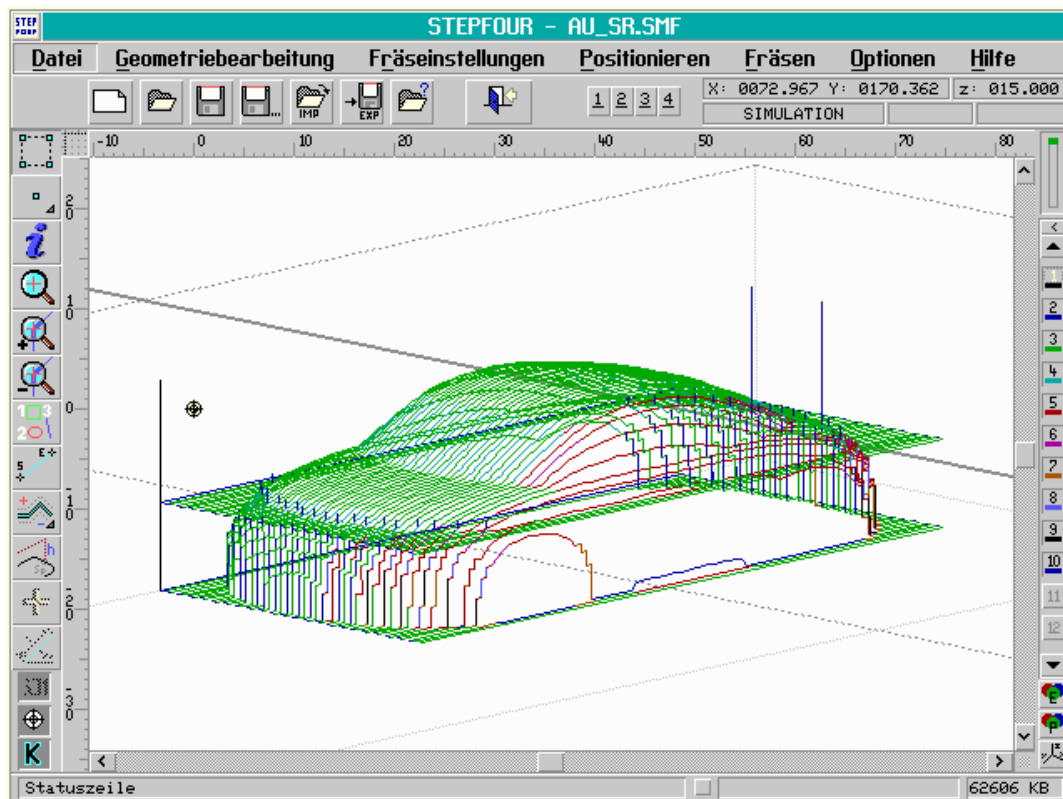


# Frässoftware V4.x



## Software Manual

Revision 1.1



GmbH

Haunspergstraße 90  
A-5020 Salzburg / Österreich  
Tel.: ++43/(0)662/459378-0  
Fax.: ++43/(0)662/459378-20  
e-mail: [office@step-four.at](mailto:office@step-four.at)  
Internet: [www.step-four.at](http://www.step-four.at)



## Vorwort

Der große Erfolg der STEP-FOUR Produkte im deutschsprachigen Raum und auf der ganzen Welt zeigt, dass das universelle Software- und Hardwarekonzept eine Vielzahl von Anwendern anspricht. Aufgrund der großen Flexibilität werden **STEP-FOUR** Systeme vom Hobbybereich über den Einsatz im Gewerbe bis hin zu industriellen Anwendungen mit großem Erfolg eingesetzt.

Dieser Erfolg ist neben den optimal auf ihren Zweck abgestimmten Mechaniksystemen auch auf das außergewöhnliche Preis-/Leistungsverhältnis und die einfache Bedienung der Software zurückzuführen.

Neben der Ausrüstung aller STEP-FOUR Fräsanlagen wird unsere Software mittlerweile auch bereits bei einigen hundert Anwendern in Kombination mit unterschiedlichsten Maschinen und Motorsteuerungen von der Eigenbauanlage bis zur Industrieanwendung mit Servoantrieben genutzt.

Die Version 4.0 der Frässoftware stellt einen weiteren Schritt in der konsequenten Entwicklung der erfolgreichen Vorgängerversionen dar.

Neben der Implementierung zahlreicher Ideen und Wünsche aus dem großen **STEP-FOUR** Anwenderkreis wurde in dieser Version ein weiterer Schritt in Richtung 3D-Bearbeitung gemacht. So wurde erstmals ein spezielles Modul zur Bearbeitung von 3D-Daten implementiert.

Um dem Anwender genau die Funktionalität zu bieten, die er benötigt, wurde die Version 4 in mehrere Module aufgeteilt. Damit wird vom Anwender auch nur die Leistung bezahlt, die er tatsächlich benötigt.

## **Über die Verwendung dieses Handbuchs:**

Dieses Handbuch besteht aus einer Reihe von Abschnitten, die aufeinander aufbauen und Ihnen Schritt für Schritt das nötige Wissen vermitteln, um die **STEP-FOUR** Frässoftware V4 erfolgreich einsetzen zu können.

Vorausgesetzt wird, dass Sie mit dem Arbeiten auf einem Computer unter einer Windows-Benutzeroberfläche vertraut sind und ein Zeichen- bzw. CAD-Programm wie Corel-Draw, Auto-CAD, Autosketch oder ähnliches benutzen können.

Da es sich bei einer CNC-gesteuerten Fräse um eine einigermaßen komplexe Maschine handelt, wurde bei der Erstellung des Handbuchs besonderer Wert auf die Darstellung der Zusammenhänge zwischen den einzelnen Funktionsgruppen gelegt. Auf eine Beschreibung einzelner Befehle und deren Funktion wurde hingegen verzichtet, da in der Online-Hilfe ohnehin eine Beschreibung zu jedem Befehl implementiert ist. Parallel zum Studium des Handbuchs sollten Sie daher auch die Online-Hilfe der Software benutzen, um nähere Informationen zu einzelnen Befehlen zu erhalten.

- Um die notwendigen Systemvoraussetzungen Ihres Computers geht es im 1. Kapitel. Weiters wird hier die Installation der Frässoftware V4 auf Ihrem Rechner beschrieben.
- Details zum grundsätzlichen Aufbau der Benutzeroberfläche sowie zu den Funktionen von Maus und Tastatur erfahren Sie im 2. Kapitel.
- Im 3. Kapitel erfahren Sie einiges über den Aufbau einer Fräsdatei in der STEP-FOUR Software. Weiters wird hier der wesentliche Unterschied von 2D und 3D beschrieben.
- Wie aus einer zweidimensionalen Zeichnung aus einem Zeichenprogramm eine Fräsdatei mit allen erforderlichen technologischen Informationen wird, ist im 4. Kapitel beschrieben.
- Das Zusammenwirken von Frässoftware und Mechanik wird im 5. Kapitel beschrieben. Weiters wird Ihnen gezeigt, wie Sie Mechanik und Software in eine definierte Grundstellung bringen.
- Das Fräsen einer Beispieldatei wird im 6. Kapitel beschrieben.
- Wie Sie die Material- und Werkzeugdaten an Ihre individuellen Bedürfnisse anpassen, wird im 7. und letzten Kapitel der Beschreibung für das Grundpaket erläutert.
- In den weiteren Kapiteln bzw. Modulbeschreibungen werden jeweils die Anwendung der einzelnen optionalen Zusatzmodule und deren Funktionen detailliert erläutert.

Sollten trotzdem irgendwelche Fragen offenbleiben oder beim Betrieb der Anlage auftreten, wenden Sie sich bitte an untenstehende Adresse. Denn wir möchten, dass auch Sie so zufrieden sind wie alle anderen Anwender von **STEP-FOUR** Produkten.

### **STEP-FOUR GmbH.**

Haunspurgstraße 90

A-5020 Salzburg

Tel.: ++43/(0)662/45 93 78 Fax: ++43/(0)622/45 93 78-20

E-mail: [office@step-four.at](mailto:office@step-four.at)

# **1 Betriebsarten und Systemvoraussetzungen**

## **1.1 Betriebsarten**

Die STEP-FOUR Frässoftware kann grundsätzlich in zwei verschiedenen Modi betrieben werden.

### **1.1.1 Der Arbeitsmodus**

In dieser Betriebsart wird mit angeschlossener Steuerung und Maschine gearbeitet. Die Schritt-, Richtungs- und Steuersignale werden zur Elektronik gesendet, die Eingangssignale werden überwacht und ausgewertet.

Wegen der Echtzeitanforderungen in dieser Betriebsart muss der Rechner dazu im sogenannten Real- oder **DOS-Mode** gestartet werden.

Die Ansteuerung der Maschine erfordert keine besonders hohe Leitungsfähigkeit des PC. Zur Aufbereitung der Daten oder um bei Korrekturen der Fräsdaten angemessene Reaktionszeiten zu erzielen, sollte der Rechner jedoch folgenden Mindestanforderungen entsprechen.

- PC mit Pentium Prozessor 133MHz
- 32 MB RAM
- Festplatte und CD-ROM Laufwerk
- VGA<sup>®</sup>-Bildschirm
- Maus mit MS-DOS Maustreiber
- Druckerschnittstelle LPT1 od. LPT2  
(Bei Verwendung einer bidirektionalen LPT Schnittstelle muss diese im Setup des Rechners auf unidirektionalen Modus oder Standard Parallelport eingestellt werden.)
- MS-DOS<sup>®</sup> 6.0 oder Windows 95/98

☞ Bei Rechnern mit Windows NT/2000 oder Windows ME/XP ist ein Hochfahren des Rechners im DOS-Mode nicht möglich. Es kann nur ein DOS-Fenster als eines von mehreren parallel auszuführenden Prozessen geöffnet werden. Damit ist die Echtzeitfähigkeit für die Schrittausgabe nicht gewährleistet. Für den Betrieb der Anlage muss daher in diesem Fall eine eigene Festplattenpartition angelegt werden. Anschließend wird darauf ein Windows 95/98 oder MS-DOS System installiert und eingerichtet. Zum Anlegen einer solchen Festplattenpartition gibt es diverse Hilfsprogramme am Markt oder Sie wenden sich am besten an einen Fachmann, der Ihnen das System entsprechend einrichtet.

### **1.1.2 Der Simulationsmodus**

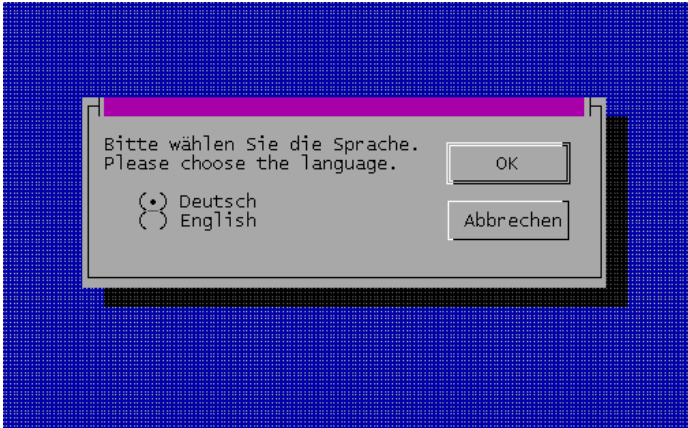
Um die Fräsdaten entsprechend vorzubereiten und den Fräsvorgang zu simulieren, kann die Software durch Verwendung eines optional erhältlichen Softwareschutzsteckers auch auf jedem anderen PC auch ohne angeschlossene Maschinensteuerung betrieben werden.

Da in diesem Falle Echtzeitanforderungen der Schrittausgabe wegfallen, kann die STEP-FOUR Frässoftware V4 in diesem Modus auch unter Windows NT/2000/ME oder XP betrieben werden.

## 1.2 Installation und starten der STEP-FOUR Frässoftware V4

Im Normalfall erfolgt die Installation vom CD-Laufwerk aus. In Ausnahmefällen (für Rechner, die kein CD-Laufwerk besitzen) können Sie auch (auf einem Rechner mit CD-Laufwerk) einen Diskettensatz erstellen.

### 1.2.1 Installation und starten unter DOS:



Für die Installation unter DOS gibt es auf der CD ein eigenes DOS-Installationsprogramm. Rufen Sie dazu das Programm **INSTALL.EXE** im Unterverzeichnis \DOS auf und folgen Sie den Instruktionen.

Zum Betrieb unter DOS benötigen Sie auch einen DOS-Maustreiber. Dieser Maustreiber muss vor dem Start der STEP-FOUR Frässoftware installiert werden. Sollten Sie keinen solchen Maustreiber besitzen, so können Sie den mitgelieferten Treiber **s4mouse.com** verwenden. Weiters muss zum einwandfreien Betrieb in der Datei **CONFIG.SYS** der Wert **FILES=50** eingetragen werden.

Stellen Sie sicher, dass das **STEP-FOUR** Steuergerät oder der Dongle für Fremdanlagen/Zweit-PC mit dem Computer verbunden ist.

Starten Sie das Fräsprogramm, indem Sie folgendes Kommando hinter dem DOS-Prompt eingeben.

**S4PRO** ↵



### 1.2.2 Die Installation unter WINDOWS:




Am einfachsten erfolgt die Installation von der Windows Oberfläche aus. Dazu müssen Sie lediglich die CD in Ihr CD-ROM Laufwerk einlegen. Die Autostartroutine öffnet daraufhin die links abgebildete HTML-Seite. Von dieser Seite aus können Sie unter „Software“ die Installation ausführen (linke Abbildung).

Folgen Sie dazu einfach den Anweisungen auf dieser Seite.

Sollten Sie z.B. eine Windows Version ohne Internet Explorer installiert haben oder sonst irgendein Problem mit der HTML-Startseite haben, so können Sie die Software auch durch direkten Aufruf des Setup- Programms

 **S4PROV4\_INSTALL.exe** im Verzeichnis  **Setup** installieren.


Auch der Dongletreiber  **S4\_DNG\_INSTALL.exe** für Windows NT/2000/XP kann von diesem Verzeichnis aus installiert werden.

### 1.2.3 Starten der STEP-FOUR Frässoftware unter Windows (nur zur Datenaufbereitung):

Bei der Installation wird auch ein Icon zum Ausführen der Frässoftware angelegt.

Wenn Sie die Software mit diesem Icon starten, so wird das Programm im Modus zur Datenaufbereitung gestartet. Eine Ansteuerung der Maschine ist in diesem Modus nicht möglich. Stellen Sie sicher, dass der Dongle für Fremdanlagen/Zweit-PC oder auch das **STEP-FOUR** Steuergerät mit dem Computer verbunden ist (bei WIN NT/2000/XP Rechnern muss auch der Dongle-Treiber installiert sein), und starten Sie das Programm über dieses Icon.

☞ Damit die STEP-FOUR einwandfrei läuft muss für die Ausführung von MS-DOS Programmen der Wert FILES=50 eingetragen sein.

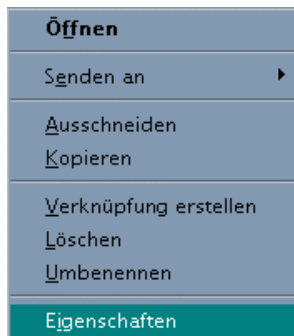
Tragen Sie diesen Wert mit einem Texteditor (z.B. ) unter WIN 95/98 in der Datei CONFIG.SYS Ihres Bootlaufwerkes ein (z.B. C:\CONFIG.SYS) ein. Unter WIN NT/2000/XP wird dieser Eintrag in der Datei CONFIG.NT im Systemverzeichnis von Windows eingetragen (z.B. C:\WINNT\SYSTEM32\).

### 1.2.4 Einrichten und starten der STEP-FOUR Frässoftware unter Windows zum Betrieb der Anlage (nur WIN95/98):

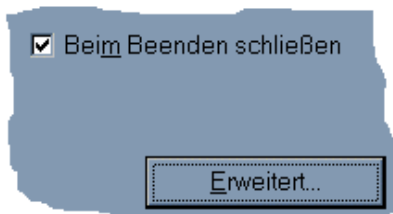
Bevor Sie mit der Frässoftware unter Windows arbeiten können, muss die Software so eingerichtet werden, dass der Rechner im DOS-Mode neu bootet.

#### Gehen Sie dazu wie folgt vor:

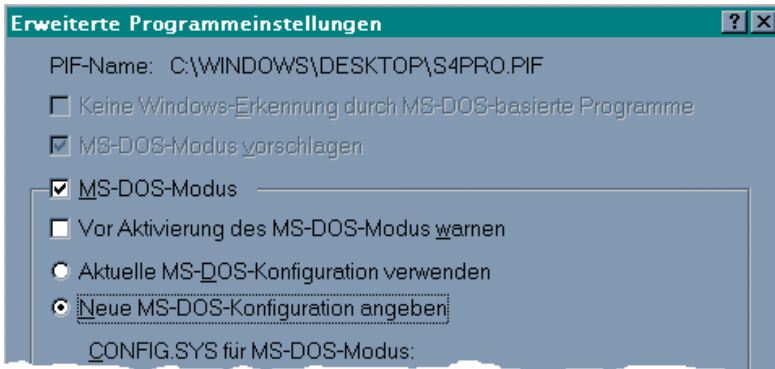
- Erzeugen Sie eine Kopie der Verknüpfung zur STEP-FOUR Frässoftware V4 auf Ihrem Desktop und geben Sie dieser Verknüpfung z.B. den Namen **S4PROV4-DOS**.



- Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf das soeben erstellte Symbol.
- Das nebenstehende Pop-Up Menü wird geöffnet.
- Klicken Sie auf den Menüpunkt **Eigenschaften**.
- Ein Fenster mit einer Vielzahl von Registrierkarten wird geöffnet
- Klicken Sie auf die Registrierkarte **Programm**



- Aktivieren Sie das Kontrollkästchen **Beim Beenden schließen**
- Klicken Sie auf den Button für **Erweitert**.



- Aktivieren Sie hier den MS-DOS-Modus.
- Aktivieren Sie den Schalter vor Neue MS-DOS Konfiguration angeben.

- Für einen fehlerfreien Betrieb sollten in den Dateien CONFIG.SYS bzw. AUTOEXEC.BAT folgende Einträge vorhanden sein:

### CONFIG.SYS

```
DOS=HIGH,UMB
DEVICE=C:\WINDOWS\HIMEM.SYS
FILES=50
DEVICE=c:\windows\COMMAND\display.sys con=(ega,,1)
Country=043,850,c:\windows\COMMAND\country.sys
```

### AUTOEXEC.BAT

```
C:\WINDOWS\COMMAND\mode con codepage prepare=((850) C:\WINDOWS\COMMAND\ega.cpi)
C:\WINDOWS\COMMAND\mode con codepage select=850
C:\WINDOWS\COMMAND\keyb gr,,C:\WINDOWS\COMMAND\keyboard.sys
LoadHigh C:\S4PROV4\S4MOUSE.COM (bzw. der verwendete Maustreiber mit entsprechendem Pfad)
```

☞ Je nach Konfiguration Ihres Systems können die Pfadbezeichnungen auch etwas anders aussehen. Einige Einträge können bereits in einer etwas anderen Reihenfolge vorhanden sein. Bei Unklarheiten wenden Sie sich bitte an Ihren PC-Händler.

- mit **OK** bestätigen Sie die Einstellungen und verlassen die erweiterten Programmeinstellungen.
- Bestätigen Sie im Hauptfenster noch einmal mit **OK**. Ihre Frässoftware ist nun so eingerichtet, dass bei deren Aufruf Windows 95/98 automatisch beendet wird und der Rechner im DOS-Modus hochgefahren wird.


☞ Stellen Sie sicher, dass vor dem Aufrufen die Elektronikbox bzw. der Dongle für Fremdanlagen angeschlossen und eingeschaltet ist. Andernfalls erhalten Sie beim Aufruf der Software eine Fehlermeldung.



### 1.3 Eingabe Ihrer persönlichen Daten und der Produkt-ID

Jede Version der **STEP-FOUR** Frässoftware V4 ist mit einer Seriennummer und einer sogenannten Produkt-Identifikationsnummer (Produkt-ID) versehen.

Wenn Sie das Programm zum ersten Mal starten, erscheint automatisch ein Registrierfeld, in das Sie Ihre persönlichen Daten, die Software-Seriennummer (= Elektronik-Seriennummer) und die Produkt-ID von Ihrer Installations-CD eingeben können.



Nur nach korrekter Eingabe dieser Daten ist die Software lauffähig.

☞ Verwahren Sie die Original-CD sowie die Seriennummer und Produkt-ID an einem sicheren Ort. Die Software arbeitet nur bei Eingabe der richtigen Produkt-ID und dazupassender Elektronik-Seriennummer.

Bei Auftreten von Problemen mit der Registrierung wenden Sie sich bitte an folgende Adresse:

**STEP-FOUR** GmbH.  
Haunspergstraße 90  
A-5020 Salzburg  
Tel.: ++43/(0)662/45 93 78 Fax: ++43/(0)622/45 93 78-20  
E-mail: [office@step-four.at](mailto:office@step-four.at)

### 1.4 Hinweise für Anwender von Version 3.x der Frässoftware:

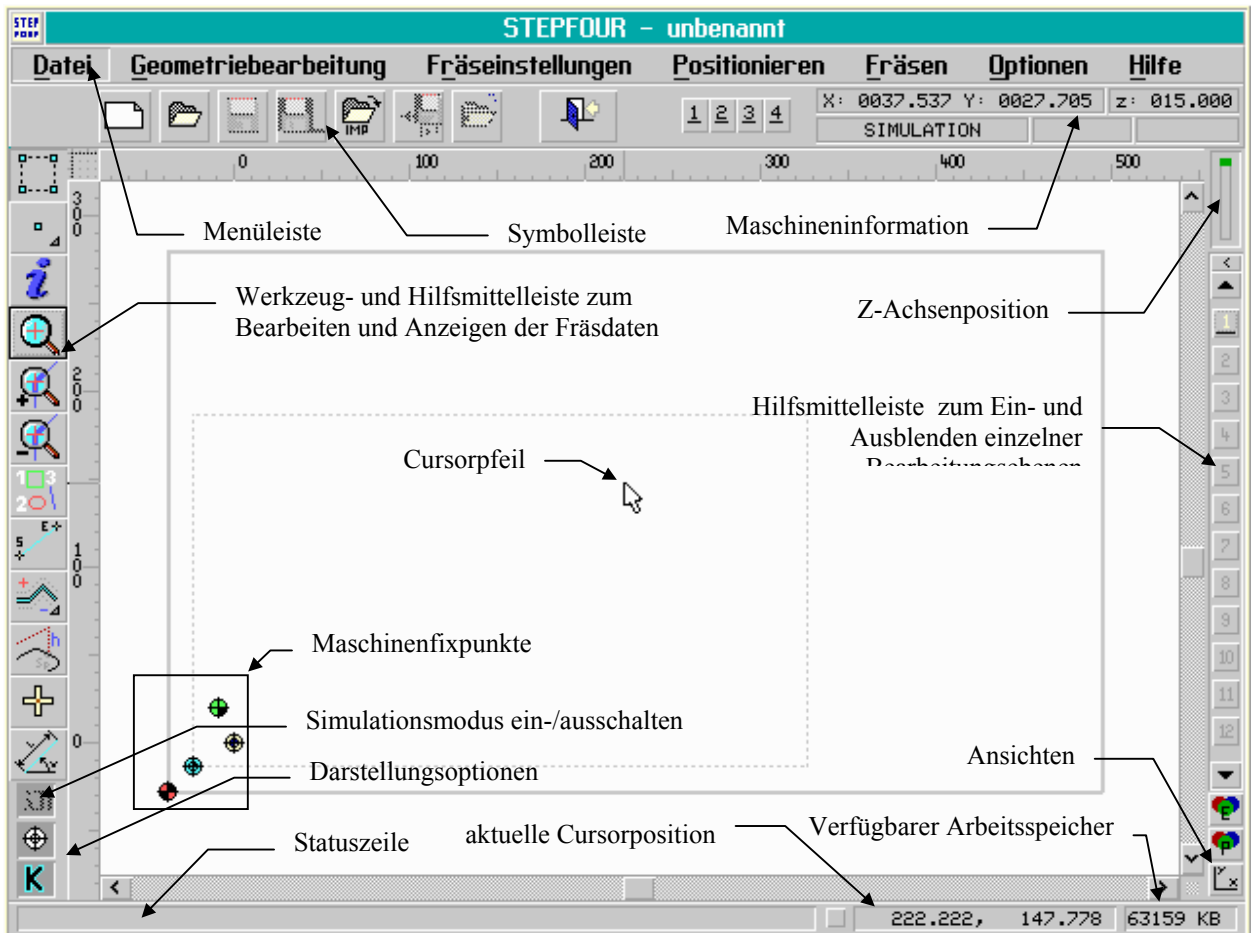
Wenn Sie Ihre individuellen Maschineneinstellungen oder Materialeinträge aus der Version 3.x auch in der Version 4 weiterverwenden möchten, müssen Sie folgende Dateien nach erfolgter Registrierung durch die Dateien aus Ihrer Version 3.x austauschen.

Materialdatenbank:	Datei MAT.DAT muss kopiert werden.
Maschineneinstellungen:	Die Dateien S4PRO.CFG und S4PRO.POS müssen kopiert werden.



## 2 Allgemeiner Programmaufbau:


Nach dem Start und der erfolgten Registrierung wird der Arbeitsbildschirm geöffnet.  
Je nach aktivierten Software-Erweiterungsmodulen kann das Aussehen geringfügig von der folgenden Darstellung abweichen (z.B. sind in der LT-Version der Frässoftware V4 einzelne Buttons nicht verfügbar).



### Menü- und Symbolleiste:

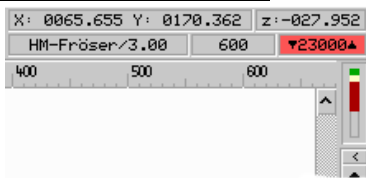


Wird ein bestimmtes Menü der Menüleiste ausgewählt, so werden die wichtigsten Funktionen dieses Menüs in der Symbolleiste dargestellt und können mit einem Mausklick aufgerufen werden.

Wird ein Menüpunkt zweimal angeklickt oder nach dem Anklicken die Cursortaste  gedrückt, wird ein Pull Down Menü geöffnet und alle verfügbaren Funktionen aus diesem Menü werden angezeigt.

Für besonders häufig verwendete Funktionen sind rechts neben den Menüeinträgen die entsprechenden Funktionstasten oder Kurzbefehle angeführt. Solche Funktionen können auch direkt durch diese Funktionstaste oder Tastenkombination aufgerufen werden.

### **Maschineninformation:**

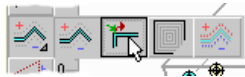


Hier werden aktuelle Daten über Position des Fräskopfes, aktuelles Werkzeug, Verfahrensgeschwindigkeit und Werkzeugdrehzahl angezeigt. Der dreifarbige Balken am rechten Rand dient zur Anzeige der aktuellen Z-Achsenposition. Die Bedeutung der Farben wird weiter hinten beschrieben.

### **Werkzeug und Hilfsmittelleiste:**



Am linken Bildschirmrand sind besonders häufig benötigte Werkzeuge und Hilfsmittel aufgelistet. Diese Werkzeuge stehen jederzeit zur Aufbereitung der Fräsdaten zur Verfügung. Nähere Informationen zu den einzelnen Werkzeugen und deren Funktion entnehmen Sie bitte der Online-Hilfe.



Manche dieser Werkzeuge und Hilfsmittel besitzen mehrfach belegte Funktionen, die durch nochmaliges Anklicken der aktiven Taste oder durch Doppelklick aktiviert werden können.

### **Hilfsmittelleiste für die Ebenenverwaltung:**



Bis zu 256 Fräsebenen kann die Frässoftware von **STEP-FOUR** verwalten. Durch Anklicken der Schaltflächen können die einzelnen Ebenen ein- und ausgeschaltet werden. Die aktive Zeichenebene wird durch eine gelbe Ziffer dargestellt. Die aktive Zeichenebene kann durch Drücken von **[1]** und Anklicken der gewünschten Ebene geändert werden. Prinzipiell werden beim Fräsen nur diejenigen Ebenen bearbeitet, die auch am Bildschirm dargestellt werden.



#### **Ebenen-Farbzuordnung, Punktdarstellung:**

Bei Aufruf dieser Funktion können Sie die Zeichenfarben für die einzelnen Ebenen Ihren Anforderungen anpassen. Weiters können Sie die Darstellungssymbole für Bohrungen für jede Ebene definieren.






#### **Farbpaletten Einstellungen:**

Hier können Sie die Farbpalette für die Bildschirmdarstellung individuell verändern.



#### **Ansichten:**

Beim Anklicken dieser Taste ändert sich die jeweilige Ansicht    und der Arbeitsbereich wird von der jeweiligen Seite dargestellt.



#### **Maschinenpunkte:**

Die Symbole der Maschinenfixpunkte können mit diesem Schalter ein- und ausgeblendet werden.



#### **Simulation:**

Wird der Simulationsmodus aktiviert, so wird der Fräsvorgang nur am Bildschirm simuliert. Es werden keine Daten an die Ansteuerelektronik weitergegeben. Wird die Software im Demo-Modus gestartet, so ist der Simulationsmodus immer aktiv und kann nicht ausgeschaltet werden.







