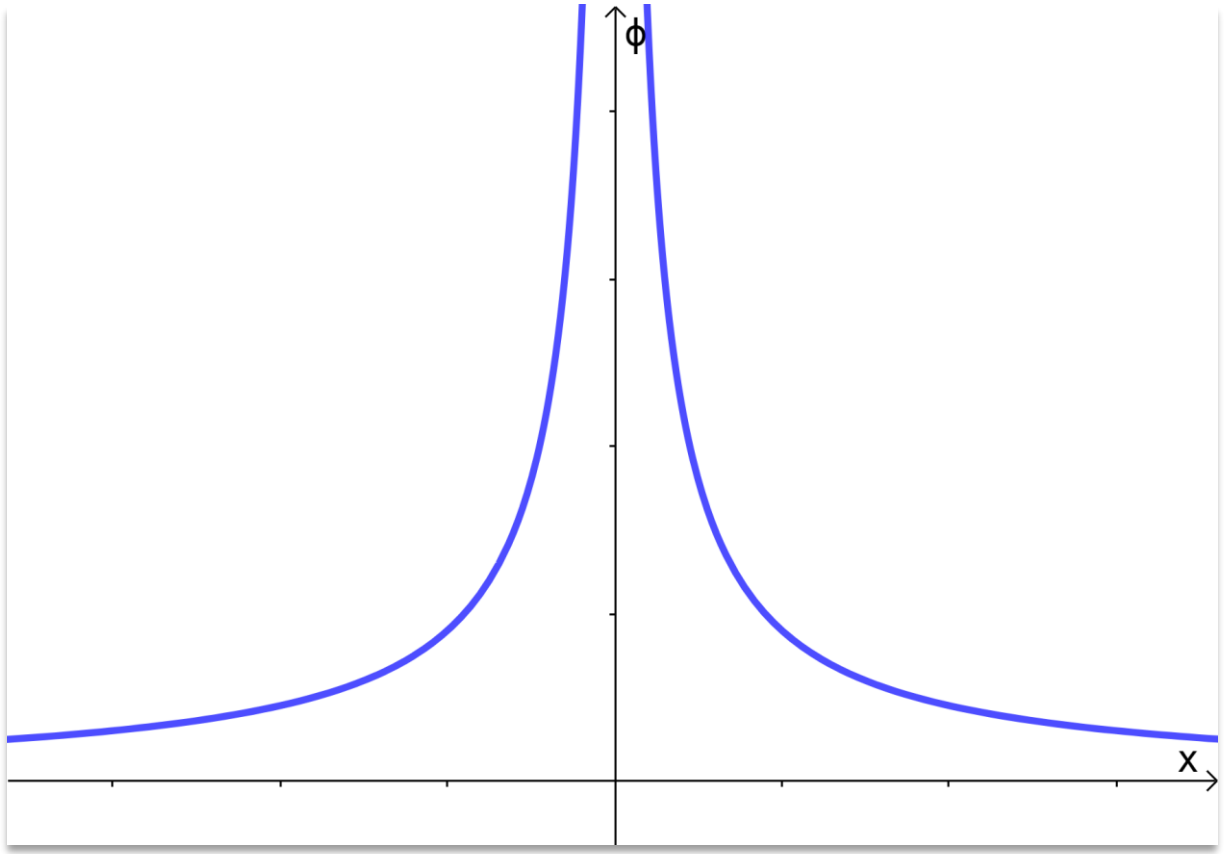
Im konstruktivistischen Sinne entwickeln Lernende mathematische (und physikalische) Begriffe für sich, indem sie mit unterschiedlichen Darstellungsformen umgehen (Bezug zum EIS-Prinzip)



Zielsetzung

Elektrisches Potential (Coulomb-Potential) am Ort x einer Punktladung Q im Ursprung:

$$\phi(x) = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{|x|}$$



Potential am Ort $\vec{r}$ = (x,y) von n Ladungen Q_i am Ort $\vec{r}_i$ in der xy-Ebene:

$$\phi(\vec{r}) = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\sum_{i=1}^{n}\frac{Q_i}{|\vec{r}-\vec{r}_i|}$$

→ Skalare Größe als Höhe z aufgetragen

→ Potentialfläche als 3D-Objekt

Modellierung und Export

Um mit dem *GeoGebra 3D Rechner* zu arbeiten, öffnet man normalerweise im Browser
www.geogebra.org/3d

