

Aufbauanleitung zur CNC Styroporschneidemaschine V2.0

Vorwort

Von der ersten Idee bis zu dieser Aufbauanleitung war es ein langer, zeitintensiver Weg. Ich habe mich mit Erfolg bemüht, die Schwächen meiner ersten Maschinenversion auszumerzen. Diese Anleitung habe ich nach bestem Wissen und Gewissen erstellt. Der Bau der Maschine ist von jedem technisch interessierten Nachbauer zu schaffen.

Meine eigene V2.0 Maschine hat inzwischen etliche Teile geschnitten, die Ergebnisse sind, zumindest meiner Ansicht nach, perfekt. Die Mechanik wurde absichtlich robust ausgelegt um eine lange Lebensdauer und sicheren präzisen Betrieb zu gewährleisten.

Für wen ist die Maschine geeignet? Natürlich für jeden Modellbauer, der gerne mit dem Material Schaum arbeitet. Meiner Ansicht nach ist sie auch für Vereine geeignet, die ihren Mitgliedern die doch erheblichen Möglichkeiten die eine solche CNC Maschine mit sich bringt, zur Verfügung stellen möchten.

In diversen Foren bekomme ich immer wieder das starke Interesse an solchen Maschinen mit und bin mehrfach nach meinen Erfahrungen gefragt worden. Die Möglichkeit Schaumteile in hoher Präzision herstellen zu können sorgt mit ein wenig Kreativität dafür, dass Modelle gebaut und nicht nur gekauft werden. Meine Hoffnung ist, dass der ein oder andere reine Modellflieger vielleicht wieder zum Modellbauer wird.

Im Zeitalter des 3D Drucks wird inzwischen sehr vieles reproduziert. Durch diese Technologie erschließt sich jedem Technikbegeisterten die Möglichkeit Dinge entstehen zu lassen, die vor ein paar Jahren mit einer normalen Werkstattausrüstung unmöglich war. Heute ist das für Jedermann mit Zugriff auf einem 3D Drucker möglich.

Ich habe in der folgenden Bauanleitung den Bau meiner Maschine mit allen von mir verwendeten Komponenten beschrieben. Wird dieser Anleitung gefolgt, entsteht eine sehr sichere und präzise arbeitende Maschine. Ich habe mit den erwähnten Lieferanten keine Sponsorenverträge oder ähnliches. Die Komponenten sind ausgewählt worden weil sie gut und günstig sind.

Wissen sollte geteilt werden, grade wenn es im Hobbybereich ist. Deshalb stelle ich mit dieser Ausgabe der Modell Aviator sämtliche Daten für den Bau der Maschine sowie diese Anleitung zum Nachbau für ausschließlich private Zwecke zur Verfügung. Jegliche Rechte an einer kommerziellen Verwertung der Daten und meines Entwurfs behalte ich mir vor.

Ich würde mich freuen, wenn es die ein oder andere Rückmeldung von Nachbauten gibt.

Thomas Koriath

Bockhorn, den 12.08.2018

Inhalt

Voraussetzungen	7
Standardteile	8
Spindeln für X-Achsen mit Lagerung:	8
X-Achsen:	8
Linearwagen mit Portalen:	8
Schrittmotoren	9
Jede Menge Schrauben:	9
Für den Schneidebügel:	9
Druckanleitung zur Mechanik CNC Styroporschneidemaschine V2.0	10
Anforderungen an Drucker und Material	10
Der Drucker	10
Was zu beachten ist	10
Passungen	10
Werkzeug	10
Die Daten	11
Linearwagen	12
Motorhalterung X-Achse mit Festlager	13
Halteplatte Festlager	14
Mitnehmer Y-Achse	15
Halter Schneidebügel	16
Motorhalterung Y-Achse	17
Loslagerbock	18
Spannvorrichtung Draht	19
Verbindungswinkel Schneidebügel	20
Innenteil IKEA Tischbein	21
Standfuß Tischbein	22
Aufbau der Mechanik	23
Ein wichtiger Hinweis	23
Der Schneidetisch	24
Zusammenbau der X-Achsen Linearwagen	27
X-Achsen Antrieb	30
Aufbau der X-Achsen	31
Aufbau des Antriebes der X-Achsen	32

Finale Ausrichtung der Spindelmutter	35
Mitnehmer Schneidedraht	36
Der Schneidebogen	38
Allgemeine Beschreibung	38
Vorbereitung Querteil	38
Vorbereitung der Schenkel	38
Montage Spannvorrichtung Draht	40
Spannen des Drahtes	41
Den Draht nach dem Schneiden entspannen?	42
Aufbau der Elektronik	43
Steuerungselektronik	43
Ein Warnhinweis	43
Die notwendigen Elektronikteile	43
Die Holzteile	45
3D gedruckte Teile	46
Auflage Elektronikplatte	46
Anzeigeeinheit	46
USB Abstandshalter	48
Buchsenhalter Y-Antrieb	49
Buchsenhalter X-Antrieb	50
Haken	51
Halterung am Tisch	52
Die Installation der Elektronik	53
Die zweite Ebene	56
Die Steckverbindung zu den Schrittmotoren	57
Der Gehäusedeckel	58
Die Zuleitungen zu den Schrittmotoren	59
Einbaubuchsen an den Schrittmotoren	59
Software und PC	60
Software	60
Der PC	60
Und niemals sollte man.....	60
Die Inbetriebnahme mit GMFC	61
Voraussetzungen	61
Einstellung der CNC Steuerkarte	61

Installation der GMFC Pro Software.....	61
GMFC Pro konfigurieren.....	62
Funktionstest.....	64
Nullpunkt der Maschine.....	65
X-Y Kalibrierung.....	65
Die Opferplatte.....	68
Ermittlung der Schnittparameter für das zu schneidende Material	68
Die Drahttemperatur ist zu niedrig	70
Die Drahttemperatur ist zu hoch:.....	70
Ermittlung und Einstellung des Abbrands (Kerf)	71
Abrichten der Opferplatte.....	72
Das Planen der Opferplatte.....	72
Und wie geht es weiter?.....	73

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Linearwagen.....	12
Abbildung 2: Linearwagen im Slicer (Cura) zum Druck positioniert.....	12
Abbildung 3: Motorhalterung X-Achse mit Festlager.....	13
Abbildung 4: Motorhalterung X-Achse mit Festlager im Slicer positioniert	13
Abbildung 5: Halteplatte in Slicer.....	14
Abbildung 6: Mitnehmer Y-Achse	15
Abbildung 7: Mitnehmer Y-Achse im Slicer.....	15
Abbildung 8: Halter Schneidbügel	16
Abbildung 9: Halter Schneidebügel im Slicer	16
Abbildung 10: Motorhalterung Y-Achse.....	17
Abbildung 11: Motorhalterung Y-Achse im Slicer	17
Abbildung 12: Loslagerbock	18
Abbildung 13: Loslagerbock im Slicer.....	18
Abbildung 14: Spannvorrichtung Draht.....	19
Abbildung 15: Spannvorrichtung Draht im Slicer	19
Abbildung 16: Verbindungswinkel Schneidebogen.....	20
Abbildung 17: Verbindungswinkel Schneidebügel im Slicer	20
Abbildung 18: Innenteil IKEA ORLOV Tischbein	21
Abbildung 19: Innenteil IKEA ORLOV Tischbein im Slicer	21
Abbildung 20: Standfuß für Feineinstellung Tisch.....	22
Abbildung 21: Standfuß für Feineinstellung im Slicer	22
Abbildung 22: Die Teile für die Feinausrichtung der IKEA ORLOV Tischbeine	24
Abbildung 23: Innenteil IKEA ORLOV Tischbein mit DIN934 M12 Mutter	25
Abbildung 24: Feineinstellung IKEA ORLOV Tischbein montiert.....	25
Abbildung 25: Montierte Feinjustierung der Tischbeine	26
Abbildung 26: Linearwagen mit Linearlagern LM8UU (hier noch eine Beta Version)	27
Abbildung 27: Zusammengebauter Y-Wagen, die Schrauben für die zentrale IGUS Drylin Mutter sind auf dem Bild noch nicht eingeschraubt.....	27
Abbildung 28: Y-Wagen auf den Y-Achsen aufgeschoben	28
Abbildung 29: Montageplatte A-Achse	28
Abbildung 30: Ein fertiges Portal, hier noch mit dem Mitnehmer meiner ersten Maschinenversion..	29
Abbildung 31: Lagerbock Schrittmotor X-Achse mit Festlager.....	30
Abbildung 32: NEMA 17 Motor für X-Achse mit Wellenkupplung 5/8mm	32
Abbildung 33: Montiertes Loslager	32
Abbildung 34: Spindel im Loslagerbock.....	33
Abbildung 35: X-Spindel in Festlager eingeführt.....	33
Abbildung 36: Antriebsbock mit fertig gesicherter Spindel im Festlager.....	34
Abbildung 37: Fertig montierter X-Achsen Antrieb.....	34
Abbildung 38: Die Spindelmutter am Linearwagen	35
Abbildung 39: Kugellager 605ZZ mit geschlitzten Zylinderstift.....	36
Abbildung 40: Fertiger Mitnehmer Schneidedraht	36
Abbildung 41: Bohrung des Schenkels mit 4mm Goldbuche	39
Abbildung 42: Schenkel um 90 Grad gedreht, der Schlitz für die Führung des Drahtes ist zu sehen ...	39

Abbildung 43: Fertige Spannvorrichtung Draht	40
Abbildung 44: Spannvorrichtung Draht auf Schenkel montiert	40
Abbildung 45: Der fertige Schneidebogen	41
Abbildung 46: 3D Ansicht Auflage Elektronikplatte	46
Abbildung 47: 4 x Auflage Elektronikplatte im Slicer	46
Abbildung 48: 3D Ansicht Anzeigeeinheit	47
Abbildung 49: Anzeigeeinheit im Slicer	47
Abbildung 50: 3D Ansicht USB Abstandshalter	48
Abbildung 51: USB Abstandshalter	48
Abbildung 52: 3D Ansicht Steckerhalter Y-Antrieb	49
Abbildung 53: Steckerhalter Y-Antrieb im Slicer	49
Abbildung 54: Steckerhalter X-Achse	50
Abbildung 55: Steckerhalter X-Achse im Slicer	50
Abbildung 56: Haken für Gehäuseaufhängung	51
Abbildung 57: Haken im Slicer	51
Abbildung 58: Aufgehängtes Elektronikgehäuse	52
Abbildung 59: Fertig montierte Anzeigeeinheit	53
Abbildung 60: Verkabelter und montierter Kaltgerätestecker mit Sicherungseinsatz	53
Abbildung 61: Verkabelter und montierter beleuchteter Schalter	54
Abbildung 62: Netzanschluss des ersten Netzteils	54
Abbildung 63: Netzanschluss des zweiten Netzteils	55
Abbildung 64: Montierte Netzteile, die Abstandshalter für die Elektronikplatte sind bereits montiert	55
Abbildung 65: Montierte MDLCNC Steuerung mit GGC USB2 Karte	56
Abbildung 66: Das fertig verkabelte Elektronikgehäuse	58
Abbildung 67: Buchsenhalter an der Y-Achse	59
Abbildung 68: Konfiguration der Maschine in GMFC	62
Abbildung 69: Menu Null Achsen	64
Abbildung 70: Schneidemaschine mit Schneidbügel in Arbeitsstellung	65
Abbildung 71: Eingehängte Seilschlaufe an Y-Achse	66
Abbildung 72: Ermittlung der Nullstellung in X-Richtung mit Lego DUPLO Steinen	66
Abbildung 73: Höhenkalibrierung mit Winkel	67
Abbildung 74: Einrichten des Materials in der GMFC Datenbank	68
Abbildung 75: Funktion Schneiden Test	69
Abbildung 76: Die Materialdatenbank	71
Abbildung 77: Block ausrichten	72
Abbildung 78: Die Funktion Guillotine	73

Voraussetzungen

Für den Bau der Maschine sind diverse zu druckende Teile erforderlich. Diese Teile sind durch den Nachbauer mit einem 3D Drucker oder über einen Druckdienst anzufertigen.

Die Aufbauanleitung enthält Listen der notwendigen Kaufteile mit Bezugsquellen.

Der Druck der Teile für die Mechanik mit ihrer Funktion wird in dem Kapitel Druckanleitung beschrieben.

Das Kapitel Aufbau der Mechanik beschäftigt sich im Detail mit dem Aufbau der Mechanik auf dem Arbeitstisch. Ebenso wird der Bau eines Schneidebogens wie ich ihn einsetze beschrieben.

Im Kapitel Aufbau Elektronik wird der Aufbau der notwendigen Steuerelektronik in einem selbst gebauten Gehäuse beschrieben.

Im Kapitel Inbetriebnahme gehe ich auf die softwareseitigen Einstellungen von GMFC Pro ein. Anschließend wird die Einrichtung der Maschine beschrieben um sie in einen ordnungsgemäßen betriebsfähigen Zustand zu setzen.

Standardteile

Für den Bau der CNC Schneidemaschine V2.0 sind neben den gedruckten Teilen einige Standardteile für den Aufbau der Portale notwendig. Da die Teile genormt sind, können sie alle bis auf die Antriebsspindeln der X-Achse überall einfach erworben werden.

Die X-Achsen Spindeln haben einen Durchmesser von 16mm. Wer nicht selber in der Lage ist, die Enden der Spindel auf die notwendigen Maße für Lager und Antriebsseite abzdrehen, hat ein Problem. Glücklicherweise kann man die Spindeln einbaufertig bearbeitet bei der Firma Dold Mechatronik bestellen. Die Maschinenmechanik ist im Prinzip um diese Spindeln herum konstruiert!

Spindeln für X-Achsen mit Lagerung:

2 Stück SET: Trapezgewindespindel TR 16x4 rechts einbaufertig 852mm inkl. Trapezgewindemutter Rotguss mit Gehäuse für Easy-Mechatronics System 1620B - L800 von Dold Mechatronik

2 Stück Rillenkugellager 6200 2RS 10x30x9mm

2 Stück Schrägkugellager zweireihig 3200/5200 2RS 10x30,14,3mm

2 Stück Spielfreie Wendelkupplung 5/8mm mit Klemmnabe

2 Stück DIN 439 Sechskantmutter niedrige Form, verzinkt M10x1 (Feingewinde)

2 Stück DIN 471 Sicherungsring für Wellen,

2 Stück Spielfreie Wendelkupplung 5/10mm mit Klemmnabe

X-Achsen:

4 Stück Supported Rails SBS 12mm, 900mm lang

Linearwagen mit Portalen:

4 Stück Präzisionswelle Durchmesser 12mm, Länge 500mm

8 Stück Linearlager SBR12UU

4 Stück Linearlager mit quadratischen Flansch LMEK12UU

2 Stück IGUS Drylin Trapezgewindemutter TR10x3 mit runden Flansch

2 Stück Präzisionstrapezgewindespindel TR10x3 rechts, Länge 450mm

2 x 500mm Alurohr 10mm Durchmesser

2 Stück Spielfreie Wendelkupplung 5/10mm mit Klemmnabe

Schrittmotoren

2 NEMA 17 Schrittmotoren 17HS8401 mit 1,8A Strangstrom und 48Ncm Drehmoment für die Y-Achsen

2 NEMA 17 Schrittmotoren 17HS24-2104S mit 2,1A Strangstrom und 63Ncm Drehmoment für die X-Achsen

Jede Menge Schrauben:

32 Stück Inbus DIN912 M5x30 plus Unterlegscheiben

8 Stück Inbus M5x15 plus Unterlegscheiben

12 Stück Inbus DIN 912 M4x20

4 Stück Inbus DIN 912 M6x12

24 Stück Inbus DIN 912 M3x30

24 Muttern M3

48 Unterlegscheiben M3

Ich hoffe, dass ich mich nicht verzählt habe.....

Für den Schneidebügel:

1 x Aluprofil quadratisch 15x15mm

1 x Aluprofil quadratisch 10x10mm

2 x Goldkontaktstecker 4mm

8 x Inbus DIN 912 M4x30

2 x Schraube DIN 912 M4x20

2 x Mutter M4

Druckanleitung zur Mechanik CNC Styroporschneidemaschine

V2.0

Anforderungen an Drucker und Material

Das größte zu druckende Teil, der Linearwagen, hat ein Maß in X- und Y-Richtung von 124x135 Millimeter (mm) und bestimmt den minimalen notwendigen Bauraum des 3D Druckers X-Y Richtung. Die Wahl des Materials für den Druck ist egal, die Teile können aus PLA, ABS oder PET gefertigt werden. Damit wird kein spezieller oder teurer Drucker benötigt. PLA gilt zwar als biologisch abbaubar, dies funktioniert aber nur in speziellen Bioreaktoren. Bis etwa 60 Grad ist es temperaturstabil. Beim Betrieb entstehen keine Temperaturen, die die Maschine belasten. Solange die Maschine nicht in einer Sauna aufgebaut wird, ist PLA also ausreichend.

Für den Druck der Teile wird ca. 1 Kilogramm (kg) Filament benötigt. Ich habe Material der Firma Avistron, bezogen über Reichelt, verwendet.

Der Drucker

Für den Druck ist jeder FDM Drucker mit einem Bauraum in X-Y Richtung von 124x135 Millimeter (mm) geeignet. Meine Teile wurden mit einem original Prusa I3 MK3 gedruckt.

Was zu beachten ist

Vor dem Zusammenbau sind die notwendigen Adapterteile erst mal zu drucken. Einzelheiten sind der Beschreibung zu jedem Teil zu entnehmen. Bitte unbedingt darauf achten, dass die Montageplatte Y-Achse, der Linearwagen sowie die Spannvorrichtung Schneidedraht beim Druck des zweiten Teils einmal gespiegelt werden müssen um Teile für die linke und rechte Seite zu erhalten.

Passungen

Passungen gibt es an den zu druckenden Teilen **nicht**. Mit den im Hobbybereich vorhandenen 3D Druckern ist die dafür notwendige Präzision nicht erreichbar. Die Teile wurden so konstruiert, dass die Stärken des 3D Drucks mit Hobbydruckern genutzt und die Schwächen bei der Erstellung von Passmaßen vermieden werden. Die Montageöffnungen für Lager etc. sind so dimensioniert, dass die Teile gut durch passen. Durch die Verwendung der genormten Teile liegen die Anschraubpunkte fest. Dadurch werden die Montagemaße mit sehr guter Präzision erreicht.

Zusammengefasst: Die Normteile lassen sich an den Montageorten präzise ohne zusätzliche Bearbeitung montieren.

Werkzeug

Für die Nachbearbeitung der gedruckten Teile ist zum Entgraten und Entfernen von Stützmaterial ein scharfes Bastelmesser notwendig. Des Weiteren sind Gewindebohrer M3 und M5 sowie die passenden Inbusschlüssel erforderlich.

Die Daten

Die STL Dateien für den Druck stehen im Downloadbereich der Modell Aviator für die ausschließlich private Nutzung zur Verfügung. Für eine kommerzielle Nutzung sind alle Rechte vorbehalten.

Empfohlene Druckeinstellungen:

Layerhöhe 0,2mm

Infill 40 Prozent

Wandstärke: 1,2 – 1,6mm, je nach Größe der Extruderdüse (4 x Düsendurchmesser). Durch die erhöhte Wandstärke lassen sich die notwendigen Gewinde besser schneiden.

Im Folgenden werden die zu druckenden Teile kurz in ihrer Funktion beschrieben. Die Konstruktion der Teile wurde mit Fusion 360 durchgeführt. Als Slicer verwende ich das kostenfreie Cura, jedes andere Programm geht natürlich auch. Zu jedem Teil habe ich einen Screenshot aus dem Slicer angefertigt, der zeigt wie das jeweilige Teil für den erfolgreichen Druck auf der Druckplatte zu positionieren ist.

Linearwagen

Der Linearwagen läuft mittels 4 Linearlagern SBR12UU auf den Supported Rails. Auf ihm wird jeweils ein linkes und ein rechtes Portal aufgebaut. Für den Antrieb auf der Y-Achse wird eine einbaufertige TR16x4 Spindelmutter mit Gehäuse am Wagen verschraubt.

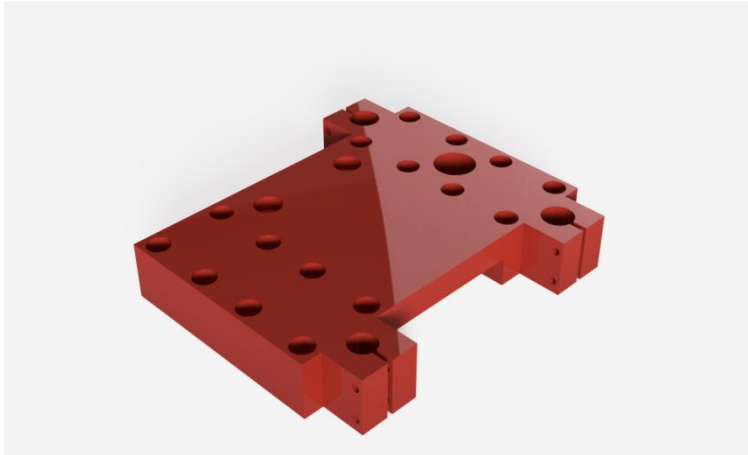


Abbildung 1: Linearwagen

Es muss ein linker und ein rechter Wagen hergestellt werden, also muss für den zweiten Wagen das Modell im Slicer gespiegelt werden. Der Wagen muss im Slicer so positioniert werden, dass die flache Seite auf dem Druckbett aufliegt. Drucken mit Stützmaterial.

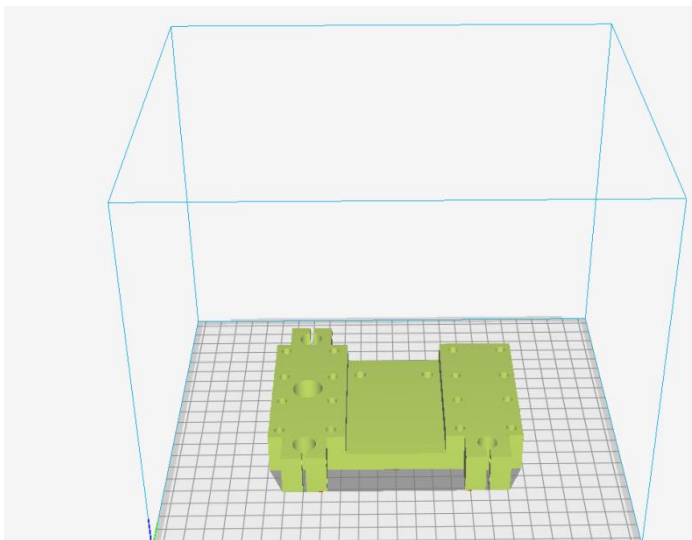


Abbildung 2: Linearwagen im Slicer (Cura) zum Druck positioniert

Nachbearbeitung: Stützmaterial entfernen und entgraten

Motorhalterung X-Achse mit Festlager

An die Motorhalterung X-Achse mit Festlager ist die Lagerung des Schrittmotors für den jeweiligen Linearwagen auf der X-Achse. Um die Vorteile des 3D Drucks auszunutzen, werden Motorhalterung und das zugehörige Festlager in einem Stück gedruckt. Für die Maschine müssen zwei dieser Halterungen mit Stützmaterial gedruckt werden.

