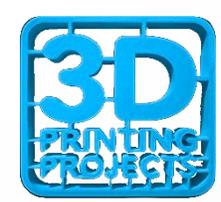




# 3D Druck – Basics

Möglichkeiten für die Anwendungen im Bereich Do-it-yourself



# Zur Person

Achim Böttcher, geboren 1955 Berlin, Löwe.

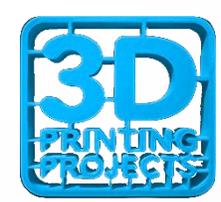
Verheiratet, 2 erwachsene Kinder.

Schüler, Soldat, Fotoverkäufer, Trainer, Umschüler, IT Administrator,  
IT Verkäufer, IT Einkäufer, Personalreferent.

Ehrenamtlicher Richter am Arbeitsgericht, Prüfer für die IHK für die Ausbildung von „IT Professionals“ (bis zur Berentung!).

Wandern, Radfahren, MTB und Tour, Kanufahren, Nordic Walking, Fotografie, lesen, schwimmen (wenn das Kanu umkippt)! An meinen Autos schrauben! Heimwerken – jeden Tag geht was kaputt!

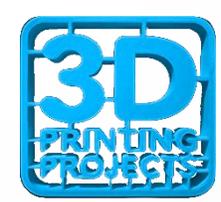
3D-Druck, CAD – weil ja, wie gesagt, immer was kaputt geht!



# Was wollten wir heute lernen?

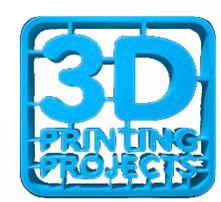
## Übersicht :

- Welche Druckverfahren gibt es?
- Welche Druckertypen werden angeboten?
- Welche Materialien können wir verarbeiten?
- Welche Schritte führen zum Ergebnis?
- Fehlerquellen



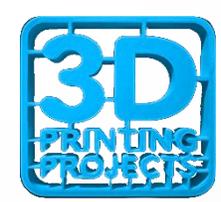
# Zielgruppe für diesen Kurs

- Technisch interessierte Menschen, die sich über die Möglichkeiten des 3D-Drucks grundsätzlich informieren wollen.
- Menschen meiner Generation, die die Projekte Ihrer Kinder oder Enkel verstehen wollen.
- Menschen, die sich mit der handwerklichen Bearbeitung von Holz, Metall oder anderen verfügbaren Materialien auskennen und den Wert eines spontan hergestellten Ersatzteils schätzen.



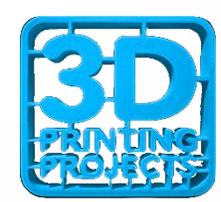
# Grenzen des 3D-Drucks (Home)

- Mechanische Belastung je nach Material.
- Nicht jeder Drucker kann jedes Material drucken.
- Schwierige Konstruktion durch Überhänge.
- UV-Beständigkeit.
- Hitzebeständigkeit



# Struktur des Kurses

- Einstieg
- Rasanter Einstieg
- Druckverfahren
- Druckertypen FDM
- Materialien
- Software für die Konstruktion
- CAD, praktischer Teil
- Slicer, praktischer Teil
- Fehlerquellen
- Beispiele