Für diese Veranstaltung lade ich Sie allerdings in meine *GeoGebra Klasse* ein:

3D-Druck mit GeoGebra am 22.09.2020

Trete der Klasse **www.geogebra.org/classroom** mit dem Code bei

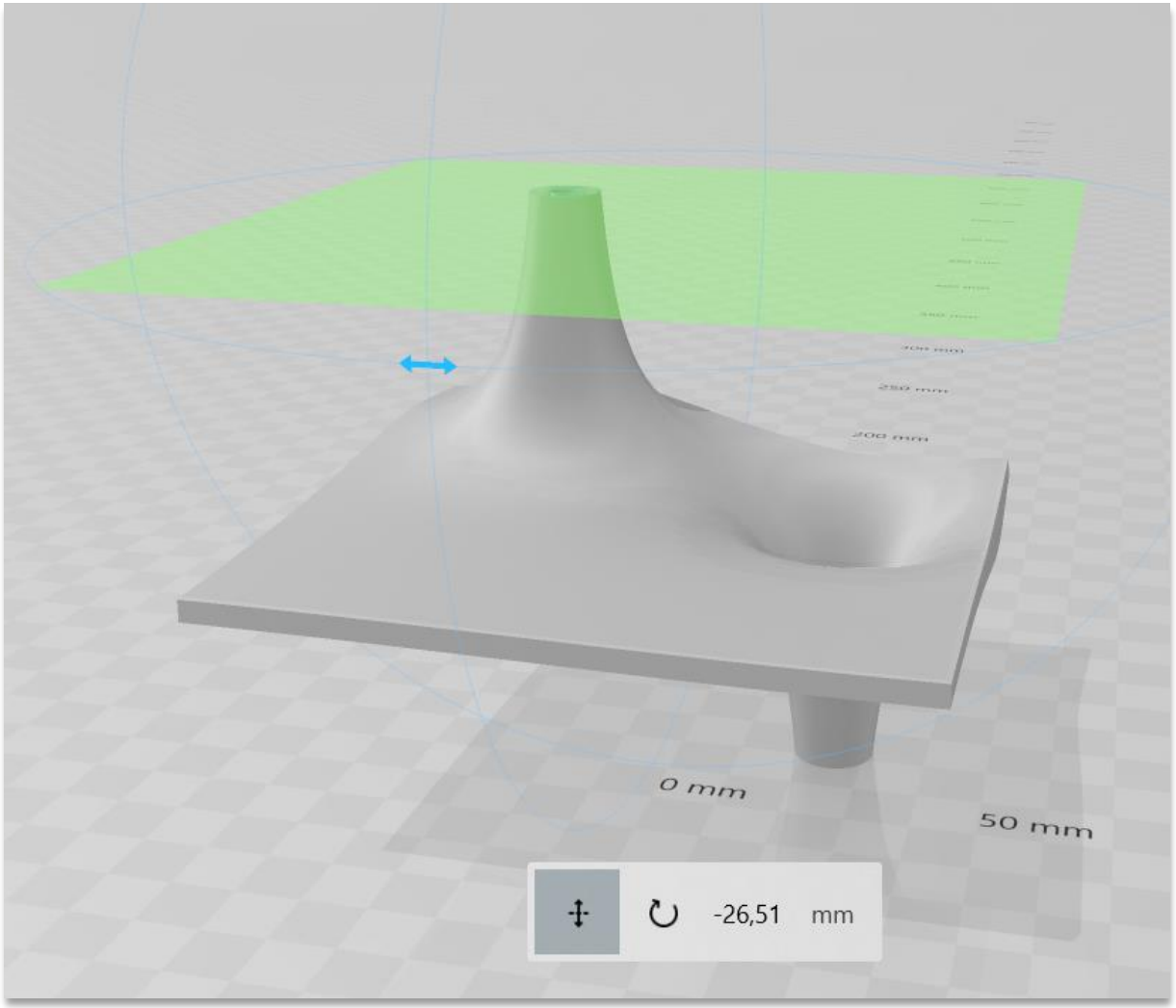
MM8R HQNZ

Nachbearbeitung

- STL-Datei mit dem *3D Builder* öffnen
- *Modell importieren* klicken
- Auf das Reparatursymbol klicken

