

3D aus dem Holzbaukasten Ultimaker Original Plus

Infos zum Lernpaket

im ELV-Web-Shop

#10035

Ultimaker-3D-Drucker aus den Niederlanden sind die Kultfiguren in der Szene – sowohl als Fertigergerät als auch als Bausatz. Schon der erste im Jahr 2011 vorgestellte Ultimaker Original erntete alle erreichbaren Awards: „präzisester und schnellster Bausatz-Drucker am Markt“. Jetzt ist der Bausatz in der nächsten Edition erschienen. Anlass für uns, ihn genauer anzusehen.

Holzpuzzle

Das in der 3D-Druck-Fangemeinde immer wieder polarisierende Detail ist das legendäre Holzgehäuse. Es wird geliebt, bespöttelt, als hässlich oder eben auch als schön empfunden. Auch mir war es zunächst, nach reichlich Bau-Erfahrung mit den verschiedensten 3D-Druckern, als etwas, nun ja „anders“ erschienen. Ob-

gleich – bei zahlreichen Maker Fairs und in diversen besuchten Fab Labs habe ich den Ur-Ultimaker schon in Aktion gesehen und gestaunt, wie präzise und schnell dieser „Holzbaukasten“ aus Multiplexholz arbeitet. Dennoch, dem deutschen Ingenieur ist Metall dann doch näher, also stand ein kritischer Test des hölzernen Druckers an.

Der Bausatz kommt in einem erstaunlich kompakten Karton ins Haus, alle Teile sind, wie heute allgemein üblich, in nummerierten Plastikbeuteln verpackt (Bild 1).

Die Holzteile sind per Lasercut ausgearbeitet und befinden sich in mehreren Tafeln, die auch als Gehäuse-seiteile dienen (Bild 2). Damit die Einzelteile nicht herausfallen, sind sie mit Klebeband fixiert. Dieses Klebeband einfach abziehen, um die Kleinteile aus den umrahmenden Gehäuseteilen herauszulösen, ist keine gute Idee, denn dann würde ein unübersichtlicher Stapel Holzteile übrigbleiben, der das Zurechtfinden beim Aufbau des Druckers deutlich erschweren würde. Besser ist es, die Teilegruppen als komplette Gruppen mit einem Cuttermesser auf der Klebeband-seite aus den Rahmen zu lösen (Bild 3).

Hersteller:	Ultimaker BV, Niederlande
Bauraum:	210 x 210 x 205 mm
Druckgeschwindigkeit:	max. 300 mm/s
Schichtdicke/Auflösung:	0,02–0,2 mm
Druckkopf:	single, aufrüstbar auf Dualdruck
Heiztemperatur Druckdüse:	180 bis 230 °C
Druckbett:	Glas, beheizt, bis 70 °C
Verarbeitbare Materialien:	PLA, ABS, Nylon, Inflex, Laywood
Filament-Durchmesser:	2,85 mm, 3 mm
Software/Slicer:	Cura (Windows, Linux, Mac OS)
Firmware:	Marlin
Aufbau:	Holz, Lasercut
Abmessungen (B x H x T):	360 x 340 x 390 mm
Gewicht:	ca. 9 kg



Die Elektronik

Als Steuerung liegt dem Drucker ein neu designtes Arduino-kompatibles Ultimaker-Board (Bild 4) bei, das mit 24 V aus einem leistungsfähigen und gekapselten Netzteil (Bild 5) versorgt wird. Das liefert 221 W und wird selbst nach stundenlangem Dauerbetrieb mit voller Heizbett-Leistung kaum handwarm. Als Schrittmotortreiber arbeiten die bewährten Allegro A4988 auf dem Board, die offensichtlich über die Unterseite auf der Platine ausreichend gekühlt werden – mehr als 78,8 °C habe ich im Betrieb nicht gemessen. Natürlich kann man vorsichtshalber Kühlkörper aufkleben, Platz ist genug vorhanden. Das Board ist für eine Erweiterung mit einem zweiten Extruder und einem zweiten Druckkopf ausgelegt, auch die Gehäuse- und Montageteile des Bausatzes sind bereits dafür vorbereitet. Das Plus in der Bausatzbezeichnung stellt neben dem neuen Board und der Druckbettheizung sowie einer verbesserten Kühlluftführung der nun mitgelieferte Controller dar (Bild 6), es ist das allseits bekannte Standard-Gerät für die Marlin-Firmware und dient der Bedienung vor Ort und dem PC-unabhängigen Druck von einer Speicherkarte aus.

