



Praktische Helferlein

Elektronik-Tools aus dem 3D-Drucker



Kabelhalter

Mini-Schraubstock

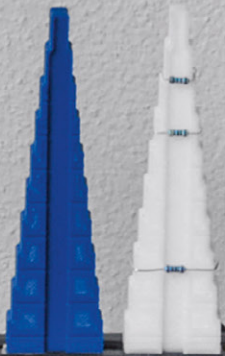
Halter für Lötzinrollen



3D-Drucker gibt es heutzutage wie Sand am Meer – schon für knapp 200 Euro bekommt man Modelle, die qualitativ hochwertige Drucke anfertigen können. Vorbei ist die Zeit, wo man aus vielen Einzelteilen wie Schrittmotoren, Treiber- und Controllerboards sowie Profilen und Schrauben nach einer umfangreichen Anleitung, aufwendigen Kalibrierung und Verwendung verschiedener Software nach langer Vorarbeit stolz den ersten mehr oder weniger gelungenen



Biegelehre



USB-Kabelhalter



Biegelehre für Steckbrücken



Pinzettenaufbewahrung



Löthilfe für Kabelverbindungen



3D-Druck in der Hand hielt. Heute ist der Zusammenbau – wenn er überhaupt noch notwendig ist – auf wenige Schritte beschränkt und nahezu kinderleicht. Wir haben uns den Drucker Creality Ender 3 V2 angeschaut und damit praktische Tools für die Elektronik-Werkstatt gedruckt. Wir stellen Ihnen die Tools vor und geben zusätzlich wichtige Tipps, damit Sie selber mit diesem günstigen Modell eines 3D-Druckers zu einem sehr guten Ergebnis gelangen.

Halter für Lötzinnrollen	Seite 44
Halter für Pinzetten	Seite 46
Steckkabelhalter	Seite 48
Biegelehren	Seite 50
Löthilfe für Kabelverbindungen	Seite 52
Mini-Schraubstock	Seite 53

Einfach praktisch – Halter für Lötzinnrollen

Infos zu diesem 3D-Druck



Quelle:

<https://www.thingiverse.com/thing:222893>

Dateiformat: STL

Druckzeit (mit den verwendeten Druckeinstellungen): ca. 5 Stunden

Filament: ca. 41 g, Flashforge PLA-Pro [1]

Temperaturen: 200 °C Filament, 60 °C Druckbett

Besonderheiten: Brim

Wichtige Druckeinstellungen des getesteten Drucks: 0,2 mm Layer-Höhe, 20 % Infill, Brim



Bild 1: Praktisches Hilfsmittel – Halter für Lötzinnrollen

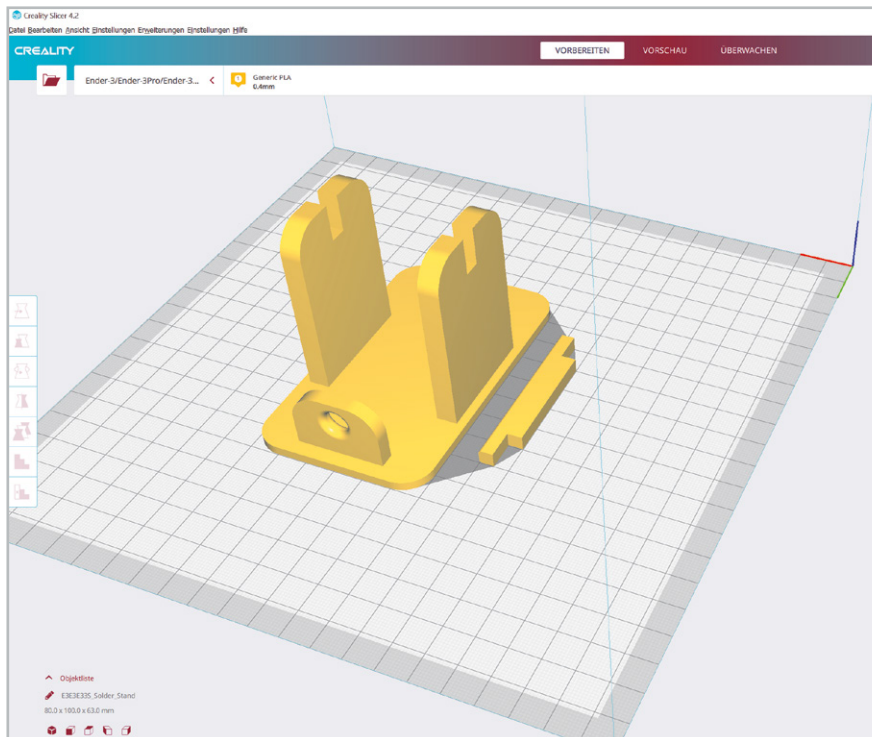
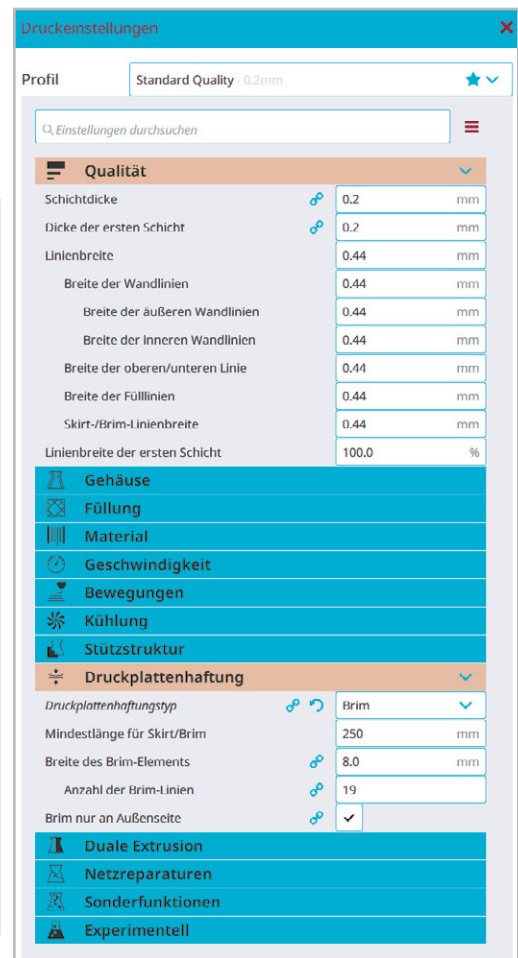


Bild 2: Einzelteile des Modells in der Ansicht des Creality Slicer



Ein Hilfsmittel, das man in der Elektronik-Werkstatt immer gebrauchen kann, ist ein Halter für Lötzinnrollen (Bild 1). Damit kann man das Lötzinn komfortabel abrollen, und das Ende, welches durch eine Öse geführt wird, ist schnell griffbereit. Außerdem kann man die Rollen dem Durchmesser entsprechend sortieren und nebeneinanderstellen. Sind die Rollen dünn genug, passen in das getestete Modell unter Umständen auch mehrere davon auf einen Halter.

Der Druck an sich ist recht einfach, eine Layer-Höhe von 0,2 mm ist ausreichend, und ein Infill von 20 % genügt – so spart man entsprechend Material. In Bild 2 rechts sieht man die wichtigsten Einstellungen zum Druck in der Slicer-Software.

Aufgrund der flachen Grundplatte und der einzelnen Halter für die Rolle empfiehlt es sich, einen Brim zu drucken (Bild 3).



Bild 3: Fertiger Druck mit Brim zum Vermeiden des Warpings



Brim, Raft, Skirt und Warping

Das verwendete Filament und die Objekteigenschaften des Modells bestimmen u. a. die Qualität der ersten Druckschicht. Dabei kann die Haftung an das (beheizte) Druckbett ohne Hilfsmittel unter Umständen nicht ausreichend sein und zu Artefakten beim Druck führen.

Dazu gibt es im Wesentlichen drei Techniken, die Probleme mit dem ersten Layer (der ersten Lage des Drucks) vermeiden können.

Skirt (a)

Damit sichergestellt ist, dass das Filament zu Beginn des Drucks des Objekts vollständig und sauber extrudiert, kann man einen sogenannten Skirt um das Objekt drucken. Dieser Skirt ist nicht mit dem Druckobjekt verbunden und hilft daher nicht bei der Haftung des Objekts am Druckbett, sondern stellt nur den sauberen Druckbeginn sicher. Der Druck eines Skirts empfiehlt sich auch nach Wechsel des Filaments, damit z. B. die vorhergehende Farbe nicht mehr im neuen Druck zu sehen ist.

