



GRAND GARAGE

**INNOVATIONSWERKSTATT FÜR MENSCHEN,
WISSEN UND TECHNOLOGIE**

3D Druck Intro

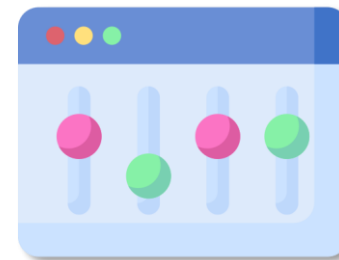
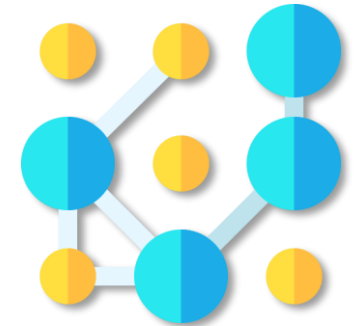
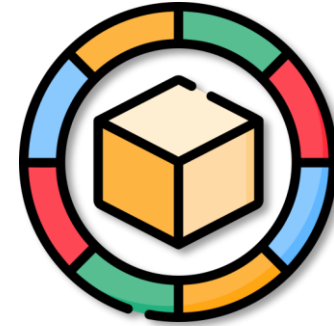
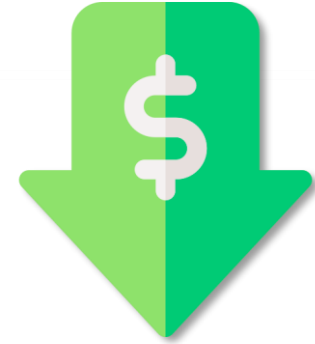
Digitallabor

Agenda 3D Druck Intro

- Warum 3D Druck?
- Typischer Workflow (Von der Idee bis zum fertigen Prototyp)
- 3D Druck Anwendungen
- In-House Technologien

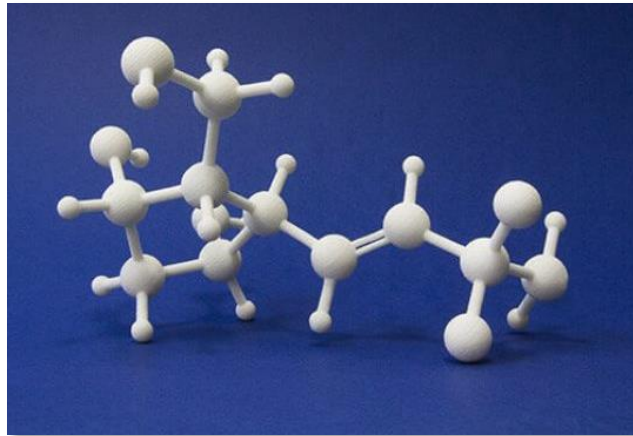
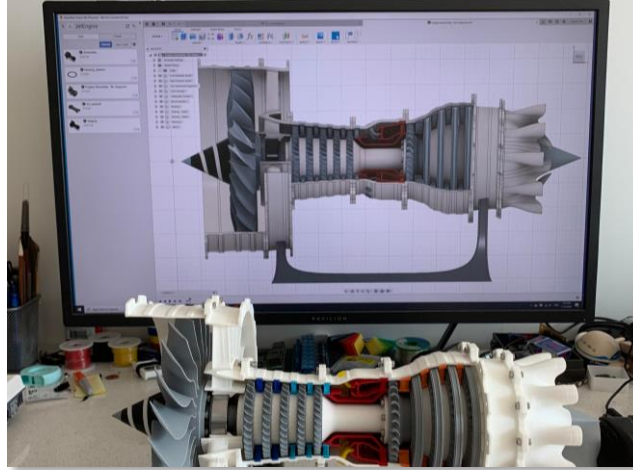
Warum 3D Druck?

- Low-Cost **Prototyping** mit sehr kurzen **Iterationszyklen**
- Niedrige **Investitionskosten**
- Sehr große Vielfalt an **Materialien** und **Technologien**
- Hohe geometrische **Komplexität** möglich bzw ohne Mehrkosten möglich
- Jedes Teil kann eine **Einzelanfertigung** sein



Anwendungen AM

I



- **Produktionslinien**

→ In der Automotive Industrie wechseln die Modelle ständig und es Bedarf einer Anpassung der Produktionslinie für jedes Model

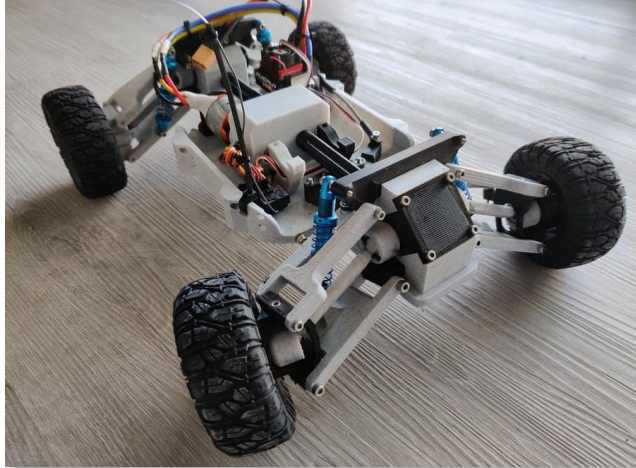
- **Bildungswesen**

→ anschauliche Modelle erleichtern den Unterricht. Modelle Aparature, können von den Lehrende bzw. Schülern selbst erstellt und gebaut werden.

- **Medizin**

→ Prothesen können auf jeden Patient komplett angepasst werden ohne viel Aufwand. Vorbereitungen für OP über echte 3D Modelle und nicht nur digital.





Anwendungen AM II

- **Unterhaltungssektor**

→ Kostüme, Sets, Modelle und Props für Film, Gaming etc..

- **DIY Makers**

→ Privatpersonen mit wenig Ressourcen können sehr viel realisieren!



Anwendungen AM III

- **Produktdesign**

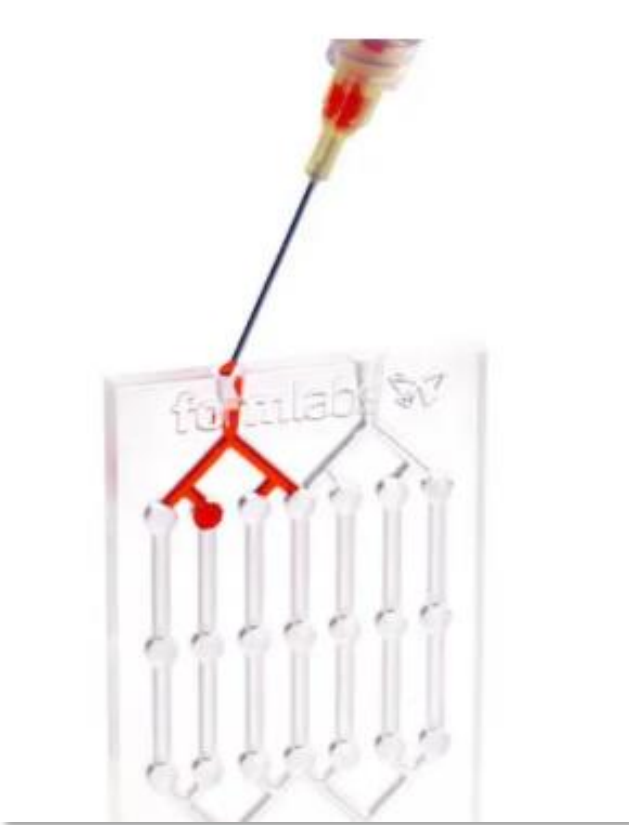
→ Sehr kurze Lead Zeiten bei Designprozessen! Physischen Modelle kostengünstig und schnell realisierbar. Alternative oder Zusatz zum Rendern.

- **Schmuckindustrie**

→ Extrem detaillierte und filigrane Modelle in kürzester Zeit realisierbar.

