

 **EAT**
 **SLEEP**
 **3D PRINT**
 **REPEAT**

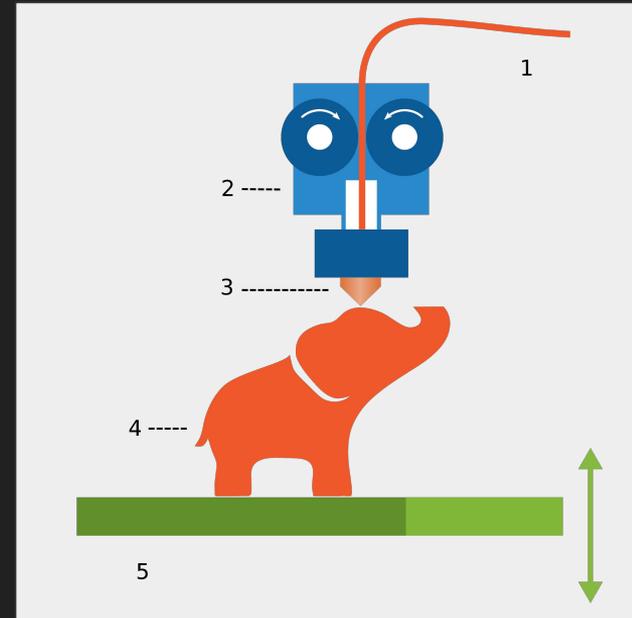
Einführung in FDM basierten 3D-Druck

Outline

1. Einsatzgebiet, Vor- und Nachteile
2. Materialkunde
3. Die Pipeline: Von der Idee bis zum fertigen Objekt
 - Livedemo: OnShape & Cura
4. Übersicht und Handhabe unseres Druckers
5. Weitere Quellen

Vorwort

- Wir reden nur über FDM (Fused Deposition Modeling)
- Grober Überblick über alle Themen
- 3D-Druck ist viel Trial & Error
 - Lernen aus Fehlern
 - Zusammenhänge verstehen
 - Improvise. Adapt. Overcome!
- Just do it!
 - Man kann (fast) nichts kaputt machen
 - Verbrauchsmaterial ist günstig



Einsatzgebiet, Vor- und Nachteile

- **Kommerziell:** Rapid Prototyping, Einzelfertigung
- **Privat:** Werkstücke & Ersatzteile, Dekoration und Cosplay

- Geräte werden immer erschwinglicher
- viel Open-Hardware, Open-Source und Dokumentation
 - primär durch die RepRap Bewegung
 - aber auch bei kommerziellen Anbietern
- Breite Auswahl an Materialien und Farben
- Druckzeit wächst schnell mit der Objektgröße und Komplexität
- Breite Auswahl an Materialien
- Fehleranfällig, Debugging oft zeitintensiv

