

## 1. RhinoCAM – VORBEREITUNG DER FRÄSDATEI

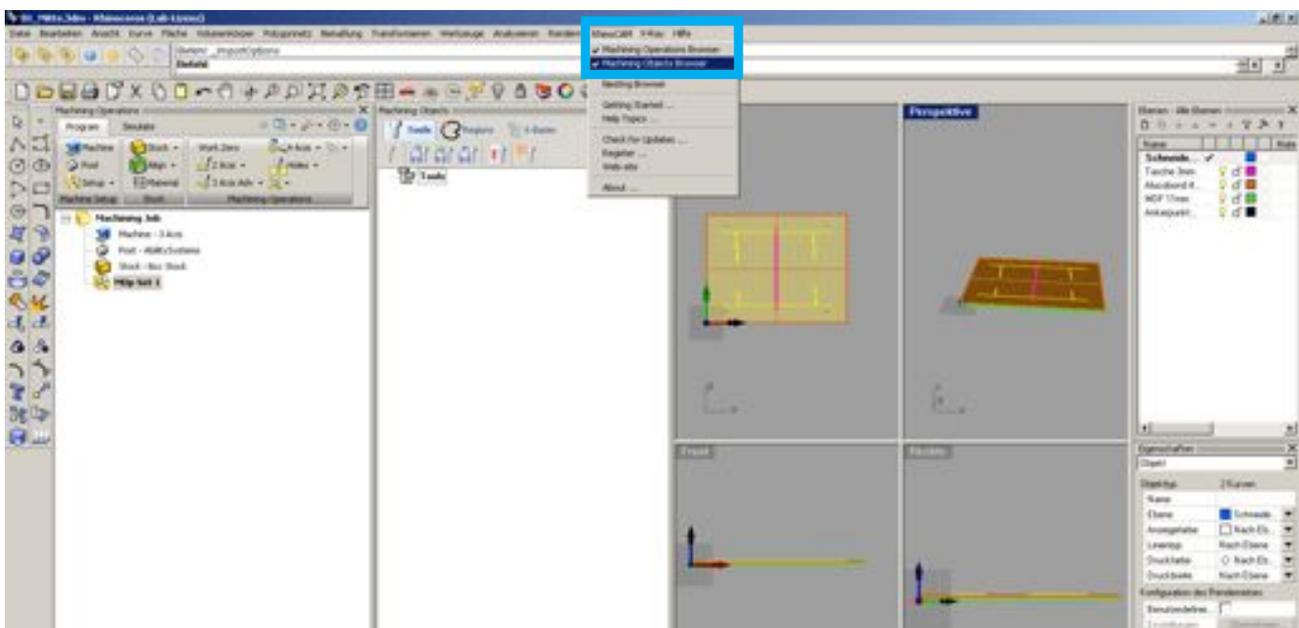


### 1.1 RHINOCAM STARTEN

Wenn das Fräsobjekt, sei es als 2D- oder 3D-Zeichnung soweit vorbereitet wurde (Opferplatte, Ausrichtung am Nullpunkt, etc.), sollten die Fräseinstellungen im Menu von RhinoCAM (Software im CIP-Pool vorhanden) vorgenommen werden.

Möglicherweise muss man sich hierzu mit einer Registrations-IP anmelden. Durch das Klicken auf „Licence Dialog“ erscheint ein Fenster, wo man letztere eintragen kann und anschließend mit „Detect“ bestätigt.

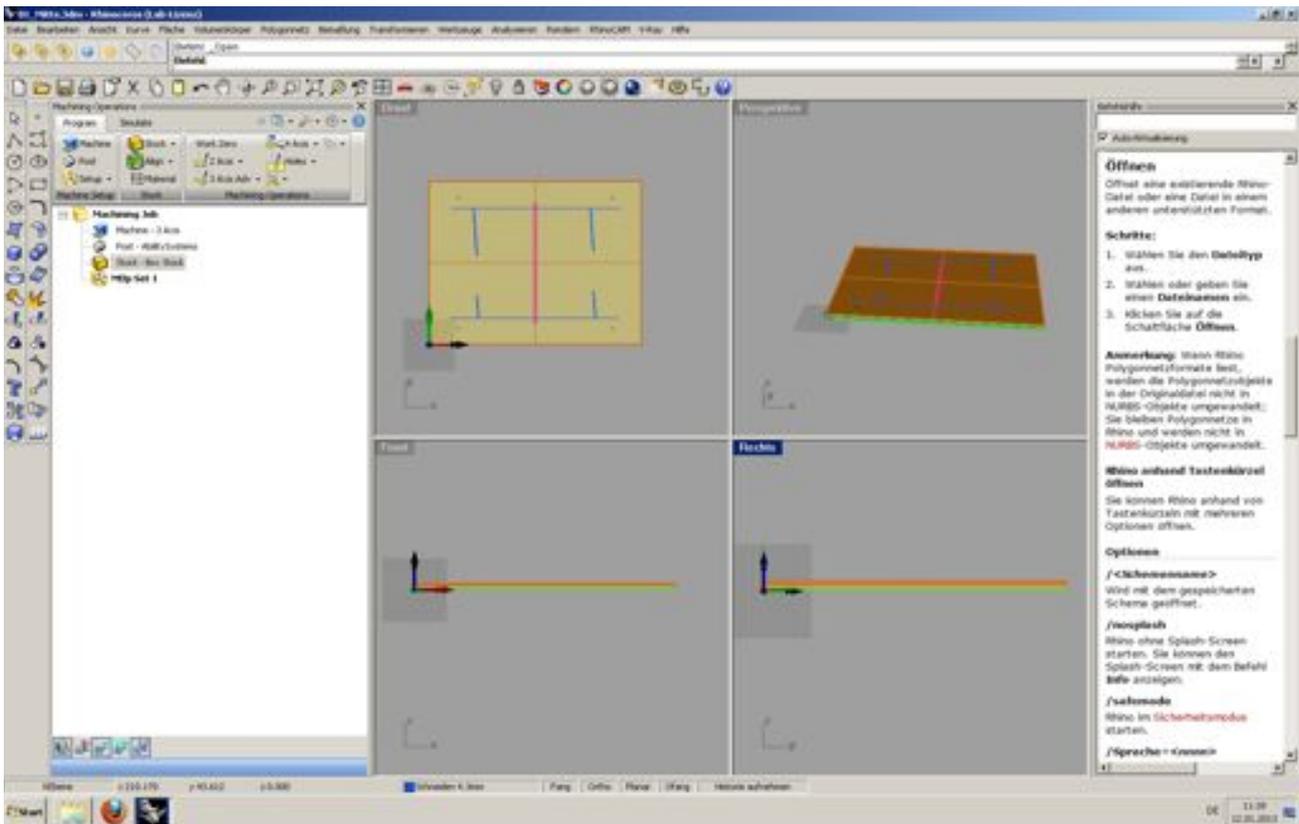
Um RhinoCAM überhaupt ausführen zu können, muss immer in Millimetern gearbeitet werden!



Falls das Fenster für RhinoCAM sich nicht automatisch beim Starten öffnen sollte, kann es wie in der Abbildung oben dargestellt, aktiviert werden.

Dabei ist es ratsam sowohl Machining Operations als auch Machining Objects zu aktivieren.

