



FH MÜNSTER
University of Applied Sciences

MakerSpace Campus Steinfurt

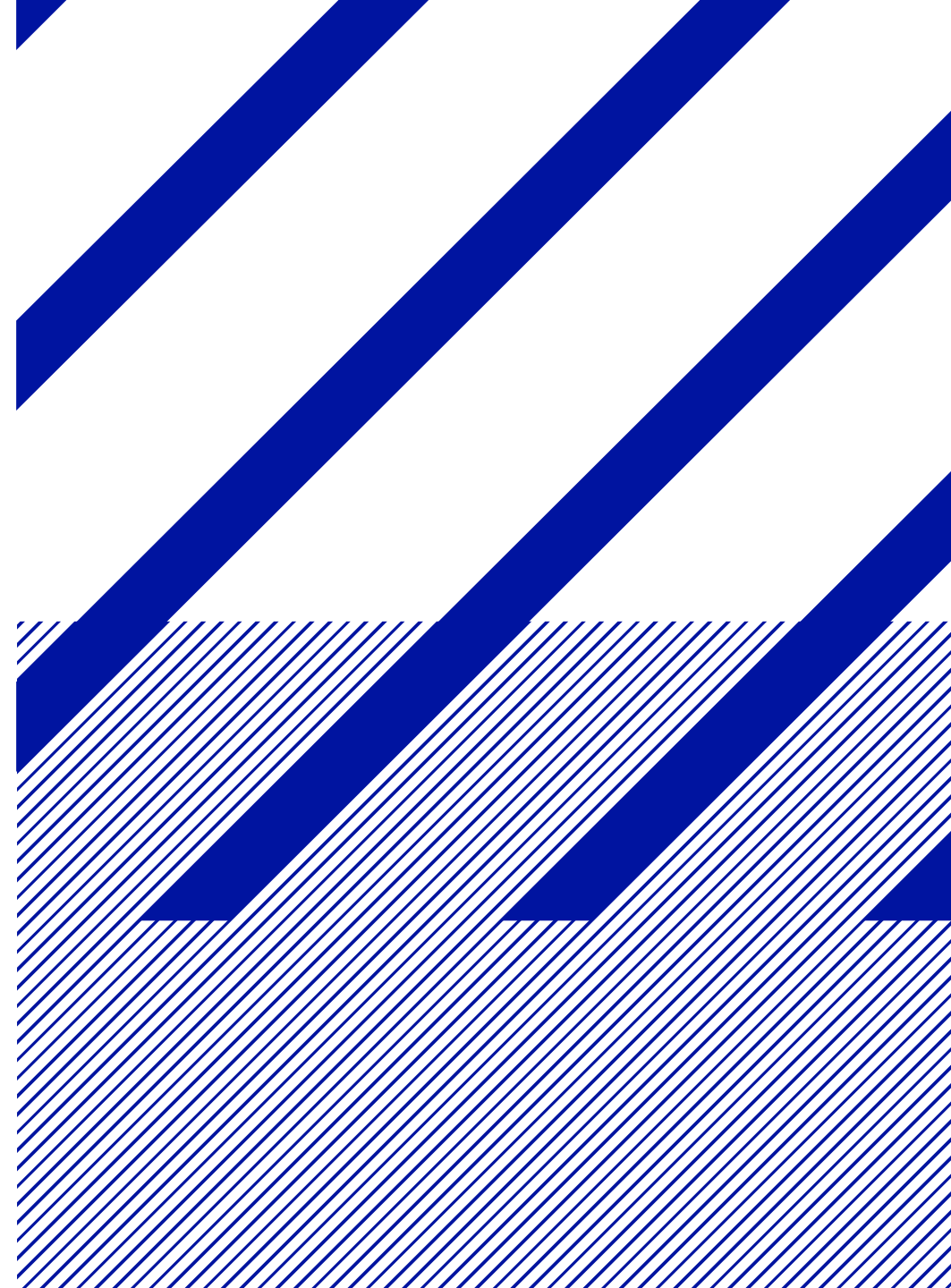
Einweisung 3D-Drucker

Sascha Wagner

Lab Manager
MakerSpace Campus Steinfurt

Stegerwaldstr. 39 fon +49 (0)2551 9-62328
D-48149 Münster fax +49 (0)2551 9-62490

wagner.sascha@fh-muenster.de
www.fh-muenster.de



Dateiformate



Dateiformate

Vorstellung .stl- und .3mf-Formate

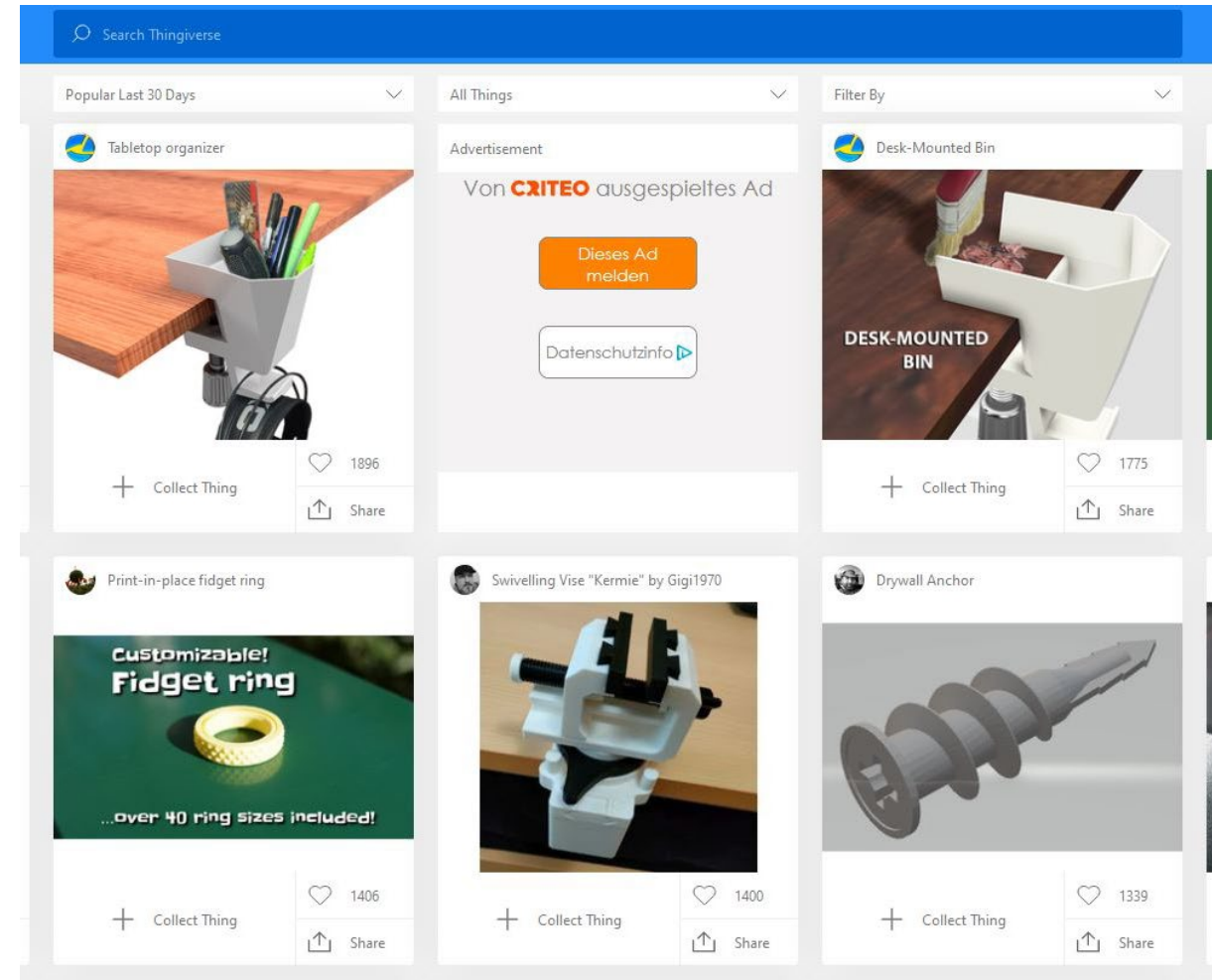
- Wir benötigen eines der folgenden Dateiformate: STL, OBJ und 3MF
- Standard ist aktuell STL:
 - Wurde 1987 veröffentlicht und ist leicht zu handhaben
 - Beschreibt eine rohe, unstrukturierte, triangulierte Oberfläche
 - Enthält keine Skalen-, Farb- oder Materialinformationen
 - **Es gibt keine Validierung, es ist „nur ein Haufen Dreiecke“, daher können Löcher, mehrfache Kanten, umgedrehte Normalen und sich selbstschneidende Modelle entstehen**



Dateiformate

Bezugsquellen für 3D-Druck-Dateien

- Eine Möglichkeit ist eine selbst erstellte Konstruktion oder Modell als STL oder 3MF zu speichern
- Hierzu eignet sich jedes 3D-Konstruktionsprogramm, oder Modelling-Programme
- Für einen leichten Einstieg in den 3D-Druck kann man aber auch online-Plattformen nutzen, wie bspw. thingiverse.com
- Hier kann man einfach Dateien herunterladen und drucken. Bitte beachten, dass sich der Druck von heruntergeladenen Teilen in Grenzen halten sollte!



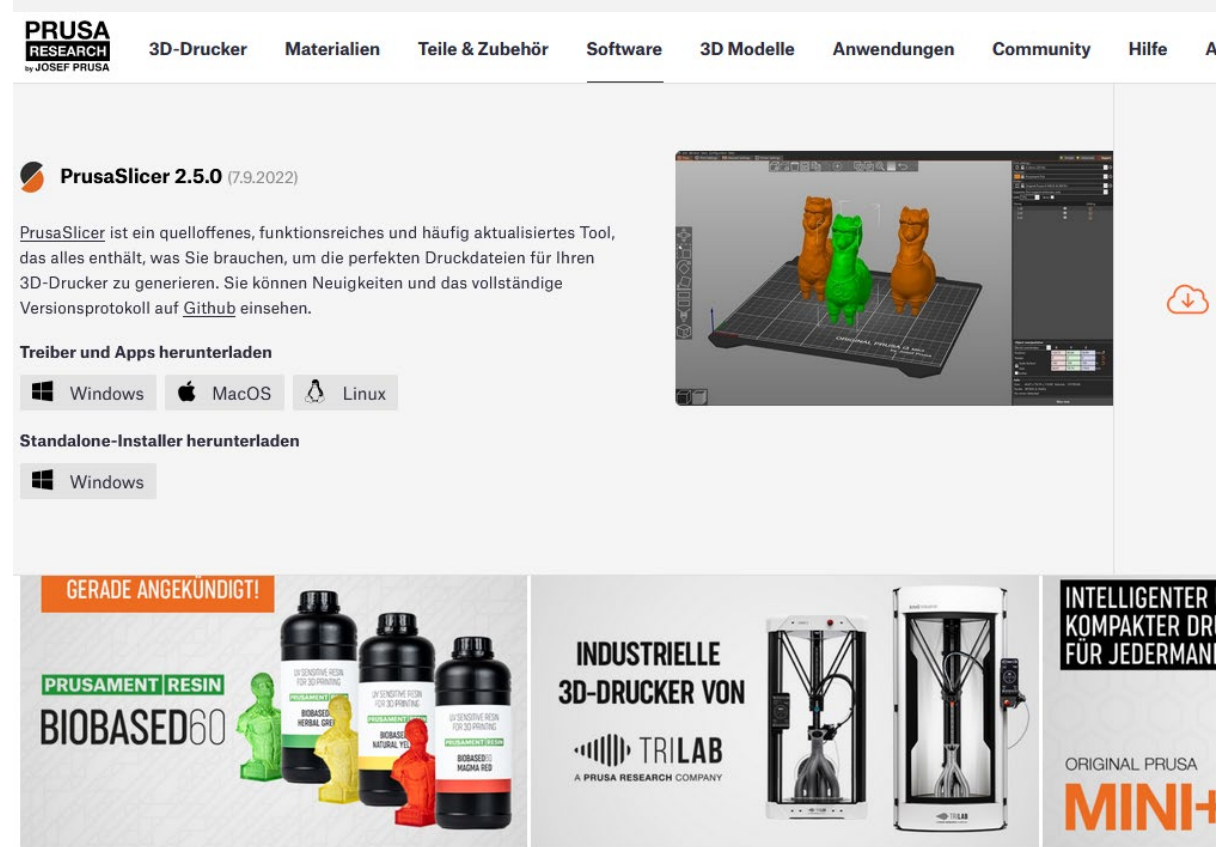
Software



Software

PrusaSlicer

- Im MakerSpace nutzen wir den PrusaSlicer.
- Das ist eine kostenlose Slicer-Software, die Ihr herunterladen und installieren könnt.
- Mit der Software werden die Drucke vorbereitet und Ihr könnt sehen, wie lange der Druck dauern wird.
- Entsprechend der Druckzeit könnt Ihr Euch dann einen Drucker im ILIAS-System buchen.



PRUSA RESEARCH by JOSEF PRUSA

3D-Drucker Materialien Teile & Zubehör Software 3D Modelle Anwendungen Community Hilfe

PrusaSlicer 2.5.0 (7.9.2022)

PrusaSlicer ist ein quelloffenes, funktionsreiches und häufig aktualisiertes Tool, das alles enthält, was Sie brauchen, um die perfekten Druckdateien für Ihren 3D-Drucker zu generieren. Sie können Neuigkeiten und das vollständige Versionsprotokoll auf [Github](#) einsehen.

Treiber und Apps herunterladen

Windows MacOS Linux

Standalone-Installer herunterladen

Windows

GERADE ANGEKÜNDIGT!