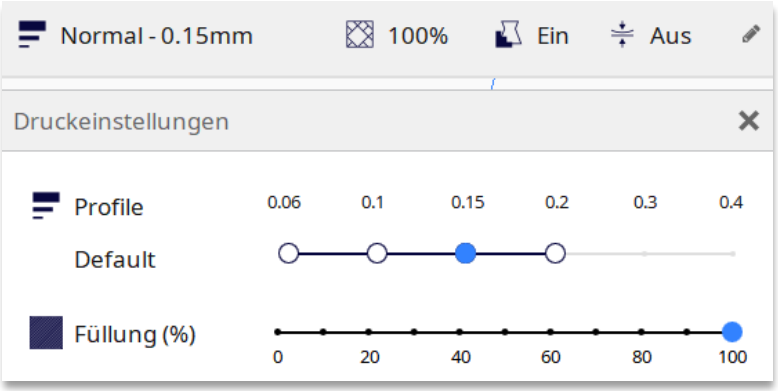
- Potentialfläche auswählen
- In den Tab *Bearbeiten* wechseln
- Werkzeug *Aufteilen* auswählen und auf *Unten beibehalten* klicken
- Grüne Fläche mit der Maus verschieben, sodass der gewünschte Teil der Fläche sichtbar ist
- Auf *Aufteilen* klicken
- Menü des 3D Builders öffnen

- *Speichern untern* und Dateityp STL auswählen
- Modell im gewünschten Ordner speichern
- *3D Builder* schließen