## 2. 2D – EINSTELLUNGEN



### 2.1 AUSRICHTUNG DES OBJEKTS

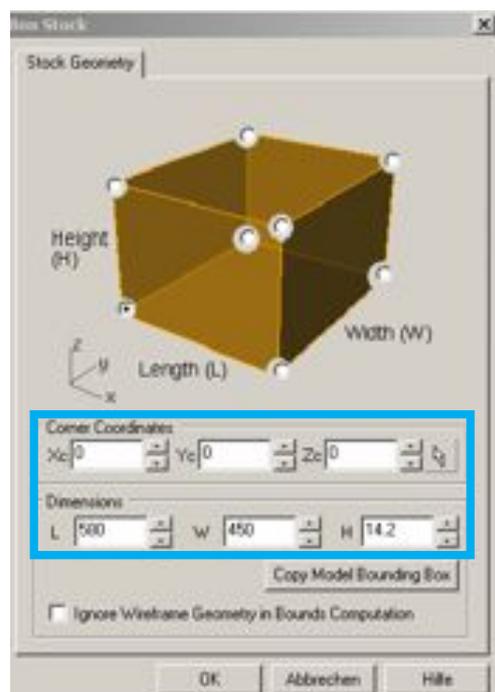
Nach einer kurzen Überprüfung, ob die Opferplatte und das Material mit der linken unteren Ecke am Nullpunkt anliegen und ob sich die zu fräsenden Linien auf der Oberkante des Materials befinden, kann mit den Fräseinstellungen für die Maschine weiterverfahren werden (siehe Abb.)

### 2.2. BOX STOCK

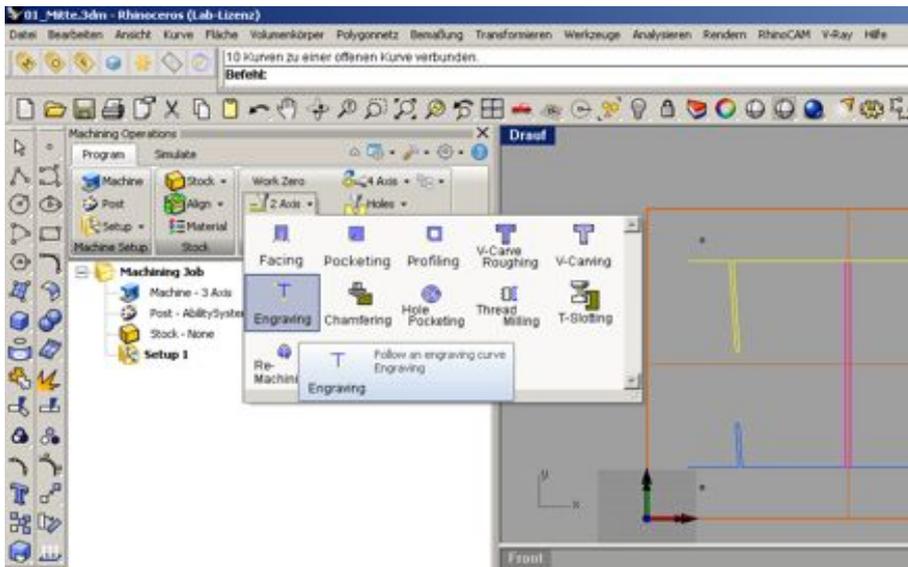
Nun kann der Box Stock eingestellt werden. Dieser definiert den kompletten Fräsbereich. Durch einen Doppelklick auf „Stock – Box Stock“ öffnet sich ein kleines Fenster (siehe Abb.). Hier kann die „Stock Geometry“ überprüft werden. Zudem sollten die „Corner Coordinates“ immer auf 0,0,0 sein.

In nebenstehender Abbildung wäre das eine Platte von 580mm x 450mm und einer Gesamthöhe von Opferplatte (10.2mm) und Fräsplatte (4mm) von 14.2 mm, die am Nullpunkt angelegt ist.

Sind die Angaben soweit richtig, kann dies mit „OK“ bestätigt werden.



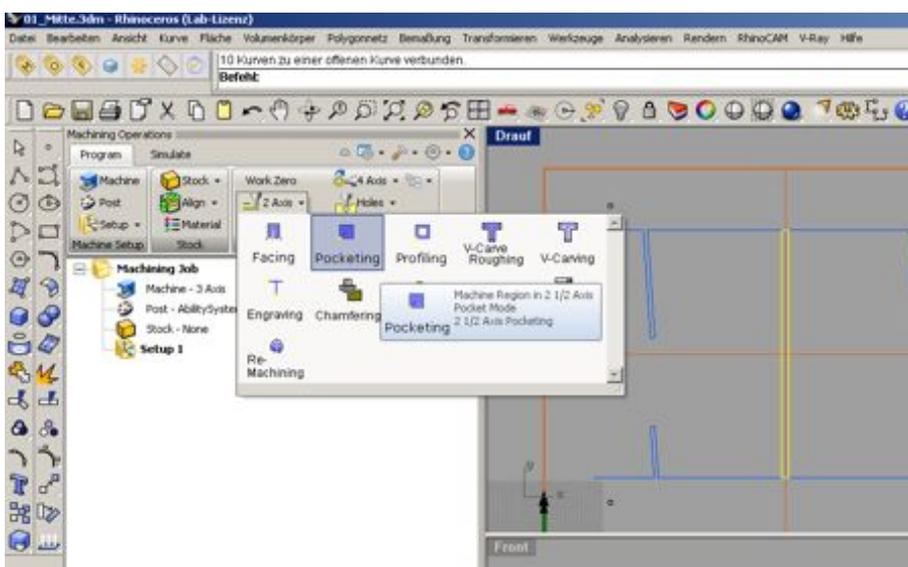
## 2.3 FRÄSARTEN EINSTELLEN



Unter dem Symbol „2 Axis“ können unterschiedliche Fräsarten ausgewählt werden (siehe Abb.). Diese müssen für jede Linie der Zeichnung definiert werden.

Beispiel 1 – „Engraving“

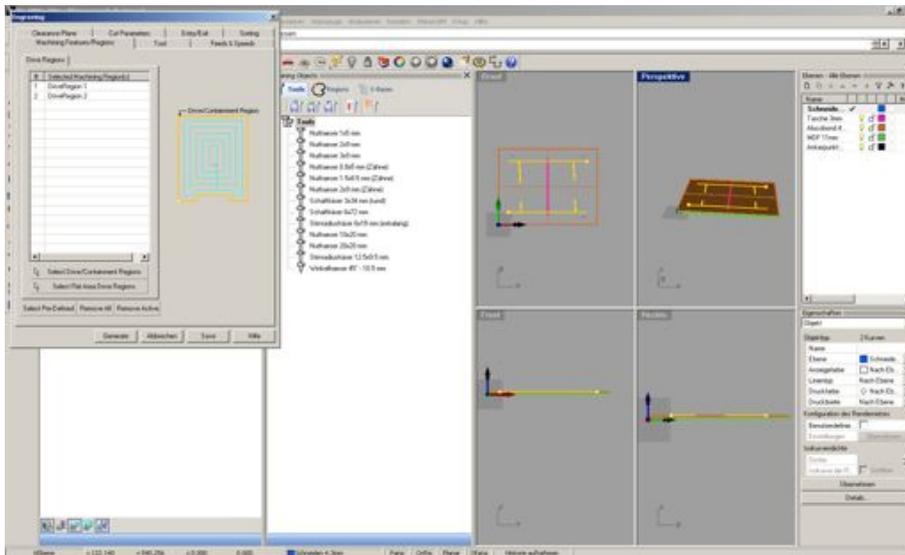
In obiger Abbildung wird hierzu die jeweilige Polylinie ausgewählt und ein „Engraving“ für letztere definiert. Das Material wird somit entlang dieser Linie „geschnitten“.



Beispiel 2 – „Pocketing“

In dieser Abbildung soll eine Tasche gefräst werden, sodass hier für das Rechteck ein „Pocketing“ gewählt wird. Der Fräser wird somit den ganzen Bereich innerhalb des Rechtecks abfräsen.