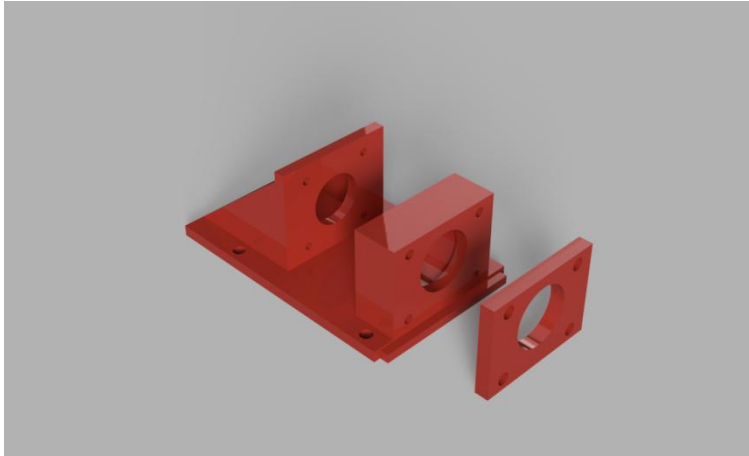


Abbildung 3: Motorhalterung X-Achse mit Festlager

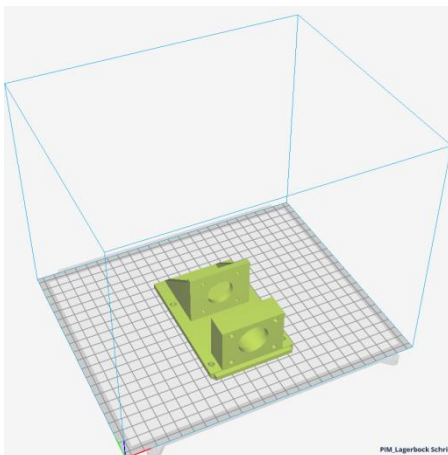


Abbildung 4: Motorhalterung X-Achse mit Festlager im Slicer positioniert

Nachbearbeiten: Stützmaterial entfernen, entgraten und viermal Gewinde M5 in die Halterung des Festlagers schneiden

Halteplatte Festlager

Zum Festlager gehört die Halteplatte, auch in (3) zu sehen. Von der Platte sind zwei Stück zu drucken, Stützmaterial ist nicht erforderlich.

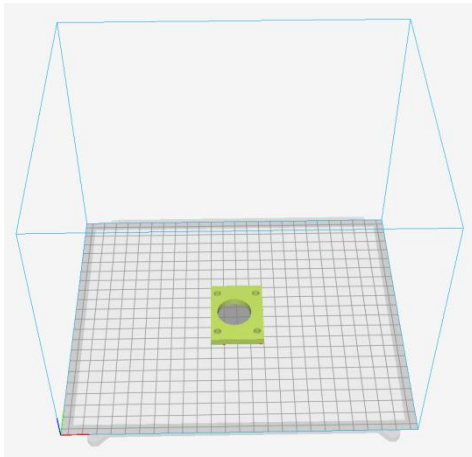


Abbildung 5: Halteplatte in Slicer

Nachbearbeiten: Entgraten

Mitnehmer Y-Achse

Der Mitnehmer Y-Achse nimmt die Linearlager der Y-Achse auf. Durch eine mit Schrauben befestigte IGUS Iglidur Trapezgewindemutter TR 10x3 wird der Mitnehmer über die Trapezgewindespindel und den jeweiligen Y-Achsen Schrittmotor bewegt.

Die M4 Gewinde für die Befestigung der Linearlager und die M5 Gewinde für die Trapezgewindemutter werden hier gleich mit gedruckt! Für die Befestigung der Halterung des Schneidbügels sind drei Gewinde M3 in die seitlichen Löcher zu schneiden.

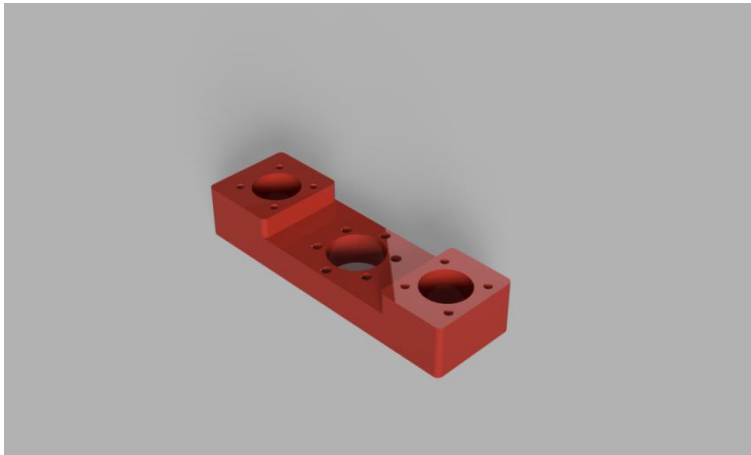


Abbildung 6: Mitnehmer Y-Achse

Es sind zwei Stück zu drucken, kein Stützmaterial.

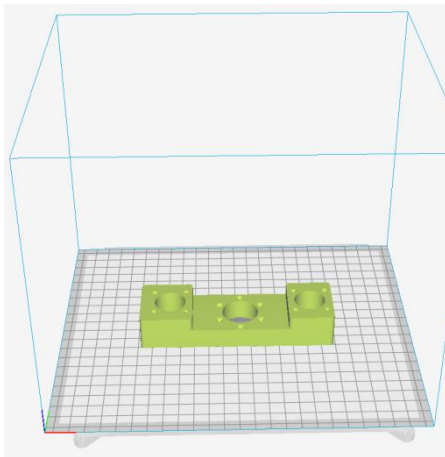


Abbildung 7: Mitnehmer Y-Achse im Slicer

Nachbearbeiten: Entgraten und drei Gewinde M3 schneiden

Halter Schneidebügel

Der Halter Schneidebügel wird mit drei M3 Schrauben am Mitnehmer Y-Achse befestigt. In ihm wird jeweils ein Kugellager S605ZZ mit einem mittig geschlitzten 5mm Stift eingeklebt. In dem Schlitz läuft später der heiße Draht des Schneidebügels. Da der Stift in dem Lager beweglich ist kann der Draht in Winkeln verfahren werden, ohne dass er beschädigt wird.

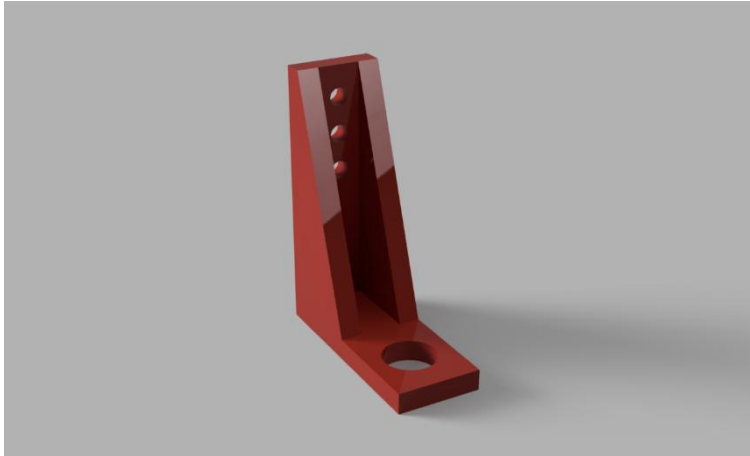


Abbildung 8: Halter Schneidebügel

Zwei Stück drucken mit Stützmaterial.

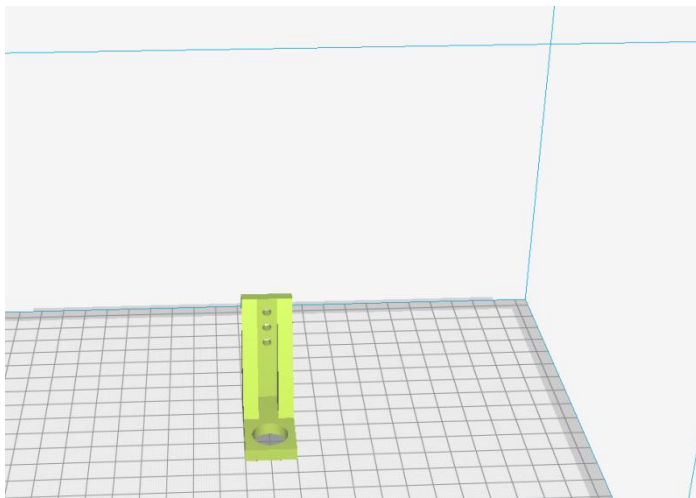


Abbildung 9: Halter Schneidebügel im Slicer

Nachbearbeiten: Stützmaterial entfernen und entgraten

Motorhalterung Y-Achse

Die Motorhalterung Y-Achse schließt das Portal nach oben ab und nimmt den Schrittmotor der jeweiligen Y-Achse auf. Des Weiteren nimmt die Halterung in Klemmungen die 12mm Präzisionswellen und die 10mm Alustange auf und bildet mit dem Linearwagen damit das äußerst stabile Portal. Es sind zwei Stück mit Stützmaterial zu drucken.

Achtung: Es muss eine linke und eine rechte Seite gedruckt werden, deshalb ist für die zweite Motorhalterung das Teil im Slicer einmal zu spiegeln!

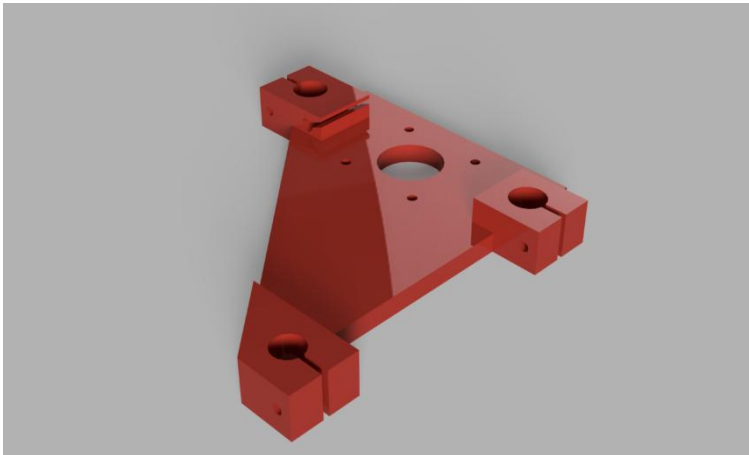


Abbildung 10: Motorhalterung Y-Achse

Zwei Stück drucken mit Stützmaterial.

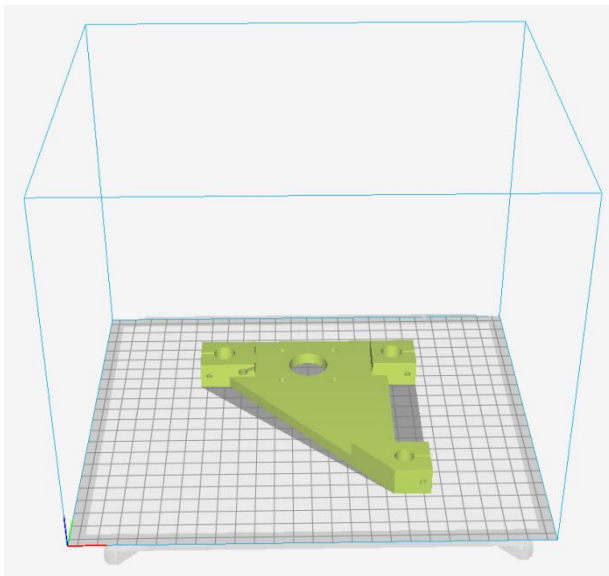


Abbildung 11: Motorhalterung Y-Achse im Slicer

Nachbearbeiten: Stützmaterial entfernen und entgraten

Loslagerbock

Der Loslagerbock nimmt das Rillenkugellager der X-Spindel auf und gestattet den Längenausgleich. Bei zwei Festlagern wäre die Montage statisch überbestimmt und es besteht Klemmgefahr für die X-Spindel. Der Lagerbock weist ausreichend Spiel auf und führt das Lager nur. Es sind zwei Lagerböcke mit Stützmaterial zu drucken.

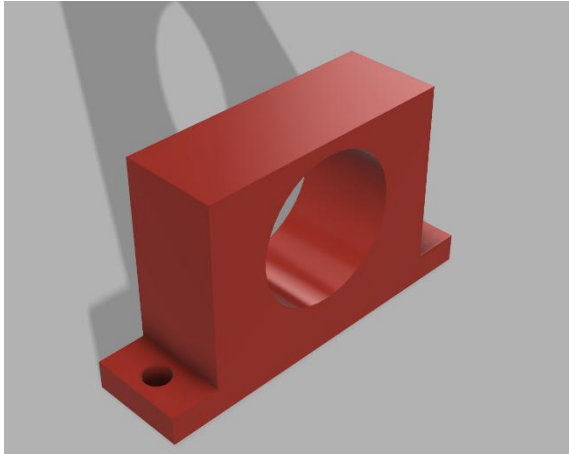


Abbildung 12: Loslagerbock

Zwei Stück drucken mit Stützmaterial.

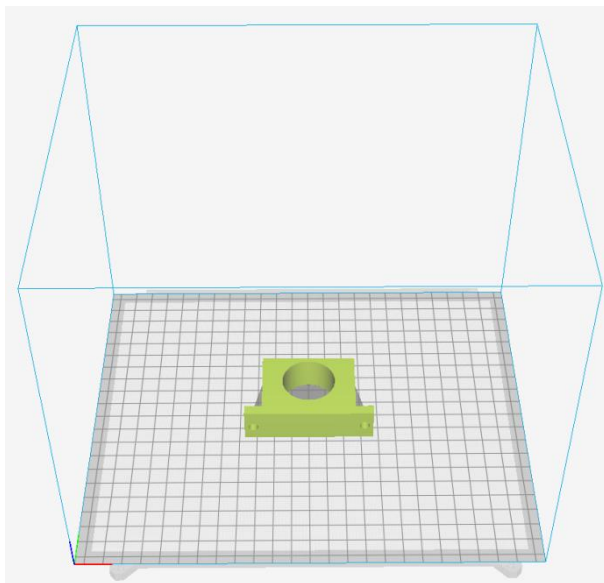


Abbildung 13: Loslagerbock im Slicer

Nachbearbeiten: Stützmaterial entfernen und entgraten

Spannvorrichtung Draht

Für das Schneiden des Styropors ist ein Bügel für den heißen Draht erforderlich. Für alle die ein solches Werkzeug noch nicht haben, habe ich einen Schneidebügel mit gedruckten Teilen entworfen. Der Bau des Schneidebügels wird in der Aufbauanleitung zur Maschine beschrieben.

Die Spannvorrichtung Draht dient wie der Name es sagt dem Spannen des Schneidedrahtes am Bügel. Durch eine M4 Schraube wird die Spannvorrichtung an einem Aluminiumprofil sicher geklemmt und an ihrer Position gehalten. Über einen 5mm Paßstift wird der Schneidedraht geführt und in einer Lüsterklemme sicher geklemmt.

Es sind zwei Spannvorrichtungen Draht zu drucken. Das zweite Teil muss im Slicer gespiegelt werden um ein linkes und rechtes Teil zu bekommen.

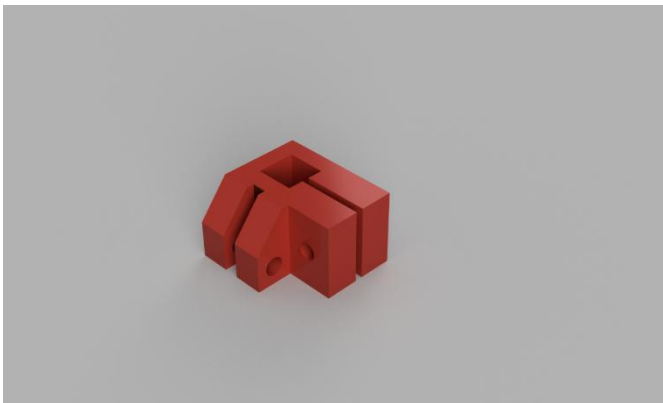


Abbildung 14: Spannvorrichtung Draht

Drucken mit Stützmaterial. das zweite Teil muss im Slicer gespiegelt werden um jeweils eines für die linke und rechte X-Achse zu erhalten.

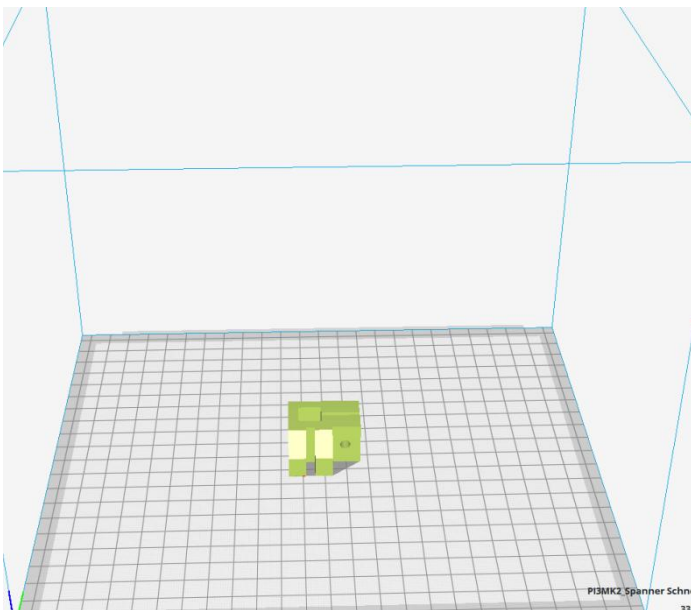


Abbildung 15: Spannvorrichtung Draht im Slicer

Nachbearbeitung: Entgraten und Stützmaterial entfernen.

Verbindungswinkel Schneidebügel

Der Verbindungswinkel Schneidebügel verbindet das Querteil des Schneidebügels aus einem 15x15mm Aluprofil und den beiden Schenkeln aus 10x10mm Aluprofilen. Es sind zwei Teile zu drucken.

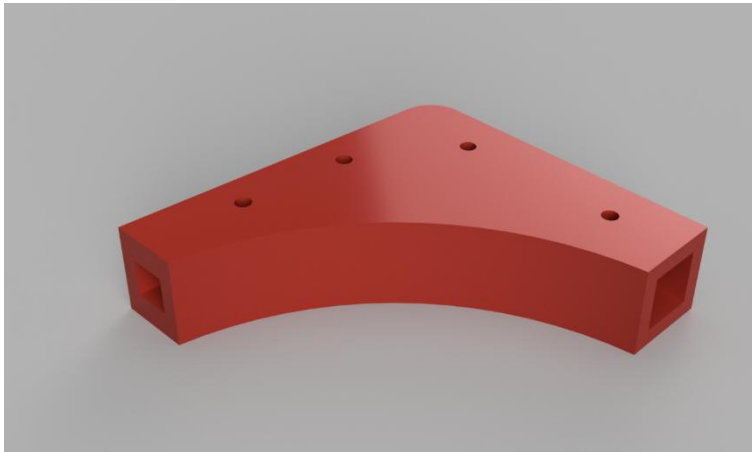


Abbildung 16: Verbindungswinkel Schneidebogen

Von dem Verbindungswinkel sind zwei Stück mit Stützmaterial zu drucken.

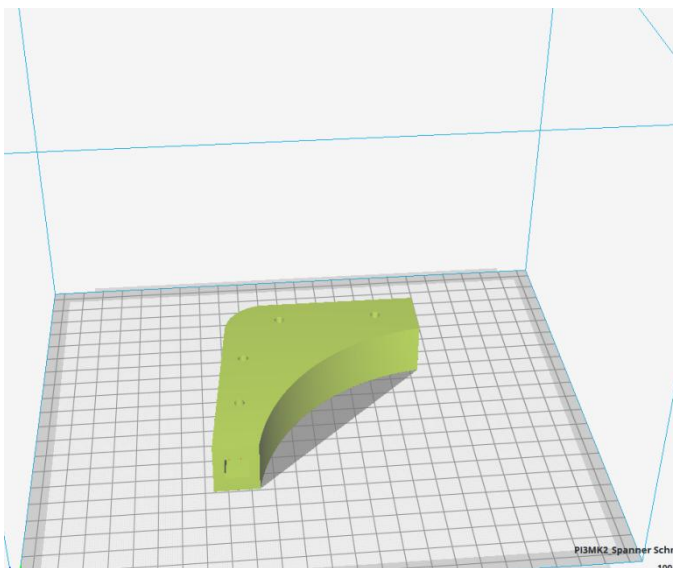


Abbildung 17: Verbindungswinkel Schneidebügel im Slicer

Nachbearbeitung: Entgraten und Stützmaterial entfernen.

Innenteil IKEA Tischbein

Die Schneideanlage wird auf einem Tisch aufgebaut. Bei meinem Tisch habe ich in der Höhe verstellbare IKEA Tischbeine des Typs ORLOV verwendet. Für die Ausnivellierung des Schneidetisches hat sich die Verstellvorrichtung als nicht ausreichend fein einstellbar erwiesen. Bei Verwendung der ORLOV Beine kann mit dem Innenteil und dem Standfuß eine Feineinstellung realisiert werden. Es sind vier Stück mit Supportmaterial zu drucken.

