

Einsteigerkurs 3D-Drucken

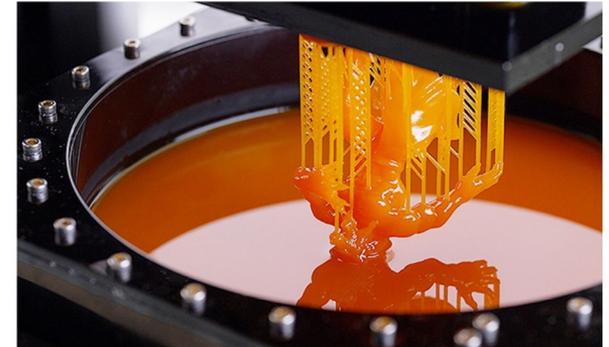
Ivo Blöchliger

Übersicht

- 3D-Drucker, Technologien
- FDM-Drucker: Prinzip, Material
- 3D-Formate, Quellen für Modelle
 - Modelle selber erstellen im nächsten Kurs
- Slicer: Aufgabe und Einstellungen
- Drucken!

3D-Drucker

- FDM: Fused Deposition Modelling
 - Material wird schichtweise aufgetragen.
- SLA: Stereolithographie
 - Harz wird per UV schichtweise ausgehärtet
 - bessere Auflösung
- SLS: Selective Laser Sintering
 - Pulver wird per Laser schichtweise verschmolzen.
 - Metalldruck möglich



FDM Grundprinzipien

- **Filament**
 - Plastikdraht mit fixem Durchmesser (1.75mm)
- Aufschmelzen (200 Grad) und mit **Extruder** durch
- **Nozzle** (Düse) pressen (0.4mm Durchmesser Standard).
- Positionierung der Düse im Raum
- **First layer** aufs Druckbett (**bed**), normalerweise beheizt.
- Weitere **layer** auf Model

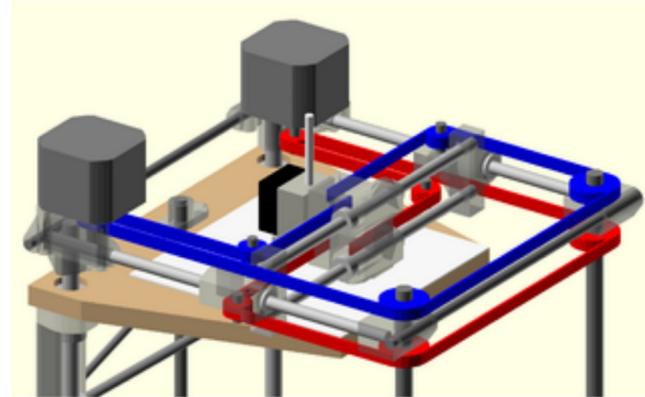


Filament: Materialien

- PLA
 - wenig thermischer Verzug, hart, wird ab 50° C weich
 - «einfach» zu drucken
- ABS
 - Lego, thermischer Verzug, höhere Temperaturen, wird ab 100° C weich
 - «etwas mühsamer» zu drucken
- PET
- TPU (bleibt weich und gummig auch nach dem Druck)

Druckergeometrien

- Bettschubser
- Core-XY
- Delta



Platzierung vom Extruder

- Gleich ob dem Heater
 - Druck mit TPU möglich
- Weiter weg
 - Druck mit TPU nicht möglich



