

Bericht über einen 3D-Drucker

Tags:	3D-Drucker Reprap
Autor/Impressum:	Florian Schulz, Windrather Talschule, Velbert
Geeignet für Klassenstufe:	11 – 12
Zeitdauer:	
Pädagogische Ziele:	Einblick, wie die virtuelle Welt wieder in die Materielle zurückwirken kann
Pädagogischer Hintergrund:	
Nötige Vorbereitungen:	Computer mit entsprechender Software
Hilfsmittel:	
Involvierbare Fächer:	Informationstechnologie
Erscheinungsdatum:	Oktober 2013
Letztes Überarbeitungsdatum:	Oktober 2013

Kurzbeschreibung

Der 3D-Drucker ist auf dem Vormarsch und fasziniert durch die Möglichkeit, beliebig geformte Gegenstände nach eigenen Entwürfen als Kunststoffmodell herstellen zu können. Doch wie weit ist die Technik im Jahre 2012? Hier wird ein preisgünstiger Drucker auf seine Verwendbarkeit geprüft und ein erstes Fazit gewagt. Mittlerweile gibt es wieder eine ganze Reihe neuer Entwicklungen, doch sind bestimmte Schwierigkeiten sicher typisch.

1 Erfahrungen mit dem 3D-Drucker

Vom Konzept bietet sich der 3D-Drucker für den Unterricht in der 12.Klasse ideal an, denn er zeigt, wie die Computertechnik in die physische Welt zurückzieht. Mit ihm lässt sich fast jede beliebige Form, soweit sie ein gewisses Maß nicht überschreitet, aus Kunststoff herstellen. Die derzeitige Entwicklung auf diesem Gebiet ist so weit fortgeschritten, dass für unter 1000 Euro ein brauchbares Gerät erstanden werden kann. So ein Gerät habe ich im Auftrag der Lehrplankommission für Informationstechnologie erstanden und ausführlich getestet. Im Folgenden werde ich meine Erfahrungen darlegen und eine vorläufige Beurteilung für den Einsatz im Unterricht abgeben. Das Gerät bestellte ich über eine Internetseite direkt vom Hersteller, einem kleinen Ingenieurbüro in Indien. Nach weniger als einer Woche erhielt ich es per DHL. Beim Transport war die linke Seite des Plexiglasrahmens teilweise gebrochen. Es betraf aber keine statisch stark belasteten Zonen, so dass ich es erst einmal mit Kunststoffkleber reparieren konnte.

1.1 Erste Vorbereitungen

Das Netzgerät, ein Computernetzteil, musste an der Seite angeschraubt werden, das USB-Kabel mit dem Computer verbunden sein, die Halterung für die Spule mit dem PLA-Strang angeschraubt und der PLA-Strang in den Extruder eingefädelt werden, dann sollte das Gerät schon einsatzbereit sein. Setze man das Netzgerät an die vorgesehene Stelle, so ragte es an der Hinterseite an die zehn Zentimeter über den Drucker hinaus. Zudem war das Anschlusskabel etwas zu kurz, so dass ich das Netzgerät schließlich etwas anders befestigt habe. Nun wollte ich den Drucker in Betrieb nehmen und installierte die angegebene freie Software auf dem PC. Doch das Programm mit dem Namen Pronterface erkannte den Drucker nicht. Es folgte eine stundenlange Suche nach Treibern, bis ich auf einer Internetseite vom Hersteller der Elektronik den Hinweis fand, dass eine Steckbrücke (ein sogenannter Jumper) für die Printboard genannte Elektronik nun für den Normalbetrieb gezogen statt eingesteckt sein muss. Ansonsten befindet sich das Gerät im Modus zum Aufspielen neuer Firmware. Nachdem ich also den Jumper zog wurde das Gerät vom PC erkannt und der Drucker ließ sich steuern. Das nächste Problem war die Befestigung der Spulen mit dem PLA-Strang (Filament). Die beiden Spulenhälften waren ursprünglich durch kleine Plastiknasen zusammen geklickt, doch viele von denen waren abgebrochen, so dass ich die Spulenhälften mit langen Schrauben zusammen halten musste, um sie auf den Halter an der Seite aufzulegen.

