

Tim Gerber

# 3D-Drucker-Grundlagen

## Aufbau und Funktionsweise von 3D-Druckern mit Schmelzschichtverfahren

Mit 3D-Druckern lassen sich aus eigenen 3D-Entwürfen greifbare Gegenstände machen – kein Wunder, dass die Geräte in immer mehr Hobby-Kellern und Bastelwerkstätten stehen. Wir zeigen, aus welchen Komponenten sie bestehen und wie sie arbeiten.

Die meisten 3D-Drucker erstellen Druckobjekte, indem sie aus einfarbigem Kunststoffdraht (Filament) in einem heißen Extruder einen dünnen Faden erzeugen, aus dem sie das Objekt schichtweise aufbauen. Dieses Verfahren nennt sich Schmelzschichtverfahren oder FDM (englisch: Fused Deposition Modelling).

Bevor der Druck beginnen kann, muss das 3D-Modell von einem Slicer-Programm aufbereitet werden – es heißt so, weil es das virtuelle Objekt in druckbare Scheiben zerlegt. Die meisten gedruckten Objekte sind hohl, um Material zu sparen. Oft enthält ihr Inneres schmale Streben zur Stabilisierung, Infill genannt.

Für den Druckvorgang wirken mindestens vier Antriebe zusammen: Einer drückt den Filamentdraht in den Extruder, die drei anderen sorgen für die Bewegung entlang der drei Raumachsen. Die Elektronik des Druckers koordiniert alle vier Bewegungen so, dass aus einem digitalen 3D-Modell ein physisches Objekt entsteht.

Allen 3D-Druckern ist gemeinsam, dass sich der Druckkopf im Laufe des Drucks

immer weiter vom Tisch entfernt, auf dem die gedruckten Schichten liegen. Diese senkrechte Bewegungsebene nennt man die Z-Achse. Die Fläche des waagrechten Tisches bildet die X- und Y-Achse.

Trotz vieler Gemeinsamkeiten folgen nicht alle 3D-Drucker derselben Bauweise. Unter anderem unterscheiden sich die Geräte darin, wie sie die Bewegungen entlang der drei Achsen auf einzelne Komponenten verteilen. Manche Modelle fahren den Extruder horizontal über die Tischfläche, die nur nach unten fährt. Bei anderen steigt der Kopf langsam nach oben (Z), während Motoren den Tisch nach rechts und links (X) sowie vor und zurück (Y) bewegen. Einige wenige Modelle bewegen ausschließlich den Druckkopf. Jeder Ansatz hat Vor- und Nachteile, insbesondere hinsichtlich der zu bewegenden Masse.

Die Bewegungen erledigen präzise steuerbare Schrittmotoren. Solche Motoren teilen Umdrehungen in feste Einzelschritte.

Um die Position der bewegten Elemente festzustellen, orientieren sich die Drucker an Endpunkten, die entweder über Schalter oder Lichtschranken umgesetzt sind.

Deshalb beginnt jeder Druckvorgang mit dem sogenannten Homing, bei dem der Drucker nacheinander jeden Endpunkt anfährt. Alle weiteren Bewegungen gehen von diesen Nullpunkten aus, wie in einem kartesischen Koordinatensystem. Nach diesem Prinzip arbeitende Geräte heißen deshalb auch kartesische Drucker.

### Angeheizt

Bei vielen Modellen ist das Druckbett beheizbar. Dadurch haftet das Filament besser auf dem Tisch, was besonders bei der Herstellung der kritischen ersten Schicht wichtig ist. Außerdem verhindert die Heizung, dass sich der Kunststoff durch zu rasches Abkühlen verzieht (Warping).

Die Tendenz zum Warping hängt vom verwendeten Material ab; bei Druckern ohne beheizbare Platte muss man sich auf verzugsarm abkühlende Grundstoffe beschränken. Es gibt auch andere Möglichkeiten, Modell-Verzerrungen entgegenzuwirken: Spezialbeschichtungen können dem Material ebenfalls die nötige Haftung verleihen.