Brim (b)

3D-Drucke neigen teilweise dazu, aufgrund von Effekten bei der Abkühlung des gedruckten Objekts vor allem an den Flächen, die an den Kanten liegen, diese anzuheben, das sogenannte „Warping“ (Bild 5).

Das Warping kann je nach Filament, gewählten Temperaturen, Objektbeschaffenheit, vorhandenem 3D-Drucker-Gehäuse, Luftstrom am 3D-Drucker während des Drucks und weiteren Faktoren, die das gleichmäßige und langsame Abkühlen des gedruckten Objekts stören, mehr oder weniger stark ausgeprägt sein. Gerade ABS neigt eher mittelmäßig bis stark zum Warping, während PLA und PETG in dieser Hinsicht nicht so große Probleme bereiten.

Der Brim oder Randsaum, der mit dem Objekt verbunden ist, lässt sich nach dem Druck leicht entfernen. Hier kann man zusätzlich mit den Einstellungen spielen und beispielsweise den Abstand vom Brim zum Objekt anpassen, um einerseits die Nachbearbeitung zu vereinfachen und andererseits die Haftung des Objekts am Brim zu verstärken.

Raft (c)

Beim Raft wird neben einer oder mehreren Schichten an der Basis des Objekts, die hauptsächlich zur besseren Haftung dienen, darüber eine nicht durchgängig gedruckte Schicht hinzugefügt. An dieser Schicht haftet das Druckobjekt, sie lässt sich später mit etwas Nachbearbeitung entfernen. Beim Raft wird also sowohl die Haftung erhöht als auch verstärkt gegen das Warping gearbeitet. Allerdings hat man bei Verwendung eines Rafts keine so schöne Unterseite des Objekts.

In der Regel hilft gegen das Warping das Drucken eines Brims. Verwendet man in dieser Beziehung „gutmütige“ Filamente wie PLA oder PETG, reicht dies in der Regel aus. Starke Luftbewegungen in der Nähe

3D-DRUCK

Know How

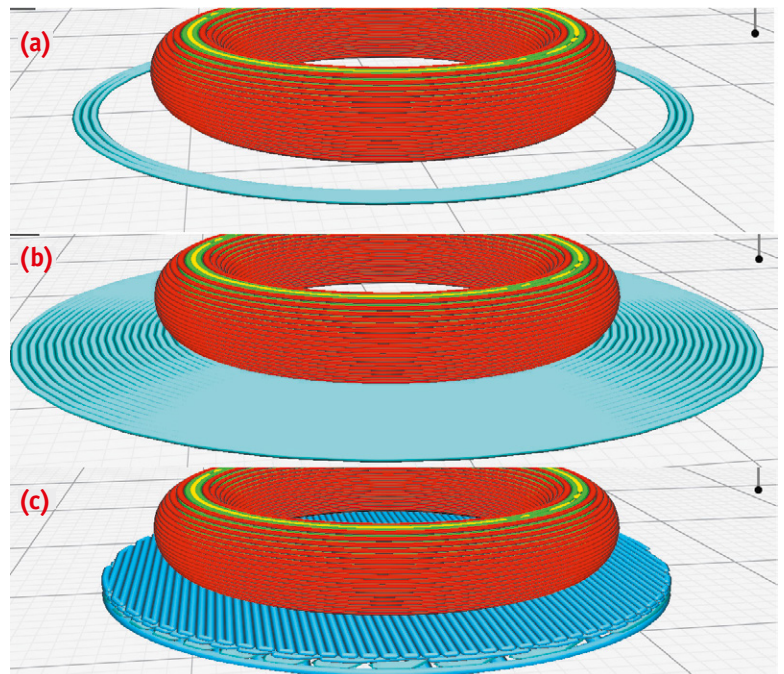


Bild 4: Skirt (a), Brim (b) und Raft (c) im Vergleich – Quelle: Von M6oh7z – eigenes Werk, CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=72753276>

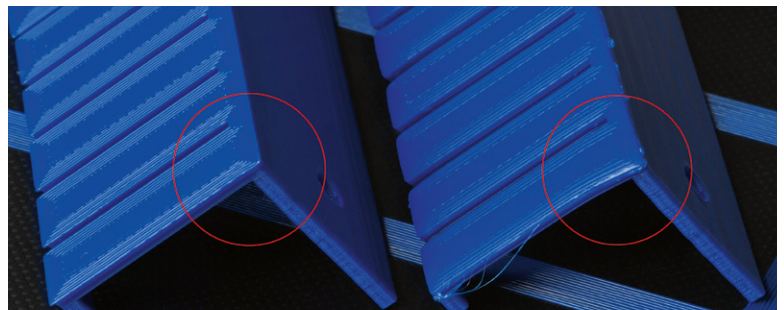


Bild 5: Beispiel für das Warping eines Druckobjekts (Kabelhalter s. u.). Links mit Brim und rechts ohne Brim gedruckt. Beim rechten Druck sieht man das Warping – die Fläche an der Kante hebt sich an und bildet eine Rundung.

des 3D-Druckers während des Drucks sollte man aber auch bei diesen Filamenten vermeiden. Für andere Filamente wie ABS oder Material, das zum Warping neigt, empfiehlt es sich, ein Gehäuse für den 3D-Drucker zu verwenden und u. U. ein Raft zu drucken. Gehäuse gibt es entweder bereits passend für den entsprechenden Druckertyp oder man findet im Internet zahlreiche Ideen für Eigenbauten. Beim Gehäuse gilt, dass man auch hier Luftströme (z. B. Lüfter vom Mainboard oder der Spannungsversorgung) im Gehäuse vermeiden sollte.

Das Druckbett des Creality Ender 3 V2 lässt sich nur bis 90 °C aufheizen – das ist zu wenig für eine empfohlene Druckbett-Temperatur von 110 °C für ABS. Zwar ist die Temperatur mit einem anderen Druckbett, das am Creality Ender 3 V2 anstelle des Originals montiert werden kann, möglich. Man sollte aber, solange es nicht wirklich notwendig ist, auf umweltschädliche Materialien wie ABS ohnehin verzichten. Für die meisten Fälle reicht PLA/PETG aus.



Schnell griffbereit – Halter für Pinzetten

Infos zu diesem 3D-Druck



Quelle:
<https://www.thingiverse.com/thing:798105>

Dateiformat: STL

Druckzeit (mit den verwendeten Druckeinstellungen):
ca. 11 Stunden

Filament: ca. 84 g, Flashforge PLA-Pro [1]

Temperaturen: 200 °C Filament, 60 °C Druckbett

Besonderheiten: Brim (optional)

Wichtige Druckeinstellungen des getesteten Drucks:
0,2 mm Layer-Höhe, 20 % Infill, Brim



Bild 6: Pinzettenhalter (Filament Flashforge PLA-Pro durchsichtig)