1.2 Geeignete Vorlagen

Die erste Druckvorlage erstellte ich mit dem frei erhältlichen Programm SketchUp von Google, ein kleines, einfaches Häuschen, 47 mm breit und 35 mm hoch. Ich kämpfte dann nach kurzer Einarbeitung damit, dass die dreidimensionale Vorlage einen Körper mit vollständig geschlossener Außenfläche ohne Innenflächen darstellen muss, was bei der Konstruktion viele Schritte ausschließt und besondere Kenntnisse und Sorgfalt erfordert. Mit diesem Problem hatte ich in der Folgezeit immer wieder zu kämpfen und musste eine ganze Reihe von Kniffen erlernen, druckbare Vorlagen zu erstellen.

Im SketchUp-Programm muss zusätzlich ein Plugin installiert werden, um Dateien mit der Erweiterung .stl zu erzeugen, die das slice-Programm, welches die Druckkopfwege daraus berechnet, lesen kann. Die endgültige Steuerdatei für den Drucker besitzt dann die Erweiterung .gcode.

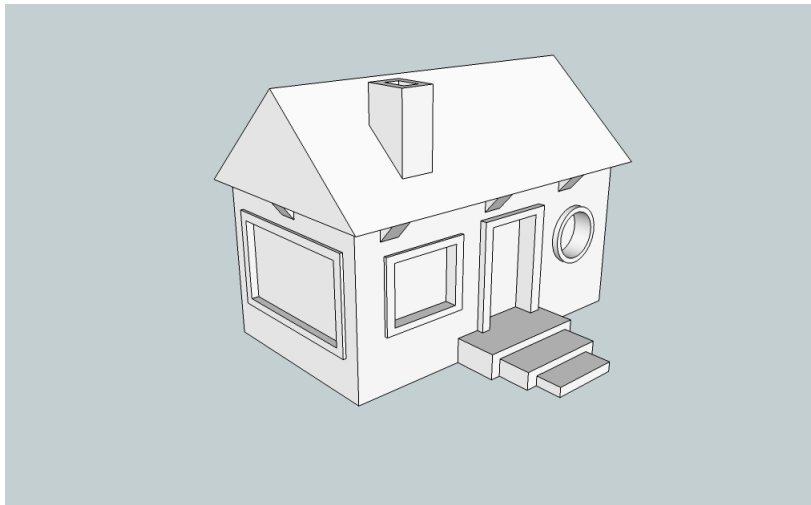


Abbildung 1: Ein Haus, die erste Druckvorlage

Nachdem dieser Schritt nun auch erfolgreich getan war, konnte der erste Druck starten. Das Heizbett braucht die richtige Temperatur, damit die ersten Lagen des Druckes festkleben. Ansonsten verrutscht das Objekt während des Druckes und heraus kommt ein unbrauchbares Gebilde aus aufeinander geklebten Kunststofffäden. Die untersten Lagen des Häuschens erschienen recht korrekt und nach einer halben Stunde etwa kam es zu den Überhängen bei den Fensterstürzen der eingelassenen Fenster. Hier hatte der halb flüssige Kunststofffaden eine Spannweite von 14 mm zu überbrücken und hing in den ersten Lagen reichlich durch. Innen gestaltete ich das Haus hohl und musste darauf achten, dass die Steigung der Dachschräge groß genug war, dass der Faden nicht absackt. So trat bei mir die Ernüchterung ein, dass nicht jede beliebige Form gedruckt werden kann. Die Auflagefläche am Boden muss groß genug sein, Überhänge von mehr als einem Millimeter müssen in schrägen Strukturen aufgebaut werden.