Anwendungen AM IV

- **Ersatzteile („digital warehouse“)**
 - Ersatzteile können „on demand“ über ein digitales Lagerhaus produziert werden. Keine Abhängigkeit von Lieferzeiten oder Verfügbarkeiten. (Alte Geräte usw...)
- **Wärmetauscher**
 - Es können extrem große Oberflächen realisiert werden. (Effizienzsteigerung)
- **Microfluidik**
 - Verringerung der Gefahrenpotenziale durch geringe Mengen



Anwendungen AM V

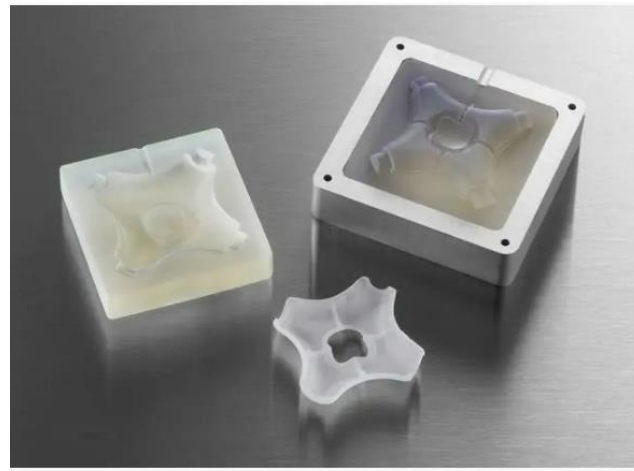
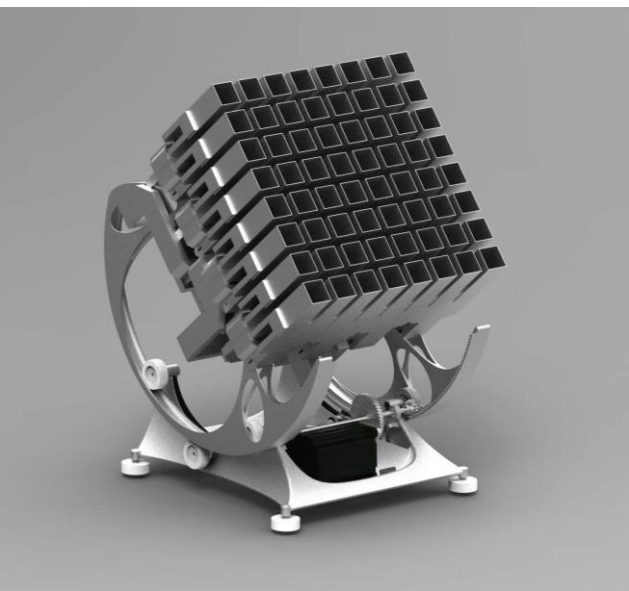
- **Luft-, und Raumfahrt**

→ Hochkomplexe Multi Komponenten Bauteile können in einem Stück realisiert werden. (Antennen und Triebwerke etc...)

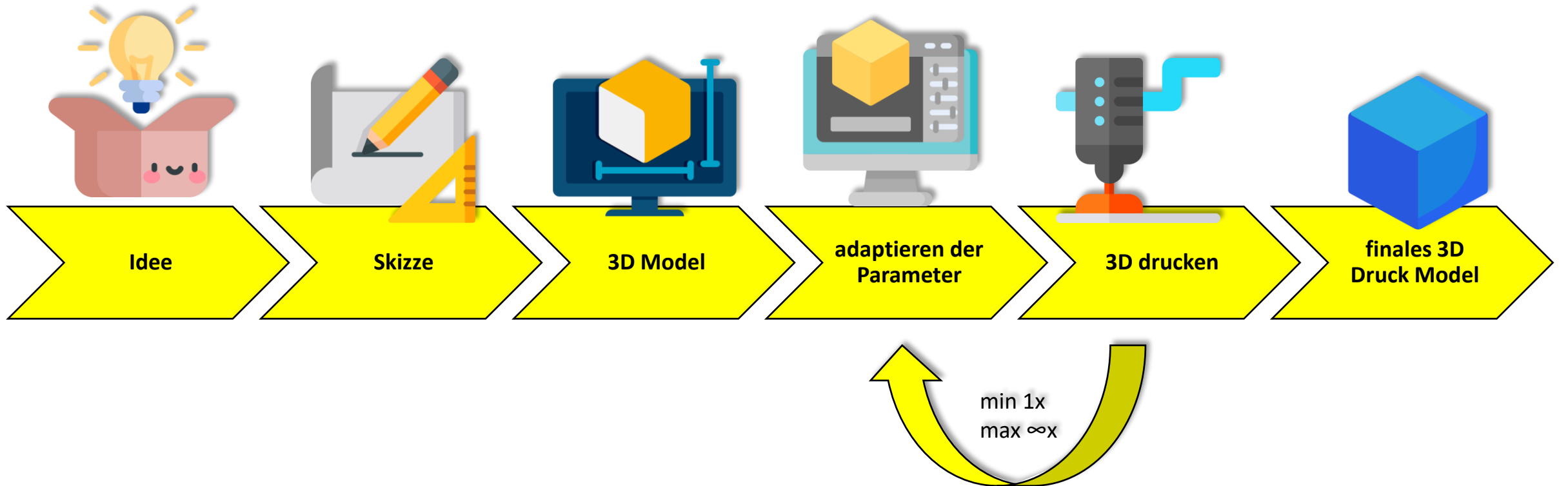
- **Werkzeuge & Spritzguss**

→ Spezialwerkzeuge für Fertigungen die die Arbeitssicherheit und Ergonomie verbessern.

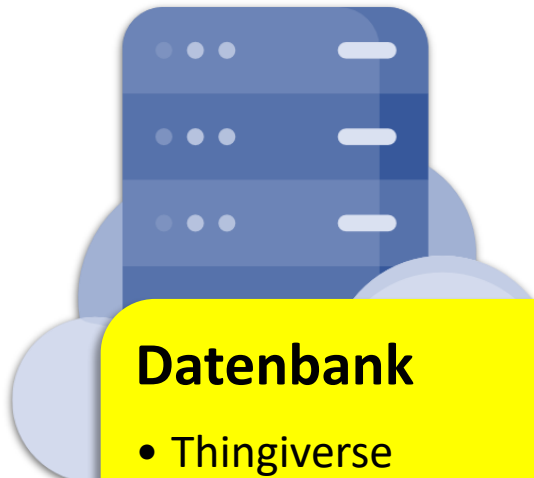
→ Kleinserien können im Spritzguss kostengünstig realisiert werden.



3D Druck Workflow



3D Modelle



Datenbank

- Thingiverse
- Hersteller
- „Digital warehouses“
- ...

A blue arrow points from this section to the CAD section.



CAD

- Fusion 360
- Catia
- SolidWorks
- TinkerCad
- Inventor
- Blender

Dateiformate:

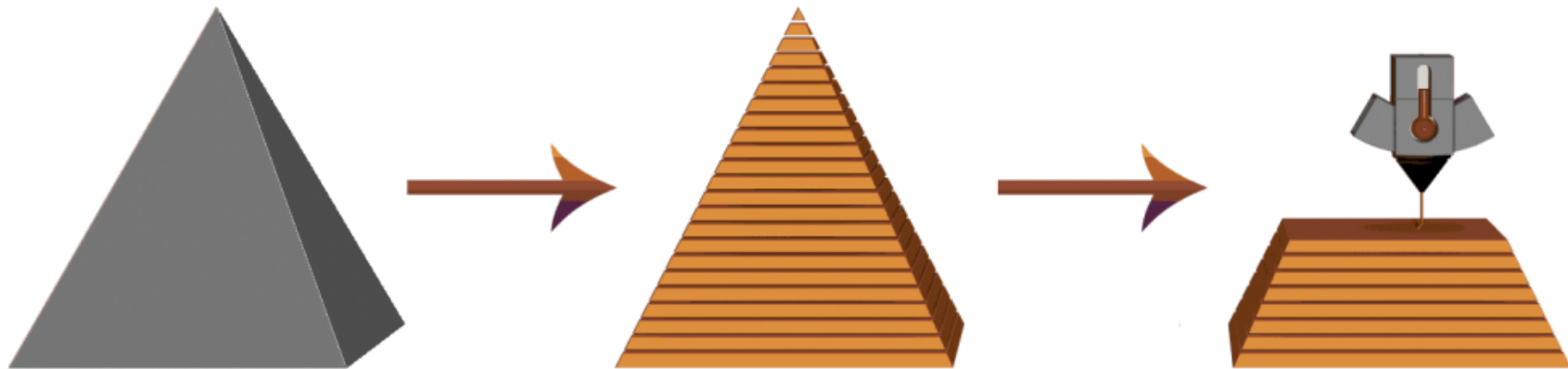


- OBJ
- STL
- STEP
- 3MF
- 3D-DWG
- ...

