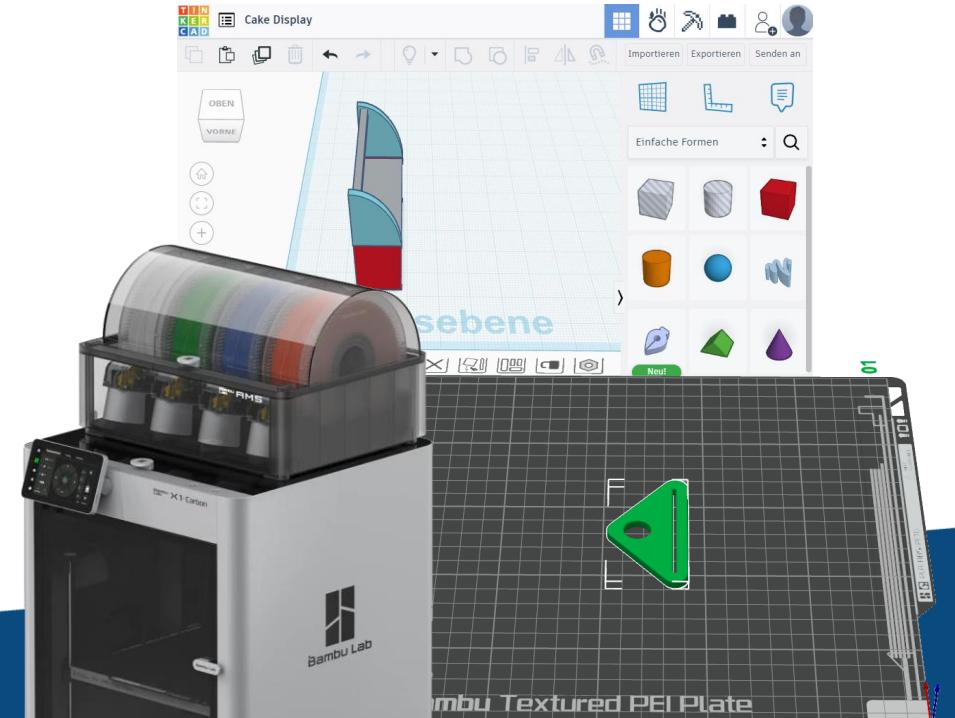


DIY 3D-DRUCK-WORKSHOP

Ein kleiner Einstieg in die Themen
CAD und 3D-Druck



Thomas Klotz – Gründernetzwerk SAXEED

Tobias Bräuer – Universitätsbibliothek „Georgius Agricola“ Freiberg

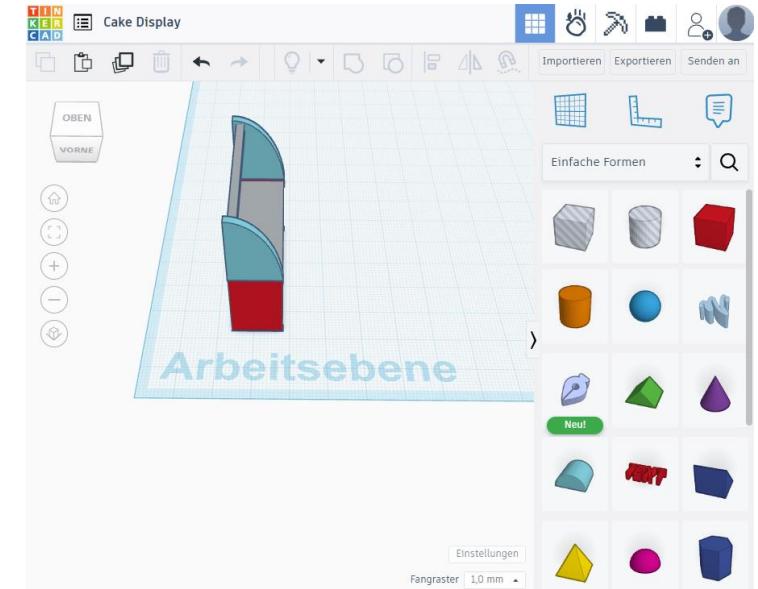
URARMDUR

Inhaltsübersicht – Teil 1: 3D-Modellierung in TinkerCAD

- *Allgemeine Sicherheits- und Nutzungshinweise*
- TinkerCAD - Aufbau der Nutzeroberfläche
 - Anmeldung & Dashboard
 - Perspektivauswahl, Zoomen, ...
- TinkerCAD - Grundlegende Befehle
 - Einfache Geometrien
 - Quader, Zylinder, Kegel, ...
 - Rotation / Skalierung / Translation
 - Extrudieren
 - Import von SVGs bzw. anderen 3D-Modellen
 - Bohrung vs. Festkörper
 - CSG
- Laden / Speichern (Export) des 3D-Modells

} Ein wenig Theorie...

... aber vor allem Praxis!



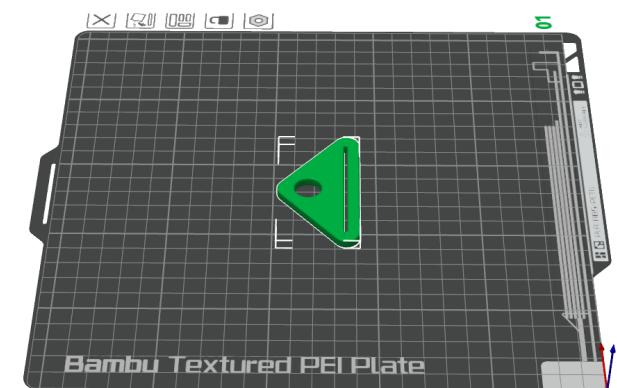
Inhaltsübersicht – Teil 2: Nutzung des 3D-Druckers

- Drucker und Druckmaterialien
 - Einstellungen am Gerät
 - Druckmaterial PLA, PLA-Rollen
- Steuerungsprogramm „BambuStudio“
 - Einstellungsparameter für den 3D-Druck
 - Modell-Import
- Der eigentliche Druckvorgang
 - Gebrauchsmaterialien
 - Vor-/Nachbereitung
- Testdruck



Ein wenig
Theorie...

... aber vor
allem Praxis!



Ziele der Veranstaltung

Dieser Kurs ist als Schnupperkurs angelegt. Vor allem soll heute der erste Grundstein für künftige persönliche CAD- und 3D-Druck-Projekte gelegt werden.

Allerdings: Gewisse Erfahrungswerte können nur „*hands-on*“ richtig begriffen werden.

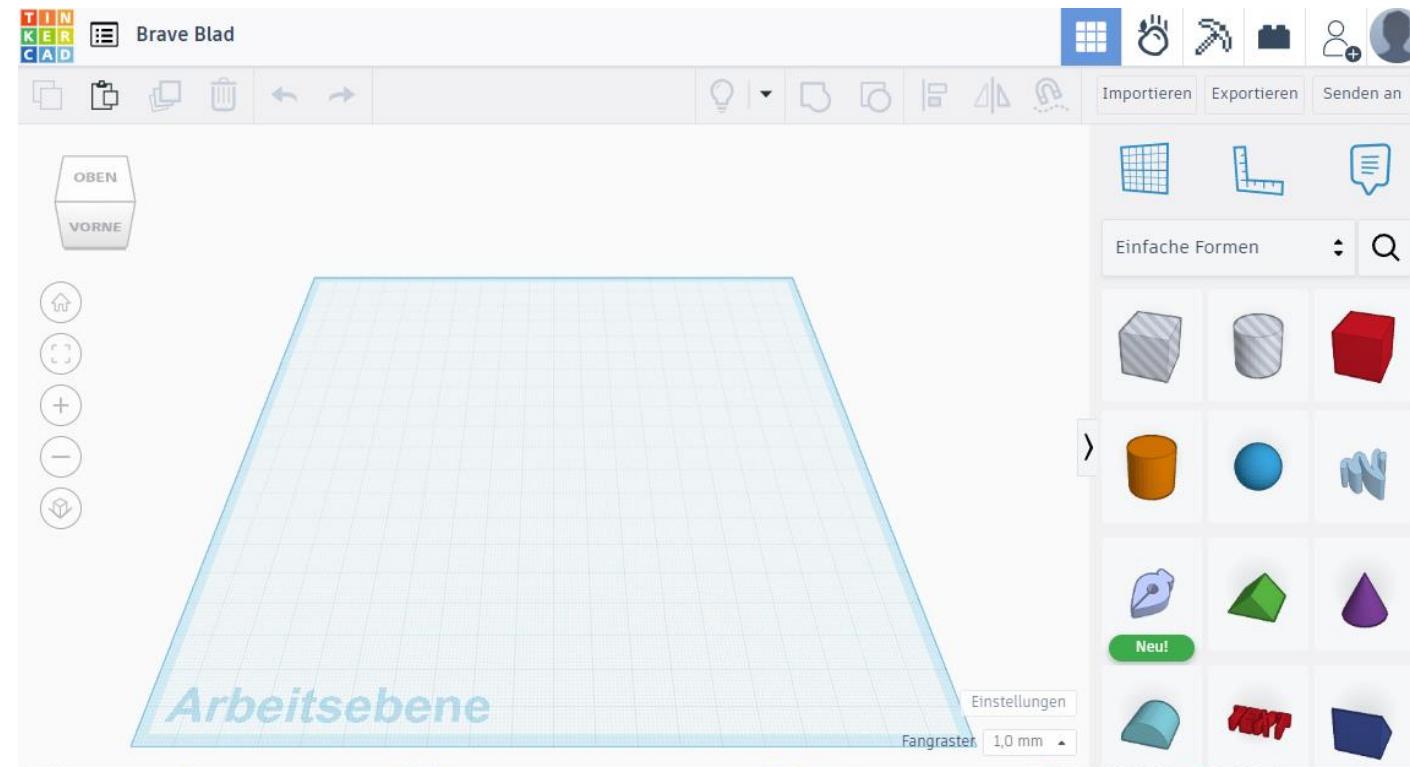
- Den praktischen Umgang mit einer 3D-CAD-Modellierungssoftware (TinkerCAD) habe ich heute aktiv kennenlernen können
- Mit den gegebenen Materialien und erlernten Techniken kann ich von Anfang bis Ende ein eigenes Modell entwerfen und erfolgreich drucken
- Ich verstehe, welche Einstellungen ich am 3D-Drucker bzw. im Steuerungsprogramm vornehmen kann, um ein eigenes Modell optimal drucken zu können
- Die Begriffe 3D-Modell, Filament, Stütze, Druckplatte (Plate), Hotbed, kann ich zuordnen und bei Unklarheiten/Problemen entsprechend recherchieren
- Einfache Fehler kann ich erkennen und selbst beheben – bei Problemen oder technischen Defekten gebe ich dem Administrator Bescheid