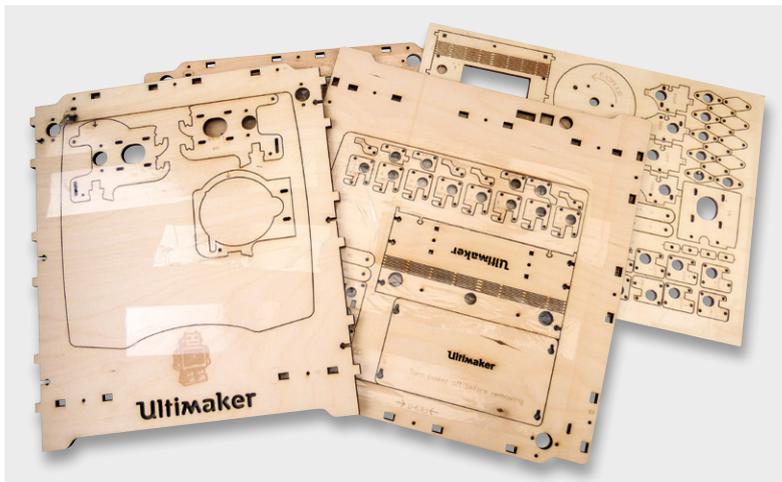


Bild 2: Alle im Lasercut-Verfahren ausgeschnittenen Holzteile sind in die großen Gehäuse-Teile eingebettet.

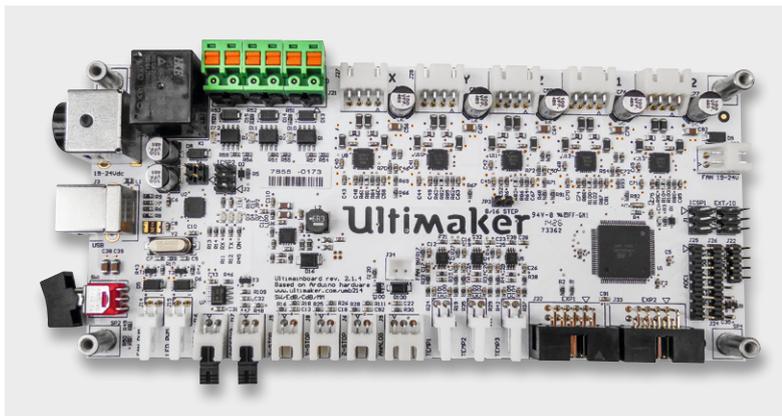


Bild 4: Die aktuelle Ultimaker-Steuerung ist bereits für Erweiterungen vorbereitet.

Es geht los!

Für den Aufbau des Bausatzes benötigt man nur wenige Werkzeuge: Kreuzschlitz-Schraubendreher, Pinzette, eine Montagezange und einen 5,5-mm-Steckschlüssel (Bild 7) – das ist es fast schon. Ach ja, einen Hammer noch! Kein Scherz, an mehreren Stellen der Bauanleitung wird sein Einsatz direkt empfohlen. Überhaupt, dass man mit Holz arbeitet, merkt man an diversen Stellen des Aufbaus – immer wenn es in der Anleitung heißt „This might take some force“, geht es rustikaler zu.

Die meisten Schrauben sind als Innensechskant-Schrauben ausgeführt – sehr gute Entscheidung in puncto Kraftübertragung –, dafür



Bild 1: Sauber sortiert, beschriftet und verpackt – der Bausatz kommt kompakt und übersichtlich ins Haus.

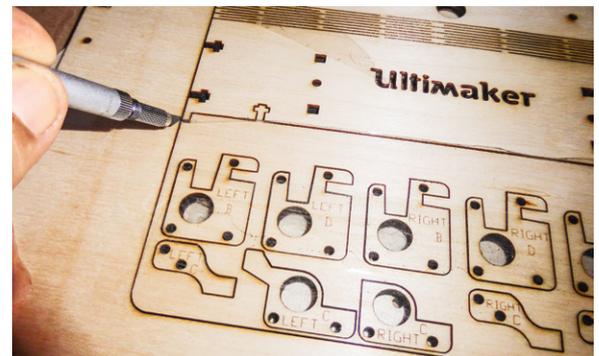


Bild 3: Mit einem Cuttermesser lassen sich die Holzteile auf der Klebebandseite in Gruppen aus den Rahmen trennen.



Bild 5: Das kräftige Netzteil liefert 221 W.



Bild 6: Der ebenfalls in einem Holzgehäuse untergebrachte Controller ermöglicht das autonome Arbeiten ohne angeschlossenen Computer.

liegen dem Bausatz ein passender Schraubendreher (Bild 8) und ein Sechskantschlüssel bei.