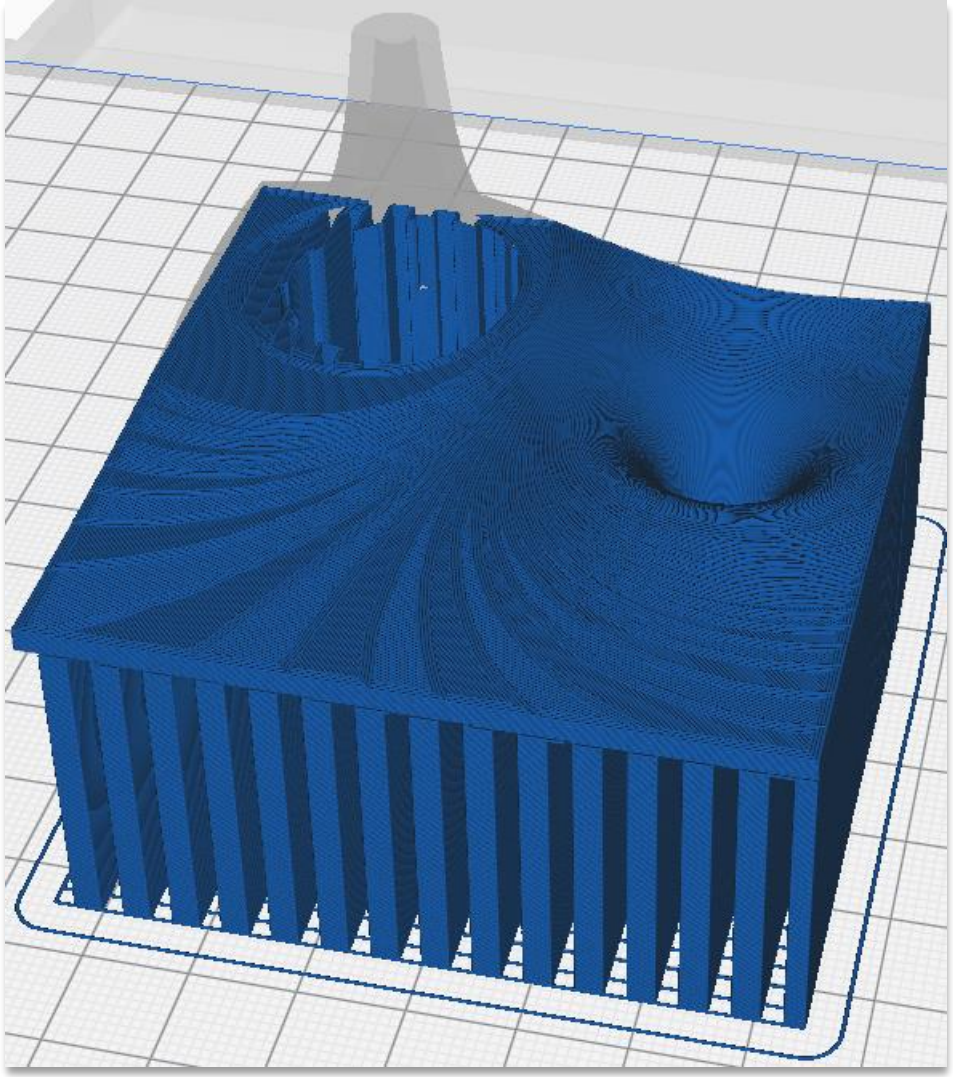


3D Druck

- *Ultimaker Cura* öffnen
- *Datei* und *Datei(en)* öffnen klicken
- Ordner und gewünschte STL-Datei auswählen und öffnen
- Potentialfläche auswählen
- Größe anpassen
- Schichtdicke einstellen
- *Füllung* einstellen
- *Stützstruktur* hinzufügen
- *Haftung* abwählen

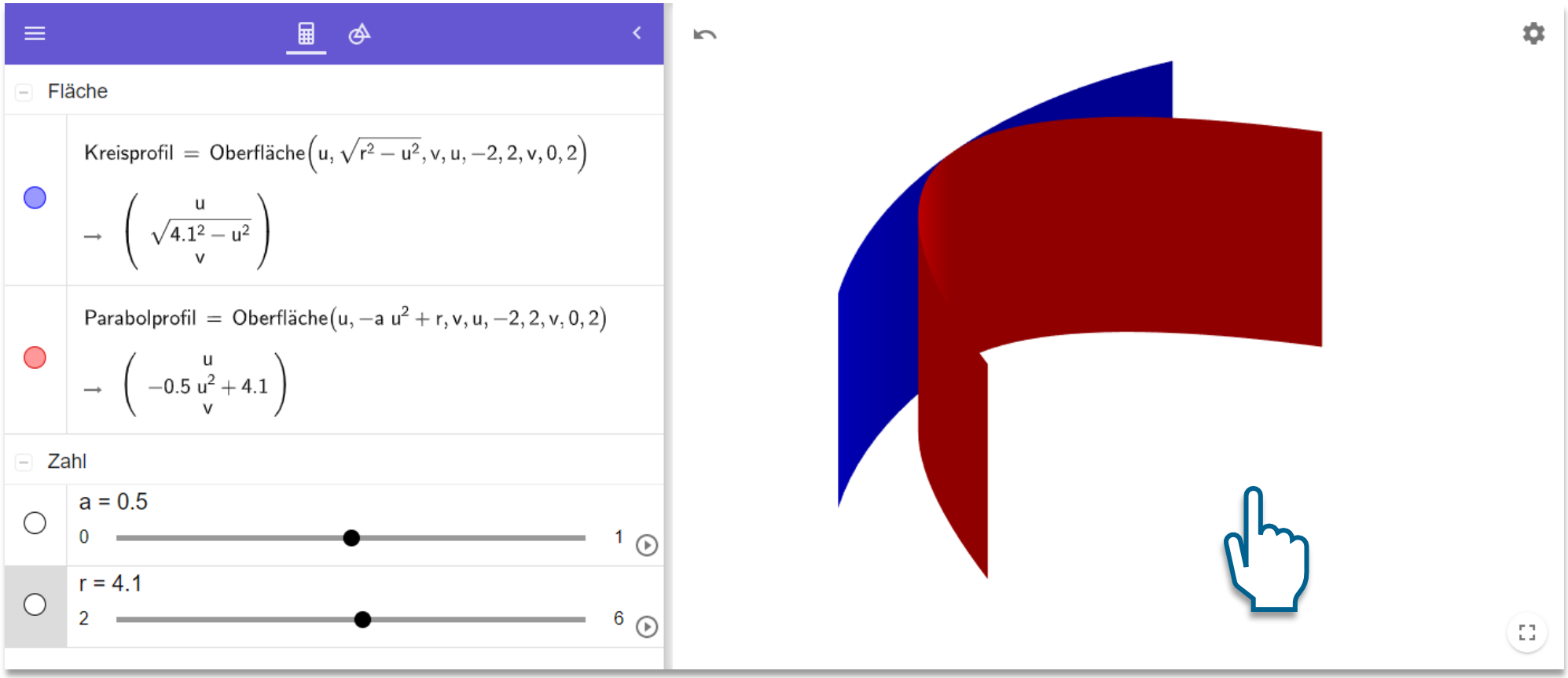


- *Slice* drücken und Verarbeitung abwarten
- In den Tab *Vorschau* wechseln
- Sichtbare Schichten über den vertikalen Schieberegler ändern
- Bewegung des Druckkopfes über den horizontalen Schieberegler simulieren
- Zuvor eingestellte Parameter variieren und erneut *Slice* drücken
- Druckzeiten und simulierte Ergebnisse vergleichen
- *Speichern in Datei* erzeugt eine Datei für den Drucker