Achtung! Die Software wird beim ersten Starten bzw. nach jedem Arbeiten im Demomodus im Simulationsmodus gestartet. Schalten Sie diesen vor Beginn des Fräsvorgangs aus.



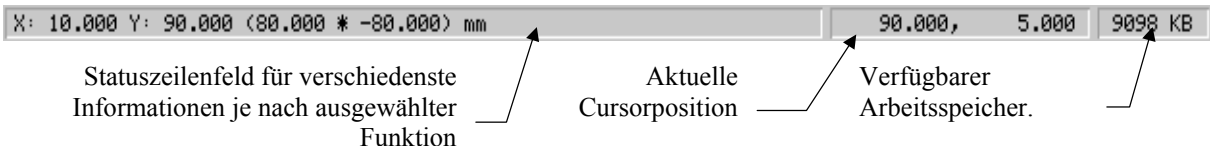
#### **Werkzeugradiuskorrektur:**

Mit diesem Schalter kann die Anzeige der Werkzeugradiuskorrektur ein- bzw. ausgeschaltet werden. Bei ausgeschalteter Korrekturanzeige ist ein wesentlich schnellerer Bildaufbau gegeben.

**Maschinenbezugspunkte:**

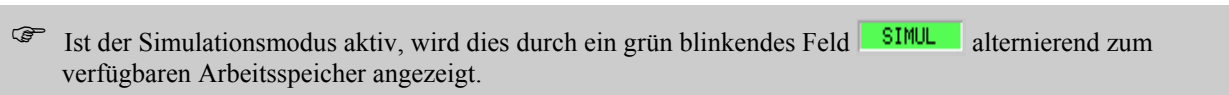
-  Der Referenzpunkt ist durch die Begrenzung des mechanischen Arbeitsbereiches in negativer Richtung festgelegt. Der Referenzpunkt definiert den XYZ-Ursprung des Maschinenkoordinatensystems.
-  Der Nullpunkt definiert den XYZ-Ursprung für das Werkstückkoordinatensystem. Alle numerischen Eingaben beim Zeichnen oder Manipulieren von Objekten beziehen sich auf dieses Werkstückkoordinatensystem.
-  Der Materialbezugspunkt bestimmt die Lage des definierten Materials.
-  Der Werkzeugwechsellpunkt definiert die XYZ-Position, auf die der Fräskopf beim manuellen Wechsel eines Werkzeuges fahren soll.

**Statuszeile, Cursorposition und Arbeitsspeicher:**



The screenshot shows a status bar with the following text: "X: 10.000 Y: 90.000 (80.000 \* -80.000) mm" followed by three fields: "90.000," "5.000" and "9098 KB". Below the status bar, three labels with arrows point to these fields: "Aktuelle Cursorposition" points to the first field, "Verfügbarer Arbeitsspeicher." points to the second field, and "9098 KB" points to the third field. A fourth label, "Statuszeilenfeld für verschiedenste Informationen je nach ausgewählter Funktion", points to the entire status bar area.

Im Feld ganz rechts ist der momentan verfügbare freie Arbeitsspeicher eingeblendet. Unterschreitet der Arbeitsspeicher einen bestimmten Wert, so wird das Feld rot hinterlegt.



A hand icon points to a text box that says: "Ist der Simulationsmodus aktiv, wird dies durch ein grün blinkendes Feld **SIMUL** alternierend zum verfügbaren Arbeitsspeicher angezeigt." The word "SIMUL" is shown in a green box.

## **Hinweise zu wichtigen Tasten sowie zur Funktion der Maustasten und des Mauszeigers:**



Mit der Esc-Taste können Sie den Fräsvorgang jederzeit abbrechen. Des weiteren schließt die Esc-Taste Fenster oder bringt Sie eine Menüebene höher. Für die Bedienung der Frässoftware ist die Esc-Taste eine sehr wichtige Taste.





Neben der üblichen Funktion zum Positionieren des Cursors in Eingabefeldern, Verändern von Zahlenwerten usw. werden diese Tasten beim Handbetrieb der Fräsmechanik verwendet.

Dasselbe gilt für die Tasten    und .



Die Strg-Taste wird immer in Kombination mit einer zweiten Taste verwendet.

So können z.B. mit   alle Objekte auf der Zeichenfläche selektiert werden. Darüber hinaus findet diese Taste auch beim Positionieren der Fräsmechanik Verwendung. Beim Positionieren dient die Strg-Taste in Kombination mit den Cursorstasten zum Positionieren im Eilgang.



Die Alt-Taste wird ähnlich wie die Strg-Taste benutzt. In der Menüleiste und in den einzelnen Programmfenstern sind manche Buchstaben unterstrichen dargestellt. Wird die Alt-Taste zusammen mit einer Taste eines unterstrichenen Buchstaben gedrückt, wird der entsprechende

Befehl ausgeführt. So wird z.B. durch Drücken von   zum Positioniermenü gewechselt. Beim Positionieren des Fräskopfes dient die Alt-Taste in Kombination mit den Cursorstasten zur Feinjustierung im Einzelschrittbetrieb.



Mit der Tabulatortaste gelangen Sie zum nächsten Feld innerhalb eines Fensters.



### **Mauszeiger**

Mit dem Mauszeiger positionieren und gruppieren Sie zum Beispiel Objekte auf dem Bildschirm, lösen Befehle aus oder öffnen bzw. schließen Fenster.

Der Mauszeiger hat aber auch noch eine andere zentrale Bedeutung.

Positionieren Sie den Mauszeiger auf einer Schaltfläche, dann erscheint links unten auf dem Bildschirm die Bedeutung der Schaltfläche. Zum Beispiel *gruppieren*, *Objekte drehen* usw. Der Mauszeiger ist also auch fester *Objekte* Bestandteil des Bestandteil des kontextbezogenen Hilfesystems.

**Linke Maustaste (LM)** Wenn Sie den Mauszeiger auf einem Icon bzw. einer Schaltfläche positionieren, dann lösen sie mit der linken Maustaste den entsprechenden Befehl aus.

**Rechte Maustaste (RM)** Mit der rechten Maustaste rufen Sie gezielt das Hilfesystem der Frässoftware V4 auf. Falls Sie zum Beispiel detaillierte Angaben über die Zoom-Funktion haben möchten, positionieren Sie den Mauszeiger auf eine der drei Lupen und drücken die rechte Maustaste. Sofort öffnet sich ein Fenster, und Sie erfahren alles Wissenswerte im Detail.

### 3 Grundlegender Aufbau der Fräsdaten

Um ein Werkstück mit einer CNC-Fräse herstellen zu können, benötigen Sie einerseits eine exakte Information über die Geometrie dieses Werkstückes. Andererseits werden eine Reihe weiterer Parameter benötigt, die von Bearbeitungstechnologie, Werkstoff, Werkzeug und vielem mehr abhängen.

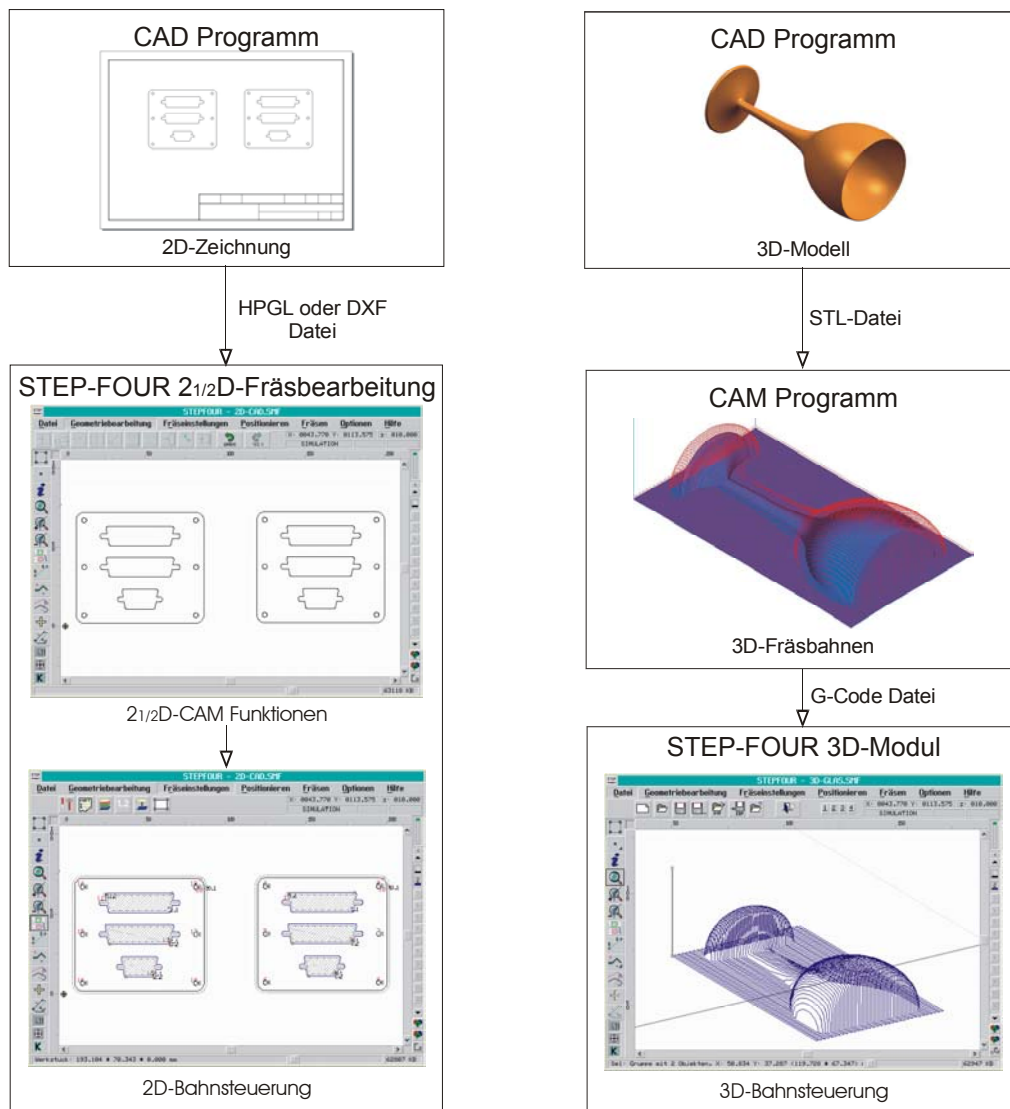
Bei der Realisierung der **STEP-FOUR** Frässoftware wurde ein Lösungsansatz gewählt, der eine unabhängige Erstellung der Geometriedaten eines Werkstückes zulässt. Die technologische Information wird erst später durch entsprechende Hilfsmittel mit der Geometrieinformation verknüpft. Unterschiedlich ist dabei die Vorgehensweise für die 2D bzw. 2 1/2D und die 3D-Bearbeitung.

Für die 2 bzw. 2 1/2D Bearbeitung stellt die STEP-FOUR Frässoftware alle Funktionen zur Verknüpfung von Geometrie und Technologiedaten bereit. Das heißt, dass außer der Geometrieinformation keine Daten von außen benötigt werden.

Bei der 3D-Bearbeitung hingegen werden die Geometriedaten in einem externen CAM-Programm (z.B. DeskProto oder MillWizard) so aufbereitet, dass anschließend die Fräsbahnen als fertiges DIN-ISO NC-Programm zu Verfügung stehen. Dieses NC-Programm wird dann vom STEP-FOUR 3D-Modul gelesen und abgearbeitet.

#### 2 1/2D-Bearbeitung

#### 3D-Bearbeitung



Im Folgenden beschränken wir uns vorerst auf die Beschreibung der 2D-Datenformate. Die 3D-G-Codes werden in der Modulbeschreibung des 3D-Modules behandelt.

### 3.1 Standardformate zum Beschreiben von 2D Geometriedaten

Werkstücke, die mit der **STEP-FOUR**-Fräse hergestellt werden, konstruieren Sie am besten mit einem CAD-Programm wie beispielsweise AUTOSKETCH<sup>®</sup>, AUTOCAD<sup>®</sup>, DIG-CAD<sup>®</sup>, CorelDraw<sup>®</sup> und so weiter. Denn zum einen sind leistungsfähige Konstruktionsprogramme heute schon so preiswert, dass es nicht nötig ist, das Rad zum X-ten Male neu zu erfinden und zum anderen möchte ja jeder Anwender mit seinem favorisierten Zeichenprogramm weiterarbeiten und nicht nochmals den Umgang mit einem neuen Programm erlernen müssen. Obwohl im Zusatzmodul „**Objektbearbeitung und Zeichnen**“ eine Reihe nützlicher Funktionen zum Erzeugen einfacher Frästeile und Ändern bestehender Zeichnungen implementiert sind, ist dieses Modul dennoch keinesfalls als Ersatz für ein echtes Konstruktionsprogramm zu verstehen.

Fast alle heute verfügbaren CAD-Programme können die erstellten Zeichnungen im sogenannten HPGL-Format (**H**ewlett-**P**ackard-**G**raphics-**L**anguage) oder im DXF-Format (**D**rawing **e**Xchange **F**ormat) exportieren. Deshalb werden auch bei der **STEP-FOUR**-Frässoftware V4 diese beiden populären Dateiformate als Datenschnittstelle verwendet.

#### 3.1.1 Was ist eine HPGL-Datei:

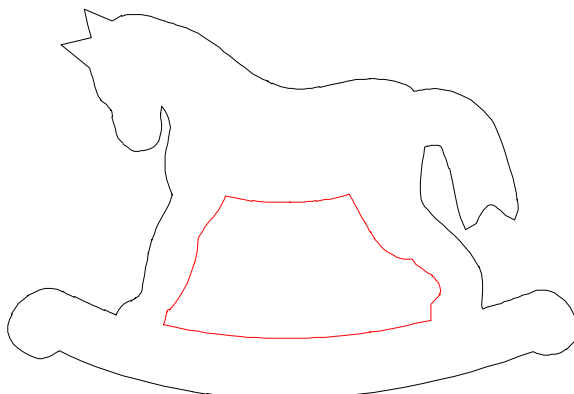
Der HPGL-Befehlssatz wurde ursprünglich als Kommandosprache zum Ansteuern von HP-Plottern entwickelt. Die weite Verbreitung von HP-Plottern sowie die Tatsache, dass auch andere Hersteller von Plottern und Druckern diesen gut dokumentierten Befehlssatz verwendeten, führte dazu, dass das HPGL-Format heute als Standard in diesem Bereich angesehen werden kann.

Mit jedem Textprogramm können Sie sich die Kommandos in einer HPGL-Datei ansehen, da alle Informationen im ASCII-Format gespeichert sind. Falls Sie die HPGL-Sprache beherrschen, können Sie sogar mit einem Texteditor neue Kommandos hinzufügen oder löschen. Nur Experten werden solche Änderungen mit einem Textprogramm durchführen. In der Praxis sollte man die Generierung einer HPGL-Datei besser dem verwendeten CAD-Programm überlassen.

Die Kommandos in der Plotdatei beschreiben, wie ein Plotter die mit einem CAD-Programm konstruierten Elemente zu Papier bringen soll.

Schauen Sie sich einmal die HPGL-Datei **PFERD.PLT** im Unterverzeichnis **C:\S4PRO\MUSTER\BEISPIEL\** an.

#### Das Werkstück:



#### Die HPGL-Datei:

```
IN;
PU
SP1
PA3013,1734;PD
PA3000,1748
.
.
PA3029,1708
PA3013,1734
PU
SP2
PA2126,1270;PD
PA2141,1241
.
.
PA2125,1271
PA2126,1270
PU
```



**Die Kommandos haben dabei folgende Bedeutung:**

<i>HPGL Befehl</i>	<i>Kommando im Klartext</i>
<b>IN;</b>	„Initialisiere den Plotter“ ( <b>IN</b> italize)
<b>PU</b>	„hebe den Zeichenstift“ ( <b>Pen Up</b> )
<b>SP1</b>	„selektiere den ersten Zeichenstift“ ( <b>Select Pen 1</b> )
<b>PA3013,1734;PD</b>	„fahre zur Absolutkoordinate X,Y“ ( <b>Plot Absolut X,Y</b> ); „senke den Stift“ ( <b>Pen Down</b> )
<b>PA3000,1748</b>	„fahre mit gesenktem Stift zur Absolutkoordinate X,Y“ ( <b>Plot Absolut X,Y</b> ) usw.

Wie Sie aus dem HPGL-Listing erkennen, ist jedes Kommando entweder mit einem Zeilenumbruch, einem Semi-colon (;) oder beidem voneinander getrennt. Die Koordinatenangaben sind in sogenannten Plotteinheiten angegeben, wobei eine Plotteinheit in der Regel 0,025mm entspricht.

Neben einer Reihe von weiteren Befehlen zum Zeichnen von Kreisen, Kreisbögen, Ellipsen usw. beinhaltet der HPGL-Befehlssatz auch noch Befehle, die sehr speziell auf Zeichenoperationen zugeschnitten sind. Dazu gehören z.B. Befehle zum Zeichnen schraffierter Rechtecke und Kreise. Diese Kommandos werden vom Importfilter der **STEP-FOUR** Software ignoriert. In der Praxis werden solche Befehle jedoch von fast keinem CAD-Programm verwendet.

**3.1.2 Beschreibung einer DXF-Graphikdatei:**

Das DXF-Graphikformat wurde von der Fa. Autodesk zum Austausch von CAD-Daten geschaffen.

Leider ist dieses Datenformat nie wirklich exakt definiert worden, weshalb es vereinzelt zu Problemen beim Datenaustausch kommen kann. In der Praxis hat dies dazu geführt, dass von den meisten Programmen nur ein kleinerer meist jedoch fehlerfrei arbeitender Unterbefehlssatz verwendet wird.

Da jedes CAD-Systemes wesentlich mehr Information als nur die reinen Vektordaten der Geometrie verwaltet, werden Zusatzinformationen über Ebene des Objektes, Gruppenzugehörigkeit, Farbe, Layer usw. ebenfalls in der DXF-Datei gespeichert. Deshalb sind diese Dateien in der Regel auch wesentlich größer als HPGL-Dateien.

DXF-Dateien werden üblicherweise auch als ASCII Dateien gespeichert und können so ebenfalls mit einem Texteditor betrachtet und verändert werden. Theoretisch gibt es auch DXF-Dateien im Binärformat, die jedoch in der Praxis nur sehr selten vorkommen. Solche binären DXF-Dateien können mit dem **STEP-FOUR** DXF-Importfilter nicht gelesen werden.

Auf eine genauere Erläuterung des Aufbaues von DXF-Dateien wird verzichtet, da dies aufgrund der Komplexität dieses Formates den Rahmen dieses Handbuches sprengen würde.

## 3.2 Technologische Informationen zur Fräsbearbeitung

Neben der rein graphischen Information zur Beschreibung des Werkstückes ist die Bearbeitungstechnologie eine ganz wesentliche Voraussetzung zur Herstellung eines Bauteils.

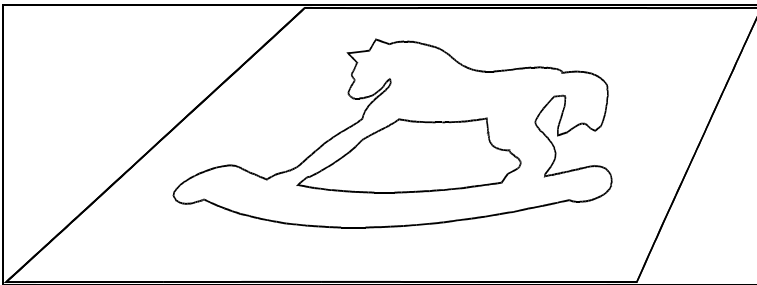
Soll beispielsweise das o.a. Schaukelpferd gezeichnet werden, spielt es für den Plotter keine Rolle, ob zuerst die Innen- und dann die Außenkontur an die Reihe kommt.

Ganz anders verhält sich die Sache beim Fräsen desselben. Hier muss zuerst die innere Kontur herausgearbeitet werden und dann erst der äußere Teil. Denn käme zuerst die äußere Kontur an die Reihe, läge ja das Werkstück lose auf dem Frästisch und der Innenteil könnte nicht mehr ausgefräst werden.

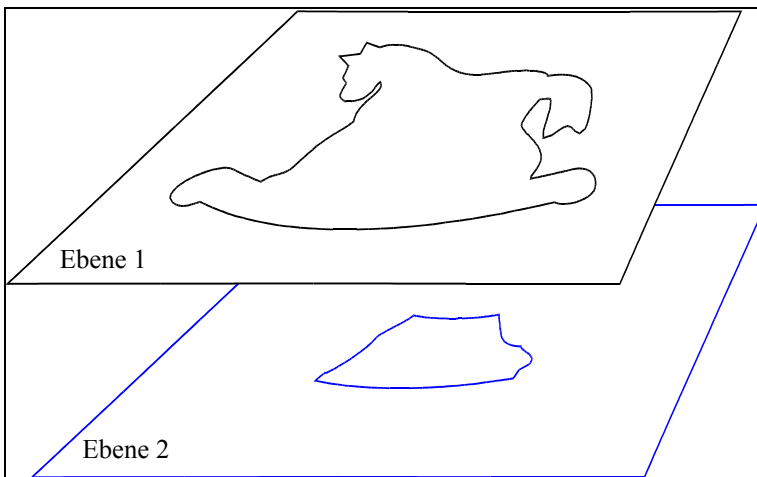
Die Reihenfolge bei der Bearbeitung eines Bauteils spielt also beim Fräsvorgang eine entscheidende Rolle. Daneben sind noch eine Reihe anderer technologischer Parameter wie der Fräserradius und die Materialstärke beim Fräsen zu berücksichtigen.

Wie dies geschieht, erfahren Sie auf den nächsten Seiten.

### 3.2.1 Die Funktion der Ebenen in der STEP-FOUR Frässoftware:

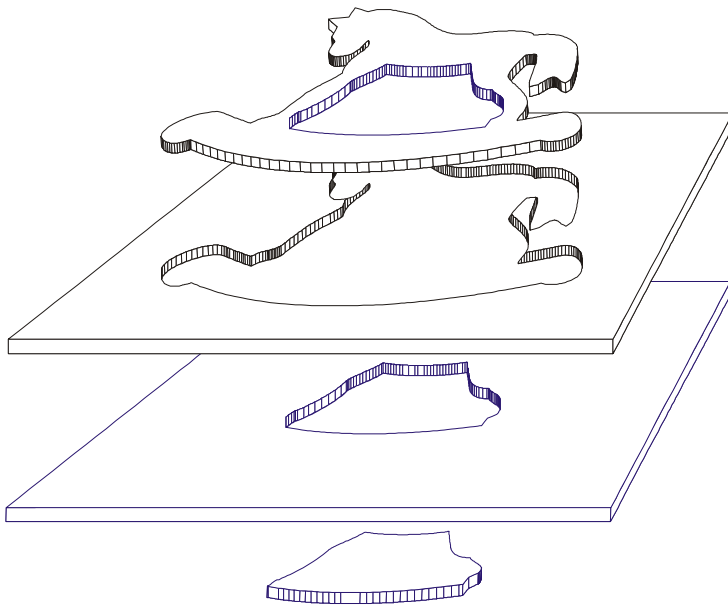


Wie ein CAD-System ist auch die **STEP-FOUR** Frässoftware ebenenorientiert aufgebaut. Eine solche Darstellungsebene können Sie sich wie eine Folie vorstellen, auf der das Bauteil, das Sie fräsen möchten, aufgezeichnet ist.



Die **STEP-FOUR** Frässoftware bietet die Möglichkeit, bis zu 256 solche Ebenen zu verwenden. Dies bedeutet, dass einzelne Geometrieobjekte oder Gruppen davon verschiedenen Ebenen zugeordnet werden können.

Das Schaukelpferd aus der HPGL-Datei im vorigen Kapitel wurde z.B. mit zwei verschiedenen Stiften gezeichnet (Kommando SP1 und SP2). Dadurch wird beim Import der Datei die Außenkontur der Ebene 1 und die Innenkontur der Ebene 2 zugewiesen.



Durch Zuordnen einer Materialstärke bzw. einer Frästiefe wird aus der 2-dimensionalen Geometrieinformation ein 3-dimensionales Bauteil.

Neben der Information über Materialstärke bzw. Frästiefe wird für jede Ebene eine Reihe weiterer Informationen festgelegt, die immer für die ganze Ebene Gültigkeit haben.

So werden z.B. alle Konturen auf einer Fräsebene mit dem selben Werkzeug und der selben Vorschubgeschwindigkeit gefräst, ohne dass dies gesondert für jede einzelne Kontur definiert werden muss.

### Folgende Technologieparameter werden jeweils für die gesamte Ebene eingestellt:

- **Werkzeug:**  
Hier wird das Werkzeug mit dem Werkzeugdurchmesser in Millimeter festgelegt.
- **Tiefe**  
Die Tiefe gibt an, wie weit das Werkzeug maximal zugestellt werden darf (in Millimeter gemessen von der Materialoberseite).
- **Materialstärke**  
Legt die Stärke des Materials in Millimeter fest.
- **Zustellungen**  
Die Zustellungen geben an, wie weit das Werkzeug pro Fräszyklus zugestellt werden darf. Für die erste- und letzte Zustellung sowie die Anzahl der Zwischenstufen können jeweils unterschiedliche Werte angegeben werden.
- **Vorschubgeschwindigkeit XY**  
Definiert die Bahngeschwindigkeit in mm/min während der Bearbeitung in XY-Richtung.
- **Vorschubgeschwindigkeit Z**  
Definiert die Vorschubgeschwindigkeit in mm/min beim Zustellen der Z-Achse.
- **Spindeldrehzahl**  
Hier wird die Drehzahl der Arbeitsspindel in U/min. angegeben.
- **Startverzögerung**  
Nach dem Zustellen der Z-Achse kann es notwendig sein, eine gewisse Zeit zu warten, bis die Bearbeitung in XY-Richtung beginnt. Dieser Wert kann hier in Sekunden eingegeben werden.
- **Positionierungshöhe:**  
Dieser Wert wird in Millimetern angegeben und legt den Sicherheitsabstand zur Werkstückoberfläche fest. Ist z.B. die Innenkontur des Schaukelpferdes fertig bearbeitet und der Fräskopf positioniert zum Startpunkt der Außenkontur, wird der Fräser bei diesem Positioniervorgang automatisch um den angegebenen Wert über den Nullpunkt angehoben. (Ist die Einstellung „Nullpunkt auf Materialunterseite aktiv“ wird immer um den angegebenen Wert über die definierte Materialoberfläche angehoben.

Um Arbeit zu sparen und nicht jedesmal diese Parameter mühsam eintippen zu müssen, sind in einer **Materialdatenbank** bereits eine Reihe von Standardmaterialien definiert, die auf Knopfdruck eingelesen werden können.

Die Materialdatenbank kann darüber hinaus laufend an die individuellen Anforderungen angepasst werden.







### 3.2.2 Objektbezogene Technologieinformationen

Als Objekte in der **STEP-FOUR** Frässoftware sind immer einzelne oder mehrere zusammenhängende Liniestücke zu verstehen. Ein Objekt ist z.B. eine Einzellinie, ein einzelner Kreis, ein Rechteck, die Innenkontur oder die Außenkontur des Pferdchens aus der HPGL-Datei, usw.

Neben den allgemeinen Informationen, die jeweils für eine ganze Bearbeitungsebene Gültigkeit haben, benötigt die CNC-Fräse noch Zusatzinformationen für jedes einzelne dieser Objekte.

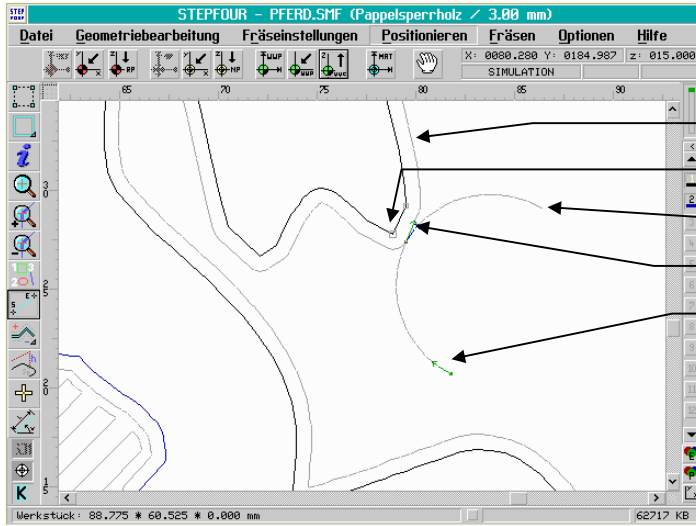
Entscheidend für die Qualität eines Frästeiles ist z.B. die Richtung, in der die Fräterschneide im Verhältnis zur Vorschubrichtung in das Material eindringt, wo der Start- bzw. Endpunkt beim Ausfräsen eines Bauteiles liegen soll oder in welche Richtung der Fräserradius kompensiert werden soll.