„Slicen“ (schneiden)

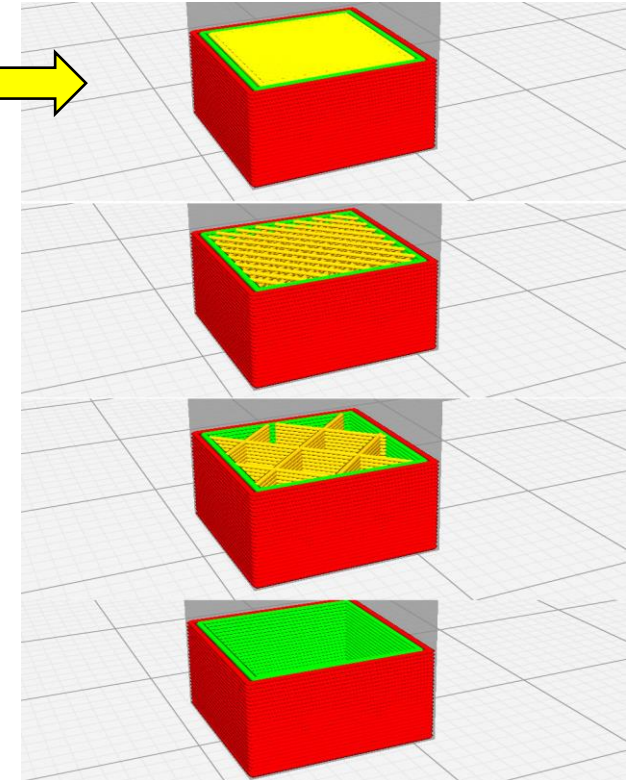
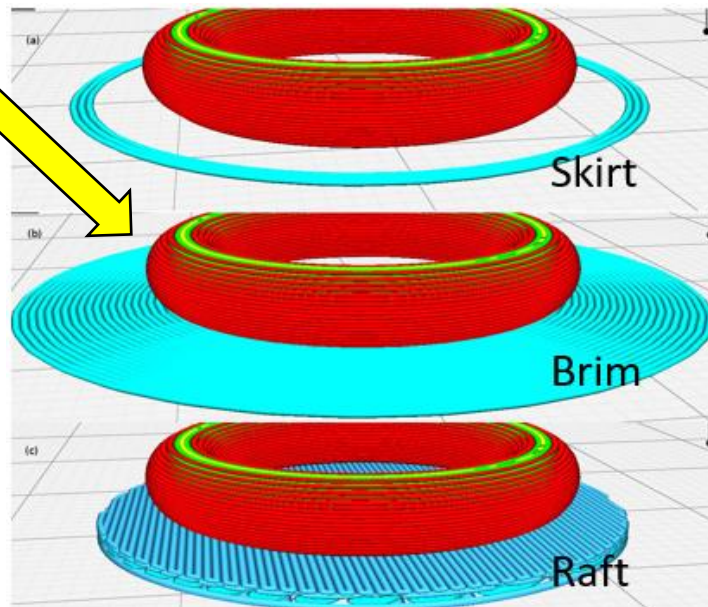
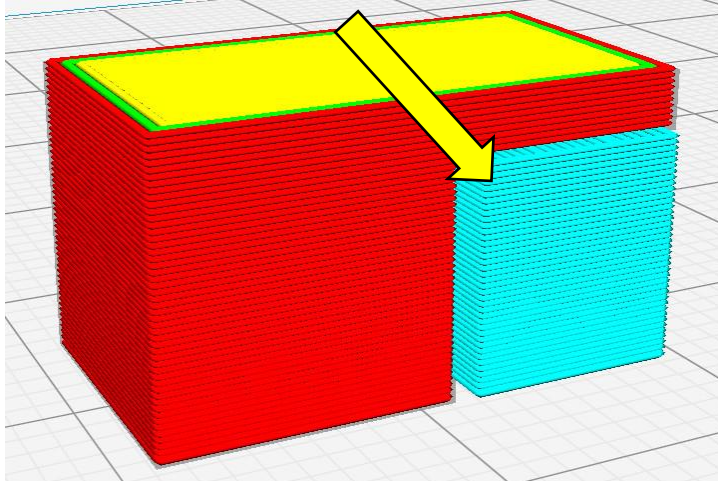
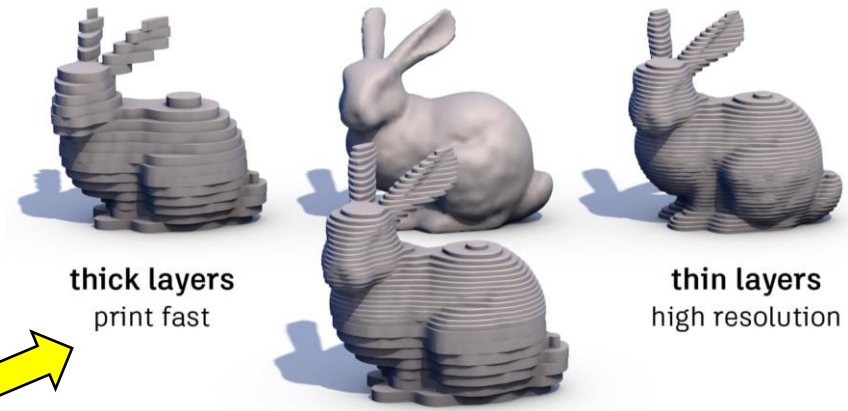
- „Slicen“ → Prozess der 3D Modelle in Maschinencode (g-code) umwandelt.
- Als Dateiformat wird üblicherweise „STL“ (Standard Triangle Language) verwendet!

„STL ist das PDF im 3D Druck“



Slicer Settings

- Materialprofil
- Auflösung in der Z-Achse (Layerheight)
- Füllgrad (Infill) FDM
- Haftung (Bed adhesion)
- Stützstrukturen (Support)