Hohlspiegel

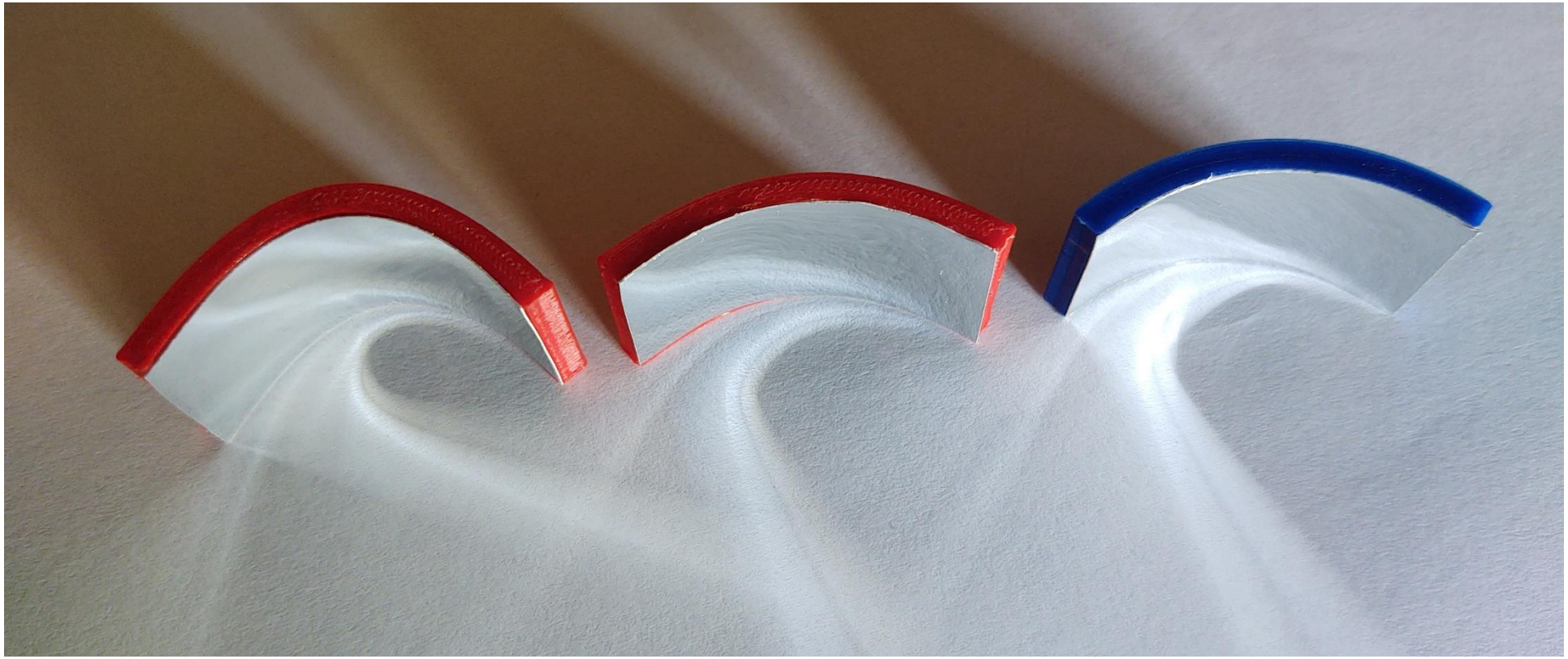
Mit GeoGebra werden verschiedene Flächen für Hohlspiegel modelliert, …
→ Kreisprofil und Parabolprofil