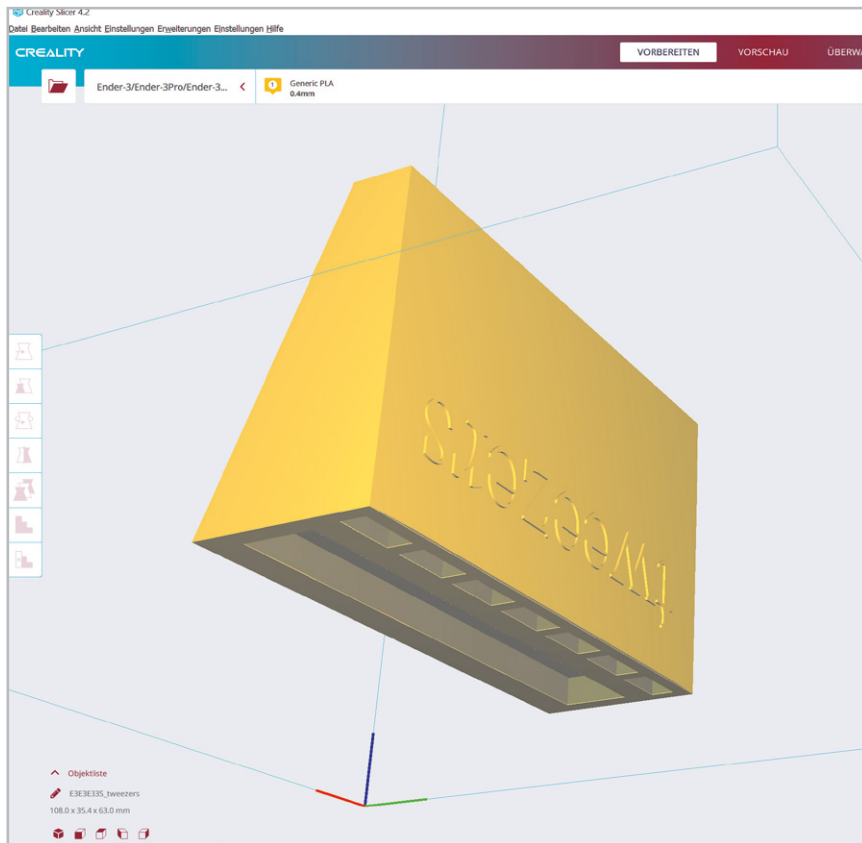
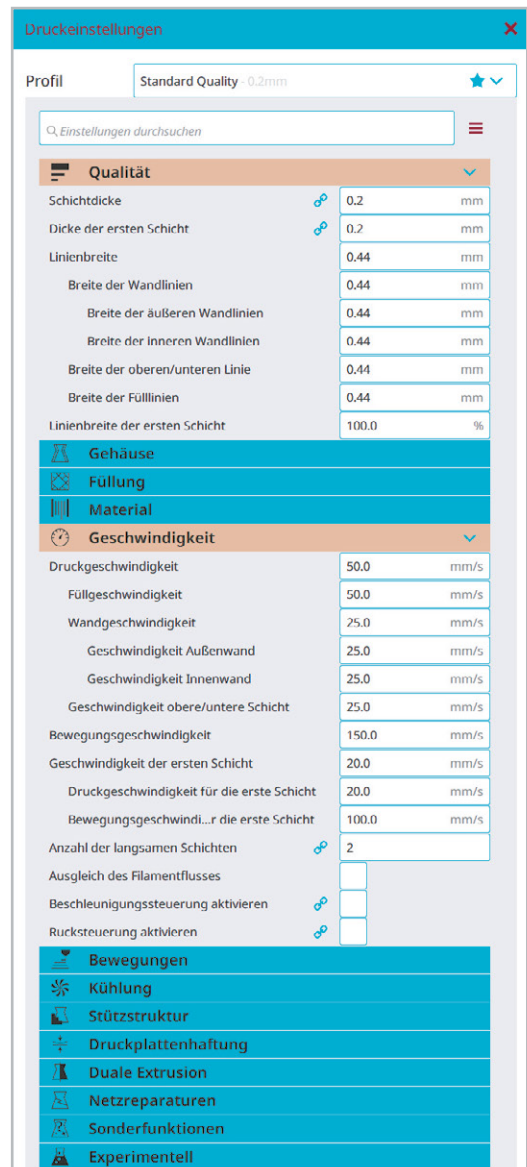


Bild 7: Der Pinzettenhalter wird auf dem Kopf stehend gedruckt. Rechts sind die Einstellungen in der Slicer-Software zu sehen.



Knapp 11 Stunden Druckzeit benötigt dieses Modell eines Pinzettenhalters (Bild 6). Es gibt für Pinzetten diverse Halter, dieser lässt sich aber sowohl frei aufstellen als auch an der Wand befestigen oder einfach auf den Werkstatttisch legen. Aufrecht hat der Pinzettenhalter Platz für insgesamt sieben Pinzetten oder ähnlich geformte Hilfsmittel. Hinter den Pinzetten können noch Kleinteile abgelegt werden, was besonders praktisch für die Schutzkappen der Pinzetten ist, die man so während der Benutzung zwischenlagern kann.

Das Objekt wird aufgrund der Eigenschaften des Modells auf dem Kopf gedruckt. So erhält man auch eine schöne Oberfläche.

Ein Brim empfiehlt sich, ist aber je nach verwendetem Filament nicht unbedingt notwendig. Wer Wert auf eine homogenere Oberfläche legt,

kann auch mit einer Layer-Höhe von 0,12 mm drucken. Wir haben das Modell mit 0,2 mm Layer-Höhe (siehe Einstellungen in Bild 7 rechts) ausgedruckt.



Layer (Schichten), Microns und Druckqualität

Filament-3D-Drucker werden oft mit den Begriffen Fused Filament Fabrication (FFF) (Schmelz-Filament-Fertigung) bzw. Fused Deposition Modeling (FDM) (Schmelz-Ablagerungs-Modellierung) bezeichnet. Beide Begriffe meinen die gleiche Fertigungsart, allerdings ist der Ausdruck Fused Deposition Modeling sowie die Abkürzung FDM von dem amerikanischen Unternehmen Stratasys geschützt. Daher findet man heute im Allgemeinen Filament-3D-Drucker mit der Zusatzbezeichnung „FFF“. Das Patent für das Verfahren ist 2009 abgelaufen, das erklärt u. a. auch die Entwicklung im Bereich 3D-Druck und das stark angestiegene Interesse auf diesem Gebiet durch günstig verfügbare 3D-Drucker.

Das mehr als 30 Jahre alte Verfahren nutzt dabei als Druckmaterial ein schmelzbares Filament, das mit einem Schrittmotor (Extruder) befördert wird, danach in einer beheizbaren Düse (Hot-End) aufgeschmolzen und dann auf einem Druckbett abgelegt wird. Ein konstruiertes Modell – beispielsweise ein Würfel – wird dabei mithilfe einer Software zuvor in verschiedene Schichten aufgeteilt. In den jeweiligen Schichten wird dabei durch die Slicer-Software (to slice = dt. schneiden) ein CNC-Code (G-Code) generiert, der u. a. die einzelnen Angaben zu den Temperaturen, der aktuellen Höhe (Z-Achse), X-Y-Verfahrwege, Menge des extrudierten Materials sowie der Geschwindigkeit enthält. Dieser CNC-Code wird dann von dem 3D-Drucker Zeile für Zeile abgearbeitet.

Für die in [Bild 8](#) mit verschiedenen Layer-Höhen gedruckten Würfel mit einer Grundfläche von 20 mm sieht der G-Code am Anfang des Drucks (nach den Voreinstellungen für Temperatur etc.) so aus:

```
;LAYER _COUNT:99
;LAYER:0
M107
G0 F6000 X94.289 Y94.2 Z0.3
;TYPE:SKIRT
G1 F2700 E0
G1 F1200 X94.891 Y93.663 E0.04427
G1 X95.544 Y93.188 E0.08859
G1 X96.24 Y92.781 E0.13283
G1 X96.973 Y92.444 E0.17711
```

Hier erkennt man auch die Herkunft des Namens – sogenannte G-Kommandos geben vor, wie der Drucker als Nächstes verfahren wird.

Bei der Version mit 0,2 mm Schichthöhe werden dabei mehr als 4700 Zeilen erzeugt, die abzuarbeiten sind. Bei einer Layer-Height von 0,12 mm muss der 3D-Drucker mehr als 6700 Zeilen durchlaufen. So erklärt sich u. a. auch die ansteigende Druckzeit, die je nach Schichthöhe aus dem in Schichten aufgeteilten Modell entsteht.

Die Layer- oder Schichtenhöhen werden dabei in mm oder auch Microns definiert. Der Creality Ender 3 V2 bietet in der beiliegenden Software Creality Slicer in dem zur Verfügung gestellten Drucker-Profil die drei Layer-Höhen 0,12 mm (120 Microns),

