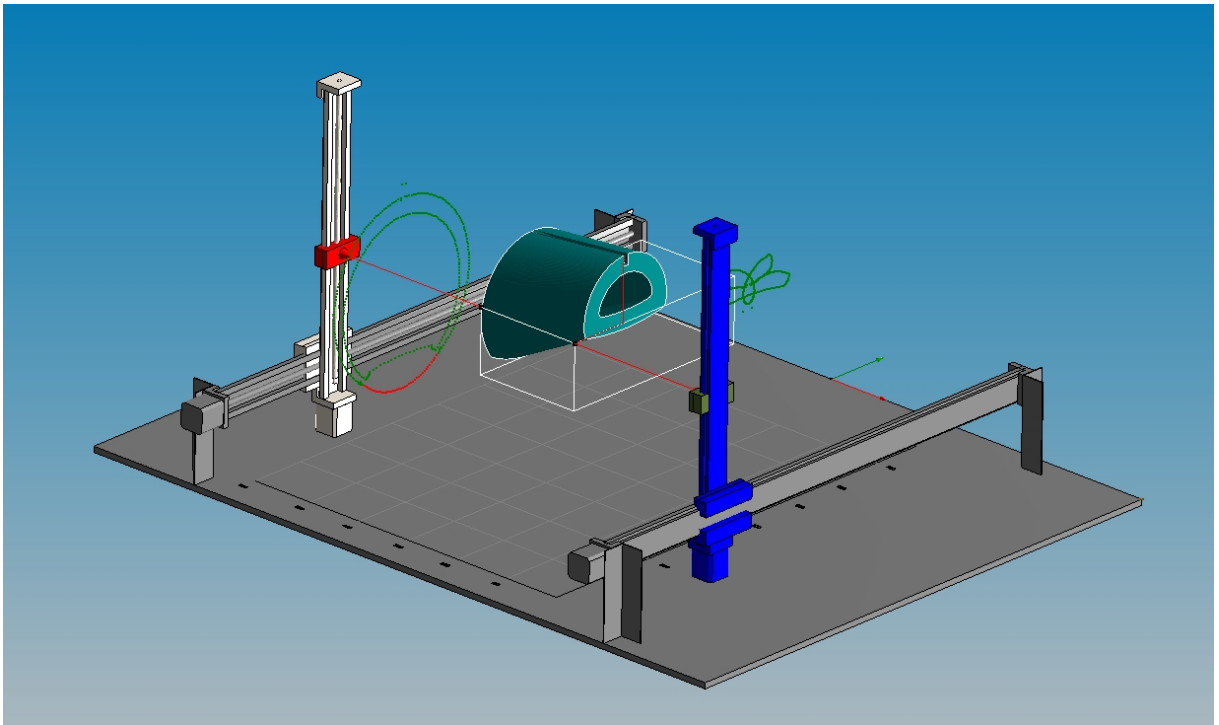


# Universelles Schneiden von Styroporsteilen für den Modellbau

GrblGru

22. März 2025



## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Motivation</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Überblick</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Geometrie Eingabe</b>	<b>5</b>
3.1	Anforderungen an die Geometrie . . . . .	5
<b>4</b>	<b>Geometrie</b>	<b>6</b>
4.1	Wofür sind die Layer ? . . . . .	6
4.1.1	Geometrie-Pfade . . . . .	6
4.1.2	Trennlinien . . . . .	7
4.2	Wofür sind die Synchronisationspunkte ? . . . . .	8
4.3	Außenkontur oder Aussparung ? . . . . .	9
<b>5</b>	<b>Der Ablauf des Schneidprozess</b>	<b>10</b>
5.1	Einen Job erzeugen . . . . .	10
5.2	Syntax der Prozess-Ablauf Eingabe . . . . .	12
5.2.1	Ablauf Beispiel . . . . .	17
<b>6</b>	<b>Überprüfung der Ergebnisse</b>	<b>18</b>

## 1 Motivation

GrblGru stellt bisher verschiedene Funktionen zum fräsen, drehen, bohren, lasern auf 2 - 5 Achsen Maschinen zur Verfügung. Diese Liste wurde kürzlich um das Schneiden von Tragflächen von Modellbauflugzeugen auf einer 4-achsigen Styroporschneide-Maschine erweitert.

Weil dabei der Anwendungsbereich auf reine Flugzeug-Profile beschränkt ist, wurde nun noch eine neue universell einsetzbare Methode entwickelt, mit der man jetzt z.B. auch Flugzeugrümpfe schneiden kann.

In dieser kleinen Anleitung wird versucht die dafür nötigen Arbeitsschritte zu beschreiben.

## 2 Überblick

Die Basis für alle Berechnungen bildet eine DXF-Datei, in der die Geometrie der linken und rechten Stirnfläche des zu ausschneidenden Styroporblocks gespeichert ist. Zusätzlich zu den eigentlichen Geometrie-Pfaden muss die Datei noch Trennlinien enthalten, die jeden Pfad in Segmente unterteilt.

Nachdem die Geometrie in eine DXF-Datei gespeichert wurde, kann diese in GrblGru geladen werden. Der Ablauf des Schneidvorgangs kann dann frei vom Anwender bestimmt werden.

