kleine CNC-Fräse

Die CNC-Fräse in der Holzwerkstatt wird liebevoll auch "die Betonfräse" genannt; aus offensichtlichen Gründen: Probleme mit Vibrationen oder Steifigkeit wurde hier mit schierer Masse erschlagen ;).

Die Fräse ist eine Portalfräse, hat einen Tisch von 80x60cm und eine Bauraumhöhe von mindestens 10cm (abhängig von der Länge des Fräsers). Mit einer 1050W-Spindel von AMB/Kress ist sie passend ausgestattet für Holzarbeiten, auch in dickerem Hartholz. Weichmetall wie Aluminium geht mit leichten Abstrichen auch.

Die Fräse ist verhältnismäßig einsteigerfreundlich und soll jedem zur Verfügung stehen, allerdings geht es nicht ganz ohne Übung. Wenn ihr ein Projekt mit der Fräse umsetzen wollt, lest die Einweisung durch, und bringt an ca. 3 Terminen einige Stunden Zeit mit. Dann werdet ihr zusammen mit einem Betreuer eure ersten Schritte machen, und wenn irgendwann alles sicher klappt, dürft ihr auch alleine.

- XYZ CNC ist in der Holzwerkstatt angekommen
- Draft: Arbeitssicherheitskonzept
- Checkliste für Einweiser
- Regelmäßige Wartungscheckliste
- Wartung und 3D-Druck-Teile
- Einweisung
- estlcam-Einstellungen
- Welcher Fräser und welche Einstellungen?
- KOSY CNC

XYZ CNC ist in der Holzwerkstatt angekommen

Ja, tatsächlich ist die lange erwartete XYZ CNC ist am Dienstag 23. Juni 2026 angeliefert worden. Der finale Platz ist gefunden. Es sind einige Komponenten werkseitig noch nicht verbaut worden. Diese werden ab dem 17. Juli vor Ort nachgerüstet. Bis dahin bitte die CNC nur anschauen! Bitte nicht nur mal... Dankeschön. Eine erste Einweisung wird am Samstag den 18.Juli erfolgen. Wann und in welcher Form wir mit der Schulung für alle beginnen können, ist noch offen. Wir halten euch auf dem Laufenden. Bis dahin gibt es eine Vielzahl an peripheren Arbeiten zu erledigen: Licht unter der Holzbaubühne, Abluft anschließen, bereit vorhandene Installationen zu verlegen, änder und umzubauen. Meldet euch gerne in der Holzwerkstatt oder im Rahmen des ZAMräumen.

Draft: Arbeitssicherheitskonzept

Folgende Gefahren für den Anwender könnten von der CNC-Fräse ausgehen:

1. Verletzung durch abgebrochenen Fräser.
2. Verletzung durch Berühren des rotierenden Fräsers.
   Diese Gefahr erwächst vor allem aus unerwartetem Anlaufen der Frässpindel oder unerwarteten Bewegungen der Fräse im Betrieb.
3. Verletzung durch Handling des Fräsers beim ein/ausbauen
4. Verletzung durch herumgeschleuderte Werkstückteile
5. Feuer (z.B. Holzstaub + Hitzeentwicklung aufgrund falscher Schnittwerte)
6. Elektrischer Schlag
7. Einklemmen von Fingern o.Ä. durch X-, Y- oder Z-Achse

Folgende Maßnahmen werden ergriffen (mit Begründung):

1. Nutzer werden angewiesen, eine **Schutzbrille** zu tragen, um die Augen zu schützen. Oberflächliche Hautverletzungen werden in Kauf genommen, ähnlich wie bei vergleichbaren Arbeiten an Bohrmaschinen, Sägen oder dem unachtsamen Vorbeilaufen an scharfkantigen Schwerlastregalen.
2. Nutzer werden angewiesen, die **Frässpindel immer direkt an der Spindel auszuschalten**. So ist ein überraschendes Anlaufen durch einen Soft-/Hardwarefehler ausgeschlossen.
3. **keine.** (Hinweis auf scharfe Werkzeuge reicht.)
4. **keine bzw. Schutzbrille.** Die Spindel hat nicht genug Rotationsenergie, um Teile mit nennenswerter Energie herauszuschleudern, deshalb besteht eine ernsthafte Gefahr nur für die Augen. (Außerdem werden die Nutzer geschult, die Werkstücke ordentlich festzuspannen und Anbindungen stehen zu lassen, dass nichts herumgeschleudert werden kann.)
5. Nutzer **beobachten** die Fräse im Betrieb und können so jederzeit reagieren.
6. Die Spindel selbst trägt ein **CE-Zeichen**. Die Steuerungsbox: **TODO...**
7. Die Motoren der 3 Achsen sind **so schwach,** dass selbst eine zierliche Person sie überwinden kann. Außerdem (**TODO)** können die Motoren mit einem Not-Aus-Schalter stromlos geschaltet werden, womit sie noch leichter aus ihrer Position geschoben werden können.

