

# Bauprojekt "Hypercube" - Teil 2 ...Die Elektronik

## Vorwort

### Alle Anleitungen ohne Gewähr! Verwendung auf eigenen Gefahr!

Die Mechanik ist fertig, alle Lager laufen leicht, die Riemen sind gespannt... ich beschreibe hier nur ein paar Dinge, die mir speziell aufgefallen sind, bzw. die ich für erwähnenswert halte.

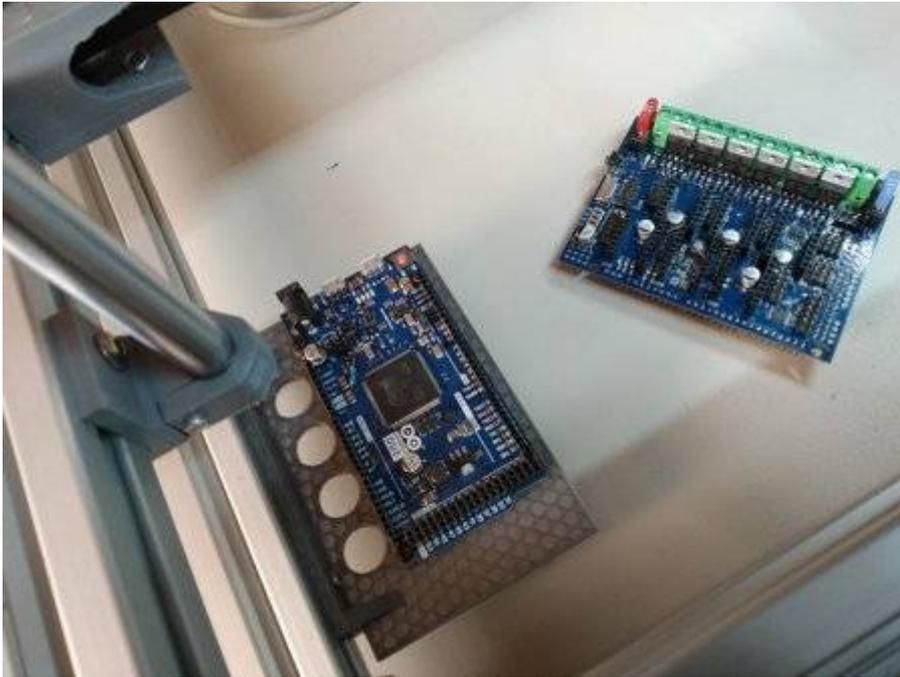
## Steuerung

Ich habe lange überlegt, was man verbauen könnte, unter all den Boards. Letztendlich wollte ich nach meinen Marlin-Erfahrungen mal was anderes ausprobieren. Da ich den (die) Drucker seit längerer Zeit mit Repetier-Host anspreche, wollte ich mal die Firmware von Repetier draufmachen. Da fiel am Ende nur eine Kombination in die engere Wahl:

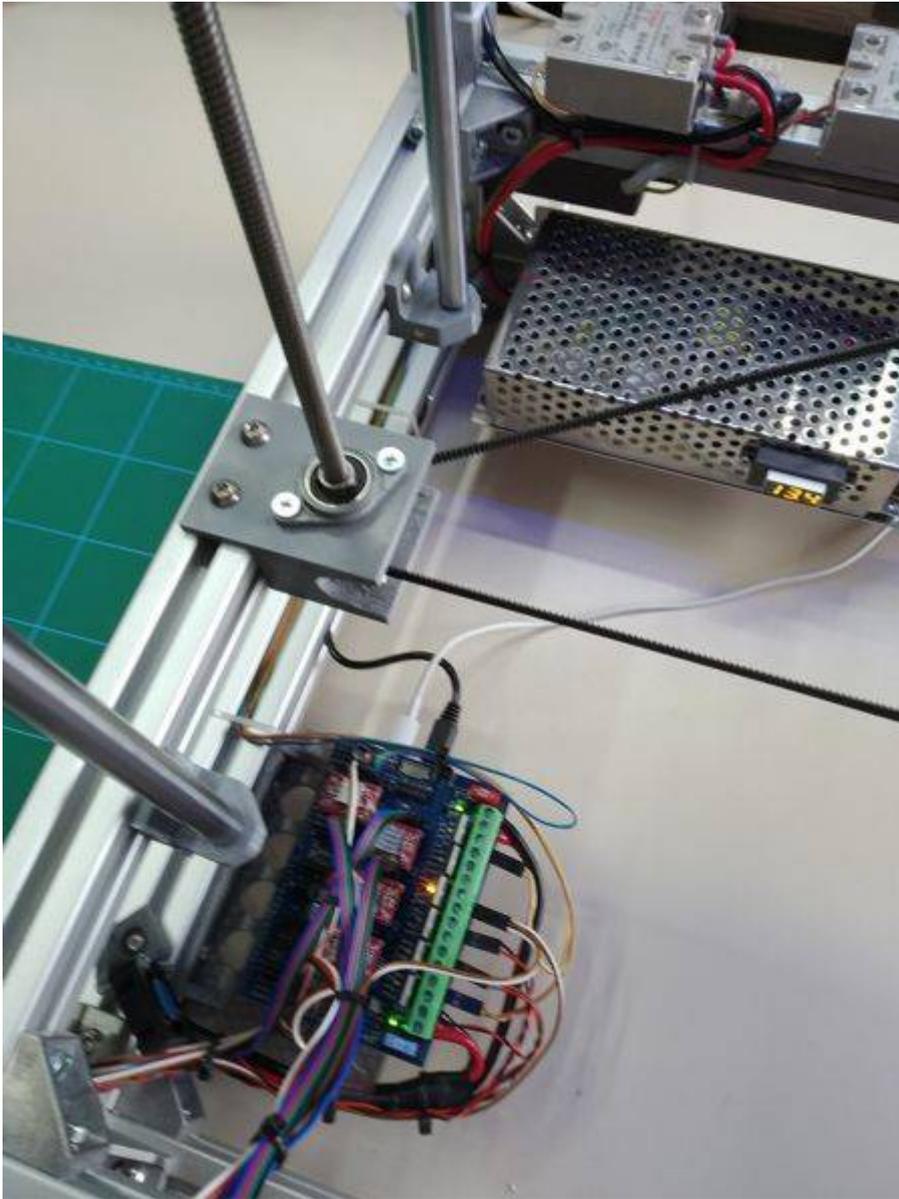
Ein Arduino Due mit einem RADD5-Board.