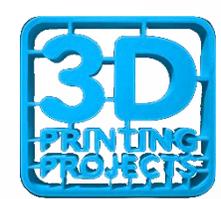


# Rasanter Einstieg!

## **Vorgabe:**

- Drucker
- Material
- Software

„Was wollen wir drucken?“

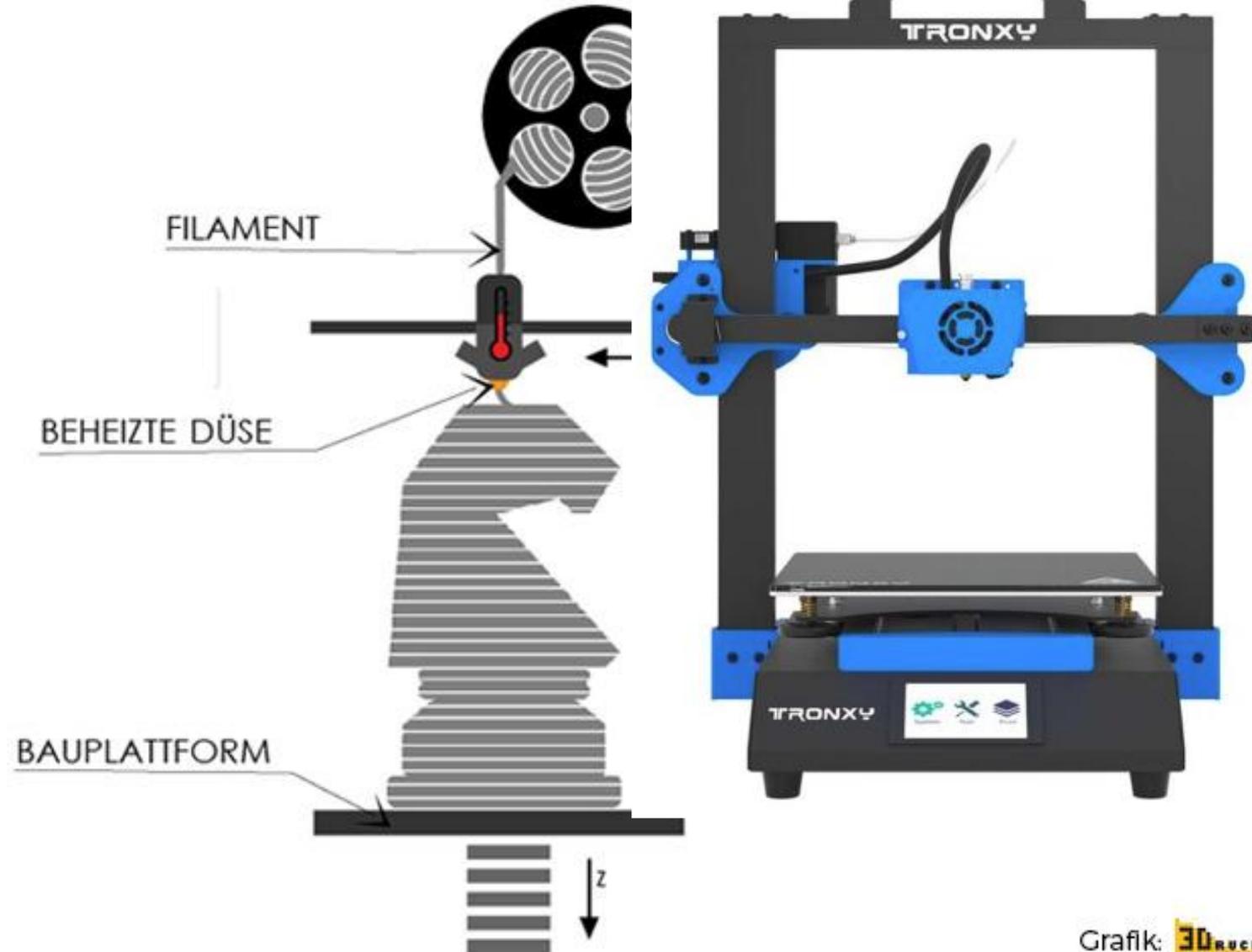


# Grundlegende Verfahren(Home)

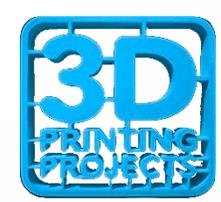
**FDM** ist ein Akronym von Fused Deposition Modeling. Das Verfahren ist auch unter FFF (Fused Filament Fabrication) bekannt.

Bei diesem Druckverfahren, welches auch bei Heim-3D-Drucker beliebt ist, werden Werkstücke schichtweise aus schmelzfähigen Materialien aufgebaut. Vor allem werden Kunststoffe (ABS, PLA) hierfür verwendet.

# Fused Deposition Modeling (FDM)



Grafik: 

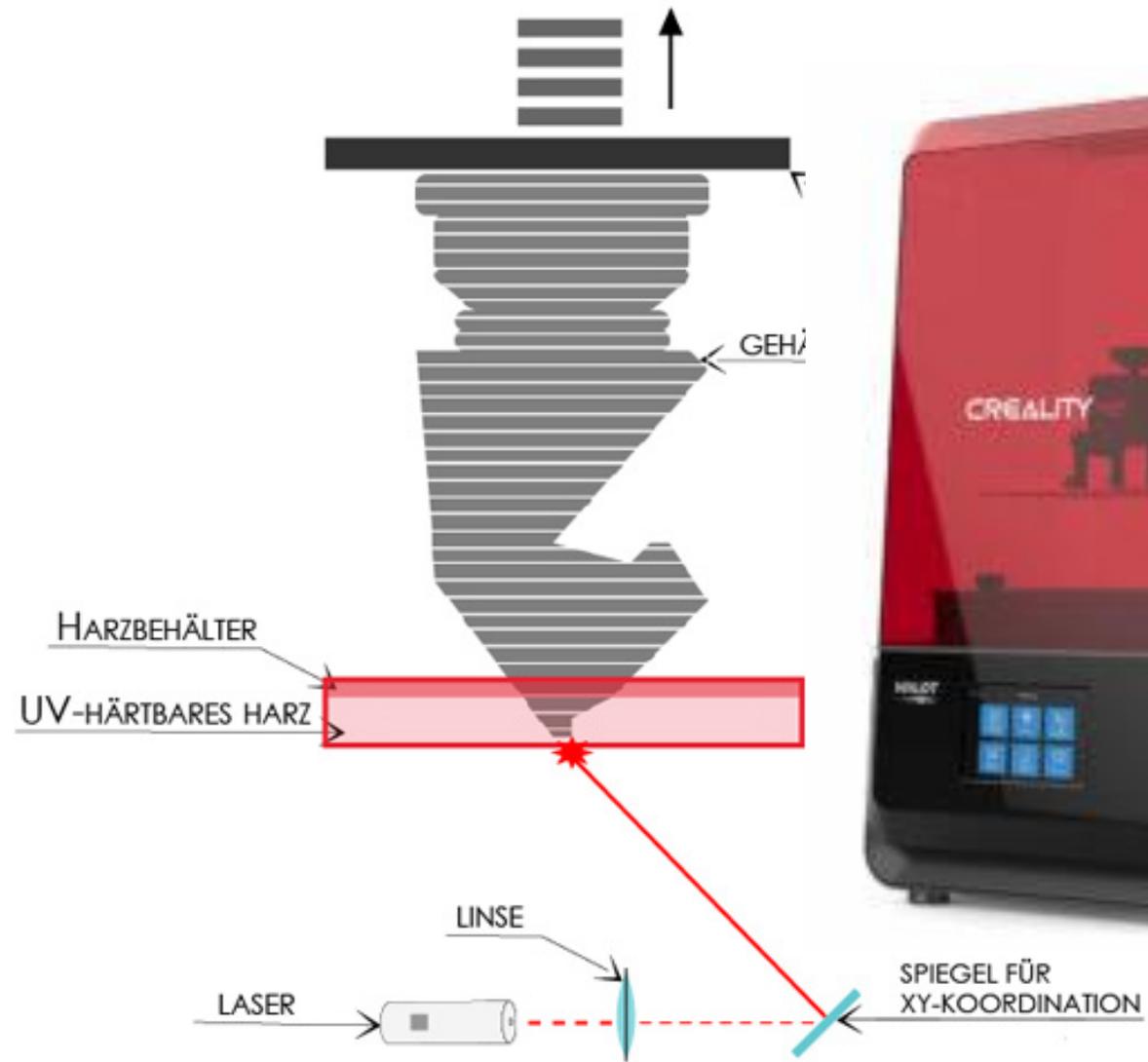


# Grundlegende Verfahren(Home)

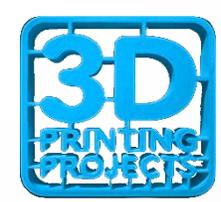
## Stereolithografie (STL, SLA)