1.3 Stabilität

Für einen von mir entwickelten Halbleiterteslatransformator stellte ich die Spulenhalterungen her, siehe Abbildung 3. Sie besteht aus einem Klemmring, in welchen das Kunststoffrohr mit einem Durchmesser von fünf Zentimetern eingeklemmt wird und fünf 6 cm hohen Stützen. Diese sind in Abbildung 2 dargestellt. Im ersten Versuch druckte ich ein komplettes Teil. Als problematisch stellte sich der Druck der senkrechten Stützen heraus, dass die Zuführung des Filaments in den Übergängen von einer Stütze zur nächsten stets unterbrochen werden musste: der Druck musste Ring für Ring bei jeder Stütze in jeder Lage neu ansetzen. Das hatte zur Folge, dass die Stützen bei geringer Querbelastung sofort abbrechen. Ich druckte in der Endversion die Stützen liegend und den Ring getrennt und steckte zuletzt die Teile nach kurzem Abschleifen der Grate und überstehenden Strängen bündig zusammen, was jetzt eine hohe Stabilität ergab. Es ist also die Faserrichtung des Druckes ausschlaggebend für die Biegefestigkeit der Teile.

1.4 Extruderverstopfung

Sehr viel Aufwand erforderte die Pflege und Wartung des Extruders, jenes Teils, in dem das Filament aufgeschmolzen und aus der Düse als Faden herausgepresst wird. Das allmählich nach unten zur Düse hin weich