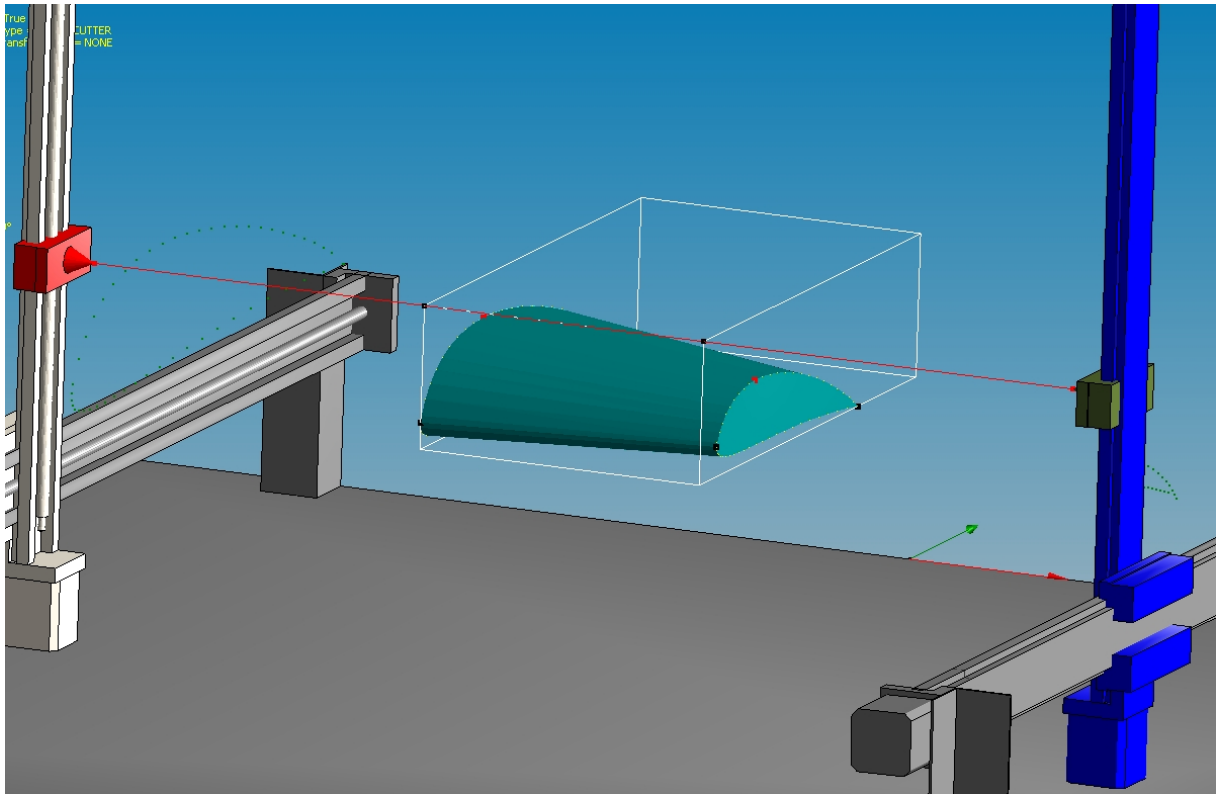


Abbildung 1: 3D-Darstellung des ausgeschnittenen Styroporblocks

### 3 Geometrie Eingabe

In GrblGru gibt es mittlerweile auch die Möglichkeit einfache Geometrie Elemente einzugeben. Ich empfehle aber den Einsatz eines externen 2D-Editors, der in der Lage ist DXF Dateien zu speichern.

Hier gibt es eine Menge gute kostenlose Programm wie z.B. Inkscape oder LibreCad. Jedes CAD-System erfüllt diese Anforderungen natürlich ebenfalls und kann auch verwendet werden.

#### 3.1 Anforderungen an die Geometrie

Es ist wichtig, dass alle Pfade geschlossen sind, und es nicht irgendwelche Überschneidungen innerhalb eines Pfades kommt.

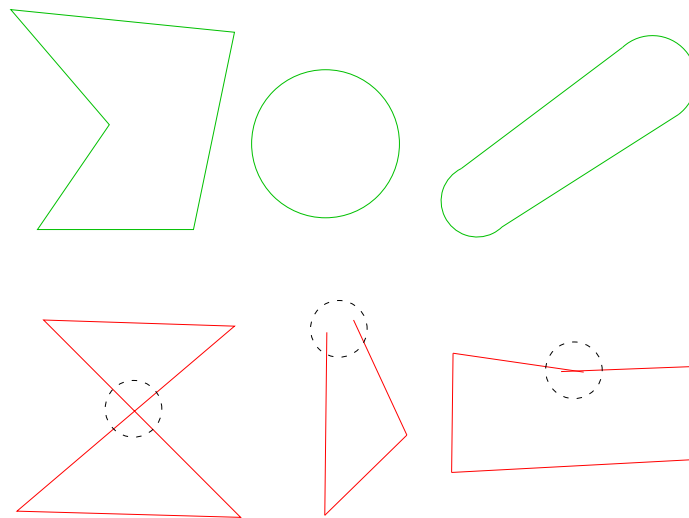


Abbildung 2: Gültige (grün) und ungültige (rot) Pfade

Um die Pfade in Segmente zu trennen, müssen an entsprechenden Stellen Trennlinien gesetzt werden. Der Schnittpunkt der Trennlinien mit dem jeweiligen Pfad kennzeichnet einen Synchronisationspunkt. Die Linien sollten so lang sein, dass bei der Berücksichtigung von evtl. Kerf-Offsets trotzdem noch eine Schnittbildung möglich ist.

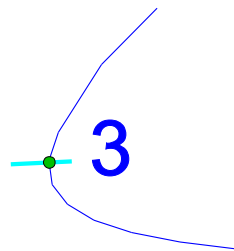


Abbildung 3: Schnittpunkt der grünen Trennlinie mit dem blauen Pfad = Synchronisationspunkt

## 4 Geometrie

### 4.1 Wofür sind die Layer ?

Die Layer dienen dazu den einzelnen Pfaden bestimmte Merkmale zuzuordnen.

Ein Merkmal ist z.B. ob sich die Geometrie auf der linken- oder der rechten Seite befindet. Ein anderes beschreibt ob der Pfad eine Außenkontur ist, oder sich im Inneren befindet und somit eine Aussparung beschreibt. Letztlich ermöglicht der Layername aber auch, dass man die einzelnen Pfade adressieren kann.

#### 4.1.1 Geometrie-Pfade

Die ersten 3 Buchstaben des Layernamens der eigentlichen Pfade müssen dabei wie folgt gewählt werden:

- Der 1. Buchstabe muss ein '#' sein
- Der 2. Buchstabe muss ein 'L' (linke Seite) oder 'R' (rechte Seite) sein
- Der 3. Buchstabe muss ein 'I' (Innen) oder 'O' (Außen) sein

Die restlichen Buchstaben können beliebig gewählt werden. Z.B. '#LOProfil', '#RIDurchlass' usw. Sie können auch ganz entfallen, wenn die Pfadnamen dann immer noch unterscheidbar sind. Z.B. '#LO' und '#RO'

Die Trennlinien müssen auf dem selben Layer gezeichnet werden wie der dazugehörige Pfad !

