

# 3D-Drucker selbst gebaut

## Vertex 3D-Drucker-Bausatz K8400

velleman®

Infos zum Bausatz

im ELV-Web-Shop

#1409

Der 3D-Drucker-Bausatz aus dem Hause Velleman stellt nach dem erfolgreichen K8200 die nächste Generation dieser Bausätze dar. Gegenüber dem „Vorgänger“ sticht der K8400 durch ein anderes technisches Konzept und die ab Werk vorgesehene Option für Zweifarb-/Stützstruktur-Druck hervor. Wir haben einen Bausatz aufgebaut und wollen hier die dabei gesammelten Eindrücke und die Technik des Druckers vermitteln.

### Bausatz oder Fertiggerät?

Der Selbstbau von 3D-Druckern, 3D-Scannern und Extrudern für die eigene Filamentherstellung sowie von allerlei Ergänzungen und Verbesserungen ist längst ein sehr populärer Trend unter Bastlern geworden. Diese Klientel treiben zwei Aspekte an: Erstens – ein fertiger Drucker ist zu teuer, und zweitens, der wohl interessantere Aspekt, beim Selbstbau hat man Spaß am Bauen, man weiß, womit man später umgeht, lernt alle Stärken und Schwächen bis ins Detail kennen. Gerade hier bleibt das Grundgerät selten ohne eigene Erweiterungen und Verbesserungen. Man sehe sich nur auf Thingiverse um, wie viele Eigenbau-Teil-

le und Erweiterungen dort von Bastlern vorgestellt werden. Genau das entspricht, soweit man mit dem einmal erbauten Grundgerät Erweiterungen herstellt, der RepRap-Grundidee [1].

Der Vertex K8400 reiht sich preismäßig recht weit unten in der Preisskala der 3D-Drucker-Bausätze ein – deutlich etwa unter dem Ultimaker-Bausatz und auf der anderen Seite mit etwas Abstand nach unten gegenüber billigen China-Bausätzen, wobei bei denen nicht selten noch Elektronik, Netzteil und das Anpassen von Open-Source-Software an die Maschine sowie Zollgebühren sowie Einfuhr- und Umsatzsteuer hinzu kommen. So relativieren sich die 299-Euro-Schnäppchen dann auch.

Der K8400 ist hingegen ein rundum komplettes Paket. Er wird in zwei Versionen angeboten: mit einem Extruder/Druckkopf, für einen zweiten komplett vorbereitet, oder gleich mit zwei Extrudern/Druckköpfen. Er kommt mit komplett angepasster und zunächst für zwei Druckköpfe konfigurierter Firmware ins Haus, die nur zu wechseln ist, wenn man allein mit einem Druckkopf drucken will. Auch eine bereits auf den K8400 komplett angepasste Druck- und Slicer-Software in einer Repetier-Host-Variante mit Cura-Slicer wird vom Hersteller zur Verfügung gestellt. Überhaupt ist der Support recht umfangreich, darauf kommen wir noch zurück.

Technische Daten

|                              |                           |
|------------------------------|---------------------------|
| Geräte-Bezeichnung:          | Vertex K8400              |
| Technologie:                 | FFF (Schmelzschichtung)   |
| Druckgröße:                  | 180 x 200 x 190 mm        |
| Verbrauchsmaterial:          | PLA, ABS, HIPS            |
| Materialkonfektion:          | 1,75 mm                   |
| Extrudertemperatur:          | max. 270 °C (einstellbar) |
| Druckgeschwindigkeit:        | 30–120 mm/s               |
| Schichtstärke:               | 0,05 mm (50 Microns)      |
| Düsendurchmesser:            | 0,35 mm                   |
| Betriebsspannung:            | 100–240 V <sub>ac</sub>   |
| Leistungsaufnahme (Betrieb): | max. 150 W                |
| Abmessungen (B x H x T):     | 360 x 380 x 395 mm        |

