

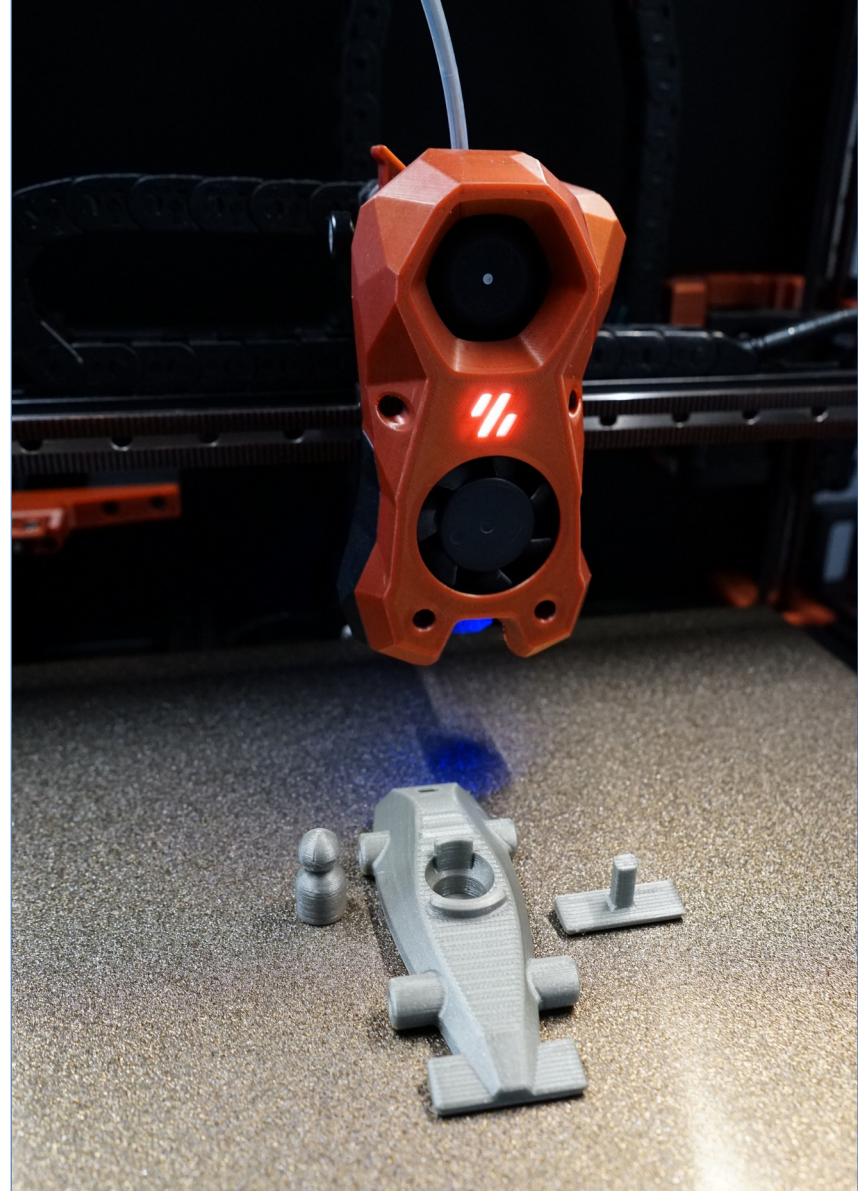
# 3D Druck in der Praxis

Vom Model zum Druck zur Wartung

Ersteller: andimoto ( [www.github.com/andimoto](https://www.github.com/andimoto) )

Workshop 06. Juni 2026

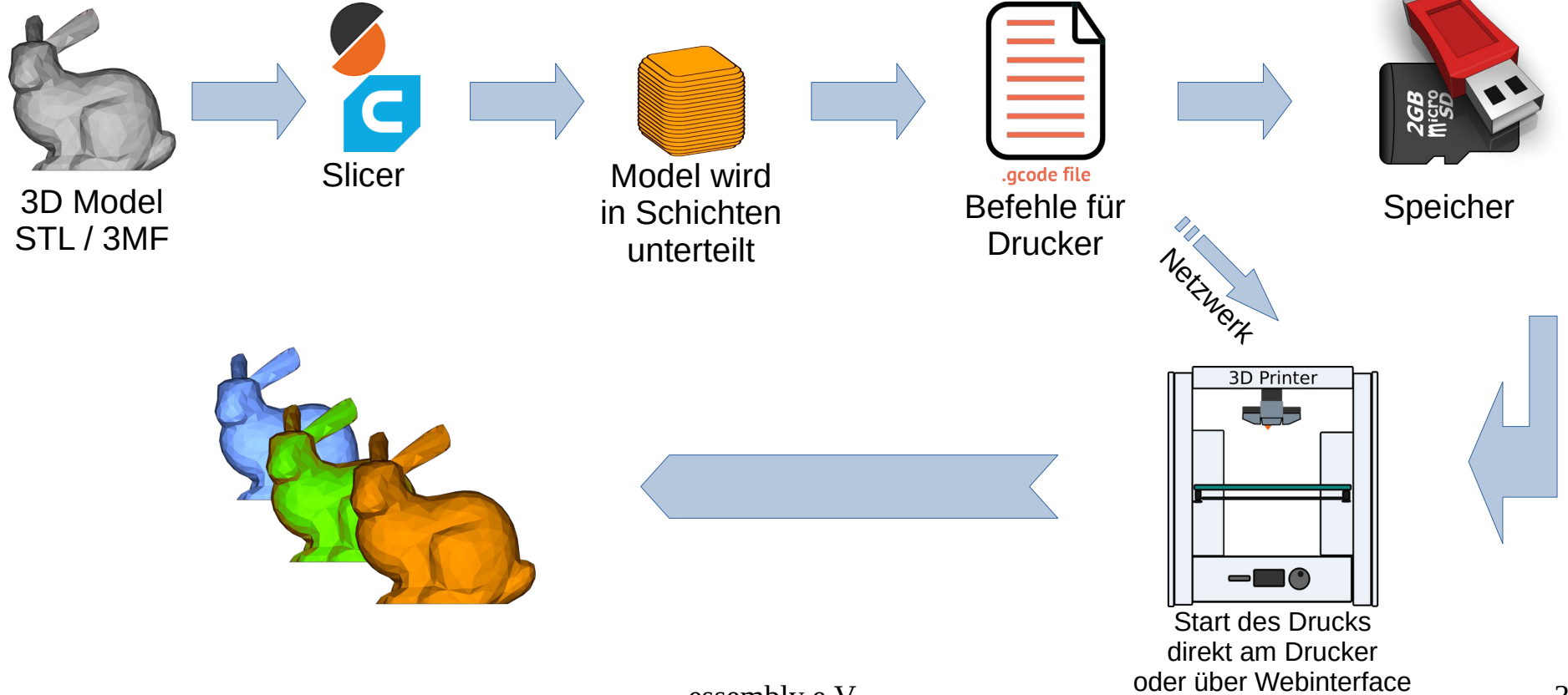
essembly e.V.



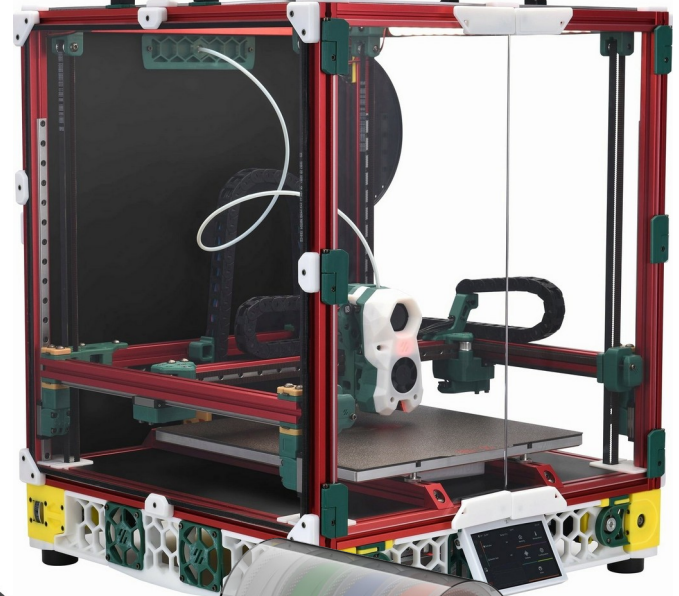
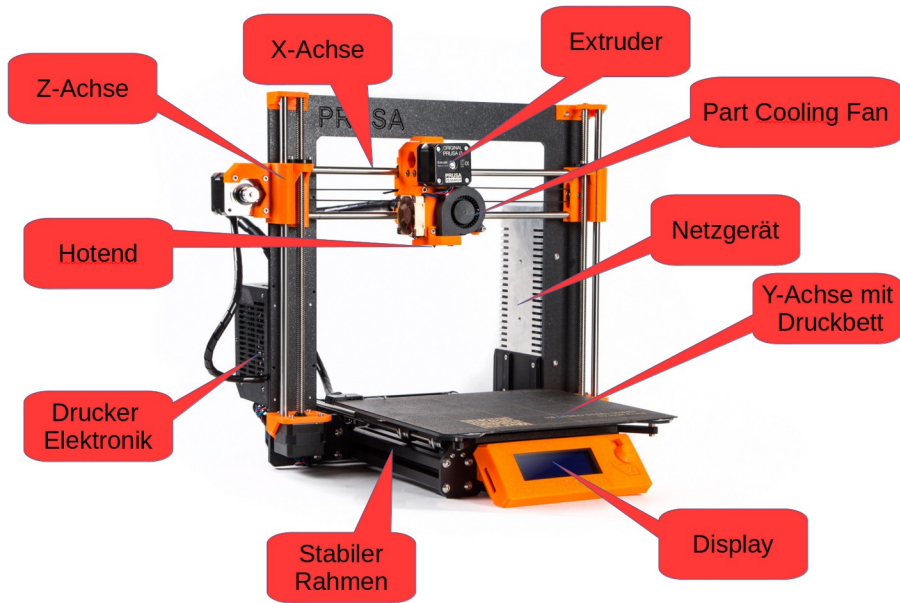
# Inhalt des Workshops