#### **Folgende Technologieparameter werden individuell für jedes Objekt festgelegt:**

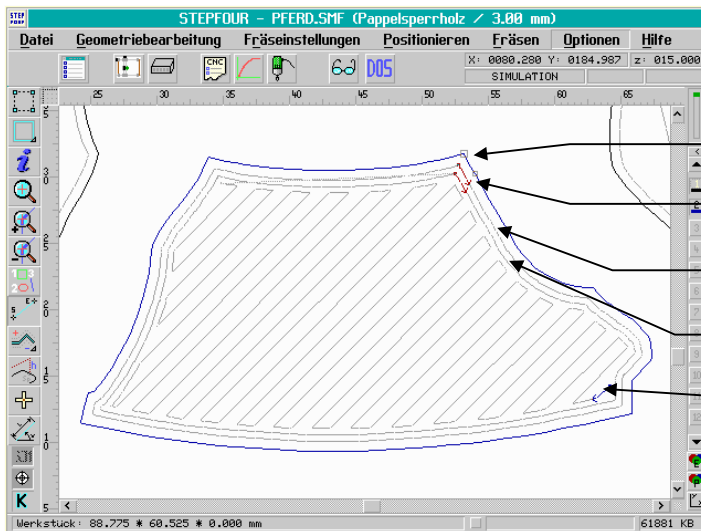
-  **Reihenfolge**  
Ähnlich wie bei Startpunkt und Richtung gibt es auch bei der Reihenfolge keine Einflussnahme des Anwenders auf die Ausgabeart einzelner Objekte vom CAD-Programm.  
Auch dazu gibt es eine Reihe von Möglichkeiten sowohl für die automatische Sortierung nach bestimmten Kriterien als auch für gezielte Änderungen einzelner Objekte.
-  **Startpunkt und Fräsrichtung:**  
Beim Zeichnen bzw. Ausgeben einer Graphik haben Sie üblicherweise keinen Einfluss darauf, wo der Startpunkt einer Geometrie liegt oder in welche Richtung ein Linienzug in der HPGL- oder DXF-Datei ausgegeben wird. Daher verfügt die Frässoftware V4 über spezielle Funktionen, um diese Parameter festlegen zu können. Sie können dabei die Fräsrichtung z.B. durch Mehrfachselektion von Objekten für ganze Gruppen auf einmal definieren.
-  **Konturparameter**  
Innenkontur: Die Fräsermittelpunktsbahn wird um den Fräserradius nach innen versetzt.  
Außenkontur: Die Fräsermittelpunktsbahn wird um den Fräserradius nach außen versetzt.  
Ohne Korrektur: Die Fräsermittelpunktsbahn entspricht der Originalkontur (z.B. Gravieren einer Schrift).  
Bohrung: Wird ein Objekt als Bohrung definiert, so wird beim Bearbeiten nur eine Bohrung im Linienschwerpunkt durchgeführt. Dies ist z.B. dann sinnvoll, wenn eine gezeichnete Bohrung dem Fräsdurchmesser entspricht oder wenn von einem Programm Bohrungen als Symbole ausgegeben werden (z.B. Leiterplatten, Bohrbilder usw.).  
Kontur beidseitig: Es wird sowohl innen als auch außen eine Kontur erzeugt.  
Offset: Zusätzlich zum Werkzeugradius kann ein bestimmter Offset angegeben werden. Dadurch ist es z.B. möglich in Verbindung mit der Funktion Kontur beidseitig eine einzelne Linie so zu fräsen, dass eine definierte Strichstärke stehen bleibt.
-  **Ein- / Auslauf Einstellungen (nicht bei LT Version)**  
In manchen Fällen kann es sinnvoll sein, nicht direkt an der Kontur einzusteichen. Für diese Fälle kann ein tangentialer oder kreisbogenförmiger Ein- und/oder Auslauf definiert werden. Darüber hinaus kann der Startpunkt bei einer geschlossenen Kontur auch überfräst werden, damit eine saubere Fläche entsteht.
-  **Räumparameter (nur mit Zusatzmodul „Räumen“)**  
In manchen Fällen ist es notwendig, ein Objekt nicht einfach auszufräsen, sondern die gesamte Fläche, die von diesem Objekt umschlossen wird, „auszuräumen“ (z.B. Gravieren von flächigen Zierschriften oder Herstellen 3-dimensionaler Konstruktionsteile).  
Parameter wie Bearbeitungswinkel, bidirektionales Räumen bei größeren Tiefen, Schlichtaufmaß werden berücksichtigt. Ebenfalls berücksichtigt werden „Inseln“, die sich voll oder teilweise innerhalb einer solchen geräumten Kontur befinden. Liegt beispielsweise eine Insel höher als das zu räumende Objekt, wird diese Insel automatisch ausgespart.
-  **Schlichtbearbeitung (nur mit Zusatzmodul „Räumen“)**  
Mit dieser Funktion kann für ein Objekt ein definiertes Aufmaß für einen eigenen Schlichtzyklus angegeben werden. Je nach Einstellung kann dieser Schlichtgang unmittelbar nach dem Vorfräsen mit dem selben Werkzeug oder später in einem eigenen Fräsdurchgang durchgeführt werden.

**Beispiel:**

In den folgenden beiden Abbildungen sehen Sie ein Beispiel für die Kombinationen verschiedener objektbezogener Fräsparameter. Die obere Abbildung zeigt die Definitionen für die Außenkontur des Schaukelpferdes. In der unteren Abbildung wird der Innenteil dargestellt.

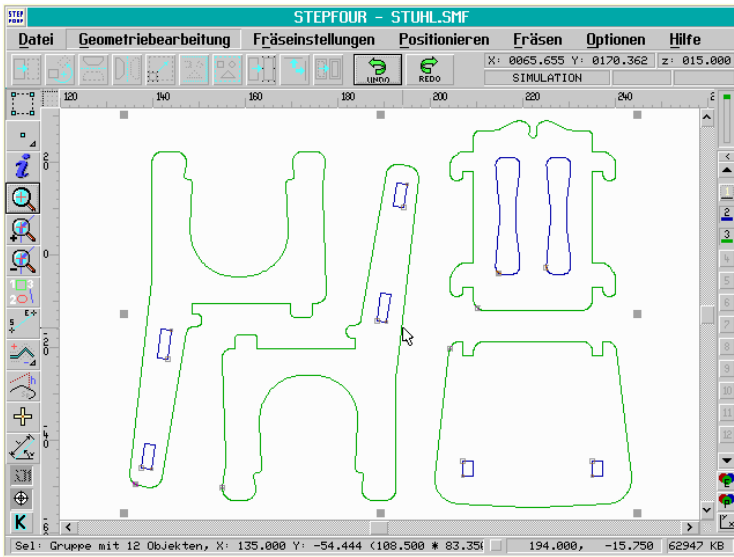


- Konturparameter: Außenkontur
- Startpunkt
- Auslaufbogen
- Fräsrichtung Fräsobjekt
- Einlaufbogen




- Startpunkt
- Fräsrichtung
- Konturparameter: Innenkontur
- Schlichtaufmaß
- Richtungsparalleles Räumen

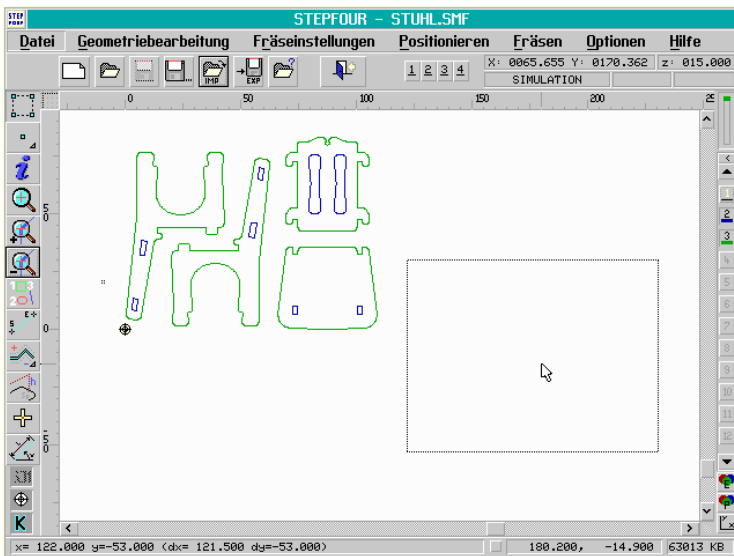
### 3.3 Manipulation von Objekten und Objektgruppen




Nach dem Importieren einer Datei sind zunächst alle Fräsobjekte zu einer Gruppe zusammengefasst.

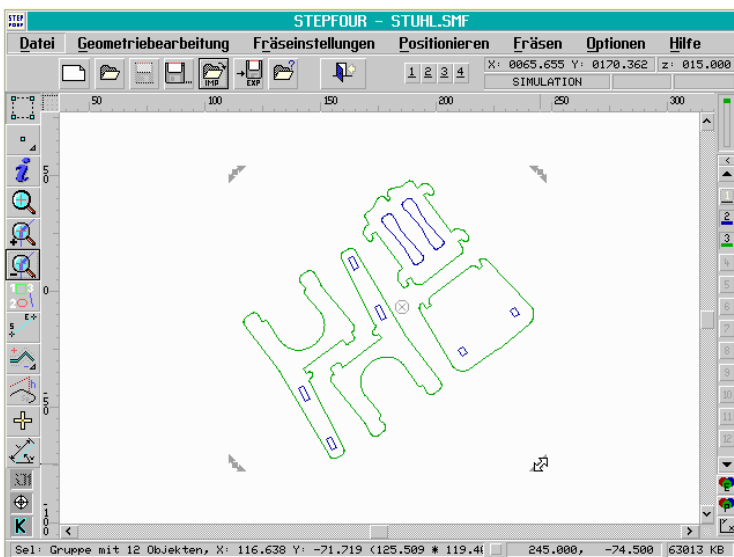
Werden Sie mit dem  Selektionswerkzeug angeklickt, so wird immer die ganze Gruppe gemeinsam aktiviert.

Wird einer der grauen Eckpunkte angeklickt und bei gedrückter Maustaste verschoben, so kann die gesamte Gruppe vergrößert oder verkleinert werden. Beim Verschieben eines der mittleren Punkte wird die Grafik gestreckt oder gestaucht.



Durch Klicken auf irgendeine Linie der Graphik und gleichzeitiges ziehen bei gedrückter linker Maustaste kann die Grafik verschoben werden. Dabei wird die Größe der Gruppe durch das umschreibende Hüllrechteck angezeigt.

Wird zusätzlich die  Taste gedrückt, wird anstelle des Hüllrechteckes die Objektkontur eingeblendet.



Durch nochmaliges Anklicken eines bereits selektierten Objektes oder einer Gruppe ändern sich die grauen Eckpunkte in Drehpfeile. In der Mitte des Hüllrechteckes ist die Markierung des Drehpunktes dargestellt. Wird einer der Drehpfeile bei gedrückter Maustaste verschoben, so kann die markierte Grafik um den Drehpunkt rotiert werden. Der Drehpunkt kann durch Verschieben der Markierung an eine beliebige Position verschoben werden.

## 4 Vorgangsweise beim Erstellen einer Fräsdatei

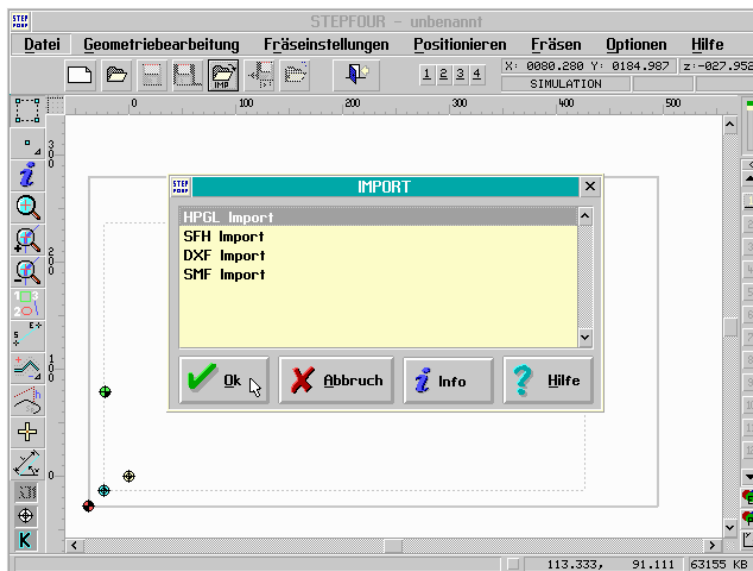
In diesem Abschnitt werden Sie schrittweise anhand eines einfachen Beispiels erfahren, wie man ausgehend von der bereits bekannten HPGL-Datei des Schaukelpferdes zu einer vollständigen Fräsdatei kommt und welche vielfältigen und leistungsfähigen Möglichkeiten die Frässoftware V4 zur Erstellung von Fräsdaten bietet.

Um die Anzahl von Ausschussteilen und gebrochenen Fräsern in Grenzen zu halten, hier noch einige Tipps für Ihre ersten Versuche mit der Frässoftware.

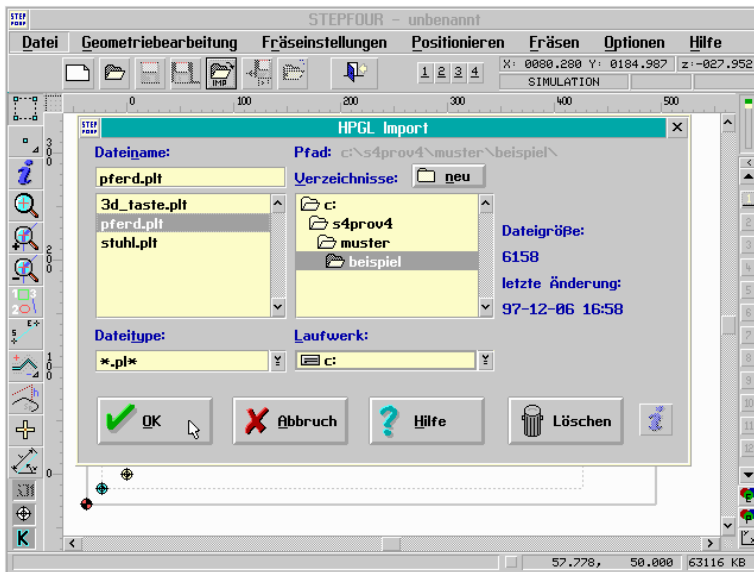
- ☞ Zunächst sollten Sie die Beispiele nur im Simulationsmodus nachvollziehen. Wenn der gewünschte Fräsablauf am Bildschirm in Ordnung erscheint, können Sie die Beispiele auch im Normalbetrieb fräsen lassen.
- ☞ Verwenden Sie für Ihre ersten Versuche weiches Balsaholz oder Pappelsperholz.
- ☞ Benutzen Sie dabei Fräser mit größeren Durchmessern (>1,2mm). Diese Fräser verzeihen auch mal ein etwas tieferes Eindringen in das Material oder ähnliches.
- ☞ Wenn Sie noch keine Erfahrung mit einer **STEP-FOUR** Fräse besitzen, arbeiten Sie das Beispiel konsequent und in Ruhe von Anfang an durch.
- ☞ „Spielen“ Sie mit den einzelnen Funktionen und wandeln Sie die Beispiele nach Ihren eigenen Ideen und Vorstellungen ab.

Die Datei, die im folgenden Beispiel als Importfile Verwendung findet, wurde bei der Installation Ihrer Software in das Verzeichnis `S4PROMUSTER\BEISPIELE\` kopiert. Nach dem Durcharbeiten des Beispiels sollten Sie die fertige Fräsdatei ebenfalls in diesem Verzeichnis speichern. Zum Vergleich bei eventuell auftretenden Problemen wurden die von uns aufbereitete Fräsdateien bei der Installation im Verzeichnis `S4PROMUSTER\` gespeichert.

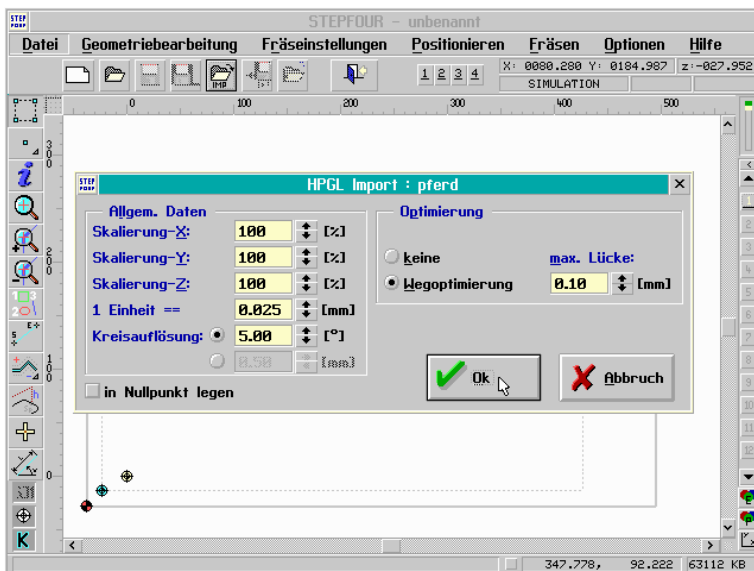
### 4.1 Import der Graphik aus einer HPGL-Datei:



Rufen Sie im Menü **<Datei>** die Funktion  **Importieren** auf. Selektieren Sie im Fenster für die Filterauswahl den **HPGL Import** und drücken Sie **Ok**.



Selektieren Sie im Datei-Auswahlfenster die Datei **pferd.plt** (im Verzeichnis s4cut\muster\beispiel) und bestätigen Sie die Auswahl mit **Ok**.



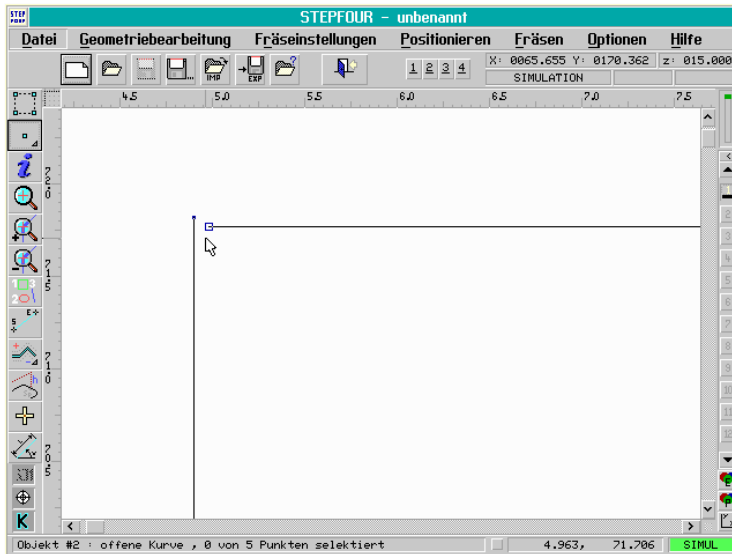
### Importoptionen:

Die Graphik wurde bereits beim Erstellen im Maßstab 1:1 gezeichnet, daher wird die Standardeinstellung von **100%** für die **Skalierung** übernommen.

Der Wert von **0,025mm** für eine **Plotteinheit** wird ebenfalls übernommen. (Diese Einstellung muß nur in Ausnahmefällen bei exotischen Plottertreibern geändert werden)

Aus Kreisen wird beim Import automatisch ein Polygon erzeugt. Die **Kreisauflösung** gibt an, wie viele Stützpunkte für dieses Polygon errechnet werden sollen. Standardmäßig sind **5°** vorgegeben. Bei größeren Kreisen kann dies dazu führen, dass einzelne Linienstücke des Polygons sichtbar werden. In diesem Fall kann die Kreisauflösung durch Eingabe eines kleineren Wertes entsprechend erhöht werden. Alternativ zur Angabe des Winkels kann auch eine maximale Linienlänge für ein Polygonstück angegeben werden. In diesem Fall wird die erforderliche Anzahl von Stützpunkten automatisch errechnet (großer Kreis -> viele Stützpunkte, kleiner Kreis weniger Stützpunkte).

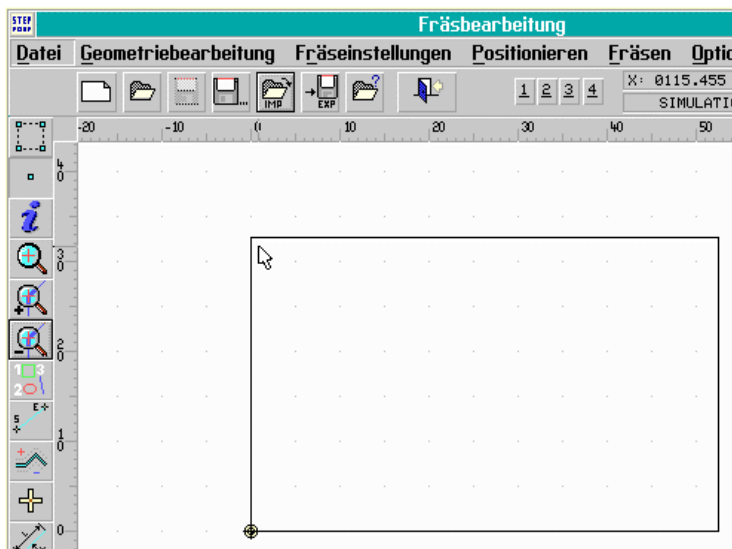




Als Optimierungsmethode wird **Wegoptimierung** mit einer maximalen **Lücke** von **0,1mm** aktiviert. Die Wegoptimierung sortiert die Vektoren so, dass ausgehend vom ersten Vektor immer der nächstliegende Startpunkt gesucht wird.

Die Angabe für die **maximale Lücke** teilt dem Importfilter mit, dass einzelne Zeichenvektoren automatisch verbunden werden, wenn die Endpunkte weniger als **0,1mm** entfernt sind.

(Dies kommt manchmal vor, wenn z.B. beim Zeichnen im Freihandmodus eine Kontur zwar optisch geschlossen erscheint, die beiden Endpunkte mathematisch jedoch nicht dieselben Koordinaten besitzen.)

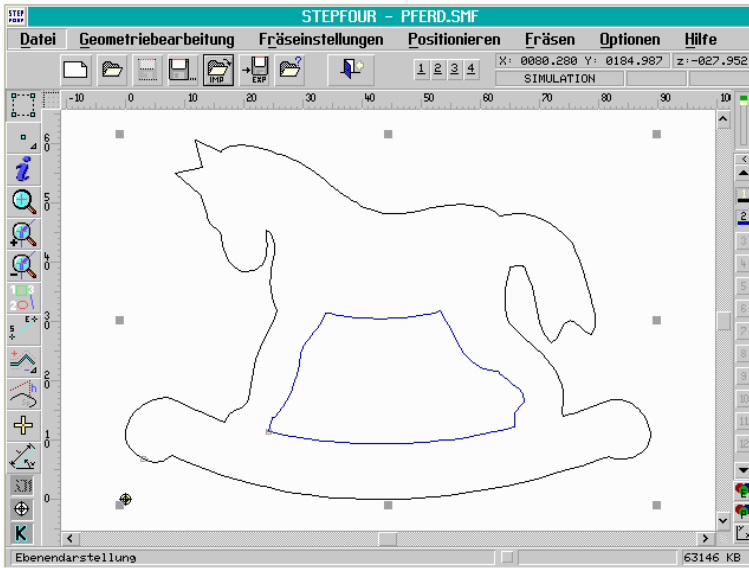


In der linken oberen Abbildung ist ein solcher Fall (etwas übertrieben) dargestellt. Wobei das Rechteck links oben nicht korrekt geschlossen ist.

Wird eine solche Kontur unter Angabe einer entsprechenden Lückenunterdrückung importiert (im konkreten Fall 1,0mm), wird die Kontur automatisch geschlossen

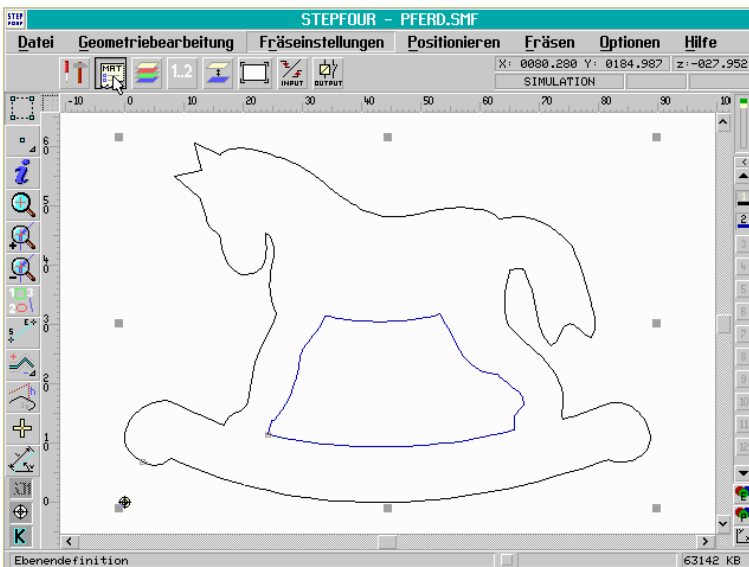
Sind alle Importoptionen korrekt eingestellt, klicken Sie auf die Schaltfläche **Ok**, um die HPGL-Datei zu laden.

## 4.2 Das Einstellen der Fräsparameter



Da in der HPGL-Datei zwei Stifte für Außen- und Innenkontur angegeben sind, werden diese Konturen auch in der Fräsdatei auf zwei Ebenen abgelegt.

Dies ist für den ersten Fräsversuch jedoch belanglos, da das Pferdchen aus einer 3mm Sperrholzplatte vollständig ausgefräst wird und somit für beide Ebenen die gleichen Fräseinstellungen gelten.



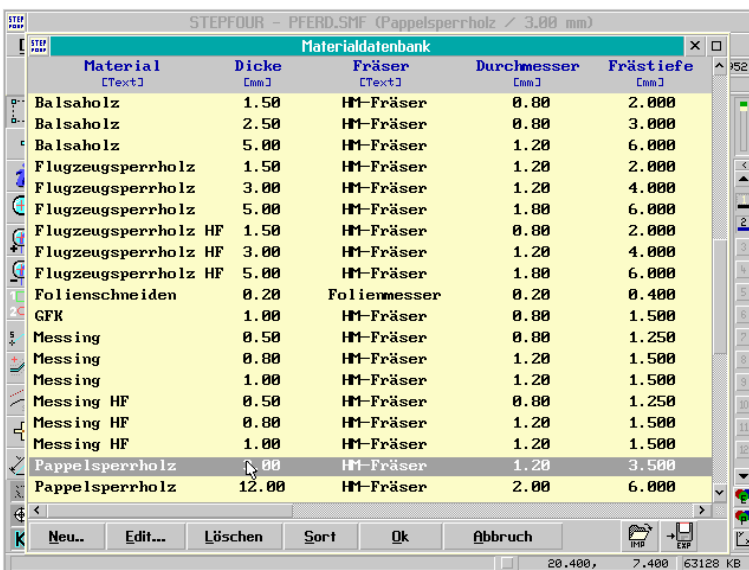
### Material auswählen:

Wie bereits bei den theoretischen Grundlagen erwähnt, verfügt die STEP-FOUR Frässoftware über eine integrierte Materialdatenbank, in der sämtliche materialspezifischen Fräsparameter abgelegt sind.

Um diese Parameter einzulesen, gehen Sie wie folgt vor:

Klicken Sie auf das Menü <Fräseinstellungen> und dann auf die

Schaltfläche  **Materialauswahl**.

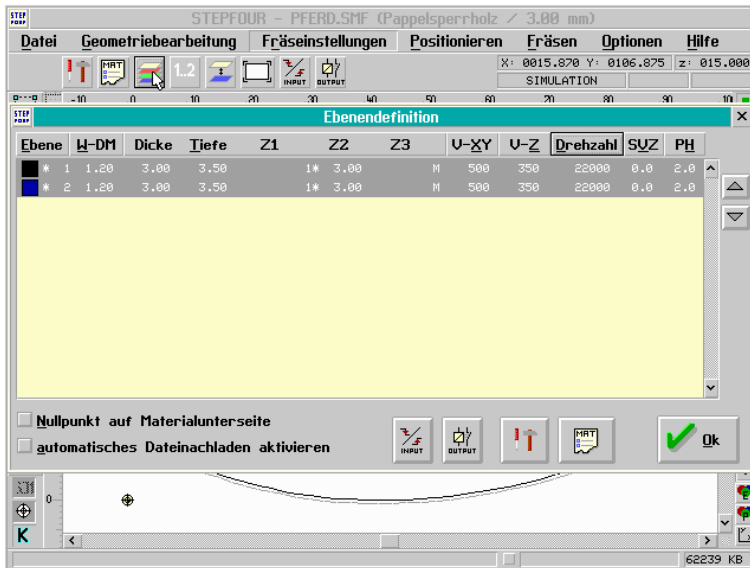



Die Materialdatenbank wird geöffnet.

Drücken Sie die Taste **P**, um zum ersten Materialeintrag mit dem Anfangsbuchstaben <P> zu gelangen. Mit den Rollbalken am rechten Fensterrand können Sie ebenfalls in der Liste auf- und abblättern.


Wählen Sie den Eintrag Pappelsperrholz Dicke 3,0mm und Fräser 1,2mm aus. (Wenn Sie eine Schnellfrequenzspindel besitzen, wählen Sie den entsprechenden Eintrag Pappelsperrholz aus).