Checkliste für Einweiser

Du möchtest eine Einweisung erhalten?

Dann bist du hier falsch, hier geht's lang.

Checkliste für Einweisungen

Ein Nutzungsanwärter qualifiziert sich für eine eigenständige Nutzung, wenn er/sie folgendes erfüllt:

- Nutzer zeigt **angemessenen Respekt** vor dem Gefahrenpotential der Fräse,
  - **Eigenschutz**, z.B. Abwarten, bis die Fräse stillsteht, Schutzbrille.
  - **Maschinenschutz**, z.B. angemessene Geschwindigkeit und ständiges Kontrollieren der Umgebung beim Fahren, Testfahrten in sicherer Höhe bei Automatikfahrten wenn unsicher.
- Kenntnis von **Feed Hold** und **Reset** Knöpfen.
- **Sicherer** und **sorgsamer** Umgang mit Spindel, Spannzange, **Fräsermontage**.
- Sicherer Umgang mit mindestens einer Methode zum **Festspannen**.
- Korrekte Auswahl von **Vorschub** und **Zustellung.**
- Bedienung der **Absaugvorrichtungen.**
- Grundlegende **Bedienung**: Starten, Homing, Fahren, Abnullen, Programmstart.
- Kenntnis von mindestens einer **CAM-Software**. *(Muss nicht zwingend eine unserer Vorschläge sein.)*
- Ordentliches **Aufräumen**: Fräser + Spannzange in Schublade, Mutter locker auf die Spindel geschraubt, Dreck weggesaugt.

Eigenständige Nutzungsberechtigung gibt es erst, wenn alle Handgriffe **sicher** sitzen. *Lieber 1x zu viel nachgefragt als 1x zu sorglos die Fräse oder den Nutzer beschädigt.*

Eine feste Zahl von Einweisungsterminen gibt es nicht. Erfahrungsgemäß brauchen Neulinge ca. 3x, bis sie sicher ein bestimmtes Projekt fräsen können. Bei Leuten mit Vorwissen kann 1 Termin ausreichen, andere brauchen >=5x.

Eigenständige Nutzung nur **im Rahmen des bisherigen Erfahrungsschatzes!** *Mit 8mm durch Holz fräsen ist nicht vergleichbar mit dem 1mm-Fräser für Feinarbeiten in Alu oder Messing.*

Vorsichtiges Herantasten möglichst unter Aufsicht.

Vorschlag Einweisungsliste

Name	Datum der Einweisungs-termine	Unterschriften	Namen Einweiser	Unter-schriften Einweiser	Nutzungs-berechtigung erteilt	Holz / Plastik dick	Holz / Plastik <=3mm / Gravur	Alu / Messing massiv	Alu / Messing Blech / Gravur
Windfisch	1.1.1970 3.1.1970 4.2.1970	<unleserlich> <unleserlich> <unleserlich>	Tom Chris Chris	<unleserlich> <unleserlich> <unleserlich>	x	x	x		x (am 12.13.2014)
Max Muster	1.2.2034	<unleserlich>		<unleserlich>		x			

Einweisungsberechtigung

Einweisen darf und soll jeder, der die Fräse nutzen darf; Nutzungsberechtigung erteilen aber nicht! *Fräseneinweisungen sind zeitaufwendig. Bitte helft alle mit, das auf möglichst viele Schultern zu verteilen.*

Bei Einweisungsterminen bitte in die Einweisungsliste eintragen.

Nutzungsberechtigungserteilungsberechtigung

Passierschein A38 ist seit Verwaltungsreform C-31b nach NuBEV §13,2 (b) Ziffer iii nicht mehr erforderlich; stattdessen werden diese unkompliziert von Windfisch oder Maddin erteilt. Voraussetzung dafür ist:

- Sicherer Umgang / Erfahrung mit **allen Nutzungsarten** (Holz, Metall, Gravieren, Fräsen).

- Sicherer Umgang mit allen **Festspannarten**: Exzenter+Lineal, Festspaxen, Doppelseitiges Klebeband.
- 1-2x **ordentlich gehaltene Einweisung** im Beisein der oben genannten.

Regelmäßige Wartungscheckliste

- Opferplatte gerade und fest angeschraubt? (Wackelt auch bei sanfter bis mittlerer Gewalt nicht?)
- Spindel eiert nicht im Betrieb?
- Fräsmotor macht keine komischen Geräusche?
- Saugadapter und Zyklon ziehen keine Falschluft?
- Opferplatte ersetzen?
- Lineale ersetzen?