- Stereolithografie wurde von Chuck Hull erfunden und gilt als Mutter aller 3D-Druck Verfahren. Ausgangsbasis dieser Produktionsform ist ein mit flüssigem Photopolymer gefülltes Becken.
- Der spezielle Kunststoff hat eine besondere Eigenschaft; er erstarrt nach einer gewissen Belichtungszeit. Um damit ein Objekt zu erzeugen, werden die einzelnen Layer eines 3D-Modells mithilfe eines Lasers auf die Oberfläche des flüssigen Materials projiziert unter dessen Oberfläche ein bewegliches Druckbett positioniert wird.
- Die erste Schicht erstarrt und befestigt das Objekt an das unterliegende Druckbett. Danach zieht ein mechanischer Arm das Modell um die Höhe eines Layers nach unten, damit sich darüber wieder flüssiges Material sammeln kann.
- Darauf wird der nächste Layer projiziert. Nach dem “Druckvorgang” wird das gehärtete Objekt aus dem Bad genommen und oft noch in einer eigenen Belichtungskammer bis zur vollständigen Aushärtung nachbelichtet. Im Gegensatz zu den anderen Verfahren ist dieses aufgrund der Materialkosten zwar etwas teurer, kann aber (abhängig von der Lichtquelle und des Materials) eine teils deutlich höhere Druckqualität erreichen.

# Stereolithografie (SLA)



Grafik: 3DRUCK.COM



# Standard-Drucker

Materialzuführung

Materialtransport

Basisplatte - beheizt

Nivellierung der Basisplatte

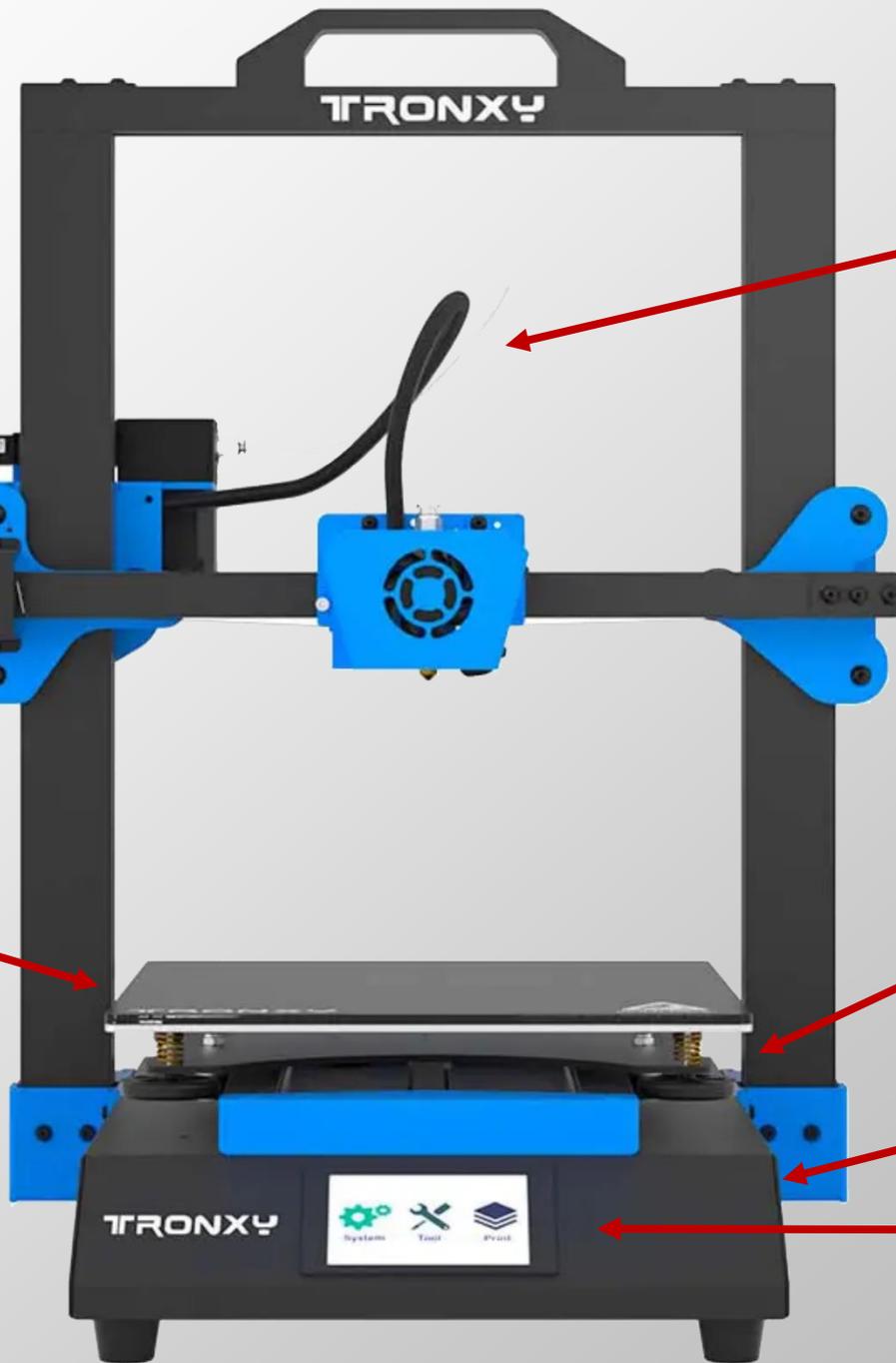
(Netzteil extern)