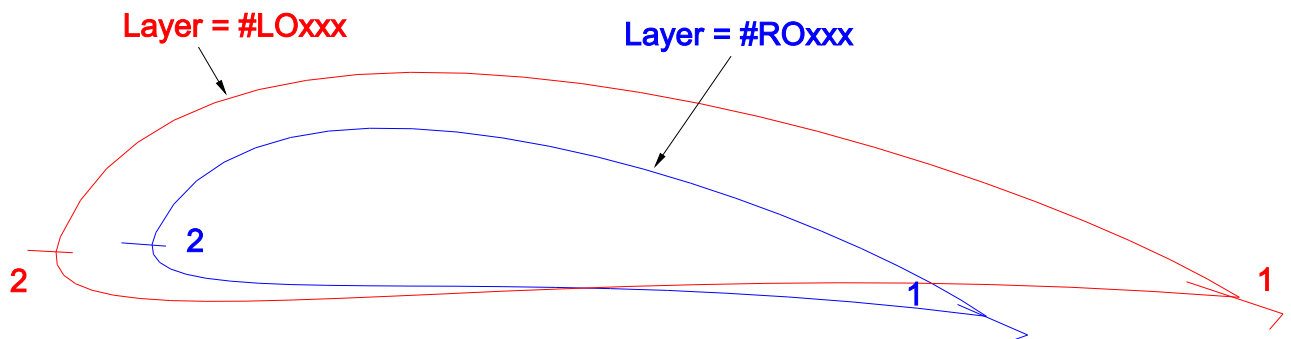


Abbildung 4: Die Geometriepfade der linken (rot)- und rechten Seite (blau), sowie jeweils 3 grüne Trennlinien und die dadurch entstehenden Synchronisationspunkte

### 4.1.2 Trennlinien

Zusätzlich zu der eigentlichen Geometrie werden anschließend kurze Trennlinien gesetzt, um die Pfade in Segmente aufzuteilen.

Die Anzahl der Segmente und damit auch die Anzahl der Trennlinien links und rechts müssen gleich groß sein. Die Segmente sind deshalb so zu wählen, dass der Verlauf links und rechts möglichst ähnlich ist. Die Reihenfolge der Synchronisationspunkte erfolgt immer im Uhrzeigersinn.

Damit das Programm die Segmente zueinander synchronisieren kann, muss jeweils eine beliebige Trennlinie den ersten Synchronisationspunkt auf jedem Pfad markieren. Dies Trennlinie wird durch einen zusätzlichen Strich gekennzeichnet.

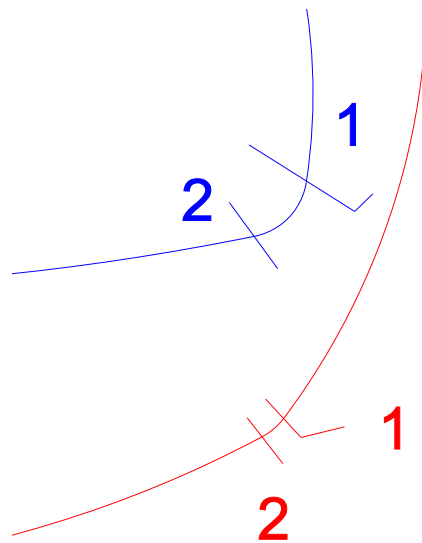


Abbildung 5: Kennzeichnung des 1. Punktes

## 4.2 Wofür sind die Synchronisationspunkte ?

Die Linien dienen zur Synchronisation der Bewegungen. Die Berechnung des Vorschubs erfolgt so, dass der Schneiddraht die beiden Start- und Endpunkte zum gleichen Zeitpunkt erreicht.

In diesem 2. Beispiel wird die Notwendigkeit der Synchronisationspunkte noch einmal deutlich. Würde man die beide Pfade gleichzeitig starten und nur dafür sorgen, dass sie zum gleichen Zeitpunkt beendet werden, wäre das Ergebnis sicher enttäuschend.

Durch die Synchronisationspunkte sorgt GrblGru dafür, dass jedes Segment auf der linken Seite und auch auf der rechten Seite im gleichen Zeitintervall geschnitten wird.

Wenn sich der Schneiddraht also auf der linken Seite z.B. am Punkt 4 befindet, wird er sich auf der rechten Seite ebenfalls am Punkt 4 befinden. Die Positionen an den Synchronisationspunkte sind also immer gleich. Zwischen den Punkten wird entsprechend der Segmentlänge interpoliert.

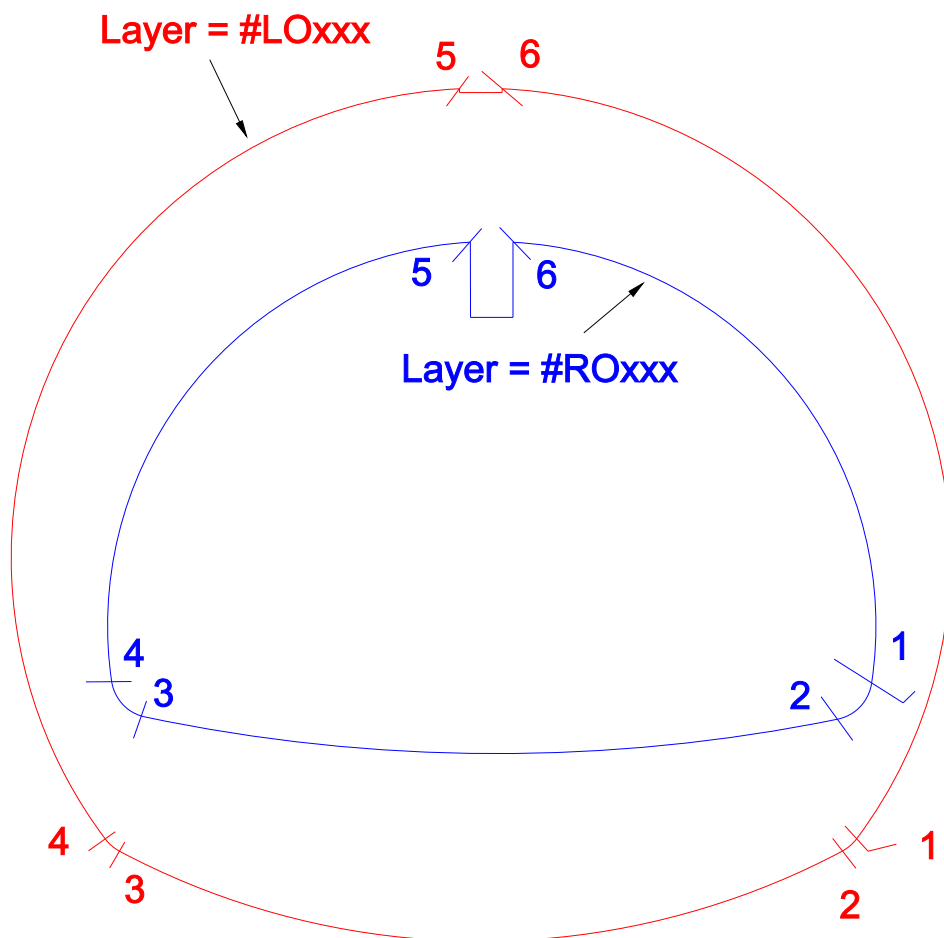


Abbildung 6: Beispiel Nr. 2, ein Rumpfssegment

### 4.3 Außenkontur oder Aussparung ?

Der Pfad, der die Außenkontur beschreibt ist am 'O' im Layernamen z.B. '#LOxxx' erkenntlich. Es darf immer nur **ein** Außenkontur-Pfad vorhanden sein !