Wartung und 3D-Druck-Teile

3D-Druck und Laser-Teile zum nachbauen

Dinge gehen manchmal kaputt, zum Glück sind sie schnell nachgebaut.

Saug-Kasten

insgesamt: box.scad

Clips: clip.stl

Kasten: box.svg (für 3mm Acryl transparent. Möglichst den dickflüssigen Kleber zum zusammenkleben nehmen, dünnflüssiger Sekundenkleber macht die Scheiben matt)

Bajonett: bajonet_basethick7_len20.stl (passend dazu z.B. die Bürstenleiste https://www.sorotec.de/shop/Buerstenleiste-fuer-abnehmbaren-6831.html?language=de; Reststücke lagern im Schubfach "Putzen, Saugen")

Anschluss Staubsauger an den Metallblock des Kastens: adapter.stl

Saug-Dinge allgemein

Schlauchbefestigung am Aluprofil: schlauchhalter.scad schlauchhalter-squish3.stl

Staubsauger-OSVAC-Adapter für den Zyklon: oben zyklonadapter_55.5x48x25f.stl, seitlich zyklonadapter_55x49x22m_.stl

OSVAC-Pfropf passend für (u.A.) Nilfisk-Staubsauger (für unten rein): staubsaugergeraetadapter.stl

OSVAC-Schlauchadapter (für gewendelten Schlauch zum anschrauben): schlauchadapter-m.stl schlauchadapter-f.stl

Technische Daten

Arbeitsvolumen	Frästisch: 800x600 mm Arbeitshöhe: 150 mm (TODO verifizieren)
max. Geschwindigkeit	70mm/s (x/y-Achsen) und 25mm/s (z-Achse)

Nachkaufteile

Die folgenden Teile wurden bereits gekauft (und passen).

Fräser: Günstige gibts bei sorotec.de (z.B. L2SF.M.0300) ; https://hc-maschinentechnik.de/Life-Latitudes-Fraeser-Starterset

Spannzangen: 3mm (SKR.0300), 1/8" (SKR.0317), 6mm

Einweisung

Wie erhalte ich eine Einweisung?

Bitte lest dieses Dokument durch und bereitet euer Projekt entsprechend so weit wie möglich als SVG- oder STL-Datei vor, **bevor** ihr eine persönliche Einweisung vereinbart. Das macht alles schneller ;).

Ihr könnt die Videos per Klick ausklappen.

Euer erstes Projekt sollte ein **weiches** Material wie Holz, Styrodur oder Plastik verwenden und "schnell" gehen: Faustregel: Wenn's auf **DIN-A5 passt und max. 20mm dick** ist, ist's ok. Bringt mindestens **2 Stunden** Zeit mit.

Ihr werdet das Projekt wie in der Fahrschule unter Aufsicht fräsen, euch wird alles erklärt und ggf. rechtzeitig eingegriffen. Nach 2-3 "Fahrstunden" dürft ihr dann alleine fräsen. Derzeit: Windfisch fragen.

Sicherheitshinweise

Die CNC-Fräse ist nur mit Einweisung/"Führerschein" zu benutzen. Macht bitte weder euch noch die Fräse kaputt.

Roter Knopf = Sofortstopp. (Fräse bremst stark ab, bleibt stehen und geht in den "Alarm"-Modus. Die Spindel müsst ihr manuell ausschalten. Das ist kein Not-Aus.)

Grüner Knopf = Pause. (Fräse bremst sanft ab, bleibt stehen und kann nach Wunsch fortgesetzt werden. Die Spindel bleibt an, wenn ihr sie nicht selbst ausschaltet.)

Nur mit Schutzbrille fräsen! (Schubfach oben rechts.)

Warum?
Fräser brechen und fliegen mit viel Energie durch die Gegend. Am besten nicht in dein Auge. Normale Brillen reichen nicht aus, da sie seitlich nicht abschließen.

Immer erst eine Referenzfahrt machen! Sonst funktionieren Sicherheits- und Automatikfunktionen nicht richtig.

Fräser werden heiß! Erst abkühlen lassen.

Fräser sind scharf! Nicht an der Schneide anfassen.

Metallspäne sind scharfkantig. Platinenmaterial ist ähnlich gesund wie Asbest. Pinsel/Bürste benutzen. Danach die gesamte Fräse und den Boden gründlich(!) reinigen.

Warum?

Die Fräse ist vorrangig für Holz bestimmt. Andere Materialien werden geduldet, aber nur, wenn keine Beeinträchtigung für Holzprojekte entsteht.

Selbst einzelne Metallspäne zerkratzen Oberflächen.

Glasfaserstaub von Platinen legt sich überall hin und wird irgendwann wieder aufgewirbelt und eingeatmet.