Entscheidend für den erfolgreichen Aufbau eines solchen Geräts ist die Bauanleitung. Die für den



Bild 7: Praktische Hilfe bei der Montage – ein Steckschlüssel der Größe 5,5 mm



Bild 8: Eine Gewähr für stabile Verbindungen – Innensechskant-Schrauben und der mitgelieferte Schraubendreher

Ultimaker gibt es in Form einer PDF-Datei und nur in Englisch. Das hört sich nach Handicap für den an, der nicht fließend Englisch beherrscht, aber hier kann man relativieren, denn die Anweisungen sind in leicht verständlichem Englisch verfasst und außerdem unterstützen der Satz und das Druckbild sowie Hervorhebungen wichtiger Hinweise die Lesbarkeit sehr (Bild 9). Dazu kommt eine reiche Bebilderung mit aussagekräftigen Fotos für wirklich jeden Bauschritt. So reicht auch Schulenglisch, um den Aufbau zu vollziehen. Fehler gibt es in der gesamten 99-seitigen Anleitung keine, so kam es während des Aufbaus auch nicht einmal zur berüchtigten und gefürchteten Demontage bereits aufgebauter Teile, wie es zuweilen bei anderen Bausätzen dieser Art vorkommt, weil irgendein Schritt ausgelassen oder missverständlich beschrieben wurde.

Für den Aufbau des Druckers sollte man die Devise „Der Weg ist das Ziel“ im Hinterkopf behalten und sich Zeit nehmen. In der Vorgängerversion der Bauanleitung sind zu jedem Aufbaukapitel Richtzeiten angegeben, in der aktuellen Version nicht. Denn die Richtzeiten sind nur von einem erfahrenen 3D-Drucker-Bauer zu schaffen, und man gerät schnell in Ge-

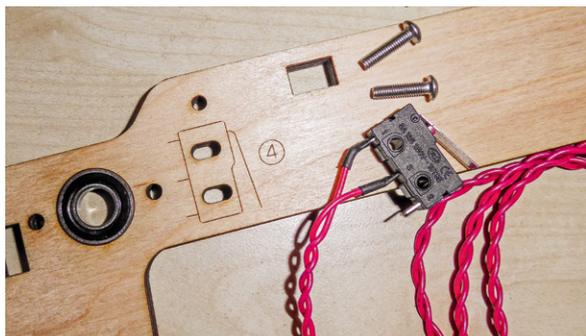


Bild 10: Markierungen und Beschriftungen auf den Holzteilen machen die richtige Montage einfach.

5. Attach the X motor to the back panel with four M3x25 bolts and a black motor spacer. Make sure the wires face downwards. Fig. 32.
6. Attach the Y motor to the left panel with four M3x25 bolts and a black motor spacer. Make sure the wires face downwards. Fig. 33 and 34.



When placing the motor, make sure that the wires of the black limit switch are in between the motor spacer and the frame.



Hook the cables behind the hook of the motor spacers, towards the edge of the plate. Fig. 35.



Use a screwdriver to open the hook and insert the cables.

Do not attach the X motor and Y motor too tight. The X motor and Y motor must be able to move up and down. You will adjust their position later.

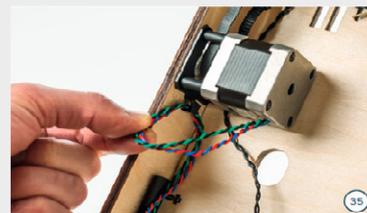


Bild 9: Vorbildliche und fehlerfreie Aufbauanleitung mit Bildern zu jedem Arbeitsschritt

fahr, sich selbst Druck und damit eventuell Fehler zu machen. Man nehme sich mehrere Abende Zeit und baue den Drucker Kapitel für Kapitel auf, denn es ist schon eine beeindruckende Menge an Teilen zu bewältigen.

Ein Tipp zu den Teilen: Die Tüten mit den Kleinteilen sollte man geordnet auf einer Fläche ablegen und die mit Schrauben und Bolzen mit einem Stift zusätzlich beschriften, und zwar nicht mit der Nummer, die aufgeklebt ist (diese löst sich im Lauf der Arbeit meist ab), sondern mit der Größe, also z. B. „3 x 20“.

Ziemlich perfekt

Nicht nur die reich bebilderte Aufbauanleitung unterstützt den Aufbau, auch sind die Holzteile vielfach per Lasergravur markiert, so kann man sich wunderbar über die richtige Lage von Anbauteilen und die Einbaulage der Holzteile selbst informieren. Bild 10 zeigt ein Beispiel für den Y-Endschalter.