PRUSAMENT RESIN
BIOBASED60

INDUSTRIELLE 3D-DRUCKER VON
TRILAB
A PRUSA RESEARCH COMPANY

INTELLIGENTER KOMPAKTER DRUCKER FÜR JEDERMAN

ORIGINAL PRUSA
MINI-H



Vollständiger 24/7-Support mit Live-Chat und E-Mail in mehreren Sprachen



Die beste Montageanleitung und Spaß beim Zusammenbau



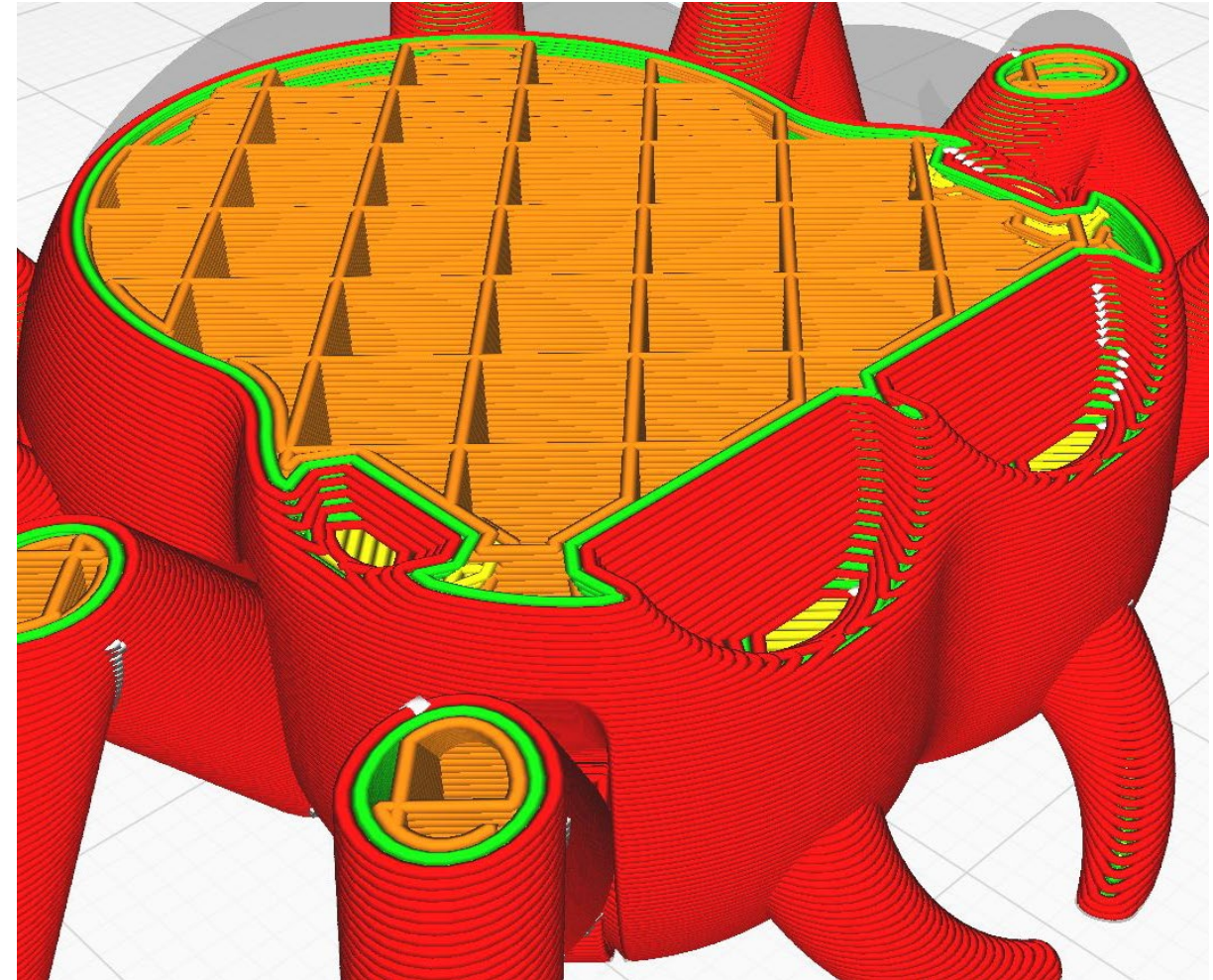
Sie können unsere 3D-Drucker später problemlos auf neuere Versionen aufrüsten



Software

Was ist eine Slicer-Software?

- Eine Slicer Software schneidet, wie der Name verrät, das Volumenmodell in Scheiben und erstellt daraus einen Hohlkörper.
- Der Hohlkörper wird dann wieder mit dem Infill gefüllt.
- Die Slicer-Software generiert abschließend einen G-Code, der vom Drucker gelesen werden kann.
- Im G-Code stehen die Verfahrswege, Temperaturen und Materialvorschub für jede Schicht



Einrichtung von PrusaSlicer

Software im MakerSpace

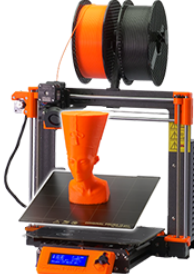
- Wähle die benötigten Drucker und Düsendurchmesser aus
- Für den MakerSpace sind das
 - Original Prusa i3 MK3S & MK3S+
 - 0,4 mm Düsendurchmesser
- Wähle anschließend das benötigte Material aus
 - Generic PLA für die Nutzung des Standard PLAs im MakerSpace
- Mit den Slicer-Einstellungen können die Drucker im MakerSpace genutzt werden

PrusaSlicer - Konfigurations-Assistent

- Willkommen
- Prusa FFF
- Prusa MSLA
- Andere Hersteller
 - Anycubic FFF
- Benutzerdefinierter Drucker
- Filamente
- Updates
- Neuladen von Festplatte
- Zuordnung der Dateien
- Anzeigemodus

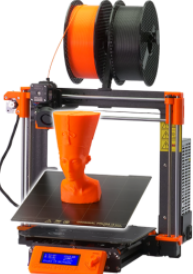
Alternative Düsen:
 0.25 mm Düse
 0.6 mm Düse
 0.8 mm Düse

MK3 Familie Alles standard Alle Kein




Original Prusa i3 MK3S & MK3S+

 0.4 mm Düse
 Alternative Düsen:
 0.25 mm Düse
 0.6 mm Düse
 0.8 mm Düse



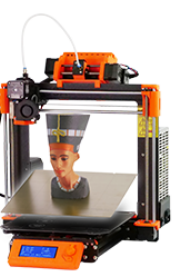
Original Prusa i3 MK3

 0.4 mm Düse
 Alternative Düsen:
 0.25 mm Düse
 0.6 mm Düse
 0.8 mm Düse



Original Prusa i3 MK3S & MK3S+ MMU2S





 0.4 mm Düse
 Alternative Düsen:
 0.25 mm Düse
 0.6 mm Düse
 0.8 mm Düse



Original Prusa i3 MK3 MMU2

 0.4 mm Düse
 Alternative Düsen:
 0.25 mm Düse
 0.6 mm Düse
 0.8 mm Düse

MK2.5 Familie Alles standard Alle Kein

Wähle alle Standarddrucker < Zurück

PrusaSlicer Benutzung

Die wichtigsten Einstellungen im
Überblick



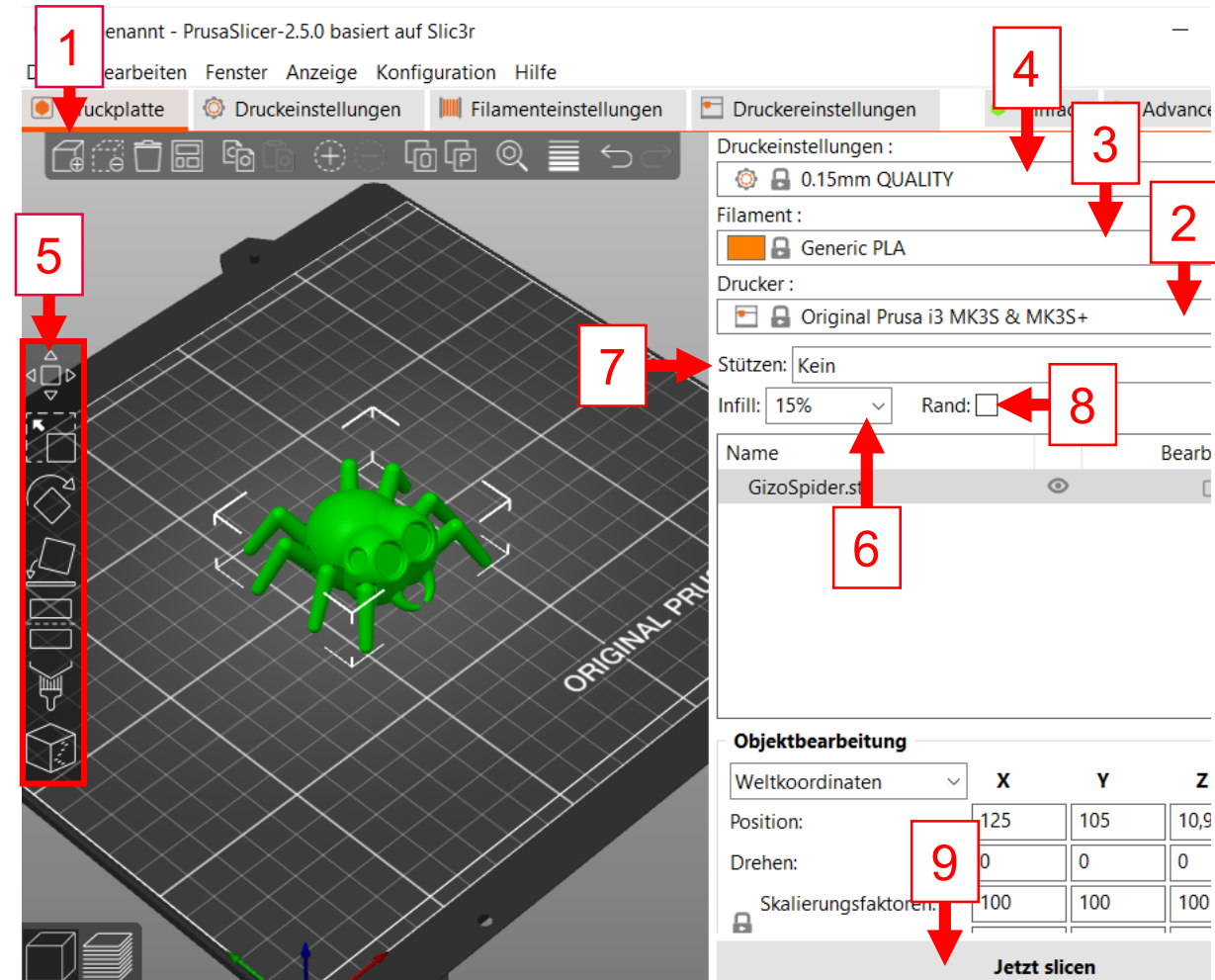
Benutzung von PrusaSlicer

3D-Modell mit PrusaSlicer für den Druck vorbereiten

Übersicht

1. Modell in Prusa öffnen
2. Den richtigen Drucker auswählen
3. Das richtige Material auswählen
4. Schichtdicke und Qualität einstellen
5. Modell richtig platzieren
6. Fülldicke für Infill auswählen
7. Support / Stützmaterial auswählen
8. Rand auswählen, um Druckbettanhaftung zu verbessern
9. Slicen und auf SD-Karte speichern