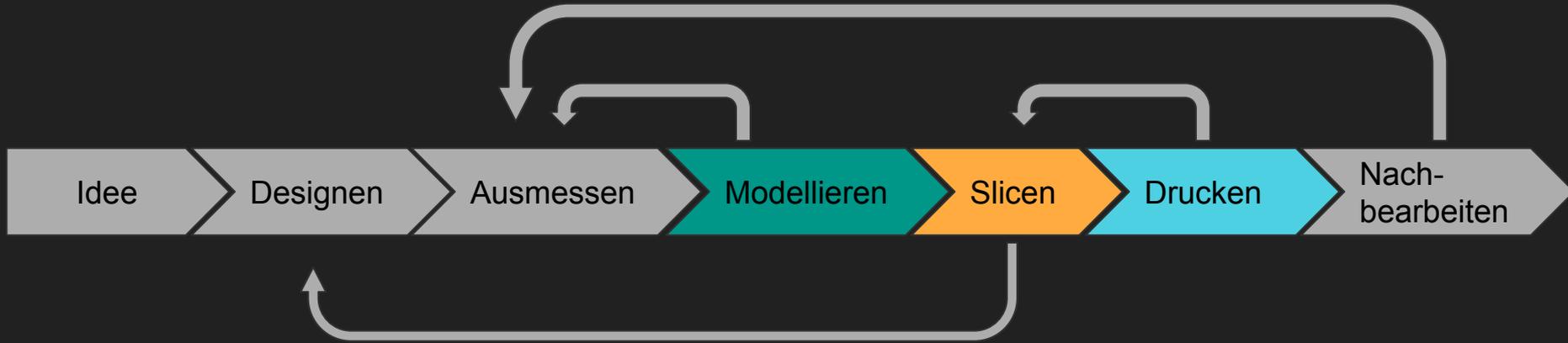
Materialkunde

- Material hat größten Einfluss auf Eigenschaften des Objekts
 - Bereits in der Entwurfsphase bedenken
- Materialabhängige Faktoren:
 - Kosten
 - Härte ↔ Flexibilität
 - Resistenz gegen
 - Ausbleichen von Farbe (UV-Licht)
 - Angreifen der Oberfläche (Kratzer, Säure, Öl oder Lösungsmittel)
 - Verformungen (Temperatur)
 - Features wie
 - Fluoreszierend
 - Reflektierend
 - Wasserlöslichkeit
 - Lagerungsbedingungen
 - Druckbedingungen (Geschwindigkeit, Temperatur, Heizbett)

Materialkunde

- **PLA** (ab 15€/kg)
 - Sehr einfach zu drucken
 - Nur industriell kompostierbar
 - Lebensmittelecht
 - Hart aber brüchig
- **ABS** (ab 20€/kg)
 - Schwieriger zu drucken
 - Kann mit Aceton geglättet werden
 - Gast aus beim Drucken
 - Stabil und gegen vieles Resistent
- **PET, PETG, PETT** (ab 25€/kg)
 - Druckeigenschaften wie PLA
 - Materialeigenschaften wie ABS
 - “Wunderkind”
- **Spezialfilamente** (~30-100€/kg)
 - TPU+TPE
 - Nylon
 - Mit Partikeln (Holz, Metal, Carbon)
 - Wasserlöslich (HIPS, PVA)
 - ASA
 - Und viele andere!

Von der Idee bis zum fertigen Objekt

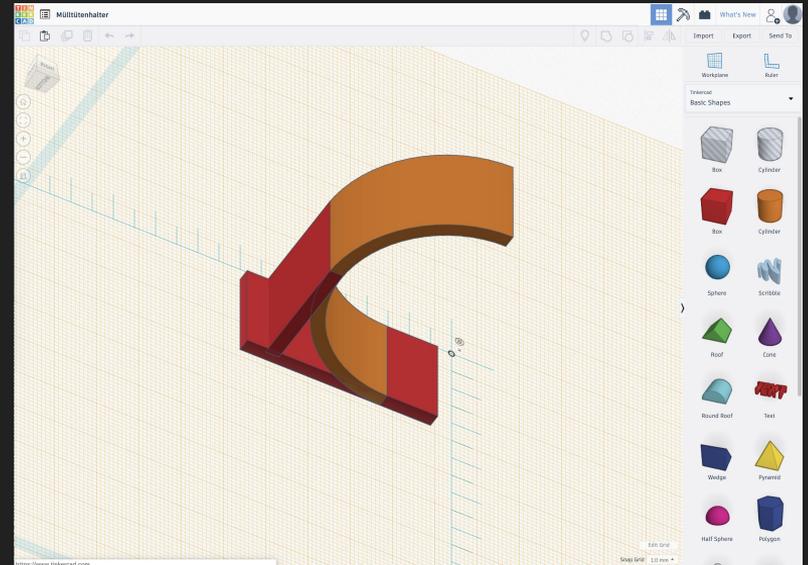


Modellieren

- CAD-Software
 - kennt Bemaßungen und Randbedingungen
 - Im Gegensatz zu Blender oder Cinema4D
- Preis
 - Kostenlos ↔ Sehr teuer
- Zielgruppe
 - Anfänger ↔ Kommerzielle CAD Grafiker
- Plattform
 - Browser ↔ Nativ