Im Verlauf des Aufbaus merkt man, wie perfekt und detailverliebt konstruiert wurde. Selbst die Führungsblöcke für die X- und Y-Achse (Bild 11) sind aus zahlreichen kleinen Holzteilen zusammengesetzt, die zudem auch oft noch beweglich zu halten sind, Klemm- und Führungsarbeit leisten und sich als nicht weniger stabil als etwa ein sonst üblicher Aluminium- oder Kunststoffblock erwiesen haben. Manchmal merkt man, wie gesagt, dass man es mit Holz zu tun hat, dann muss, z. B. beim Einsetzen der Lager, mit etwas Nachdruck gearbeitet werden – stabil genug sind die Teile. Und man sollte strikt die Texthinweise

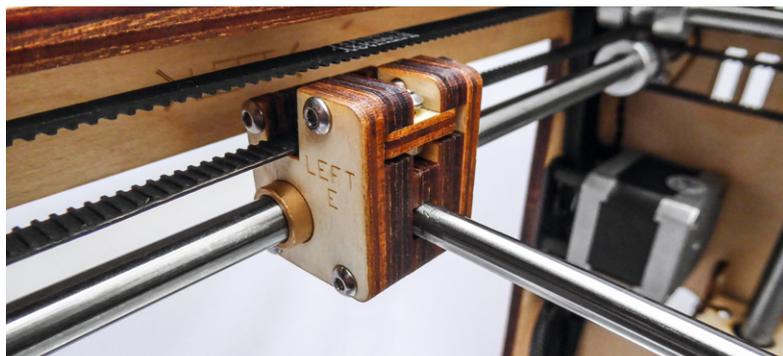


Bild 11: Ausgeklügelte Konstruktionen – die Führungsblöcke für die X-/Y-Achsen

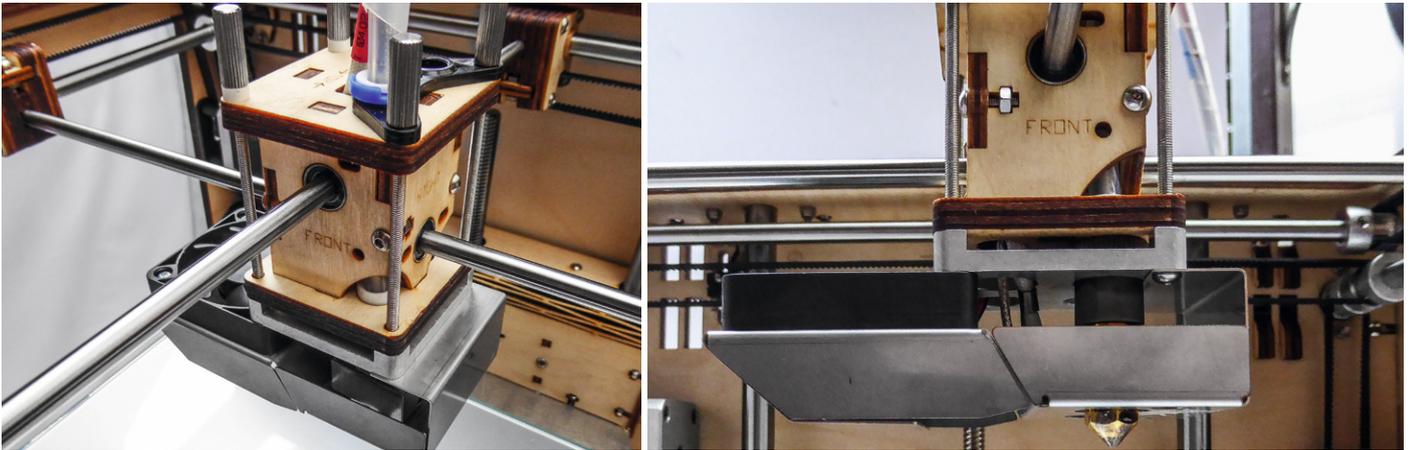


Bild 12: Der Druckkopf, ebenfalls im Holzgehäuse und mit neuer, effektiverer Luftführung

in der Anleitung beachten, wenn es heißt, Schrauben vorerst nur lose anziehen. Besonders beim Zusammensetzen des Gehäuserahmens und des Bodenteils erweist sich diese Hinweis als wichtig, da man sonst Probleme bekommt, die Zapfen der großen Teile ringsum in die zugehörigen Löcher zu bringen.