- Überblick zum FDM/FFF Verfahren
- Drucker – Was ist an einem Drucker so dran?
- Druckprozess im Allgemeinen – Model im Slicer erstellen und drucken
- Gängige Materialien (Filament)
- Was ist nötig, um etwas zu drucken?
- Wo bekommt man Modelle her?
- Wie kann man Modelle erstellen? (Überblick CAD Programme)
- Nachbearbeitung & Fehler
- Optional: Wartung des 3D Druckers
- Optional: Erweiterungen für 3D Drucker

# Druckprozess

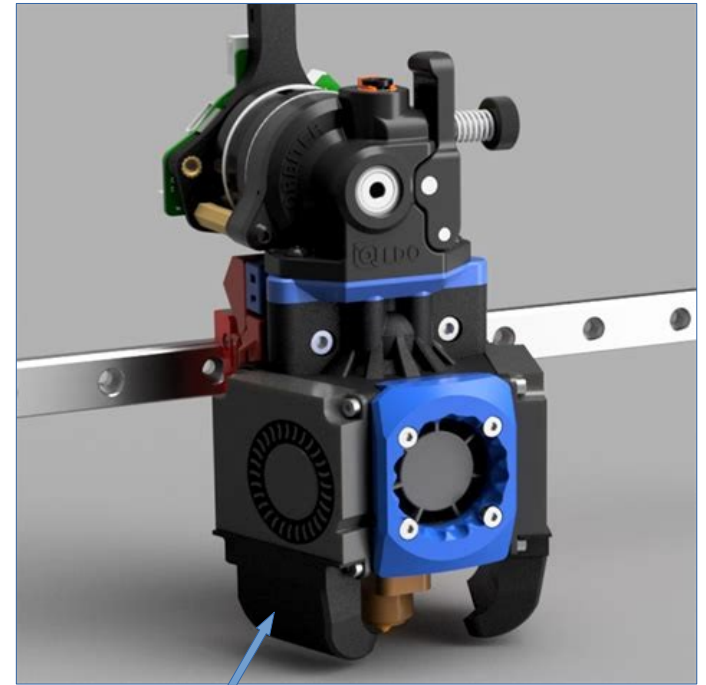
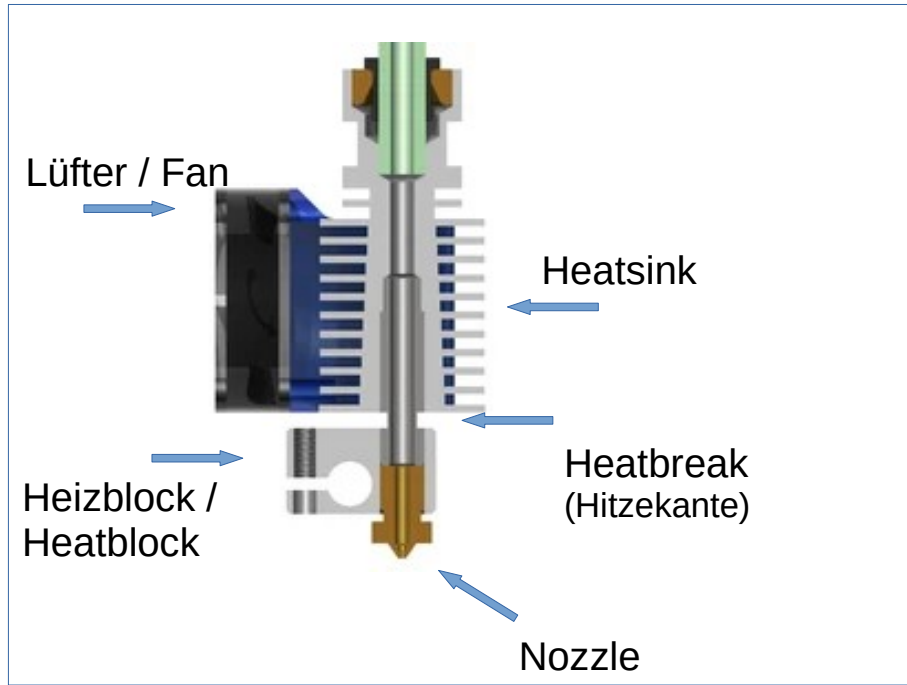