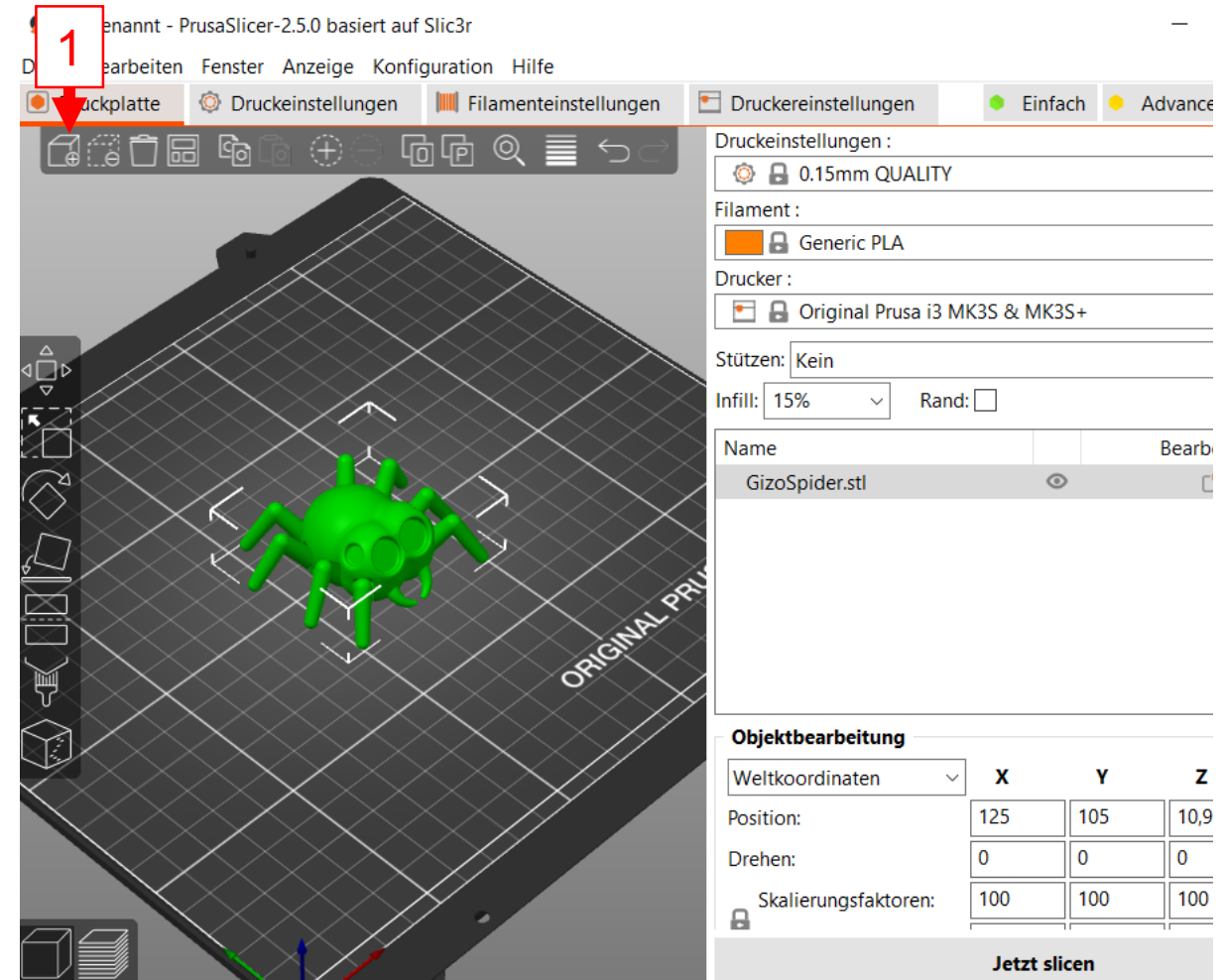
optional



Benutzung von PrusaSlicer

1. Modell in PrusaSlicer öffnen

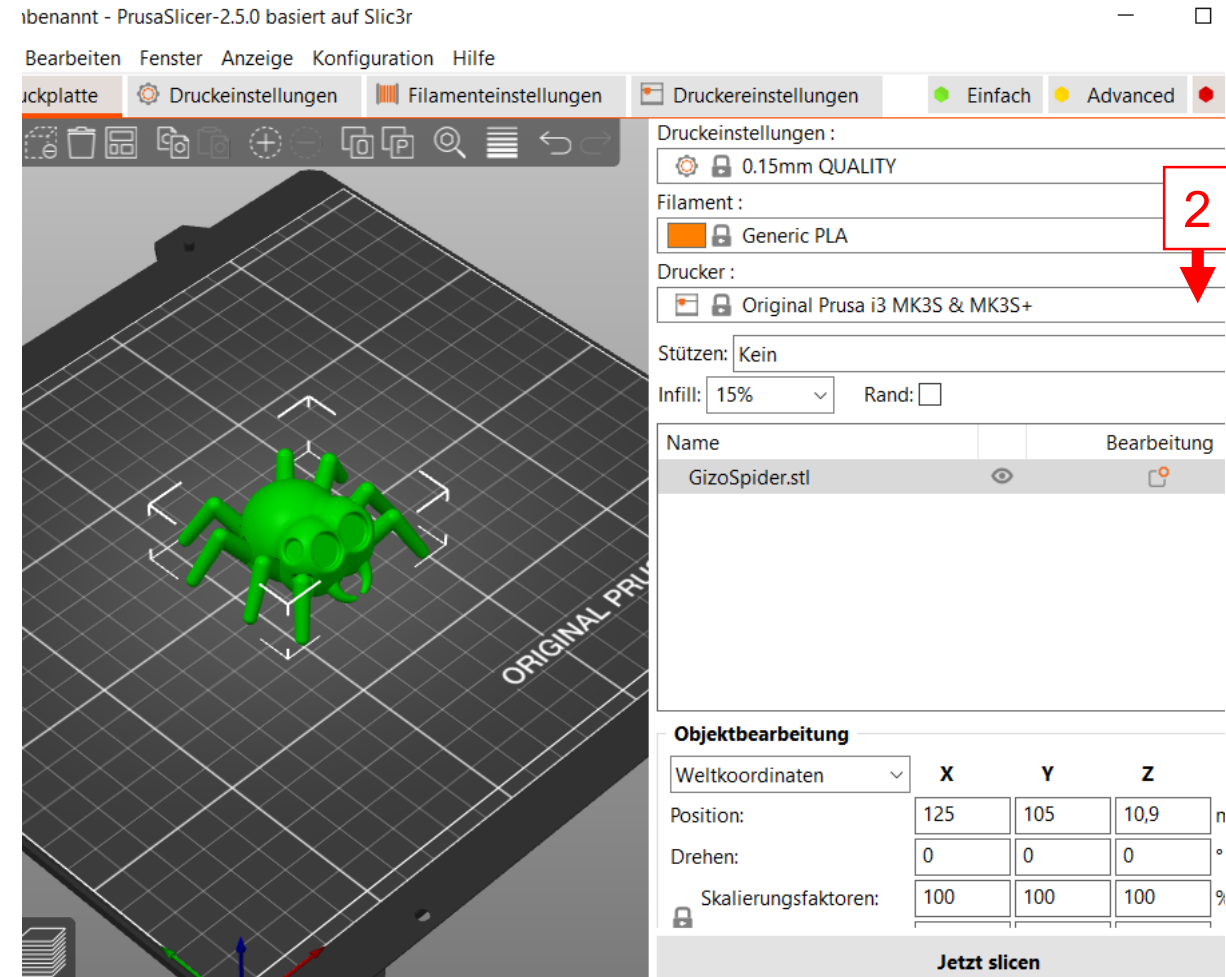
- Es können folgende Dateiformate mit dem PrusaSlicer geöffnet werden:
.obj, .stl, .3mf, .amf, .zip.amf, .xml, .step, .stp
- Wie beschrieben sind die gängigsten Dateiformate .stl und .3mf



Benutzung von PrusaSlicer

2. Den richtigen Drucker auswählen

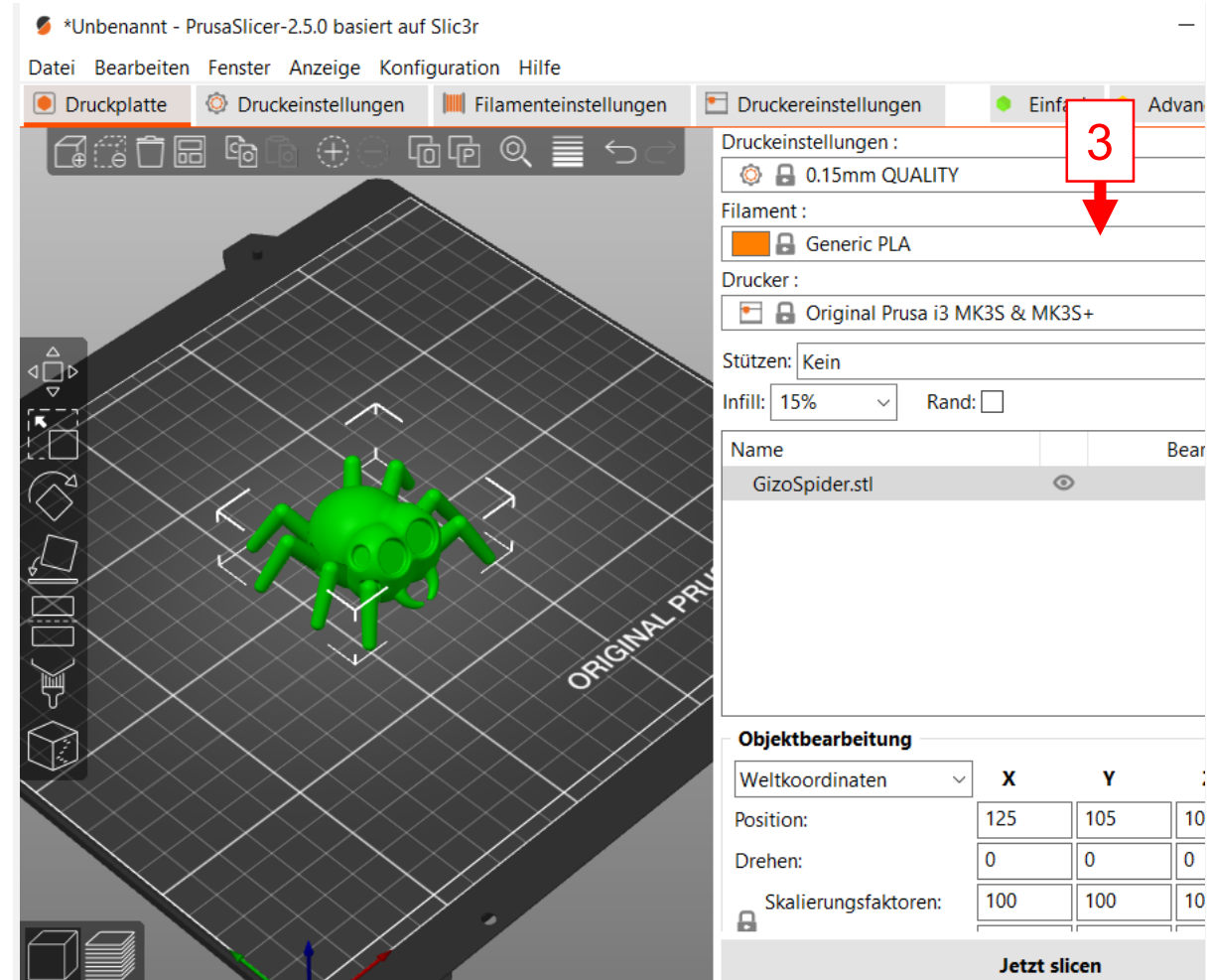
- Über diese Schaltfläche kann der passende 3D-Drucker ausgewählt werden.
- Aktuell gibt es nur das Modell „Original Prusa i3 MK3S+“ im MakerSpace
- Es dürfen nicht selbstständig neue Drucker angelegt, oder bestehende Druckerprofile abgeändert werden!



Benutzung von PrusaSlicer

3. Das richtige Material auswählen

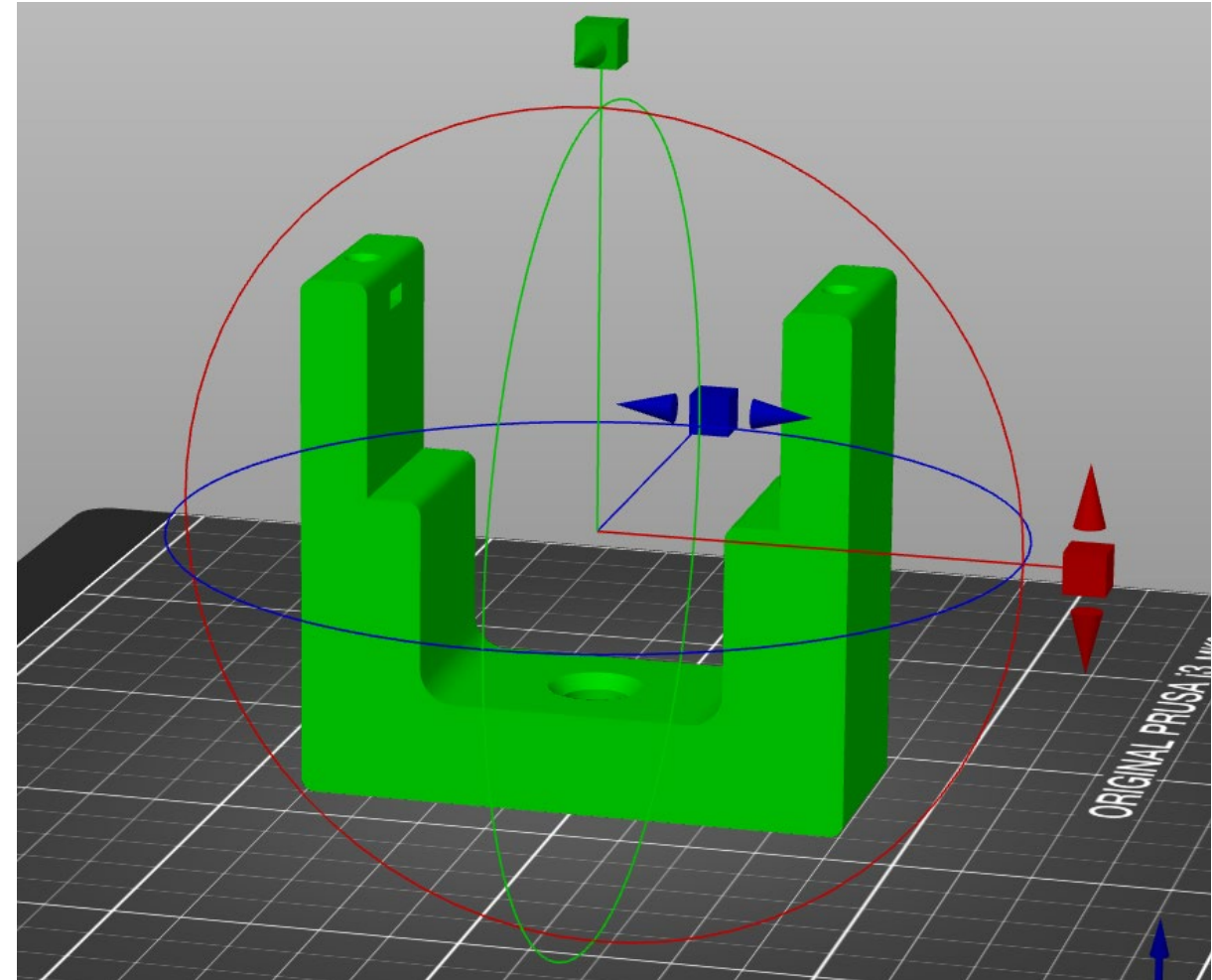
- Es darf ausschließlich PLA selbstständig gedruckt werden. Alle anderen Filamente dürfen nur nach Rücksprache mit dem MakerSpace-Team genutzt werden!
- Unter [3] sind die voreingestellten Materialprofile hinterlegt
- Profile dürfen nicht selbstständig angelegt oder geändert werden!
- Es dürfen keine materialspezifischen Parameter in Prusa geändert werden (wie bspw. Düsentemperatur, Druckbetttemperatur oder Durchflussrate)!
- Für PLA nutzen wir das Materialprofil „Prusa PLA“.



Benutzung von PrusaSlicer

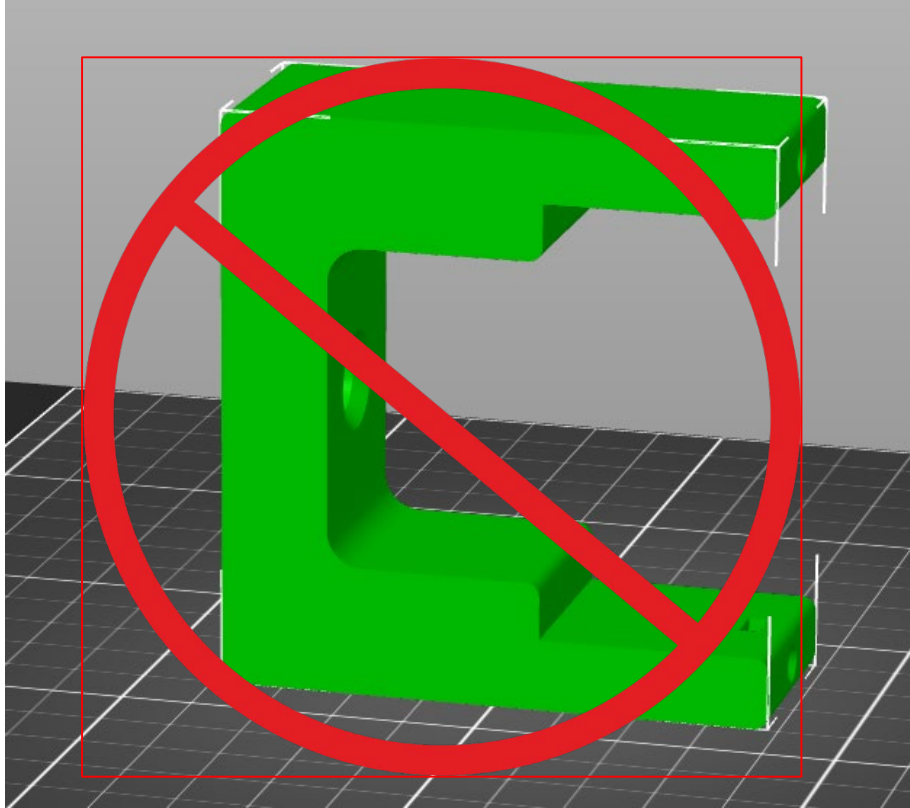
4. Modell richtig platzieren

- Modell anhand der Werkzeuge auf der linken Seite richtig **platzieren**.
- Idealerweise wird das Modell so platziert, dass eine möglichst große Fläche auf dem Druckbett aufliegt, um eine gute **Druckbettanhaftung** zu gewährleisten.
- Zudem sollte darauf geachtet werden, dass das Modell so orientiert wird, dass möglichst wenige Überhänge vorhanden sind und somit möglichst wenige bis keine **Stützstrukturen** benötigt werden.