Fräsmotor direkt am Gerät an- und ausschalten, bevor/nachdem gefräst wird! Vertraut nicht der Softwaresteuerung (die aktuell eh nicht funktioniert), wenn ihr bspw. gerade den Fräser wechselt.

Manuelles Fahren oder **automatische Funktionen** wie Referenzfahrt/Werkzeuglängenmessung nur unter **ständiger Alarmbereitschaft**. Auf Objekte vor/hinterm Tisch, und auf dem Pfad des Fräsers achten. Bei Bedarf kleinen roten "Stopp"-Knopf drücken.

Vor dem **automatischen Z-Abnullen** immer erst eine **Testauslösung** (Tastplatte an den Fräser halten) machen!

Warum?

Die Tastplatte ist active-high, d.h. sie kann nur auslösen, wenn sie auch angeschlossen ist und eine elektrisch leitfähige Verbindung zwischen dem Fräser und der Tastplatte auf dem Werkstück herstellen kann. Das könnte versagen, wenn:

- Stecker herausgerutscht. (Sieht man nicht, ist unter dem Fräsentisch)
- Fräser mit nicht leitfähiger Beschichtung.

Dann würde die Fräse immer weiter ins Werkstück hineinfahren und die Spindel beschädigen, da sie Kräfte in diese Richtung nicht gut abkann.

Fräsprogramme -- insbesondere aus eigener Quelle -- immer erst in sicherer Höhe testfahren!

Warum?

Es gibt hunderte verschiedene G-Code-Dialekte, und nicht jedes Programm versteht alle. Dazu noch Inch vs Millimeter, schlicht fehlerhafter Code oder Kommandos, die zu unerwarteten Bewegungen führen. Eine sichere Höhe gibt euch Zeit zum "Stopp"-Drücken, bevor etwas kaputtgeht.

Wenn das gemacht habt, und ihr euer Fräsprogramm dann eine Minute im Werkstück habt laufen lassen, und euch nichts komisch vorkommt, müsst ihr nicht mehr jederzeit am Aus-Knopf stehen. Das wird dann schon funktionieren™, was soll schon schiefgehen™.

Auf **ausreichend Anbindungen** beim Ausfräsen achten. Werkstück fliegt sonst durch die Gegend.

Grundlegende Bedienung

Vorlage erstellen

Um eine SVG- oder STL-Datei zu einem Fräsprogramm zu machen, benötigt ihr ein CAM-Programm. (Das ist vergleichbar mit dem Slicer beim 3D-Druck). Außerdem müsst ihr die richtigen Drehzahlen und Fahrgeschwindigkeiten einstellen. Siehe hier.

Wir empfehlen folgende beiden CAM-Programme:

für 2D: OpenBuilds CAM: Mit OpenBuilds CAM könnt ihr -- ähnlich wie beim Lasercutter -- Formen aus einer SVG-Datei in das Material hineinfräsen. Ihr könnt einen oder mehrere Umrisse auswählen und die gewünschte Tiefe angeben. Dabei gibt es vor allem drei wichtige Operationen:

- **Tasche/Pocket:** Räumt das Material auf voller Breite und Tiefe aus. D.h. der Fräser fährt in Zickzackbahnen durch die gesamte Form, bis alles Material in Späne verwandelt wurde.
- **Innen, außen, oder auf dem Pfad: D**er Fräser fährt nur die Randlinie eurer Form, ggf. nach innen oder außen versetzt, damit der Ausschnitt die richtigen Maße hat. Das geht deutlich schneller, erfordert aber Maßnahmen gegen herumfliegende Stücke, wie z.B. **Anbindungen.** Auch graviert werden kann damit.
- **Bohren:** Der Fräser fährt im Mittelpunkt eines Kreises senkrecht nach unten. Der eigentliche Kreisdurchmesser ist egal, das Loch wird so groß, wie der Fräser oder Bohrer dick ist.

image.png

für 3D: Kiri Moto: Mit Kiri Moto könnt ihr "echte" dreidimensionale Objekte herstellen. Das klappt sogar doppelseitig, das Programm hilft euch beim Umdrehen des Werkstücks, indem es Ausrichtungslöcher bohrt. Hier gibt es wieder verschiedene Grundoperationen:

- **Schruppen ("rough"):** Fräst die groben Konturen vor und räumt das meiste Material bereits ab. Dafür benutzt man gerne einen großen (und damit schnellen) Fräser. Hier entstehen aber oft "Treppenstufen" von 5-10mm, die im nachfolgenden Gang noch verfeinert werden.
- **Schlichten:** Fräst nochmal fein nach. Wichtig hier ist, dass beim Schlichten nur die Konturen nachgefahren werden und sich darauf verlassen wird, dass der Rest drumherum schon weggefräst wurde. Fräserbruchgefahr!
  Das Schlichten kann in horizontaler oder vertikaler Richtung **("contour")** mit einstellbarem Abstand der parallelen Linien, oder in Form von Höhenlinien **("outline")** mit einstellbarem Höhenabstand erfolgen. Oder in Kombination, je nachdem welcher Feinheitsgrad gewünscht ist.