ALLGEMEINE SICHERHEITS- UND NUTZUNGSHINWEISE

Hinweise

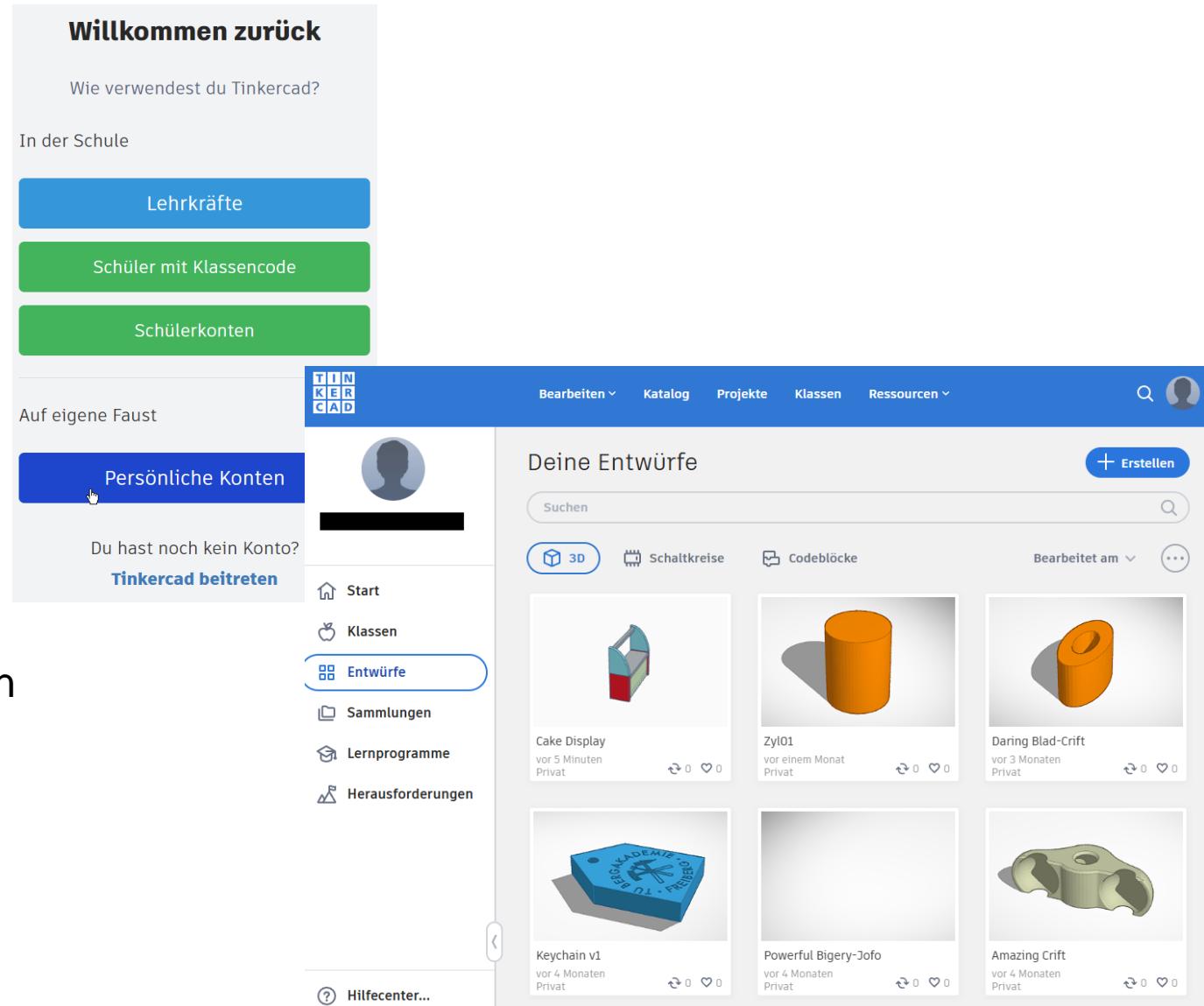
- **Es gelten die Hausordnung der TUBAF sowie die Nutzungsordnung der Universitätsbibliothek Freiberg!**
- 3D-Drucker als Technisches Gerät
 - Nur nach vorheriger Einweisung zu bedienen
 - Kann versagen/Fehler auswerfen
 - Defekte/Problem bitte immer melden – wir danken
- Sicherheit:
 - Laufende Prozesse am Gerät nicht stören
 - Hotbed, Arbeitsplatte, Druckkopf und gedrucktes Filament ist während des Drucks immer als heiß anzunehmen
 - **Temperatur am Druckkopf: 220°C**
 - **Temperatur Hotbed/Arbeitsplatte: 40-60°C**
- Nutzung:
 - „Fair Use“

TEIL1: EINE SUPERKURZ-EINFÜHRUNG IN CAD MIT TinkerCAD



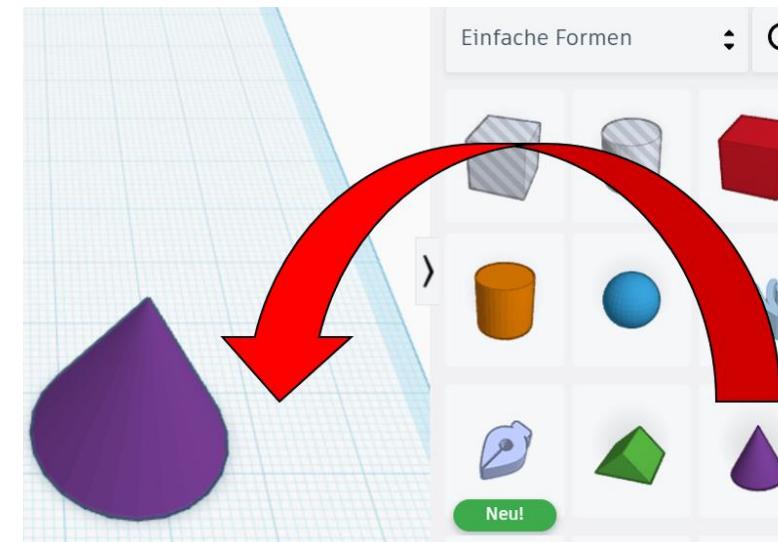
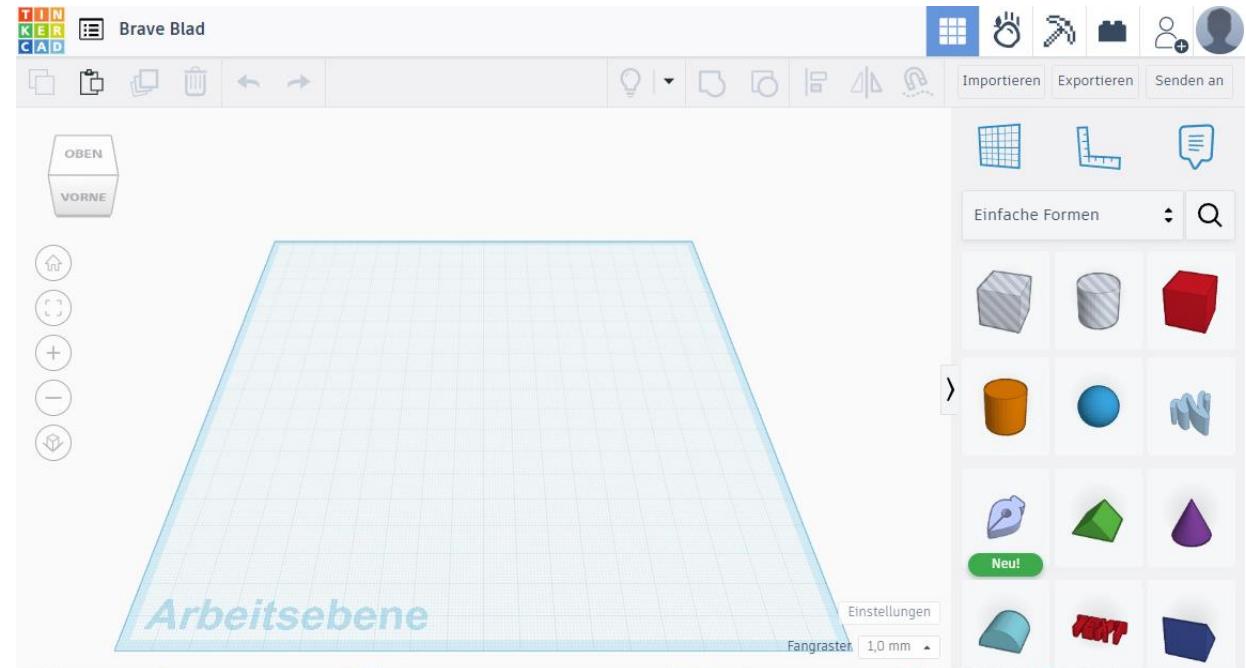
TinkerCAD