Tinkercad

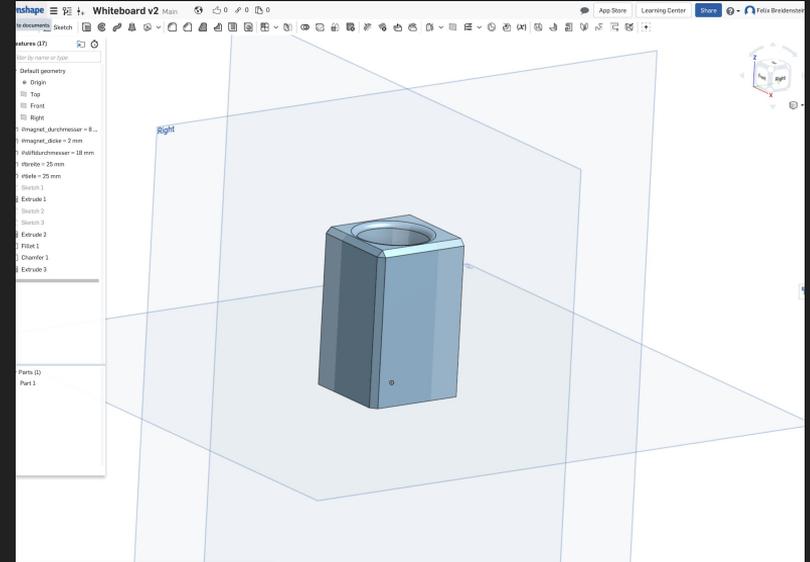
- Kostenloses Produkt von Autodesk
- Alle Modelle sind öffentlich
- **Einsteigerfreundlich**
- **Kann keine Bemaßungen**



Kostenlos, Fortgeschrittene, Browser

OnShape

- Kommerzielles Produkt von OnShape
- Umsonst wenn man es Privat benutzt
- Alle Modelle sind öffentlich
- Full-Blown CAD Software im Browser
- Ein bisschen Träge

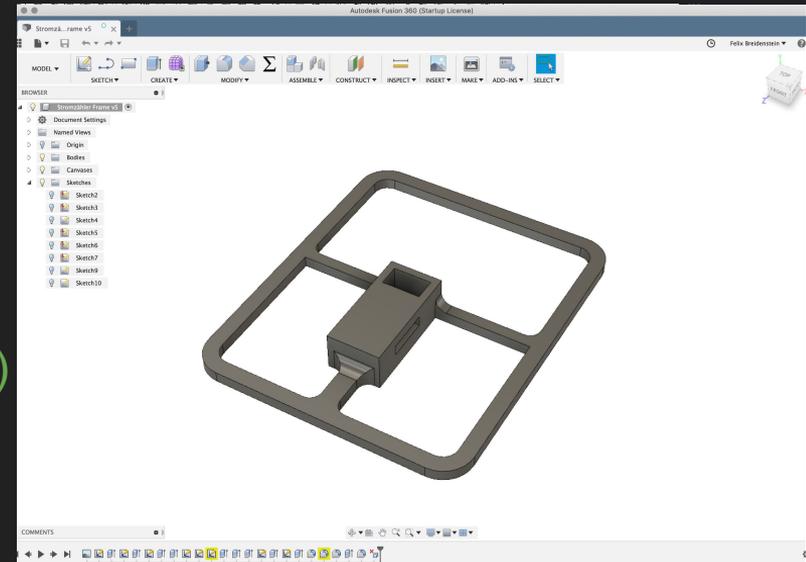


Kostenlos, Fortgeschrittene, Browser

Fusion360

- Kommerzielles Produkt von Autodesk
- Umsonst wenn
 - Private Nutzung
 - Jahresumsatz < 100k EUR
- Alle Objekte “gehören” Autodesk

- Native Performance
- Full Stack (CAE, Simulation, Bibliothek, ...)
- Lizenzierungsmodell
- Nur Windows + macOS





