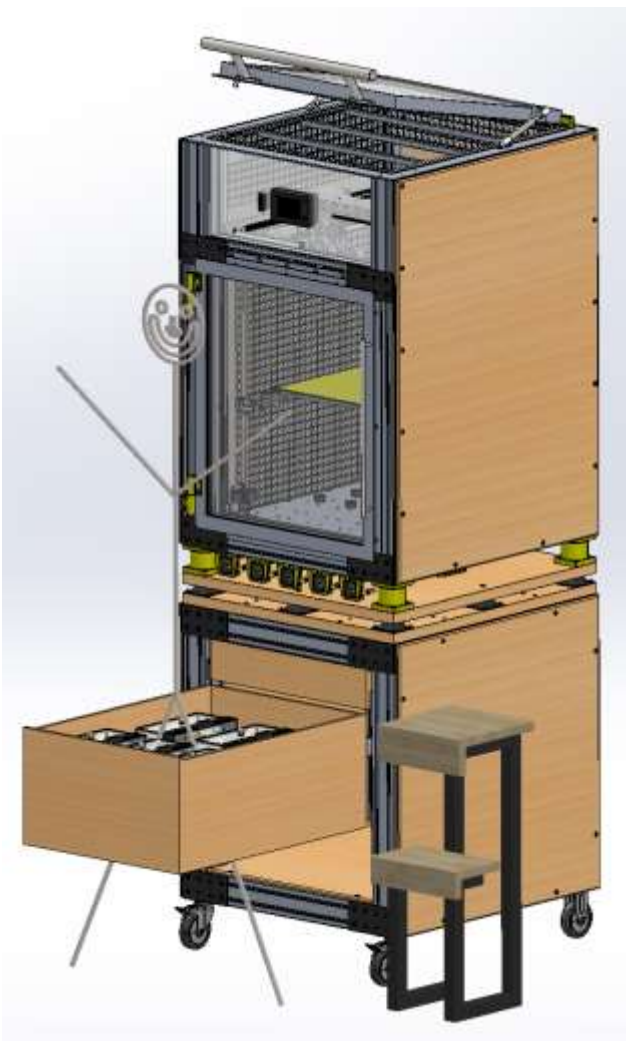


# Projektarbeit 3D-Drucker:

## ConjurerFive von Florian Steigert

Die Aufgabenstellung umfasst die Entwicklung, Konstruktion, Fertigung und Testphase eines 3D-Druckers. Die Hauptproblematik bestehender „Mehrfarben“-Drucker ist die Verschwendung von Material, welches bei der Reinigung der Druckdüse entsteht, wenn von einer auf die andere Farbe bzw. anderes Material gewechselt wird, da alle Farben durch eine einzelne Düse gefördert werden müssen. Ein weiteres Problem ist die geringe Anzahl an Werkzeugen/Druckdüsen. Die Standard Druckdüsen können Kunststoff bis zu einer Temperatur von 260°C verarbeiten, dadurch ist es nicht möglich „exotische“ Filamentsorten zu drucken. Bei Verwendung leistungsstärkerer Druckdüsen ist ebenso eine leistungsstärkere Kühlung zu verbauen. Bei mehreren Farben existieren folglich auch mehrere Filamentspulen, die im Drucker verstaut werden müssen.

Die nachfolgenden Bilder zeigen die SOLIDWORKS Datei im Vergleich mit dem fertigen Produkt.



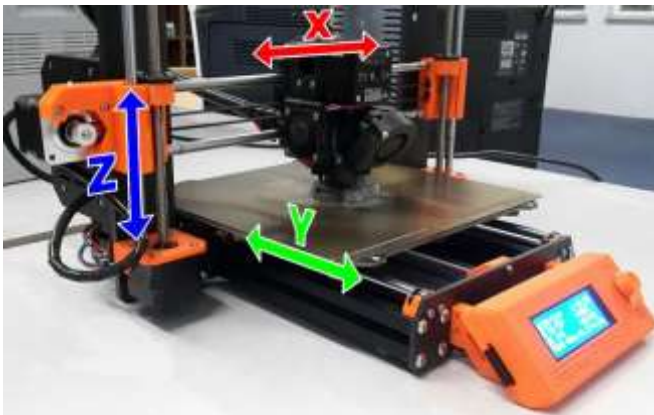
Die fortlaufenden Seiten beschreiben die wesentlichen Meilensteine/Merkmale dieses Druckers:

- Bewegungsart der Achsen
- Grundgestell und Transport
- Schubladen
- Dämmung
- Druckbett mit Z-Achsen
- Wasserkühlungen
- X/Y-Achsen
- Parkposition der Werkzeuge
- Extruder
- Elektrik
- Programmieren/ Testen

## 1.1 Bewegungsart der Achsen

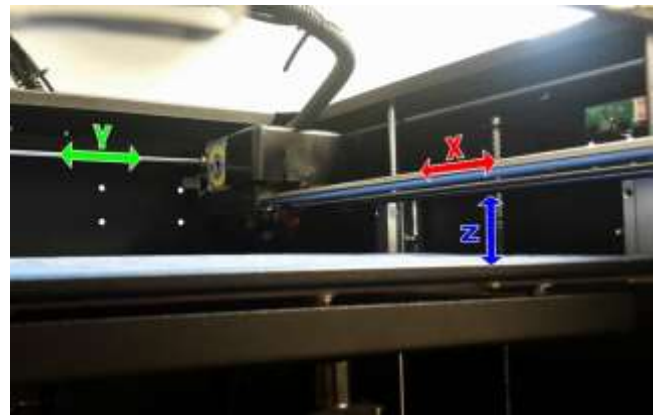
Die grundlegende Frage bei einer Neukonstruktion eines 3D-FDM-Druckers ist, auf welche Weise der Druckkopf und das Druckbett bewegt werden sollen. Hier gibt es zwei verbreitete Möglichkeiten:

**Kartesischer FDM-Drucker:**



- Durch Verlegen des Riemens kann der Druckkopf in X- und Y-Richtung mit nur zwei Motoren bewegt werden. Das Druckbett steht still und bewegt sich nur in Z-Richtung nach unten.

**CoreXY FDM-Drucker:**



- Hierbei bewegt sich das Druckbett vor und zurück, während der Druckkopf sich nach links und rechts bewegt. Über zwei Spindeln wird der Druckkopf zusätzlich in Z-Richtung verfahren.

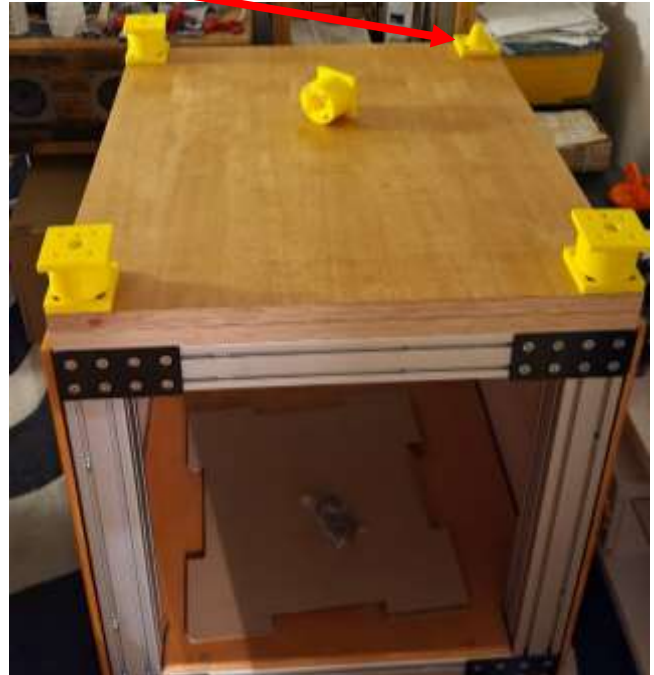
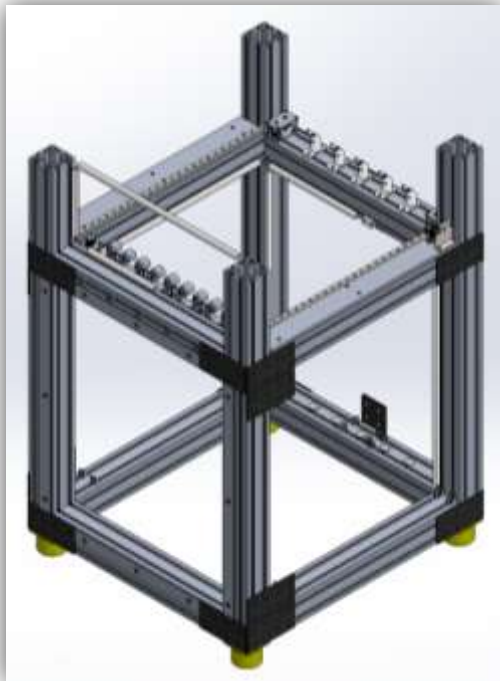
Für diesen Drucker wird ein CoreXY gewählt, da so die Achsen gewichtsreduzierter gebaut werden können. Außerdem bewegt sich das Druckbett nicht, weshalb man sehr hohe Objekte drucken kann, ohne dass es zu unerwünschten Artefakten in der Druckoberfläche aufgrund von z.B. zu schweren Druckbetten kommt.

