Mostly Printed CNC

PC-Treff-BB Aidlingen

Ingolf Wittmann

© 2023 Ingolf Wittmann

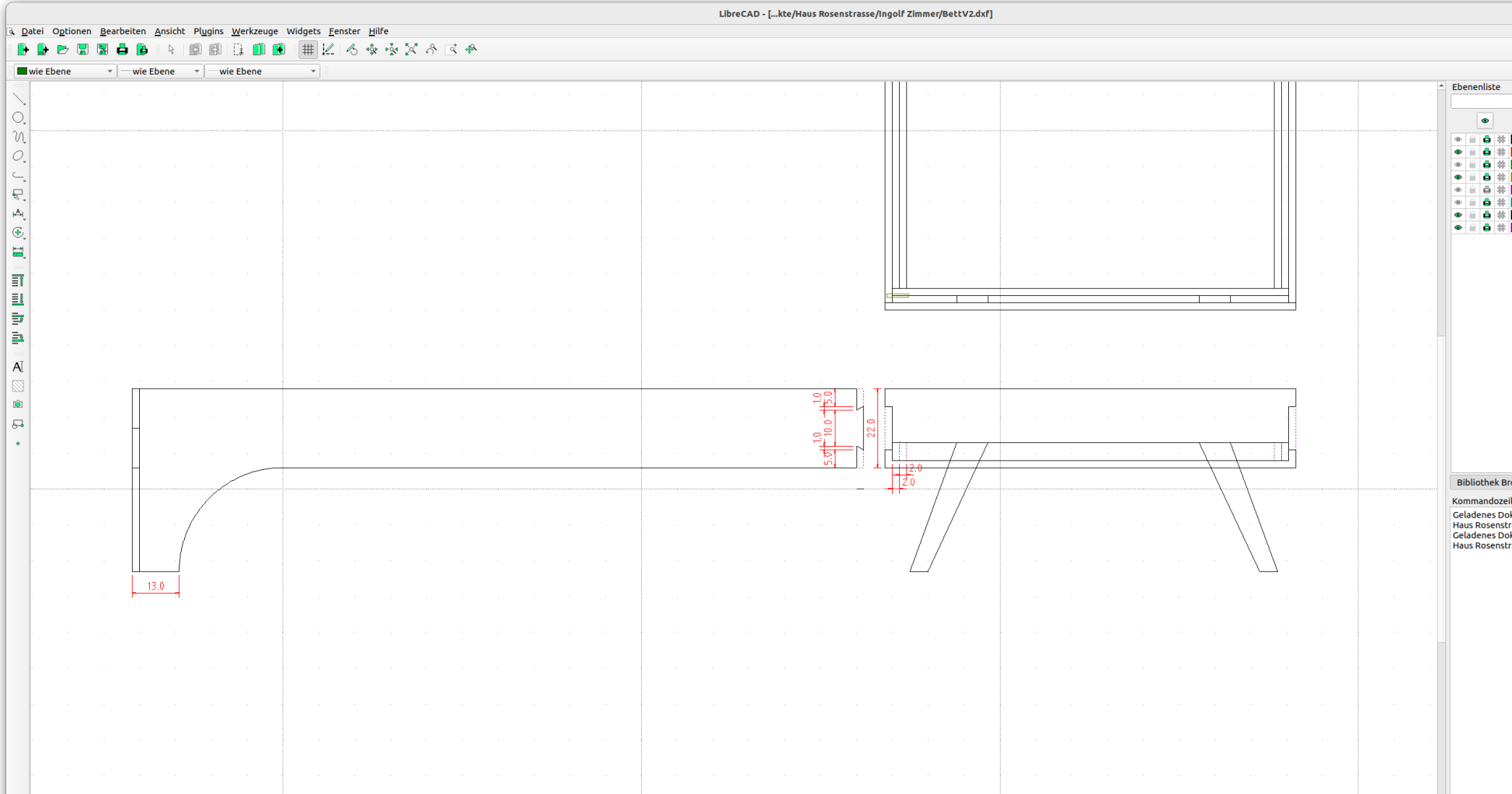
11. März 2023

Agenda

- Warum eine CNC Holzfräse
- Die OpenSource Lösung
- Bau
- Fräsphysik
- Software
- Demo
- Links & Literatur

© 2023 Ingolf Wittmann

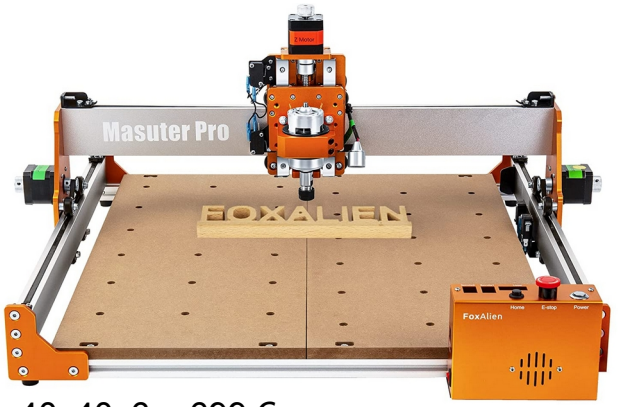
Warum eine CNC Holzfräse?