Mit dem unteren Rollbalken können Sie horizontal blättern und sich so alle Fräsparameter ansehen. Laden Sie die Materialparameter durch Klicken auf **OK**



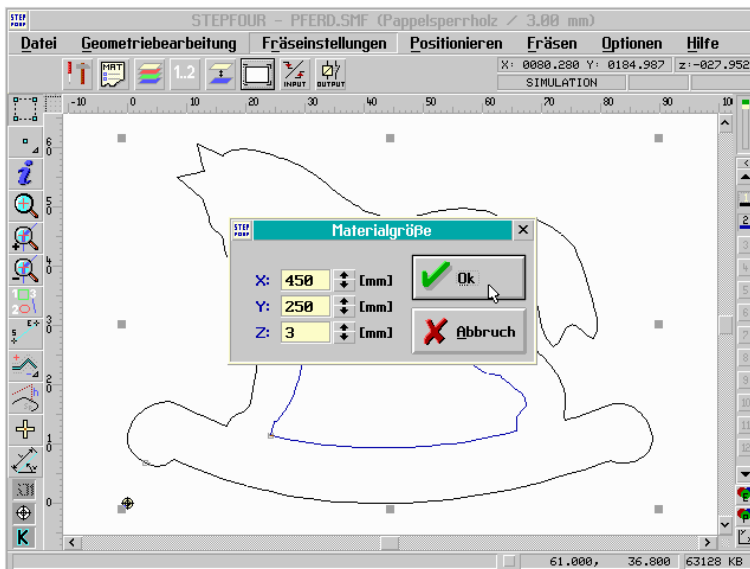
Klicken Sie auf die Schaltfläche  um das Fenster zur Definition der Ebenendaten zu öffnen.

Wie Sie sehen, wurden die Einstellungen aus der Materialdatenbank für beide Ebenen übernommen.


Bei Bedarf können Sie alle Fräsparameter auch hier eingeben oder verändern. Wie Sie dabei vorgehen erfahren Sie in der Online-Hilfe, wenn Sie an dieser Stelle die  Taste drücken.

Für das konkrete Beispiel werden jedoch keine Änderungen benötigt.

Verlassen Sie das Fenster mit **OK**.

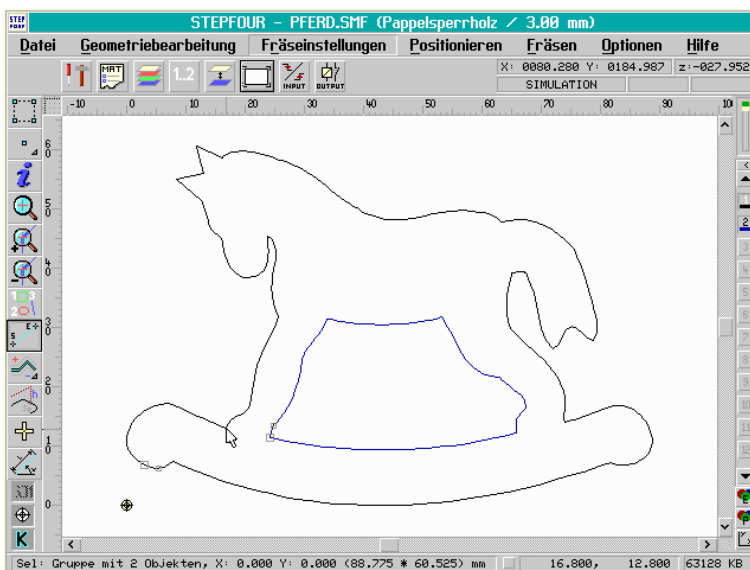


**Materialgröße definieren:**

Klicken Sie auf die Schaltfläche  **Materialgröße** definieren.


Geben Sie die nebenstehenden Werte ein.

Verlassen Sie das Fenster mit **OK**.




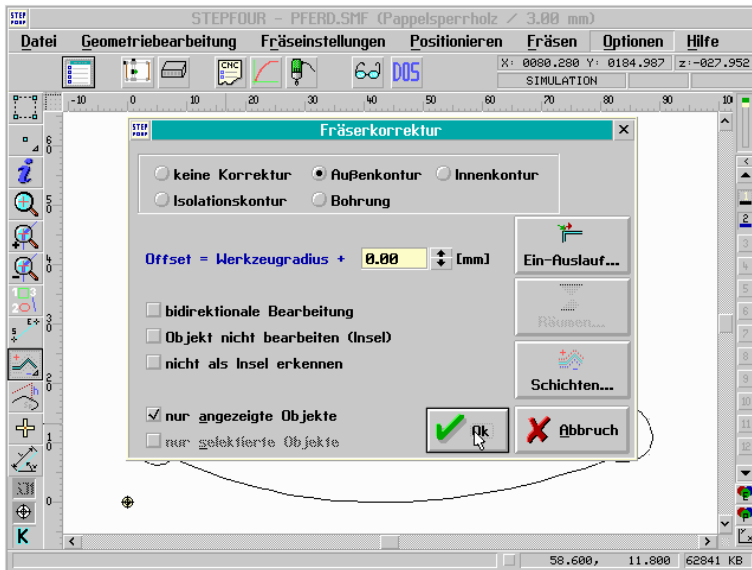
**Startpunkte definieren:**

Wählen Sie in der Werkzeugleiste am linken Bildschirmrand die Funktion

 zur Vorgabe von **Startpunkt und Fräsrichtung** aus.

Durch Anklicken der gewünschten Startposition mit der linken Maustaste wird der Startpunkt an die gewünschte Stelle gesetzt. Die Fräsrichtung wird automatisch bei Vorgabe der Fräserradiuskorrektur für Innen- bzw. Außenkontur gesetzt. Ob Gleich- oder Gegenlaufräsen aktiviert wird, kann im Menü **Optionen->Grund-einstellungen->Kontur** eingestellt werden.

 Bei einer offenen Kontur oder einer einzelnen Strecke kann der Startpunkt immer nur an einem der beiden Endpunkte liegen.



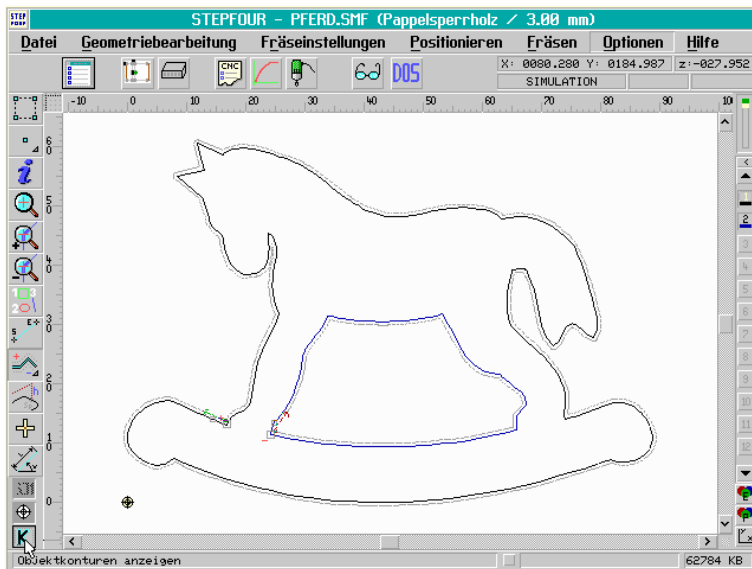
**Fräserradiuskorrektur definieren:**

Selektieren Sie nun die Funktion **Fräserradiuskorrektur** aus der Werkzeugleiste.

Klicken Sie mit der linken Maustaste an eine beliebige Stelle der Außenkontur des Schaukelpferdes.

Das Fenster zur Auswahl der Konturparameter wird geöffnet (die in der nebenstehenden Abbildung sichtbaren Räumparameter sind nur bei vorhandenem Modul „Räumen“ verfügbar).

Klicken Sie auf **Außenkontur** und anschließend auf die Schaltfläche **OK**.

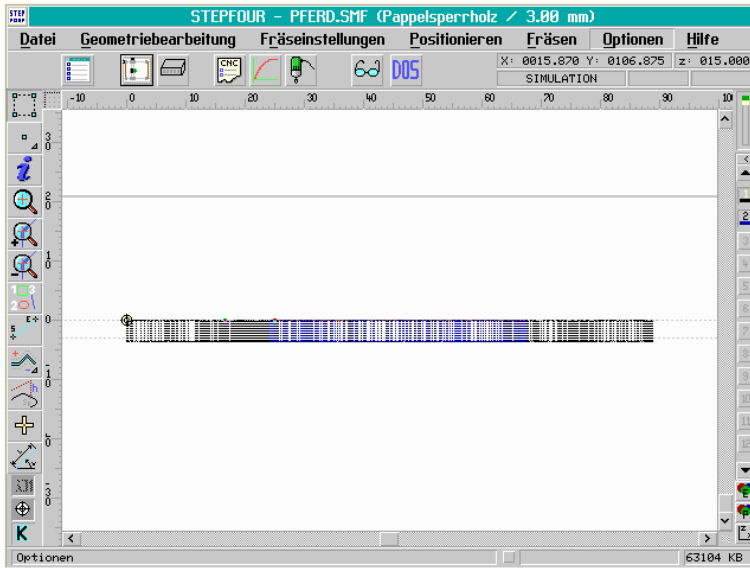


Danach klicken Sie auf den Innenteil des Schaukelpferdes und definieren diesen auf die selbe Weise, jedoch diesmal als **Innenkontur**.

Um den korrigierten Bahnverlauf mit dem in der Materialdefinition festgelegten 1,2mm Fräser anzuzeigen,

müssen Sie den Schalter **K Objektkontur Anzeigen** in der Werkzeugleiste einschalten.

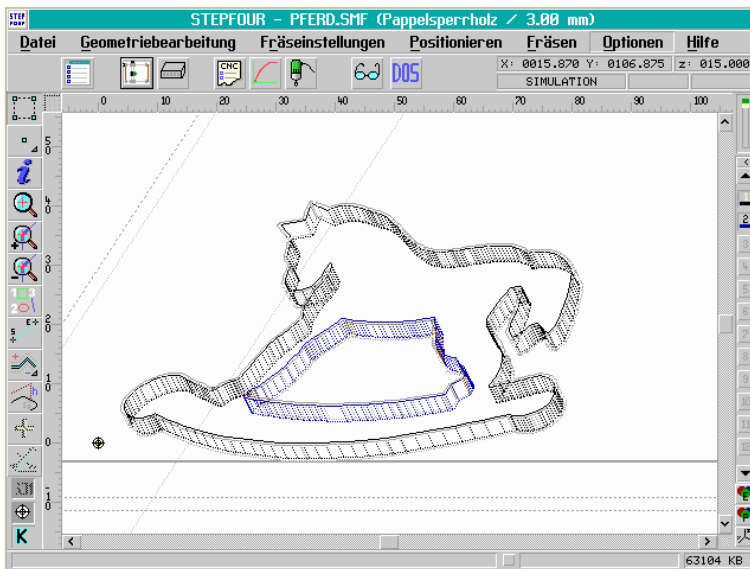
Bei eingeschalteter Objektkontur Anzeige muss die Kontur bei jeder Parameteränderung, die einen Einfluss auf die Darstellung hat, neu berechnet werden. Dies kann bei komplexen Dateien einige Zeit in Anspruch nehmen. Bei ausgeschalteter Anzeige wird die Kontur nur einmal vor dem Frässtart berechnet. Dies erspart insbesondere bei langsameren Rechnern einiges an Rechenzeit.



**Alternative Darstellungen:**

Klicken Sie auf die Taste **Ansichten**, um die Richtung, von der Sie auf das Fräsobjekt blicken, zu ändern.

Der Schalter wechselt zur Ansicht und das Fräsobjekt wird so umgeklappt, dass Sie von unten auf das Schaukelpferd blicken. Durch nochmaligen Klick wird die Seitenansicht eingeblendet.



Die vierte Möglichkeit ist die perspektivische Darstellung des Fräsobjekts.

Um das Objekt zu verschieben, drücken Sie die **RM** (rechte Maustaste) und bewegen Sie die Maus in die gewünschte Richtung.

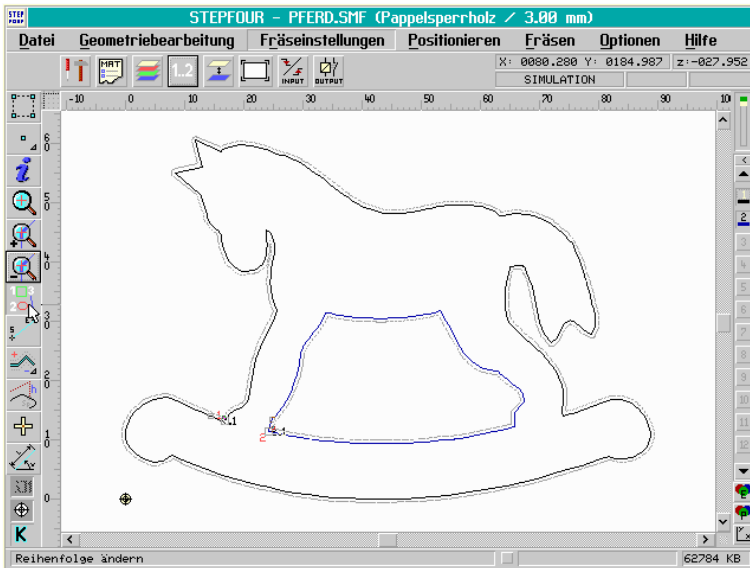
Zum Drehen drücken Sie die Kombination **LM** (linke Maustaste) + Taste.

Durch nochmaliges Klicken auf den Button gelangen Sie wieder zur Standarddarstellung Ansicht.

Normalerweise wird bei diesen Aktionen zur Beschleunigung der Darstellung nur das Hüllrechteck aller Objekte angezeigt.


Wird jedoch zusätzlich die Taste gedrückt, dann sehen Sie auch die Einzelobjekte.

Wollen Sie auch die korrigierten Fräsbahnen oder geräumten Flächen sehen, so können Sie diese einblenden, indem Sie auch noch die Taste drücken.



### Fräsreihenfolge festlegen:



Als letzter Schritt zur Definition der Fräsdatei muss noch die Reihenfolge definiert werden, in der die Fräsbahnen bearbeitet werden sollen.

Selektieren Sie das Werkzeug  **Reihenfolge ändern**. Die Startpunkte der jeweiligen Objekte werden mit Ziffern, die der Reihenfolge entsprechen, gekennzeichnet.

Wie Sie sehen, ist die Reihung in diesem Falle genau verkehrt.

Um die Innenkontur zuerst zu fräsen, klicken Sie mit der linken Maustaste auf die Innenkontur.

### Möglichkeiten zum individuellen Festlegen der Fräsreihenfolge:

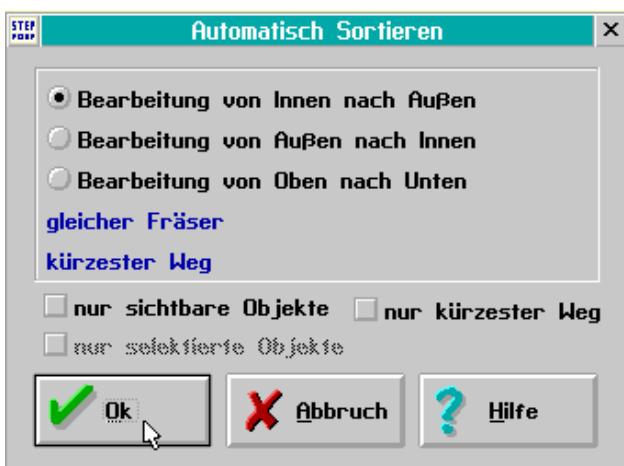
- Vor- und Zurückreihen eines Objektes durch Anklicken mit der linken bzw. rechten Maustaste.
- Direkte Eingabe einer Nummer durch Anklicken mit der linken Maustaste bei gedrückter  Umschalt-Taste.
- Neu Nummerieren durch einen Doppelklick mit der **LM** auf das Symbol . Danach werde alle Objekte in der gewünschten Fräsreihenfolge angeklickt.

Die genaue Vorgangsweise bei der Benutzung dieser Funktionen können Sie den entsprechenden Seiten im Online-Hilfesystem entnehmen.

### Automatisches Festlegen der Fräsreihenfolge:

Da es bei komplexeren und verschachtelten Fräsdateien mit einigen hundert Objekten äußerst mühsam wäre, die Fräsreihenfolge manuell vorzugeben, besitzt die **STEP-FOUR** Frässoftware eine Funktion, um solche Fräsdateien automatisch zu sortieren.

Dazu verwenden Sie im Menü <Fräseinstellungen> die Funktion  sortieren.



Wahlweise können Sie festlegen, ob die

- Bearbeitung von **innen nach außen**
- Bearbeitung von **außen nach innen**
- Bearbeitung von **oben nach unten**

Normalerweise wird immer die Bearbeitung von innen nach außen gewählt werden.

Lediglich beim Räumen von 3-D Teilen werden mitunter die beiden anderen Sortieralgorithmen benötigt.

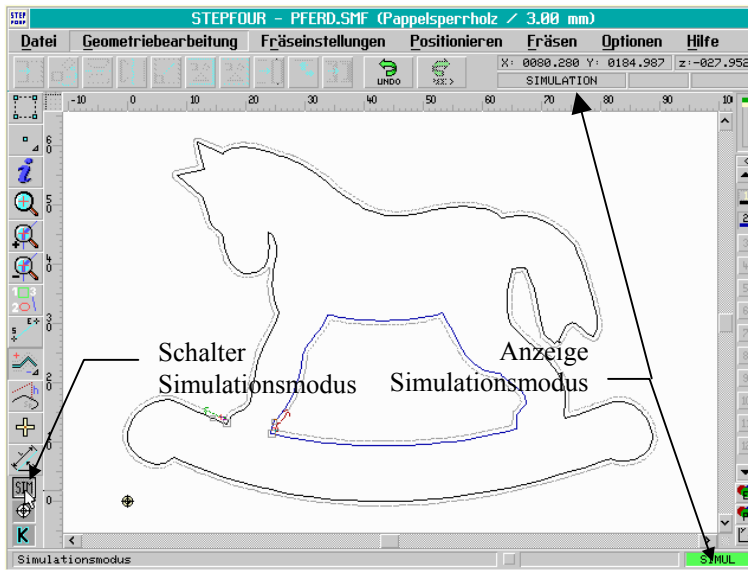
Ist die erste Bedingung erfüllt, so gilt als zweite Priorität, dass möglichst lange der **gleiche Fräser** verwendet wird und damit möglichst wenige Fräserwechsel nötig sind.

Als letztes wird die **Bedingung kürzester Weg** erfüllt, so dass immer das Objekt mit dem nächstliegenden Startpunkt gereiht wird. Wird die Checkbox **nur kürzester Weg** angehakt, so wird nur nach der Entfernung der Startpunkte gereiht. Dies ist z.B. bei reinen Gravurarbeiten sinnvoll.

Um den Sortiervorgang gezielt auf bestimmte Objekte anzuwenden, kann vorgegeben werden, ob der Vorgang nur auf sichtbare und/oder selektierte Objekte angewendet wird.



### 4.3 Testen der Fräsdatei im Simulationsmodus:

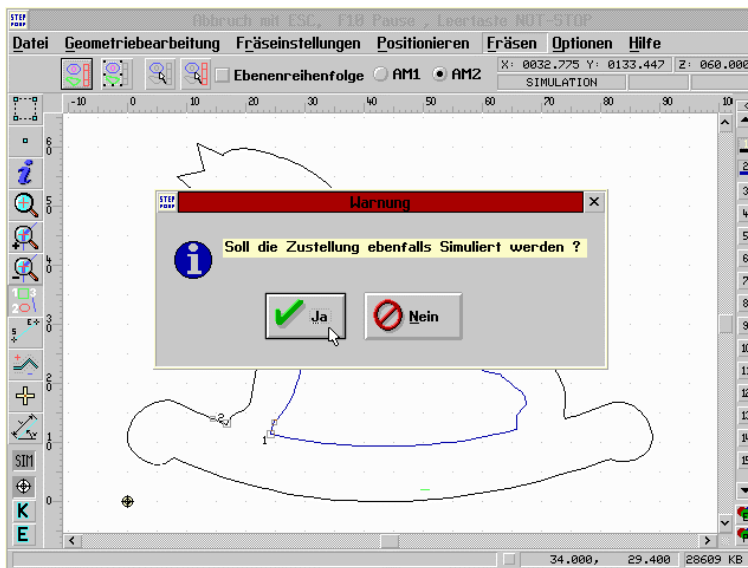


Bevor wir das Schaukelpferdchen aus einem Stück Pappelsperholz ausfräsen, wird die Fräsdatei im Simulationsmodus auf Fehlerfreiheit geprüft.

#### Simulationsmodus einschalten:

Überprüfen Sie, ob der Schalter **SIM** in der Werkzeugleiste eingeschaltet ist.

Bei aktivem Simulationsmodus wird alternierend zur Anzeige des Speicherplatzes das grün hinterlegte Feld **SIMUL** angezeigt.



Wechseln Sie anschließend zum Menüpunkt **<Fräsen>**.

Aktivieren Sie den Schalter **AM2**. Damit wird die Schnittbreite des Fräasers maßstabsgerecht mit einer dicken Linie dargestellt. (Dieser Schalter ist nur im Simulationsmodus wirksam).

#### Starten der Simulation:

Klicken Sie auf die Schaltfläche **alles Fräsen** (bei der LT-Version der Frässoftware ist nur diese Funktion verfügbar).

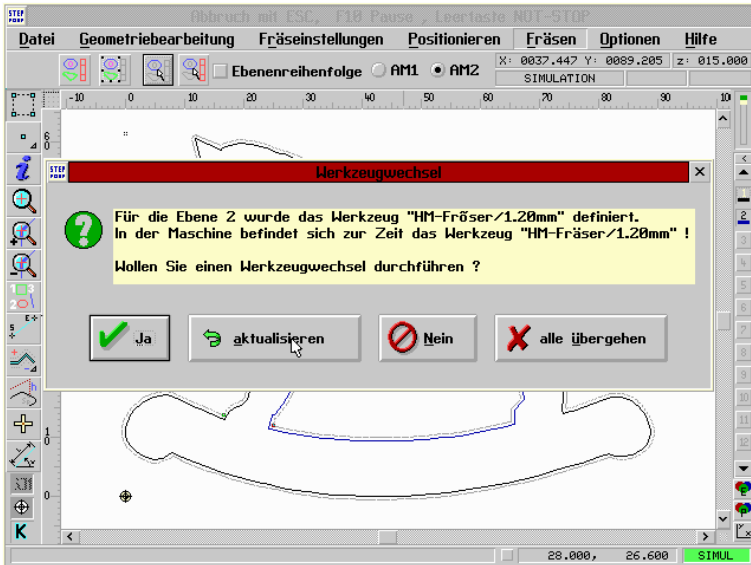
Es folgt eine Abfrage, ob die Zustellung in der Z-Achse ebenfalls simuliert werden soll. Antworten Sie hier mit **Ja**.

☞ (Eine Auswirkung hat diese Frage nur, wenn für die Bearbeitung mehrere Zustellungen definiert wurden. Antworten Sie in diesem Fall mit Ja, wird die Anzahl Zyklen simuliert, die tatsächlich erforderlich sind. Andernfalls wird jedes Objekt nur einmal bearbeitet.)

Damit dieses Fenster nicht bei jedem Simulationslauf erscheint, können Sie diese Abfrage im Menü **<Optionen><Grundeinstellungen><Simulation>** auch abschalten.

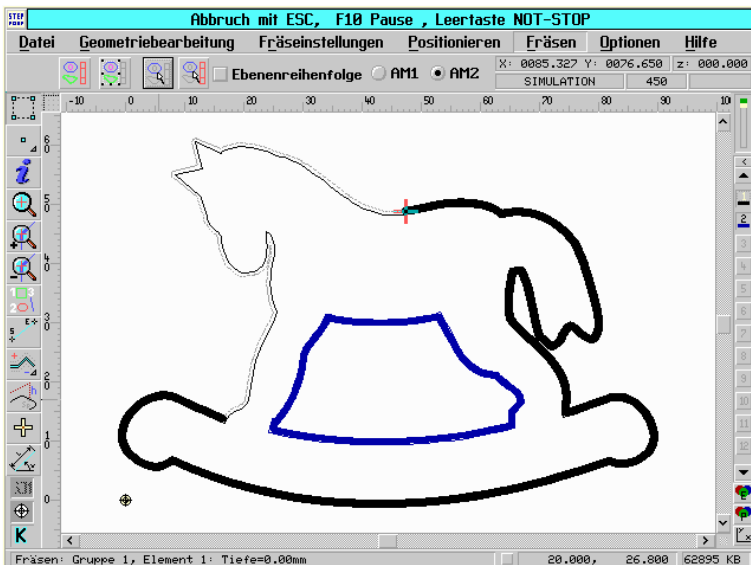


Ob Sie die Zustellzyklen sehen wollen oder nicht, können Sie bei ausgeschalteter Abfrage umschalten, indem Sie einfach mit der linken Maustaste auf den Darstellungsbalken für die Z-Tiefe klicken und danach die gewünschte Auswahl treffen.



Die Frässoftware merkt sich immer das zuletzt eingesetzte Werkzeug. Wurde für eine Ebene ein anderes Werkzeug definiert, so wird nebenstehende Meldung ausgegeben. Klicken Sie auf **aktualisieren**, dann wird der Software mitgeteilt, dass das Werkzeug bereits gewechselt wurde. Klicken Sie hingegen auf **alle übergehen**, so werden eventuelle weitere Fräserwechsel unterdrückt.

☞ Die Funktion **alle übergehen** sollten Sie nur im Simulationsmodus verwenden, da die korrigierte Fräsbahn immer vom definierten Werkzeug der Ebene ausgeht. Dadurch kann es beim echten Fräsen zu Fehlern bei den Abmessungen kommen.



Klicken Sie im vorliegenden Beispiel auf **aktualisieren**, um den Simulationsvorgang zu starten.

Zuerst wird der Fräskopf im Eilgang vom Werkzeugwechsellpunkt zum Startpunkt der Innenkontur positioniert (Anzeige durch gestrichelte Linie).

Dann wird die Innenkontur gefräst (Anzeige durch dicke blaue Linie).

Der Fräskopf fährt hoch auf Positionierungshöhe und im Eilgang zum Startpunkt der Außenkontur.

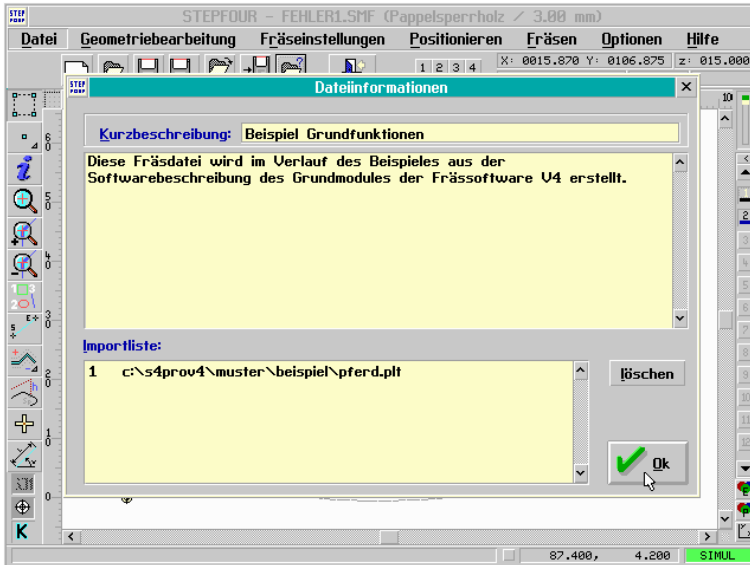
Die Außenkontur wird gefräst (Anzeige

durch dicke schwarze Linie).

Zuletzt wird der Fräskopf wieder in die Ausgangsstellung zum Werkzeugwechsellpunkt positioniert.

☞ Möchten Sie den Simulationsvorgang noch einmal betrachten, so drücken Sie einfach die Taste **F5**. Damit wird der Bildschirminhalt neu gezeichnet und die dicken Linien verschwinden wieder. Danach können Sie den Simulationsvorgang erneut starten.







**Informationen zur Fräsdatei:**

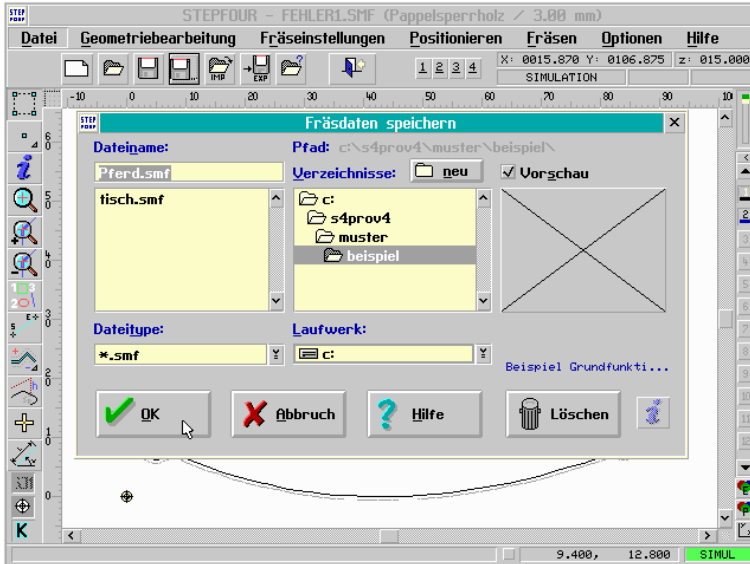
Um den genauen Inhalt einer Fräsdatei beim Laden wiederzuerkennen, gibt es die Möglichkeit, Zusatzinformationen mit jeder Fräsdatei zu speichern.