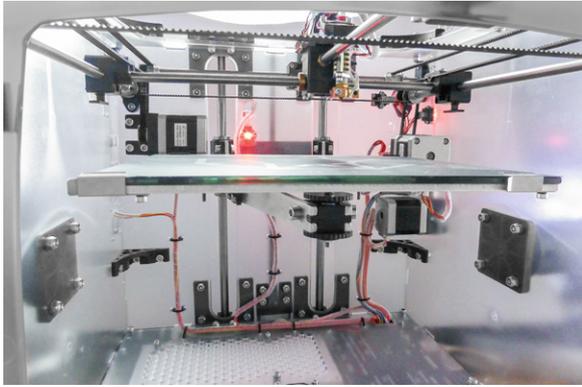


Bild 1: Hier ist das Arbeitsprinzip gut zu erkennen: X- und Y-Achse bewegen nur den Druckkopf, der Drucktisch wird durch die Z-Achse bewegt.

## Die Technik

Gegenüber dem K8200 kommt beim K8400 ein völlig anderes Grundkonzept zur Anwendung. Um die bewegten Massen möglichst gering zu halten, wird hier, wie bei vielen anderen Druckertypen auch, der Drucktisch nur in der Z-Achse bewegt, X- und Y-Achse werden mit dem Druckkopf abgedeckt (Bild 1). Dieses Konzept hat einen weiteren Vorteil, und zwar die völlig entfallende horizontale Bewegung des Druckobjekts, besonders bei größeren Druckstücken und schnellen Bewegungen ja oft eine Ursache des vorzeitigen Ablösens vom Druckbett. Das spielt bei diesem Drucker, der nicht von Haus aus über eine Druckbettheizung verfügt, eine nicht geringe Rolle.

Der Drucker verfügt über ein bzw. zwei Druckköpfe für 1,75-mm-Filament und 0,35-mm-Düsen, was zusammen mit der bis auf 0,05 mm herab wählbaren Schichtdicke gute Druckergebnisse erwarten lässt. Die Düsen können bis 270 °C beheizt werden, was den Drucker auch ABS-tauglich macht.

Der Grundaufbau erfolgt aus lasergeschnittenen, sehr robusten und semitransparenten Polycarbonat-Platten, die Verbinder sind aus ebenso robustem ABS gefertigt. X- und Y-Achse werden über die üblichen Riementriebe gefahren, wobei hochwertige Iglidur-Lager einen wartungsfreien und leisen Betrieb sichern, während die Z-Achse auf einer robusten und präzisen Spindel basiert. Die beiden Führungen des Z-Achsen-Trägers laufen auf leise arbeitenden Linear-Lagern, die wie die Iglidur-Führungsmutter der Spindel auch zum schwingungsfreien Betrieb der Z-Achse beitragen.

Das lediglich nach vorn teilweise offene Gehäuse hat einen schönen Nebeneffekt, es sichert mehr Temperaturstabilität. Diese trägt zum gleichmäßigen Schichtaufbau bei und trägt zum Teil auch für eine konstantere Haftung auf dem Drucktisch bei. So spart man sich die inzwischen weitverbreitete Nachrüstung eines Gehäuses.

Der Drucktisch besteht aus einer leichten, aber verwindungssteifen Aluminium-Plattform, die über eine Dreipunkt-Lagerung einfach nivellierbar ist. Als Auflage dient eine Glasplatte, auf die wiederum eine BuildTak-Dauerdruckauflage geklebt wird, die auch ohne Heizung zumindest bei PLA für eine gute Werkstückhaftung sorgt. Eine Druckbettheizung wird



Bild 2: Solch eine preiswerte Druckbettheizung kann einfach nachgerüstet werden, die Steuerung ist darauf bereits vorbereitet.

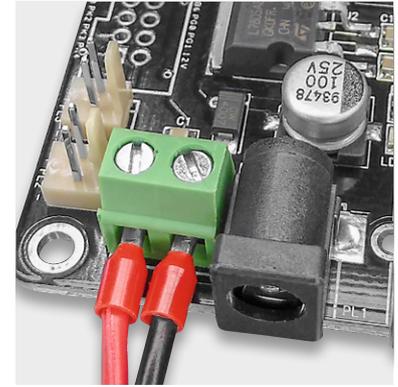


Bild 3: Mit Aderendhülsen versehen, ist die Spannungszufuhr betriebssicher angeschlossen.

nicht mitgeliefert, sie ist aber einfach und preiswert nachrüstbar (Bild 2), erhältlich z. B. bei [2]. Die Steuerelektronik ist bereits auf die Ansteuerung einer Heizung vorbereitet.