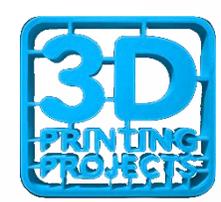
Speicherkartenslot

TRONXY



Display und Steuerung



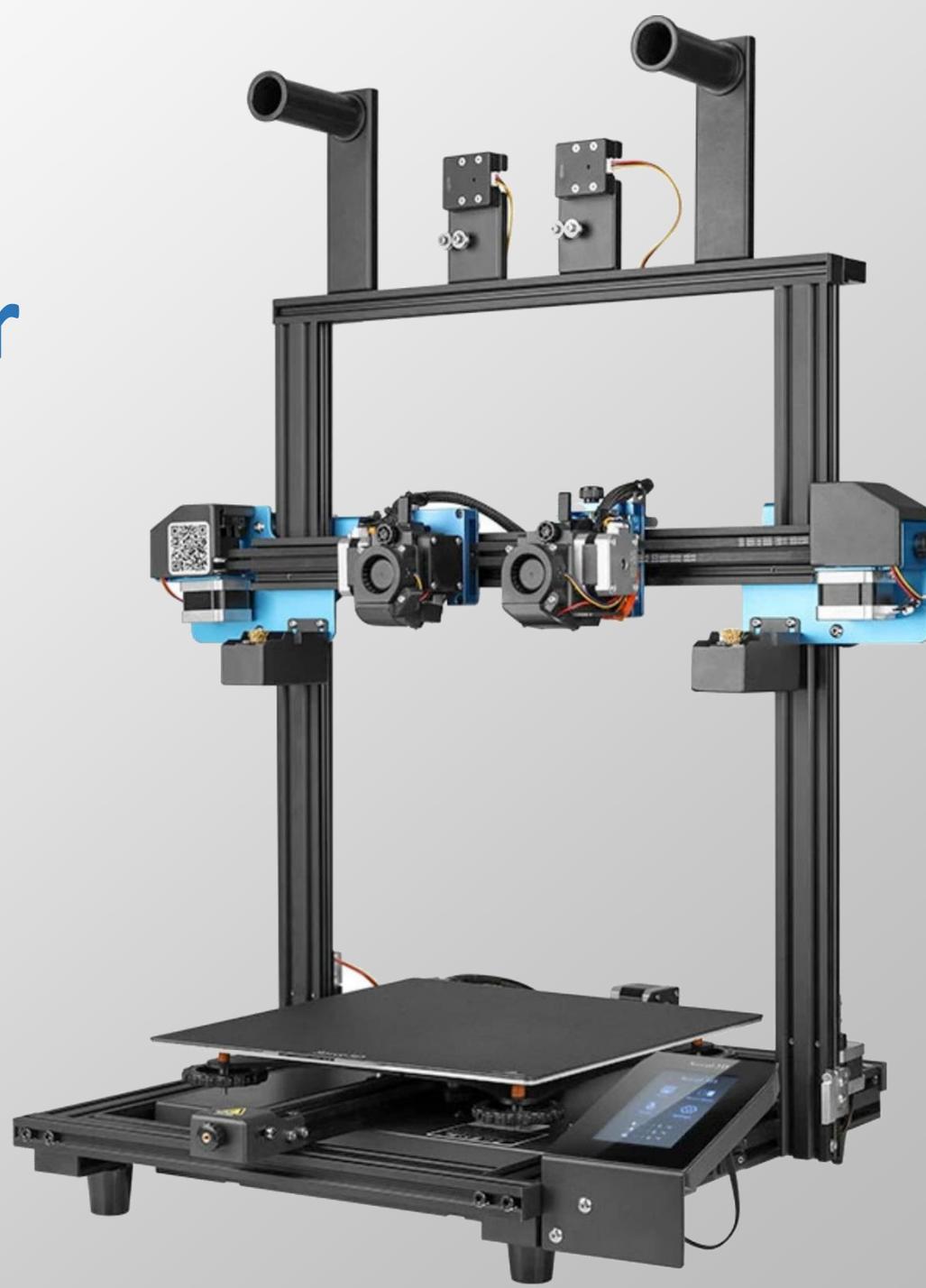


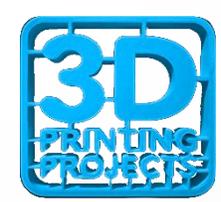
# Zweifarb-Drucker

Besonderheit -> 2 Farben

Vorteile:

- Mehrfarbige Modelle
- Stützkonstruktionen





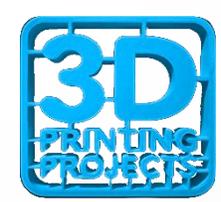
# Drucker mit Chassis

Besonderheit -> Stabilität

Vorteile:

- Druck ist genauer



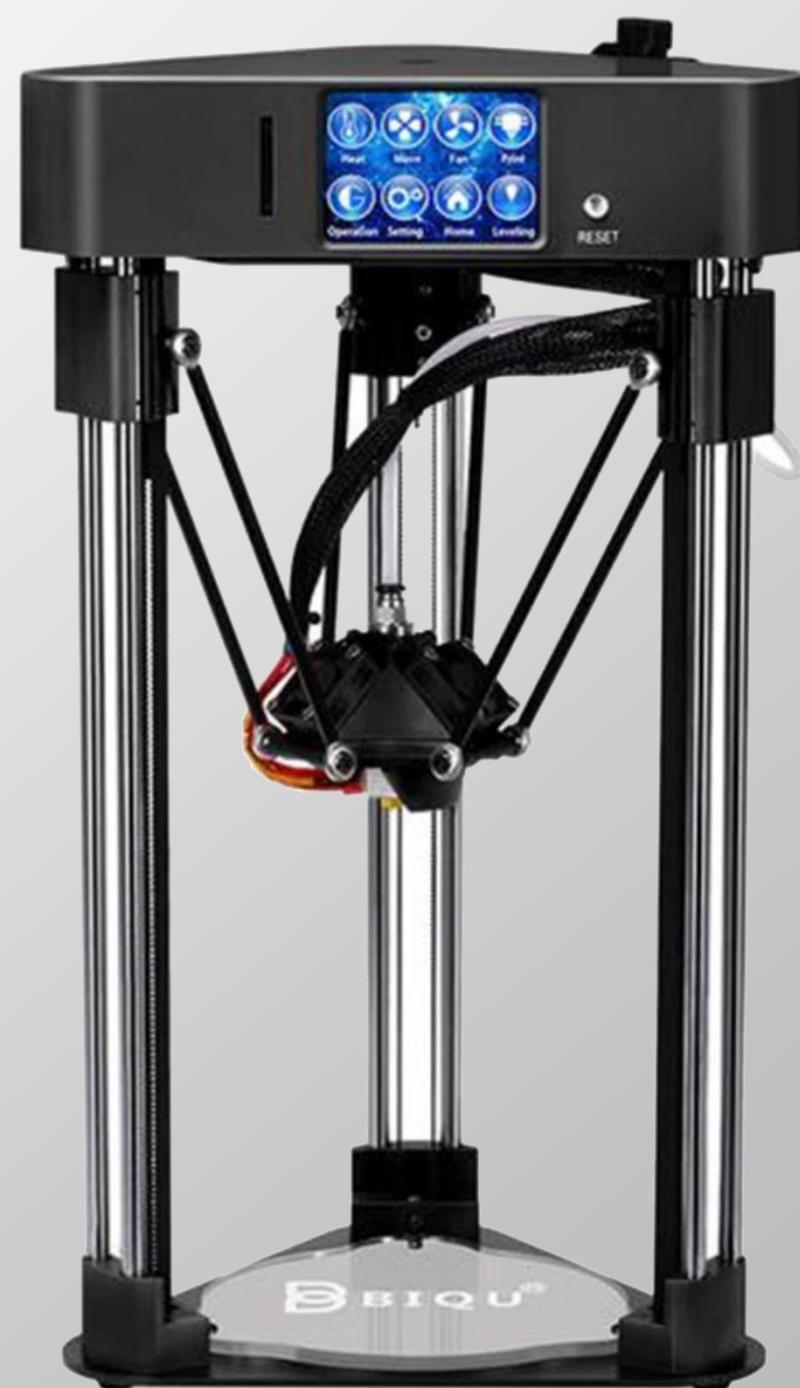


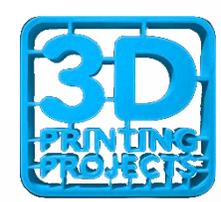
# Drei-Säulen-Drucker

Besonderheit -> Stabilität (?)

Vorteile:

- Üblicherweise haben diese Drucker eine selbstzentrierende Basis



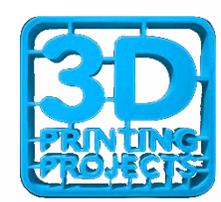


**Besonderheit ->  
geschlossener Bauraum**

**Vorteile:**

- Größeres Spektrum an druckbaren Materialien



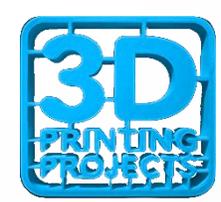


## Besonderheit -> Endlosdruck

Vorteile:

- In der Y-Achse kann unendlich durchgedruckt werden!





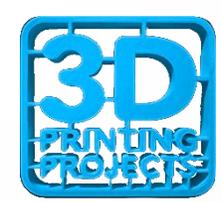
# Filamentsorten

Für uns wichtig:

PLA  
PETG  
ABS  
TPU

Quelle: <https://www.3djake.de/filament>

PLA PLA	PET/PETG PET/PETG	Flexible Flexibel	Carbon Carbon	ABS ABS
ASA ASA	PA-Nylon PA - Nylon	Wood Holz	Metal Metall	Stone Stein
Organic BIO	PC PC	PCTG PCTG	Glow Glow-in-the-Dark	PVA PVA & Supportmaterial
HiPS HIPS	PEEK PEEK	PP PP	PEI/ULTEM PEI / ULTEM	PVC PVC
DURABIO DURABIO	Thibra Thibra	Castable Castable	PVB PVB (PolySmooth™)	PC-ABS PC-ABS
ESD ESD	PVDF PVDF			



# PLA - Eigenschaften

EIGENSCHAFTEN DES 3D-DRUCKER-FILAMENT: PLA

**Festigkeit:** Hoch

**Flexibilität:** Gering

**Haltbarkeit:** Durchschnittlich

**Schwierigkeitsgrad:** Einfach

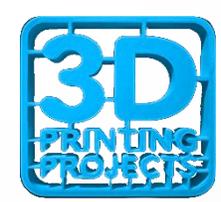
**Drucktemperatur:** 180 – 230 °C

**Druckbett-Temperatur:** 20 – 60° C (nicht notwendig)

**Schrumpf- und Verzugsverhalten:** Minimal

**Löslich:** Nein

**Lebensmittelecht:** Siehe Herstellerangaben

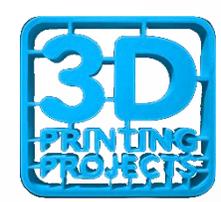


# PLA – Eigenschaften ++

PLA ist sehr einfach zu drucken. Es hat eine niedrigere Schmelztemperatur als ABS, es verzieht sich nicht so leicht beim Abkühlen und es braucht nicht unbedingt ein beheiztes Druckbett (auch wenn das nie schadet!).

Ein weiterer Vorteil von PLA ist, dass dieses Filament keine schädlichen Gerüche beim Extrudieren abgibt. Es wird zu den geruchlosen Filamenten gezählt, obwohl viele Nutzer einen süßlichen, karamellähnlichen Geruch wahrnehmen.

Das ist durchaus möglich, denn PLA wird aus erneuerbaren Rohstoffen wie Maisstärke oder Zuckerrohr hergestellt. Dadurch gilt PLA auch als umweltfreundliches 3D-Druck-Filament.



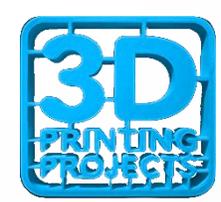
# PLA – Eigenschaften --

*Wann sollte man PLA nicht verwenden?*

Verglichen mit anderen 3D-Drucker-Filament-Arten ist PLA spröde, das heißt, es kann leicht brechen, wenn man das Bauteil biegt, dreht oder auf den Boden fallen lässt (etwa Smartphone-Hüllen, Verschleiß-Spielzeug und Werkzeuggriffe (etwa Smartphone-Hüllen, Verschleiß-Spielzeug und Werkzeuggriffe).