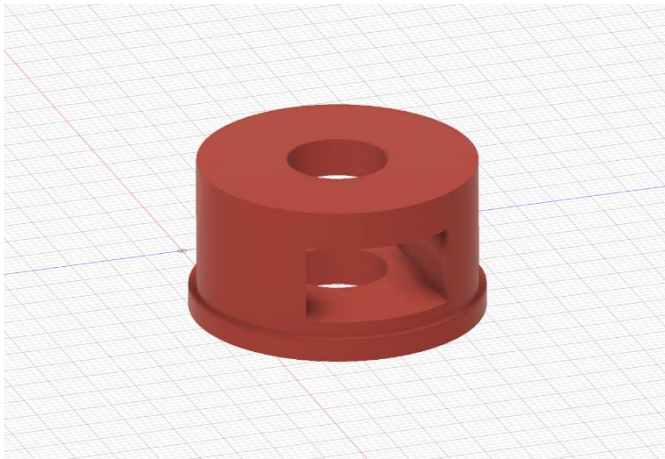


Abbildung 18: Innenteil IKEA ORLOV Tischbein

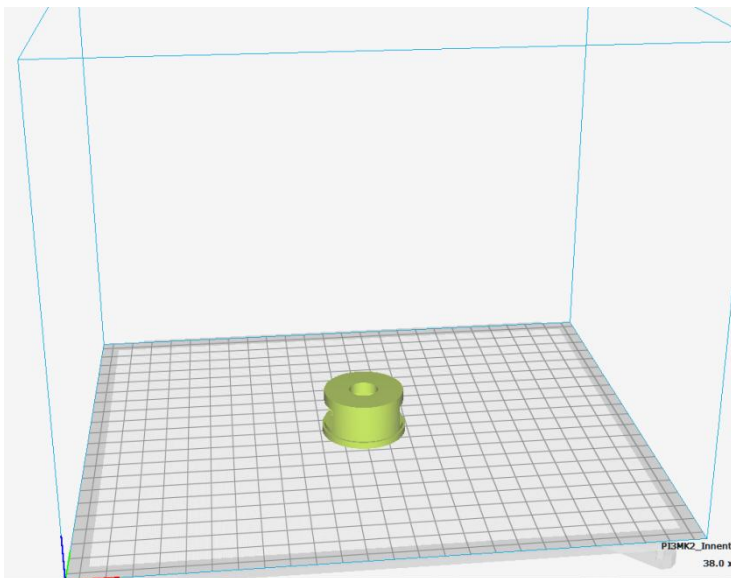


Abbildung 19: Innenteil IKEA ORLOV Tischbein im Slicer

Standfuß Tischbein

Standfuß für die Feineinstellungseinrichtung des IKEA ORLOV Tischbeins. Es sind vier Stück zu drucken.

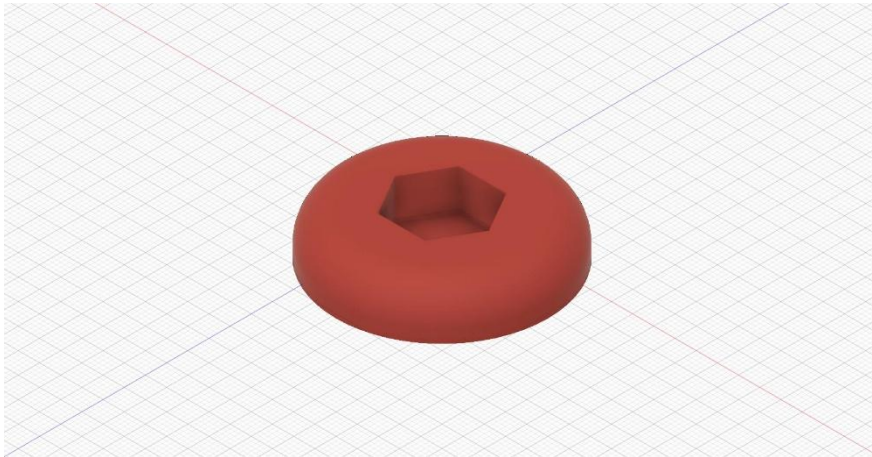


Abbildung 20: Standfuß für Feineinstellung Tisch

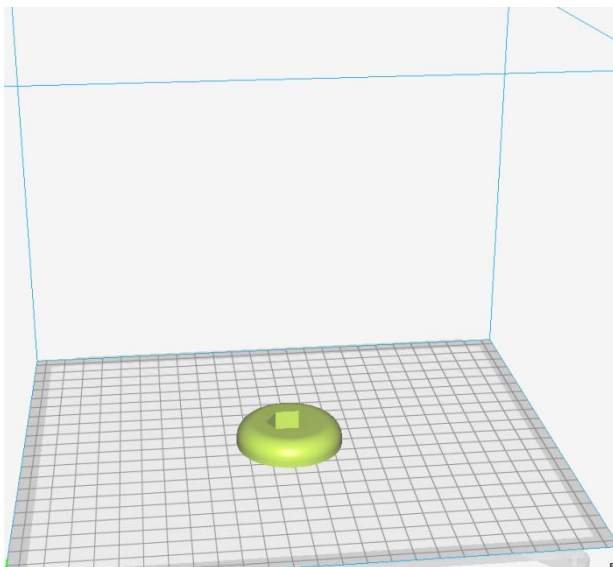


Abbildung 21: Standfuß für Feineinstellung im Slicer

Aufbau der Mechanik

Nach dem erfolgreichen Druck der Teile ist der Weg zur funktionsfähigen Maschine nicht mehr weit. Jeder Nachbauer sollte sich zunächst Gedanken darüber machen, wie weit die Portale auseinander stehen sollen. Grundsätzlich kann man mit der Maschine in beliebigen Breiten schneiden, lediglich das verfügbare Schaummaterial und das Platzangebot in der Werkstatt setzt Grenzen. Handelsübliche Styroporplatten werden mit 500x1200mm Abmaßen angeboten, Styrodur mit 1265 x 615mm. Es ist nicht erforderlich die maximale Länge des Materials als Breite für das Portal zu wählen. Teile, die nicht zwischen die Portale passen, werden in einzelnen Segmenten geschnitten und zusammengesetzt. Meine Maschine habe ich vor Jahren mit einem Portalabstand von 788mm aufgebaut und komme damit gut zurecht.

Ich beschreibe den Aufbau der Maschine auf einem Tisch mit den Maßen meiner Maschine. Jeder kann natürlich davon nach individuellen Anforderungen abweichen.

Ein wichtiger Hinweis

Bevor es losgeht hier ein wichtiger Hinweis, der auch später beim Betrieb der Maschine immer eingehalten werden muss!

Bei den nachfolgenden Arbeiten sind die Schrittmotoren elektrisch nicht an die Steuerung angeschlossen. Im Verlauf der Montage werden die Motoren durch die notwendigen Justierungen immer wieder gedreht. Durch die Drehung können sehr hohe Ströme durch die Motoren induziert werden, da sie als Generatoren wirken. Wenn in einem solchen Fall die Motoren an die Steuerung angeschlossen sind, kann diese Schaden nehmen.

Also sollte verinnerlicht werden: **Das Drehen der Motoren von Hand erfolgt grundsätzlich nur bei von der Steuerung getrennten Motoren!**

Der Schneidetisch

Die Mechanik der Maschine wird fest auf einem Tisch aufgebaut. Ich habe meine Maschine auf einer 20mm MDF Platte mit den Maßen 1200mm x 1000 mm Platte aufgebaut. Die Platte habe ich mir im örtlichen Baumarkt gekauft und winklig zusägen lassen. Damit daraus ein Tisch wurden von IKEA vier höhenverstellbare Tischbeine der Marke ORLOV erworben und an die Platte montiert. Die Beine sollten nicht ganz außen montiert werden, um später nicht in Kollision beim Aufbau der Mechanik zu kommen. Die Portale sind auf meinem Tisch relativ weit außen montiert, die Beine sollten auf der Unterseite der Tischplatte zwischen den Supported Rails angeschraubt werden. Also vorher über die Portalbreite Gedanken machen, festlegen und die Beine entsprechend anschrauben.

Den Tisch an seinen Einsatzort bringen und mittels einer Wasserwaage und der Höheneinstellung der Beine in Waage bringen. Meine Werkstatt hat einen relativ unebenen Boden und die Einstellmöglichkeit des ORLOV Beines hat sich als zu grob erwiesen. Deshalb habe ich eine Feinjustierungsmöglichkeit für diese Beine konstruiert.

Für die Montage einer Feineinstellungsvorrichtung werden die gedruckten Teile Innenteil IKEA ORLOV Tischbein und Standfuß benötigt. Dazu kommen jeweils zwei DIN 934 M12 Muttern, eine Unterlegscheibe DIN 440 M12 sowie eine Schraube DIN 933 M12x70.



Abbildung 22: Die Teile für die Feinausrichtung der IKEA ORLOV Tischbeine

Das Supportmaterial aus dem Innenteil entfernen und eine M12 Mutter ein den Schlitz so seitlich einpressen, dass durch das Loch die M12 Schraube in die Mutter geschraubt werden kann.



Abbildung 23: Innenteil IKEA ORLOV Tischbein mit DIN934 M12 Mutter

Auf die DIN 933 M12x70 Schraube eine Mutter aufdrehen, darauf die Unterlegscheibe DIN 433 M12 auflegen und in die Mutter des Innenteils einschrauben.



Abbildung 24: Feineinstellung IKEA ORLOV Tischbein montiert

An der Standfläche der Tischbeine befindet sich eine Kunststoffkappe. Diese entfernen und dafür das montierte Teil einsetzen. Den Schraubenkopf der M12 Schraube in den Standfuß setzen. Der Fuß sitzt absichtlich nicht fest auf dem Schraubenkopf um eventuelle Unebenheiten des Bodens auszugleichen.



Abbildung 25: Montierte Feinjustierung der Tischbeine

Durch das Rein- oder Rausschrauben der M12 Schraube erfolgt die Feinjustierung des Tisches. Sobald der Tisch ausgerichtet ist, wird die Stellung durch leichtes Anziehen der Kontermutter gesichert.

Wenn der Tisch steht geht es weiter mit der Montage und dem Aufbau der Maschine.

Zusammenbau der X-Achsen Linearwagen

Zunächst sind die Portale zu montieren, um die Mechanik auf dem Schneidtisch aufbauen zu können.

Dazu jeweils vier Linearlager SBR12UU mit jeweils vier Schrauben DIN 912 M5 x30 handfest am Linearwagen verschrauben. Die 12mm Wellen für die Y-Achse in die Aufnahmen mit 12mm Durchmesser am Wagen stecken und mit jeweils 2 DIN 912 M3x35 mit Muttern und Unterlegscheiben klemmen. Ein Alurohr Durchmesser 10mm mit 500mm Länge ablängen, in die dritte Aufnahme stecken und mit 2 DIN 912 M3x35 mit Muttern und Unterlegscheiben klemmen.

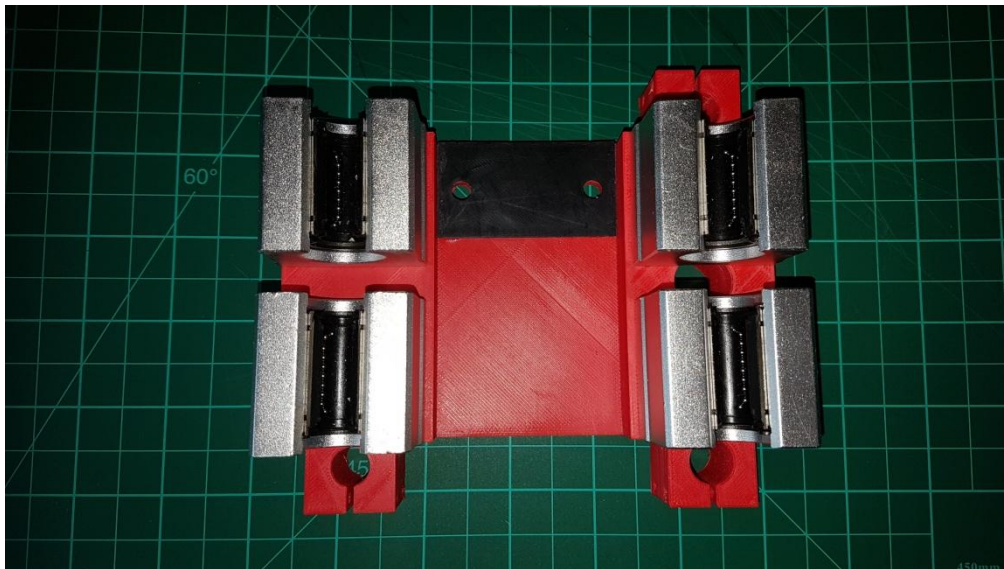


Abbildung 26: Linearwagen mit Linearlagern LM8UU (hier noch eine Beta Version)

Den Y-Wagen zusammenbauen. Dazu die IGUS Drylin TR 10x3 Mutter mit sechs DIN912 M3x30 Schrauben mit den Wagen verschrauben. Jeweils zwei Linearlager mit quadratischen Flansch LMEK12UU in den Wagen stecken und mit jeweils vier Schrauben DIN 912 M4 x 20 verschrauben. Der Mitnehmer für den Schneidedraht wird später angebaut.



Abbildung 27: Zusammengebauter Y-Wagen, die Schrauben für die zentrale IGUS Drylin Mutter sind auf dem Bild noch nicht eingeschraubt

Den Y-Wagen auf die 12mm Präzisionswellen vorsichtig aufschieben und auf leichten Lauf kontrollieren.

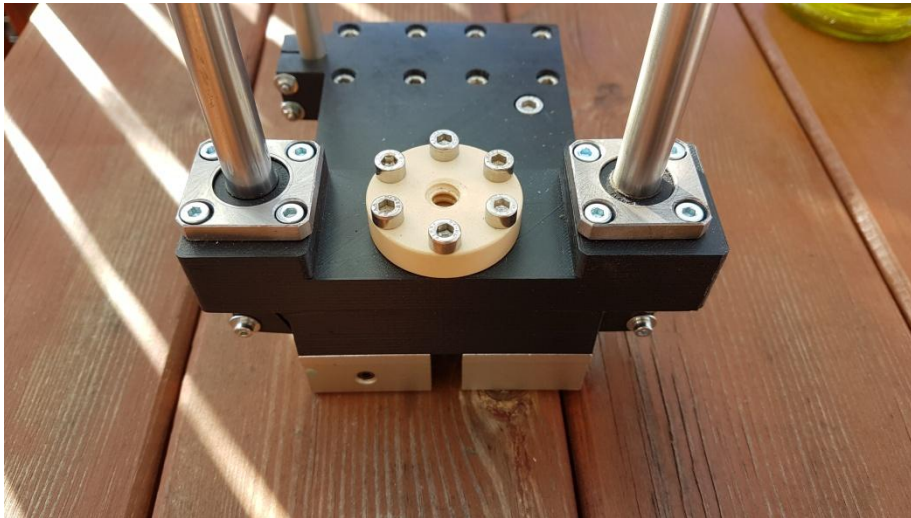


Abbildung 28: Y-Wagen auf den Y-Achsen aufgeschoben

Die Schrittmotoren für die X-Achse mit jeweils 4 Schrauben M3 x 15, und Unterlegscheiben an der Montageplatte Y-Achse montieren. Die Gewinde in den Schrittmotorgehäusen sind teilweise sehr kurz, nach Bedarf die Schrauben kürzen oder die Länge der Schrauben durch mehrere Unterlegscheiben anpassen.

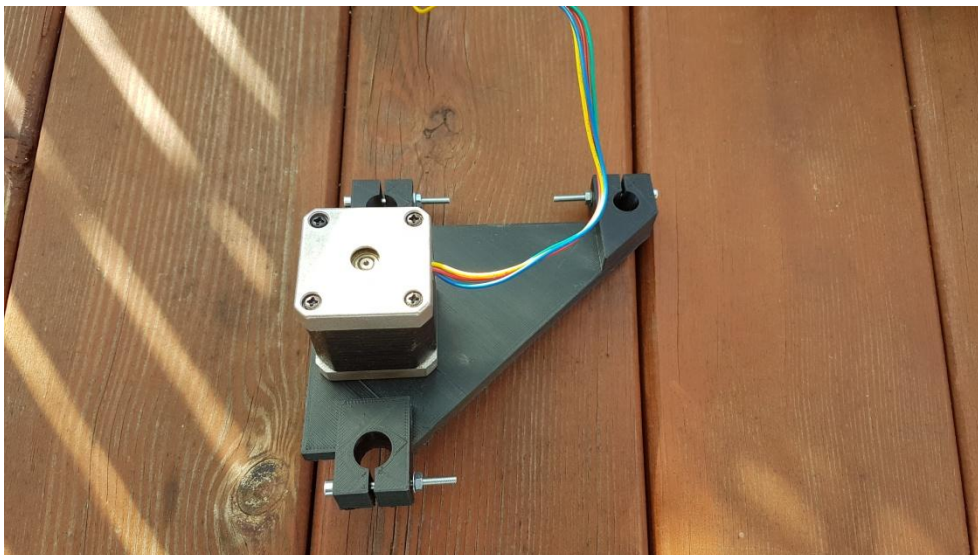


Abbildung 29: Montageplatte A-Achse

Auf die Y-Antriebsspindeln TR10x3 jeweils eine spielfreie Wendelkupplung 5/10mm mit Klemmnabe montieren und die Klemmschraube fest anziehen.

Die Trapezgewindespindel in die Drylin Mutter einschrauben und die Montageplatte mit Schrittmotor montieren oben auf dem Portal montieren. Die Platte gut ausrichten und mit drei DIN 912 M3x35, Unterlegscheiben und M3 Muttern klemmen. Den Schrittmotor an die Spindel mit der Wendelkupplung ankoppeln und auf leichten Lauf kontrollieren.

Die Spindelmutter TR16x4 mit Gehäuse mit jeweils zwei Schrauben DIN 912 M6x20 lose am Linearwagen anschrauben.

Jeweils ein Portal für die linke und rechte Seite bauen. Die Auslegung als Dreibein ist mechanisch sehr stabil. Der Aufbau erlaubt weiterhin, dass der Schneidedraht in horizontalen Winkeln über 45 Grad verfahren werden kann, ohne dass er die Portalmechanik berührt.

Mit der abgeschlossenen Montage der Portale kann der Aufbau der Maschine beginnen.



Abbildung 30: Ein fertiges Portal, hier noch mit dem Mitnehmer meiner ersten Maschinenversion

X-Achsen Antrieb

An den Lagerböcken X-Achse jeweils das Schrägkugellager zweireihig 3200/5200 2RS 10x30x14,3mm in den Lagersitz drücken und die Halteplatte mit vier DIN 912 M5x20 Schrauben mit Unterlegscheiben verschrauben. Auf den Schrittmotoren die spielfreien Wendelkupplungen 5/8mm aufsetzen und fest-klemmen. Die Motoren noch nicht an ihren Halterungen verschrauben.

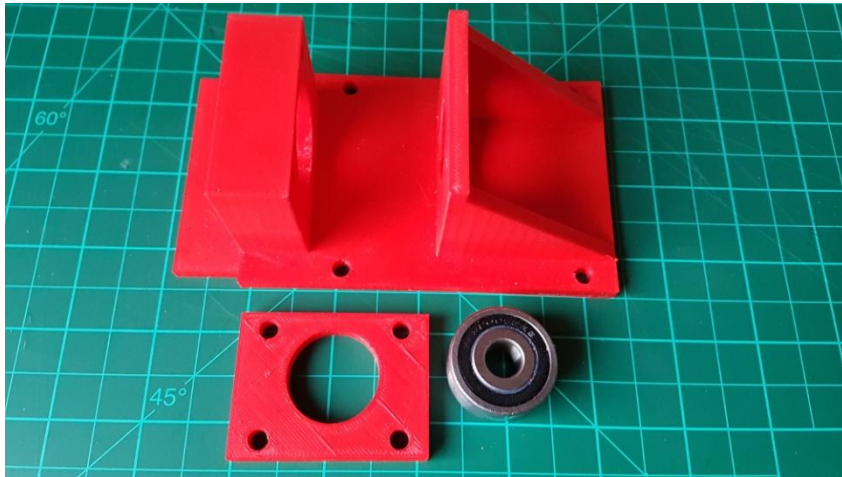


Abbildung 31: Lagerbock Schrittmotor X-Achse mit Festlager

Aufbau der X-Achsen

Grundlage für jede X-Achse sind jeweils zwei Supported Rails, die auf dem Schneidetisch montiert werden. Das Aufbaumaß dieser beiden Rails ergibt sich aus der Geometrie des Linearwagens. Dieses Maß muss aber nicht eingemessen werden. Durch das im Folgenden beschriebene Verfahren richtet sich das jeweils äußere Rail der jeweiligen Achse beim Aufbau durch Verschieben des Portals selber aus.

Es ist wichtig, dass die Linearlager SBR12UU an den Linearwagen noch nicht komplett fest angezogen sind.

Als erstes werden die jeweils die inneren Supported Rails jeder Achse winklig im über ihre Länge exakt gleichen Abstand zueinander auf dem Tisch verschraubt. Ein ausreichend großer Winkel erleichtert das Ausrichten. Die Verschraubung der Rails erfolgt mit normalen 4 x 20 mm Holz Senkkopfschrauben. Bei meiner Konfiguration befindet sich die vordere Kante der Rails 84mm von der vorderen Tischkante.

Das Maß zwischen den Innenkanten der Rails notieren. Da der Schneidedrahtmitnehmer später genau über den inneren Rails steht ist der innere Abstand zwischen den Rails plus 31,6mm der in der Schneidesoftware einzugebende Abstand der Portale. Die Schnittsoftware benötigt diesen Wert für die Berechnung der Achsen.

Die genaue Ausrichtung des zweiten Rails erfolgt mit dem jeweiligen linken und rechten Portal. Das Portal auf das schon festgeschraubte innere Rail aufgeschoben. Dann das noch nicht montierte äußere Rail vorsichtig aufschieben.

Das noch lose äußere Rail einem der vordersten Verschraubungslöcher handfest mit dem Tisch verschrauben. Jetzt das Portal in die hinterste Stellung verschieben.

Das Außenrail richtet sich so automatisch im richtigen Abstand aus. In dieser Stellung ebenfalls mit einer Schraube fixieren.

Die X-Achsen Lager sind durch das Aufschieben auf beide Rails korrekt ausgerichtet. Die Schrauben können jetzt handfest angezogen werden.

Durch mehrmaliges Hin- und Herschieben des Portals auf der gesamten Länge den leichten Lauf des Portals kontrollieren. Stimmt alles, werden beide Rails mit mehreren Anschraubpunkten fest mit dem Tisch verschraubt.

Danach nochmals das Portal in die Mitte schieben und dort die Linearlager der X-Achse durch Lösen und Festziehen bei Bedarf feinausrichten. Das Portal muss sich ohne großen Kraftaufwand bewegen lassen.