Dagegen können beliebig viele Aussparungen verwendet werden. Sie werden durch das 'I' im Layernamen gekennzeichnet.

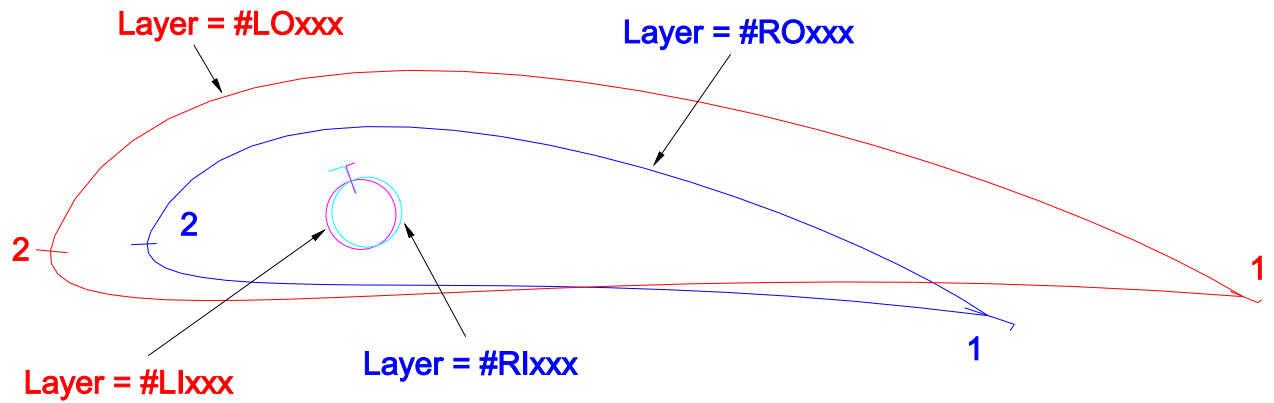


Abbildung 7: Beispiel Nr. 3., ein Profil mit einer kreisförmigen Aussparung

## 5 Der Ablauf des Schneidprozess

### 5.1 Einen Job erzeugen

Nachdem die Geometrie und die Trennlinien in eine DXF-Datei gespeichert wurde, kann diese geladen und damit ganz normal ein 'Cut' Job angelegt werden.

Dieser Vorgang ist der gleiche wie bei allen anderen GrblGru Betriebsarten: Fräsen, Lasern oder Drehen. Dazu geht man auf die 2D-Seite, markiert alle Pfade durch Fenster öffnen mit der linken Maus. Anschließend wählt man im rechte Maus Kontext Menü den Punkt 'Job erzeugen' 'Cut'.

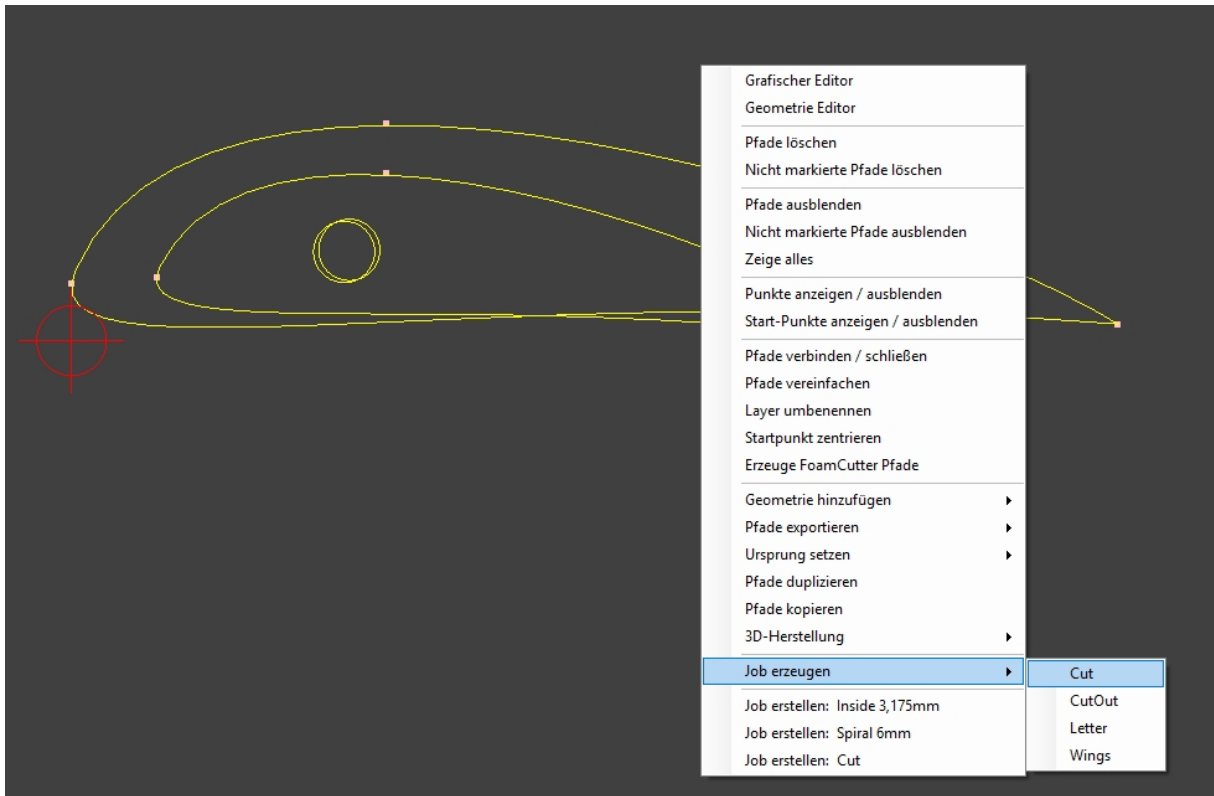


Abbildung 8: Einen 'Cut' Job erzeugen

Im Parameter **'Prozess-Ablauf'** kann ein Text-Editor aufgerufen werden, der es ermöglicht den Ablauf des Schneidvorgangs anhand eine Liste von Befehlen frei zu gestalten.