- **Onlinetool**
- Bereitgestellt von Autodesk, kostenfrei
- Anmeldung via
<https://www.tinkercad.com/login>
 - Weiterleitung zum Dashboard →
 - Dashboard: Beinhaltet alle bereits angefangenen Entwürfe (gespeichert in der Cloud von TinkerCAD)
- TinkerCAD bietet eine Reihe an Tutorials an
- Zur Vertiefung:
<https://www.tinkercad.com/learn> (Englisch)



TinkerCAD – Das Interface

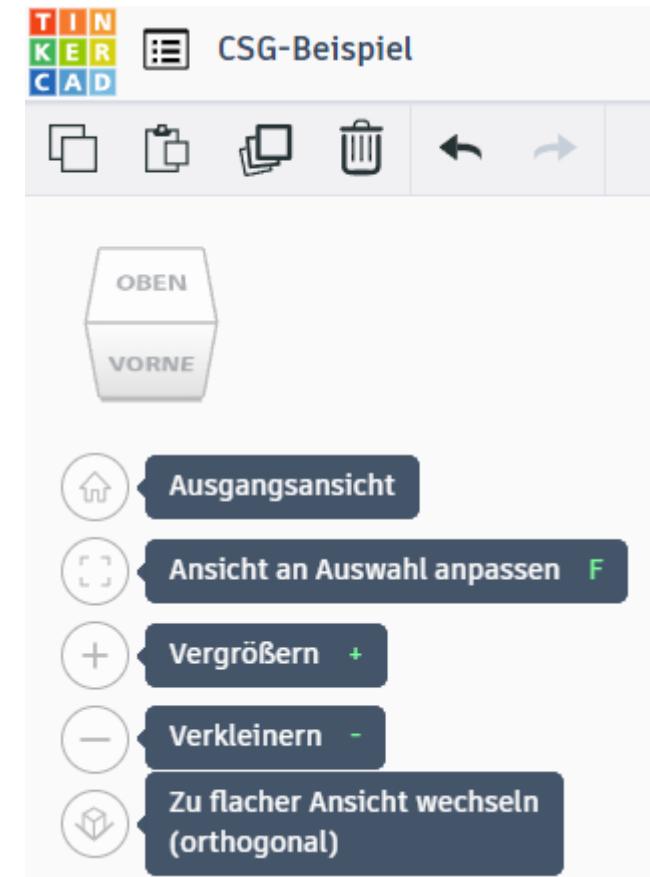
- Im Dashboard auf **+ Erstellen** klicken und **3D-Entwurf** auswählen
- Es öffnet sich eine leere Arbeitsfläche mit zufällig generiertem Arbeitstitel
 - (hier „Brave Blad“) →
 - Name kann mit einem Klick nach Belieben geändert werden, z.B. in „My first CAD project“
- **Aufgabe:** Ziehen Sie ein beliebiges Objekt aus der „Einfache Formen“-Auswahl in die Arbeitsebene
 - Via Drag & Drop oder einfachem Klick
 - z.B. einen Kegel →



TinkerCAD – Das Interface

Ändern der Perspektive

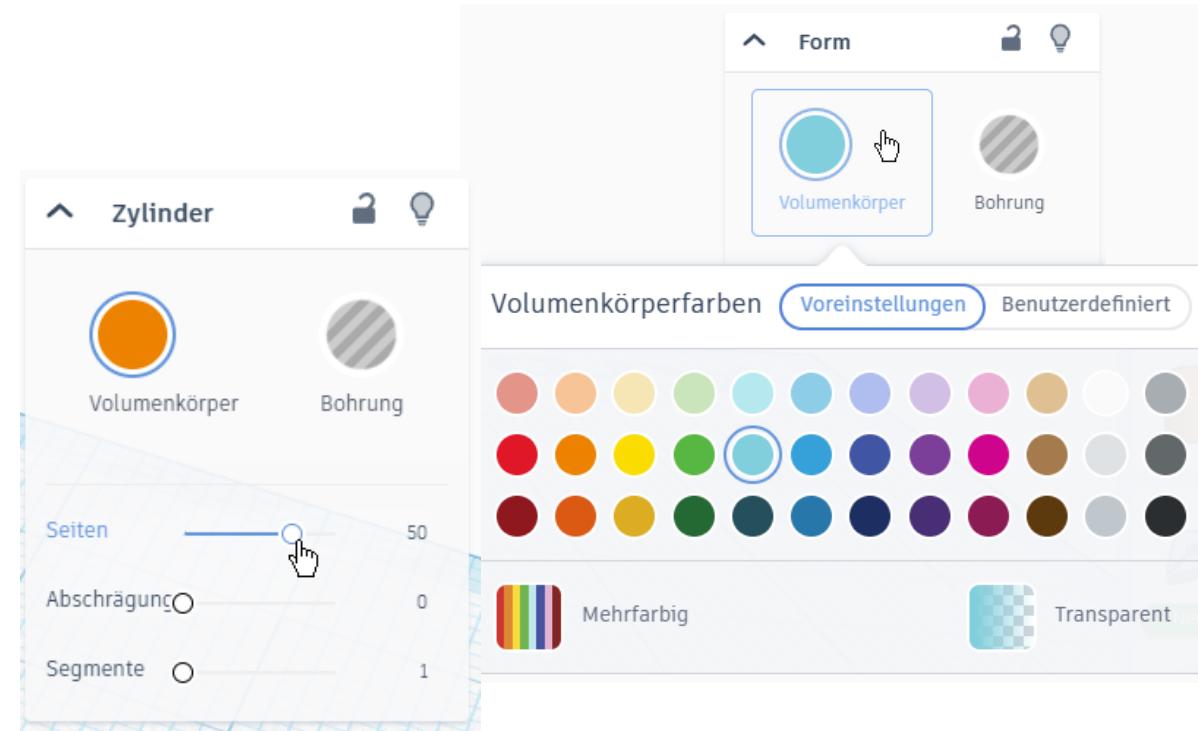
- Steuerung mit der Maus:
 - Mittlere Maustaste (Mausrad gedrückt halten) = Kamera bewegen
 - Rechte Maustaste = Kamera drehen
- Wenn Objekt ausgewählt ist:
 - *Translation (Bewegung in x-,y- oder z-Richtung)*
 - Linke Maustaste = Bewegung des Objekts
 - Pfeiltasten auf der Tastatur: Bewegung des Objekts in x-y-Richtung gemäß des „Fangrasters“
 - Voreinstellung: 1,0 mm



TinkerCAD – Das Interface

Ändern der Objekteigenschaften

- Farbe (für bessere Übersichtlichkeit; hat keinen Einfluss auf den 3D-Druck ☺)
- Dimension (Länge, Breite, Höhe; ggf. Radius)
 - Anklicken der kleinen schwarzen Quadrate
- Rotation (schwarze gekrümmte Doppelpfeile)
 - Gedrückte Shift-Taste: Drehung mit 45°-Schritten