Aufbau des Antriebes der X-Achsen

Für die folgende Montage empfehle ich die Spindelmutter im Gehäuse am Linearwagen leicht handfest verschraubt zu lassen. Beim 3D Druck treten material- und fertigungsbedingte Toleranzen auf, die zum Klemmen führen könnten. Diese Toleranz wird am Gehäuse der Mutter später herausgenommen.

Auf den NEMA 17 Schrittmotor die Wellenkupplung 5/8 aufschieben und klemmen.

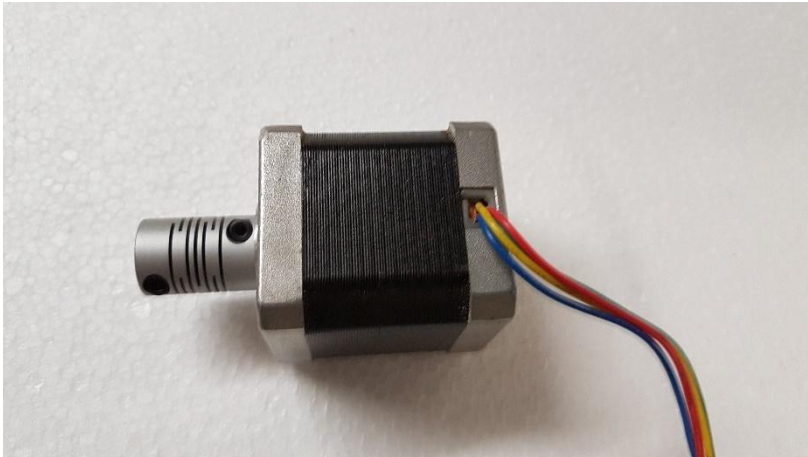


Abbildung 32: NEMA 17 Motor für X-Achse mit Wellenkupplung 5/8mm

An den X-Achse Spindeln TR 16x4 auf der Loslagerseite jeweils das Rillenkugellager 6200 2RS 10x30x9mm mit dem Sicherungsring montieren.



Abbildung 33: Montiertes Loslager

Das Portal kurz vor die Montagestelle des Antriebsbocks schieben.

Das Loslager der Spindel in den Loslagerbock stecken und die Spindel in die Spindelmutter am Linearwagen eindrehen bis das das bearbeitete Ende der Spindel über den Linearwagen herausreicht.



Abbildung 34: Spindel im Loslagerbock

Der Antriebsbock mit Festlager findet seinen Montageplatz bündig an den Supported Rails. Die Spindel in das Kugellager des Festlagers einführen. Dabei bitte darauf achten, dass der Loslagerbock immer mit seiner Montageseite auf dem Tisch steht um das Verbiegen der Spindel zu verhindern.

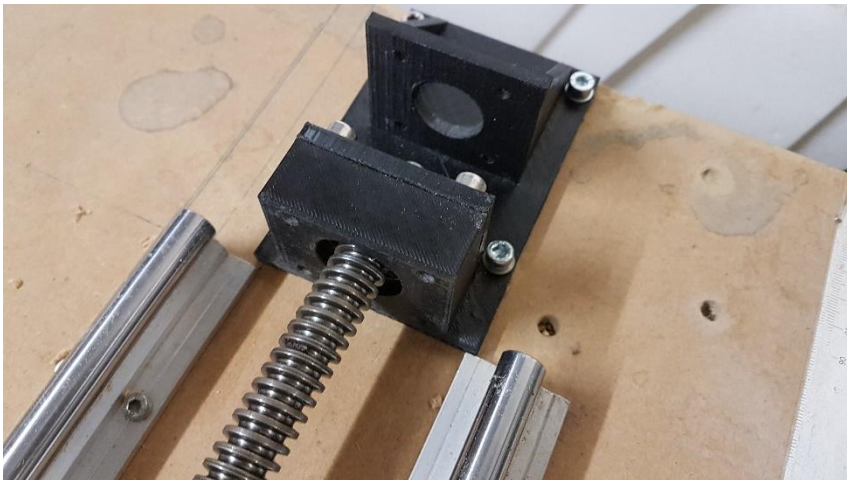


Abbildung 35: X-Spindel in Festlager eingeführt

Wird die von mir empfohlene Spindel und 900mm lange Rails verwendet, stößt die vordere Kante des Antriebsbocks an die Rails, siehe auch Abbildung 35.

Die DIN 439 Sechskantmutter niedrige Form, verzinkt M10x1 (Feingewinde) auf der anderen Seite des Festlagers anschrauben und mit Schraubensicherungslack fixieren.

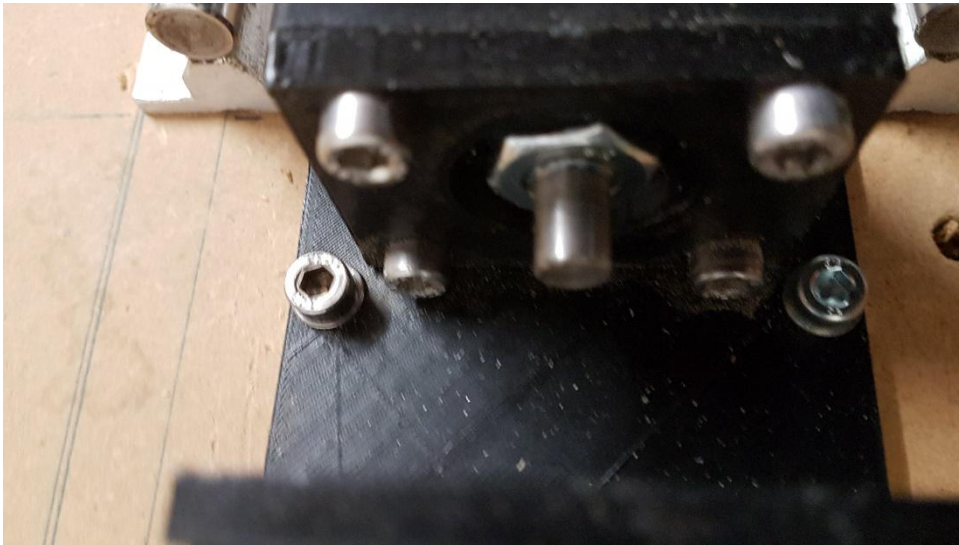


Abbildung 36: Antriebsbock mit fertig gesicherter Spindel im Festlager

Den Schrittmotor an seinen Montageort platzieren, die Kupplung auf die Welle aufschieben. Den Motor mit vier Schrauben DIN 9212 M3x13 und Unterlegscheiben verschrauben. Sollten die Schrauben aufgrund der geringen freien Gewindelänge des Motors zu lang sein, diese anpassen.

Die Welle wird jetzt mit der Klemmung der Kupplung fixiert werden.

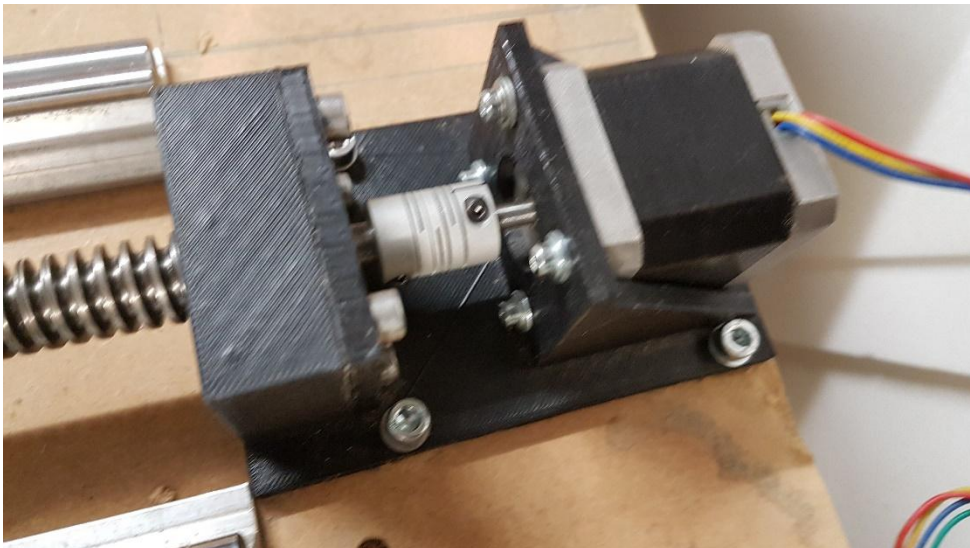


Abbildung 37: Fertig montierter X-Achsen Antrieb

Jetzt den Linearwagen durch Schrauben der Antriebswelle so nah wie möglich an den Lagerbock heranfahren.

Eine Anmerkung zum obigen Bild: Hier ist noch ein 17HS 8401 Schrittmotor montiert. Auf den X-Achsen sind sie aufgrund der besseren Dynamik gegen 17HS24-2104S Motoren getauscht worden.

Den Antriebsbock auf dem Tisch in der gefundenen Stellung verschrauben, aber noch nicht komplett fest anziehen! Für das endgültige Ausrichten das Portal durch drehen der Spindel bis knapp vor das Loslager verfahren und dadurch die exakte Stellung des Loslagerbockes ermitteln. Den Bock verschrauben.

Durch Drehen der Spindel den Wagen wieder unmittelbar vor den Antriebsbock verfahren, feinausrichten und verschrauben.

Finale Ausrichtung der Spindelmutter

Die M6 Schrauben für die Spindelmutter anziehen und das jeweilige Portal durch das Verdrehen von Hand zum Festlager verfahren. Sollte der Kraftaufwand höher werden muss die Verschraubung gelockert werden. Hier schlagen die Toleranzen beim 3D Druck zu, wenige Zehntel Millimeter Differenz führen zu diesem Verhalten. Für die Ausrichtung der Mutter mit ihrem Gehäuse ist ein Element notwendig, das die Toleranz ausgleicht und anpassbar ist. Unterlegscheiben brachten keinen Erfolg, da sie nicht fein genug abgestimmt sind. Ich habe tatsächlich ein 3mm Depron Stückchen zwischen der Auflagerfläche der Spindelmutter und des Linearwagens geschoben und dann das Gehäuse final ausgerichtet. Das Depron lässt sich papierdünn zusammendrücken, federt dabei und erlaubt die feine Höhenausrichtung der Spindelmutter.

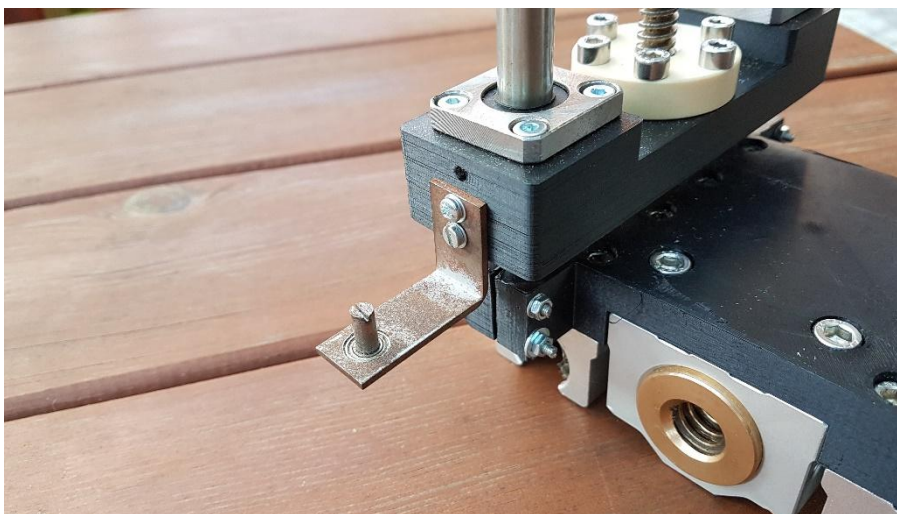


Abbildung 38: Die Spindelmutter am Linearwagen

Der Wagen sollte sich nach dieser Ausrichtung leichtgängig durch das Drehen der Spindel über die gesamte Längs der X-Achse verschieben lassen.

Mitnehmer Schneidedraht

Zunächst wird in die Kugellager 605ZZ jeweils ein Zylinderstift 5x24 eingepresst. Dazu den Stift leicht einfetten, in das Lager stecken und mit ganz leichten Schlägen langsam in die Aufnahme des Kugellagers treiben. Der Stift wird durchgetrieben und sollte an der Unterseite etwa 6mm aus dem Lager herausragen. Dieses Ende wird in einen Schraubstock gespannt. An der entgegengesetzten längeren Seite wird mit einer feinen Schleifscheibe und einem Dremel ein Schlitz für die Führung des Drahtes etwa 2mm tief möglichst mittig eingeschliffen. Mit einer Schlüsselfeile eventuelle Grate entfernen.

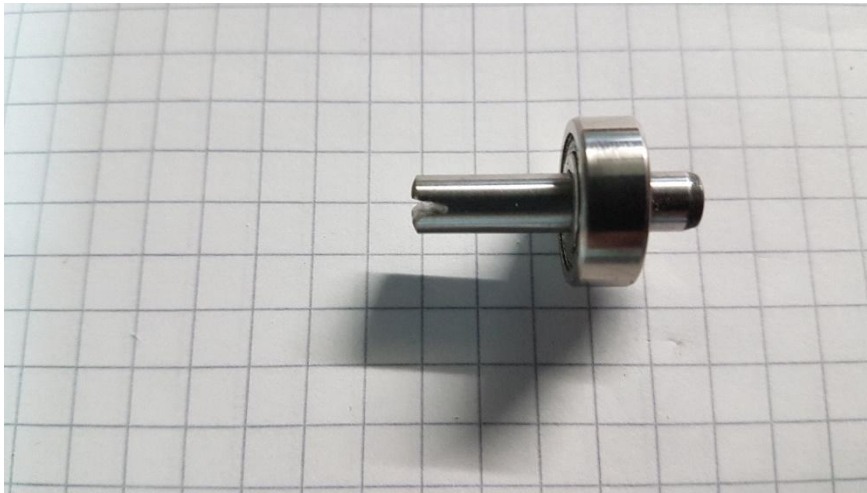


Abbildung 39: Kugellager 605ZZ mit geschlitzten Zylinderstift

Die Kugellager in das Teil Halter Schneidebügel einpressen und mit ein paar Tropfen Sekundenkleber sichern. Durch die Kugellager dreht sich die Aufnahme mit dem Draht bei Winkeln in X-Richtung mit. Dadurch wird ein Verkanten und Beschädigen des Drahtes verhindert. Ich benutze mit dieser Lösung immer noch meinen ersten Schneidedraht, also seit mehr als fünf Jahren....

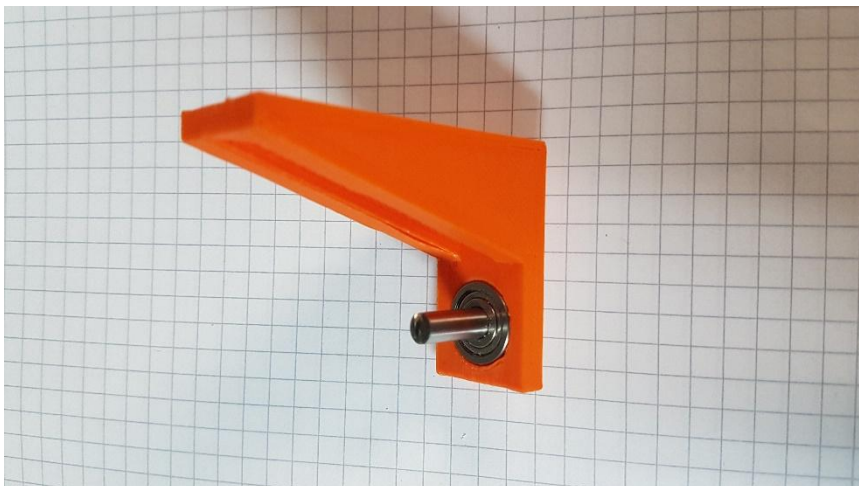


Abbildung 40: Fertiger Mitnehmer Schneidedraht

Die fertigen Mitnehmer mit drei DIN 912 M3x15 Schrauben mit Unterlegscheiben an den Linearwagen Y-Achse verschrauben.

Sollte man im Eifer des Gefechts die Gewinde überdrehen, kann der Halter auch mit drei 4mm Blechschrauben montiert werden (woher ich das wohl weiß...).

Damit ist die Mechanik für die CNC Schneidemaschine fertig aufgebaut. Es fehlt noch der Schneidebügel.

Der Schneidebogen

Allgemeine Beschreibung

Die Maschine benötigt jetzt noch das Schnitt/Schmelzwerkzeug, den heißen Draht. Dafür ist ein geeigneter Schneidebogen zu bauen, sofern er noch nicht vorhanden ist. Für alle, die ein solches Werkzeug noch nicht haben, stelle ich hier meinen Bogen vor. Der Bogen ist vom Aufbau her optimiert für die Verwendung mit der CNC Maschine.

Für den Bau des Bogens werden vier 3 D gedruckte Bauteile benötigt: Je zwei Verbindungswinkel Schneidebogen und zwei Mal die Spannvorrichtung Draht.

Des Weiteren wird ein Aluprofil 15x15mm 1000mm lang für den Querbalken des Bogens sowie ein Aluprofil 10x10mm 1000mm lang für die Herstellung der Schenkel des Bogens benötigt. Die Aluprofile bekommt man in jedem Baumarkt. Hinzu kommen 4mm Goldbuchsen sowie diverse Schrauben, zwei Zylinderstifte DIN 5 5x24 sowie zwei Lüsterklemmen.

Die Länge des Bogens orientiert sich an der Aufbaubreite der Portale. Er muss länger als dieses Maß sein, damit der notwendige Freiraum beim winkligen Verfahren der X-Achsen gewährleistet ist. Für meine Maschinengeometrie habe ich das 15x15mm Profil für seine Funktion als Querteil in seiner Länge von 1 Meter (m) belassen. Aus dem 10x10mm Profi habe ich mir zwei 400mm lange Abschnitte für die Schenkel abgelängt.

Vorbereitung Querteil

Auf das 15x15mm Profil die Verbindungswinkel Schneidebogen aufstecken, an den Schraublöchern das Aluprofil durchbohren und mit vier DIN 912 M4x40 Schrauben, Unterlegscheiben und Muttern verschrauben.

Vorbereitung der Schenkel

Für das sichere Anlegen der Schneidespannung werden die 4mm Goldbuchsen verwendet. An jedem Schenkel wird im Abstand von ca. 6mm zum Ende ein 5mm Loch durchgebohrt. Das Profil wird um 90 Grad gedreht und mit einer Pucksäge mittig ein Schlitz eingesägt, der ungefähr bis zur Mitte des 5mm Lochs geht und entgratet. Im Schlitz läuft später der gespannte Draht über die Buchse und wird durch den Kontakt mit der Betriebsspannung versorgt.

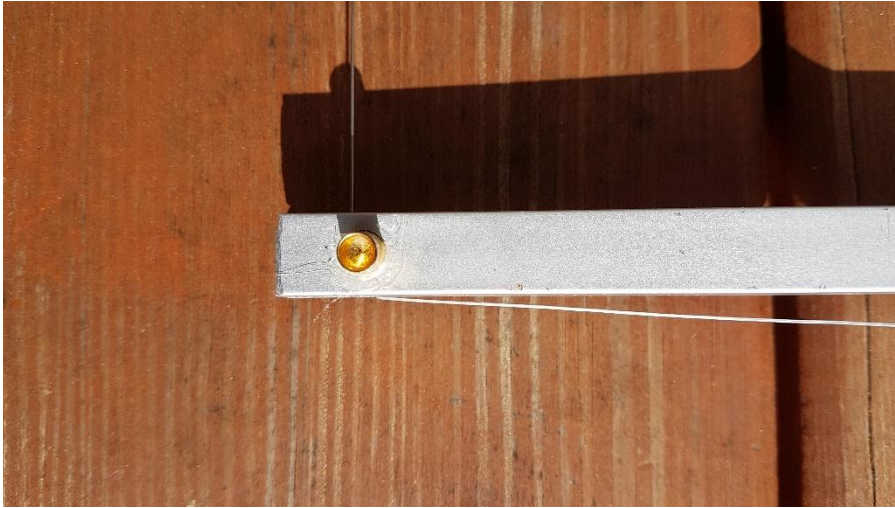


Abbildung 41: Bohrung des Schenkels mit 4mm Goldbuche

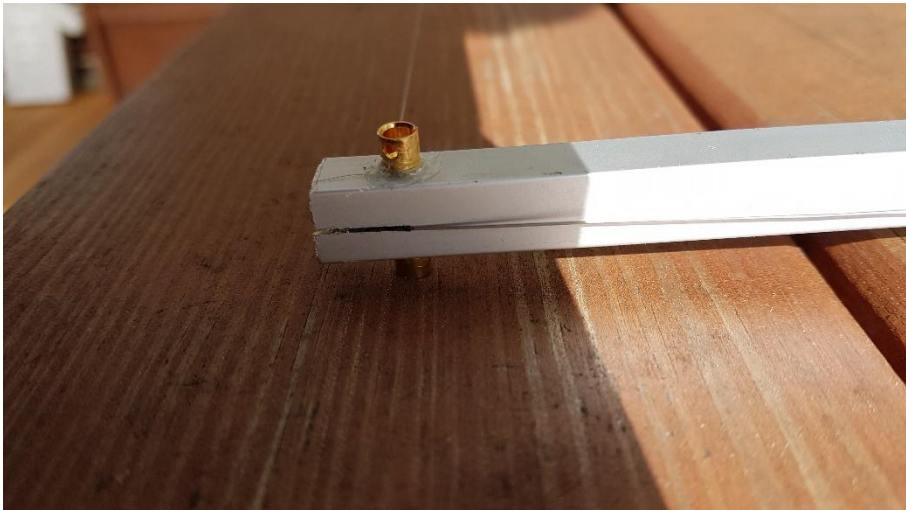


Abbildung 42: Schenkel um 90 Grad gedreht, der Schlitz für die Führung des Drahtes ist zu sehen

Die Buchsen in die gebohrten Löcher pressen und mit Kleber sichern. Ich habe das mit Sicherungslack Wellenfest gemacht. Eine solche Verbindung lässt sich nur noch mit roher Gewalt lösen. Überflüssigen Kleber nach dem Aushärten von den Buchsen entfernen.