Beide Programme sind Webanwendungen und können ohne Installation verwendet werden. Außerdem sind sie Open Source und können daher von jedem selbst gehostet und auch angepasst werden.

Wenn ihr schon viel Erfahrung mitbringt und euer eigenes Lieblings-CAM habt, könnt ihr auch das nach Rücksprache verwenden. Allerdings müsstet ihr dann ein wenig Überzeugungsarbeit leisten, dass die entstehenden G-Codes auch wirklich unbedenklich sind ;).

Fräse fahren und Vorbereitungen

Zur Steuerung der Fräse benutzen wir **gSender.** Auf dem Desktop findet ihr diese Anwendung.

Direkt nach dem Starten werdet ihr von einer roten Warnung begrüßt, dass die Fräse ersteinmal eine Referenzfahrt ("Homing") machen möchte. Prüft, dass auf dem Tisch nichts im Weg steht und macht die Referenzfahrt.

Dann kann die Fräse mit den blauen Pfeilen links bewegt werden. Die Segmente geben die Geschwindigkeit an. **Unbedingt** den Fahrweg im Blick behalten.

gs02b.png

Euren g-Code ladet ihr mit dem "Load File" Button.

Fräser einspannen

Zu jedem Fräser muss eine **exakt passende Spannzange** verwendet werden. Besondere Vorsicht ist bei 3mm **vs** 3.175mm=1/8" geboten, bitte nicht verwechseln!

Zuerst die **Überwurfmutter** vom Fräsmotor abschrauben und ggf. den **alten Fräser vorsichtig am Schaft herausziehen**. Achtung, Fräser sind scharf!

Dann ggf. die alte **Spannzange** entfernen. Dazu diese am besten schräg stellen und von unten herausdrücken. Da sie eingerastet ist, ist das manchmal etwas knifflig. Die neue Spannzange wird ebenso schräg eingeführt und dann runtergedrückt, bis sie einrastet. (Maulschlüssel im Schubfach)

Den **Fräser** so weit einführen, dass man ihn gerade noch am Schaft greifen kann, und die Spannzange festschrauben. Dickere Fräser, bei denen das geht, bis zum Anschlag einschieben. Möglichst nur kräftig mit den Fingern anziehen. Bei dickeren Fräsern kann man **vorsichtig** mit dem Maulschlüssel nachziehen. **Achtung! Nach "fest" kommt "ab"!**

Video
VID_20240622_005832~2.mp4.gif VID_20240622_005918~3.mp4.gif VID_20240622_010010~2.mp4.gif

Werkstück einspannen und abnullen

Das Werkstück muss auf der Fräse gut fixiert werden. Möglichkeiten dazu sind:

- **Exzenterspanner** drücken das Werkstück seitlich gegen die Kanten / "Lineale". Geeignete Größe aussuchen, ins Lochraster Schrauben, Spanner um mind. 90 Grad drehen und so das Werkstück an 3-4 Punkten einklemmen.

Video
foo.gif

- **Doppelseitiges Klebeband** eignet sich für flache, breite Projekte. Bedingt auch für höhere Projekte, bei denen wenig Kraft benötigt wird, z.B. Gravuren. Das Klebeband hält überraschend gut, was es auch sehr schwierig zu entfernen macht.
- **Festschrauben.** Wenn möglich, mit Metallschrauben ins Lochraster schrauben. Wenn nicht, kann man auch in die Holzplatte des Frästisches mit Holzschrauben schrauben. (Die Holzplatte ist als Opferplatte gedacht, in die auch reingefräst wird.) **Achtung! Nicht gegen die Schrauben fahren!** Sicherheitshöhe beachten!

