

GrblGru - Bedienungsanleitung

Version 4.2

toe@home

2. August 2021



Inhaltsverzeichnis

1	Bevor du mit dem Lesen beginnst, solltest du folgendes beachten	5
2	Was ist eigentlich <i>GrblGru</i> ?	6
2.1	Der Name	6
2.2	Die Grundfunktionen	6
2.3	Die Betriebsarten	7
2.4	Simulations-Betrieb	8
2.5	Steuerungs-Betrieb	9
3	Download und Installation	11
3.1	Hard- und Software Voraussetzung	11
3.2	Betrieb unter Linux	11
3.3	Wo bekomme ich das Programm her ?	11
3.4	Wo kann ich Fragen zum Programm stellen ?	12
3.5	Wo bekomme ich Information über den aktuellen Stand von <i>GrblGru</i> ?	12
3.6	Installation	13
4	Ein wenig Details über die installierten Dateien	15
4.1	Der Programm-Ordner C:\program Files(x86)\toe\...	15
4.2	Der Daten-Ordner C:\programData \toe \...	16
5	Projekte zum Nachmachen	17
5.1	1. Projekt: Teile ausschneiden, der Elch	18
5.1.1	Geometrie laden	19
5.1.2	Jobs und Job-Vorlagen	22
5.1.3	Die Werkzeugwahl	26
5.1.4	Das Grafikfenster in der 2D-Ansicht	28
5.1.5	Der Geometrie einen Job zuweisen	29
5.1.6	Startpunkte und Brücken positionieren	30
5.1.7	Der nächste Job	31
5.1.8	Abmessungen des Bauteils	32
5.1.9	Startposition Fräse	33
5.1.10	Der Werkzeug-Pfad	34
5.1.11	Vorschau	35
5.1.12	Projekt speichern	36
5.1.13	Der generierte G-Code	37
5.2	2. Projekt: DXF-Vorlagen nutzen, die Kaffeeablage	38
5.2.1	Geometriedaten aus DXF-Vorlagen laden	39
5.2.2	Die Box Vorlage	40
5.2.3	Geometriedaten speichern	43
5.2.4	Modifikation der Geometrie	44
5.2.5	Job erstellen mit 'Ecken tiefer fräsen'	46
5.3	3. Projekt: Bitmaps bohren, die Smiley Brosche	48
5.3.1	Bohrungen	49
5.3.2	Bitmaps laden	50
5.3.3	Die Betriebsart 'DRILL'	51
5.3.4	Import von KiCad Bohr Dateien	53
5.4	4. Projekt: Projektion auf eine Drehachse, die Wikinger-Schale	54
5.4.1	Voraussetzungen	54
5.4.2	Offset des Messtasters	54
5.4.3	Kalibrierung der Z-Achse	55
5.4.4	Scannen des Werkstücks	56
5.4.5	Skizze laden, skalieren und positionieren	57
5.4.6	Job erstellen und los geht's	59

6	Details zu folgenden Themen	61
6.1	3D Grafik	62
6.2	Geometriedaten modifizieren und neu positionieren	63
6.3	Möglichkeiten um Geometriedaten zu laden	66
6.3.1	Über das Menü	66
6.3.2	Mit Drag & Drop	66
6.3.3	Durch Auswahl in der Dateienliste	67
6.3.4	Mit Hot-Key	68
6.4	Möglichkeiten um Jobs zu erzeugen	69
6.4.1	In der Baumansicht: Zeichnung	69
6.4.2	In der Baumansicht: Werkzeugpfad	70
6.4.3	In der Baumansicht: Layer-Namen	71
6.4.4	Im Grafikfenster: Fenster aufziehen	72
6.4.5	Im Grafikfenster: Pfade anklicken	73
6.4.6	Zuletzt gewählter Job	74
6.5	Möglichkeiten um Elemente in der 2D-Ansicht zu markieren	75
6.6	DXF Vorlagen	76
6.6.1	Rechteck	77
6.6.2	Dreieck	78
6.6.3	Ellipse	79
6.6.4	Lochraster	80
6.6.5	Stirnrad	81
6.6.6	Box	82
6.6.7	Lochkreisrechner	83
6.6.8	Kernloch Herstellung	84
6.6.9	Puzzle Box	85
6.7	Nützliche kostenlose Programme im Umgang mit CNC	86
6.8	Notepad++, ein Editor für G-Code	87
6.9	Messen mit Hilfe der Funktion g38.2	91
6.10	Taschen fräsen	92
6.10.1	ZIGZAG	96
6.10.2	CONTOUR_PARALLEL	99
6.10.3	SPIRAL	100
6.10.4	LASER_PAINT	103
6.11	Kanten fassen	104
6.12	Layer für ein Maschinen Modell anlegen	105
6.13	Hilfe und persönliche Dokumentation	107
6.14	Homing, Endschalter, Bereichsüberwachung	108
6.15	Geometrie Daten-Formate und Möglichkeiten sie zu umzuwandeln	111
7	Macros	113
7.1	Betriebssystem Macros	116
7.2	Erweiterte Macro Funktionalität	117
8	Verwaltung der Sprachen	120
9	Wie importiert man ein eigenes 3D-Maschinenmodell	122
9.1	Kann <i>Grb1Gru</i> meine Maschine simulieren ?	122
9.2	Maschine im CAD konstruieren	125
9.3	Baugruppen als STL speichern	126
9.4	Neue Maschine in der Maschinen-Verwaltung anlegen	127
9.5	STL Dateien importieren	128
9.6	Steuerwerte auslesen	129
9.7	Werkzeug Position	130
9.8	Drehachsen Position und Richtung	132
9.9	Eingabe der Referenz Position	135

9.10 Begrenzungen (Endschalter)	137
9.11 Restliche Einstellungen	138
9.12 Besonderheiten für Drehbänke	139

1 Bevor du mit dem Lesen beginnst, solltest du folgendes beachten

Es gibt bestimmt noch eine Menge Dinge, die im *GrblGru* verbessert werden können. Es haben sich bestimmt auch noch einige Bugs versteckt und einige Dinge funktionieren nur wenn man sie in einer bestimmten Reihenfolge durchführt.

Ich mache dies alles in meiner freien Zeit, weil ich Spaß am Programmieren und CNC-Maschinen habe. 'Vierteilt' mich also bitte nicht, wenn einmal etwas nicht so funktioniert wie es sollte. Lasst es mich wissen und ich versuche die nächste Version ein bisschen besser zu machen.

Viel Spaß mit *GrblGru*

2 Was ist eigentlich *GrblGru* ?

2.1 Der Name

Grbl ist der Name einer kostenlosen brillanten Open Source Software, die G-Code interpretieren und daraus Puls- und Richtungsinformationen zur Steuerung der Schrittmotor-Endstufen umwandeln kann.

Weil *GrblGru* im Steuerungs-Betrieb *Grbl* ansteuert ist der Name *GrblGru* die konsequente Fortsetzung des 'beknackten' Namens *Grbl* , von dem eigentlich niemand so richtig weiß, was er bedeutet. Auch die Aussprache ist nicht eindeutig festgelegt. Ich bevorzuge 'GräbbelGru' und weil ich mich selber oft genug verschreibe, nutze ich des Öfteren als schriftliche Kurzform ein einfaches 'GG'.

2.2 Die Grundfunktionen

GrblGru ist ...

- ein 3D-Simulator für Fräse und Drehbank
- ein Gcode Sender für **Grbl**, **TinyG**, **Mega-5X** und **g2core**
- ein CAM-Programm für Fräse und Drehbank
- ein Werkzeug zum Erlernen der CNC-Technik ohne 'echte' Maschine

Mir ist selber erst relativ spät aufgefallen ist, welche immensen Vorteile die Nutzung von virtuellen Simulationen zu Schulungszwecken bietet. Es wäre mir eine große Freude, wenn das Programm dazu genutzt werden könnte z.B. jungen Leuten dieses großartige Hobby näher zu bringen. Falls dazu Änderungen oder Ergänzungen notwendig sein sollten, bin ich gerne dazu bereit diese vorzunehmen.

2.3 Die Betriebsarten

GrblGru hat 2 Betriebsarten, die sich grundsätzlich unterscheiden:

- **Simulations-Betrieb**
zur virtuellen 3D-Simulation einer CNC-Maschine
- **Steuerungs-Betrieb**
zur realen Steuerung einer CNC-Maschine mit **Grbl**, **TinyG**, **Mega-5X** oder **g2core** Betriebssystem.

2.4 Simulations-Betrieb

Diese Betriebsart ist die ursprüngliche Idee des Programmes, die in erster Linie dazu gedacht war bestehende NC-Programme auf einer virtuellen Maschine zu überprüfen und evtl. Kollisionen aufzuzeigen.

Diese Art der vorzeitigen virtuellen Überprüfung hat sich in der Industrie in den letzten Jahren immer mehr durchgesetzt, weil sie wertvolle Maschinenzeit spart und Fehler im Vorfeld aufdeckt.

GrblGru wird gestartet und der Betriebsartenschalter wird in die Position 'Simulation' gebracht. Dadurch erhält man folgende Situation.

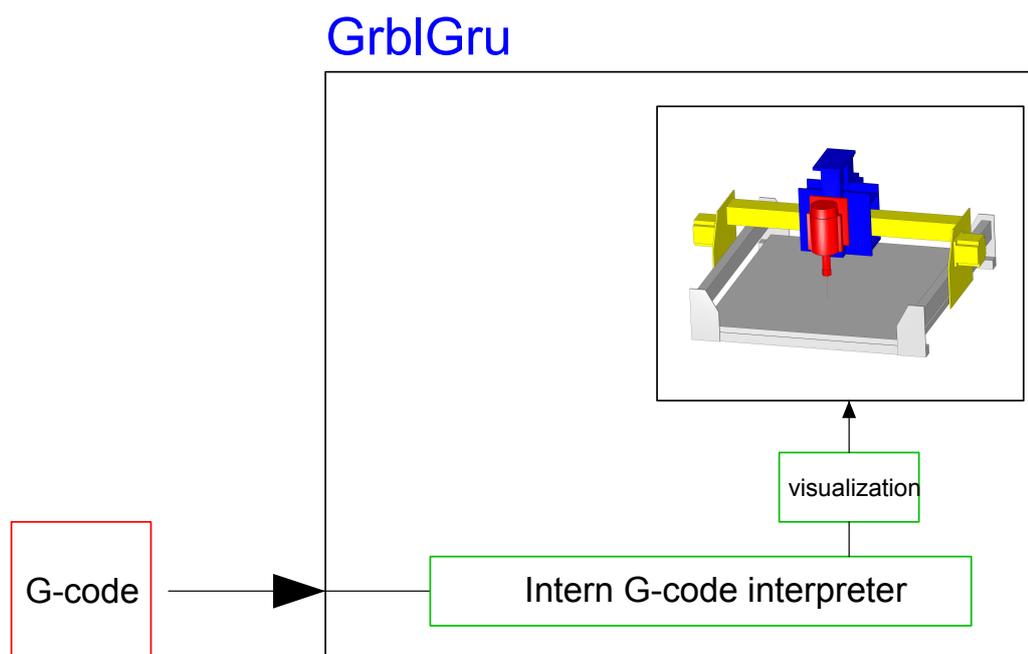


Abbildung 1: *GrblGru* im Simulations-Betrieb

Es existiert keinerlei Verbindung zu einer Steuerung. Das zu untersuchende NC-Programm wird geladen und die NC-Kommandos vom internen NC-Interpreter verarbeitet. Das geladene 3D-Modell wird dabei entsprechend animiert.

Im Anhang findest du die z.Z. verfügbaren 3D-Modelle der Fräsmaschinen und Drehbänke.

Eine besondere Eigenschaft des Programms besteht aber darin, dass der Anwender auch eigene 3D-Modelle importieren kann. Dadurch ist es möglich jede Fräse oder Drehbank als einfaches Modell im *GrblGru* abzubilden.

Wenn sich also jemand ein bisschen mit 3D auskennt und Interesse daran hat z.B. seine Eigenbau Maschine zu visualisieren, bin ich gerne behilflich.

2.5 Steuerungs-Betrieb

In dieser Betriebsart wird *GrblGru* mit einem Arduino UNO, einem TinyG, einem Mega-5X oder einem Arduino Due verbunden. Die Kopplung erfolgt dabei über die USB-Schnittstelle, die sowohl die NC-Kommandos zur Steuerung als auch die Informationen über die aktuellen Achspositionen zurück zu *GrblGru* überträgt. *GrblGru* nutzt dabei diese Information zur Steuerung des 3D-Modells, so dass sich das 3D-Modell parallel zu den 'echten' Achsen bewegt.

GrblGru versorgt den jeweiligen Prozessor **nicht** automatisch mit der notwendigen Betriebssoftware. Der Anwender muss deshalb dafür sorgen, dass der Prozessor vorher einmalig mit entsprechender Betriebssoftware geflashed wird.

Dies hat den Vorteil, dass es in der Regel jeder Zeit möglich ist den Prozessor zu updaten ohne *GrblGru* zu ändern

Die wesentliche Unterschied der Steuerungen liegt in der Anzahl der möglichen Achsen. So kann TinyG z.B. zusätzlich zu den 3 linearen Achsen auch noch eine Rundachse, oft auch 4. Achse genannt, ansteuern kann. Außerdem sind auf der Platine schon 2.5 A Treiber vorhanden, an die man entsprechende Motoren sofort anschließen kann. Für größere Motoren stehen jedoch auch die Signale zur Ansteuerung externer Treiber zur Verfügung.

Zur Zeit noch eine Baustelle ist die Ansteuerung der g2core Software auf einem Arduino DUE. Dieses System stellt 6 Achsen (linear und rotatorisch) zur Verfügung und ist somit die ideale Steuerung für meine 5-Achsen Wunschmaschine, die ich irgendwann einmal haben werde. :)

GrblGru wird gestartet und der Betriebsartenschalter wird in die Position **Grbl**, **TinyG**, **Mega-5X** oder **g2core** gebracht. Dadurch erhält man eine der folgenden Situationen.

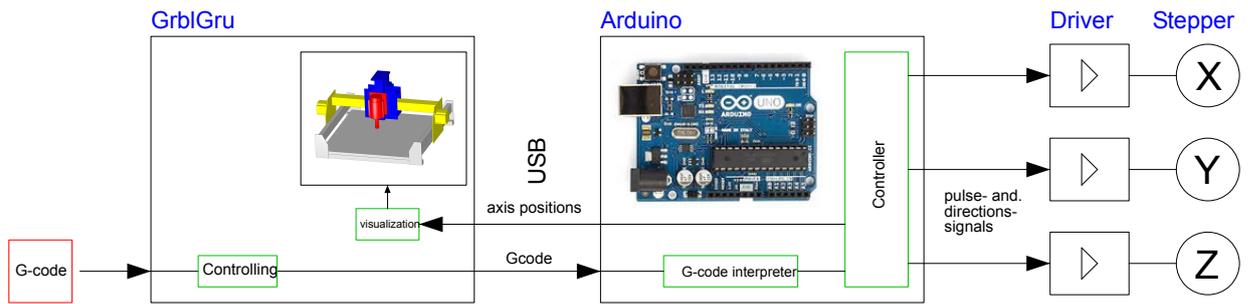


Abbildung 2: *GrblGru* im Steuerungs-Betrieb mit Arduino UNO (3-Achsen)

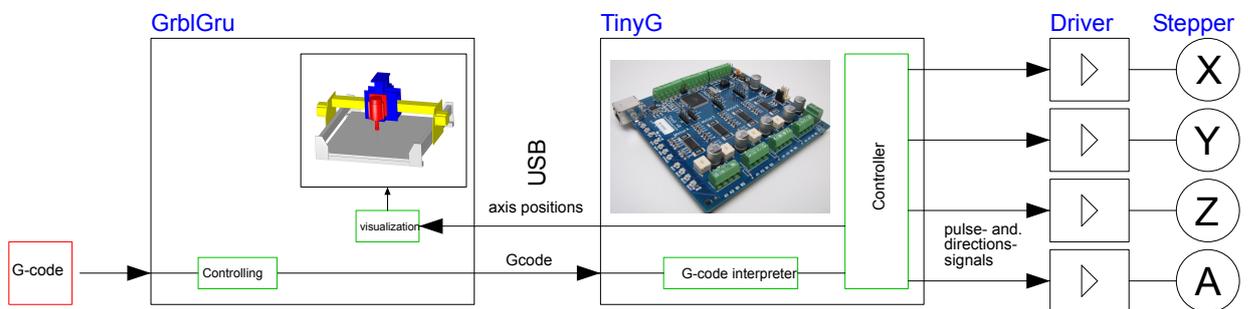


Abbildung 3: *GrblGru* im Steuerungs-Betrieb mit TinyG (4-Achsen)

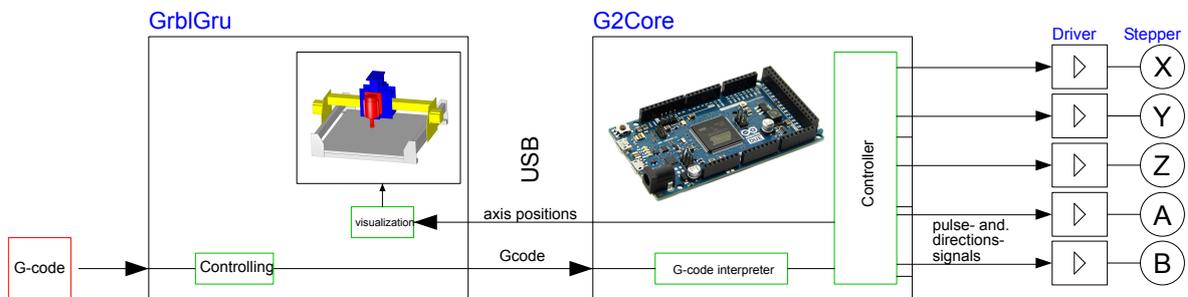


Abbildung 4: *GrblGru* im Steuerungs-Betrieb mit Arduino Mega 2560 oder Arduino DUE (5-Achsen)

Zusatzinformationen über Grbl und Co:

- **Grbl**
<https://github.com/grbl/grbl/wiki>
- **TinyG**
<https://github.com/synthetos/TinyG/wiki>
- **g2core**
<https://github.com/synthetos/g2/wiki/What-is-g2core>
- **Mega-5X**
<https://github.com/fra589/grbl-Mega-5X>

3 Download und Installation

3.1 Hard- und Software Voraussetzung

Zu Beginn ein paar wenige Worte zu den Voraussetzungen.

GrblGru läuft bereits auf einen PC mit einem **Windows** Betriebssystem ab Win XP. Als Basis-Komponente wird das Framework 4.0 benötigt, das aber in der Regel bereits durch das Betriebssystem installiert worden ist.

Wenn es etwas mehr Spaß machen soll, ist besonders bei den Grafikaktivitäten ein schnellerer Rechner vorteilhaft. Meine persönliche Idealbesetzung besteht aus einem schnelleren 'Schreibtischrechner' zum Entwickeln und zur Simulation der Abläufe und einer 'alter Möhre' im Keller um die Maschine anzusteuern.

3.2 Betrieb unter Linux

Im Forum '**cnc-aus-holz**' ist es dem User '**millingpenguin**' gelungen *GrblGru* unter Linux Mint lauffähig zu machen. Seine detaillierte Anleitung findet ihr auf meine website.

3.3 Wo bekomme ich das Programm her ?

Antwort. Von meiner Website auf

<http://GrblGru.com>

Die Seite befindet sich z.Z. leider noch in der Planungsphase. Im Moment kann man nur die freigegebene (Release) und die aktuelle Test-Version (Beta) herunterladen.

In der **Release** Version sollen dabei keine größeren Fehler mehr vorhanden sein. Die **Beta** Version dagegen benutze ich um meinen aktuellen Stand einigen 'Mutigen', die sich als Tester zur Verfügung gestellt haben, zur Verfügung zu stellen.

Free program download:

GrblGru older version V3.49

GrblGru release version V4.2

GrblGru beta version V4.2.14

Abbildung 5: Ausschnitt der website

3.4 Wo kann ich Fragen zum Programm stellen ?

Ich habe **keine** öffentliche Email-Adresse. Es hat sich aber so entwickelt, dass ich in einigen Foren einen Thread habe, in dem ich Fragen beantworten kann. Hier können auch gern Verbesserungsvorschläge und Kritik geäußert werden.

Englisch sprachige Foren

- **ShapeOko**
<https://forum.shapeoko.com/viewtopic.php?f=6&t=4710&sid=ce6fee82cc52f55276939d60ec343298>
- **CNC zone**
<https://www.cnczone.com/forums/uncategorised-cam-discussion/311876-cnc-cam-forum.html>
- **Inventables**
<https://discuss.inventables.com/t/grblgru-free-cam-program-with-3d-simulation-for-mills-and-lathes/44042>

Deutsch sprachige Foren

- **Zerspanungsbude**
<https://forum.zerspanungsbude.net/viewtopic.php?f=50&t=14251&sid=5664cd303345c4f6ed338f9aa8a76210>
- **cnc-aus-holz**
<https://www.cnc-aus-holz.at/index.php?thread/634-grblgru-kostenloses-cam-programm-mit-3d-simulation-f%C3%BCr-fr%C3%A4sen-und-drehb%C3%A4nke/>
- **Peters CNCECKE**
<http://www.cncecke.de/forum/showthread.php?98072-GrblGru-Kostenloses-CAM-Programm-mit-3D-Simulation-f%FCr-Fr%E4sen-und-Drehb%E4nke&highlight=grblgru>

3.5 Wo bekomme ich Information über den aktuellen Stand von *GrblGru* ?

In oben genannten Foren informiere ich immer über die Verfügbarkeit einer neuen Release Version. Die Foren bieten alle die Möglichkeit, dass man Mitteilungen erhält, wenn ein neue Beitrag erscheint. Das kann man, natürlich nur wenn man möchte, nutzen um ständig aktuell zu bleiben.

3.6 Installation

Die Installation wird durch Starten der Installer-Datei eingeleitet. Die gesamte Installation dauern nur wenige Sekunden. Der Dialog ist leider z.Zt. nur in englischer Sprache verfügbar.

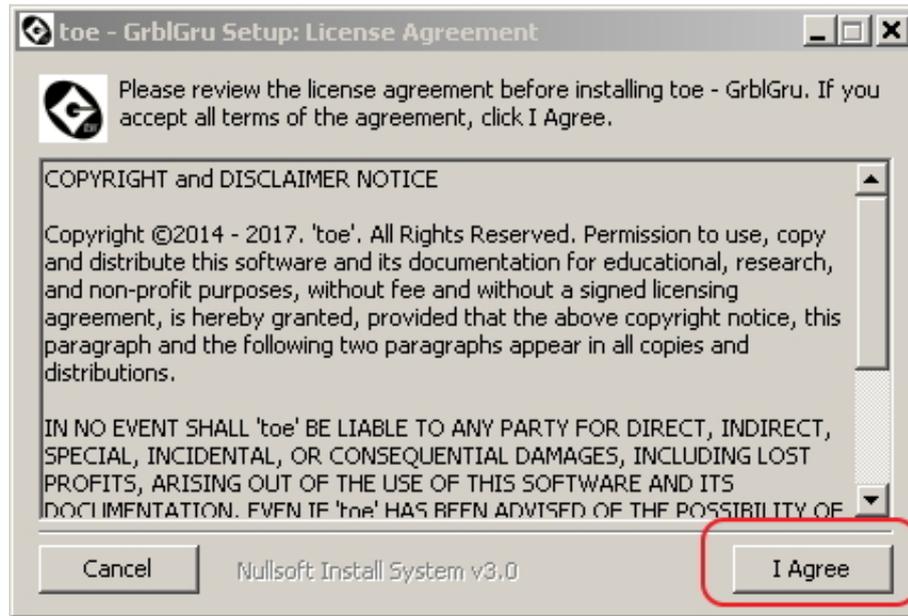


Abbildung 6: Der Dialog beim Starten der Installer-Datei. Die Haftungsausschlusserklärung muss mit dem Button 'I agree' (Ich stimme zu) bestätigt werden.

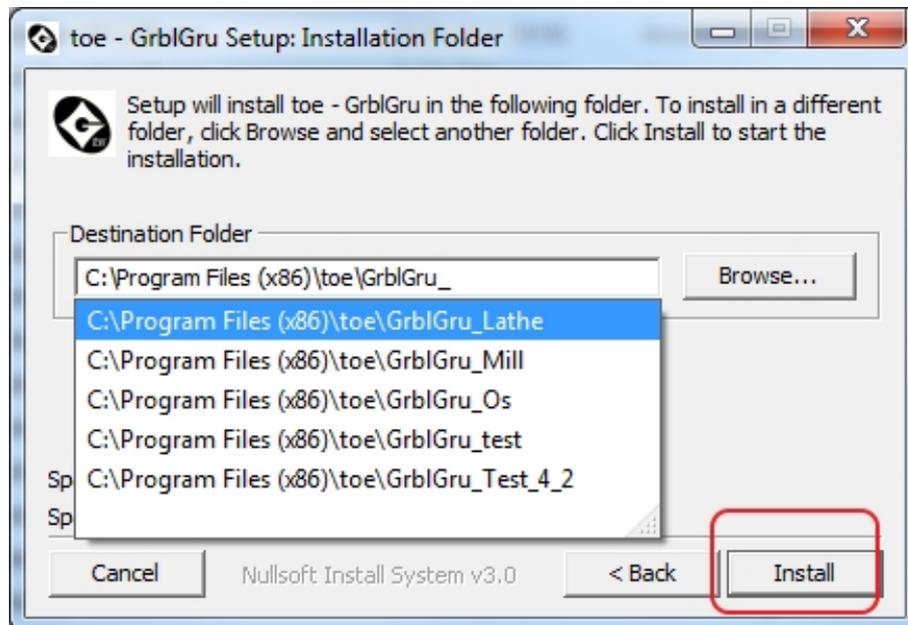


Abbildung 7: Die Abfrage nach dem Ziel-Ordner

Ich empfehle den 1. Teil des voreingestellten Pfad, also `C:\programFiles(x86)\toe\` zu übernehmen. Der letzte Teil kann aber dazu genutzt werden mehrere Installation anzulegen. Das ist z.B. sehr angenehm wenn man eine Fräse und einen Drehbank mit *GrblGru* ansteuern möchte. Auf diese Art kann man die sicher verschiedenen Einstellungen voneinander getrennt halten.

Auch bei neuen Beta-Versionen ist es sicher sinnvoll diese zuerst einmal als Test Version zu isolieren, damit nicht bei evtl. Fehlern Daten verloren gehen.

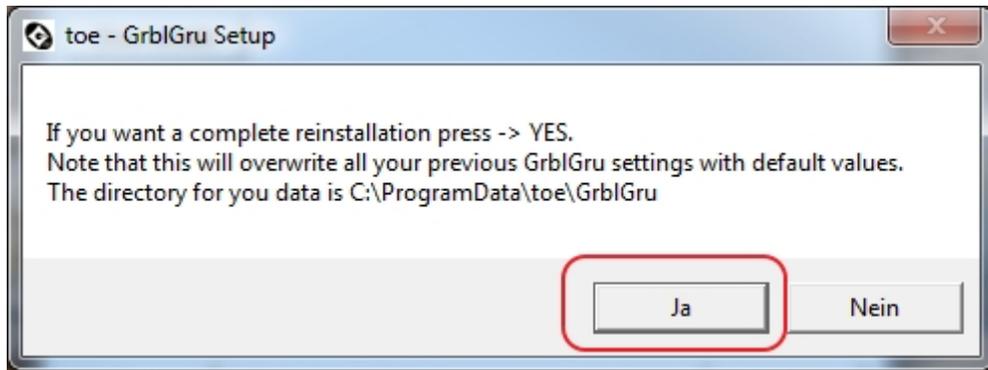


Abbildung 8: Abfrage, ob eine komplette Neuinstallation durchgeführt werden soll

Wenn du diese Frage mit '**Ja**' beantwortest werden alle Daten in dem ausgewählten Zielordner gelöscht und neu installiert. Das macht man z.B. wenn man noch keine Vorlagen, Werkzeuge usw. angelegt hat, die man behalten möchte.

Wenn du diese Frage mit '**Nein**' beantwortest wird nur das Programm neu installiert. Vorlagen, Werkzeuge, Jobs usw. bleiben erhalten.

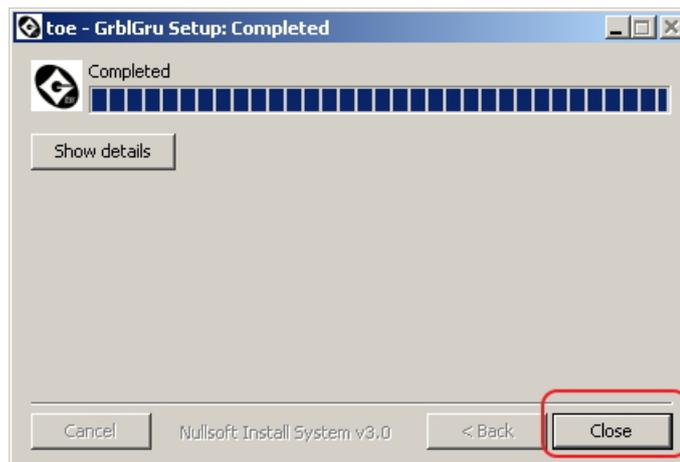


Abbildung 9: Die Anzeige nach erfolgreicher Installation

Der Installer erstellt automatisch eine Verknüpfung auf dem Desktop, mit dem man das Programm starten kann.



Abbildung 10: *GrblGru* Verknüpfung

4 Ein wenig Details über die installierten Dateien

Das Programm arbeitet später mit 2 verschiedenen Ordnern:

1. **Programm-Ordner** = Programm Files(x86) ...
2. **Daten-Ordner** = ProgramData ...

Im **Programm-Ordner** werden die Programm Komponenten installiert aber auch alle Default-Daten zwischengelagert. Beim Start des Programms wird geprüft ob sich alle notwendigen Daten im **Daten-Ordner** befinden. Wenn nicht werden die jeweiligen Daten aus dem **Program-Ordner** in den **Daten-Ordner** kopiert.

4.1 Der Programm-Ordner C:\program Files(x86)\toe\...

Beim Start der Installation werden im ausgewählten Ziel-Ordner die Programm Komponenten des Programms sowie alle Default wie z.B. die Vorlagen- und Werkzeug Datenbanken angelegt. Im Verzeichnis 'Data' befinden sich weitere Daten wie z.B die Sprachdateien, DXF-Layer usw. Der Ordner ExampleData beinhaltet eine Menge verschieden Dateiformat, die in *GrblGru* eingeladen werden können.

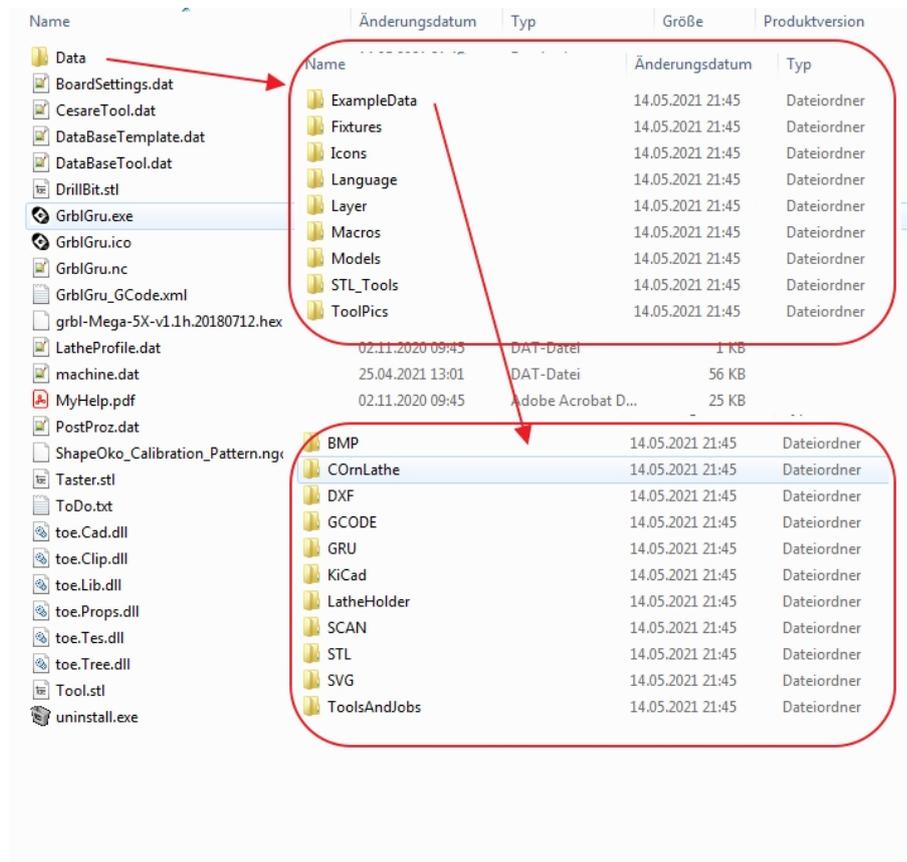


Abbildung 11: Installierte Dateien im Zielordner

4.2 Der Daten-Ordner C:\programData \toe \...

Das ist der Arbeits-Ordner, also die aktuellen Daten, mit denen *GrblGru* arbeitet.



ExampleData	13.05.2021 20:31	Dateiordner	
Fixtures	13.05.2021 20:31	Dateiordner	
Icons	13.05.2021 20:31	Dateiordner	
Language	01.07.2021 14:46	Dateiordner	
Layer	05.07.2021 16:07	Dateiordner	
Macros	13.05.2021 20:31	Dateiordner	
Models	13.05.2021 20:31	Dateiordner	
STL_Tools	13.05.2021 20:31	Dateiordner	
ToolPics	29.05.2021 21:40	Dateiordner	
BoardSettings.dat	02.11.2020 09:45	DAT-Datei	1 KB
CesareTool.dat	02.11.2020 09:45	DAT-Datei	1 KB
DataBaseTemplate.dat	06.07.2021 10:34	DAT-Datei	52 KB
DataBaseTool.dat	05.07.2021 15:37	DAT-Datei	13 KB
DrillBit.stl	02.11.2020 09:45	STL-Datei	1.645 KB
GrblGru.ini	06.07.2021 11:21	INI-Datei	22 KB
LatheProfile.dat	02.11.2020 09:45	DAT-Datei	1 KB
machine.dat	04.06.2021 19:09	DAT-Datei	56 KB
MyHelp.pdf	02.11.2020 09:45	Adobe Acrobat D...	25 KB
PostProz.dat	02.11.2020 09:45	DAT-Datei	1 KB
PostProz.nc	01.07.2021 19:33	NC-Datei	37 KB
Recent.txt	06.07.2021 11:11	TXT-Datei	2 KB
TempNc.nc	06.07.2021 11:07	NC-Datei	2 KB
ToDo.txt	05.07.2021 18:04	TXT-Datei	1 KB

Abbildung 12: Der Arbeits-Ordner

5 Projekte zum Nachmachen

Ich möchte jetzt nicht, wie in den meisten Bedienungsanleitungen, damit beginnen jeden Knopf des Programms einzeln zu erklären. Das wäre sicher eine Menge dröges Zeugs, das kein Mensch lesen würde.

Ich schlage deshalb vor, dass ich hier einige kleine Projekte vorstelle, die in sich abgeschlossen sind. Wenn man die Denkweise eines Programms verstanden hat, kann man sich oft auch in unbekanntem Situationen helfen. Ich hoffe deshalb, dass es mir gelingt euch zu zeigen wie *GrblGru* 'tickt'.

Im Kapitel 4 möchte ich dann noch einmal ein paar Details zu bestimmten Themen vorstellen.

5.1 1. Projekt: Teile ausschneiden, der Elch

In diesem ersten einfachen Projekt möchte ich zeigen wie man aus einer 3mm starken Sperrholzplatte eine kleine Figur, in diesem Fall einen Elch, ausschneidet. Also denn man los !



Abbildung 13: Der Elch (MDF Variante)

5.1.1 Geometrie laden

Als erstes benötigen wir einmal die geometrischen Daten der Figur. Diese bekommen wir z.B. aus einer DXF- oder SVG-Datei. Unter `C:\ProgramData\GrblGru\ExampleData` findet ihr eine Menge Beispieldateien, unter anderem auch die Datei **Elch.dxf**. Um diese Datei zu laden gehen wir ins Menü unter dem Punkt **Datei-DXF laden...**¹ und wählen in dem angezeigten Fenster die Datei `Elch.dxf` aus.

Und da ist sie schon, die erste dicke Enttäuschung. Das Ding ist viel zu groß. Aber keine Angst, wir können unsere Geometrie noch skalieren. Außerdem kann es sein, dass sich der Elch nicht in der Mitte des Arbeitsbereiches befindet, sondern sich in irgendeiner Ecke versteckt. Das werden wir als nächstes erst einmal ändern. Dazu öffnen wir die 2D-Ansicht.

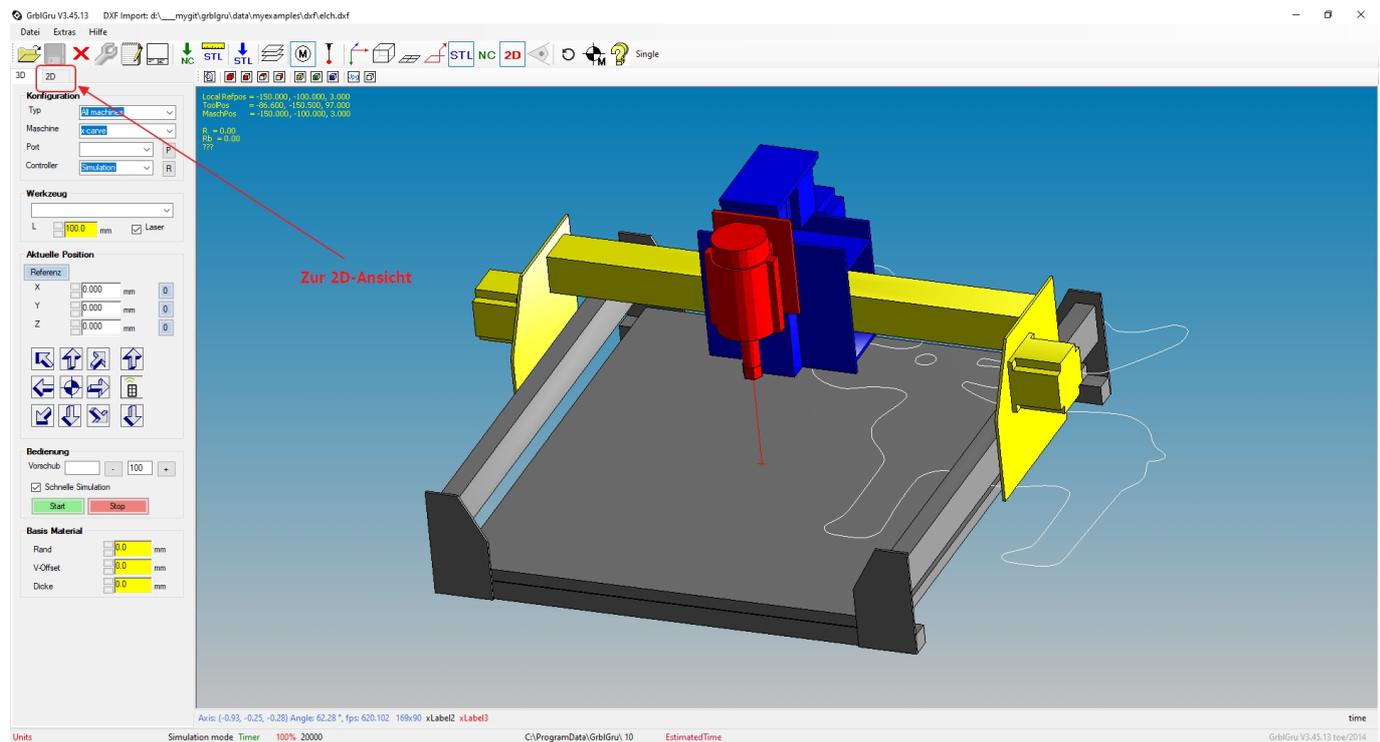


Abbildung 14: Die Anzeige direkt nach dem Laden

¹siehe hierzu auch das Kapitel 'Geometriedaten laden'

Im Grafik-Fenster der 2D-Ansicht klicken wir nun einmal mit der rechten Maustaste. Es erscheint ein Kontext-Menü, in dem wir nun den Punkt 'RefPkt' und den Punkt 'Zentrum' auswählen. Dadurch wird der Elch mittig auf die Arbeitsebene positioniert.

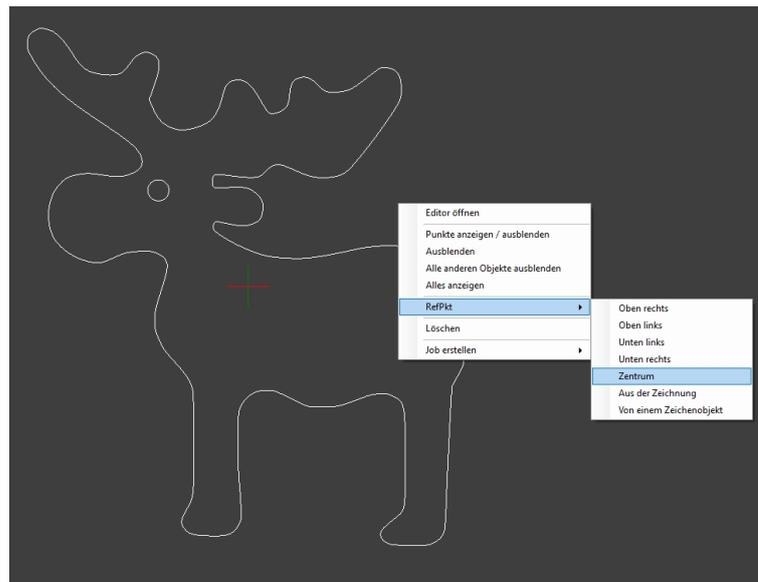


Abbildung 15: Wahl des Referenzpunktes

Nun zum Einstellen der Größe. Dazu ziehen wir mit der linken Maustaste ein Fenster von oben links bis unten rechts um den Elch. Dieser wird darauf hin rot markiert. Klicken wir nun wieder mit der rechten Maustaste irgendwo ins Grafikfenster öffnet sich ein anderes Kontextmenü, in dem wir den Punkt 'Editor öffnen' auswählen.

Nun können wir die Größe durch Klicken und Ziehen mit der linken Maustaste auf dem gestrichelten Dreieck links oben einstellen. Die eingestellte Größe wird dabei im Text ausgegeben.²

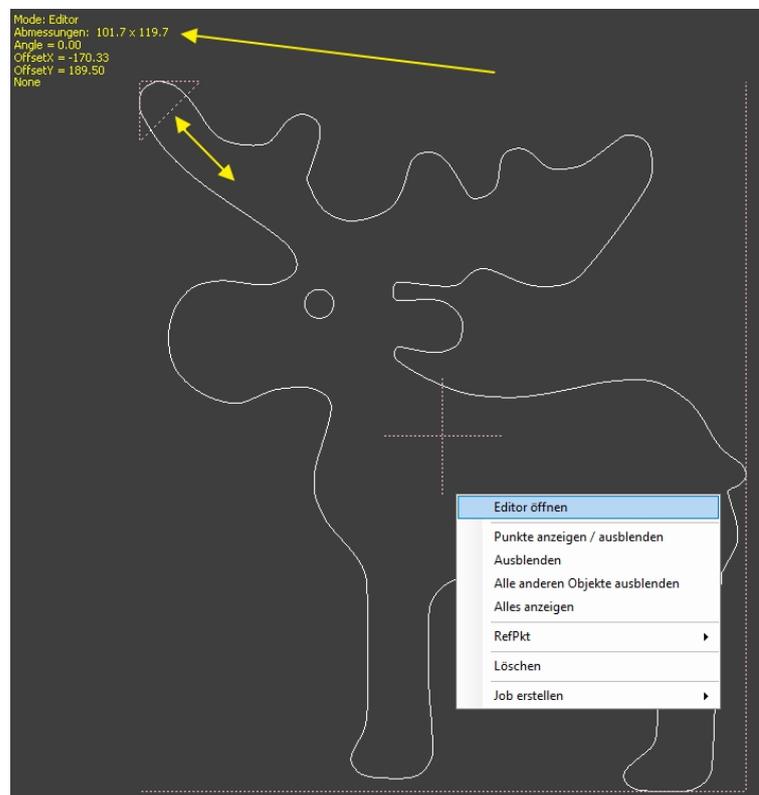


Abbildung 16: Einstellen der Abmessungen

²siehe hierzu auch das Kapitel 'Geometriedaten modifizieren und neu positionieren'

Wenn's jetzt so ähnlich aussieht, habt ihr alles richtig gemacht.

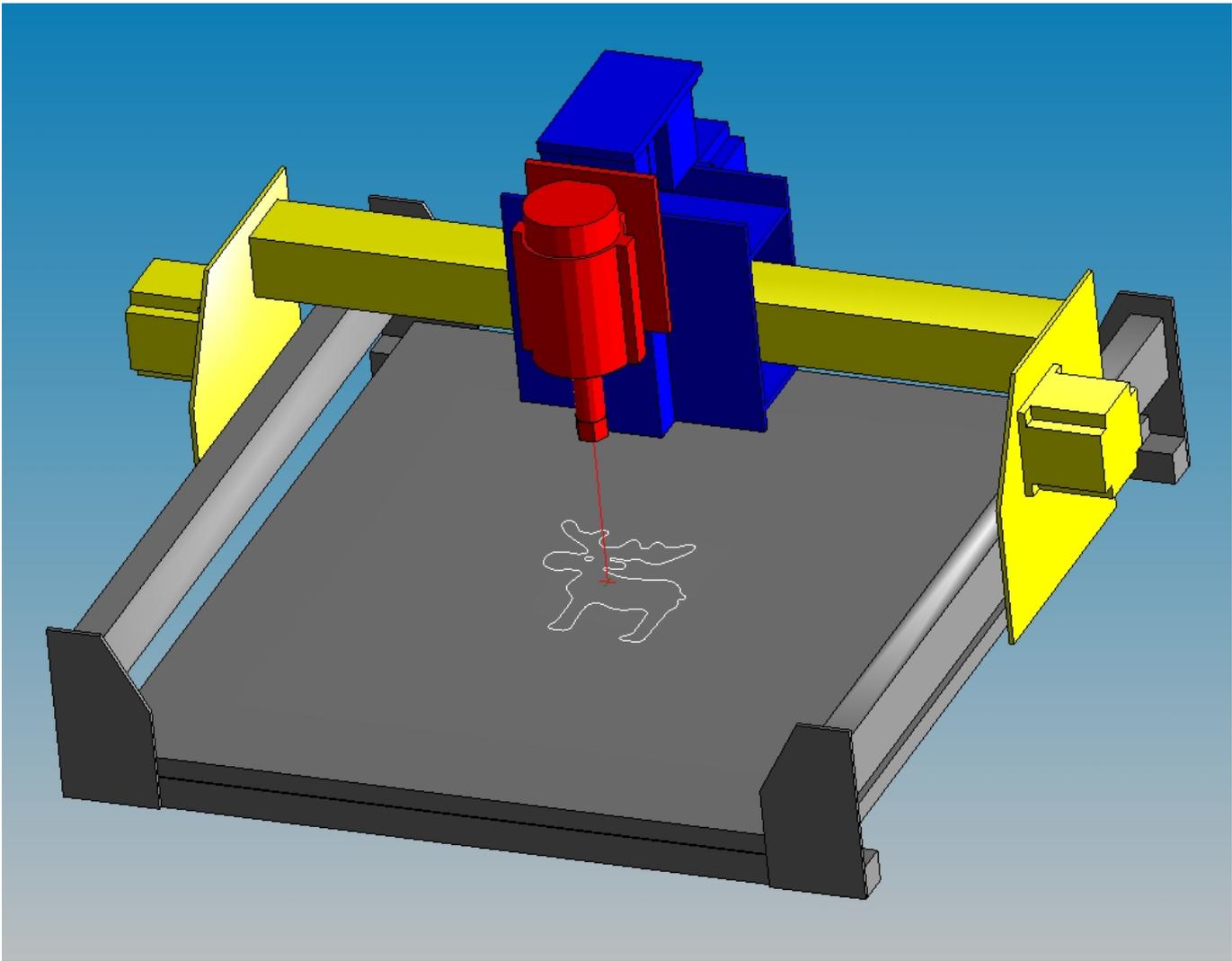


Abbildung 17: Alles richtig gemacht ?

5.1.2 Jobs und Job-Vorlagen

Als nächstes müssen wir *GrblGru* nun erst einmal sagen, was er mit den Geometriedaten machen soll. Also z.B. welches Werkzeug verwendet werden soll, wie tief gefräst werden soll, welche Vorschübe und Drehzahlen benutzt werden sollen usw. Diese Dinge bezeichne ich im Programm als **Job**. Wie man sich vorstellen kann, kommen da einige Daten zusammen, die man jedes mal neu eingeben müsste. Um diese Dateneingabe zu vereinfachen existieren jedoch **Job-Vorlagen**, die man einmal anlegen und anschließend durch einfaches Laden immer wieder nutzen kann. In unserem Fall wäre es also sinnvoll eine Vorlage mit dem sprechenden Namen **'3mm Sperrholz schneiden'** zu erstellen, die wir immer dann nutzen können, wenn wir ähnliche Projekte in Angriff nehmen.