Originell, aber ungemein praktisch sind die Kabelführungen, die als Stoffschlauch gefaltet und von den Gehäusezapfen festgehalten werden. So erhält man eine sehr einfach gestaltete, aber sehr funktionelle und saubere Kabelführung, ohne den sonst üblichen Spiralschlauch und Kabelbinder einsetzen zu müssen.

Wahre Meisterwerke der Holzkonstruktion sind der Druckkopf (Bild 12) und der Extruder (Bild 13). Selbst das Zahnrad, das die Extruderwelle antreibt, ist aus Holz. Nur die notwendigsten Teile sind hier aus Kunststoff. Im Druckkopf wird die hohe Temperatur des Heizblocks und der Düse mit einer Teflonhülse entkoppelt. Der Extruder ist, vor allem um bewegte Massen zu verringern, vom Druckkopf abgesetzt – er fördert das Filament per Bowden zum Druckkopf. Deshalb sollte man auch, wenn es geht, zu 2,85-mm-Filament greifen (viele 3-mm-Filamente sind ohnehin eigentlich 2,85-mm-Ausführungen), dann gibt es garantiert keine Förderprobleme beim Druck.

Der Ultimaker arbeitet mit einem in der Z-Achse feststehenden Druckkopf, hier wird das Druckbett in der Z-Achse auf- und abbewegt. Dieses ist mit stabiler Grundplatte, leistungsstarker Heizung und Glasplatte sehr solide ausgeführt, zwei stabile Führungen tragen die Plattform (Bild 14). Bei der Fixierung des Heizungskabels gibt es eine geringfügige Abweichung zur Anleitung, das Kabel kann nur in der in Bild 15 gezeigten Lage wirklich fixiert werden. Und hier ist eine sichere Fixierung absolute Pflicht, denn ein Lösen des Heizungskabels aus den Schraubanschlüssen kann bei den 9,6 A, die das Netzteil liefert, unangenehme Folgen haben.

Hat man den Aufbau bewältigt, geht es an die Einstellung der Achsen und die Fixierung der Zahnriemenräder. Auch das wird genial einfach mit mitgelieferten Holzlehren (Bild 16) gelöst. Funktioniert gut und ergibt tatsächlich eine sehr saubere Ausrichtung der Achsen – da klemmt nichts, und schon der erste Druck bestätigte die exakte Einstellung, da er quer über das gesamte Druckbett lief.

Bleibt schließlich der Einbau der Steuerung und des Controllers. Die Steuerung wird unterhalb der Bodenplatte eingebaut (Bild 17), so sind Einschalter und Anschlüsse gut von außen erreichbar, die Verkabelung gestaltet sich aufgrund der ausreichenden Leitungslängen einfach. Das Fixieren erfolgt wieder einfach durch Klettband-Schlaufen. Ein Hinweis zum Heizbett-Kabel: Man sollte, wie in Bild 18 zu sehen, die offenen Litzenenden mit Aderendhülsen versehen, das ist betriebssicherer.

Der Controller ist ebenfalls in ein Holzgehäuse einzubauen, der geschickt ausgeführte Laserschnitt ermöglicht hier sogar ein Biegen der Gehäuseteile.



Bild 13: Auch der Extruder besteht zu großen Teilen aus raffiniert verschachtelten Holzteilen.

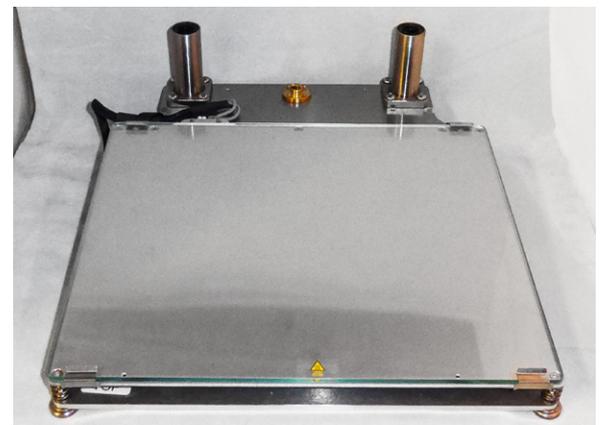


Bild 14: Solide Konstruktion – Druckbett mit Heizung, Glasplatte und Dreipunktnivellierung



Bild 15: So hält die Zugentlastung das Heizungskabel sicher fest.



Bild 16: Die Einstellung der X- und Y-Achse erfolgt mit solch einfachen Holzlehren – funktioniert perfekt!