Das ist ein wenig aufwendiger als ein paar Eingaben in einem Dialog zu machen. Auf der andere Seite gibt es dem Bediener aber die max. mögliche Kontrolle über den Ablauf.

Die Liste der Befehle kann zur Dokumentation auch ganz normal in einer Datei gespeichert oder ausgedruckt werden. So kann man auch im Nachhinein noch genau nachvollziehen wie ein bestimmtes 'Werkstück' seinerzeit bearbeitet wurde.

Nach der Eingabe und Kontrolle im Simulationsmode sollte alles zusammen als Projekt gespeichert werden !

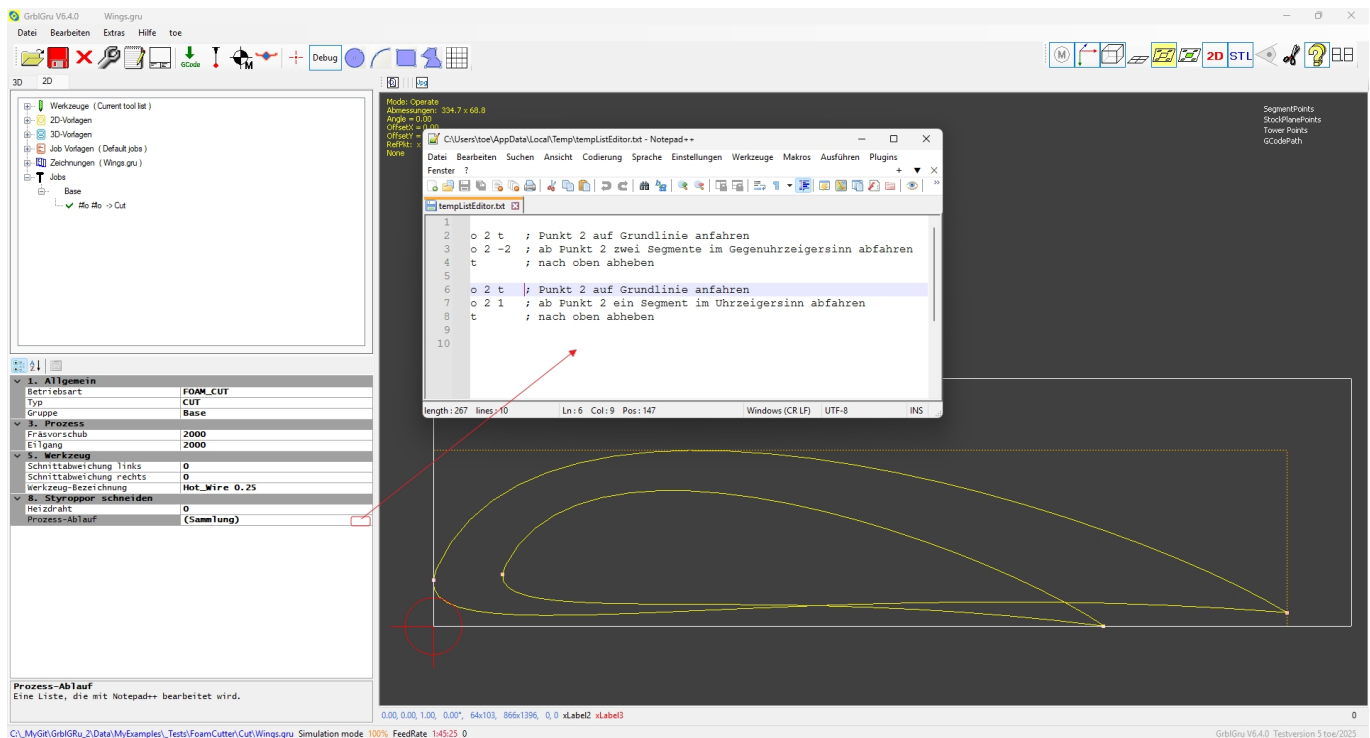


Abbildung 9: Aufruf des Editors zur Eingabe des Ablaufs

## 5.2 Syntax der Prozess-Ablauf Eingabe

Die Syntax ist vielleicht etwas tricki, aber sehr übersichtlich und recht leistungsfähig. Außerdem ist sie leicht erweiterbar, um auch in der Zukunft neue Anforderungen erfüllen zu können.

Bei der Angabe des Pfades werden die ersten beiden Buchstaben weggelassen z.B. '#LOProfil' wird 'OProfil'.

- **Einstellungen der Randmaße**

Die Einstellungen beziehen sich auf die (roten) Maße des Styroporblocks.

1. **Top [Aufmaß in mm]**

Beispiel: Top 5

Die Position der oberen Rands wird 5mm oberhalb des Styroporblock gesetzt.

2. **Bottom [Aufmaß in mm]**

Beispiel: Bottom 1

Die Position der unteren Rands wird 1mm unterhalb des Styroporblock gesetzt.

3. **Left [Aufmaß in mm]**

Beispiel: Left 5

Die Position des linken Rands wird 5mm links vom Styroporblock gesetzt.

4. **Right [Aufmaß in mm]**

Beispiel: Right 2

Die Position des rechten Rands wird 2mm rechts vom Styroporblock gesetzt.