Herzstück der Druckersteuerung ist ein Mikrocontroller, meist vom Typ ATmega 2560, der auch auf dem Arduino Mega 2560 sitzt. Der Controller überwacht über Thermowiderstände auch, ob die Temperaturen an Extruder und Druckbett stimmen. Von diesen Werten ausgehend regelt der Controller die Heizleistung beider Komponenten.

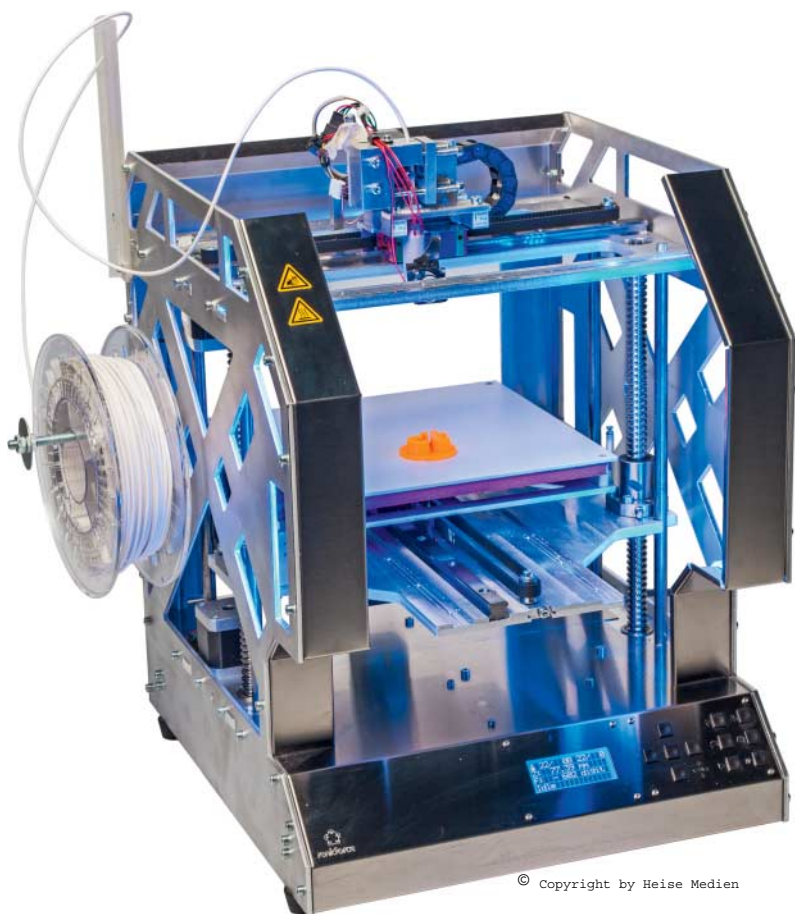
Einige Drucker sind darauf ausgelegt, vom Anwender erweitert zu werden – beispielsweise um einen zweiten Extruder, der Stützmaterial druckt oder eine zweite Modellfarbe beisteuert.

Die Firmware für die meisten Drucker mit ATmega-Chips ist Open Source und lässt sich über die Arduino-IDE anpassen und auf den Drucker spielen. Mit Platinen aus dem Elektronikhandel lassen sich bequem zusätzliche Motortreiber und Heizelemente an den Arduino anschließen, aber auch ein Display.

(tig@ct.de)

ct Tutorials und Tipps: [ct.de/y47w](http://ct.de/y47w)

**Der 3D-Drucker Renkforce RF1000 arbeitet mit dem typischen Schmelzschichtverfahren. Als Druckmaterial dient Kunststoffdraht, der von der Rolle links zugeführt wird.**