Hohlspiegel

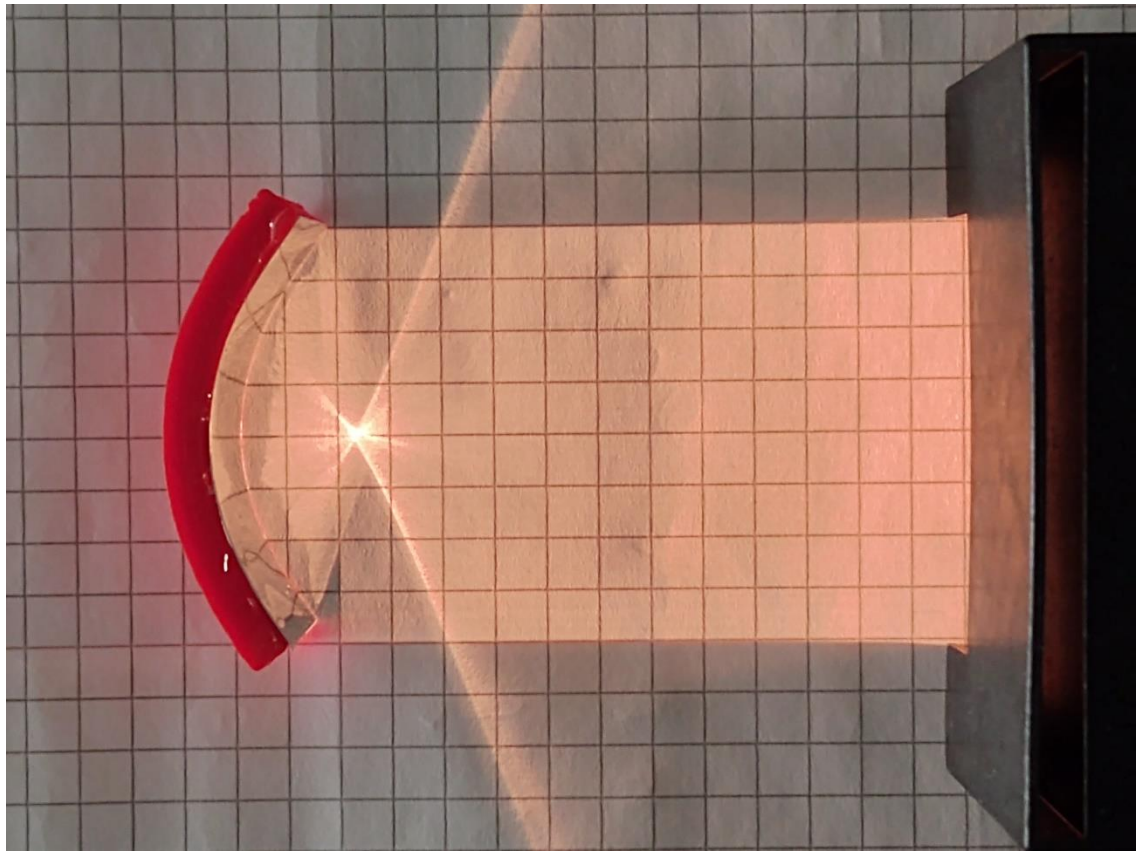
… gedruckt und mit Spiegelfolie beklebt.