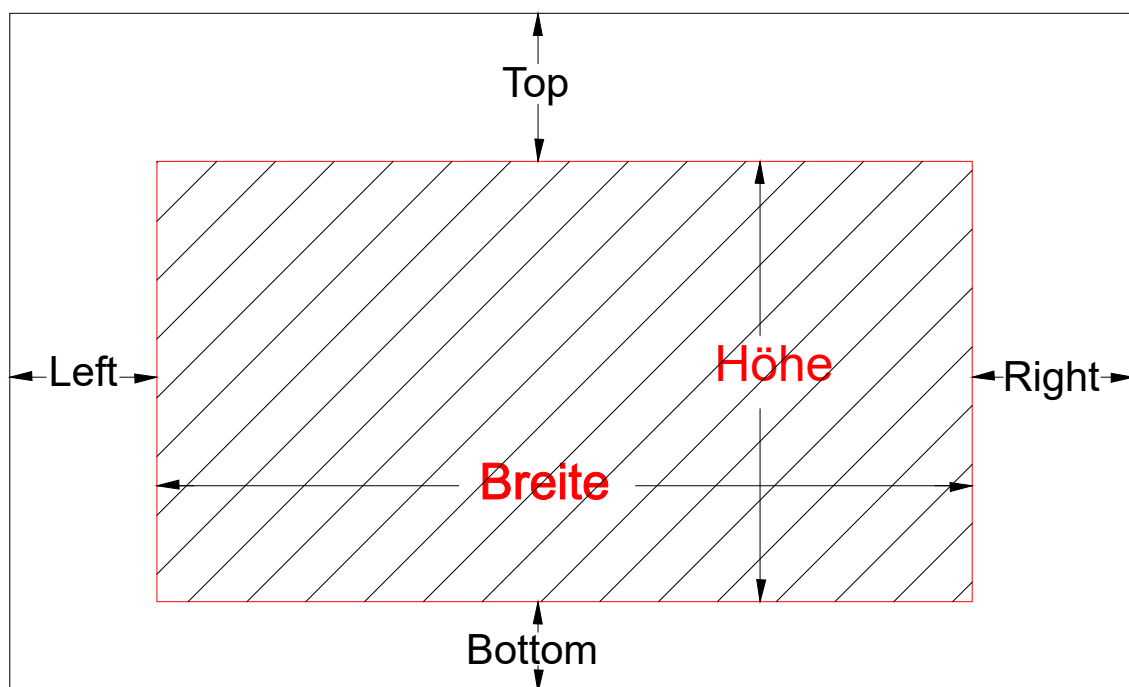


Abbildung 10: Die 4 Randpunkte

- **Randpunkte anfahren**

1. **TR**

Beispiel: TR

Von der aktuellen Position in die rechte obere Randecke fahren

2. **TL**

Beispiel: TL

Von der aktuellen Position in die linke obere Randecke fahren

3. **BR**

Beispiel: BR

Von der aktuellen Position in die rechte untere Randecke fahren

4. **BL**

Beispiel: BL

Von der aktuellen Position in die linke untere Randecke fahren

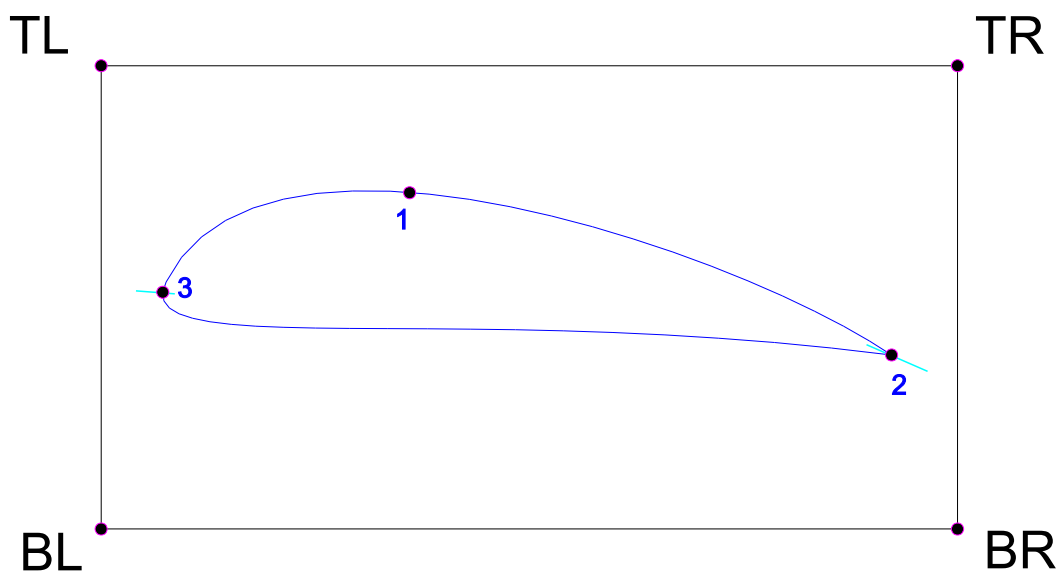


Abbildung 11: Die 4 Randpunkte

- **Punkt Positionen anfahren**

1. **[Pfad] [Punkt Nr.]**  
 Beispiel: o 1  
 Es wird der 1. Punkt vom Pfad 'o' angefahren
2. **[Pfad] [Punkt Nr.] T**  
 Beispiel: Innen 4 T  
 Es wird von der aktuellen Position der Punkt angefahren, der senkrecht über dem Punkt 4 vom Pfad 'Innen' auf dem oberen Rand liegt
3. **[Pfad] [Punkt Nr.] B**  
 Beispiel: Innen 4 H  
 Es wird von der aktuellen Position der Punkt angefahren, der senkrecht unter dem Punkt 4 vom Pfad 'Innen' auf dem unteren Rand liegt
4. **[Pfad] [Punkt Nr.] R**  
 Beispiel: Innen 4 T  
 Es wird von der aktuellen Position der Punkt angefahren, der rechts vom Punkt 4 vom Pfad 'Innen' auf dem rechten Rand liegt
5. **[Pfad] [Punkt Nr.] L**  
 Beispiel: Innen 4 H  
 Es wird von der aktuellen Position der Punkt angefahren, der links vom Punkt 4 vom Pfad 'Innen' auf dem linken Rand liegt