Danach müsst ihr die Fräse abnullen. Das könnt ihr auf verschiedene Arten machen, meist braucht ihr aber das "Location"-Fenster oben links dafür:

gs02c.png

- Entweder fahrt ihr von Hand an den gewünschten Nullpunkt, so dass der Fräser gerade so an der Werkstückoberseite kratzt. Dann klickt ihr die weißen "zero X / Y / Z"-Buttons oben links.
- Oder ihr fahrt zuerst etwas tiefer als die Werkstückoberseite ist, und dann von links oder von vorne seitlich ans Werkstück heran. Dann klickt ihr auf die blauen Zahlen im "Location"-Fenster, und tippt dort die gewünschten Koordinaten ein. Wenn ihr von links bzw. von vorne kommt, wäre das "minus der halbe Fräserdurchmesser".
  Die Oberseite wie oben.
- Das Z-Abnullen könnt ihr auch mit der Tastplatte machen. image.png
  Dazu die Tastplatte auf die Oberfläche eures Materials legen, und den Fräser vorsichtig ca 5mm über die Tastplatte fahren. Dann klickt im "Probe"-Fenster auf den "Probe"-Button und folgt den Anweisungen.
  (Ihr werdet aufgefordert, zuerst zu beweisen, dass die Tastplatte funktioniert, indem ihr sie an den Fräser haltet; dann lässt euch das Progamm proben.)
  gs02d.png

Ihr seht jetzt auf dem Bildschirm euer Fräsprogramm mit Koordinatensystem und als weißen Punkt die Position der Fräse. Ihr könnt die Ansicht mit der Maus drehen, oder auf eine der Flächen des Würfels rechts unten klicken.

Fahrt die Ränder ab, um euch von der richtigen Größe/Skalierung zu überzeugen.

Wenn alles passt, klippst die Staubsaugerhaube dran, vergesst nicht, den Fräsmotor auf die richtige Drehzahl einzustellen und anzuschalten, und klickt auf "Start Job"

image.png

Werkzeugwechsel

Wenn euer Fräsprogramm einen Werkzeugwechsel (*M6 Tx*-Befehl) enthält, **führt gSender euch durch den Werkzeugwechsel.**

Schaltet zuerst die Frässpindel aus und nehmt ggf. den Staubsaugerkasten ab.

Sucht euch einen beliebigen Ort aus, den ihr bei jedem Werkzeugwechsel verwendet um die Tastplatte darauf zu legen. Der kann auf der Oberfläche eures Werkstücks liegen (wenn ihr die nicht wegfräst), oder auch auf der Grundplatte / dem seitlichen Lineal / etc. Wichtig ist nur, dass ihr die Tastplatte **immer auf den selben Ort (mit der selben Höhe)** legt. Nur so kann die Werkzeuglängendifferenz richtig bestimmt und nachjustiert werden.

Beim ersten Mal müsst ihr erst das alte, dann das neue Werkzeug messen; bei allen weiteren Malen nur noch das neue. Der Prozess ist ähnlich wie beim Z-Abnullen mit Tastplatte ("Probe").

Nachbereitung

Wenn ihr fertig seid, **räumt auf und macht sauber!** Saugt alle Späne weg (den Schlauch kann man per Bajonett-Drehverschluss vom Saugstutzen abmachen), räumt alles dahin, wo es herkam.

- Späne weg?
- Spannzange in der Schublade?
- Fräser in der Schublade?
- Überwurfmutter (in die ihr die Spannzange eingebaut habt) wieder locker an die Frässpindel schrauben.

estlcam-Einstellungen

Steuerungselektronik	GRBL 0.9-1.1
Schritte pro Umdrehung	1600 (x/y), 800 (z)
Weg je Umdrehung	4mm (x/y/z) (Richtung umkehren bei z)
max. Vorschub	70mm/s (x/y), 25 mm/s (z)
Trägheit	85% (x/y), 95% (z)
Beschleunigungsweg	5 mm
Startvorschub	0.5 mm/s

Welcher Fräser und welche Einstellungen?

Fräsertypen

Ein Fräser hat mehrere Aufgaben. Er muss nicht nur durchs Material fräsen, sondern die entstehenden Späne auch zuverlässig abtransportieren, da er sonst verstopft. Außerdem muss er hart genug sein.

Fräser unterscheiden sich nach verschiedenen Eigenschaften. Im folgenden werden einige "Faustregeln" dazu angegeben.

Anzahl der Schneiden

mehr = schneller, aber auch weniger Platz zur Spanabfuhr.

Für weiches Aluminium (z.b. 5754 Legierung) eher eine Schneide, für härteres Alu oder gut zerspanbare Werkstoffe zwei (oder vielleicht mehr).

Anschliff

Es gibt an der Stirnseite (also "vorne" / "unten") verschiedene Schneidengeometrien. Die üblichsten sind hier abgebildet.

Flacher Stirnschliff • Bessere Oberflächenqualität. • Höherer Verschleiß beim Eintauchen (selbst mit flachen Winkeln). • Achtung: manchmal geht die Klinge unten nicht bis zur Mitte. In dem Fall ist kein senkrechtes Eintauchen möglich!	**Fischschwanz** • Besser zum Eintauchen geeignet. (d.h. weniger Verschleiß bzw steilere Winkel möglich). • Dafür schlechtere Oberflächenqualität.	**Bohrer**, kein Fräser • Eintauchen ist sein Job. • Meist nicht auf seitliche Kräfte ausgelegt. • Zum Fräsen i.A. ungeeignet!
fraeser_flach.png	fraeser_fisch.png	fraeser_bohrer.png

Daneben gibt es noch:

- **Vollradius/Kugelfräser**: Für Feinarbeiten bei gewölbten Oberflächen, oder runde Nuten.