Für Bauteile, die hohen Temperaturen ausgesetzt sind, ist PLA ebenfalls ungeeignet, da es ab 60°C schmelzen kann. Für alle anderen Anwendungen ist PLA eine gute Wahl.

Gewöhnlich verwendet man es für Modelle, verschleißarmes Spielzeug, Prototypen und Behälter.



# PETG (PET, PETT) - Eigenschaften

Polyethylenterephthalat (PET) ist der beliebteste Kunststoff der Welt. Jeder kennt ihn, weil er standardmäßig für Recycling-Wasserflaschen verwendet wird. PET kommt aber auch in Textilfasern oder Lebensmittelbehältern vor.

3D-DRUCK-FILAMENT EIGENSCHAFTEN: PETG (PET, PETT)

**Festigkeit:** Hoch | **Flexibilität:** Medium | **Haltbarkeit:** Hoch

**Schwierigkeitsgrad:** Niedrig

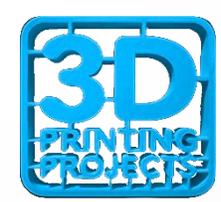
**Drucktemperatur:** 220 – 250 °C

**Druckbett-Temperatur:** 50 – 75 °C

**Schrumpf- und Verzugsverhalten:** Minimal

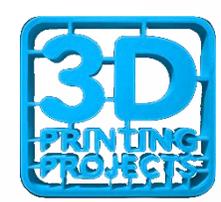
**Löslich:** Nein

**Lebensmittelecht:** Beachte Herstellerangaben



# PETG (PET, PETT) – Eigenschaften ++

Während PET selten im 3D-Druck verwendet wird, ist PETG ein beliebtes 3D-Druck-Filament. Das G steht für „glycol-modifiziert“ und sorgt dafür, dass das Filament klarer, weniger brüchig und besser für den 3D-Druck geeignet ist als die Basisform. PETG wird oft als guter Mittelweg zwischen ABS und PLA betrachtet, da es flexibler und haltbarer ist als PLA, aber einfacher zu drucken als ABS.



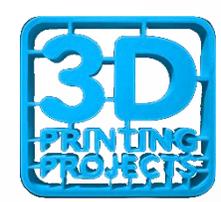
# PETG (PET, PETT) – Eigenschaften ++

PETG ist *hygroskopisch*, sprich es absorbiert Feuchtigkeit aus der Luft. Da das negative Auswirkungen auf den Druck haben kann, sollte man das 3D-Drucker-Filament kühl und trocken lagern.

PETG ist nach dem Extrudieren sehr klebrig, weshalb es sich nicht gut eignet für Drucke mit Stützkonstruktionen (Mehrfachextrusion unterschiedlicher Filamente). Auch wenn diese Klebrigkeit von Vorteil für die Stabilität zwischen den Druckschichten ist, muss man sehr gut auf das Druckbett aufpassen.

Auch wenn PETG nicht besonders brüchig ist, erleidet es viel schneller sichtbare Kratzer als ABS.

Diese Eigenschaften machen es zu einem idealen 3D-Drucker-Filament für Gegenstände, wie etwa mechanische Bauteile, Druckerteile oder Protektoren.

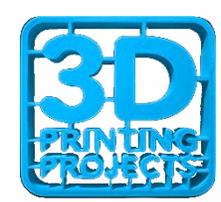


# ABS – Eigenschaften

Acrylonitril-Butadien-Styrol-Copolymer (ABS) gilt als das zweitbeliebteste 3D-Drucker-Filament, gleich hinter PLA.

Die Materialeigenschaften von ABS sind sogar besser, als die von PLA, allerdings ist auch die Handhabung beim 3D-drucken schwieriger.

ABS findet man in vielen Haushaltswaren und Konsumgütern wie zum Beispiel LEGO-Steinen und Fahrradhelmen.



# ABS – Eigenschaften

**Festigkeit:** Hoch | **Flexibilität:** Medium | **Haltbarkeit:** Hoch

**Schwierigkeitsgrad:** Medium

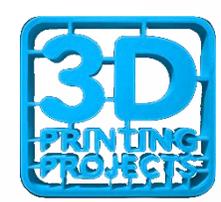
**Drucktemperatur:** 210 – 250 °C

**Druckbett-Temperatur:** 80 – 110 °C

**Schrumpf- und Verzugsverhalten:** Erheblich

**Löslich:** In Ester, Ketonen und Aceton

**Lebensmittelecht:** Nein



# TPE, TPU, TPC – Eigenschaften

**Festigkeit:** Medium | **Flexibilität:** Sehr hoch | **Haltbarkeit:** Sehr hoch

**Schwierigkeitsgrad:** Medium (TPE, TPC); Niedrig (TPU)

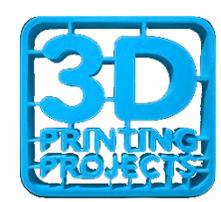
**Drucktemperatur:** 210 – 230 °C

**Druckbett-Temperatur:** 30 – 60 °C (nicht notwendig)

**Schrumpf- und Verzugsverhalten:** Minimal

**Löslich:** Nein

**Lebensmittelecht:** Nein

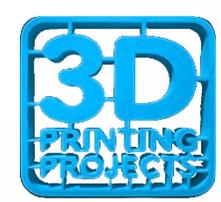


# TPE, TPU, TPC – Eigenschaften

Thermoplastisches Polyurethan (TPU) ist eine Sorte von TPE, die etwas steifer ist und auch als 3D-Drucker-Filament verwendet werden kann. Es lässt sich einfacher damit drucken und ist es etwas haltbarer. Es behält selbst bei Kälte seine elastischen Eigenschaften.

Thermoplastische Copolyester-Elastomere (TPC) sind eine andere Variante von TPE, die als 3D-Drucker-Filament nicht so verbreitet sind wie TPU.

Der Hauptvorteil von TPC ist die höhere Resistenz gegenüber Chemikalien, UV-Strahlung und Hitze (bis zu 150°C).

