

Einweisung 3D-Drucker

Für die 3D-Drucker **Ultimaker Original**, **Ultimaker²** und **Makerbot Replicator 2X**

Nur eingewiesene Benutzer dürfen den Drucker selbstständig benutzen, um teure Beschädigungen zu vermeiden. Wenn du noch nicht eingewiesen bist, frage einen Betreuer. Er erklärt dir die Bedienung und lässt dich unter Aufsicht dein gewünschtes Teil ausdrucken. Wenn du alles verstanden hast, darfst auch du dann die Einweisung unterschreiben und den Drucker in Zukunft selbstständig verwenden.

1 Regeln und Hinweise

Für die Benutzung ist es wichtig, dass du folgende Hinweise beachtest:

- Obwohl das 3D-Drucken unter den Begriff "Rapid Prototyping" fällt, kann ein Druck je nach Größe und Präzision gut mehrere Stunden dauern. Betreuer helfen dir, die Dauer abzuschätzen.
- Nicht unbeaufsichtigt drucken, immer wieder mal einen Blick darauf werfen, besonders am Anfang. Wenn du nicht bis zum Ende deines Drucks da sein kannst, frage vorher einen Betreuer und hinterlasse einen Zettel mit Name und Kontaktdaten.
- Anleitung exakt beachten. Wenn du nicht weiter weißt oder dir unsicher bist, frag einen Betreuer.
- Verbrennungsgefahr an heißen Teilen:
 - Extruder wird sehr heiß! Nicht direkt berühren, Vorsicht beim Abputzen.
 - Bodenplatte des Replicators und des Ultimakers² wird sehr heiß. Erst abkühlen lassen und vorsichtig testen.
- Drucker ausschalten,
 - wenn der Drucker groben Unfug oder sehr seltsame Geräusche macht
 - wenn der Drucker nicht mehr benötigt wird
 - Power-Switch befindet sich
 - * beim Ultimaker² hinten links am Gehäuse
 - * beim Ultimaker Original vorne am Gehäuse
 - * beim Replicator hinten rechts am Gehäuse
- Wenn die Folie auf der Plattform beschädigt ist, bitte einen Betreuer diese zu wechseln.
- **Keinen Schaber, Messer oder Ähnliches** verwenden, um Objekte von der Plattform zu lösen, denn dies beschädigt die Folie.
- am Drucker nichts von Hand bewegen (→ 6.1 Manuelles Verfahren auf Seite 8)
- Materialwechsel und sonstige Wartung darf nur gemeinsam mit einem Betreuer durchgeführt werden.
- **Wiegen und Bezahlen nicht vergessen!**

Inhaltsverzeichnis / Arbeitsablauf

1	Regeln und Hinweise	1
2	3D-Modell erstellen	3
2.1	Dateiformat	3
2.2	Einschränkungen der Formen	3
3	Vorbereitung	5
3.1	Putzen	5
3.2	Vorheizen	5
3.3	Material auswählen - PLA vs. ABS	5
3.4	Materialwechsel	6
4	3D-Modell umwandeln und ausdrucken	6
4.1	Cura für Ultimaker (Original und 2)	6
4.2	MakerWare für Replicator	6
5	Bezahlen und abschließen	7
6	Zusatzinfos für Benutzer	8
6.1	Manuelles Verfahren	8
7	Infos für Experten	8
7.1	Experteninfos - Makerware	8
7.2	Kurze Einführung in die wichtigsten Fachbegriffe bei STL:	8
7.3	Einschränkungen bei Blender und manchen anderen Programmen	9
8	Infos für Betreuer	9
8.1	Filamentwechsel	9
8.2	Ausrichten der Buildplate	10
8.3	Kapton Anbringen (Ultimaker Original, Makerbot)	11
8.4	Ultimaker Original Düse demontieren und putzen	11
8.5	Pflege & Wartung	11
8.6	Firmwareupdates	12
8.7	Ultimaker-App	12
9	Copyright	12

2 3D-Modell erstellen

2.1 Dateiformat

Im STL-Dateiformat, Einheit: Millimeter. Alle gängigen 3D-Programme haben einen STL-Export.