Montage Spannvorrichtung Draht

In die zwei Teile Spannvorrichtung Draht jeweils einen Zylinderstift DIN 7 4x24 einpressen. Für die Klemmung der Spannvorrichtung eine Sechskantschraube M4x20 in die vorhandene Aufnahme legen und durch Verkleben mit Sekundenkleber sichern. Von der anderen Seite eine Schraube DIN 912 M4x30 mit Unterlegscheibe locker einschrauben.

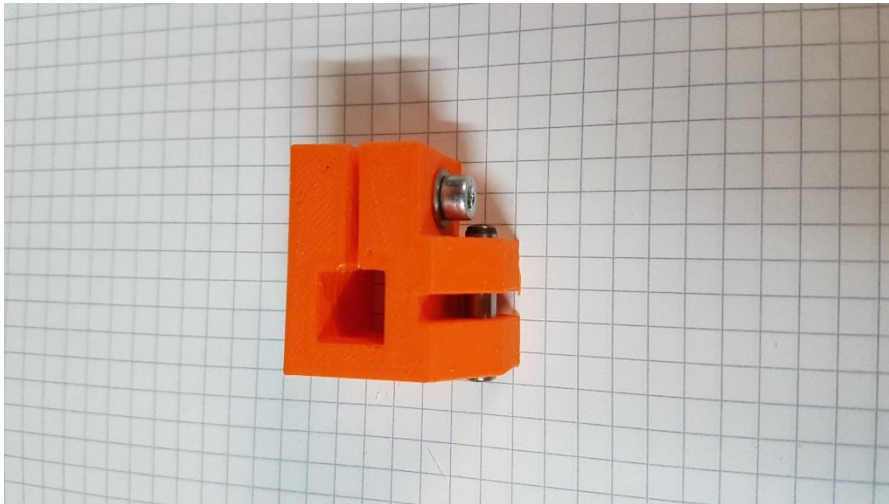


Abbildung 43: Fertige Spannvorrichtung Draht

Die Spannvorrichtungen auf die Schenkel 10x10mm wie in der folgenden Abbildung zu aufschieben.

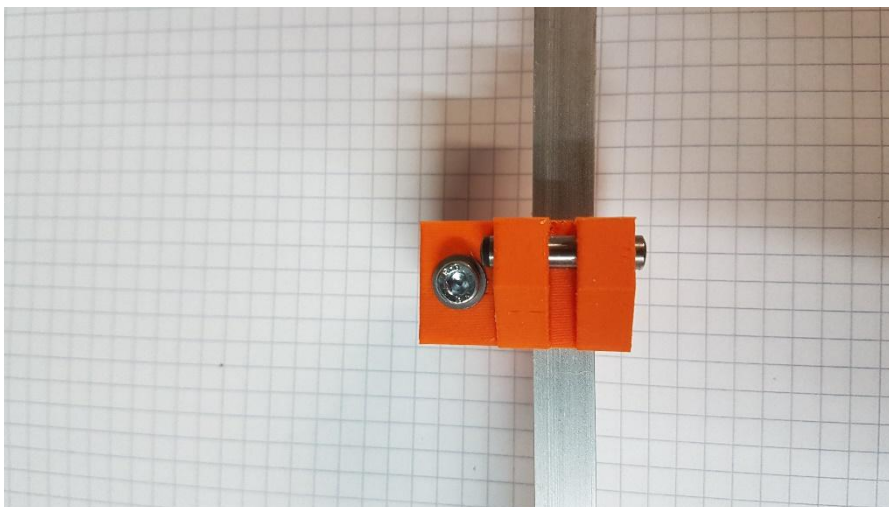
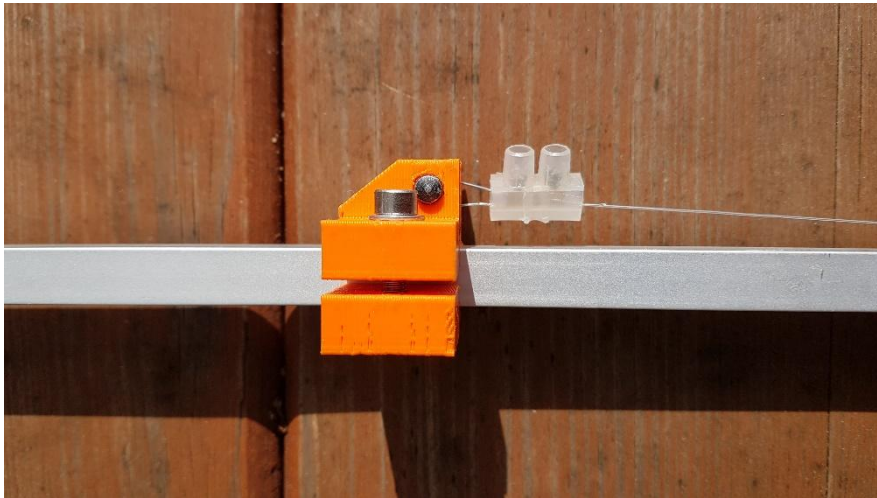


Abbildung 44: Spannvorrichtung Draht auf Schenkel montiert

Danach die Schenkel in die Winkel stecken. Die Kontaktbuchsen müssen im gleichen Winkel wie Verschraubungen am Winkel stehen. Die Verbindungslöcher bohren und die Schenkel mit vier Schrauben DIN 912 M4x30, Unterlegscheiben und M4 Muttern verschrauben.

Den Schneidedraht ablängen. An jedem Ende des Drahtes eine Lüsterklemme aufschieben. Den Draht um den 5mm Stift der Spannvorrichtung herum legen und wieder die Lüsterklemme einführen. Mit den Schrauben der Lüsterklemme den Draht klemmen.



Spannen des Drahtes

Über die Spannvorrichtungen kann nun der Draht gespannt werden. Eine Spannvorrichtung durch Anziehen der Spannschraube festsetzen und durch Verschieben der Vorrichtung auf der anderen Seite den Draht unter Spannung setzen.



Die Frage ist nun wie stark der Draht gespannt werden muss. Ich möchte an dieser Stelle an meine Ausführungen zum kontaktlosen Schneiden erinnern. Da der Draht idealerweise nie in Kontakt mit dem Schaummaterial tritt, muss er bei Erreichen der maximalen Betriebstemperatur einfach nur grade sein und keinen Durchhang aufweisen.

Durch das Erhitzen wird sich der Draht dehnen. Aufgrund der im Winkel stehenden Schenkel des Bogens und die Vorspannung wird der Längenausgleich gewährleistet. Nach dem Spannen also den Draht durch Anlegen der Schneidespannung erhitzen und schauen, ob er zwischen den Buchsen keinen Durchhang aufweist. Ist das der Fall, ist die Vorspannung ausreichend. Eine weitere Erhöhung bringt nichts und belastet den Draht mechanisch nur **unnötig**.

Abbildung 45: Der fertige Schneidebogen

Den Draht nach dem Schneiden entspannen?

Man kann in einigen Quellen lesen, dass der Draht nach dem Schneiden entspannt werden sollte. Nach meiner Erfahrung ist das nicht notwendig und bei einer CNC Maschine sogar kontraproduktiv. Die Kontaktierung erfolgt bei meiner Konstruktion immer an der gleichen Stelle zwischen den Buchsen.

Die Entfernung zwischen den Kontaktstellen bestimmt nach dem ohmschen Gesetz den Spannungsabfall im Draht. Der Widerstand des Drahtes wird durch seinen spezifischen Widerstand, dem Drahtdurchmesser und seiner Länge definiert.

Wird durch eine veränderte Vorspannung die Entfernung zwischen den Kontaktbuchsen geändert, ändert sich damit der Widerstand und auch die Arbeitstemperatur des Drahtes. Und das ist neben dem Vorschub der entscheidende Arbeitsparameter der Maschine.

Um mir unnötige Kalibrierungen zu ersparen, habe ich meinen Draht (immer noch der Erste!) in mittlerweile fünf Jahren Nutzungszeit noch nie entspannt. Irgendwelche negative Effekte konnte ich bisher nicht feststellen.

Aufbau der Elektronik

Im Zuge der Erneuerung der Mechanik wurde auch die Steuerelektronik auf den neuesten Stand gebracht.

Mit der aktuellen MDLCNC Karte von Modellbau Letmathe und der GCC USB2 von Giles Muller erfolgt der Betrieb mit GMFC Pro durch einen PC mit Windows 7 64 Bit.

Mein Ziel war es, keine Kabel aus dem Gehäuse heraustreten. Für die Schnittstellen zu den Schrittmotoren der Anlage, zum PC, zum Schneidebogen und der Spannungsversorgung werden passende Buchsen verwendet. So lassen sich Wartungen an dem Elektronikgehäuse einfacher vornehmen.

Steuerungselektronik

Für die Steuerungselektronik und Motoren empfehle ich die folgenden Komponenten:

Vier Kanal MDLCNC Steuerung: [MDLCNC Steuerung](#)

Schneidedraht 0,4mm Durchmesser: [Schneidedraht 0,4mm](#)

Für den Betrieb von GMFC ist die GGC USB2 Interface Karte erforderlich: [USB GGC2](#)

Ein Warnhinweis

Beim Aufbau fallen Arbeiten für die Spannungsversorgung mit 230V an. Diese Arbeiten dürfen nur von Fachkundigen durchgeführt werden. Bei falscher Ausführung besteht Lebensgefahr!

Alle nachfolgend beschriebenen Arbeiten erfolgen spannungsfrei, also ohne Anschluss der 230V Versorgung.

Ich habe diese Arbeiten als Fachkundiger beschrieben. Ich übernehme keine Verantwortung für die Ausführung durch Dritte.

Die notwendigen Elektronikteile

Für die Ausstattung des Gehäuses sind die Teile gemäß Tabelle 1 erforderlich. Alle Aufnahmen am Gehäuse sind so konstruiert, dass sich die Teile mit einem Minimum an Aufwand montieren lassen. Das bei meiner Maschine eingesetzte reichlich überdimensionierte 24V 8,4A Netzteil für die MDLCNC Karte kommt bei mir zum Einsatz, weil es sich aus einem anderen Projekt noch in meinem Bestand befand. Für den Betrieb der MDLCNC Karte genügt ein Netzteil mit ca. 6A Strom. Ich habe sämtliche nachfolgenden Teile über die Firma Reichelt bezogen. Allerdings ist der Preisunterschied zu leistungsschwächeren Netzteilen gering, die Spannungsversorgung der Schrittmotoren ist dagegen optimal.

Die Teile können selbstverständlich auch bei einem anderen Lieferanten bezogen werden.

Bezeichnung	Anzahl	Bestelllink Reichelt
Netzteil Meanwell 24V/8,4A	1	Meanwell SNT MW 200-24
Netzteil Meanwell 24V/4,5A	1	Meanwell SNT 100 RS 24
Mikrofoneinbaustecker	8	BE604
Mikrofonbuchse	8	M604
Kaltgeräteeinbaustecker mit Sicherung	1	KES 1SI
Einbaubuchse USB	1	Cliff CP 30111
USB Kabel 50cm	1	GC 2510-05OFS
Beleuchteter Schalter	1	WS R13-112 BNAB
Litze 0,5mm ² schwarz/rot	1	LA 205-10
Litze 0,5mm ² weiß/schwarz	1	LAW 205-10
Spiralband	1	Spiral 20-10
Lüfter 24v	2	FAN-ML 9225 24V
16 Zeichen LCD Anzeige	1	LCD 161F BL
Einbaurahmen für LCD Anzeige	1	LCD FRONT 1
LED mit Halterung	2	LED 105 I RT
14 Pin Buchsenleiste	2	RND 205-00656
Widerstand 56Ω	1	1/4W 56
Litze L Leiter	1	H05VK 0,75-10BL
Litze N Leiter	1	H05VK 0,75-10BR
Litze Sicherheitsleiter	1	H05VK 0,75-10GG
Bananenbuchse	2	BB 4 GN BD
Schrumpfschlauch	1	SDH 3,2 SW
Lüftergitter	2	INL 33379A
Distanzhülse 8mm	8	DK 8MM
Distanzhülse 15mm	4	DK 15mm
Distanzhülse 18mm	3	DK 18mm

Tabelle 1: Einbauteile für Gehäuse

Die Holzteile

Für den Bau des Gehäuses wird 4mm Pappelsperrholz aus dem Baumarkt verwendet. Die DXF Daten für das Fräsen bzw. die Zeichnungen für die Herstellung der Teile stehen im Downloadbereich zur Verfügung.

Benötigt werden:

- Seitenwand Links
- Seitenwand Rechts
- Boden
- Deckel
- Frontplatte
- Rückplatte
- Elektronikplatte

Die Einbaupositionen der diversen Anbauteile sind in der Zeichnung markiert.

Zunächst die Holzteile des Gehäuses bis auf den Deckel mit Weißleim verkleben. Der Deckel wird später verschraubt um den Zugang zum Inneren für Wartungsarbeiten zu gewährleisten. Nach der Trocknung des Klebers das Gehäuse leicht verschleifen. Für die bessere Haltbarkeit empfiehlt es sich das Holz zumindest mit zwei Schichten Parkettlack zu versiegeln oder das Gehäuse zu lackieren.

3D gedruckte Teile

An dem Gehäuse kommen einige 3D gedruckte Teile zum Einsatz.

Auflage Elektronikplatte

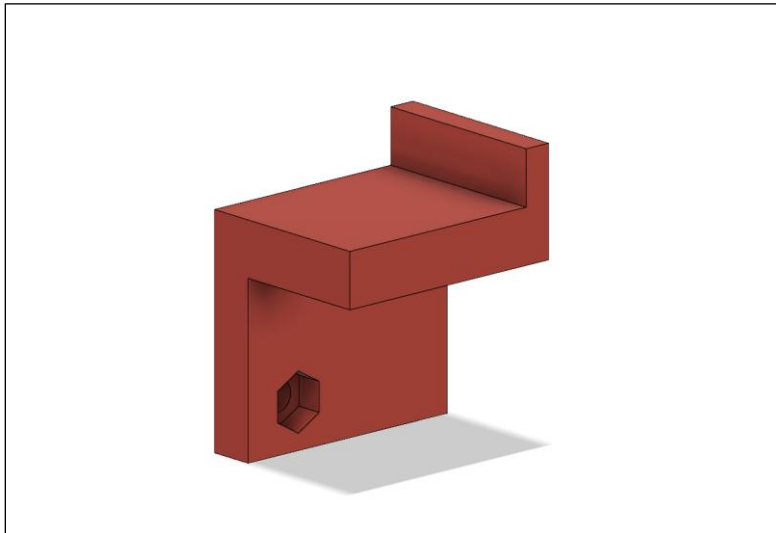


Abbildung 46: 3D Ansicht Auflage Elektronikplatte

Die CNC Steuerung mit der GGC USB 2 wird auf einer Platte über den Netzteilen im Gehäuse montiert. Es werden vier Teile benötigt, zwei Teile müssen gespiegelt gedruckt werden.

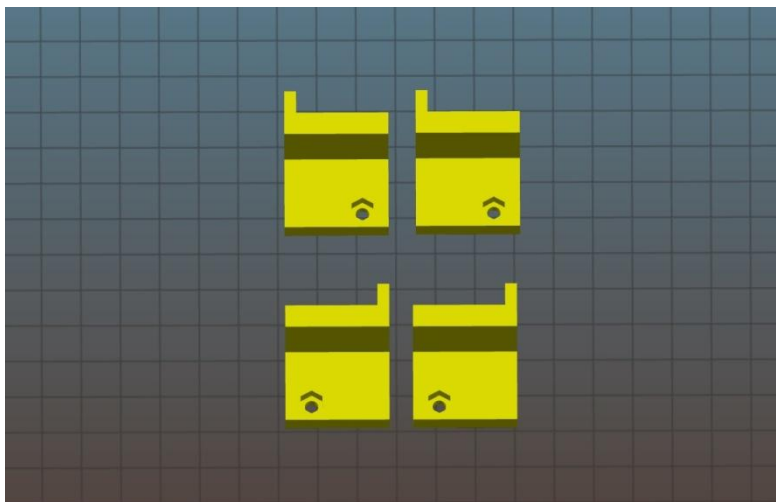


Abbildung 47: 4 x Auflage Elektronikplatte im Slicer

Infill 20 Prozent, kein Supportmaterial

Anzeigeeinheit

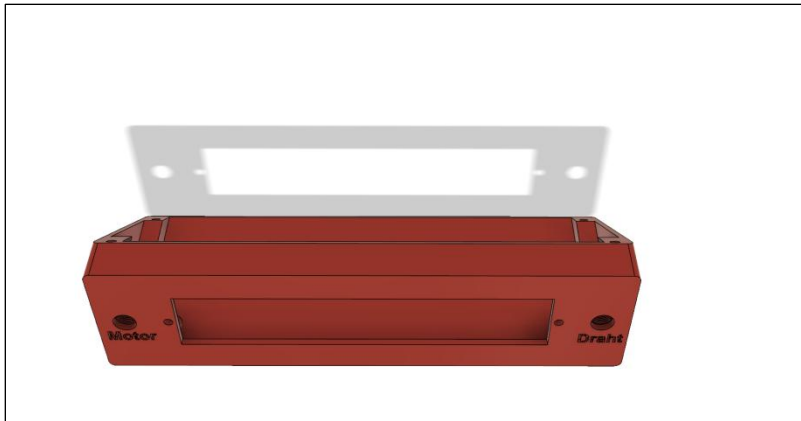


Abbildung 48: 3D Ansicht Anzeigeeinheit

Die GGC USB 2 stellt über Datenschnittstellen die Anzeige diverser Betriebsstatistiken zur Verfügung. Mit der Anzeigeeinheit wird die Montagemöglichkeit einer 1x16 Zeichen LCD Anzeige und zwei LED in Einbaufassungen gegeben. Die Anzeigeeinheit ist so konstruiert, dass bei der Montage des Gehäuses unter dem Tisch die Anzeige winklig nach oben zeigen. Damit wird das Ablesen der Anzeigen im Stehen ermöglicht.

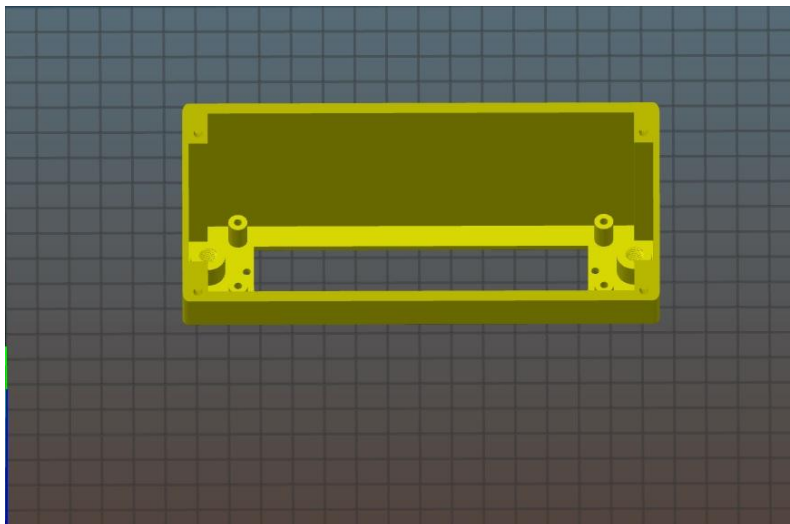


Abbildung 49: Anzeigeeinheit im Slicer

Drucken mit 20 Prozent Infill, kein Supportmaterial

USB Abstandshalter



Abbildung 50: 3D Ansicht USB Abstandshalter

Der USB Abstandshalter dient der Montage der USB Buchse am Gehäuse. Er wurde notwendig um den Biegeradius des USB Kabels von der Buchse zur GGC USB2 ohne Größenänderungen des Gehäuses einhalten zu können.

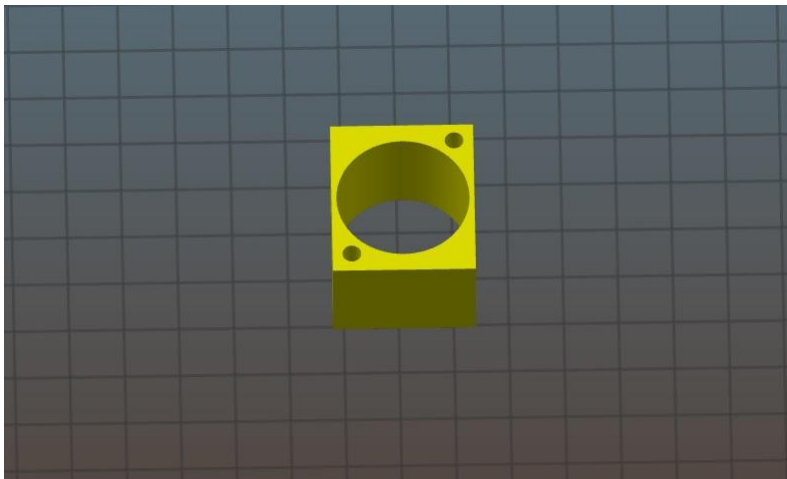


Abbildung 51: USB Abstandshalter

Drucken mit 20 Prozent Infill, kein Supportmaterial

Buchsenhalter Y-Antrieb



Abbildung 52: 3D Ansicht Steckerhalter Y-Antrieb

An Schrittmotoren sind im Auslieferungszustand Molex Steckverbinder installiert. Die notwendigen Stecker müssen gecrimpt werden, das ist nicht durch jedermann möglich. Außerdem sind diese Stecker nicht gegen ungewollte Trennung gesichert. Durch den Austausch gegen Mikrofonstecker mit einer Verschraubung werden an der Maschine kontaktsichere Verbindungen zwischen den Schrittmotoren und der Steuerung hergestellt. Im Steckerhalter wird die Buchse installiert und mit dem Schrittmotor verlötet. Der Halter wird am Y-Portal neben dem Schrittmotor installiert. Es sind zwei Halter zu drucken.