PC-Treff-BB Aidlingen
Mostly Printed CNC
© 2023 Ingolf Wittmann

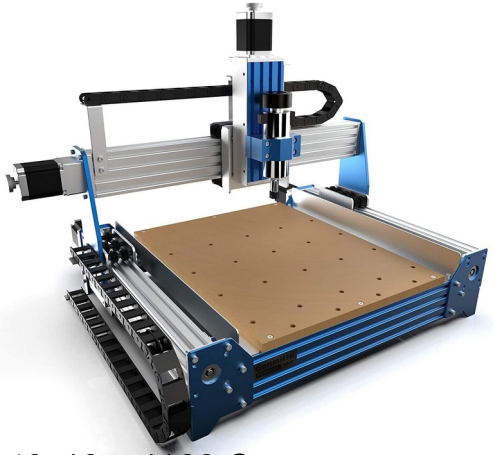
OpenSource versus Kauf

59x88x13 = 1999 €



40x40x6 = 699 €

30x40x11 = 2995 €



30x40x10 = 1189 €

Aber?

- proprietäre Software
- ohne Motor
- Erweiterbarkeit
- Genauigkeit

PC-Treff-BB Aidlingen
Mostly Printed CNC
© 2023 Ingolf Wittmann

Mostly Printed CNC Primo V2

- Entwickelt von einem Ingenieur aus Kalifornien
- Individuelle Größe
- Große Community & Forum
- 3D Druck mit der Möglichkeit für individuelle Anpassungen
- Alle Teile im Internet verfügbar
- Softwarefreiheit
- Ab ca. 500€

Uncle Phil

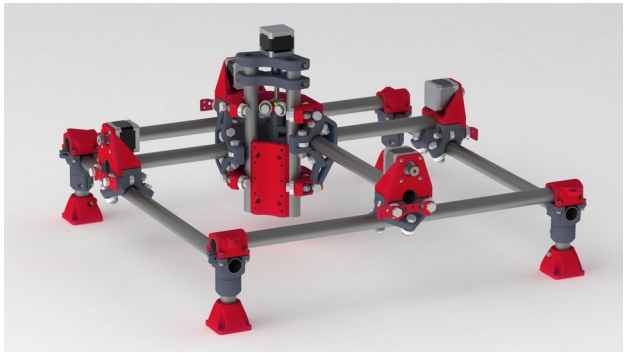
KONSTRUKTIONS BUDE

V1 ENGINEERING

YouTube

PC-Treff-BB Aidlingen
Mostly Printed CNC
© 2023 Ingolf Wittmann

CNC Hardware



Elektronische & bewegliche Teile

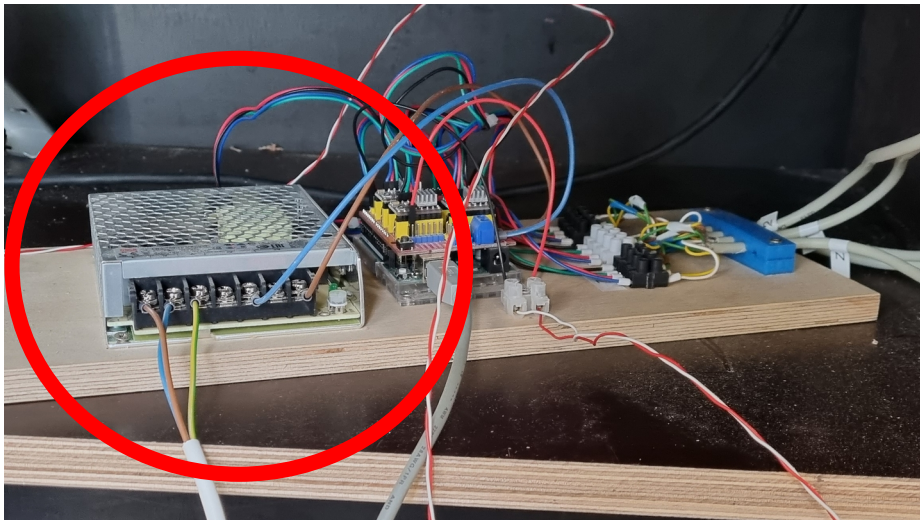
Anzahl	Teile	Deutschland	Preis
2	Prusa PETG Filament	Prusa	80,23 €
1	UNO R3 + CNC Shield V3 Expansion Board + 4pcs DRV8825 Stepper Motor Driver	https://www.ebay	15,22 €
1	EICKE 90 W-Netzteil 12 V, 7,5 A	https://www.amaz	19,99 €
1	GT2 Zahnriemen offen 6mm	https://www.robote	13,52 €
1	GT2 Zahnriemensatz mit Schlüssel 16 Zähne 5mm Bohrung für 3D Drucker 6mm Zahnriemen (5 Stücke)	https://www.ama	9,99 €
8	GT2 Zahnriemen Flachriemenscheibe 5mm Umlenkrolle	https://www.robot	13,60 €
6	10 x Kugellager 608.ZZ 8*22*7 mm	https://www.robote	22,50 €
14	KW4-3Z-3 mechanischer Endschalter	https://www.robote	4,90 €
1	STEPPERONLINE 5 Stücke Nema 17 Schrittmotor	https://www.amaz	50,99 €
1	WITTKOWARE LiYCY Steuerleitung, geschirmt, 4x0,25mm², grau, 25m	https://www.amaz	24,84 €
1	Schrumpfschlauch-Set 100-teilig Schrumpfschläuche mit Schrumpfrate 2:1 10cm lang 6 Größen Kabel Schlauch Isolierung I Schwarz	https://www.amaz	4,94 €
1	10mm-7.5m PET erweiterbar geflochten kabelschlauch kabelstrumpf kabelschutz kabelmantel-schwarz-Alex Tech kabel sleeve	https://www.amaz	8,99 €
3	Phyachelo 10 x 20 mm 1 m auf beiden Seiten offen, Kunststoff Abschleppleine Kabelschleppkette	https://www.ama	29,25 €
1	50 Stück Jumper RM 2,54mm Kurzschluss Stecker offene Bauweise schwarz	https://www.amaz	4,73 €
1	Steckbrückenverbindungskabel	https://www.amaz	6,99 €
1	QLOUNI 620 Stück 2,54mm Dupont Stecker kit,	https://www.amaz	11,99 €
1	100 Stück Profi Kabelbinder Industriequalität weiß 100 mm x 2,5 mm für Industrie PC Fahrrad Nylon cable ties stark kurz weiss 8,1kg Zugkraft von Damstone	https://www.ama	3,29 €
	Fräse		
1	Makita RT0700CX2J 710 W	https://www.conto	146,52 €