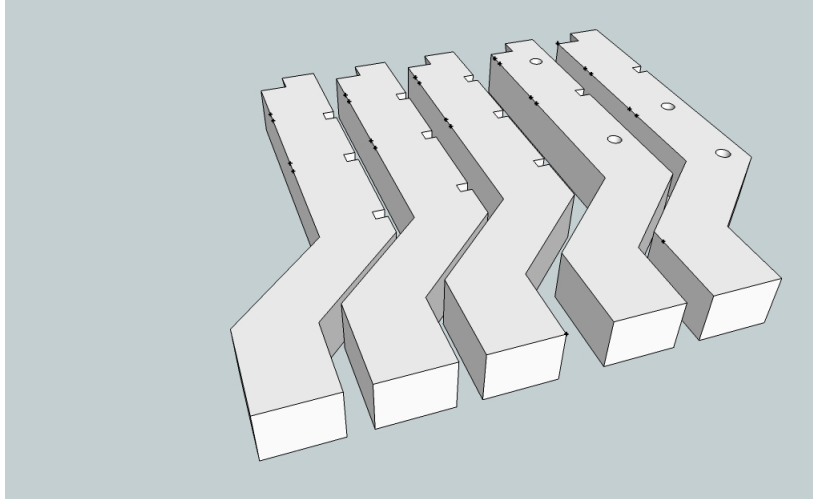


Abbildung 2: Die Stützen des Spulenhalters

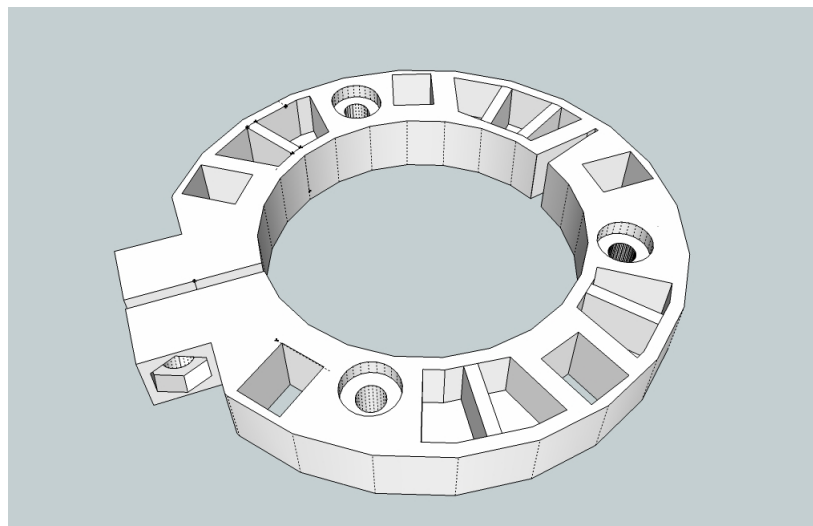


Abbildung 3: Der Spulenhalter

werdende Filament verdickt sich unter dem Pressdruck von oben. Deshalb darf es nur direkt über der Düse erhitzt werden, sonst verklemmt es im Rohr. Zu diesem Zweck wird es durch eine Teflonröhre geführt. Wird der Extruder insgesamt zu heiß, etwa indem das Material nicht schnell genug weitergeführt wird, verklemmt das Filament, wird zu lange erhitzt und das PLA-Material bildete zuweilen Kristallartige Krümel, die die Düse verstopften. Das notwendige Zerlegen des Extruders gelingt nur, wenn er mit einer externen Spannungsversorgung soweit erhitzt wird bis der Kunststoff, der sich in den Rillen der Gewinde festgesetzt hat, geschmolzen ist. Dann kann man mit einer Zange und Pinzetten den Extruder von den PLA-Resten befreien und wieder montieren. Zudem musste das PLA-Filament durch ein Stück Schwämmchen gezogen werden, um anhaftenden Staub abzustreifen, der sonst im Extruder mit dem geschmolzenen PLA Klümpchen bildet und die Düse verstopft. Nach dem Druck von 2 Kg PLA-Filament ist das Zackenrad, welches das Filament in den Extruder drückt, kaum sichtbar aber fühlbar stumpf geworden und das Filament rutschte durch. In der Folge riss der Druck oft nach einer Zeit von 15 bis 60 Minuten ab und nur noch einzelne Tropfen und Fadenfragmente ergaben ein katastrophales löcheriges Druckergebnis. Nach dem Verschieben des Zahnrad auf der Welle des Schrittmotors ließ sich dieser Fehler beheben. Nun liegt wieder ein Bereich mit scharfen Zacken am Filament an.

1.5 Weitere Störungen und Schwierigkeiten

Im Dauerbetrieb kommt es zuweilen vor, dass sich Schrauben lösen. Eine empfindliche Sache ist die Justage der Anfangshöhe. Die Düse sollte in der ersten Lage 0,1 bis 0,15 mm über dem Boden liegen. Liegt sie zu tief, wird weniger Material aufgetragen als nachgeführt wird, im Extruder staut sich das Filament und das Zackenrad rutscht durch. Im schlimmsten Fall kratzt die Düse das Klebeband am Boden, das sogenannte Kaptontape, auf. Liegt sie zu hoch, klebt die erste Lage nicht am Boden fest und die Lagen verrutschen gegeneinander.

Zum Teil legte sich ein Kabelbaum, der zum Extruder führt, vor die Aluminiumstreifen, die in einer Gabellichtschranke einfahrend als Endschalter dienen, oder die Aluminiumstreifen verbogen durch Berührung. Dann funktionierte die Endabschaltung der Fahrwege nicht und die Schlitten knallten an den Anschlag. Da half nur, schnell den Netzstecker zu ziehen. Hier wären konstruktive Änderungen vonnöten: Kabelführungen und verbesserte, störungssichere Endschalter.

1.6 Druckzeiten

Das kleine Häuschen benötigt eine Druckzeit von etwa einer Stunde, ein Spulenhalter wurde in 2 bis 3 Stunden fertig. Angesichts der vielen Störungen, die den Druck begleiten können, ist zwar keine stete Aufsicht, doch ein regelmäßiges Kontrollieren des Druckvorgangs nötig. Einen Klassensatz von 10 bis 15 Exemplaren zu drucken, erfordert eine Anwesenheitszeit, die den Rahmen eines üblichen Unterrichts sprengt.

1.7 Erstes Fazit

Der 3D-Drucker ist ein faszinierendes Gerät, das das Schülerinteresse stark anspricht. Technisch sind die günstig zu erstehenden Geräte soweit ausgereift, dass sie brauchbare Resultate liefern aber auch ein großes Know-How und Einarbeitung benötigen. Die Erstellung der Vorlagen braucht ebenso einige Übung. Der Druck einer ganzen Serie von Objekten ließe sich vielleicht mit einer Art Schichtdienst mit interessierten und technisch begabten Schülern höherer Klassen realisieren. Der reguläre Unterricht bietet zumeist keinen Raum für ein derart aufwändiges Verfahren.