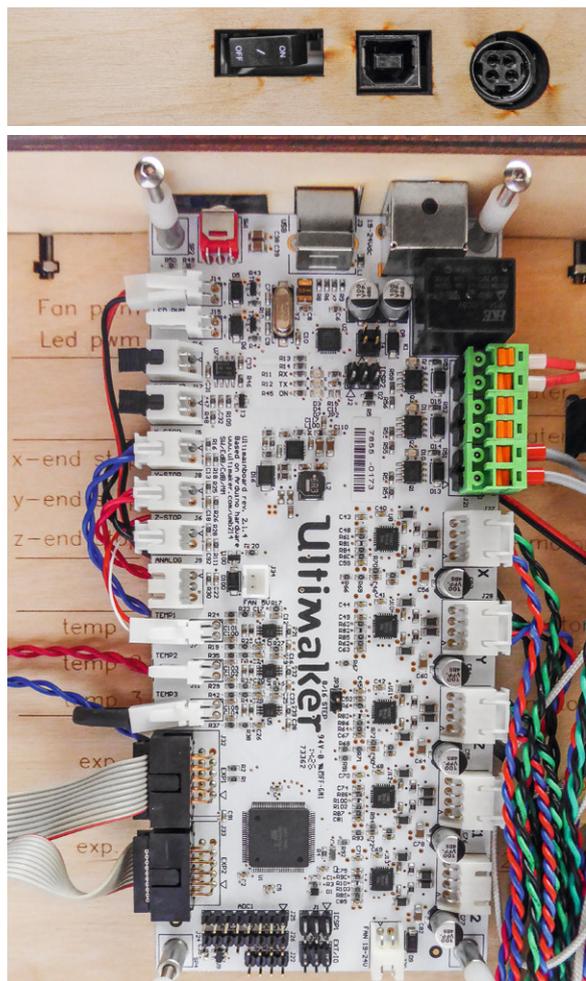


Bild 17: Das Steuerboard wird unterhalb der Bodenplatte eingebaut und kann hier sauber verkabelt werden. Oben sieht man die von außen zugänglichen Anschlüsse und den Einschalter.

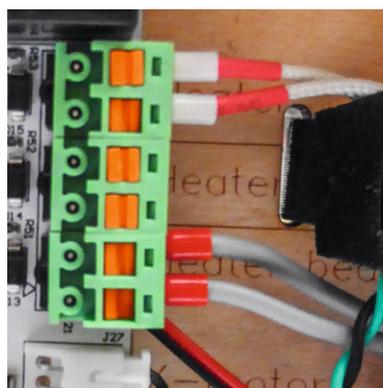


Bild 18: Die Anschlüsse für die Heizungen haben wir mit Aderendhülsen versehen.

Originell sind auch die Filament-Rollenhalter (Bild 19). Sie bestehen aus wenigen Steckteilen, das Ganze wird in eine Holzhalterung auf der Rückwand gesteckt, und man kann breite und schmale Rollen aufstecken. In der Praxis hat sich allerdings erwiesen, dass die Filamentrolle beim Transport des Druckers schnell herunterfällt. Wen dies stört: ein Blick in die Thingiverse-Sammlung fördert diverse selbst druckbare Rollenhalter zutage. Ist ja auch ein Grundgedanke des 3D-Druckers – sich selbst zu replizieren.

Dann steht er auf einmal fertig aufgebaut da, und die Spannung steigt: „Wird das auf Anhieb funktionieren?“

Ultimaker und Cura – ein starkes Gespann

Ein Link direkt aus der Bauanleitung führt auf die passende Ultimaker-Website zur Einstellung und Kalibrierung des Druckers. Dazu muss man zunächst die haus-eigene Druck- und Slicer-Software Cura (Bild 20) auf dem eigenen Rechner installieren. Diese ist von Ultimaker selbst entwickelt, natürlich speziell auf die Ultimaker-Drucker ausgerichtet, aber auch mit anderen 3D-Druckern liefert sie stabile und sehr gute Ergebnisse mit ihrem leistungsstarken und fehlerfrei arbeitenden Slicer.

Nach dem Start meldet sich ein Kalibrierungs-Wizard, der durch die Kalibrierung des neuen Druckers führt (Bild 21). Diese absolviert man mit vor Staunen offenem Mund – so schnell habe ich noch keinen 3D-Drucker fertig eingestellt. Es werden alle Endstopps getestet, die Heizungen, die Temperatursensoren, und schließlich wird nach Anweisungen auf dem Bildschirm der Drucktisch nivelliert. Der besitzt eine Dreipunkt-lagerung, die Einstellung erfolgt über federbelastete Rändelschrauben (Bild 22). Wie gesagt, die Prozedur ist kurz, und schon ist der Drucker bereit, sein erstes Druckstück zu produzieren.