# 3D Drucker



Grafik von Timm

# 3D Drucker - Toolhead



# 3D Drucker - Hotend



Mk8



Dragon

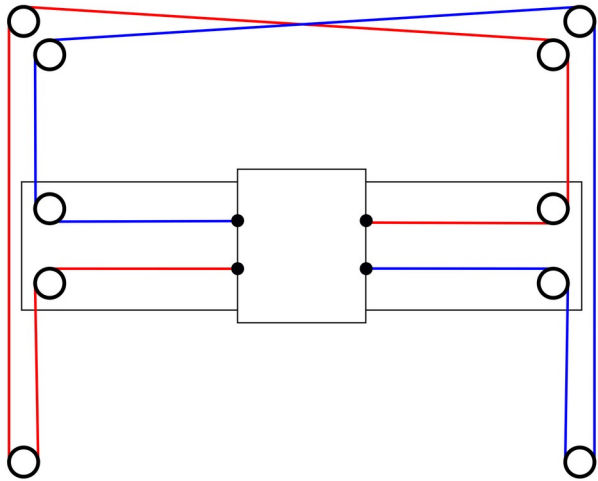


V6



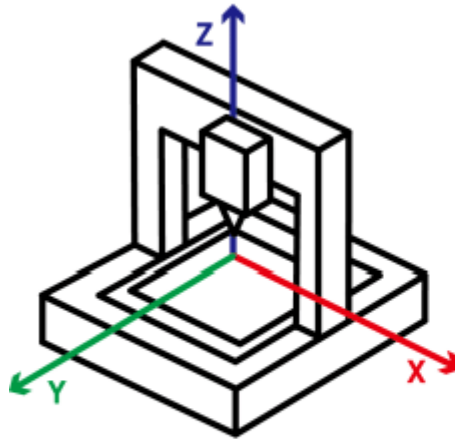
Revo System

# 3D Drucker - Kinematik

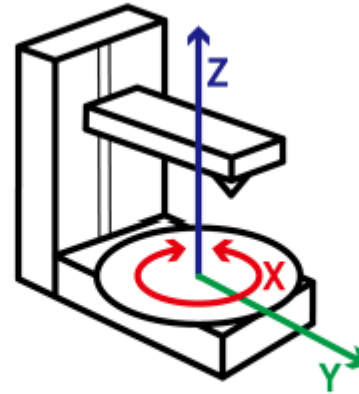


CoreXY

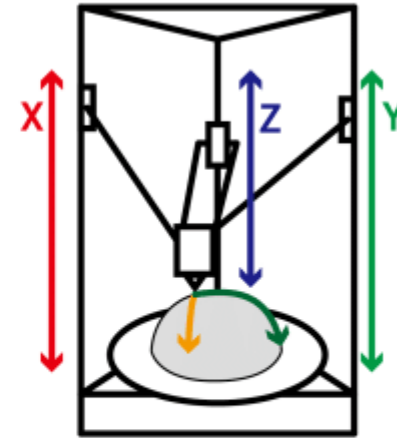
Cartesian Type



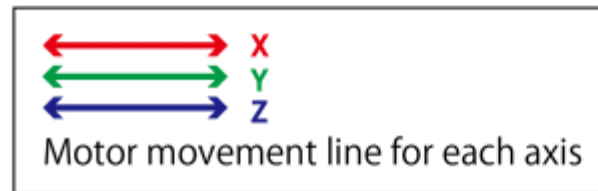
Polar Type



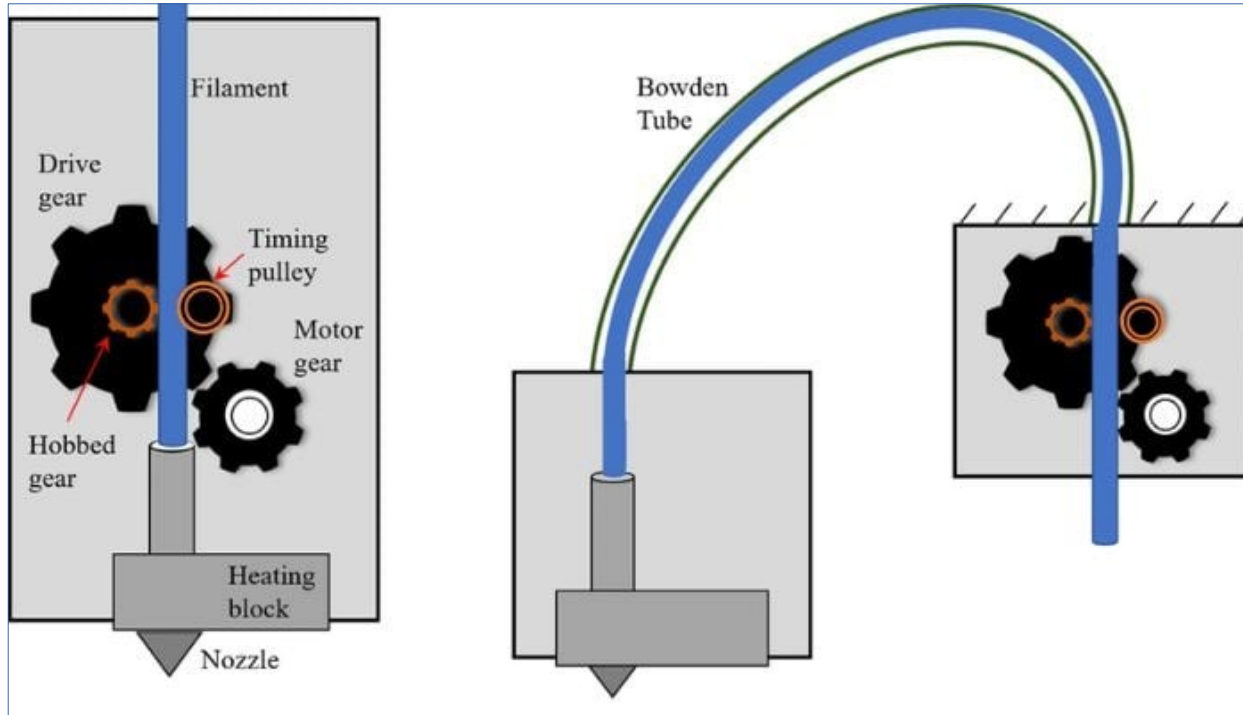
Delta Type



Moving along the slope

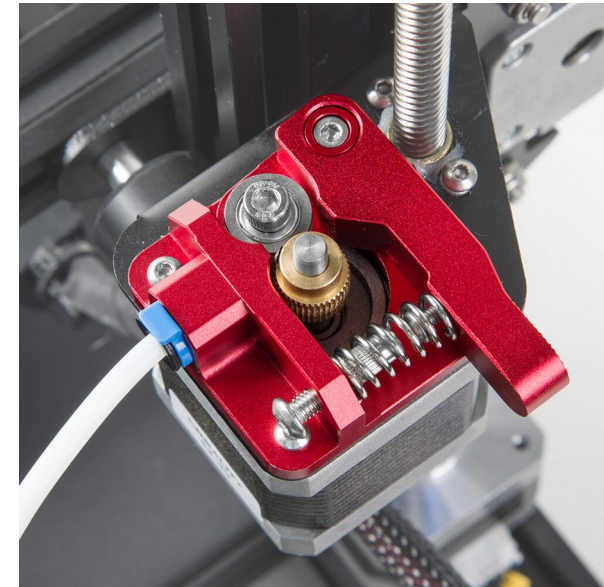


# 3D Drucker - Extruder



Direct-Drive

Bowden-Drive

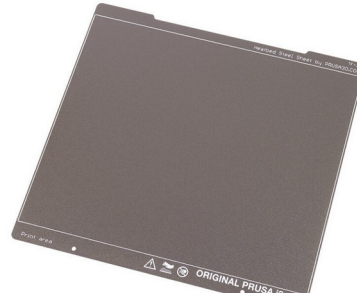


# Druckbett Übersicht



PEI glatt

- gut für
  - PLA, ABS, TPU
- PETG auch gut, haftet sehr stark!
- glatte (oft glänzende Oberfläche)
- Drucke gut lösbar durch biegen der Platte
- PEI Schicht kann „repariert“ oder ersetzt werden
- kann ab und zu mit Aceton gereinigt werden, Isopropanol reicht!
- „Reaktivierung“ mit feinem Schleifpapier möglich



PEI strukturiert

- gut für
  - PETG, TPU
- ABS, (PLA), PC benötigen Klebestift oder „Druck-Rand“ (schlechte Haftung)
- Linien kaum bis nicht sichtbar
- Nozzle muss knapp über die Platte!
- Drucke lösen sich fast automatisch – abkühlen!
- kein Aceton! Säubern nur mit Isopropanol >90%
- nicht kratzfest - leicht mit Spachtel geht aber schon ;)



Satin

- „Universel“
  - PETG, PLA
- auch für ABS und matte Filamente gut
- Linien kaum bis nicht sichtbar
- Nozzle muss knapp über die Platte!
- Drucke lösen sich automatisch
- kein Aceton! Säubern nur mit Isopropanol >90% / Seife
- nicht kratzfest

# Druckbett Übersicht



PA Sheet

- gut für
  - PA Nylon, PETG
- Polyamid basierte Filamente
- glatte (oft glänzende Oberfläche)
- Drucke gut lösbar durch biegen der Platte
- kein Aceton, kein Isopropanol!
- nur Wasser oder Spülmittel
- nicht kratzfest!
- Anleitungen beachten!



PP Sheet

- gut für
  - speziell für Polypropylen (PP) basierte Filamente
  - ABS/ASA, PC
  - PETG, FLEX
- kein Aceton! Säubern nur mit Isopropanol >90% oder Spülmittel
- nicht kratzfest
- Anleitungen beachten!



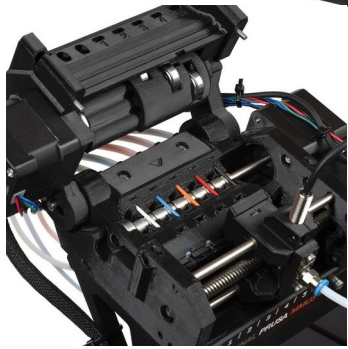
Cryogrip

- „Universel“
  - PETG, PLA, ABS
- Zubehörmarkt (von BIQU)
  - Frostbite/Glacier
- geringere Druckbetttemperatur möglich
- Drucke lösen sich automatisch
- kein Aceton! Säubern nur mit Isopropanol >90% / Seife
- Anleitung beachten!
- nicht kratzfest

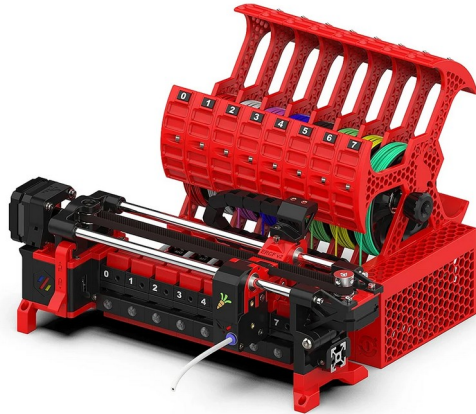
# Multi Color / Multi Material

- Moderne 3D Drucker können Multi Color oder Multi Material drucken
  - **Multi Color: ein Druckkopf, mehrere Filamente**
    - gut für mehrere Farben, schlecht für unterschiedliche Materialien
    - Materialwechsel bedarf Temperaturwechsel
    - Wechsel dauert lange, Filamentpfad sehr groß, Fehleranfällig
    - System (fast) beliebig erweiterbar (bis zu >16Farben bzw Spulen)
  - **Multi Material: mehrere Druckköpfe für verschiedene Farben oder Materialien**
    - mehrere Farben, mehrere Materialien
    - Werkzeugköpfe haben Parkpositionen – benötigt viel Platz
    - Unterschiedliche Temperaturen möglich
    - Wechsel geht schnell (wenige Sekunden)
- verschiedene Ansätze ermöglichen Multi Material / Multi Color
- je nach System entsteht viel Abfall – bei allen System ist ein „Wipe-Tower“ nötig

# Multi Color



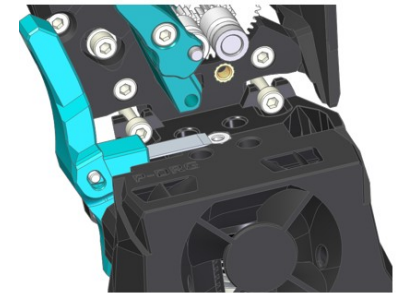
Prusa MMU3



ERCFv2 - Open Source  
(Bausätze vorhanden)



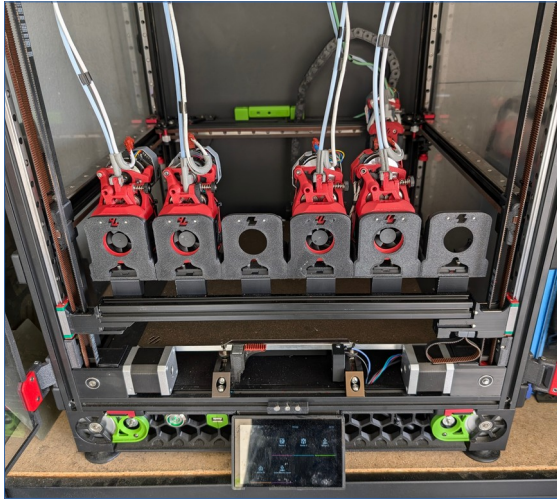
BambuLab AMS  
bei anderen Herstellern ähnlich



Filamentwechsel durch

- Tip Forming
- Filament-Cutter

# Multi Material



Stealth Changer

<https://github.com/DraftShift>

Open Source

Prusa Core One INDX

Grafik: Prusa/Bontech



Snapmaker U1

Grafik: snapmaker.com

# Color Blending / Color Mixing

- Aus wenigen Farben kann eine Farbpalette gemischt und gedruckt werden.
- Durch Software kann der Farbmix mit den Eingangsfarben bestimmt werden.
- Durch Wechsel der Farben sowie Weiß/Schwarz, können weitere Farbtöne gedruckt werden.
- Die einzelnen Schichten sind für das Auge kaum sichtbar
- Diese Technik entstand (im Februar `26) durch das Open Source Projekt von [Full Spectrum Orca Slicer](#) von [ratdoux](#)
- Einige Slicer haben das bereits integriert (auf Basis des Projekts)
- Mehr:
  - [Prusa Blog](#)
  - [Hackaday Artikel](#)