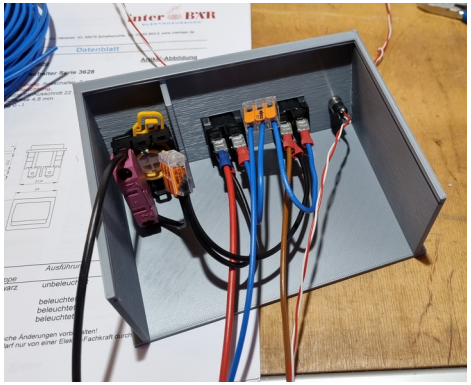
Hardwareteile

Qty	Part	Deutschland	Preis
1	Trapezgewindespindel für 3D Drucker, Fräse, usw. 300X8mm Edelstahl + Messingmutter	https://www.robo	8,94 €
1	3D-Drucker Schmierfett 10g	https://www.robo	1,95 €
1	Flexible Wellenkupplung 5mm auf 8mm	https://www.robo	1,65 €
1	Schraubenset Edelstahl	https://www.ama	34,95 €
3	Aluminium Winkel AlMgSi05 ungleichschenklig | BxHxS 25x15x2mm L:1100mm (110cm)	https://www.am	12,21 €
1	MPCNC Primo Rohr Set Kit Edelstahl Stangen V2A K240 Geschliffen Arbeitsbereich	https://www.eb	79,93 €
1	Reduzierhülse 6 auf 3,175 mm	https://www.sorot	8,90 €
1	VHM Einsteigerset 2 (Fräsköpfe)	https://www.sorot	32,50 €
	Siebdruckplatten	Hornbach	340,45 €
	Versandkosten Roboter Bausatz		3,99 €
	Versandkosten SOROTEC		4,90 €
	Versandkosten Amazon		10,90 €
	Summe		1.013,75 €

PC-Treff-BB Aidlingen
Mostly Printed CNC
© 2023 Ingolf Wittmann

CNC Elektronik



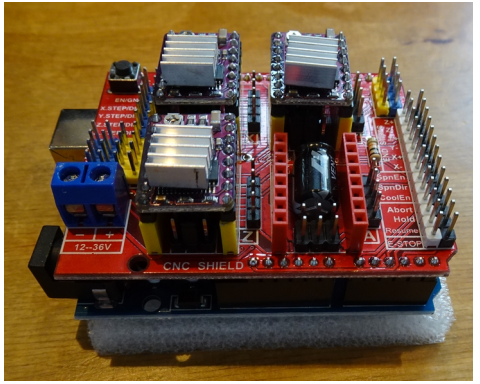


Steuerung

Qty	Part	Deutschland	Preis
1	Frontelement für XB5 Pilzdrucktaster Not-Halt/Not-Aus	Reichelt	8,75 €
1	Kleingerätestecker	Reichelt	0,66 €
1	Mean Well LRS-100-12 Schaltnetzteil - 102 W	ELV	15,50 €
1	DC-Kabel 2 x 0,5 mm² mit DC-Winkelhohlstecker	ELV	2,55 €
1	Einbau-Kaltgerätestecker C14, Steck-Lötkontakt, Flanschbefestigung	ELV	0,95 €
1	Einb.-Kleinger.-Stecker H=6	ELV	2,48 €
1	Einbau-Wippenschalter Serie 3628, schwarz/ rot	ELV	4,95 €
1	Einbau-Wippenschalter Serie 3628, schwarz/grün	ELV	4,95 €
1	Arduino® Uno SMD Rev3	allyouknow	24,99 €
1	3D-Drucker CNC Shield V3 Engraver Erweiterungskarte mit 4 Stück A4988 Treibermodul, 4 Stück Kühler	Amazon	11,48 €

Betrieb

Qty	Part	Deutschland	Preis
1	3 mm Fräser	SOROTEC	32,50 €
1	6 auf 3mm Reduzierhülse	SOROTEC	8,90 €
1	6 mm Fräser	SOROTEC	77,70 €
1	CNC Tastplatte	ASG	26,94 €
1	Estlcam Lizenz	Estlcam	49,00 €
	Gesamtsumme		1.277,30 €



PC-Treff-BB Aidlingen
Mostly Printed CNC
© 2023 Ingolf Wittmann

Softwarestack

PC-Treff-BB Aidlingen
Mostly Printed CNC
© 2023 Ingolf Wittmann

Was kann gefräst werden?