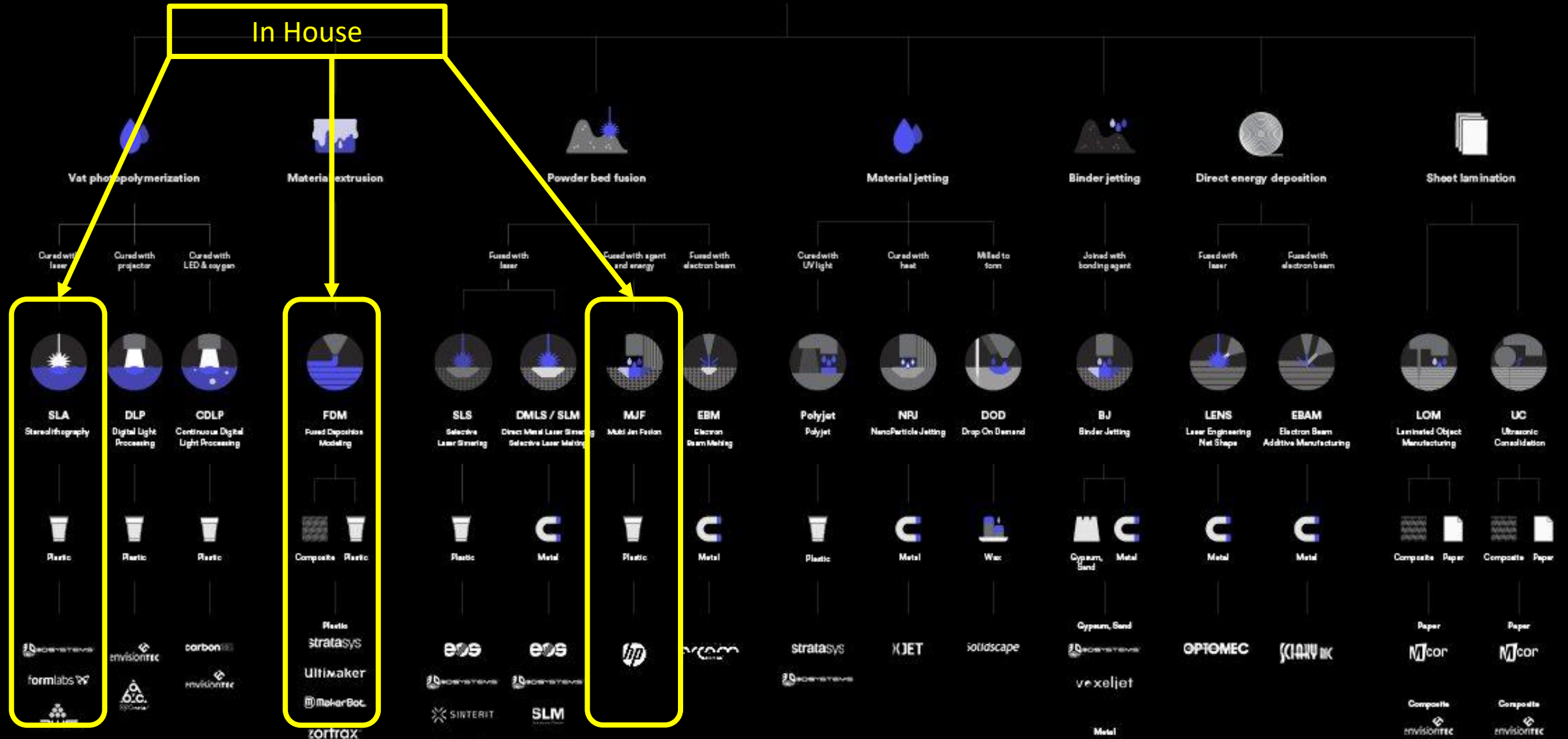


Cura, Silic3er, Prusa Software

- Leicht zu bedienen
- Viele Einstellungen
- Drucker auswählen
- Open source



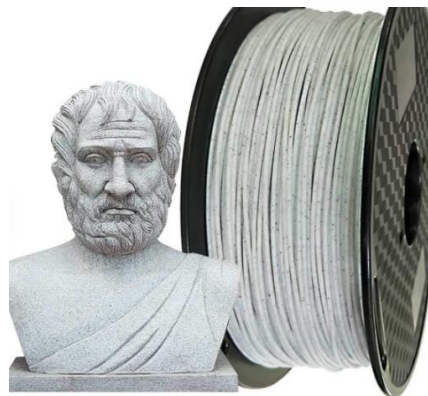
ADDITIVE MANUFACTURING TECHNOLOGIES



FDM – Fused Deposition Modeling

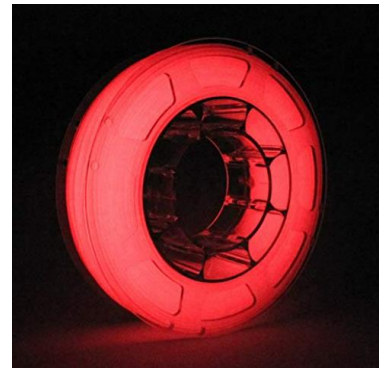
Vorteile:

- Kostengünstig
- Sehr viel Auswahl an Materialien (Holzfällung, Steinfällung, „Glow in the dark“, ESD sicher, Composit Materialien, etc...)



Nachteile:

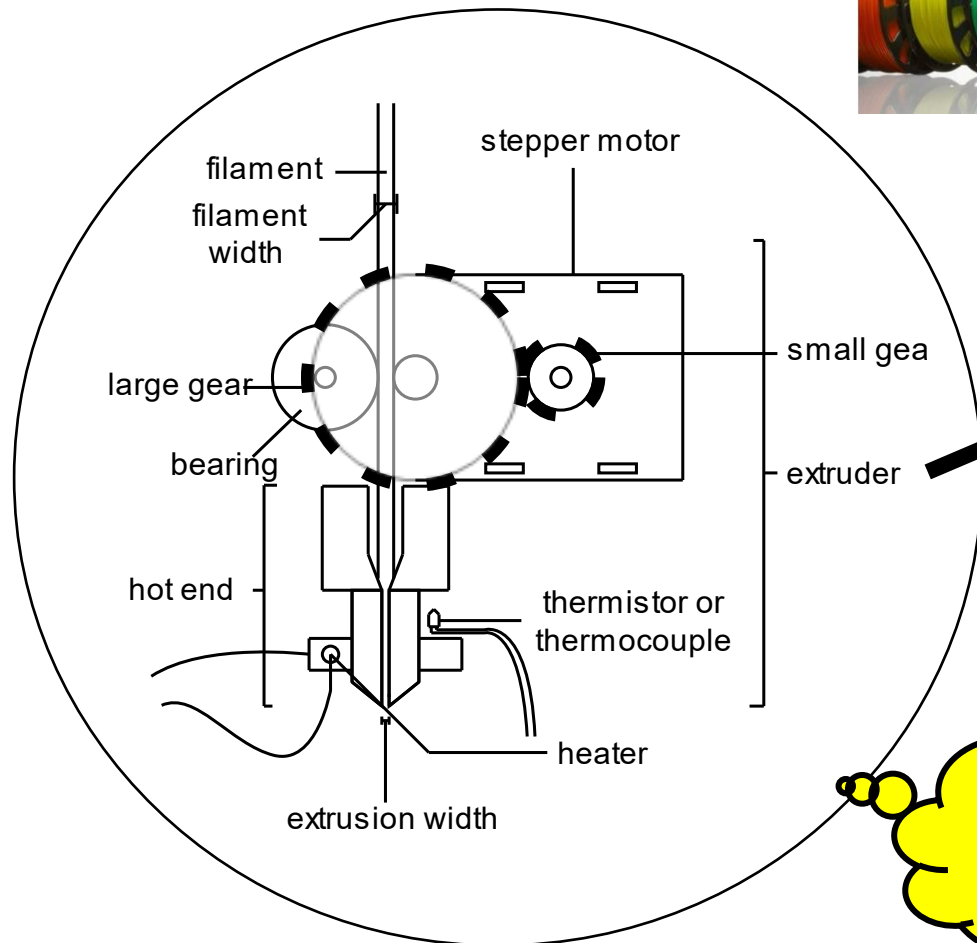
- Begrenzte Maßhaltigkeit
- Schichtlinien sichtbar