Color Palette Model

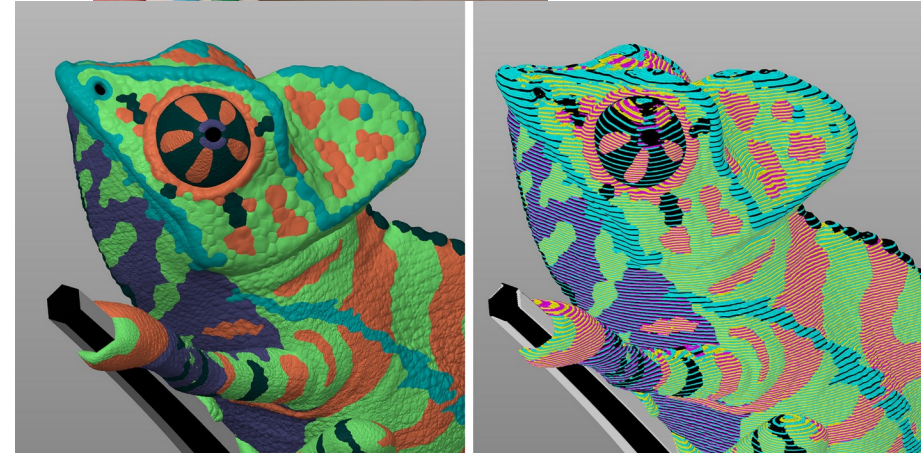
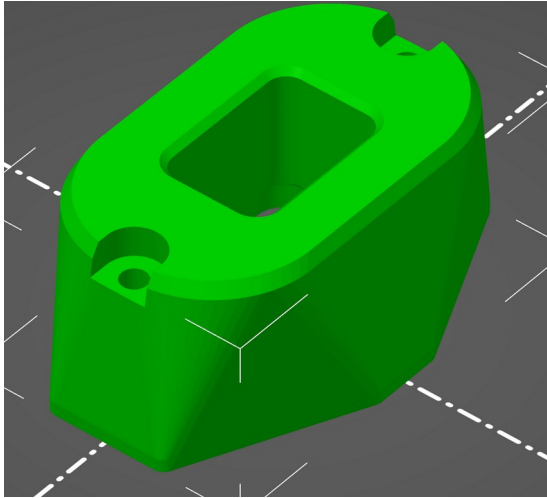


Bild: Prusa Blog

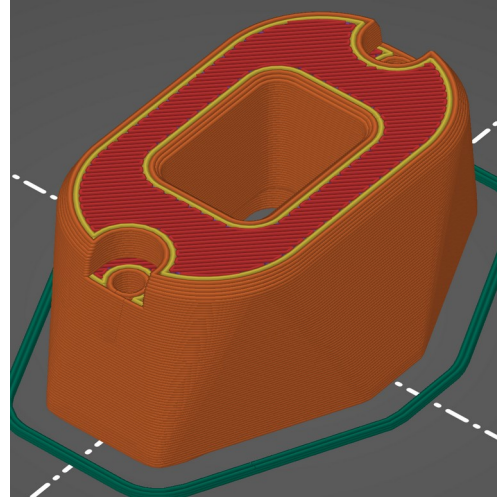
# Slicer – Model vorbereiten

- Was macht ein **Slicer**?
  - ein 3D Model wird in **Schichten** umgerechnet.
  - für jede Schicht wird ein **Pfad aus Wänden und Füllung** (auch Infill genannt) erstellt.
  - zusätzlich werden weitere Parameter wie **Nozzle-Temperatur, Extruder und Geschwindigkeit** berechnet bzw. eingestellt.
- Je nach Model kann **Support** dazugerechnet werden um Überhänge (Brücken) besser drucken zu können.
- Schichten und Pfade werden als **GCode** generiert und können gespeichert werden
- Die meisten Slicer haben Voreinstellungen für viele verschiedene 3D Drucker und Filamente

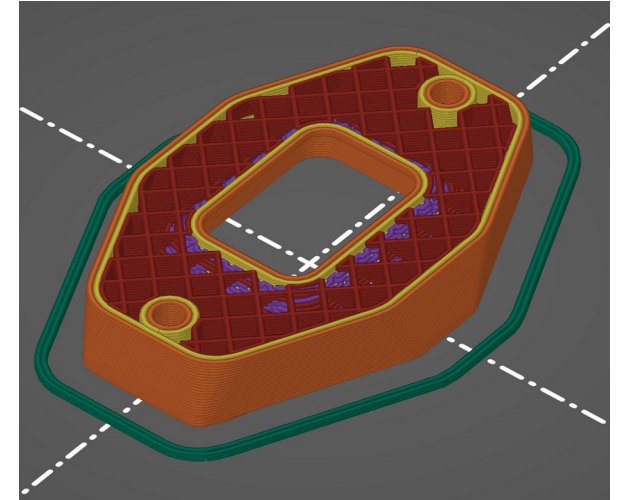
# Slicen – Model vorbereiten



Model



Model in Schichten  
(slicing durchgeführt)



innere Ansicht

# Slicer Überblick

- **PrusaSlicer** - <https://www.prusa3d.com>
  - Open-Source (Fork von Slic3r), wird von Prusa entwickelt
  - Slicer für Ultimaker Maschinen, aber auch viele andere
  - hat viele Voreinstellungen für diverse Drucker
  - OrcaSlicer & BambuSlicer sind Forks (Abspaltungen) von PrusaSlicer bzw Slic3r
- **Ultimaker Cura** - <https://ultimaker.com>
  - Open-Source, wird von Ultimaker entwickelt
  - Slicer für Ultimaker Maschinen, aber auch viele andere
  - hat viele Voreinstellungen für diverse Drucker
- **KiriMoto** - <https://grid.space/>
  - kostenloser Online-Slicer
  - hat bereits verschieden Voreinstellungen für 3D-Drucker

Achtung bei  
OrcaSlicer!

Nur GitHub  
Downloads  
verwenden!

Fakes im Umlauf!

# Slicen – Druck vorbereiten

- **Model laden** und evtl. Orientierung einstellen
  - je nach Verwendung des Objekts bringt eine sinnvolle Orientierung mehr Stabilität – Bsp: Winkel
- **Drucker wählen**
  - Düsendurchmesser beachten
- **Material wählen!**
  - je nach Filament(-Hersteller) Einstellungen beachten oder anpassen
    - Temperatur
      - sind viele Fäden (Stringing) vorhanden -> Temperatur ein paar Grad runter -> evtl. Temperatur-Tower drucken
    - Kühlung – PLA -> viel; ABS -> wenig
  - je nach Nutzen des Objekts
    - bei mechanischer Belastung eher PETG oder ABS/ASA, PLA ist trotzdem möglich
    - bei höherer Temperaturbelastung >30 Grad besser PETG/PCTG oder ABS/ASA – (ASA ist UV beständig!)
    - bei Lebensmitteln PLA oder PETG (eingeschränkt!! \*)
    - sonst kann man PLA verwenden, da einfach zu drucken
  - bei falschen Material kann Extruder nicht richtig arbeiten

\* FDM/FFF 3D Druck ist im Lebensmittelbereich nur eingeschränkt nutzbar. In den Rillen können Reste bleiben!

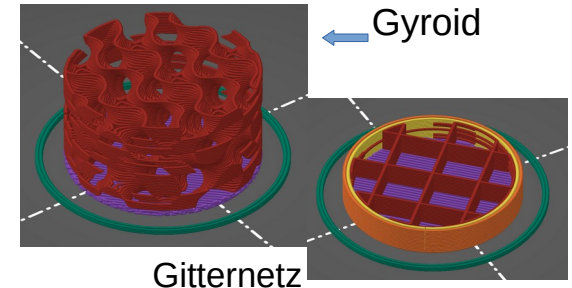
# Slicen – Parameter

- **Schichthöhe** – Standard 0,2mm (bei 0,4mm Nozzle)
  - je nach Detailgrad
    - bei Display-Modellen eher dünne Schichten
    - in vielen Slicern kann das pro Druckhöhe variabel eingestellt werden
  - je dünner die Schicht, desto mehr Druckzeit ist nötig
  - für schnelle Drucke größerer Objekt -> Düsendurchmesser erhöhen
- **Wände / Perimeter / Hülle**
  - für mehr Stabilität sollte dieser Wert erhöht werden (>3-5 Wände)
  - bei Prototypen oder Display-Modellen reichen 2 Wände
  - Spiralvasenmodus für hohle Objekte wie Vasen – keine/kaum Nahtstellen, aber dünn
- **Horizontale Konturen** – Boden / Decke
  - mehrere Deckenschichten um Infill-Muster zu überdecken
  - je nach benötigter Stabilität
- Schichthöhe sollte unter 80% des Düsendurchmessers liegen (0,4mm Nozzle -> max. 0,32mm Schicht)