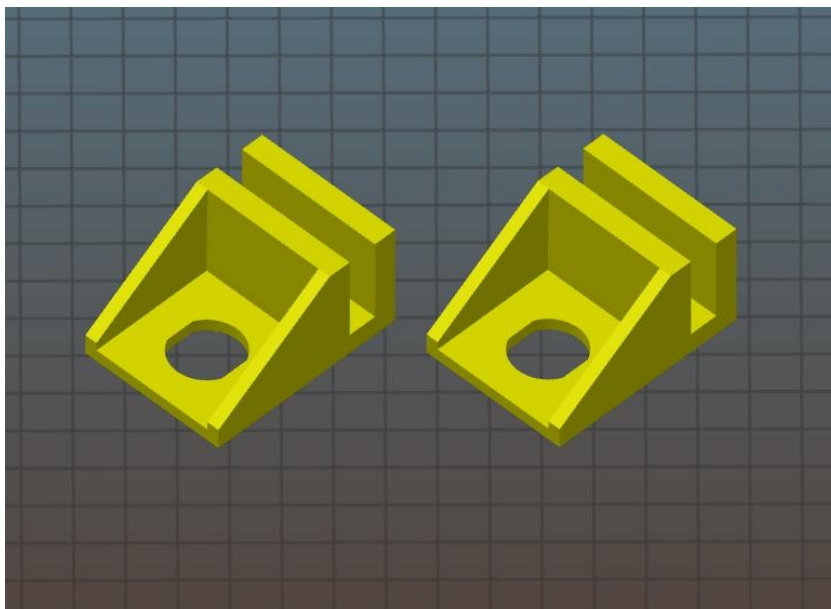


Abbildung 53: Steckerhalter Y-Antrieb im Slicer

Drucken mit 20 Prozent Infill, kein Supportmaterial.

Buchsenhalter X-Antrieb



Abbildung 54: Steckerhalter X-Achse

Der Steckerhalter X-Achse nimmt den oben erwähnten Einbaustecker des jeweiligen X-Achsen Schrittmotors aus. Es sind zwei Teile zu drucken

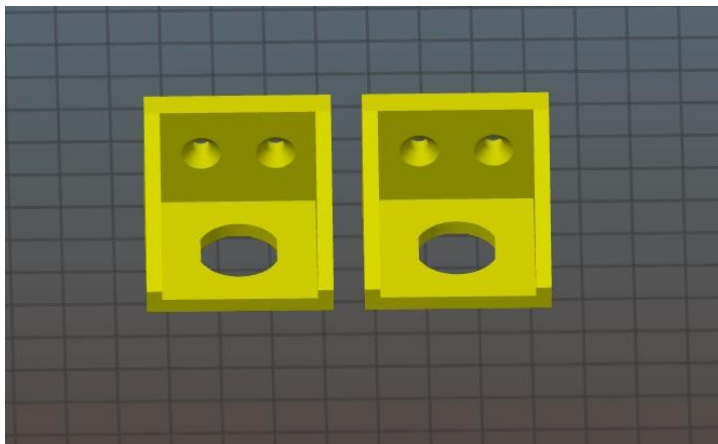


Abbildung 55: Steckerhalter X-Achse im Slicer

Infill 20 Prozent, kein Supportmaterial

Haken

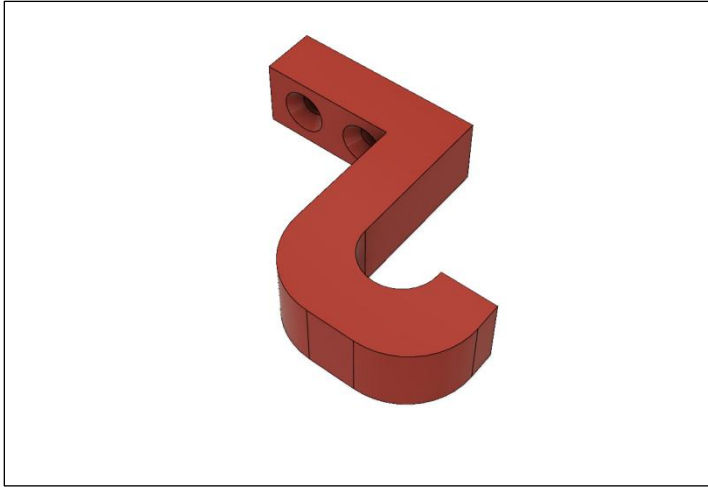


Abbildung 56: Haken für Gehäuseaufhängung

Das Elektronikgehäuse ist bei meiner Maschine mit vier dieser am Tisch verschraubten Haken aufgehängt. Die Gegenstücke bilden vier M10 Schrauben am Gehäuse, die in die Haken greifen. Das Gehäuse wird damit sicher am Tisch gehalten und kann leicht abgenommen werden. Es sind vier Haken zu drucken.

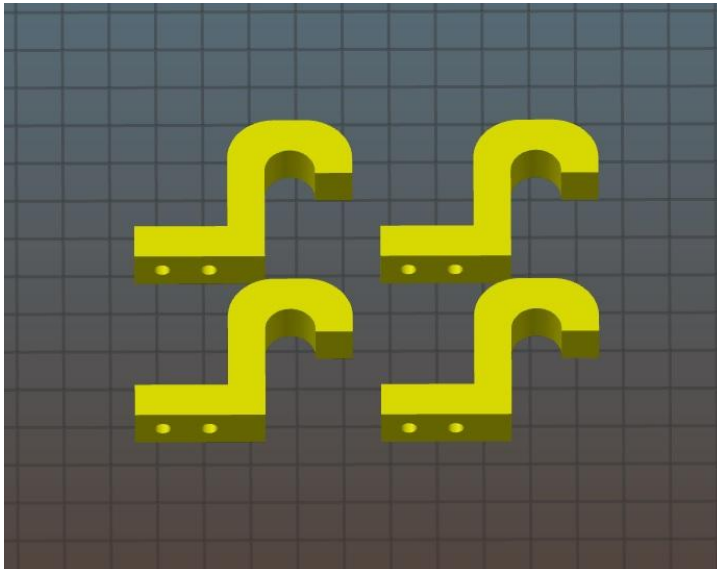


Abbildung 57: Haken im Slicer

Infill 40 Prozent, kein Supportmaterial

Halterung am Tisch

Mit den vier Haken kann das Gehäuse mittels vier M10x50 Schrauben unter dem Tisch aufgehängt werden. Es bietet sich an, die Position der Haken unter dem Tisch mit der leeren Kiste zu ermitteln. Falls sie dabei herunterfällt, kann so die Elektronik nicht in Mitleidenschaft gezogen werden. Die M10 Schrauben jeweils mit zwei Muttern und Unterlegscheiben an den Verschraubungslöchern der Seitenteile befestigen. Um die richtige Position für die Haken zu finden die Kiste von einem Helfer am Tisch halten lassen und die Haken nach der Schraubposition mit 3x20 Holzschrauben am Tisch verschrauben. Die Haken müssen mit der offenen Seite nach vorne zeigen. Die Kiste kann so mit einem Griff entnommen werden, wird in ihrem Sitz aber sicher gehalten. Danach die M10 Schrauben wieder entfernen, sie stören bei den folgenden Arbeiten nur.



Abbildung 58: Aufgehängtes Elektronikgehäuse

Die Installation der Elektronik

Begonnen wird mit der Montage der Anzeigeeinheit. Das 16 Zeichen Display nach der Anleitung der GGC USB2 verkabeln. Da ich auf der GGC keine Kabel anlöten wollte, nutze ich für die Kontaktierung auf der GGC die folgenden Stecker: RND 205-00656

Für die Beleuchtung des Displays nach Anleitung durch Verbindung des Pin 2 und Pin 14 herstellen. In diese Leitung ist der 56Ω Widerstand einzulöten.

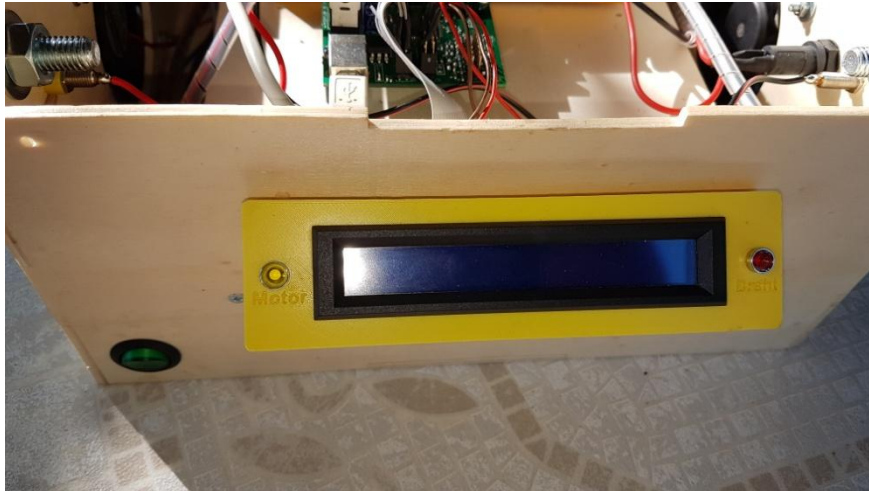


Abbildung 59: Fertig montierte Anzeigeeinheit

Das Display und die LED's in dem 3D gedruckten Teil installieren. Das Frontglas mit SeKu einkleben.

Dann zuerst die Abstandshalter für die Elektronikplatte an den Frontplatte montieren, danach die Anzeigeeinheit. Für alle Verschraubungen Senkkopfschrauben M3x10 benutzen.

Am Kaltgerätestecker mit Sicherungseinsatz ein blaues (N Leiter) und ein braunes (L-Leiter) 230V Kabel an die äußeren Kontakte anlöten. An den mittleren Kontakt für den Sicherheitsleiter (grün gelb) ein ca. 10cm langes Kabelstück anlöten. Die Lötstellen mit Schrumpfschlauch isolieren. Den Kaltgerätestecker mit Sicherungseinsatz mit zwei M3 Schrauben und Muttern im Gehäuse installieren.



Abbildung 60: Verkabelter und montierter Kaltgerätestecker mit Sicherungseinsatz

An den Kontakten des beleuchteten Schalters jeweils ein ca. 40cm langes Kabelstück für L und N Leiter anlöten. Die Plastikwand zwischen den Kontakten ordnet die Kontakte eindeutig zueinander

zu. L und N Leiter vom Stecker durch die Montageöffnung des beleuchteten Schalters führen. Die Länge der Kabel gegebenenfalls anpassen, an den Schalter löten und mit Schrumpfschlauch isolieren. Den Schalter im Gehäuse installieren.



Abbildung 61: Verkabelter und montierter beleuchteter Schalter

Die 90mm Lüfter mit M4x40 Schrauben, Muttern, Unterlegescheiben sowie den Staubfilter außen am Gehäuse installieren. Die Außenmontage erleichtert die Reinigung der Lüfter. Darauf achten, dass ein Lüfter in das Gehäuse ein- und der andere ausbläst. Hierzu die Symbole an den Lüftern beachten.

Die Netzteile mit jeweils vier M3x15 Senkkopfschrauben und den 8mm Distanzhülsen installieren. Die Bohrungen am Gehäuseboden sind für die von mir verwendeten Meanwell Netzteile konstruiert. Bei Verwendung anderer Netzteile muss die Konstruktion und das Lochmuster der Bodenplatte angepasst werden. Die Distanzhülsen sorgen dafür, dass die Kühlluft von den Lüftern um die Netzteile zirkulieren kann. Die Anschlusskabel vom Schalter und den Sicherheitsleiter vom Stecker ablängen und am ersten Netzteil korrekt installieren. Den Anschluss der Netzspannung und Sicherheitsleiter durch kurze Kabelstücke vom ersten zum zweiten Netzteil herstellen.

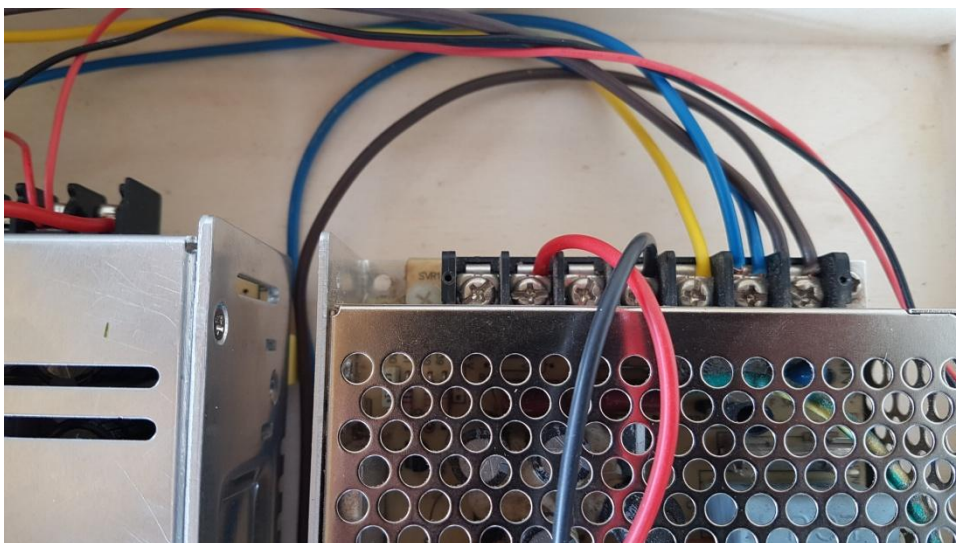


Abbildung 62: Netzanschluss des ersten Netzteils

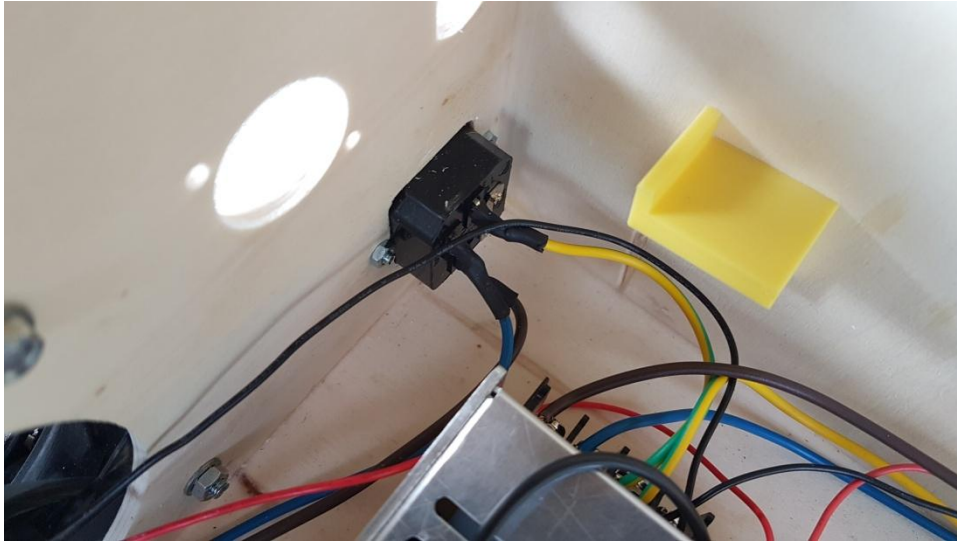


Abbildung 63: Netzanschluss des zweiten Netzteils

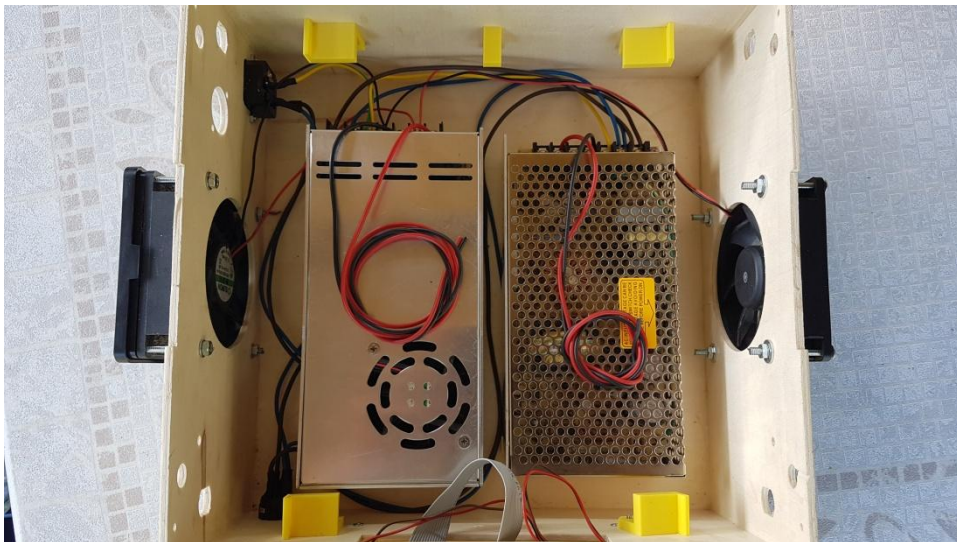


Abbildung 64: Montierte Netzteile, die Abstandshalter für die Elektronikplatte sind bereits montiert

Für die Spannungsversorgung der MDLCNC Karte jeweils ein schwarz-rotes Kabelpaar mit mindestens $0,5 \text{ mm}^2$ Querschnitt und 30cm Länge ablängen. Das Kabelpaar und die Lüfter am 24V Ausgang des Netzteils für die Spannungsversorgung der MDLCNC Karte korrekt anschließen.

Für die Spannungsversorgung des Bogens mindestens $0,5 \text{ mm}^2$ Kabel verwenden, ablängen und am Netzteil anschließen.

Die Sicherheitsabdeckungen an den Netzteilen anbringen.

Die zweite Ebene

Auf einer Platte über den Schaltnetzteilen wird die MDLCNC Karte mit der GGC USB2 Karte installiert. Die Löcher für die Halter der MDLCNC Karte sind in den Daten zu der Platte bereits vorgesehen. Die Löcher für die GGC USB2 müssen noch nach Maß eingebracht werden. Die vier äußeren M3 Schrauben des Kühlers der MDLCNC Karte entfernen und durch M3x30 Schrauben ersetzen. Am Kühler vier Abstandshalter DK12mm anbringen. Die MDLCNC Karte auf der Platte mit vier M3 Muttern und Unterlegscheiben montieren.

Die GGC USB2 Karte an die MDLCNC Karte stecken. Drei Abstandshalter DK18mm unter die Befestigungslöcher schieben und VORSICHTIG mit einem 3mm Bohrer die Bohrstellen auf der Platte ankratzen. Karte und Abstandshalter entfernen und an den angekratzten Stellen die Platte mit einem 3,5mm Bohrer durchbohren. Die Karte mit den Abstandshaltern, drei M3x30, Unterlegscheiben und Muttern installieren. An der GGC ist auf der Abbildung 52 unten rechts ein viertes Bohrloch zur Befestigung zu sehen. Unmittelbar neben dem Bohrloch befindet sich ein SMD Bauteil. Ich habe deshalb dieses Loch nicht genutzt um Schäden durch den Schraubenkopf zu vermeiden.

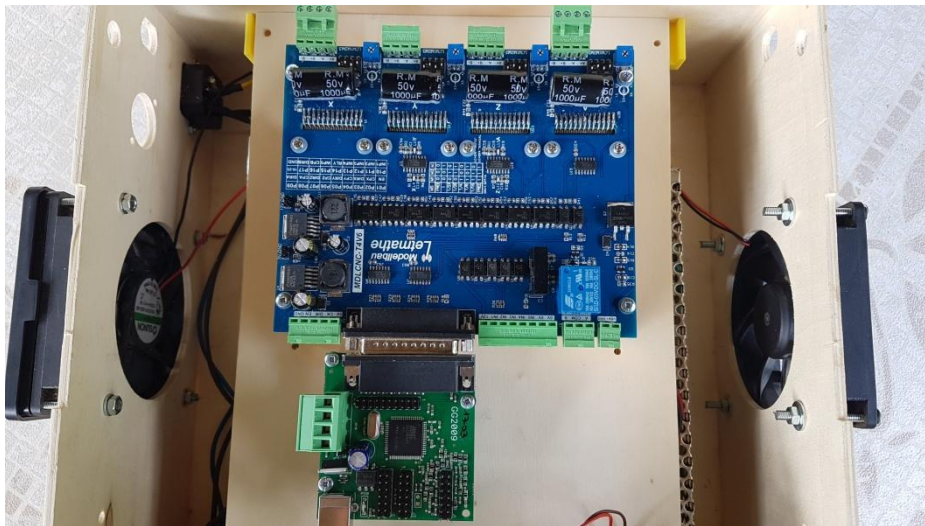


Abbildung 65: Montierte MDLCNC Steuerung mit GGC USB2 Karte

Die Abstandshalter für die Elektronikplatte an der Rückwand des Gehäuses mit M3x10 Schrauben und Muttern installieren.

Die Platte einlegen und die Stecker von der Anzeigeeinheit korrekt mit der GGC verbinden.

Die Steckverbindung zu den Schrittmotoren

An den Einbausteckern befinden sich Nummerierungen für die Kontakte. Hält man sich bei der folgenden Verkabelung an die folgende Tabelle, kann kein Phasendreher erzeugt werden der bei der Inbetriebnahme für Schwierigkeiten sorgt. Für die Zuleitungen nutze ich das folgende Kabel von Reichelt, die Tabelle bezieht sich auf die Farben der Kabel.

Motorphase	Pin	Kabelfarbe	Kabelfarbe an Motor	Verwendetes Kabel
A+	1	Rot		Reichelt
A-	2	Schwarz		
B+	3	Weiß		Reichelt
B-	4	Schwarz/Weiß		

Tabelle 2: Pin Plan für die Steckverbinder

Die Motorphasenzuordnung der Schrittmotoren zu ihren Kabeln sind den dazugehörigen Datenblättern zu entnehmen.

Die 0,5mm² Kabel von den Einbausteckern zu den Anschlüssen an der MDLCNC Karte ablängen und nach dem Plan verlöten und mit Schrumpfschlauch isolieren. Die Stecker an den Öffnungen des Gehäuses installieren und die Muttern der Buchsen mit einem 17er Schlüssel anziehen.

Für ein wenig Ordnung im Gehäuse die einzelnen Kabelstränge mit Spiralband bündeln. Die Kabel mit den Anschlussklemmen der MDLCNC Karte korrekt klemmen. Die Elektronikplatte auf die Abstandshalter auflegen und die Klemmen an der MDLCNC Karte aufstecken.

In die Spannungsversorgung zur MDLCNC Karte den mitgelieferten Sicherungshalter einlöten, isolieren und an der rechten Gehäusesseite installieren. Die Kabel polungsrichtig an der MDLNC Karte installieren. Die mit der Karte mitgelieferte Sicherung im Sicherungshalter einsetzen.

Die Kabel für die Spannungsversorgung des Bogens polungsrichtig an der GGC Karte anklemmen.

Für das Herausführen der Spannungsversorgung (POWBOW) des Bogens jeweils auf der linken und rechten Seite des Gehäuses eine Bananenbuchse installieren. Jeweils ein 0,5mm² Kabelstück zur GCC ablängen, mit der Buchse verlöten und an der Klemme der GGC (BOW) anschließen.