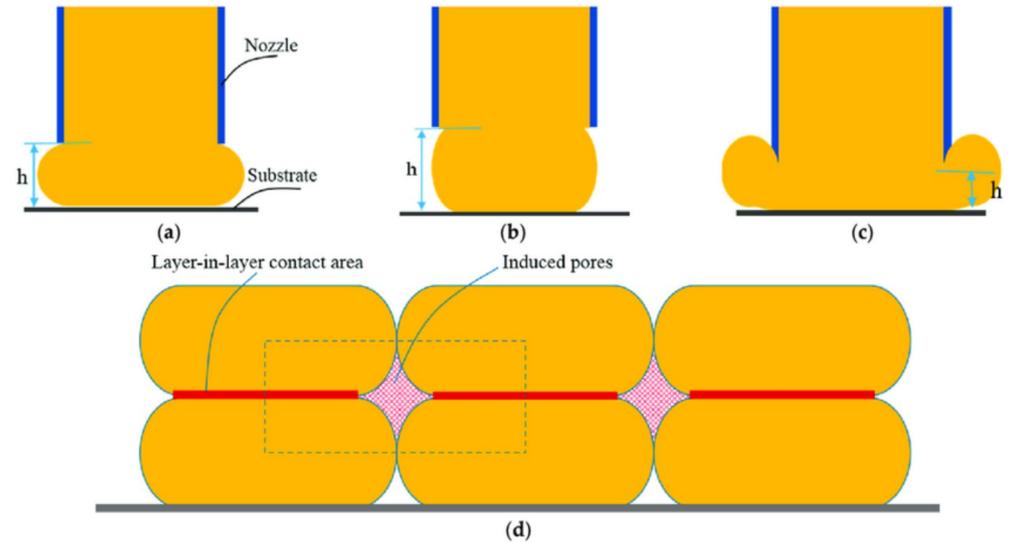
Mehrfarbiger Druck

- Filament wechseln (händisch oder automatisch)
 - Düse reinigen -> viel Abfall
- Mehrere Druckköpfe
- Filament automatisch splicen
- dynamisch Farbpigmente dazumischen



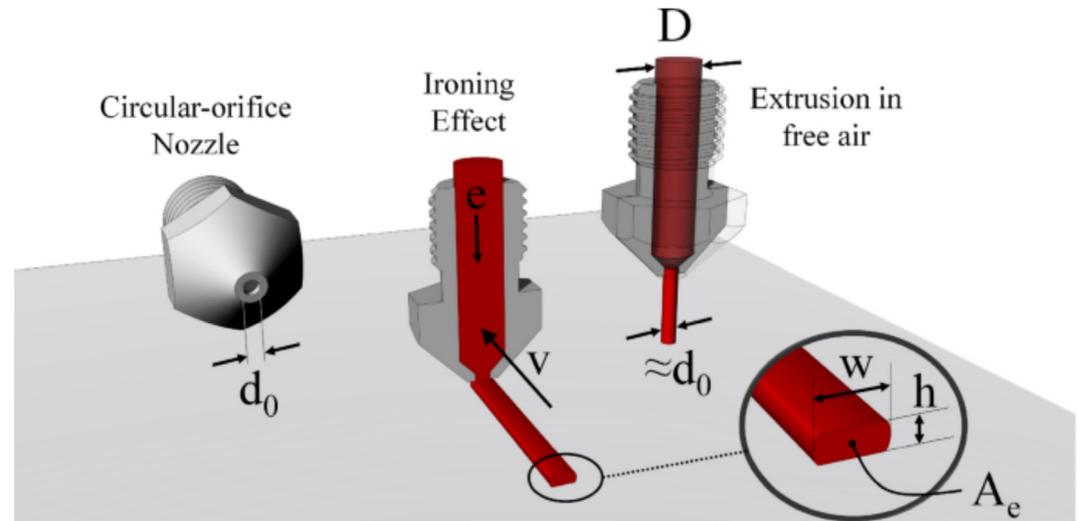
FDM Druck im Detail

- Dickflüssige, heiße Plastikwurst mit 0.4mm Durchmesser
 - Flachdrücken zwischen Nozzle und Layer darunter
 - Heiss genug um unteren Layer anzuschmelzen
 - Schnell genug abkühlen und hart werden
- **Layer height** muss kleiner sein als der **nozzle diameter**.



FDM Druck im Detail

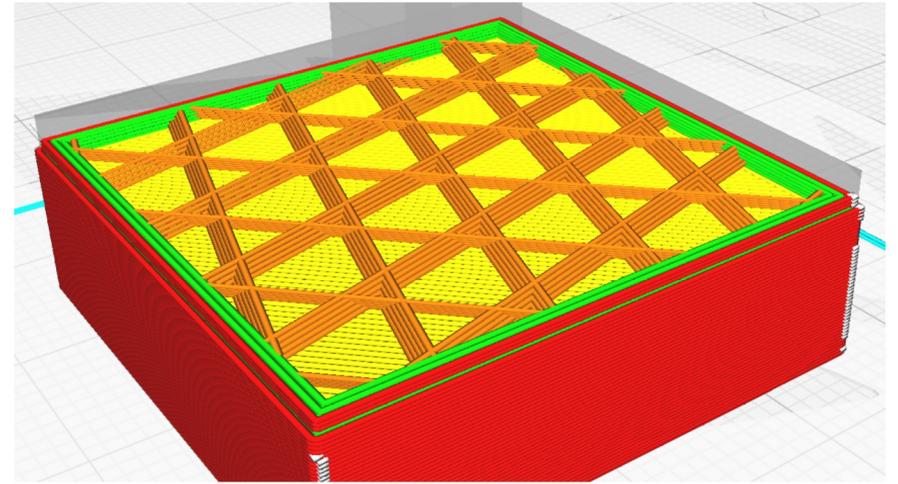
- First layer
 - Abstand Nozzle zu Bed muss genau stimmen
 - Manuelle oder automatische Kalibrierung
- Haftung
 - Spaghetti, wenn sich Bauteil löst
 - Bed nicht berühren (Fett) oder jedes Mal waschen
 - Evtl. Verwendung von Leim oder Haarspray