# Slicen – Parameter

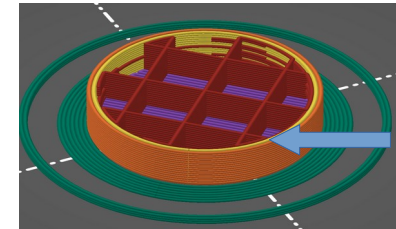
- **Infill**

- spart Zeit und benötigt keine hohe Genauigkeit
- je nach gewünschter Stabilität einstellen
- 100% Infill ist fast immer overkill – selten nötig!
- Füllmuster wählen
  - wenn Objekt dünn, hoch und „wackelt“ eher ein „gerades“ Füllmuster wählen
  - „Gyroid“ z.B. sieht gut aus ABER ist laut & wackelt sehr (nicht gut für Bed-Slinger)



- **Rand - Brim**

- für Objekte mit kleiner Fläche auf dem Druckbett
- fügt mehrere „Wände“ zur 1. Schicht hinzu (nur zur 1. Schicht!)
- erhöht die Haftung der 1. Schicht
  - oft sehr hilfreich bei ABS Drucken für bessere Haftung an Ecken
- oft nötig für hohle zylindrische Objekte oder Objekte mit vielen Löchern

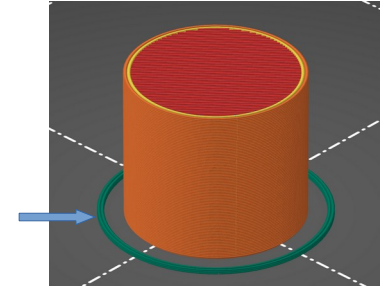


[Prusa Help - Infill](#) [Prusa Help - Brim](#)

# Slicen – Parameter

- **Schürze - Skirt**

- Altbestand, diente als Kurztest vor dem eigentlichen Druck
- mittlerweile dient es mit der „Purge-Line“ zur „Druckstabilisierung“ in der Düse
  - auch gut bei Filament, welches sich in der Nozzle stark zurück zieht – z.B. TPU/FLEX
- entfernt Rückstände an der Düse – sehr zu empfehlen!
- dient zur Kontrolle der Haftung und bei Feineinstellung der Nozzle-Höhe
- kann bei Erhöhung als Windschutz dienen (Windschutz kann in Slicern direkt aktiviert werden, nützlich bei ABS Druck)

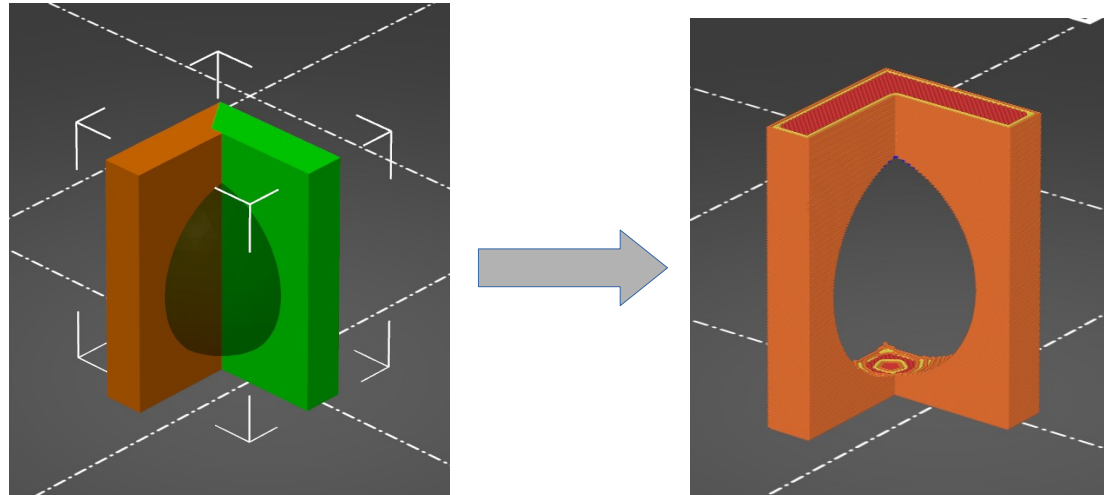


# Modelle selbst erstellen

## Slicer

- Einfache Modelle lassen sich (mittlerweile) auch im Slicer erstellen.
  - „Basis“-Geometrien können auf Druckbett erstellt werden.
  - Geometrien können mit Bool'schen Operationen verrechnet werden.
  - Heruntergeladene STLs / 3MF können somit leicht angepasst werden.

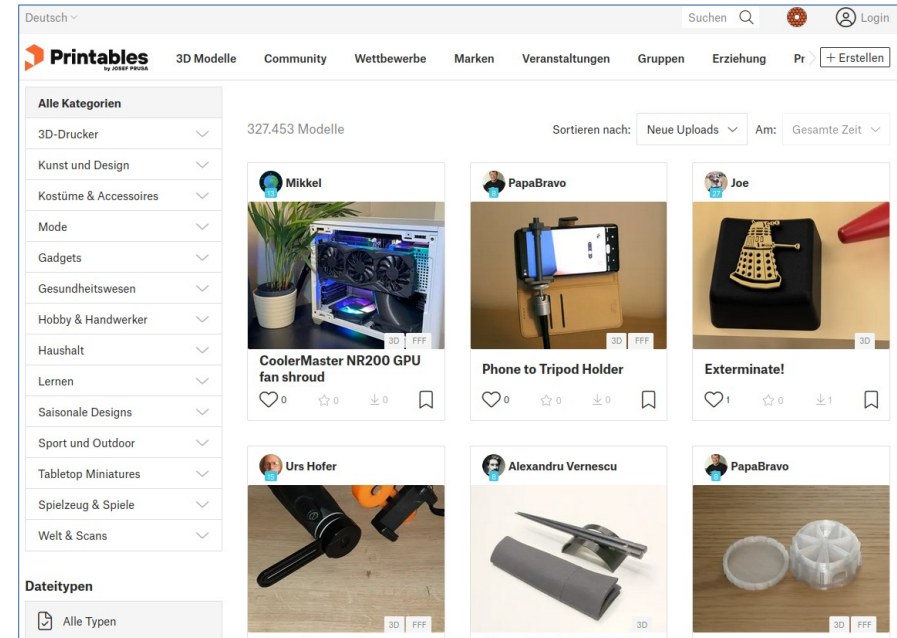
kleine Demo in Prusa Slicer



essembly e.V.

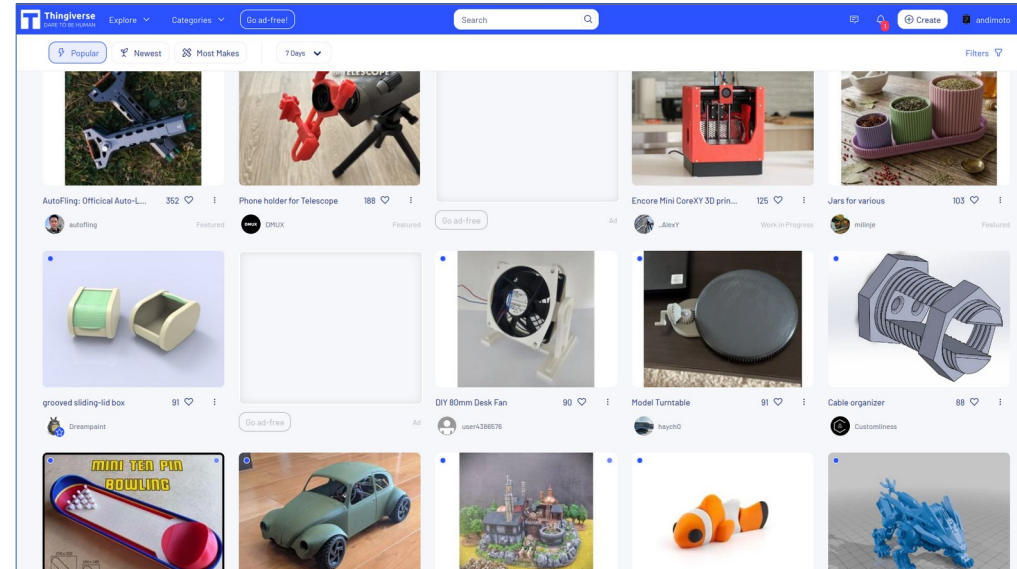
# 3D Modelle aus dem Internet

- Printables - <https://www.printables.com>
  - Modelldatenbank von Prusa Research mit über 1Mio Modellen (Juli 2025)
  - Sehr übersichtlich, stabil und schnell, wird sehr gut gepflegt
  - Contests, Preise, Punktesystem für Artikel aus eigenem Webshop
  - Pay-Modelle, Designer-Support (Mitgliedschaften bei Designern)
  - direkte 3D Modellvorschau, gute Suche, Filter-Möglichkeit
  - einfacher Thingiverse Import
  - guter Editor bei Upload, uvm.
  - Modelle meistens unter Creative Commons, etc.