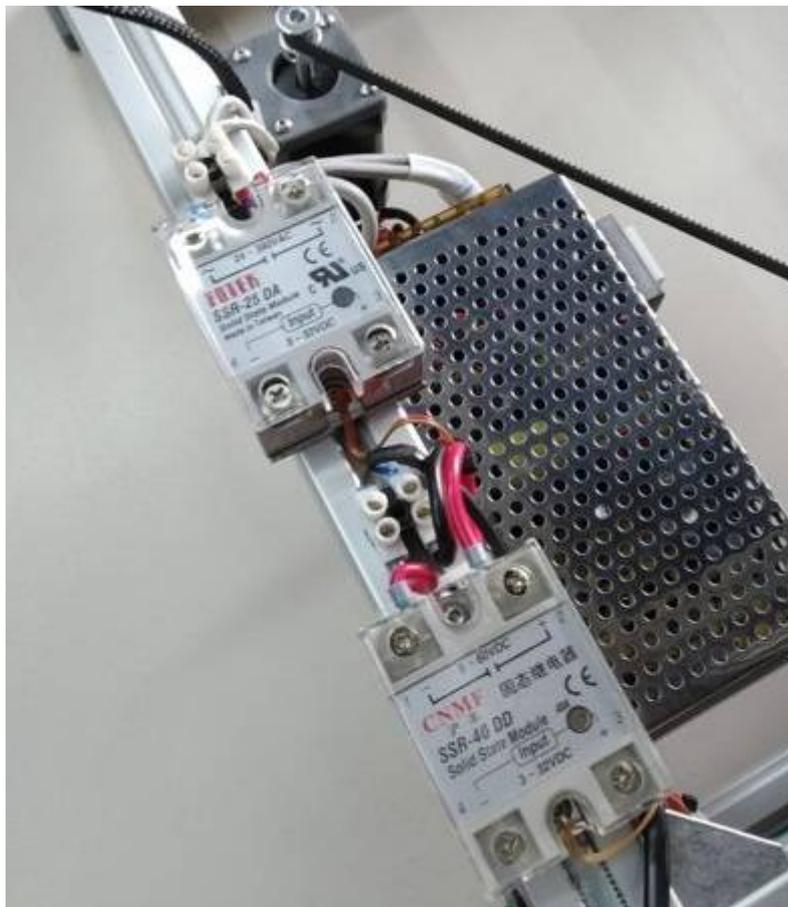
Repetier-Host auf einem Raspberry Pi und Touchscreen



Das Due-Board hab ich nach unten links an den untersten Rahmen verschraubt, Die RADDs-Platine kommt Huckepack drauf.



Um das Board etwas zu schonen, hab ich mir angewohnt, die großen Verbraucher über SSR-Relais zu betreiben. Da ich eine 230V-Druckbett-Heizmatte verwende, kann ich sowieso nicht direkt ans Board gehen.



Das Obere ist für das Heizbett (DC/AC), das Untere für das Hotend (DC/DC).