## 2.4 FRÄSPARAMETER EINSTELLEN



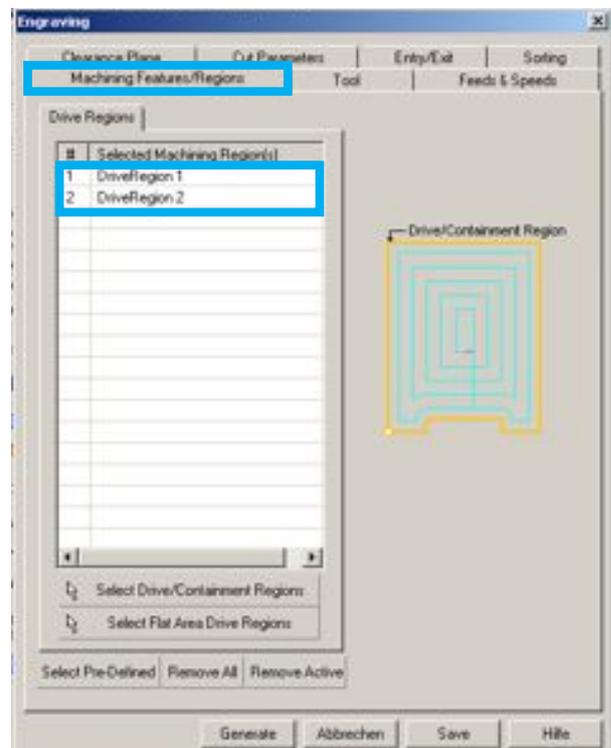
Für jede eingestellte Fräsart müssen nun die relevanten Fräsparameter eingestellt werden. Mit einem Doppelklick auf die neu angelegten Fräsarten für die jeweiligen Linien, öffnet sich ein detailliertes Einstellungsfenster (siehe Abb.).

### 2.4.1. MACHINING FEATURES/REGIONS

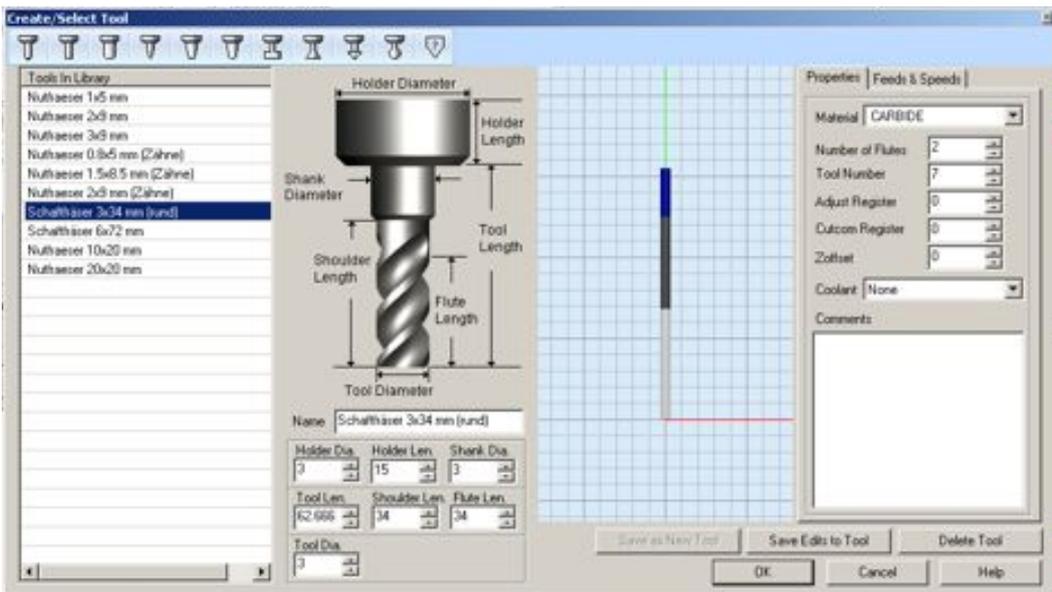
Im Menu Machining Features/Regions werden die zu fräsenden Linien für die betreffende Fräsart ausgewählt.

#### Beispiel

Hier werden die obere und untere Polylinie als DriveRegion 1 und DriveRegion 2 in die Liste (Fräsart: Engraving) übernommen.



## 2.4.2. TOOL



Der gewünschte Fräser kann im Reiter „Tool“ gewählt werden (siehe Abb.).

In der oberen Leiste kann die Form des Fräasers gewählt werden. Die Auswahl zeigt sich dann mit Bemaßung im großen Ansichtsfenster. Hier können detaillierte Angaben zum benutzten Fräser gemacht werden, sei es z.B. Schaffthohe, Durchmesser des Fräasers, Werkzeuglänge, etc.

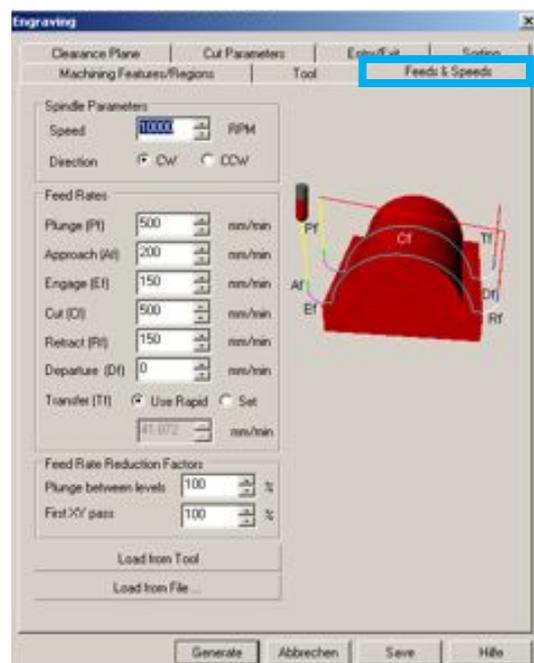
Im rechten Teil des Fensters gibt es zwei weitere Reiter um Einstellungen zum Fräser und den Frageschwindigkeiten zu machen.

Hat man bereits eine angelegt Toollibrary so kann diese unter Machining Objects unter „Load Tool library“ geladen werden.

## 2.4.3. FEEDS & SPEEDS

Im Reiter Feeds & Speeds können Vorschubgeschwindigkeit, Spindeldrehzahl, Spindeldrehrichtung, Eintauchgeschwindigkeit etc. eingestellt werden.

Eine Hilfestellung bietet das im Fenster rechts angezeigte Schema.

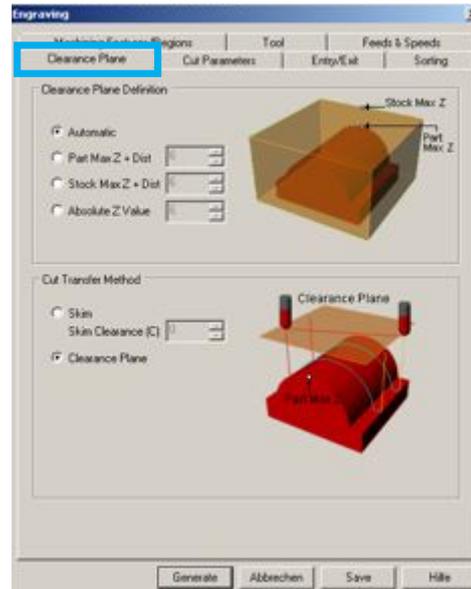


» Richtwerte zu Fräsern, Materialien und empfohlenen Frageschwindigkeiten finden sich unter Kapitel „Fräsparameter“.

## 2.4.4. CLEARANCE PLANE

Hier kann die Überfahrhöhe oberhalb des zu fräsenden Materials modifiziert werden. Dies kann in Sonderfällen manuell erfolgen oder automatisch von RhinoCAM eingestellt werden.

Im Beispiel wurde hierfür „Automatic“ ausgewählt.