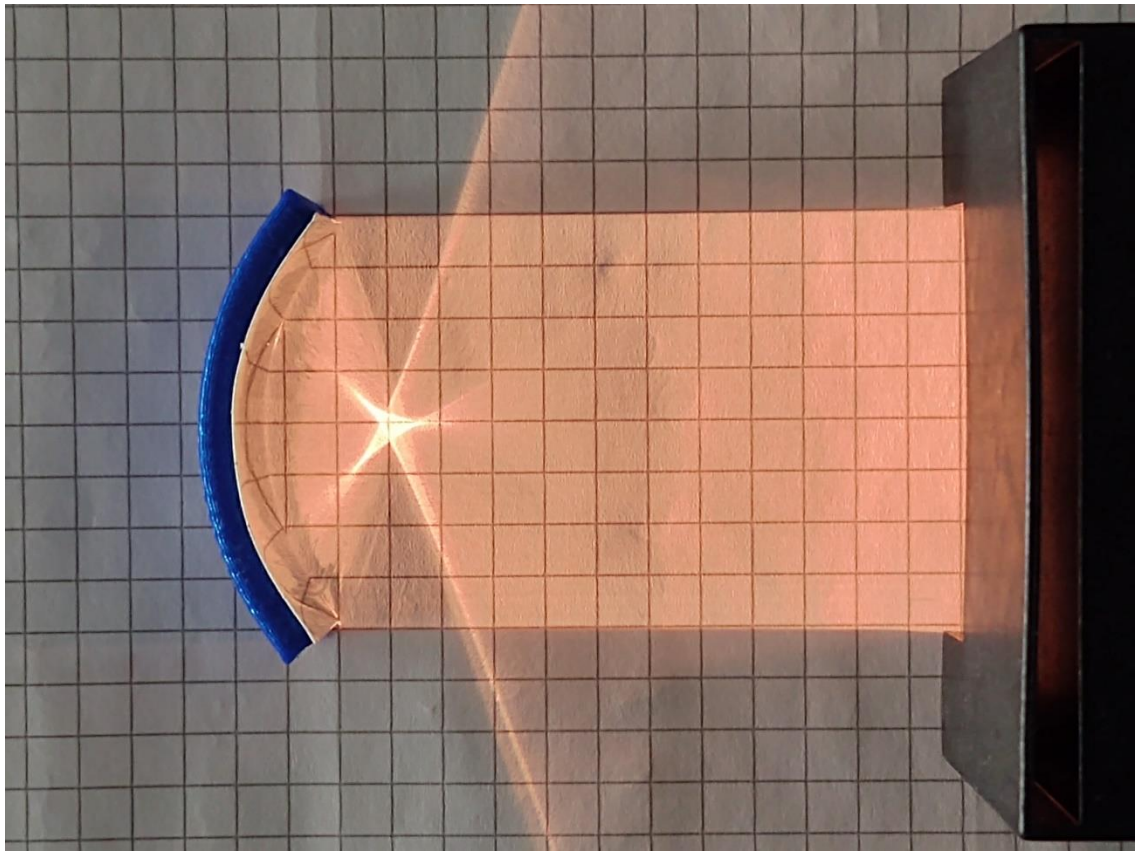
→ Kreisprofil und Parabolprofil



Hohlspiegel

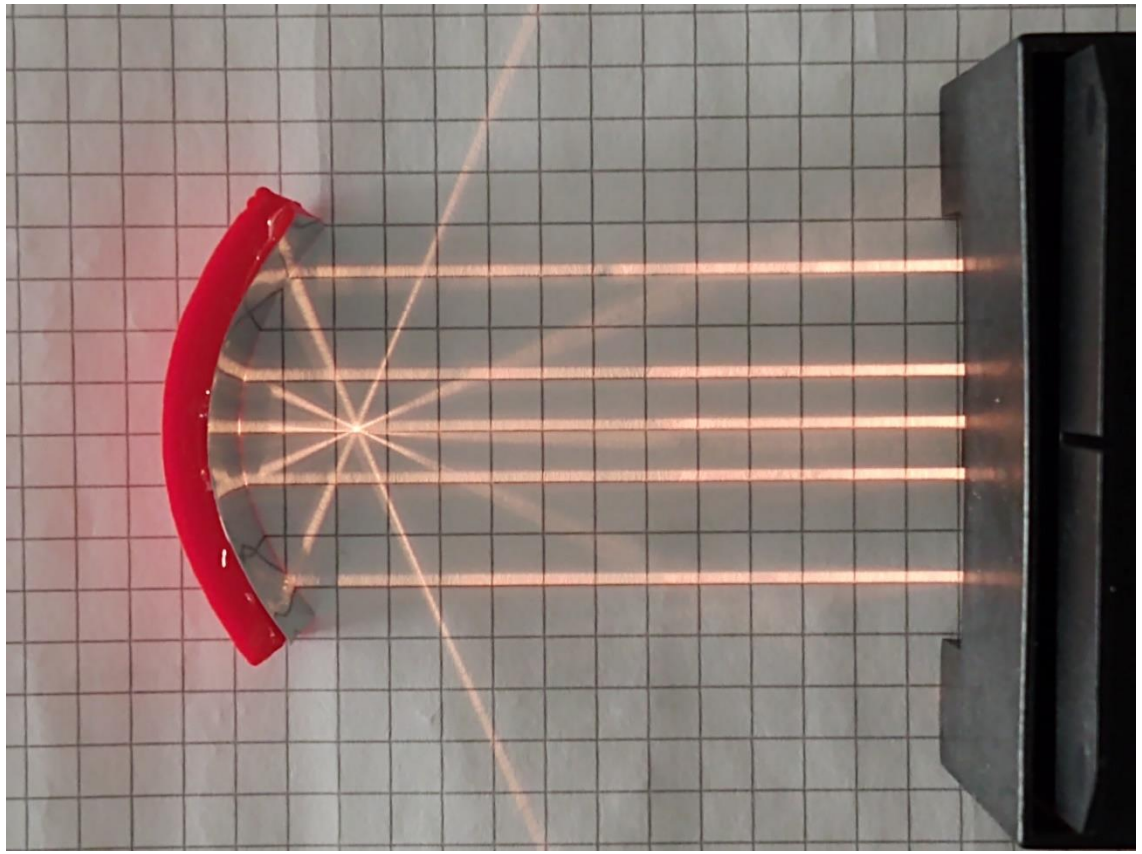
Obwohl die Formen bei bestimmten Parametern sehr ähnlich sind, unterscheiden sich die optischen Eigenschaften.