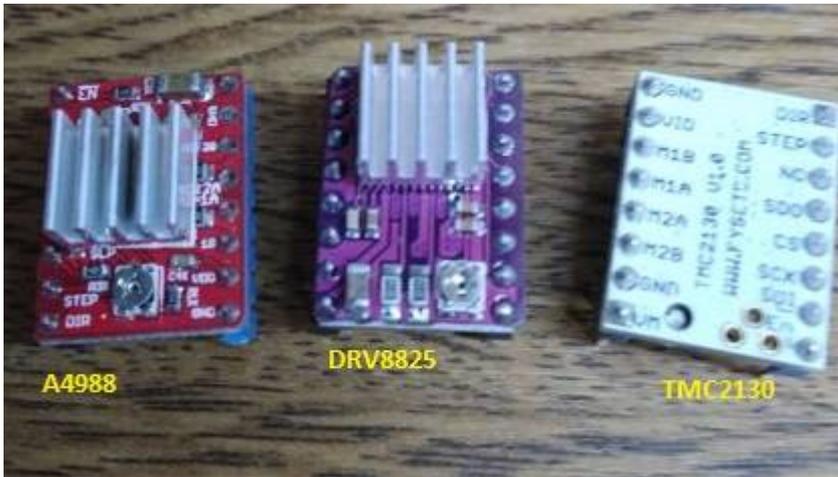
Als Endschalter verwende ich „Optische“, drei Stück, jeweils als „Min“ verbaut, Max errechnet sich durch den Druckraum.

## Steppertreiber

*Eine Philosophie für sich...*

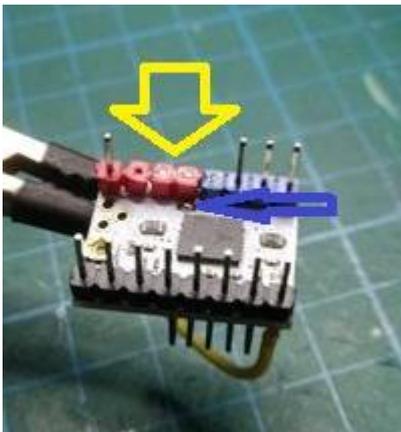
*Tipp am Rande: Wenn man die Treiber ins Board setzt, immer darauf achten, das Teil richtig rum einzusetzen. Bei den meisten Boards und Treibern kann man sich am einfachsten am Pin „DIR“ orientieren...*

Bei den Steppertreibern hab ich mal alles durchprobiert, was ich hier gefunden habe, im Endeffekt mach ich es so, dass ich für Extruder und Z die billigsten Treiber „verwerde“ (A4988, DRV8825), es ist mir egal, wie laut, oder wie „weich“ der Z-Antrieb läuft, wenn er jede Lage eh nur kurz ein Zehntel fährt. Genauso beim Extruder. Wenn ich mal wieder neue Stepper bekomme, tausch ich sie sicher noch durch...

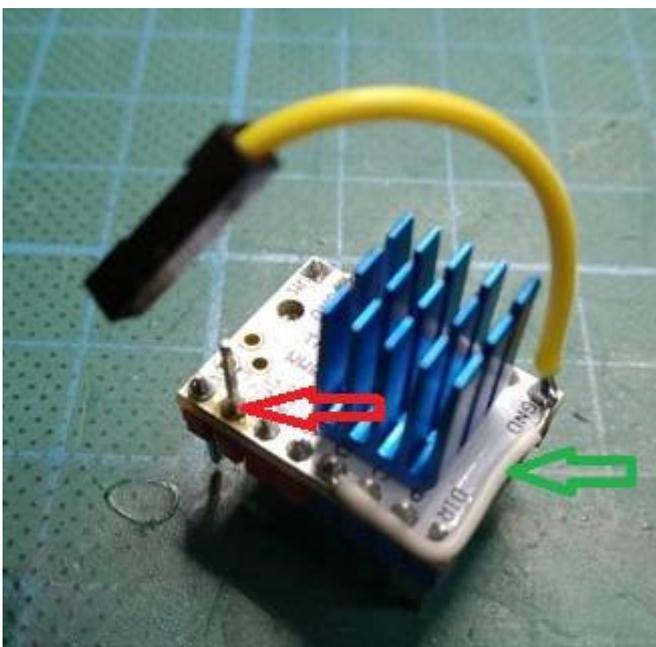


### TMC2130

Für X und Y hab ich noch TMC2130 hier, die ich für StandAlone (also ohne SPI) umgebaut habe, damit sind sie einfach durchtauschbar, nur die Drehrichtung ist andersrum (einfach Stecker umdrehen). Dazu muss unten eine Brücke reingelötet werden, manchmal ist ein 0-Ohm-Widerstand schon drin, wenn nicht -> Lötspitze drauf (blauer Pfeil). Außerdem kann man gleich die 4 Pins (gelber Pfeil) kappen, diese sollten bei meinem Vorhaben nicht vom Board beeinflusst werden.



Damit sich die Treiber standardmäßig wie TMC2100 verhalten (Chopper Off Time = 140tclk) hab ich noch den CFG0-Pin auf GND gelegt (grüner Pfeil, weißer Draht).



Jetzt hat man noch die „Qual der Wahl“...

stealthChop-Mode (leise und geschmeidig) oder spreadCycle-Mode (kraftvoller, z.B. für Extruder oder auch schnellste Richtungswechsel).