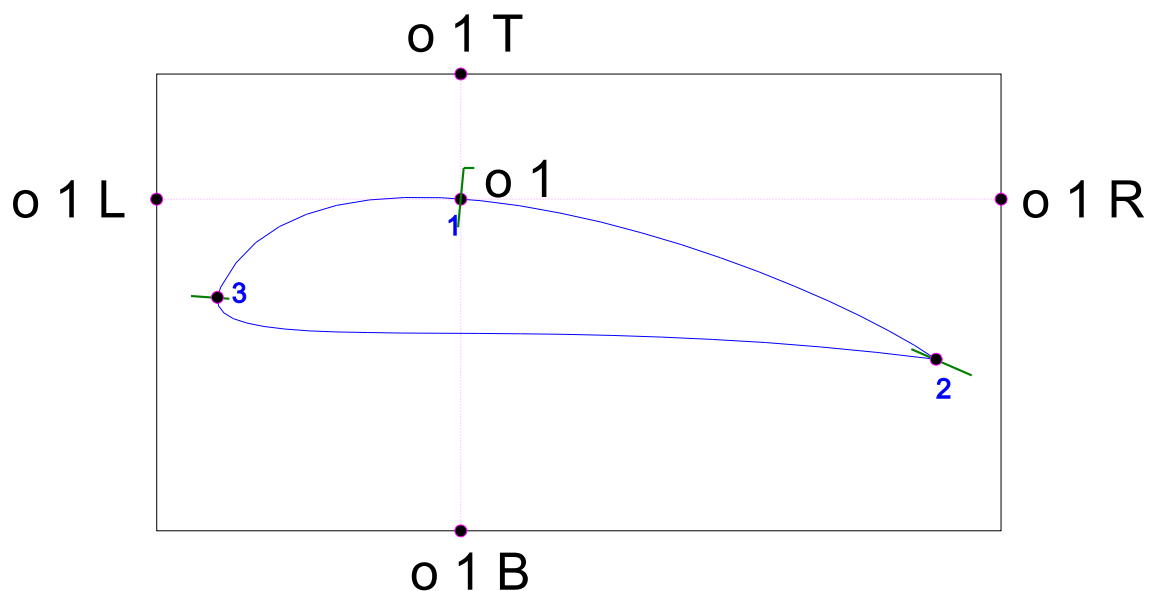


Abbildung 12: Einen Punkt anfahren

- Pfad-Segmente schneiden

1. [cw] [Anzahl Segmente]

Beispiel: cw 3

Es werden 3 Segmente von der aktuellen Position (Punkt 3) im Uhrzeigersinn abgefahren

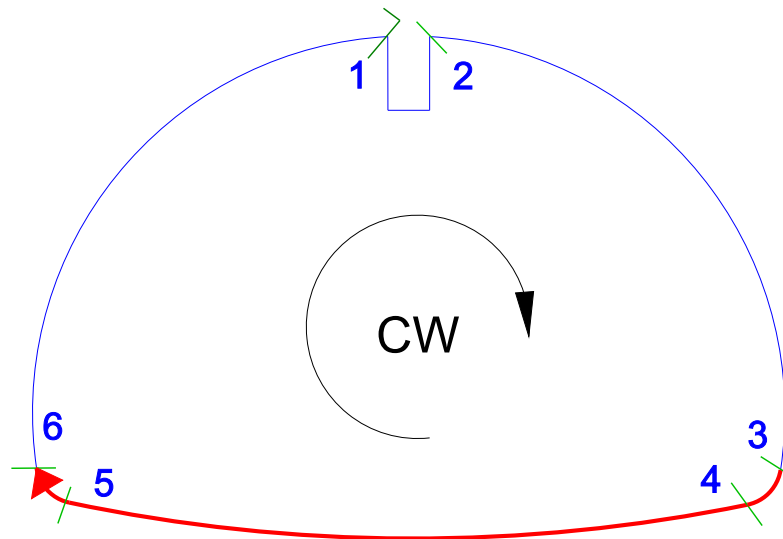


Abbildung 13: Schnitt im Uhrzeigersinn

2. [ccw] [Anzahl Segmente]

Beispiel: ccw 2

Es werden 2 Segmente von der aktuellen Position (Punkt 3) gegen den Uhrzeigersinn abgefahren

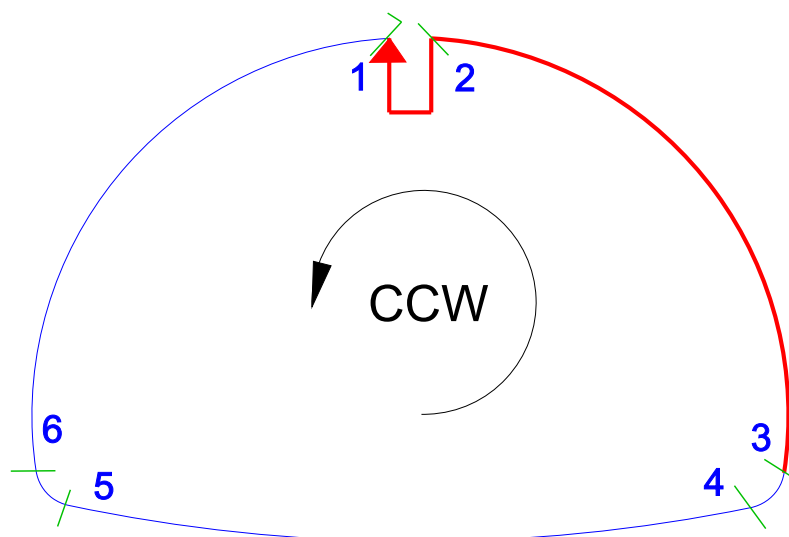


Abbildung 14: Schnitt gegen den Uhrzeigersinn

- **Von einem Punkt relativ verfahren**

1. **B**

Beispiel: B

Von der aktuellen Position senkrecht nach unten auf den unteren Rand fahren (Bottom)

2. **T**

Beispiel: T

Von der aktuellen Position senkrecht nach oben auf den oberen Rand fahren (Top)

- **Sonder Kommandos**

1. **h**

Beispiel: h

Von der aktuellen Position auf die Startposition (Home) fahren.

2. **Break [Text]**

Beispiel: Break 'Bitte entferne jetzt das obere Teil'

Der Ablauf wird unterbrochen und es wird ein Dialog mit dem übergebenen Text angezeigt.

Sobald der Bediener die Meldung quittiert hat, wird der Prozess fortgesetzt.

3. **End**

Der Ablauf wird an dieser Stelle abgebrochen. Alle nachfolgenden Zeilen werden ignoriert.

### 5.2.1 Ablauf Beispiel

Die einzelnen Zeilen können mit einem Kommentar versehen werden, der mit einem Semikolon beginnen muss. Ein Ablauf zum Schneiden könnte dann z.B. folgendermaßen aussehen.