- auf Thingiverse.com gibt es viele vorgefertigte Modelle, als Grundlage oder gleich zum fertig ausdrucken.
- oder erstelle es mit einem Programm deiner Wahl

Name	Beschreibung
<i>kostenlose Software</i>	
Blender	relativ komplex aber auch für Freiformflächen geeignet
OpenSCAD	Skriptsprache für Konstruktion aus geometrischen Grundkörpern
DesignSpark Mechanical	Angelehnt an professionelle CAD-Software, aber relativ einfach zu bedienen
TinkerCAD	sehr einfach, für Kinder gut geeignet
Google SketchUp	wenig Einarbeitung, geringer Funktionsumfang, für einfache Teile
<i>kostenpflichtige Software (proprietär)</i>	
PTC Creo, Solid Edge, Siemens NX	kostenlos beim RRZE für Studenten, professionelle Software
Autocad Inventor	kostenlos bei Autodesk für Studenten ebenfalls für professionelle Anwendungen

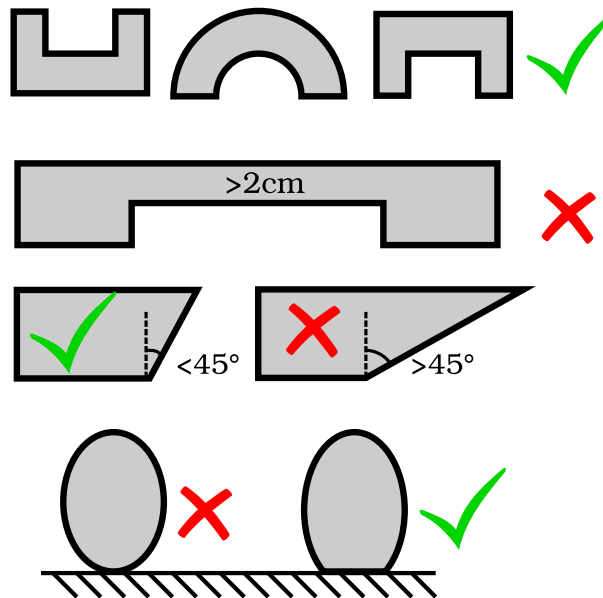
- Die 3D-Daten müssen gewisse Regeln erfüllen. Bei Modellierungsprogrammen wie Blender ist etwas Vorsicht oder Nacharbeit nötig, die meisten Konstruktionsprogramme (Solid Edge und Konsorten, auch OpenSCAD) machen es prinzipbedingt von selber richtig. Zu den Einschränkungen bei Blender stehen am Ende der Anleitung noch weitere Informationen.

2.2 Einschränkungen der Formen

- **Maximale Abmessungen**
 - Makerbot: L:250 B:160 H:150mm
 - Ultimaker: L:210 B:210 H:205mm
 - Ultimaker²: L:223 B:223 H:205mm
 - zur Sicherheit lieber ein paar Millimeter kleiner.
 - Es ist in der Praxis meist nicht möglich, den Bauraum des Druckers auch nur annähernd auszunutzen! Wenn möglich, gestalte deine Objekte kleiner als 10x10x5cm (LxBxH).
- **große Teile dauern ewig**, während des Drucks muss jemand dabeibleiben. Druckzeit für 30x30x30mm sind je nach Präzision etwa 30-45 Minuten, ein größeres Volumen braucht entsprechend länger.
- Durch das Druckverfahren sind gewisse Formen schlecht druckbar. Oft ist Ausprobieren angesagt.
- Damit man auch „schwierige“ Formen drucken kann, kann die Software **Stützstrukturen** erstellen. Wenn man dies erlaubt, erzeugt der Drucker ein loses Geflecht unter Überhängen und Brücken, das sich nach dem Ausdrucken mit einer Zange oder einem Skalpell entfernen lässt. So kann man diese Begrenzungen umgehen. Nachteil ist die schlechtere Oberflächenqualität und der Nachbereitungsaufwand.