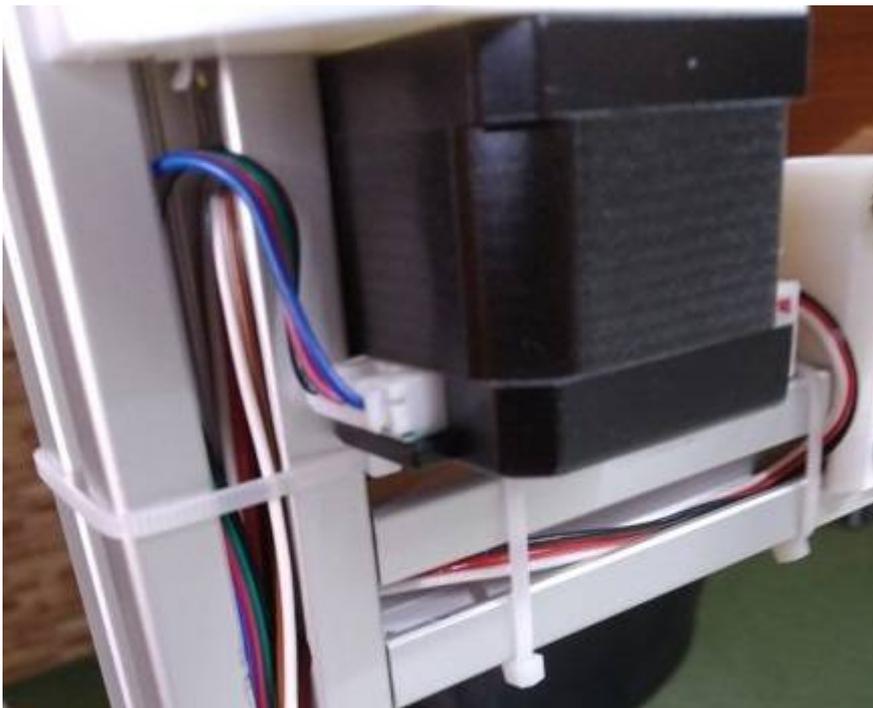
Damit ich mit beiden Modi schnell rumprobieren kann, z.B. bei Hochgeschwindigkeitsversuchen, hab ich am CFG1 den Stift oben verlötet und von GND ein Stück Dupont-Kabel (gelb) angelötet (roter Pfeil). Lässt man den Pin frei fährt man im stealthChop-Mode, steckt man ihn gegen GND fährt man im spreadCycle-Mode.

*Wahrscheinlich gibt es viele Arten, hier anders zu konfigurieren, aber das hat sich für mich bewährt, der Aufwand war nur nötig, weil ich noch TMC2130 hier rumliegen hatte, vielleicht hat ja jemand das selbe Problem.*

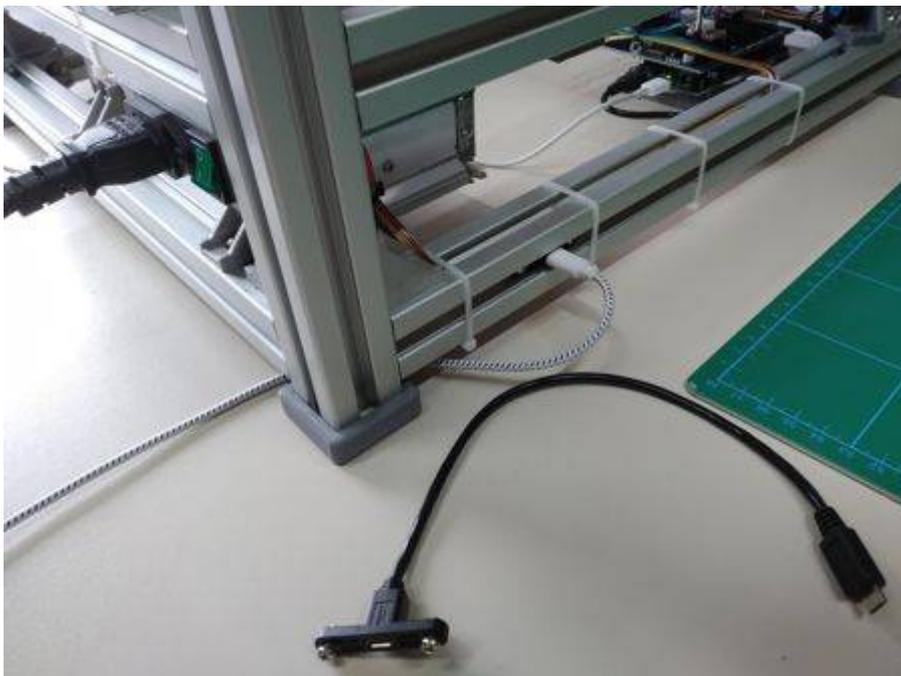
*Falls man sich für das RADDs-Board entscheidet und keine Stepper rumliegen hat, ist es vielleicht eine gute Idee, sich gleich die passenden RAPS128-Treiber mitzubestellen...*

## Verkabelung

Die Kabel hab ich in die Nuten des Aluminiumrahmens gelegt, teilweise durchgebohrt... Es ist so deutlich praktischer, Dinge zu erweitern. Auch deshalb hab ich bewusst auf Schleppketten verzichtet und einfach einen Kabelschlauch über die Zuführungen zu Heizbett und Druckkopf gezogen.