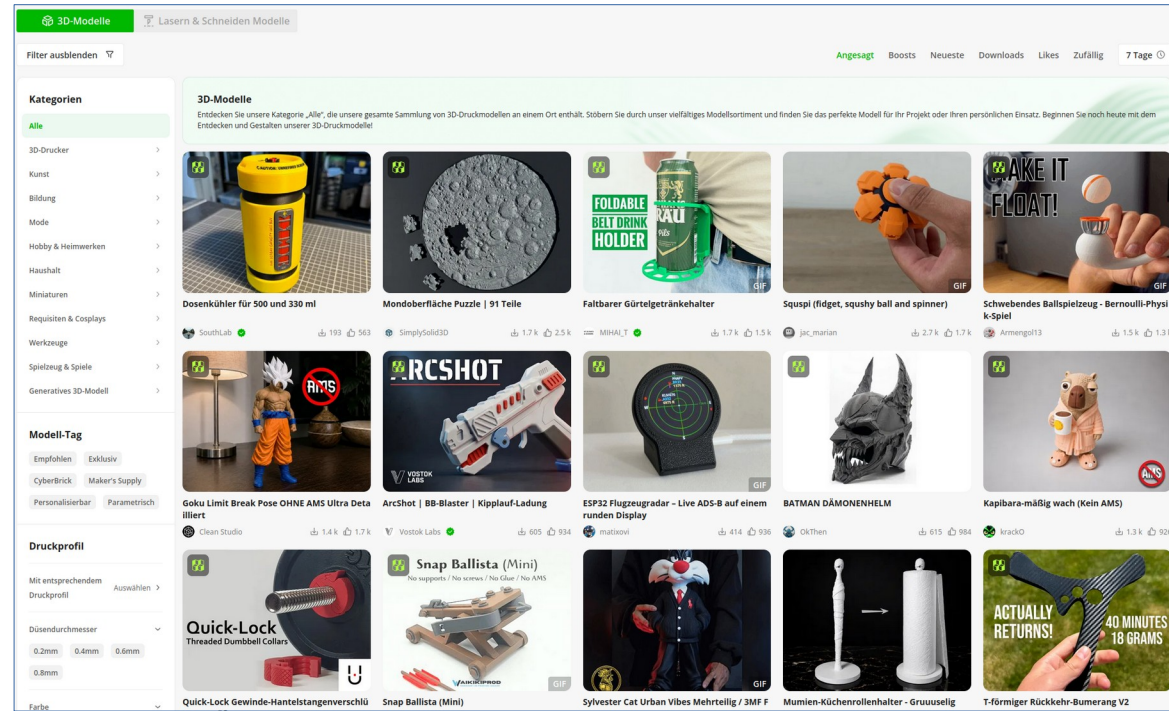
# 3D Modelle aus dem Internet

- Thingiverse - <https://www.thingiverse.com/>
  - Modelldatenbank von Ultimaker mit über 2.5Mio Modellen (Feb. 2023) – Feb. 2026 Gekauft von MyMiniFactory
  - eine der ältesten und bekanntesten Plattformen für 3D Modelle
  - Übersichtlich, schnell, wird gepflegt
  - direkte 3D Modellvorschau, guter Editor bei Upload
  - OpenSCAD Customizer
  - schlechte Suche, Werbung
  - Spendenmöglichkeit für Modelle
  - mittlerweile auch Contests, etc



# 3D Modelle aus dem Internet

- Makerworld - <https://makerworld.com>
  - Modell-Marktplatz von BambuLab
  - Druck per Klick, starke Integration in BambuLab-Ökosystem
  - Apps für Smartphones
  - Bietet Wettbewerbe an
  - Übersichtlich, schnell, wird gepflegt
  - KI Funktionen (Tokenbasiert!)

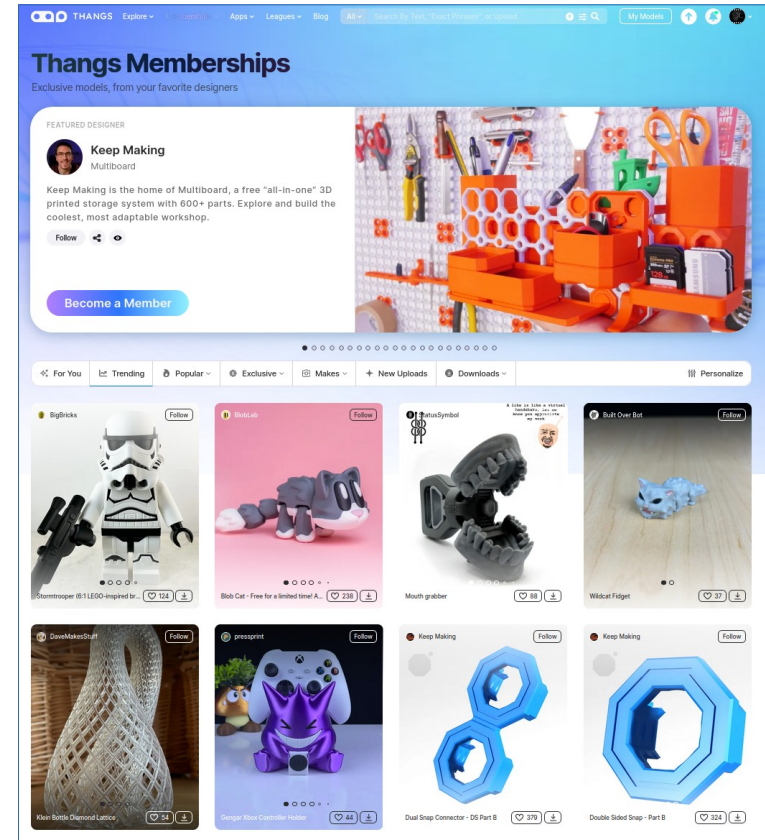


# 3D Modelle aus dem Internet

- Thangs - <https://www.thangs.com/>
  - Modelldatenbank und Suchmaschine mit über 15Mio Modellen (inkl. andere Plattformen) (Feb. 2023)
  - Übersichtlich, schnell, wird gut gepflegt, sehr gute Suche
  - Mitgliedschaften, Contests und Preise aus Partner-Shops
  - App für Smartphone
  - sehr gute 3D Modellvorschau



assembly e.V.



Grafik von thangs.com

# Modelle selbst erstellen

- Model erstellen
  - Model wird klassisch in einem „**virtuellen Raum**“, durch verschiedene Funktionen der Software, erstellt und modifiziert
    - FreeCAD, Fusion360, Onshape, SketchUp
  - Model wird durch „**Verrechnung**“ verschiedener **3D Grundobjekte** aufgebaut
    - OpenSCAD, TinkerCAD
    - OpenSCAD ist Code-basiert, KIs können Modelle erstellen (je nach Prompt-Qualität :))
- Objekt berechnen (**Rendern**)
  - Objekte bestehen meist aus einem Geflecht aus Dreiecken, bzw. aus einem Drahtgeflecht
  - dieser Prozess erstellt ein detailliertes Objekt und prüft eventuelle Fehler
  - keine Vorschau! (eine Vorschau beinhaltet auch Darstellungsfehler, ist aber schneller)

# Modelle selbst erstellen

- Generieren / Exportieren
  - **STL / .stl**
    - 1988 eingeführt, früher Stereolithographie, heute „Standard Triangle Language“
    - Formen werden interpoliert (Annäherung, Genauigkeit abhängig von gewünschtem Detailgrad)
    - sehr weit verbreitet, ungenau und oft fehlerhaft
  - **3MF / .3mf**
    - 2015 eingeführtes OpenSource Format
    - XML-basiert mit vielen Eigenschaften
    - kann mehrere Objekte in einer Datei speichern (für Multi-Color-Printer, etc)
    - Farb- und Texturinformationen, Slicer-Profile, Miniaturbild, etc.
    - speziell für industriellen 3D Druck entwickelt
    - keine Fehler im Model möglich (Mannigfaltigkeit)

# Modelle selbst erstellen

## CAD Design Software

- **OpenSCAD** - <https://openscad.org/>
  - Modelle werden durch Programmierung in Textdateien beschrieben
  - sehr einfache Parametrisierung der Modelle möglich
  - Konzept: Verrechnung von „Grund-Geometrien“ (Kubus, Zylinder, Kugel)
  - Open-Source, verfügbar unter Windows, Linux, Mac OS
- **FreeCAD** - <https://www.freecad.org/>
  - CAD Tool mit sehr vielen Features
    - Zeichnen, Modellieren, Pfad-Werkzeug (CNC), etc.
  - Open-Source, verfügbar unter Windows, Linux, Mac OS
  - Onsel ist ein Fork von FreeCAD mit zusätzlichen kommerziellen Features
- **Blender** - <https://www.blender.org/>
  - Open-Source Animations-Software
  - bietet viele Tools zum Erstellen von Modellen an
  - verfügbar unter Windows, Linux, Mac OS

# Modelle selbst erstellen

## Online CAD

- Online CAD
  - **TinkerCAD** - <https://www.tinkercad.com/>
    - Kostenlos, Anmeldung nötig
    - Konzept: Verrechnung von „Grund-Geometrien“ (Kubus, Zylinder, Kugel)
    - Kein Programmieren, Bausteine werden per Maus gesetzt (oder Maßangabe)
  - **BlockSCAD** - <https://www.blockscad3d.com/editor/>
    - Kostenlos, keine Anmeldung nötig
    - Programmieransatz mit „Blöcken“ (siehe <https://scratch.mit.edu>)
  - **sculptgl** - <https://stephaneginier.com/sculptgl/>
    - Kostenlos, keine Anmeldung
    - kein Klassisches CAD Tool
    - Skulpturen können plastisch per Maus „freihändig“ erstellt werden
  - **Onshape** - <https://www.onshape.com/>
    - Kommerzielle Profi-Software, Kostenlos für Maker und „non-commercial use“ (eigene Modelle sind dann open-source)
    - Viele Features – 2D, 3D, Assemblies, CAM (über AppStore), kollaboratives Arbeiten möglich
    - unabhängig von Betriebssystem - browserbasiert