Besonders einfach ist das Erstellen einer Vorlage, wenn man bereits ähnliche Vorlagen hat. Bei der Installation werden dazu schon einige Start-Vorlagen mitgeliefert, die wir leicht verändern können. Dazu wechseln wir einmal auf die 2-Ansicht und schauen uns die Baum-Anzeige auf der linken Seite genauer an. Wir erkennen die 5 Hauptknoten

- Werkzeuge
- DXF-Vorlagen
- Job-Vorlagen
- Zeichnungen
- Jobs

Mit einem Klick der linken Maustaste auf das kleine Pluszeichen vor dem jeweiligen Knotennamen wird der Baum geöffnet. Öffnen wir auf diese Weise den **'Job-Vorlagen'** Knoten, erhalten wir folgende Ansicht:

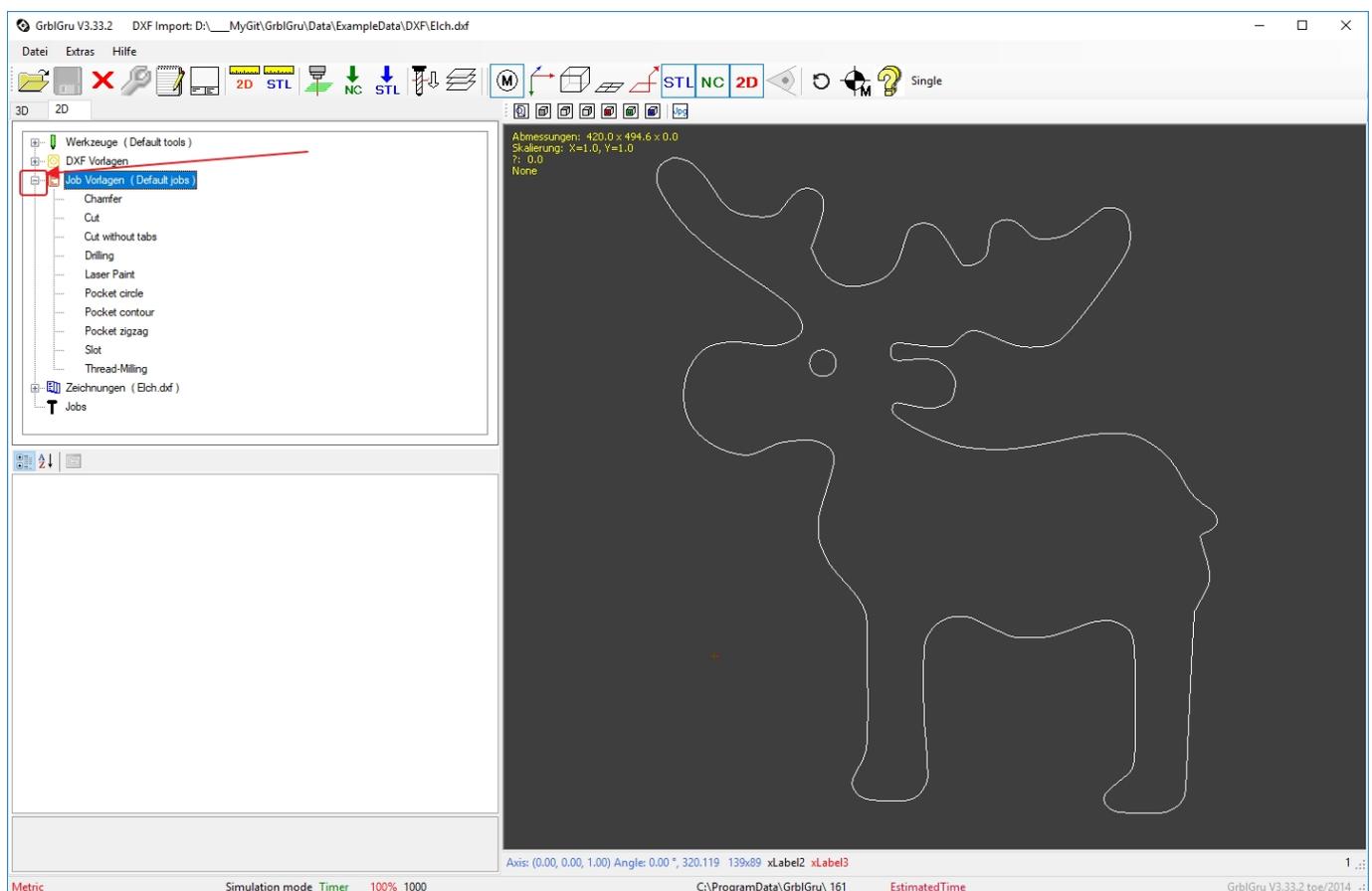


Abbildung 18: Die Baum-Anzeige in der 2D-Ansicht

Als nächstes wollen wir nun eine Kopie der Vorlage 'Cut without tabs' nutzen, um unsere Vorlage zu erstellen. Dazu klicken wir mit der rechten Maus auf die 'Cut without tabs' Vorlage und wählen in dem dann erscheinenden Kontextmenü 'Kopieren'. Am unteren Ende der Liste wird nun eine neue Vorlage eingefügt, die wir mit der linken Maustaste anklicken, um uns deren Inhalt in dem Eigenschaftsfenster genauer anzusehen.

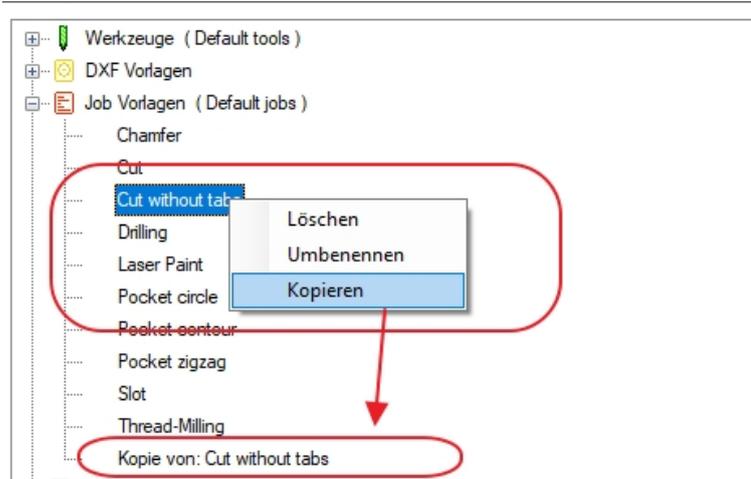


Abbildung 19: Die Anzeige nach dem Kopieren

Ebenfalls über das Kontext Menü erreichbar ist die Funktion 'Umbenennen', die wir nutzen können um der Vorlage einen aussagekräftigen Namen zu geben. In diesem Fall vielleicht '3mm Sperrholz ausschneiden'

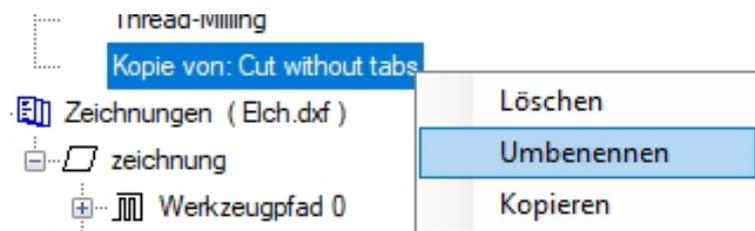


Abbildung 20: Umbenennen der Vorlage

Wenden wir uns nun einmal dem unteren Eigenschaftsfenster zu.

Auch hier möchte ich nun zunächst einmal nur auf die wichtigsten Werte eingehen. Der besseren Übersicht halber, schließe ich deshalb die Kapitel 'Allgemein', 'Spindel Steuerung' und 'Sonder' durch Mausklick auf den kleinen Pfeil ganz links.

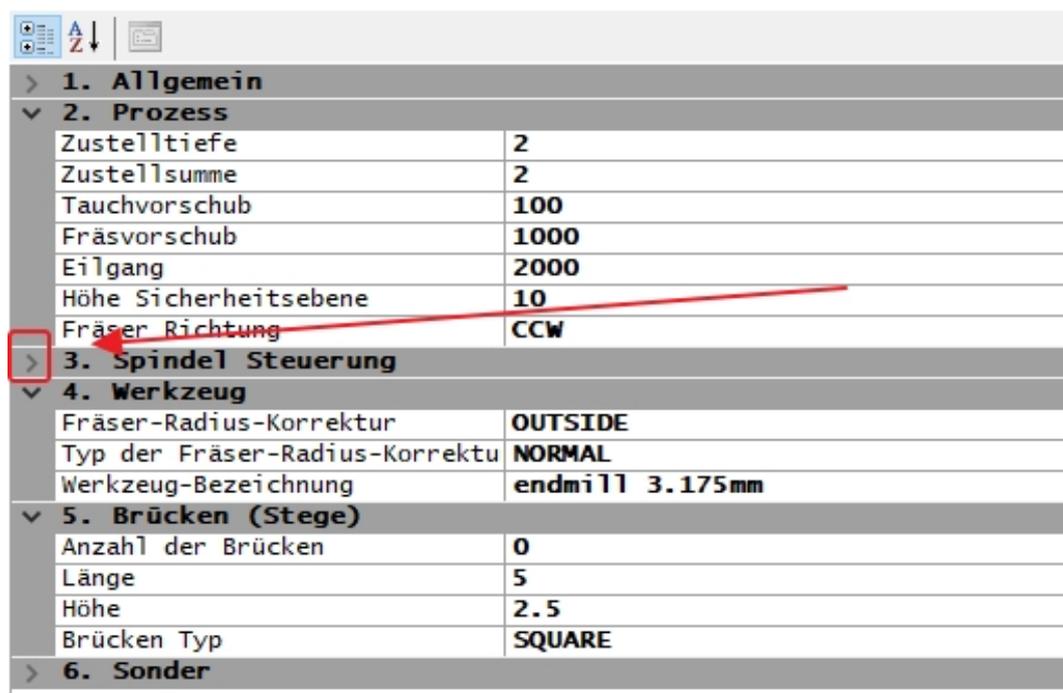


Abbildung 21: Das Eigenschaftsfenster

Die folgenden Zahlenwerte, sind keine realen Werte. Sie wurden von mir willkürlich gewählt, um gewisse Sachverhalte darstellen zu können. Insbesondere die Vorschubwerte sind eine kleine Wissenschaft für sich, und man findet allorts eine Menge (auch unterschiedliche) Meinungen, Empfehlungen und auch konkrete Berechnungen dazu.

- **Zustellsumme**

Da wir 3mm Sperrholz schneiden wollen, geben wir als **Zustellsumme** z.B. 3.2mm ein. Die 2/10 mm sorgen dabei dafür, dass evtl. Höhenunterschiede im Sperrholz und andere kleine Ungenauigkeiten, nicht dazu führen, dass der Fräser nicht an allen Stellen vollständig durchs Material ragt. Damit ich mir meine Opferplatte nicht so sehr 'zerschredere', lege ich oft ein Stück Pappe unter.

- **Zustelltiefe**

Hier geben wir die Tiefe ein, die wir dem Fräser pro Durchgang zutrauen. Sagen wir z.B. 1.2mm. Daraus berechnet **GrblGru** 3.2mm Zustellsumme dividiert durch 1.2mm Zustelltiefe = 2 Durchläufe mit 1.2mm Zustellung und ein dritter Durchgang mit dem Rest, also $3.2\text{mm} - 2.4\text{mm} = 0.8\text{mm}$

- **Tauchvorschub**

ist die Geschwindigkeit mit der der Fräser ins volle Material senkrecht eintaucht.

- **Fräsvorschub**

ist die Geschwindigkeit mit der der Fräser die Kontur abfährt

- **Eilgang**

ist die Geschwindigkeit mit der der Fräser außerhalb des Material auf der Sicherheitsebene verfährt

- **Höhe Sicherheitsebene**

ist die Höhe über der dem Werkstück, also dem Sperrholzstück, aus dem die Figur gefräst werden soll. Auf die Höhe hebt der Fräser ab, wenn er von einer Kontur zur nächsten fährt. Jegliche Bewegung auf dieser Ebene muss kollisionsfrei sein !

- **Fräser Richtung**

Hier kann man wählen ob man im Gleichlauf oder im Gegenlauf arbeiten möchte.

- **Fräser-Radius-Korrektur**

Hier wird gewählt, ob die Fräserbahn innerhalb, außerhalb oder mittig im Bezug auf die Geometrielinien liegen soll. Dies ermöglicht die Herstellung gleicher Teile auch mit unterschiedlichen Fräserdurchmessern.

- **Typ der Fräser-Radius-Korrektur** Hat Einfluss auf die Art der berechneten Äquidistanten zur Kompensation des Fräserdurchmessers.

- **Werkzeug-Bezeichnung**

Hier wird das zu verwendene Werkzeug ausgewählt. Darauf gehe ich im nächsten Kapitel noch näher ein.

- **Anzahl der Brücken (Stege)** Brücken, Tabs oder auch Stege sind kleine Verbindungen zwischen einem auszuschneidenden Teil und dem Grundmaterial. Diese verhindern ein Verrutschen des noch nicht vollständig ausgeschnittenen Teils. Sie müssen nach Beendigung des Fräsvorgangs von Hand z.B. mit einem scharfen Messer beseitigt werden. Sie sollten deshalb möglichst klein sein und an gut erreichbaren Stellen liegen. Geben wir hier einmal 4 ein.

- **Länge** Länge der Brücken z.B. 5mm

- **Höhe** Höhe der Brücken z.B. 2mm

- **Brücken Typ** Form der Brücken z.B. SQUARE

5.1.3 Die Werkzeugwahl

Wie wir gerade gesehen haben, wählt man in einem Job einen Werkzeugnamen aus einer gegebenen Liste aus.

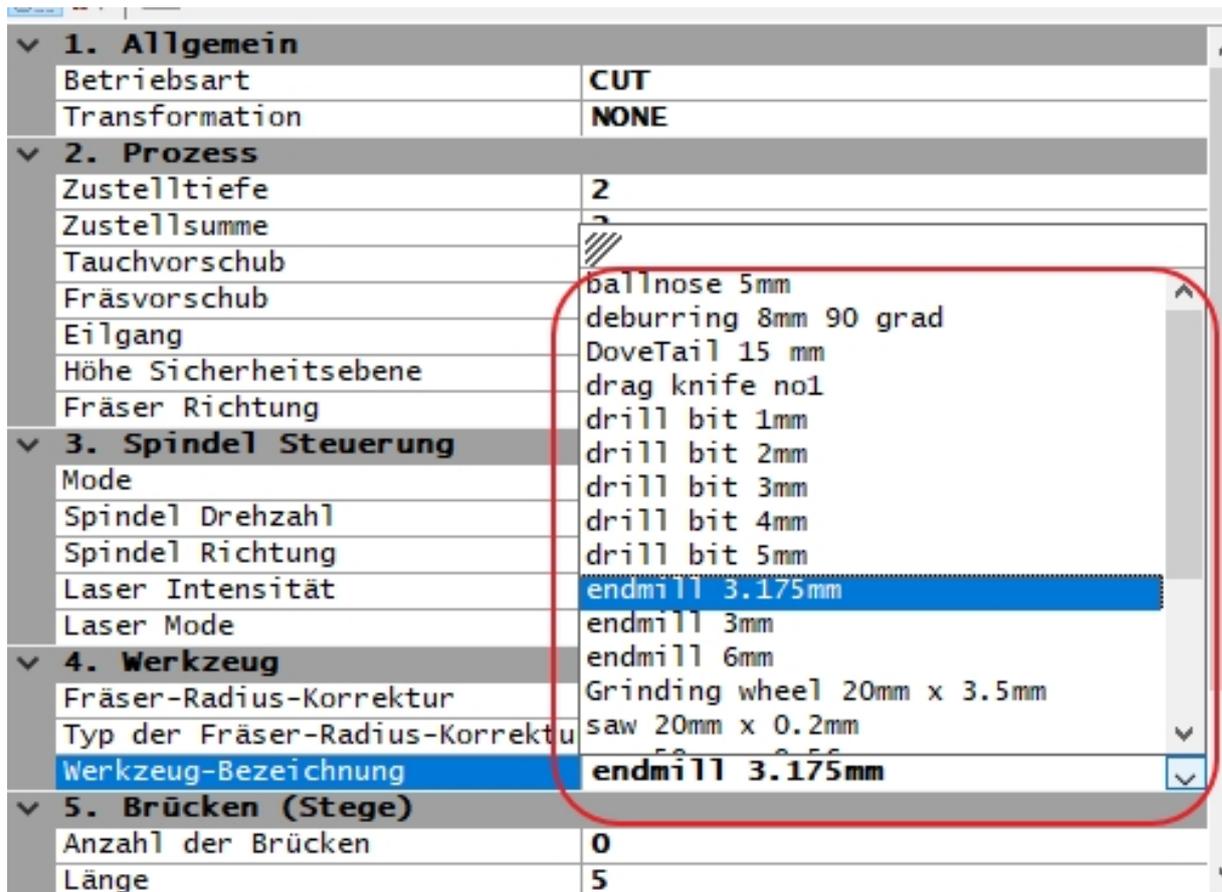


Abbildung 22: Auswahlliste Werkzeug

Der Grundgedanke dahinter ist die Idee alle geometrischen Daten des Werkzeugs unter dem Werkzeugnamen zu speichern. In dem Werkzeugnamen steckt also später die Information um welchen Werkzeugtyp es sich handelt, welcher Durchmesser, welcher Winkel usw.

Dies setzt allerdings voraus, dass diese Daten irgendwo gespeichert sind. *GrblGru* hat dazu in der Baum-Ansicht den Knoten 'Werkzeuge' angelegt und einige Werkzeuge als Beispiel bereits hinzugefügt. In dem Eigenschaftsfenster wird zu jedem Werkzeug auch eine kleine Skizze und ein Foto angezeigt. Selbstverständlich kann man auch eigene Werkzeuge hinzufügen, kopieren, umbenennen, speichern und laden. Das Ganze funktioniert ähnlich wie bei den vorgestellten Job-Vorlagen. Ein Klick mit der rechten Maustaste öffnet auch hier ein Kontextmenü, in dem verschiedene Aktionen aufgerufen werden können.

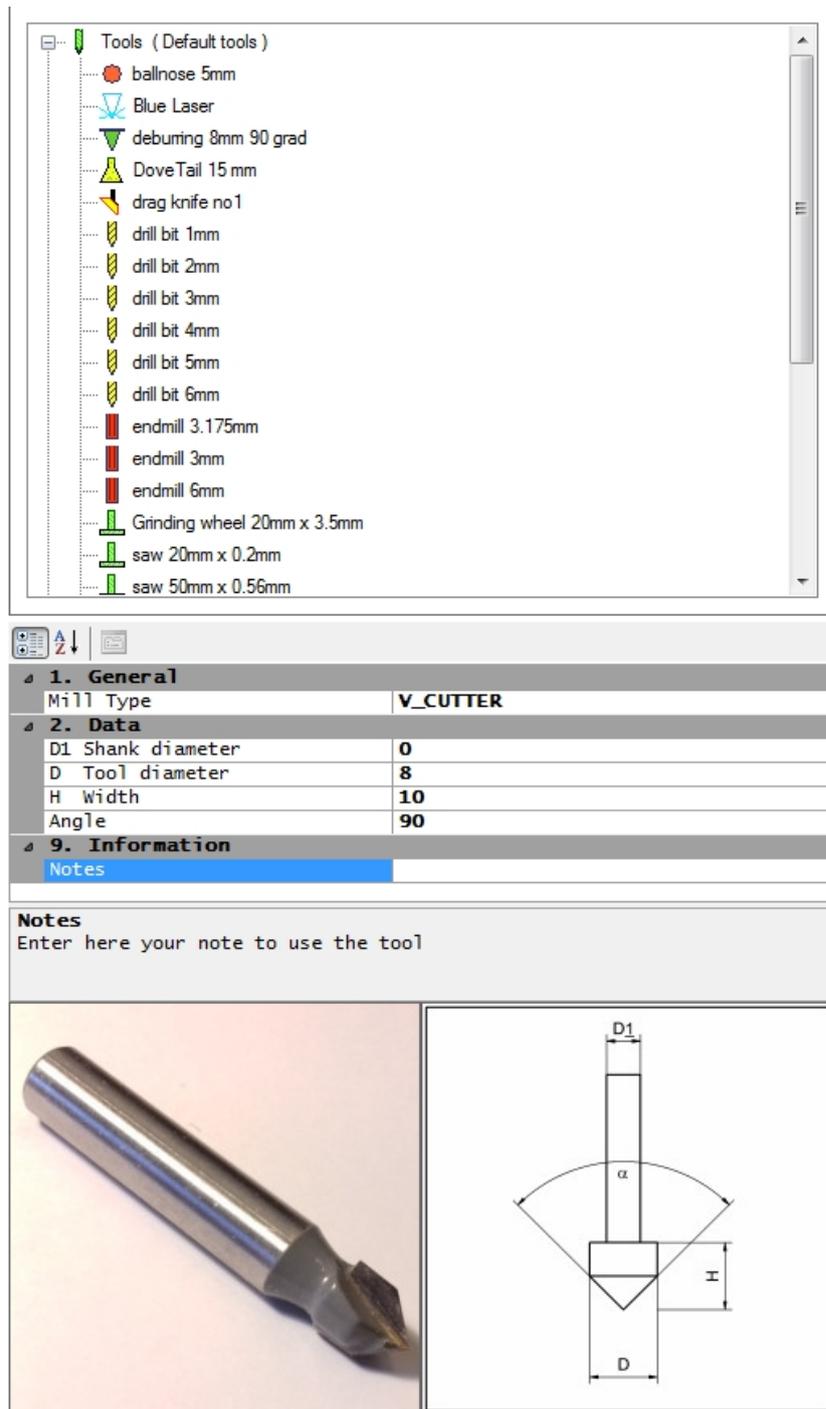


Abbildung 23: Vorhandene Werkzeuge in der Baum-Ansicht

5.1.4 Das Grafikfenster in der 2D-Ansicht

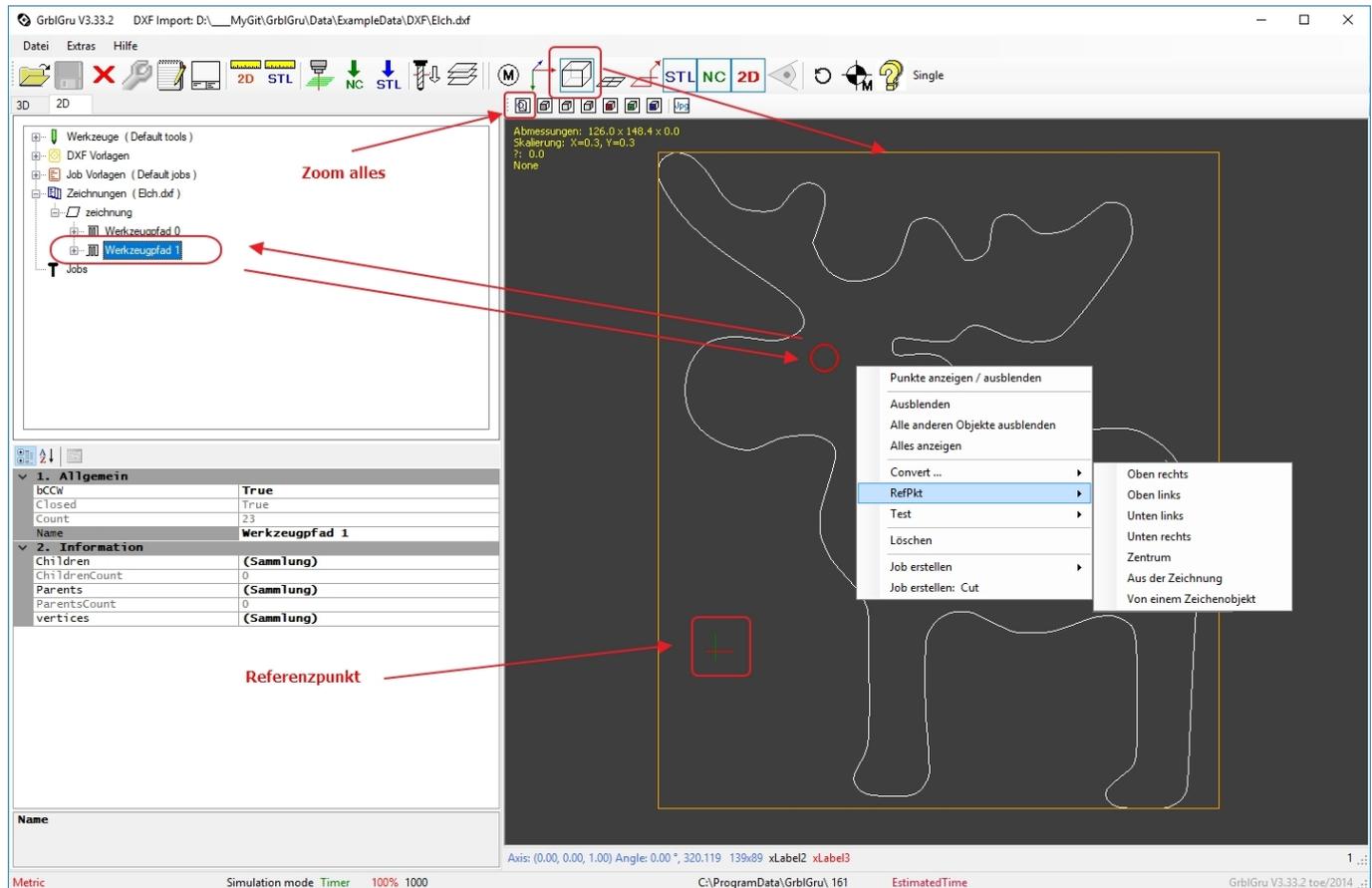


Abbildung 24: Elemente der 2D-Ansicht

Sehen wir uns kurz an, was in der 2D-Ansicht alles angezeigt wird. Zunächst sehen wir in der Baum-Ansicht links, dass **GrblGru** aus der DXF-Datei 2 Werkzeugpfade ermitteln konnte. Bei einem Klick auf einen der Werkzeugpfade wird im Grafikfenster der jeweilig Pfad rot markiert. Ein Klick auf eine der Linien im Grafikfenster markiert umgekehrt den jeweiligen Pfad in der Baum-Ansicht.



Mit dem Button  in der Werkzeugleiste kann man die Abmessungen der Zeichnung anzeigen (braunes Rechteck). Diese werden auch oben links noch einmal angezeigt (126.0 x 148.4). Sie bestimmen das Mindestmaß, dass euer Werkstück haben sollte. Auch die Skalierung ist hier noch ersichtlich.

Ein weiterer wichtiger Punkt ist die Lage des Referenzpunktes (rot, grünes Kreuz) Dies ist die Position, auf der der Fräser seine Bahn beginnt. Sie kann gewählt werden über das Kontextmenü, dass sich durch ein Klick der rechten Maustaste öffnet.



Ebenfalls äußerst wichtig ist der Button  ganz links in der kleinen Werkzeugleiste über dem Grafikfenster. Er stellt die Grafik bildschirmfüllend dar. Wenn ihr also mal nichts mehr sehen könnt, ist dieser Button immer die erste Wahl. Das gilt im übrigen auch für das 3D-Fenster.

5.1.5 Der Geometrie einen Job zuweisen

Ok, nachdem wir nun eine Job-Vorlage angelegt haben, müssen wir nun einen echten Job erstellen, indem wir eine Geometrie mit einer Job-Vorlage 'verheiraten'. Dazu klicken wir einmal mit der linken Maus auf den Umriss des Elches und drücken dabei die ALT-Taste. Als Zeichen dafür, dass er nun selektiert worden ist wird der Umriss nun rot markiert.

Ein Klick mit der rechten Maustaste öffnet ein Kontextmenü, in dem wir eine der vorhandenen Job-Vorlagen auswählen können.

Bei diesem Vorgang wird dem selektierten Geometrie-Pfad ein Job zugewiesen. *GrbIGru* hat damit nun alle Informationen, wie dieser Pfad bearbeitet werden soll.

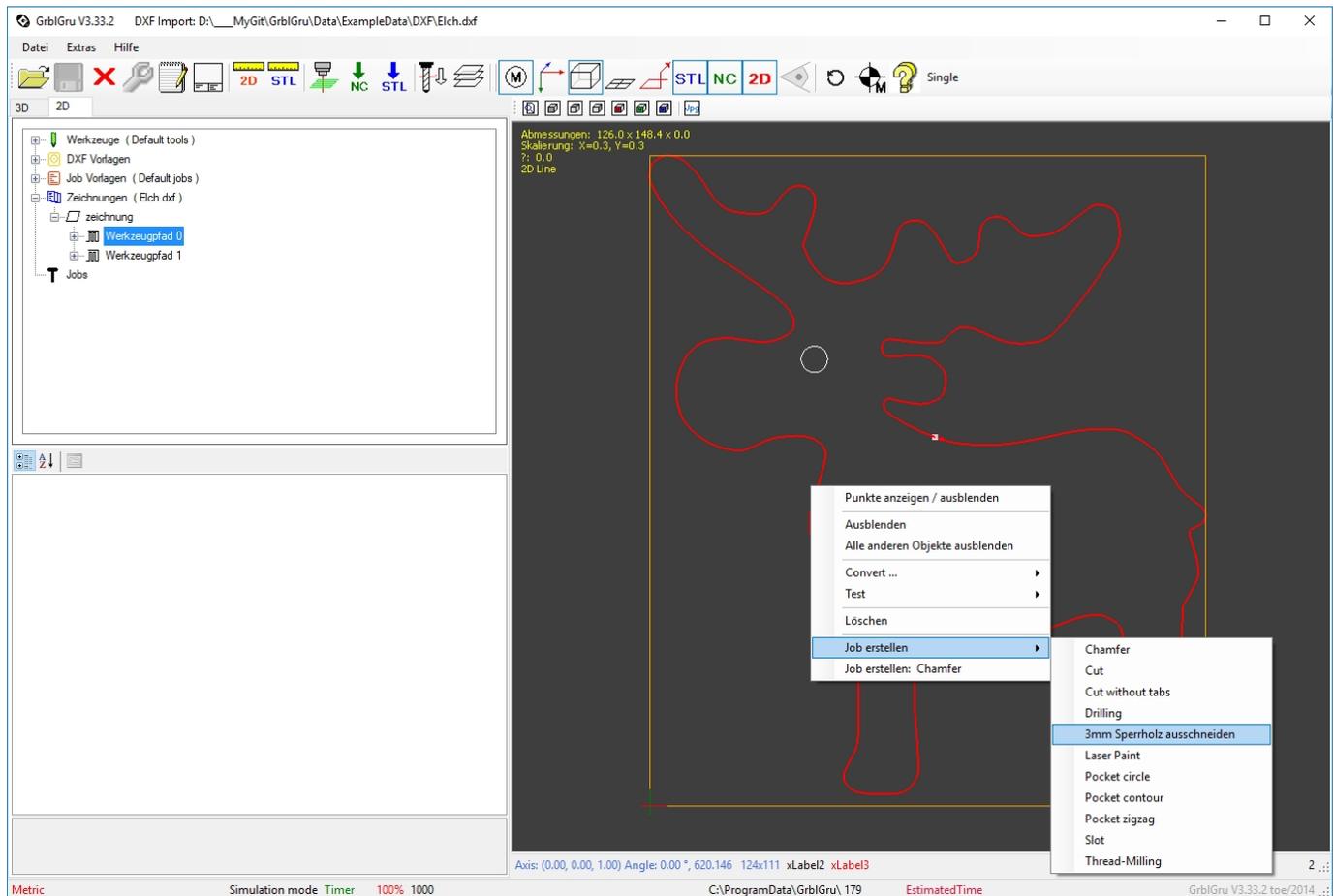


Abbildung 25: Einen Job anlegen

Als Ergebnis erhalten wir in der Baum-Ansicht im 'Jobs'-Knoten einen Eintrag. Ausserdem wird in der Grafik der Weg des Werkzeugs (grüne Kontur) und die Positionen der Brücken (braune Rechtecke) und Startpunkte (blaues Dreieck) angezeigt.

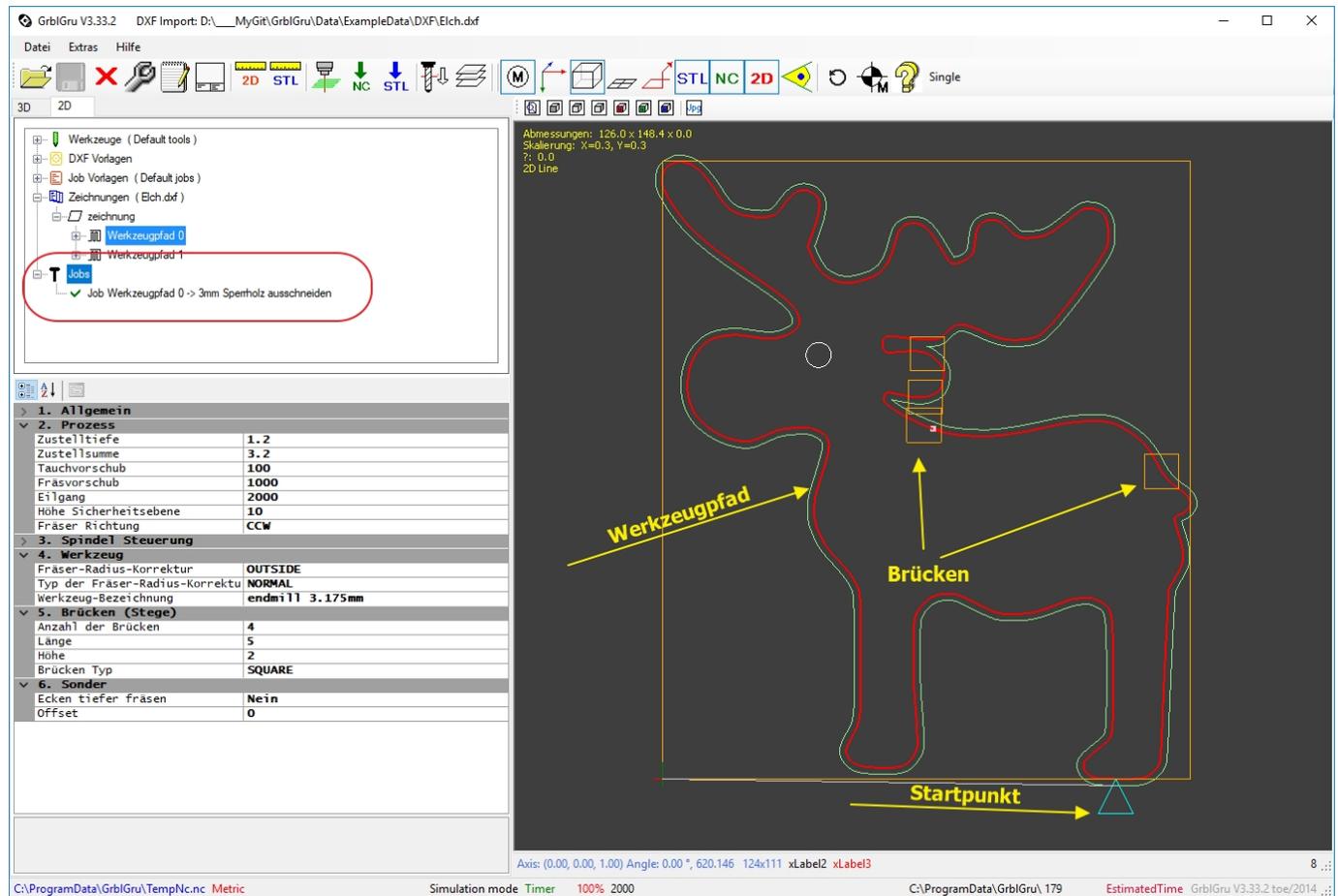


Abbildung 26: Nach dem Anlegen des Jobs

5.1.6 Startpunkte und Brücken positionieren

Brücken (Tabs) und Startpunkte werden bei unregelmäßigen Geometrien erst einmal willkürlich positioniert. Sie können aber einfach durch Drücken der linken Maustaste, ziehen und loslassen auf eine beliebige andere Position verschoben werden. Wie schon bereits erwähnt ist es dabei sinnvoll Stellen zu wählen, die man später gut erreichen kann um die Stege mit Messer und Feile zu entfernen. Sie sollten aber natürlich auch so verteilt sein, dass sie dem Teil die nötige Stabilität geben.

5.1.7 Der nächste Job

Nachdem wir nun den ersten Job erfolgreich angelegt haben, können wir nun direkt die 2. Kontur in Angriff nehmen. Dazu klicken wir mit der linken Maustaste und gedrückter ALT-Taste auf das Auge des Elches und erstellen danach erneut einen Job mit Hilfe der Job-Vorlage '3mm Sperrholz ausschneiden'.

Im Eigenschaftsfenster ändern wir dann allerdings noch den Parameter 'Fräser-Radius-Korrektur' auf **INSIDE**, damit der Fräser nur das Innere des Auges ausräumt. Auf Brücken können wir in diesem Fall ebenfalls verzichten, also lassen wir 'Anzahl der Brücken' auf 0.

In der Baum-Ansicht erscheint nun im Job-Knoten ein weiterer Eintrag. Durch ein Klick mit der rechten Maustaste auf einem der Jobeinträge wird uns auch hier wieder ein Kontextmenü zur Verfügung gestellt, mit dessen Hilfe wir z.B. einzelne Jobs aktiv / passiv setzen können. Auch die Abarbeitungsreihenfolge kann mit den Menüpunkten 'Höher' bzw. 'Tiefer' verändert werden.

So ist es z.B. ratsam bei einem auszuschneidenden Teil zuerst alle Arbeiten innerhalb des Teils durchzuführen und erst zum Schluss das Teil selber auszuschneiden. Hierdurch wird vermieden, dass die Brücken die auftretenden Kräfte der 'Innenarbeiten' aufnehmen müssen.

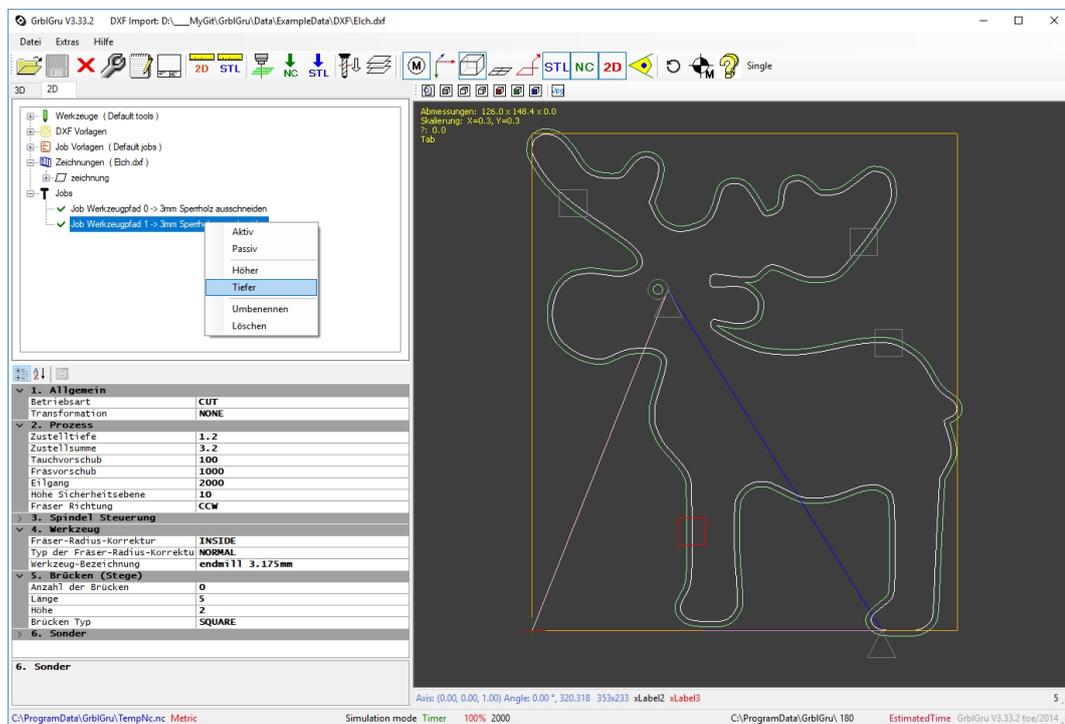


Abbildung 27: Elch mit korrigierten Tabs und angelegten Jobs

5.1.8 Abmessungen des Bauteils

Nachdem die Arbeiten in der 2D-Ansicht jetzt erst einmal abgeschlossen sind, wenden wir uns der 3D-Ansicht zu, und schauen uns einmal die Box '**Basis Material**' mit ihren 3 Parametern an.

Sie beschreiben die Dimensionen unseres Bauteils im unbearbeitetem Zustand. In unserem konkreten Fall also das 3mm Sperrholzbrettchen, dessen benötigten Mindestmaße in der 2D-Ansicht oben links angezeigt wurden (126.0 x 148.4).

Da es sinnvoll ist das Bauteil ein wenig größer zu wählen, um es z.B. befestigen zu können, wird mit dem Parameter '**Rand**' ein entsprechendes Aufmaß auf allen 4 Seiten eingeben.

Mit dem Parameter '**Offset**' kann ein Aufmaß in Z-Richtung eingegeben werden, das z.B. der Höhe eines verwendeten Schraubstock, einer Auflage o.ä. entspricht.

Zum Schluss noch der Parameter '**Dicke**', dessen Name wohl genügend aussagekräftig ist.

Mit dem Button  in der Werkzeugleiste kann das Bauteil ein / ausgeblendet werden.

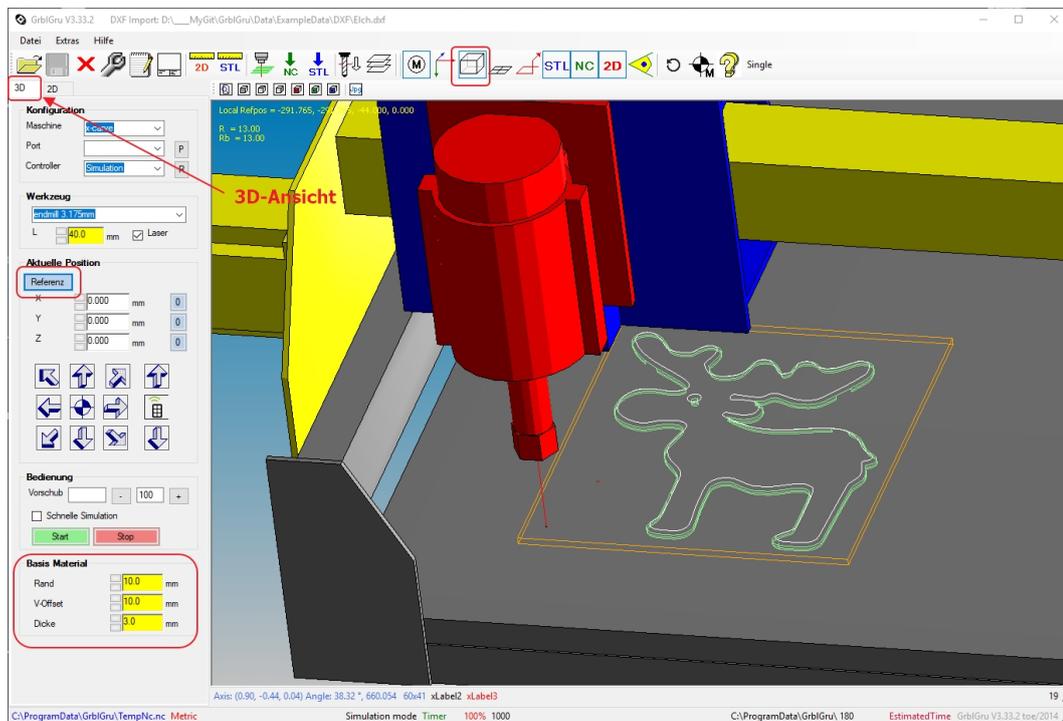
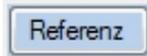


Abbildung 28: Anzeige des Werkstücks in der 3D-Ansicht

5.1.9 Startposition Fräse

Zur Erklärung vorweg. Ich benutze an meinen Maschinen keine Endschalter. Deshalb kann ich hier nur meine Art der Vorgehensweise vorstellen. Der Ablauf unter Benutzung einer Referenzfahrt ist entsprechend anders.

In der Regel arbeite ich in der vorderen linken Ecke meiner Maschine. Also befestige ich mein Werkstück dort, und positioniere meine Achsen, so dass der Fräser oberhalb meines geplanten Startpunktes (links unten am Werkstück) zu stehen kommt. Danach fahre ich vorsichtig die Z-Achse runter, bis der Fräser das Bauteil gerade touchiert. Oft schalte ich auch einfach die Versorgungsspannung der Motoren kurz aus und drehe die Z-Achse per Hand tiefer. Ein Blatt Papier (ca. 1/10mm) dient mir dabei als Abstandskontrolle.



Dann drücke ich den Button '**Referenz**'

Dadurch wird der oben beschriebener Ablauf ebenfalls in der Grafik durchgeführt.

Der Referenzpunkt der geladenen Geometrie (und damit verbunden auch das Werkstück) wird unten das Werkzeug verschoben und die Z-Achse wird so positioniert, dass der tiefste Punkt des Fräasers die Oberkante des Werkstückes berührt.

An dieser Stelle wird auch klar wieso ich den Referenzpunkt der Geometrie immer nach '**Unten links**' setze. So habe ich in X und Y Richtung den maximalen Fahrweg zur Verfügung.

5.1.10 Der Werkzeug-Pfad

Um sich die einzelnen Werkzeug-Pfade genauer kontrollieren zu können besteht die Möglichkeit die Maschinenteile auszublenden **(M)**. Um den Kontrast zu erhöhen wird dabei auch die Hintergrundfarbe geändert.

Mit dem NC-Button **NC** wird der grüne Pfad ein/aus geschaltet. Dieser stellt den Weg des Werkzeugs dar. In Verbindung mit der SHIFT-Taste können die Bewegungen auf der Sicherheitsebene ebenfalls sichtbar gemacht werden.

Die Anzeige der weißen Geometrie-Linien wird durch den 2D-Button **2D** gesteuert.

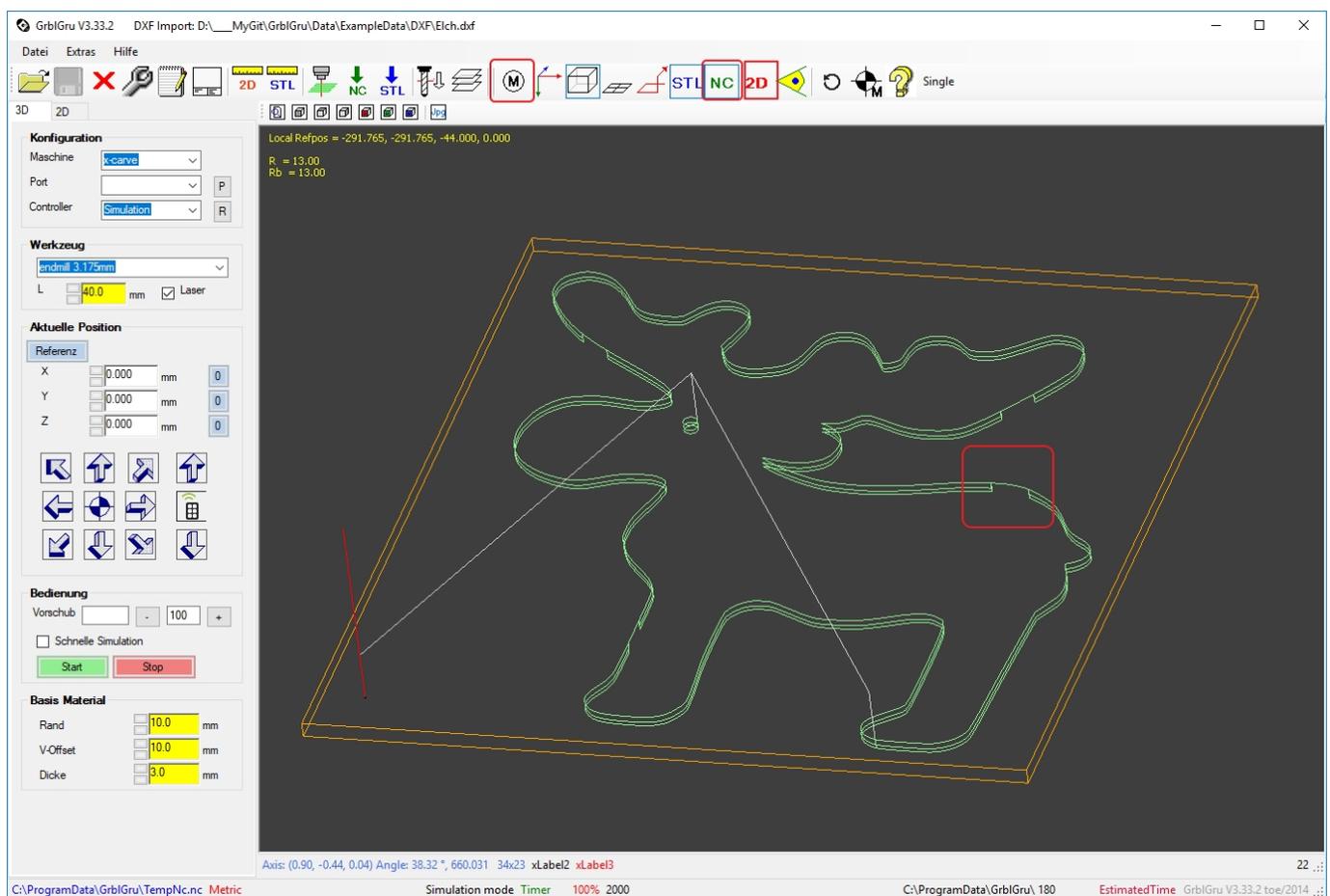


Abbildung 29: Gut sichtbar im markierten Rechteck. Eine der Brücken.

5.1.11 Vorschau

Mit dem Button  in der Werkzeugleiste kann bereits vor dem Fräsvorgang gezeigt werden, wie das Ergebnis einmal aussehen wird.