Hinten habe ich eine kleine Box für Kaltgerätebuchse und Schalter gedruckt. Als Schalter empfehle ich einen 2-poligen zu nehmen, damit ist die Phase vom Netzteil nach dem Ausschalten weg, egal wie angesteckt wird.



Um nicht permanent an der USB-Buchse des Arduino-Boards rumstecken zu müssen, hab ich einen kleinen „Verlängerer“ in die Nut der Schiene gebohrt. Praktisch am Due-Board ist, dass er zwei USB hat, an einem (Native) hängt der Repetierhost, am zweiten (Programming) kann man anstecken, um mit der Arduino-IDE Firmware upzuloaden, ohne den Host ausstecken zu müssen.

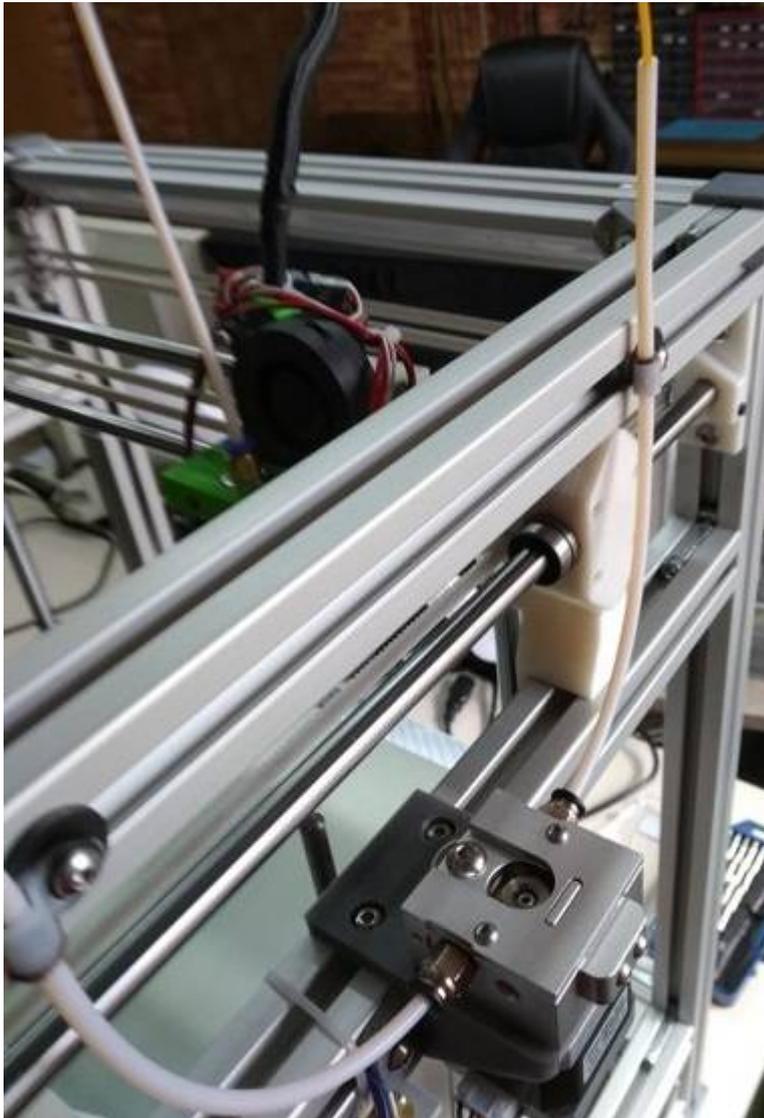
## Licht

Als Beleuchtung hab ich kleine Alu-LED-Leisten oben in den Rahmen geschraubt, die Ansteuerung erfolgt über einen freien Hotendanschluss (drei am RADD5-Board).