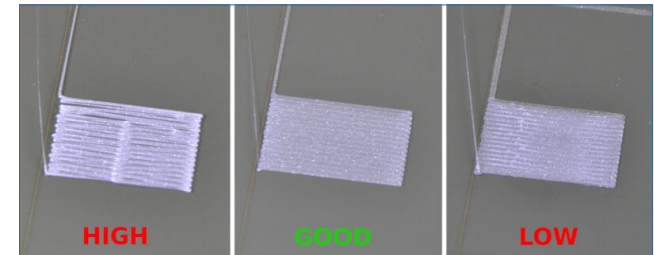
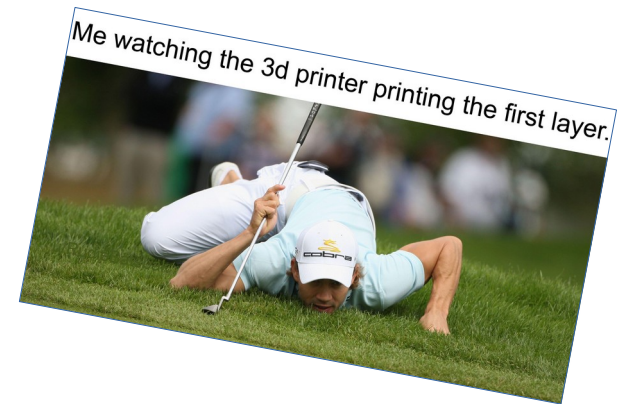
# Vorbereitung des Druckers

- **Druckbett reinigen**
  - mit Isopropanol (>90%)
  - Spachtel verwenden um Rückstände zu entfernen
    - Vorsichtig bei texturierten Druckplatten, die sind oft nicht kratzfest
  - Heizplatte putzen (ohne Mittel! nur mit Hand grobe Reste entfernen),
    - ACHTUNG: NIE auf Heizplatte drucken!
  - entfernt evtl. Unebenheiten
- **Filament wechseln** – Bei Wechsel von hoher Temperatur auf niedrigere, folgendes Beachten:
  - bei Wechsel von PETG / ABS auf PLA mehrmals das PLA Filament wieder einziehen, das **Ende** jedes mal **schräg abschneiden**
  - Tipp: ersten Einzug mit Temperatur von vorherigem Filament, danach mehrmals mit normaler Temperatur (gute Erfahrungen damit!)
  - entfernt mögliche Rückstände von vorherigem Filament, welche sonst zu Verstopfung (**Clogging**) führen können weil diese nicht richtig schmelzen

# Während des Drucks

## die 1. Schicht

- **Erste Schicht beobachten**
  - die 1. Schicht ist die wichtigste - je besser die Haftung, desto stabiler liegt das Objekt auf dem Druckbett
  - Schicht sollte sauber zusammenhängen, Drucklinien sollten leicht ineinander gepresst sein
- **Bedleveling richtig durchführen!!**
  - viele Drucker machen das schon automatisch (bis zu einem gewissen Grad), alte Drucker müssen teils manuell eingestellt werden.
  - oft ist ein Kalibrierungsprogramm verfügbar.
  - es gibt „Bed Leveling“ Modelle auf den Modell-Plattformen.
- **Vorsicht wenn Nozzle zu tief** ist, das kann zu Beschädigungen am Druckbett führen
  - Nozzle-Höhe ist bei manchen Druckern bzw. Druckbetten ein schmaler Grad zwischen guter Haftung und zerkratztem Druckbett
  - kann auch zu Verstopfung der Düse führen, Extruder klickt dann laut!



[https://help.prusa3d.com/article/first-layer-issues\\_1804](https://help.prusa3d.com/article/first-layer-issues_1804)

# Während des Drucks

## Geräusche

- **Extruder**

- der Einzug und Auszug des Filaments durch den Extruder ist leicht hörbar – es ist ein leichtes Klicken (oft kaum hörbar)
- bei einem lauten Klicken gibt es Probleme
  - Hotend / Nozzle verstopft, Extruder kann nicht drücken oder einziehen
    - Verstopfung im Hotend
    - Filamentrolle blockiert (dreht sich zu schwer!)
  - Extruder schlecht eingestellt, defekt oder verdreckt
  - Spannschrauben zu fest (Filament klemmt fest)
  - Drucktemperatur zu niedrig
  - Fremdkörper im Filament
- das führt auch oft dazu, dass der Extruder das Filament abträgt und dabei verdreckt
- kann zu Schrittverlust des Extruders führen (Motor dreht durch)

# Während des Drucks

## Geräusche

- **Vibrationen** der Lager
  - Lager defekt oder nicht geschmiert -> das kann zu Layershifts führen
  - bei V-Slot-Wheels sind evtl. das Kunststoff oder die Lager kaputt (schlechte V-Slot-Wheels sind sehr brüchig!)
- **Lauter Knall**
  - vorheriger Druck ist noch auf dem Druckbett?
  - Teil des Drucks hat sich gelöst und schlägt gegen Hotend? etc.
  - Kabel hat sich gelöst und hängt fest (z.B. am Druckbett, etc.)
    - führt dann auch häufig zu Schritverlust – Motor kann Kraft nicht aufwenden
- **Warnsignal** des Piepsers
  - viele Drucker können sich akustisch bemerkbar machen (wie Rauchmelder)
  - Kabelbruch an Sensorleitung -> falsche Messwerte -> „Thermal Runaway Protection“ aktiv
  - Bewegung blockiert > erkennbar durch hohen Strom der Schrittmotoren (wenn Implementiert)



V-Slot Wheels

# Während des Drucks

## Objekt beobachten

- **Überhänge** sauber (nicht die Brücken!)?
  - zu steil (in horizontaler Richtung)
  - schlechte Kühlung durch „Part-Cooling-Fan“
  - zu viel Wärme im Gehäuse, Lüfter bläst warme Luft auf Hotend, Filamenttemperatur vor Heatbreak zu warm
- **Franzen**
  - Überhänge neigen dazu sich nach oben zu ziehen
  - oft bleibt Nozzle daran hängen
    - Druck löst sich vom Druckplatte wenn schlechte Haftung -> Parameter Z-Hebung etwas erhöhen
    - kann zu Layershift führen
    - oft ist das mit einem „Knall“ hörbar
- **Fäden (Stringing) / Filament bricht**
  - PETG zieht generell Fäden
  - Filament hat zu viel Feuchtigkeit gezogen
    - Trocknen: Filamenttrockner, Dörautomat, etc.
    - TPU (Flex) zieht schnell Feuchtigkeit
    - Hörbar durch Platzen an der Nozzle
  - Filament bricht beim Einzug oder im Extruder
    - PLA (z.B.) baut bei Feuchtigkeit ab -> Trocknung



# Während des Drucks

## Objekt beobachten

- **Wände** – Schichten sauber „übereinander“?
  - bei hohen Objekten führt Wackeln zu unsaubereren Wänden
    - Geschwindigkeit verringern (bei CoreXY kein großes Problem)
    - Orientierung ändern?
  - Drucker selbst hat zu viel Vibration
    - Schwere Betonplatte unter Drucker
    - Gummimatten oder ähnliches
  - Riemenspannung prüfen
    - zu wenig Spannung -> Riemen rutscht durch -> Schrittverlust bei Motoren -> Layershift
    - zu viel Spannung -> viel Belastung auf Schrittmotor (vor allem bei langen Drucken)
    - Spannung sollte so hoch sein, dass Riemen nicht durchrutscht (bei jedem Drucker)
  - Linearwellen geschmiert?
    - zu trockene Wellen führen zu Layershifts (Lager trocken! Schrittmotor dreht unsauber oder blockiert!)
  - selten: Filamentdurchmesser nicht konsistent

# Wartung des 3D Druckers

- **Sichtprüfung des Druckers**
  - Wichtig: sind die Kabel in Ordnung? Kurzschluss- und Brandgefahr!
  - Kabel scheuern nicht an Teilen oder knicken ab?
  - alle Bewegungsrichtungen sind frei?
    - **Achtung: langsam bewegen!** Motoren induzieren Spannung in Elektronik
  - Filamentreste entfernen
    - von Riemen, Linearwellen, Profile (V-Slot-Drucker; Ender 3, etc.)
  - Lüfter prüfen und evtl. säubern z.B. mit Druckluft (z.B. aus der Dose)
    - Rotoren festhalten! Drehende Motoren können Spannung in die Elektronik induzieren

# Wartung des 3D Druckers

- **Prüfung und Schmierung** der Linearwellen und Lager
  - Staub und Dreck der Linearwellen mit einem (Papier)-Tuch abwischen (evtl. mit Isopropanol)
  - Schmieren mit Mehrzweckfett (Syncho Lube) oder Lithiumfett (Grease)
    - ein paar wenige „Tropfen“ auf der Welle verschmieren reicht
      - Wellenlager sind abgedichtet und wenig anfällig für Dreck
    - bei Trapezgewinde reicht ein kleiner „Tropfen“
      - ist anfälliger für Dreck -> weniger Fett
    - Achsen dann hin und her fahren um alles zu verteilen
- **V-Slot-Wheels** (Ender 3 Style, etc.)
  - kein Fett nötig
  - Räder sollten auf Risse geprüft werden und ausgetauscht werden
  - Spiel der Räder zur X-Achse prüfen (evtl. einstellen; unteres Rad exzentrisch gelagert)
    - anderen Träger installieren (Mods)