Die USB Buchse mit dem 3D gedruckten Abstandshalter installieren. Der Abstandshalter wurde aufgrund der Biegeradien des USB Kabels notwendig. Die Buchse mit dem USB Ausgang der GGC mittels des 30cm USB Kabels verbinden.

Die MDLCNC Karte nach Anleitung konfigurieren. Als Schrittmodus Halbschritt einstellen, der Strangstrom für die Potentiometer nach den verwendeten Schrittmotoren einstellen (bei mir 1,8A).

In den Sicherungshalter der Kaltgerätebuchse eine 5x20 mittelträge Sicherung einsetzen. Die Größe der Sicherung richtet sich nach der primärseitigen Stromaufnahme der Netzteile. Die durch mich verwendeten Netzteile nehmen primärseitig zusammen maximal 5A Strom auf. Ich habe daher eine 6A Sicherung eingesetzt.

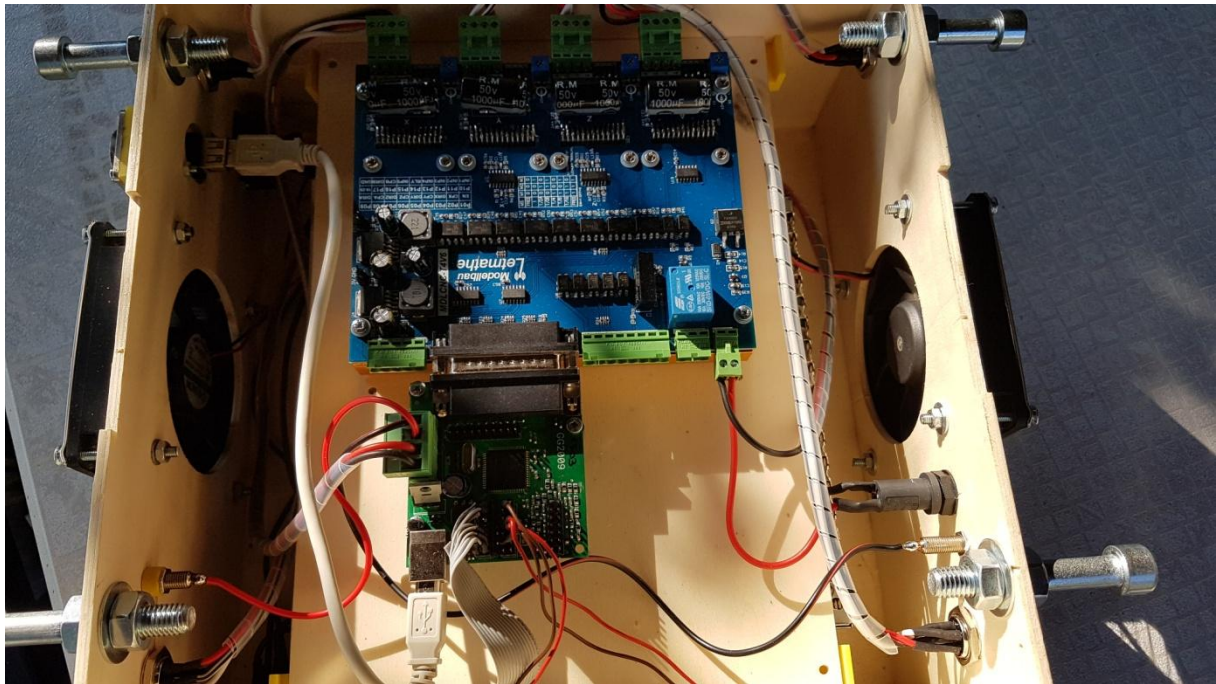


Abbildung 66: Das fertig verkabelte Elektronikgehäuse

Der Gehäusedeckel

Mit dem Gehäusedeckel das Gehäuse verschließen.

Die Zuleitungen zu den Schrittmotoren

Für die Zuleitungen empfehle ich die 0,5mm² Kabel der Firma Reichelt. Die Kabel an der aufgebauten Anlage ablängen. Beim Ablängen der Kabel zu den Y-Achsen Schrittmotoren beachten, dass diese mit der Anlage verfahren werden und deshalb ausreichend zusätzliche Länge benötigen um die Wege zu gewährleisten. Die Kabel an den Buchsen nach dem Pin Plan verlöten.

Zum Schutz der Kabel diese mit Spiralschlauch umwickeln. Das Ende des Spiralschlauchs in die Zugentlastung der Buchsen einführen und klemmen.

Einbaubuchsen an den Schrittmotoren

Die Molex Stecker an den Schrittmotoren entfernen. Für die Montage der X-Achsen die gedruckten Teile „Buchsenhalter X-Achse“ verwenden. Für die Montage an den Y-Achsen die Teile „Buchsenhalter Y-Achse“ verwenden. Die Kabel durch die Öffnungen am Halter stecken, nach Pin Plan verlöten und mit Schrumpfschlauch isolieren. Falls unklar ist, welches die Anschlüsse für die jeweilige Spule des Schrittmotors sind, diese mit einem Multimeter durchklingeln. Die zugehörigen Anschlüsse haben Durchgang und sind jeweils A+/A- bzw. B+/B-.

Die Buchsen an der Montageöffnung verschrauben. Die Haltemutter mit einem 17er Schlüssel leicht anziehen.

Die Halter für den Tisch mit 3mm Holzschrauben in der Nähe des Schrittmotors verschrauben.

Die Halter am jeweiligen Y-Portal montieren und mit Sekundenkleber verkleben.

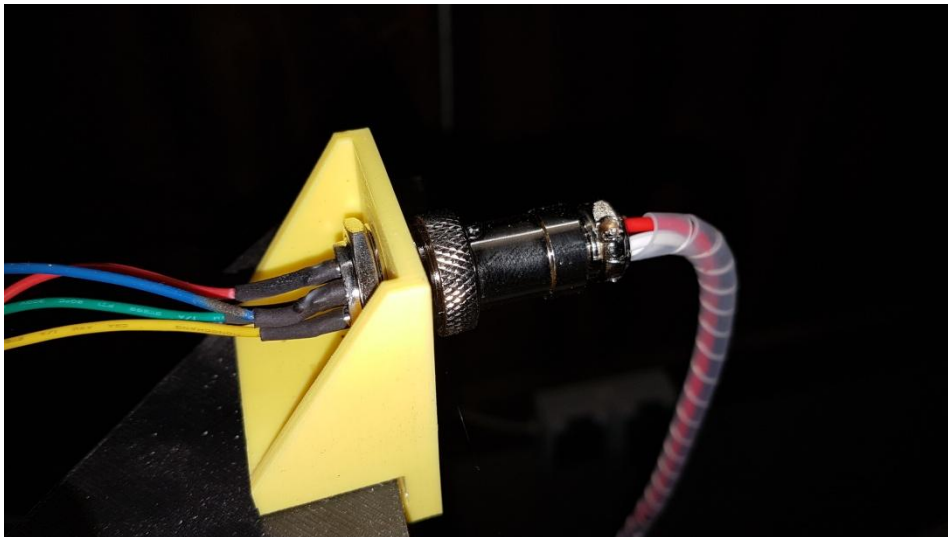


Abbildung 67: Buchsenhalter an der Y-Achse

Glückwunsch! Die Mechanik und Elektronik ist damit komplett aufgebaut. Weiter geht es mit der Inbetriebnahme der Anlage!

Software und PC

Software

Mit dem beschriebenen Aufbau der Elektronik mit der GGC USB2 ist die Maschine für den Betrieb mit GMFC konfiguriert.

GMFC ist hier erhältlich: [Giles Muller Foam Cutting Software \(GMFC\)](#)

Ich kann aus eigener Erfahrung die Version GMFC Pro empfehlen. Diese Version erlaubt neben dem Schneiden von Tragflächenprofilen auch den Schnitt von komplexen Geometrien wie Rumpfteile oder ähnliches. Das Potential der CNC Maschine lässt sich damit vollumfänglich nutzen.

Der PC

Die Elektronik wird bei mir mit einem einfachen PC mit WIN 7 64 Bit über den USB Port gesteuert. Die GGC USB2 Karte ist dabei die Schnittstelle zum Rechner. Es ist keine Installation eines Treibers erforderlich.

Bei den meisten PCs ist zum Energiesparen ein Ruhemodus aktiviert. Dieser Modus muss auf dem Steuer PC unbedingt deaktiviert sein. Nichts ist ärgerlicher, als wenn der PC mitten im Schnitt in den Ruhemodus geht und den Datenverkehr zur Steuerung unterbricht!

Der Rechner selber braucht keine hohe Leistungsfähigkeit, da er beim Schneiden lediglich den Datenverkehr zur Maschine bewerkstelligen muss.

Und niemals sollte man.....

Nochmals der Hinweis an dieser Stelle: Sobald die Leitungen von der Steuerung mit den Schrittmotoren verbunden sind, sollten diese niemals von Hand gedreht werden, auch wenn die Steuerung abgeschaltet ist. Das Verbindungskabel des jeweiligen Schrittmotors muss von der Steuerung getrennt werden. Durch das Drehen der Motoren werden erhebliche Ströme induziert, da sie in diesen Fall als Generator arbeiten. Die Steuerung könnte dadurch Schaden nehmen!

Die Inbetriebnahme mit GMFC

Die Mechanik ist komplett aufgebaut, die Elektronik wurde fachgerecht installiert. Wie geht es weiter? Als nächstes muss die Software konfiguriert werden. Hier gibt es unterschiedliche Programme und Konfigurationen die man nutzen kann. Ich kann diese nicht alle beschreiben, weil ich sie einfach nicht kenne. Ich schildere im Folgenden, wie die Maschine mit GMFC Pro in Betrieb genommen wird.

Voraussetzungen

Für das Folgende gehe ich davon aus, dass:

- Die Mechanik vollständig und korrekt aufgebaut wurde.
- Die Elektronik vollständig und korrekt aufgebaut wurde.
- Die Schrittmotoren mit der Steuerung korrekt verbunden sind
- Die Portale mittig auf den Rails stehen
- Der Schneidebogen ist noch nicht auf der Maschine installiert und elektrisch angeschlossen ist, das erfolgt erst nach der Einrichtung der Software.

Als Werkzeug wird ein Messwinkel mit Millimeterskala benötigt.

Einstellung der CNC Steuerkarte

Die Schrittmotorkarte muss nach Beschreibung des Herstellers über DIP Schalter eingestellt werden. Wesentlich ist hier die Einstellung des Schrittmodus der Schrittmotoren. Ich empfehle die Motoren im Halbschrittbetrieb zu betreiben. Damit wird auf der X-Achse eine Auflösung von 0,01mm/Schritt und auf der Y-Achse eine Auflösung von 0,08mm/Schritt erreicht. Durch den Halbschrittbetrieb laufen die Motoren weich genug und mit gutem Drehmoment. Die theoretische noch höhere Auflösung im Viertel- oder Achterschrittbetrieb ist nicht notwendig und wirkt sich nicht auf die Schnittergebnisse aus.

Installation der GMFC Pro Software

GMFC Pro in der deutschen Version auf der GMFC Seite herunterladen und auf dem Rechner installieren.

GMFC starten und gegebenenfalls registrieren. Die Software läuft im Shareware Modus für 30 Tage im vollen Funktionsumfang. Nach dem Ablauf der Testzeit kann mit der Software nicht mehr geschnitten werden. Den Preis von 150€ empfinde ich für die Software mit all ihren Fähigkeiten als nicht zu teuer.

GMFC Pro konfigurieren

Der GMFC Software müssen die Parameter des Schneidetisches mitgeteilt werden, damit die Ansteuerung der Motoren korrekt durch das Programm berechnet wird.

Über die Menu Punkte GMFC/Schneidetischkonfiguration das Menu für die Einstellung des Tisches aufrufen. In der folgenden ist die Konfiguration meines Tisches zu sehen.

Schneidetisch Konfiguration

Tisch auswählen: **Default**

X - Achsen Parameter

- Schritte per Umdrehung: 400
- Spindelsteigung: 4
- Verlorene: 0
- Minimum Zeit zw. 2 Schritte (us): 640
- Max. Geschw. X - Achse: 15.625
- Min. Zeit zw Schritte mit Beschleunigung (us): 500
- Max. Geschw. in X mit Beschleunigung (mm/s): 20.000
- Anzahl beschleunigungs Schritte: 600
- Linke Achse Umkehren ☒ Rechte - Achse ☐

Y - Achsen Parameter

- Schritte per Umdrehung: 400
- Spindelsteigung: 3
- Verlorene: 0
- Minimum Zeit zw. 2 Schritten (us): 640
- Max. Geschw. Y - Achse: 11.719
- Min. Zeit zw Schritte mit Beschleunigung (us): 500
- Max. Geschw. in Y mit Beschleunigung (mm/s): 15.000
- Anzahl beschleunigungs Schritte: 600
- Linke - Achse Umkehren ☐ Rechte - Achse ☐

Abmessungen

- Abstand zw. Achsen XgXd: 788
- Weg der X - Achse: 700
- Weg der Y - Achse: 400

Verschiedenes

- Null - Position X-Achse: 0
- Null - Position Y-Achse: 0
- Umgekehrte Ansicht des Tisches ☐

Treiber und Hardware Interface

- USB
- GGC 2.42
- Timereinstellung: 20
- Vorheizung Schneidedraht: 20
- Hardware interface mit Heiz-Kontrolle ☒

OK Abbrechen Standard

Abbildung 68: Konfiguration der Maschine in GMFC

Die Schrittmotoren benötigen 200 Schritte pro Umdrehung im Vollschrittbetrieb. Im Halbschrittbetrieb benötigen sie 400 Schritte. In die Felder Schritte pro Umdrehung wird daher 400 eingetragen.

Die X-Spindel hat eine Steigung von 4mm, die Y-Spindel einer Steigung von 3mm. Die Werte werden in die Felder Spindelsteigung eingetragen.

Die folgenden drei für jede Achse einzutragenden Werte habe ich durch Versuche ermittelt um ein optimales Laufverhalten der Maschine zu erzielen. Bei einer gleichen Schrittmotorkonfiguration können die Werte so übernommen werden, die Maschine sollte damit sicher laufen.

Der folgende Abschnitt erlaubt es die Laufrichtung der Schrittmotoren bei Bedarf umzukehren. Eine sehr praktische Option, sie erspart das Umpolen der Stecker. Nach dem ersten Funktionstest kann hier durch einen einfachen Klick die Laufrichtung korrigiert werden.

Im nächsten Abschnitt werden die mechanischen Werte der Maschine eingetragen. Damit berechnet GMFC zum einen die maximalen Verfahrswege, zum anderen wird auf dieser Basis die Bewegung der Achsen für den Schnitt in Abhängigkeit der Werkstückgröße korrekt berechnet.

Der Abstand der X-Achsen wurde im Kapitel „Aufbau der X-Achsen“ bereits ermittelt. Es ist der Abstand der inneren Supported Rails der beiden X-Achsen. Der gemessene Abstand plus 31,6mm ergibt den einzutragenden Wert. Da GMFC an dieser Stelle keine Nachkommastellen zulässt, wird zu dem gemessenen Wert 32mm addiert.

Die weiteren Daten in diesem Abschnitt geben die rein mechanisch möglichen Verfahrswege der Maschine an. Hier können gegebenenfalls individuelle Feineinstellungen möglich sein. Meine Werte sind auf der sicheren Seite und verhindern Verfahrswege die außerhalb der Abmessungen der Maschine liegen.

Im Abschnitt Verschiedenes habe ich keine Veränderungen vorgenommen.

Im Abschnitt Hardware und Timereinstellungen ist durch den in grün angezeigten Wert der durch die GMFC Schnittstellenkarte eingestellte Timerwert zu sehen. Die Vorheizung des Schneidedrahts habe ich auf 20 Sekunden eingestellt. Das sorgt dafür, dass das Werkzeug Draht ausreichend Zeit hat um die erforderliche Hitze für das Schneiden auf seiner kompletten Länge sicher zu erreichen.

Mit dem Kauf der GGC V2 Karte wurde auch die Lizenz für die USB Schnittstellennutzung erworben. Damit das funktioniert ist mit Auswahl des USB Interfaces die Schnittstelle zu aktivieren.

Mit dem Klick auf OK werden die Daten übernommen.

Über die Info Funktion in der Programmliste die Informationen zu GMFC aufrufen. Das Programm fordert den Freischaltcode für die USB Funktion an. Den Request Codes an Giles schicken und sobald der Code geschickt wurde, diesen in das Feld eintragen.

Funktionstest

Nun soll die Maschine zum ersten Mal durch die Software bewegt werden. Dazu wird über das Menü GMFC/Null Achsen die Menükarte zur Nullung der Maschine aufgerufen.

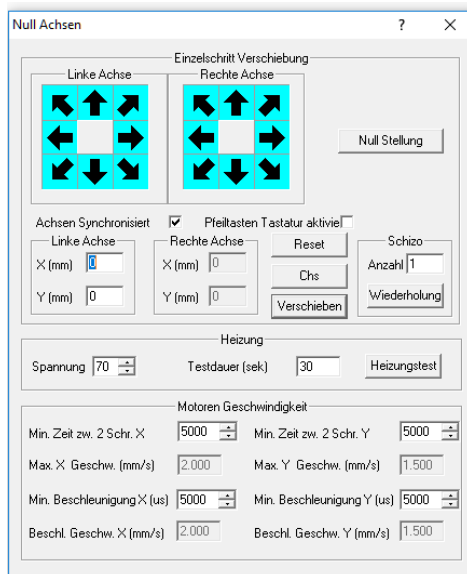


Abbildung 69: Menu Null Achsen

Zunächst die Laufrichtung der X-Achsen und ihre richtige Zuordnung zur Steuerung überprüfen. Mit einem Klick auf Achsen Synchronisiert wird der Haken im Kästchen entfernt und dafür gesorgt, dass nur die Achsen einzeln angesteuert werden. In das Feld x(mm) wird ein positiver Wert von 10 eingetragen. Wenn jetzt auf Verschieben geklickt wird, soll die linke Achse um 10 mm nach vorne von der späteren Nullstellung weggefahren werden. Fährt eine andere Achse ist die Kanalzuordnung zur Steuerung falsch. Dann ist die Steuerung auszuschalten, bzw. der Netzstecker zu ziehen und das Kabel des betroffenen Motors umzustecken. Dies ist grundsätzlich bei spannungsloser Steuerung vorzunehmen um eine Schädigung derselben durch Spannungsinduktion durch die Schrittmotoren zu verhindern.

Bewegt sich die Achse in die falsche Richtung in Richtung der Nullstellung, muss unter dem Menüpunkt GMFC/Schneidetischkonfiguration mit Klick auf Achse umkehren die Laufrichtung der Achse invertiert werden.

So wird die Laufrichtung und Zuordnung aller Achsen kontrolliert und eingestellt. Bei der Eingabe von positiven Werten müssen sich die X-Achsen nach vorne von der Nullstellung weg, die Y-Achsen nach oben bewegen. Bei negativen Werten ändert sich die Laufrichtung.

Wenn die Verfahrrichtungen eingestellt sind, wird der Schneidebogen getestet. Den Bogen elektrisch anschließen und mit Klick auf Heizungstest bestromen. Der Draht sollte sich erhitzen. Wenn dies nicht der Fall ist, den korrekten Anschluss auf der GGC Karte überprüfen. Wenn alles funktioniert, den Bogen wieder elektrisch trennen.

Wenn dies alles funktioniert kommen wir zur Einrichtung des Nullpunkts.

Nullpunkt der Maschine

Jede CNC Maschine benötigt einen definierten Nullpunkt in X und Y von dem das Werkzeug startet. Da unser Werkzeug ein grader Draht ist, stellt der Nullpunkt eine grade Linie rechtwinklig zu den X-Achsen mit einer definierten Höhe in Y-Richtung dar.

Beim Aufbau der Mechanik wurden die Supported Rails rechtwinklig zur vorderen Tischkante an der unserer Nulllinie liegt ausgerichtet. Die Linie läuft damit parallel zur Tischkante. Im Abstand von 50mm der Tischkante eine Linie exakt anzeichnen. Die Mitte zwischen den Supported Rails an dieser Linie anzeichnen, der Punkte ist wichtig für das spätere Schneiden der Teile. GMFC geht im Normalfall davon aus, dass der Rohmaterialblock mittig zwischen den Rails liegt. Über diesen Punkt einen Strich winklig von der Tischkante in den Tisch herein zeichnen. Bei größeren Winkeln kann es erforderlich werden, den Block weiter vom Nullpunkt weg zu platzieren. Mit passenden Distanzstücken kann das Material dann leicht verschoben werden und am Mittelstrich ausgerichtet werden.

Von einem 20x20mm Alu Kantprofil ein Teil zusägen, das zwischen die Rails passt. An dem Profil die Mitte mit einem winkligen Strich z.B. mit einem permanenten Edding Fineliner markieren. An das Profil Bohrungen für die Verschraubungen mit dem Tisch einbringen. Das Profil mit der senkrechten Kante exakt fluchtend mit dem Markierungsstrich parallel zur Tischkante verschrauben. Die Mittenmarkierung am Profil muss mit der Mittellinie auf dem Tisch übereinstimmen.

X-Y Kalibrierung

Jetzt erfolgt kann die Kalibrierung der Nullstellung der Maschine. Ein winkliges Referenzteil an die Vorderseite des auf dem Tisch montierten Anschlags stellen. Ich nehme dafür LEGO Duplo Steine, die äußerst präzise in ihren Abmessungen sind. Den Schneidbügel in die Aufnahmen stellen, elektrisch mit der Steuerung verbinden und an einer Seite mit einer Seilschlaufe sichern.