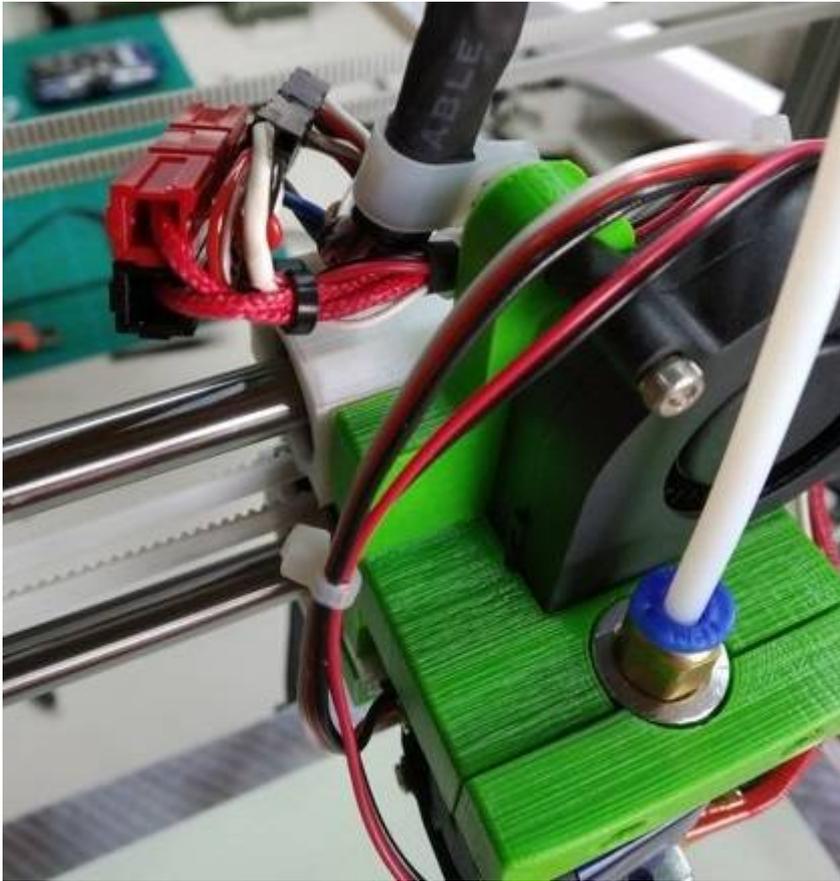
## Extruder

Ich habe lange überlegt, direkt oder indirekt zuzuführen, meine bisherigen Drucker sind direkt. Aber ich möchte mal versuchen, wie sich ein „leichter“ Druckkopf verhält. Wenn die Zuführung und die damit verbundenen Probleme zu groß sind, lässt sich am Hypercube recht leicht die Kopfhalterung tauschen gegen eine Halterung, die den Kopf nebst Stepper aufnimmt.



Den Extruder hab ich rechts außen angebracht, da genau hier meine Filamentrollen an der Decke hängen. Prinzipiell ist es egal, wo man ihn hinbaut und aus welcher Richtung das Filament zugeführt wird. Hier ist auch noch Platz, einfach einen zweiten Extruder hinzuhängen und dem Hypercube einen Dualkopf zu verpassen.

## Druckkopf



Das Drucksystem bei Hypercube ist zweigeteilt, hinten (weiß) läuft der Schlitten, der ansonsten absolut passiv bleibt. Der Druckkopf selbst (grün) wird mit einer einzigen Schraube an den Schlitten fixiert. Dadurch ist es möglich, einen Direktextruder oder Mehrfachdruckkopf dranzuhängen, aber eben auch Plotterstift, Laser, Fräser, ... Zum schnellen Wechsel, habe ich Steckverbinder vorgesehen, einmal einen Powerpole für das Hotend, und einen 10-poligen Dupont-Stecker für Endschalter, Thermofühler, Lüfter.

## Firmware und Kalibrierung

Das langwierigste ist, die Parameter der Firmware auf die richtigen Pins zu legen und die richtigen Parameter für die eingesetzten Thermofühler zu setzen. Besonders die Thermofühler bereiten mir immer Probleme, wer weiß schon, was in irgendwelchen Teilen verbaut ist, die schon länger rumliegen. Kleiner Tipp: Mit der Einstellung „NTC 3950 100k Ohm Thermistor“ liegt man zu 80% richtig, ansonsten messen oder „Try&Error“.

Ein wichtiger Punkt ist das Vermessen und Kalibrieren der Schritte/mm für jeden einzelnen Schrittmotor und diese Fixwerte in der Firmware zu hinterlegen. Sie ändern sich eigentlich nur, wenn man das Stepping ändert oder andere Motoren verbaut.

Ich gehe hier folgendermaßen vor:

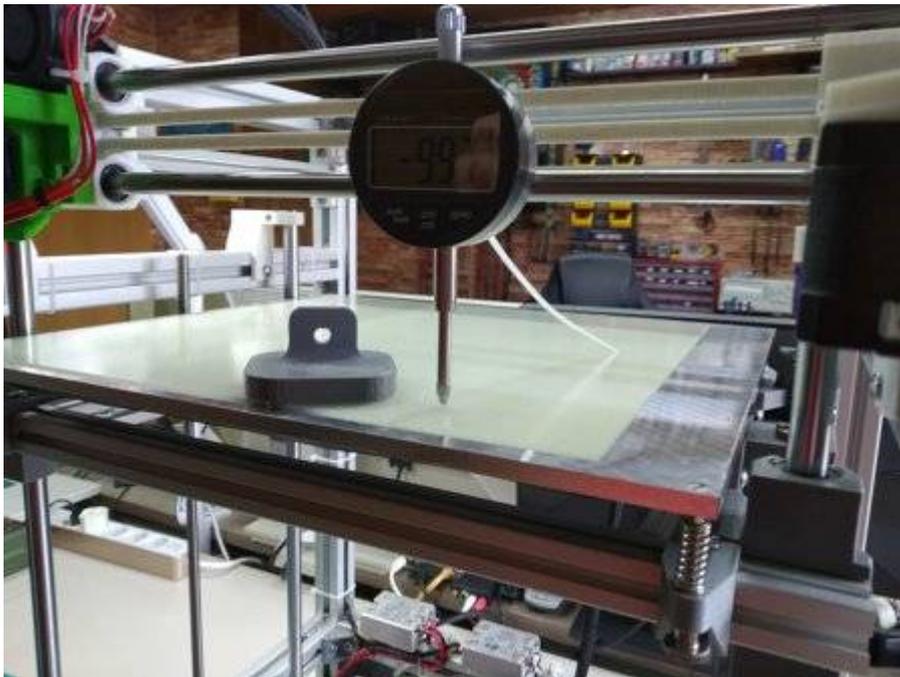
- Eintragen von halbwegs plausiblen Werten in die Firmware
- Messuhr mit Kabelbinder senkrecht auf das Druckbett fixieren und nullen
- 10mm fahren, rauf oder runter ist egal, solange der Messdorn reicht
- Das aktuell eingetragene Stepping / Mesuhr \* 10 ist der neue Wert
- Mit dem neuen Wert nochmal testen, man sollte genau die 10mm messen