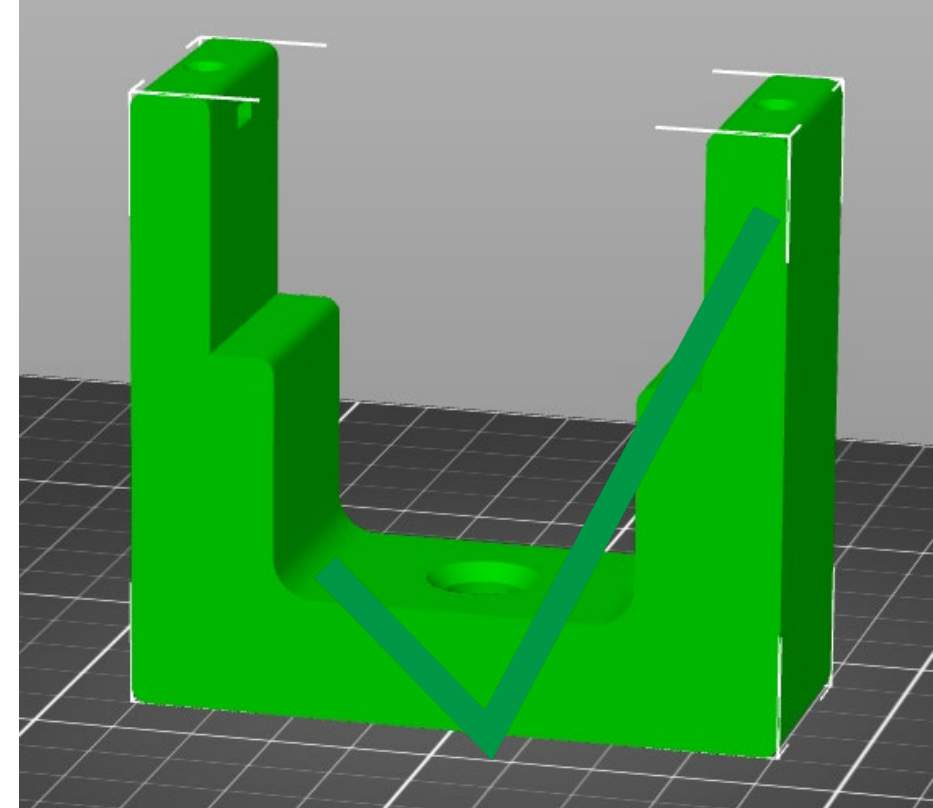


Benutzung von PrusaSlicer

4. Modell richtig platzieren



Falsch:
Überhang und Bohrung müssten
gestützt werden

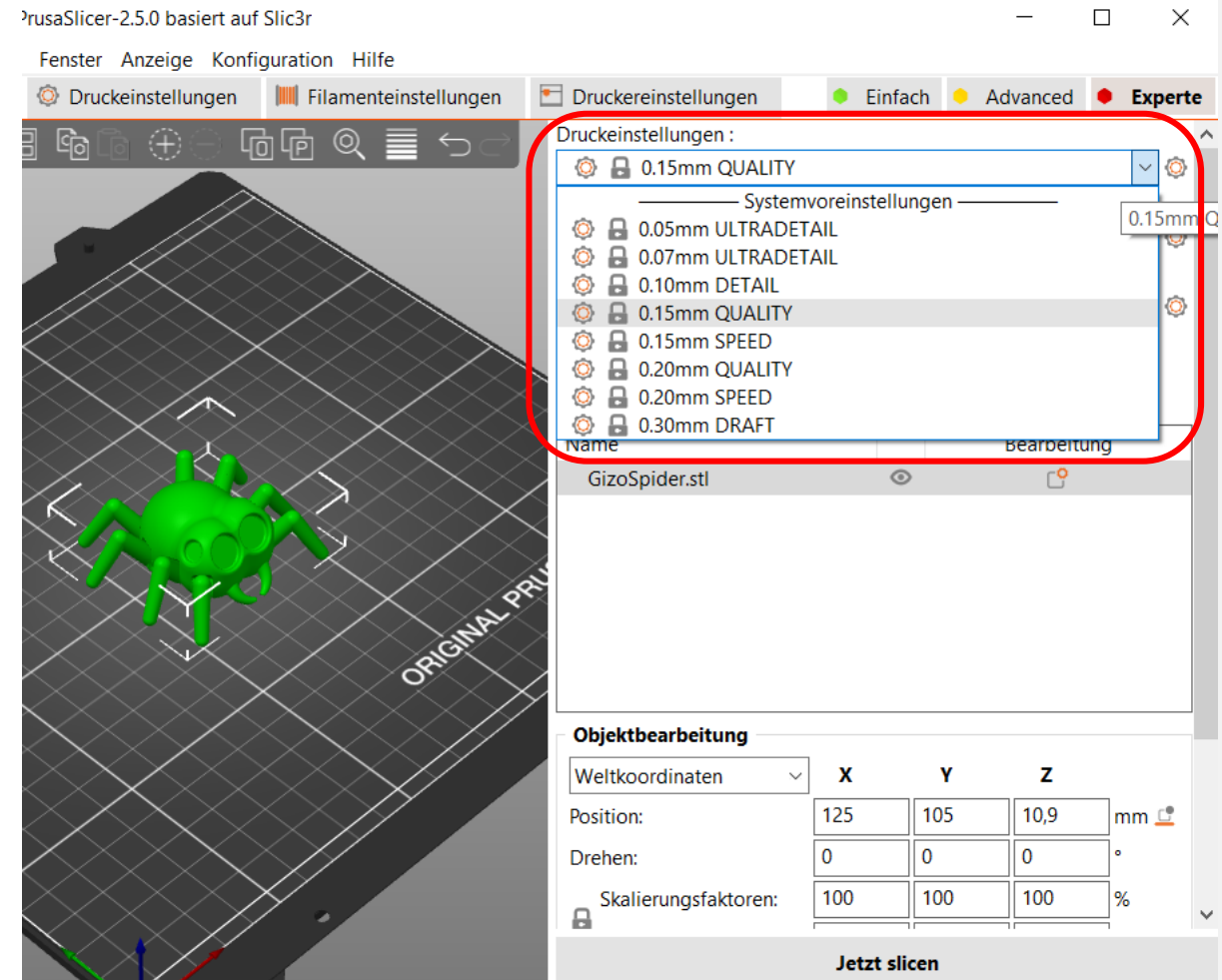


Richtig:
keine Überhänge, Bohrung senkrecht

Benutzung von PrusaSlicer

5. Schichtdicke einstellen

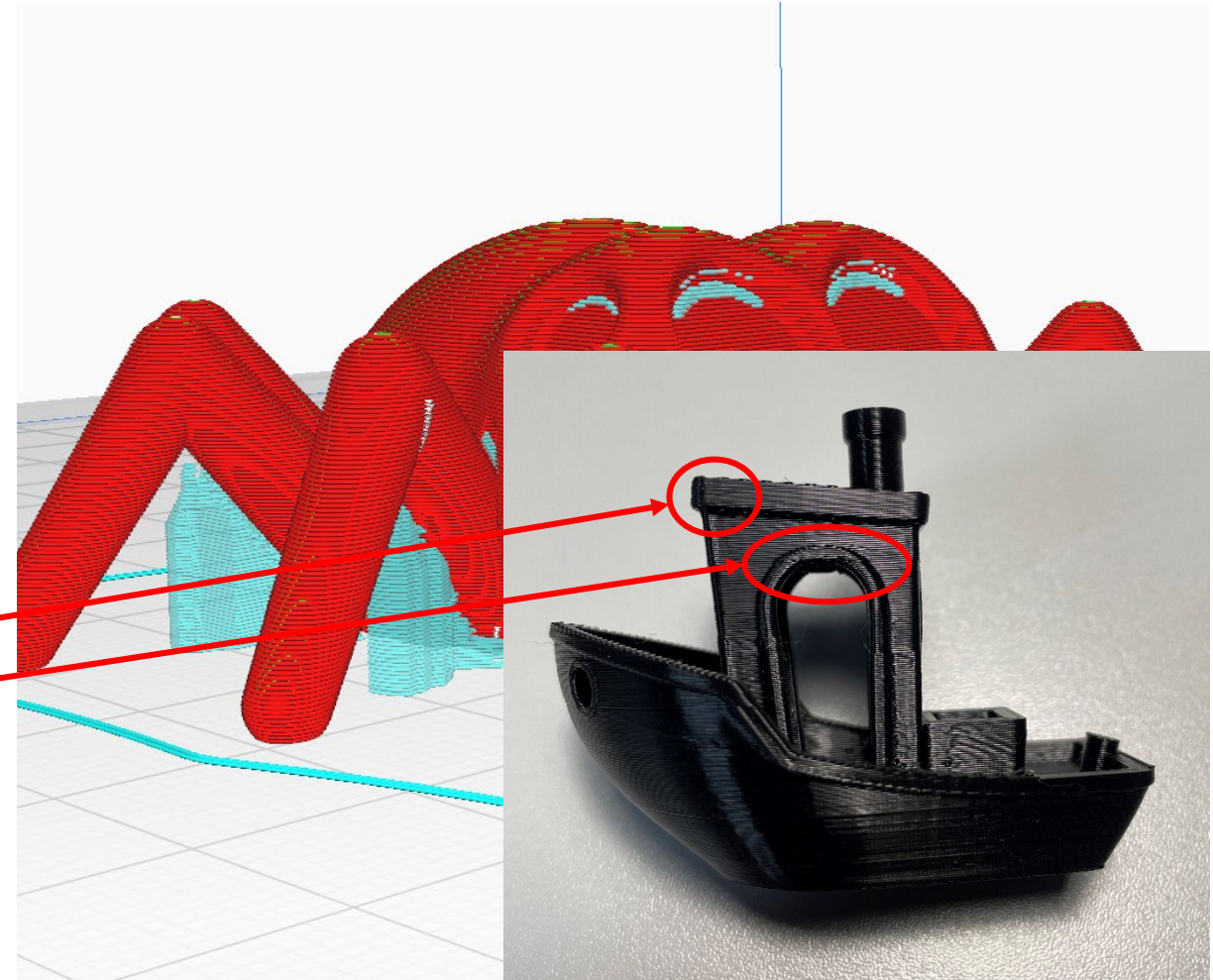
- IMMER noch einmal das richtige Schichthöhenprofil auswählen, auch wenn augenscheinlich bereits das passende eingestellt ist.
- Nach Auswahl des Profils öffnet sich unter Umständen ein Fenster, in dem gefragt wird, ob Änderungen (Changes) übernommen oder verworfen werden sollen. Hier auf „verwerfen / discard“ klicken! Dann sind die Standardeinstellungen eingestellt.
- Anschließend sind die Standardeinstellungen vorhanden und es können ggf. Anpassungen vorgenommen werden.



Benutzung von PrusaSlicer

6. Support / Stützmaterial auswählen

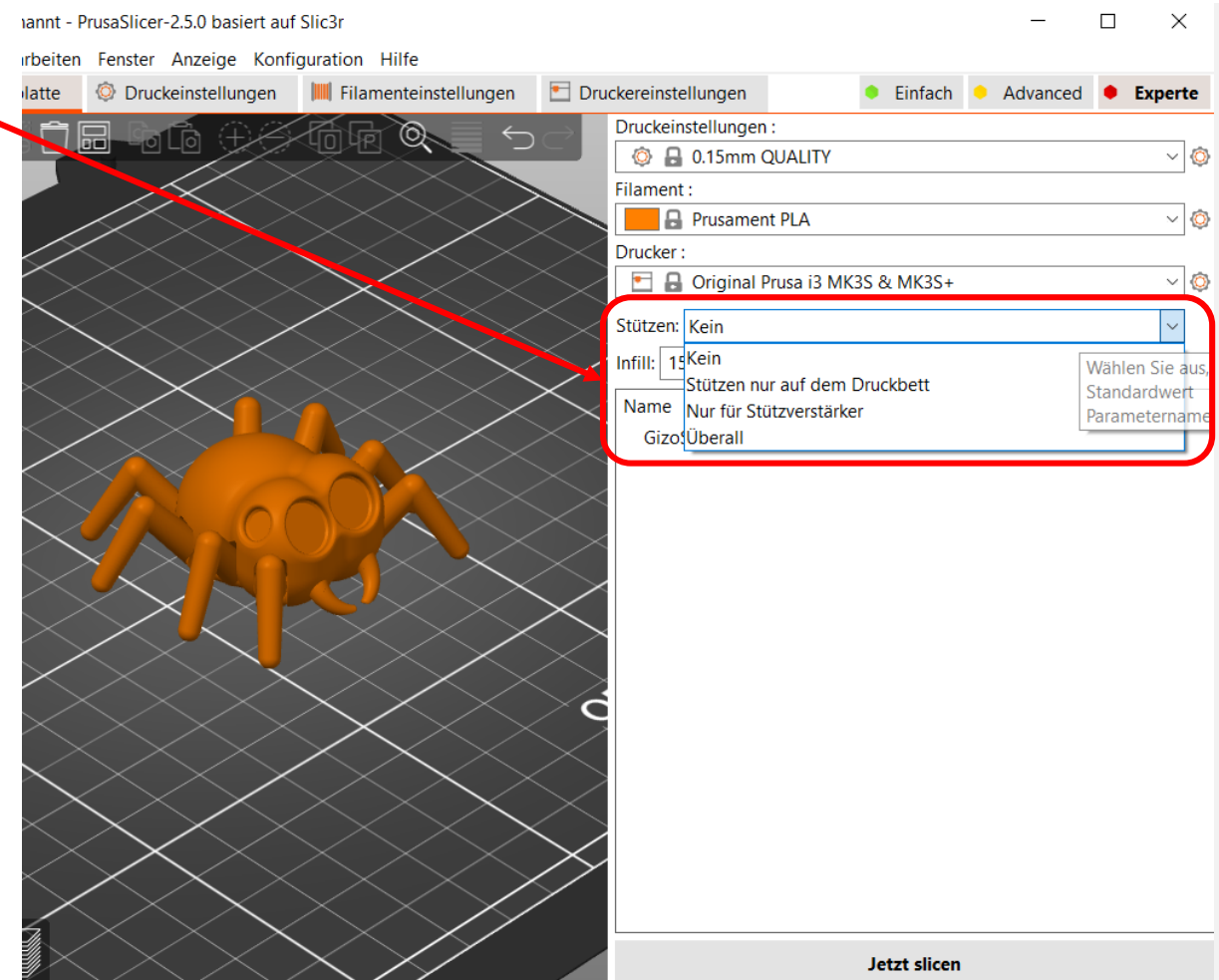
- Wenn Euer Modell Überhänge hat, die einen bestimmten Winkel überschreiten und eine gewisse Länge haben (ca. 2 Wandlinien), benötigt Ihr Stützstrukturen (Support).
- Der Drucker kann nicht in die Luft drucken, sondern die Schichten müssen aufeinander aufbauen. Bei Überhängen benötigt man daher Stützstrukturen auf denen der Drucker dann die Schichten des Modells drucken kann.
- Kleine Überhänge (ca. 2 Wandlinien) oder Bohrungen (bis ca. \varnothing 16 mm) kann man auch ohne Stützstrukturen drucken.