3D-DRUCK

Know How

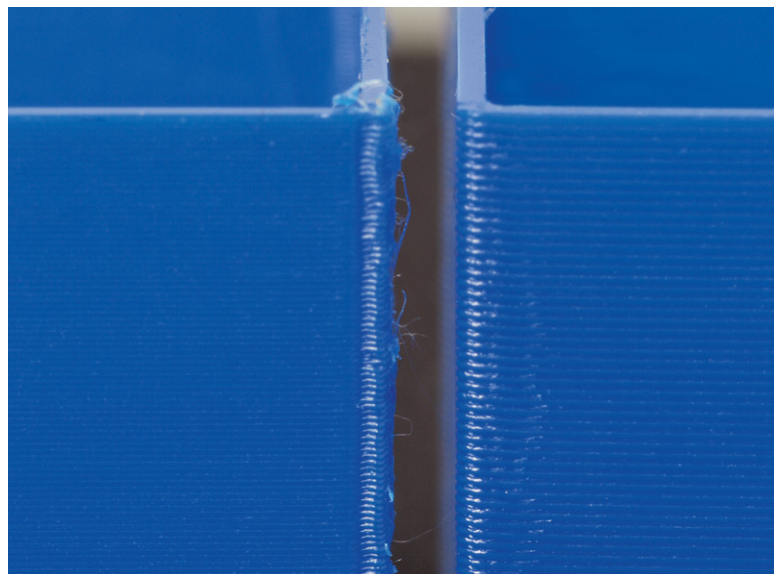
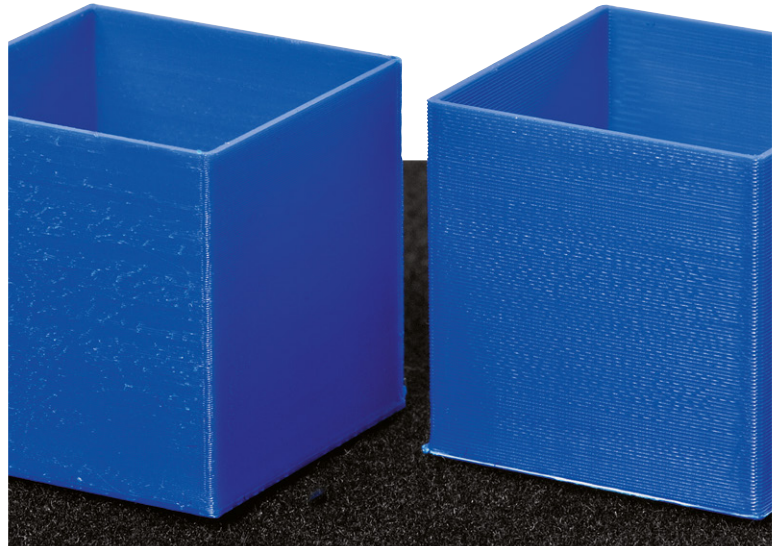


Bild 8: Vergleich von 0,12 (jeweils links) und 0,2 mm (jeweils rechts) Schichthöhe am Beispiel eines Würfels mit einer Seitenlänge von 20 mm

0,16 mm (160 Microns) und 0,2 mm (200 Microns) an, die je nach Höhe eine feinere oder gröbere Oberfläche erzeugen.

Der in [Bild 8](#) gezeigte Würfel ist übrigens ein gutes Beispiel für mögliche Optimierungen beim Druck. Da der Würfel eine geringe Kantenlänge von nur 20 mm hat, sieht man besonders bei der Schichthöhe mit 0,12 mm Artefakte an der Kante. Das könnte u. a. durch eine zu hohe Geschwindigkeit beim Druck kommen, da der Drucker nicht schnell genug abbremsen kann bzw. zu viel Filament „nach“-extrudiert. Auch im rechten Bild sieht man ansatzweise ein zuviel an Filament an der Kante. Allerdings fallen diese Artefakte nur bei sehr genauer Betrachtung auf und können im Finish des Drucks oft noch nachbearbeitet werden.

Weitere 3D-Drucker-Typen, die auch mit einem Schichtenverfahren funktionieren, sind z. B. Harz-Drucker, die auf Grundlage von Stereolithographie (SLA) arbeiten.

Schön sortiert – Steckkabelhalter

Infos zu diesem 3D-Druck


Quelle:

<https://www.thingiverse.com/thing:3241583>

Dateiformat: STL, OpenSCAD

Druckzeit (mit den verwendeten Druckeinstellungen):
ca. 1,5 Stunden

Filament: ca. 12 g, Flashforge PLA-Pro [1]

Temperaturen: 200 °C Filament, 60 °C Druckbett

Besonderheiten: Brim

Wichtige Druckeinstellungen des getesteten Drucks:
0,2 mm Layer-Höhe, 20 % Infill, Brim

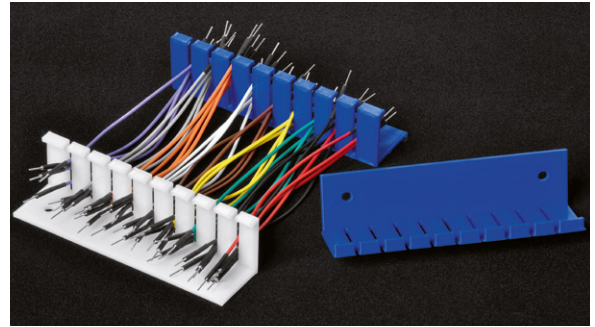


Bild 10: Die Steckkabelhalter können einzeln oder als Paar benutzt und geschraubt oder per Magnetstreifen an einer Oberfläche fixiert werden.

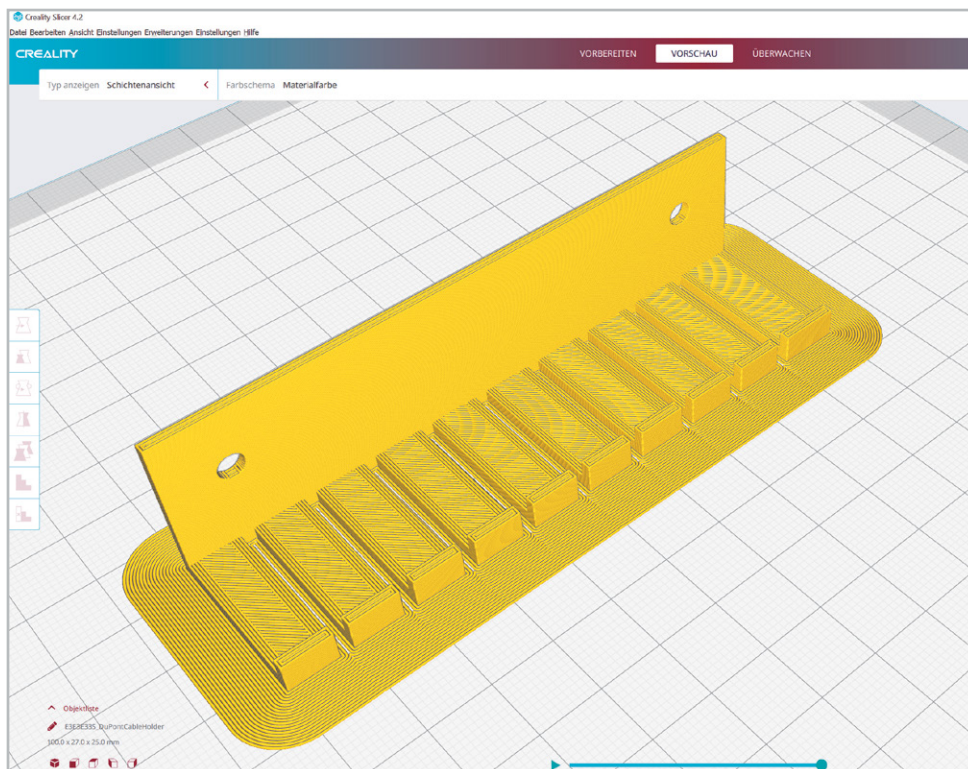


Bild 9: Den Brim sieht man nach dem Slicen in der Vorschaufunktion/Schichtenansicht in der Slicer Software.



Bild 11: Druck mehrerer gleicher Objekte

Wie man in Bild 5 bereits erkennen konnte, empfiehlt sich bei dem Steckkabelhalter auf jeden Fall der Druck eines Brims (Bild 9). Ansonsten ist die Gefahr des Warpings recht hoch. Der Kabelhalter eignet sich für sogenannte DuPont-Kabel in den verschiedensten Längen. Da das Modell neben der STL-Datei auch im openSCAD-Format vorliegt, kann man die Anzahl der Kabelschlitze frei konfigurieren und das Modell gegebenenfalls weiter anpassen (z. B. für dünnere/dickere Kabel).

Die Steckkabelhalter kann man auf unterschiedlichste Weise verwenden. So kann man z. B. zwei gegenüberliegende Kabelhalter befestigen und die Kabel dazwischen einspannen (Bild 10). Die Halter lassen sich anschrauben, aber auch mit einer klebbaren Magnetfolie an magnetischen Oberflächen befestigen.

Will man mehr als ein Exemplar gleichzeitig drucken, kann man mit einem Rechtsklick auf das Modell in der Slicer-Software oft eine Option wie „Objekt multiplizieren“ wählen. Dann werden – soweit das Druckbett dafür groß genug ist – gleich mehrere Exemplare auf einmal ausgedruckt (Bild 11).