Wechseln Sie zum Menü <Datei> und


klicken Sie auf das Symbol  **Dateiinformation**.

Das Fenster zur Informationseingabe ist in drei Bereiche gegliedert.

- Kurzbeschreibung: Diese Information wird bei der Dateiauswahl zusammen mit der Graphikvorschau ausgegeben.
- Beschreibung: Im Feld darunter kann eine ausführliche Beschreibung des Inhaltes der Fräsdatei eingegeben werden. Dieser Inhalt wird bei der Dateiauswahl auf Wunsch durch Anklicken des Feldes  angezeigt.
- Importliste: Diese Liste gibt an, welche Dateien zur Erstellung der Fräsdatei importiert wurden (HPGL-, DXF-, oder SMF-Dateien). Damit ist später nachvollziehbar, aus welchen Datenquellen die Graphikinformationen der Fräsdatei stammen.



**Speichern der Fräsdatei:**

Klicken Sie auf die Schaltfläche  **Datei speichern unter...**

Wechseln Sie zum Unterverzeichnis **Beispiel** und geben Sie als Dateiname die Bezeichnung **pferd.smf** ein.

Durch Anklicken von **Ok** wird die Fräsdatei auf Ihrer Festplatte gespeichert.

Damit ist die Erstellung der Fräsdatei abgeschlossen. Sie haben dabei erfahren, wie man prinzipiell bei der Erstellung einer solchen Fräsdatei vorgeht. Der Ablauf der einzelnen Schritte ist dabei nicht zwingend einzuhalten. So kann die Definition des Materials durchaus auch erst nach der Definition von Innen- und Außenkonturen erfolgen. Experimentieren Sie ruhig, welche Möglichkeiten es bei der Erstellung sonst noch gibt. Dabei wird das Verständnis für die Zusammenhänge der Fräsparameter sicher noch weiter vertieft.

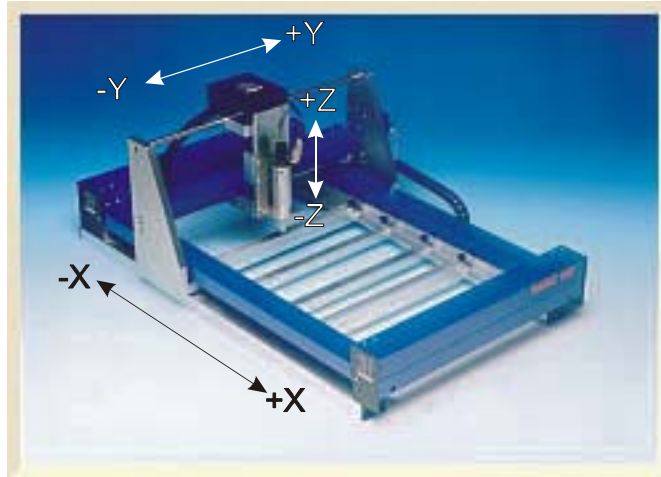
In diesem Beispiel wurden nur die Grundfunktionen der **STEP-FOUR** Frässoftware V4 LT zum Erzeugen einer Fräsdatei genutzt. Eine Reihe leistungsfähiger Funktionen der verschiedenen Erweiterungsmodule wurden dabei nicht verwendet. Diese Funktionen können Sie bei der Bearbeitung komplexerer Fräsdateien in den entsprechenden Kapiteln kennen lernen.



## 5 Zusammenwirken von Maschine und Frässoftware:

Bevor Sie mit der **STEP-FOUR** Fräsmaschine das im vorigen Kapitel beschriebene Schaukelpferd tatsächlich aus einem Stück Pappelsperrholz fräsen, sollten Sie verstehen, wie die Frässoftware V4 und Mechanik zusammenwirken und wie man die Maschine in eine definierte Ausgangsstellung bringt.

### 5.1 Bewegungsrichtung der Mechanik und Lage der Fixpunkte



*So stehen Sie beim Fräsen vor der **STEP-FOUR** Fräsmechanik (Abgebildet ist hier eine BASIC540):*

Die Maschinenreferenz (Referenzpunkt) begrenzt den Arbeitsbereich in negativer Richtung und befindet sich damit im linken unteren Eck der X/Y Achse bzw. an der tiefsten Position der Z-Achse. Die Pfeile geben die Bewegungsrichtung der einzelnen Achsen an.

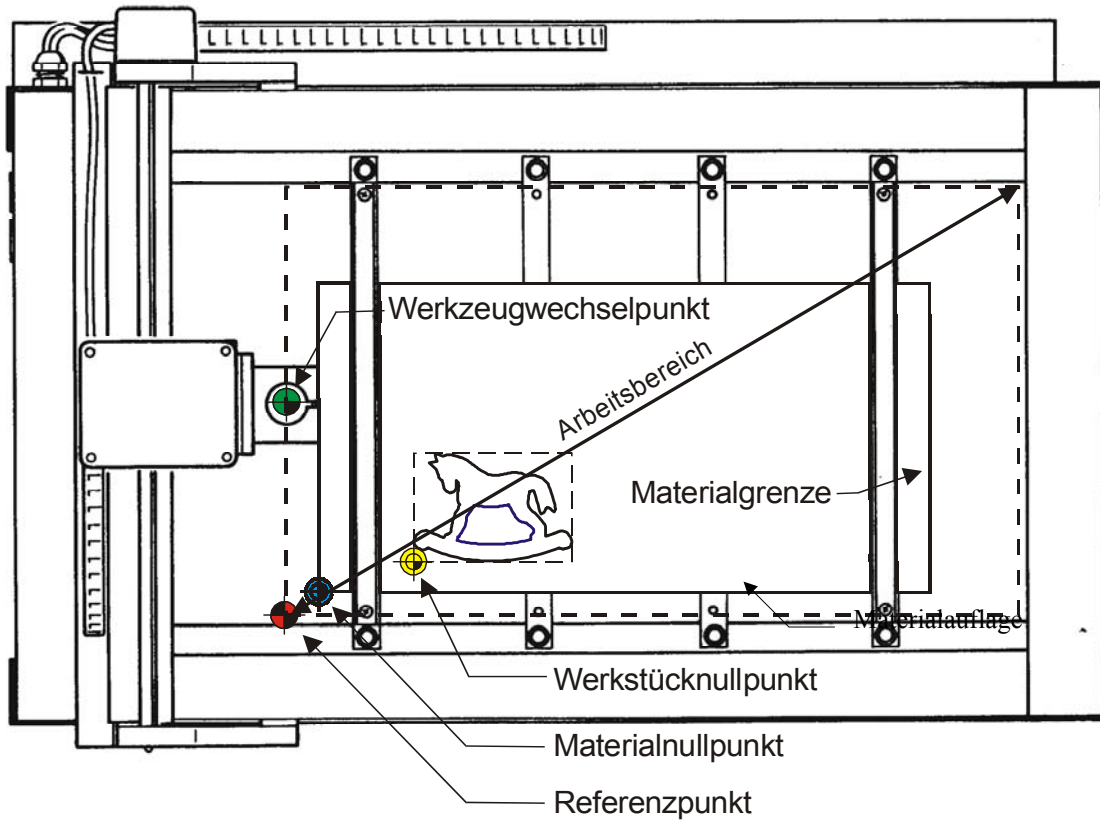
Beispiel: Der Fräskopf steht auf Position  $X=250$ ,  $Y=125$  und  $Z=50$ mm. Als neue Zielposition werden die Koordinaten  $X=350$ ,  $Y=100$  und  $Z=50$ mm eingegeben. Der Fräskopf bewegt sich somit um 100mm nach rechts (X-Richtung), um 25mm nach vor (Y-Richtung). Die Z-Achse bleibt unverändert auf 50mm Höhe stehen.

Anschließend werden die Koordinaten  $X=200$ ,  $Y=150$  und  $Z=40$ mm eingegeben. Der Fräskopf bewegt sich **zuerst um 10mm nach unten** (Z-Richtung), nach Erreichen der Z-Zielposition wird der Fräskopf 50mm nach links (X-) und 50mm nach hinten (Y+) bewegt.

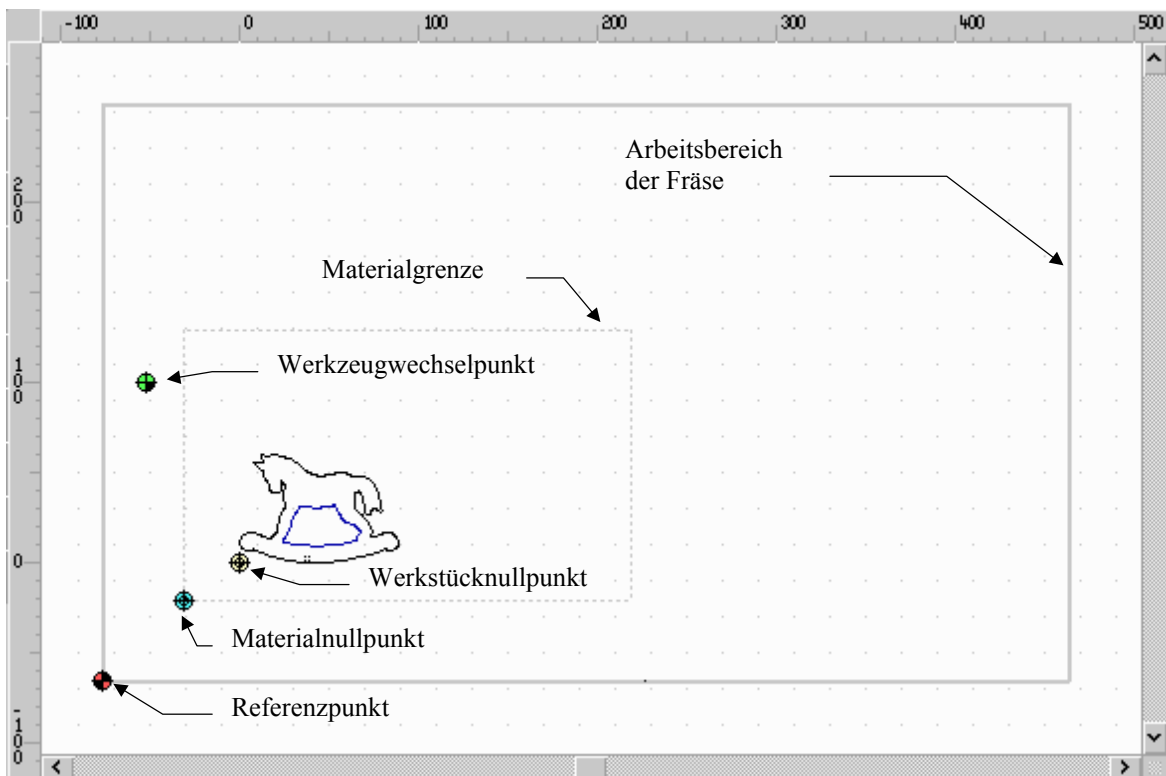


Die Z-Achse dient als reine Zustellachse und wird nicht zu den X/Y Achsen interpoliert. Das heißt: zuerst wird immer die Z-Achse positioniert (zugestellt) und anschließend werden die X- und Y-Achse gemeinsam zur Zielposition gefahren (linear interpoliert).

Wird die Fräsmaschine mit eingespanntem Material und Werkstück genau von oben betrachtet, ergibt sich für den Betrachter folgendes Bild:

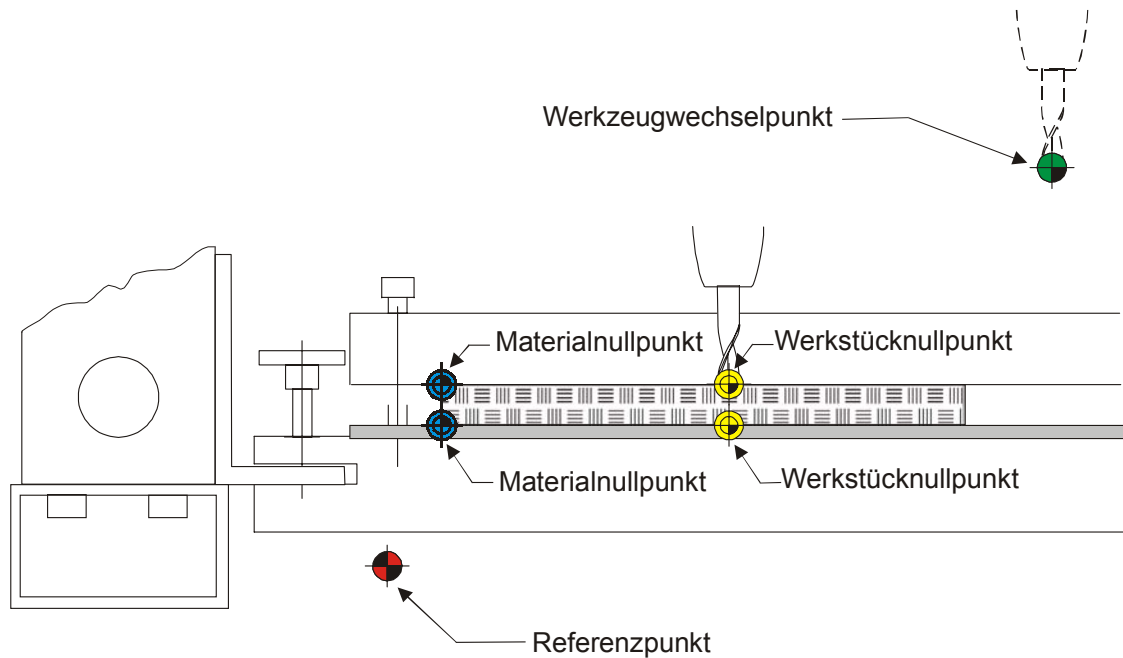


Die Abbildung dieser Fräsanordnung am Bildschirm entspricht dann in etwa der unteren Darstellung.




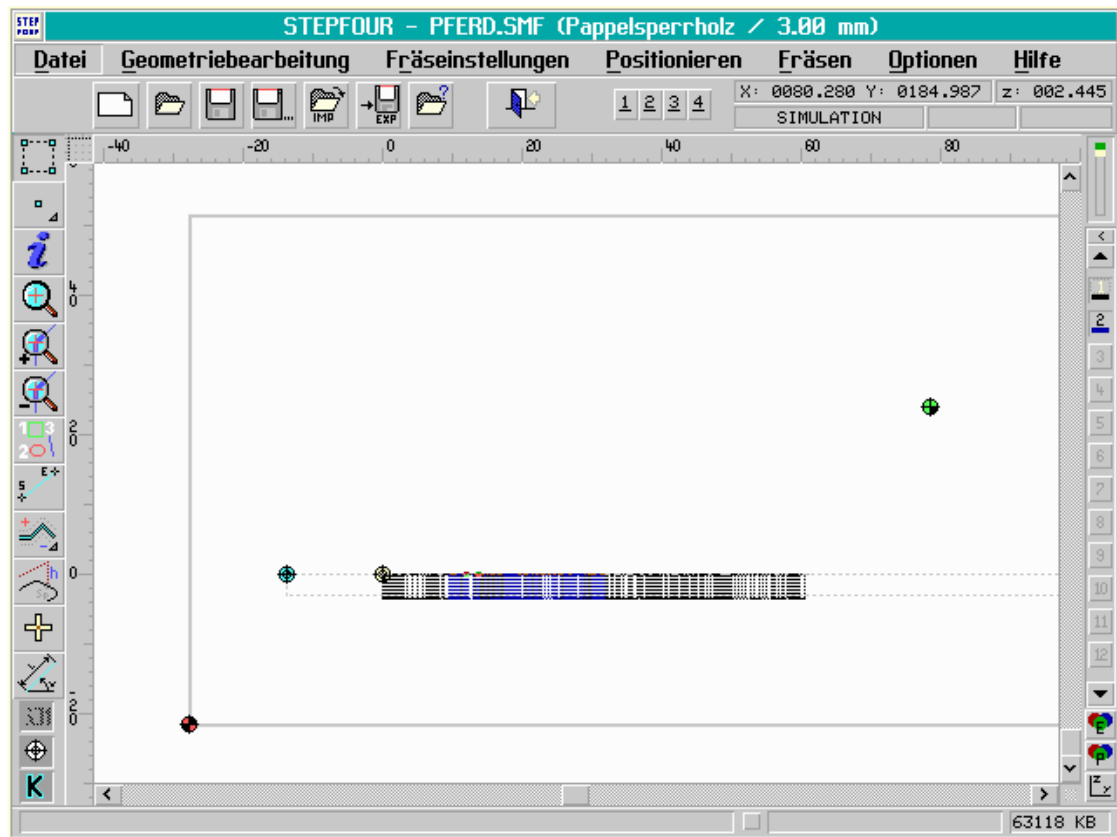
## Zusammenwirken von Maschine und Frässoftware:

Wenn Sie von der rechten Seite in den Arbeitsbereich der Maschine blicken, liegen die Fixpunkte an folgenden Positionen:



Ob Z-Werkstück- und Z-Materialnullpunkt auf der Aufspannfläche oder auf der Materialoberkante liegen, hängt davon ab, welche Werkstücke bearbeitet werden. Bei der Bearbeitung von Plattenmaterial wird der Z-Nullpunkt normalerweise durch Antasten der Materialoberfläche eingestellt und liegt somit auf der Materialoberseite.

Die dazu korrespondierende Bildschirmdarstellung bei Aktivierung der Ansicht  entspricht etwa folgender Abbildung:



## 5.2 Bedeutung und Einstellung der vier Maschinenfixpunkte

### 5.2.1 Der Referenzpunkt:

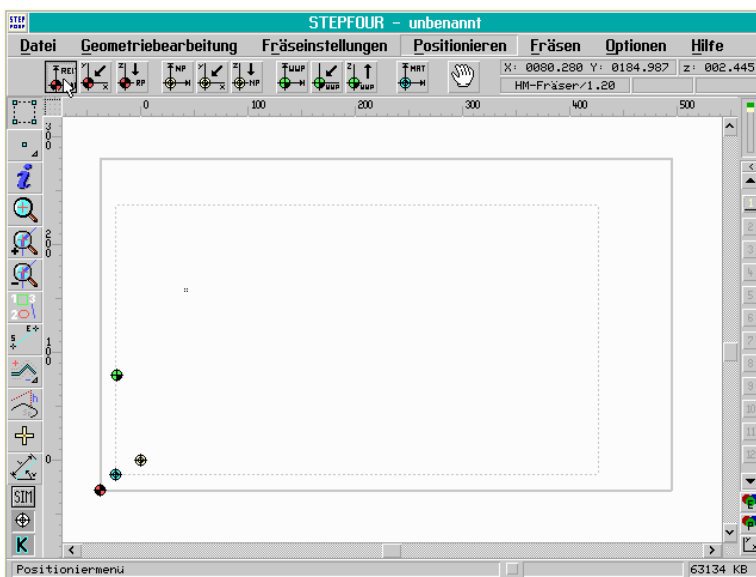
Der **Referenzpunkt**  legt den absoluten Bezugspunkt im dreidimensionalen Arbeitsbereich fest.

Der **Referenzpunkt** ist durch den mechanischen Aufbau der Maschine festgelegt und kann in negativer Richtung niemals überfahren werden. Des weiteren überwacht die **STEP-FOUR** Frässoftware V4 vom **Referenzpunkt** aus die positiven Bereichsgrenzen.

In der XY-Ebene wird der **XY-Referenzpunkt** am Anschlag in der linken unteren Ecke des mechanischen Verfahrbereiches festgelegt.

In der Z-Achse begrenzt der **Z-Referenzpunkt** die Bewegung nach unten.

### Das Einstellen des Referenzpunktes ohne vorhandene Referenzschalter (Standardfräse):

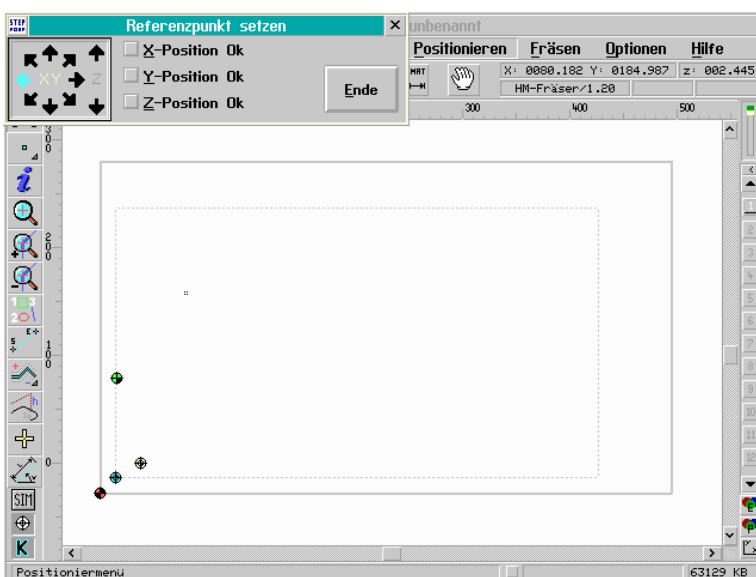



Wechseln Sie zum Menü **<Positionieren>**.

Klicken Sie auf die Schaltfläche **Referenzpunkt setzen**.



Bestätigen Sie die Frage „Wollen Sie wirklich den Referenzpunkt ändern“ mit **Ja**.



Klicken Sie im Positionierkreuz mit der linken Maustaste auf den Pfeil , um den Fräskopf nach links zu bewegen.

Bei jedem Mausklick wird die X-Achse um 1/2 Millimeter nach links positioniert.

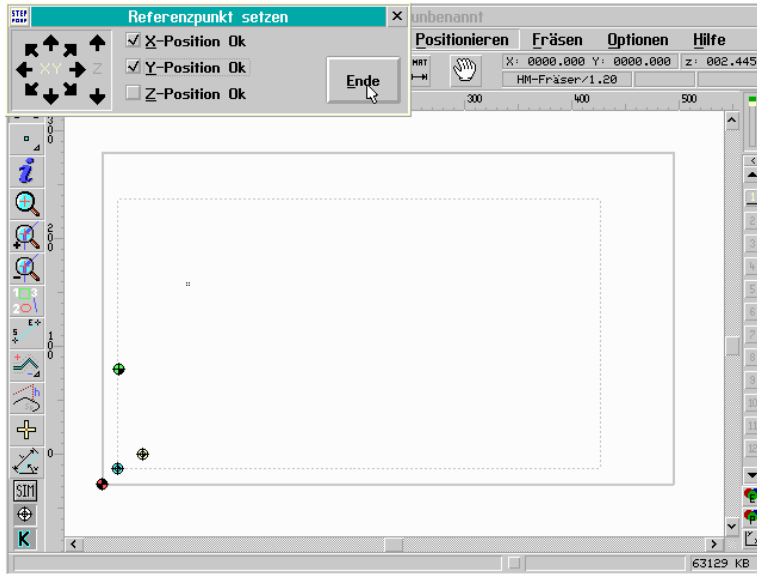
Wenn Sie die Maustaste gedrückt halten, verfährt die Achse im Eilgang.

Bei einem Mausklick mit der rechten Maustaste wird die Achse in Einzelschritten (0,005mm) positioniert.

Das Verfahren in die anderen Richtungen funktioniert sinngemäß gleich.

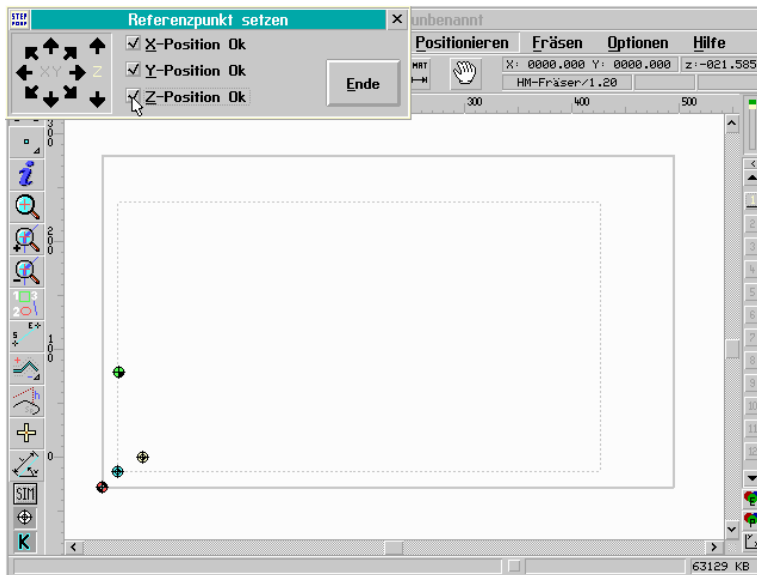
Alternativ zur Maus können Sie auch

die Cursortasten der Tastatur verwenden (siehe auch Online-Hilfe).









Verfahren Sie den Fräskopf in die linke untere Ecke bis zum mechanischen Anschlag des Verfahrbereiches.

Bestätigen Sie anschließend die Referenzposition durch Anklicken der beiden Kontrollkästchen **X-Position OK** und **Y-Position OK**.



Sofern die Z-Achse noch nicht an der tiefsten Position steht, klicken Sie erneut auf das Positionierkreuz.

Klicken Sie auf den Positionierpfeil  für die Z-Achse und fahren die Achse ganz nach unten.

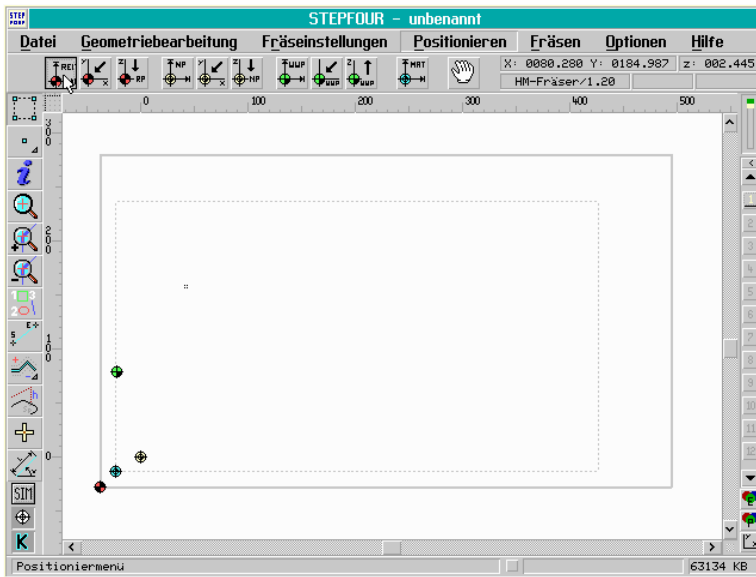
 Sie können die Z-Achse ebenfalls mit den Cursortasten   positionieren. Dazu können Sie mit den Tasten  bzw.  zwischen den aktiven Achsen umschalten. Die aktiven Achsen werden dabei in gelber Schrift dargestellt.

Bestätigen Sie die Z-Referenzposition durch Klicken auf das Kontrollkästchen **Z-Position OK**.

Beenden Sie die Funktion

Referenzpunkt setzen mit **Ende**.

### Das Einstellen des Referenzpunktes mit vorhandenen Referenzschaltern (Profi-Fräse):



Ist Ihre Fräsmaschine mit Referenzschaltern ausgerüstet und sind diese in der Software aktiviert (Menü [**Optionen**] Funktion **Elektronikdefinition**), so wird eine automatische Referenzfahrt ausgeführt.

Wechseln Sie zum Menü [**Positionieren**].

Klicken Sie auf die Schaltfläche **Referenzpunkt setzen**.



Der automatische Referenzlauf wird ausgeführt.

### Automatischer Referenzlauf (Standardeinstellung):

- Die Z-Achse wird nach oben positioniert, bis der Z-Referenzschalter anspricht (öffnet). Die Z-Achse wird solange vom Schalter wegpositioniert, bis der Z-Schalter wieder schließt.


Die eigentliche Z-Referenzposition liegt genau gegenüber der Schalterposition und wird durch die Schalterposition minus der maximalen Hublänge der Z-Achse errechnet. Diese Vorgangsweise ist notwendig, da es andernfalls bei der Referenzfahrt zur Kollision mit der Spannvorrichtung oder eines eventuell eingespannten Werkstückes kommen könnte.

- Die Y-Achse wird nach vorne positioniert, bis der Y- Referenzschalter anspricht (öffnet). Die Y-Achse wird solange vom Schalter wegpositioniert, bis der Y-Schalter wieder schließt.
- Die X-Achse wird nach vorne positioniert, bis der X- Referenzschalter anspricht (öffnet). Die X-Achse wird solange vom Schalter wegpositioniert, bis der X-Schalter wieder schließt.

**WICHTIG** für Fremdanlagen:  
Die elektrische Schaltung der Referenzschalter (Schließer- oder Öffnerkontakt) sowie die Achsreihenfolge bei der Referenzfahrt lassen sich im Menü **<Optionen>** an die jeweiligen Erfordernisse anpassen.



### 5.2.2 Werkzeugwechsellpunkt

Der **Werkzeugwechsellpunkt**  ist die Position, die nach Beendigung oder Abbruch der Fräsbearbeitung automatisch angefahren wird.