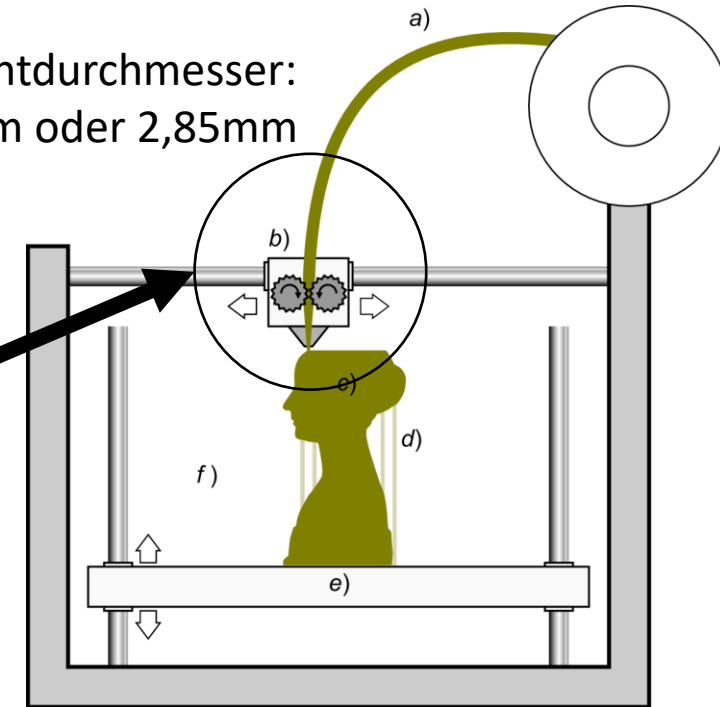
FDM – Fused Deposition Modeling



Filamentdurchmesser:
1,75mm oder 2,85mm



„direct extruder“



- a) Filament
- b) Hot end
- c) Modell
- d) Support/Stützstruktur
- e) Druckplatte
- f) Bauraum

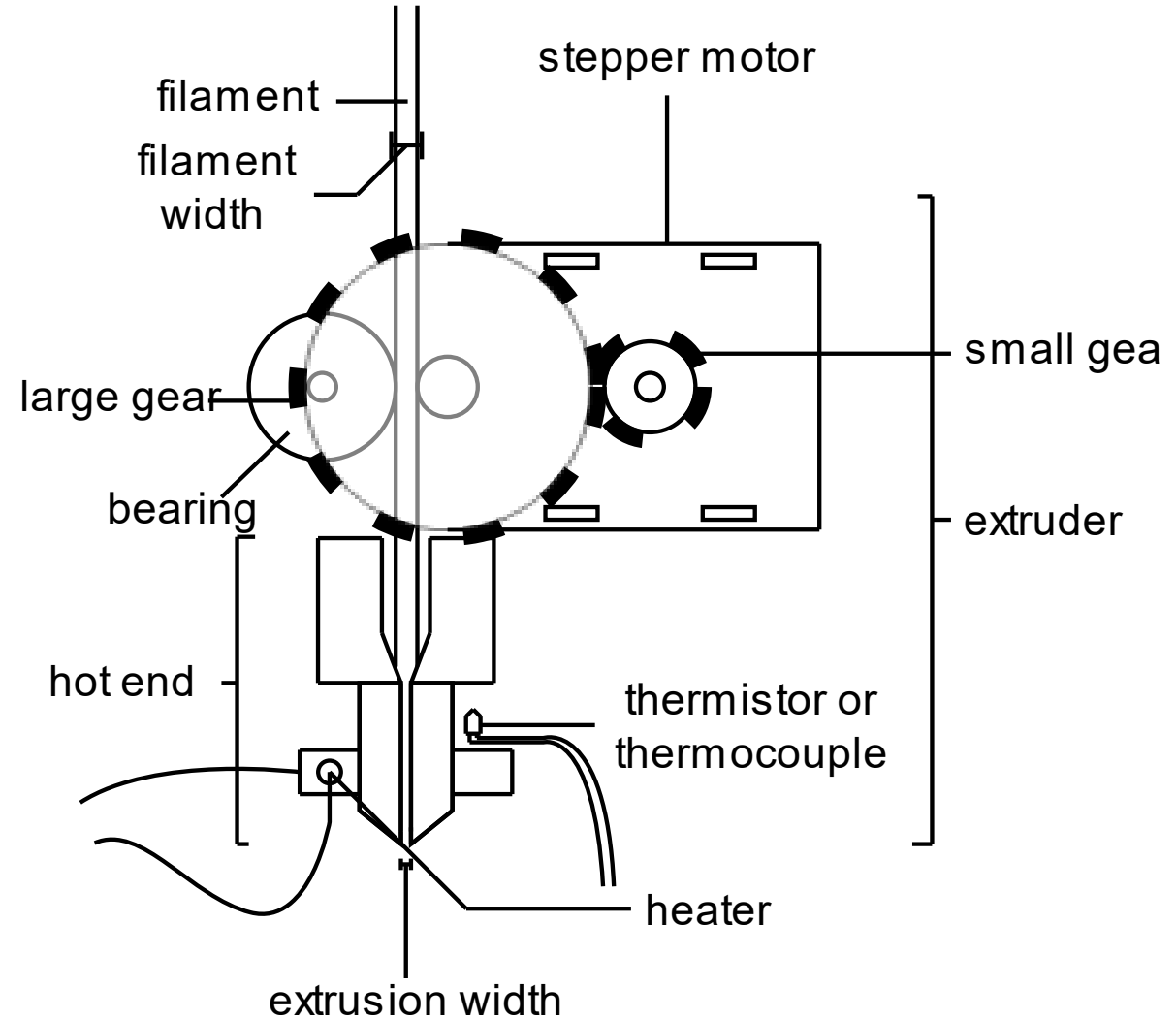
Feeder Systeme: Direkt

Vorteile:

- Alles an einer Stelle
- Bei „Gummiartigen“ Filamenten kein „verdrücken“ (Probleme beim Einzug)
- Einfacher Filament Wechsel

Nachteile:

- Schwere Kopf → beim beschleunigen und abbremsen können Ungenauigkeiten entstehen!
- Druck wird langsamer