Bei Steckkabeln gibt es übrigens deutliche Qualitätsunterschiede. Wir empfehlen die Qualitätskabel von E-Call [2], deren Stecker rund (gedreht) sind und die Litze qualitativ hochwertig in den Stecker gecrimped ist. Zwar sind die etwas teurer als die günstigen Varianten, schonen aber mit ihren runden, gedrehten Spitzen die Breadboards oder Buchsenleisten des zu verbindenden Geräts. Vor allem aber vermeiden sie die (langwierige) Fehlersuche, die durch minderwertige Kabel und deren schlechte Kontaktierung oder mangelhafte Crimpung schnell entstehen kann.

Ein USB-Kabelhalter, wie im Titelbild des Beitrags zu sehen, ist ebenfalls ein praktisches Kabelhalter-Tool (<https://www.thingiverse.com/thing:3022893>).



Dateiformate und CAD-Programme

Auf Plattformen für CAD-Modelle wie Thingiverse [3], von der die in diesem Beitrag vorgestellten Konstruktionsmodelle stammen, gibt es unterschiedlichste Dateiformate, die zum Download angeboten werden. Häufig werden von den Designs STL-Dateien bereitgestellt, die allerdings nicht oder nur sehr bedingt nachbearbeitet werden können. Manchmal findet man aber auch die Original-Dateiformate vom CAD-Programm, das zur Erstellung des Modells genutzt wurde. OpenSCAD ist ein solches Open-Source-CAD-Programm, das wir in der Vergangenheit bereits im ELVjournal vorgestellt haben [4].

3D-DRUCK

Know How

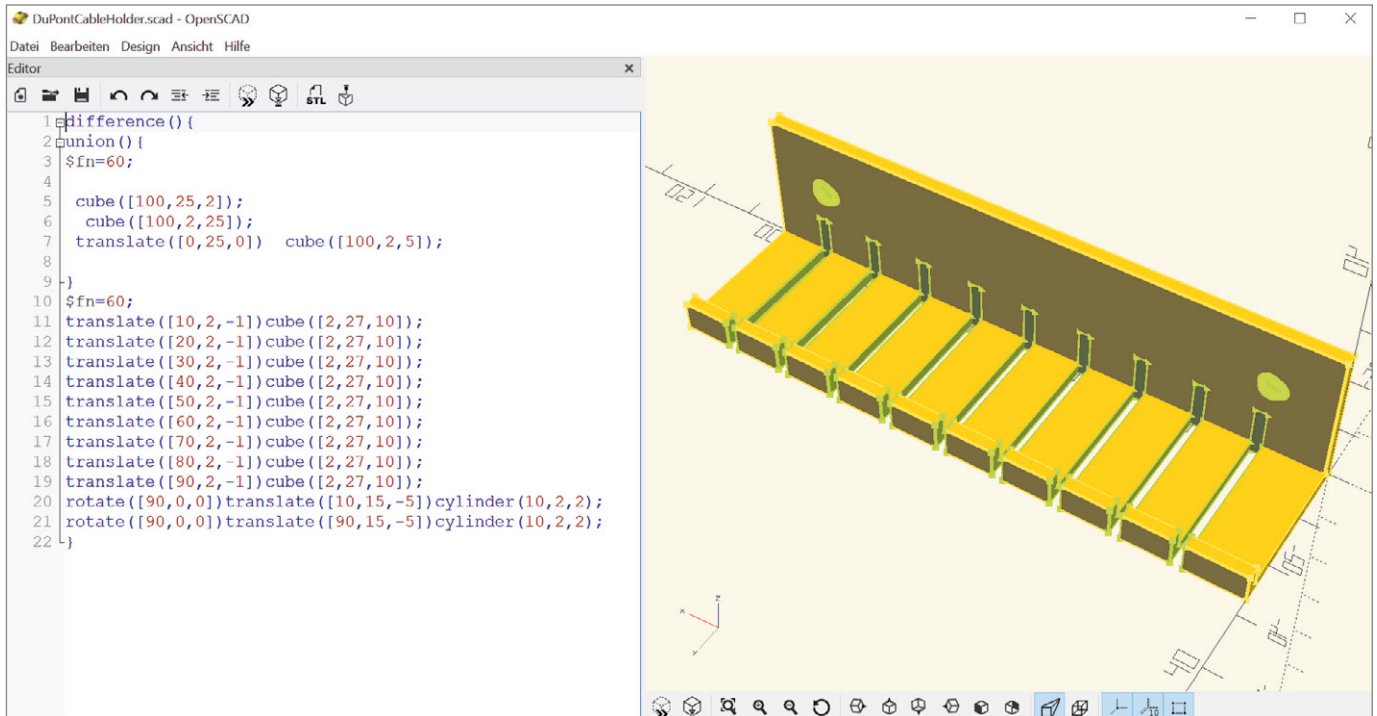


Bild 12: Steckkabelhalter im Open-Source-CAD-Programm OpenSCAD

Im Falle des Steckkabelhalters liegt das Modell sowohl im STL- als auch SCAD-Dateiformat vor. Mit OpenSCAD lässt sich so relativ einfach z. B. die Anzahl der Aufnahmen bzw. Schlitz für die Kabel konfigurieren (Bild 12).

In OpenSCAD werden die Modelle in Form von einem Code „programmiert“. Gerade als Informatiker findet man so einen einfachen Zugang zum Computer Aided Design (CAD). Allerdings eignet sich OpenSCAD eher für einfache Modelle, wie z. B. den Steckkabelhalter. Mit den Zeilen:

```
translate([10,2,-1]) cube([2,27,10]);
translate([20,2,-1]) cube([2,27,10]);
translate([30,2,-1]) cube([2,27,10]);
translate([40,2,-1]) cube([2,27,10]);
translate([50,2,-1]) cube([2,27,10]);
translate([60,2,-1]) cube([2,27,10]);
translate([70,2,-1]) cube([2,27,10]);
translate([80,2,-1]) cube([2,27,10]);
translate([90,2,-1]) cube([2,27,10]);
```

werden die Schlitz aus den 3D-Flächen (Cube) aus den Zeilen 5 und 7 (s. linke Seite in Bild 12) „herausgeschnitten“. In OpenSCAD kann man das sichtbar machen – ein Beispiel dafür ist in Bild 13 zu sehen.

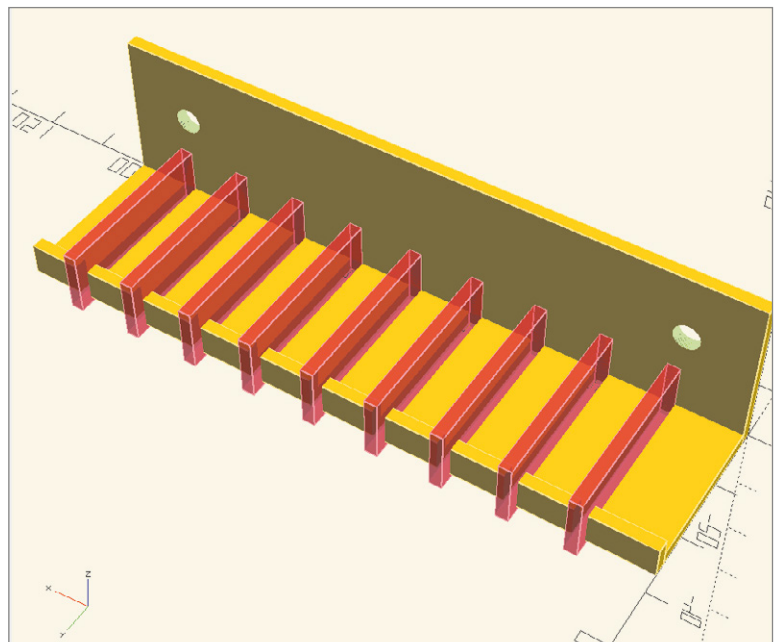


Bild 13: Hervorheben der Schlitz für den Steckkabelhalter

Ändert man die Anzahl der Schlitz für die Kabel und passt zudem die Gesamtmaße an, kann man das gesamte Modell an seine Bedürfnisse anpassen.