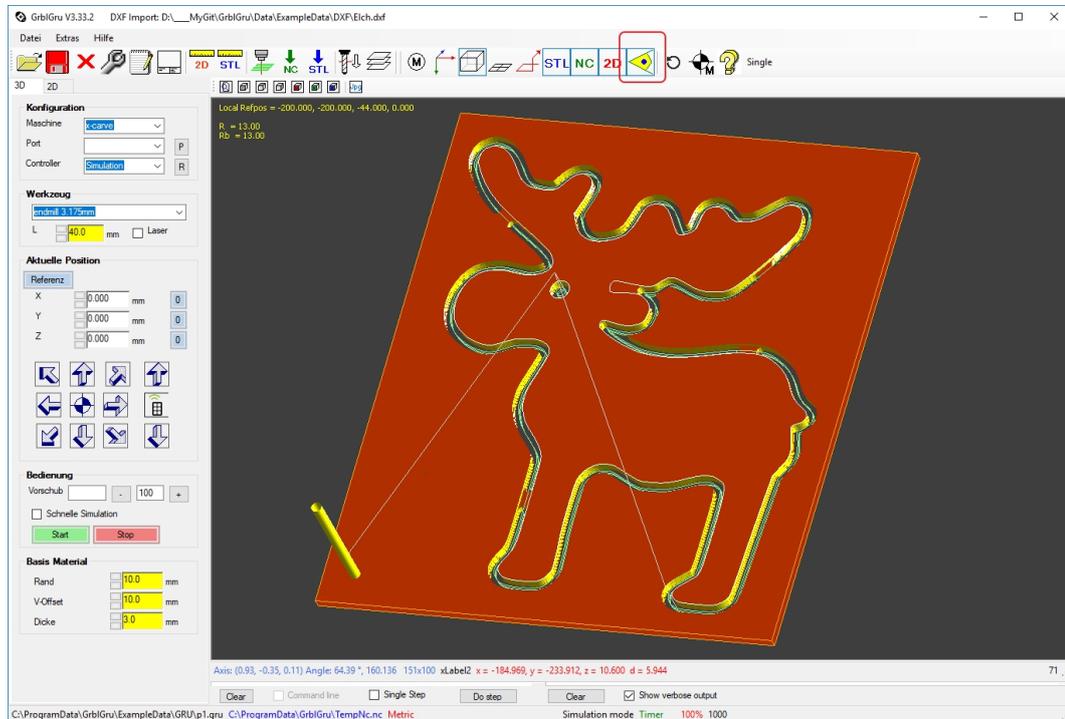


Abbildung 30: Die Vorschau zeigt wie das Werkstück aussehen wird

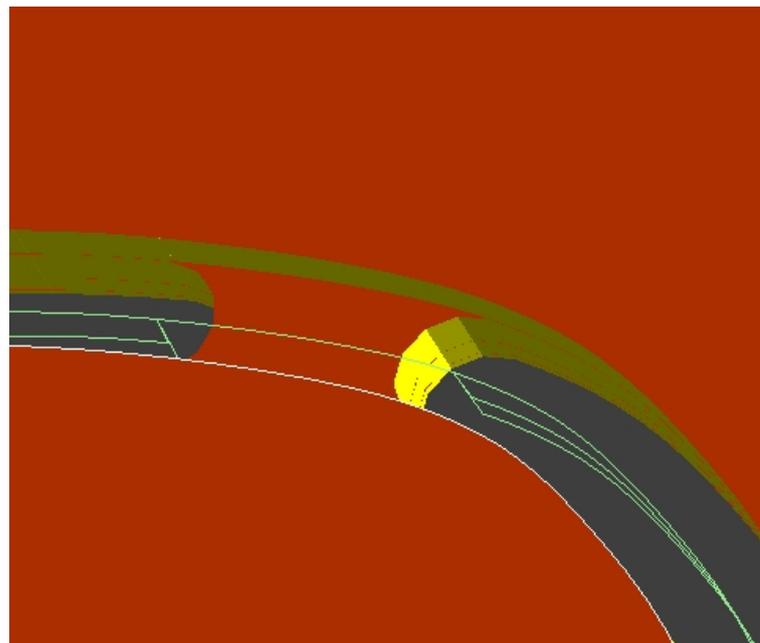


Abbildung 31: Eine Brücke unter der Lupe

5.1.12 Projekt speichern

Zum Abschluss der Arbeiten sollte das bisher Erarbeitete als Projekt gespeichert werden. Dazu findet man im Menü den Eintrag '**Projekt speichern unter ...**'. Dabei werden Geometrie und Jobs in einer Projekt-Datei gespeichert, die jederzeit wieder geladen werden kann.

Es ist zu empfehlen das Speichern des Projektes auch schon zwischenzeitlich durchzuführen. Das erspart im Fall einer Fehlbedienung eine Menge Frust.

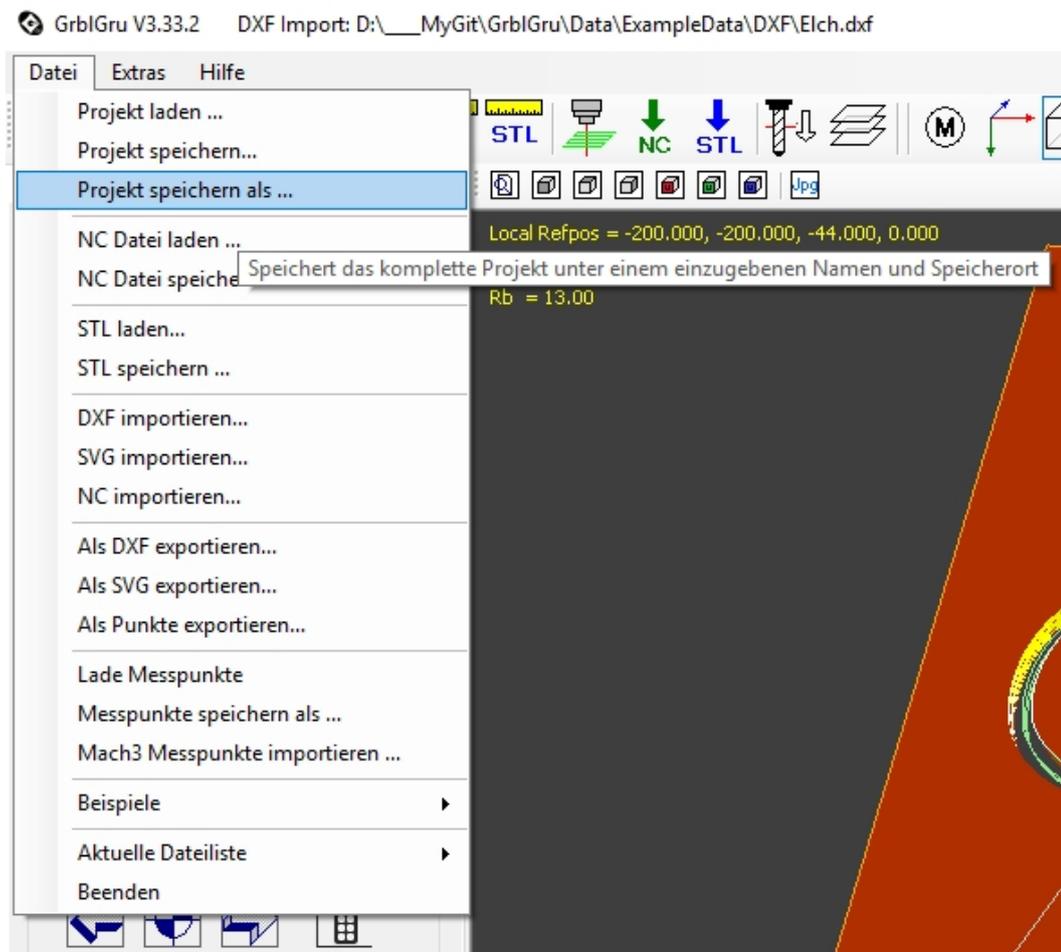


Abbildung 32: Der Menüpunkt 'Projekt speichern ...'

Eine Anmerkung zum geeigneten Speicherort
Speichert eure Projekt, Job-Vorlagen, Werkzeugfotos am besten irgendwo außerhalb der **GrblGru** Verzeichnisse. Z.B. unter D:\Meine_GrblGru_Daten. Damit vermeidet ihr, dass eure Dateien bei einem Update versehentlich überschrieben werden können.

5.1.13 Der generierte G-Code

Wenn man *GrblGru* auch als G-Code Sender benutzt, braucht man jetzt nur den 'Start' Button drücken und der vom CAM generierte G-Code wird zur Steuerung gesendet.

Für den Fall, dass man ein anderes Programm z.B. Mach3 zur Steuerung nutzt, kann man den erzeugten G-Code aber auch einfach kopieren. Durch Betätigung des Button  in der Werkzeugleiste wird der Code in einem Editor ³ geöffnet.

Wird bei der Betätigung des Buttons zusätzlich die SHIFT-Taste gedrückt, erscheint ein Dialog zum Speichern der Datei. Alternativ kann man auch die Datei `C:\ProgramData\GrblGru\TempNc.nc` einfach zum gewünschten Speicherort kopieren.

³Siehe hierzu auch das Kapitel 'Notepad++', ein Editor für GCode

5.2 2. Projekt: DXF-Vorlagen nutzen, die Kaffeeablage

In diesem Projekt möchte ich zeigen wie man die DXF-Vorlagen benutzt und abändern kann, um eine einfache Kaffeeablage aus 6mm MDF-Material zu erstellen.



Abbildung 33:

5.2.1 Geometriedaten aus DXF-Vorlagen laden

Dieses Mal laden wir uns die notwendige Geometrie nicht aus irgendwelchen DXF- oder SVG-Dateien sondern nutzen eine der DXF-Vorlagen. *GrblGru* stellt dazu z.Z. folgende Vorlagen zur Verfügung:

- Rechteck
- Dreieck
- Ellipse
- Lochraster
- Stirnrad
- Box
- Lochkreisrechner
- Kernloch Herstellung
- Puzzle Box
- Mäander

DXF-Vorlagen ⁴ sind im wesentlichen parametrierbare DXF-Generatoren. Als einfaches Beispiel sei hier die Vorlage 'Rechteck' genannt, die ein abgerundetes Rechteck erzeugt. Um eine Vorlage zu aktivieren klickt man mit der linken Maustaste auf den entsprechenden Zweig in der Baum-Ansicht. Darauf hin wird sofort das Grafikfenster aktualisiert.

Nach der Eingabe der Parameter **Höhe**, **Breite** und **Radius** erzeugt *GrblGru* die entsprechende Geometrie, die dann genau so weiterverwendet werden kann als hätte man z.B. eine DXF-Datei geladen.

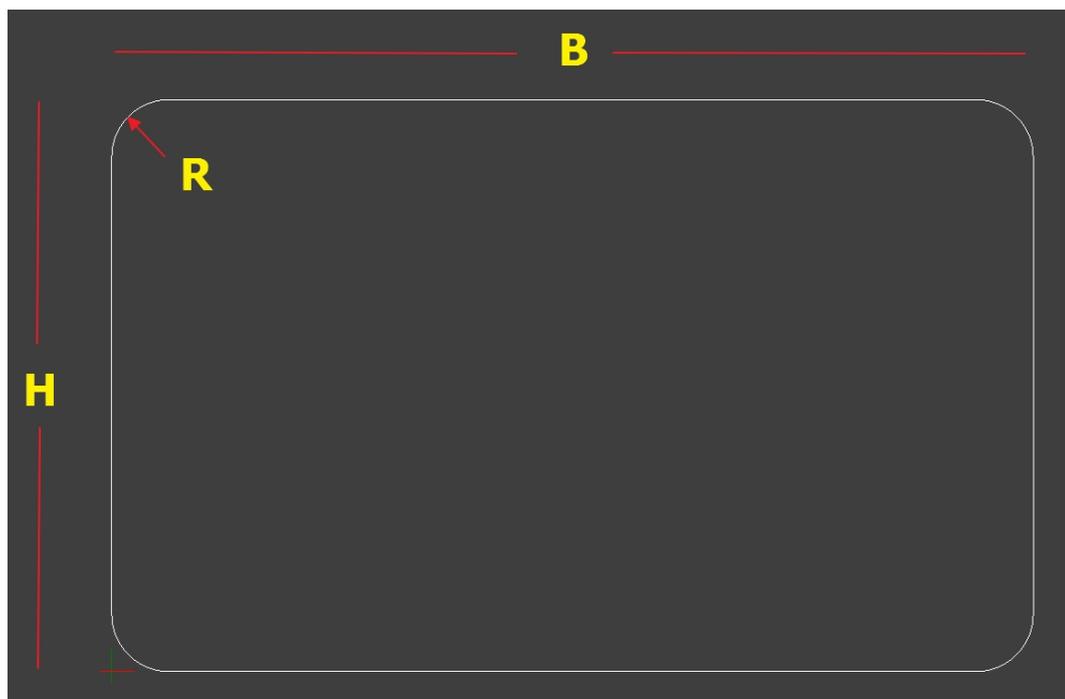


Abbildung 34: Die einfache DXF-Vorlage 'Rechteck'

⁴siehe auch Kapitel 'DXF Vorlagen'

5.2.2 Die Box Vorlage

Für unsere Kaffeeablage nutzen wir jetzt einmal die Vorlage 'Box'. Mit der könnt ihr sehr einfach verzahnte Boxen herstellen. In dem Eigenschaftsfenster unten links werden Eingaben für Höhe, Breite, Tiefe und Materialdicke der Box zur Verfügung gestellt. Darüber hinaus kann man aber auch Anzahl und Größe der Aussparungen bzw. Zapfen bestimmen.

Bei jeder Änderung der Werte im Eigenschaftsfenster erfolgt sofort eine entsprechende Änderung der grafischen Anzeige. Probiert es einfach mal aus.

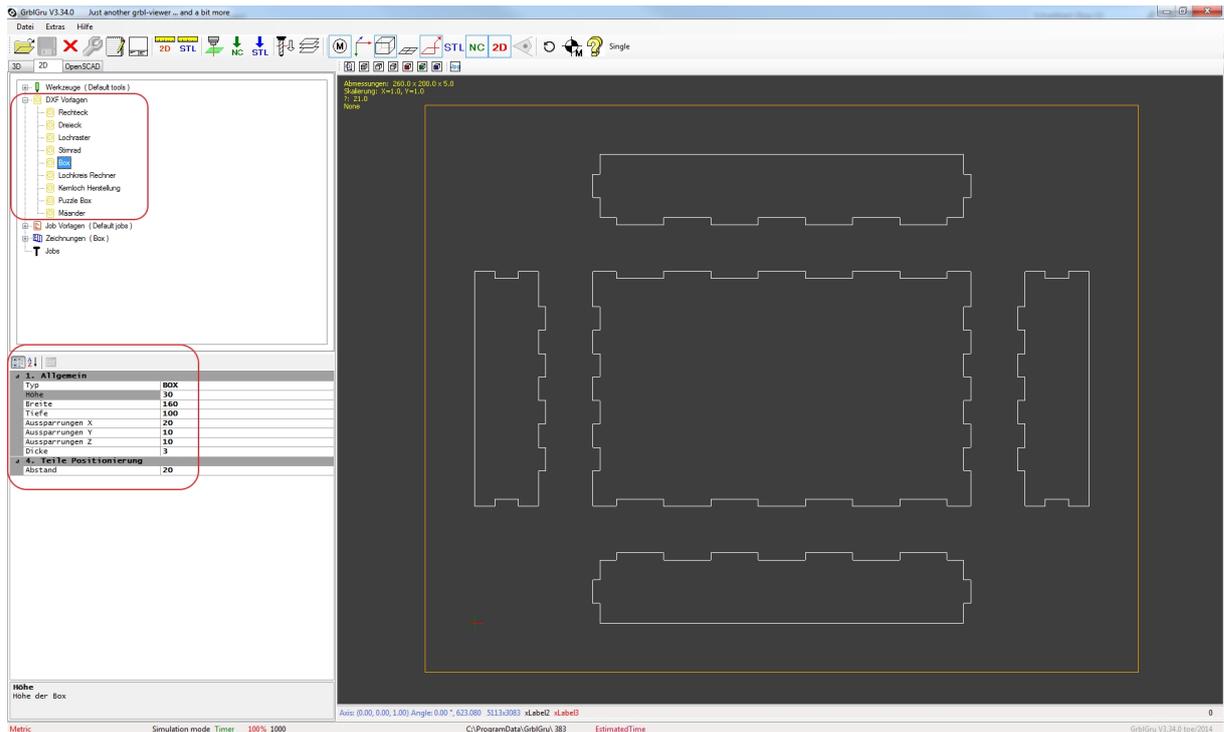


Abbildung 35: Die DXF-Vorlage 'Box'

Wer an dieser Stelle jetzt doch lieber ein Kästchen anstelle der anvisierten Kaffeeablage bauen will, ist eigentlich schon fast fertig. Es muss nur noch ein entsprechender Job für alle Teile angelegt werden. Dies kann z.B. ⁵ über das rechte Maus Kontextmenü erledigt werden.

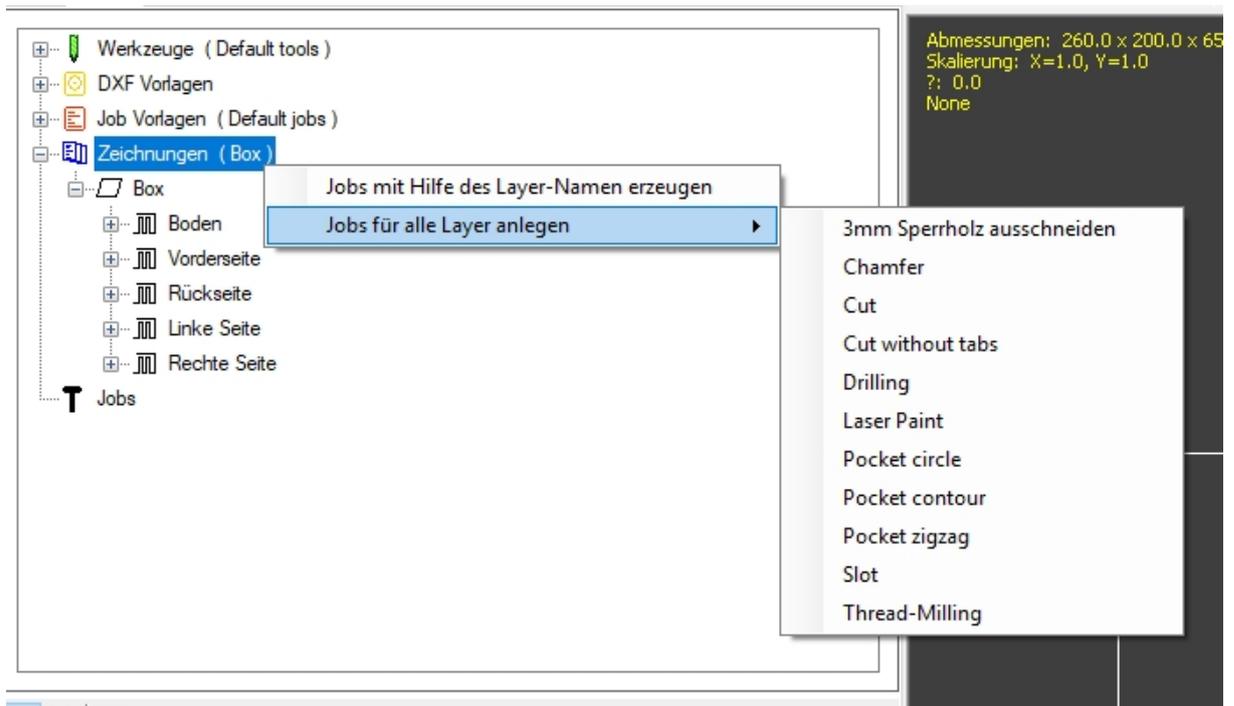


Abbildung 36: Job für alle Teile anlegen

⁵siehe hierzu auch 'Verschiedene Möglichkeiten um Jobs zu erzeugen'

Die Positionen der Teile werden von *GrblGru* so gewählt, dass man sofort sehen kann wie sie zusammengehören. Für den Fräsvorgang ist das nicht optimal platzsparend. Um dem abzuhelfen kann man die Teile wie im folgenden beschrieben als DXF speichern, mit einem 2D-Editor entsprechend positionieren und wieder zurück laden.

Des weiteren besteht die Möglichkeit die Teile einzeln oder in geeigneten Gruppen mit Jobs zu versehen. Dazu kann erneut mit einem rechten Mausklick auf einer markierten Kontur ein Kontextmenü geöffnet werden, mit dessen Hilfe man Teile ausblenden kann.

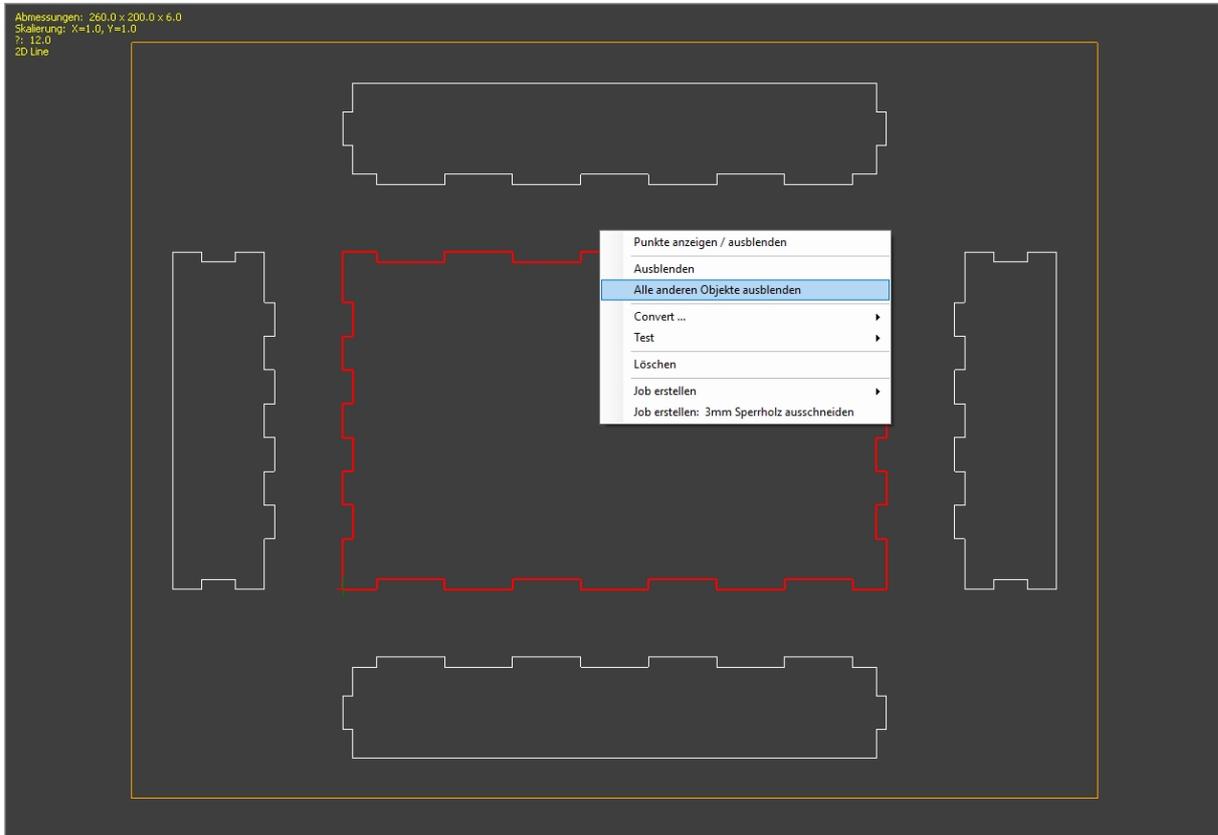


Abbildung 37: Kontextmenü um Teile auszublenden

5.2.3 Geometriedaten speichern

Wie bereits gesagt hat *GrblGru* nach der Aktivierung einer Vorlage intern die Geometriedaten zur Verfügung. Darum ist es auch möglich diese wieder als DXF- oder SVG zu speichern.

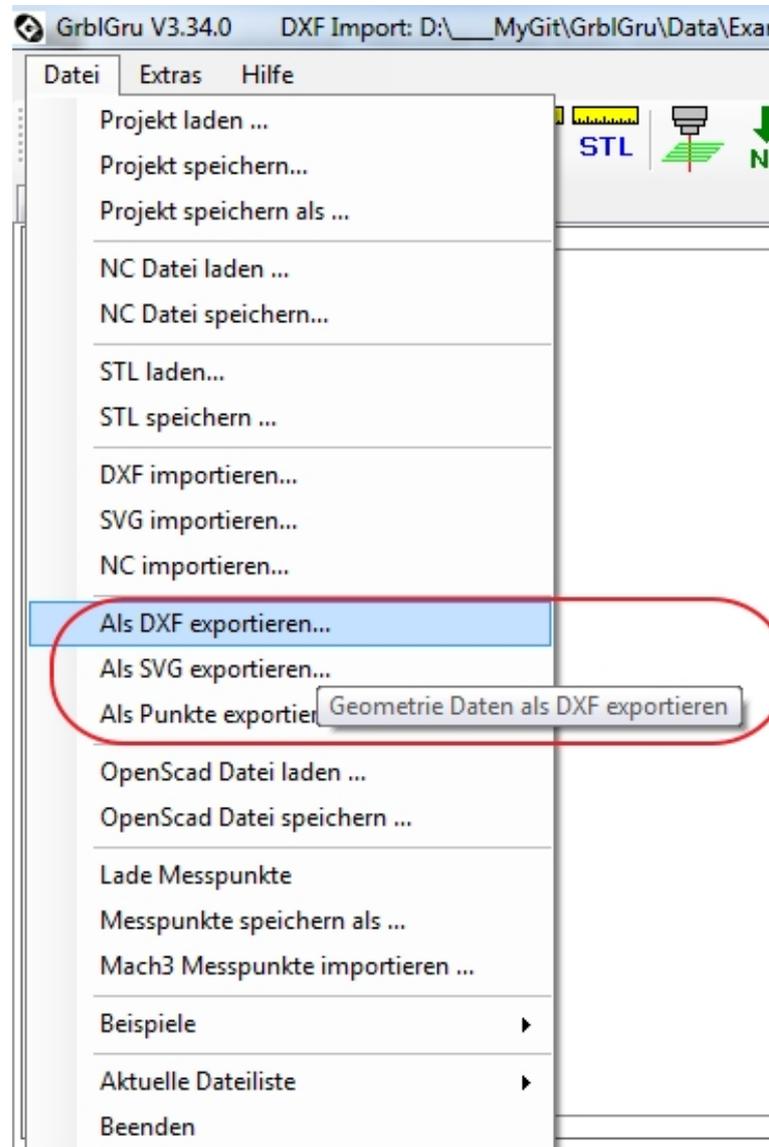


Abbildung 38: Menüpunkte zum speichern der Geometrie'

5.2.4 Modifikation der Geometrie

Das Speichern der Geometriedaten ermöglicht uns die Daten in einen 2D-Editor zu laden und dort entsprechend zu modifizieren. In der folgenden Skizze sieht man wie man mit relativ wenig Aufwand aus der Box etwas anderes machen kann.

Das Ergebnis kann nun im DXF File gespeichert und wieder in *GrblGru* eingelesen werden.

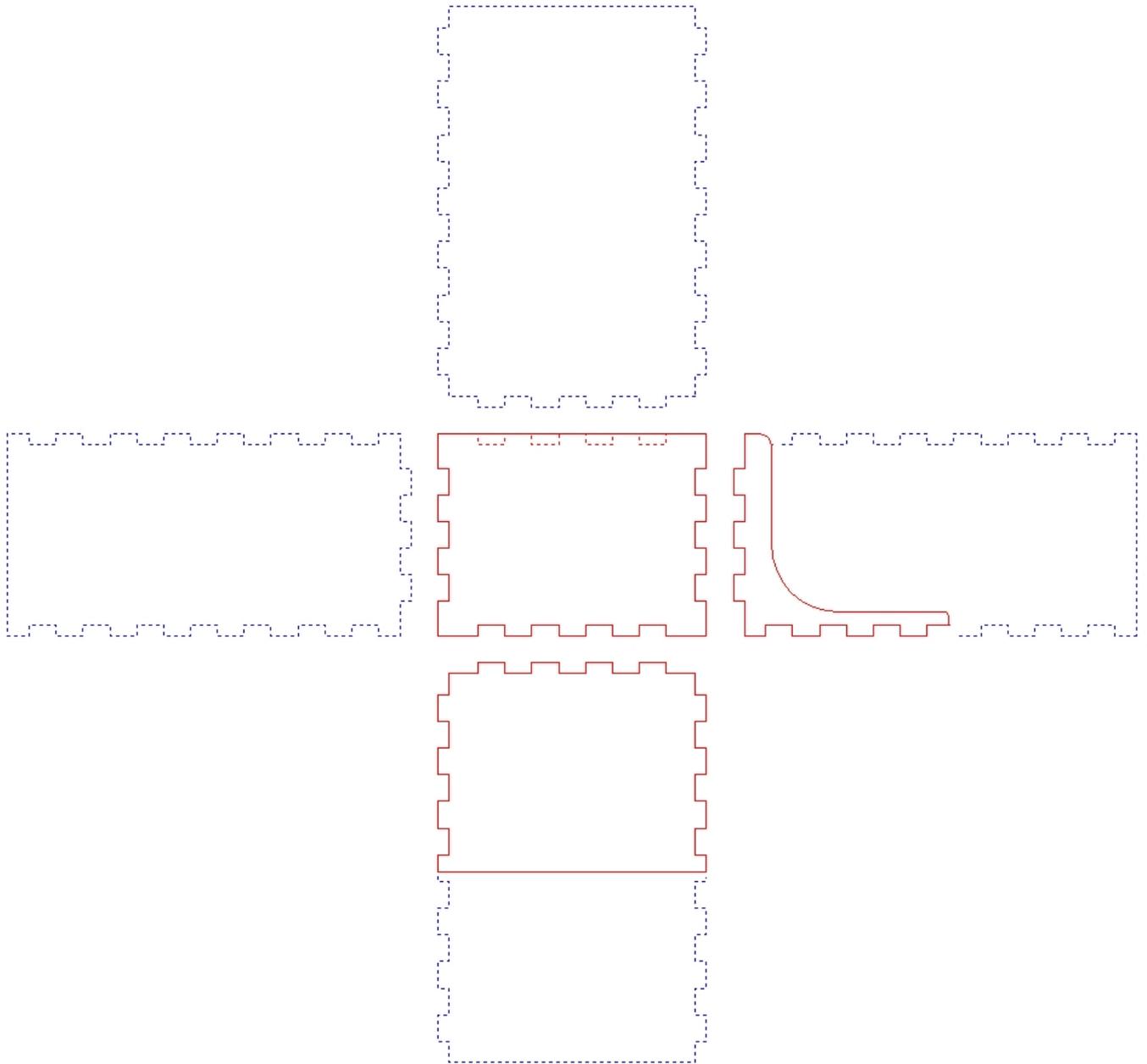


Abbildung 39: Umkonstruktion im 2D-Editor

Wer sicher gehen möchte, dass die Teile richtig zusammenpassen, kann dies im 3D CAD Programm testen.

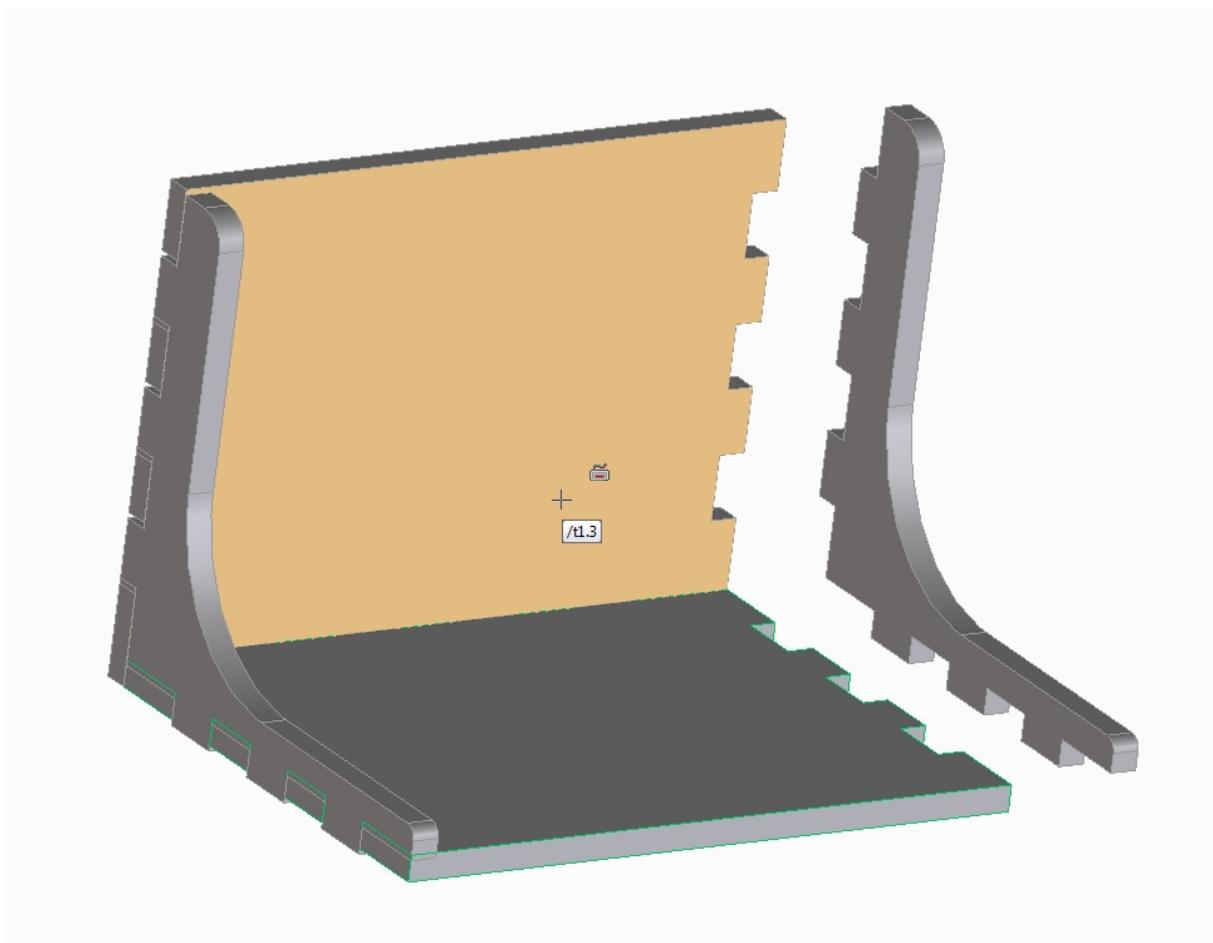


Abbildung 40: Check im 3D-Programm, ... passt :)

5.2.5 Job erstellen mit 'Ecken tiefer fräsen'

Nachdem wir nun im Besitz der Geometriedaten sind fehlt uns noch ein entsprechender Prozess. Dazu müssen wir nur wieder einen Job anlegen.⁶ Da es sich hierbei um einen einfachen 'Ausschneideprozess' handelt, den wir ja schon im Projekt 'Elch' kennen gelernt haben, möchte ich nur auf den wichtigen Parameter 'Ecken tiefer fräsen' eingehen.

Dieser Parameter sorgt dafür, dass Innenecken so ausgefräst werden, dass die Verzahnungen ineinander passen.

Höhe	2.5
Brücken Typ	SQUARE
6. Sonder	
Ecken tiefer fräsen	Ja
Offset	0

Abbildung 41: Der Parameter 'Ecken tiefer fräsen' im Cut Job

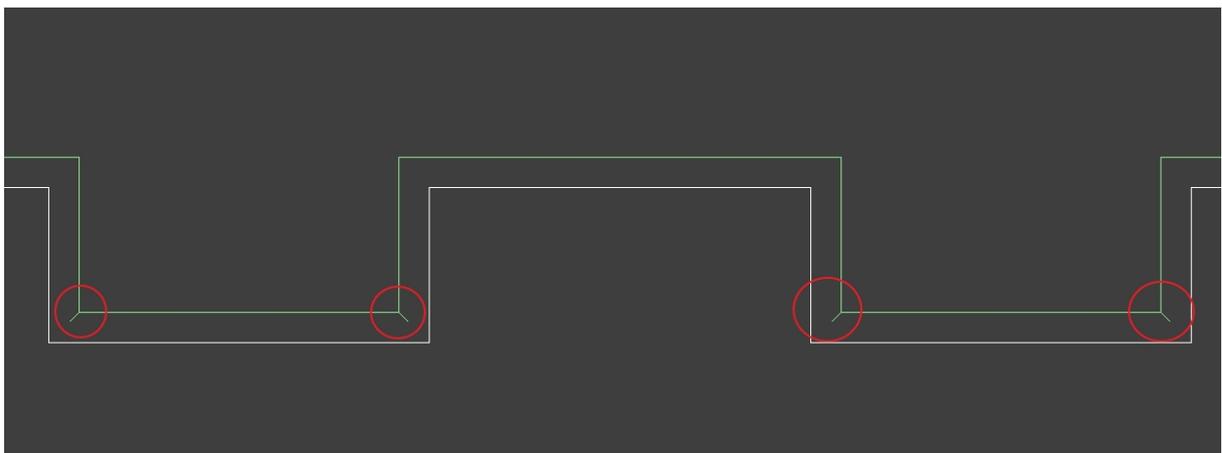


Abbildung 42: Die Wirkung in der Anzeige des Werkzeugpfades

⁶siehe hierzu auch 'Verschiedene Möglichkeiten um Jobs zu erzeugen'

Besonders deutlich kann man die Auswirkung der Eckenfräsung in der Vorschau sehen. Hier erkennt man, dass beim normalen Fräsen der Radius des Werkzeugs in der Ecke abgebildet werden würde. Dadurch würde das Gegenstück nicht vollständig in die Verzahnung passen.

Für Leute, die diese Funktion nicht nutzen möchten, gibt es eine Alternative.... von Hand feilen :)

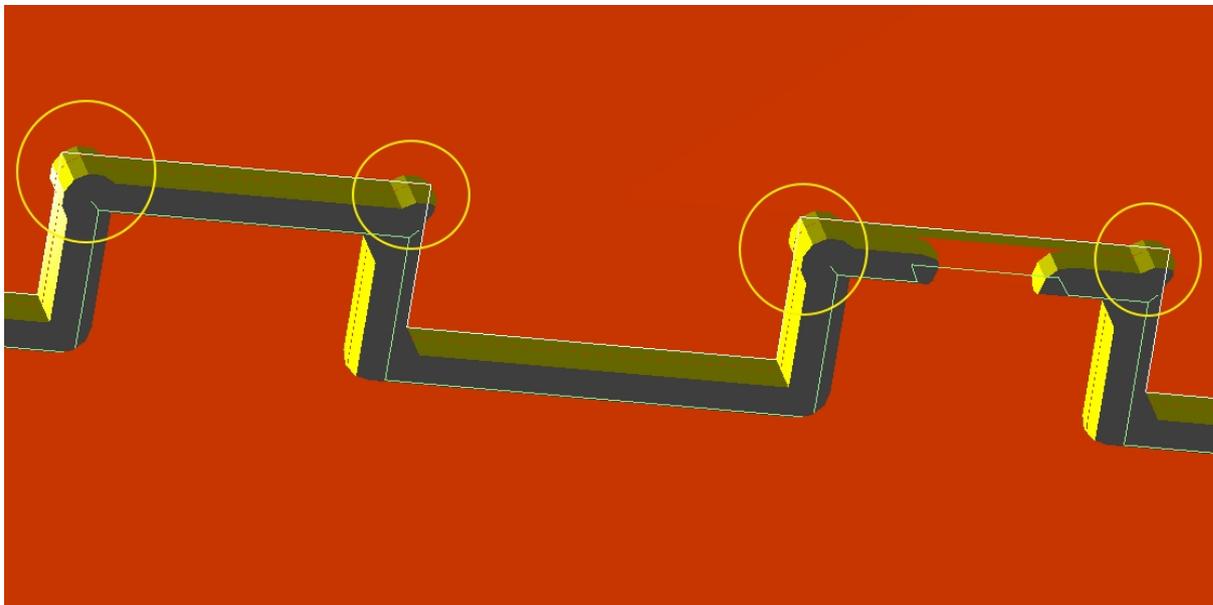


Abbildung 43: Check im 3D-Programm, ... passt :)

5.3 3. Projekt: Bitmaps bohren, die Smiley Brosche

Die Möglichkeit mit einer CNC-Fräse auch einfache Bohrungen durchzuführen, gerät sehr leicht in Vergessenheit. Den praktischen Nutzen des hier vorgestellte kleinen Projektes kann man sicherlich in Frage stellen, es beschreibt aber alle notwendigen Einstellungen, die man zum Bohren von Löchern (auch größeren) braucht. :)

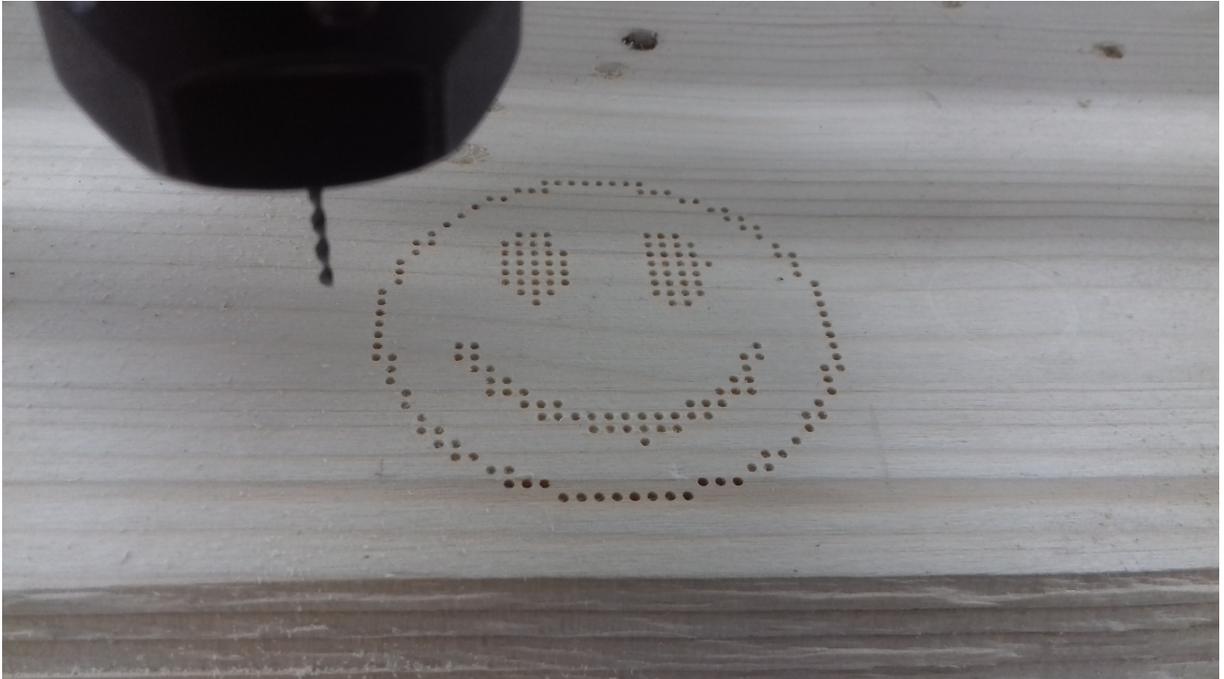


Abbildung 44: Ein einfacher Smiley Sticker

5.3.1 Bohrungen

Die Basis für eine Bohrung ist ein Kreis. Der Durchmesser des Kreises spielt dabei keine Rolle. Die Bohrung erfolgt immer im Zentrum des jeweiligen Kreises.

Um also z.B. ein Bohrschablone mit mehreren Bohrungen zu erstellen, benötigt man eine DXF- oder SVG Zeichnung mit Kreisen an den Stellen wo gebohrt werden soll.

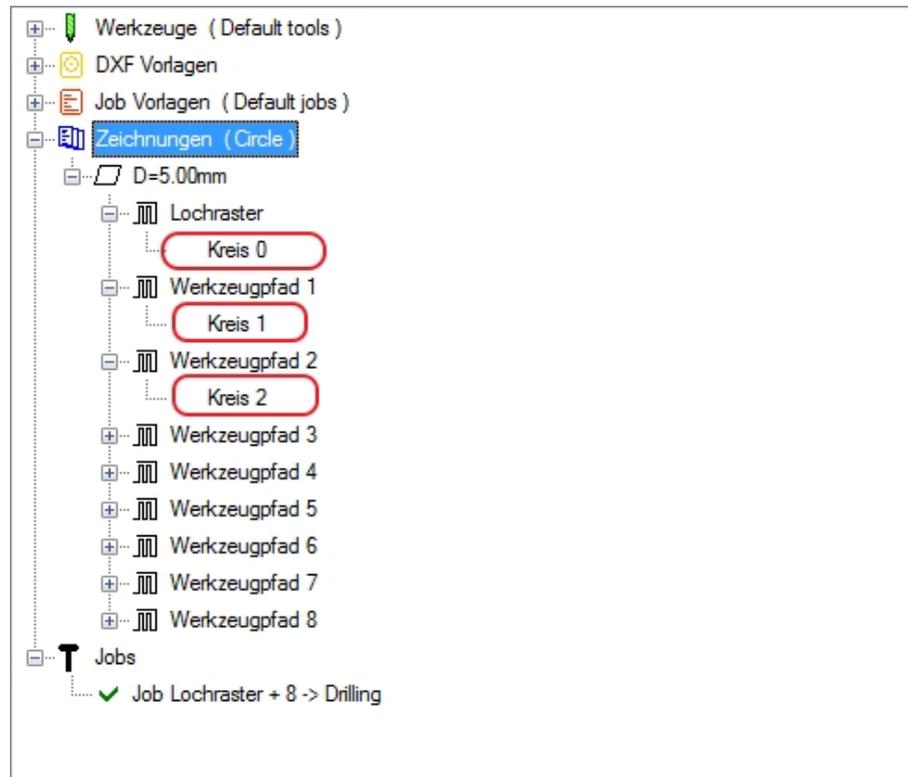


Abbildung 45: Überprüfung in der Baumansicht, ob die Pfade als Bohrung genutzt werden kann.

5.3.2 Bitmaps laden

Es gibt allerdings eine Besonderheit, die wir jetzt für unsere Projekt nutzen möchten. Beim Import von Bitmaps, entweder über die Menüfunktionen oder mit Hilfe von Drag&DRopp, werden weiße Pixel als 1mm Kreise interpretiert. Drückt man während des Import zusätzlich die SHIFT Taste, werden alle **nicht** weißen Pixel als Kreise geladen. Die Beispiel-Datei Smiley.bmp findet man im Verzeichnis C:\ProgramData\GrblGru\ExampleData\BMP

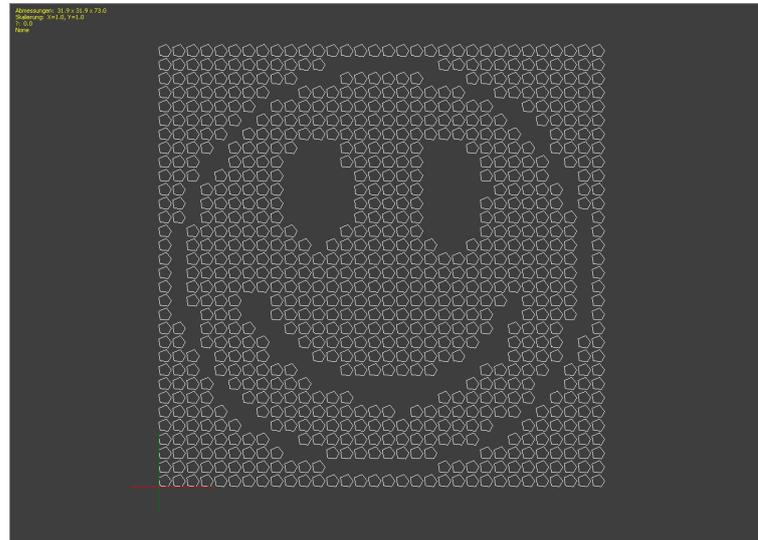


Abbildung 46: Das **ohne** Shift importierte BMP

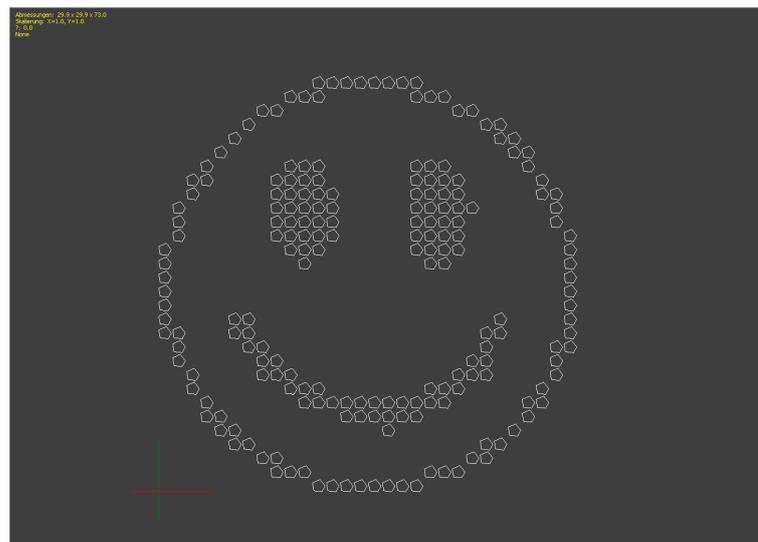


Abbildung 47: Das **mit** Shift importierte BMP

Wenn man die Abstände zwischen den einzelnen Bohrungen vergrößern / verkleinern oder mit einem anderen Bohrwerkzeug als einem 1mm Bohrer arbeiten möchte, kann man das Ganze entsprechend skalieren.

Zur Bearbeitung von Icons bzw. BMPs empfehle ich das kostenlose Programm **IcoFX**.

5.3.3 Die Betriebsart 'DRILL'

Zum Erstellen eines Jobs kann man die vorgefertigte Vorlage 'Drilling' verwenden, dessen wesentliches Merkmal die Betriebsart 'DRILL' ist.

1. Allgemein	
Betriebsart	DRILL
2. Prozess	
Zustelltiefe	POCKET
Zustellsumme	DRILL
Tauchvorschub	STYROCUT
Eilgang	DRAGKNIFE
Höhe Sicherheitsebene	THREAD
	CHAMFER
3. Spindel Steuerung	
Spindel Drehzahl	0
Spindel Richtung	CW
4. Werkzeug	
Werkzeug-Bezeichnung	drill bit 3mm

Abbildung 48: Betriebsart 'DRILL'

Die wichtigsten Parameter neben den Vorschüben sind die 'Zustelltiefe' (Tiefe der Einzelbohrung) und die 'Zustellsumme' (Endtiefe der Bohrung). Die restlichen Parameter sind selbsterklärend. Der Ablauf besteht darin eine Bohrung bis zu einer gewissen Tiefe durchzuführen und danach den Bohrer aus der Bohrung zu ziehen, um damit die Späne zu beseitigen. Danach wird der Vorgang so oft wiederholt bis die Endtiefe erreicht wird.

1. Allgemein	
Betriebsart	DRILL
2. Prozess	
Zustelltiefe	3
Zustellsumme	10
Tauchvorschub	100
Eilgang	2000
Höhe Sicherheitsebene	5
3. Spindel Steuerung	
Spindel Drehzahl	0
Spindel Richtung	CW
4. Werkzeug	
Werkzeug-Bezeichnung	drill bit 3mm

Abbildung 49: Parameter der Betriebsart Bohren

Zum Schluß hier noch die 3D-Ansicht des Prozesses. Die Anzeige der Werkzeugbahnen lassen sich mit dem Button **NC** einschalten. In Verbindung mit der Shift Taste werden auch die Wege des Werkzeugs auf der Sicherheitsebene dargestellt.