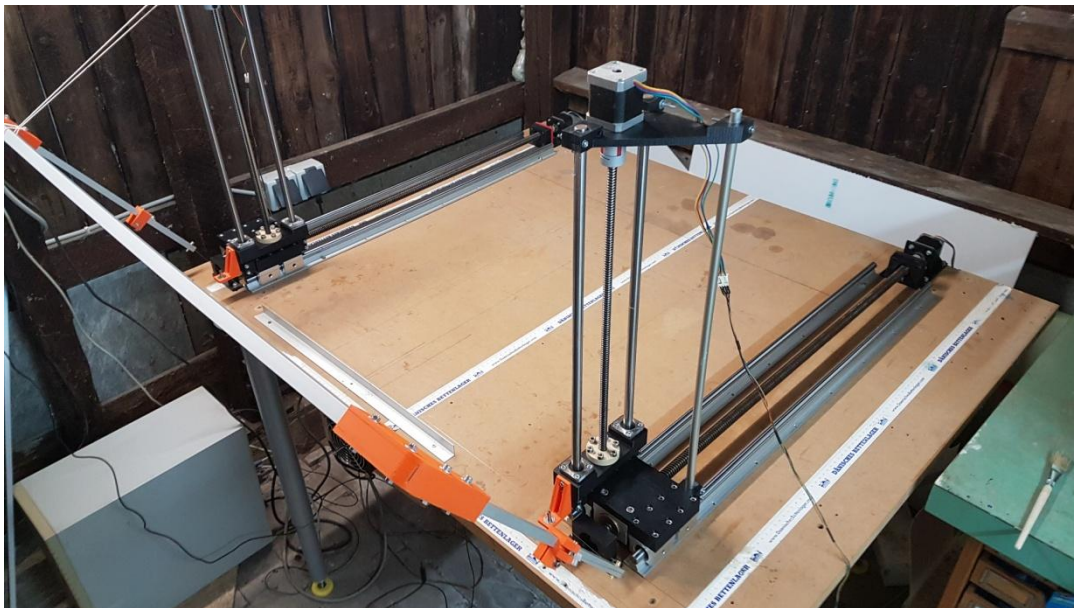


Abbildung 70: Schneidemaschine mit Schneidbügel in Arbeitsstellung

Die Seilschleife muss genügend lang sein. Beim Verfahren der Y-Achse nach oben stellt sich der Bogen immer steiler aufrecht. Durch die in obiger Abbildung zu sehende winklige Stellung hat er dafür ausreichend Freiraum und steht sicher in den Aufnahmen. Beim Ausrichten des Schaummaterials kann der Bügel einfach senkrecht gestellt gegen die Y-Achsen angelehnt werden. Für den Schnitt muss der Bügel in die winklige Arbeitsstellung gebracht werden.

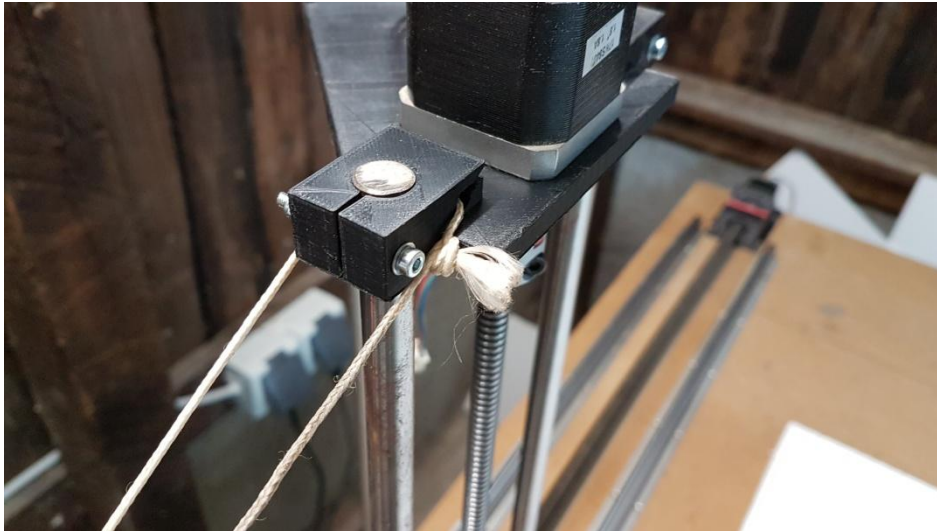


Abbildung 71: Eingehängte Seilschleife an Y-Achse

Die Funktion Null Achsen über die Menu Punkte GMFC/Null Achsen aufrufen. Zuerst wird die Nullstellung in X-Richtung angefahren. Dazu immer kleine Schritte benutzen und sich der Endstellung annähern. Durch das Entfernen des Hakens in Achsen synchronisiert können die Achsen unabhängig voneinander gefahren werden. Die Nullstellung in X-Richtung ist gefunden, wenn das Referenzstück grade vom Draht berührt wird. Für das den Feinabgleich das Referenzstück näher zur linken und rechten Seite führen und die Stellung durch Eingabe entsprechender Werte optimieren. Wenn der Draht auf der linken und rechten Seite den Winkel grade eben berührt ist die Nullstellung in X-Richtung ermittelt.



Abbildung 72: Ermittlung der Nullstellung in X-Richtung mit Lego DUPLO Steinen

Den Höhenabgleich in Y-Richtung lässt sich am einfachsten mit einem Winkel mit metrischer Skala durchführen. Auf dem Arbeitstisch wird später eine Opferplatte aus Styropor zum Einsatz kommen, dazu an anderer Stelle mehr Für eine Platte mit 50mm Dicke sollte der Wert von 50mm eingestellt werden. Dabei mit kleinen Schritten der gewünschten Höhe jeweils für die linke und rechte Seite1 annähern. Die absolute Feinausrichtung kann mit den anzuklickenden Pfeilfeldern erfolgen, die Maschine führt dann nur Einzelschritte aus.

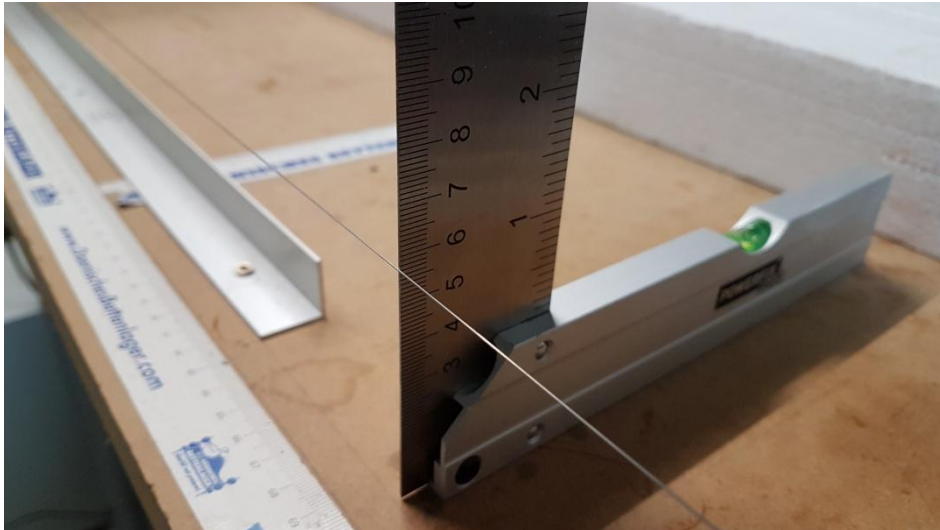


Abbildung 73: Höhenkalibrierung mit Winkel

Mit diesem Arbeitsschritt ist die X-Y Kablibrierung der Maschine abgeschlossen.

Die Opferplatte

Bei CNC Portalfräsen ist eine Opferplatte üblich um komplett durch das Halbzeug fräsen zu können und letztendlich die gewünschten Teile zu erhalten. Das gleiche Prinzip wird bei der CNC Schneidemaschine angewendet. Die Opferplatte besteht aus einer Styroporplatte, damit der heiße Draht sich komplett durch das Material schmelzen kann. Auf die Platte wird der Block aufgelegt aus dem das gewünschte Teil geschnitten wird. Damit die Platte eben und rechtwinklig ist wird sie mit dem heißen Draht geplant. Die Opferplatte sollte idealerweise aus leichten Styropor bestehen, weil sich dieses mit der geringsten Hitze bearbeiten lässt und das Durchschmelzen des Drahtes bei unterschiedlichen Materialien und Temperaturen gewährleistet ist. Die Opferplatte sollte kürzer als der maximale Verfahrweg in X-Richtung sein um sie auf der gesamten Länge planen zu können.

Auch wenn das Schaummaterial aus der Packung heraus scheinbar eine gleichmäßige Dicke hat ist das in der Regel nicht der Fall. Durch das Planen der Opferplatte erreicht die Maschine eine bessere Präzision, da die Winkelbezüge zur Arbeitsfläche der Opferplatte präzise hergestellt werden. Für den erfolgreichen Schnitt müssen jetzt zum ersten Mal die Schnittparameter ermittelt werden.

Ermittlung der Schnittparameter für das zu schneidende Material

Für das Planen der Opferplatte mit der Maschine müssen zum ersten Mal die Schnittparameter Schnittgeschwindigkeit und Hitze ermittelt werden. Das Folgende ist für den Umgang mit der Maschine essentiell und gilt grundsätzlich für alle neuen Schaummaterialien, die auf der Maschine bearbeitet werden. Die Parameter werden in einer GMFC internen Materialdatenbank abgelegt und können jederzeit aufgerufen werden. Nur wenn diese Daten korrekt ermittelt werden, sind Potenzial und Genauigkeit der Maschine nutzbar. Bei korrekter Ermittlung lassen sich Genauigkeiten im Zehntel Millimeter Bereich erzielen.

An dieser Stelle möchte ich noch einmal an meine Erklärungen zum Schnittvorgang erinnern. Mit einer CNC Maschine wird berührungslos geschnitten. Auf den zu schneidenden Block wirkt keine Kraft ein. Also muss zum Vorschub die passende Temperatur des Drahtes ermittelt werden, bei der das berührungslose Schneiden auf der gesamten Länge des Drahtes stattfindet.

Zunächst muss in der Datenbank das Material als Datensatz angelegt werden. Dazu über GMFC/Material (oder Strg+G) die Materialdatenbank aufrufen.

Abbildung 74: Einrichten des Materials in der GMFC Datenbank

In obiger Abbildung sind die Materialeinstellungen zu sehen, wie ich sie auf meiner Maschine für Styropor PS 35 für eine Schnittgeschwindigkeit von 4mm/s verwende. Für die Ermittlung der

Schnittdaten können sie als erste Referenz herangezogen werden. Die Daten im Feld Eigenschaften so übernehmen, unter dem Feld C den Drahtdurchmesser eintragen. Das Feld Min Geschwindigkeit kann bei der Verwendung einer Heizdrahtsteuerung ignoriert werden. Die Daten mit Klick auf Anwenden und Schließen übernehmen.

Für die Ermittlung der optimalen Schnittparameter benötigen wir einige gut 50cm lange und etwa 50mm breite Stücke des zu schneidenden Materials.

Die Opferplatte auf dem Tisch am Anschlag auflegen und einen der Testblöcke auflegen. Für das folgende muss sie noch nicht geplant sein. Der aufgelegte Testblock wird nicht beschwert, er liegt nur durch sein eigenes Gewicht auf der Platte! Über das Menu Schneiden/Schneiden Test die integrierte Funktion zum Ermitteln der optimalen Schnittparameter aufrufen.

Test Konfiguration		Maße des Blocks	
Starten mit Oberseite	<input checked="" type="checkbox"/>	Tiefe Links (mm)	60
Lage des Blocks in X		Tiefe Rechts (mm)	60
X0 Versatz	20	Pfeilung R/L	0
Lage des Blocks in Z		Länge (mm)	500
Block zentriert	<input checked="" type="checkbox"/>	Höhe (mm)	50
Versatz Linke Achse	375	Styro Sorte	
Abstand zwischen Schnitte		Styropor	
Abstand (mm)	10	Geschwindigkeit	4
Anzahl der Schnitte	4	Heizung (%)	80
Auslaufhöhe			
Abstand in Y (mm)	70		

OK Abbrechen

Abbildung 75: Funktion Schneiden Test

Die Werte aus der obigen Abbildung übernehmen. Mit Klick auf OK beginnt der Schnitt. Die Maschine wird mehrere Schnitte durchführen, die beobachtet werden müssen. Das Verhalten des Schaums auf der Platte muss beobachtet werden, um die Schnittparameter zu optimieren.

Die Drahttemperatur ist zu niedrig

Symptome und Ursache:

Der Block bewegt sich beim Schnitt. Die Temperatur des Drahtes ist für den gewählten Vorschub zu niedrig oder der Vorschub zu hoch. Der Draht gerät in Eingriff mit dem Material und bewegt dieses.

Maßnahme:

Erhöhung der Drahttemperatur durch Anhebung des Heizstroms im Feld Heizung um 5 Prozent.
Wiederholung des Testschnitts.

Eine Anmerkung:

In diversen Quellen im Internet wird beschrieben, dass mit dem Austritt des Drahtes aus dem Material daran Fäden zu sehen sein müssen. Für das Schneiden von Hand ist das ein gutes Beurteilungskriterium, beim Schneiden mit einer Maschine ist dieses Merkmal nicht zu gebrauchen. Die Temperatur des Drahtes ist in diesem Fall zu niedrig, die Fäden entstehen durch Nachziehen des Materials bei Eingriff des Drahtes im Block.

Die Drahttemperatur ist zu hoch:

Symptome und Ursache:

Der Draht bewegt sich durch den Block ohne dass dieser sich bewegt. Die Schnittoberfläche wirkt aber verbrannt, bei Styropor zeigt sich eine kugelige Oberfläche.

Maßnahme

Verminderung der Drahttemperatur durch Absenken des Wertes im Feld Heizung um 5 Prozent.
Wiederholung des Testschnitts.

Ziel:

Zwischen beiden Fällen muss die niedrigste Drahttemperatur ermittelt werden, bei der sich der Block nicht mehr bewegt. Diesem Wert muss man sich durch Beobachtung des oben beschriebenen Verhaltens und immer feineren Anpassung des Wertes Heizung schrittweise immer feiner annähern. Sobald das Optimum gefunden ist, den Wert notieren.

Ermittlung und Einstellung des Abbrands (Kerf)

Durch die Hitze des Drahtes wird mehr Material weggeschmolzen, als der Drahtdurchmesser. Dieser Abbrand muss durch die Software kompensiert werden. Im folgenden Schritt ist der Abbrand zu ermitteln und in der Materialdatenbank einzutragen.

Über die Menus GMFC/Material wieder die Materialdatenbank aufrufen.

Den vorher ermittelten Wert in das Feld Heizung eintragen.

Auf den Tisch einen Block des Materials auflegen. Es genügt ein kleiner Block von 5cm Länge. Ein langer Block wie bei der Ermittlung der Temperatur ist nicht mehr notwendig.

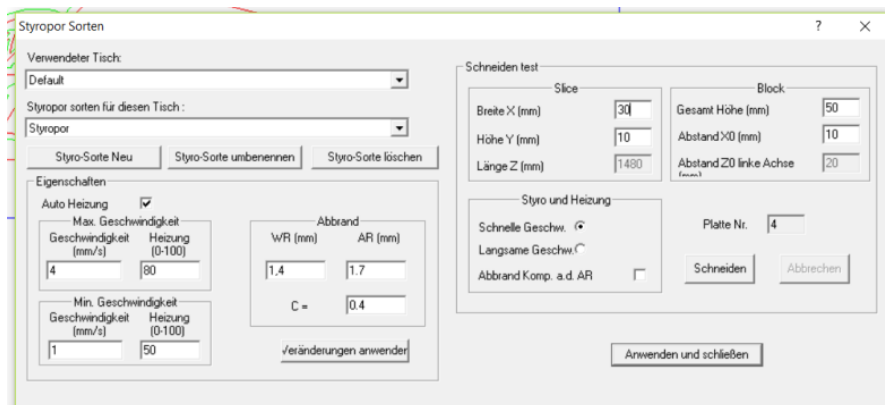


Abbildung 76: Die Materialdatenbank

Durch Klicken auf Schneiden den Schnitt starten. Die Maschine wird jetzt einen kleinen viereckigen Block (Slice) aus dem Material schneiden. Mit einem Messschieber die Dicke des Blocks messen. Der Kerf ist die Differenz zwischen der eingestellten Höhe des Slice und dem gemessenen Wert. Den Wert notieren. Den Schnitt mehrfach durchführen bis die Maschine wieder in Nullstellung fährt. Die Werte messen und notieren. Das arithmetische Mittel durch Addition aller gemessenen Werte dividiert durch die Anzahl der Werte errechnen. Den errechneten Wert auf eine Nachkommastelle gerundet im Feld Abbrand unter WR eintragen.

Die Prozedur muss nun noch für die Hälfte des Vorschubs bei gleichem Strom ermittelt werden. Dazu den Wert unter Max Geschwindigkeit halbieren und mit dem nicht veränderten ermittelten Heizwert erneut den Abbrand ermitteln. Wieder das arithmetische Mittel berechnen und den Wert in das Feld AR eintragen.

Durch Klick auf Veränderungen annehmen die Daten übernehmen und mit Klick auf Anwenden und Schließen die Materialdatenbank schließen.

Die Ermittlung des Abbrandes für das Material ist damit abgeschlossen.

Abrichten der Opferplatte

Zunächst ist die Opferplatte abzurichten. Ich benutze eine Styroporplatte in der Originalbreite der Platte bei einer Länge von 600mm. Die abzurichtende Platte auf die von der Abbrandermittlung noch auf dem Tisch liegende Platte bündig mit der vorderen Kante auflegen. Für die Abrichtung von Blöcken bietet GMFC eine integrierte Funktion namens Block ausrichten. Diese Funktion ist äußerst nützlich, wenn Segmente für Tragflächen oder z.B. Rümpfe abgerichtet werden müssen. Da der Abbrand kompensiert wird, stimmen die Maße des abgerichteten Blocks auf Zehntel Millimeter genau.

Die Funktion Block ausrichten über das Menu Schneiden/Block ausrichten (oder Strg+B) aufrufen.

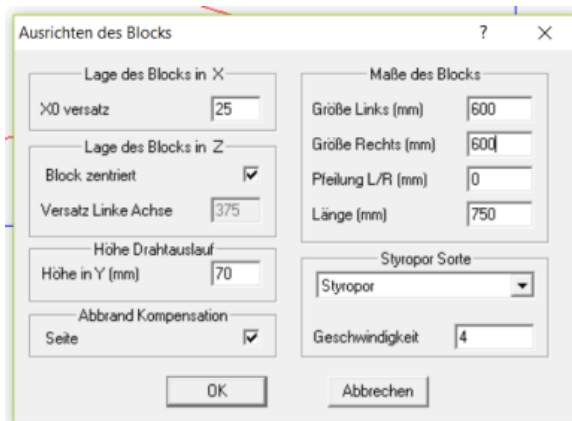


Abbildung 77: Block ausrichten

Grundsätzlich ist immer in das Material hinein zu schneiden um das gewünschte Stück zu erhalten. Im Feld X0 Versatz wird 25mm eingetragen. Unter den Feldern Größe Links und Größe Rechts werden die gewünschten Maße eingetragen. Da ein rechtwinkliges Stück gewünscht wird, wird der Wert für eine Pfeilung auf null gesetzt. Durch Setzen des Hakens in Abbrand Kompensation wird der Software mitgeteilt, dass der ermittelte Abbrand berücksichtigt werden soll. Mit Klicken auf OK beginnt der Schnitt. Bei den obigen Werten wird eine Platte mit exakt 600mm Länge abgerichtet.

Das Planen der Opferplatte

Die frisch abgerichtete Platte wird die Opferplatte. Nach Beendigung des Schnitts die Opferplatte und die darunter liegende Platte vom Tisch entfernen.

Über das Menu GMFC/Null Achsen die Funktion für die Nullstellung der Achsen aufrufen. Die Grundhöhe der Y-Achsen um 3mm tiefer einstellen. Durch Klick auf Nullstellung die neue Nullung übernehmen.

Für lange horizontale und vertikale Schnitte bietet GMFC die Funktion Guillotine. Die Funktion über das Menu Schneiden/Guillotine (oder Strg+G) aufrufen. Wenn die Platte in einer Höhe von 2mm horizontal geschnitten wird, wird sie perfekt funktionieren.

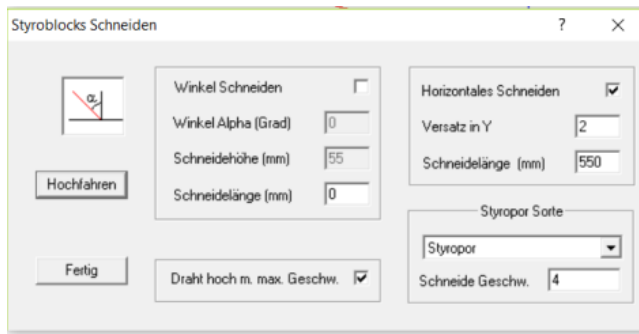


Abbildung 78: Die Funktion Guillotine

Die Daten wie oben zu sehen eingeben. Für den Versatz in Y den Wert 1mm eingeben. Für die Schneidelänge einen Werte größer als die Breite der Opferplatte eingeben. Eine Abbrandkompensation ist bei dieser Funktion nicht möglich. Die Opferplatte darf noch nicht aufliegen, da der Draht sofort im Winkel auf die grade eingegebene Position gefahren wird. Mit Klick auf Hochfahren wird der Draht nach der Aufheizperiode in die Schnittposition gefahren. Sobald der Lauf der Maschine beendet ist und der Draht die Position erreicht hat die Opferplatte mit der breiteren Seite an den Anschlag legen. Mit Klick auf Schneiden wird der horizontale Schnitt durchgeführt. Der heiße Draht wird horizontal durch den Schaum gefahren und trennt eine obere Schicht ab. Nach dem Ende des Schnitts mit Klick auf Fertig die Funktion beenden und das abgetrennte Material entfernen.

Herzlichen Glückwunsch! Die CNC Schneidemaschine ist damit voll einsatzbereit!

Und wie geht es weiter?

Natürlich wird sich jetzt der ein oder andere interessierte Leser die Frage stellen, wie weiter mit der Maschine gearbeitet wird. Der Schnitt von Tragflächen ist im Allgemeinen kein Problem. Es lassen sich mit der Maschine aber auch alle möglichen Teile wie z.B. Segmente für Rümpfe schneiden. Das größte Problem für den Einsteiger ist die Generierung der Schnittdaten und die Synchronisierung der Daten.

Ich möchte dabei Hilfe leisten und wird den Bauplan eines meiner Aircombat Modelle, eine FVVS J22, in einer der nächsten Ausgaben der Modell Aviator veröffentlicht. Der kleine schwedische Jäger ist ein extrem agiles Modell mit hohem Spaßfaktor. Die Tragflächen sind in Styro Balsa Bauweise gebaut. Der Rumpf besteht aus hohl geschnittenen Styrodursegmenten. Die Ausschnitte für Tragfläche und Höhenleitwerk werden mit der Maschine geschnitten. Am Beispiel des Modells werde ich erläutern, mit welchen Techniken die Daten für den Schnitt entstehen und wie sie mit der Maschine geschnitten werden. Damit wird der Grundstein für den erfolgreichen Umgang mit der Maschine gelegt. Und weil Übung den Meister macht, werden die Daten für den Schnitt sowie der Bauplan gleich mitgeliefert.