2.2.1 Drucken ohne Stützstruktur

In diesem Abschnitt wird kurz beschrieben, welche Formen sich besonders gut drucken lassen, auch ohne Stützstruktur. Wenn es ohne großen Aufwand möglich ist, sollte man seine Konstruktionen gleich so wählen, dass sie gut druckbar sind.



- Überhänge sollten nicht zu groß sein (Empfehlung $<45^\circ$)
- Brücken sollten nicht zu weit sein (Empfehlung $<5\text{mm}$)
- Das Objekt sollte mit ausreichend großer Fläche plan auf dem Boden aufliegen
- Der untere Teil des Objekts sollte immer eine stabile Unterlage für die darüberliegenden Schichten bilden. (Den Eiffelturm sollte man also nicht auf dem Kopf stehend drucken.)

3 Vorbereitung

3.1 Putzen

Spätestens bei sichtbarem Schmutz (Staub o.Ä. auf der Plattform) oder bei schlechten Druckergebnissen

- Bodenplatte mit Papiertuch und Oberflächenreiniger reinigen
- Extruderdüse ebenfalls mit Papiertuch reinigen
- **VORSICHT EVENTUELL HEISS!**
- Kunststoffabfälle in den Restmüll

3.2 Vorheizen

Vorheizen ist nicht nötig, da es automatisch vor dem Druck geschieht.

Im Gegenteil: Wenn der Extruder länger leersteht, brennt das Material fest!

3.3 Material auswählen - PLA vs. ABS

Grundsätzlich lässt sich PLA etwas einfacher und besser verarbeiten als ABS. Für ABS benötigt man z. B. eine beheiztes Bett, das im Ultimaker Original nicht vorhanden ist. Mit PLA tut sich der Replicator dafür schwerer. Für die meisten Anwendungen ist es egal welches Material man verwendet, die Entscheidung richtet sich mehr nach der persönlichen Vorliebe. Im Internet lässt sich einiges zu diesem Thema finden.

3.3.1 PLA

- Organisches Material, Biokunststoff
- weniger elastisch, wird aber bei 70°C weich
- benötigt nicht zwingend ein beheiztes Bett (wenn vorhanden Bett trotzdem auf ca. 90°C aufheizen)
- Drucktemperatur beträgt meistens 210°C. Je nach Material kann sie allerdings variieren.

3.3.2 ABS

- synthetisches Material, aus Erdöl
- elastisch, stabil
- beheiztes Bett notwendig (da sich ABS beim Abkühlen zu stark zusammenzieht), aufheizen auf 110°C
- Größere zusammenhängende Objekte (z. B. 15x5x5cm Quader) können sich wegen der hohen Wärmeausdehnung während des Drucks verziehen oder von der Druckplatte ablösen.
- Drucktemperatur beträgt meistens 230°C. Je nach Material kann sie allerdings variieren.

Beide Materialien lösen sich in Aceton(Dampf) auf.

3.4 Materialwechsel

Wir haben verschiedene Materialsorten und -Farben auf Lager. Wenn du eine andere möchtest, frag einfach nach. Der Materialwechsel sollte aber **nur durch einen Betreuer** erfolgen. (Infos für Betreuer → 8.1)