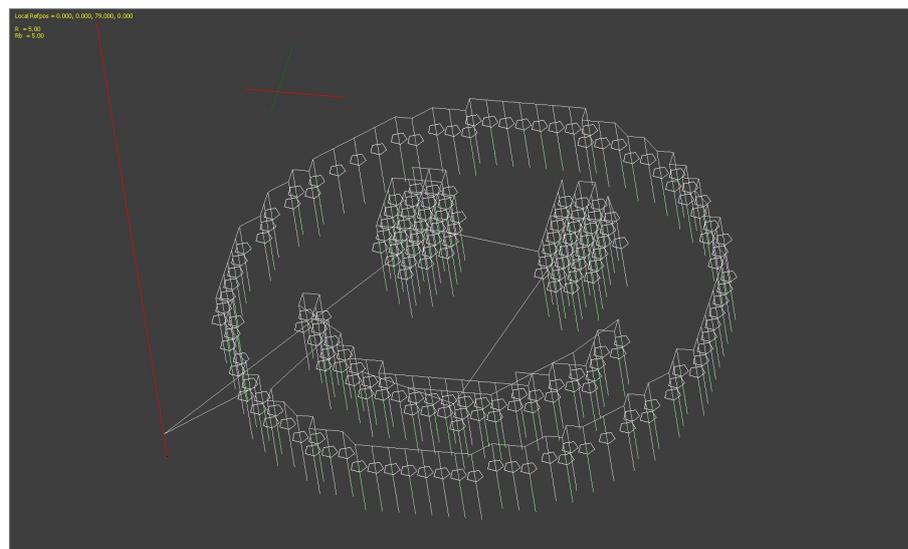


Abbildung 50: Bohren in der 3D-Ansicht

5.3.4 Import von KiCad Bohr Dateien

KiCad ist ein Open Source Softwaretool zum Erstellen von elektronischen Schaltplänen und PCB Layouts. Die Koordinaten der zu bohrenden Löcher werden in Dateien mit der Erweiterung. DRL gespeichert. Diese können einfach mit Drag&Drop geladen werden.

Tipp:

Die einfache Syntax der Datei kann genutzt werden, um Koordinaten aus anderes formatierten Dateien zu importieren.

Beispiel einer Bohrkoordinatendatei

```
M48
; DRILL file {KiCad (5.1.2)-1} date 16.06.2020 10:19:08
; FORMAT={-:/ absolute / metric / decimal}
; #@! TF.CreationDate,2020-06-16T10:19:08+02:00
; #@! TF.GenerationSoftware,Kicad,Pcbnew,(5.1.2)-1
FMAT,2
METRIC
T1C0.800
T2C0.900
T3C1.500
%\begin{verbatim}
```

```
G90
G05
T1
X65.95Y-84.25
X86.27Y-84.25
T2
X92.45Y-84.23
X94.99Y-84.23
T3
X65.98Y-61.87
X86.47Y-61.87
T0
M30
```

5.4 4. Projekt: Projektion auf eine Drehachse, die Wikinger-Schale

5.4.1 Voraussetzungen

Um den genauen Werkzeugpfad berechnen zu können, benötigt GrblGru die exakte Geometrie des Bauteils. Diese kann z.B. mit Hilfe eines selbstgebauten Taster abgescant werden. Siehe dazu auch ⁷

Dazu wird exakt über der Drehachse eine Reihe Messpunkte aufgenommen.

Während der Messung und auch beim Fräsen bewegen sich Taster und Werkzeug gleichzeitig. Um sicher zustellen, dass es keine Kollision gibt, entferne am besten das Werkzeug bei der Messung und den Taster beim Fräsen.

5.4.2 Offset des Messtasters

Damit man sich von den Verhältnissen auch bei der Simulation ein Bild machen kann, empfehle ich eine genaue Angabe der relativen Position des Messtaster-Ursprungs zum Werkzeug-Ursprung !

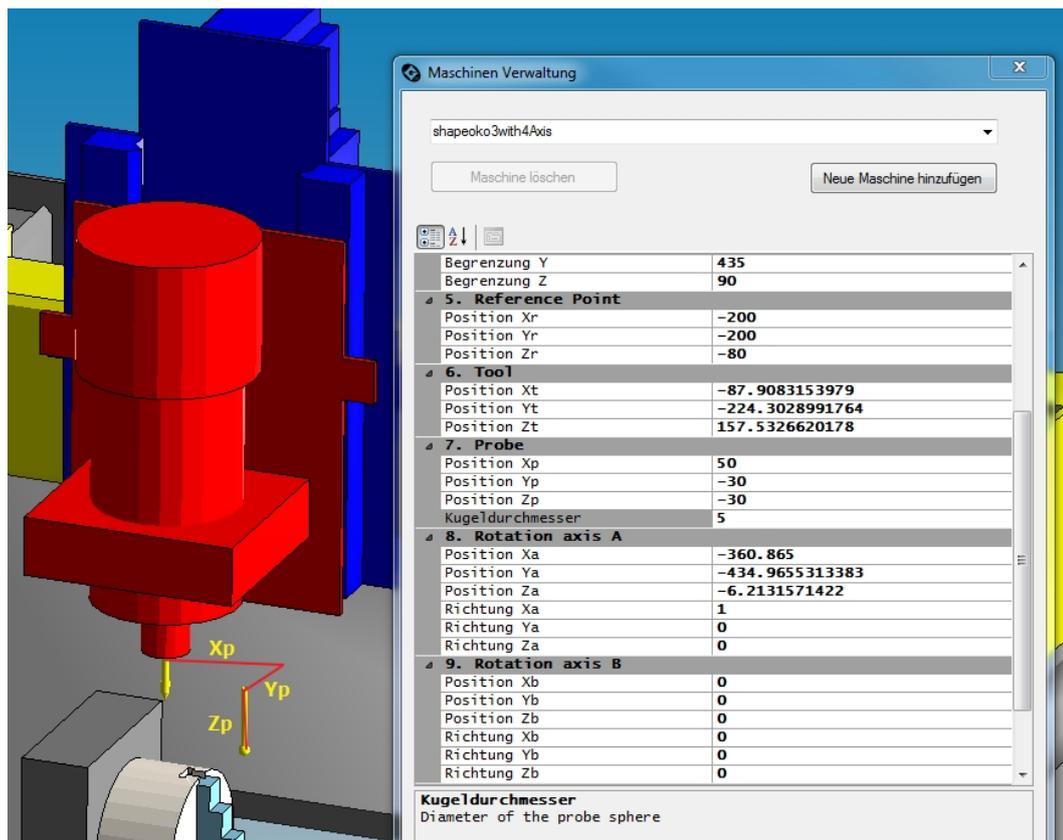


Abbildung 51: Offset des Messtasters

⁷Messen mit Hilfe der Funktion g38.2

5.4.3 Kalibrierung der Z-Achse

Damit man den Radius eines Bauteils (z.B. ein Zylinder) einer bestimmten Z-Position zuordnen kann ist ein Kalibriervorgang notwendig.

Im Hinblick auf die weiteren Aktionen ist es sinnvoll zuerst einmal den Startpunkt der Messreihe mit einem Bleistift zu markieren. Anschließend misst man an dieser Stelle den Radius mit einer Schieblehre und trägt diesen in das Eingabefeld 'Radius' in der 'Stock' Box ein.

Danach positioniert man den Messtaster auf diesen Punkt. Dieser muss exakt über der Mitte des Werkstücks liegen ! Anschließend wird die 'Referenz' Taste gedrückt.

Damit weiß GrblGru nun, dass die aktuelle Z-Position dem eingegebenen Radius entspricht.

5.4.4 Scannen des Werkstücks

1. Nachdem im Messdialog die notwendigen Eingaben gemacht (siehe Bilder) und die Messtaster-
spitze auf den Startpunkt positioniert wurde, können wir nun die Messung starten.

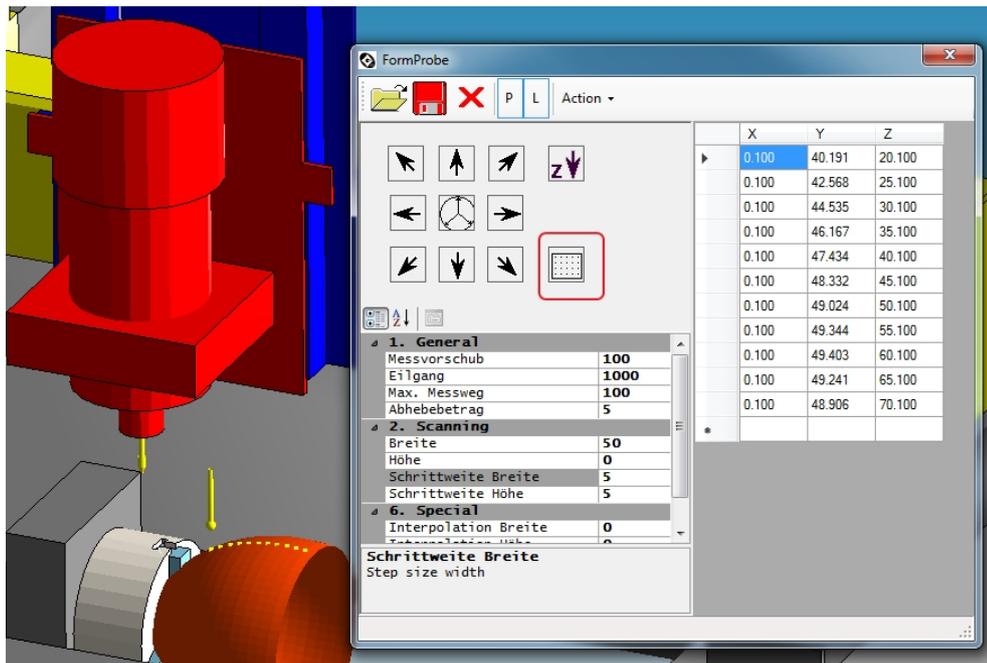


Abbildung 52: Scannen

2. Nach der Ausführung des Menüpunktes "Create STL" wird aus den vorhandenen Messpunkten
ein neues STL Objekt erzeugt, das im Weiteren für die Projektion genutzt werden kann.

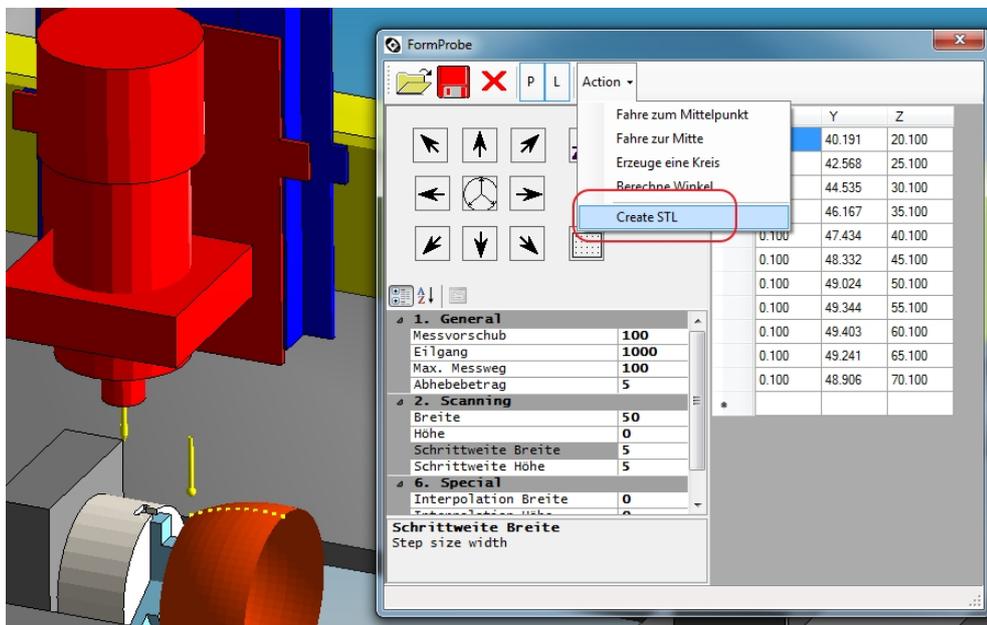


Abbildung 53: Das neue STL-Objekt aus den Messpunkten

5.4.5 Skizze laden, skalieren und positionieren

1. Der Messtaster wird nun nicht mehr benötigt. Wenn möglich entferne ihn besser, damit er während des Fräsens nicht stört. Beende den Mess-Dialog und positioniere das Werkzeug in den markierten Startpunkt der Messreihe. Die Höhe ist nicht wichtig.

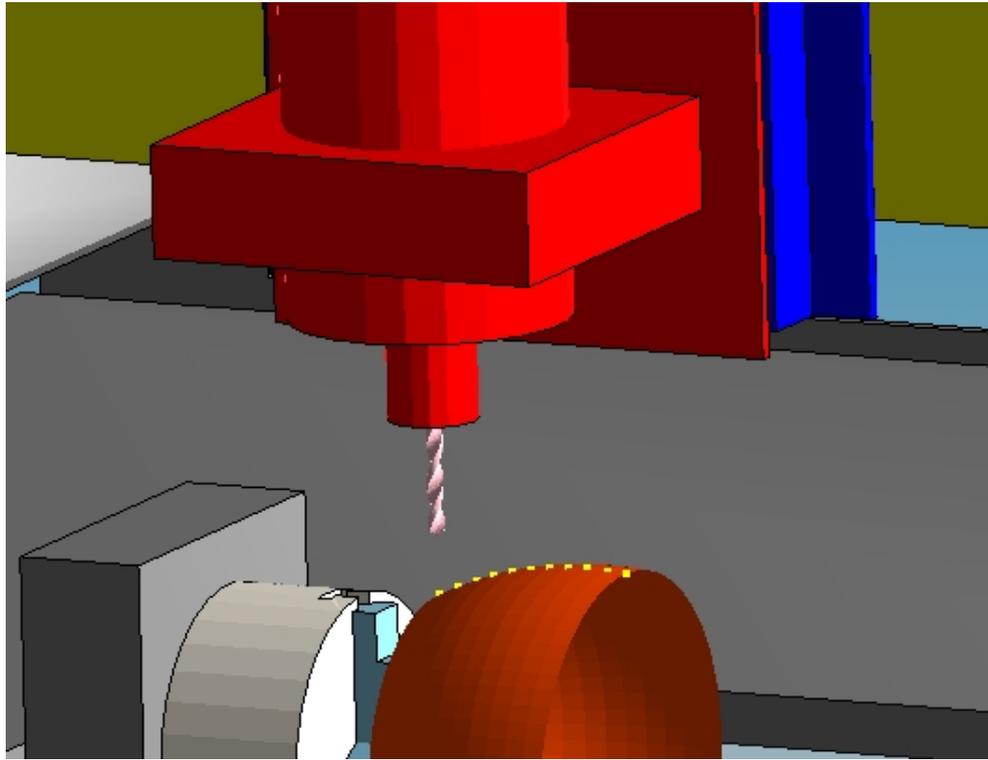


Abbildung 54: Werkzeug im Startpunkt

2. Lade nun eine DXF- oder SVG-Skizze und positioniere und skaliere sie **NUR** mit dem 2D Daten Manipulations-Dialog. Die Achsen X,Y, und Z dürfen **NICHT** verstellt werden !

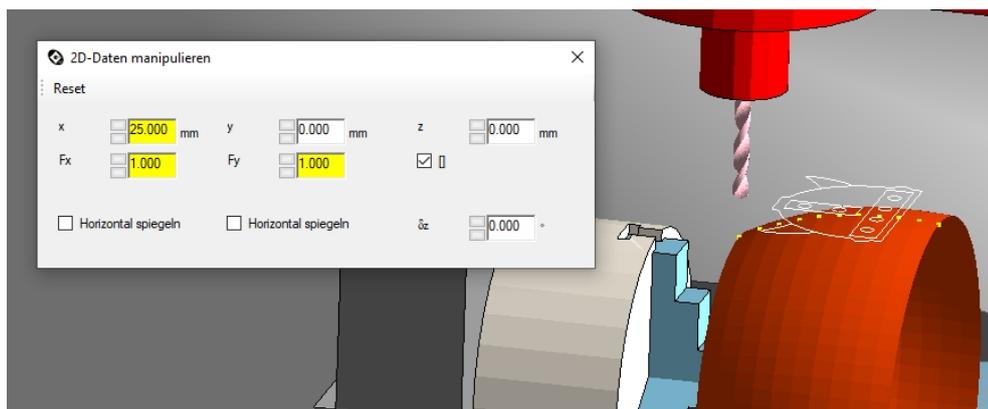


Abbildung 55: Skalieren und positionieren der Skizze

Zur besseren Positionierung kannst du auch die Maschinenteile mit dem Toolbar Button 'M' ausblenden und von oben (kleiner Toolbar Button) auf das Werkstück schauen.

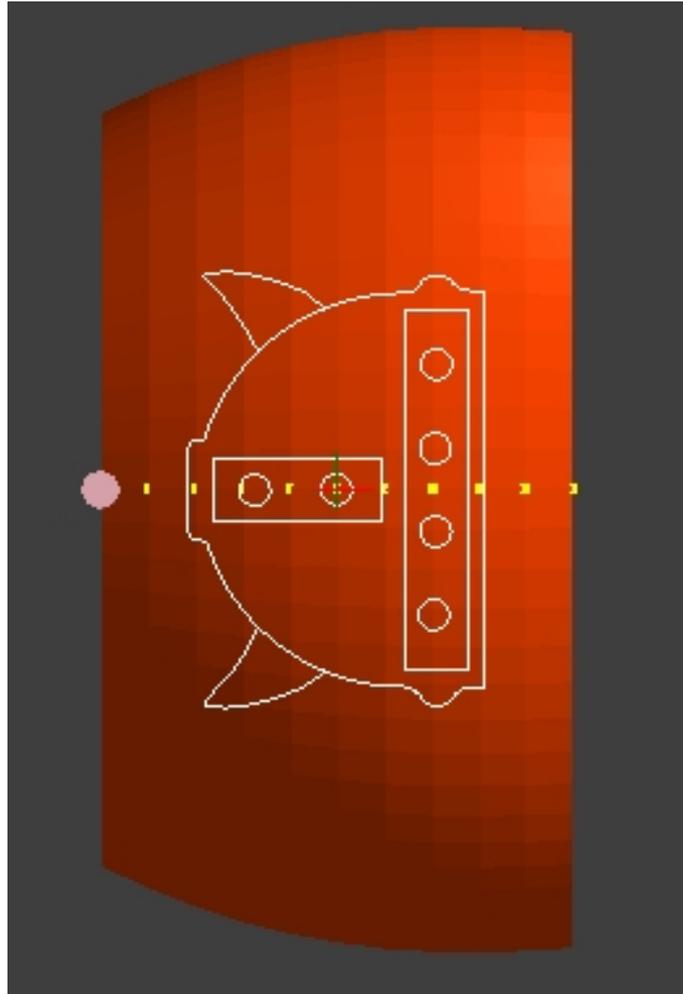


Abbildung 56: Ansicht von oben

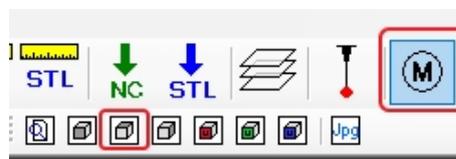


Abbildung 57: Die Buttons, um senkrecht von oben zu schauen

5.4.6 Job erstellen und los geht's

3. Gehe nun auf die 2D Ansicht, markiere die zu fräsenden Pfade und erstelle einen Projektions-Job.

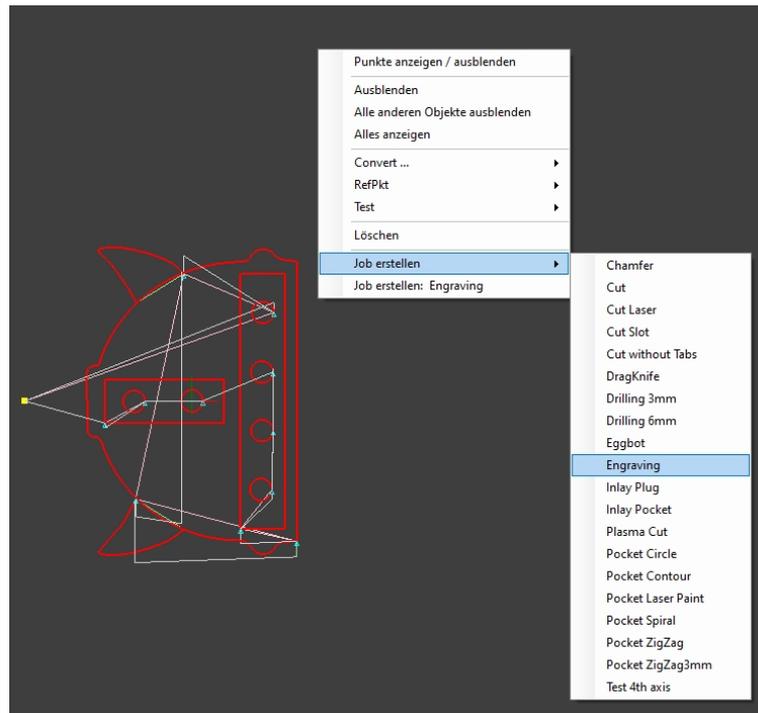


Abbildung 58: Job Erstellung über das rechte Maus Context Menü

▼ 1. Allgemein	
Betriebsart	CUT
Transformation	PROJECTION
▼ 2. Art des Werkzeugs	
Art des Werkzeugs	SPINDLE
Spindel Drehzahl	500
Spindel Richtung	CW
▼ 3. Prozess	
Zustelltiefe	0
Zustellsumme	0
Tauchvorschub	100
Fräsvorschub	800
Eilgang	2000
Höhe Sicherheitsebene	5
Fräser Richtung	CCW
▼ 4. Werkzeug	
Fräser-Radius-Korrektur	NONE
Typ der Fräser-Radius-Korrektur	NORMAL
Werkzeug-Bezeichnung	v-carve 3.175mm 60 grad
▼ 5. Brücken (Stege)	
Anzahl der Brücken	0
Länge	5
Höhe	2.5
Brücken Typ	SQUARE
▼ 6. Sonder	
Ecken tiefer fräsen	Nein
Offset	0

Abbildung 59: Beispiel eine Projektions-Job

4. Zurück in der 3D-Ansicht kann man sehen wie der grüne Werkzeugpfad auf das Werkstück projiziert wurde.

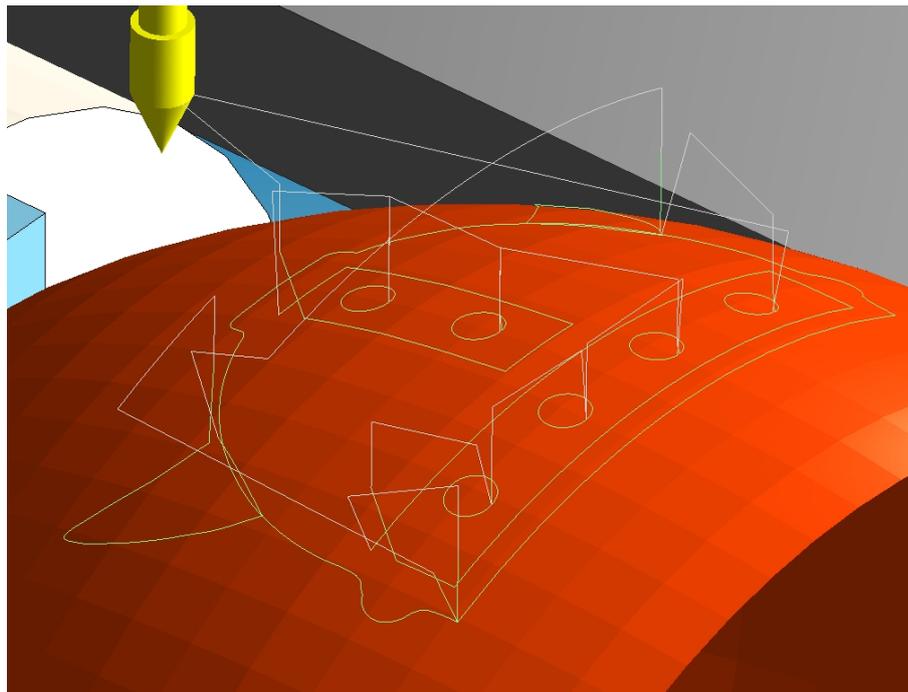


Abbildung 60: Der Werkzeugpfad

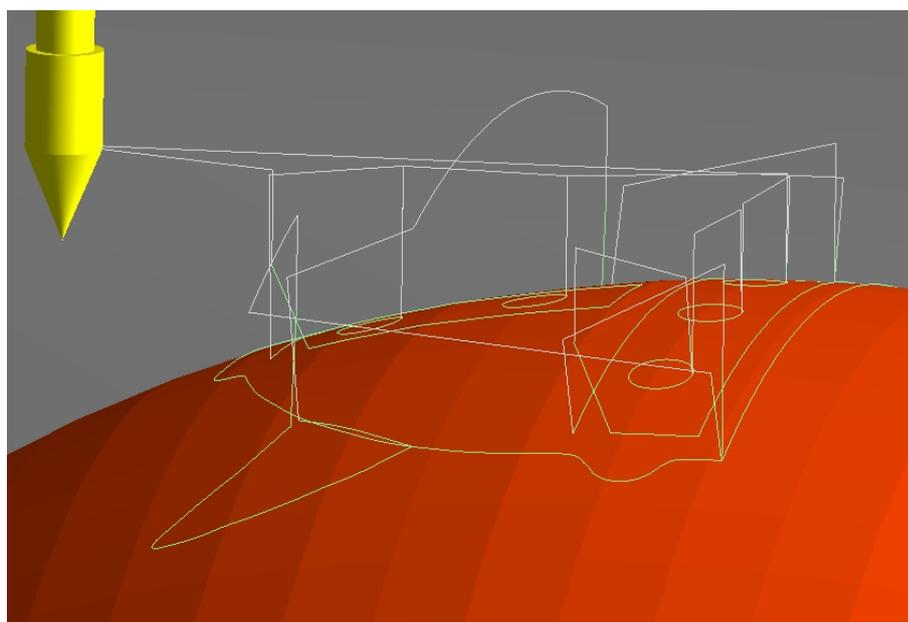


Abbildung 61: Der Werkzeugpfad

Bleibt nur noch die Spindel einzuschalten und den Start Knopf zu drücken. :)

6 Details zu folgenden Themen

Die folgenden Kapitel sind eine ungeordnete Ansammlung von Beschreibungen zu bestimmten Themen.

6.1 3D Grafik

Um es direkt vorweg zu nehmen. Für diejenigen, die sich bisher noch nie mit 3D-Grafiken beschäftigt haben, wird es zu Beginn ein bisschen heftig. Aber ich verspreche euch, dass ihr nach kurzer Eingewöhnungszeit das Ganze nicht mehr missen wollt. Es macht schon Spaß die Grafik zu beherrschen und man sieht einfach deutlich mehr als im Zweidimensionalen :)

Kommandos zur Steuerung der Ansicht

- **Zeige alles** , **Ansicht von vorne** , **oben**  und **von der Seite** 
Benutze die kleine Werkzeugleiste über dem Grafik-Fenster
- **Zoom Fenster**
Drücke die linke Maustaste und ziehe ein Fenster von oben/links nach unten/rechts auf. Lasse die Taste los.
- **Pan = Grafik verschieben**
Halte die mittlere Maustaste gedrückt und verschiebe die Maus.
- **Zoom = vergrößern / verkleinern**
Benutze das Mausrad
- **Orbit = Ansicht ändern**
Halte die rechte Maustaste gedrückt und verschiebe die Maus
- **Mittelpunkt der Grafik auswählen**
Ein Doppelklick mit der linken Maustaste auf einen Knotenpunkt der Grafik setzt diesen Punkt als Drehpunkt der Orbit Funktion in die Mitte des Bildschirms.

Oben stehende Liste kann im Grafik-Fenster mit Hilfe des  Button aus der Werkzeugleiste ein/ausgeblendet werden. Siehe auch 'Schnelle Hilfe Anzeige'

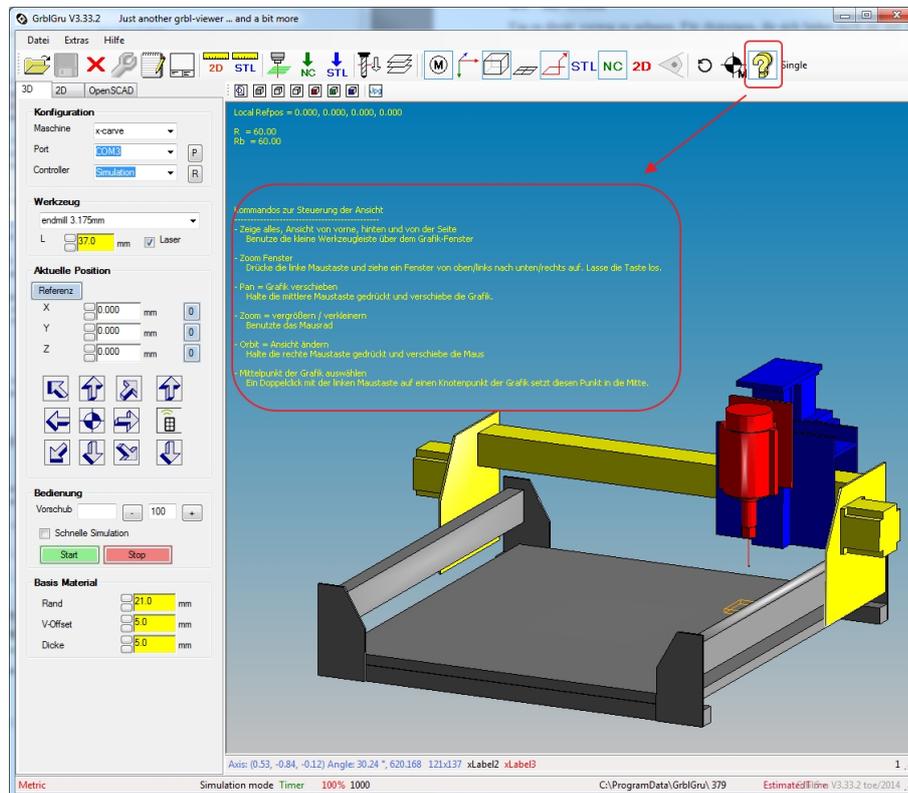


Abbildung 62: Schnelle Hilfe zu den Grafik Funktionen

6.2 Geometriedaten modifizieren und neu positionieren

Es kommt relativ häufig vor, dass in der Werkstatt die Geometrie einer geladener DXF oder SVG Datei einfach nicht auf das real vorhandene Brett passt. In diesem Fall ist es sehr hilfreich, wenn man ein Teil mal eben drehen und ein bisschen anders positionieren kann.

GrblGru bietet aus an anderer Stelle beschriebenen Gründen keinen eigenen Editor, um Geometriedaten einzugeben. Es besteht aber die Möglichkeit eingelesene Daten zu modifizieren. Dies geschieht über den Menüpunkt 'Editor öffnen' des rechte Maus Kontext-Menüs in der 2D-Ansicht.

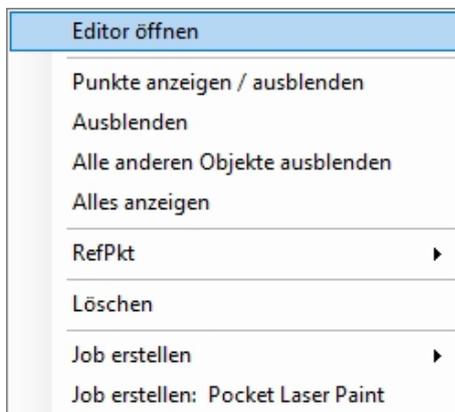


Abbildung 63: Das Kontext Menü nach einem Klick mit der rechten Maustaste im 2D-Grafik Fenster

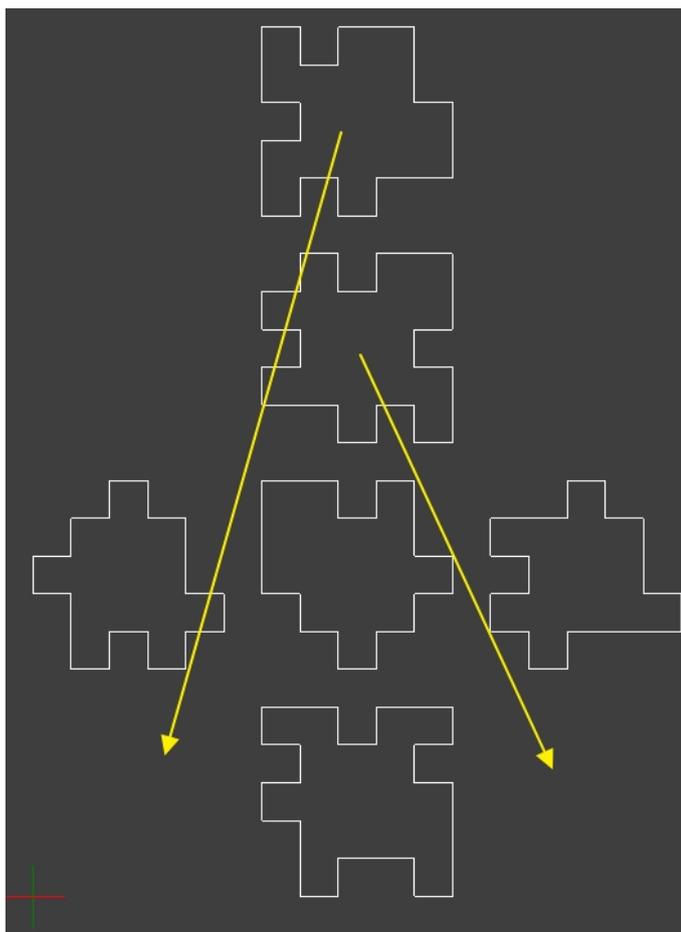


Abbildung 64: Ungünstige Positionierung der einzelnen Objekte

Das Beispiel zeigt zwar sehr schön wie die Puzzle Teile zusammengehören. Wenn man aber die beiden Teile nach unten verschieben könnte, würde man weniger Material benötigen.

Um ein Teil zu verschieben, markiert man zuerst das Teil (Farbe ändert sich in rot), dann clickt man mit der rechten Maustaste irgendwo im Fenster. Es erscheint das Kontext Menü. Nun kann man den Menüpunkt 'Editor öffnen' aktivieren.

Danach clickt man mit der linken Maustaste auf das Kreuz in der Mitte des Teils (Taste gedrückt halten) und zieht es auf die neue Position.

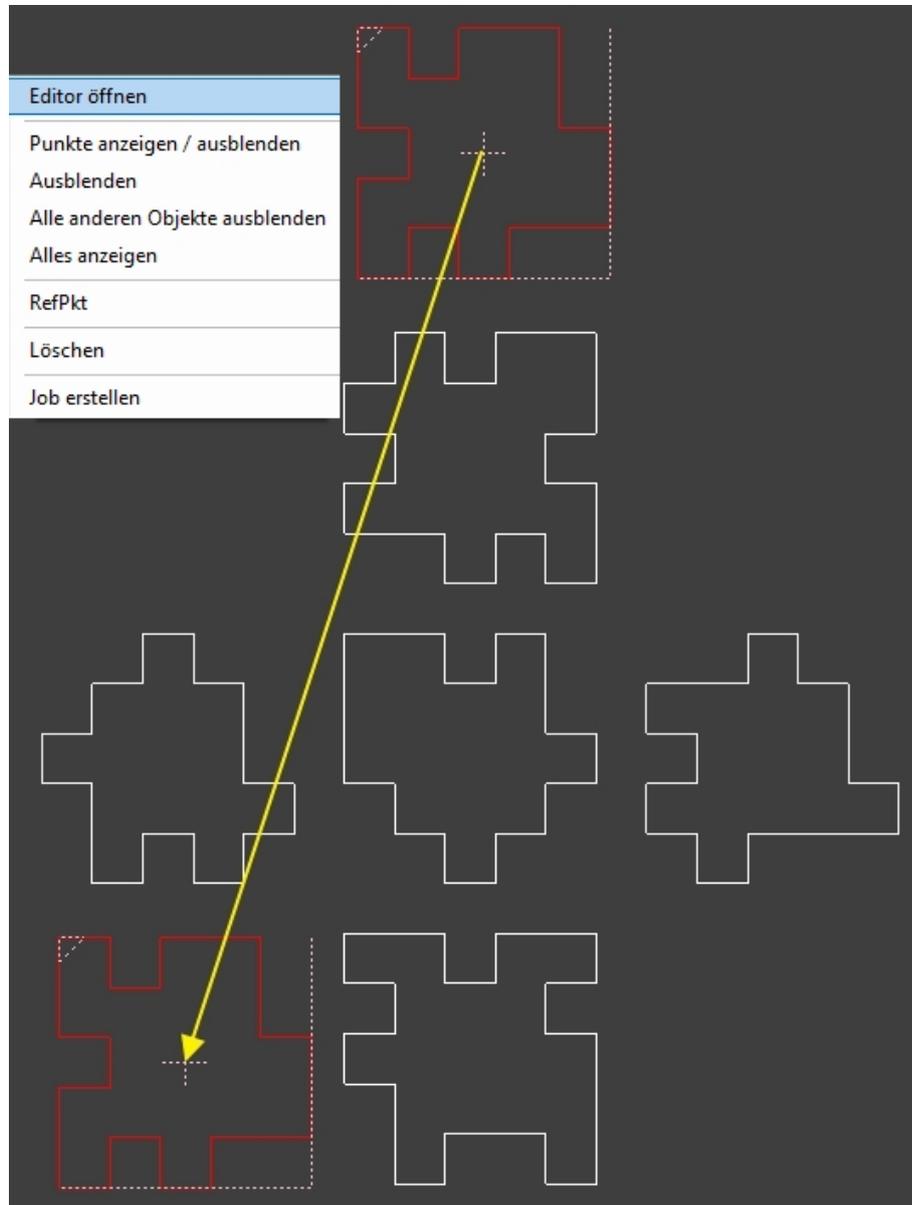


Abbildung 65: Verschieben von Objekten

Anschließend markiert man das 2. Teil und wiederholt den Vorgang.

Neben dem Verschieben von Objekten bietet die Editor Betriebsart noch die Möglichkeit Objekte zu drehen und zu skalieren.

Je nach dem an welcher gestrichelten Linie man das Objekt anfasst, wird geschoben, skaliert oder gedreht. Die nachfolgende Skizze veranschaulicht noch einmal die 3 Betriebsarten an dem 'Moon.svg' Objekt aus den Beispielen.

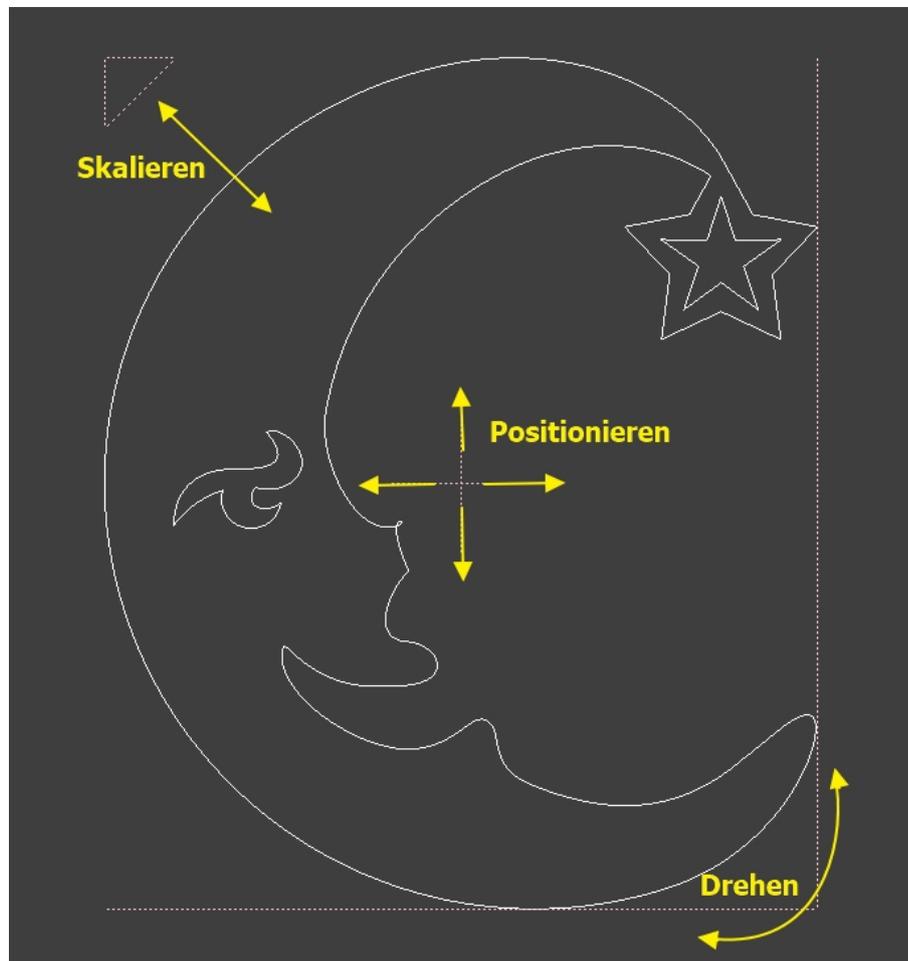


Abbildung 66: Die 3 Betriebsarten

6.3 Möglichkeiten um Geometriedaten zu laden

Der *GrblGru* CAM Prozessor benötigt als Basis seiner Berechnungen zuerst einmal 2D-Geometriedaten. Diese können sowohl im **DXF**- als auch im **SVG**-Format eingelesen werden.

Dabei kann das Einlesen auf mehrere verschiedenen Weise erfolgen:

6.3.1 Über das Menü

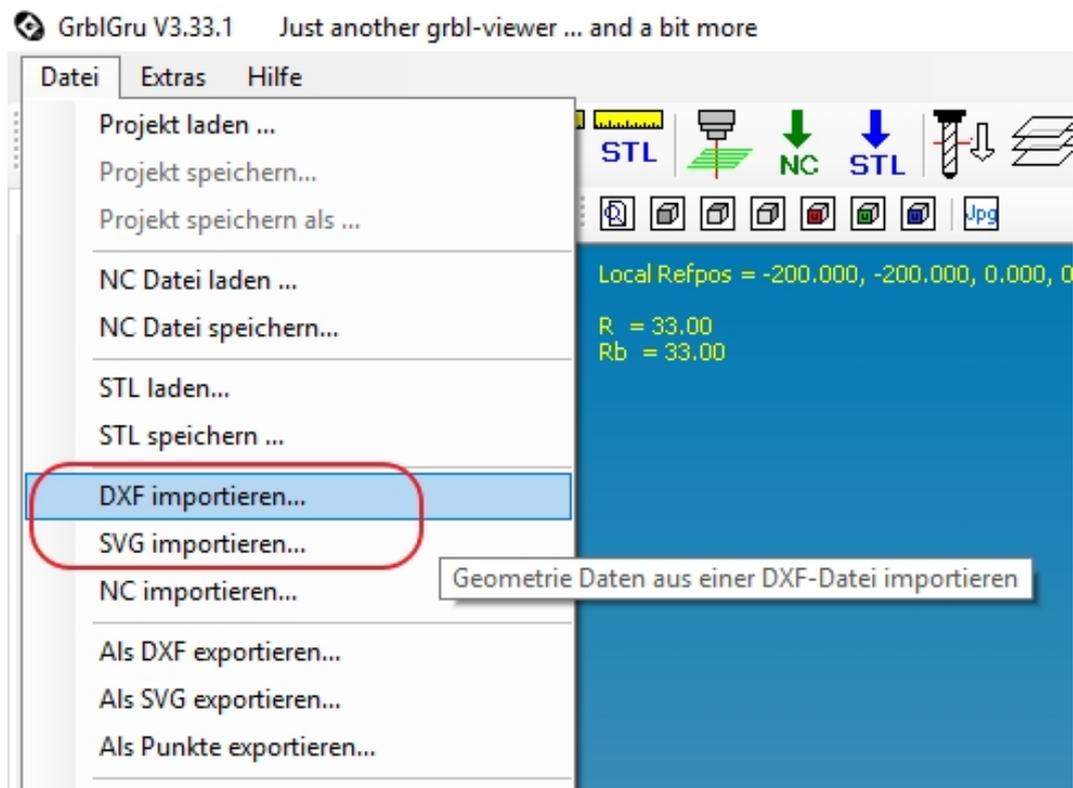


Abbildung 67: Laden der Geometriedaten über das Menü

6.3.2 Mit Drag & Drop

Eine sehr bequeme Art des Einlesens besteht darin die Dateien einfach mittels **Drag & Drop** zu laden. Dabei klickt man die zu ladene Datei im Explorer mit der linken Maus an, zieht sie auf das *GrblGru* Grafikfenster und lässt dort die Maustaste wieder los.

6.3.3 Durch Auswahl in der Dateienliste

Für schon einmal geladene Dateien gibt es noch die Möglichkeit die **aktuellen Dateienliste**, im Menü **Datei** zu nutzen.

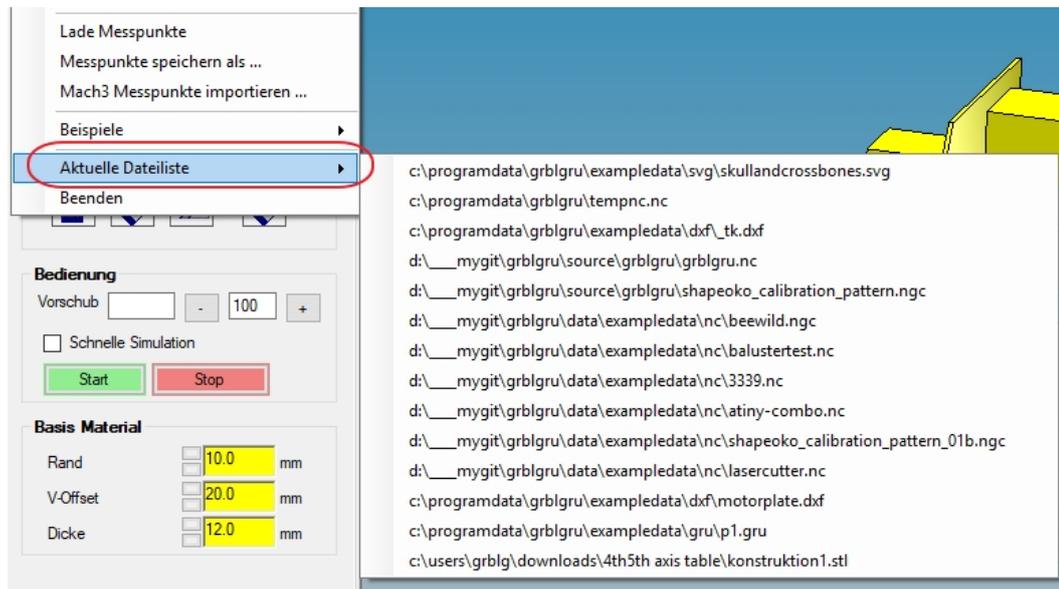


Abbildung 68: Laden der Geometriedaten aus der Liste der zuletzt geöffneten Dateien

6.3.4 Mit Hot-Key

Zu guter Letzt gibt es für die zuletzt geladenen Daten noch die Möglichkeit diese mit Hilfe von Hotkey-Tasten zu reaktivieren. Ausgangsposition ist dabei immer der 1. Button in der Werkzeugleiste oben

links. Mit diesem Button  in Kombination mit der ALT, SHIFT oder STRG Taste kann man die unterschiedlichen Daten schnell wieder herstellen. Der Tooltip, der immer dann erscheint, wenn man mit der Maus über den Button 'schwebt' gibt eine Anzeige aus, welche Taste für welche Daten notwendig ist.



Abbildung 69: Laden der Geometriedaten über Sondertasten

Leider existieren eine Menge verschiedene DXF und auch SVG Formate. So kann es gelegentlich vorkommen, dass *GrblGru* eine Datei nicht vollständig einliest. Bei vielen DXF-Editoren kann man beim Speichern verschiedene Optionen bzw. Versionen angeben. Falls es also einmal Probleme geben sollte, versucht zuerst einmal eine andere Einstellung. Wenn das nicht zum Erfolg führt, schickt mir bitte eure DXF bzw. SVG Datei damit ich sehen kann woran es liegt.

GrblGru stellt keinen Editor zum Erstellen oder Ändern der Geometriedaten zur Verfügung. Ich bin der Meinung, dass 90% der Anwender bereits 'ihren' eigenen Liebling 2D-Editor haben, auf den sie sich eingestellt haben und den sie sicher bedienen können. Denjenigen, die noch keinen Editor gefunden haben, empfehle ich das kostenlose Programm **Inkscape**.

6.4 Möglichkeiten um Jobs zu erzeugen

Es existieren eine Reihe Möglichkeiten Jobs zu erzeugen. Je nach dem was man gerade macht, ist die eine oder andere Methode günstiger.

6.4.1 In der Baumansicht: Zeichnung

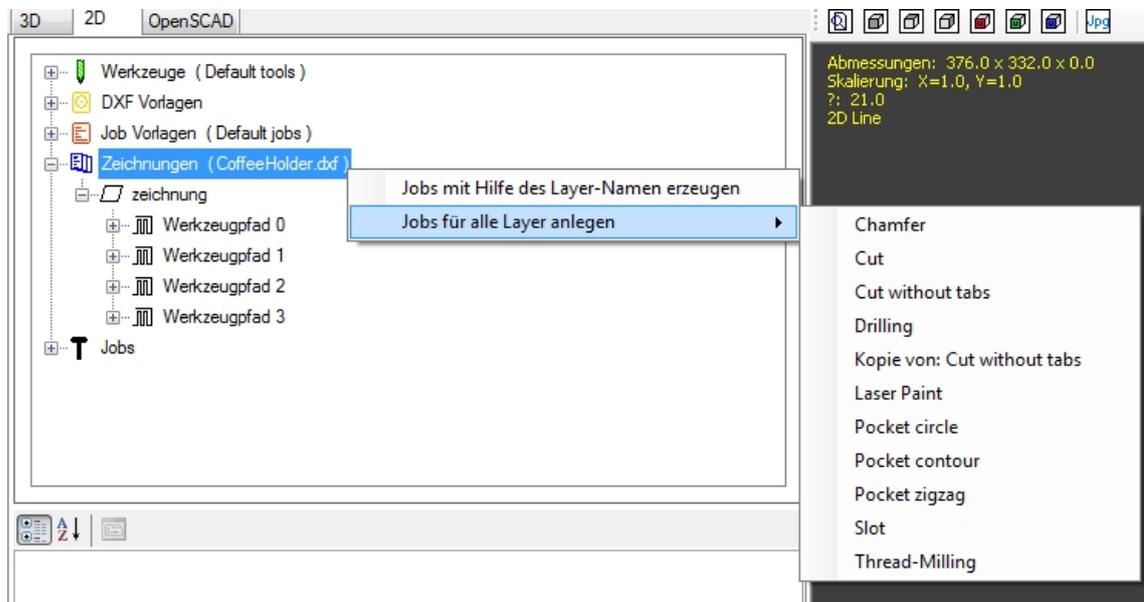


Abbildung 70: Gemeinsamer Job für die gesamten Geometriedaten

Hier werden alle Geometriedaten aus allen Layern mit einem Job versehen. Das ist z.B. oft der Fall wenn man eine Zeichnung mit vielen kleinen Teile hat, die einfach nur ausgeschnitten werden müssen.