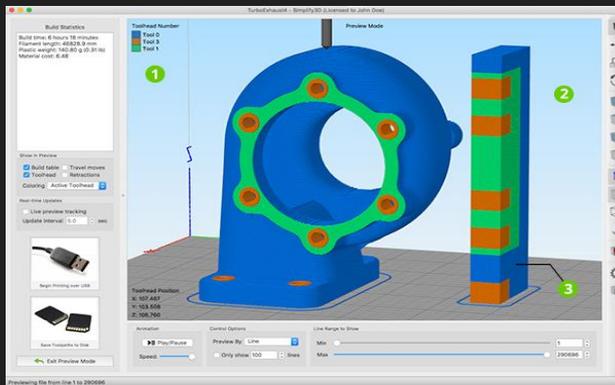
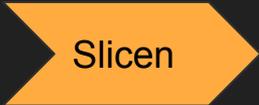
Modellieren

OnShape Live-Demo

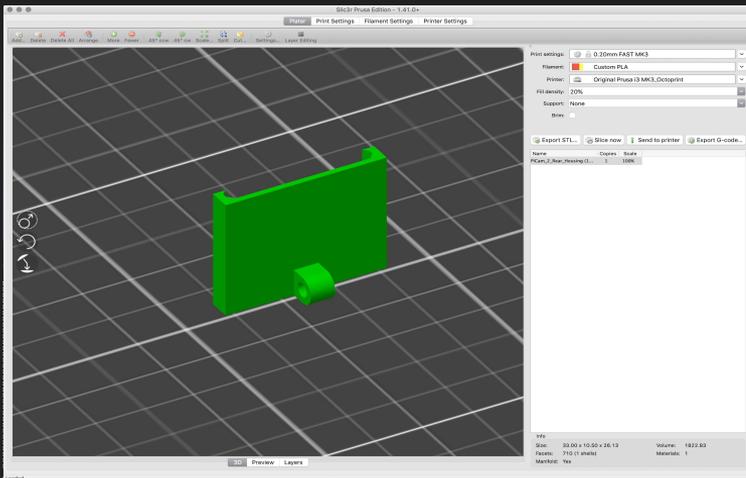
Slicen

- Wandelt Polygonmodell in Druckeranweisungen (G-Code) um
- Große Softwareauswahl
 - Die beliebtesten Slicer sind frei und offen (FOSS)

- Theoretisch
 - Erfüllen den gleichen Job
- Praktisch
 - Fertige Presets (Drucker, Filament) ersparen aufwendige Einrichtung
 - Unterschiedliche Algorithmen (Infill, Wegfindung, usw.) liefern verschiedene Ergebnisse

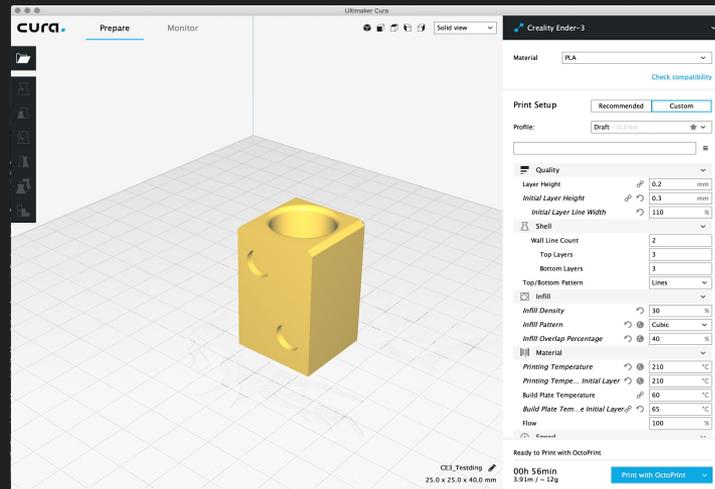


Slic3r / Slic3r-PE



Free and Open-Source

CURA



Slicen

- Alle Slicer besitzen hunderte von Parametern
- Was welche Auswirkung hat lernt man nur durch Zeit und Testdrucke
- Einstieg am besten mit einem Slicer der ein fertiges Druckerprofil hat
 - Oder hauseigenen Slicer des Herstellers, falls vorhanden (Ultimaker, Prusa)