## 1.2 Grundgestell und Transport

Das Grundgestell eines 3D-Druckers ist entscheidend über ein gutes oder schlechtes Druckergebnis. Je instabiler das Gestell auslegt wird, desto geringer sind die Kosten, je stabiler das Gestell wird umso geringer ist die Chance, dass sich unerwünschte Schwingungen auf den Druckkopf übertragen, die sich direkt in das zu druckende Objekt übertragen würden. Für diesen Drucker werden 80mmx80mm Aluminiumprofile verbaut. Da das Profil zwei Nuten je Seite hat, ist es einfacher Bauteile zu montieren, da mehr Montagepunkte zu Verfügung stehen.

Aufgrund der schieren Größe des Druckers wird dieser in zwei Einheiten aufgeteilt. Im Oberteil befinden sich alle mechanischen Komponenten wie die Achsen und Spindeln. Im Unterteil befinden sich die gesamte Elektrik und die Filamentrollen.

Die zwei Teile werden über Verbindungskegel aufeinandergesetzt.



### 1.3 Schubladen

Im Unterteil des Druckers werden zwei Schubladen eingebaut. Die obere Schublade dient als Stauraum für die gesamte Elektrik und macht diese im Fall einer Wartungsarbeit einfach zugänglich. Die Elektroschublade ist von der Druckerrückseite abschließbar, um den Zugriff für Unbefugte zu verwehren. In der unteren Schublade befinden sich alle fünf Filamentrollenboxen, welche jeweils von einer LED beleuchtet werden, um die sich darin befindliche Farbe der Spule besser erkennen zu können.



### 1.4 Dämmung

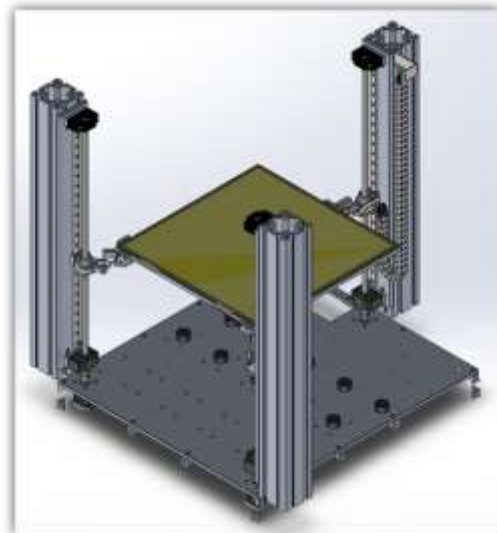
Der Druckbereich ist isoliert durch ein Schichtsystem, bestehend aus MDF-Platten und Steinwolle.

Auf die Innenseite der Dämmschicht sind Akustikmatten aufgebracht, welche mittlere bis tiefe Frequenzen der mechanischen Bewegungsabläufe herausfiltern.



## 1.5 Druckbett mit Z-Achsen

Das Druckbett dieses Druckers ist eine 10mm dicke Aluminium Gussplatte, die beidseitig feingefräst wird und eben ist ( $\pm 0,1\text{mm}$  auf eine Fläche von  $400\text{mm} \times 400\text{mm}$ ). Dieses wird von drei unabhängig voneinander gesteuerten Kugelumlaufspindeln mit eigenständigen Schrittmotoren in der Höhe verfahren. Dies ermöglicht in fünf Dimensionen zu drucken (nicht mehr nur Schicht für Schicht).