4 3D-Modell umwandeln und ausdrucken

4.1 Cura für Ultimaker (Original und 2)

- **Neu:** Unter "Machine" den Drucker auswählen (Ultimaker Original oder Ultimaker²)
- mit Klick auf "Load" STL-Datei öffnen
- Objekt nach Wunsch skalieren, bewegen, drehen etc.
- Einfacher Modus ("Expert" ⇒ "Switch to quickprint..."):
 - links die gewünschte Qualität einstellen ("normal" reicht normalerweise, "high" dauert sehr lange, "fast" ist oft auch noch i.O., wobei man es schon bemerkt)
 - je nach Objekt Stützstrukturen erlauben
- falls du mehr einstellen willst: ⇒ "Expert" ⇒ "Switch to full settings..."
 - mit "File" ⇒ "Reset Profile" ⇒ "Yes" kann man die Einstellungen auf Standardwerte zurücksetzen
 - Unter Basic:
 - * minimale "Layer height" 0,1mm
 - * "Printing Temperature" auf 210°C einstellen
 - * ggf. "Support" und "Platform adhesion type" auswählen
- Solange die Daten umgerechnet werden, ist der Print- oder Send-to-SD-Knopf ausgegraut. Unter dem Knopf erscheint ein Fortschrittsbalken.
- Über „View mode“ ⇒ Layer im rechten oberen Eck kann man sich eine Vorschau der Druckbahnen inklusive Stützstruktur anzeigen lassen.
- "Print" oder "Send to SD" klicken. Wenn der Knopf ausgegraut ist, warten, bis die Datei fertig gesliced wurde und dann nochmal klicken.
- im sich öffnenden Dialog bei "Temp" die gewünschte Temperatur eingeben und enter drücken um aufzuheizen
- wenn aufgeheizt, "Print" oder "Send to SD" klicken und die erzeugte .gcode-Datei auf die SD-Karte kopieren

4.2 MakerWare für Replicator

- auf "Add" klicken und STL-Datei auswählen
- Objekt nach Wunsch skalieren, bewegen, drehen etc.
- evtl. weitere Objekte hinzufügen
- über "Object" den gewünschten Extruder auswählen

- auf “Make” klicken
- Von oben nach unten in Dialogfenster:
 - “Make it now” für direktes Starten, “Export to file” für Druck von SD-Karte, momentan wird nur der Druck von SD-Karte unterstützt
 - “Make with”: immer Replicator 2X auswählen
 - gewünschtes Material auswählen
 - gewünschte Präzision auswählen (Achtung! Höhere Präzision bedeutet längere Druckdauer)
 - evtl. Supports und Raft (zusätzliche Bodenschicht für bessere Haftung, lässt sich nach dem Druck entfernen) auswählen
 - Advanced Options:
 - * Unter Quality reichen in dem meisten Fällen 10% Infill und 2 Shells
 - * Unter Temperature die Temperatur auf dem Zettel am Replicator für das entsprechende Material einstellen: Build Plate: ABS 110°C, PLA 90°C
 - um eine Preview und eine Abschätzung der Druckzeit des Baujobs zu erhalten, setze einen Haken bei “Preview before printing”
 - mit Klick auf “Make it” wird der Druck gestartet, bzw. die Datei exportiert
 - wenn gewünscht, kann man die Anordnung, Skalierung etc. als .thing Datei speichern über “Save”
- für mehr Infos und Troubleshooting einen Betreuer fragen

5 Bezahlen und abschließen

Um das Objekt von der Platte zu lösen vorsichtig arbeiten. Meistens lässt es sich von Hand lösen. Wenn nicht, warten bis sich die Platte etwas abgekühlt hat. **Nicht versuchen, das Objekt mit scharfen oder spitzen Gegenständen herunter zu hebeln!** Sollte das Tape oder die Folie auf der Plattform beim Herunterlösen kaputt gehen, bitte einen **Betreuer es zu erneuern**.

Drucker reinigen, siehe 3.1.

Objekt mit Feinwaage (steht meist bei den 3D-Druckern) abwägen, Preis pro Gramm ist im Kassensystem eingetragen.

Es muss alles mitgewogen werden, auch die Stützstruktur und der Müll, den der Extruder anfangs ausspuckt. **Fehldrucke müssen ebenfalls bezahlt werden.**

6 Zusatzinfos für Benutzer

6.1 Manuelles Verfahren

Manchmal muss man vor einem Druck, z. B. um die Plattform oder die Düse zu säubern, den Extruder bewegen. Das darf bei beiden Druckern **nicht von Hand** gemacht werden!