6.4.2 In der Baumansicht: Werkzeugpfad

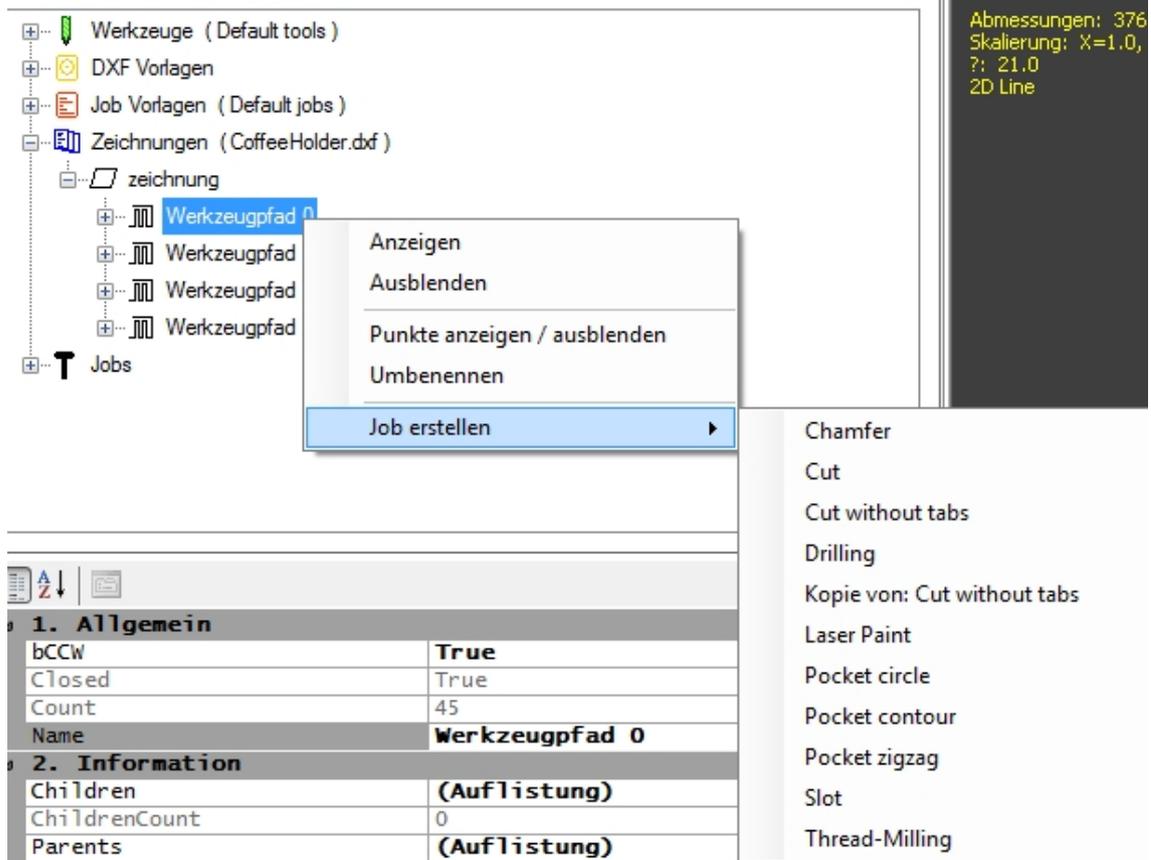


Abbildung 71: Job für Geometriedaten eines Layers

Hier werden alle Geometriedaten aus allen Layern mit einem Job versehen. Beim Anklicken des Werkzeugpfades werden parallel im Grafikfenster die entsprechenden Bereich rot markiert.

6.4.3 In der Baumansicht: Layer-Namen

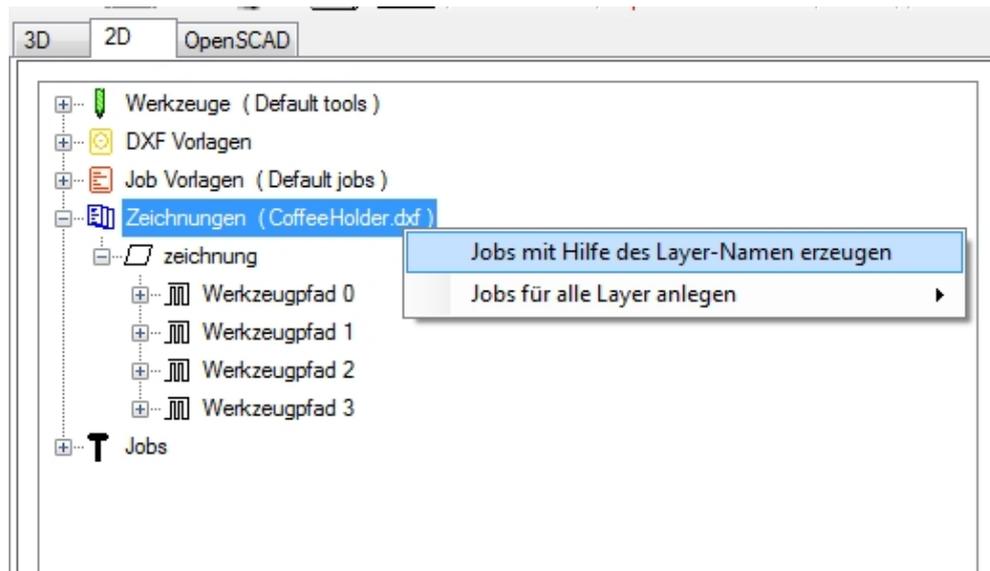


Abbildung 72: Job für Geometriedaten eines Layers

Ein äußerst effektive Methode für faule Leute (wie mich). Hier werden automatisch Jobs anhand der verwendeten Layernamen vergeben.

Nehmen wir an ihr habt des öfteren ähnliche Aufgabenstellungen. Es gibt Teile, die ausgeschnitten werden müssen, Bereiche in denen Taschen gefräst werden müssen und Stellen, an denen gebohrt werden muss. Dazu habt ihr euch die Vorlagen 'Cut', 'Tasche' und 'Bohrung' erstellt, die ihr nun den einzelnen Bereichen der Grafik zuordnen müsst. Wenn man dies sehr oft machen muss, liegt es nahe diese Verknüpfung bereits bei der Konstruktion im 2D-Editor durchzuführen. Bei allen 2D-Editoren gibt es die Möglichkeit auf verschiedenen Layern zu zeichnen und diese auch zu benennen. Vergebt ihr nun euren Layern die Namen eurer Vorlagen, wird *GrblGru* daraus automatisch entsprechende Jobs anlegen.

6.4.4 Im Grafikfenster: Fenster aufziehen

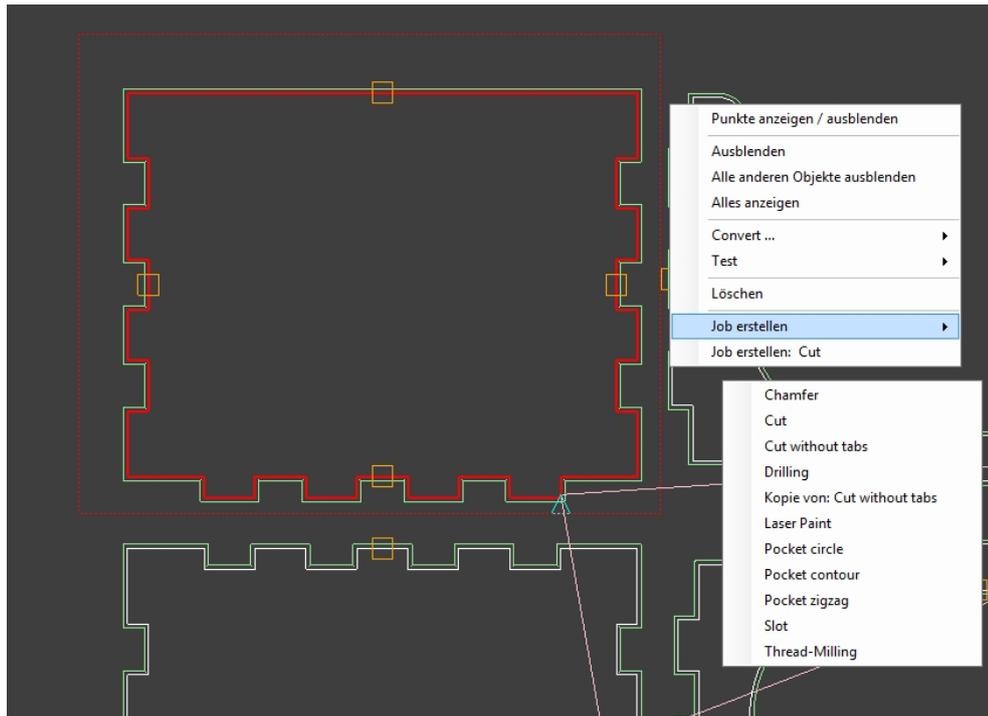


Abbildung 73: Markieren eine Bereichs mit Fenster

Mit der linken Maustaste kann man ein Fenster aufziehen. Die sich darin befindlichen Pfade werden rot markiert. Ein anschließender Klick mit der rechten Maustaste öffnet ein Kontextmenü zum Anlegen eines Jobs.

6.4.5 Im Grafikfenster: Pfade anklicken

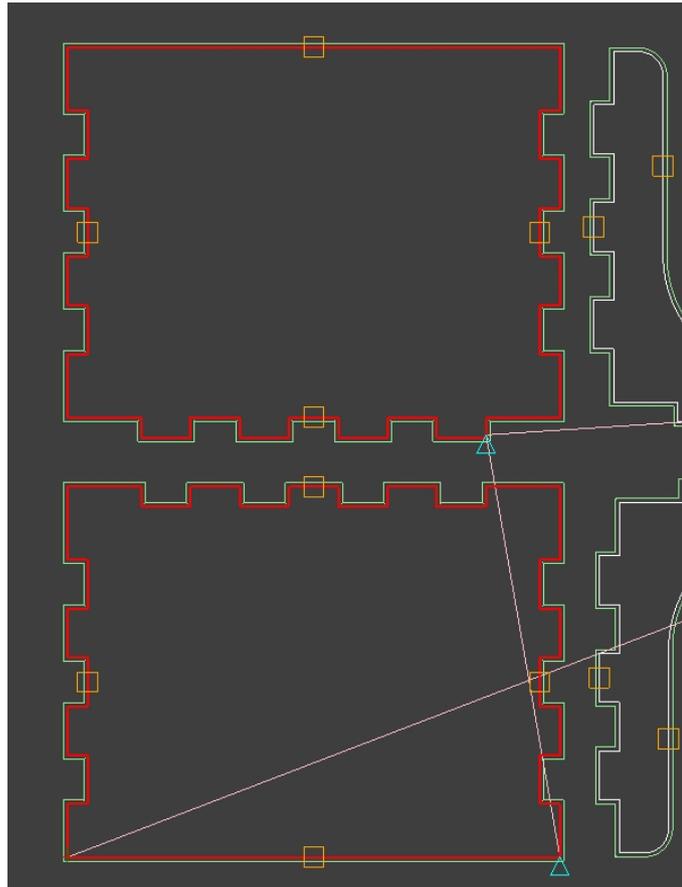


Abbildung 74: Direkte Auswählen mehrere Pfade

Mit der linken Maustaste können Pfade direkt angewählt werden. Sollen mehrere Pfade selektiert werden, drückt man zusätzlich die STRG-Taste. Angewählte Pfade werden rot markiert. Ein anschließender Klick mit der rechten Maustaste öffnet auch hier wieder ein Kontextmenü zum Anlegen eines Jobs.

6.4.6 Zuletzt gewählter Job

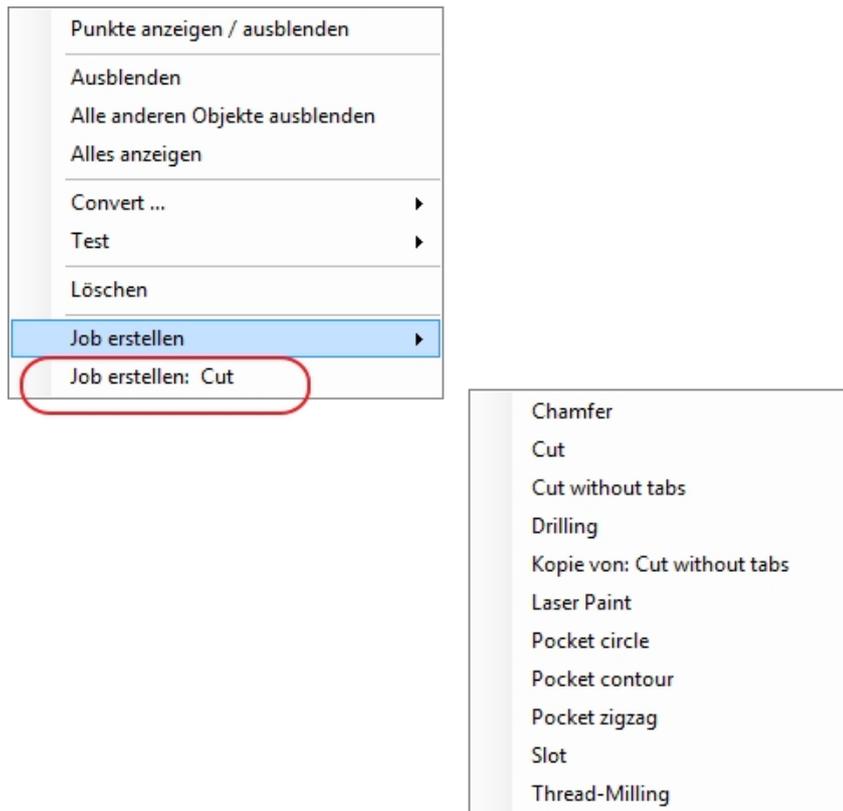


Abbildung 75: Schnellauswahl des zuletzt genutzten Jobs

Im Dialog des Kontextmenüs wird der zuletzt angewählte Job in der letzten Zeile als Schnellauswahl zur Verfügung gestellt. Das erspart einem die Auswahl im 2. Dialog wenn man hintereinander den gleichen Job auswählen möchte.

6.5 Möglichkeiten um Elemente in der 2D-Ansicht zu markieren

Um den Objekten einer geladenen DXF-Datei einen Prozess zuzuordnen (Job anlegen), muss man die Möglichkeit haben einzelne Objekte auszuwählen. Grundsätzlich kann man das entweder in der Baumansicht oder in der 2D-Grafik machen. Zwischen diesen beiden besteht eine Wechselwirkung. Markiert man z.B. einen Pfad in der Grafik, wird auch der entsprechende Zweig in der Baumansicht markiert. Ebenso wird z.B. ein in der Baumansicht markierter Kreis sofort auch in der Grafik markiert.

Bevor ich zu den verschiedenen Möglichkeiten der Markierung komme, möchte ich zuvor die beiden dafür notwendigen Begriffe klären.

- **Element**

Als Element bezeichne ich eine Linie, einen Bogen, einen Kreis, einen Bogen usw.

- **Pfad**

Als Pfad bezeichne ich einen Linienzug, bestehend aus n aneinanderstoßenden Elementen. Das bedeutet, dass zwischen 2 Elementen kein Loch vorhanden ist. Wenn das Ende eines Pfades mit dem Anfang verbunden ist, spreche ich von einem **geschlossenen Pfad**.

Die Auswahl im Grafikenster erfolgt durch Anklicken mit der linken Maustaste im Zusammenhang mit den 3 Sondertasten SHIFT, STRG und ALT.

- **Keine Sondertaste gedrückt**

Ein Klick auf ein Element markiert den kompletten Pfad, in dem sich das Element befindet. Die Markierung aller anderen Pfade und Elemente werden gelöscht.

- **STRG Taste gedrückt**

Ein Klick auf ein Element wechselt die Markierung des kompletten Pfad, in dem sich das Element befindet. Das bedeutet, dass die Markierung eines zuvor markierter Pfades gelöscht wird und ein nichtmarkierter nun markiert wird.

Alle zuvor markierten Pfade behalten ihren Zustand !

- **ALT Taste gedrückt**

Hierbei werden nicht die komplette Pfade, sondern nur die einzelnen angeklickten Elemente markiert. Die Markierung aller anderen Pfade und Elemente werden gelöscht.

- **ALT- und STRG Taste gedrückt**

Ein Klick auf ein Element wechselt die Markierung des selektierten Elements. Das bedeutet, dass die Markierung eines zuvor markierter Elements gelöscht wird und ein nichtmarkiertes nun markiert wird.

Alle zuvor markierten Elemente behalten ihren Zustand !

Das hört sich vielleicht auf dem ersten Blick schwierig an, ist es aber nicht.

Bei Elementen verwendet man die ALT-Taste, bei Pfaden nicht. Will man Elemente oder Pfade sammeln verwendet man STRG. (wie beim Markieren im Explorer)

6.6 DXF Vorlagen

DXF Vorlagen sind parametrierbare Generatoren für DXF Zeichnungen. ES gibt sehr einfache Vorlagen wie z.B. der Rechteck-Generator, der nach Eingabe der Parameter Breite, Höhe und Radius eine Zeichnung von einem abgerundeten Rechtecke erzeugt. Es gibt aber auch z.B. eine Stirnrad-Vorlage, die ein komplexes Zahnrad generiert.

Bei jeder Änderung der Werte im Eigenschaftsfenster erfolgt sofort eine entsprechende Änderung der grafischen Anzeige. Probiert es einfach mal aus.

Im Folgenden seien die z.Z. vorhandenen Vorlagen kurz aufgelistet:

- Rechteck
- Dreieck
- Ellipse
- Lochraster
- Stirnrad
- Box
- Lochkreisrechner
- Kernloch Herstellung
- Puzzle Box
- Mäander

6.6.1 Rechteck

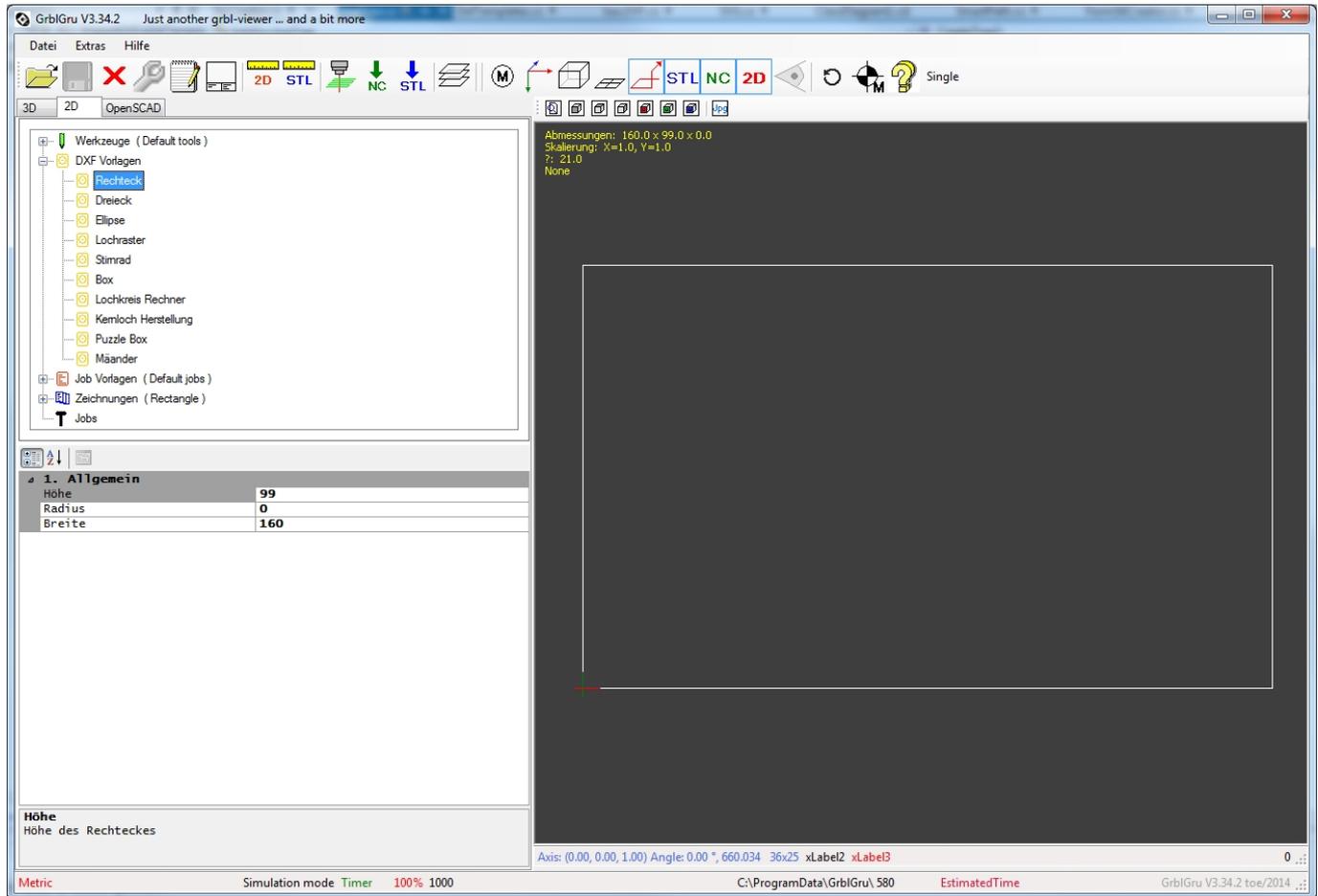


Abbildung 76: Vorlage Rechteck

Einfache Vorlage um z.B. ein Teil auszuschneiden oder um eine Tasche zu fräsen.

6.6.2 Dreieck

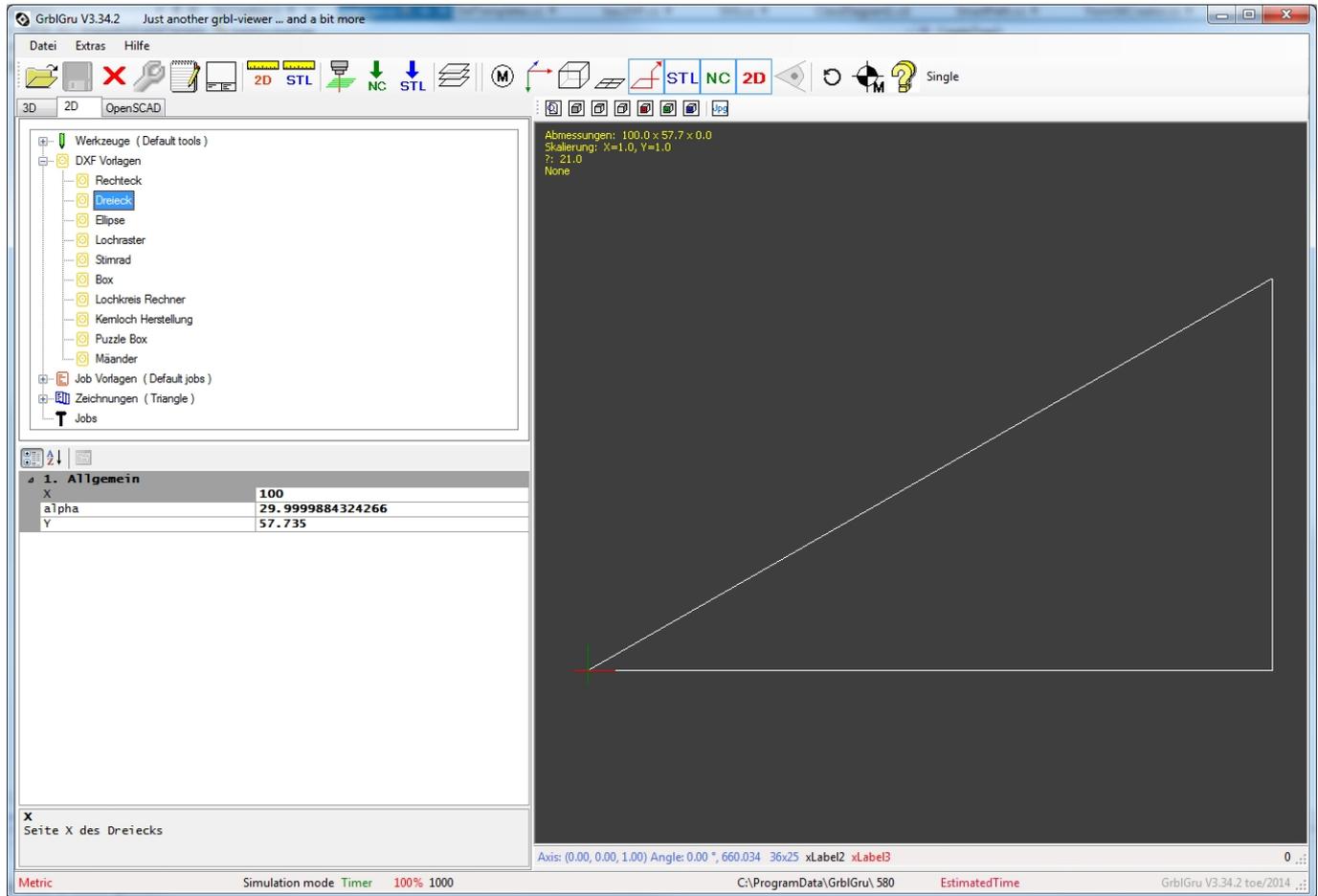


Abbildung 77: Vorlage Dreieck

Einfache Vorlage um z.B. ein Teil auszuschneiden oder um eine Tasche zu fräsen.

6.6.3 Ellipse

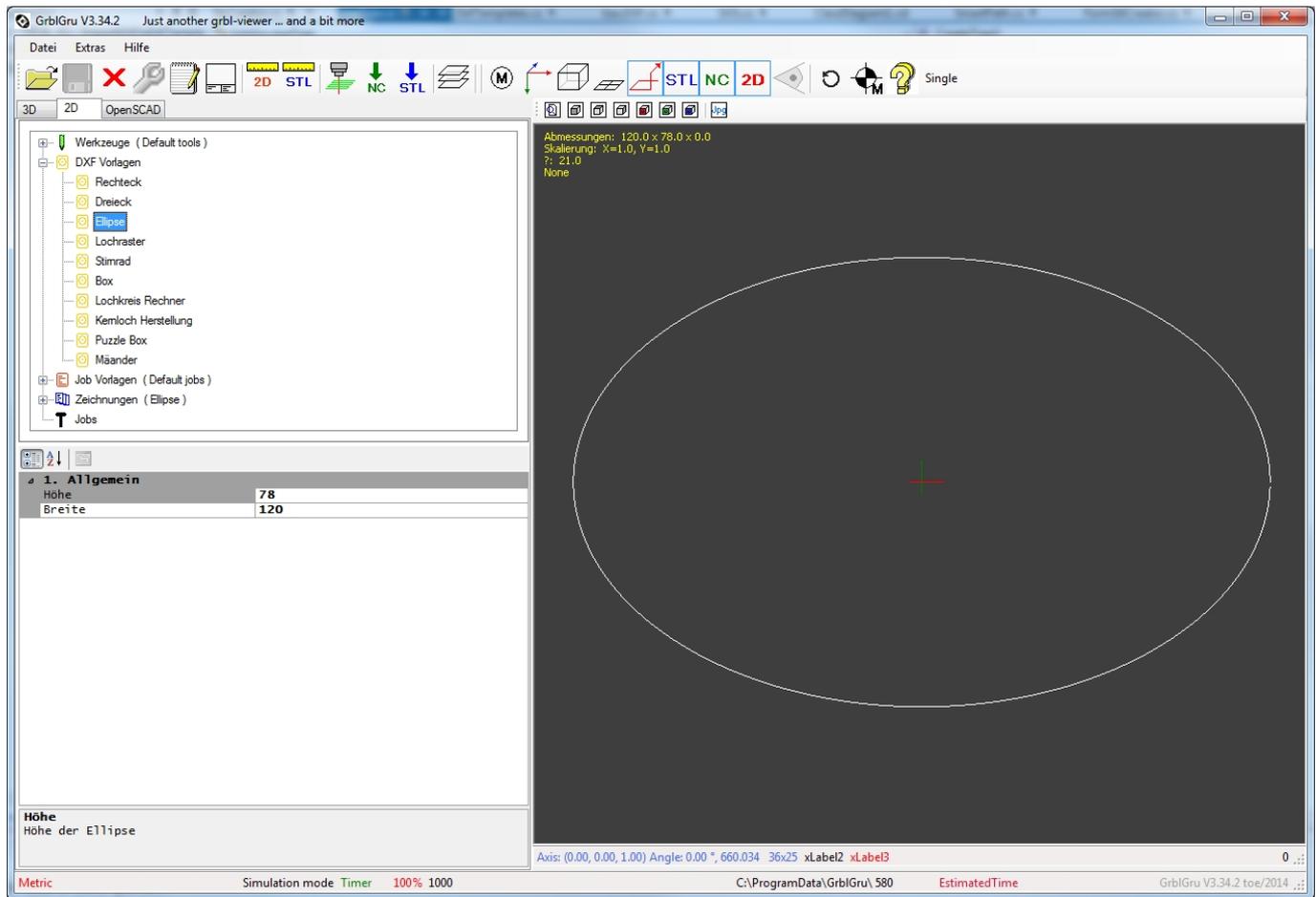


Abbildung 78: Vorlage Ellipse

Vorlage um z.B. Türschilder zu erstellen.

6.6.4 Lochraster

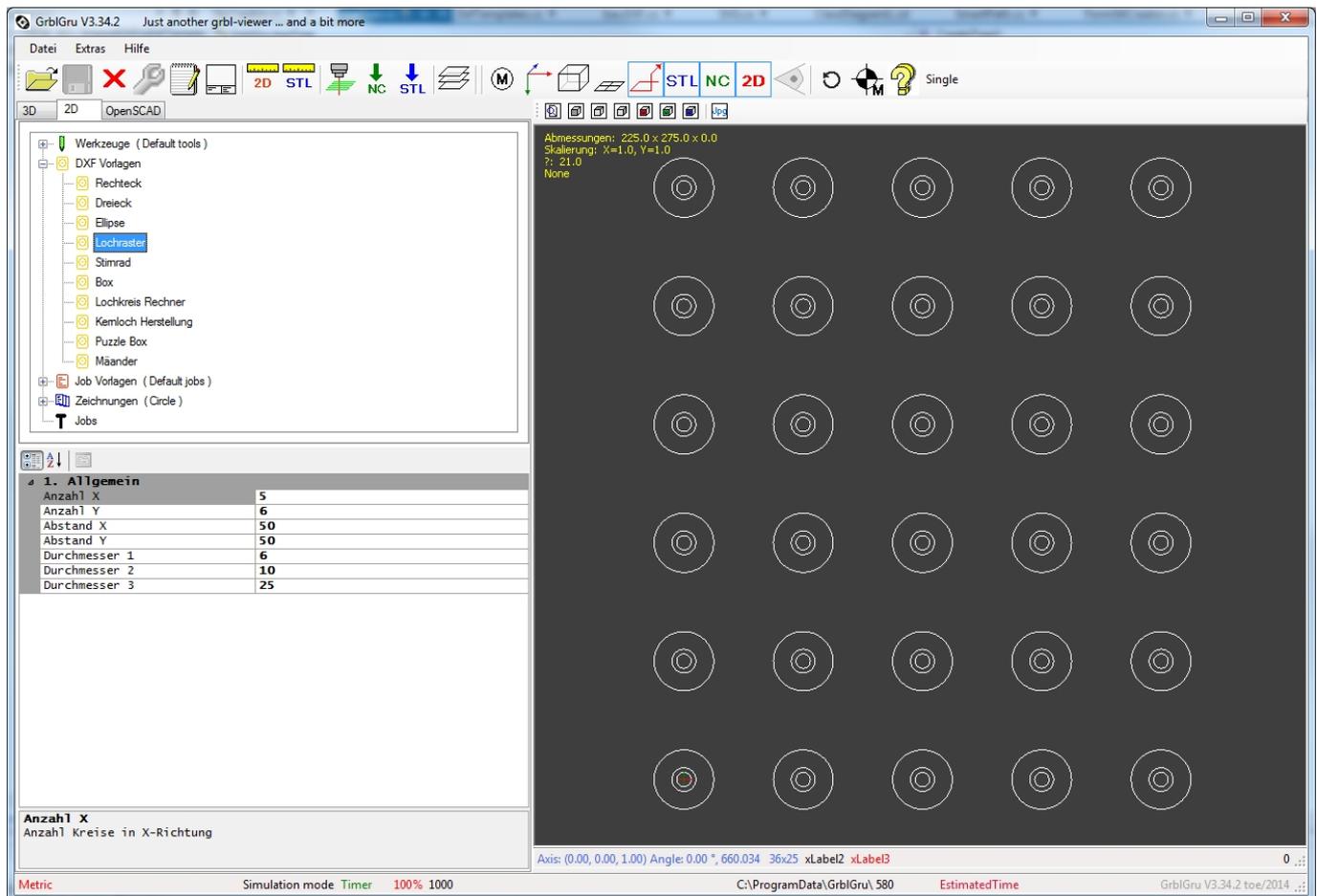


Abbildung 79: Vorlage Lochraster

Kann benutzt werden um Löcher zu bohren oder Taschen zu fräsen. Durch die Möglichkeit eine Anzahl Löcher in x- und Y-Richtung einzugeben kann man ein Raster anlegen, wie es z.B. bei der Herstellung einer Opferplatte mit Dübellöchern notwendig ist. Es können zu jeder Position 3 verschiedene Durchmesser angegeben werden. Dies ermöglicht es eine Bohrung und gleichzeitig die notwendigen Taschen für einen Schraubenkopf herzustellen.

6.6.5 Stirnrad

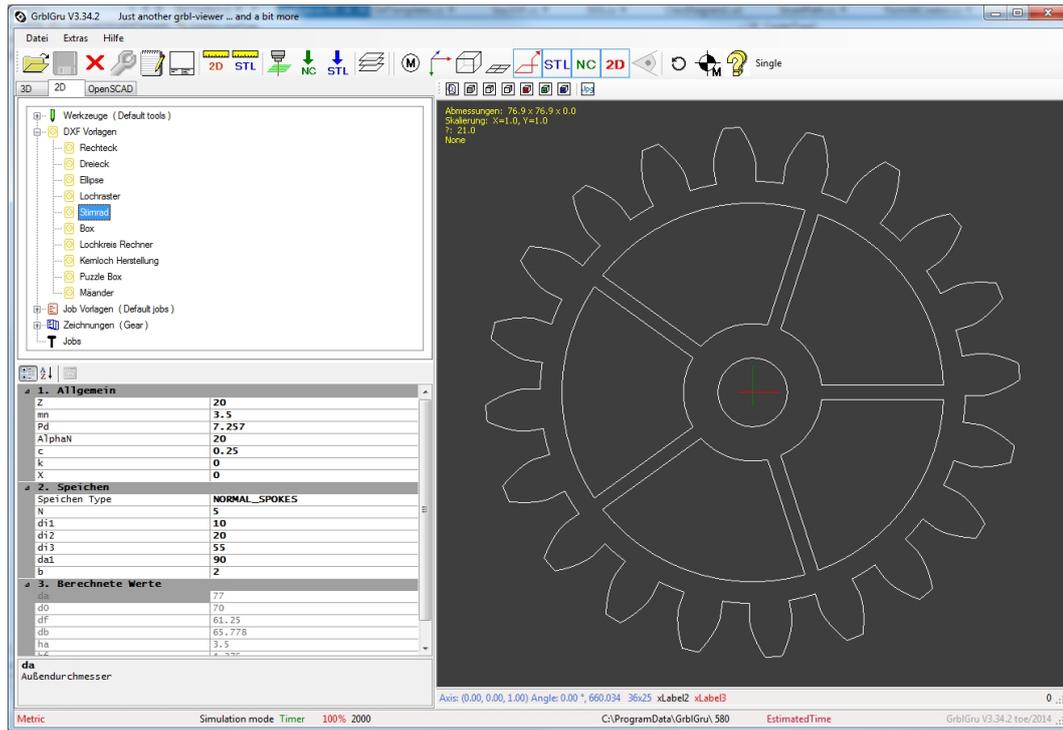


Abbildung 80: Vorlage Stirnrad



Abbildung 81: Planetengetriebe

Relativ komplexe Vorlage zur Herstellung von Stirnrädern. Man kann damit komplette Stirnradstufen auslegen. Habe das einmal zur Herstellung eines Demo-Planetengetriebes genutzt. Dazu existiert ein englisches Video unter <https://youtu.be/19u21KB3kMs>, das zeigt wie man mit Hilfe von Bierdosen Evolventenverzahnungen erzeugen kann. :)

6.6.6 Box

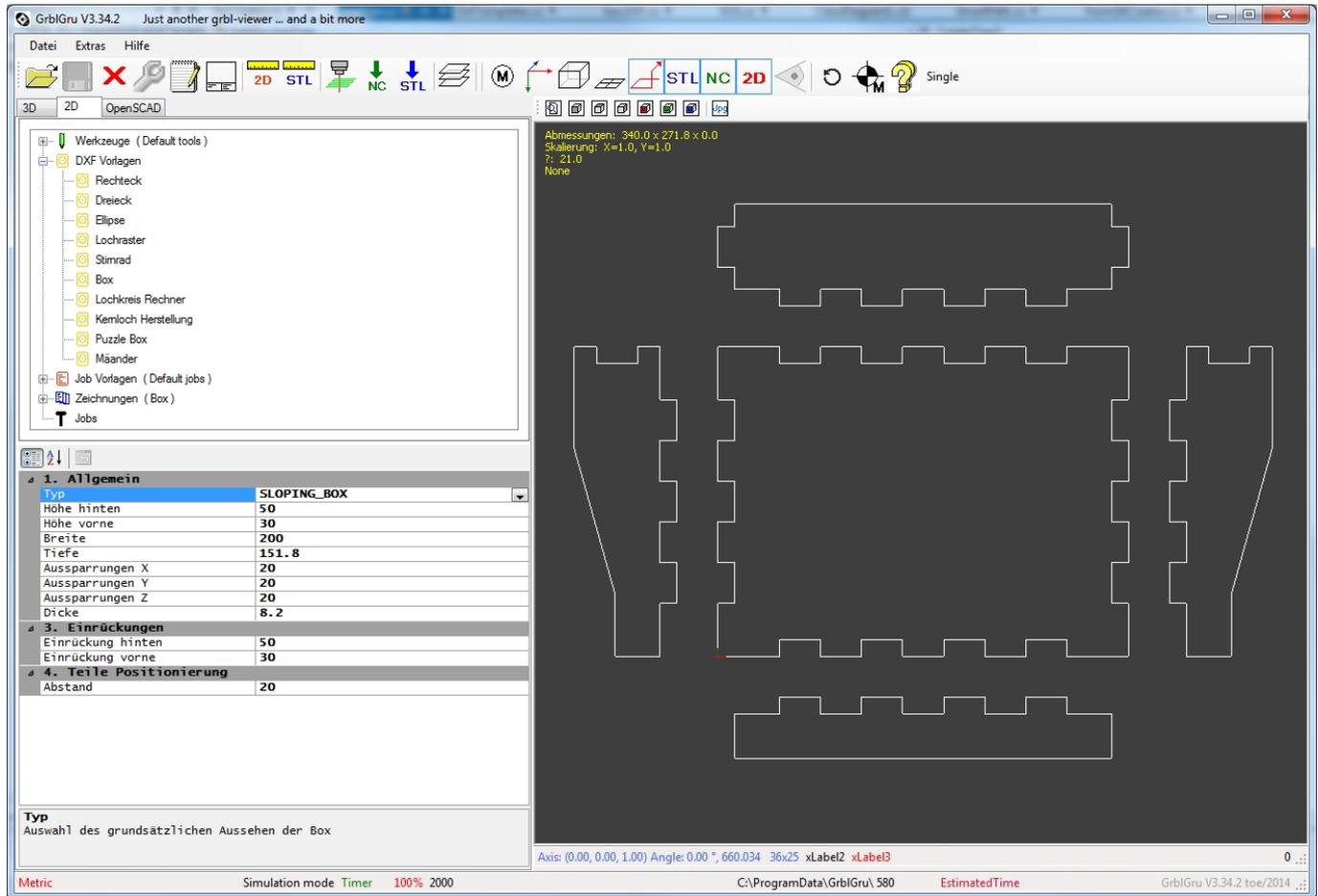


Abbildung 82: Vorlage Box

DIE klassische Vorlage. Sehr hilfreich um Kästchen, Gehäuse usw. herzustellen.

6.6.7 Lochkreisrechner

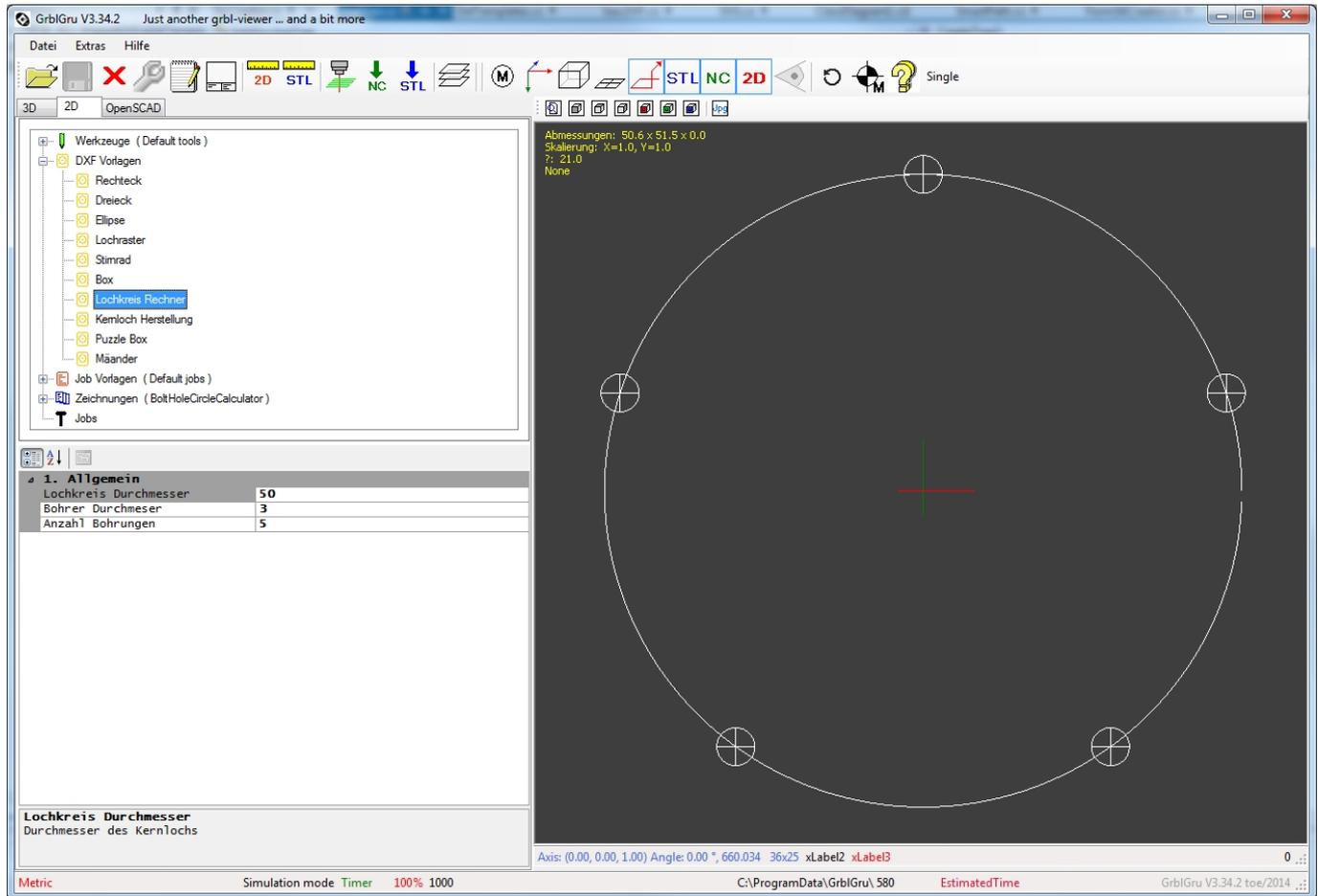


Abbildung 83: Vorlage Lochkreisrechner

Sehr praktisch z.B. bei der Herstellung von Rädern und Achsen im Modellbau

6.6.8 Kernloch Herstellung

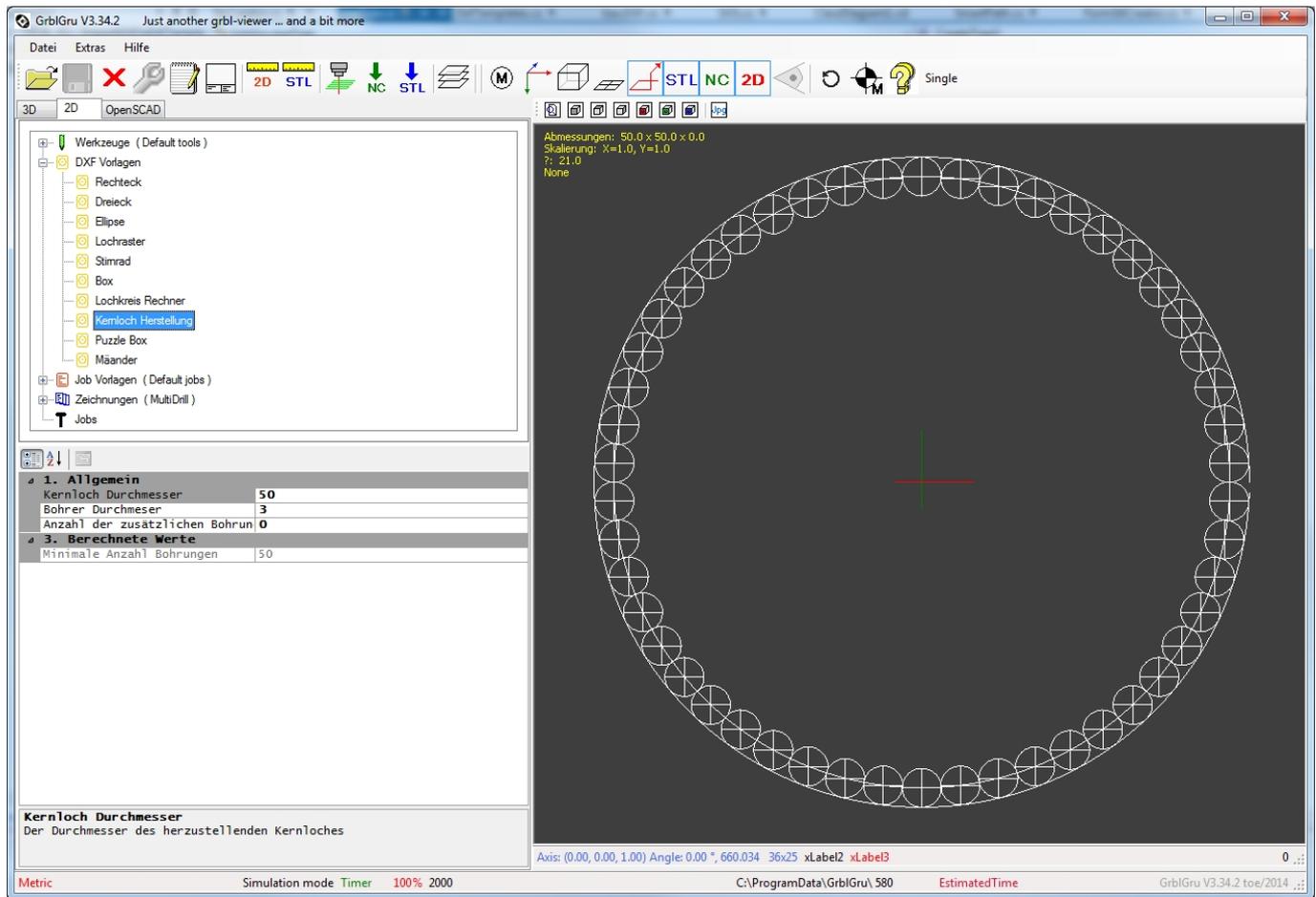


Abbildung 84: Vorlage Kernloch Herstellung

Kann genutzt werden, um die Positionierung von Bohrungen zu bestimmen, um ein großes Kernloch herzustellen.