Benutzung von PrusaSlicer

6. Support / Stützmaterial auswählen

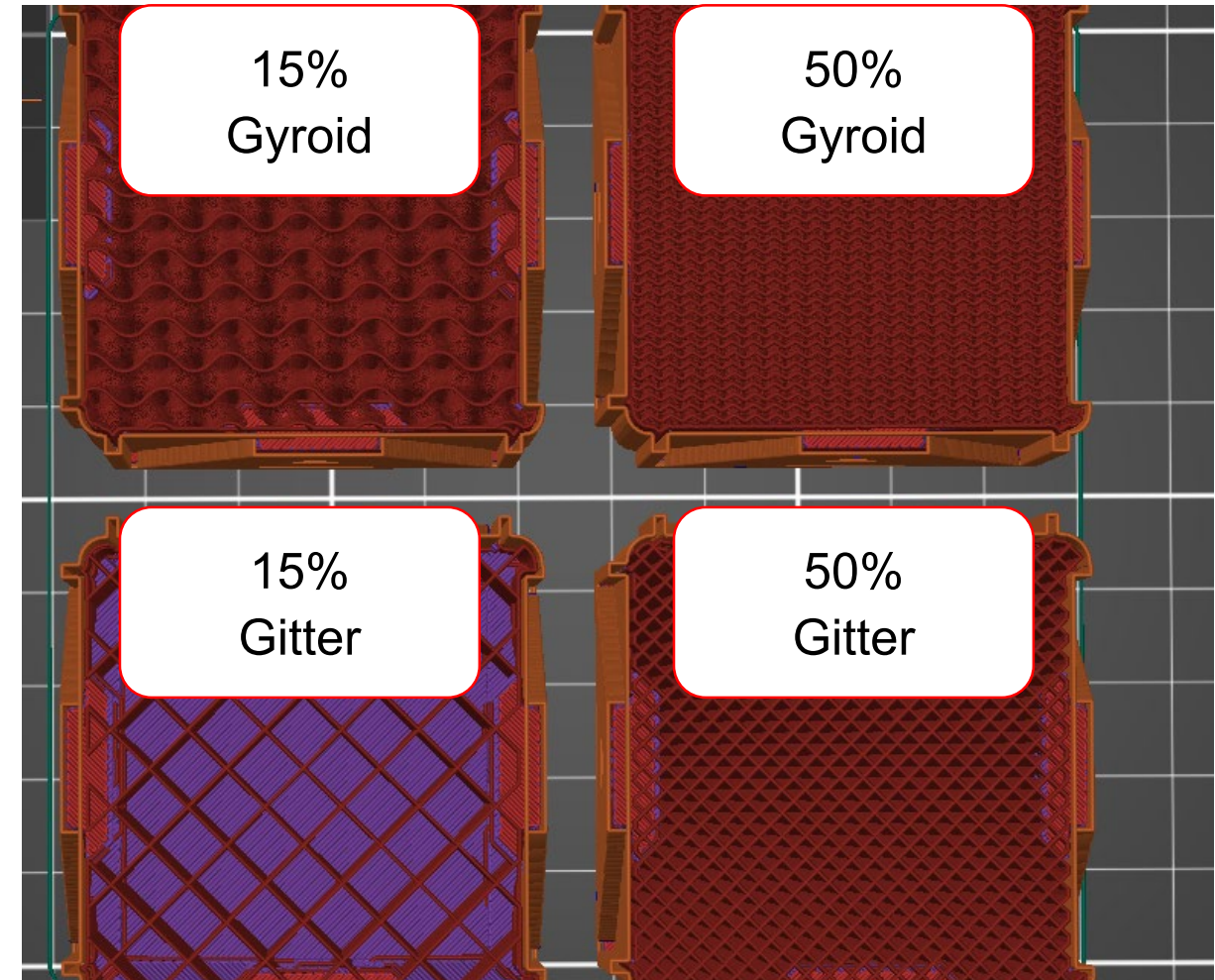
- Bei Support/ Stützen kann man diese Optionen auswählen
- Unterschieden werden dabei Stützen und Stützverstärker
- Stützen werden von der Software entsprechend der Auswahl berechnet
- Stützverstärker kann man gezielt auswählen
- Es ist auch möglich an ausgewählten Stellen die Stützen zu vermeiden
- Support Überhangwinkel überprüfen
 - Standardeinstellung: 50°
 - Je nach Modell kann auf max. 60° erhöht werden



Benutzung von PrusaSlicer

7. Infill/ Fülldichte

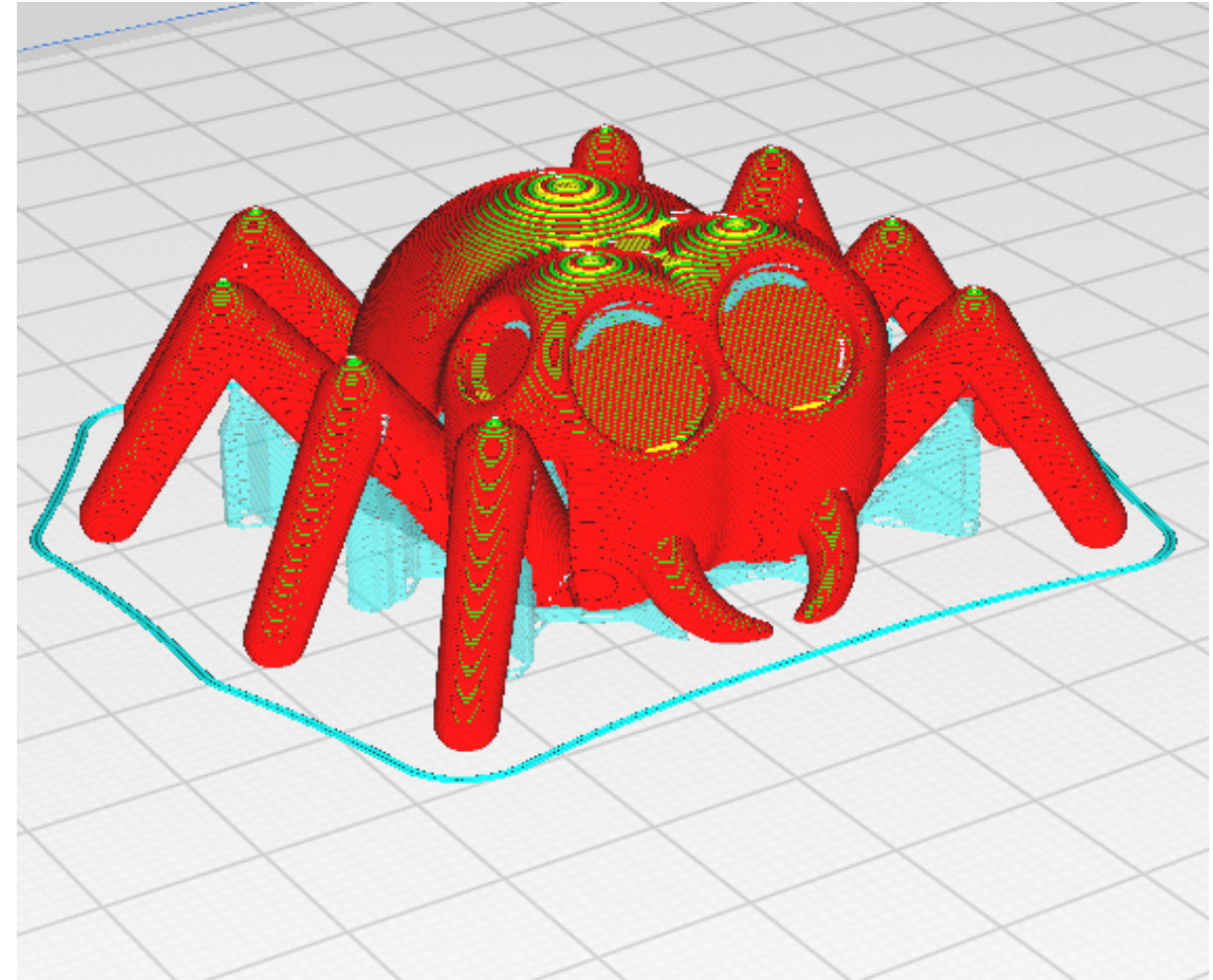
- Das Infill wird über die prozentuale Füllung von 0 - 100% definiert. 0 % wäre ein Hohlkörper und 100 % ein massiver Körper.
- Es lassen sich verschiedene 2D/ 3D Füllungs-Geometrien auswählen z.B. Gitter oder Bienenwabe
- Standardfüllmuster im PrusaSlicer sind Gyroid (Quality) und Gitternetz (Speed)



Benutzung von PrusaSlicer

Build Plate Adhesion

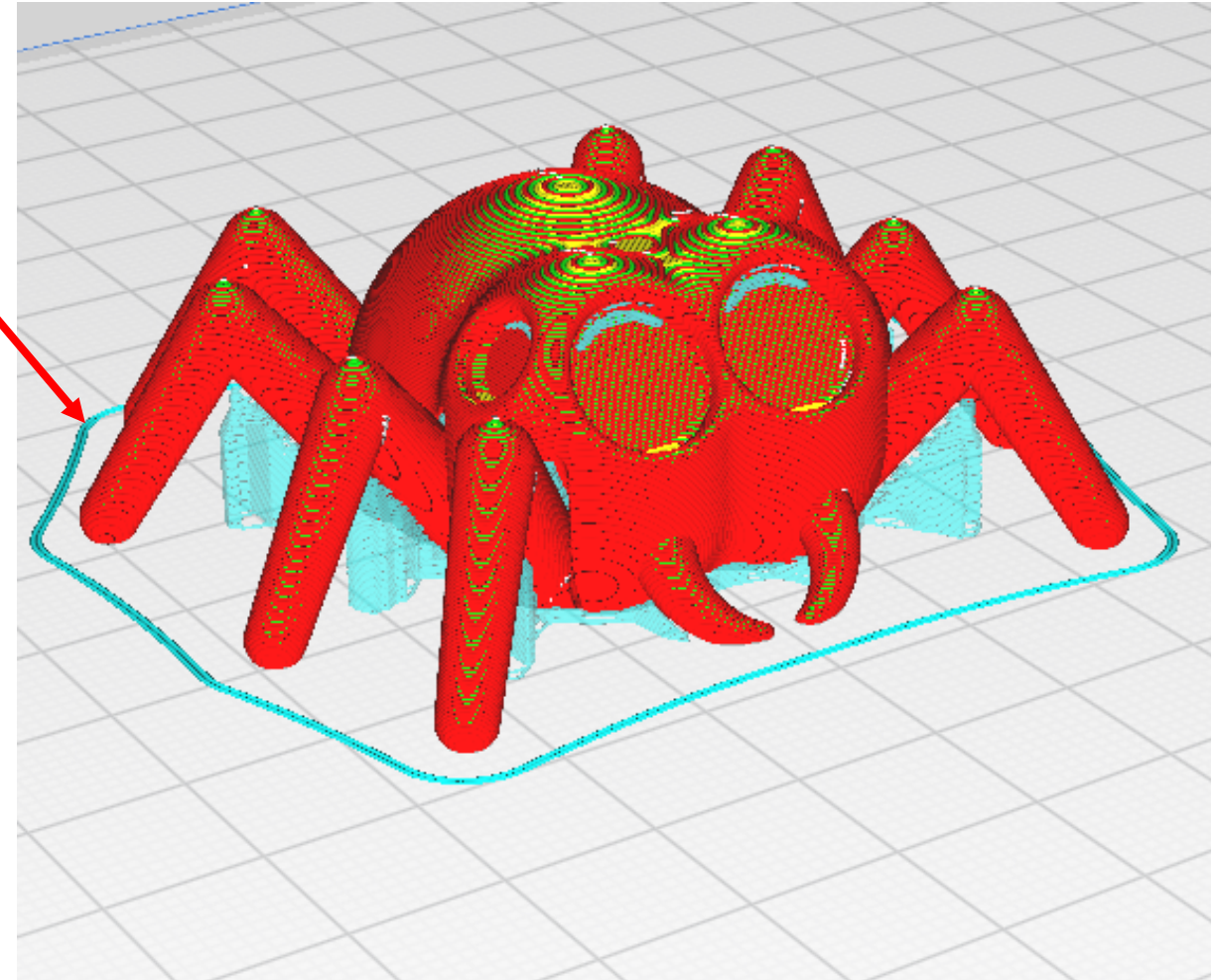
- Eine gute Druckbetthaftung ist essentiell beim 3D-Druck.
- Die Kontaktfläche zwischen Objekt und Druckbett muss ausreichend groß sein.
- Stützstrukturen die direkt auf dem Druckbett gedruckt werden, können problematisch sein.
- Daher gibt es verschiedene Möglichkeiten die Druckbetthanftung zu verbessern.
- Diese werden im Folgenden kurz vorgestellt.
- Bei Unklarheiten spricht uns an, bevor Ihr Euren Druck startet!