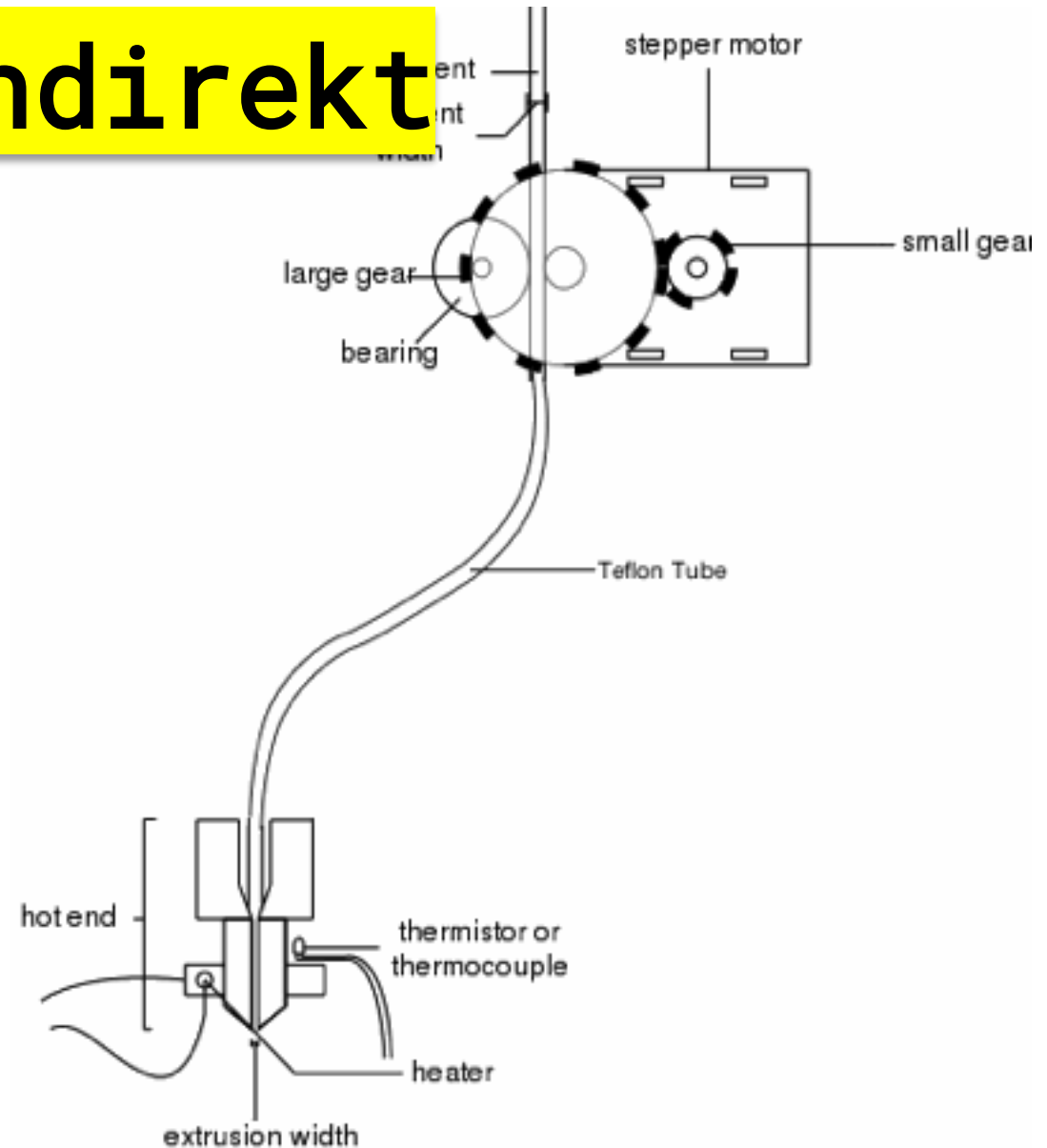
Feeder Systeme: Indirekt

Vorteile:

- Gewicht am Druckkopf wird extrem reduziert
- Höhere Druckgeschwindigkeit
- Geringer Verschleiß

Nachteile:

- Gummiartige Filamente (zb. TPU) schwer zu drucken
- Filament Wechsel aufwändiger



FDM – Fused Deposition Modeling – Beispiel

„Speed Boat Race“ – Wer druckt das kleine Boot („Benchy“) am schnellsten ?



FDM – Fused Deposition Modeling – Beispiel

Timelapse Videos



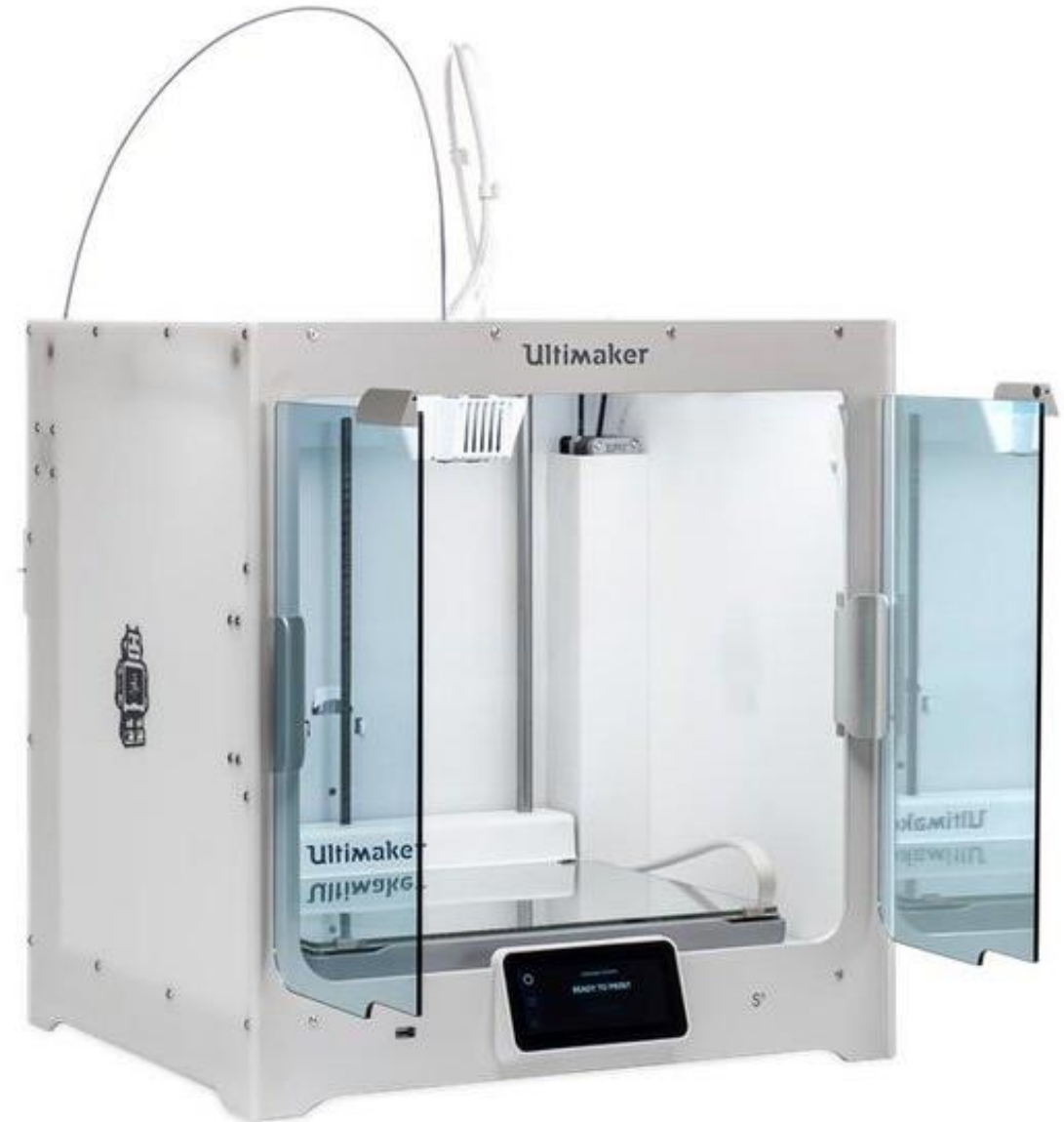
3D Drucker

- **Ultimaker FDM**

Kosten:

U3 3500,-

U5 6500,-



3D Drucker

- Prusa

Kosten:

Bausatz

740,-

Fertig 1000,-



3D Drucker

- Markforged (Endlosfaser)