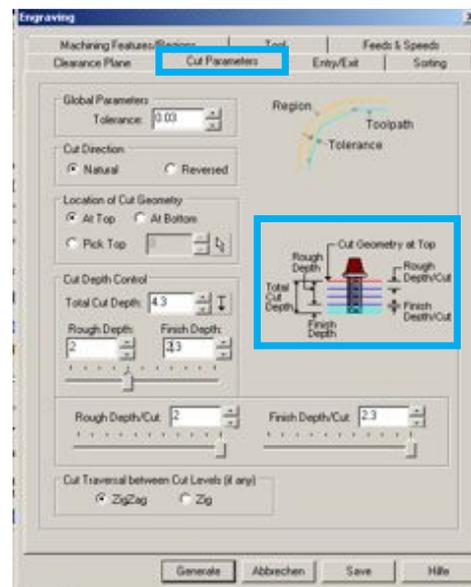
## 2.4.5. CUT PARAMETERS

Unter „Cut Parameters“ (siehe rechte Abb.) können Parameter wie Frästoleranzen, Fräsrichtung, Position der Fräsgeometrie (generell „at top“, siehe 2.1 Ausrichtung des Objekts) und Frästiefe eingestellt werden.

Eine Hilfestellung bietet das Schema rechts im Fenster: hierbei gibt man zuerst die gesamte Frästiefe an, die sich dann in gesamte Rough Depth und gesamte Finish Depth aufteilt. Letztere können dann wiederum in kleinere Zustellungen unterteilt werden (depth per cut).

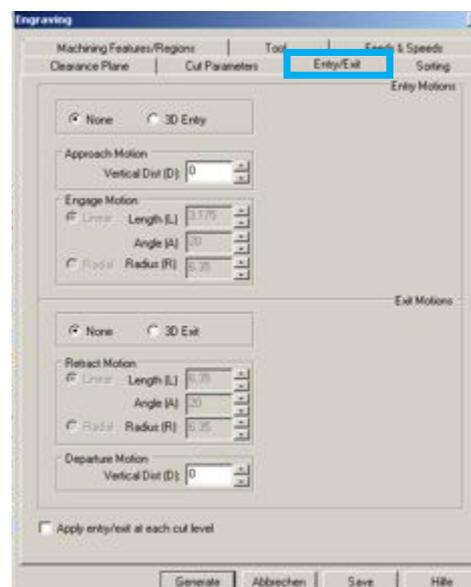
Beispiel – „Engraving“

Im Beispiel wird hierzu die Fräsgeometrie an der Oberkante des Materials definiert und eine Gesamtfrästiefe von 4.3 mm festgelegt, die in zwei Zustellungen erfolgt (2mm/2.3mm).



## 2.4.6. ENTRY/EXIT (FÜR FORTGESCHRITTENE BENUTZER)

Hier kann eingestellt werden wie der Fräser ans Material heranzufahren soll. Es sollte darauf geachtet werden, dass keine ungewollten Einfahrspuren auf dem Werkstück entstehen.



## 2.4.7. SORTING

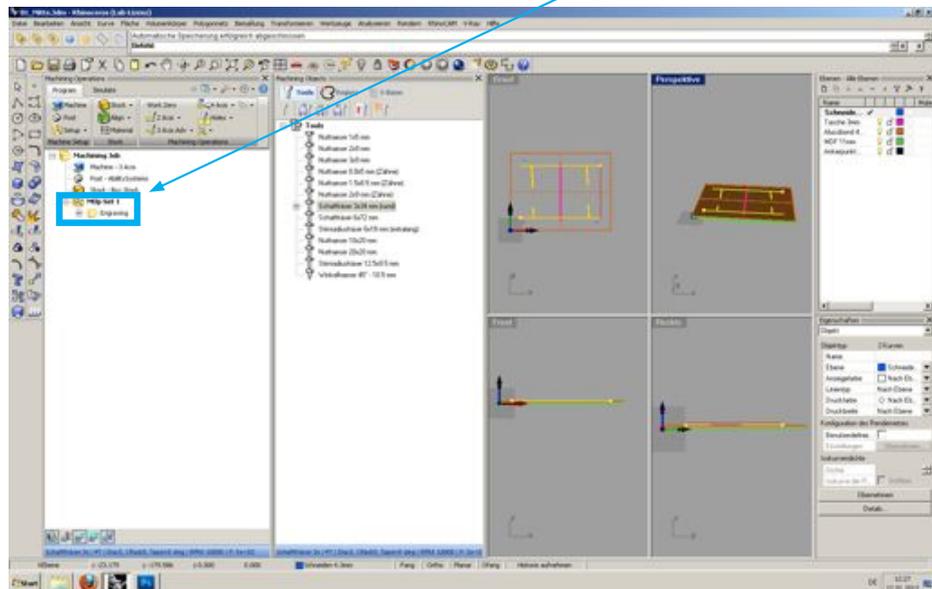
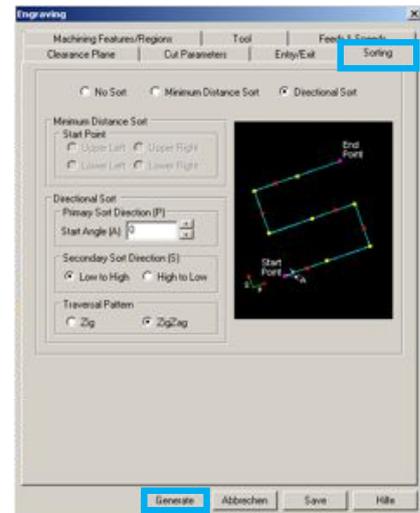
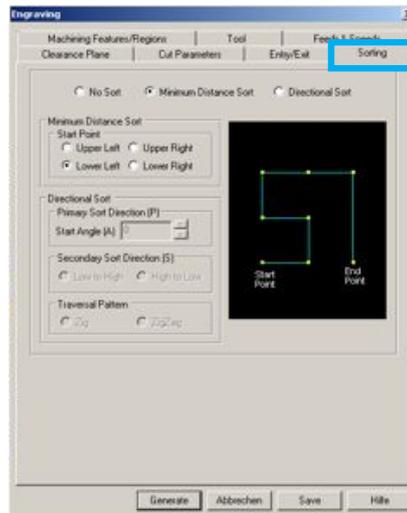
Hier können Einstellungen zur Wegeführung des Fräsvorgangs gemacht werden.

Das kann entweder vom Benutzer genau festgelegt werden oder durch die Auswahl von „None“ von der Maschine automatisch berechnet werden.

Bei einer manuellen Eingabe kann zwischen „Minimum Distance Sort“ (siehe linke Abb.) und „Directional Sort“ (siehe rechte Abb.) gewählt werden.

Für eine manuelle Eingabe der Wegeführung gibt es rechts im Fenster kleine Schemas zur Erklärung.

Beispiel – „Engraving“  
Im Beispiel wird hierzu „None“ ausgewählt.



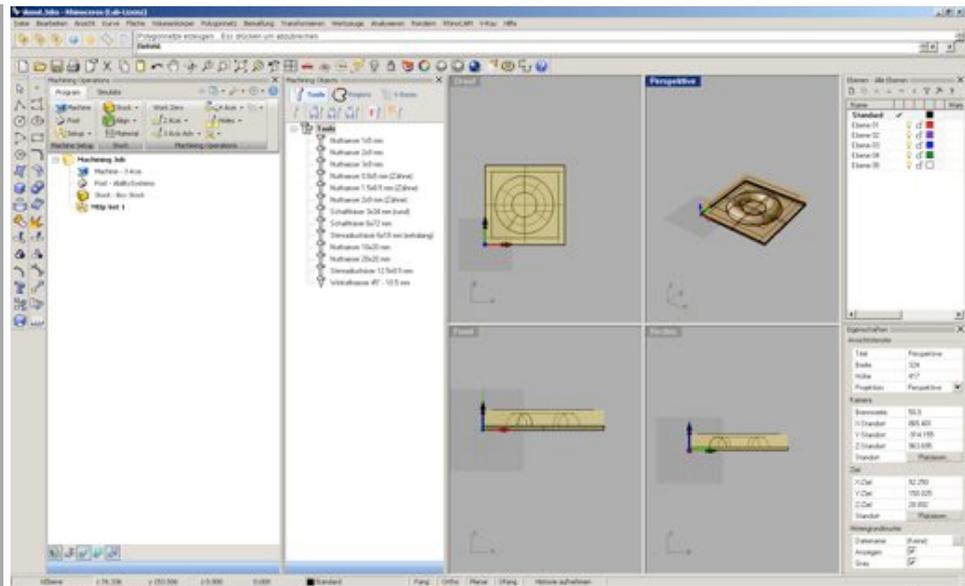
Sind alle Reiter abgearbeitet können die Einstellungen mit „Generate“ für diese Datei übernommen werden. Mit „Save“ können diese Einstellungen für ähnliche Fräsvorgänge abgespeichert werden.