Zur Gewichtsverringering der bewegten Massen trägt auch die Art der Filamentzuführung bei. Der Vorschub erfolgt über einen abgesetzten Extruder, so spart man sich das Gewicht für Motor und Getriebe und die X-/Y-Antriebe müssen nur noch den Druckkopf bewegen.

Auch diese Methode hat sich bei vielen anderen Druckern bewährt, die Filamentzuführung erfolgt in einem PTFE-Schlauch, der in die Verkabelung mit eingebunden ist.

Diese ist komplett lötfrei ausgeführt, alle Verbindungen erfolgen über Steckverbinder, lediglich die Spannungsversorgungsleitungen sind fertig zu konfektionieren und sollten mit Aderendhülsen versehen werden (Bild 3).

Die Endstops sind als optische Gabellichtschranken ausgeführt (Bild 4), sie werden über fest mit den Achsenführungen verbundene Fahnen ausgelöst.

Die Steuerung erfolgt RepRap- und Marlin-kompatibel mit einer Arduino-Atmega-Plattform (Bild 5), die je nach Ausstattung vier oder fünf DRV8825-Treiber trägt. Sie ist, wie auch das flache Netzteil, unterhalb des Druckers untergebracht.

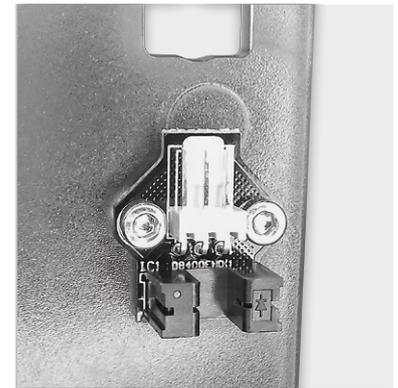


Bild 4: Solide Lichtschranken mit optischer LED-Kontrolle sind als Endstops verbaut.

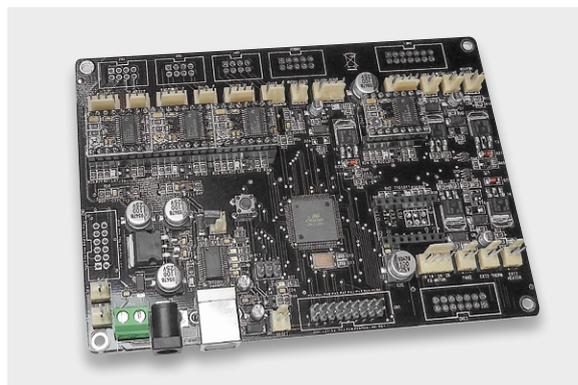


Bild 5: Die Steuerung wird durch eine Arduino-Atmega-Plattform mit DRV8825-Treibern (1,5 A) gebildet.



Bild 6: Über die Anzeige- und Steuereinheit mit SD-Kartenschacht kann der Drucker auch ohne USB-Verbindung zum PC arbeiten. Quelle: Velleman

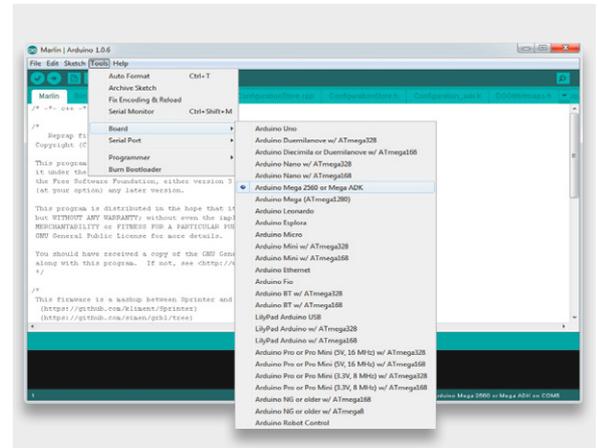


Bild 7: Die Firmware ist sehr einfach über die Arduino-IDE wechsel- und modifizierbar. Quelle: Velleman