Korrekt geknickt – Biegelehren

Infos zu diesem 3D-Druck

Quelle:

<https://www.thingiverse.com/thing:3449686>
(Bauteil-Biegelehre),

<https://www.thingiverse.com/thing:1274814>
(Biegelehre für Steckbrücken)

Dateiformat: STL

Druckzeit (mit den verwendeten Druckeinstellungen):
je Modell ca. 2 Stunden

Filament: ca. 10 g (Bauteil-Biegelehre), ca. 17 g (Biegelehre für Steckbrücken), Flashforge PLA-Pro [1]

Temperaturen: 200 °C Filament, 60 °C Druckbett

Besonderheiten: Brim, Schichthöhe 0,12 mm

Wichtige Druckeinstellungen des getesteten Drucks:
0,2 mm Layer-Höhe, 20 % Infill, Brim

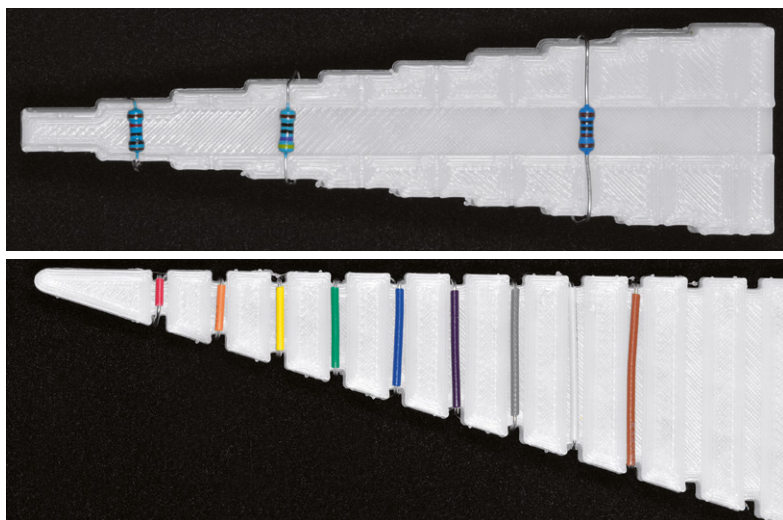


Bild 14: Die Biegelehre für Bauteile (oben) und für Steckbrücken (unten)

Die hier vorgestellten Biegelehren sind vor allem praktisch, wenn man viel mit dem Breadboard experimentiert oder eigene Schaltungen mit Durchsteck-Bauteilen (THT) anfertigt. Mit der Biegelehre für Bauteile (Bild 14 oben) lassen sich Widerstände, Dioden etc. an das Raster im Breadboard oder der Platine einfach und genau anpassen.

Die Biegeweiten liegen zwischen 5 und 27,5 mm in 2,5-mm-Schritten. Aufgrund der feinen Details drucken wir dieses Objekt mit einer Layer-Höhe von 0,12 mm und einem Infill von nur 10 %. Um den Druck noch zusätzlich zu verfeinern, könnte man die Druckgeschwindigkeit herabsetzen. Auch hier empfiehlt es sich, einen Brim zur besseren Haftung und zur Vermeidung des Warpings zu drucken.

Die zweite Biegelehre (Bild 14 unten) eignet sich sehr gut für die Herstellung von Steckbrücken für Breadboards. Zwar gibt es Sortimente von fertig konfektionierten Steckbrücken [5], doch hin und wieder braucht man bestimmte Längen in großer Anzahl, z. B. für viele Verbindungen von den Bauteilen zu den Spannungsschienen auf einem Breadboard. Diese Steckbrücken kann man aus Draht (24 AWG/0,205 mm²) mit einem Abstand von 2 bis 16 Stecklöchern konfektionieren. Die Biegelehre kann man übrigens auch für Bauteile verwenden, allerdings ist die Länge der gebogenen Beine doch eher kurz.

Am Ende der Biegelehre befindet sich noch eine Hilfe für die Ausrichtung von IC-Beinchen mit einem Abstand von 7,5 mm (0,3 inch). Auch dieses Design drucken wir mit einer Schichthöhe von 0,12 mm und einem Infill von 10 %. Wie bei der Biegelehre für Bauteile kann man auch hier versuchen, die Qualität durch das Herabsetzen der Geschwindigkeit beim Druck zu verbessern.

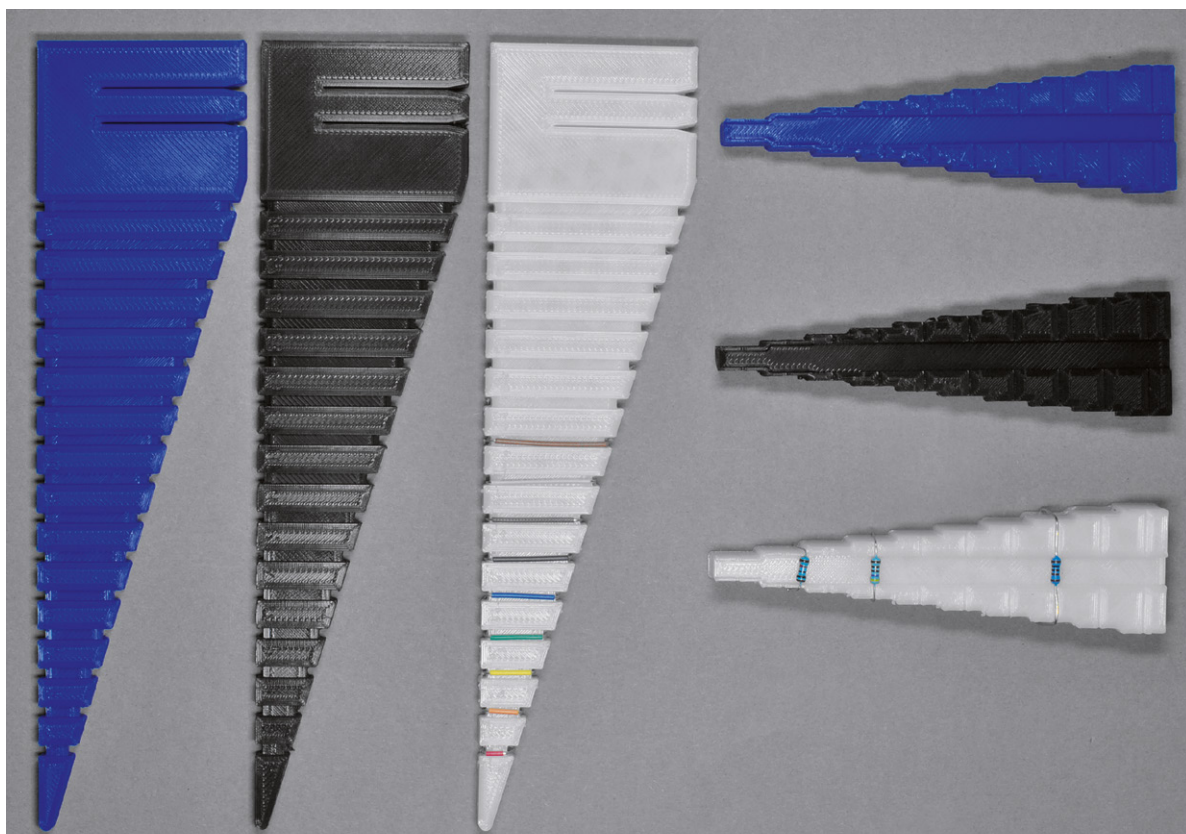


Bild 15: Die Biegelehren in verschiedenen Farben



In [Bild 15](#) haben wir zum Vergleich verschiedene Farben der Biegelehren ausgedruckt, um einen Eindruck zu bekommen, wie die entsprechenden Farben sich auf die Erkennbarkeit von Bauteilen und Draht auswirken. Mit der Biegelehre, die wir mit dem durchsichtigen Flashforge PLA-Pro Filament gedruckt haben, lassen sich Draht und Bauteile am besten erkennen.

Die Zahlen auf der Biegelehre für Steckbrücken ([Bild 15 links](#)), die die Loch-Abstände auf dem Breadboard angeben, lassen sich leider nur

schlecht erkennen. Da das Modell nur im STL-Dateiformat vorliegt, kann man hier leider nicht nachbessern.

Das Druckergebnis mit den verschiedenen Farben des Flashforge-Filaments ist sehr konstant – man sieht kaum Unterschiede in der Qualität. Das spricht für eine gute Qualitätskontrolle des Filaments, da es hier vom Material her kaum Abweichungen zu geben scheint.

Filament-Arten

FFF bzw. FDM-Filamente werden meist durch Extrusion von Kunststoffpellets hergestellt. Dabei werden die in einem Vorratsbehälter befindlichen Pellets über eine beheizte Schnecke transportiert und durch eine sich anschließende Düse zu einer Faser bzw. einem Faden (Filament) gepresst. Das Ganze muss danach über eine Kühlstrecke langsam heruntergekühlt werden.