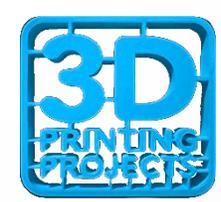


# TPE, TPU, TPC – Eigenschaften

Wenn das Objekt dehnbar oder flexibel sein soll, sind TPE und TPU die richtigen 3D-Drucker-Filamente. TPE bzw. TPU sind besonders geeignet für Bauteile, die einer hohen Belastung ausgesetzt sind und sich schnell abnutzen.

Sie sind geeignet für die Herstellung von Spielzeug, Hüllen oder Armbändern.

TPC kann für gleiche Zwecke genutzt werden, eignet sich aber besonders für Gegenstände, die der Witterung und anderen extremeren Belastungen ausgesetzt sind.



# TPE, TPU, TPC – Eigenschaften

**Vorteile:** hoch flexibel, perfekt für biegsame und kompressible Teile

**Nachteile:** schwer zu drucken, **kontrollierte Filamentzufuhr** und langsames Drucken erforderlich



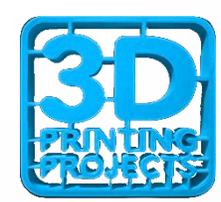
# Woher kommt das Druckobjekt ???

## **Variante 1:**

Download aus dem Internet

## **Variante 2:**

Selber machen



# Workflow, schematisch

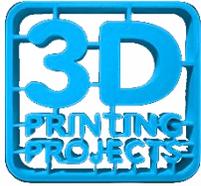
Schritt 1: Download oder Erstellen des Modells

Schritt 2: Exportieren des Modell in eine \*.STL Datei

Schritt 3: Positionieren auf der Druckerfläche (virtuell!)

Schritt 4: Slicen (Die Software zerlegt das M. in Schichten

Schritt 5: Speichern (o.Ä.) Übergabe und drucken!



Popular Last 30 Days

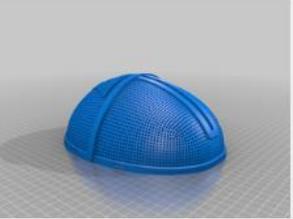
Twist Lock Pumpkin



+ Collect Thing 1650

Share

Squid Game Soldier Masks



+ Collect Thing 1438

Share

All Things

Ad to Support Thingiverse

Why do we show ads on Thingiverse?

Filter By

Print-in-place and articulated F14 Je...



+ Collect Thing 1396

Share

Hollow Knight - Shade



+ Collect Thing 1273

Share

Raven Skull With Motif



+ Collect Thing 1236

Share

Warning Sign



+ Collect Thing 1223

Share

Snappy Mounting Bracket (customiz...



+ Collect Thing 1208

Share

Emboss paper stamp



+ Collect Thing 1108

Share

Frontman Mask from Squid Game U...



+ Collect Thing 1060

Share

Zip tie mount / anchor [20 mm]



+ Collect Thing 982

Share

Ornamental Squirtle



+ Collect Thing 981

Share

LIFX Z LED Strip Thumbtack Mount ...



+ Collect Thing 980

Share

1/10 Scale Miniature PC (With Inter...