Diese Einstellungen müssen für alle definierten Fräsarten (Engraving, Pocketing, etc.) eingestellt werden.

## 3. 3D – EINSTELLUNGEN

### 3.1. AUSRICHTUNG DES OBJEKTS

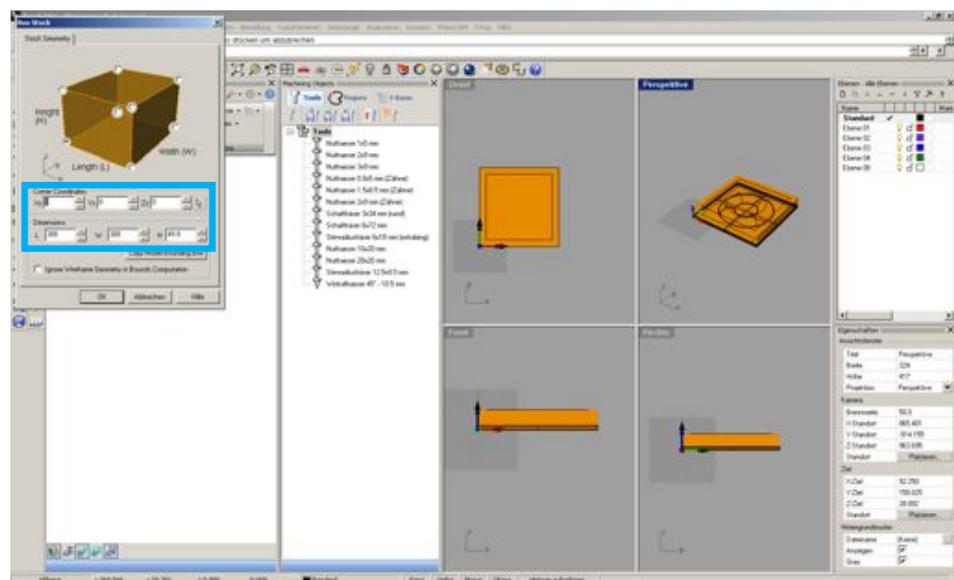
Nach einer kurzen Überprüfung, ob die Opferplatte und das Material mit der linken unteren Ecke am Nullpunkt anliegen (siehe Abb.) und die Offset-Einstellungen (minimaler Fräsbereich) soweit gewählt wurden, kann mit den Fräseinstellungen für die Maschine weiterverfahren werden.



### 3.2. BOX STOCK

Nun kann der Box Stock eingestellt werden. Dieser definiert den kompletten Fräsbereich. Durch einen Doppelklick auf „Stock – Box Stock“ öffnet sich ein kleines Fenster (siehe Abb.). Hier kann die „Stock Geometry“ überprüft werden. Zudem sollten die „Corner Coordinates“ immer auf 0,0,0 sein (siehe 2.1. Ausrichtung des Objekts).

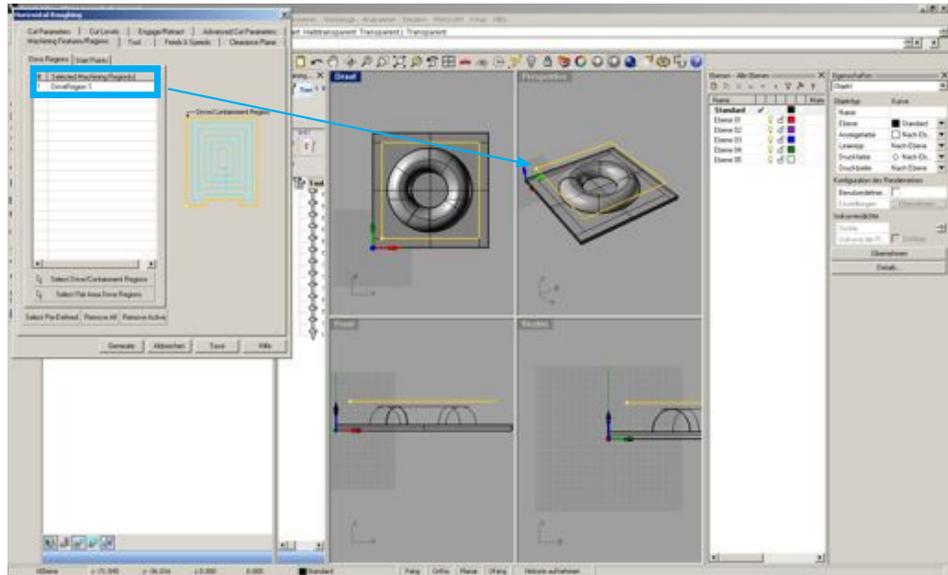
In nebenstehender Abbildung wäre das eine Platte von 300mm x 300mm und einer Gesamthöhe von Opferplatte und Fräsplatte von 49.9 mm, die am Nullpunkt angelegt ist.



## 3.3. FRÄSARTEN EIN-STELLEN

Unter dem Symbol „3 Axis“ können unterschiedliche Fräsarten ausgewählt werden. Bei 3D-Objekten wird generell zuerst ein „Rough Cut“ gewählt um das meiste Material schnell abzutransportieren. Hierzu wird ein großer Durchmesser des Fräasers (10 mm) empfohlen.

Im Anschluss folgt der Feinschliff (z.B. Parallel Finishing) mit einem kleineren Fräser (empfohlen: 6mm Schaftfräser oder Ballnase).



## 3.4 FRÄSPARAMETER EINSTELLEN

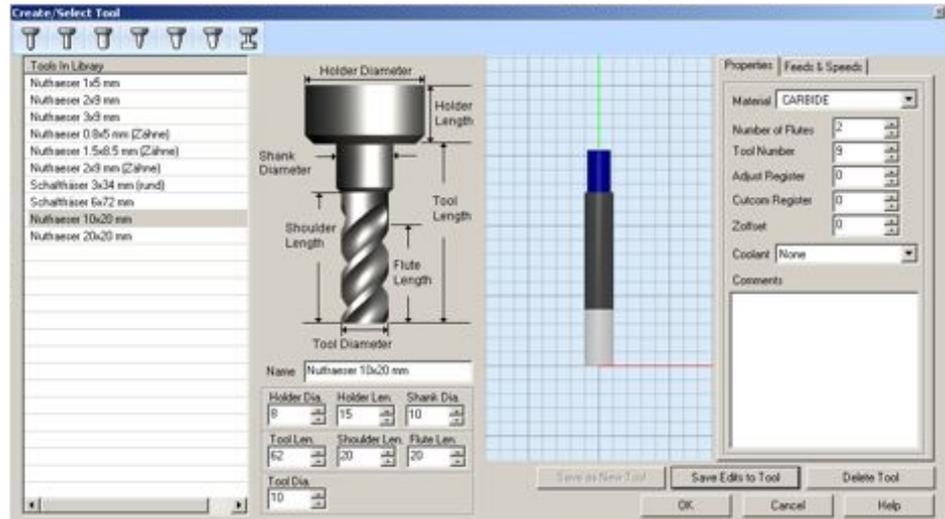
Für jede eingestellte Fräsart müssen nun die relevanten Fräsparameter eingestellt werden. Mit einem Doppelklick auf die neu angelegten Fräsarten für die jeweiligen Linien, öffnet sich ein detailliertes Einstellungsfenster (s. Abb. Kapitel 2.4 Fräsparameter einstellen).