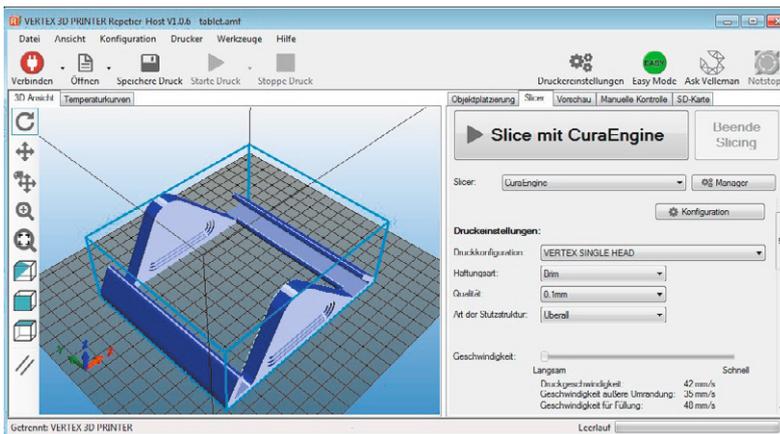


Bild 8: Der Hersteller stellt eine bereits auf den K8400 angepasste Drucksoftware bereit.

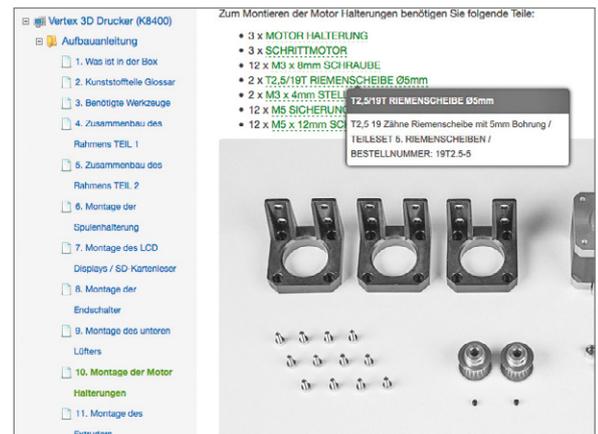


Bild 9: Für den Fall, dass man ein Teil sucht bzw. ein Ersatzteil benötigt – Kontextfenster mit Zusatzinformationen

Zur Grundausstattung gehört auch die mittlerweile allseits bekannte Bedien- und Anzeigeeinheit mit vierzeiligem LC-Display, Dreh-Encoder und SD-Kartenschacht (Bild 6). Hierüber ist ein kompletter Stand-alone-Betrieb möglich, ansonsten erfolgt die Anbindung an einen PC via USB auf der Steuerungsplatine.

## Software

Die Firmware der Steuerung ist komplett Marlin-kompatibel, also Open Source, und gibt damit keine Rätsel auf. Sie ist selbstverständlich auf den Vertex K8400 abgestimmt und wird von Velleman gepflegt. Die Firmware wird grundsätzlich für zwei Druckköpfe ausgeliefert, will man nur mit einem drucken, muss man die Firmware austauschen, was dank der ausführlichen Anleitung und der einfachen Zugänglichkeit per Arduino-IDE (Bild 7) einfach ist. Nur den Warnhinweis bezüglich des Reloads des EEPROMs darf man nicht übersehen, hier werden druckerspezifische Werte abgespeichert.

Als Druck- und Slicer-Software stellt Velleman, wie bereits erwähnt, eine bereits auf den K8400 abgestimmte Repetier-Host-Version (Windows) mit Cura-Slicer-Engine (Bild 8) zur Verfügung. Man muss sich also um Grundeinstellungen in der Software zunächst keinerlei Sorgen machen, das Drucken kann nach dem Abgleich der Z-Achse sofort losgehen.

## Support

Velleman stellt für den K8400 eine umfangreiche Support-Webseite inklusive Forum unter [3] zur Verfügung. Hier findet man die Software ebenso wie Ersatzteile, Aufbauanleitung, News und das Forum zum K8400. Insbesondere im Forum ist der direkte Support schnell zur Stelle.