6.1.1 Ultimaker Original

- Am Drucker selbst aus dem Hauptmenü "Prepare" ⇒ "Move Axis"
- hier können die Achsen bewegt werden

Beim **Ultimaker²** können die Achsen nicht verfahren werden.

6.1.2 Replicator

- Am Drucker selbst aus dem Hauptmenü "Utilities" ⇒ "Jog Mode"
- hier können die Achsen bewegt werden

7 Infos für Experten

7.1 Experteninfos - Makerware

7.1.1 Preslicing

Preslicing ist beim Druck von SD-Karte nicht notwendig.

Wer schon einmal eine komplexere STL-Datei gesliced hat weiß, dass das dauern kann. Und manchmal gehen Drucke schief, oft schon gleich am Anfang. Um jetzt nicht jedes Mal komplett von Null zu beginnen, kann man eine gcode-Dateien erstellen und laden.

- zum erstellen bei "Make" "Export to a File" wählen, nach den Einstellungen auf "Make It!" und Datei als .gcode abspeichern
- zum Laden auf "File" ⇒ "Make from File..." oder Ctrl+Alt+P drücken und entsprechende .gcode-Datei auswählen (Achtung keine Preview!)

7.2 Kurze Einführung in die wichtigsten Fachbegriffe bei STL:

- Einheit (*unit*): Länge, die der Zahl „1“ entsprechen soll (bei uns 1 Millimeter)
- Punkt (*vertex*): Stelle im Raum
- Kante (*edge*): Verbindungslinie zwischen zwei Punkten
- Fläche (*face*): Dreieck, das zwischen drei Punkten bzw. zwei benachbarten Kanten aufgespannt wird. Im verwendeten STL-Dateiformat gibt es nur Dreiecksflächen. Krümmungen werden aus vielen Dreiecksflächen angenähert.

- Polygonnetz (*mesh*): Gesamtheit aller Flächen, die einen Körper ergibt. Alles innerhalb des Netzes soll mit Kunststoff gefüllt werden, alles außerhalb ist Luft.

7.3 Einschränkungen bei Blender und manchen anderen Programmen

Das 3D-Modell muss gewisse Einschränkungen erfüllen, damit die Drucksoftware es versteht. Da man mit Tools wie Blender auch unsinnige Dinge bauen kann (Modelle mit Löchern, unlogische Dinge bei denen innen und außen nicht eindeutig ist), muss auf folgendes geachtet werden.

- Wasserdicht: Der Körper muss rundum geschlossen sein, er darf keine Löcher aufweisen, die Hülle muss ein zusammenhängendes Netz sein.
- Polygonnetz (*mesh*) schneidet sich nicht selbst: Verschiedene Körper dürfen sich nicht überlappen. Sie müssen stattdessen zu einem Körper vereinigt werden. In Blender geht dies zum Beispiel mit dem Boolean Modifizier.
- Mannigfaltig (*manifold*): Dieser Begriff ist schwierig zu beschreiben. Vereinfacht gesagt dürfen zu jeder Kante nur zwei Flächen gehören. Es dürfen also zum Beispiel keine Flächen innerhalb eines Körpers existieren.

8 Infos für Betreuer

8.1 Filamentwechsel

8.1.1 Ultimaker

- Extruder muss heiß sein: "Vorbereiten" ⇒ "Vorwärmen PLA/ABS"
- "Vorbereiten" ⇒ "Filament wechseln"
- Warten bis komplett herausgefahren
- neues Filament einfädeln und mit etwas Druck dagegen halten
- Mit Knopfdruck bestätigen
- Bis zum extrudieren warten
- evtl. auf "Extrude mehr" drücken
- "Drucke weiter" drücken ⇒ Fertig!