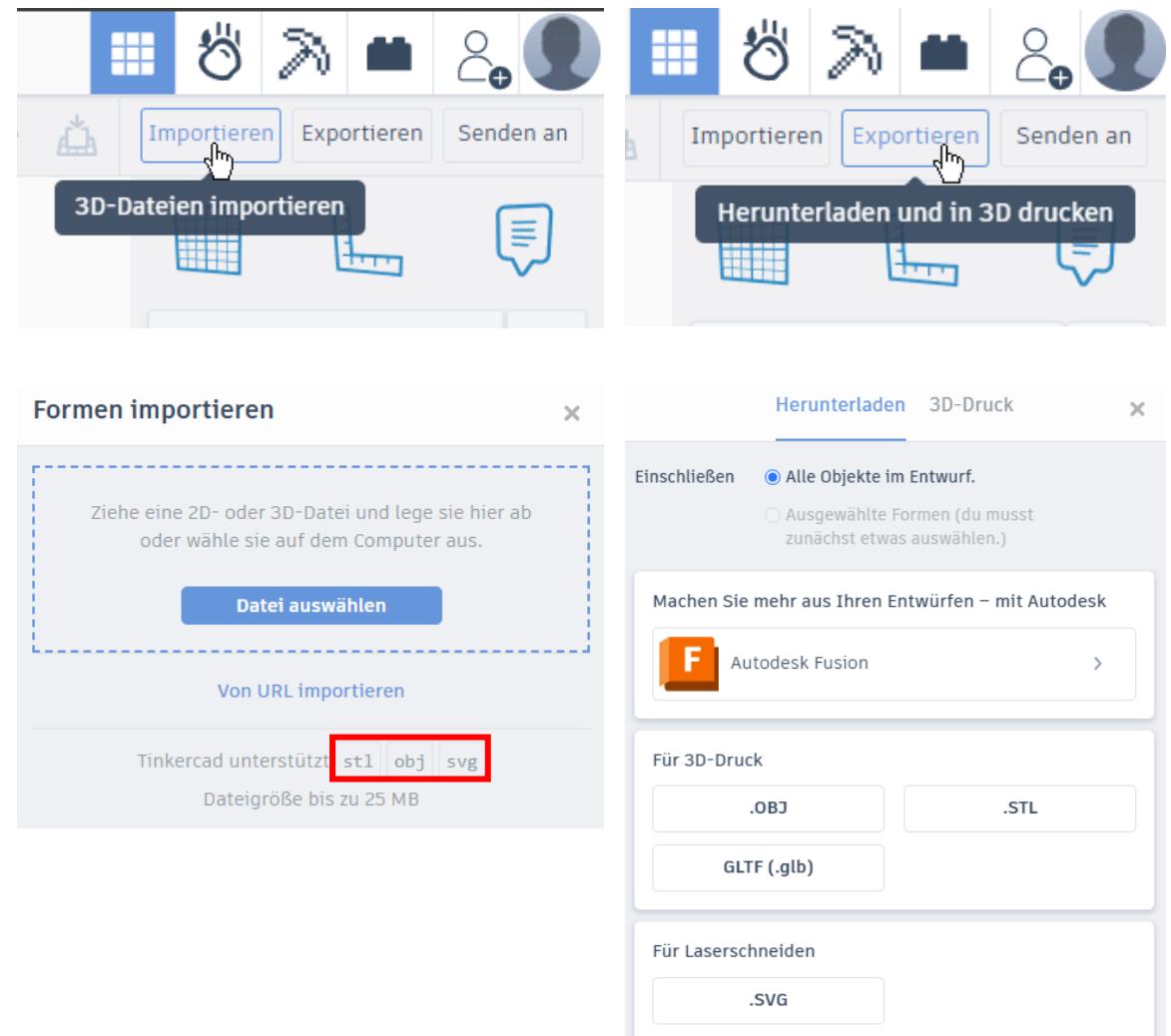
Import und Export von 3D-Modellen

Import

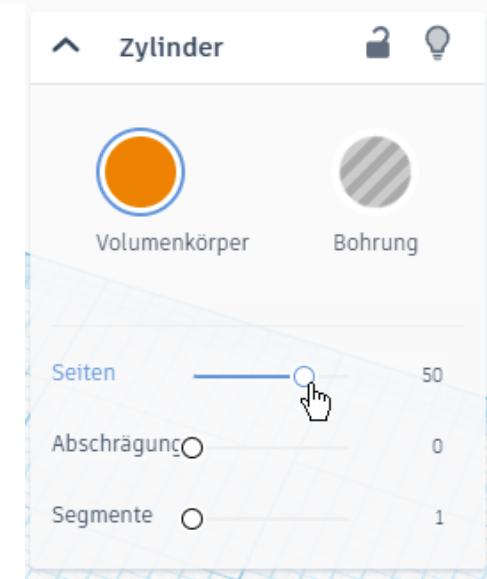
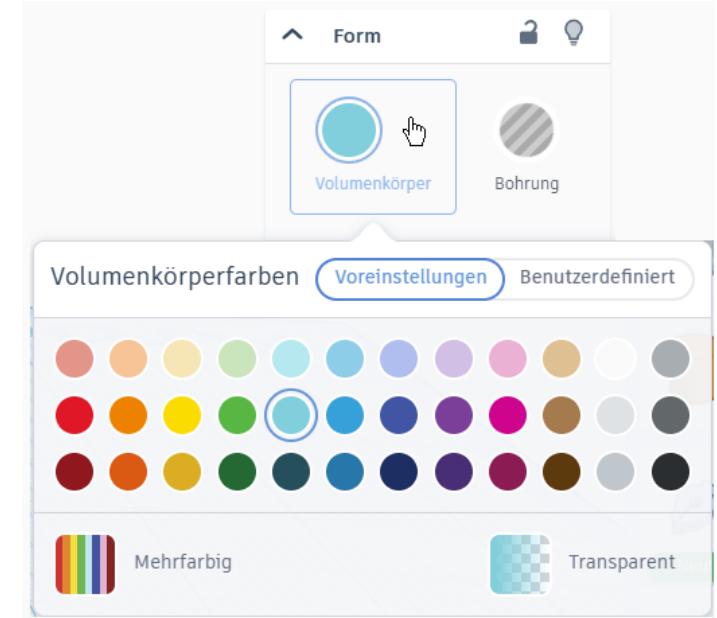
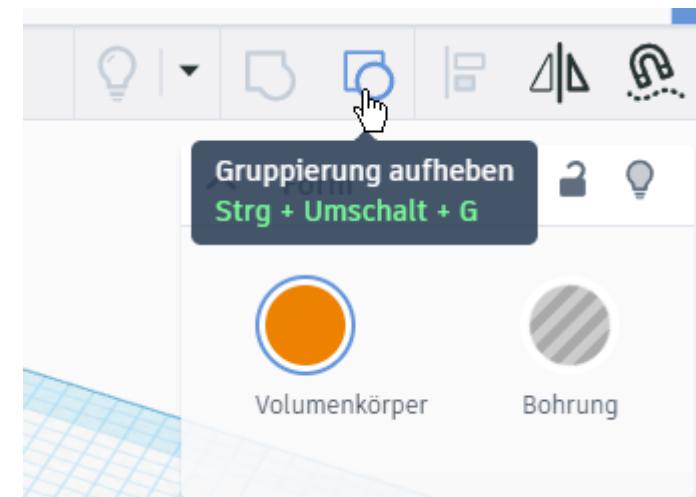
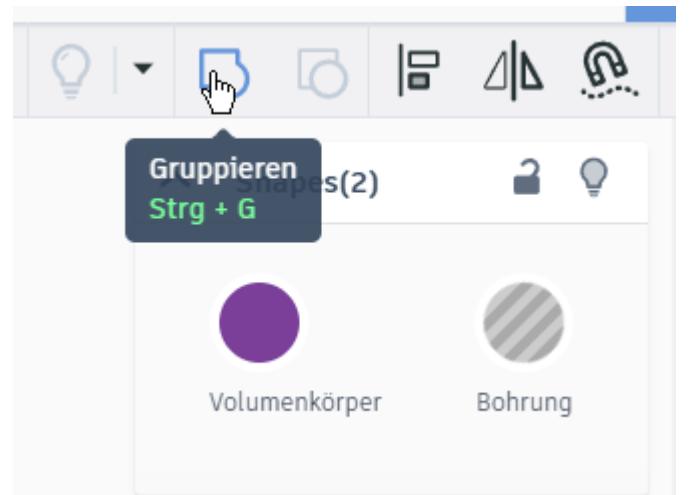
- Drag-&-Drop eigener Modelle möglich
- Import von SVG-Dateien für z.B. Extrusionen
- falls eigenes 3D-Modell nicht als unterstütztes Format vorliegt:
 - Überprüfen, ob eigene Programme ggf. eine Exportmöglichkeit zu .stl, .obj haben
 - Transfer mit Hilfe von Online-Tools oder z.B. MeshLab
 - *Wird hier nicht weiter vertieft*

Export

- Speichern des erzeugten Modells
 - Gesamte „Baugruppe“ oder nur Einzelteile
- Hier: .stl-Format für Weiterverarbeitung ideal



TinkerCAD – Relevante Befehle

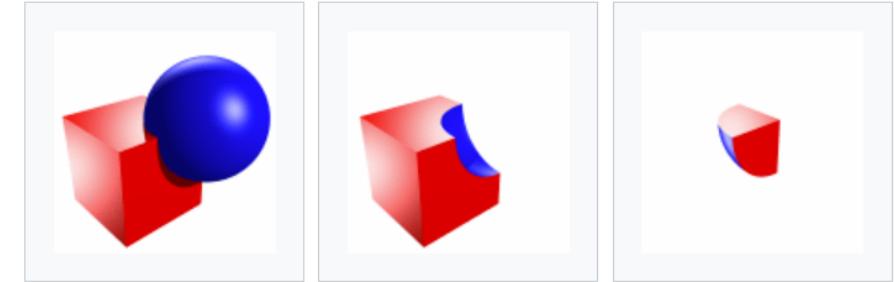


Crashkurs CSG – Constructive Solid Geometry

Häufig genutzte Technik zur Modellierung in der 3D-Computergrafik sowie in CAD-Programmen

Darstellung diverser Körper als Primitiven

- Kugeln, Quader, Zylinder, Prismen ...