Das gleiche macht man mit X und Y, siehe unteres Bild.

Beim Extruder mach ich einfach eine Markierung ans Filament und fahre es 10cm, dann nachmessen und nach obigen Schema die Steppings solange anpassen, bis es passt. Je genauer man hier arbeitet, desto weniger Nerven braucht man dann. Meines Erachtens ist das der mit Abstand wichtigste Schritt.

Mit einem Testwürfeldruck zu justieren ist nur eine Option, wenn man immer mit dem selben Filament druckt.

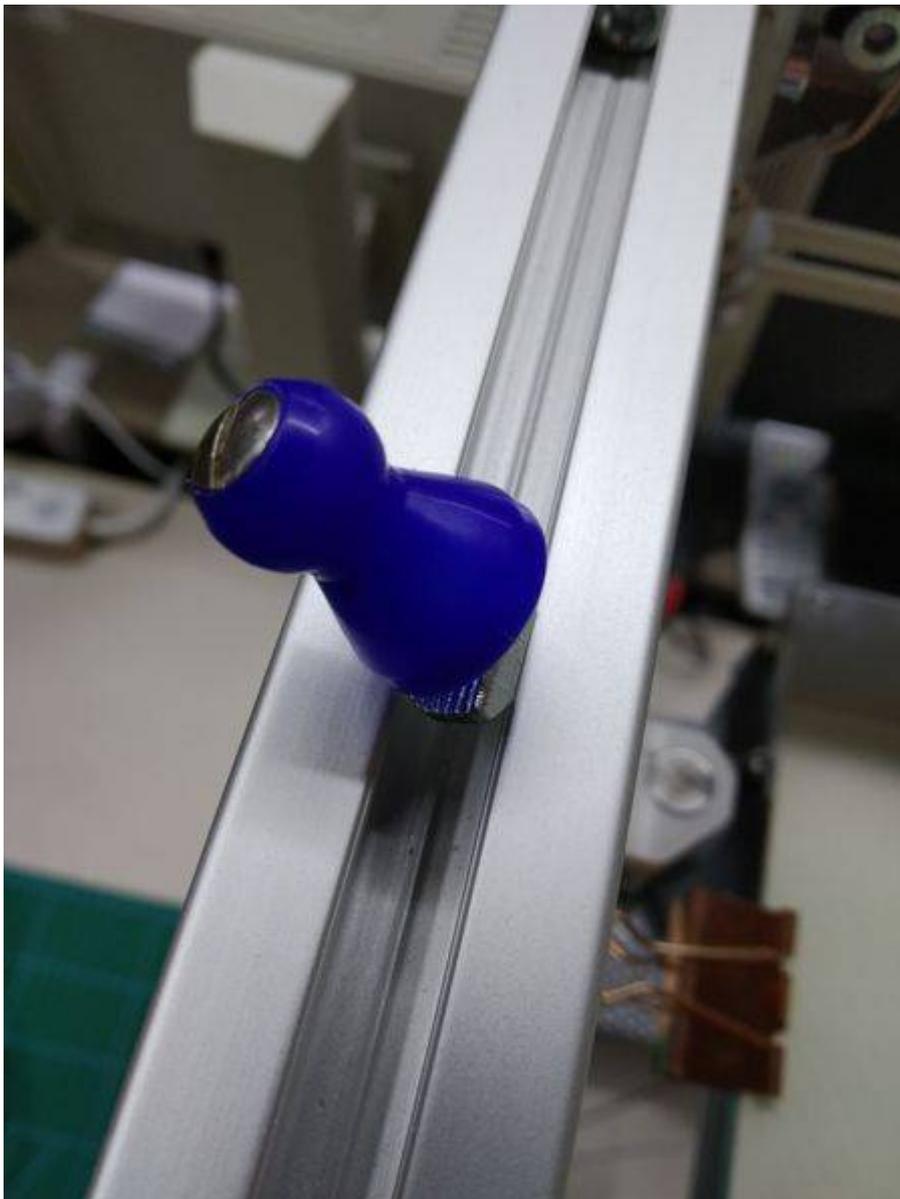
Zur Justierung des Druckbetts verwende ich einen Halter (liegt hier neben der Messuhr, von [Thingiverse](#)), den ich anstatt des Druckkopfes an den Schlitten schraube und dann bequem das Bett abfahren kann. Es gibt zwar Auto-Bedleveling, ich habe auch diverse berührungslose und auch BL-Touch probiert, bin aber der Meinung, dass nichts über ein absolut sauber eingerichtetes Bett geht. Anders gesagt, das Druckbett sollte sich meines Erachtens nur bewegen, um den nächsten Layer zu starten.