## 1.6 Wasserkühlungen

Für bestimmte Fälle um z.B. PEEK drucken zu können, welches über  $400^\circ\text{C}$  Druckdüsentemperatur benötigt, ist das Verbauen einer guten Kühlung Voraussetzung. Alle Wasserkühlungskomponenten werden an die Grundplattenunterseite montiert.



## 1.7 X/Y-Achsen

Die X-Achse hat die Aufgabe, den Druckkopf hin und her zu bewegen. Die Grundanforderungen, die an die Achse gestellt werden müssen, sind Stabilität und Leichtbau, da mit steigendem Gewicht mehr Vibrationen auftreten und die Motoren mehr belastet werden. Um dies zu gewährleisten wird eine fachwerkähnliche Achse aus Aluminium erstellt, die dann mit den Führungen verbunden wird, auf denen der Druckkopf läuft. Die Y-Achse liegt auf dem Rahmen auf.



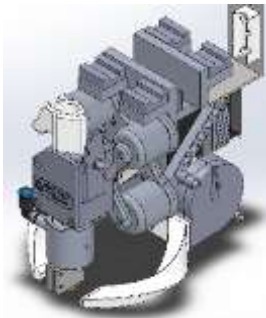
## 1.8 Parkposition der Werkzeuge

Die fünf Druckdüsen/Druck Werkzeuge müssen geparkt und so bereitgestellt werden, dass der Druckkopf diese automatisch aufnehmen und wieder ablegen kann. In diesem Drucker sind Elektromagnete in das Aluminium Profil verbaut, welche bei Stromdurchfluss abschalten. In dem Moment, in dem die Werkzeuge geladen oder entladen werden, ist der Magnet aktiv und gibt das Werkzeug frei.



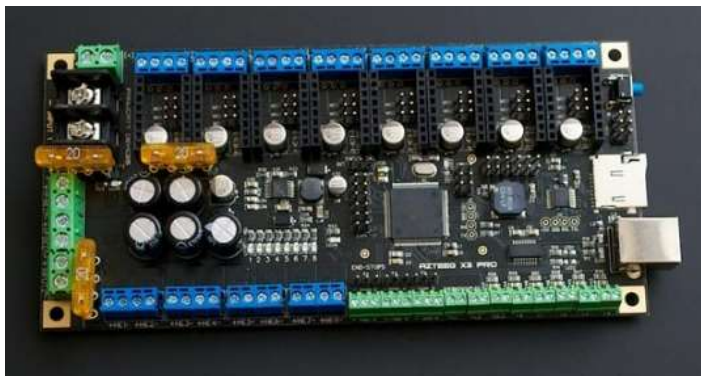
## 1.9 Extruder

Der wichtigste und interessanteste Teil dieser Projektarbeit ist der Extruder. Dieser trägt den Kunststoff auf das Druckbett auf. Zudem ist hier auch das Werkzeugwechselsystem integriert, es sichert die Drehmomentübertragung des Motors auf die Abtriebswelle des Filament Förderers. Diese Kupplung ermöglicht eine formschlüssige Kraftübertragung, egal wie die zwei Achsen zueinander rotiert sind. Der Werkzeugwechsel dauert weniger als eine Sekunde!



## 1.10 Elektrik

Der Drucker wird, bis auf die Raumheizung, von dem Mainboard „Azteeg X3 PRO 3D Printer Controller“ gesteuert. Die Stromversorgung des gesamten Systems findet über Relais per Selbsthaltung statt. Durch das Platzieren der Elektrik in einer Schublade und verwenden von Verteilerdosen, wird hier ein sauberes Ergebnis erreicht.



## 1.11 Programmieren/ Testen

Die Firmware dieses Druckers ist Marlin, über die alle Grund und Sonder-Funktionen gesteuert sind. Das Schreiben bzw. Anpassen der Firmware erfolgt Schritt für Schritt mit der Software VisualStudioCode.

Getestet werden unter anderem: Verfahrenswege der Schrittmotoren, Heizen/Kühlen der Druckdüsen und des Druckbettes, Notaus-Funktion, Sicherheitsmechanismen wie z.B. die Türverriegelung.