Benutzung von PrusaSlicer

Build Plate Adhesion - Skirt

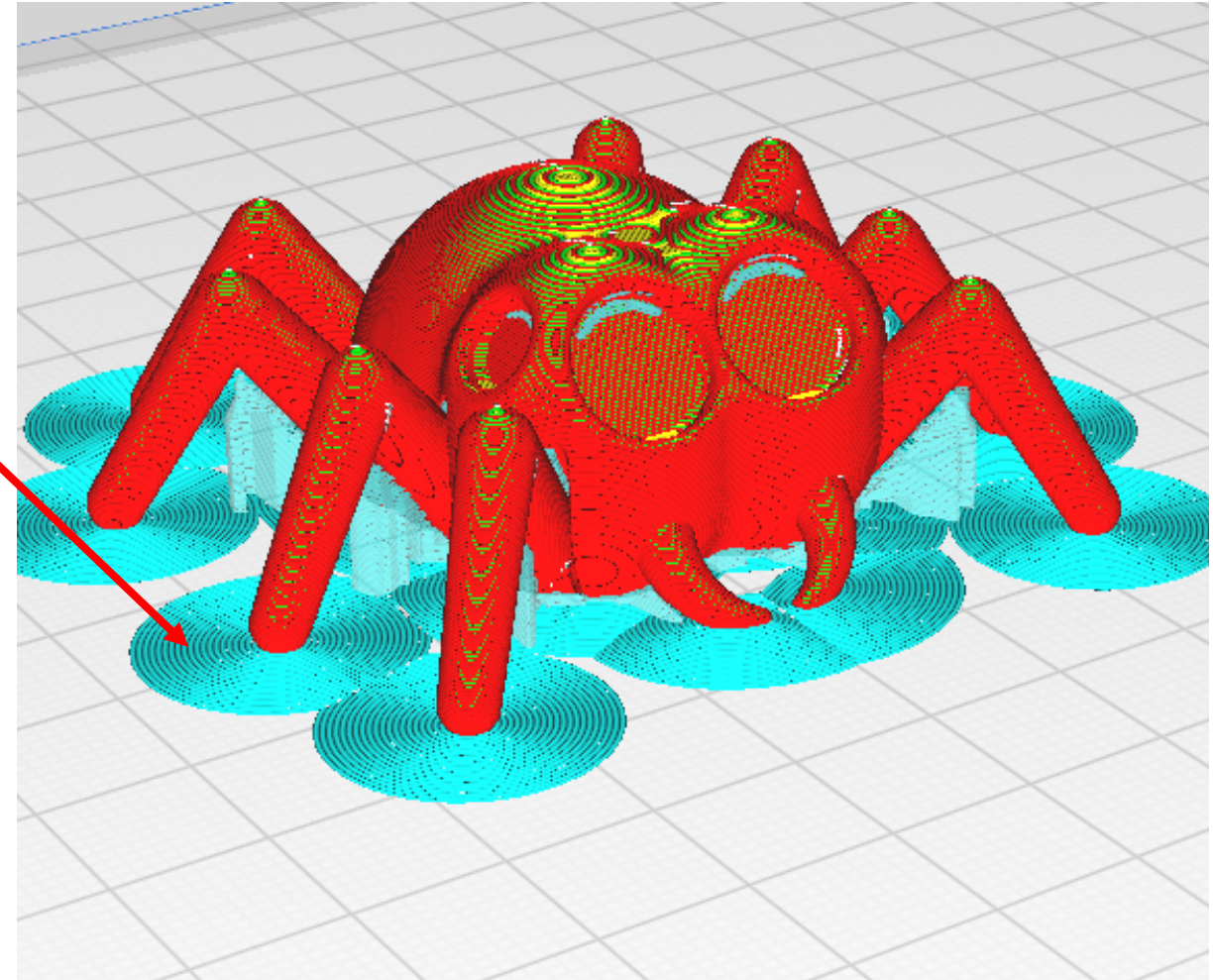
- Skirt
 - Bei Aufheizen der Düse läuft immer etwas Material heraus
 - Dieses Material würde fehlen, wenn der Drucker direkt anfangen würde das Teil zu drucken
 - Daher wird zuerst ein Skirt gedruckt, eine Linie um das Modell herum
 - So wird sichergestellt, dass das Filament lückenlos aus der Düse extrudiert wird, wenn das Modell gedruckt wird



Benutzung von PrusaSlicer

Build Plate Adhesion - Brim

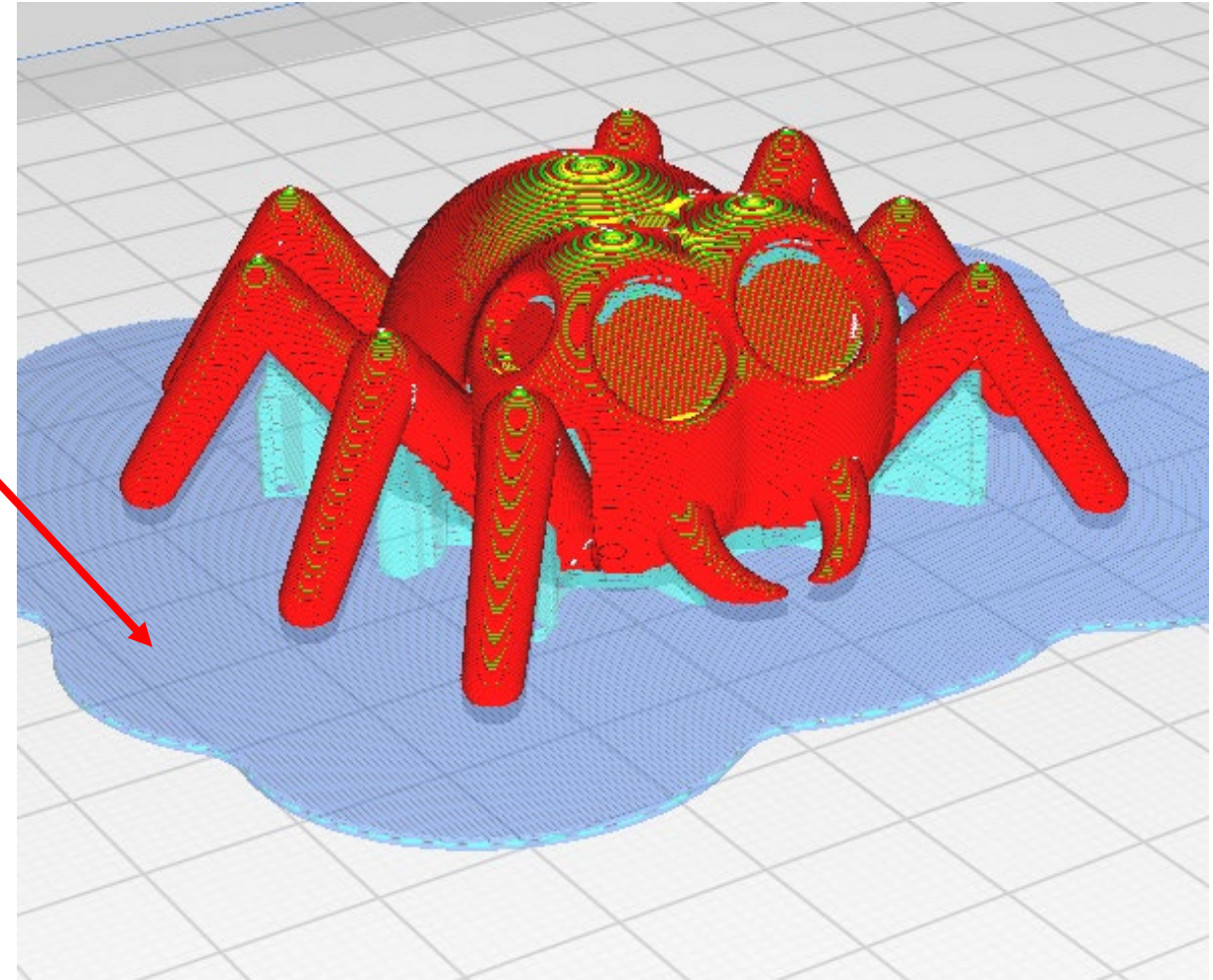
- Brim
 - Ein Brim ist ein Rand, der direkt an das Modell gedruckt wird
 - So wird die Fläche auf dem Druckbett vergrößert, um eine ausreichende Druckbetthaftung sicher zu stellen
 - Der Brim kann nach dem Druck einfach von Teil abgezogen werden
 - Eventuell ist eine leichte Nachbearbeitung in Form von Feilen oder Schleifen nötig
 - Es gibt auch einen Support-Brim, der unter Support aktiviert werden kann



Benutzung von PrusaSlicer

Build Plate Adhesion - Raft

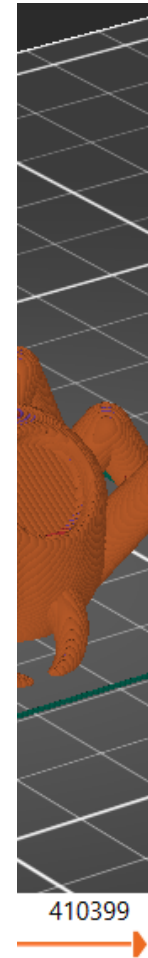
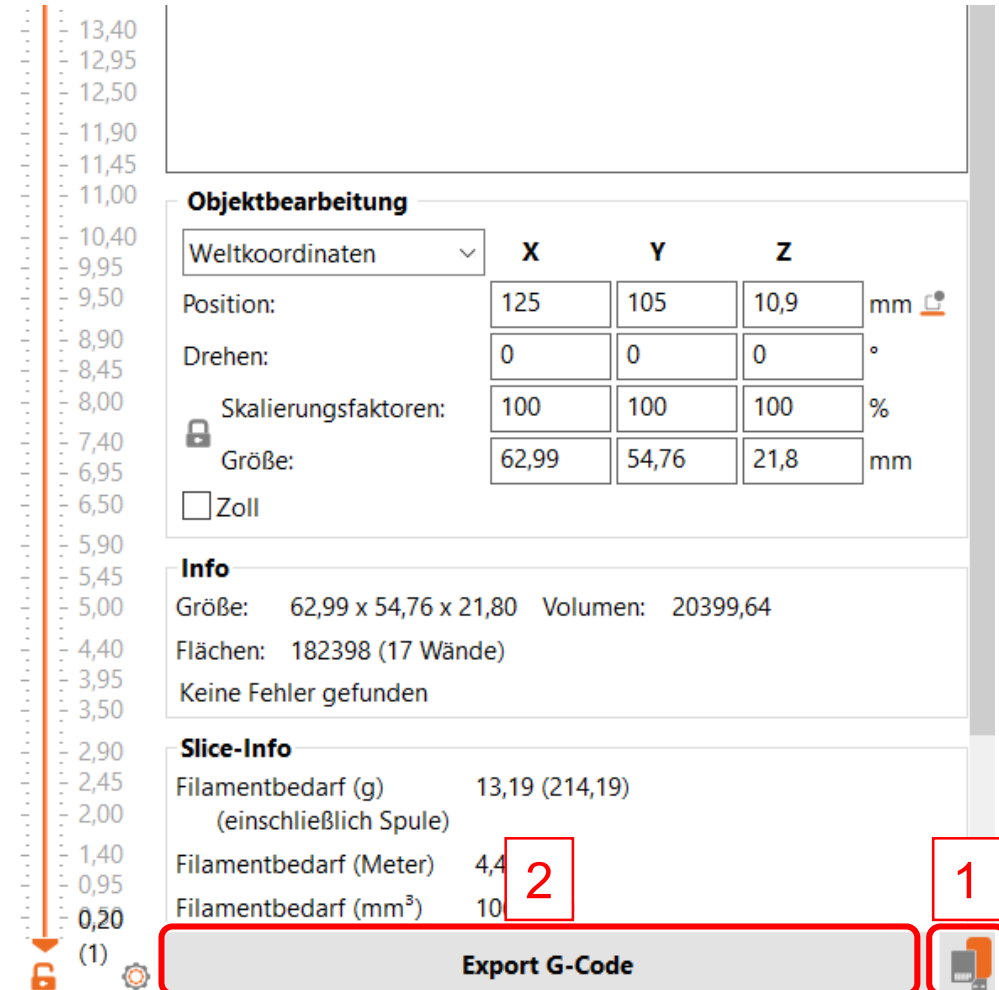
- Raft
 - Ein Raft ist eine Platte aus Stützstruktur, die unter das gesamte Teil, auch unter die Stützstrukturen gedruckt wird.
 - So erreicht man einerseits eine gute Druckbettanhaftung und andererseits eine gute Haftung der Stützstrukturen.
 - Stützstrukturen haften besser an gleichem Material, als direkt auf dem Druckbett.
 - Sollte es also bei der Anhaftung der Stützstrukturen in den ersten Schichten Probleme geben, hilft ein Raft.



Benutzung von PrusaSlicer

Datei auf den Drucker übertragen

- Wenn Ihr nun die SD-Karte aus dem Drucker in den Rechner steckt, erkennt Prusa dies und bietet Euch an den G-Code auf die Karte zu speichern [1]
- Alternativ kann der G-Code auf dem PC gespeichert werden [2]
- Anschließend wird die Karte wieder in den Drucker gesteckt. Die Drucker sortieren die Dateien nach Änderungsdatum, die neue Datei sollte also ganz oben in der Liste stehen.
- Im nächsten Teil beschäftigen wir uns mit dem Drucker und dem Start des Drucks.