Bisher haben wir jeden Druckerbausatz aus dem Stand heraus ein großes Objekt drucken lassen, um ihn einer hohen Dauerbelastung auszusetzen. So auch hier – wir denken praktisch und lassen den Drucker seinen eigenen Tragegriff drucken. Die Wahl fiel auf den schönen Tragegriff des Makers „Silvius“, der deutlich gefälliger aussieht als die von Ultimaker selbst angebotene Version. Um eine akzeptable Druckzeit mit nicht allzu schnellem Druck (damit die Mechanik des Druckers eine einigermaßen schonende Einlaufzeit erhält) zu erhalten, haben wir in Cura die niedrige Qualitätsstufe „Normal“ mit 0,3 mm Schichtdicke gewählt. So kam eine Druckzeit von etwas über 7 h zustande.

Der G-Code wurde auf der vom Ultimaker mitgelieferten SD-Karte gespeichert und der Drucker über Nacht in einem mit 15 °C relativ kalten Raum aufgebaut. Das stellt die Heizelemente auf die Probe. Also Karte in den Controller, der Druck von der Karte gestartet. Trotz der niedrigen Raumtemperatur heizt das Heizbett zügig auf, danach der Druckkopf und schon ging es los – völlig problemlos! In Bild 23 ist die absolut erste Lage, das Brim für den Handgriff, zu sehen. Fehlerfrei, keine Aussetzer, nahezu nichts – perfekt! Der „Holzbaukasten“ druckt ohne irgendwelche Anlaufprobleme, die Mechanik funktioniert ohne Klemmen, völlig reibungslos und superexakt. Dazu hatte der Slicer ganze Arbeit geleistet, ohne Stützlagen wurden saubere Überhänge gedruckt, wie



Bild 19: Die Filament-Rollenhalter sind aus Holzteilen zusammengesteckt.

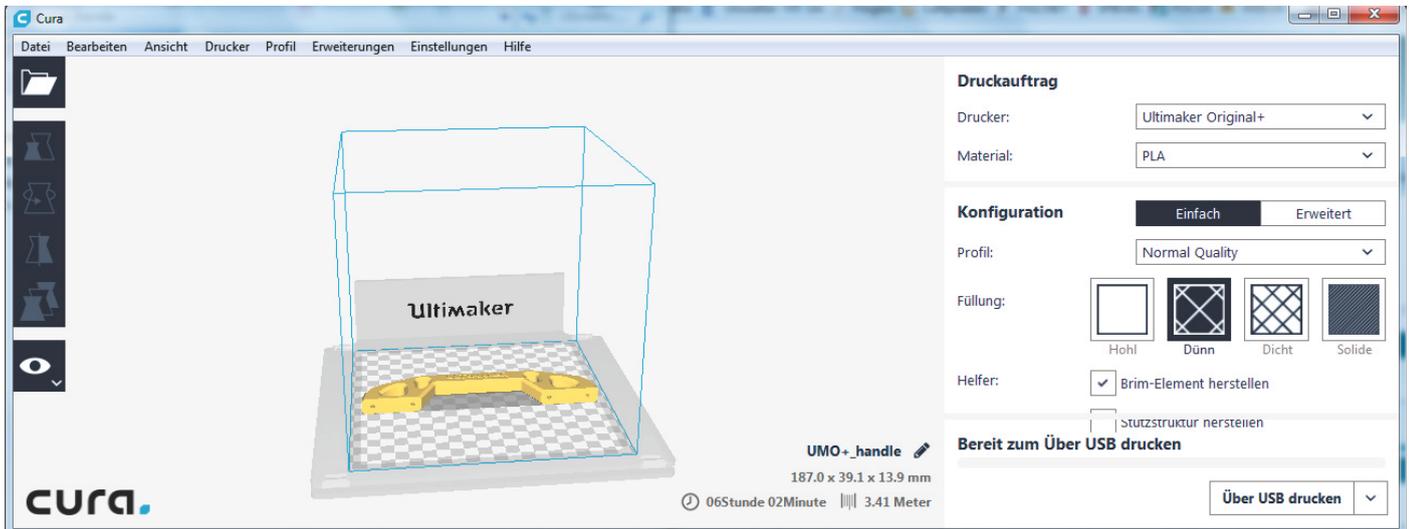


Bild 20: Speziell auf die Ultimaker-3D-Drucker zugeschnitten – die Open-Source-Software Cura ist für Windows, Mac OS und Linux verfügbar, hier die Windows-Version.

in Bild 24 bei den Sacklöchern für die Schrauben zu sehen.