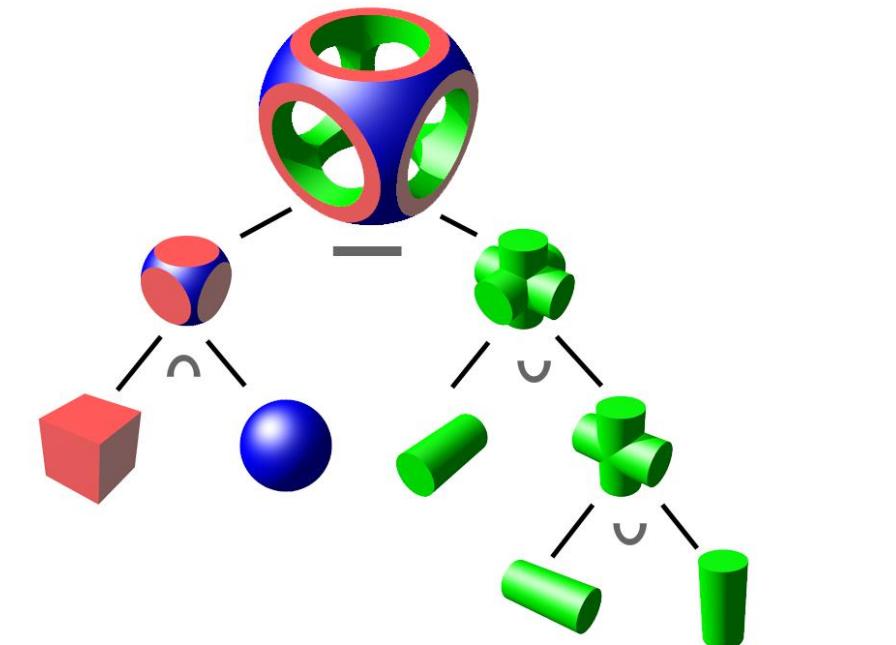
Vereinigung: Zwei Objekte werden zu einem verschmolzen.

Differenz: Teile des zweiten Objekts werden aus dem ersten herausgeschnitten.
Subtraktion (Würfel –

Schnitt: Der Teil, den beide Objekte gemeinsam haben.

Es gibt drei relevante Operationen:

- Vereinigung (Union) $A \cup B$
- Schnitt (Intersection)* $A \cap B$
- Differenz („A ohne B“) $A \setminus B = A \cap \overline{B}$
 - Entspricht meist einer Bohrung



*Problem: Viele CAD-Programme bieten keine explizite Schnitt-Operation an → Nutzung mengenalgebraischer Äquivalenzen

$$A \cap B \equiv A \setminus (A \setminus B)$$

TEIL 2: 3D-DRUCK DES MODELLS MIT DEM „BambuLab X1 Carbon“



Ein paar Definitionen zum Anfang

3D-Druck gehört zur „Additiven Fertigung“

- Steht im Gegensatz zur „Subtraktiven Fertigung“
 - **Zerspanen**: Drehen, Bohren, Fräsen, Schleifen (siehe u.a. DIN 8589)
 - Pendant zum 3D-Drucker in der Zerspanungswelt: CNC-Maschine bzw. CNC-Fräse →
- *Additiv* := Material wird während des Fertigungsprozesses auf Objekt hinzugefügt
- *Subtraktiv* := Material wird während des Fertigungsprozesses vom Werkstück entfernt (zerspant)
 - Residuen werden Späne genannt
- *CNC* := *Computerized Numerical Control*, zu Deutsch „rechnergestützte numerische Steuerung“
 - sogenannter **G-Code** dient als Anweisung für den Werkzeugkopf der Fräse bzw. den Druckkopf des 3D-Druckers →
 - Wird von oben nach unten schrittweise ausgeführt

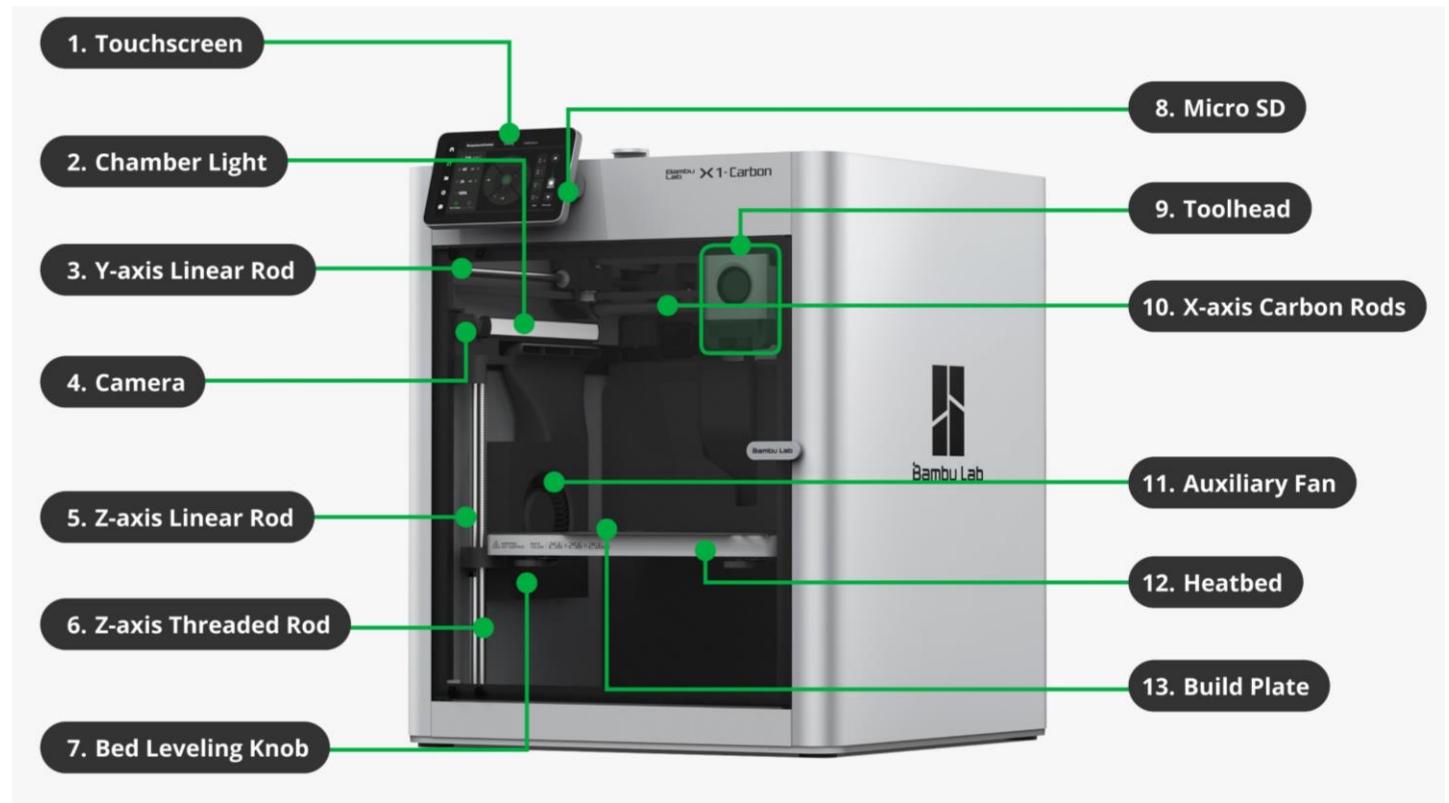


<https://www.cnc-step.de/3d-fraesen/>

```
1196 G1 E-.04 F1800
1197 M204 S6000
1198 G1 X100.853 Y84.404 Z.6 F30000
1199 G1 X100.781 Y80.306 Z.6
1200 G1 Z.2
1201 G1 E.8 F1800
1202 ; FEATURE: Bottom surface
1203 ; LINE_WIDTH: 0.5059
1204 G1 F6300
1205 M204 S500
```