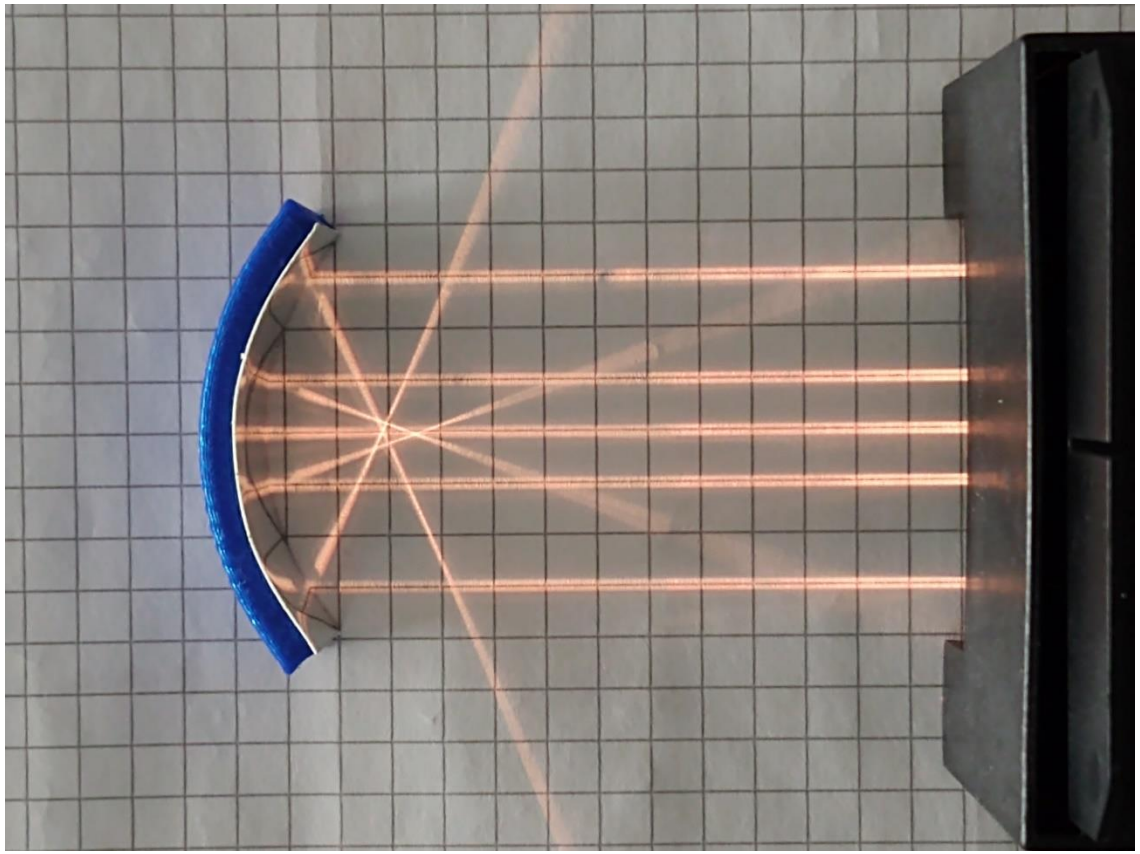




Hohlspiegel

Obwohl die Formen bei bestimmten Parametern sehr ähnlich sind, unterscheiden sich die optischen Eigenschaften.





Vielen Dank für Ihr Interesse!

Kontakt

teichrew@physik.uni-frankfurt.de

albert-teichrew.de

researchgate.net/profile/Albert_Teichrew

@teichrew