6.6.9 Puzzle Box

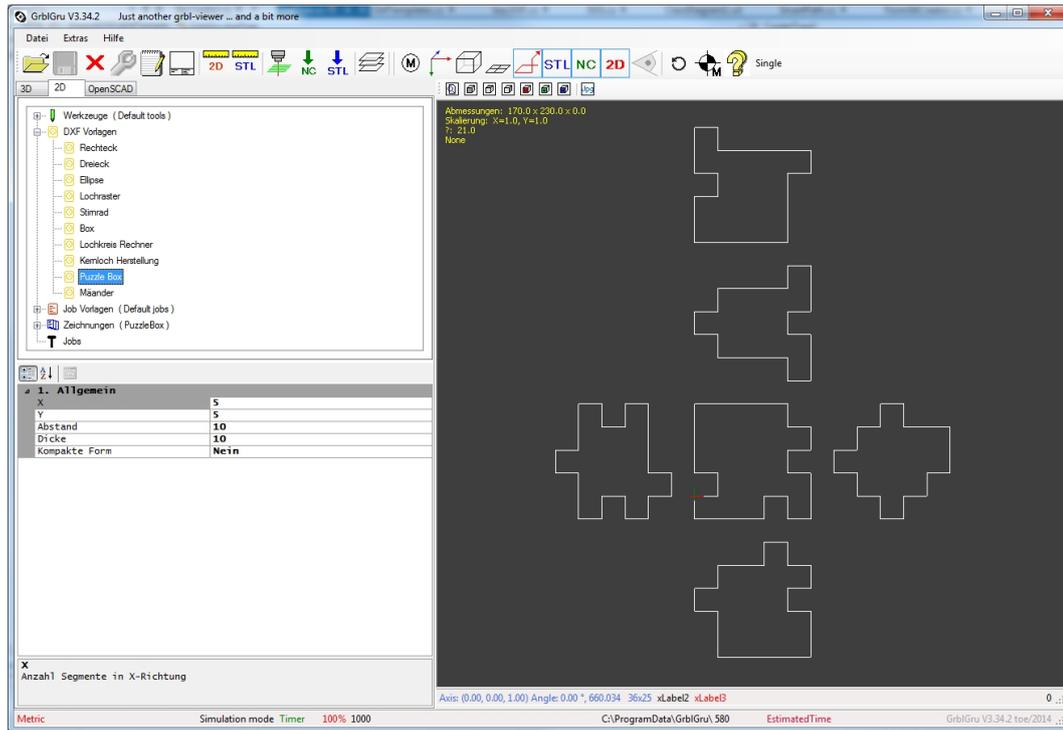


Abbildung 85: Vorlage Puzzle Box

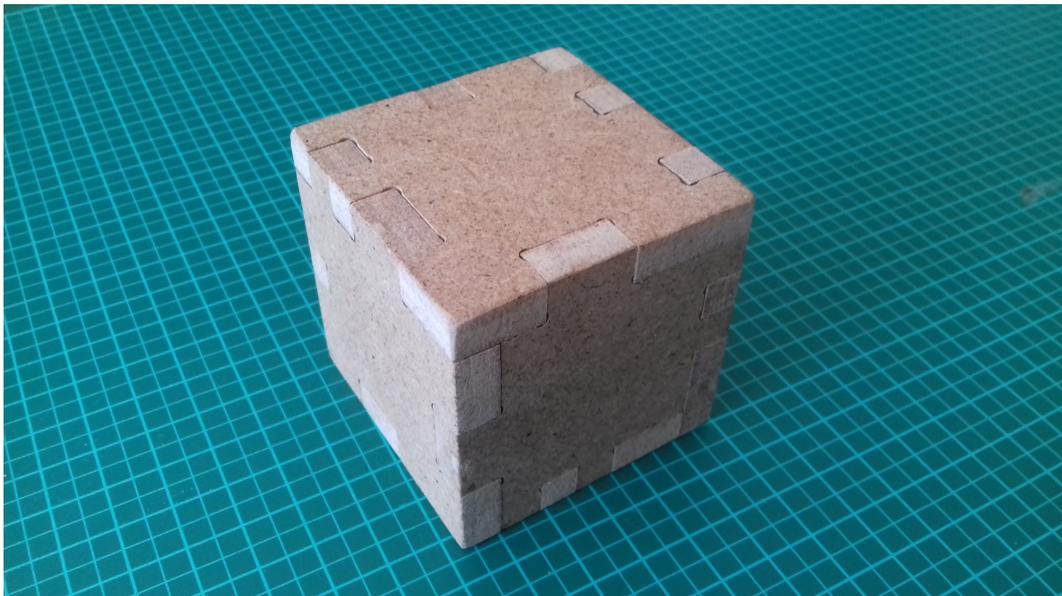


Abbildung 86: Testbox aus 8mm MDF

Meine Empfehlung für eine kreative Verpackung von Geschenken. Der Generator berechnet bei jedem Aufruf ein neues Puzzle Muster.

Mein Tipp: Macht euch einen Ausdruck von der Lösung und mischt niemals Teile aus 2 Boxen. Die bekommt ihr niemals wieder zusammen. :)

Auch hierzu gibt es ein kurzes Video: <https://youtu.be/214Bczo-8uw>

6.7 Nützliche kostenlose Programme im Umgang mit CNC

Ich habe hier eine kleine Auflistung der Programme, die ich ruhigen Gewissens weiter empfehlen kann:

- **GRBL**
3-Achsen Betriebssystem für Arduino UNO. Das Programm, das CNC für die Allgemeinheit überhaupt erst möglich gemacht hat.
- **g2core**
5-Achsen Betriebssystem für Arduino DUE
- **Gimp**
Ein tolles Programm zur Bearbeitung von Grafiken aller Art. Es ist unmöglich alle Funktionen zu kennen.
- **Inkscape**
Der Editor zur Bearbeitung von SVG-Dateien
- **OpenScad**
Ein 3D-CAD-Programm der besonderen Art
- **7-Zip**
Programm zum Packen und Entpacken
- **F-Engrave**
Das gnadenlos gute Programm zum Gravieren. Es gibt nichts Besseres!
- **Notepad++**
Ein prima Editor, der z.B. G-Code farblich anzeigen kann
- **IcoFX**
Ein Programm zum Editieren von Bitmaps und Icons

6.8 Notepad++, ein Editor für G-Code

Durch Betätigung des Button  in der Werkzeugleiste wird der erzeugte GCode mit dem Windows Notepad Editor geöffnet. Wer möchte, kann aber auch in den Einstellungen seinen eigenen Lieblings-Editor angeben, damit *GrblGru* diesen zur Anzeige des GCodes benutzt.

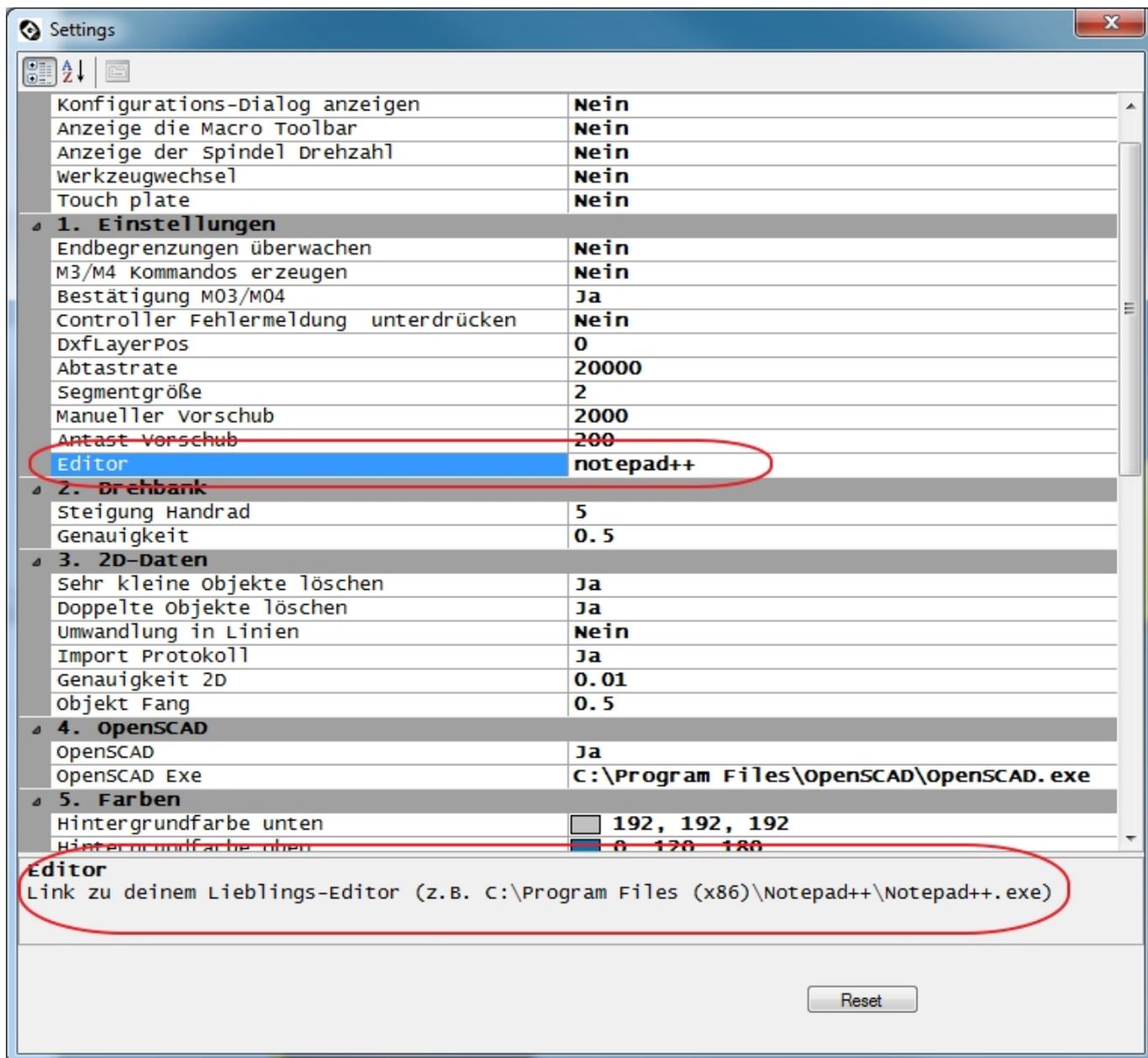
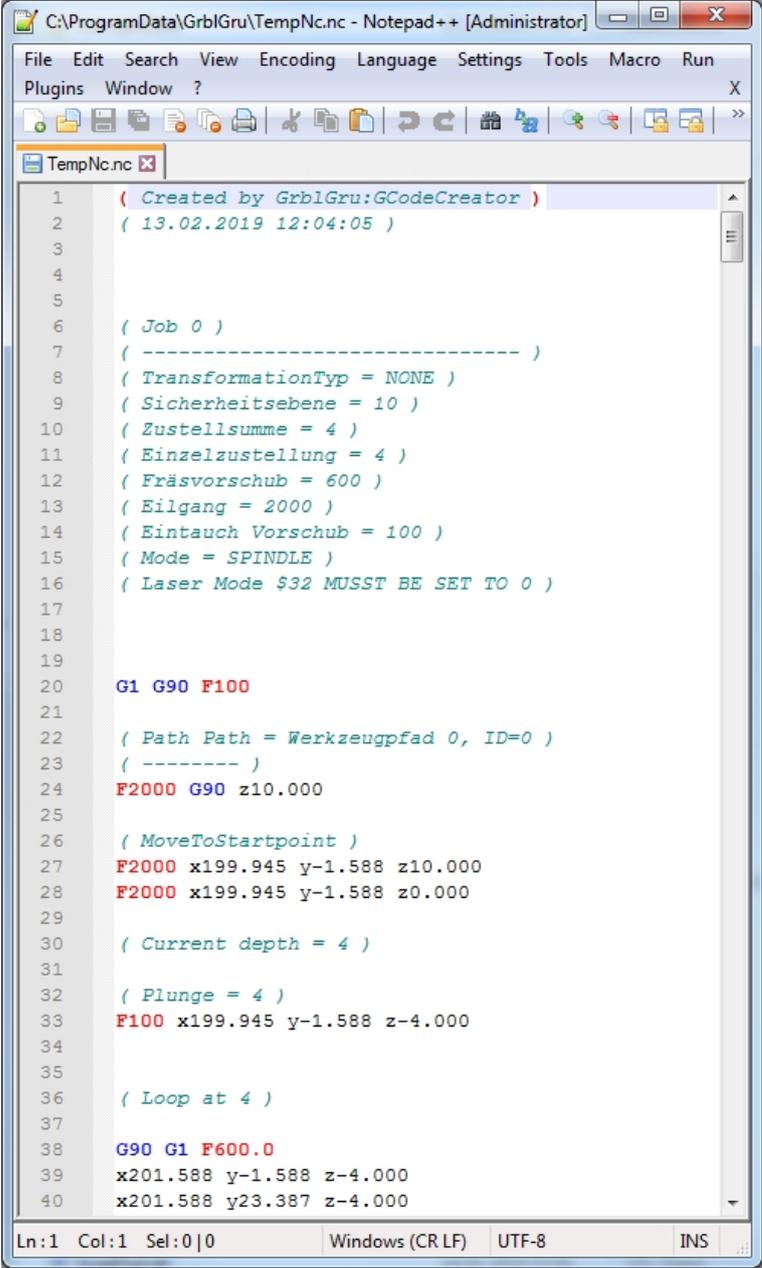


Abbildung 87: Eintrag in den Einstellungen

Ich nutze persönlich immer **Notepad++** weil es dort die Möglichkeit gibt bestimmte Schlüsselwörter farblich zu kennzeichnen.



```
1 ( Created by GrblGru:GCodeCreator )
2 ( 13.02.2019 12:04:05 )
3
4
5
6 ( Job 0 )
7 ( ----- )
8 ( TransformationTyp = NONE )
9 ( Sicherheitsebene = 10 )
10 ( Zustellsumme = 4 )
11 ( Einzelzustellung = 4 )
12 ( Fräsvorschub = 600 )
13 ( Eilgang = 2000 )
14 ( Eintauch Vorschub = 100 )
15 ( Mode = SPINDLE )
16 ( Laser Mode $32 MUSST BE SET TO 0 )
17
18
19
20 G1 G90 F100
21
22 ( Path Path = Werkzeugpfad 0, ID=0 )
23 ( ----- )
24 F2000 G90 z10.000
25
26 ( MoveToStartpoint )
27 F2000 x199.945 y-1.588 z10.000
28 F2000 x199.945 y-1.588 z0.000
29
30 ( Current depth = 4 )
31
32 ( Plunge = 4 )
33 F100 x199.945 y-1.588 z-4.000
34
35
36 ( Loop at 4 )
37
38 G90 G1 F600.0
39 x201.588 y-1.588 z-4.000
40 x201.588 y23.387 z-4.000
```

Ln:1 Col:1 Sel:0|0 Windows (CR LF) UTF-8 INS

Abbildung 88: Anzeige einer GCode Datei in notepad++

Für den von *GrblGru* generierten GCode habe ich dazu eine spezielle Benutzerdefinierte Sprachdatei geschrieben. Diese Datei mit dem Namen **GrblGru.GCode.xml** kann im Notepad++ unter dem Menüpunkt Language-Import importiert werden.
 Bei der Installation von *GrblGru* wird die Datei im Installations-Verzeichnis abgelegt.
 C:\ProgramFiles(x86)\toe\GrblGru

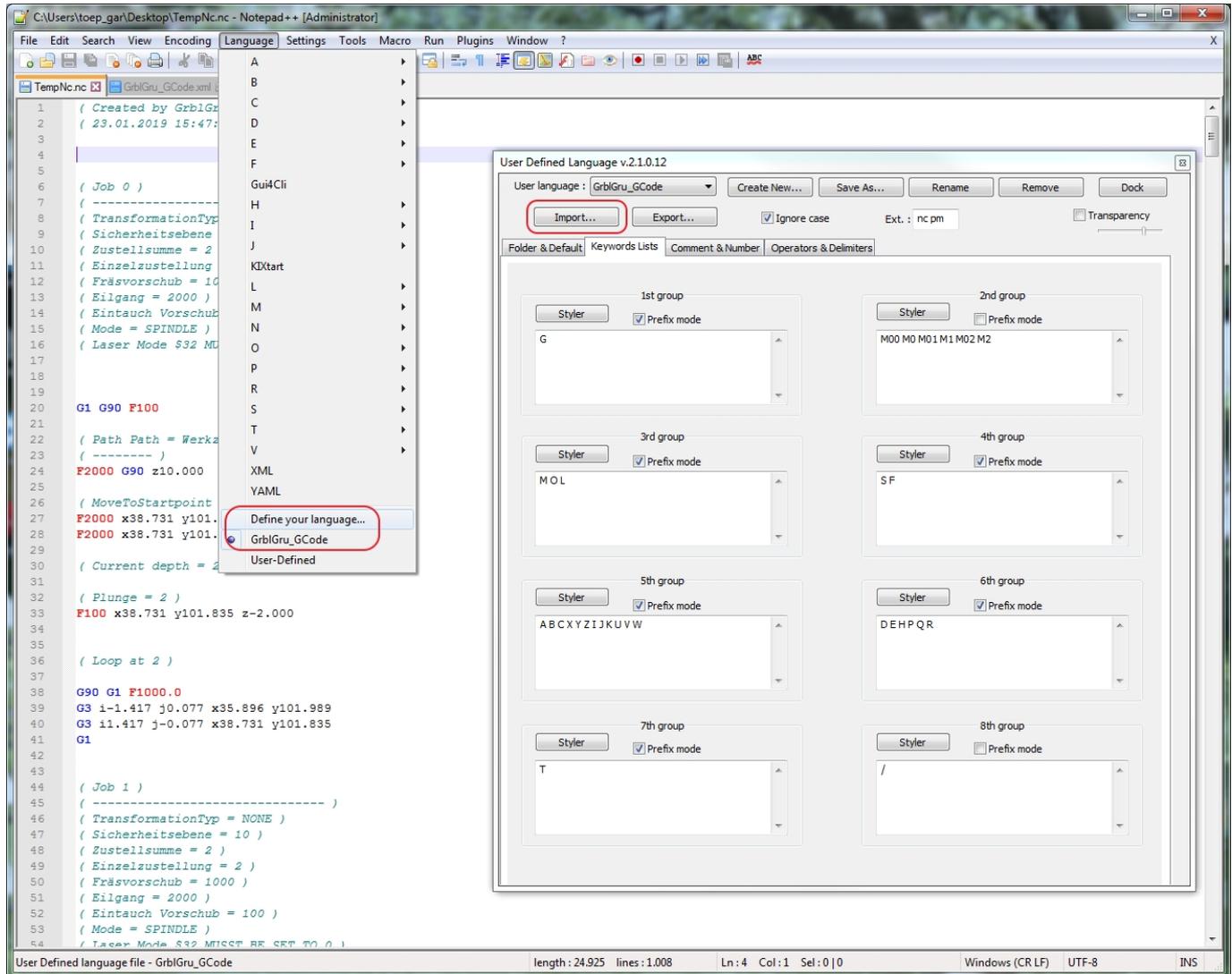


Abbildung 89: Import der Benutzerdefinierten Sprachdatei

GrblGru benutzt einige Dateien mit einer so genannten Ini-Struktur. Das bedeutet, dass diese Dateien ihren Inhalt in Kapitel mit Schlüsselwörtern speichern. Zur Darstellung dieser Dateien gibt es die vorbereitete Sprache 'Ini file'.

Damit notepad++ eine Datei mit der Extension 'dat' sofort mit der entsprechenden Sprache öffnen kann, besteht die Möglichkeit eine Dateierweiterung z.B. '.dat' mit einer Sprache fest zu verbinden. Den dazu notwendigen Dialog finde man im Menü unter 'Settings-Style'

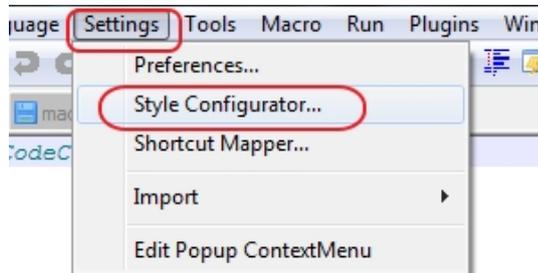


Abbildung 90: Zugang zum Dialog

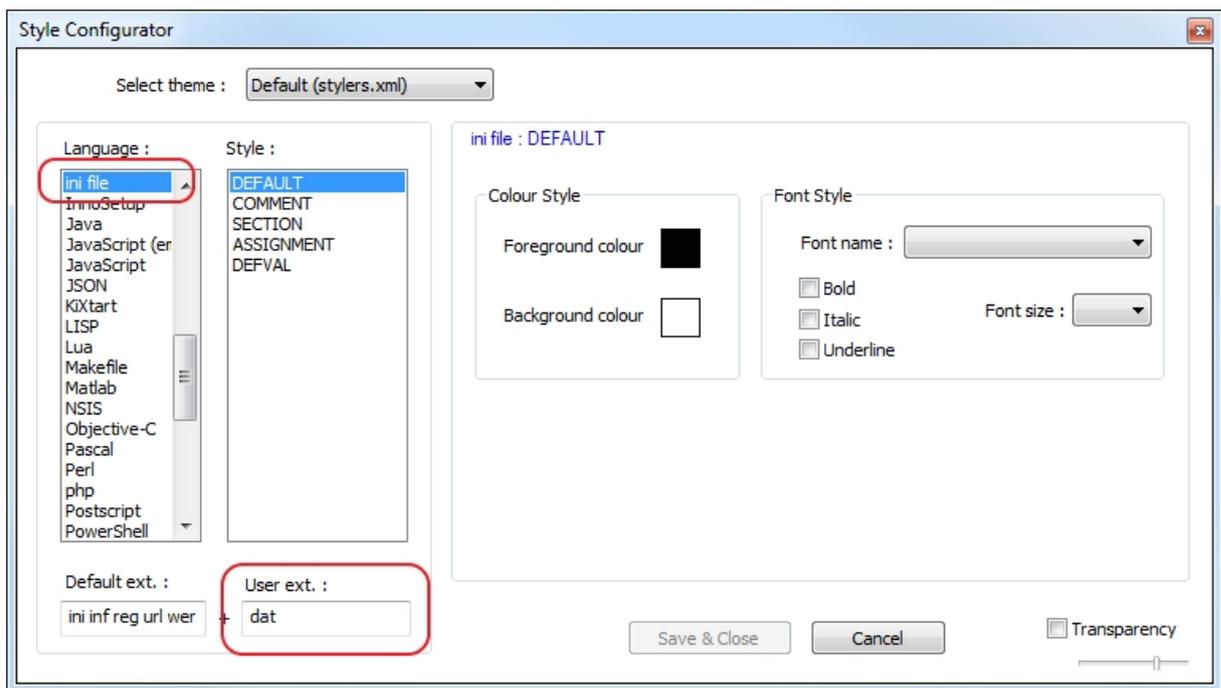


Abbildung 91: Zuweisung einer Dateierweiterung zu einer Sprache

6.9 Messen mit Hilfe der Funktion g38.2

Bei GRBL und Mega-5X kann ein Messtaster oder auch ein selbstgebauter Taststift, zwischen A15 und Masse angeschlossen werden. Sendet man z.B. einen Fahrbefehl g38.2 Z-10 zum Controller, fährt dieser darauf hin die Z-Achse max 10 mm tiefer. Wird während der Fahrt am Eingang A15 ein Signal registriert, stoppt die Achse und der Prozessor sendet das Event nach GrblGru. Hier kann dann die exakte Position, an der der Schalter geschaltet hat, ausgelesen werden.

Mit dieser Funktion ist es somit möglich mit mehreren Messungen eine Fläche abzutasten, die nachher z.B. graviert werden soll.

6.10 Taschen fräsen

Beim Räumen von Taschen geht es meistens darum in einen bestimmten Bereich eine Ebene in möglichst kurzer Zeit überflüssiges Material abzutragen. Programmtechnisch anspruchsvoll wird das Ganze, wenn sich in diesem Bereich Bereiche befinden, die nicht vom Werkzeug bearbeitet werden sollen. Diese Bereiche werden als Inseln bezeichnet.

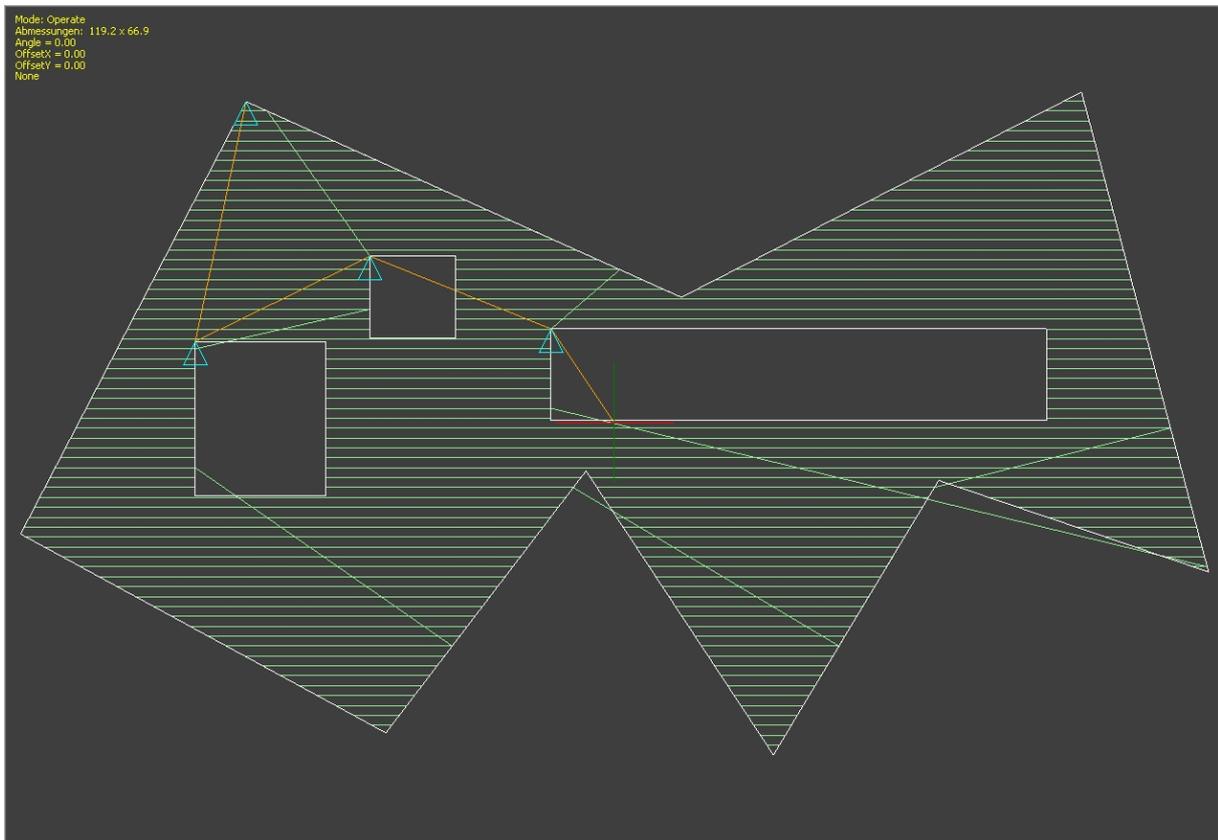


Abbildung 92: Tasche mit Inseln

Zum Taschen ausfräsen (Betriebsart = **Pocket**) existieren eine Reihe verschiedene Funktionen.

1. ZIGZAG
2. CONTOUR_PARALLEL
3. SPIRAL
4. LASER_PAINT

Bevor ich in diesem Abschnitt näher auf die einzelnen Vor- und Nachteile der einzelnen Funktionen eingehe, möchte ich zuerst kurz über 2 Eigenschaften sprechen, die alle Funktionen zur Verfügung stellen. Das sind die Funktionen Offset und Überdeckung.

1. Offset

Der Offset ist eine sehr praktische Möglichkeit eine Tasche, die nicht so maßhaltig ist wie sie sollte, (wieso auch immer) zu korrigieren. Dabei wird einfach eine Äquidistante zur vorgegebenen Geometrie berechnet. Der Offset kann sowohl positiv (macht die Geometrie größer), als auch negativ (macht die Geometrie kleiner) sein.

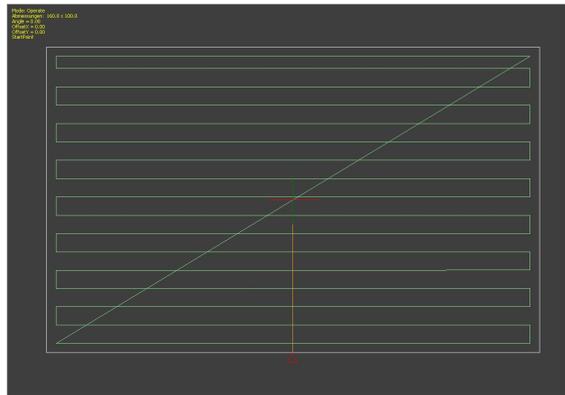


Abbildung 93: Offset = 0

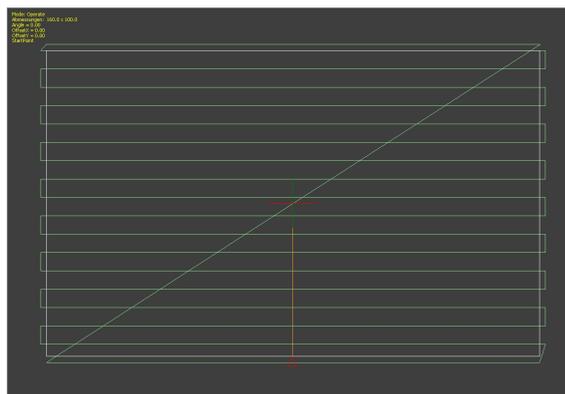


Abbildung 94: Offset = positiv



Abbildung 95: Offset = negativ

Der Offset bezieht sich dabei auch auf evtl. vorhandene Inseln.

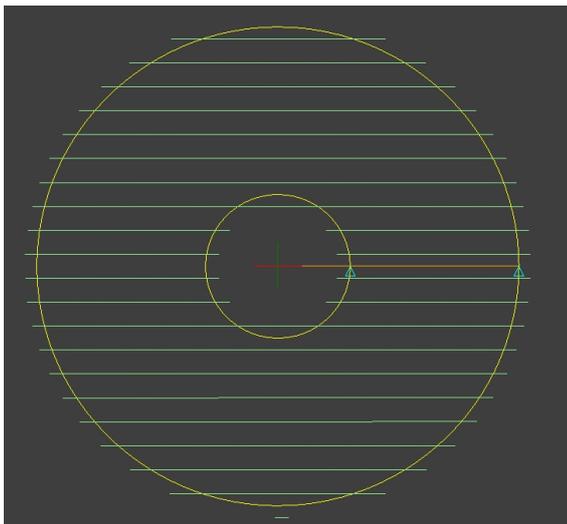


Abbildung 96: Offset = positiv

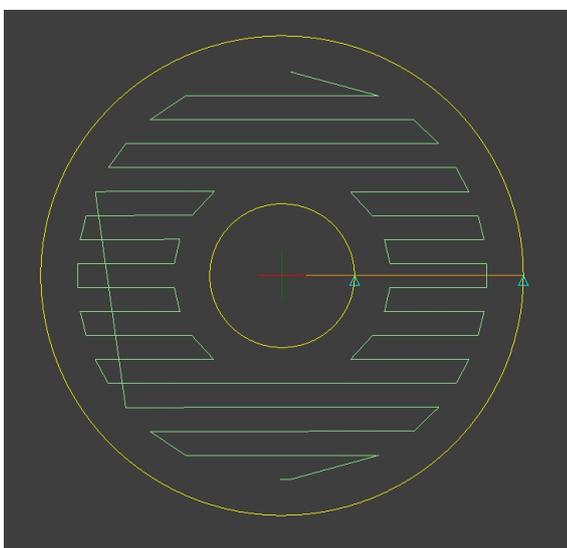


Abbildung 97: Offset = negativ

2. Überdeckung

Um eine Tasche möglichst schnell zu räumen, könnte man ja theoretisch eine Werkzeugbahn neben der anderen legen. Also die Bahnen jeweils um den Durchmesser des Fräasers versetzen. Das hat aber einige Nachteile hinsichtlich der Belastung und damit der Standzeit des Fräasers zur Folge. Deshalb versetzt man die Fräserbahnen, so dass nur ein Teil des Fräserdurchmessers wirksam wird.

Die Überdeckung beschreibt dabei wieviel Prozent des Fräserdurchmessers zur Materialräumung genutzt werden.

100% bedeutet also Versatz um den ganzen Durchmesser. Schnelle Abarbeitung, aber starke Belastung des Fräasers.

30% bedeutet also Versatz um 70% des Durchmessers. Langsamere Abarbeitung, aber schonende Belastung des Fräasers.

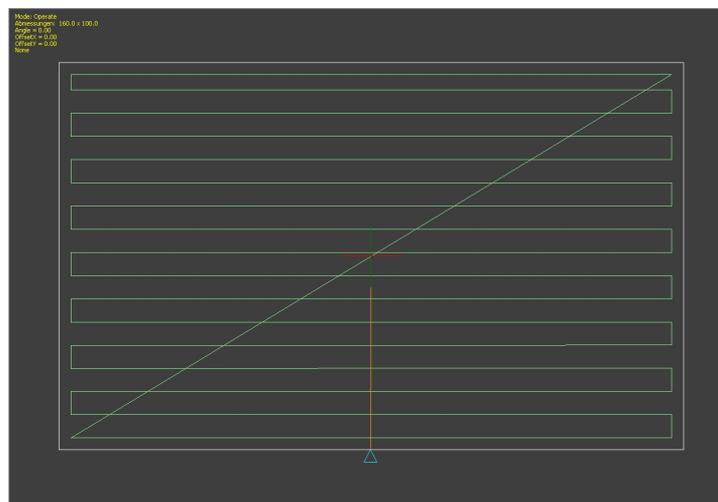


Abbildung 98: Überdeckung = 100%

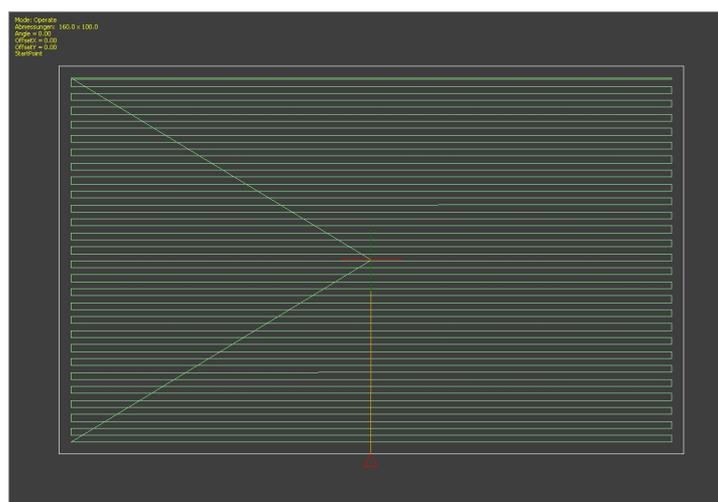


Abbildung 99: Überdeckung = 30%

6.10.1 ZIGZAG

ZigZag ist wohl die bekannteste Art der Taschenräumung. Sie ist immer dann empfehlenswert, wenn die zu räumende Tasche eine rechteckige Form besitzt.

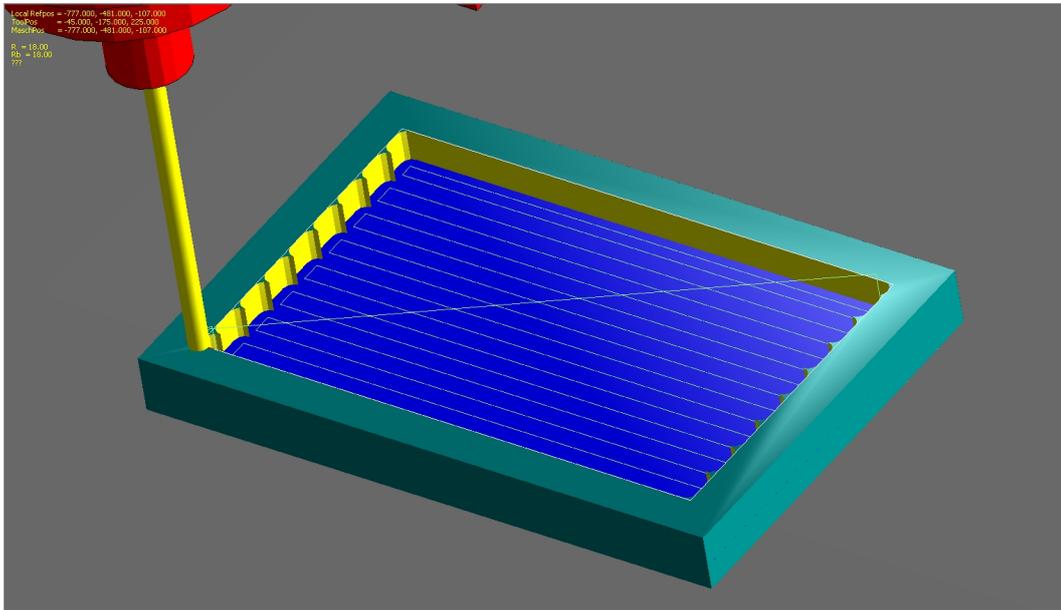


Abbildung 100: Im ZigZag-Verfahren bearbeitete Tasche

Vielleicht als Nachteil zu nennen sind die systembedingten am Rand verbleibenden Restbereiche. Hier wird in der Regel ein zusätzlicher Cut-Job angehängt, der den Rand sauber 'putzt'.

Winkel

Je nach Beschaffenheit der Tasche ist es aus zeitlichen Gründen sinnvoll die Ausrichtung und damit die Anzahl der Wendungen wählen zu können. Dies erfolgt mit der Eigenschaft "Winkel". Hier kann man einen Winkel eingeben, der die Ausrichtung bestimmt. 0° ist dabei die positive X-Richtung, 90° die positive Y-Richtung.

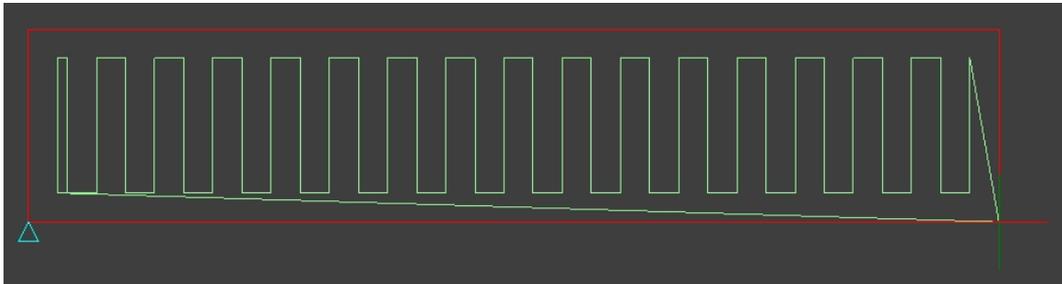


Abbildung 101: Ungünstige Ausrichtung (viele Wendungen)



Abbildung 102: Günstige Ausrichtung (wenig Wendungen)

Auto. Ausrichtung

Damit man bei verschiedenen Ausrichtungen nicht jedes Grafik-Objekte einzeln bestimmen muss, kann man den Schalter 'Auto. Ausrichtung' setzen. In diesem Fall setzt **GrblGru** die Ausrichtung selbstständig.

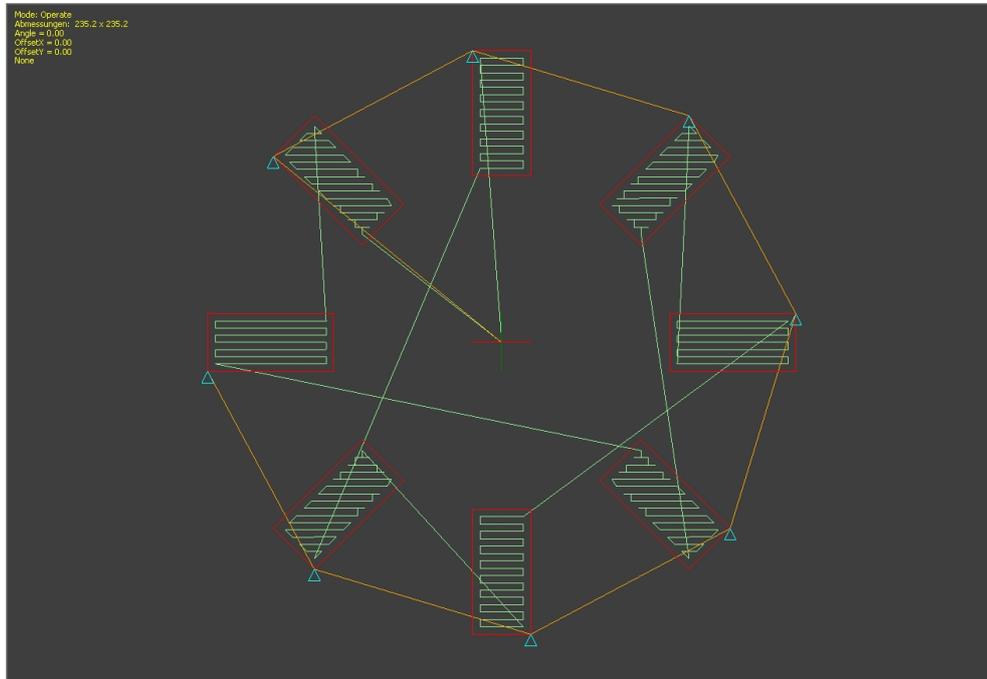


Abbildung 103: Auto. Ausrichtung ausgeschaltet; Ausrichtung 0°,

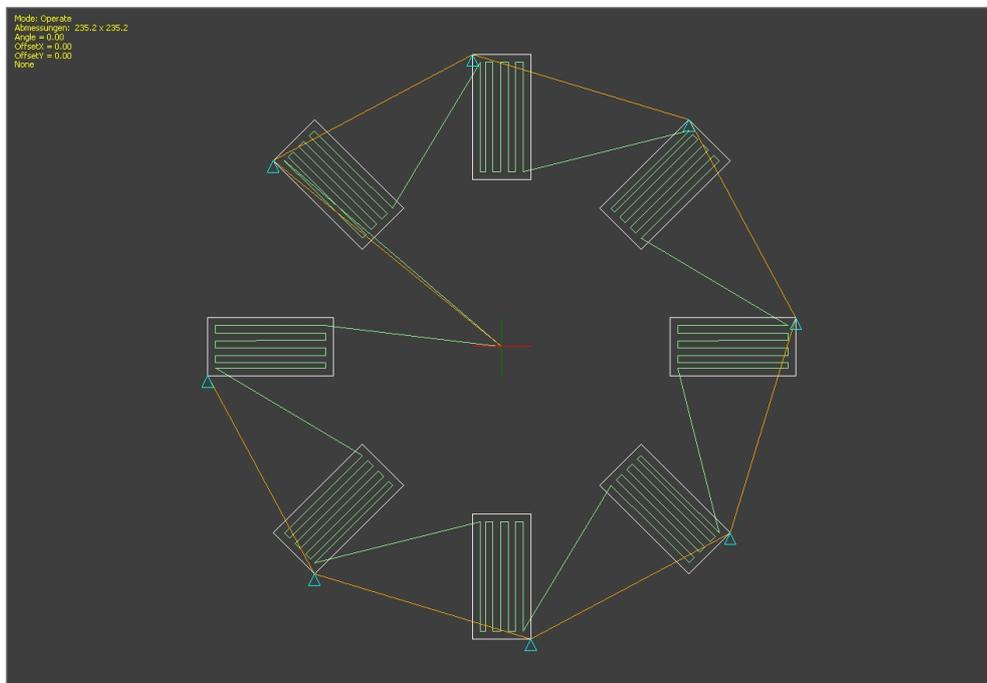


Abbildung 104: Auto. Ausrichtung eingeschaltet

6.10.2 CONTOUR_PARALLEL

In dieser Betriebsart werden von der äußeren Kontur solange Äquidistanten ins Innere berechnet, bis dies nicht mehr möglich ist.

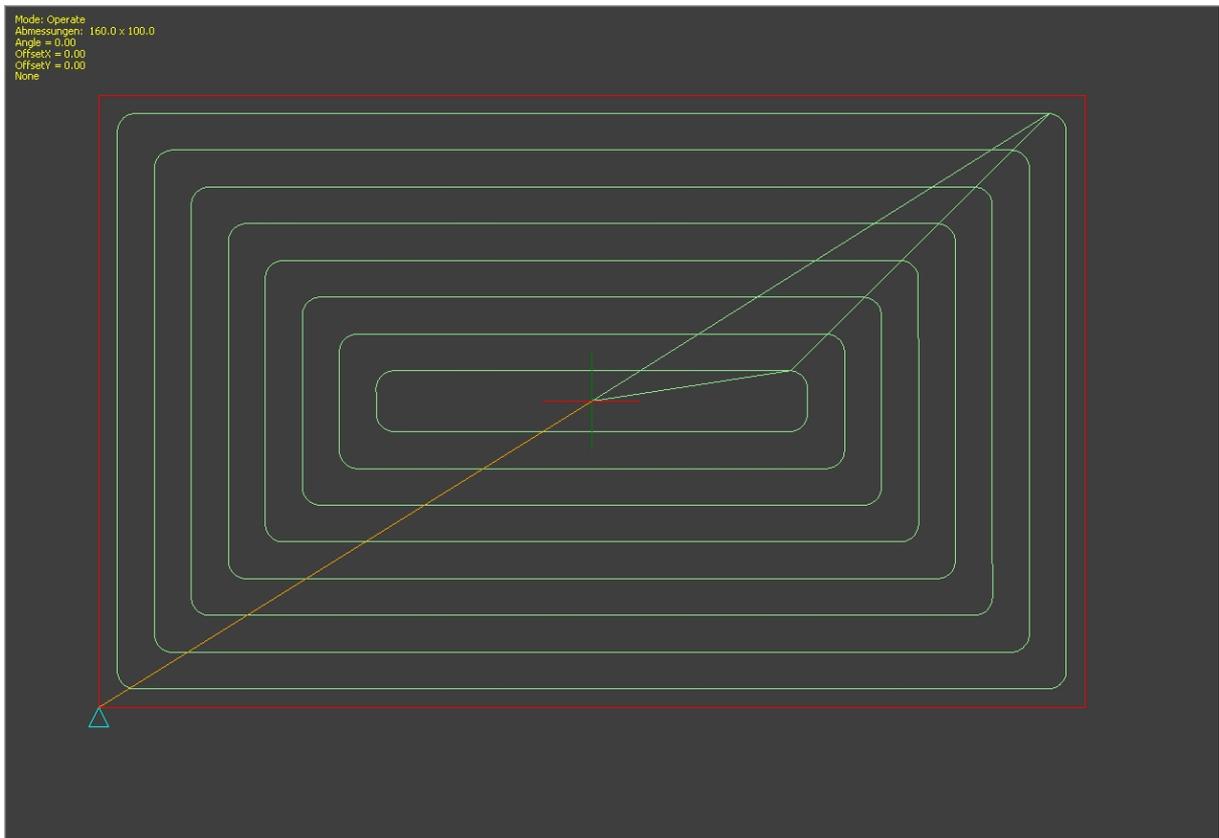


Abbildung 105: Parallele Bearbeitung

6.10.3 SPIRAL

Eine oft sehr effiziente Art der Räumung ist die 'Spiral' Methode. Hier wird die Tasche vom Mittelpunkt ausgehend spiralförmig bearbeitet.

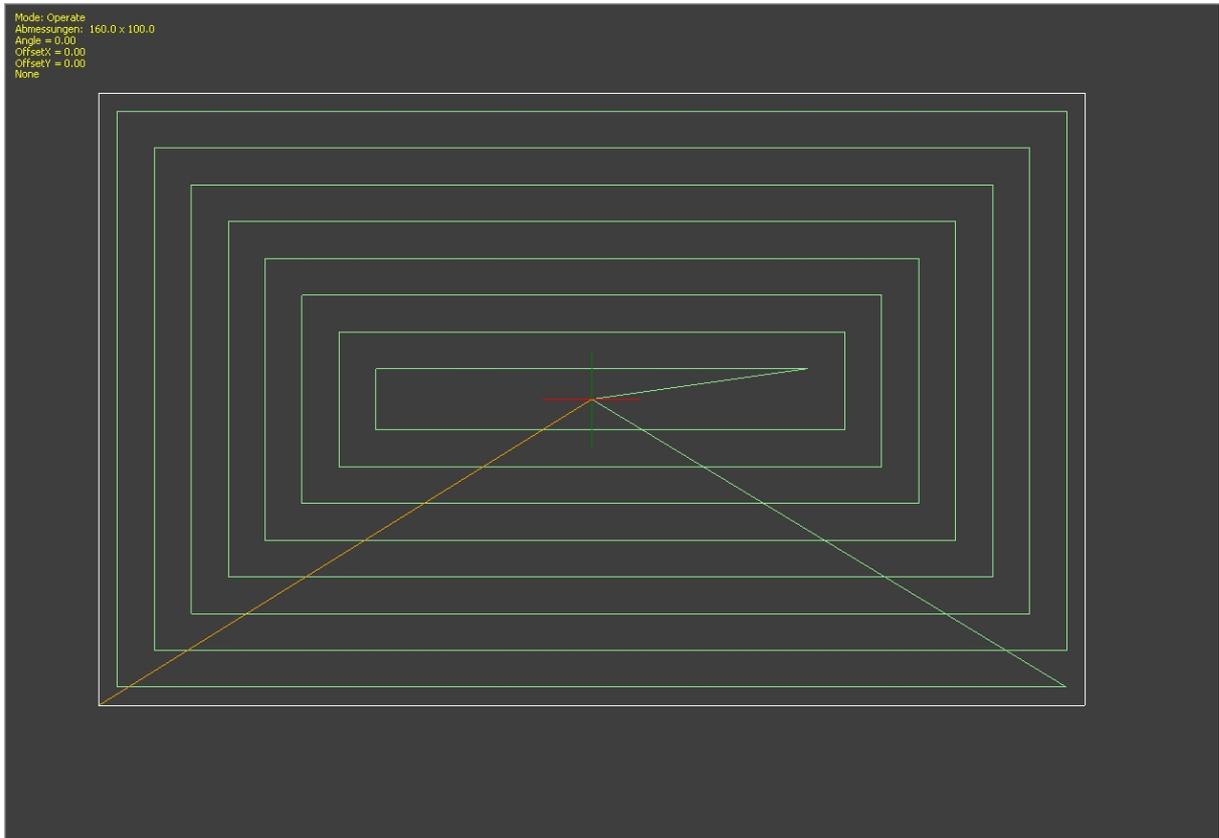


Abbildung 106: Spiralförmige Räumung eines Rechtecks

Wenn die Geometrie aus einem 'echten' Kreis besteht (im Gegensatz zu einer Polygonlinie), wird der GCode aus G2, G3 Befehlen aufgebaut.

(Polygonlinien können im 2D-Editor Mode in 'echte' Kreise konvertiert sein).