Objektbearbeitung

Weltkoordinaten	X	Y	Z	
Position:	125	105	10,9	mm
Drehen:	0	0	0	°
Skalierungsfaktoren:	100	100	100	%
Größe:	62,99	54,76	21,8	mm

Zoll

Info

Größe: 62,99 x 54,76 x 21,80 Volumen: 20399,64
 Flächen: 182398 (17 Wände)
 Keine Fehler gefunden

Slice-Info

Filamentbedarf (g)	13,19 (214,19)
(einschließlich Spule)	
Filamentbedarf (Meter)	4,4
Filamentbedarf (mm ³)	10

Export G-Code

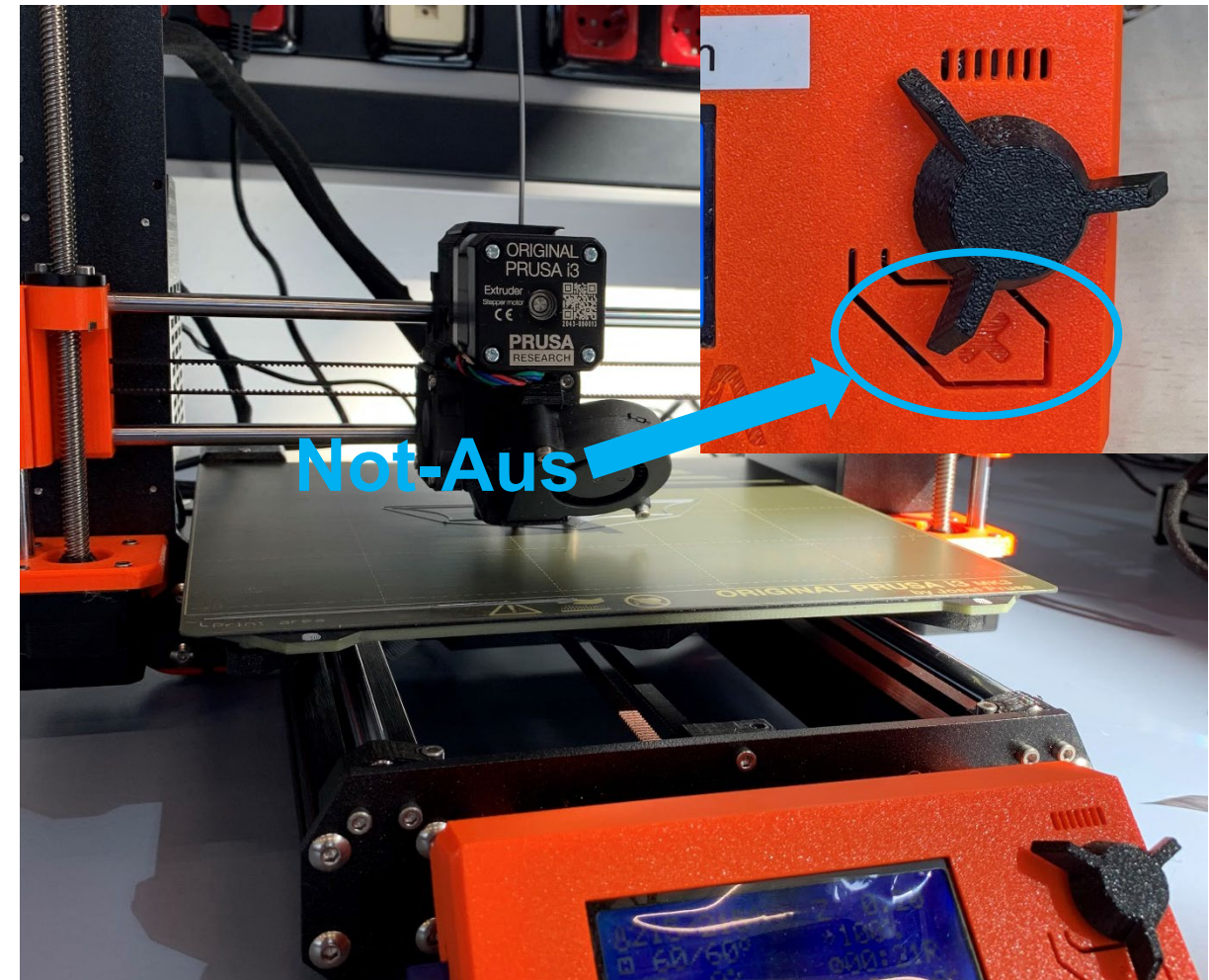
Bedienung des Druckers



Bedienung des Druckers

Inbetriebnahme des Druckers (Betriebsanweisung)

- Der Betriebsanweisung ist folge zu leisten!
- Der Platz um den Drucker herum muss frei sein, so dass sich die Achsen des Druckers frei bewegen können.
- Das Druckbett muss sauber sein, noch vorhandene, fertige Druckaufträge müssen entfernt werden (siehe „Fertigen Druck vom Druckbett entfernen“).
- Es ist darauf zu achten, ob das Druckbett und die Düse abgekühlt sind, bevor diese berührt werden!
- Ein-Aus-Schalter hinten rechts am Drucker.
- Wenn etwas grob schief läuft: Not-Aus drücken!



Bedienung des Druckers

Filament wechseln

- Vor Beginn des Drucks ist zu prüfen, ob das richtige Material / Filament eingelegt ist. Auf jeder Rolle ist ein Etikett mit der Bezeichnung des Materials und der Drucktemperatur.
- Eingelegtes Material entfernen:
 - Auf den Wahlknopf drücken
 - Auf „Filament entnehmen klicken“
 - Aktuell eingelegtes Material auswählen und bestätigen
 - Warten bis der Drucker hoch geheizt hat. Sobald die Temperatur erreicht wurde gibt es ein akustisches Signal und man muss den Knopf drücken.
 - Dann das Filament entfernen.



Bedienung des Druckers

Filament wechseln

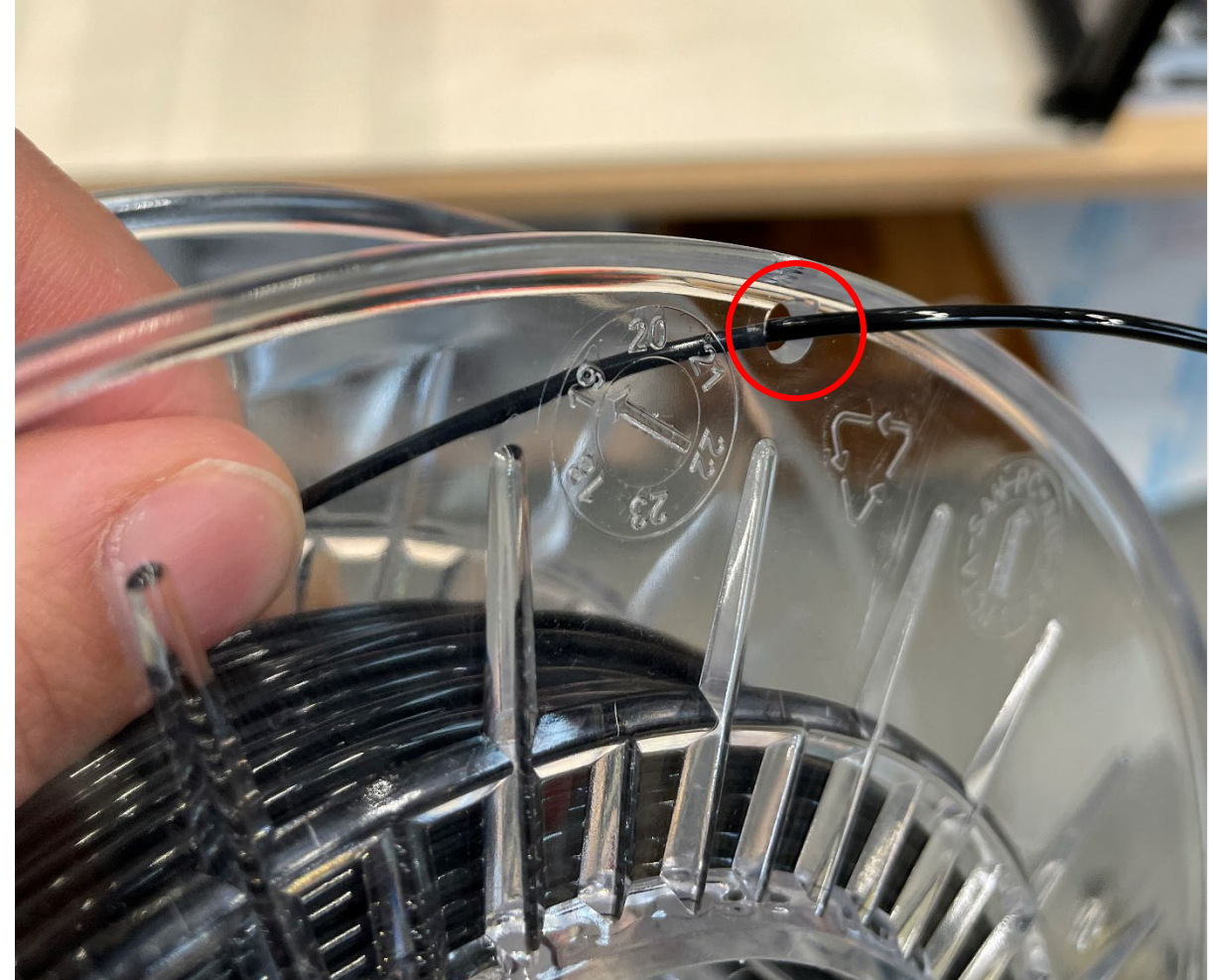
- Dazu mit der einen Hand das Filament nach oben aus dem Hotend ziehen und gleichzeitig mit der anderen Hand darauf achten, dass die Filamentspule nicht auf springt. Das Filament also niemals los lassen.
- Sollte sich das Filament nicht ohne Kraft aus dem Hotend entfernen lassen, beim MakerSpace-Team melden!



Bedienung des Druckers

Handhabung der Filamentrolle

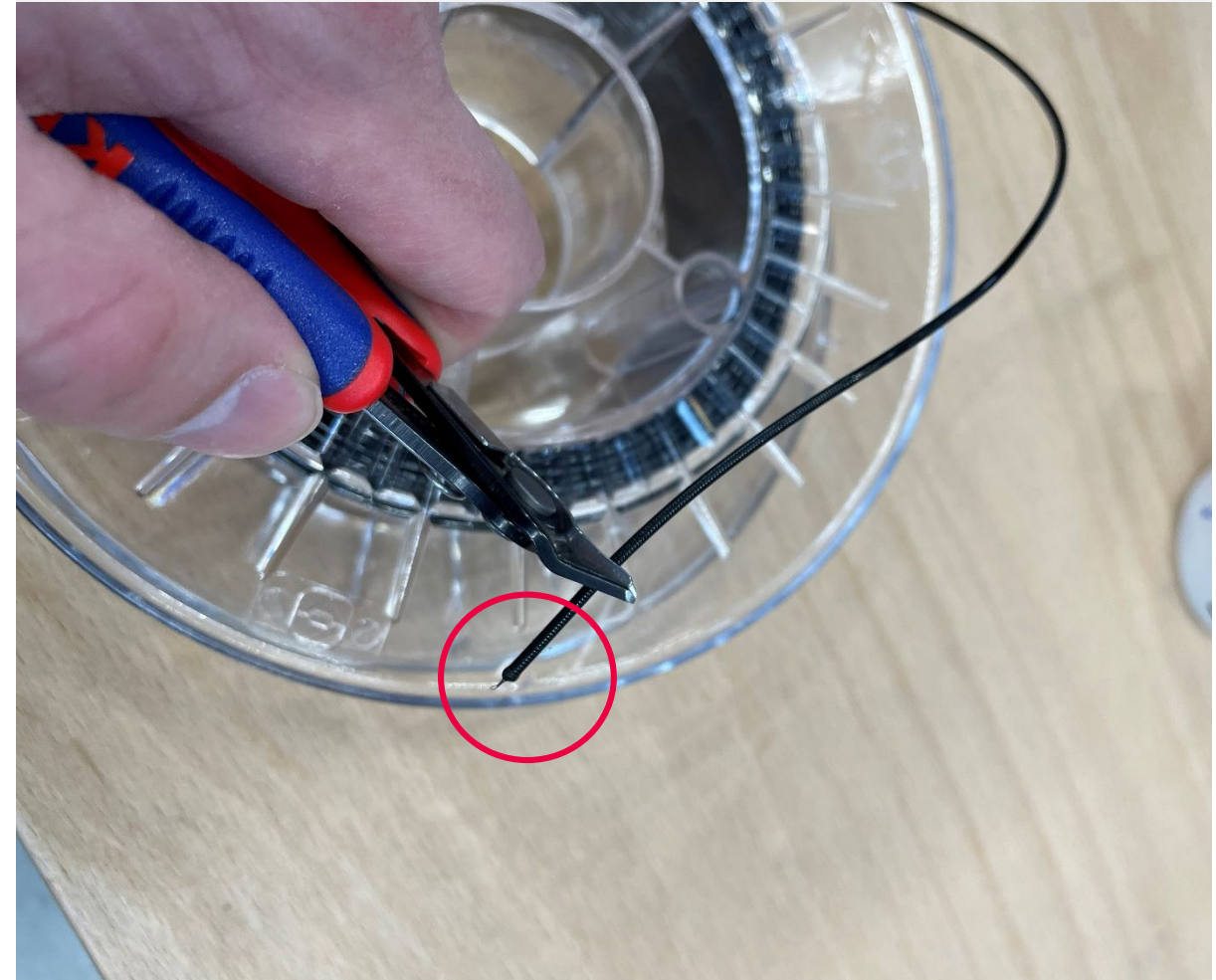
- Das Filament durch die Bohrung(en) in der Spule fädeln, damit es sich nicht abwickelt.
- Die abgenommene Rolle in den passenden Karton legen und diesen in der Schublade verstauen.
- Sollte es doch einmal passieren, dass das Filament aufspringt, bzw. sich abwickelt, muss die Rolle ein paar Meter ab- und wieder aufgewickelt werden, um eine Überlappung der Wicklungen zu vermeiden. Diese könnte beim nächsten Druck dazu führen, dass das Filament klemmt. Das Ab- und Aufwickeln nur zu zweit durchführen!



Bedienung des Druckers

Filament wechseln

- Vom neuen Filament das erste, verdickte Stück mit einem Seitenschneider abschneiden. Knicke ebenfalls abschneiden.