- CAD Modelle, Grafiken, Geoinformationen können in G-Code umgewandelt werden
- Je kleiner der Fräskopf, je größer das Modell, je strukturierter das Modell, je härter das Material, je schwächer der Fräsmotor desto länger die Fräszeit

PC-Treff-BB Aidlingen
Mostly Printed CNC
© 2023 Ingolf Wittmann

Fräsparameter

- Spanvolumen & Schnittgeschwindigkeit
- Dicke Späne → Biege- Torsionskräfte → Bruch
- Dünne Späne → Reibungshitze, Abstumpfen, Verglühen
- Schneller Vorschub & niedrige Drehzahl → dünne Späne
- Schnittgeschwindigkeit steigt mit dem Durchmessser → je dicker desto kleiner die Drehzahl
- Zweischneider schneidet zwei Späne pro Umdrehung → doppelter Vorschub gegenüber einen Einschneider
- Eintauchtiefe → doppeltes Spanvolumen → halber Vorschub

Berechnungen

Grundlage für die Berechnung von Drehzahl und Vorschub ist die folgende Tabelle mit Angaben zu Schnittgeschwindigkeiten und Zahnvorschub. Die Zahlen sind experimentell ermittelte Richtwerte zur groben Orientierung, die je nach Maschine und Peripherie in der Praxis abweichen können.

Richtwerte Fräsparameter

	Schnitt-geschw. m/min.	Durchmesser Fräser								
		Ø 1 mm	Ø 2 mm	Ø 3 mm	Ø 4 mm	Ø 5 mm	Ø 6 mm	Ø 8 mm	Ø 10 mm	Ø 12 mm
		Zahnvorschub in mm / Zahn / Umdrehung								
Guss-Aluminium > 6% Si	500	0,010	0,010	0,010	0,015	0,015	0,025	0,030	0,038	0,050
Aluminium Knetlegierung	500	0,010	0,020	0,025	0,050	0,050	0,050	0,064	0,080	0,100
Weichkunststoff	600	0,025	0,030	0,035	0,045	0,065	0,090	0,100	0,200	0,300
Hartkunststoff	550	0,015	0,020	0,025	0,050	0,060	0,080	0,089	0,100	0,150
Holz hart	450	0,020	0,025	0,030	0,035	0,045	0,055	0,065	0,080	0,090
Holz weich	500	0,025	0,030	0,035	0,040	0,050	0,060	0,070	0,085	0,100
MDF	450	0,030	0,040	0,045	0,050	0,060	0,070	0,080	0,090	0,110
Messing, Kupfer, Bronze	365	0,015	0,020	0,025	0,025	0,030	0,050	0,056	0,065	0,080
Stahl	90	0,010	0,010	0,012	0,025	0,030	0,038	0,045	0,050	0,080

n = Drehzahl des Fräsers in U/min
vc = Schnittgeschwindigkeit in m/min
d = Fräserdurchmesser in mm
z = Zähnezahl
fz = Zahnvorschub
vf = Vorschubgeschwindigkeit in mm/min

Drehzahl

Zur Ermittlung der Drehzahl dient die folgende Formel:

n [U/min] = (vc [m/min] × 1000) / (3,14 × Ø d1 [mm])

Beispiel:

vc = 500 m/min (aus Tabelle)
d = Ø 8 mm

(500 × 1.000) / (3,14 × 8) = 19.904 U/min

Vorschub

Zur Ermittlung der Vorschubgeschwindigkeit dient die folgende Formel:

vf = n × z × fz

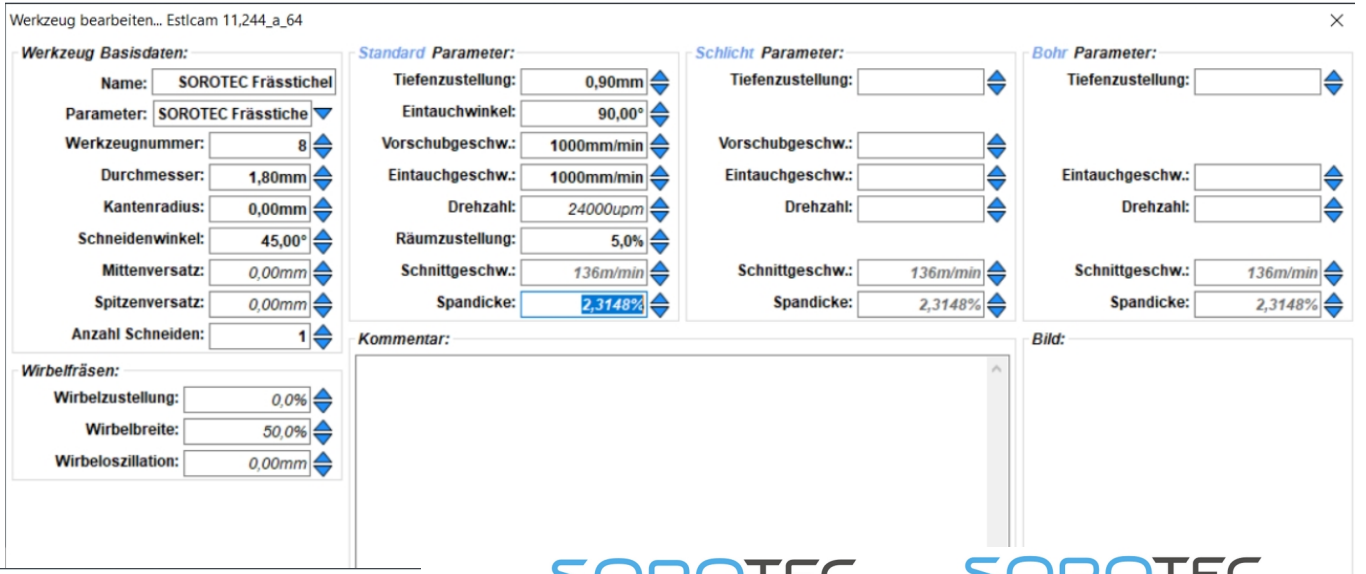
Beispiel:
Gegeben sind eine Aluminium-Knetlegierung als Material und ein 8 mm Zweischneider als Fräser.