Für das 3D-Druck-Filament ist vor allem eine gleichmäßige Konsistenz wichtig. So sollte der Durchmesser (meistens 1,75 mm) nur wenig Schwankungen aufweisen. Manche Filamente sind zudem hygroskopisch, d. h., sie „ziehen“ während der Lagerung Feuchtigkeit. Wird dieses „feuchte“ Filament gedruckt, können im Hot-End des Druckers diese kleinen Wassereinschlüsse zu Artefakten beim Druck führen. Filamente mit Fremdanteilen von Holz, Metall oder anderen größeren Inhaltsstoffen können ebenfalls Probleme beim Druck bereiten.

Hat man sich für ein Filament entschieden, lohnt es sich, verschiedene Temperaturen im empfohlenen Anwendungsbereich zu probieren. Allerdings ist die Bandbreite der Temperatur bei den meisten Filamenten recht breit. Bei dem von uns verwendeten Flashforge PLA-Pro liegt dieser Bereich bei 190–220 °C. Mit dem Creality Ender 3 V2 haben wir mit 200 °C gute Erfahrungen gemacht.

Die „richtige“ Temperatur für das Filament ist von verschiedenen Faktoren abhängig. Zum einen gibt es verschiedene Hot-Ends mit zum

3D-DRUCK

Know How



Teil sehr unterschiedlichen Eigenschaften in der Zuführung, beim Aufheizen und Extrudieren. Manche Hot-Ends haben direkt an der Düse einen Lüfter, andere nicht. Auch bei den jeweiligen Druckobjekten kann es einen Unterschied bedeuten, ob man mit höherer oder niedrigerer Temperatur im möglichen Temperaturbereich arbeitet.

In der nachfolgenden [Tabelle](#) haben wir die Eigenschaften von den am häufigsten verwendeten Arten von Filamenten aufgeführt. In unserem ELVjournal Beitrag „Alles in 3D-Druck“ [\[6\]](#) haben wir uns bereits sehr ausführlich mit dem Thema 3D-Druck auseinandergesetzt und weitere Materialien und Verfahren angeschaut.

Material	Eigenschaften	Verarbeitung	Sonstiges, Lagerung
ABS	Formstabil, elastisch, schlagzäh, stoßfest, hohe Oberflächenhärte, temperaturbeständig, elektrisch leitende Versionen verfügbar Spezialfilamente mit Metall- und Holzoptik, nachleuchtend, farbwechselnd, leitfähig verfügbar	Schmelztemperatur: 220–250 °C Erfordert beheizbare Druckplattform (80–110 °C) Kühlung abschalten Oberfläche kann mit Aceton geglättet werden	Starke Geruchsemission – auf ausreichende Lüftung achten! Neigt zum Verzug (Warping) und Schrumpfen, geschlossener Bauraum empfohlen Luftdicht, möglichst vakuumverpackt lagern
Nylon	Hart, zäh, bruchfest und hoch abriebfest, chemikalienbeständig, hervorragende Schichtenhaftung	Schmelztemperatur: je nach Hersteller 220–260 °C Neigt je nach Typ zum Ablösen, deshalb mit erhöhter Heizbetttemperatur (90 °C) drucken, ggf. Kühlung abschalten Rauhe Oberfläche, muss geglättet werden	Stark hygroskopisch – luftdicht, möglichst vakuumverpackt lagern
PETG/PET	Polyethylen-Terephthalat/Glykol, klare Optik, lebensmittelecht, hoch belastbar, hydrophob, flexibel, schlagzäh, chemikalienbeständig, geringes Warping (Verzug), lebensmittelecht	Schmelztemperatur: 190–235 °C ohne Druckbettheizung verarbeitbar, mit Heizung (60–80 °C) sehr gute Haftung	Je nach Fabrikat kann PETG beim Abkühlen leicht schrumpfen
PLA/PHA	Poly lactide, umweltfreundlich, biologisch abbaubar (Basis: Milchsäure), einfach handhabbar, geringes Warping (Verzug). Spezialfilamente mit Metall- und Holzoptik, nachleuchtend, farbwechselnd, leitfähig verfügbar PHA wird oft als Zusatz zu PLA beigemischt, um eine erhöhte Widerstandsfähigkeit gegen UV-Bestrahlung zu erreichen	Schmelztemperatur: 180–210 °C Ohne Druckbettheizung verarbeitbar	Geringe Geruchsemission Hygroskopisch (luftdicht mit Trockenmittel lagern)

Dritte Hand als Löthilfe für Kabel

Infos zu diesem 3D-Druck


Quelle:

<https://www.thingiverse.com/thing:1572661>

Dateiformat: STL

Druckzeit (mit den verwendeten Druckeinstellungen):
ca. 4 Stunden

Filament: ca. 30 g, Flashforge PLA-Pro [1]

Temperaturen: 200 °C Filament, 60 °C Druckbett

Besonderheiten: Brim (optional)

Wichtige Druckeinstellungen des getesteten Drucks:
0,2 mm Layer-Höhe, 20 % Infill, Brim

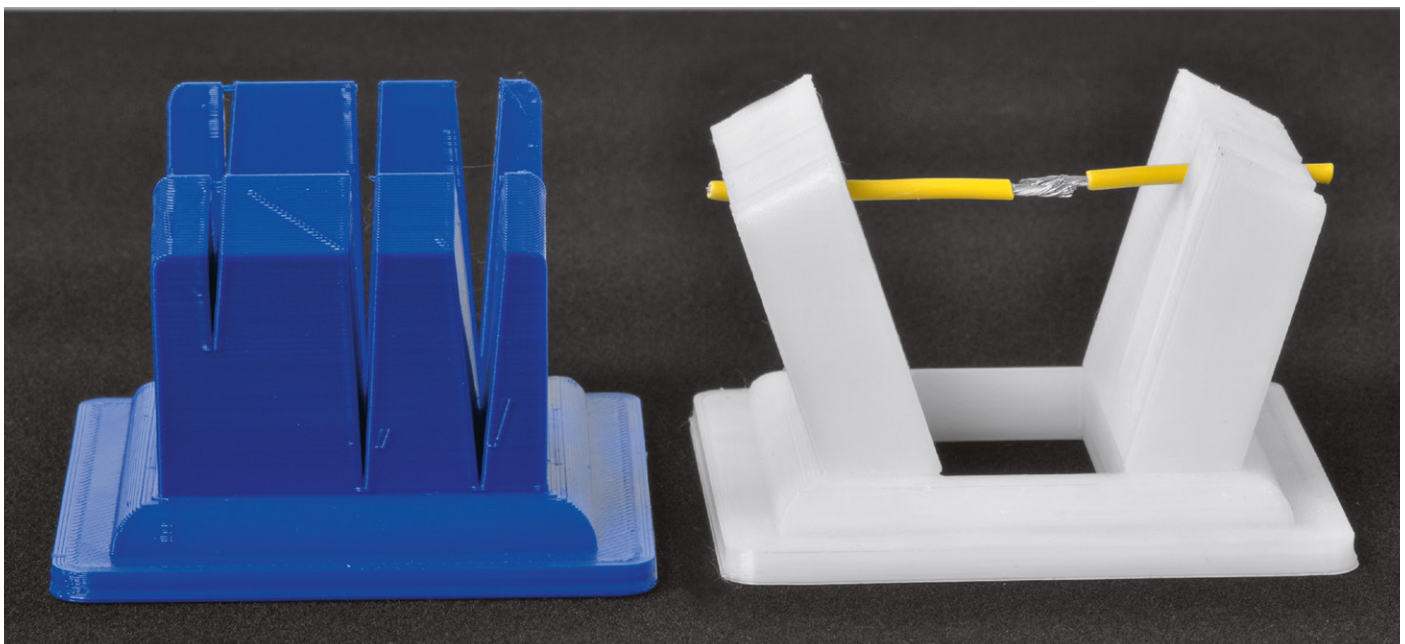


Bild 16: Durch verschieden breite Aussparungen lassen sich Kabel mit unterschiedlichem Durchmesser einklemmen.

Ein sehr praktisches Hilfsmittel für die Elektronik-Werkstatt ist die 3D-gedruckte Dritte Hand (Bild 16), die hauptsächlich als Löthilfe für das Verbinden zweier Kabel dient. Aber auch Bauteile bzw. andere in Kabel- oder Drahtform vorliegende Gegenstände lassen sich gut fixieren und verlöten.