- **Fasenfräser**: V-Förmige Spitze, um 45°-Anschrägungen (Fasen) an Kanten anzubringen.
- **Viertelkreisfräser**: Ähnlich wie der Fasenfräser zum Abrunden von Kanten, nur dass sie eben rund, nicht angefast werden.

Durchmesser

Größerer Durchmesser lässt mehr Platz zur Spanabfuhr, und der Fräser bricht nicht so leicht. Dafür kommen wir schlechter in Ecken hinein.

Da es beim Fräsen auf die Geschwindigkeit der Klingen ankommt, müssen wir (wenn wir den Vorschub, siehe unten, gleich lassen) bei größerem Durchmesser langsamer drehen.

Einstellungen

Die Drehzahl darf maximal so schnell wie die Herstellerangabe gewählt werden. Drehen wir schneller, wird der Fräser heiß. Langsamer drehen ist problemlos möglich, dauert dann halt länger. Nur allzu niedrige Drehzahlen sind zu vermeiden, da unsere Frässpindel sonst an Drehmoment/Kraft verliert.

Der Vorschub (wie schnell der Fräser durchs Material fährt) muss gemäß Formel zur Drehzahl passen! Ist er zu langsam, reißt der Fräser keine schönen Späne mehr heraus, sondern reibt nurnoch am Material, produziert Staub und erhitzt sich dabei. Ist er zu hoch, kann der Fräser stecken bleiben.

KOSY CNC

Ziel des Projekts ist es die KOSY CNC Maschine sicher im ZAM nutzbar zu machen.

Kontakt: Thomas Ruehr (thomas.ruehr at gmail.com)

Historie der Maschine

Die CNC Maschine ist ursprünglich von der deutschen Firma Max Computer / KOSY in der Verkehr gebracht worden. Die KOSY CNC Maschinen stehen schon seit den 90er Jahren in vielen Schulen und Berufschulen, sie werden mit einer relativ einfachen Steuerung ausgeliefert und es gibt Materialien fuer den Unterricht. Leider ist die Steuerung nicht mehr ganz zeitgemaess. Es koennen auf der Maschine Holz, Plastik und im begrenzten Umfang auch Nichteisen-Metalle bearbeitet werden. Fuer Eisenmetalle ist die Maschine im Originalzustand mechanisch nicht ausgelegt.

Unsere KOSY CNC besteht im wesentlichen aus Beton, die Linearfuehrungen bestehen aus Aluminium-Stranggussprofilen in die rostfreie Stahl-Wellen eingegossen sind, auf denen Rollen laufen. Die Schrittmotoren sind im aktuellen Zustand open loop Schrittmotoren der Groesse Nema 17. Als Spindel ist derzeit ein Oberfraesen-Motor verbaut.

Im Habitat Augsburg wurde von einem Mitglied die Steuerung neu aufgebaut, allerdings auf etwas abenteuerliche Weise. Dabei wurde insbesondere die Antriebselektronik der Schrittmotoren / Controller zusammen mit der CNC Steuerung ersetzt.

Aktueller Zustand

Das Gerät ist betriebsbereit.

~~Der Laptop hat eine EstlCAM Installation. Inkscape läuft. Verarbeitet werden können SVG-Dateien.~~

Mittlerweile ist GRBL als Firmware geflasht, gSender wird als Steueranwendung verwendet und als CAM / gcode-Generator empfehlen wir Kiri Moto und OpenBuilds CAM. (Andere CAMs sind aber auch ok)

- Einweisung für Neue

Verbesserungs-Vorschläge

Umbau Elektrik/Elektronik

1. Schritt: Wieder-Inbetriebnahme im Zustand wie vom Habitat (Mit der Hacky Steuerung + EstlCam)

Erledigt.

2. Schritt: Einbau eines Notaus. Hierfuer sollten ein PILZ PNOZ und Notaus Schalter (Siemens) im Beifang der CNC vorhanden sein. Ziel ist es einen oder zwei Notaus Schalter zu verbauen die die Maschine tatsaechlich Stromlos schalten, also kein Feed Stop.

3. Schritt: Pruefung / Einbau eines Feed-Stop Schalters. Evtl ist da schon etwas vorhanden, an der vorderseite der CNC. Der Feed Stop soll ermoeglichen das Programm an zu halten wenn etwas schief geht, etwa Material loest sich etc. wenn es kein Notfall ist. Sonst Not-Aus.
Erledigt: Roter Taster an Frontseite stoppt den Prozess.