## 3.4.2 TOOL

Siehe 2.4.2

**TIPP:** Für eine Rough Cut wird ein großer Durchmesser (z.B. 10 mm) des Fräasers empfohlen, um das meiste Material schnell abzutransportieren. Im Anschluss folgt der Feinschliff (z.B. Parallel Finishing) mit einem kleineren Fräser (Empfehlung eines 6mm Schafffräser oder Ball-nase)

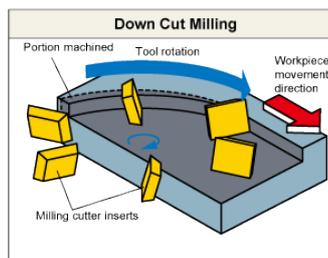
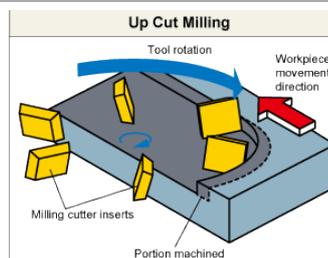
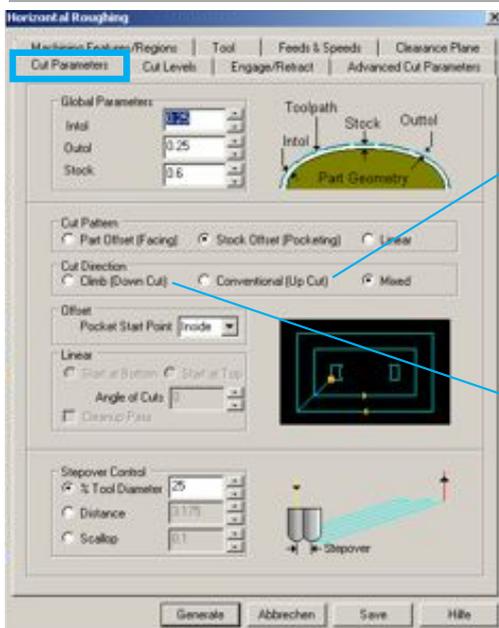


## 3.4.3. FEEDS & SPEEDS

Siehe 2.4.3

## 3.4.4. CLEARANCE PLANE

Siehe 2.4.4



Quelle: [http://www.mitsubishicarbide.net/contents/mmus/enus/html/product/technical\\_information/information/f\\_updown.html](http://www.mitsubishicarbide.net/contents/mmus/enus/html/product/technical_information/information/f_updown.html)

## 3.4.5 CUT PARAMETERS

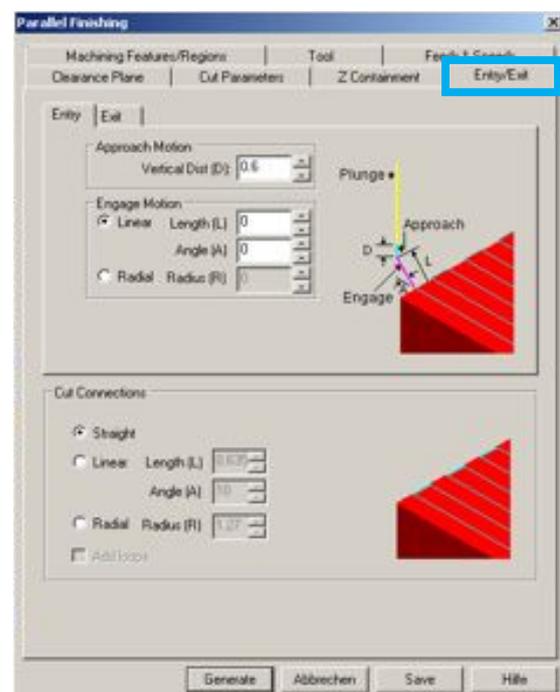
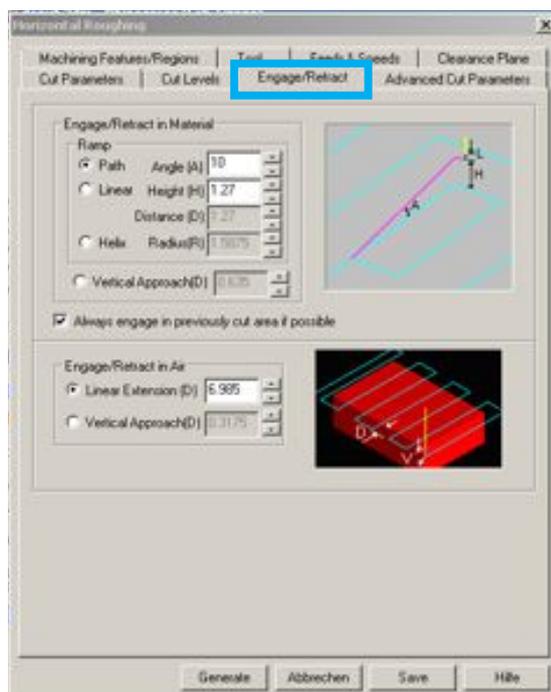
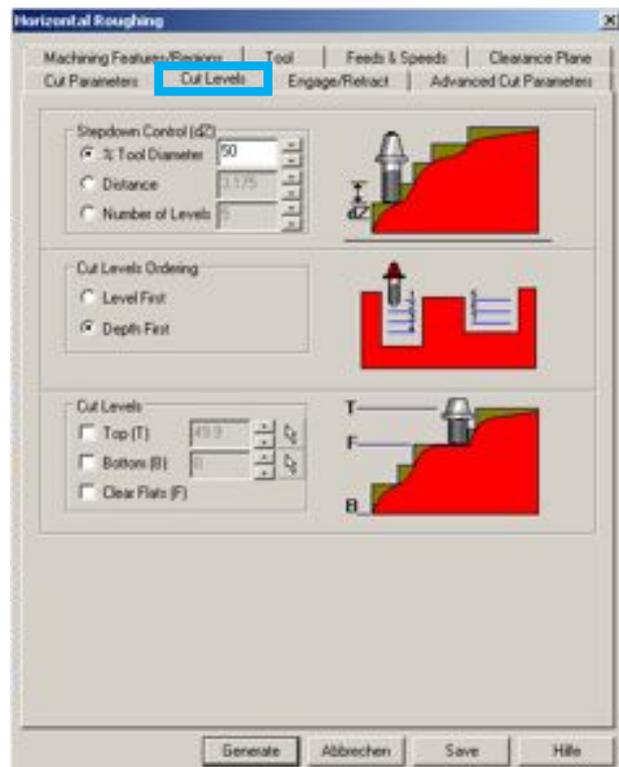
Unter „Cut Parameters“ (siehe obige Abb.) können Parameter wie Frästoleranzen, Fräsrichtung (siehe Schema), Überschneidung der Frässpuren (je nach Material und Detaillierungsgrad zu überprüfen) eingestellt werden.

Eine Hilfestellung bieten die Schemata rechts im Fenster.

Unter Stepover (Überschneidung der Frässpuren) sollte immer ein Wert unter 50% gewählt werden. Je kleiner der Wert umso länger dauert auch der Fräsvorgang, da mehr Spuren gefräst werden müssen.

## 3.4.6 CUT LEVELS (ROUGH CUT)

Hier können die Abstände und Abfolge der einzelnen Zustellungen in z-Richtung angegeben werden.