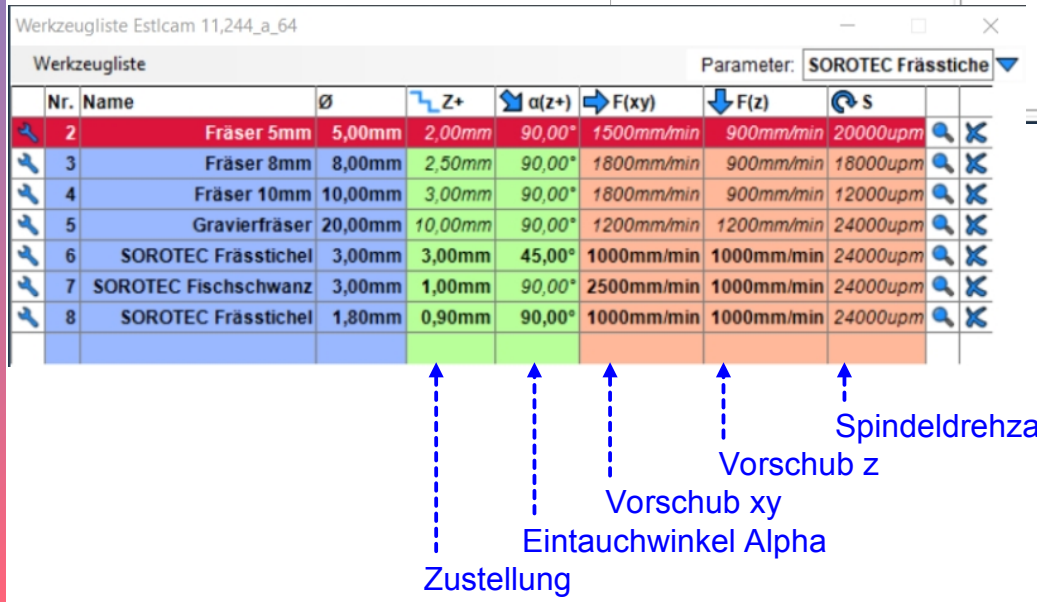
n = 19.904 U/min (aus Drehzahlberechnung)
fz= 0,064 (aus Tabelle)
z = 2

19.904 × 2 × 0,064 = 2.547,77 mm/min

PC-Treff-BB Aidlingen
Mostly Printed CNC
© 2023 Ingolf Wittmann

Fräsparameter in Estlcam





PC-Treff-BB Aidlingen
Mostly Printed CNC
© 2023 Ingolf Wittmann

G-Code und M-Code

```
%Testprogramm
N100 G00 X10 Y20 Z-15
N110 G01 X30 F300
N120 M30
%Programmende
```