- Übersicht einiger wichtiger Parameter:
 - Layer-Höhe
 - Infill (Dichte und Muster)
 - Temperaturen von Bed & Hotend
 - Anzahl ausgefüllter Schichten für Wände/Böden/Decken
 - Bewegungsgeschwindigkeit
 - Support

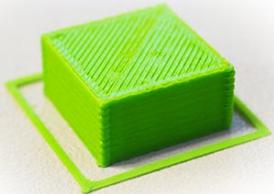
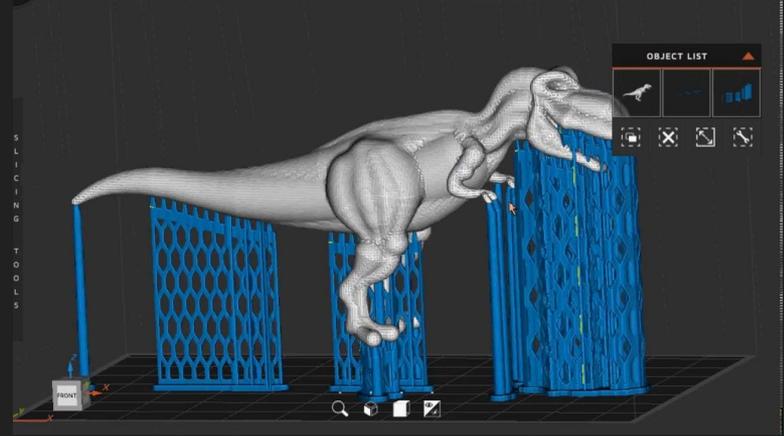
Slicen

- Support

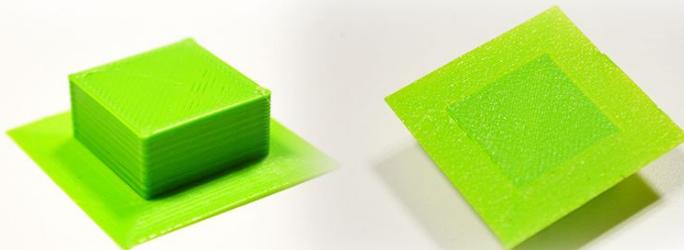
- Ermöglicht das Drucken von Überhängen
- Erfordert mehr Nachbearbeitung des Objektes
- Kann durch Rotation des Objektes optimiert werden

- Bed Adhesion

- Verbessert Haftung am Druckbett mit bestimmten Materialien oder filligranen Objekten