## 3.4.7. ENTRY/EXIT (FINE CUT)

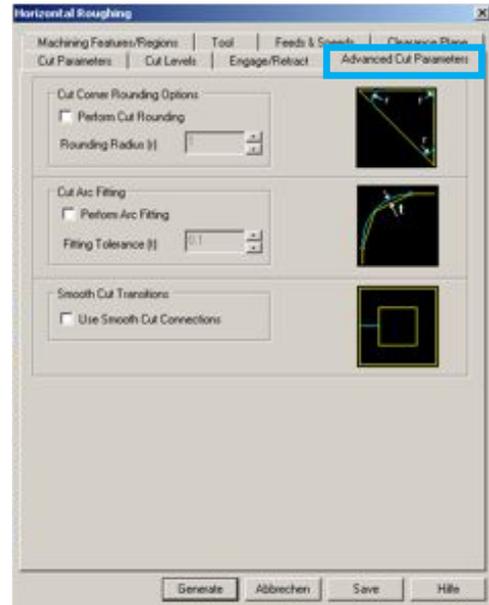
## 3.4.7. ENGAGE/RETRACT (ROUGH CUT) (FORTGESCHR. BENUTZER)

Hier können Einstellungen zur Überfahrt zwischen den einzelnen Fräzustellungen gemacht werden.

# TUTORIAL CNC MILL

## 3.4.8 ADVANCED CUT PARAMETERS (FORTGESCHR. BENUTZER)

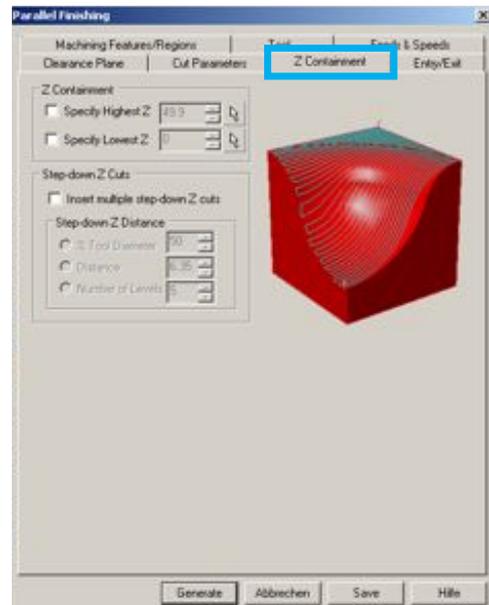
Hier können besondere Fräseinstellungen zu Rundungen und Frästoleranzen gemacht werden (siehe Schematas).



## 3.4.9. Z-CONTAINMENT (FINE CUT) (FORTGESCHR. BENUTZER)

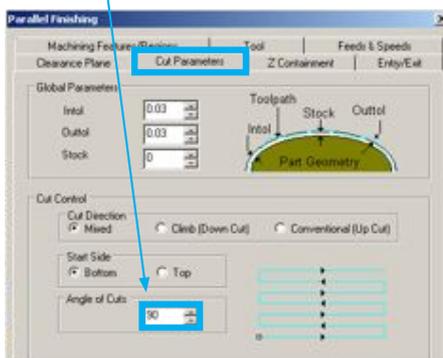
Hier können die Fräspfade in z-Richtung bearbeitet werden.

Die unterschiedlichen Optionen sind im Fenster als Schemata dargestellt.



Sind alle Reiter abgearbeitet können die Einstellungen mit „Generate“ für diese Datei übernommen werden. Mit „Save“ können diese Einstellungen für ähnliche Fräsvorgänge abgespeichert werden.

Diese Einstellungen müssen für alle definierten Fräsorten (Engraving, Pocketing, etc.) eingestellt werden.



### TIPP:

Um eine detailliertere Oberfläche ohne richtungsorientierte Fräslinien (Karamuster) zu erstellen, kann der Feincut einfach kopiert werden und unter

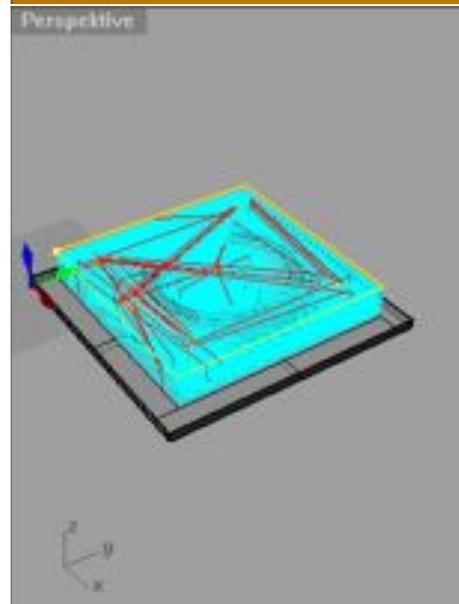
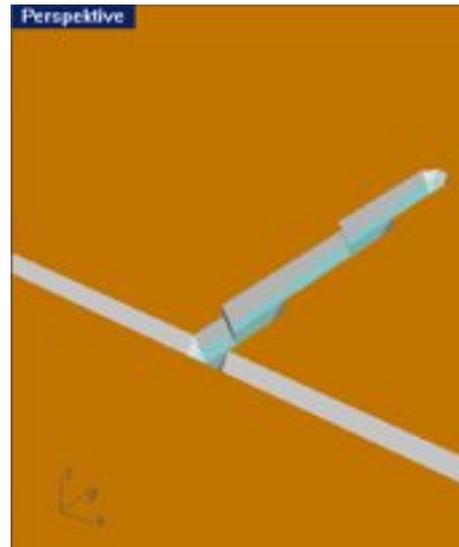
Cut Parameters-> Cut Control -> Angle of cut -> 90° gewählt werden.

## 4. FRÄSVORGANG SIMULIEREN

Nachdem alle Einstellungen zur Fräsdatei definiert wurden, kann der Fräsvorgang in RhinoCAM simuliert werden (siehe Abb.)

Hier können die zuvor gemachten Angaben nochmals kontrolliert und alles auf seine Richtigkeit geprüft werden.

Dies muss für jede Fräsart separat erfolgen. Dazu erfolgt durch Rechtsklick auf die jeweilige Fräsart die Auswahl von „Simulate“. Der Fräsvorgang kann so in den vier Ansichtsfenstern überprüft werden. Sind noch Fehler im Fräspfad zu erkennen können die Einstellungen auch noch nachträglich geändert und die Simulation entweder durch erneutes Klicken auf „Simulate“ oder „Regenerate“ aktualisiert werden.



## 5. POST-DATEI ERSTELLEN

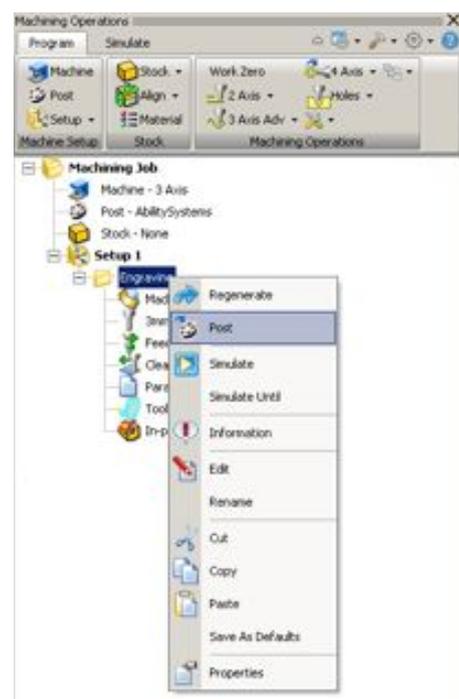
Zum Abschluss kann für jede definierte Fräsart eine nc-Datei erstellt werden (siehe Abb.).

Beispiel:

Um die Postdateien für die Fräse zu erstellen wird per rechten Mausklick auf „Engraving“ geklickt und „Post“ ausgewählt.

**! ACHTUNG !**

Achten Sie darauf, dass die Verknüpfung zum Post-Prozessor „Step Four“ hergestellt ist!



## G-CODE

Nachdem man im Rhino-CAM mithilfe des Postprozessors den G-Code erstellt hat, erhält man eine Textdatei, Format „nc“. Um eine RhinoCAM Datei für die Frässoftware (XpertMill) lesbar zu machen, ist es immer notwendig, diese nc-Datei zu erstellen.