`%Testprogramm` ist einfach nur ein Kommentar für den Mensch

`N100` Zählernummer (die Zahl hinter dem "N" ist frei wählbar, r

`G00` Befehl für Eilgang

`X10 Y20 Z-15` Positionsangaben

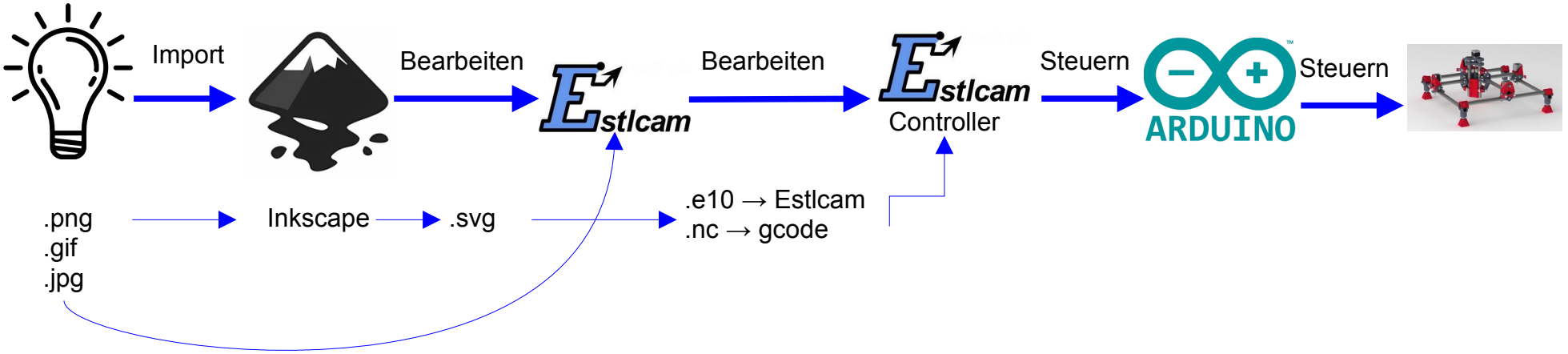
`F300` Vorschub

G-Codes und M-Codes Fräsen

GCode, MCode	Gr	Beschreibung	Beispiel	Erklärung
G00	1	Positionierung im Eilgang	G00 X23 Y50 Z-5	Bewegung auf kürzestem Weg zu den angegebenen Koordinaten Nach G91, Bewegung von der aktuellen Position ausgehend, um die angegebenen Werte, also X + 23, Y +50 und Z -5
G01	1	Positionierung mit Vorschub	G01 X10 Y-12 Z-15 F100	Wie G00, aber mit Vorschu 100 mm/min
G02	1	Bogen im Uhrzeigersinn	G02 X30 Y25 I5 J0	Kreisbewegung von der aktuellen Position (z.B. X20, Y10) hin zu X30, Y25. Der Bogen führt über das Kreiszentrum (Xact - I5) = 25 und (Y25-J0) = 25. Der Startpunkt (also die aktuelle Position) muss dabei auf der Kreisbahn liegen.
G03	1	Bogen im Gegenuhrzeigersinn	siehe G02	siehe G02
G04	18	Verweilzeit, Pause	G04 P1000	Wartet 1000 ms (1 Sekunde) bis das nächste Kommando ausgeführt wird
G05	18	hochgenaue Konturberechnung		
G09	18	genaue Positionsannäherung ein		
G15	17	Polarkoordinaten aus		
G16	17	Polarkoordinaten ein		
G17	2	Auswahl Ebene XY		
G18	2	Auswahl Ebene ZX		
G19	2	Auswahl Ebene YZ		
G20	6	Einheiten in inch		
G21	6	Einheiten in mm		
G22	4	Arbeitsfeldbegrenzung an		
G23	4	Arbeitsfeldbegrenzung aus		

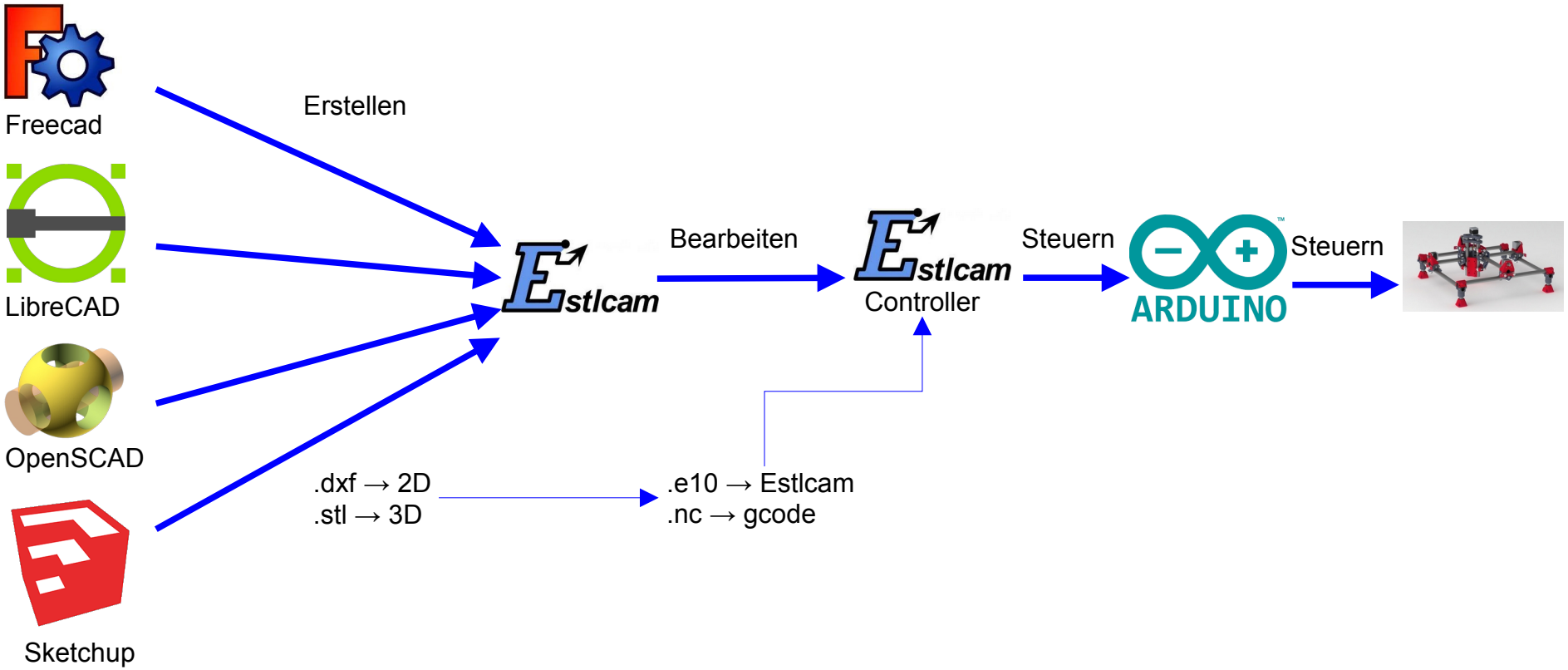
PC-Treff-BB Aidlingen
Mostly Printed CNC
© 2023 Ingolf Wittmann