Alternativ:

- Drucker vorheizen
- "Prepare" ⇒ "Move Axis" ⇒ "1 mm" ⇒ "Extruder"
- Filament aus der Düse zurückfahren
- Extruder öffnen
- Filament herausziehen
- neues Filament einfädeln
- "Extrude" bis Neues Filament extrudiert wird

8.1.2 Ultimaker²

- "Material" ⇒ "Change"; Anweisungen im Display beachten
- Drucker heizt vor und fährt dann das Filament zurück
- Filament hinten vorsichtig entnehmen; nicht verknoten oder brechen!
- neues Filament auf Spindel und "Ready" drücken
- neues Filament einführen bis Fördermotor zieht; aufpassen dass Filament sich nicht verknotet!
- "Ready" drücken; Drucker fährt Filament vor und extrudiert
- wenn er schön extrudiert, nochmal drücken und das eingelegte Filament wählen

8.1.3 Replicator

- Deckel entfernen, wenn vorhanden
- Filament-Führungsrohr entfernen
- Drucker vorheizen
- "Utilities" ⇒ "Change Filament" ⇒ "Unload left/right"
- Warten bis Filament den Extruder Verlassen hat
- Neues Filament einfädeln und Führungsrohr einstecken
- Auf "Load" gehen
- Warten bis neues Filament extrudiert wird

8.2 Ausrichten der Buildplate

8.2.1 Ultimaker²

- Extruder reinigen, dass sich kein Rest zw. Buildplate und Extruder befindet
- Assistent: "maintenance" ⇒ "buildplate"
- den Anweisungen auf dem Display befolgen
- man muss mal mit dem Rad und den Steppern, mal manuell mit den Schrauben die Buildplate leveln (zuerst auf 1mm, dann mit einem Blatt Papier)

8.2.2 Ultimaker Original, Makerbot

- Assistent: "Utilities" ⇒ "Level buildplate"
- Dazu den Drucker per USB mit dem Rechner verbinden
- Am besten einen Flyer oder ein Stück Papier holen, um den Abstand Düse-Buildplate zu überprüfen
- anhand den vier Schrauben die Höhe der Buildplate regeln
- der Flyer sollte knapp zwischen Düse und Buildplate hindurchpassen

- USB-Verbindung wieder trennen (Grund: Drucker resettet manchmal während des Druckens von SD-Karte, wenn der Rechner eine Verbindung aufbauen will oder neu startet)

8.3 Kapton Anbringen (Ultimaker Original, Makerbot)

- Hole dir einen Helfer
- Mit einer Rakel möglichst blasenfrei und vorsichtig aufbringen (Nass- oder Trockenmethode, siehe „Verarbeitung Aufkleber“ in der Plottereinweisung)
- danach Buildplate ausrichten

8.4 Ultimaker Original Düse demontieren und putzen

Lasse es dir vorher von jemand mit Ahnung zeigen! Nur durchführen wenn unbedingt nötig.

Die Düse bitte nicht mit einem Metallstück freistochern, da hierdurch nur die Oberfläche verkratzt wird und die Düse nur noch schlechter funktioniert. Es ist möglich, fest sitzenden Dreck mit einem Stück Filament durchzudrücken. Dazu nimmt man sich ein Stück Filament und drückt es mit ausreichend Kraft durch den heißen Extruder. Eine Kombizange hilft. Dabei nicht abrutschen oder den Extruderkopf überlasten.

Es kann allerdings auch sein, dass die Düse schlicht verschlissen ist und ausgetauscht werden sollte. Düsen haben in etwa eine Lebensdauer von 500-600 Druckstunden, danach kann man sie guten Gewissens austauschen.