4. Steckdosen für Absaugung, sichere Kabelführung

Migrationspfade Steuerung/Elektronik

Derzeit läuft auf der Steuerung ein GRBL. Da als Mikrocontroller nur ein AVR ATMEGA 32 verwendet wird, ergeben sich Limitierungen im Funktionsumfang der Firmware; beispielsweise puffert GRBL zwar die entgegengenommenen G-Codes, aber meldet nicht zurück, an welche G-Codes schon verarbeitet wurden und welche noch nicht; damit ist die "aktuelle Position in der Datei" ungenau.

Die Steuerung selbst ist "zusammengeschustert" und leidet möglicherweise unter EMI-Problemen bei den Sensoreingängen; (bspw. löst der Werkzeuglängensensor manchmal einfach so aus). Das könnte (?) ein Problem mit der Versicherung darstellen.

Modernere Alternativen wären bspw. GRBL-Hal und andere.

Todos:

- Mögliche EMI-Probleme debuggen. Bestätigen oder ausschließen.
- Grbl-Hal ausprobieren, STM32-Adapter bauen.

Vorgeschlagener Pfad:

- Erstmal mit der "zusammengeschusterten Lösung" probieren.
- Diese Lösung durch einen 5-Euro-STM32-Mikrocontroller und GRBL-Hal upgraden.
- Bei Bedarf: Hardwarebox kaufen, auf der auch GRBL-Hal läuft.
  - für ca 300 Euro incl 4A-Treibern, deutscher Shop, CE Zeichen: OpenBuilds Blackbox X32: https://www.conucon.de/cnc-steuerungen/openbuilds-blackbox-x32-motion-control-system-mit-software_2000223_1863
  - ca 100 Euro ohne Stepper-Driver, Import aus Kanada: Flexi-Hal

Umbau Mechanisch

Die Maschine ist an sich recht steif, allerdings sind die Fuehrungsschienen nicht mehr Stand der Technik. Ein Ziel koennte sein, diese durch moderne Profilschienen ("THK-Schiene") zu ersetzen. Im Idealfall waeren dann Eisenmetalle zu verarbeiten.

Umbau Antriebe

Es steht ein Satz Closed-Loop Stepper zu Verfuegung. Diese sind deutlich staerker, passen aber mechanisch nicht so einfach in die Maschine.

Umbau Spindel

Es steht eine wassergekuehlte 2.2KW Spindel mit ER25 Collet zur Verfuegung. Ein Vorteil dieser Spindel ist der deutlich bessere Rundlauf, so dass die Werkzeuge/Fraeser geschont werden. Die Spindel ist aber moeglicherweise zu schwer fuer den Stepper in der Z-Achse, daher ggf. abhaengig von "Umbau Antriebe". Es waere denkbar nur an der Z-Achse den Schrittmotor zu ersetzen. Ziel sollte dabei aber auch sein, dass bei Notaus die Spindel nicht absinkt, d.h. stromlose Haltekraft des Motors soll im Zusammenspiel mit der Kugelumlaufspindel (KUS) ausreichen, ggf. koennte statt einem starken Achsmotor eine KUS mit kleinerer Steigung verwendet werden oder aber fuer das Notaus Szenario auch eine Bremse verbaut werden.

Evtl. kann auch die Luftgekuehlte ER11 1.5 kW Spindel verwendet werden, Nachteil: Oberfraesenbits sind evtl. zu gross fuer ER11 (max. 7mm).

Spannsystem und Lineale

Das **Lochraster** für die Exzenter-Hebel ist manchmal zu gross:
→ zusätzliche Löcher im Mittelpunkt jedes Lochquadrates
→ zusätzliche kleinere Exzenter-Hebel könnten alternativ oder zusätzlich helfen
~~→ (versetzbare Lineale (50% des Rasters) haben den Nachteil, dass das Koordinatensytem jedesmal neu genullt werden muss?) (macht man eh nicht, einmal einspannen und nie wieder loslassen.~~

Die **Excenter-Hebel** könnten stabiler sein:
→ 3D-gedruckte Hebel
  oder Laser-geschnitten aus festerem Material
→ Imbusschrauben-Kopf versenken (weniger Überstand → weniger Kollisionsgefahr mit Fräser)
→ Holz-Hebel brauchen eine Unterlegscheibe unter dem Schraubenkopf

Die **Lineale** sind nicht parallel zum Tisch:
→ neu ausrichten (und Imbusschrauben-Kopf versenken)

Standort

Maschine etwas von der Wand abrücken
(damit man um die Maschine herumgehen und den Fräs-Verlauf von allen Seiten kontrollieren kann).