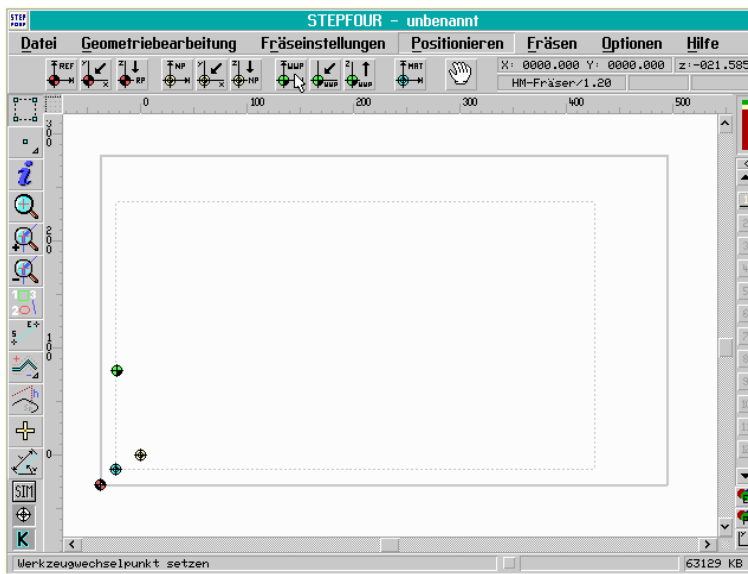
Dieser Punkt muss daher so gesetzt werden, dass sowohl ein Werkzeugwechsel als auch das Ein- und Ausspannen des Rohmaterials möglich ist.




#### Höhe der Werkzeugwechsellposition:

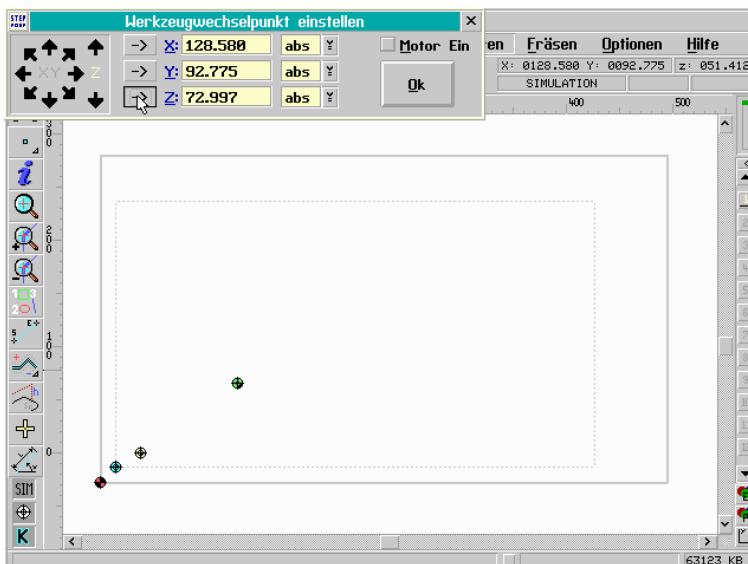
Bei den Funktionen [**Fahre Referenzpunkt X/Y**], [**Fahre Nullpunkt X/Y**], oder beim Abbrechen der Bearbeitung wird zuerst die Z-Achse auf Höhe des Werkzeugwechsellpunktes positioniert. Anschließend werden X- und Y-Achse mit Eilganggeschwindigkeit zum Werkzeugwechsellpunkt positioniert. Der Werkzeugwechsellpunkt in Z-Richtung muss daher so festgelegt werden, dass ein Überfahren aller Hindernisse (besonders der Aufspannprofile) ohne Kollision mit dem Fräsbohrer möglich ist.

#### Das Einstellen des Werkzeugwechsellpunktes:





Wechseln Sie zum Menü **<Positionieren>**.

Klicken Sie auf die Schaltfläche  **Werkzeugwechsellpunkt setzen**.




Positionieren Sie den Fräskopf auf eine Höhe, wo alle Hindernisse wie Werkstück, Aufspannschienen usw. problemlos mit dem Werkzeug überfahren werden können.

Übernehmen Sie diese Einstellungen durch einen Klick auf den  Übernahmeschalter  der **Z Koordinate**.


Fahren Sie nun den Fräskopf an eine Position im X/Y Arbeitsbereich, wo Sie sowohl das Werkzeug als auch das Werkstück problemlos ein- und ausspannen können.

Übernehmen Sie anschließend auch diese Position durch Betätigen der Schalter

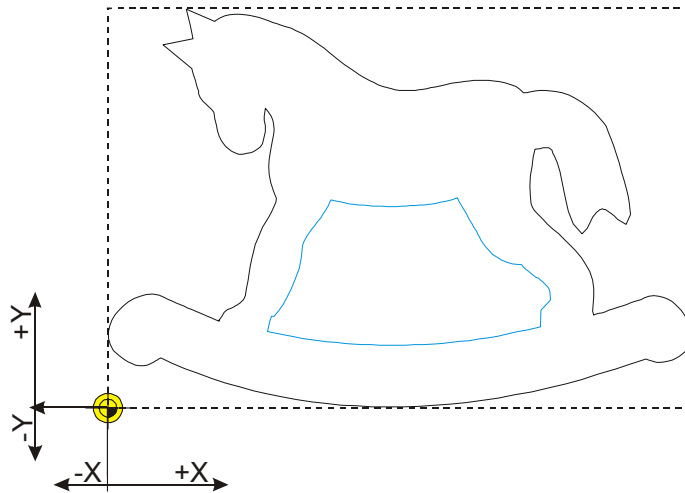
 **X** bzw.  **Y**. Schließen Sie das Fenster durch einen Klick auf die Schaltfläche **OK**.

Zum Fräsen des Schaukelpferdes spannen Sie nun einen 1,2mm Fräser in die Frässpindel ein.

### 5.2.3 Der Nullpunkt:

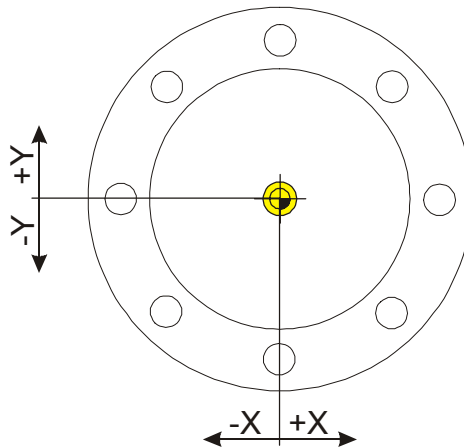
Der **Nullpunkt**  legt den Ursprung des Werkstückkoordinatensystems im Arbeitsbereich fest.

Die Lage des **XY-Nullpunktes** in der XY-Ebene definiert den Koordinatenursprung des Fräswerkstücks.



In der Regel liegt der **XY-Nullpunkt** immer in der linken unteren Ecke des umhüllenden Rechtecks der Fräskontur (siehe Abbildung oben).

In besonderen Fällen kann der Ursprung jedoch auch an einer anderen Stelle des Werkstücks liegen (z.B. Flansch oder Passbohrung).

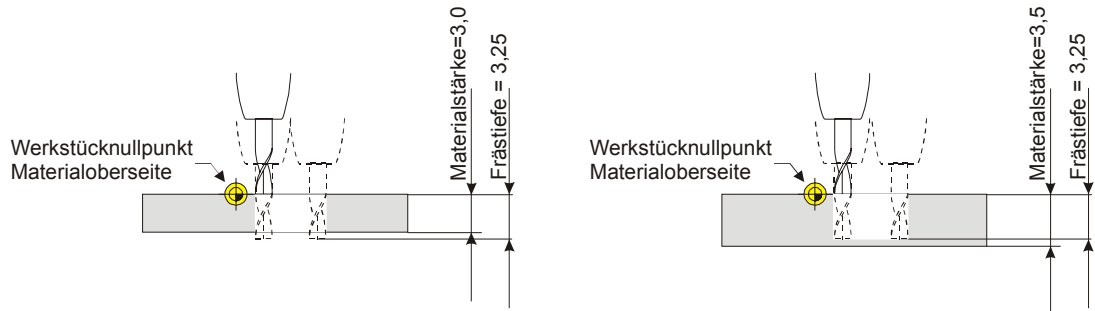


Der **XY-Nullpunkt** kann an jede beliebige Position des Arbeitsbereiches verschoben werden.

Wird der **XY-Nullpunkt** so definiert, daß die Kontur ohne Überschreitung der Maximalgrenzen nicht mehr bearbeitet werden kann, so wird beim Start der Fräsbearbeitung des entsprechenden Objektes eine Fehlermeldung ausgegeben.

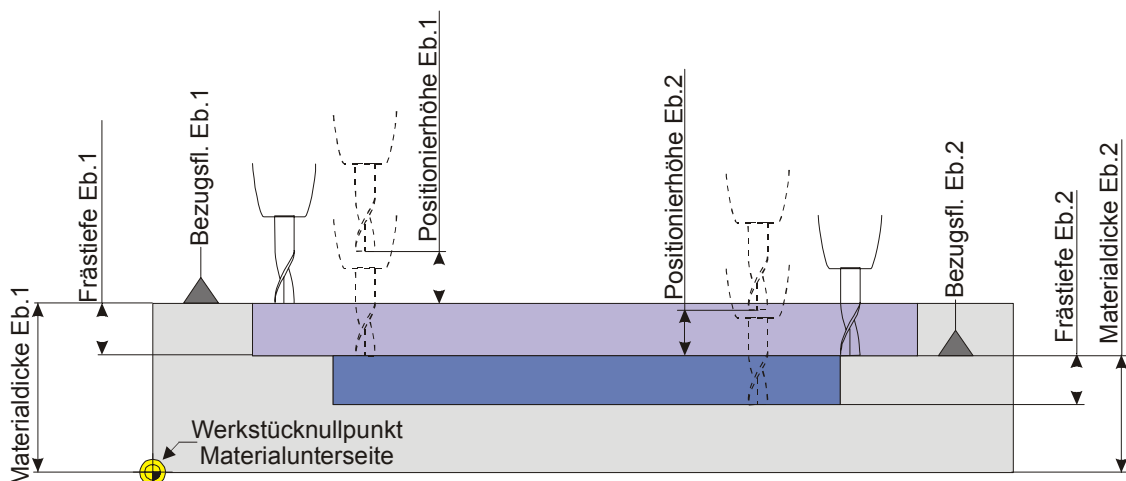
**Für die Definition des Z-Nullpunktes gibt es zwei Möglichkeiten:**

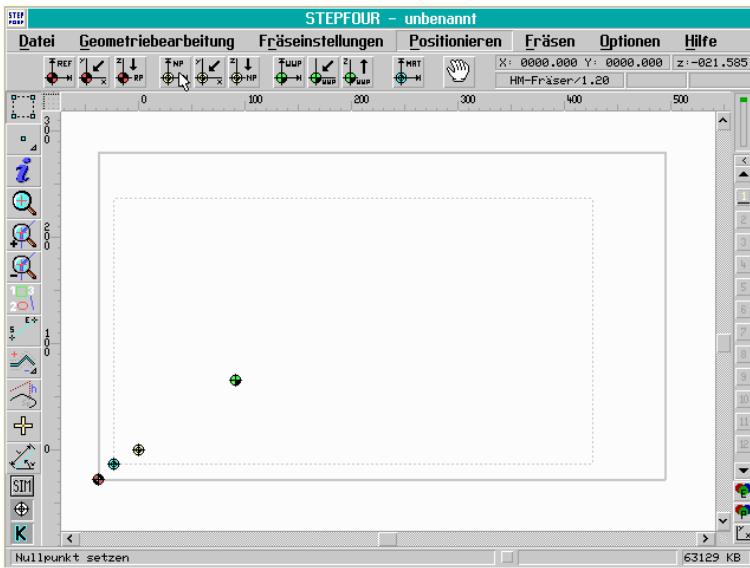
- Der Z-Nullpunkt definiert die Materialoberfläche** (Standardeinstellung nach der Installation):  
 Dies entspricht der Definition, wie sie auch bei den früheren Versionen der **STEP-FOUR** Frässoftware verwendet wurde.  
*Vorteil:* Die Zustellung wird immer genau von der Materialoberfläche her berechnet. Dies stellt sicher, dass der Fräser nicht zu tief in das Material eintaucht (wichtig z.B. beim Gravieren).  
*Nachteil:* Bei Dickenschwankungen des Materials kann es vorkommen, dass der Fräser bei dickeren Platten die Bauteile nicht mehr vollständig ausfräst (siehe rechte Abbildung).



- Der Z-Nullpunkt definiert die Fräsauflage:**  
*Vorteil:* Der Nullpunkt muss nicht für jedes Material neu definiert werden.  
*Nachteil:* Bei Dickenschwankungen des Materials kann ein zu tiefes Eintauchen im ersten Bearbeitungszyklus zu Werkzeugbruch führen.

In bestimmten Fällen wie beim Bearbeiten von dickeren Werkstücken kann diese Art der Nullpunkteinstellung auch helfen Maschinenzeit einzusparen. Wird die Materialunterseite als Nullposition angegeben, so wird die Bezugsfläche aus der angegebenen Materialdicke errechnet. Von dieser Bezugsfläche aus wird dann die Frästiefe berechnet. Sehen Sie sich das unten abgebildete Beispiel an. Hier soll das Material der beiden Ebenen vollständig abgetragen werden. Bei Bearbeitung der ersten Ebene dient die Materialoberfläche als Bezugsfläche für die Frästiefe und die Zustellungen. Beim Bearbeiten der zweiten Ebene wird bereits die reduzierte Materialstärke angegeben, wodurch sich die Bezugsfläche nach unten verschiebt. Die Frästiefen bzw. Zustellungen beziehen sich nun auf diese tiefere Ebene. So wird vermieden, dass beim ausräumen der unteren Ebene der gesamte obere Bereich noch einmal ohne tatsächlichen Werkzeugeingriff abgefahren wird.




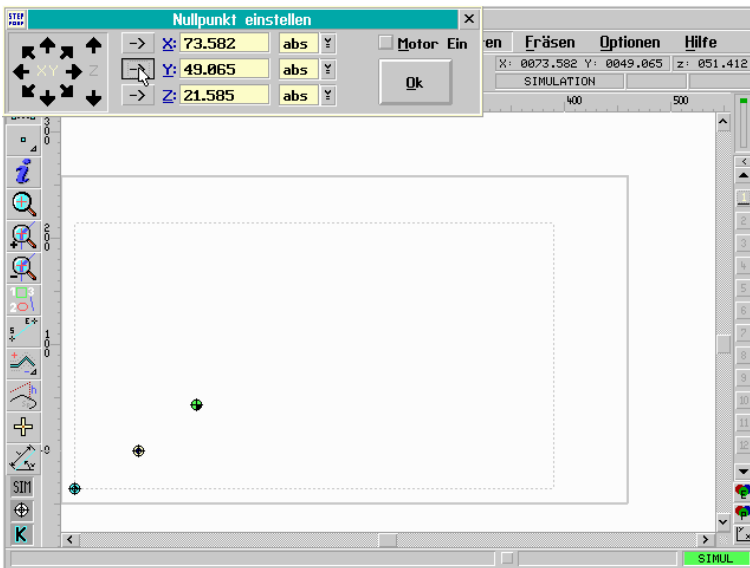


**Das Einstellen des Nullpunktes:**


Spannen Sie nun das 3mm Sperrholz für die Herstellung des Schaukelpferdes ein.

Wechseln Sie zum Menü **<Positionieren>**.


Klicken Sie auf die Schaltfläche  **Nullpunkt setzen**.




Positionieren Sie zunächst den Fräskopf an der gewünschten XY-Position.

Übernehmen Sie die X und Y Position mit .

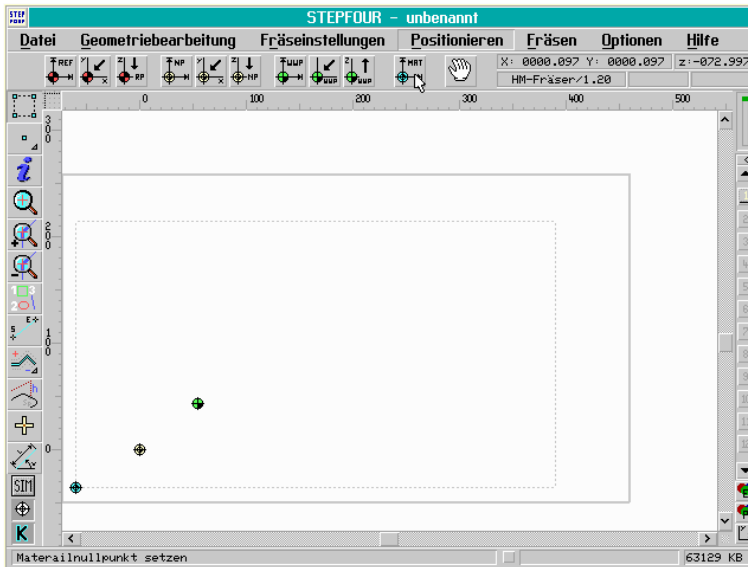
Fahren Sie den Fräskopf in **Z-Richtung** bis an die Materialoberfläche (bei Nullpunkt auf Materialoberseite) oder auf die Materialauflage (Nullpunkt auf Materialunterseite) herunter.

Verwenden Sie zum exakten Positionieren an die Oberfläche den Schrittbetrieb durch einzelne Mausklicks bzw. die Cursortasten. Für die Feinpositionierung sollten Sie im Einzelschrittbetrieb verfahren (rechte Maustaste bzw. Cursortasten in Verbindung mit der  Taste).

Befindet sich der Fräskopf in der gewünschten Position, übernehmen Sie diese Position mit dem  Schalter für die **Z**-Achse. Schließen Sie das Fenster durch einen Klick auf die Schaltfläche **OK**.

### 5.2.4 Der Materialnullpunkt

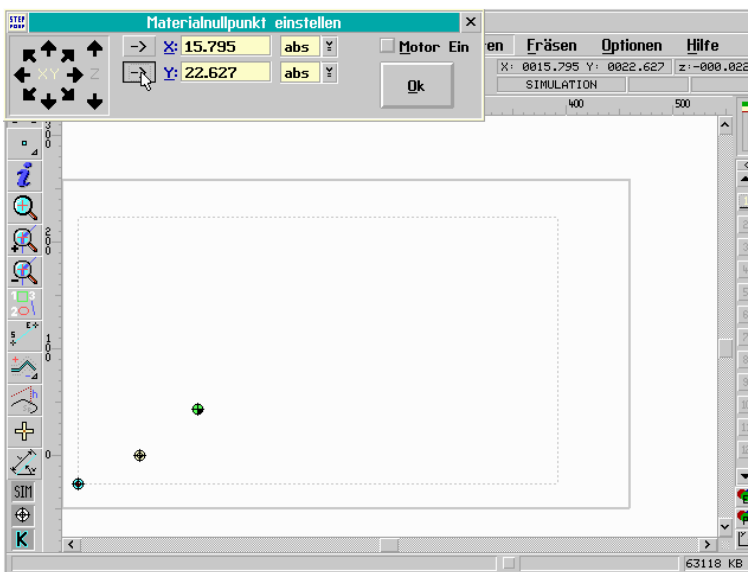
Der Materialnullpunkt dient lediglich zur Kontrolle der Materialgrenzen am Bildschirm und wird sonst nicht weiter ausgewertet.



#### Das Einstellen des Materialnullpunktes:

Wechseln Sie zum Menü **<Positionieren>**.

Klicken Sie auf die Schaltfläche **Materialnullpunkt setzen**.



Positionieren Sie den Fräskopf in X/Y Richtung an den linken unteren Rand des aufgespannten Materials.

Bestätigen Sie mit den Übernahmepfeilen **->** für X bzw. Y die Position.

Schließen Sie das Fenster durch einen Klick auf die Schaltfläche **OK**.

Damit befindet sich die Maschine in einer definierten Ausgangsstellung und die Fräse ist betriebsbereit.

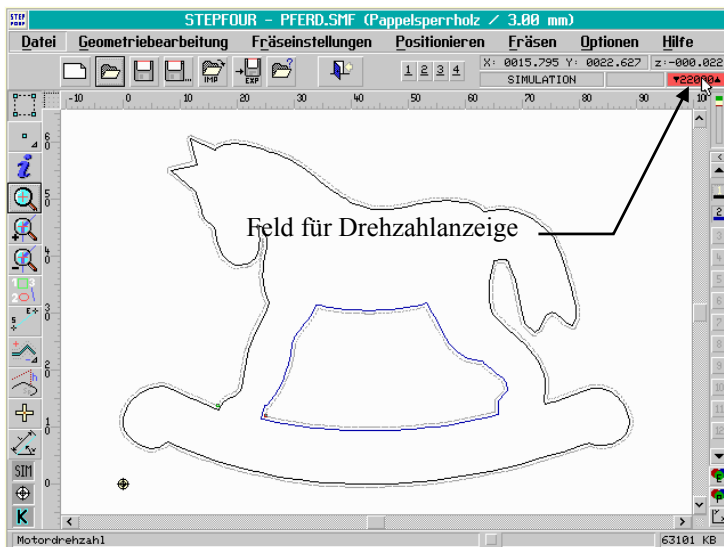


## 6 Fräsen der Beispieldatei

Nachdem die Maschinenfixpunkte eingestellt sind, steht einem ersten Fräsversuch nichts mehr im Wege.

**ACHTUNG:** in diesem Abschnitt werden Sie die Fräse mit Frässpindel erstmals vollständig in Betrieb setzen. Stellen Sie daher unbedingt sicher, daß alle Sicherheitsmaßnahmen, die im Handbuch der Fräsmaschine angeführt sind, vollständig erfüllt werden.

Wenn die Frässpindel über den STEP-FOUR Frästrafo angeschlossen ist oder wenn Sie eine SF-Spindel mit Interfaceverbindung zur Elektronikbox verwenden, sollten Sie die softwaregesteuerte Funktion der Spindel überprüfen.





### Ein- / Ausschalten der Frässpindel:

Überprüfen Sie alle Verbindungskabel zwischen Elektronikbox und Frästrafo bzw. Frequenzumformer und Interface.

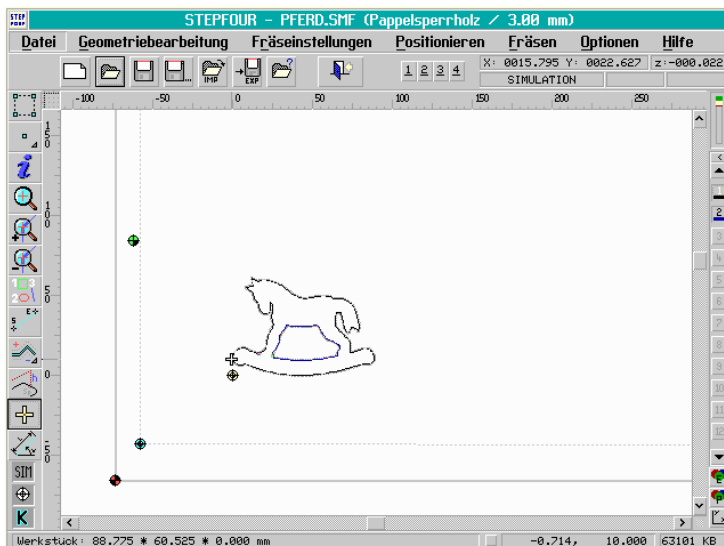
Klicken Sie mit der linken Maustaste in die Mitte des Feldes für die Drehzahlanzeige der Frässpindel.

Der Motor muss nun anlaufen.

Das Feld der Drehzahlanzeige wird rot hinterlegt, und die momentan eingestellte Drehzahl wird angezeigt.

Durch Anklicken der Pfeile  und  kann die Drehzahl verringert, bzw. erhöht werden.

Ein nochmaliger Klick in die Mitte des Feldes schaltet den Fräsmotor wieder aus.



Wurden aus einer Platte Material schon einige Frästeile gefertigt, so ist es sinnvoll, zu überprüfen, ob der Frästeil auch tatsächlich wie geplant aus dem Restmaterial hergestellt werden kann.

### Überprüfen der Objektgrenzen:


Am einfachsten geschieht eine solche Prüfung, indem der Fräskopf an die kritischen Stellen eines Bauteiles positioniert wird.

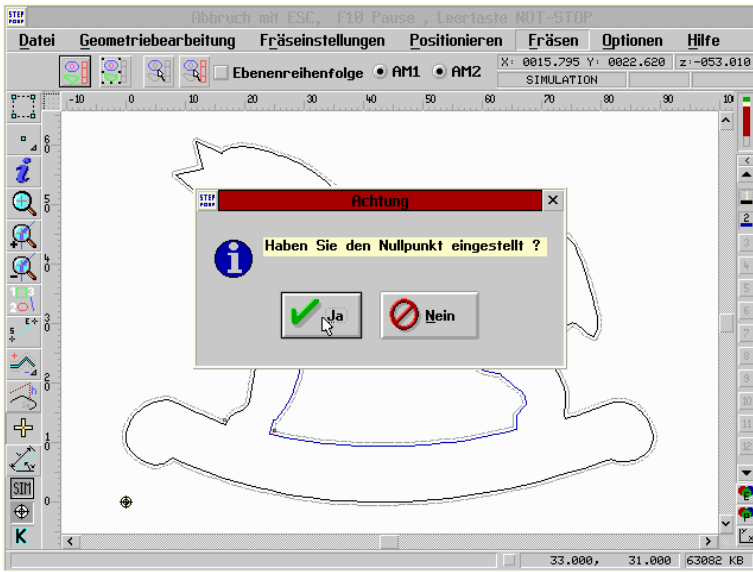
Dazu verkleinern Sie den Bildausschnitt

mit dem Werkzeug  soweit, dass die Lage des Frästeiles im Arbeitsbereich deutlich ersichtlich wird.

Selektieren Sie das Werkzeug  zum

Positionieren des Fräskopfes. Klicken Sie an die Stellen auf der Fräskontur, welche Sie überprüfen wollen, und der Fräskopf wird an diese Stellen positioniert.

 Zur besseren Überprüfung kann der Fräskopf in der Z-Achse bis knapp an die Materialoberfläche positioniert werden. Beim Verfahren in der X/Y-Ebene wird der Fräskopf auf die Werkzeugwechselposition angehoben und an der Zielposition wieder auf die ursprüngliche Höhe abgesenkt.



**Starten des Fräsvorganges:**

Wechseln Sie zum Menüpunkt <Fräsen>.

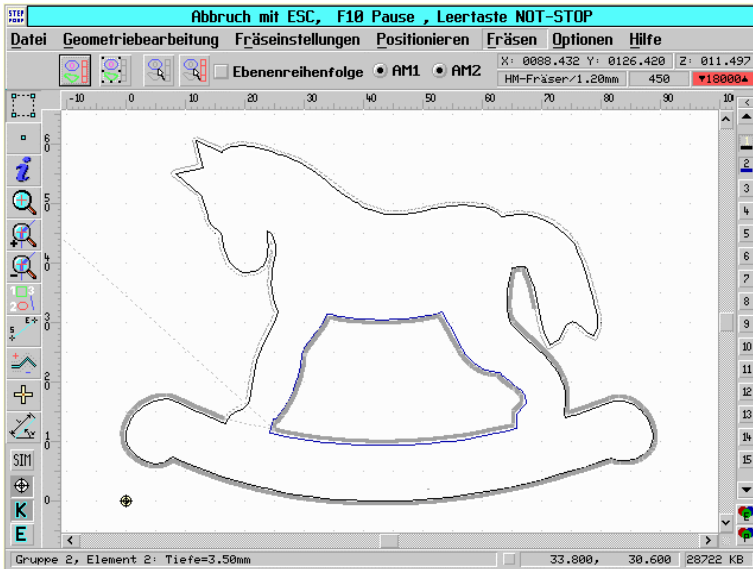
Schalten Sie den Anzeigemodus **AM1** ein.

Mit einem Doppelklick auf das Lupen-Symbol wird das Werkstück mit maximaler Größe dargestellt.

Starten Sie den Fräsvorgang durch

Klicken auf die Schaltfläche **alles Fräsen**.

Nachdem der Nullpunkt bereits im vorigen Kapitel eingestellt wurde, beantworten Sie die Sicherheitsabfrage mit **JA**.



Der Fräskopf wird zum Startpunkt des ersten Fräsobjektes positioniert.

Nach Erreichen der Position wird die Frässpindel eingeschaltet.

Nach Ablauf der eingestellten Hochlaufzeit für die Spindel wird der Fräskopf abgesenkt und der Fräsvorgang beginnt.

Nach dem Bearbeiten der Innenkontur wird der Fräskopf angehoben und zum nächsten Startpunkt positioniert. Die Außenkontur wird gefräst.


Nach Abschluß des Fräsvorganges wird der Fräskopf hochgefahren, die Spindel abgeschaltet und der Fräskopf zum Werkzeugwechsellpunkt verfahren.



## 6.1 Unterbrechen des Fräsvorganges bei Störungen:

### Unterbrechen mit der Taste:

Die Fräse wird mit einer normalen Bremsrampe zum Stillstand gebracht. Der Fräskopf wird bis zur Werkzeugwechselposition (Z) angehoben und der Fräsmotor abgeschaltet.

Nach Betätigen der Taste  oder Klicken auf <OK> wird der Fräsvorgang an der aktuellen Position fortgesetzt.