SKIRT



BRIM



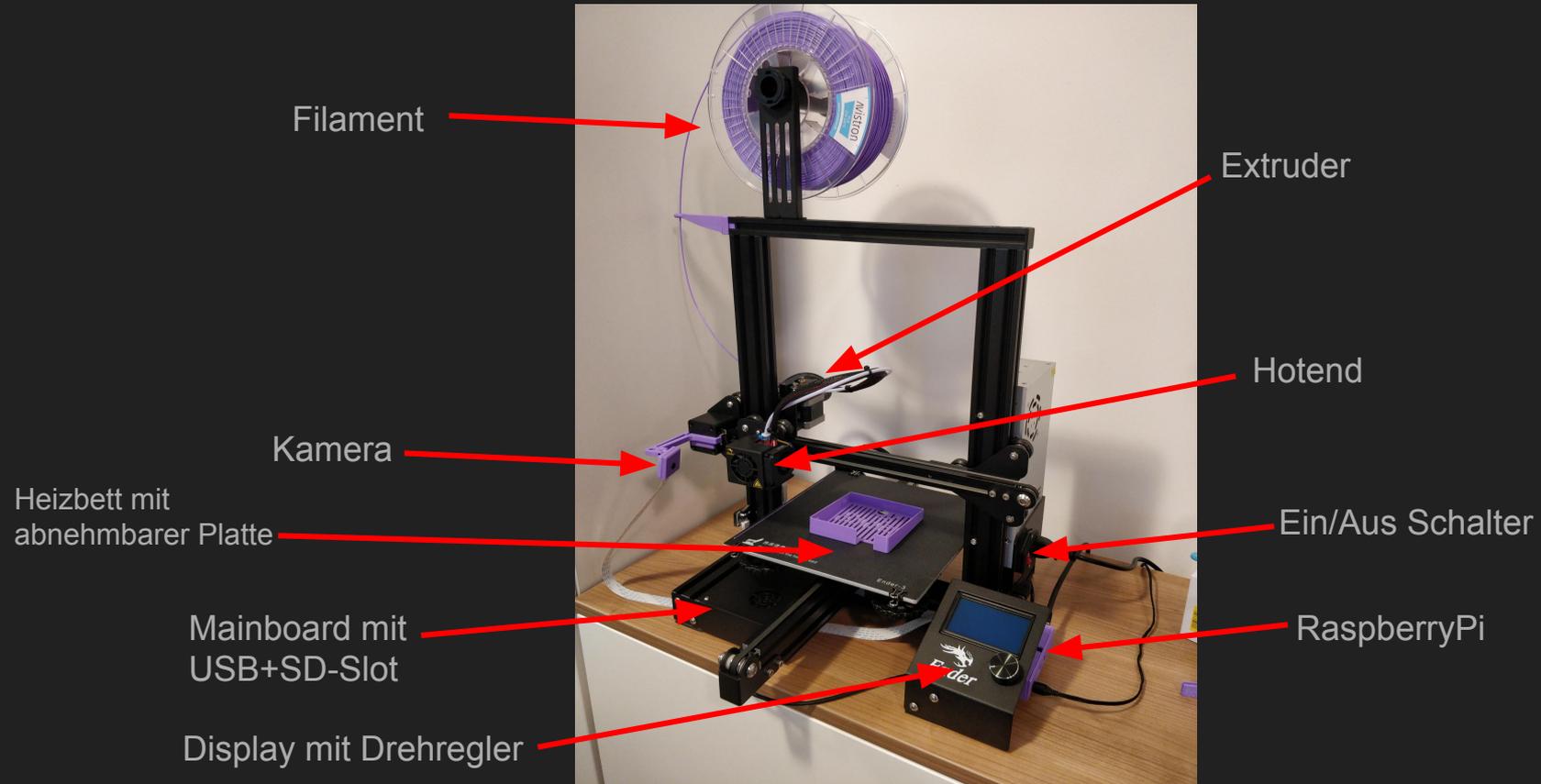
RAFT



Slicen

Cura Live-Demo

Übersicht und Handling des Druckers



Übersicht und Handling des Druckers

- Filamentwechsel

- Aufheizen über Druckermenü oder Octoprint (bis min. 170°C)
- Hebel am Extruder drücken
- Aktuelles Filament vollständig rausziehen
- Ende schräg abschneiden
- Loses Ende **ordentlich** an der Rolle sichern
- Hebel am Extruder drücken und neues Filament komplett einführen
- Einige cm extrudieren bis altes Filament vollständig aus Hotend entfernt

- Druckbett nivellieren

- Heizbett inkl. Druckplatte auf normale Drucktemperatur vorheizen (65°C)
- Über Druckermenü oder Octoprint 'Autohome' ausführen
- Schrittmotoren deaktivieren
- Extruder über erste Stellschraube schieben
- Blatt Papier (80g/m²) unter Hotend schieben und durchgehend damit hin und her wackeln
- Schraube justieren bis Hotend gerade so am Papier kratzt
- 4x wiederholen (1, 2, 3, 4, 1)