+ Collect Thing 968

Share

Fidget cat



+ Collect Thing 926

Share

Hand hanger



+ Collect Thing 911

Share

Cap Holder / Support de casquettes



+ Collect Thing 859

Share

Low poly vase



+ Collect Thing 845

Share

Ad to Support Thingiverse



Dragon Skull Hair Pin



+ Collect Thing 842

Share

Infinity Cube



+ Collect Thing 791

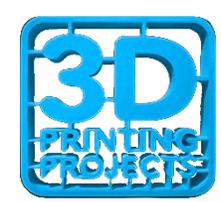
Share

Squid Game Giant Doll



+ Collect Thing 742

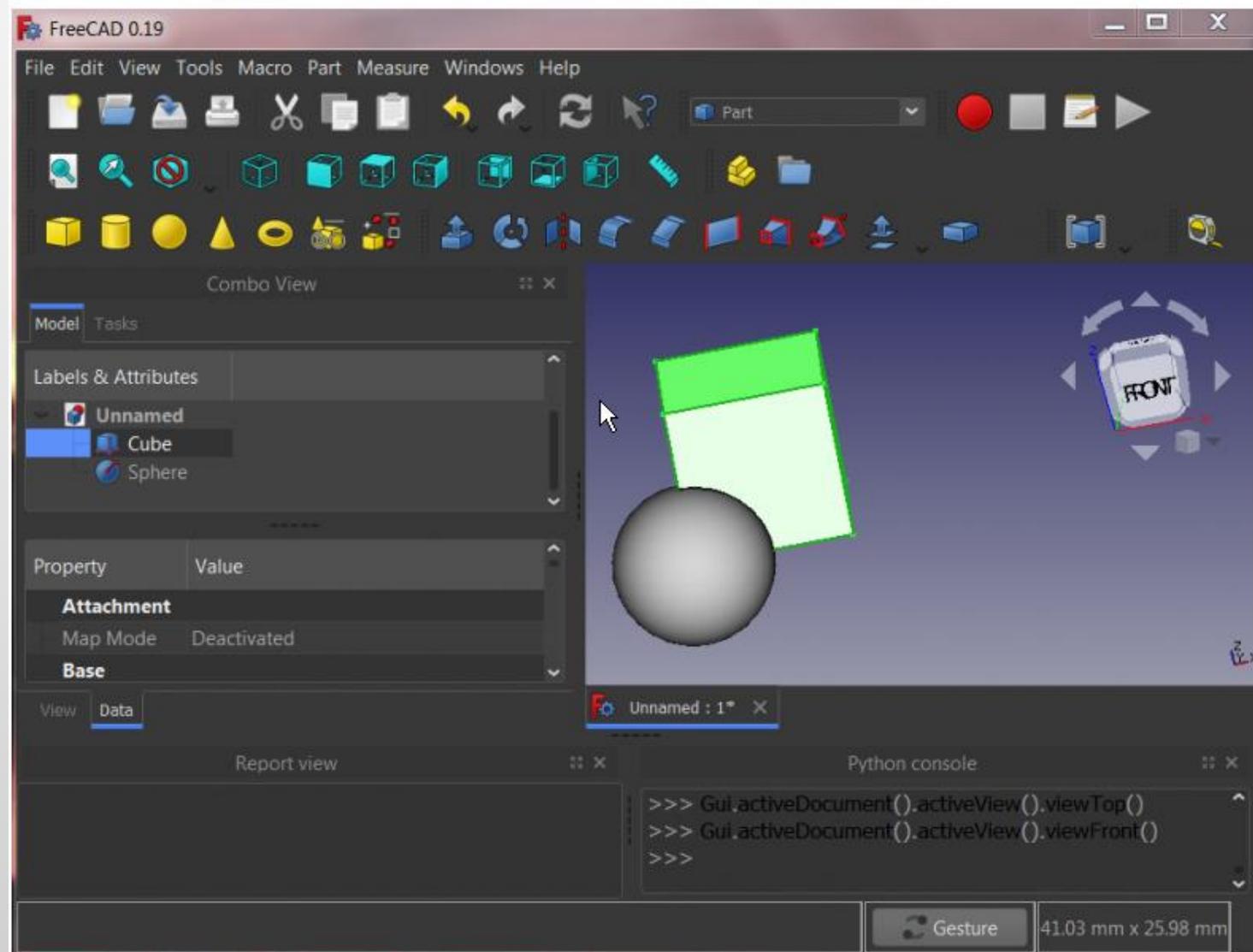
Share



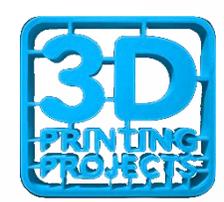
# Woher kommt das Druckobjekt ???

Selber machen!

- Modelliersoftware
- CAD-Software



Größe dieser Vorschau: 787 × 600 Pixel. Weitere Auflösungen: 315 × 240 Pixel | 967 × 737 Pixel.



# Selber machen

## Programme fürs 3D-Modellieren

Blender

SketchUp Make

Tinker CAD

Sculptris

FreeCAD

Fusion 360

## Slicing-Software Simplify 3D

Slic3r

Repetier

Cura

Netfabb

CraftWare

Herstellerslicer

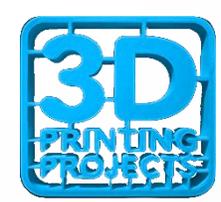
## Hilfsprogramme & Tools

Meshmixer

MeshLab

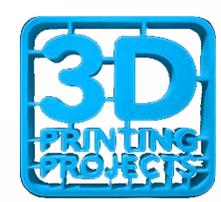
OctoPrint

ViewSTL



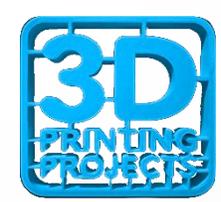
# CAD-Software Freecad

**Wir wechseln in das  
aktive Programm!**



# Slicing-Software Cura

**Wir wechseln in das  
aktive Programm!**



# Fehlerquellen

## These 1:

3D-Druck ist ein Hobby für Menschen, die gerne Angeln würden, aber keine Fische töten möchten!

## These 2:

Kündigen Sie Ihre Drucke erst an, wenn sie fertig sind!



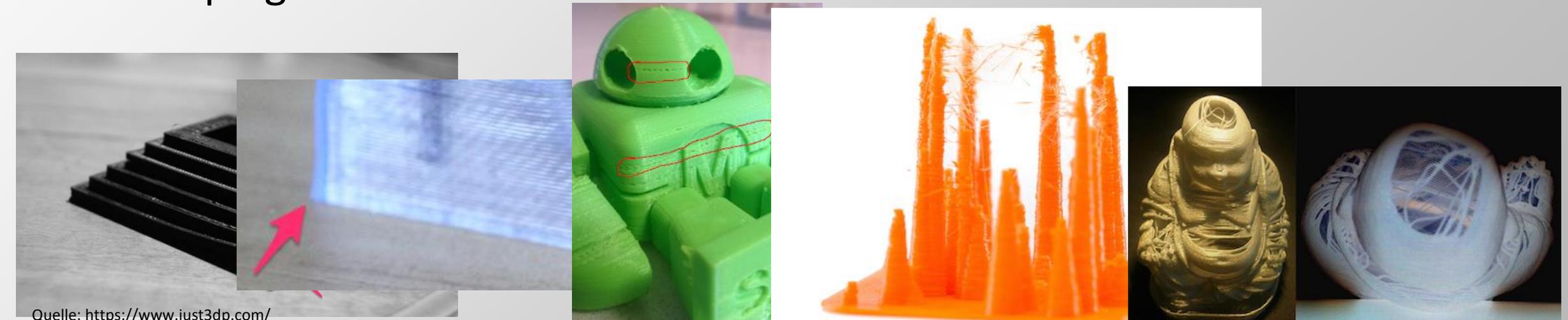
# Fehlerquelle: Haftung auf der Druckplatte

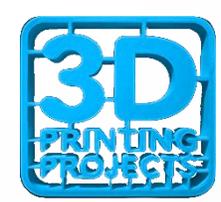
- Abstand Düse/Plattform
- Plattform nicht eben
- Position auf der Plattform Modell
- Position auf der Plattform  $X > Y$
- Temperatur der Plattform
- Brims, Rafts, Stützmaterial
- Haftung allgemein
- BuildTak und Kreppfolie
- Bier



# Fehlerquelle: Filament

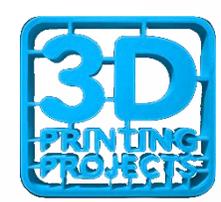
- Filament zu feucht
- Filament-Qualität
- Drucktemperatur zu hoch
- Drucktemperatur zu niedrig
- Warping
- Elephant Foot
- Fehlende Schichten
- Fadenbildung
- Falsche Stützstruktur





## Beispiele

**Wir wechseln in das  
aktive Programm!**



# Glossar

Aus Gründen der Aktualität wird die Nutzung des Internets empfohlen

<https://3druck.com/glossar/>

<https://threedom.de/3d-druck-glossar#GlossarNr>

<https://www.3d-grenzenlos.de/glossar/prefix:3/>



Vielen Dank für Ihr Interesse!