BambuLab X1 Carbon

- Effektives Printvolumen: 256 x 256 x 256 mm
 - 16777 cm³ bzw. ca. 16,7 Liter
- AMS - Nutzung von bis zu 4 versch. Filamentrollen
 - AMS = „Automatisches Materialsystem“
 - Mehrfarbiges Drucken möglich
- Für mehr technische Details (englisch):
<https://3dprintbeginner.com/bambu-lab-x1-carbon-review/>



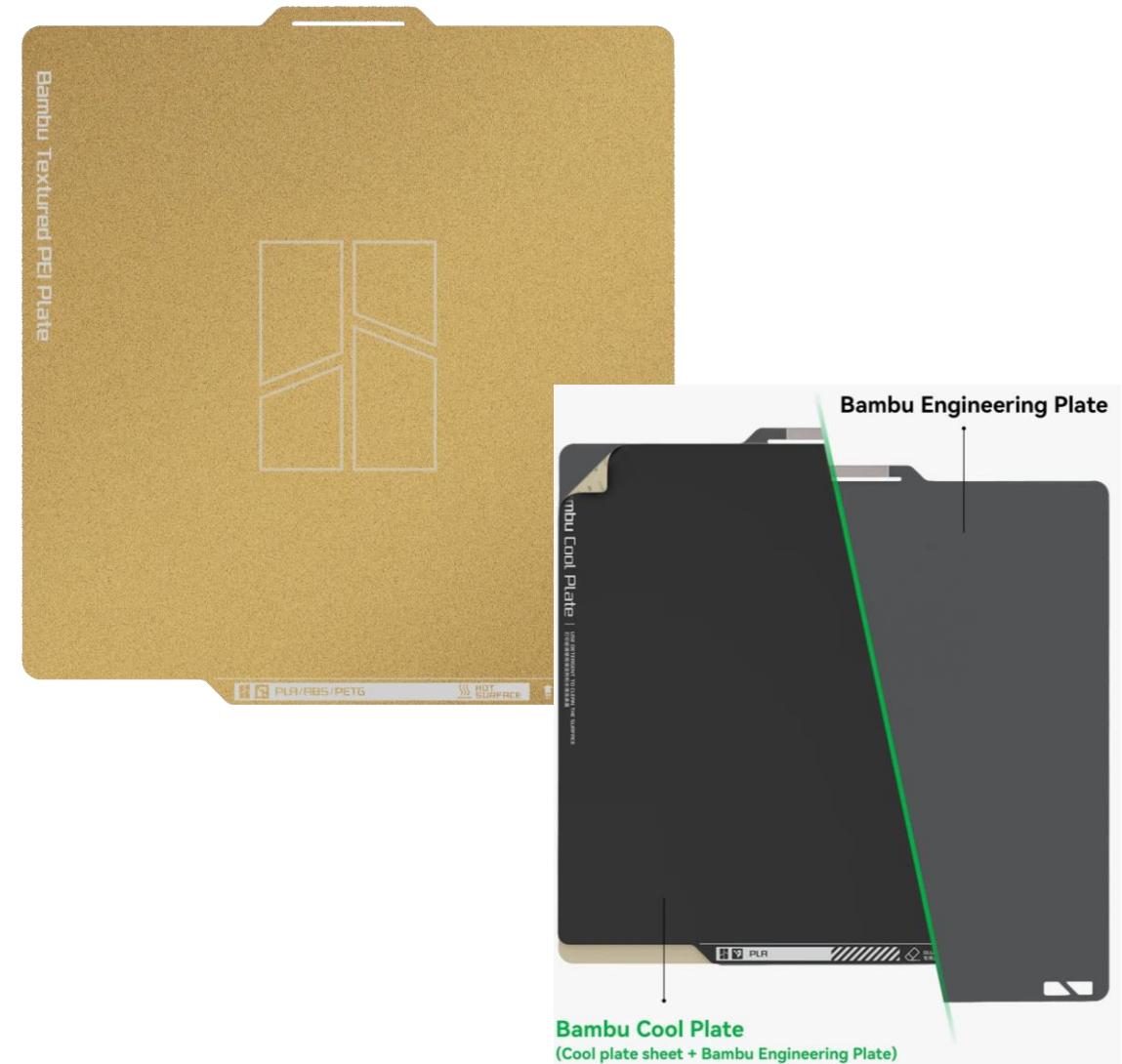
Bildquelle: <https://wiki.bambulab.com/en/x1>

BambuLab X1 Carbon - Druckplatten

Sofern PLA-Material genutzt wird, sind folgende Druckunterlagen verfügbar

- Cool Plate + Engineering Plate (letzteres ist nicht für PLA geeignet)
- Textured PEI Plate
- Für mehr technische Details (englisch):

<https://3dprintbeginner.com/bambu-lab-x1-carbon-review/>



Bildquellen: <https://wiki.bambulab.com/en/filament-acc/acc/plates>

PLA - Polylactid

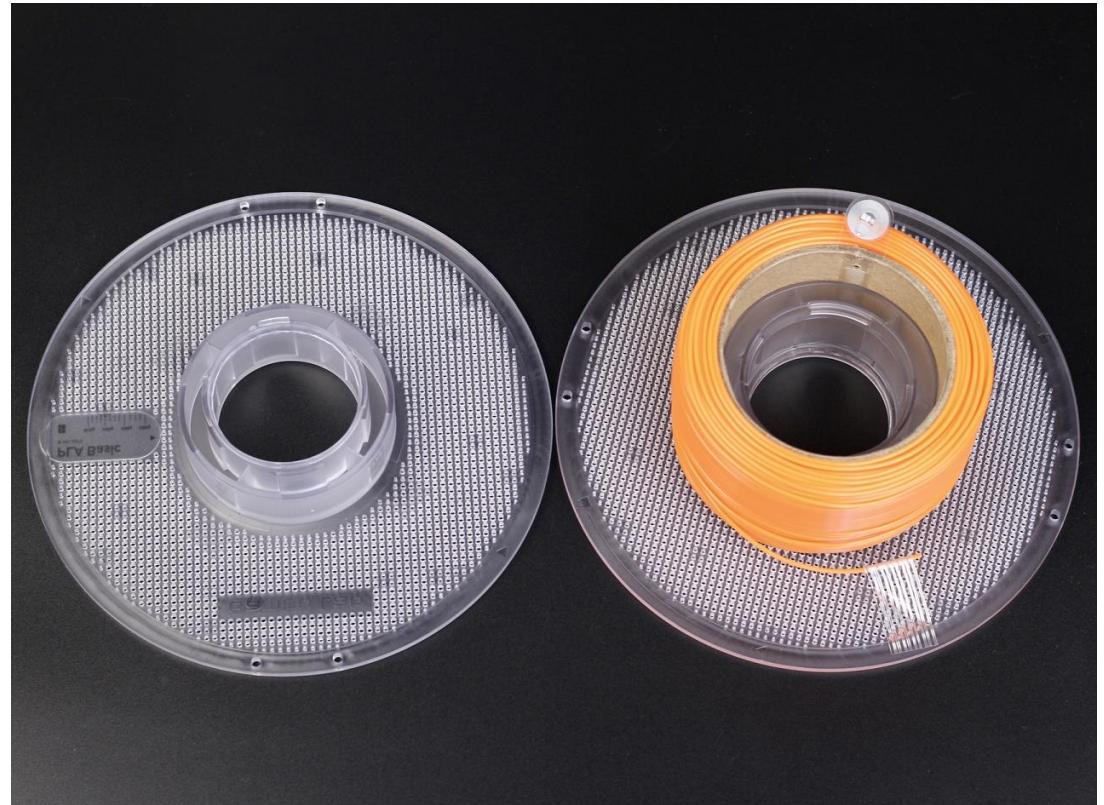
- Eines der häufigsten Druckmaterialen
- Kunststoff; wird u.a. aus Maisstärke gewonnen
- Unter industriellen Bedingungen (d.h. bei ca. 55-70°C) kompostierbar

PLA-Filament für den BambuLab X1 Carbon:

- Wird in kleinen Mengen von der Bibliothek gestellt
- *Eigenes Filament kann nach Absprache gerne mitgebracht werden*
 - Kompatibilitätscheck!
 - Stärke: 1.75mm

Direktlink:

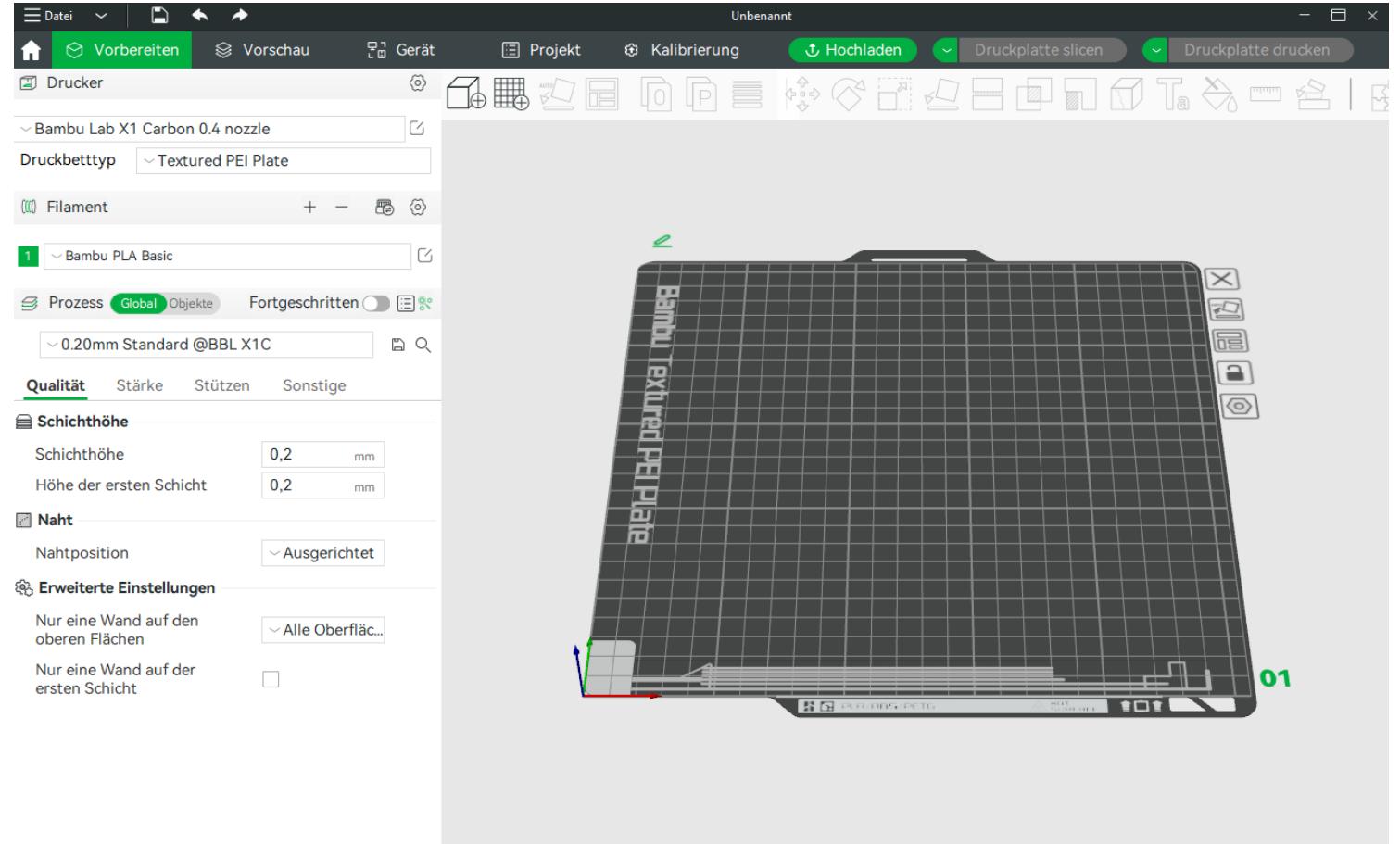
https://eu.store.bambulab.com/de/collections/bambu-lab-3d-printer-filament?from=home_web



Bildquelle: <https://3dprintbeginner.com/bambu-lab-x1-carbon-review/>

Steuerungssoftware Bambu Studio

- Kostenfreies Open Source-Tool
 - Aktuellster Release: v2.0.3
<https://github.com/bambulab/BambuStudio/releases>
 - Windows/Macintosh:
<https://bambulab.com/de/de/download>
- Smartphone-basierte Alternative Bambu Handy
 - iOS (ab Version 13) bzw. Android (ab Version 6.0)
<https://bambulab.com/de/de/download>
 - Funktioniert ggf. auch auf ChromeOS (*nicht nachgeprüft*)



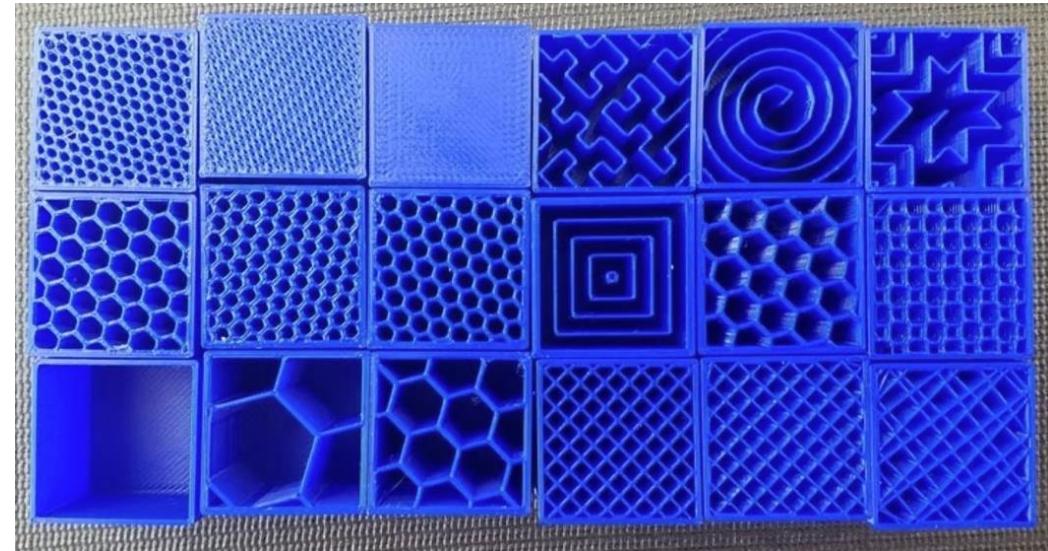
Steuerungssoftware Bambu Studio

Einstellmöglichkeiten:

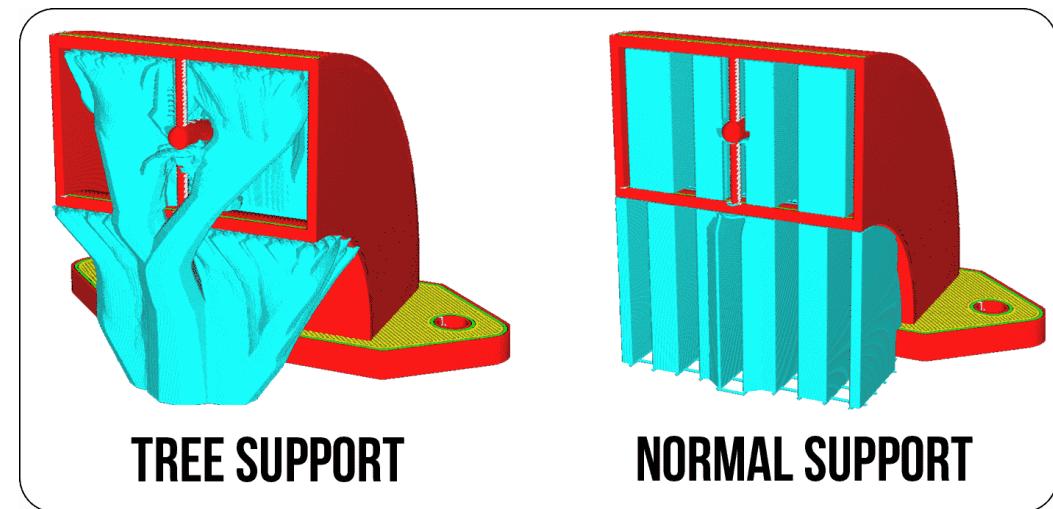
- Faustregel: Die Voreinstellungen genügen für die meisten „kleinen“ Drucke

Je nach Druckwunsch möchte man aber oft folgende Parameter anpassen (Auswahl):

- Stärke/Dichte des Modells
- Stützen (Supports) bei Überhang oder losen Elementen
- Änderung der Druckplatte
- Druck mit mehreren Farben/Materialien