Bevor letztere in XpertMill eingelesen wird, ist es immer empfehlenswert, die Datei zuerst mit dem Text-Editor zu öffnen um die angegebenen Werte nochmals zu überprüfen. Um diese lesen zu können soll eine kurze Erläuterung zum Aufbau dieser Datei eine Hilfestellung sein:

Ein „CNC Programm“ setzt sich aus mehreren abgeschlossenen Zeilen „Sätzen“ zusammen. Jeder Satz besteht aus „Wörtern“. Auf jeden „Adress-Buchstaben“ folgt ein „Wert“. Die NC-Maschine arbeitet nacheinander die einzelnen Sätze (Zeilen) mit den G-, und M-Befehlen ab. Die Abarbeitung der Befehle geschieht in einer bestimmten Reihenfolge. z.B.: wird ein M-Befehl ausgeführt bevor die Achsenbewegung ausgeführt wird.

```

M06 3
G00 X290.515 Y371.992 Z15.700
G01 X290.515 Y371.992 Z15.700 S F18.000000 S10000
G00 X290.515 Y371.992 Z15.700
G01 X290.515 Y371.992 Z13.900 F1000
G01 X290.515 Y371.992 Z11.300 F50
G01 X290.515 Y374.365 Z12.802
G01 X209.485 Y374.365 Z12.700
G01 X209.485 Y75.635 Z12.700 F600
G01 X290.515 Y75.635 Z12.700
G01 X290.515 Y374.365 Z12.700
G01 X209.485 Y374.365 Z12.700
G01 X209.485 Y375.115 Z12.700
G01 X291.265 Y375.115 Z12.700
G01 X291.265 Y74.885 Z12.700
G01 X200.735 Y74.885 Z12.700
G01 X209.485 Y375.115 Z12.700
G01 X209.485 Y375.065 Z12.700
G01 X207.905 Y375.065 Z12.700
G01 X207.905 Y74.135 Z12.700
G01 X292.815 Y74.135 Z12.700
G01 X292.815 Y375.065 Z12.700
G01 X209.485 Y375.065 Z12.700
G00 X209.485 Y375.065 Z15.700
G00 X209.485 Y374.365 Z15.700
G01 X209.485 Y374.365 Z11.200 F1000
G01 X209.485 Y75.635 Z11.200 F600
G01 X290.515 Y75.635 Z11.200
G01 X290.515 Y374.365 Z11.200
G01 X209.485 Y374.365 Z11.200
G01 X209.485 Y375.115 Z11.200
G01 X291.265 Y375.115 Z11.200
G01 X291.265 Y74.885 Z11.200
G01 X200.735 Y74.885 Z11.200
G01 X209.485 Y375.115 Z11.200
G01 X209.485 Y375.065 Z11.200
G01 X207.905 Y375.065 Z11.200
G01 X207.905 Y74.135 Z11.200
G01 X292.815 Y74.135 Z11.200
G01 X209.485 Y375.065 Z11.200
G01 X209.485 Y374.804 Z12.261 F500
G01 X209.485 Y374.804 Z12.261 F1000
G00 X209.485 Y374.804 Z15.700
G00 X502.904 Y376.500 Z15.700
G01 X502.904 Y376.500 Z13.900 F1000
G01 X500.000 Y376.500 Z12.900 F50
G01 X481.823 Y376.500 Z12.900 F500
G01 X490.500 Y267.132 Z12.900
G01 X480.435 Y267.132 Z12.900
G01 X479.742 Y376.500 Z12.900
G01 X77.120 Y376.500 Z12.900
G01 X87.382 Y247.814 Z12.900
G01 X85.382 Y247.712 Z12.900
G01 X75.846 Y376.500 Z12.900
G01 X8.000 Y376.500 Z12.900
G01 X8.000 Y376.500 Z9.900
G01 X75.846 Y376.500 Z9.900
G01 X85.382 Y247.712 Z9.900
G01 X87.382 Y247.814 Z9.900
G01 X77.120 Y376.500 Z9.900
G01 X479.742 Y376.500 Z9.900
G01 X480.435 Y267.132 Z9.900
    
```

### 1. G-CODE

Der G-Code (auch ISO-Code genannt) ist eine Programmiersprache, mit der die verschiedenen Steuerungsbefehle der Maschine schrittweise mitgeteilt werden können. Der G-Code wird immer nach folgendem Schema aufgebaut:

Wegbedingung	Zielkoordinaten	Technische Anweisung	Schaltbefehle
--------------	-----------------	----------------------	---------------

Ein Beispielsatz ist:

```

M06 3
G00 X290.515 Y371.992 Z15.700
    
```

# TUTORIAL CNC MILL

## 1.1. AUFLISTUNG DER EINZELNEN „ADRESSBUCHSTABEN“:

<b>A</b>	Drehachse X
<b>B</b>	Drehachse Y
<b>C</b>	Drehachse Z
<b>F</b>	Vorschub (Feed)
<b>G</b>	Vorbereitende Funktion
<b>I</b>	Bogenzentrum in X
<b>J</b>	Bogenzentrum in Y
<b>K</b>	Bogenzentrum in Z
<b>M</b>	Machinenfunktion
<b>N</b>	Satz-Nummer
<b>R</b>	Radius
<b>S</b>	Spindel Drehfrequenz (Speed)
<b>T</b>	Werkzeug (Tool), Nummer
<b>X</b>	Die längste Achse im rechten Winkel zur Spindel
<b>Y</b>	ist im rechten Winkel zur X- und Z-Achse
<b>Z</b>	Achse verläuft parallel zur Spindel

## 1.2. G-CODE – BEISPIELWERTE

Die G Kommandos bestimmen welche Achsen um wie viel verfahren werden.  
Die wichtigsten im Überblick:

<b>G00</b>	Lineare Interpolation im Eilgang
<b>G01</b>	Lineare Interpolation mit Vorschub
<b>G02</b>	Bogen links (im Uhrzeigersinn) Kreis Interpolation
<b>G03</b>	Bogen links (gegen den Uhrzeigersinn) Kreis Interpolation
<b>G04</b>	Verweilzeit

Weitere G-Kommandos möglich.

## 1.3. M-CODE – BEISPIELWERTE

Maschinenbefehle

<b>M00</b>	Programm Stop
<b>M02</b>	Ende Programmablauf
<b>M30</b>	Programmende

Spindel

<b>M03</b>	Spindel Start, im Uhrzeigersinn
<b>M04</b>	Spindel Start, im Gegen-Uhrzeigersinn
<b>M05</b>	Spindel Stop

Tool

<b>M06</b>	Werkzeugwechsel
------------	-----------------

Kühlung

<b>M07</b>	Sprühkühlung an
<b>M08</b>	Kühlung oder Absaugung an
<b>M09</b>	Kühlung oder Absaugung aus

## ACHTUNG

**Überprüfung der z-Werte!**  
z sollte nie unterm Nullpunkt der Maschine liegen, da es sonst zu einer Beschädigung der Ansaugplatte und des Fräasers kommt!  
Die einzelnen eingestellten Frästiefen können sehr gut anhand der z-Werte überprüft werden und sollten auch vor jedem Fräsvorgang nochmals kontrolliert werden!

```

F
G71
M06 3
G00 X290.515 Y371.992 Z15.700
G01 X290.515 Y371.992 Z15.700 B0 F10.000005 S10000
G00 X290.515 Y371.992 Z15.700
G01 X290.515 Y371.992 Z13.900 F1000
G01 X290.515 Y371.992 Z13.300 F50
G01 X290.515 Y374.365 Z12.882
G01 X289.485 Y374.365 Z12.700
G01 X289.485 Y75.635 Z12.700 F600
G01 X290.515 Y75.635 Z12.700
    
```

Beispiel

<b>G71</b>	Massangaben in mm
<b>M06 3</b>	Werkzeugwechsel (M06), 3mm Fräser (3)
<b>G00 X290.515 Y371.992 Z15.700</b>	Positionierung des Fräasers im Eilgang bzw. Anfahren über dem X,Y,Z geben die genaue Positionierung im Koordinatensystem der Fräse wieder