- Aufheizen
- sinnvollerweise das Filament rausnehmen
- Düse mit 10er Gabelschlüssel abschrauben. Dabei den Alublock (Heizelement) mit einem Rollgabelschlüssel festhalten. Achtung, der Alublock darf nicht verdreht werden, da sonst das empfindliche Temperatursensorkabel abreißen kann!
- Für den folgenden Schritt Handschuhe und Gesichtsschutz tragen, es dürfen keine anderen Leute im Lab-Hauptraum sein, weil Kunststoffspritzer herumfliegen! Fenster öffnen und Lüftung anschalten.
- Düse auf feuerfeste Unterlage (Steinplatte) auf der Werkbank legen, mit Heißluftpistole auf 600°C einige Minuten lang erwärmen.
- Düse mit Zange greifen und mit Druckluft durchpusten.
- So oft aufheizen und auspusten, bis man durchschauen kann.
- Düse wieder einbauen (Alublock festhalten, Drucker muss aufgeheizt sein!). Dabei nur ganz schwach festschrauben.

8.5 Pflege & Wartung

- Achsen müssen regelmäßig geölt werden (1x wöchentlich)
- Riemen Spannung und Riemenzustand überprüfen (leicht gespannt)
Ultimaker: <https://www.youtube.com/watch?v=grHmmmSo0fc>
- die Ausrichtung und den Zustand der Buildplate überprüfen
- die Düse außen putzen und auf Verstopfung untersuchen

- lose herumhängende Kabel befestigen
- Extruder-Coldend zerlegen und putzen (Filament-Abrieb, Förderwalze zugesetzt)
- Extruder-Hotend begutachten und nur wenn unbedingt nötig zerlegen (Temperatursensorkabel ist sehr empfindlich)

8.6 Firmwareupdates

- den Drucker über USB mit dem Rechner verbinden
- Cura oder MakerWare zum Updaten verwenden
- Achtung, die Firmware des Ultimaker Original ist nicht die Werksfirmware. Hier nicht einfach Updates einspielen! Unseren Firmwarestand gibt es hier: <https://github.com/fau-fablab/Marlin/tree/ultimaker1>

8.7 Ultimaker-App

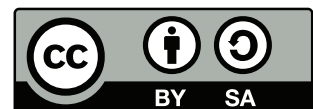
Einige gute Hinweise mit Bildern zum Thema Druckerwartung bei Ultimaker-Druckern gibt es auch in der Ultimaker-App. Darin enthalten ist auch eine Liste von oft gestellten Fragen zum Lösen von Fehlern. Die Anwendung ist für iOS und Android erhältlich: <https://ultimaker.com/en/products/ultimaker-app>.

9 Copyright

Verbreiten und Bearbeiten dieser Inhalte ist ausdrücklich erwünscht, du musst (in der Regel) nur

- Quelle und Lizenz korrekt angeben, wie etwa:
FAU FabLab et al.: Einweisung 3D-Drucker, <https://github.com/fau-fablab/3d-drucker-einweisung>,
Lizenz CC-BY-SA 3.0, <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>.
- das neue (gesamte) Dokument auch unter dieser Lizenz veröffentlichen.

Dieses Dokument „Einweisung 3D-Drucker“ des FAU FabLab und weiterer Autoren ist, bis auf besonders gekennzeichnete Stellen, lizenziert unter einer *Creative Commons Namensnennung – Weitergabe unter gleichen Bedingungen 3.0 Unported* Lizenz. Um eine Kopie dieser Lizenz zu sehen, besuchen Sie <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>.



Quelltext und Liste der Autoren auf GitHub: <https://github.com/fau-fablab/3d-drucker-einweisung>.
Verbesserungsvorschläge gerne auch an kontakt@fablab.fau.de.

Hinweis zu Sicherheitseinweisungen: Bitte beachte, dass Arbeitsschutz nicht per Copy-Paste erledigt werden kann, sondern jede Einweisung kritisch überprüft und auf den jeweiligen Einsatzzweck angepasst werden muss.

Dieses Dokument stammt aus [fau-fablab/3d-drucker-einweisung@4b6ba19](https://github.com/fau-fablab/3d-drucker-einweisung@4b6ba19).