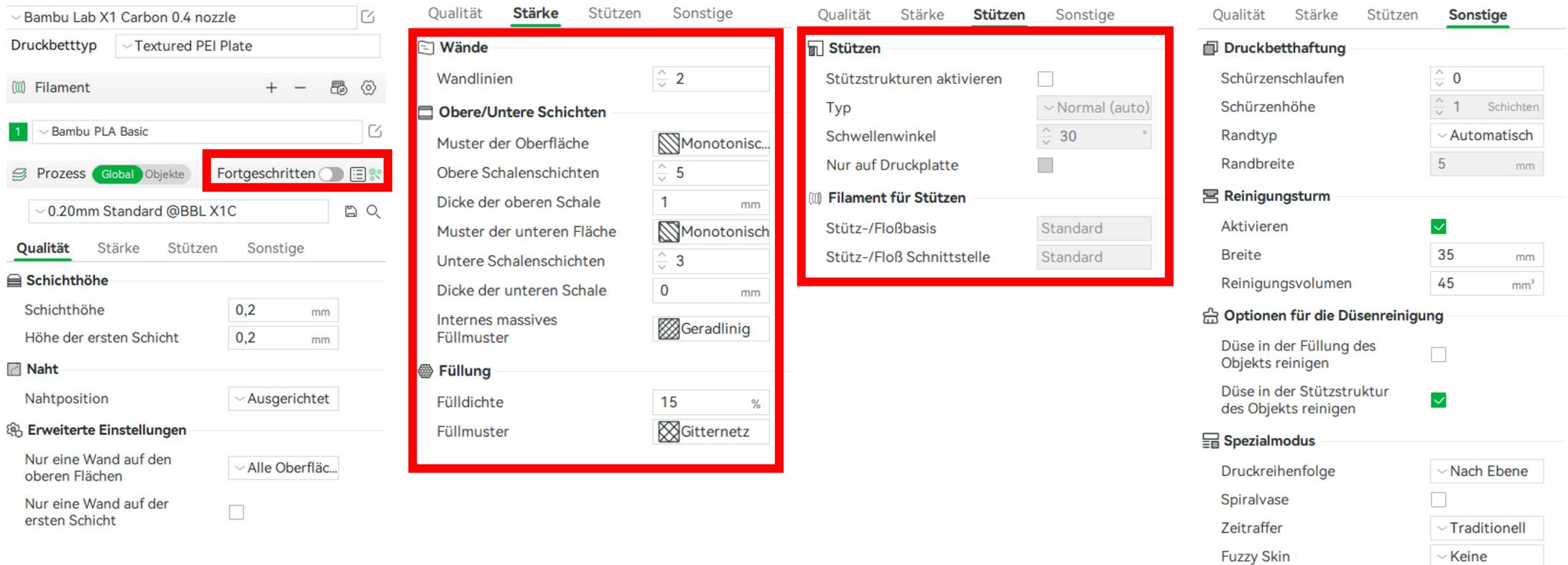
Bildquelle: <https://all3dp.com/2/infill-3d-printing-what-it-means-and-how-to-use-it/>



Bildquelle: <https://www.cytron.io/tutorial/all-you-need-to-know-about-cura-tree-support>

→ STANDARDPARAMETER IN BAMBU STUDIO ←

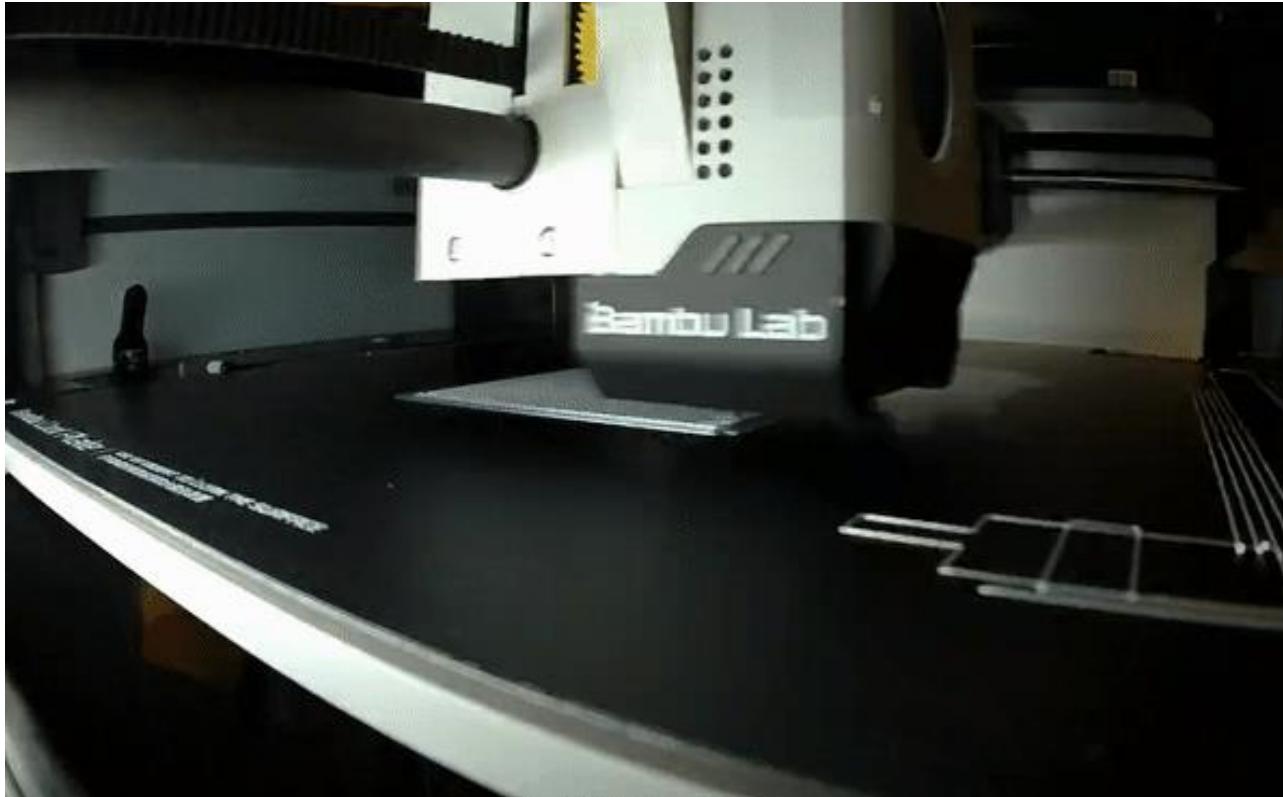
Bei Bedarf: „Fortgeschritten“-Modus für weitere Detailoptionen aktivieren – wird hier aber nicht weiter vertieft 😊



The screenshot shows the Bambu Studio software interface with the following sections visible:

- Global Process Tab:** Shows "Bambu Lab X1 Carbon 0.4 nozzle" and "Textured PEI Plate" as the print bed type. The "Fortgeschritten" (Advanced) mode is highlighted with a red box.
- Quality Tab:** Contains settings for "Schichthöhe" (Layer height), "Naht" (Infill), and "Erweiterte Einstellungen" (Advanced settings).
- Thickness (Stärke) Tab:** Contains sections for "Wände" (Walls), "Obere/Untere Schichten" (Top/Bottom layers), "Füllung" (Infill), and "Filament für Stützen" (Filament for supports).
- Supports (Stützen) Tab:** Contains sections for "Wände" (Walls), "Obere/Untere Schichten" (Top/Bottom layers), and "Filament für Stützen" (Filament for supports).
- Other (Sonstige) Tab:** Contains sections for "Druckbetthaftung" (Adhesion), "Reinigungsturm" (Cleaning tower), "Optionen für die Düsenreinigung" (Options for nozzle cleaning), and "Spezialmodus" (Special mode).

DER EIGENTLICHE DRUCKVORGANG



Grober Ablauf des Druckvorgangs

Vorbereitend:

- 3D-Drucker einschalten ☺
 - Kippschalter auf der Rückseite des Geräts
- Einsetzen der Filamentrollen entsprechend des geplanten Druckergebnisses
 - für Mehrfarbigkeit/gemischte Materialien
- Auswahl und Einhängen der Druckplatte
- Sicherstellen, dass Druckplatte frei steht, sauber ist und mit ggf. mit Kleber bearbeitet ist
- Überprüfung des eigenen 3D-Modells auf mögliche Probleme
 - Evtl. Nachbearbeitung in einer CAD-Software
 - Kontrolle in BambuStudio
- Auswahl des zu druckenden Modells
 - Via microSD-Karte oder als Auftrag vom Laptop (über WLAN)



Bildquelle: <https://wiki.bambulab.com/en/x1/manual/prepare-for-printing/>

Grober Ablauf des Druckvorgangs

Während des Drucks:

- Bestenfalls bis zur (automatischen) Überprüfung der ersten Schicht bleiben und kontrollieren

Warnungen, Fehlermeldungen und Fehldrucke:

- Zunächst: Keine Panik!
- Hinweise/Anweisungen am Display beachten
- Häufig auftretende Probleme:
 - Spaghetti-Druck (ggf. ist Modell ist zu dünn/zu komplex; Kalibrierung des Druckers sinnvoll)
→ Druck stoppt auf Grund einer Fehlermeldung
 - Fehlende Schmierung der z-Achsen (für die Bewegung des Hotbeds oben/unten)
 - Modell kippt auf Grund fehlender Stabilisierung → Stützen oder Geschwindigkeit reduzieren



Sogenannter „Spaghetti error“

Bildquelle: <https://www.obico.io/blog/3d-printer-failure-detection/>

Grober Ablauf des Druckvorgangs

Nachbereitend:

- Wenn ein Druck fertig ist:
 - Platte kurz auskühlen lassen
 - Vom Hotbed herausnehmen und gedruckte Objekte herauslösen
 - ggf. mit Schaber überschüssiges Material sowie Stützen entfernen



Bildquelle: <https://wiki.bambulab.com/en/x1/manual/prepare-for-printing/>

ZEIT FÜR EINEN TESTDRUCK!