Die 355-seitige Aufbauanleitung kann man sich zwar als PDF unter [4]

herunterladen, aber deutlich komfortabler und aktueller geht es online. Hier hat Velleman sich große Mühe gegeben und stellt eine komplett deutsche Online-Anleitung in gewohnter Manier zur Verfügung. Jeder Schritt und jedes Teil wird ausführlich erläutert und großformatig bebildert – vorbildlich! Folgt man der Anleitung konzentriert, sind Aufbaufehler quasi ausgeschlossen, die wohl größte „Falle“ sitzt erfahrungsgemäß zwischen den Ohren des Erbauers, wenn dieser allzu lax die Gehäuseteile zusammenbaut und dabei die Lage z. B. der Grundplatte verwechselt, was später langwierigen Rückbau nach sich zieht.

Auch alles, was in das spätere Drucken selbst einfließt, ist in einem eigenen Kapitel ausführlich und anhand von Bildbeispielen beschrieben. Schließlich macht ein ausführlicher Part zur Fehlerbehebung die Online-Dokumentation rund.

Ein angenehmes Detail in der Aufbauanleitung sei noch erwähnt. Klickt man eine Teilebeschreibung in der jeweiligen Liste an, erscheint ein Kontextmenü (Bild 9), in dem die genaue Bezeichnung, die Tütennummer, in dem sich das Teil befindet, und die Velleman-Teilenummer aufgeführt sind – wichtig, wenn man ein Ersatzteil nachbestellen muss.

## Aufbau – Erfahrungen und Tipps

Wir haben einen Bausatz zum Test aufgebaut, allerdings wollen wir hier keine detaillierte Aufbaubeschreibung geben, sondern lediglich einige Aspekte

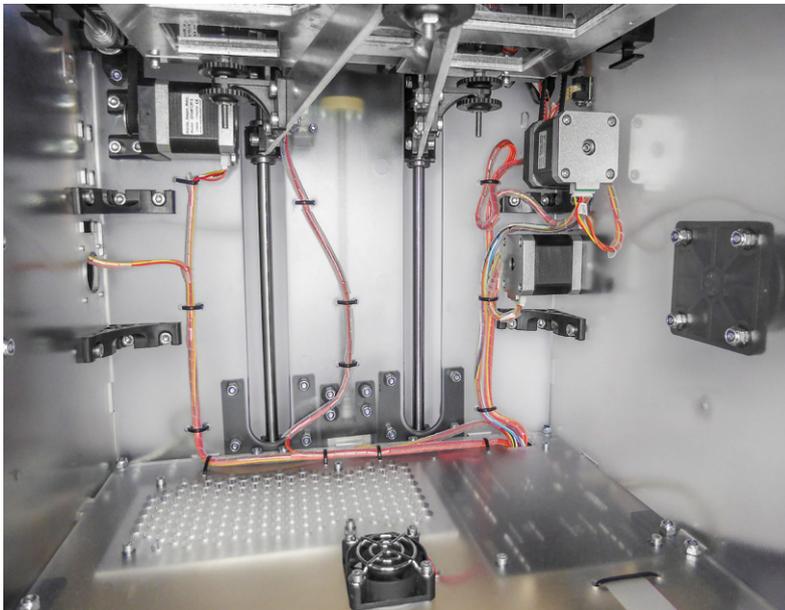


Bild 10: Mit einer sauberen Kabelführung steht kein Kabel im Weg und alles ist sicher befestigt.

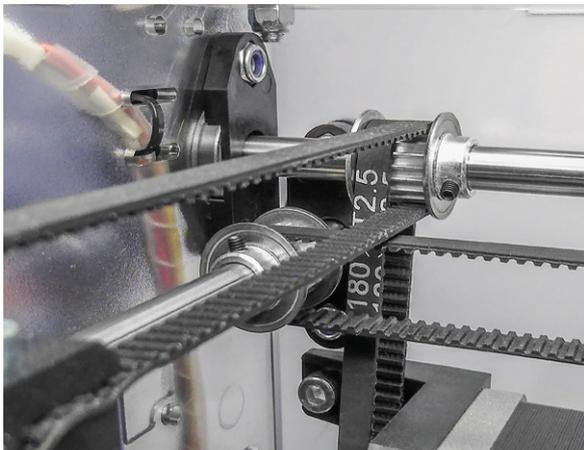


Bild 11: Hier sieht man, warum saubere Ausrichtung der Riemenantriebe wichtig ist – es geht eng zu.