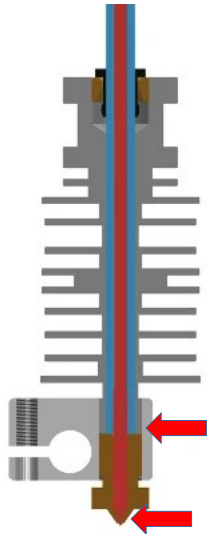
# Wartung des 3D Druckers

- für richtige Schmierung sollten die Linearlager ausgebaut werden
  - Schmierfett in das Lager pressen und ein Ende zu halten
  - Linearwelle einschieben, so wird das Lager komplett geschmiert
  - Vorsicht: bei zu viel Schmierfett sammelt sich Dreck an den Wellen und Lagern
- bei Linearschienen kann man mit einer Spritze Schmierfett von der Rückseite der Schiene in das Lager pressen
- hilfreiches Video dazu von [Nero3D auf Youtube](#)

# Wartung des 3D Druckers

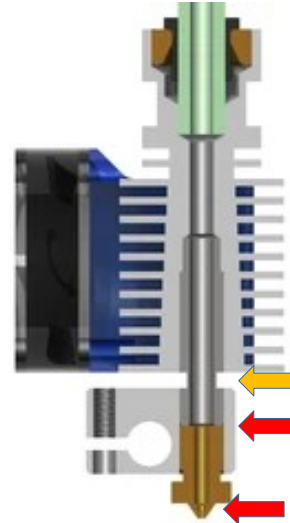
- Hotend
  - Nozzle kann mit Pinzette sauber gehalten werden
  - man kann auch mit Messingbürste sauber machen
    - danach Druckbett reinigen, oft fliegen Reste darauf
  - Oozing
    - Ausdehnung des Filaments bei Aufwärmen
    - bei viel Oozing hilft etwas mehr Einzug nach dem Druck
    - kann in Slicer bei „Gcode am Ende“ eingestellt werden
  - Reste können durch Purgeline oder Skirt kurz vor dem Druck entfernen
    - Purgeline kann im Slicer bei „Gcode beim Start“ eingestellt werden
  - Bei Verstopfung hilft auch eine Nadel (spezielle Nadel bei 3D Druck Zubehör)
    - bei heißem Hotend von unten durch die Düse
    - Achtung: bei PTFE Inline Hotend kann der Schlauch beschädigt werden (Bsp: Ender 3 Standard Hotend)

# Wartung des 3D Druckers



## PTFE Inline

- PTFE Tube geht bis zur Nozzle durch
- begrenzt auf 260 Grad
- kann verrutschen -> Clogging
- muss ab und zu getauscht werden
- zusätzliche Ausdünstungen bei hohen Temperaturen durch PTFE



## All Metal Hotend

- Heatbreak aus Metal
- mehr als 260 Grad möglich
- geeignet für Hochtemperaturmaterial
- Optimal: Heatbreak mit Einkerbung
  - Bsp: Stock Prusa Mini hat durchgängiges Metal-Heatbreak ohne Kerbe
  - Hitzeübergang sehr groß – bei langen Druckzeiten > Stringing
  - Upgrade: Bsp. Bondtech Heatbreak Kit



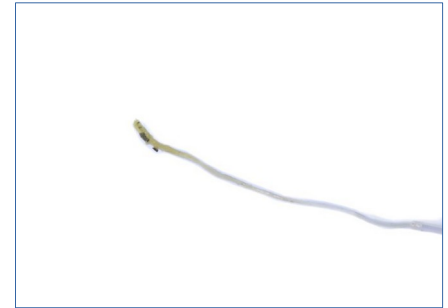
# Wartung des 3D Druckers

- **Hotend verstopft - Clogging**

- verursacht durch Verunreinigungen in Filament
- bei Filamentwechsel von z.B. PETG auf PLA
- meistens bei Übergang zwischen Nozzle und Heatbreak durch unsachgemäße Montage (Lücke)
- es hilft: Cold-Pull
  - Gut mit Nylon-Filament („Cleaning-Filament“) – PLA ist auch ok
  - Nylon dehnt sich aus und Rückstände haften daran

- **Cold-Pull – Kaltzug (mit Cleaning-Filament)**

- PTFE Tube über Toolhead abziehen
- Hotend aufheizen auf 260-280 Grad, Filament 1-2cm durchdrücken
- Hotend abkühlen lassen, während dessen Filament weiter durchdrücken
- ab 170 Grad nicht mehr durchdrücken
- bei ca. 100-120 Grad Filament raus ziehen (X Achse gut festhalten, fest ziehen!!)
- normales Filament nochmal extra durchpressen und mehrmals raus ziehen

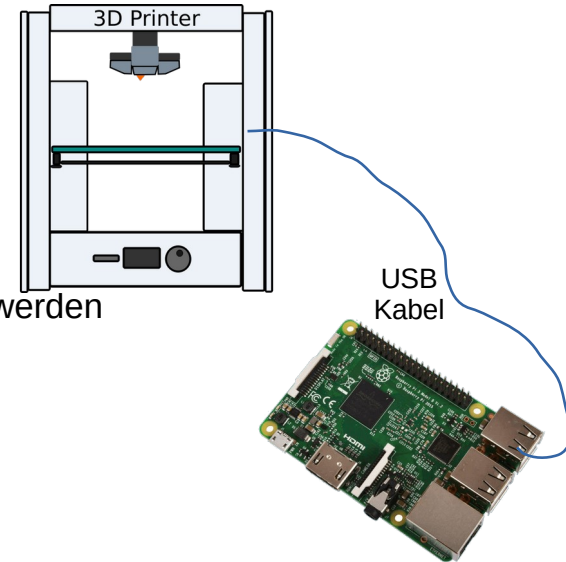


# Wartung des 3D Druckers

- Rahmenausrichtung prüfen
  - oft ein Problem bei Druckern mit einer Z-Achse (Bsp: Prusa Mini)
  - Achsen sind schräg zueinander (Skew Problem)
  - dadurch passen Teile nicht zueinander: [eigenes Beispiel](#)
  - Online-Artikel als Bsp: [Prusa Help - Skew](#) oder [Prusa Mini Skew](#)
- Sollte auch bei normalen Bed-Slinger-Style und CoreXY Druckern geprüft und eingestellt werden
  - Stichwort: Gantry Deranking oder Skew-Correction
- Prüfbar durch drucken von Winkeln mit langen Seiten
  - messbar mit Messwinkeln

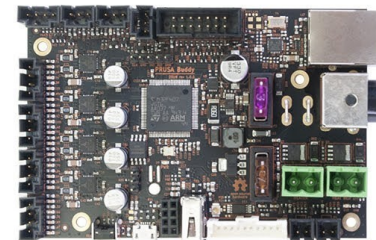
# Erweiterungen - Netzwerk

- **Printserver** – Octoprint bzw. OctoPi - <https://octoprint.org/>
  - fast jeder Drucker kann per USB gesteuert werden
    - GCode wird direkt per USB übertragen (in einen Puffer)
  - GCode kann direkt aus dem Slicer hochgeladen werden
  - In einem Webinterface können Drucke ausgewählt werden und Drucker gesteuert werden
    - Bewegungssteuerung, Temperatursteuerung, etc.
  - Kamerainterface vorhanden - zusätzliche USB Kamera nötig
  - Installierbar auf Laptop/PC oder SingleBoardComputer (Raspberry Pi, etc)
    - Andere SBCs: Bsp: OrangePi Zero 2 oder 3 mit >1GB RAM
  - Viele Plugins und Mods vorhanden
    - Zusatz-Display, Zeitsteuerung, Timelaps, etc.
- Andere Printserver
  - Klipper mit MainsailOS
    - Druckerboard zusammen mit RPi (anderes Konzept)
  - Repetier-Server



**Controller Board**  
Marlin, Klipper, RepRap, etc

**Printserver**  
OctoPrint,  
Mainsail, etc



Prusa Buddy Board

# Erweiterungen - Überblick

- Part-Cooling-Fan Mods
  - Bei unsauberem Überhängen und Brücken
- Bed Level Sensor
  - BLTouch (Ender Style), PINDA, Klicky, Drucksensorik (Prusa MK4/CoreOne), etc.
- Schrittmotor-Treiber - „Silent“-Mods
  - Schrittmotor-Treiber ausschlaggebend für Lautstärke der Motoren
  - Upgrade durch bessere Treiber – können oft auf Mainboard ersetzt werden
- Rahmen versteifen
- Druckplatte
  - Upgrade-Beispiel: BuildTak mit magnetischem flexiblem PEI Druckblech
  - Druckplatten mit anderen Oberflächen
- Extruder-Upgrades
  - Double-Pulley Extruder für besseren Filamentgriff
  - Extruder komplett aus Metall

# Erweiterungen - Überblick

- Hotend Upgrades
  - Bsp: Prusa Mini Heatbreak Upgrade von Bondtech oder Revo System von E3D.
    - bessere Abgrenzung zwischen Heatblock und Heatsink.
    - Wärme wandert nicht hoch zur Heatsink.
  - All Metal Hotends bei Ender Style Drucker.
    - Stichwort: Pheatius, Micro Swiss.
  - E3D Hotends, Pheatius Hotends, etc.
    - E3D Revo ist ohne Werkzeug wechselbar.
- Mods an Druckbett Halterung
  - besseres Leveling durch andere Drehräder oder Federn
  - Nylock Mod bei Prusa
- Andere Kabelführung
  - beugt Aufschürfung der Kabel vor und verhindert damit Kurzschlüsse, etc.
- LED Beleuchtung
  - sinnvoll wenn Drucker in einem Schrank steht
  - wenn Kamera vorhanden

## Fragen und Antworten

Folien werden im Blogpost bereit  
gestellt



Dieses Werk ist lizenziert unter einer  
[Creative Commons Namensnennung - Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 International Lizenz](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)