Kosten:
14.000,-



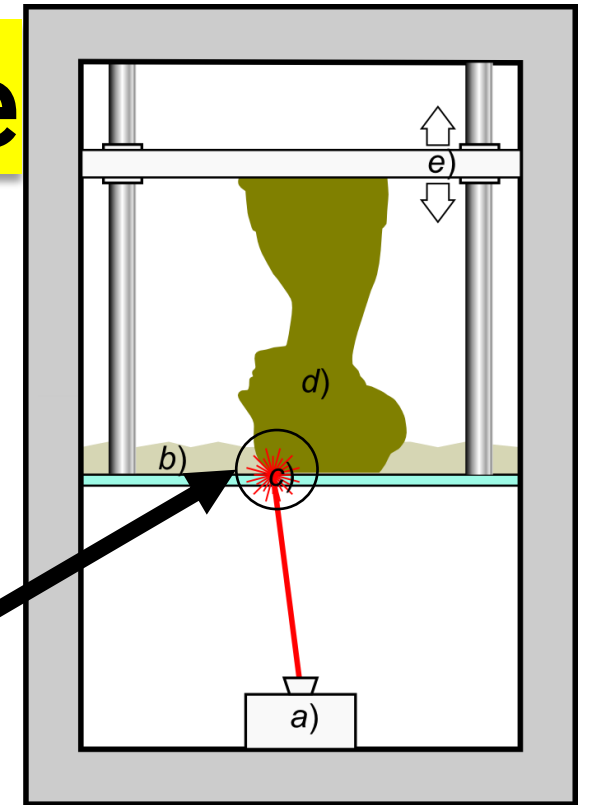
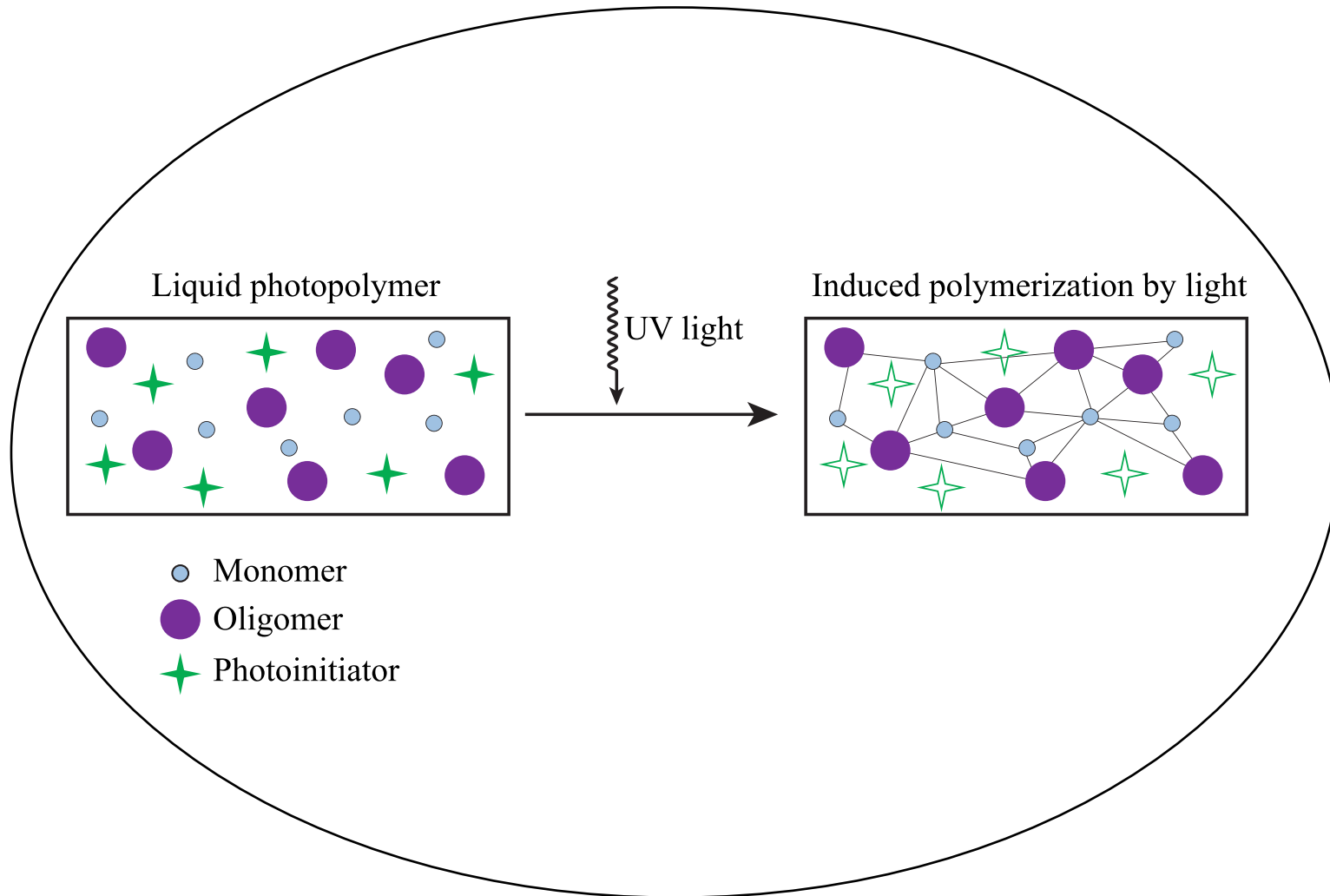
3D Drucker

- EVO-Tech
(Industriedrucker)

Kosten:
65.000,-

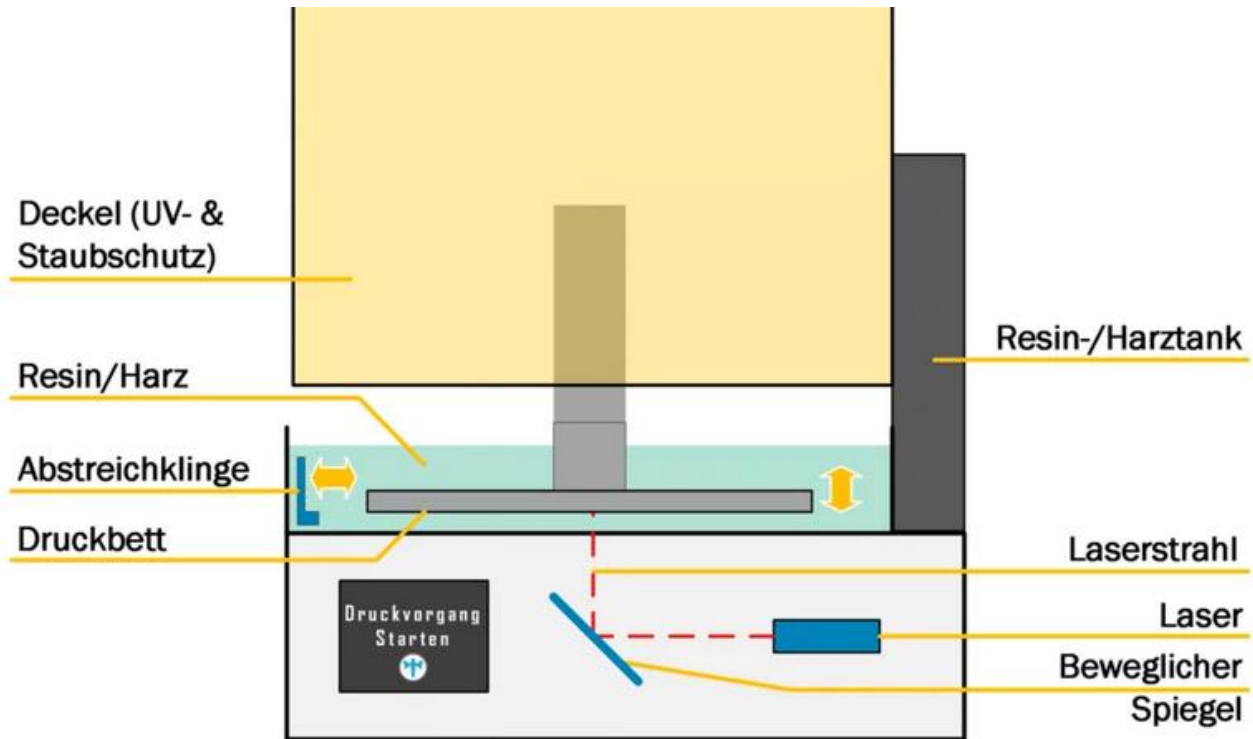


SLA – Stereolithographie



- a) UV Quelle
- b) Photopolymer
- c) UV durchlässiger Behälter
- d) Modell
- e) Druckplattform

Aufbau SLA 3D Drucker



SLA

- Sehr genau
- Glatte Oberfläche
- Nachbearbeitung aufwendig
- Viele spezielle Materialien verfügbar

(Clear, Durable, High Temp, Glass Fill, Ceramic, Wax like, Silikone like etc...)