Slicer

- Software
- 3D-Modell in Bewegungen für 3D-Drucker umrechnen
 - (x,y,z), Extrusion, Temperatures, Fan-Speed (Kühlung)
- G-Code (geometric Code)

```
G1 F1200 X90.842 Y93.932 E0.03004  
G1 X91.574 Y93.344 E0.06127  
G1 X92.479 Y92.743 E0.0974  
G1 X93.405 Y92.239 E0.13247
```



Wichtigste Slicer Parameter

- Beim ersten Einrichten: Filament- und Nozzledurchmesser
- Layer height
- Support (für Überhänge)
- Number of walls, top and bottom layers
- Temperatures (bed and nozzle)
- Speed

Layer height

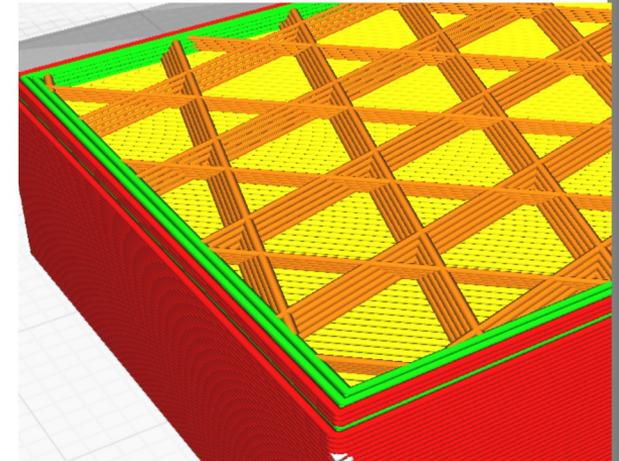
- Kleiner
 - bessere vertikale Auflösung (und auch ein bisschen horizontal)
 - Längere Druckzeit (halbe Höhe -> doppelte Zeit)
- Grösser
 - stabiler (mehr Hitze zum vorhergehenden Layer aufzuschmelzen).

Überhänge, Support

- Geht gut bis 45°
- Brücken (geht erstaunlich gut)
- Support: Tree oder normal
- Überhänge von mehr als 45°
 - ok wenn 1-2mm
 - sonst krümmt sich das Teil nach oben. Warum?

Wall count, bottom und top layers

- Mehr Wände, stabileres Teil
- Lieber mehr Wände als mehr Infill
 - Wände sind oft «schneller» als Infill, weil kaum Absetzen
- Bottom und top layers: Min 3, sonst wüst, instabil.
 - Erster Toplayer hängt etwas durch auf dem Infill



Temperaturen

- PLA: Nozzle 200° C, Bed 50° C
- Nozzle heisser
 - Brücken hängen durch
 - Layerverbindung besser
 - Higher speeds?
- Bed zu kalt
 - Bauteil kann sich ablösen oder verformen

Speed

- Je schneller
 - desto ungenauer, Ecken werden rund
 - Ringing in den Wänden (Vibrationen, die sichtbar werden).

Cura Slicer

- Installation: <https://ultimaker.com/software/ultimaker-cura/>
- Konfigurieren des Druckers (bzw. Konfiguration importieren)

Workflow 3D-Modell -> GCODE

- 3D-Modell in Cura laden
- Evtl. Modell in geeignete Position bringen
- Layer Height wählen
- Evtl. weitere Settings
- Slicen und im Preview kontrollieren
- G-Code speichern

G-Code zum Druck

- G-Code muss zum Drucker
 - Via Datenträger
 - WLAN
 - Cloud
 - Druckerserver (z.B. OctoPrint)
- Druck starten

Drucken via octopi.tech-lab.ch

- 2 x login (1x ins interne Netz, 1x auf octopi)
- Dateien hochladen
- Drucker verbinden
- Druck starten (und Anfang des Drucks vor Ort kontrollieren)
- Oder USB-Stick geht auch.



Speed