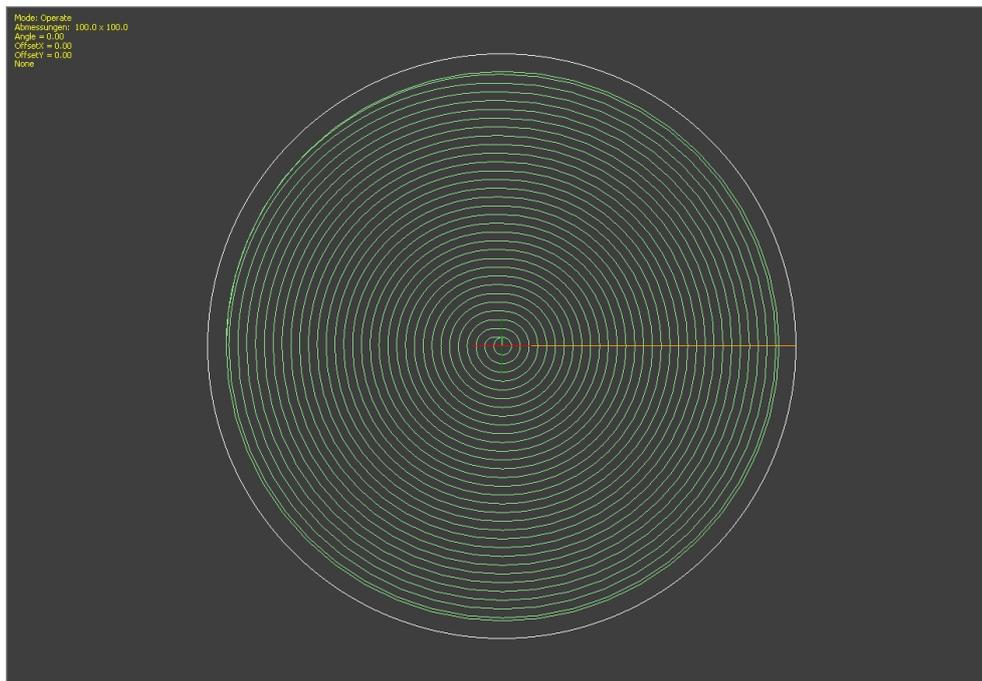


Abbildung 107: Spiralförmige Räumung bei einer echten Kreis-Tasche

Die Zustellung erfolgt dann auch immer spiralförmig, unabhängig davon, ob das Werkzeug einen Rampenwinkel größer 0 besitzt. Das ermöglicht auch den Fräsern ohne Kopfschneide ein Eintauchen ins Material.

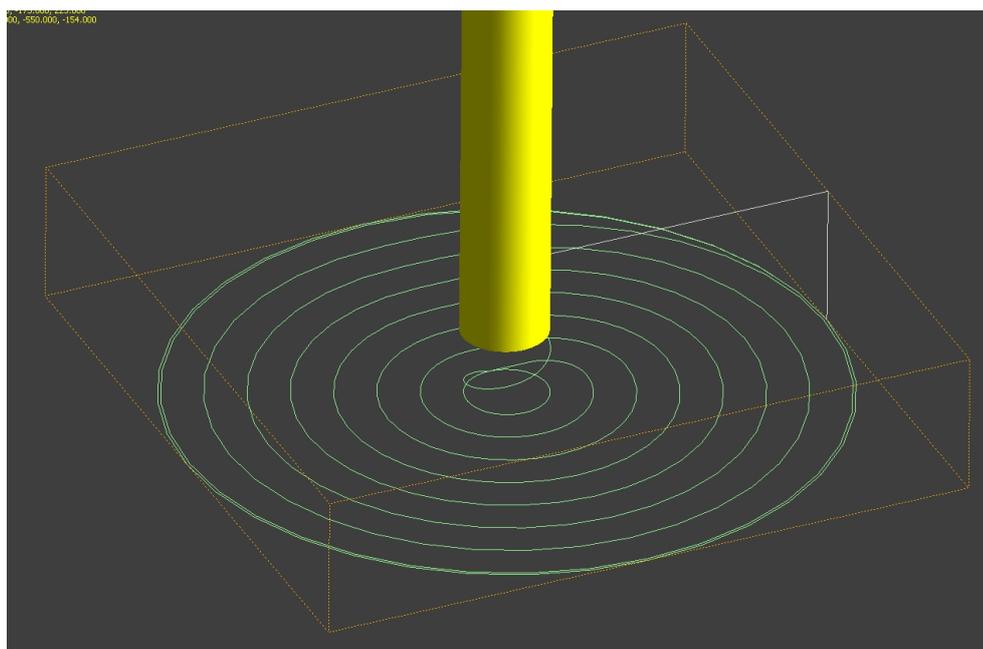


Abbildung 108: Spiralförmiges Eintauchen

Diese Betriebsart kann sehr gut zum Fräsen von Löchern anstelle von Bohren verwendet werden. Der Fräser muss dabei natürlich kleiner sein als der gewünschte Lochdurchmesser. Die Zustellung erfolgt dabei immer spiralförmigen. Nach dem Erreichen der Tiefe wird eine 360° Drehung durchgeführt, be



Abbildung 109: Anwendung beim Bohren von Löchern

6.10.4 LASER_PAINT

Diese Betriebsart ist eigentlich keine Räumungsstrategie sondern nur ein ähnlich arbeitende Methode für den Laserbetrieb.



Abbildung 110: Berechnete Werkzeugpfad für den Laser

6.11 Kanten fasen

ToDo

6.12 Layer für ein Maschinen Modell anlegen

Manchmal ist es sinnvoll auf der Grundplatte Markierungen anzubringen. Das können z.B. Kreuze sein, die Gewindelöcher zur Befestigung des Werkstücks markieren. Oder ein Rechteck, dass den möglichen Arbeitsbereich begrenzt. Oder, oder, oder ...

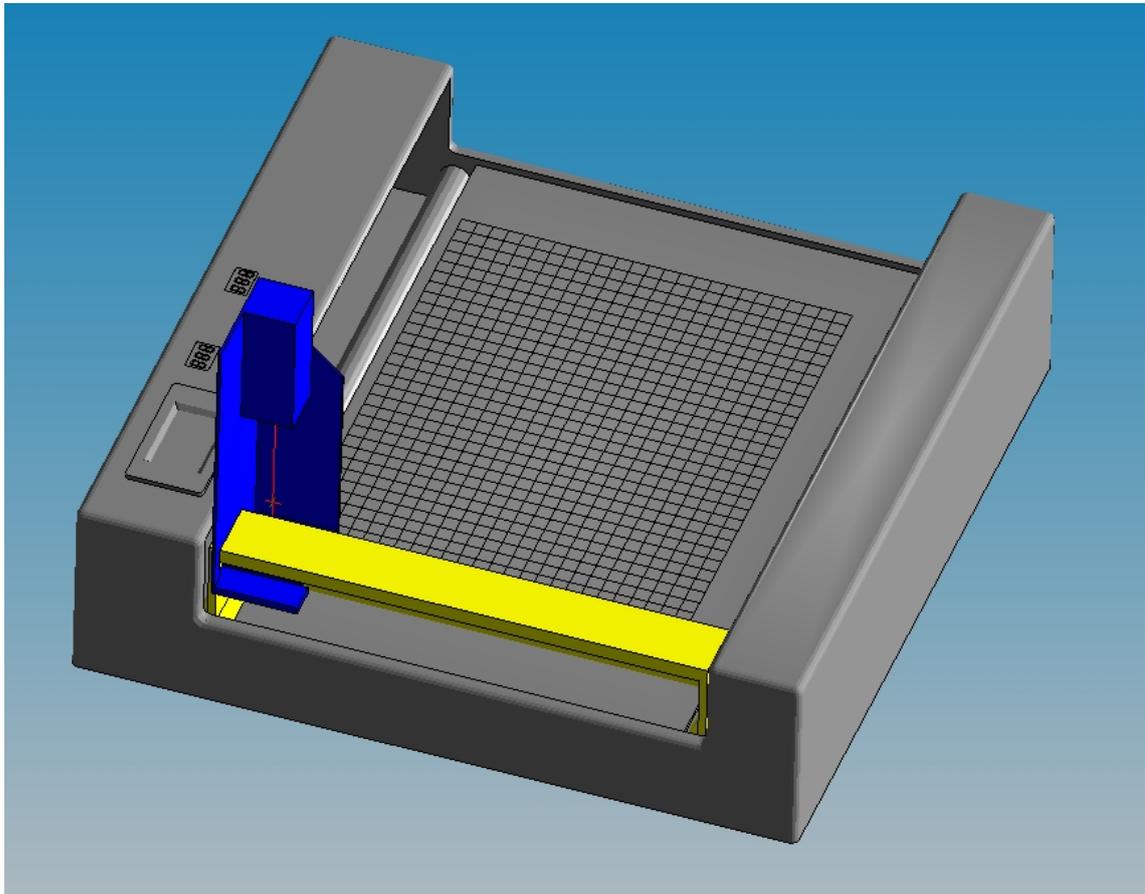


Abbildung 111: Einfaches Raster zur besseren Orientierung am Laser

Damit *GrblGru* einen Layer anzeigen kann muss sich im Arbeitsverzeichnis `C:\ProgramData\GrblGru` eine DXF-Datei mit dem Namen 'Layer_XXX.DXF' befinden. 'XXX' steht dabei für den Modellnamen. Z.B. Für das Modell 'Epson_T3' muss die Layerdatei dann 'Layer_Epson_T3.dxf'.

Ein bzw. ausgeschaltet wird die Layer-Anzeige mit dem Toolbar Button

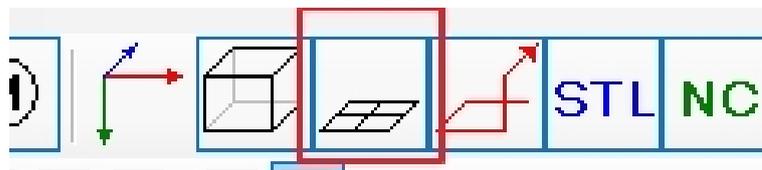


Abbildung 112: Button zum Ein/Ausschalten

Um einen Layer zu erstellen benötigt man nur ein einfaches '2D-Mal-Programm' zum Editieren von DXF Dateien. Damit erstellt man dann den Layer wie eine gewöhnliche Zeichnung und exportiert das Ganze als DXF-Datei. Damit der Layer im Modell an die richtige Stelle positioniert wird, muss der Referenzpunkt der Zeichnung (0,0) an der Stelle des Referenzpunktes des Modells liegen. Der Referenzpunkt des EPSON T3 Modells befindet sich z.B. im Drehpunkt der A-Achse.

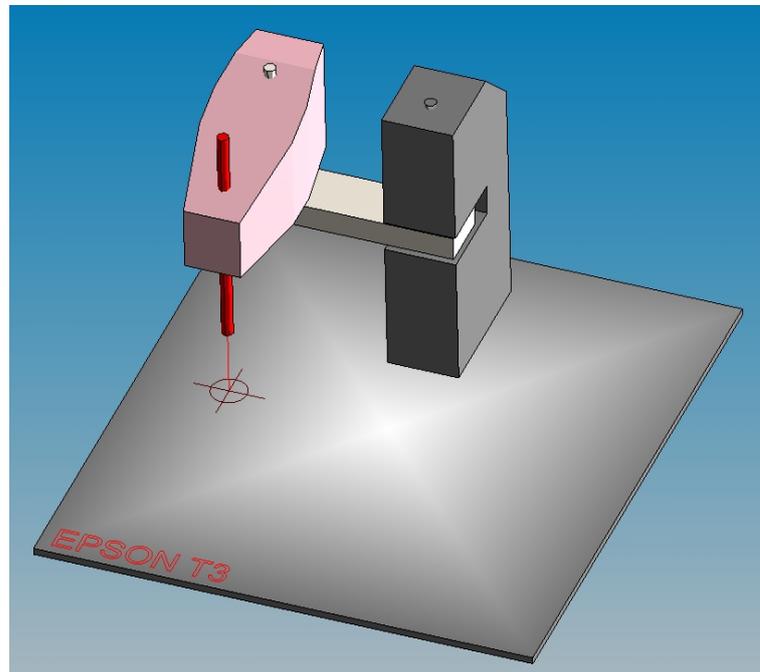


Abbildung 113: EPSON Layer im Modell

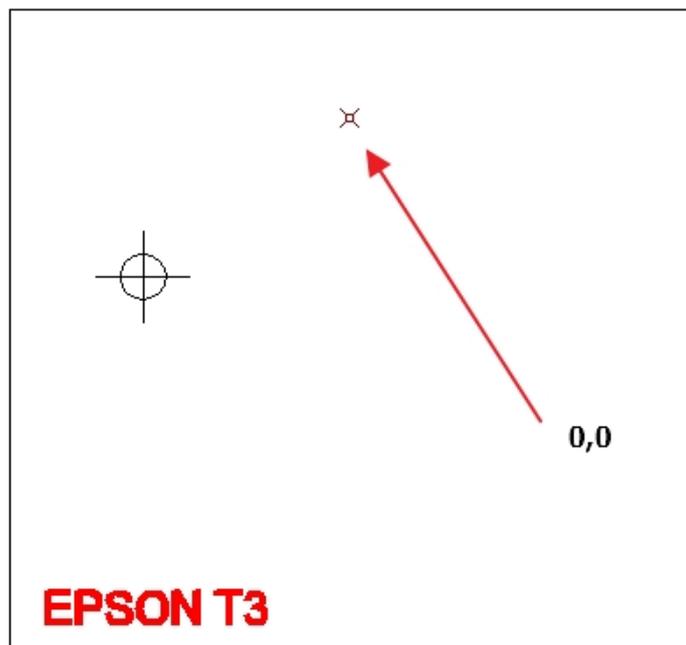
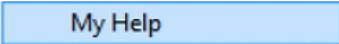


Abbildung 114: Zeichnung im 2D-Editor

6.13 Hilfe und persönliche Dokumentation

Zum Thema CNC gibt es eine Menge Informationen, die man immer wieder mal braucht. Ob es nun der maximale Vorschub bei der Drehbank ist oder die Einstellungen des Arduino UNOs. Um diese Information auf Knopfdruck aufrufen zu können, stellt *GrblGru* 3 verschiedene Möglichkeiten zur Verfügung:

- **Schnelle Hilfe Anzeige** 
Hilfe-Texte auf Knopfdruck mit schnell und direkt in das Grafik-Fenster einblenden.
- **Notizblock** 
Hier können kurzfristige Notizen (Texte) über die Tastatur eingegeben werden, die auch beim nächsten Programmstart wieder zur Verfügung stehen.
- **Persönliches PDF Dokument** 
Für eine langfristige Dokumentation kann ein mehrseitiges PDF-Dokument mit Texten, Grafiken und Bildern angelegt werden. Dies kann dann jederzeit über das Hilfe-Menü angezeigt werden.

6.14 Homing, Endschalter, Bereichsüberwachung

Die Frage, ob an einer Hobby-Maschine Endschalter benötigt werden, spaltet die Menge der Fachleute in 2 unterschiedlich große Lager. Der größere Teil hält eine Referenzfahrt, oder im Neudeutschen auch als Homing bezeichnet, als zwingend notwendig und nimmt deshalb die Mühen der Entschalterverdrahtung und Einstellung schweigend und gern in Kauf.

Der kleinere Teil, zu dem ich mich auch zähle, hält dagegen den Aufwand und die für die Referenzfahrt notwendige Zeit für nicht gerechtfertigt und verzichtet darauf.

Jeder sollte aber für sich selbst entscheiden, was er gerne machen möchte. Es ist nur wichtig, dass man weiß, dass es auch ohne Endschalter geht.

Standardmäßig ist die Überwachung der Fahrbereiche ausgeschaltet weil dazu vorher zwingend eine Referenzfahrt nötig wäre. Wer aber Homing benutzt kann die Überwachung einschalten.

Dazu muss man in den Einstellung den Schalter 'Endbegrenzungen überwachen' einschalten.

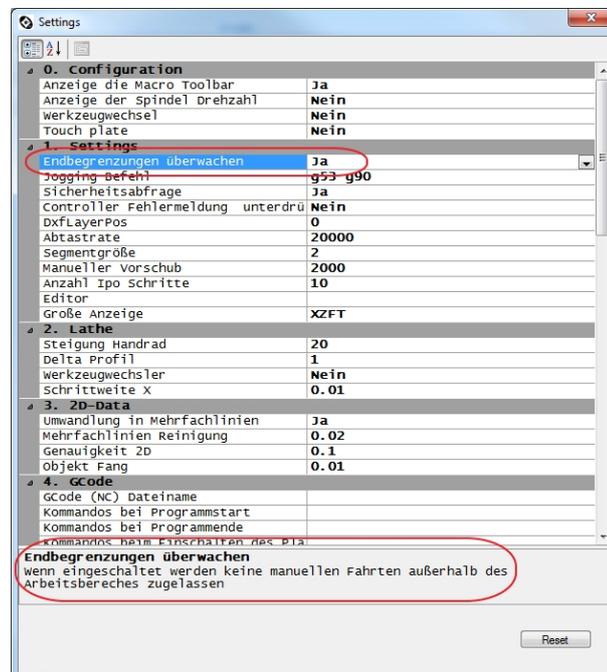


Abbildung 115: Einstellungen

Beim manuellen Verfahren werden dann die entsprechenden Minus- und Pluswerte aus dem Maschinen Manager genutzt. Das heißt, dass die Achsen beim Erreichen der Werte automatisch halten. Dabei ist es sinnvoll den möglichen Bereich ein wenig zu verkleinern, damit die Endschalter nicht auslösen.

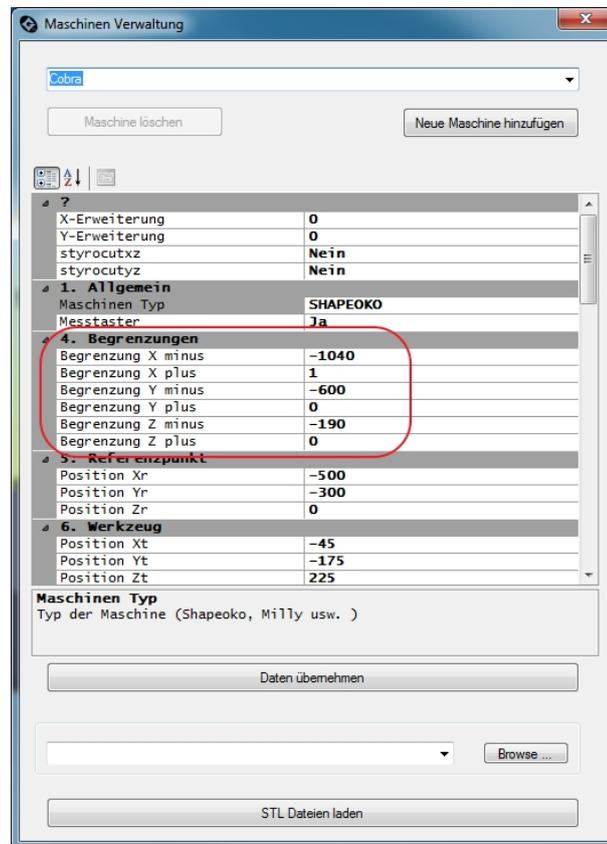


Abbildung 116: Begrenzungswerte beim manuellen Verfahren

Es sei hier noch einmal darauf hingewiesen, dass es sich hierbei nur um eine Überwachung der manuellen Jogging Fahrten handelt. Bereichsüberschreitungen während der Abarbeitung eines GCode Programms werden nicht verhindert. Sie sollten auf jeden Fall vorher mit Hilfe der Simulation gecheckt werden.

Für Anwender, die einen Controller benutzen, der zum Joggen besondere Kommandos erwartet, sei noch angemerkt, dass die Syntax des Fahrbefehls in den Einstellungen geändert werden kann

Touch plate	Nein
1. Einstellungen	
Endbegrenzungen überwachen	Ja
Jogging Befehl	g53 g90
Sicherheitsabfrage	Ja

Abbildung 117: Syntax des Jogging Kommandos

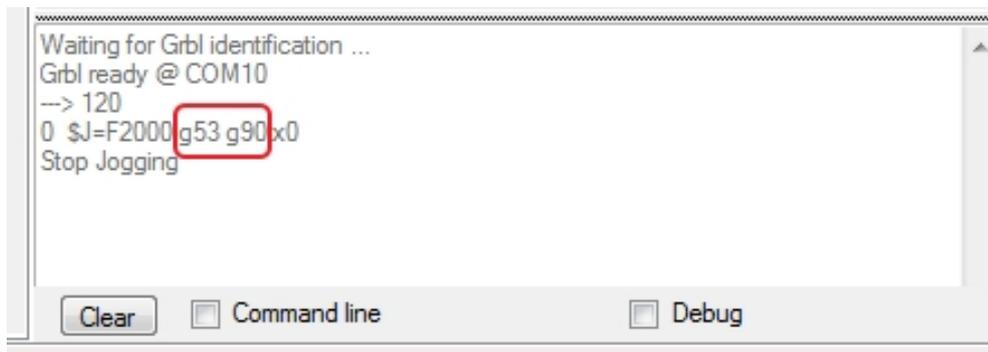


Abbildung 118: Protokoll im Controller Fenster

6.15 Geometrie Daten-Formate und Möglichkeiten sie zu umzuwandeln

Im Umfeld von Fräse und Drehbank gibt es eine Reihe von verschiedenen Formaten, die ich hier einmal ein wenig näher erörtern möchte.

- **2D-Geometriedaten**

2D-Geometriedaten sind *GrblGru* spezifischen Daten. Diese sind 2-dimensionale Daten, die sich bei der Fräse in der XY-Ebene und bei der Drehbank in der XZ-Ebene befinden. Sie beschreiben die Form eines Bauteils

- **DXF Daten**

DXF ist ein uraltes Format, das im Programm AutoCad eingesetzt wurde. Wegen der relativ einfachen Datenstruktur wird es oft zum programmübergreifenden Datenaustausch benutzt. Es gibt unzählige Editoren, mit denen man Zeichnungen erstellen und als DXF speichern kann.

- **SVG Daten**

SVG ist ein wenig aufwendiger als DXF und bietet die Möglichkeit auch Pfade zu erstellen, was bei DXF nicht möglich ist. Pfade beinhalten die Information in welcher Reihenfolge Objekte zu einander stehen.

- **3D STLs**

STL ist das einfachste der 3D-Formate. Es kann im Prinzip nur Dreiecke speichern. Fast alle 3D-Programme können STL-Daten speichern aber mögen sie nur ungern oder besser gar nicht laden. *GrblGru* kann z.Zt. nur STL-Daten lesen und schreiben. Alle anderen Datenformate wie STP oder IGES sind um Klassen komplizierter.

- **GCode**

Man vergisst es oft, aber auch der GCode beschreibt eine Geometrie. Allerdings sind darin auch schon die notwendigen Werkzeugoffsets und zusätzlich noch einige Prozesswerte enthalten.

- **Messpunkte**

Messpunkte, die zum Beispiel nach dem Scannen eines Bauteils gewonnen werden, beschreiben ebenfalls die Geometrie.

Möglichkeiten zur Umwandlung

Auf Grund der offenen Struktur von *GrblGru* können viele Formate durch Laden und Speichern in ein anderes Format übertragen werden.

Lädt man z.B. ein SVG-File werden die Daten automatisch in das *GrblGru* k interne 2D-Geomtrie Datenformat importiert. Wähl man anschließend 'Als DXF exportieren ...' wird die Geometrie in das DXF-Format gewandelt und gespeichert.

Nicht ganz so einfach läuft es mit der Wandlung von 2D-Daten in 3D-Daten. Um in die 3.Dimension zu gelangen müssen die Daten aus der XY-Ebene in Z-Richtung extrudiert werden. Dies kann in dem STL-Erzeuger-Dialog gemacht werden.

7 Macros

Es gibt Situationen, in denen man bestimmte Abläufe auf Knopfdruck abrufen möchte. Z.B. ein Loch besonders vorsichtig und mit mehreren Spanräumen bohren weil das Material dies erfordert. Das beste Ergebnis erzielt man in diesem Fall, wenn man den GCode maßgeschneidert auf den erforderlichen Prozess von Hand erstellt.

Damit diese Funktion jederzeit auf Knopfdruck verfügbar ist, bietet *GrblGru* eine einfache Möglichkeit Macros zu erstellen. Dazu muss die Macro-Leiste zuerst einmal auf der Einstellungsseite eingeschaltet werden.



Abbildung 119: Macro-Leiste einschalten

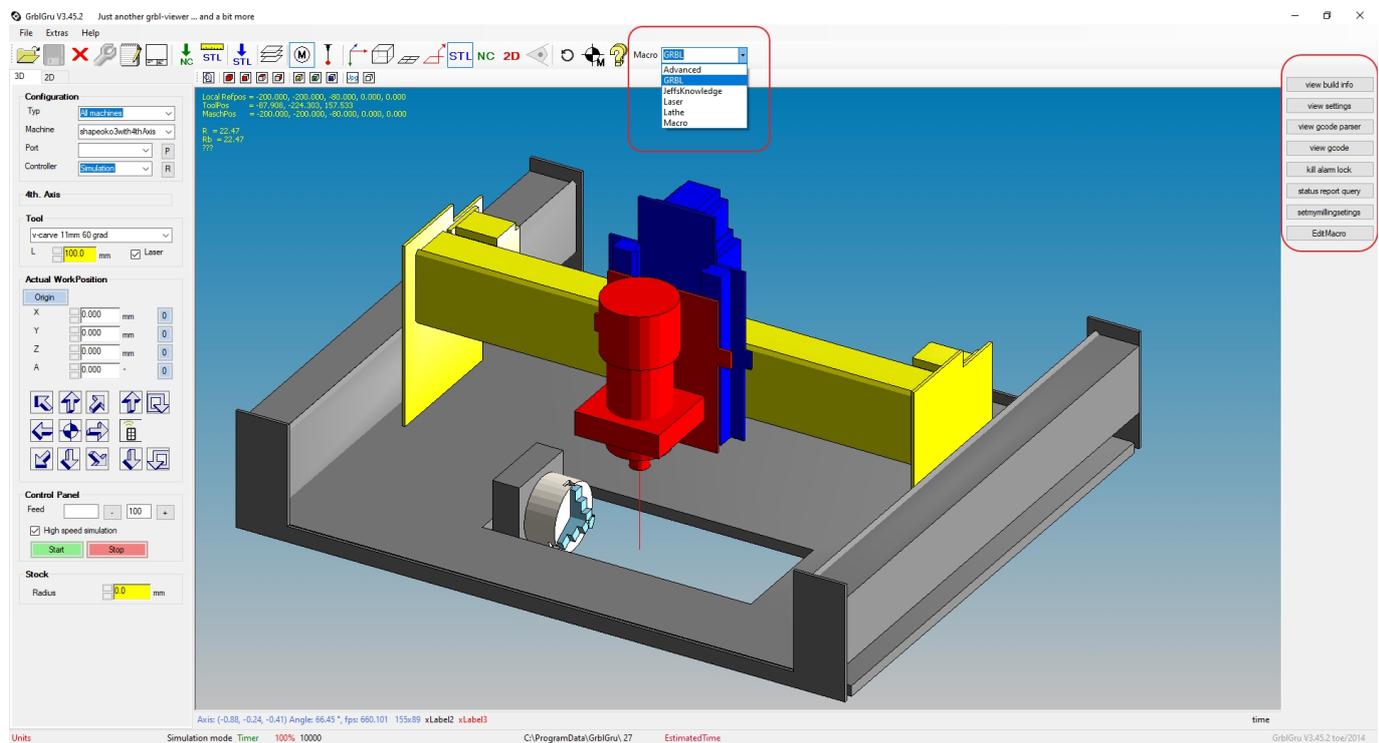


Abbildung 120: Macro-Auswahl in der Toolbox und Macro-Leiste am rechten Rand

Um eine besser Übersicht über die vorhandenen Macros zu bekommen, ist es sinnvoll die Macros in verschiedenen Themengruppen aufzusplitten. Die Macros einer Themengruppe werden dazu einfach in einer .Dat Datei im Ordner ProgramData\GrblGru\Macros gespeichert.

Zur Auswahl einer Macro-Datei existiert in der Toolbar eine Combobox, in der bei Programmstart alle im Macro Ordner vorhandenen Files eingetragen werden. Hier kann der Anwender beliebig viele neue Daten anlegen.

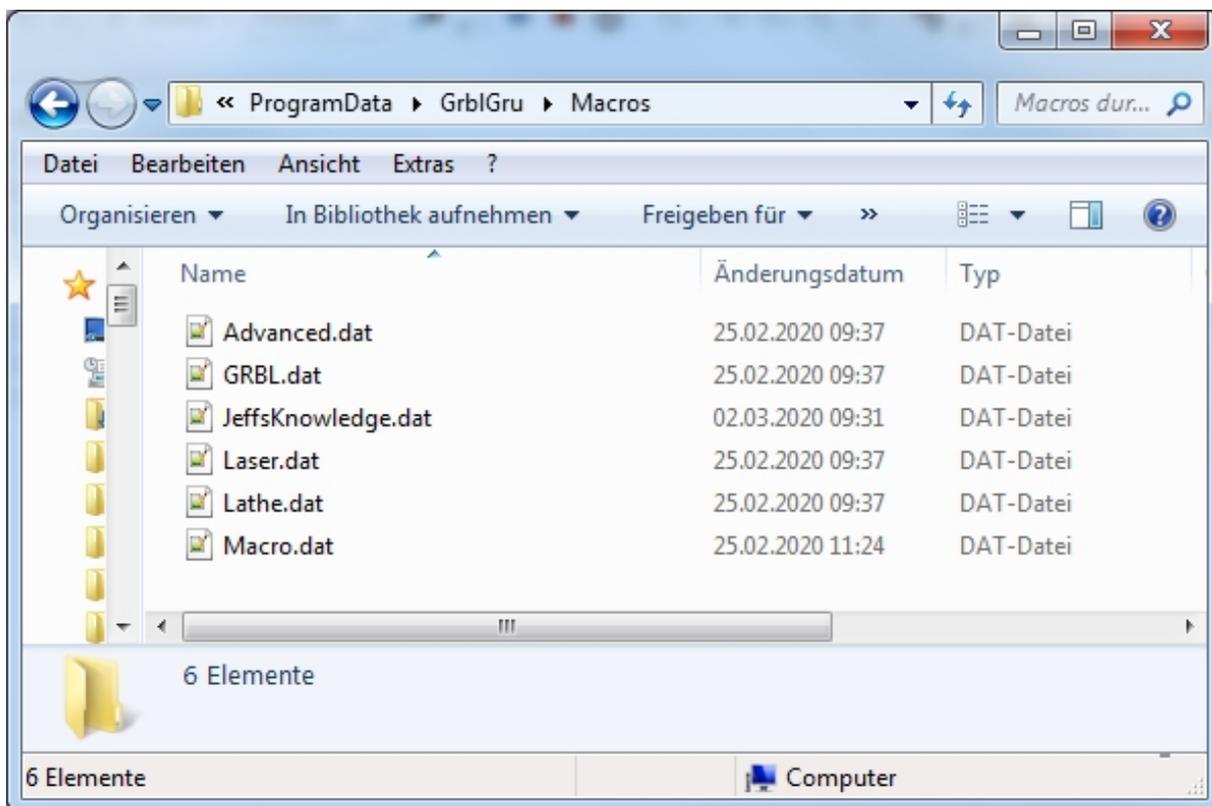


Abbildung 121: Dateien im Macro-Ordner

Ein Mausklick der linken Maustaste auf dem Text "Macro" links neben der Combobox in der Toolbar sorgt dafür, dass die Liste in der Combobox aktualisiert wird. Dies kan man nutzen, wenn man eine neue Datei angelegt und gelöscht hat.

Durch Betätigung der unteren Schaltfläche mit der Bezeichnung 'EditMacro' wird die entsprechende Macro-Datei im Editor geöffnet und kann nun bearbeitet werden.

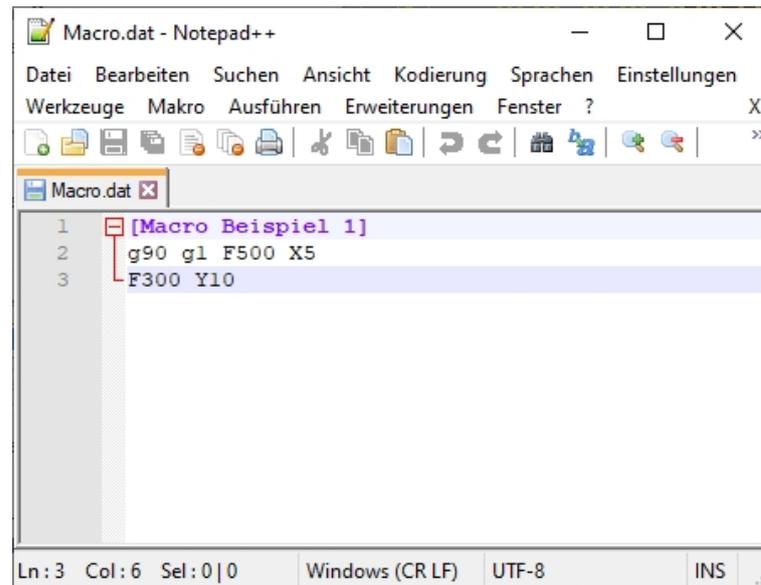


Abbildung 122: Der geöffnete Editor

Ein Macro beginnt immer mit dem Macro-Namen in eckigen Klammern. Also z.B. [**Macro Beispiel 1**]. Der Name sollte aussagekräftig sein, weil er auf der Schaltfläche in der Macro-Leiste angezeigt werden wird.

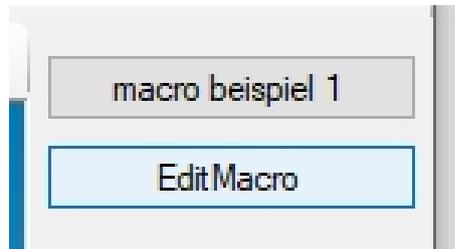


Abbildung 123: Die Schaltflächen der Macro-Leiste

Danach können beliebig viel Zeilen mit gültiger GCode Syntax folgen. Nach erfolgter Eingabe beendet man den Editor. Daraufhin aktualisiert *GrblGru* sofort die Macro-Leiste und die gerade eingegeben Funktion kann durch Betätigung der entsprechenden Schaltfläche aufgerufen werden. Die Macros stehen auch nach einem Neustart zur Verfügung. Es können soviel Macros erstellt werden wie auf dem Bildschirm passen.

7.1 Betriebssystem Macros

Als recht interessante Einsatzmöglichkeit der Macros ist direkte Kommunikation mit dem jeweiligen Prozessor zu nennen. Alle Betriebssysteme Grbl, TinyG, Mega-5X und g2core bieten die Möglichkeit über Kommandos Fahrbefehle aber auch Einstellungen zu ändern. **GrblGru** stellt dafür die Möglichkeit der direkten Kommunikation in den beiden Controller-Fenster zur Verfügung.

So können mit Hilfe von Macros recht einfach mehrere Einstellungen geändert werden. Das unten aufgelistete Macro setzt z.B. alle Einstellungen von **Grbl**.

[SetMyMillingSetings]

```
$0=10
$1=25
$2=0
$3=0
$4=0
$5=0
$6=0
$10=0
$11=0.010
$12=0.002
$13=0
$20=0
$21=0
$22=0
$23=0
$24=25.000
$25=500.000
$26=250
$27=1.000
$30=1000
$31=0
$32=0
$100=100.000
$101=100.000
$102=50.000
$110=500.000
$111=500.000
$112=500.000
$120=10.000
$121=10.000
$122=10.000
$130=200.000
$131=200.000
$132=200.000
```

Auch folgenden Macros sind vielleicht hilfreich

[Version]

```
$I
```

[State]

```
$G
```

[settings]

```
$$
```

7.2 Erweiterte Macro Funktionalität

Die erweiterte GrblGru Macro Sprache ist sehr mächtig. Sie erlaubt die Verwendung von Parametern, Schleifen und bedingten Sprüngen. Außerdem gibt es die Möglichkeit Parameterwerte in einer Dialogbox anzuzeigen. Auch die Eingabe von Werten in einem Dialog ist möglich.

Parameter müssen mit einem '#' beginnen z.B. #Length.

- **Parameter Zuweisungen**

```
#Length = 12.5  
#Length = #Durchmesser
```

- **Mathematische Operationen**

```
#Jeff * 2  
#height / 2  
#Diameter + 2  
#Infeed - 2
```

- **Bedingte Sprünge**

```
if (#FeedRate > 50)  
{  
  Anweisungen ...  
}
```

- **Schleifen**

```
while (#Counter > 0)  
{  
  Anweisungen ...  
}
```

- **Kommentare**

werden mit einem Semikolon eingeleitet
G1 G90 F1000 ; Dies ist ein Kommentar

Anweisungen zur Steuerung des Verhaltens

- **%NoAutoRun**

Normalerweise werden Macros sofort mit dem Tastendruck ausgeführt. '**NoAutoRun**' bewirkt, dass der GCode **nicht** direkt gestartet wird. Er muss also explizit mit dem grünen 'Start' Button gestartet werden.

Zur Anzeige und Eingabe von Daten stehen verschiedene Dialog zur Verfügung:

- %message

Example 1: %Message, This is a message without value

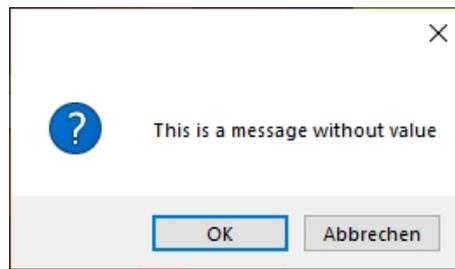


Abbildung 124:

Example 2: %Message, Length = , #Length

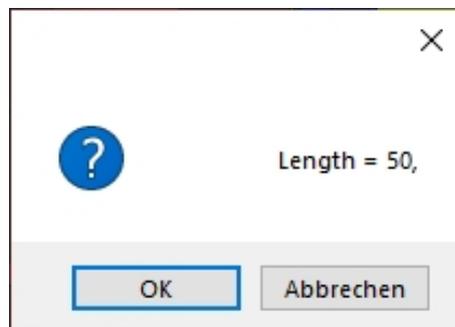


Abbildung 125:

Es können auch mehrere Werte ausgegeben werden:

Example 3: %Message, Vektor = , #x, #y, #z

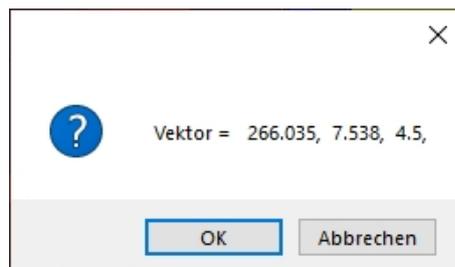


Abbildung 126:

- **%Input**

%input, **cylindrical turning**, **Length of piece**, #Length, **Sum of Increments**, #SumOfIncrements, **Dept increment**, #DepthIncrement, **Cut feed rate**, #CutFeed, **Plunge feed rate**, #PlungeFeed, **Rapid feed rate**, #RapidFeed

Zur Dateneingabe existiert der Befehl %Input, der ein Eingabedialog anzeigt, in dem man Werte eingeben kann. Diese Werte werden dann den entsprechenden Parametern zugewiesen und können in dem Macro benutzt werden.

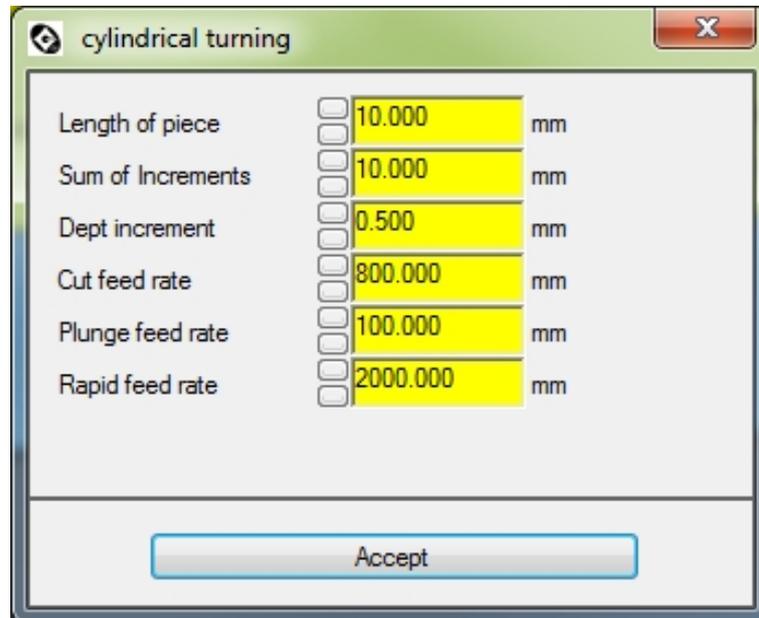


Abbildung 127: Das Eingabefenster

- **%variables**

Dieser Befehl dient dazu die Systemparameter und deren Inhalte anzuzeigen.

Beispiel:

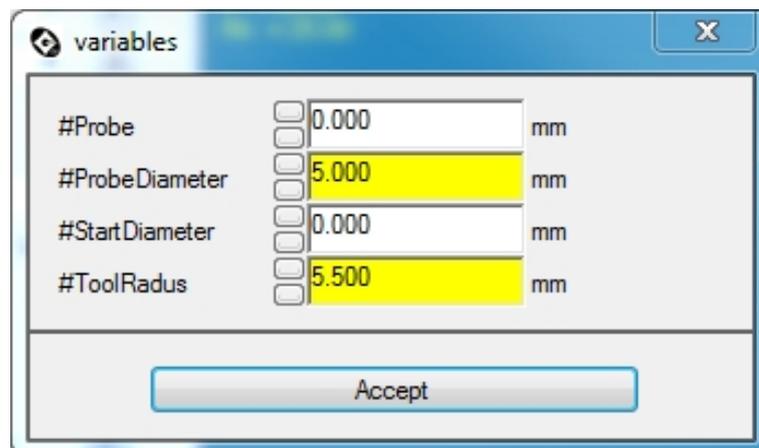


Abbildung 128: Die Systemparameter

8 Verwaltung der Sprachen

GrblGru kann beliebe viele Sprachen verwalten. Jede Sprache wird in einer eigenen Datei gespeichert. Der Aufbau ist sehr einfach. In jeder Zeile stehen 2 Spalten. Die Spalten sind durch ein ';' getrennt. In der 1. Spalte steht der im Programm verwendete Key. Er beginnt immer mit einem '#' oder einem '?'. In der 2. Spalte steht der Text in der jeweiligen Landessprache.

```
#_author; 05.03.2019 / toe
#_language; Deutsch

#0configuration; 0. Konfiguration

#1general; 1. Allgemein
#1settings; 1. Einstellungen

#2axes; ?
#2data; 2. Daten
#2ddata; Zeichnungen
#2info; 2. Information
#2lathe; 2. Drehbank
#3process; 3. Prozess
#2rough; 2. Schruppen
#2stl; 2. STL
#2stock; 2. Werkstück
#2scanning; 2. Messen
#2top; 2. Deckel
#2wheelspokes; 2. Speichen

#32ddata; 3. 2D-Daten
#3axeshelp; ?
#3calculatedvalues; 3. Berechnete Werte
#3finish; 3. Schlichten
#3indents; 3. Einrückungen
#3parameter; 3. Drehstahl-Parameter
#2spindlecontrol; 2. Art des Werkzeugs

#4extprofile; 4. Externes Profil
#4limit; 4. Begrenzungen
#4openscad; 4. OpenSCAD
#4positioning; 4. Teile Positionierung
#4tool; 4. Werkzeug

#5bridges; 5. Brücken (Stege)
#5colors; 5. Farben
#5iso; 5. Wendeschneidplatten
#5pockets; 5. Taschenräumung
#5refpkt; 5. Referenzpunkt
```

Abbildung 129: Auszug aus der Datei Language German.txt

Die Reihenfolge der Zeilen ist innerhalb einer Sprachdatei ist beliebig. Wenn man eine neue Sprache anlegen möchte, kopiert man sich am besten die Sprachdatei der englischen Sprache **Language_english.txt** und ersetzt darin die englischen Texte durch die neuen Texte. Anschließend wird dann die Datei entsprechend umbenannt. *GrblGru* erkennt beim Start alle vorhandenen Sprachdateien und bietet sie in dem Sprachen Auswahl Dialog an.

Nach dem eine Sprache bearbeitet wurde, ist es sinnvoll alle Texte noch einmal neu alphabetisch zu sortieren. Dadurch wird das Auffinden gesuchter Texte deutlich einfacher. Diese Sortierung kann über den Menüpunkt **Sort Text** durchgeführt werden:

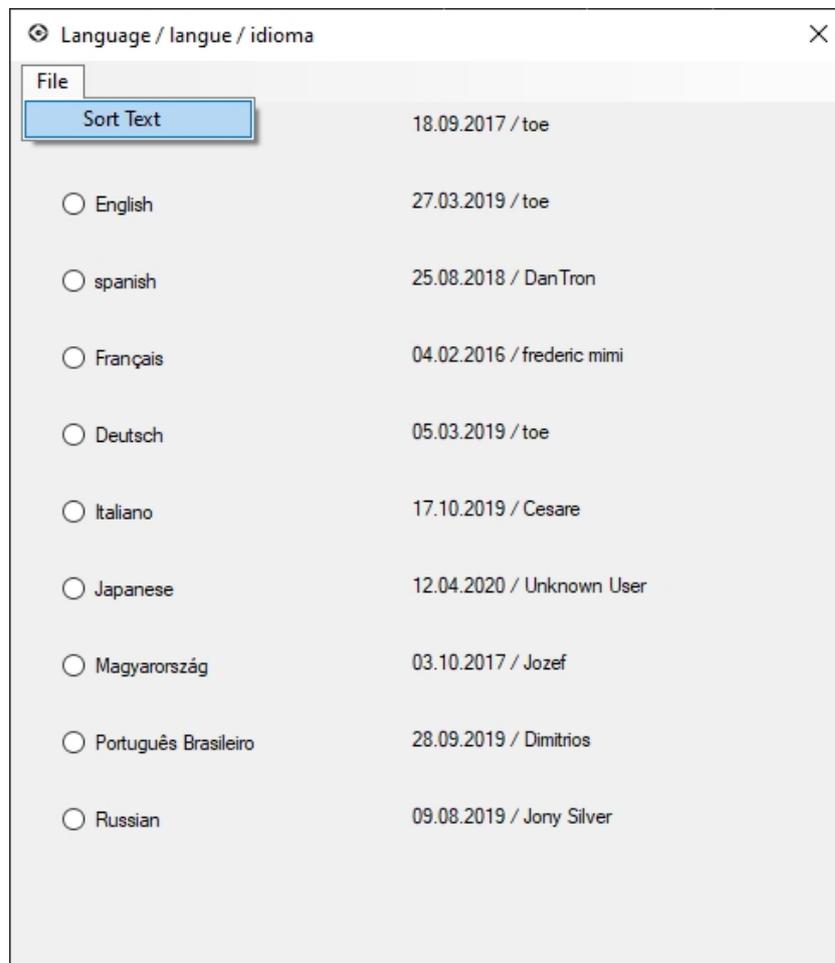


Abbildung 130: Der Sprachen Dialog

Alle Sprachdateien befinden sich im Ordner `ProgramData\GrblGru\Language`. Zur Zeit sind folgende Dateien vorhanden:

- `Language_english.txt`
- `Language_espanol.txt`
- `Language_french.txt`
- `Language_german.txt`
- `Language_magyar.txt`
- `Language_PortuguesBrasileiro.txt`
- `Language_Russian.txt`
- `Language_Japanese.txt`

9 Wie importiert man ein eigenes 3D-Maschinenmodell

Ein besonderes Merkmal von *GrblGru* ist die Möglichkeit eigene 3D-Modelle zu importieren. Diese Modelle werden dann zur grafischen Simulation des geladenen G-Codes genutzt.

Dieses Kapitel stellt die notwendigen Arbeitsschritte dar, um ein bestehendes 3D-Modell zu importieren.

9.1 Kann *GrblGru* meine Maschine simulieren ?

Wenn man in der Liste der verfügbaren Maschinen kein entsprechendes Modell findet, besteht die Möglichkeit ein eigenes 3D-Modell zu importieren. Bedingung dafür ist allerdings, dass der **Typ** des Modells bereits vorhanden ist. Der **Typ** bestimmt die Beziehungen der Achsen zueinander. Also z.B. ob sich das Werkzeug zum Bauteil bewegt, oder das Werkzeug fix ist und sich das Bauteil zum Werkzeug bewegt. Wird die Z-Achse mitverfahren wenn man X verfährt ? Beeinflusst eine A-Achsen Drehung die B-Achse oder nicht ?

Als Beispiel für zwei völlig unterschiedliche Typen seien dazu folgenden Maschinen aufgeführt.

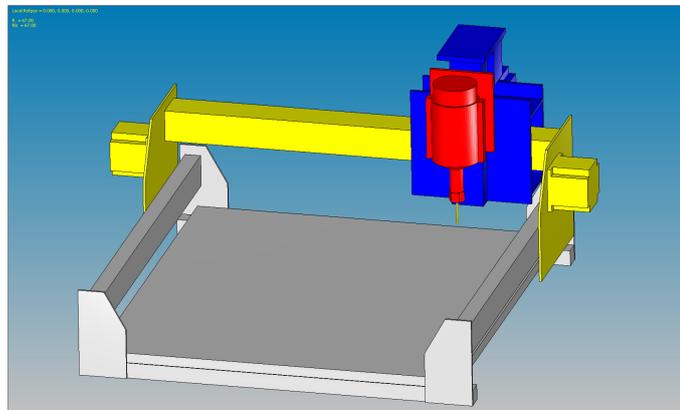


Abbildung 131: Typ ShapeOko

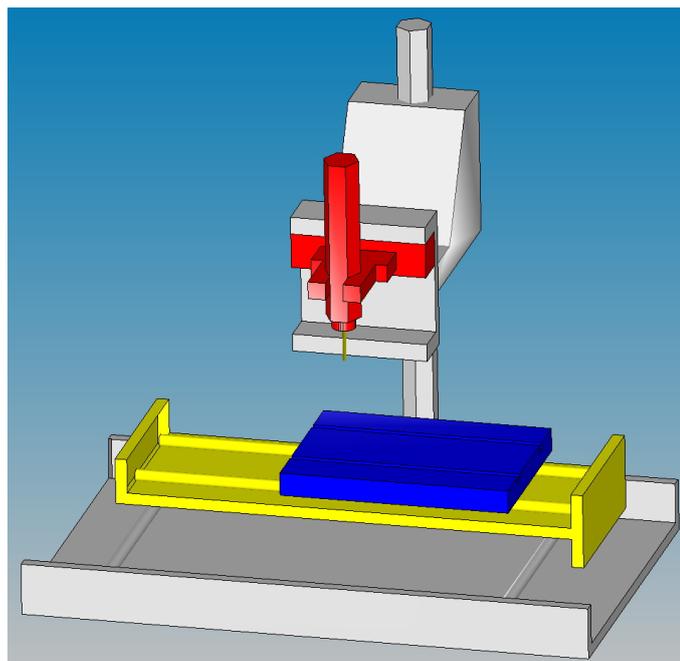


Abbildung 132: Typ Milly

Ich empfehle einige der vorhandenen Modelle anzuschauen um sich die Unterschiede zu verdeutlichen. Unter dem Menü-Punkt **Extras/Maschinen-Verwaltung** findet man eine Auflistung aller Maschinen und kann unter der Eingabe **Maschinen Typ** den entsprechenden Typ einsehen.