Bedienung des Druckers

Filament einlegen

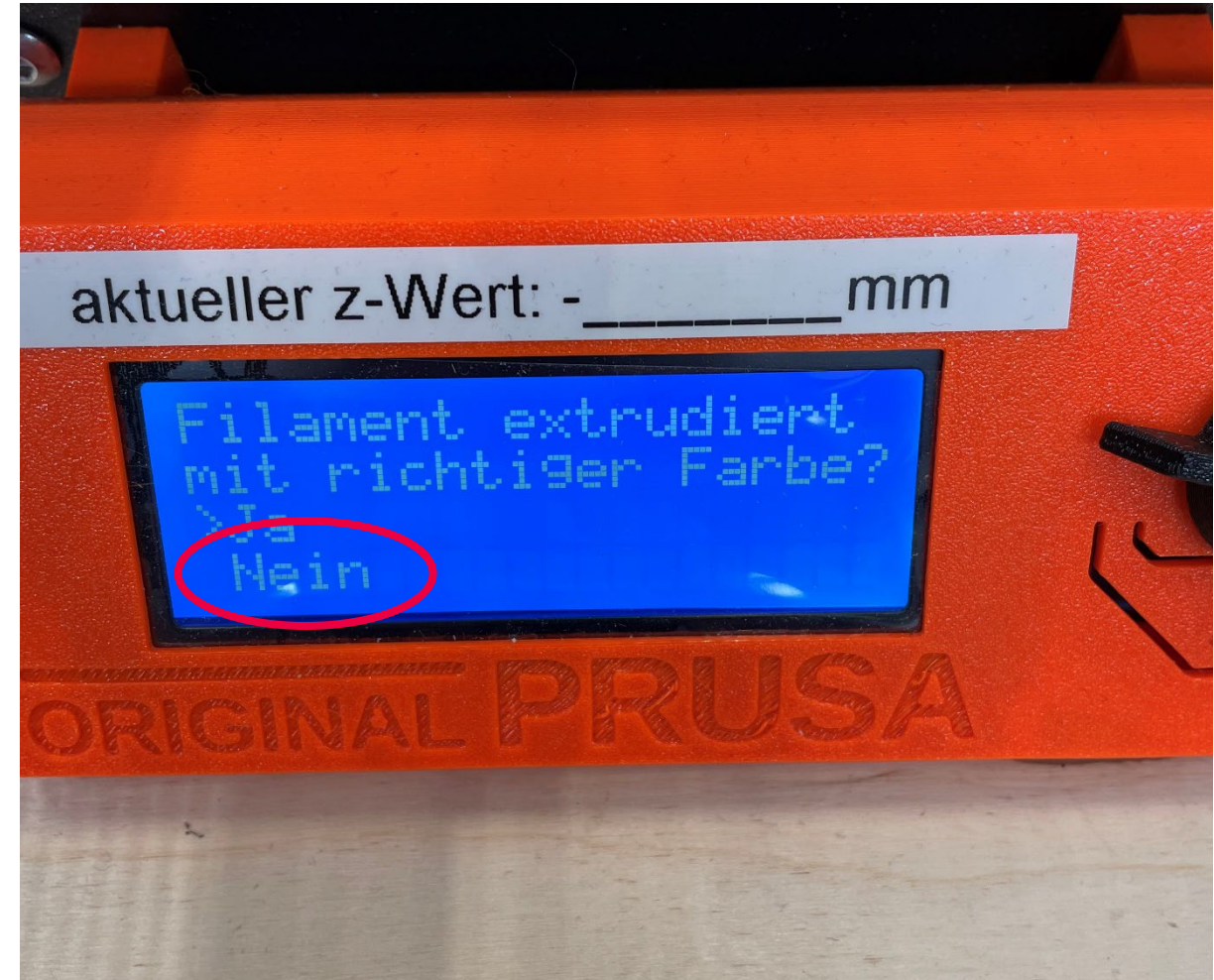
- Hotend entsprechend dem Material vorheizen
- Dann die Rolle auf dem Filamenthalter einhängen und das Filament in das Hotend stecken. Das Filament wird automatisch geladen.
- Es wird abgefragt, ob das Filament mit der richtigen Farbe extrudiert wird:
 - Wenn Ihr ein artgleiches Material (z.B. PLA) nur in einer anderen Farbe nutzen wollt, könnt ihr so lange „nein“ auswählen, bis die richtige Farbe extrudiert wird.



Bedienung des Druckers

Materialtypen

- Wenn Ihr den Materialtyp wechselt (z.B. von PETG auf PLA) und die Farbe gleich bleibt (z.B. schwarz zu schwarz) könnt Ihr nicht anhand der Farbe erkennen, ob das neue Filament sauber extrudiert wird. Dann bitte mindestens 3x „nein“ auswählen, damit keine Rückstände des alten Filaments im Hotend verbleiben. Dies kann zu Druckfehlern führen, besonders wenn die beiden Materialien deutlich unterschiedliche Schmelzpunkte haben!



Bedienung des Druckers

Druck starten

- Die SD-Karte mit den Kontakten nach vorne in den Drucker stecken.
- Der Drucker sortiert die Daten nach Änderungsdatum, neue Dateien sollten also ganz oben in der Liste stehen.
- Mit dem Wahlrad die richtige Datei auswählen und den Druck per Drücken auf das Wahlrad starten.
- Der Drucker benötigt ca. 2 Sekunden zum Lesen der Dateien, also nur ein Mal klicken!



Bedienung des Druckers

Druck abbrechen / pausieren

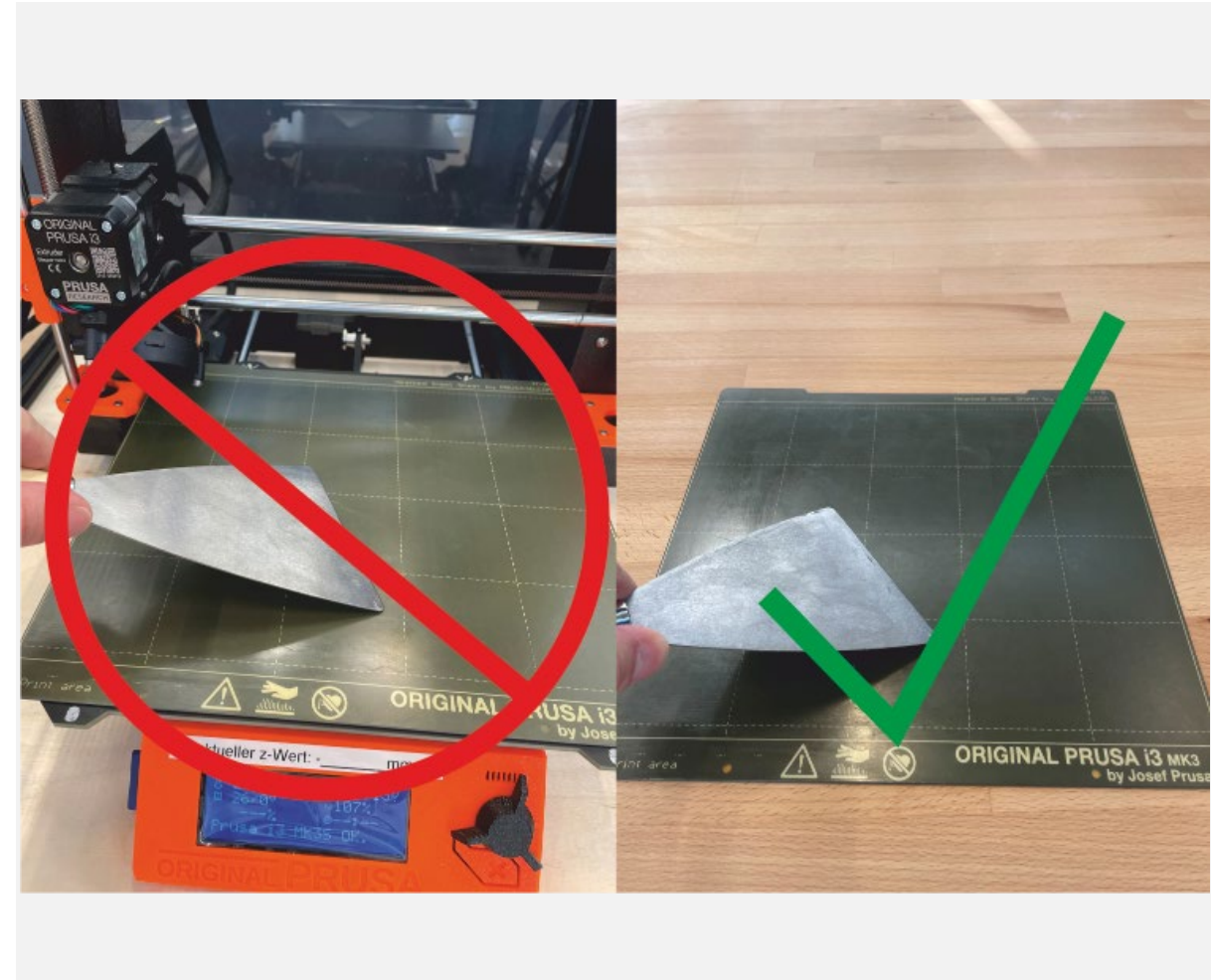
- Sollte der Druck fehlschlagen, z.B. weil die erste Schicht nicht hält, kann der Druck über das Menü abgebrochen werden.
- Dazu auf das Wahhrad drücken und im Menü zum Punkt „Druck abbrechen“ navigieren und bestätigen.
- Es ist immer besser einen Druck über das Menü abzubrechen, als über das „x“ unter dem Wahhrad. Das „x“ entspricht einem Not-Aus und der Drucker bleibt sofort stehen.



Bedienung des Druckers

Fertigen Druck vom Druckbett entfernen

- Nach dem Abkühlen, Druckplatte herunter nehmen.
- Druckplatte leicht biegen, um Teile zu lösen.
- Fest sitzende Teile und Materialreste können mit dem Spachtel entfernt werden.
- Möglichst nicht mit den Fingern auf das Druckbett fassen, sonst mit Isoprop. reinigen
- Nicht mit dem Spachtel auf installiertem Druckbett arbeiten! Erst Druckplattform abnehmen, abkühlen lassen und dann bei Bedarf mit dem Spachtel Material entfernen.
- Niemals den Spachtel dabei schräg ansetzen.
- Immer komplette Fläche des Spachtels nutzen!



Bedienung des Druckers

Druckbett reinigen

- Möglichst alle Materialreste vorsichtig mit dem Spachtel entfernen.
- Wenn man doch einmal mit den Fingern auf das Druckbett gefasst hat oder die Druckbettanhaftung schlecht ist, kann das Druckbett mit Isopropanol gereinigt werden.
- Auch Pritt-Stift muss mit Isopropanol vom Druckbett entfernt werden.
- Bei der Arbeit mit Isopropanol Nitril-Handschuhe und Schutzbrille tragen und auf ausreichende Belüftung achten.



Bedienung des Druckers

Auswahl des Druckbetts

- Für die Drucker stehen verschieden raue Druckbetten zur Verfügung
 - Glatt / smooth
 - Satiniert / satin
 - Texturiert / textured
- Die Auswahl des Druckbetts hängt vom genutzten Material ab (z.B.)
 - PLA → smooth
 - PETG → textured
- Die Oberflächenrauheit beeinflusst die Haftung zu den Materialien
 - Es kann dadurch sowohl zu geringe und zu starke Haftung vermieden werden
- Die Druckbetten werden ausschließlich von MakerSpace-Mitarbeitern gewechselt!

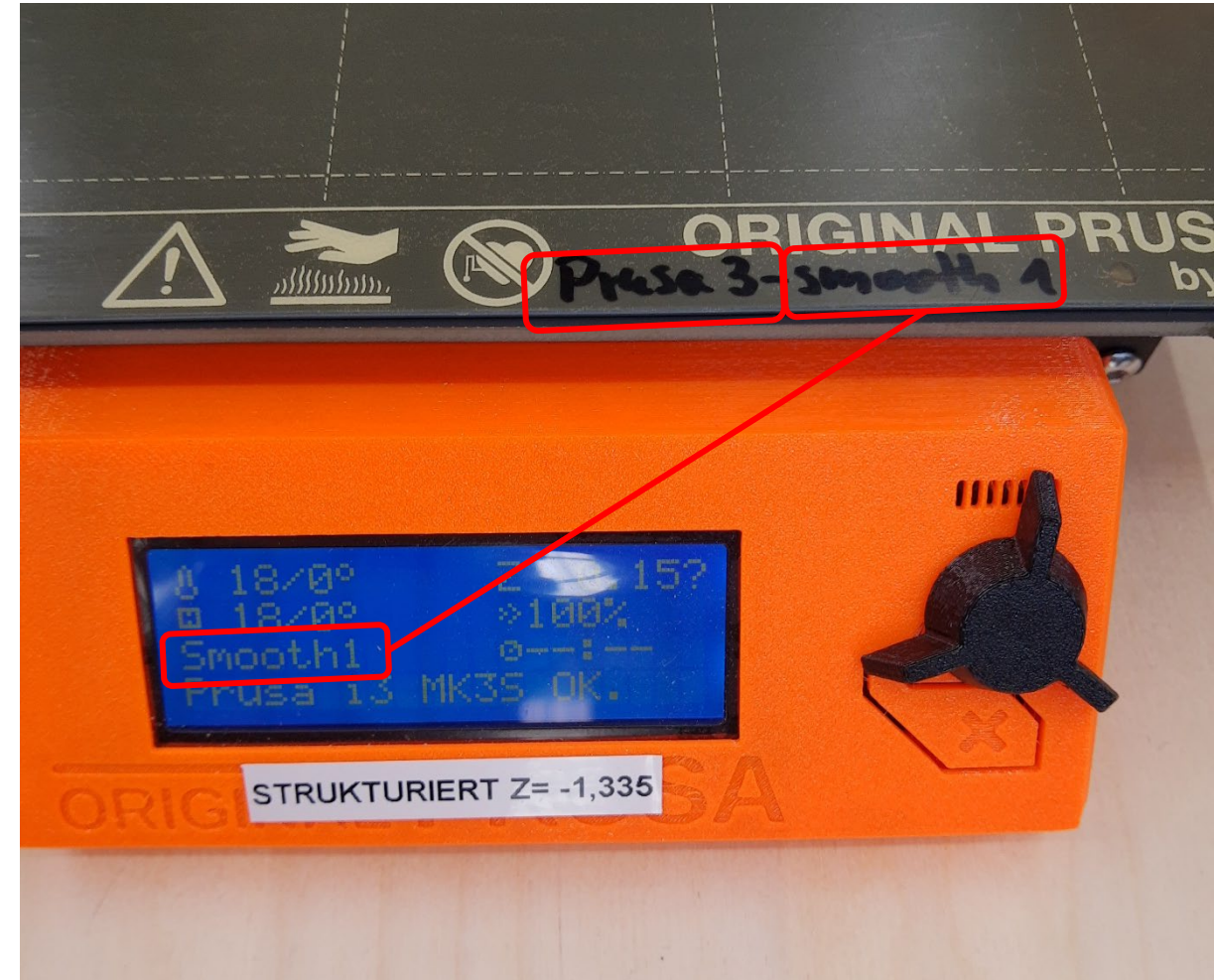
Rauheit



Bedienung des Druckers

Druckbett

- Die Druckbetten werden für einen Drucker speziell eingerichtet
- Die Druckbetten sind alle mit Druckernamen, Druckernummer, Art des Druckbetts und einer fortlaufenden Nummer beschriftet
- Achte darauf, dass das richtige Druckbett ausgerüstet ist!



Bedienung des Druckers

Druckbett

- Achtung es besteht die Möglichkeit versehentlich die Einstellungen zu ändern
- Das Druckbett lässt sich im Druckermenü ändern
- Die Änderung nicht ohne einen MakerSpace-Teammitglied vornehmen



Nachbearbeitung der Druckteile



Nachbearbeitung der Druckteile

Gewindebuchsen

- Wenn in den gedruckten Teilen Gewinde benötigt werden, eignen sich am besten Gewindebuchsen.
- Hierzu wird im Teil eine Bohrung vorgesehen, in die dann mit Hilfe eines LötKolbens (etwas höher, als Schmelztemperatur des Filaments einstellen) die Gewinde eingeschmolzen werden. Hierdurch entsteht eine formschlüssige Verbindung zwischen Gewindebuchse und Bauteil.
- Die benötigten Bohrungsdurchmesser sind im Bild rechts mit abgebildet.



MakerSpace Campus Steinfurt



Gemeinsam weiter denken.
16.000 Köpfe. Neugierig und initiativ. FH Münster.