### Abbrechen mit der Taste:

Die Fräse wird mit einer normalen Bremsrampe zum Stillstand gebracht. Der Fräskopf wird bis zur Werkzeugwechselposition (Z) angehoben, der Fräsmotor abgeschaltet und anschließend in die Ausgangsstellung (Werkzeugwechselposition X/Y) gebracht.

Wird der Fräsvorgang nach einem solchen Abbruch wieder gestartet, so können Sie auf Wunsch am Abbruchpunkt fortsetzen (Dabei wird immer am Startpunkt des zuletzt bearbeiteten Objektes begonnen).

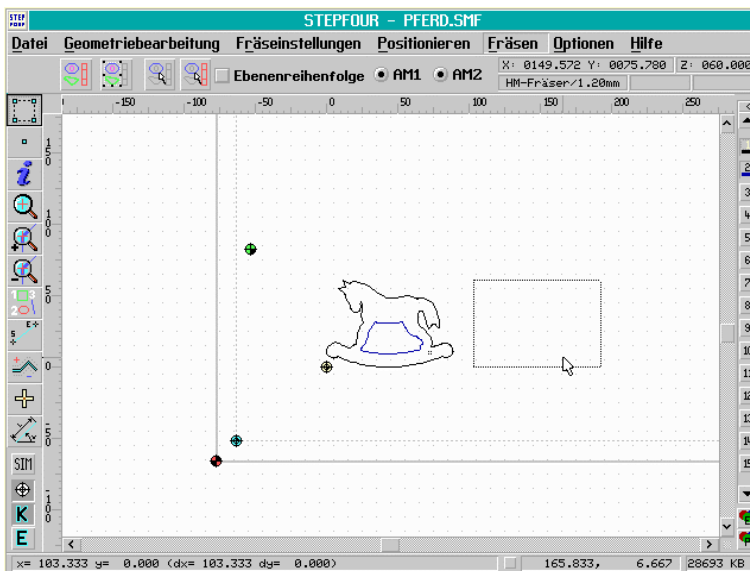
### NOT-STOP Funktion durch Betätigen der Leertaste:

Die Fräse wird im Gefahrenfall ohne Bremsrampe unverzüglich zum Stillstand gebracht. Die Frässpindel wird sofort ausgeschaltet. Durch den sofortigen Stop aller Achsen ohne Bremsrampe kann es durch die Massenträgheit bei höheren Fräsgeschwindigkeiten zu Positionsfehlern kommen.

Daher sollte nach einem solchen NOT-STOP die Referenzposition neu gesetzt werden.


Nach einem Abbruch kann der Fräsvorgang mit der Schaltfläche  **fortsetzen nach Abbruch** am Startpunkt des zuletzt gefrästen Objektes wieder aufgenommen werden.

## 6.2 Fräsen weiterer Bauteile:



Wenn Sie mehrere gleiche Frästeile herstellen möchten, können Sie dies auf zweifache Weise tun.

- 1.) Sie versetzen den Nullpunkt an die neue Fräsposition und starten danach den Fräsvorgang.
- 2.) Schalten Sie das


Selektionswerkzeug  ein. Klicken Sie auf einen beliebigen Punkt der Fräskontur und halten Sie die linke Maustaste gedrückt. Nun ziehen Sie das Hüllrechteck der Fräskontur an die neue Position (siehe Abbildung) und lassen die Maustaste danach los. Das Frästeil wird an die neue Position verschoben und Sie können den Fräsvorgang erneut starten.

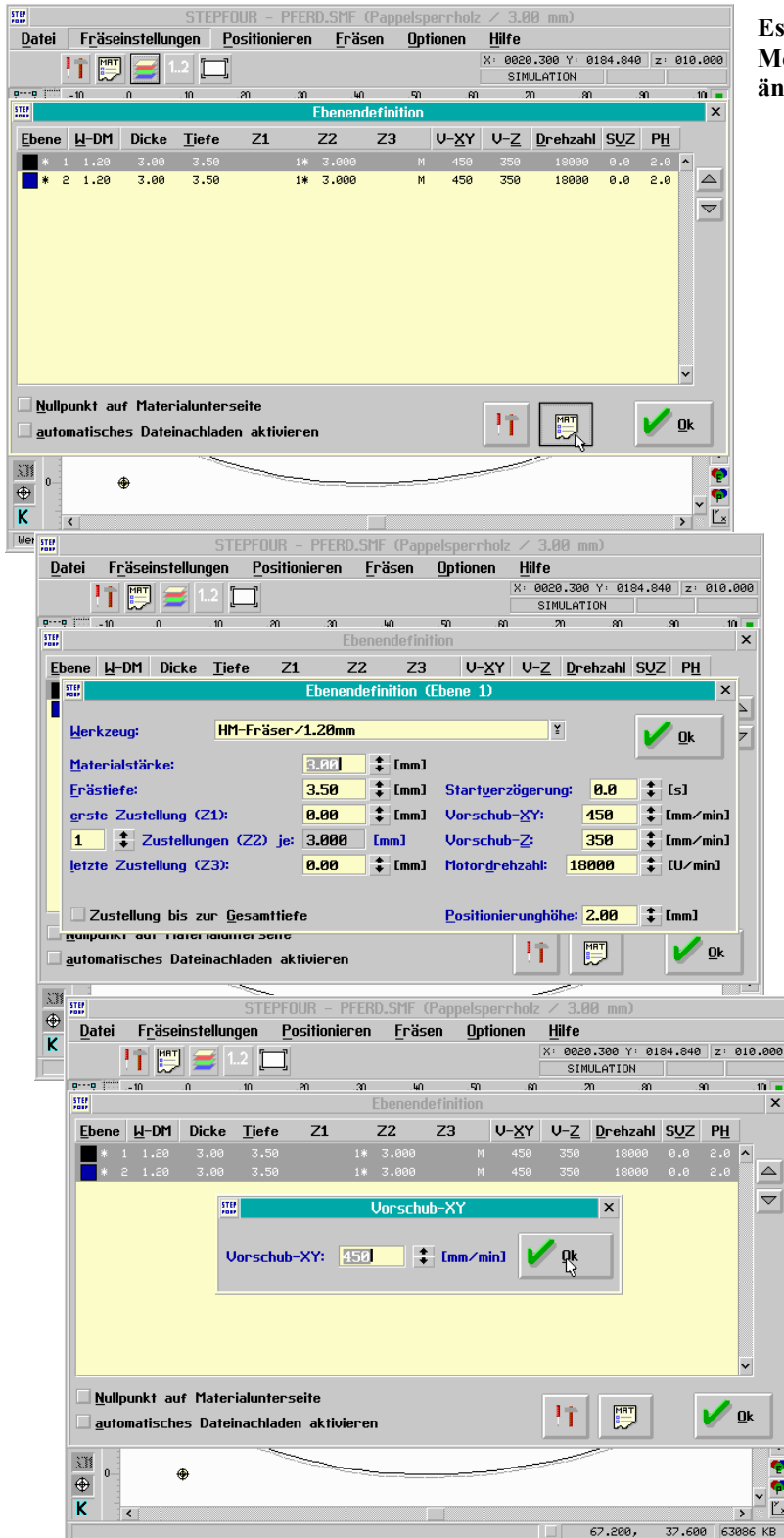


## 7 Ändern der Fräsparameter in der Ebenendefinition

Wie bereits weiter vorne beschrieben werden in der STEP-FOUR Frässoftware einige wichtige Fräseinstellungen jeweils für eine gesamte Ebene voreingestellt.

### 7.1 Prinzipielle Vorgehensweise

Rufen Sie die Funktion  **Ebenenendefinition** auf, um das Fenster mit den Ebeneneinträgen anzuzeigen. Es werden alle in Ihrer Fräsdatei verwendeten Ebenen angezeigt.



Es gibt unterschiedliche Möglichkeiten, die Parameter zu ändern:

- 1.) Selektieren Sie eine Ebene und wählen Sie anschließend mit



einen bestimmten Materialeintrag, um diese Eintragungen der entsprechenden Ebene zuzuweisen.

- 2.) Ein Doppelklick auf eine Ebenenzeile öffnet ein weiteres Fenster, in dem alle Einträge dieser Ebene bearbeitet werden können.

- 3.) Selektieren Sie eine oder mehrere Ebeneneinträge und klicken Sie anschließend auf einen der Schalter für die entsprechende Spalte (z.B. **U-XY** für die XY-Bahngeschwindigkeit), um diesen Eintrag für alle selektierten Ebenen zu ändern.

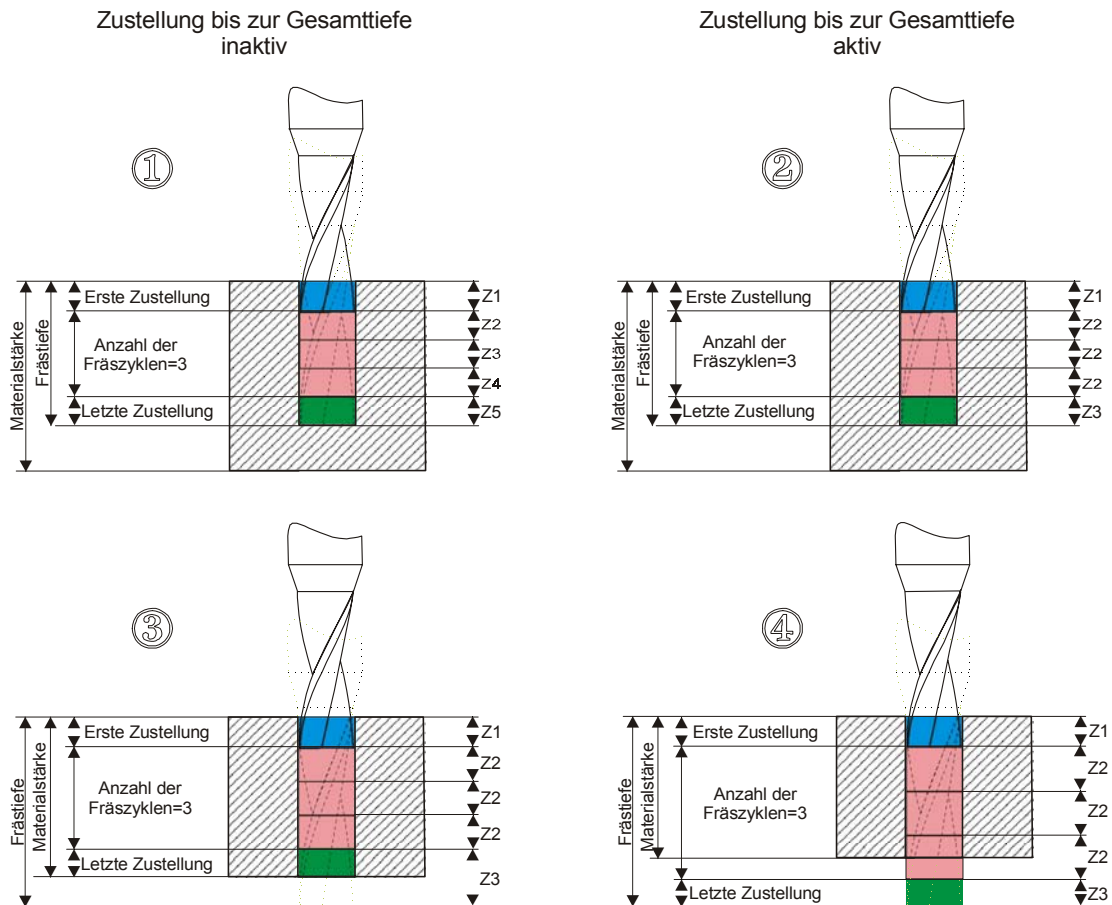
### 7.1.1 Hinweise zu den Tiefeneinstellungen

Auf vielfachen Kundenwunsch wurden die Möglichkeiten zur Tiefeneinstellung in der Version 4 der STEP-FOUR Frässoftware um einige Möglichkeiten erweitert.

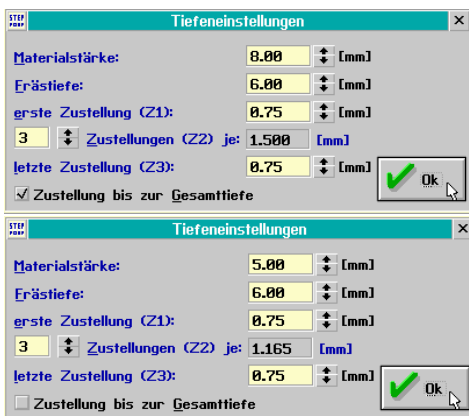
So lassen sich die Vorgaben für die erste und letzte Zustellung getrennt einstellen. Die Zwischenzyklen wurden so geändert, dass der Anwender nicht mehr auf die Anzahl zurückrechnen muss, sondern dass die Tiefenwerte aufgrund der Zustellanahl automatisch berechnet und angezeigt werden.

Weiters kann gewählt werden, ob sich die Zustellungen auf die definierte Materialstärke oder auf die Gesamtfrästiefe beziehen sollen.

In den folgenden Abbildungen wird die Bedeutung der einzelnen Parameter in unterschiedlichen Bearbeitungsfällen sichtbar.



Betrachten Sie folgende Beispiele:



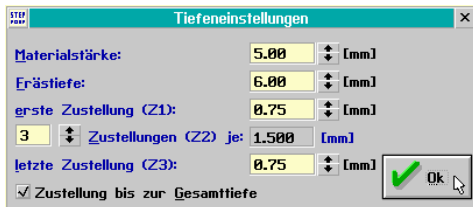
Die Frästiefe ist hier kleiner als die definierte Materialstärke (Fall 1 und 2) ist es daher belanglos ob der Schalter

**Zustellung bis zur Gesamttiefe** aktiv oder inaktiv ist, die Schnittaufteilung ist dabei immer dieselbe.

Die Materialstärke wurde hier so gewählt, dass der Fräser um 1mm durch das Material durchsticht. Ist der Schalter

**Zustellung bis zur Gesamttiefe** inaktiv, so erfolgt die Schnittaufteilung aufgrund der Materialstärke (Fall 3). Im letzten Fräszyklus wird mit der angegebenen letzten Zustellung genau die Materialstärke erreicht und der Fräskopf stellt automatisch bis zur angegebenen Frästiefe von 6mm zu (Z3).


Dies bewirkt, dass im letzten Zyklus genau die Spantiefe bearbeitet wird, die in der letzten Zustellung angegeben wurde. Andererseits wird das Material durch das vollständige Durchtauchen des Fräasers auch bei leichten Unebenheiten vollständig getrennt.

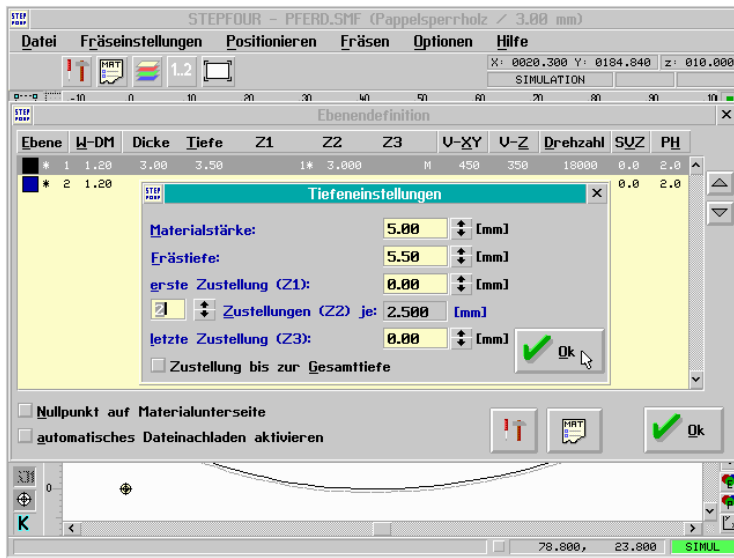


Im letzten Fall 4 schließlich wird die Schnittaufteilung aus der Gesamfrästiefe berechnet. Dies hat jedoch zur Folge, dass die letzte Zustellung unter Umständen (wie in der dazugehörigen Abbildung) erst durchgeführt wird, wenn das Bauteil bereits ausgefräst wurde. Diese Einstellung wird daher vorzugsweise in Kombination mit der Einstellung  **Nullpunkt auf Materialunterseite** verwendet werden.

## 7.2 Beispiel zur Änderung der Ebeneneinstellungen

Wir wollen nun die Einstellungen unserer Fräsdatei ändern, um das Schaukelpferd aus 5mm Sperrholz zu fräsen. Der Innenteil soll jedoch nicht ausgefräst sondern nur mit der Tiefe der halben Materialstärke graviert werden.

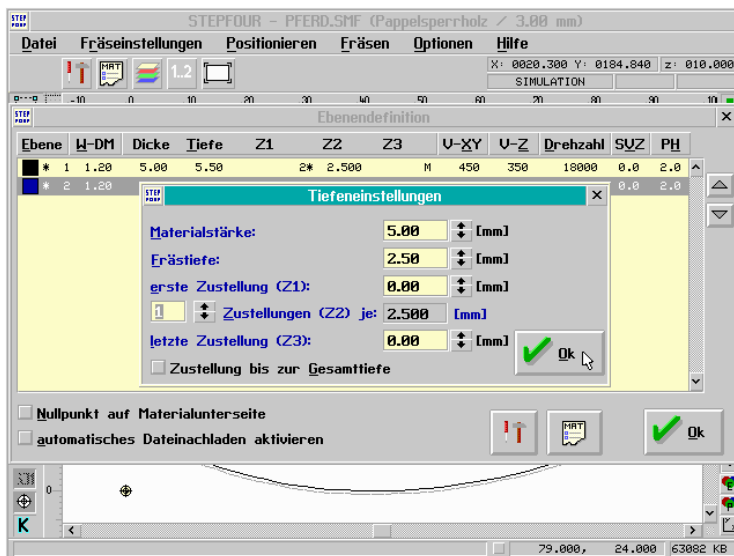
Öffnen der Ebenendefinition 



Selektieren Sie die Ebene 1 (Die Ebene wird dabei grau hinterlegt) und klicken Sie anschließend auf die Spalte **Dicke Tiefe Z1 Z2 Z3** zum Öffnen der Tiefeneinstellungen.

Geben Sie hier nun die Werte laut nebenstehender Maske ein. Da der 1,2mm Fräser das 5mm Material nicht auf einmal bearbeiten kann, ist besonders wichtig, die Anzahl der Zustellungen auf 2 zu erhöhen. Die weiteren Zustellparameter werden hier nicht verwendet und bleiben auf 0 mm gesetzt.

Übernehmen Sie die Einstellungen mit OK.



Nun wird die zweite Ebene selektiert und die entsprechenden Tiefeneinstellungen werden vorgenommen. Da die Gesamfrästiefe hier ohnehin nur 2,5mm beträgt, kann die gesamte Frästiefe hier in einer Zustellung erledigt werden.

Übernehmen Sie auch diese Einstellungen mit OK.

### 7.3 **Bearbeiten mehrerer Dateien nacheinander**

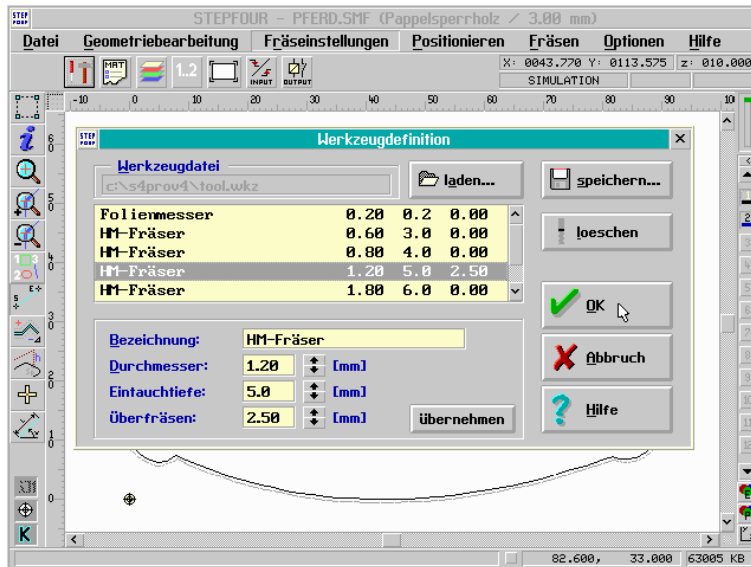
Der Speicherplatz für Fräsdateien ist mit ca. 4MB pro Fräsdatei beschränkt. In manchen Fällen kann diese Limitierung Probleme bereiten (z.B. bei 3D-Objekten). Um diese Einschränkung zu umgehen, gehen Sie wie folgt vor.

Aktivieren Sie im Ebenendefinitionsfenster den Optionsschalter  **automatisches Dateinachladen aktivieren** und speichern Sie Ihre Fräsdateien jeweils mit dem gleichen Dateinamen aber mit einer fortlaufenden Nummer ab (z.B. DATEI1.SMF, DATEI2.SMF, DATEI3.SMF. Dies bewirkt, dass nach dem Abarbeiten der Fräsdatei nachgesehen wird, ob im aktuellen Verzeichnis eine weitere Datei mit dem selben Namen aber einer höheren Nummer gefunden wird. Ist dies der Fall, so wird diese Datei automatisch geladen und der Fräsvorgang unmittelbar danach fortgesetzt.

## 8 Anpassen der Werkzeug- und Materialdatei

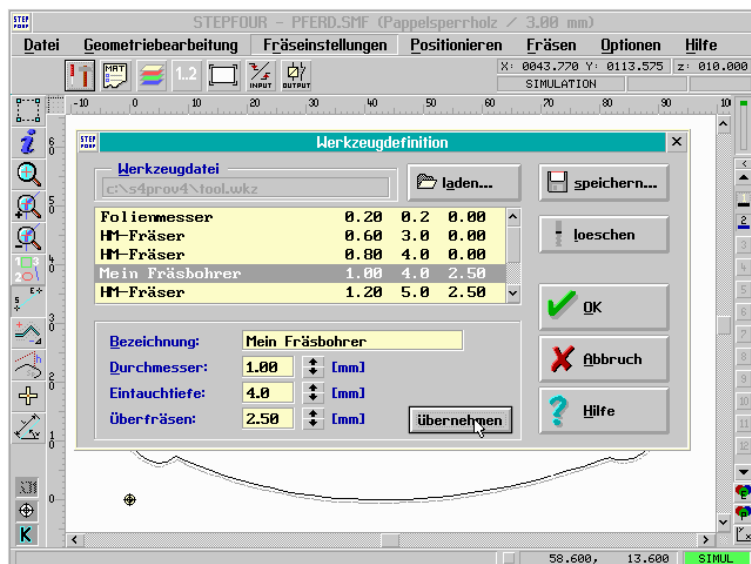
In die STEP-FOUR Frässoftware ist ein Datenbanksystem integriert. Mit dieser Datenbank können Sie die Werkzeuge und das Material, aus dem Sie die Bauteile herstellen, sehr einfach definieren.

Eine breite Palette an Materialien und einige Standardwerkzeuge sind bereits nach der Installation der Software auf Ihrer Festplatte abgelegt. Da die Materialien und Werkzeuge je nach Hersteller und Rohmaterial sehr unterschiedliche Eigenschaften aufweisen können, sind diese Einstellungen keinesfalls als verbindlich anzusehen. Sie stellen vielmehr Anhaltswerte für eigene Fräsversuche dar. Die Frässoftware lernt also nach und nach Ihre persönlichen Fräsparameter und stellt diese später per Mausklick für weitere Anwendungen bereit.



Der verwendete 1,2mm Hartmetall-Fräser ist bereits in der Datenbank enthalten. Deshalb mussten Sie für das Beispiel keinen neuen Werkzeug definieren.

Möchten Sie jedoch die Bauteile z.B. mit einem 1mm Fräser herstellen, müssen Sie diesen zuerst in die Datenbank eintragen und speichern.



### Werkzeuge konfigurieren:

Klicken Sie dazu auf die Schaltfläche



**Werkzeugdefinition** und tragen die Werte in die entsprechenden Felder ein.

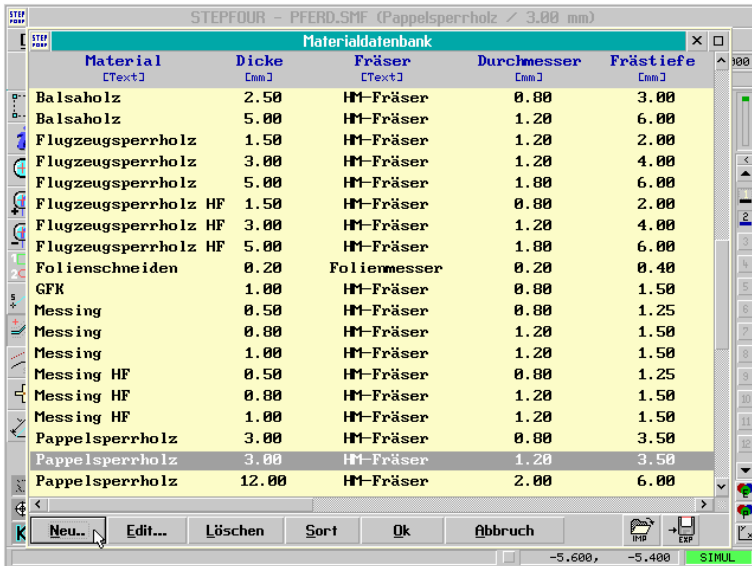
Dieses Bild zeigt, wie man neue Werkzeuge in die Werkzeugdatenbank aufnimmt. Hier wird zum Beispiel ein spezieller Fräsbohrer eingetragen.

Er hat die Bezeichnung **Mein Fräsbohrer** und der Durchmesser beträgt **1.0 mm**.

Die Eintauchtiefe von **4.0mm** entspricht normalerweise der Drilllänge des Fräasers (außer bei verjüngtem Schaft). Der Wert überfräsen **2.5mm** gibt an, wie weit der Start und Endpunkt überlappen sollen, wenn in den

Fräseinstellungen für ein Objekt die Funktion **<überfräsen nach Werkzeugdefinition>** aktiviert wurde (nur bei Profi Version).

Klicken Sie auf **übernehmen** um das Werkzeug in die Datenbank aufzunehmen. Um dieses Werkzeug dauerhaft in der Werkzeugdatei zu speichern, müssen Sie auf **speichern...** klicken.



### Material auswählen bzw. definieren

Nachdem das Werkzeug definiert ist, kommt das Material an die Reihe, aus dem die Bauteile gefräst werden.

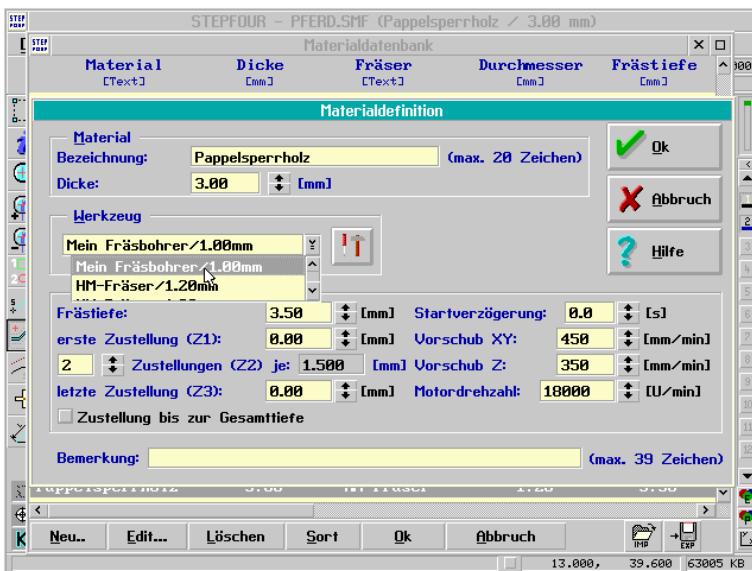
Klicken Sie auf die Schaltfläche



### Materialdatenbank.

Ein Materialeintrag für Pappelsperrholz, Dicke 3mm, Fräser aus Hartmetall mit 1.2mm Durchmesser usw. ist bereits eingetragen. Mit dem Rollbalken bzw. den Pfeilen am unteren Bildschirmrand können Sie sich alle eingetragenen Fräsparameter ansehen.

Wir wollen nun einen neuen Materialeintrag für Pappelsperrholz 3mm und den 1mm Fräsbohrer erstellen.



Klicken Sie dazu auf die Schaltfläche **Neu...**. Das nebenstehende Fenster wird angezeigt.

Öffnen Sie die Werkzeugliste Ihrer Werkzeugdatei und wählen daraus das Werkzeug **<Mein Fräsbohrer/1.0mm>**.

Stellen Sie anschließend die restlichen Parameter für Frästiefe, Zustellungen, Vorschub usw. ein.

Um die Einstellungen für das definierte Material in der Materialdatei zu speichern, klicken Sie auf das Icon **OK**.

Der Eintrag wird am Ende der Materialdatei angehängt. Mit **Sort** können Sie die Einträge neu sortieren.



## 9 Funktionen der STEP-FOUR Profi-Erweiterung

Wie Sie in den vorangegangenen Teilen des Handbuches sehen konnten, bietet Ihnen bereits die STEP-FOUR LT Frässoftware eine Vielzahl an leistungsfähigen Funktionen.

Wer die STEP-FOUR Software jedoch noch flexibler und professioneller einsetzen möchte, der wird die zusätzlichen Funktionen der Profi-Version zu schätzen wissen.