Zwar kann man dazu auch die sonst üblichen Dritten Hände nutzen (Bild 17, [7]), diese haben allerdings zwei wesentliche Nachteile. Zum einen ist das Ausrichten deutlich langwieriger und schwieriger als mit der 3D-Variante, bei der sich die Kabel direkt gegenüber durch Einklemmen sehr gut positionieren lassen. Zum anderen können durch die gezackten Köpfe der Krokodilklemmen die Kabel beschädigt werden. Auch das ist bei der 3D-Variante nicht der Fall. Dafür lässt sich die Dritte Hand aus Metall auch für Platinen nutzen, und es kann eine Lupe angesteckt werden.

Um gut an die Lötstelle heranzukommen, ist das Objekt v-förmig geöffnet und lässt so Platz für Lötkolben- und spitze.

Die Aussparungen zum Klemmen der Kabel haben verschiedene Größen für unterschiedliche Kabelstärken und verjüngen sich nach unten hin, was das Fixieren der Kabel sehr fein justierbar macht. Gegen das Verrutschen der Löthilfe kann man an den Boden ein kleines Stück Gummi kleben oder per Doppelklebeband mit einem Gewicht versehen. Auch

eine Magnetfolie unter dem Boden hilft bei Arbeit auf magnetischen Flächen außerhalb der Horizontalen bei der Fixierung der Löthilfe.

Vom Druck her ist das Objekt unkritisch. Eine Layer-Höhe von 0,2 mm reicht, und ein Brim ist optional.

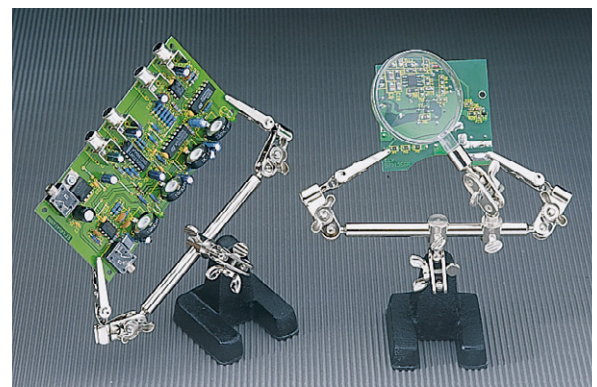


Bild 17: Herkömmliche Dritte Hand



Mini-Schraubstock – Meisterstück der Konstruktion

Infos zu diesem 3D-Druck


Quelle:

<https://www.thingiverse.com/thing:2064269>

Dateiformat: STL , Fusion360

Druckzeit (mit den verwendeten Druckereinstellungen):
ca. 45 Stunden

Filament: ca. 190 g, Flashforge PLA-Pro [1]

Temperaturen: 200 °C Filament, 60 °C Druckbett

Besonderheiten: Brim, 0,12 mm Layer-Höhe, lange Druckzeit

Wichtige Druckereinstellungen des getesteten Drucks:
0,2 mm Layer-Höhe, 35 % Infill, Brim

Ein wahres Meisterstück der Konstruktion ist das Modell des 3D-gedruckten Mini-Schraubstocks. Alle Teile des etwa 21 x 7 cm großen Modells (Abmaße bei maximalem Abstand der Backen) werden per 3D-Druck gefertigt, es sind keine zusätzlichen Bauteile wie Schrauben erforderlich. Allerdings dauert der Druck aller Einzelteile insgesamt etwa 45 Stunden – der von uns getestete Creality Ender 3 V2 hat dies ohne Probleme geschafft. Die Druckzeit kann man verkürzen, indem man die Schichthöhe auf 0,2 mm anhebt. Allerdings empfiehlt es sich, aufgrund der vielen Gewinde in dem Modell, die Auflösung mit 0,12 mm zu wählen.

Das Druckergebnis mit dem Creality Ender 3 V2 ist auch hier mehr als überzeugend. In [Bild 18](#) sieht man Details vom Druck – die Gewinde und Zahnräder werden in einer sehr hohen Qualität gedruckt.



Bild 18: Die Einzelteile wurden mit einer Schichthöhe von 0,12 mm gedruckt. Das Ergebnis ist mehr als zufriedenstellend.

Auch die Dokumentation des frei verfügbaren Designs auf Thingiverse ist bemerkenswert. Es stehen nicht nur die Dateien im STL-Format zur Verfügung, man kann das Modell auch noch in Fusion360 bearbeiten. Zusätzlich wird der Zusammenbau demonstriert und auf die Hintergründe einer solchen Konstruktion eingegangen.

Der Designer des Modells empfiehlt einen Infill von 35 %, damit ist das gedruckte Modell (Bild 19) mehr als robust. Die gesamte Konstruktion wird von rastbaren Clips zusammengehalten und macht nach dem Zusammenbau einen sehr stabilen Eindruck. Die Verstellung der Backen über die zwei Gewinde ist fein, leichtgängig und genau – auch ohne Nachbearbeitung des Drucks. Das Zahnrad am Antriebsknopf und die beiden Zahnräder auf den Gewindestangen zur Verstellung der Backenbreite haben zwar etwas Spiel, das fällt bei der Verstellung der Backen aber nicht negativ ins Gewicht.

Wir haben für den Druck übrigens zwei verschiedene Farben verwendet, um das Modell optisch noch etwas aufzuwerten. Die Konstruktion ist aber an sich schon ein Schmuckstück – nicht nur auf dem Tisch der Elektronik-Werkstatt.

Durch die feine Verstellung des Schraubstocks lassen sich auch empfindlichere Bauteile einspannen. Für kleinere Platinen ist der Mini-Schraubstock auf jeden Fall eine gute Löthilfe, und durch die Kerben in den Backen lassen sich auch vertikal Platinen gut einspannen.

Der Mini-Schraubstock wird mit knapp 190 g Filament gedruckt und hat dadurch schon ein gewisses Eigengewicht. Wem das noch zu leicht ist oder wer den Schraubstock gegen Verrutschen sichern will, dem sei die gleiche Vorgehensweise wie oben bei der Löthilfe empfohlen.

Fazit

Mit einem Bausatz, der auch von Laien einfach zusammengebaut werden kann, bekommt man für etwas über 200 Euro ein spannendes Einsteigermodell für den 3D-Druck. Die Filamente aus Materialien wie PLA oder PETG sind heute ausgereift, und das von uns verwendete Material ermöglicht auch feine Drucke z. B. für Gewinde. Auf Plattformen wie Thingiverse findet man Tausende von frei verfügbaren Designs, die man mit ausgereifter Software und voreingestellten 3D-Drucker-Profilen sehr einfach für den Druck vorbereiten kann. Mit dieser Kombination lassen sich bereits viele Modelle in sehr guter Qualität drucken.

Wer dann irgendwann mehr will, der kann sich mit Open-Source-CAD-Programmen wie OpenSCAD oder mit professioneller Software wie Fusion360 eigene Konstruktionen schaffen und diese mit den unterschiedlichsten Materialien ausdrucken. Eine Bedienung über das Netzwerk – die entweder im 3D-Drucker schon vorhanden ist oder über Zusatzsoft- und hardware wie Octoprint realisiert werden kann –, ein Gehäuse, Webcam und vieles mehr runden die Welt des 3D-Drucks nach oben ab.



Bild 19: Der 3D-gedruckte Mini-Schraubstock



Weitere Infos:

Verwendeter 3D-Drucker:

Creality3D-FFF-3D-Drucker Ender 3 V2, Bausatz, automatische Resume-Funktion, Carborundum-Heizplatte: Artikel-Nr. 251948

- [1] Flashforge PLA-Pro-/PETG-Filament, verschiedene Farben, 1,75 mm, 1 kg: Artikel-Nr. 251709 bis 251715
- [2] Hochwertige Steckkabel in verschiedenen Farben und Längen: Artikel-Nr. 251220 bis 251225
- [3] Thingiverse: <https://www.thingiverse.com>
- [4] ELVjournal 6/20219: Von der Idee zum Objekt – Einstieg in das Computer-Aided Design (CAD), Teil 3: Artikel-Nr. 251078
- [5] ELV Steckbrücken-Set für Steckplatinen und Breadboards, 350-teilig: Artikel-Nr. 058831
- [6] ELVjournal 3/20219: Alles in 3D-Druck – Additive Produktionstechnik erobert die Welt: Artikel-Nr. 250838
- [7] Fixpoint Löt- und Montagehilfe „Dritte Hand“, mit Lupe: Artikel-Nr. 029513

Alle Links finden Sie auch online unter: de.elv.com/elvjournal-links