Software und Prozessschritte - Grafik



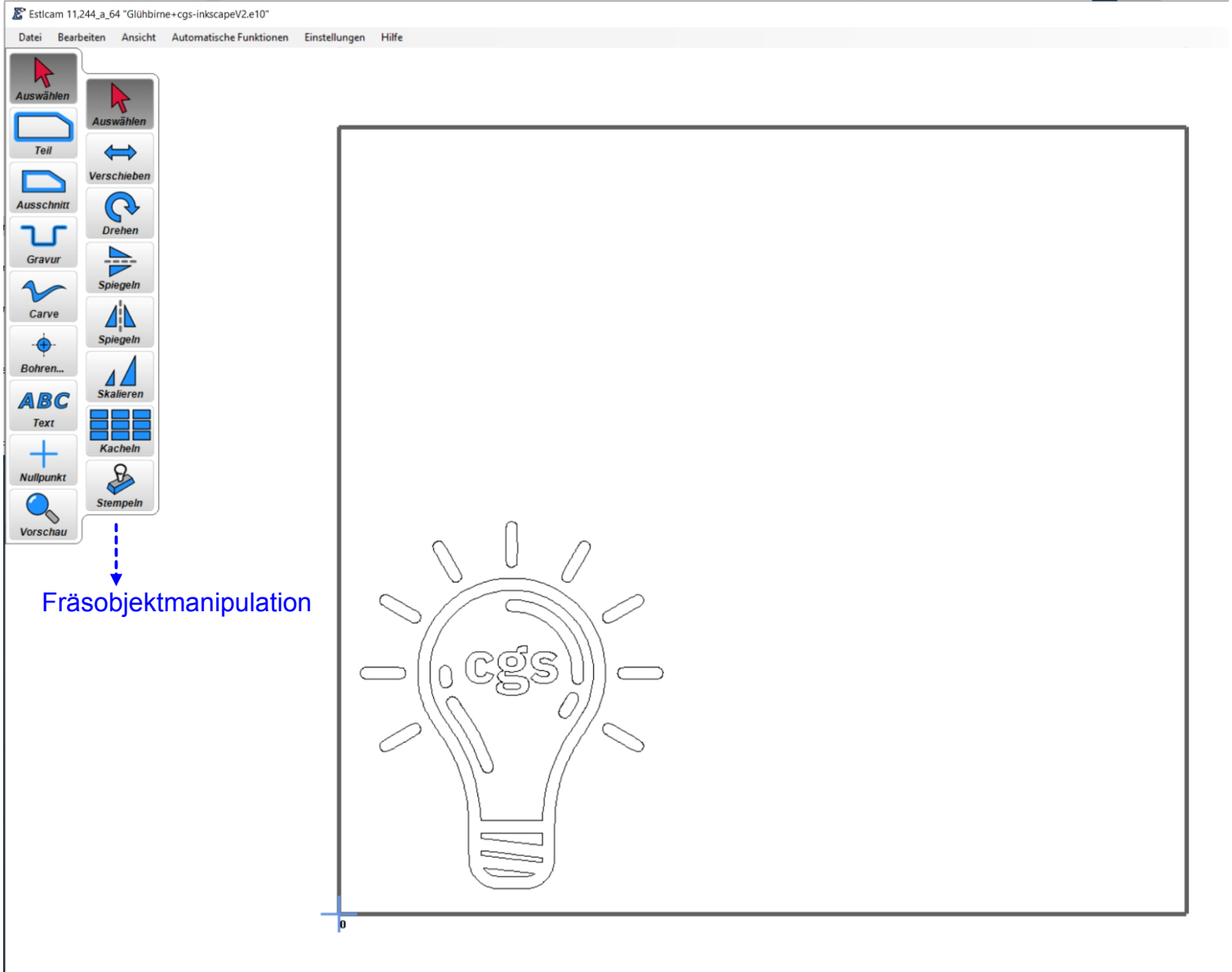
PC-Treff-BB Aidlingen
Mostly Printed CNC
© 2023 Ingolf Wittmann

Software und Prozessschritte - CAD



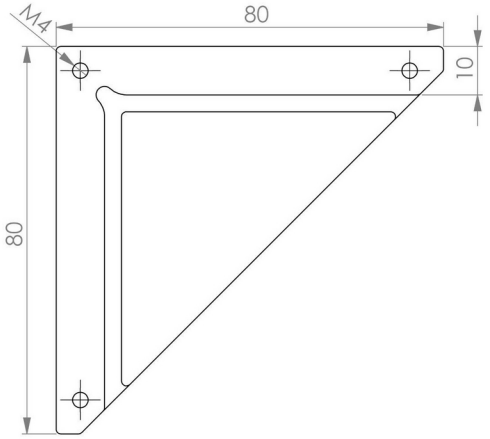
PC-Treff-BB Aidlingen
Mostly Printed CNC
© 2023 Ingolf Wittmann