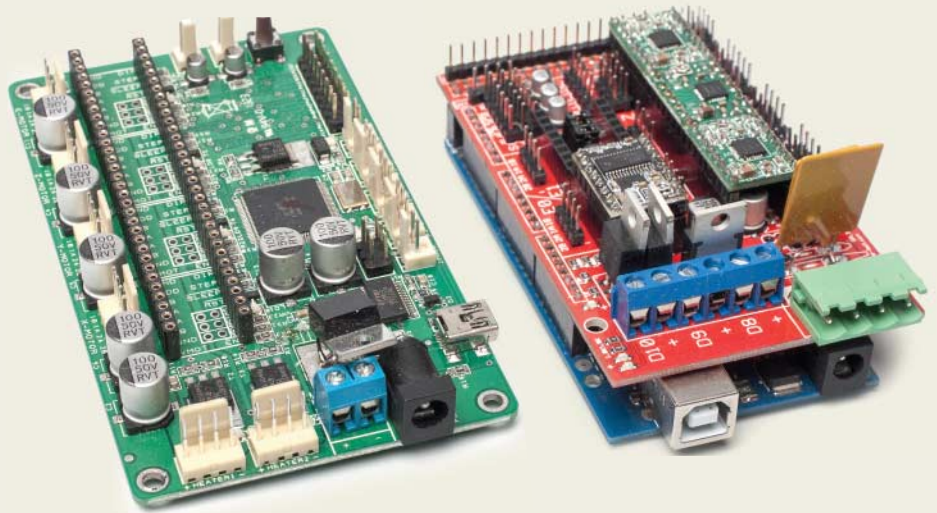


© Copyright by Heise Medien

## Bestandteile eines 3D-Druckers für das Schmelzschichtverfahren

### Controller-Board

1 | Herzstück jedes 3D-Druckers ist ein Mikrocontroller. Häufig kommt dabei der hier verbaute Controller vom Typ ATmega 2560 zum Einsatz. Eigenbauten verwenden gern einen Arduino vom Typ Mega 2560, auf den ein Zusatzboard mit den notwendigen Motortreibern und MOSFETs aufgesteckt wird. Dieses gibt es im Elektronik-Fachhandel fertig zu kaufen (rechts). Kommerzielle Anbieter verwenden eigene Boards, bei denen die meisten Komponenten auf einer gemeinsamen Platine unterkommen (links).



### Z-Achsen-Antrieb

2 | Das schichtweise Anheben des Druckkopfs respektive Absenken des Drucktisches erfolgt meist über eine Gewindestange. Davon gibt es verschiedene Ausführungen: Einfache Geräte verwenden ein gewöhnliches metrisches M8-Gewinde; Trapezgewinde haben wenig Spiel und sind deshalb die bessere Wahl. Im Bild zu sehen ist eine hochpräzise, aber auch sehr teure Kugelumlaufspindel.



### Schrittmotor

3 | Mindestens vier Schrittmotoren sorgen dafür, dass Extruder und Drucktisch präzise zusammenarbeiten. Ein Motor ist nur damit beschäftigt, das Druckmaterial (Filament) exakt in der benötigten Menge nachzuschieben. Manche Drucker-Boards steuern zusätzliche Motoren, etwa für eine Doppelspindel beim Z-Antrieb oder einen zweiten Extruder.



### Schrittmotortreiber

4 | Für jeden Schrittmotor benötigt der Drucker eine spezielle Steuerschaltung. Der verwendete Treiber-Chip schaltet Ströme bis zu 2 Ampere, benötigt ab etwa 1,5 Ampere allerdings einen Kühlkörper.



### Extruder

5 | Was für den Tinten drucker der Druckkopf, ist für den 3D-Drucker der Extruder. Die meisten Kunststoffe werden darin auf 190 bis 230 Grad Celsius erhitzt; einige Extruder schaffen für Spezialstoffe sogar 300 Grad. Ein Schrittmotor schiebt den Filamentdraht nach, sodass an der feinen Düse ein dünner Plastikfaden von exakt berechneter Länge austritt. Durchschnittlich haben Düsen eine Bohrung von 0,4 Millimetern. Im Bild gut zu sehen sind die eigentliche Heizpatrone und darüber der auf die Messingdüse geklebte Thermowiderstand.