Drucken

- G-code an den Drucker transferieren



Am Computer per USB

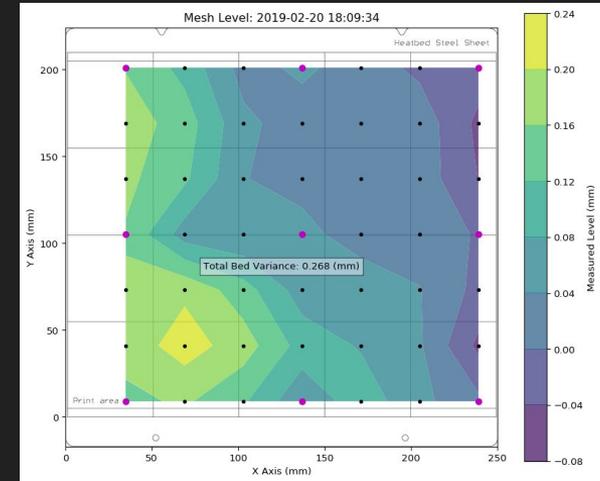


Von SD-Karte im Drucker



Per RaspberryPI und OctoPrint

- Auf Zieltemperatur vorheizen
- Ggf. Mesh Bed Leveling
 - Kann kleine Unebenheiten und Schrägstellung des Druckbettes erkennen und ausgleichen
- Drucken der Intro Line
 - damit das Hotend vollständig mit Filament gefüllt ist
- Verarbeitung der G-code Instruktionen



Drucken

OctoPrint

- Freie Software zur Druckersteuerung
- Häufig auf Single-Board-Computer
- Per USB mit Drucker verbunden
- Druckermanagement aus der Ferne
- Webinterface bietet
 - Druckjob steuern/überwachen
 - G-Code Verwaltung
 - Videostream
- Viele Plugins für weitere Features

Prusa i3 MK3 OCTOLAPSE

Connection State

State: **Printing**

File: **Top_PLA_3_holes_0.1mm_PLA_MK3.gcode**

Timelapse: -

Filament (Tool 0): **7.95m / 56.21cm³**

Approx. Total Print Time: **06:42:52**

Cost: **1.46 €**

Print Time: **04:02:30**

Print Time Left: **00:18:12** ⭐

Printed: **1.2MB / 1.3MB**

93%

Print Pause Cancel

Files

Search...

- nemos Size: 6.5MB
- fleaz Size: 1.6MB
- pocketspace Size: 175.0KB
- hexa Size: 4.1MB
- psy Size: 587.2KB

Top_PLA_3_holes_0.1mm_PLA_MK3.gcode ⭐

Free: 23.3GB / Total: 28.9GB

Create folder...

Upload Upload to SD

Hint: You can also drag and drop files on this page to upload them.

Temperature Control GCode Viewer Terminal Timelapse Octolapse Prusa Mesh Leveling

X/Y Z Tool (E) General

Select Tool... Motors off

5 mm Fan on

Extrude Fan off

Retract

0.1 1 10 100

Feed rate:100% Flow rate:100%

OctoPrint 1.3.10 running on OctoPi 0.15.1

Homepage Forum FAQ Docs About

1. Druckbett leer?
2. Druckbett sauber? (→ Isopropanol)
3. Druckbett nivelliert? (→ Falls kein ABL Sensor verbaut)
4. Passendes Filament (Material, Farbe) eingelegt?
5. Noch genug Filament auf der Rolle? (→ Waage, Filamentsensor)
<Druck starten>
6. Passt das Objekt auf den Drucker? (→ Skirt)
7. Die ersten paar Schichten sind kritisch (→ Betreutes Drucken)
<Warten>
8. Kritische Stellen erneut beobachten (→ Überhang, feine Details, etc.)
9. Fertiges Objekt abziehen, Filament entnehmen und verstauen

Weitere Informationen

- **Bebildertes Troubleshooting der Druckqualität**
 - www.simplify3d.com/support/print-quality-troubleshooting/
 - www.prusa3d.com/print-quality-troubleshooting/
- **Größtes Portal für fertige 3D Modelle**
 - thingiverse.com
- **Ausführliche Materialkunde**
 - www.prusa3d.com/material-guides/
 - all3dp.com/de/1/3d-drucker-filament-vergleich-beste-arten/
- **Reddit Communities:** Kaufberatung, Troubleshooting, Show-Off
 - [r/3Dprinting](https://www.reddit.com/r/3Dprinting)
 - [r/prusa3d](https://www.reddit.com/r/prusa3d)
 - [r/ender3](https://www.reddit.com/r/ender3)
 - [r/functionalprint](https://www.reddit.com/r/functionalprint)