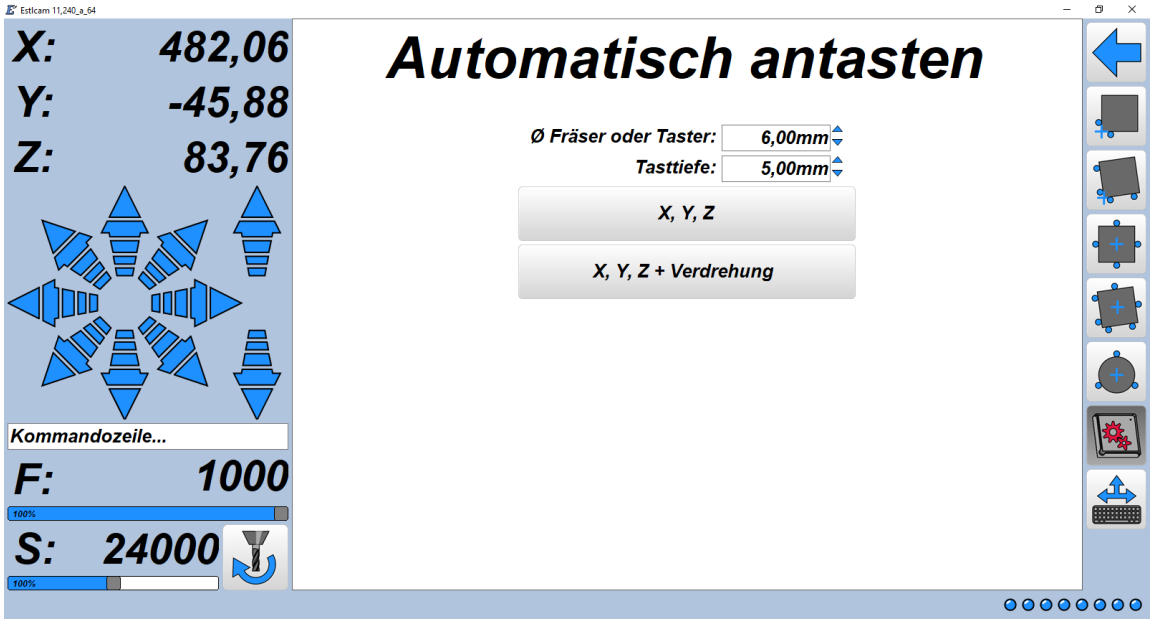
Estlcam

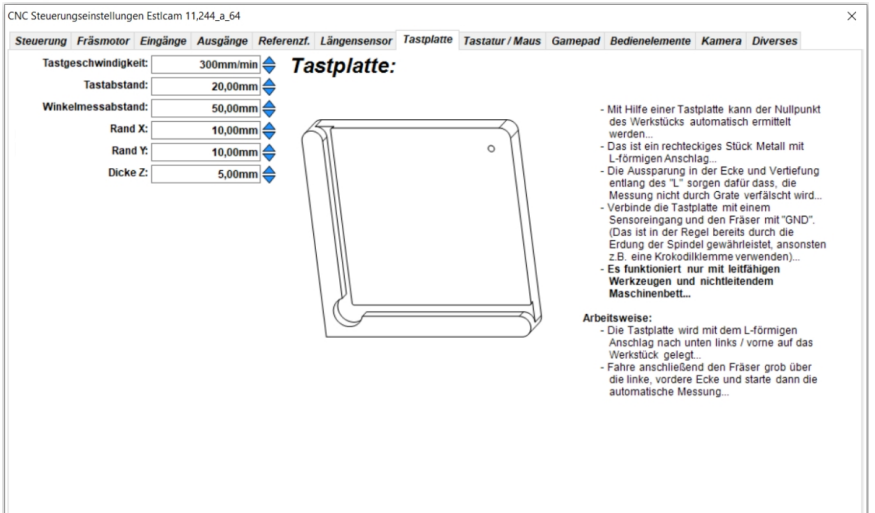


PC-Treff-BB Aidlingen
Mostly Printed CNC
© 2023 Ingolf Wittmann

Abtastplatte







PC-Treff-BB Aidlingen
Mostly Printed CNC
© 2023 Ingolf Wittmann

Demo

- Software → Erstellen und Testen
- WRZ Besuch
- Werkstatt → Hardware → Fräsen

PC-Treff-BB Aidlingen
Mostly Printed CNC
© 2023 Ingolf Wittmann

Links & Literatur

- MPCNC https://www.v1e.com/
  https://www.thingiverse.com/thing:4550789/files
  https://www.printables.com/de/model/37292-mostly-printed-cnc-primo-f-25mm-mpcnc/files
- Uncle Phil https://www.unclephil.de/mostly-printed-cnc/
- Konstruktionsbude https://konstruktionsbude.de/mpcnc-primo/
- LinuxCNC http://linuxcnc.org/
- Estlcam https://www.estlcam.de/anleitung.php

© 2023 Ingolf Wittmann

PC-Treff-BB Aidlingen
Mostly Printed CNC
© 2023 Ingolf Wittmann

Ingolf Wittmann
ingolf@ijwittmann.de