## Kamerahalterung

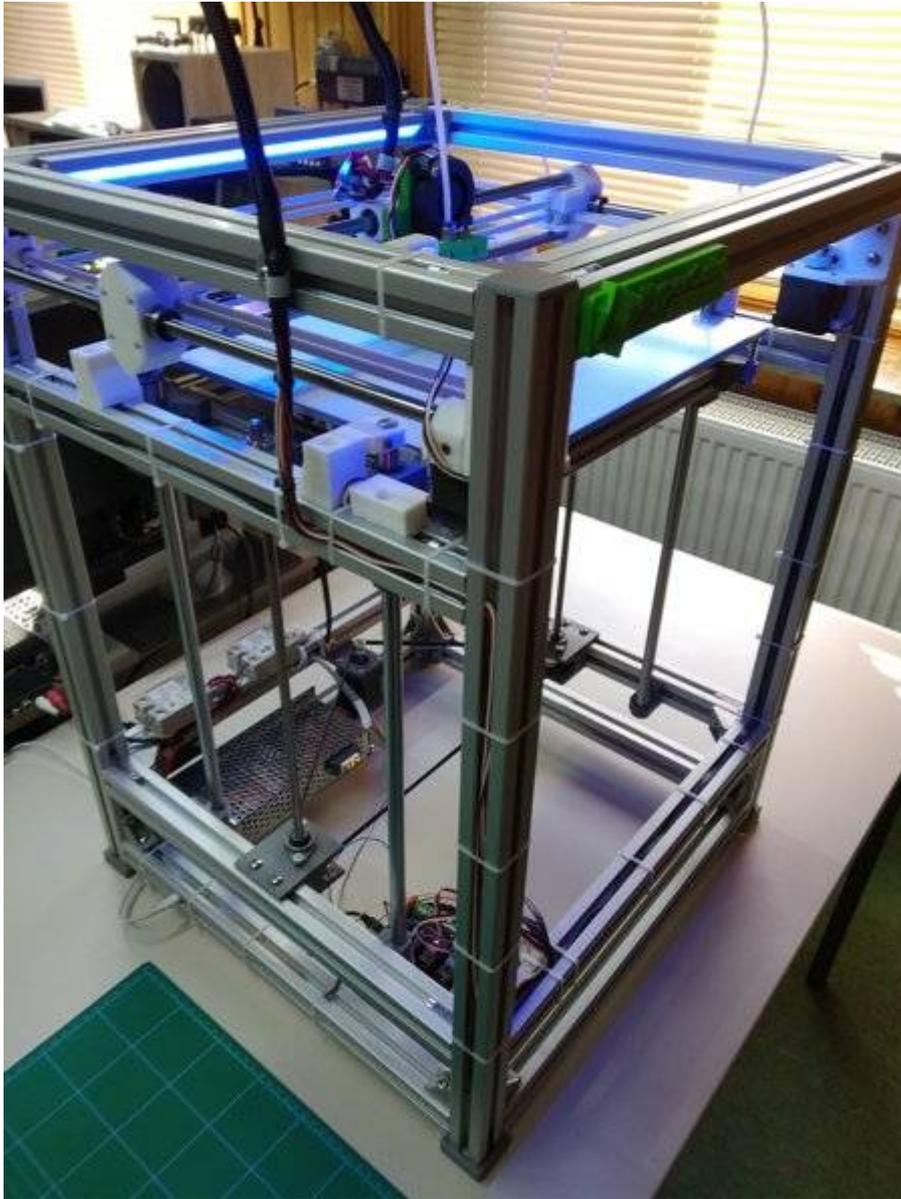
Als Kamerahalterung wollte ich irgendwas haben, was man auch mal zur Seite biegen kann. Ich hab dann etwas „zweckentfremdet“, was als Kühlmittelschlauch oder Gelenkschlauch verkauft wird, und zwar in der kleinsten Größe 1/4 Zoll.

Ich hab die ganze Konstruktion mit einem Nutstein in das 3030-er Aluprofil geschraubt. Wenn man eine Senkkopfschraube etwas in den Kunststoff einsenkt, bekommt man danach den sehr schwer einschnappenden Rest wieder darauf.



Am anderen Ende auf dieselbe Art und Weise noch die Kamera angeschraubt, sieht das Ganze dann so aus.





Weiter zu [Teil 3 ...Sonstiges](#)