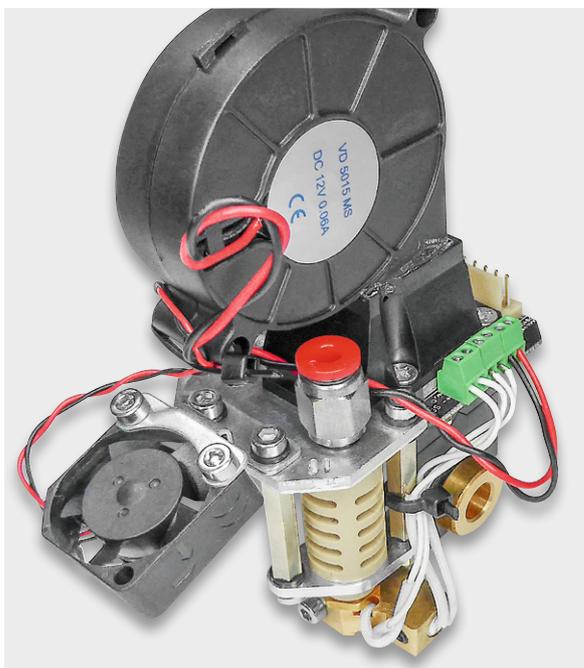


Bild 12: Der fertig montierte Druckkopf mit Lüftern und Filamentzuführung

des Aufbaus beleuchten. Der Aufbau ist an einem Tag zu schaffen, allerdings geht hier Sorgfalt vor Eile. Dabei sollte man die Anweisung in der Anleitung tatsächlich beherzigen, Handschuhe bei der Montage der Führungen zu tragen, denn die bereits ölbeschichteten Stangen sollten nicht mit bloßen Fingern berührt werden. Dies kann den Schmierfilm quasi unsichtbar unterbrechen, was dem späteren leichten Lauf der Lager abträglich ist.

Alle Teile sind in unzähligen, gut beschrifteten Tüten und Folien verpackt, der Bausatz kommt in einem erstaunlich kompakten Karton ins Haus.

Das benötigte Werkzeug ist am Beginn der Anleitung ausführlich aufgelistet, so dass man es sich

bequem und komplett vorab zurechtlegen kann. Einzige die benötigte Sicherungsring-Zange ist ein etwas spezielleres Werkzeug, der Rest findet sich wohl in jedem Werkzeugbestand.

Beim Zusammenbau des Polycarbonat-Rahmens sollte man, wie bereits erwähnt, aufmerksam arbeiten, um alle Teile auf Antrieb seitenrichtig zusammenzubauen. Lieber mehrmals die Anleitungsbilder mit dem eigenen Aufbau vergleichen, als später alles wieder demontieren zu müssen.

Die Passgenauigkeit aller Teile ist hervorragend, alles sitzt ohne Probleme an seinem Platz, man muss sich z. B. nicht um irgendwelche zu biegender Auslösefahnen für die Endstopps kümmern.

Auch die Kabelführung gibt keine Rätsel auf, wir haben die Kabelstränge aus optischen Gründen zusätzlich noch mit Spiralschlauch ummantelt (Bild 10).

Wichtig ist die genaue Ausrichtung der Riemenscheiben, diese sollte man akribisch gegeneinander ausrichten, so dass später ein exakt gerader Lauf entsteht und die Riemenscheiben, die zwei Riemen nebeneinander fassen müssen, diese auch sauber und ohne gegenseitige Behinderung führen können (Bild 11). Auch die Lage der Führungen für den Druckkopf muss präzise abgestimmt werden.