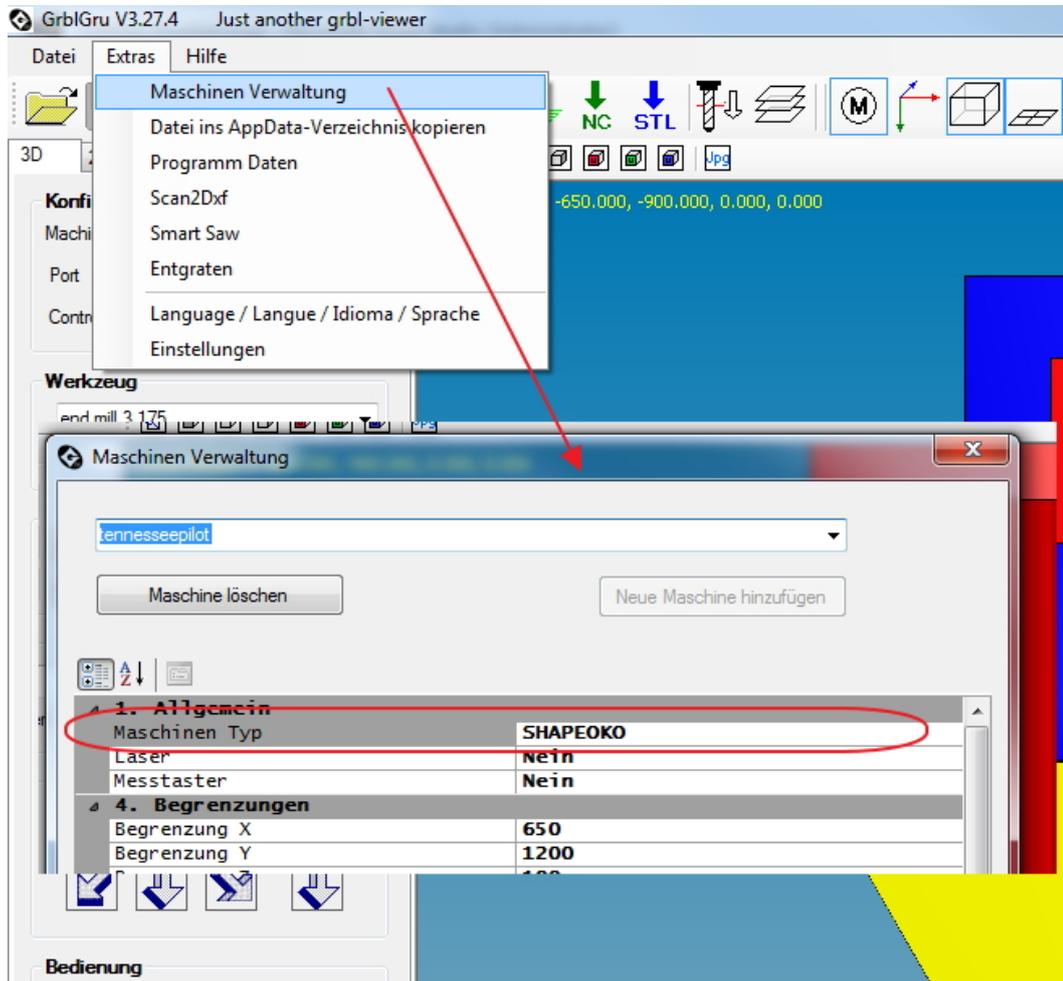


Abbildung 133: Eingabe **Maschinen Typ** im Dialog der Maschinen Verwaltung

Wenn ihr ein Modell benötigt, dessen Typ noch nicht vorhanden ist, lasst es mich bitte wissen. Ich werde dann versuchen den entsprechenden Typ zu ergänzen.

Folgende Maschinen Typen sind bisher realisiert:

- SHAPEOKO
- MILLY
- SPRITE
- NONY
- EGGBOT
- PRINTER3D
- SHAPEOKO-AX
- LASER
- FIVE-AXES-1
- FIVE-AXES-2
- FIVE-AXES-3
- DETTORRE
- LowRider
- MpCNC
- BUX

9.2 Maschine im CAD konstruieren

Zunächst muss man natürlich die Maschine im CAD konstruieren. Auf diesen Punkt möchte ich nicht näher eingehen, weil er im Wesentlichen vom verwendeten CAD-System abhängig ist. Zur Erstellung meiner bisherigen Modelle habe ich immer das Programm CREO benutzt. Seit kurzem gibt es auch wieder die kostenlose Version, die auf eine bestimmte Anzahl Objekte begrenzt ist. Für die Belange von *GrblGru* reicht es aber völlig aus und das Programm ist meiner Meinung nach wirklich gut.

Allerdings habe ich immer noch Bauchschmerzen, weil CREO nicht wirklich offline funktioniert. In der Vergangenheit gab es einmal eine Zeit lang Probleme mit dem Lizenzserver und in der Zeit war kein Arbeiten möglich.

Zur Konstruktion mit CREO gibt es ein kleines Video unter:

<https://youtu.be/v5m8HKOdHG0>

Das einzig Wichtige bei der Konstruktion ist, dass man das Maschinen-Koordinatensystem folgendermaßen ausrichtet.

Die X-Achse zeigt nach rechts, Y nach hinten, Z nach oben. Der bevorzugte Ursprung liegt auf der Grundfläche hinten rechts.

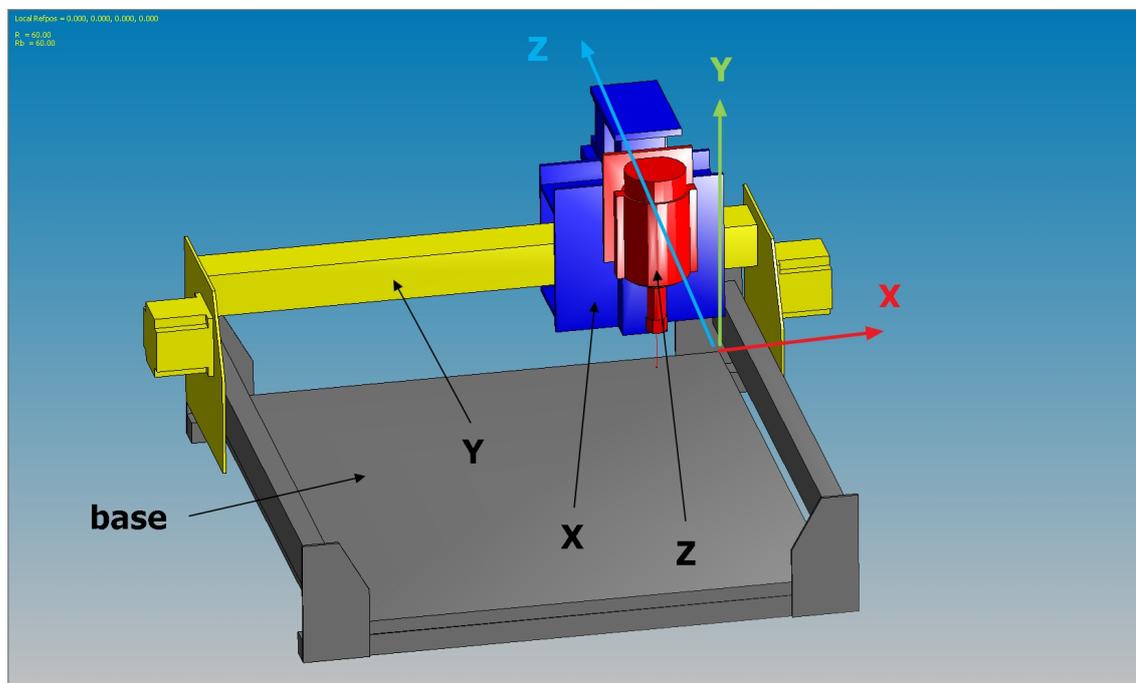


Abbildung 134: Das Maschinen-Koordinatensystem

9.3 Baugruppen als STL speichern

GrblGru kann im Moment 3D-Daten nur im STL-Format lesen. Dazu müssen die Achs-Baugruppen in diesem Format für den eigentlichen Import vorliegen.

Nachdem das komplette Modell konstruiert worden ist, beginnt die Zuordnung der Baugruppen auf die gewünschten Achsen und das Speichern in die STL Dateien. Folgende Datei-Namen werden dabei erwartet:

- **Base+.STL**
Fixe Basis
- **X+.STL**
X-Achse; Linearachse
- **Y+.STL**
Y-Achse; Linearachse
- **Z+.STL**
Z-Achse; Linearachse
- **A+.STL**
A-Achse; Drehachse
- **B+.STL**
B-Achse; Drehachse

Das '+' im Namen bewirkt dabei ein Nachzeichnen der Kanten der jeweiligen Baugruppe und kann auch weggelassen werden. Alle Dateien werden erst einmal in ein beliebiges Verzeichnis gespeichert.

9.4 Neue Maschine in der Maschinen-Verwaltung anlegen

Der nächste Schritt besteht darin, zunächst einmal eine neue Maschine anzulegen. Dazu findet man im Menü unter den Punkt **Extras/Maschinen Verwaltung**, den folgenden Dialog.

Die spätere Eingabe der Maschinendaten wird dadurch erleichtert, dass man zuerst in der 1. Zeile eine Maschine des Typs auswählt, den man anlegen möchte. Dadurch sind viele Daten bereits sinngemäß vorbelegt.

Gebe danach einfach in der 1. Zeile den Namen deines Modells ein und drücke den Knopf "Neue Maschine hinzufügen".

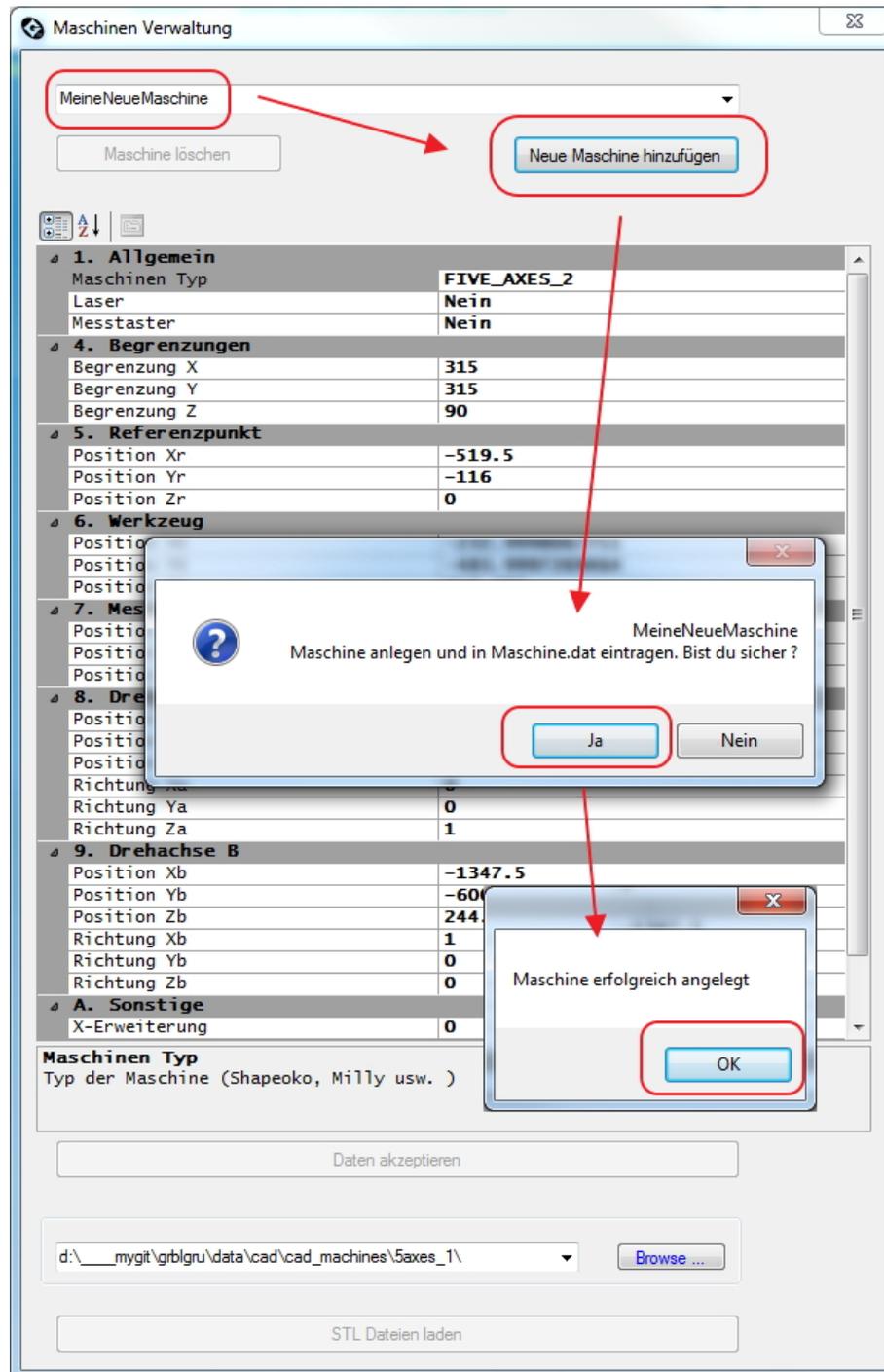


Abbildung 135: Dialog der Maschinen Verwaltung

9.5 STL Dateien importieren

Nachdem man alle STL-Dateien erstellt und die neue Maschine angelegt hat, kann man die Dateien nun in der Maschinen-Verwaltung laden. Dazu wählt man das Verzeichnis mit den STLs über den 'Browse' Button aus und bestätigt die Abfragen.

Bitte NICHT den Pfad von Hand eintragen. Das funktioniert nicht !

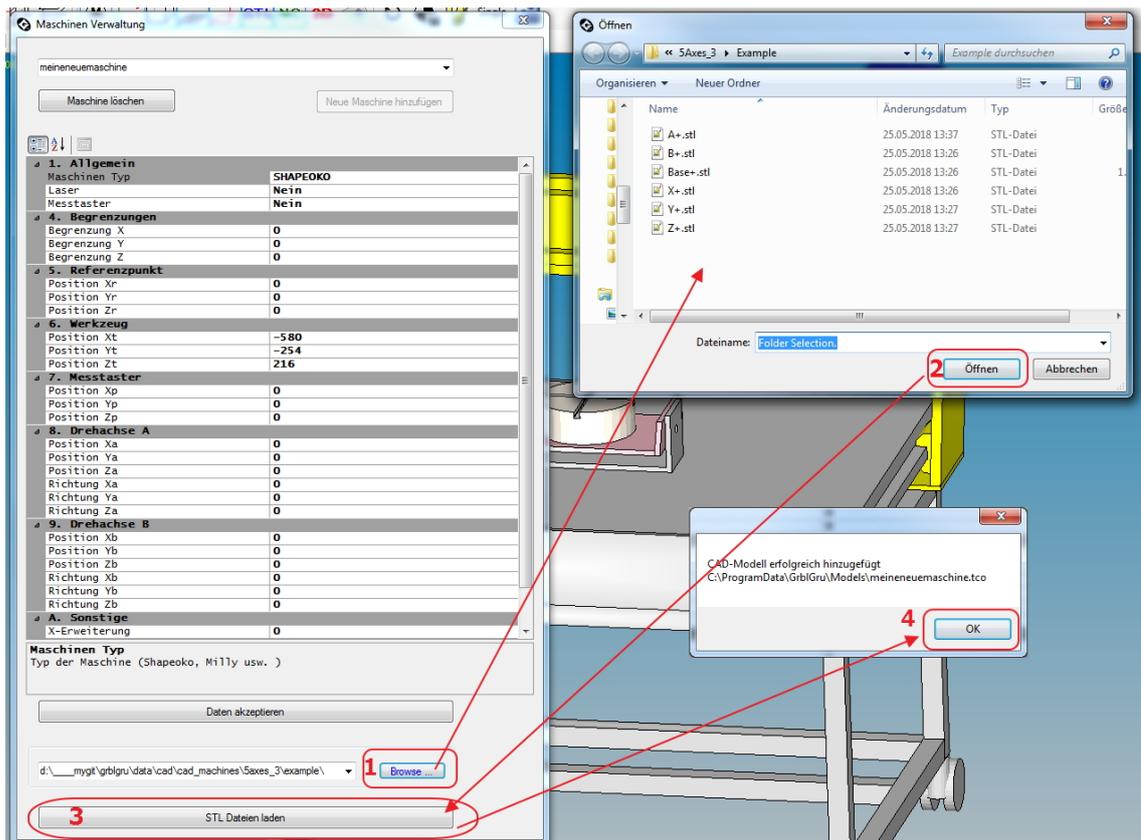


Abbildung 136: Import der STL-Dateien in der Maschinen-Verwaltung

9.6 Steuerwerte auslesen

Die Maschine kann nun bereits im Programm angewählt und dargestellt werden.

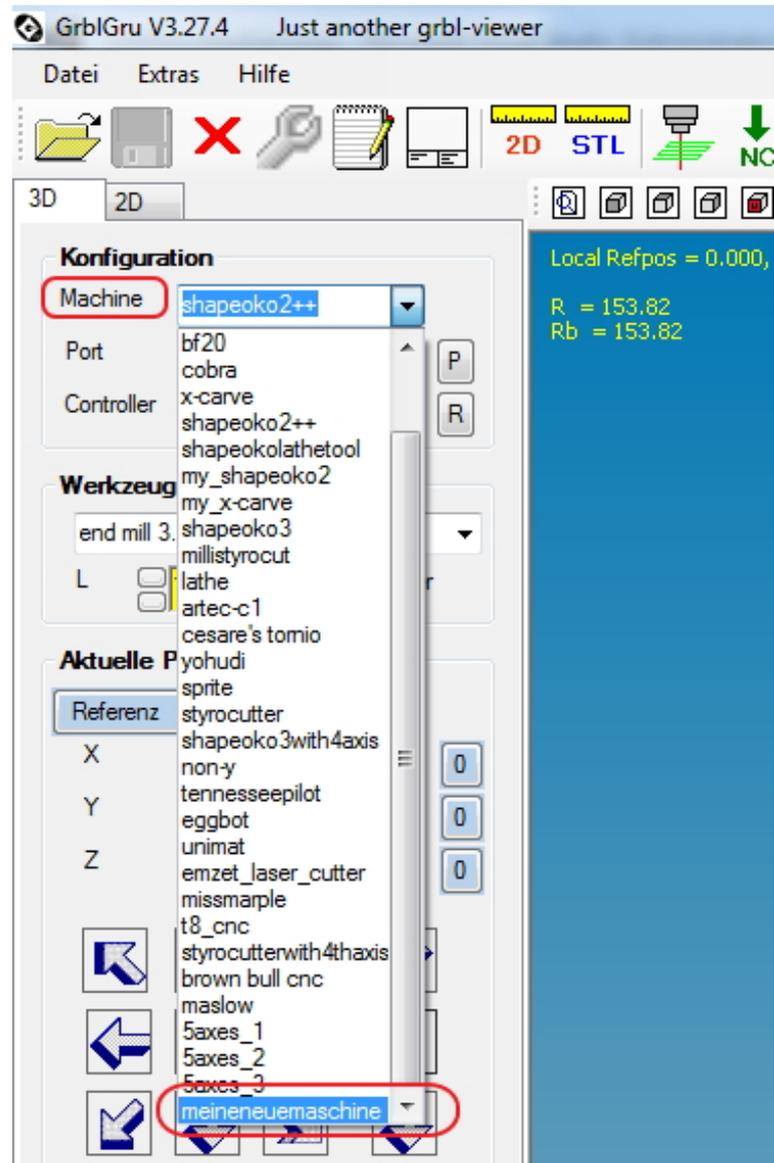


Abbildung 137: Liste der verfügbaren Maschinen

9.7 Werkzeug Position

Allerdings fällt auf, dass evtl. das Werkzeug noch nicht in der richtigen Position angezeigt wird. Dazu benötigt *GrblGru* die Koordinaten des Werkzeug-Ursprungs im Maschinen-Koordinatensystem.

Diese Koordinaten können dem CAD direkt bei der Konstruktion entnommen, oder nachträglich mit *GrblGru* gemessen werden. Dazu klickt man mit der linken Maustaste und gedrückter SHIFT-Taste nacheinander auf 3 Punkte des Kreise bzw. Vielecks. Die Koordinaten des Mittelpunktes werden dann in der Statuszeile angezeigt und müssen im Dialog der Maschinen-Verwaltung eingetragen werden. Zurück gesetzt wird die Messung durch ein Klick + SHIFT-Taste ins 'Nirwana' (Irgendwo ins Blaue)

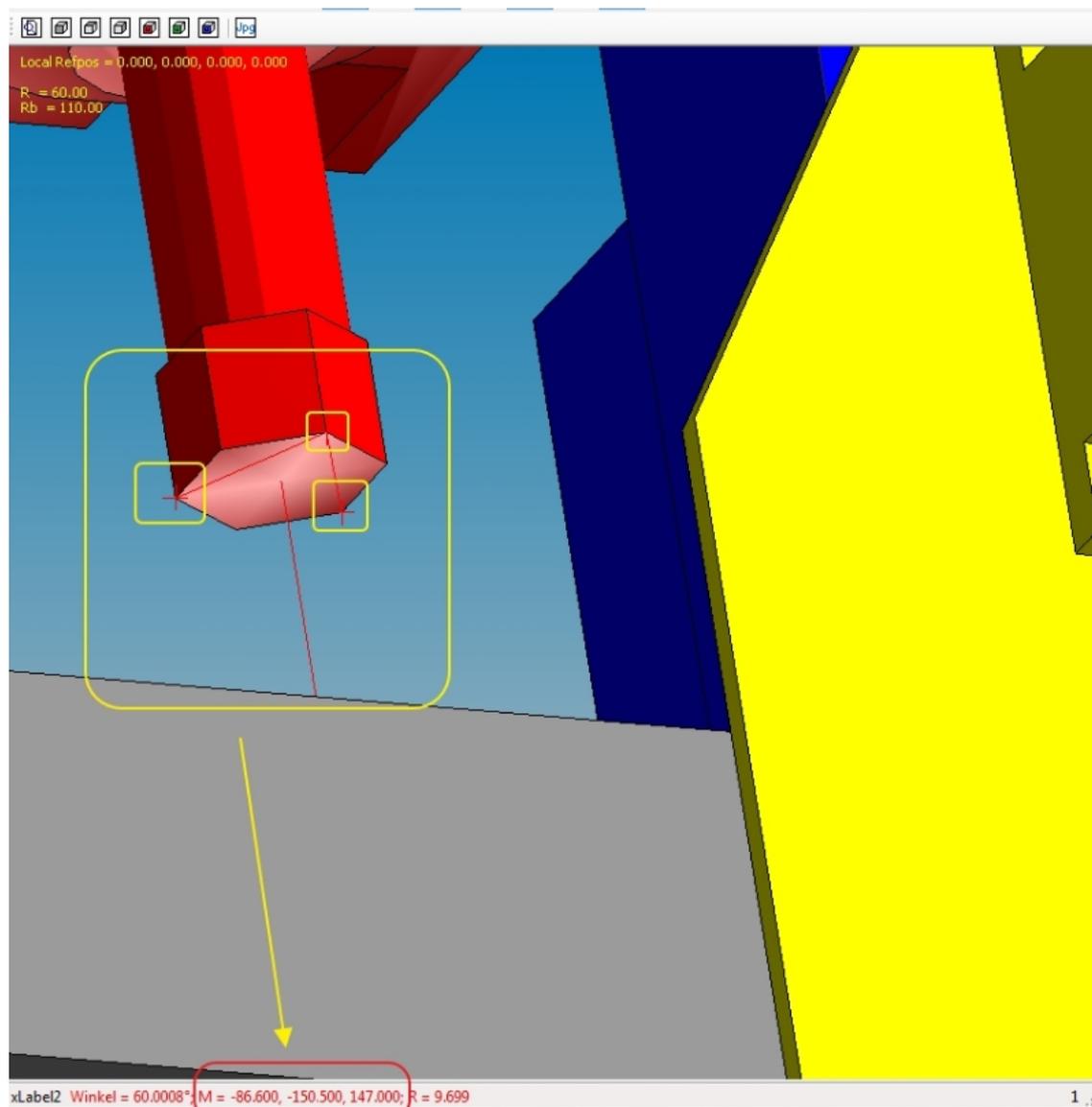


Abbildung 138: Messung des Werkzeug-Ursprungs

Die X,Y und Z Komponenten der Koordinate werden anschließend im Dialog des Maschinen-Verwaltung im Kapitel 6. Werkzeug eingetragen.

Achtung !
Nicht vergessen nach der Eingabe den Button 'Daten übernehmen' zu drücken.

The screenshot shows the 'Maschinen Verwaltung' dialog box. At the top, there is a dropdown menu with 'meineueuemaschine' selected, and two buttons: 'Maschine löschen' and 'Neue Maschine hinzufügen'. Below this is a table of machine parameters. The '6. Werkzeug' section is circled in red, containing the following data:

6. Werkzeug	
Position Xt	-45.0310960123
Position Yt	-174.9032292234
Position Zt	225

Below the table, the 'Daten übernehmen' button is circled in red with a red exclamation mark to its right. At the bottom, there is a file path dropdown showing 'd:__mygit\grblgru\data\cad\cad_machines\5axes_3\example\' and a 'Browse...' button, followed by an 'STL Dateien laden' button.

Abbildung 139: Eingabe des Werkzeug Ursprungs

9.8 Drehachsen Position und Richtung

Die Bezeichnungen der beiden Drehachsen A und B entsprechen aus rein pragmatischen Gründen **nicht** den Grundregeln für Achsbezeichnungen. Dies ist der Grund weshalb im folgenden Beispiel die Drehachse, die sich um die Z-Achse dreht nicht den Namen C trägt, sondern A oder B heißen kann.

Damit *GrblGru* die Drehachsen richtig behandeln kann, wird ein Punkt auf der Drehachse und die Richtung der Achse benötigt. Zur Messung eines Punktes auf der Drehachse geht man analog zum Werkzeug-Ursprung vor. Die Richtung kann in der Regel ohne Messung bestimmt werden, weil sie meistens in X,Y oder Z-Richtung verläuft. Im Beispiel 'Drehfutter' zeigt sie nach oben, also in Z-Richtung. Darum tragen wir in diesem Fall 0, 0, 1 ein. Die Eingabe der Richtung bezieht sich dabei immer auf die Grundstellung des Modells. Also so wie es konstruiert und gezeichnet wurde.

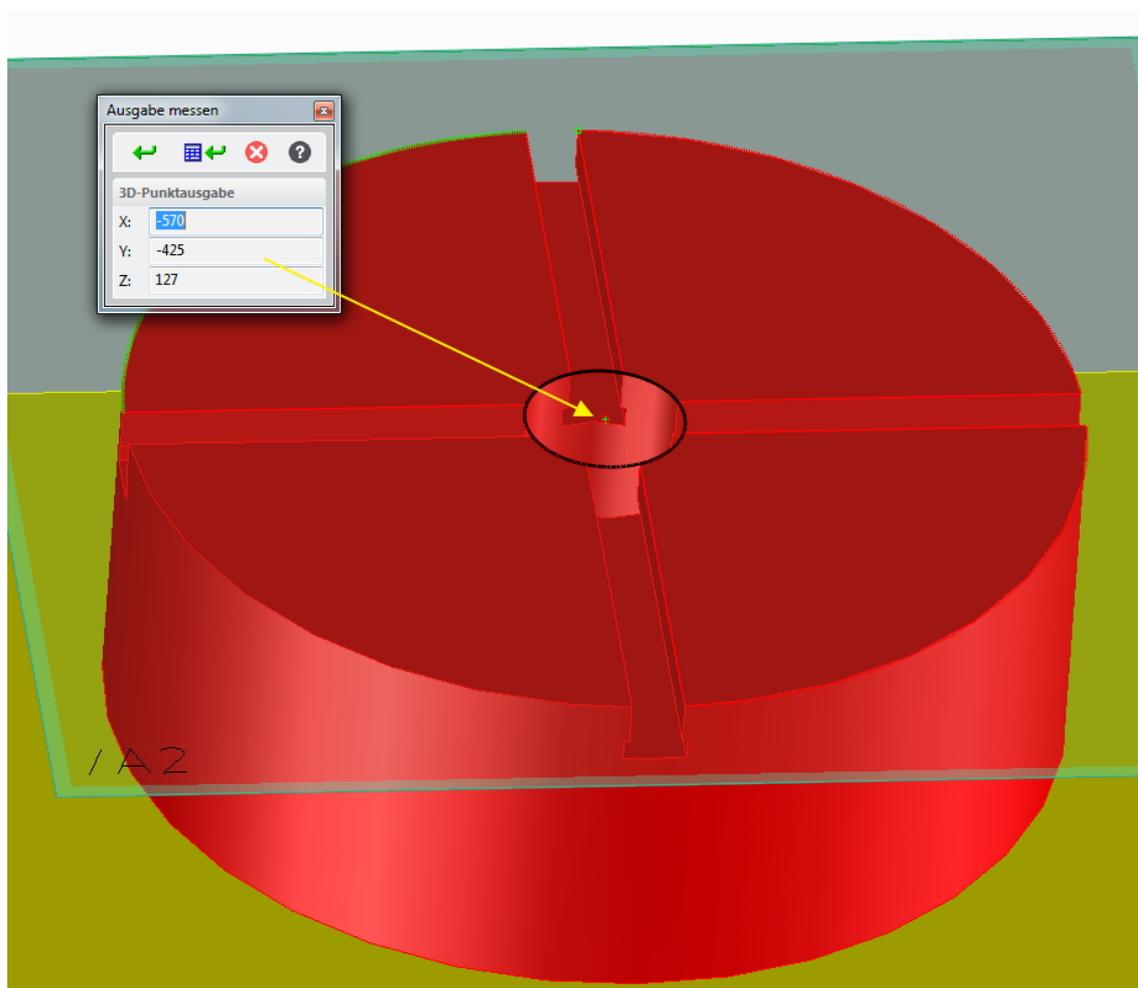


Abbildung 140: Messung eines Punktes auf der A-Achse im CAD (Kann aber auch mit *GrblGru* gemessen werden)

Position und Richtung der A-Achse werden im Dialog der Maschinen-Verwaltung im Kapitel 8 eingegeben.

Maschinen Verwaltung

meineneuemaschine

Maschine löschen Neue Maschine hinzufügen

1. Allgemein

Maschinen Typ	FIVE_AXES_3
Laser	Nein
Messtaster	Nein

4. Begrenzungen

Begrenzung X	0
Begrenzung Y	0
Begrenzung Z	0

5. Referenzpunkt

Position Xr	0
Position Yr	0
Position Zr	0

6. Werkzeug

Position Xt	-45.0310960123
Position Yt	-174.9032292234
Position Zt	225

7. Messtaster

Position Xp	0
Position Yp	0
Position Zp	0

8. Drehachse A

Position Xa	-570
Position Ya	-425
Position Za	127
Richtung Xa	0
Richtung Ya	0
Richtung Za	1

9. Drehachse B

Position Xb	0
Position Yb	0
Position Zb	0
Richtung Xb	0
Richtung Yb	0
Richtung Zb	0

A. Sonstige

X-Erweiterung	0
Y-Erweiterung	0
styrocutzx	Nein
styrocutzz	Nein

styrocutzz
Ja, wenn auf dieser Maschine ein Schneiddraht in der YZ-Ebene vorhanden ist

Daten übernehmen !

d:__mygit\grblgnu\data\cad\cad_machines\5axes_3\ Browse ...

STL Dateien laden

Abbildung 141: Eingabe der Position und Richtung der A-Achse

Der Vollständigkeit halber hier noch das gleiche Spiel mit der B-Achse. Die Richtung ist hierbei die X-Richtung, also 1,0,0

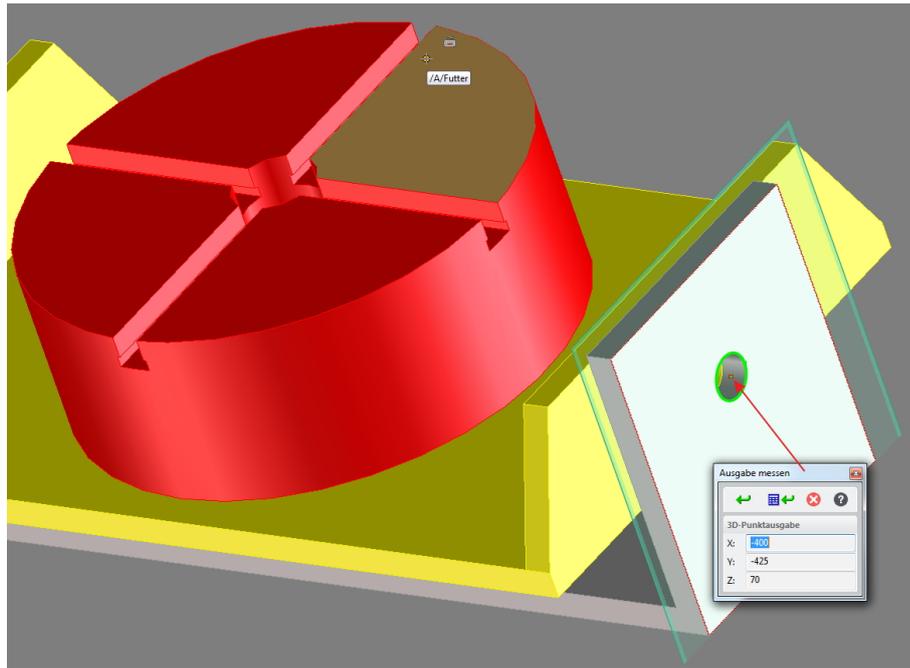


Abbildung 142: Messung eines Punktes auf der B-Achse

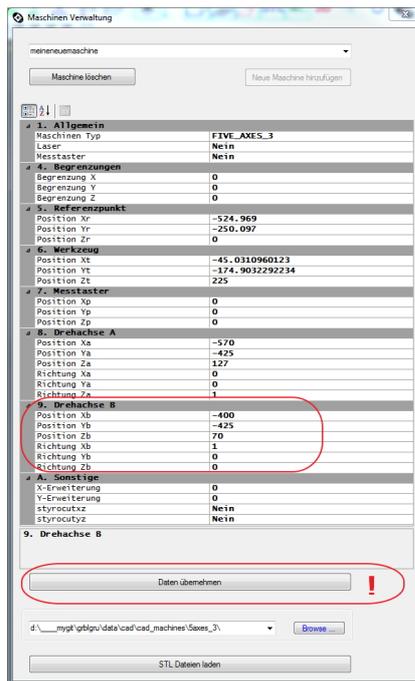


Abbildung 143: Eingabe der Position und Richtung der B-Achse

9.9 Eingabe der Referenz Position

Im Kapitel 3 kann man noch Position eines Referenzpunktes angeben, auf den das Modell positioniert wird, wenn man den Toolbar Button  betätigt. Im Verbund mit Drehachsen hat es sich als hilfreich erwiesen den Referenzpunkt in die Mitte der A-Achse zu legen.

Die Position der X- und Y-Komponente kann einfach durch Subtraktion der A-Achsen Position und der Werkzeugposition berechnet werden. Z bleibt auf 0.

$$X_r = X_a - X_t \quad (1)$$

$$Y_r = Y_a - Y_t \quad (2)$$

$$Z_r = 0 \quad (3)$$

$$\quad (4)$$

$$X_r = -570 - (-45.031) = -524.969 \quad (5)$$

$$Y_r = -425 - (-174.903) = -250.097 \quad (6)$$

$$Z_r = 0 \quad (7)$$

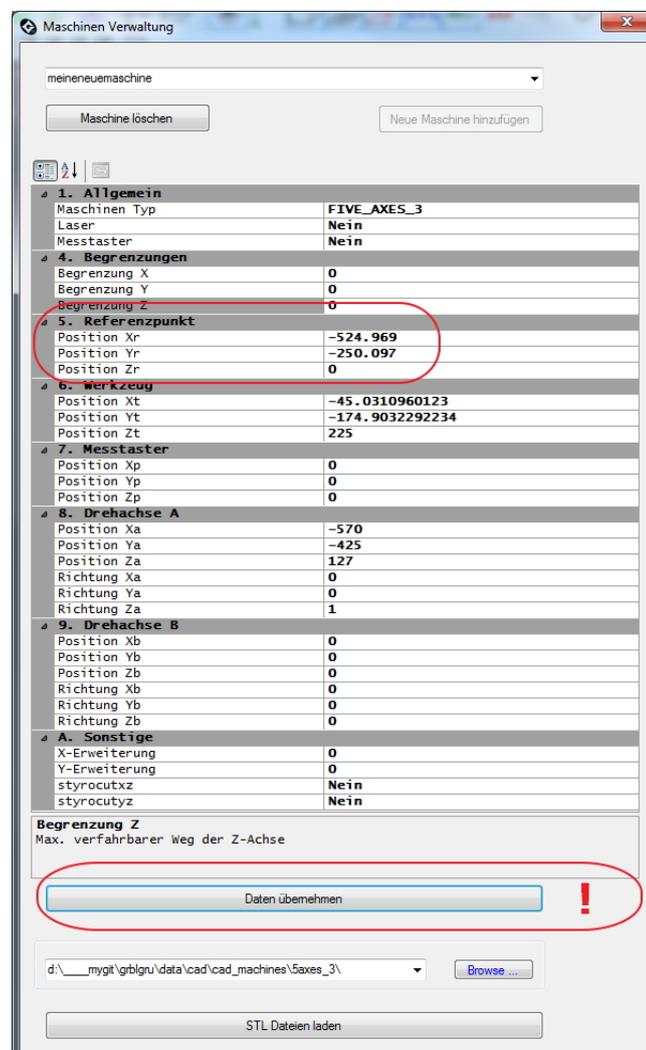


Abbildung 144: Eingabe der Position des Referenzpunktes

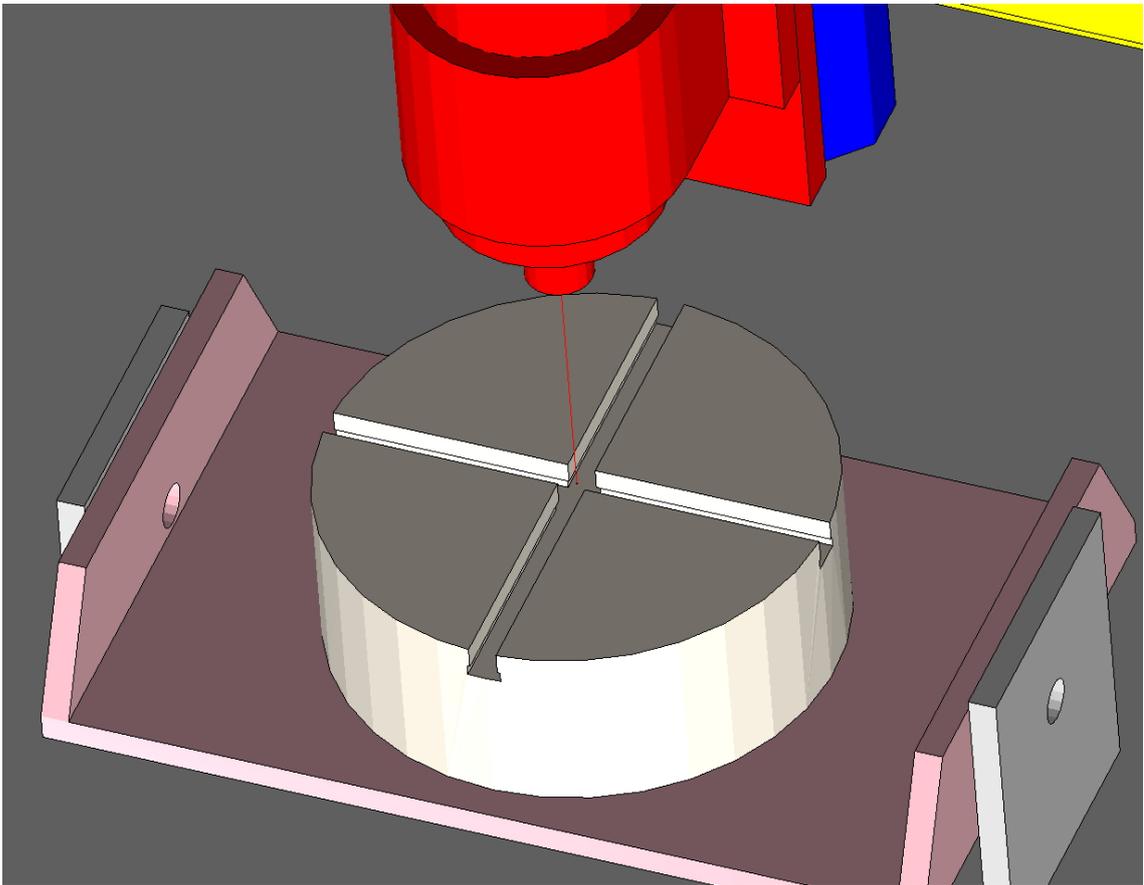


Abbildung 145: Referenzpunkt = Mitte A-Achse

9.10 Begrenzungen (Endschalter)

Wer möchte kann noch im Kapitel 4 die Achs-Begrenzungen eintragen. Wenn in den Einstellungen die Überwachung eingeschaltet ist, bleiben die Achsen im manuellen Betrieb beim Erreichen der Endlage stehen.

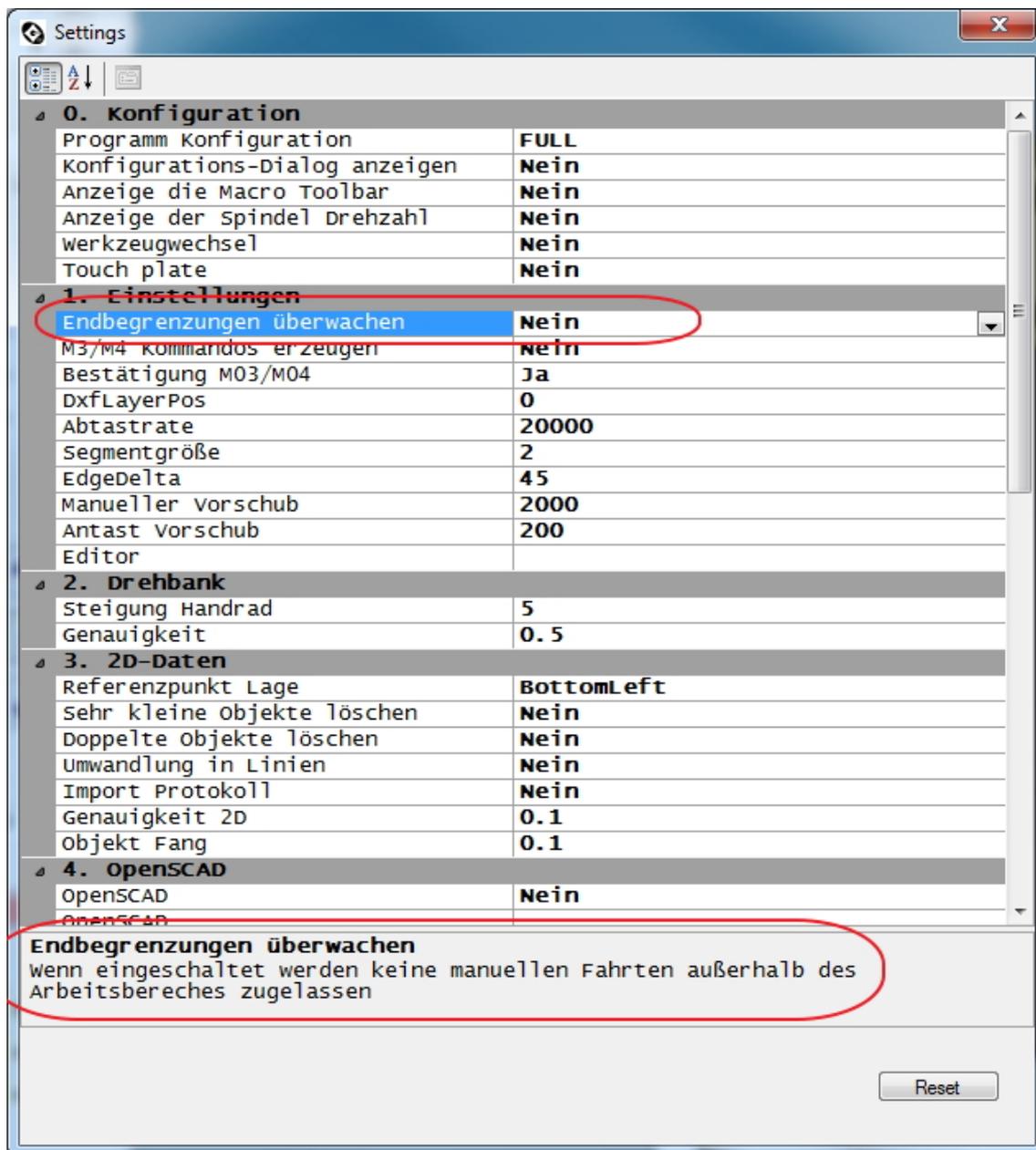


Abbildung 146: Dialog Einstellungen

9.11 Restliche Einstellungen

Bitte achtet darauf, dass ihr nicht aus Versehen einen der Optionsschalter gesetzt habt. Diese sind nur für Sondermaschinen vorgesehen und können die Maschinenfunktion erheblich beeinflussen.

The screenshot shows the 'Maschinen Verwaltung' window with the following settings:

1. Allgemein	
Maschinen Typ	ETVE_AXES_3
Laser	Nein
Messtaster	Nein
4. Begrenzungen	
Begrenzung X	0
Begrenzung Y	0
Begrenzung Z	0
5. Referenzpunkt	
Position Xr	-524.969
Position Yr	-250.097
Position Zr	0
6. Werkzeug	
Position Xt	-45.0310960123
Position Yt	-174.9032292234
Position Zt	225
7. Messtaster	
Position Xp	0
Position Yp	0
Position Zp	0
8. Drehachse A	
Position Xa	-570
Position Ya	-425
Position Za	127
Richtung Xa	0
Richtung Ya	0
Richtung Za	1
9. Drehachse B	
Position Xb	-400
Position Yb	-425
Position Zb	70
Richtung Xb	1
Richtung Yb	0
Richtung Zb	0
A. Sonstige	
X-Erweiterung	0
Y-Erweiterung	0
styrocutxz	Nein
styrocutyz	Nein

Buttons: Maschine löschen, Neue Maschine hinzufügen, Daten übernehmen, Browse..., STL Dateien laden

Abbildung 147: Normale Stellung der Optionsschalter = NEIN

9.12 Besonderheiten für Drehbänke

Im Prinzip funktioniert das Erstellen von Drehbank 3D-Modellen genau wie das der Fräsen. Allerdings gibt es einige Ergänzungen, auf die ich hier näher eingehen möchte.

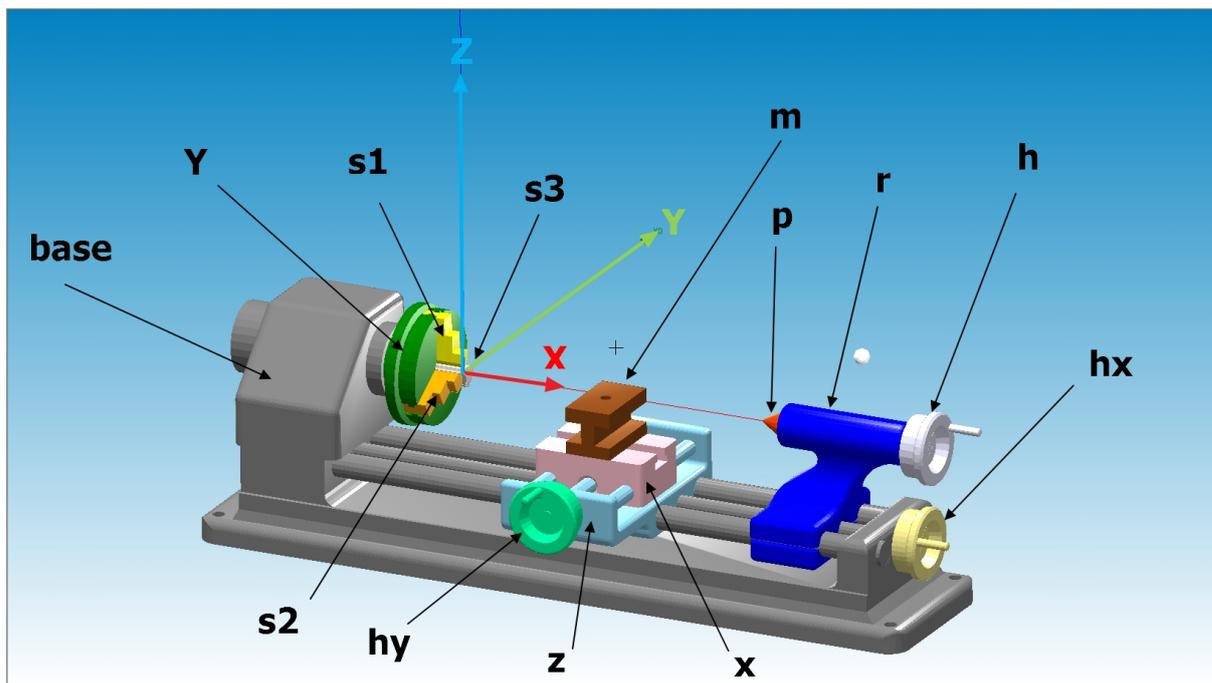


Abbildung 148: Die Drehbankkomponenten

Zuerst einmal MUSS das 3D-Modell in dem folgenden Koordinatensystem gezeichnet werden:

- Der Ursprung liegt dabei im Zentrum des Spannfutter. Wenn man das nicht berücksichtigt, funktioniert die Drehung des Futter nicht.
- Das Spannfutter wird als **y+.stl** gespeichert.
- Der Messerhalter **m** sollte so positioniert werden, dass die Vorderkante auf $Y=0$ zu liegen kommt. Er wird unter **m+.stl** gespeichert.
- Das Spannfutter muss so gezeichnet werden, dass eine Spannpratze senkrecht nach oben steht.
- Die senkrecht nach oben stehende Backe muss als **s1+.stl** gespeichert werden. Danach folgen die beiden anderen Backen mit Sicht auf das Spannfutter gegen den Uhrzeigersinn.
- Die Handräder werden als **h+.stl**, **hx+.stl** und **hy+.stl** gespeichert.
- Der Reitstock wird **r+.stl** und die Pinole als **p+.stl** gespeichert.
- Werkzeugwechsler werden als **m+.stl** wie ein normaler Messerhalter gespeichert.