So wurde der Drucker, lediglich von einer Webcam mit Aufnahmefunktion „bewacht“, um Störungen nachvollziehen zu können, über Nacht allein gelassen, und am nächsten Morgen lag ein fehlerfrei gedruckter Handgriff auf dem Drucktisch, der sogleich montiert wurde (Bild 25). Die dunklen Flecken auf dem Griff passen zwar irgendwie zum Brandzeichen-Design des Druckers, waren aber dennoch nicht so gewollt. Ursache war Wasser im mitgelieferten Filament, das beim Erwärmen in der Düse verdampft und dann auf der Oberfläche des Druckstücks mit einem Fleck „verpufft“. Die mitgelieferte Filamentrolle war auch nicht vakuumverpackt, sondern lediglich mit einer Folie umwickelt, so kann das Filament Wasser aus der Raumluft ziehen. Dafür kann der Drucker nichts, so etwas passiert in der Druckpraxis immer wieder einmal.

Zeit, ein Fazit zu ziehen. Die anfängliche Skepsis ob des „Holzbaukastens“ hat sich in Begeisterung gewandelt. Der Ultimaker Original Plus ist ein absolut ausgereifter Bausatz, der selbst so manches Fertiggerät in den Schatten stellt. Er ist stabil und robust, arbeitet auf Anhieb problemlos, druckt präzise, und bietet weiteres Ausbaupotenzial. Beindruckend ist die einfache Inbetriebnahme ohne mühsames Einstellen, auch das ist der restlos durchdachten Konstruktion zu verdanken. Stromversorgung und Heizung sind kräftig dimensioniert und erfordern keinerlei Nachrüstung wie bei manch anderem Drucker.

Einziger Wunsch an die Entwickler wäre ein leiserer Motorlauf – insbesondere der Z-Achse –, der sich mit moderneren Motortreibern, z. B. dem Trinamic TMC2100, erreichen lässt. Leider sind die hier verbauten Treiber nicht austauschbar, sonst hätten wir das gleich einmal ausprobiert. Denn die mechanischen Laufgeräusche des Druckers sind sonst minimal, hier würde sich ein leiserer Motorlauf absolut lohnen, und wir hätten einen flüsterleisen Drucker quasi für den Schreibtisch.



Bild 21: Der Configuration Wizard von Cura führt automatisch durch die Tests und Einstellungen, er erleichtert die Kalibrierung ungemein.

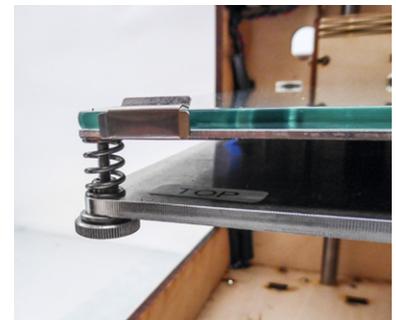


Bild 22: Die Nivellierung des Druckbetts erfolgt über federbelastete Rändelschrauben.

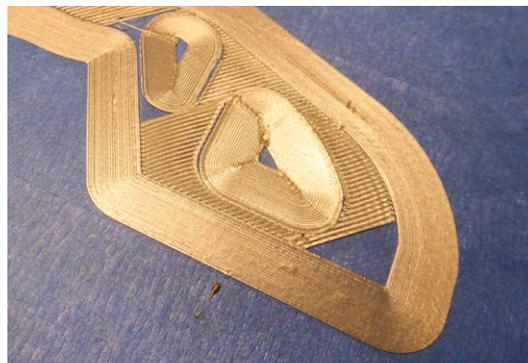


Bild 23: Die allerersten Filament-Bahnen des Druckkopfs unmittelbar nach dem Aufbau – sauber!

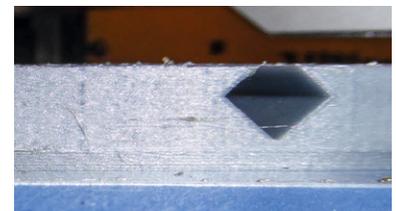


Bild 24: In der Vergrößerung gut zu sehen: 45°-Überhänge ganz ohne Stützkonstruktion – das bedeutet gutes Temperaturmanagement beim Kühlen und sehr exakte Filamentablage.

Alles in allem: Original bleibt eben Original!



Bild 25: Das erste Druckstück – ein stabiler Tragegriff für den Ultimaker