Beispiele SLA 3D Drucker



3D Drucker

- Formlabs SLA (Resindrucker) (mittlerweile günstigere Modelle) ca. 500,- bis 1000,-

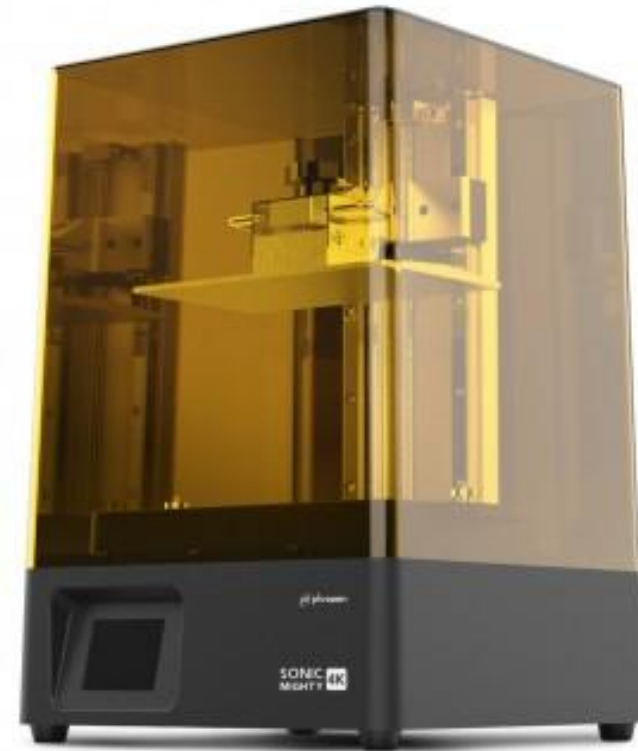
Kosten:
5000,-



3D Drucker

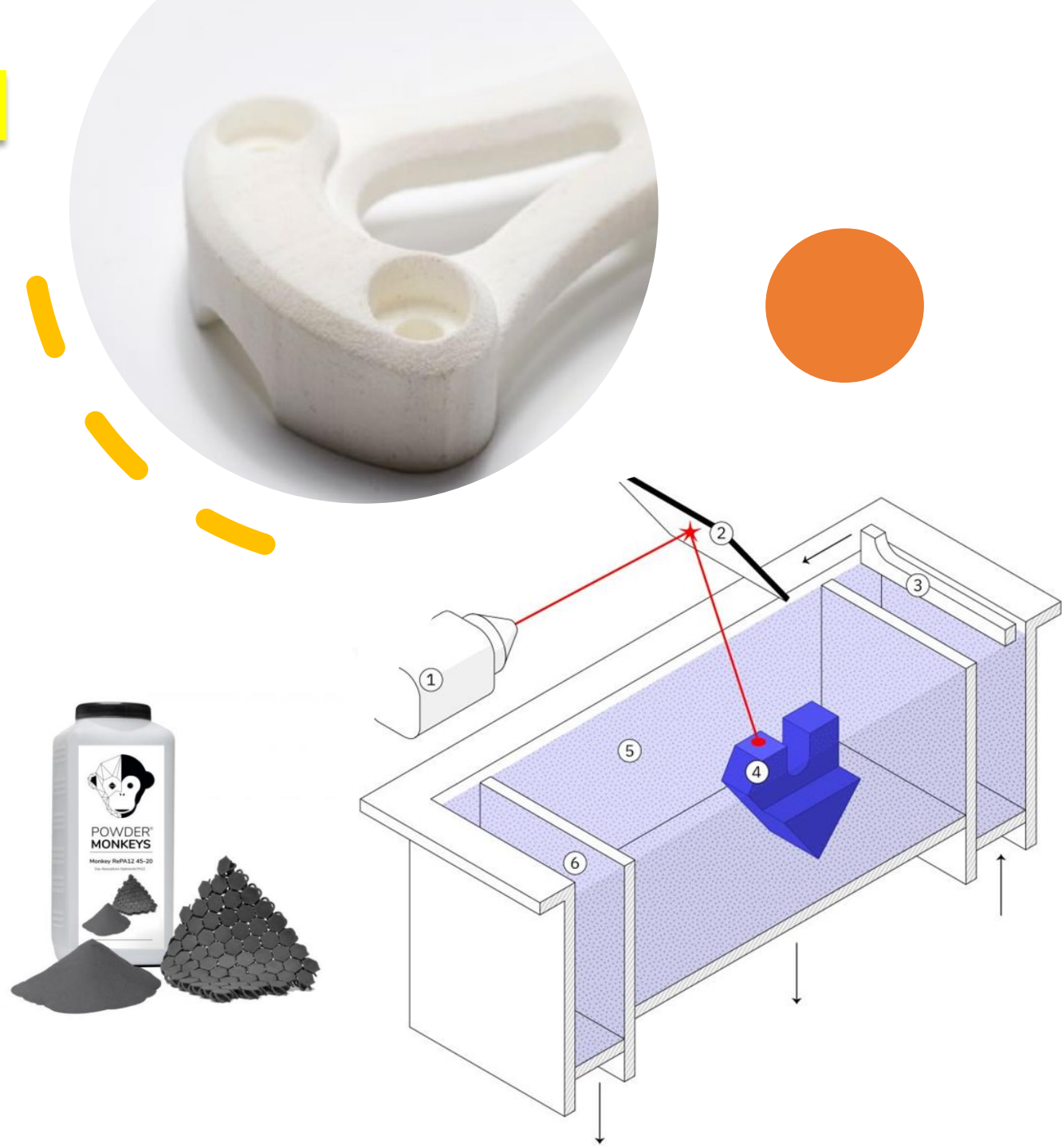
- Phrozen Sonic Mighty 4K

Kosten: 600,-



Powder Bed Fusion (Pulverbasierte 3D Druck Technologien) Polymere

- Kein Supports notwendig
- Sehr gute mechanische Eigenschaften. Fast isotropisch!
- Sehr komplexe Geometrien möglich
- Ideal für Kleinserien
- Sehr teuer in der Anschaffung und Betrieb. (Material)



3D Drucker

- HP Multi Jet Fusion

Kosten:
150.000,-



Herausforderungen im 3D Druck

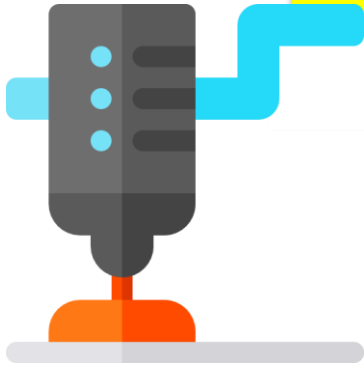
- Warping
- Elephants Foot
- Z-Blob
- Maßgenauigkeit
- Supportfläche unschön
- Feeder grinding
- Heat Creep
- Nozzle Clog
- schlechte Haftung
- Ghosting
- Ungleichmäßige Extrusion
- Layer shift
- Schlechte Qualität/Auflösung
- Delamination
- Stringing

Nachteile 3D Druck

- Tendenziell geringere mechanische Belastbarkeit und **anisotropisches Verhalten**.
- **Post processing** (Nachbearbeitung) fast immer notwendig
- Rechnet sich weniger bei **höheren Stückzahlen**
- Limitierte **Maßhaltigkeit** und **Toleranzen**



Additive vs. Subtraktiv



- Geringe Stückzahlen
- Hohe Komplexität
- Kurze „lead time“ (Durchlaufzeit)
- Kostengünstig

VS

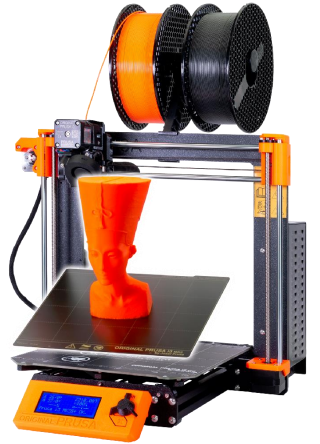


- Einfache Geometrien
- Höhere Stückzahlen
- Hohe Materialanforderungen
- Hohe Maßgenauigkeit



Druckerempfehlungen für Einsteiger

- Prusa MK3S+
 - <https://shop.prusa3d.com/en/3d-printers/180-original-prusa-i3-mk3s-kit.html>
- Prusa MINI+
 - <https://shop.prusa3d.com/en/3d-printers/1387-original-prusa-mini-kit.html>
- Creality Ender 3 V2
 - <https://www.creality.com/goods-detail/ender-3-v2-3d-printer>
- DLP SLA Drucker





**Danke für eure Aufmerksamkeit!
Fragen?**