Wing\_1.gru

```

; Einstellungen
;-----
Top 5 ; Oberen: Offset vom Block = 5mm
Left 4 ; Links: Offset vom Block = 4mm
Right 4 ; Rechts: Offset vom Block = 4mm

; Oberschale
;-----
TR ; Ecke rechts oben
o 1 r ; runter auf Höhe von Punkt 1
ccw 1 ; Ein Segment gegen dem Uhrzeigersinn schneiden
l ; zum linken Rand
t ; zum oberen Rand

Break Bitte die Oberschale abnehmen

; Unterschale
;-----
TR ; Ecke rechts oben
o 1 r ; runter auf Höhe von Punkt 1
cw 1 ; Ein Segment im Uhrzeigersinn schneiden
l ; zum linken Rand
t ; zum oberen Rand

```

## 6 Überprüfung der Ergebnisse

Nachdem der Job angelegt und der Ablauf erfolgreich erstellt wurde kann man sich das Ergebnis in der 3D-Ansicht im Detail anschauen. Dazu stehen rechts, oben in der Werkzeugleiste eine Reihe Schalter zum Ein / Aus-schalten zur Verfügung.

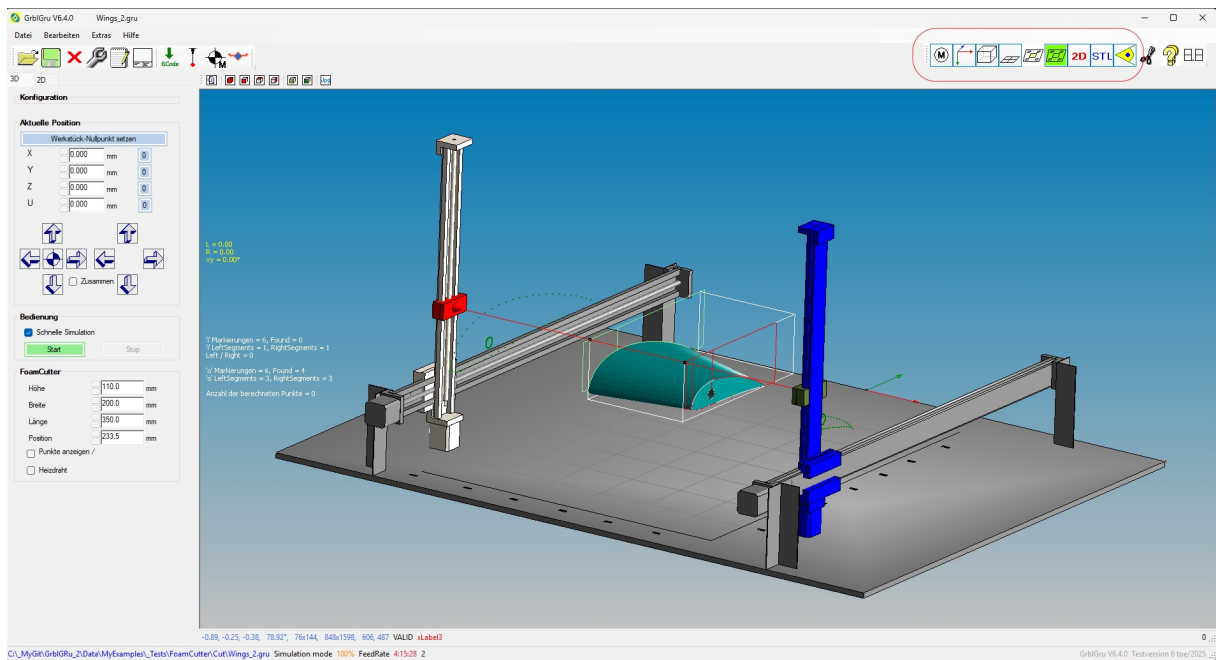


Abbildung 15: Schalter der Werkzeugleiste

Die einzelnen Anzeigen sind ja bereits aus der Vorgängerversion "Wings" bekannt. Neu hinzugekommen ist die Möglichkeit der 'Tower-Points' Anzeige. Diese beschreiben die Positionen der beiden Türme und signalisieren durch Farbänderung (grün nach rot) wenn der Fahrbereich verlassen wird.

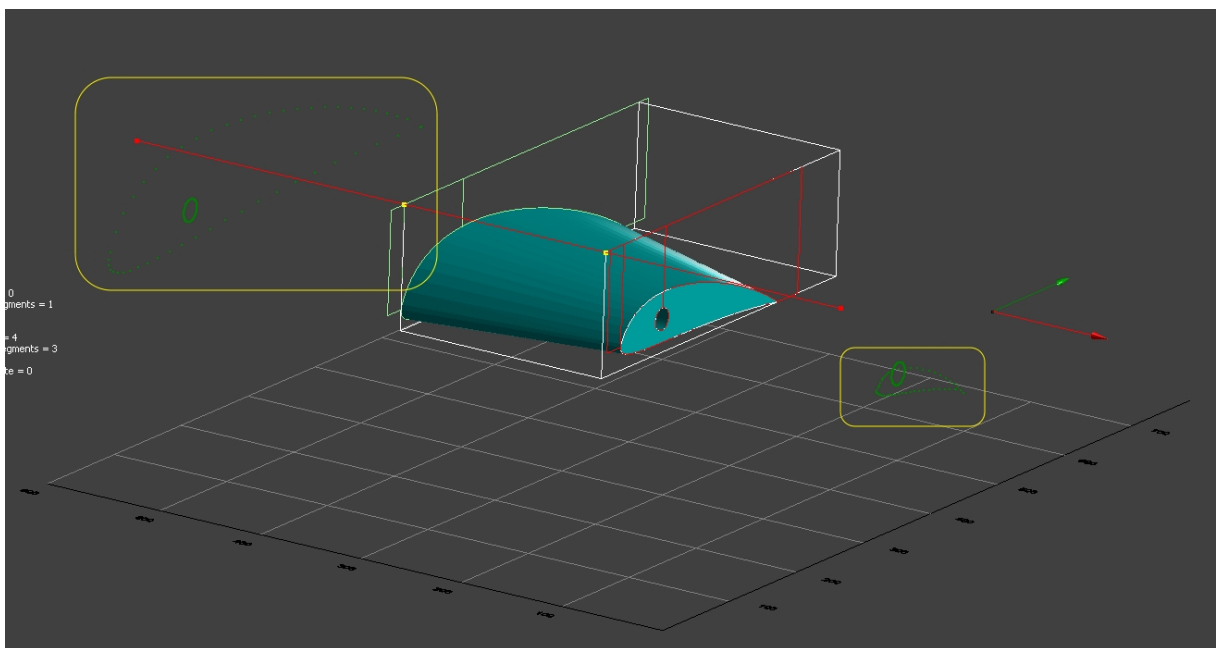


Abbildung 16: Anzeige der Tower-Points