Größte Sorgfalt sollte man dem Aufbau der Z-Achse widmen. Hier sind eine ganze Reihe verschiedener Teile gleichzeitig auszurichten, zudem sind Schrauben der Träger für das Druckbett auch nicht ganz einfach zu erreichen. Auch ist es sehr wichtig, Motor, Wellenkupplung, Spindel und die Iglidur-Flanschmutter höchst genau aufeinander auszurichten und spannungsfrei zu befestigen, sonst kommt es bei der späteren Inbetriebnahme zum Klemmen des Antriebs.

Etwas kompliziert mag zunächst das Zusammensetzen des Druckkopfes erscheinen, aber die Anleitung führt sauber durch die Montage (Bild 12). Ein kleines Problem trat beim Einbau des Heizelements in den Heizblock auf. Er hatte einen kleinen Grat an der Bohrung, den man jedoch schnell mit einer feinen

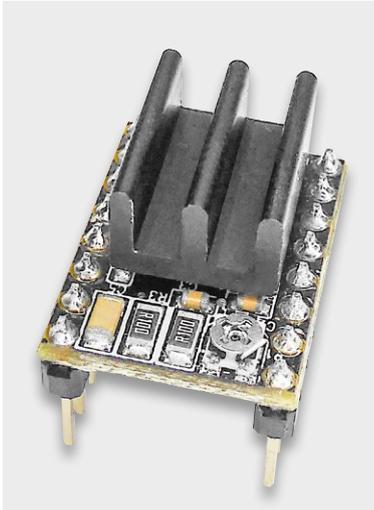


Bild 13: Die Treiber sollten mit einem zusätzlichen Kühlkörper versehen werden.

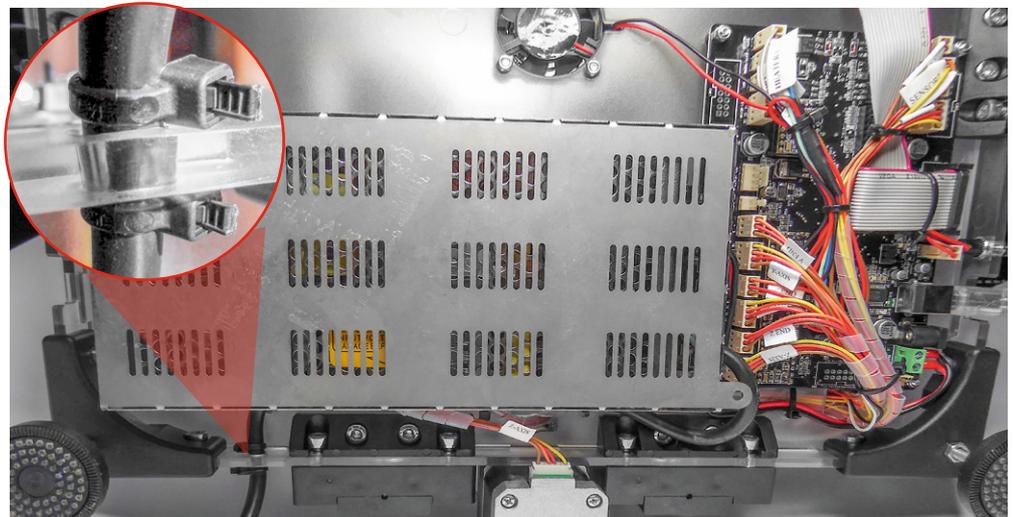


Bild 14: So erfolgt die Montage der Netzteilabdeckung. Das Netzkabel kann noch zusätzlich mit zwei Kabelbindern gegen Ziehen gesichert werden.

Feile beseitigen konnte. Der Halter trägt bereits eine für den einfachen Anschluss eines zweiten Druckkopfs vorbereitete Platine, hier sind dann nur noch die wenigen Leitungen für Heizung und Sensor anzuschließen.

Auf der Steuerungsplatine ist auf sorgfältige Kabelführung und die Fixierung der Kabel zu achten, damit später bei einem Transport des Druckers keine Leitung irgendwo hängen bleiben kann. Denn die Platine bleibt nach unten offen. Wir empfehlen, die Treiberbausteine und die MOSFETs für die Heizungen mit einem zusätzlichen Kühlkörper (Bild 13) zu versehen, so sind diese auch bei höheren Umgebungstemperaturen und durchgehendem Betrieb über lange Zeiträume gut gegen Überhitzung geschützt.

Abschließend noch ein Wort zum Netzteil. Dieses muss unbedingt mit dem mitgelieferten Schutzgehäuse versehen werden, da zum einen das Netzteil auch mit der aufgesteckten glasklaren Abdeckung der Schraubklemmleiste nicht berührsicher ist (zu große Gehäuselöcher für offenen Betrieb und im ungünstigen Fall kann man trotzdem mit den Fingern die Anschlüsse berühren), und zum anderen sich die Adern des Netzkabels lösen und z. B. die Steuerplatine erreichen könnten. Also sind sowohl Netzkabel als auch das 15-V-Lastkabel durch die beiden Durchführungen des Schutzgehäuses (Bild 14) zu führen als auch dieses über die seitlichen Befestigungslöcher mit den mitgelieferten Schrauben zu befestigen. Hier keine anderen Schrauben verwenden, diese könnten zu weit in das Netzteil ragen! Wenn man dann noch das Netzkabel wie in der Bauanleitung gezeigt mehrfach fixiert und noch mit einer einfachen Zusatz-Zugentlastung an der Gehäusedurchführung versieht, hat man einen sicheren Betrieb vor sich.

### Und wie druckt er?

Die Einrichtung des Druckers erfolgt recht einfach, man muss nur die Z-Achse in der Höhe einstellen und den Drucktisch nivellieren – fertig! Die Druckersoftware ist, wie gesagt, bereits fertig eingerichtet, lediglich das erwähnte Austauschen der Firmware kann nötig sein.

Wir haben Teile aus mehreren unterschiedlichen Filamenten mit dem

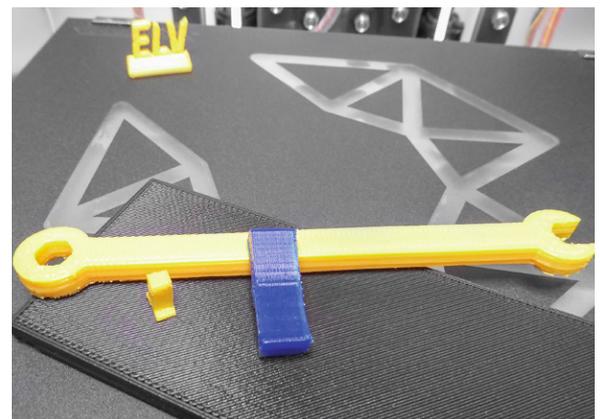


Bild 15: Die ersten Druckstücke mit verschiedenen Filamentsorten ergaben auf Antrieb gute Ergebnisse.

Drucker hergestellt, wobei hier das Augenmerk angesichts der feinen 0,35-mm-Düse und der geringen möglichen Schichtdicke besonders auf der Oberflächenqualität lag. Diese hat sich als recht glatt und mit sauberen Strukturen erwiesen, wobei auch da verwendete Filament einen Einfluss hat (Bild 15).

Fast alle ausprobierten PLA-Filaments hielten ausreichend auf der BuildTak-Auflage, meist war nur eine Brim-Schicht zur Haftung nötig, zum Raft muss man nur bei schlechter haftendem PLA und bei ABS greifen. Man kann auch mit etwas höheren Temperaturen drucken, bei PLA etwa mit 210 °C statt der sonst in der Praxis bewährten 195 °C.

Fazit: Der K8400 ist ein solider und auch optisch ansprechender Bausatz, für Einsteiger geeignet, erschwinglich und mit gutem Support. **ELV**



### Weitere Infos:

- [1] Kostenloser ELVjournal-Bericht als Download: Geben Sie einfach den Webcode #1408 im Suchfeld von [www.elv.de](http://www.elv.de) ein
- [2] Druckbettheizung zur Nachrüstung: <http://reprapteile.de/elektronik/druckbett.html>
- [3] [www.vertex3dprinter.eu](http://www.vertex3dprinter.eu)
- [4] Artikelbeschreibung des 3D-Druckers: Geben Sie einfach den Webcode #1409 im Suchfeld von [www.elv.de](http://www.elv.de) ein