### **Im Folgenden ein kurzer Überblick über den erweiterten Funktionsumfang der Profi Frässoftware:**

- Zusätzlich zu den Importfunktionen HPGL, DXF und SFH steht ein SMF-Importfilter zur Verfügung. Außerdem können beliebig viele Importdateien in einer Fräsdatei kombiniert werden.
- Die Geometrieinformation der Fräsdaten kann mittels Export-Funktion wieder als HPGL oder DXF Datei ausgegeben werden. Dabei kann wahlweise die Original- oder die um den Werkzeugradius korrigierte Kontur ausgegeben werden.
- Zur gezielten Manipulation der Einzelobjekte einer Fräsdatei steht eine ganze Reihe von Funktionen wie Zerlegen, Gruppieren, Verschieben, Drehen, Spiegeln, Skalieren usw. zur Verfügung.
- Durch Umwandeln korrigierter Fräsbahnen in eigenständige Geometrieobjekte können auf einfache Weise dünnwandige Bauteile mit definierter Wandstärke erzeugt werden.
- Eine Meßfunktion hilft Ihnen z.B. bei der Kontrolle, ob zwischen zwei Bauteilen ein genügend breiter Steg stehenbleibt, oder beim Vermessen von Ausschnitten und ähnlichem.
- Sollen mehrere Bohrungen mit verschiedenen Durchmessern gesetzt werden, so können die größeren Bohrungen auf Wunsch durch Auffräsen ohne Werkzeugwechsel durchgeführt werden.
- Zum Ein- und Ausschalten diverser Zusatzgeräte können zwei Relaisausgänge mit einer Reihe von Funktionen (z.B. Fräskopf senken, Fräskopf heben, Frässtart, Fräsende usw.) verknüpft werden.
- Um die Arbeitsgrenzen der Maschine zu überwachen und um die Referenzposition automatisch anzufahren, werden Referenz- und Endschalter unterstützt.
- Für die Ersatzteilproduktion, einen eventuellen Werkzeugbruch im Fräsbetrieb oder ähnliches besteht die Möglichkeit gezielt ganz bestimmte Objekte, Objektgruppen zu bearbeiten, oder ab einem bestimmten Objekt weiterzuarbeiten.
- Falls Sie wissen möchten, ob ein Bauteil noch vor Feierabend hergestellt werden kann, so werden Sie die Funktion zur Vorausberechnung der Bearbeitungszeit zu schätzen wissen.

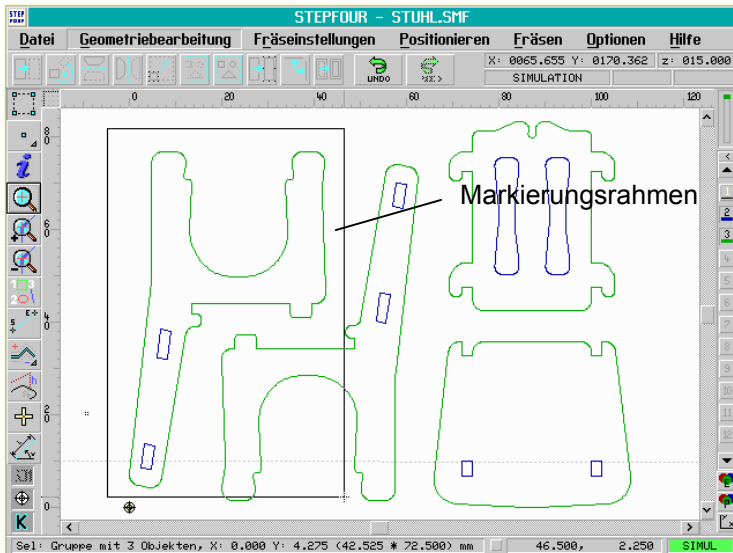
Spezielle Leistungsmerkmale wie z.B. der Anschluss und die Verwendung von Referenzschaltern sind in den entsprechenden Teilen des Anhangs genauer ausgeführt.


Auf den folgenden Seiten hingegen werden Sie die praktische Anwendung einiger dieser Funktionen anhand von verschiedenen Beispielen vertiefen.


## 9.1 Einzelobjekte und Gruppierungen bearbeiten:


Bevor Sie anhand verschiedener Beispiele die Funktionen der STEP-FOUR Profi-Frässsoftware kennen lernen, hier zunächst noch einige grundlegende Hinweise zum Arbeiten mit Objekten und Gruppen.

Ein Objekt in der STEP-FOUR Frässsoftware besteht immer aus einem Punkt, einer Linie oder einem zusammenhängenden Linienzug. Einzelne Objekte können zu größeren Gruppen zusammengefasst werden. Solche Gruppen lassen sich wie ein einzelnes Objekt handhaben und können genau so mit den Funktionen der Geometriebearbeitung manipuliert werden (verschieben, spiegeln, skalieren usw.).



Um Einzelteile oder Untergruppen zu größeren Gruppen zusammenzufassen, werden die gewünschten Bauteile zunächst markiert. Dies erfolgt entweder durch Ziehen eines Rahmen um die gewünschten Objekte, oder die Bauteile werden bei gedrückter Umschalttaste  nacheinander angeklickt.

Danach werden die Einzelteile durch Klicken auf  **Gruppieren** zu einer Gruppe zusammengefasst.

Um eine bestehende Gruppe wieder aufzulösen wird diese selektiert und anschließend auf  **Gruppierung aufheben** geklickt.

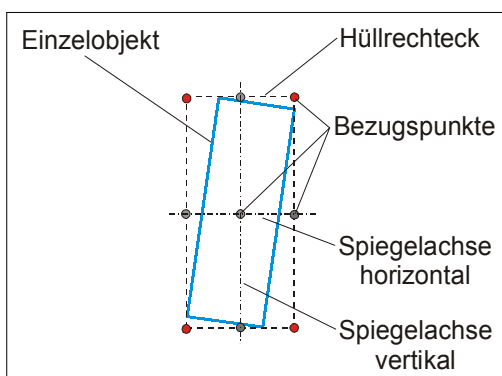
### Hinweis zum Arbeiten mit dem Markierungsrahmen:

In manchen Fällen (z.B. bei Überlappungen von Bauteilen) kann es schwierig sein, die richtigen Objekte mit dem Markierungsrahmen auszuwählen. Es wird daher bei diesem Werkzeug unterschieden, in welcher Richtung der Rahmen aufgezogen wird.

Wird der Markierungsrahmen von links nach rechts aufgezogen, so werden nur die Objekte selektiert, die vollständig vom Rahmen eingeschlossen werden.

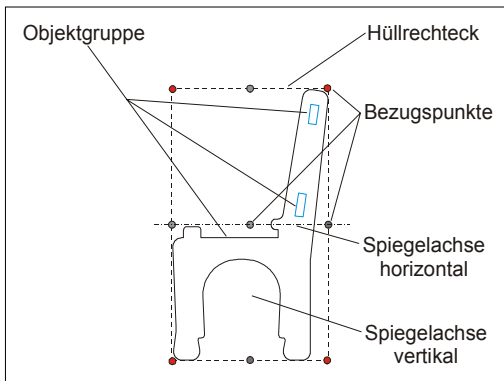
Beim Aufziehen von rechts nach links werden auch alle Objekte selektiert, die sich nur teilweise im Selektionsrahmen befinden.

### 9.1.1 Bezugspunkte von Einzelteilen und Gruppen

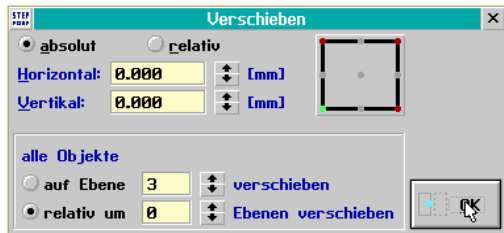


Für alle Aktionen, die sich auf die Position eines Objektes beziehen, muss ein Bezugspunkt bzw. eine Bezugsachse bekannt sein.

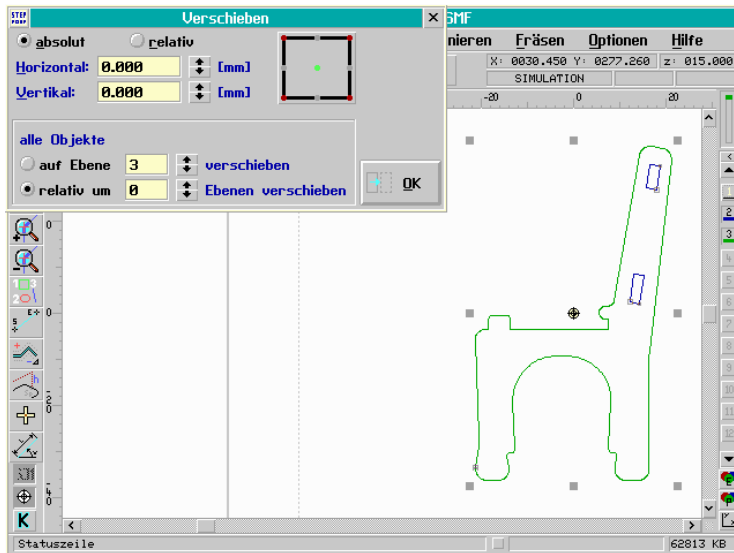
Daher wird um jedes Objekt ein Hüllrechteck gelegt. Für dieses Hüllrechteck gibt es neun Bezugspunkte, die als Referenz für die Objektposition genutzt werden können.



Für die Bearbeitung von Objektgruppen gilt im Prinzip dasselbe. Auch solche Gruppen können mit den Werkzeugen der Geometriebearbeitung wie Einzelobjekte behandelt werden. Auch hier wird um die gesamte Gruppe ein Hüllrechteck gelegt, welches neun Bezugspunkte als Referenz besitzt.

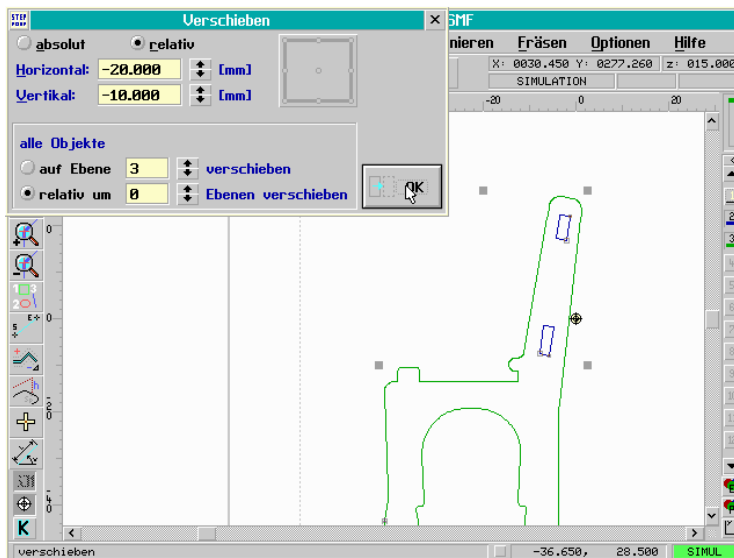


Im Fenster zum Verschieben ist das Hüllrechteck mit den neun Bezugspunkten schematisch dargestellt. Mit einem Mausklick auf den gewünschten Bezugspunkt kann dieser aktiviert werden. Der aktive Bezugspunkte wird grün dargestellt. Die Eingabe der Absolutkoordinaten bezieht sich dann auf diesen Bezugspunkt.



In der linken Abbildung wurde z.B. der **Mittelpunkt des Hüllrechteckes** als **Bezugspunkt** gewählt. Die Horizontal- und Vertikalkoordinaten werden auf **0,000 mm** gesetzt.

Durch Klicken auf **OK** wird das Fräsobjekt so positioniert, dass die Mitte des Hüllrechteckes genau im Koordinatenursprung = Nullpunkt liegt.

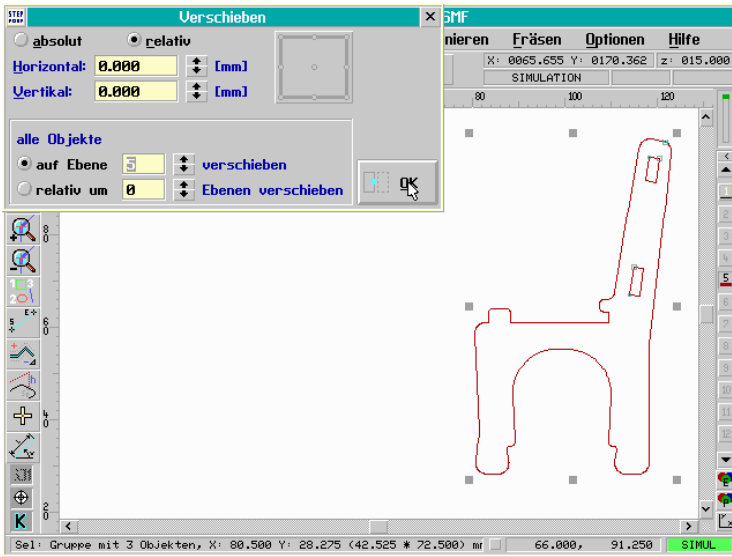


Die Definition eines Bezugspunktes hat nur bei der Angabe von Absolutkoordinaten Sinn.


Wird z.B. Verschieben **relativ** ausgewählt, so wird die Anzeige des Bezugspunktes gesperrt.


Bei Eingabe eines Verschiebevektors von **Horizontal -20 mm** und **Vertikal -10 mm** (Abbildung links) wird das Objekt bei **jedem Klick** auf **OK** um diesen Betrag nach links unten verschoben.

Neben dem Verschieben an eine bestimmte X/Y Position im Arbeitsbereich können Bauteile auch auf eine andere Bearbeitungsebene verschoben werden.



Es soll z.B. ein Bauteil an der selben XY Position bleiben aber auf eine andere Bearbeitungsebene gelegt werden.

Das Objekt oder die Gruppe wird selektiert und die Funktion  **verschieben** aufgerufen. Die Koordinaten für den Verschiebevektor in XY Richtung werden auf  **relativ** und 0,0mm gesetzt.

Selektieren Sie  **alle Objekte**  **auf Ebene** und geben Sie die gewünschte Ebene an.

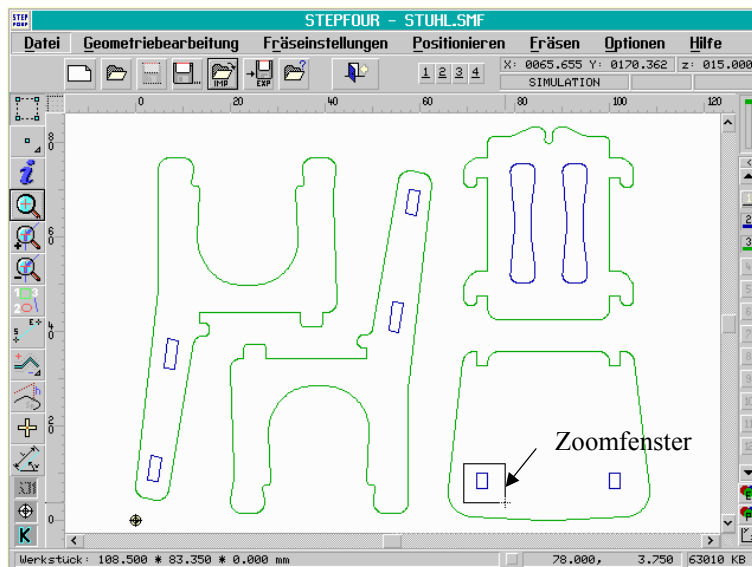
Nach dem Anklicken von OK wird das selektierte Objekt auf die gewünschte Ebene verschoben.

Prinzipiell arbeiten alle anderen Geometriebearbeitungsfunktionen nach dem selben Prinzip. Eine Beschreibung zur genaueren Arbeitsweise der einzelnen Funktionen folgt in den weiteren Kapiteln. Auch in der Online Hilfe erhalten Sie Informationen zur Anwendung der jeweiligen Befehle.

## 9.2 Praktische Anwendung der Profi-Fräsfunktionen

Aus einem Stück 3mm Pappelspertholz soll ein Puppentisch mit 4 Stühlen hergestellt werden. Die Fräsdatei für den Tisch existiert bereits im SMF-Format. Von der Datei für die Stühle hingegen existiert nur eine HPGL-Datei, welche für die alte Standard-Fräsoftware V1.6 konstruiert wurde. Da diese Software noch keine Werkzeugradiuskompensation besaß, wurde bei der Konstruktion des Stuhles bereits ein Werkzeugdurchmesser von 1,2mm berücksichtigt. Die Aufgabe besteht nun darin, die beiden Dateien so zu verknüpfen, dass sowohl Tisch als auch Stühle in einem Arbeitsgang mit demselben Werkzeug hergestellt werden können. Wie Sie dabei am effizientesten vorgehen, werden Sie im Folgenden erfahren:

### 9.2.1 Umwandeln der radiuskorrigierten HPGL-Datei in die Originalabmessungen




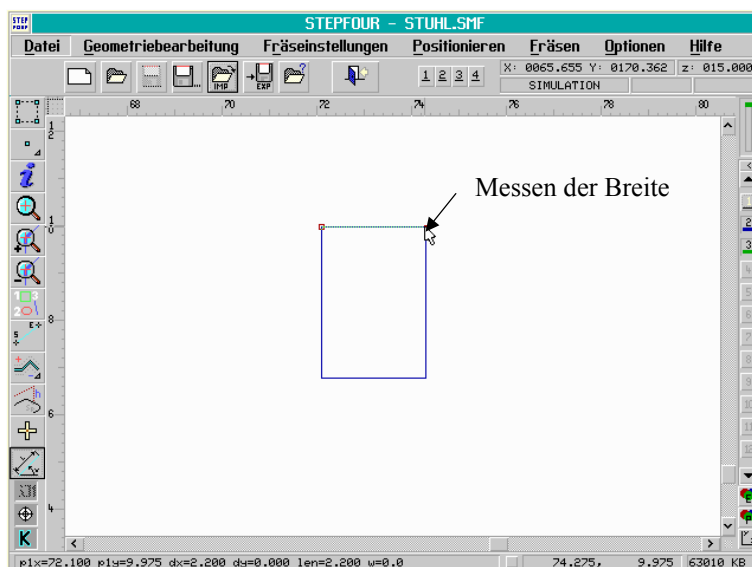
Für die weitere Bearbeitung der Fräsdaten sollten zunächst beide Ausgangsdateien in der Originalgröße vorliegen. Daher muß die HPGL-Datei des Stuhles entsprechend modifiziert werden.


Dazu wird zunächst die HPGL-Datei stuhl.plt importiert.

Verwenden Sie beim Import die Option Wegoptimierung mit einer max. Lücke von 0,1mm.

Nach dem Import der Datei sehen Sie nebenstehende Abbildung.

Aktivieren Sie die Funktion  **Zoom** und legen Sie ein Fenster um einen der kleinen Ausschnitte.

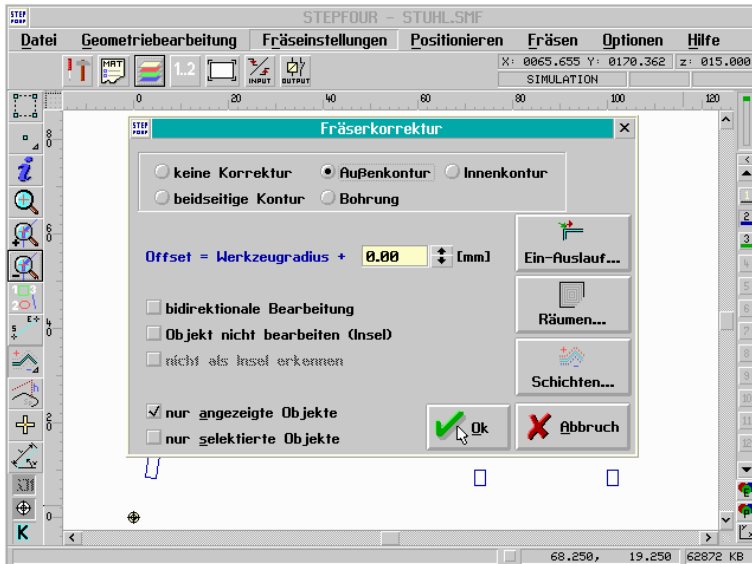


Aktivieren Sie nun die Funktion  **Messen** und überprüfen Sie die Breite des Ausschnittes.

Positionieren Sie dazu den Cursorpfeil in die Nähe des ersten Eckpunktes und klicken Sie auf die rechte Maustaste. Damit wird als erster Meßpunkt der Eckpunkt gefangen. Danach klicken Sie mit der rechten Maustaste auf den zweiten Eckpunkt. Die gemessene Strecke wird nun punktiert dargestellt.



In der Statuszeile werden nun die Koordinaten des ersten Meßpunktes die Entfernungen in X- und Y-Richtung sowie Länge und Winkel der Meßstrecke angezeigt.


Im konkreten Fall beträgt die Länge 2mm. Dies bedeutet, da der Stuhl für einen 1,2mm Fräser konstruiert wurde, dass der Originalausschnitt 3,2mm betragen hat. Das Übermaß von 0,2mm kommt daher, daß die meisten Sperrholzplatten geringfügig dicker als 3mm sind. Um eine zu strenge Passung zu vermeiden, wurde daher dieses Übermaß vorgesehen.

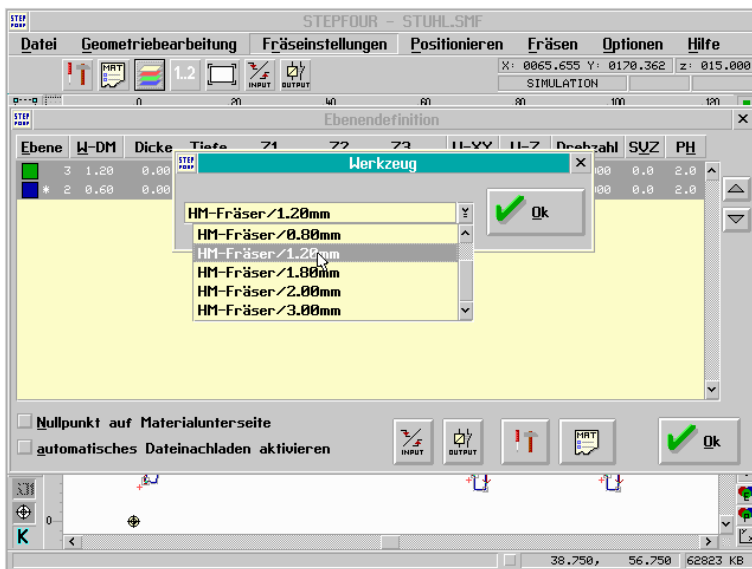




Um nun wieder zur Originalkontur zu gelangen, müssen Sie eine genau entgegengesetzte Werkzeugradiuskorrektur definieren.

Wechseln Sie dazu wieder zur letzten

Ansicht durch Klicken auf . Blenden Sie die Darstellung der Ebene  mit den Außenkonturen aus.


Aktivieren Sie das Werkzeug  **Fräserradiuskorrektur** und definieren Sie mit einem Rahmen für alle Objekte dieser Ebene eine **Außenkontur**.




Blenden Sie anschließend die Ebene  ein und Ebene  aus.

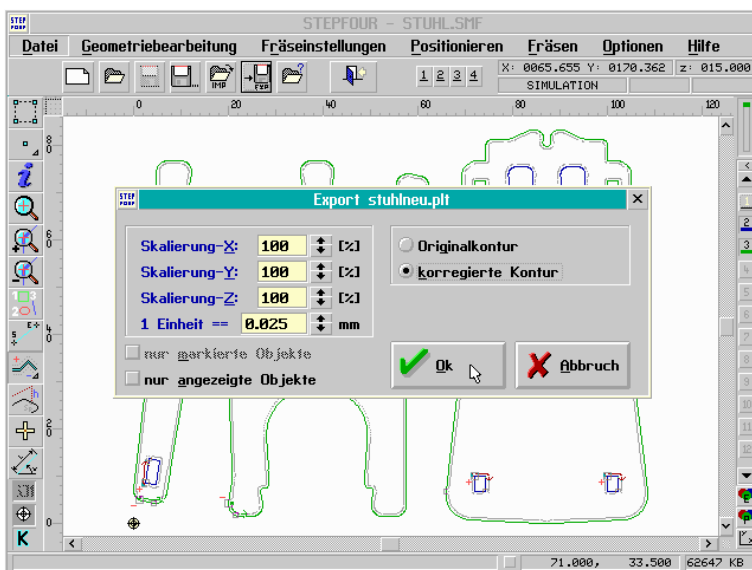
Ziehen Sie einen Rahmen um alle Objekte und definieren Sie nun eine **Innenkontur**.

Wechseln Sie zum Menü **<Fräseinstellungen>** und rufen Sie

dort die Funktion  Ebenendefinition auf. Selektieren Sie beide Ebenen und wählen Sie einen Fräser mit 1,2mm aus. Verlassen Sie beide Fenster mit **OK**. Schalten Sie die Konturdarstellung mit dem Schalter **K** ein.

Wechseln Sie nun zum Menü **<Datei>**.

Klicken Sie auf die Funktion  **Export**.




Selektieren Sie HPGL Export und bestätigen Sie mit **OK**. Im Fenster für die Dateiauswahl ist bereits der alte Dateiname **stuhl.plt** ausgewählt. Benennen Sie diesen Namen in **stuhlneu.plt** um und bestätigen Sie mit **OK**.

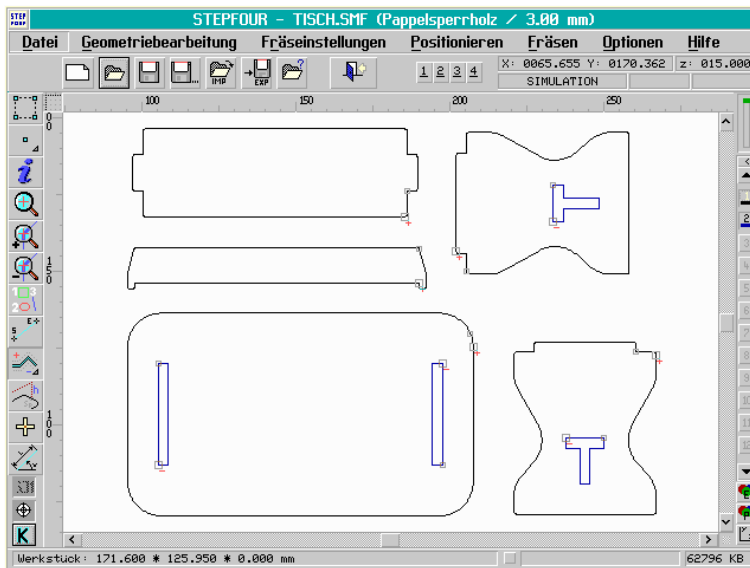
Die Exportoptionen für Skalierung und Plotteinheiten sind bereits korrekt eingestellt.

Schalten Sie den Wahlschalter für „**korrigierte Kontur**“ ein und klicken Sie auf **OK**.

Die HPGL-Datei wird nun so ausgegeben, dass die Maße dem Originalbauteil entsprechen.

Im Moment werden die aktuellen Daten nicht mehr benötigt und Sie können mit  Datei neu die aktuellen Daten im Arbeitsspeicher löschen.

## 9.2.2 Laden und Modifizieren der Fräsdatei für den Tisch

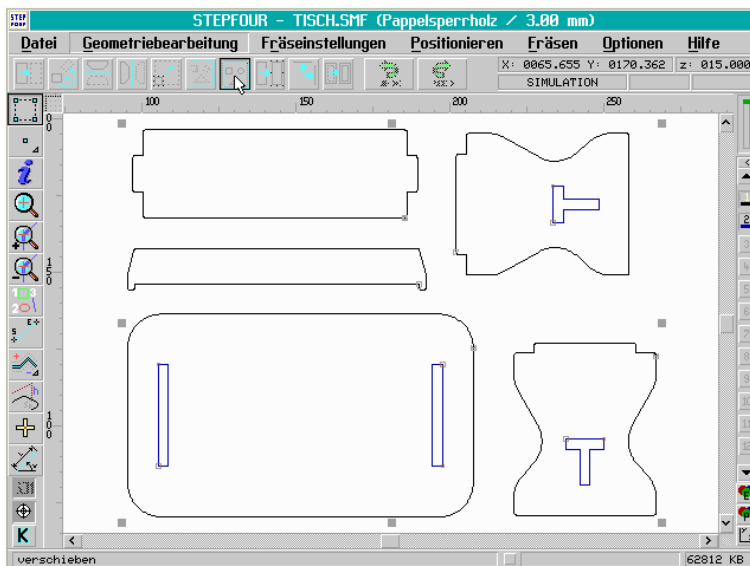


Laden Sie nun aus dem Verzeichnis `\s4pro\muster\beispiel\` die Datei **tisch.smf**.


Die nebenan abgebildete Darstellung wird angezeigt.

Zur besseren Übersicht bzw. zum schnelleren Bildaufbau sollten Sie die Anzeige der Werkzeugradiuskorrektur **K** für die weitere Arbeit ausschalten.


Wie Sie sehen können, sind die Bauteile dieser Fräsdatei noch nicht sehr platzsparend angeordnet. Daher werden die Objekte zunächst neu angeordnet.



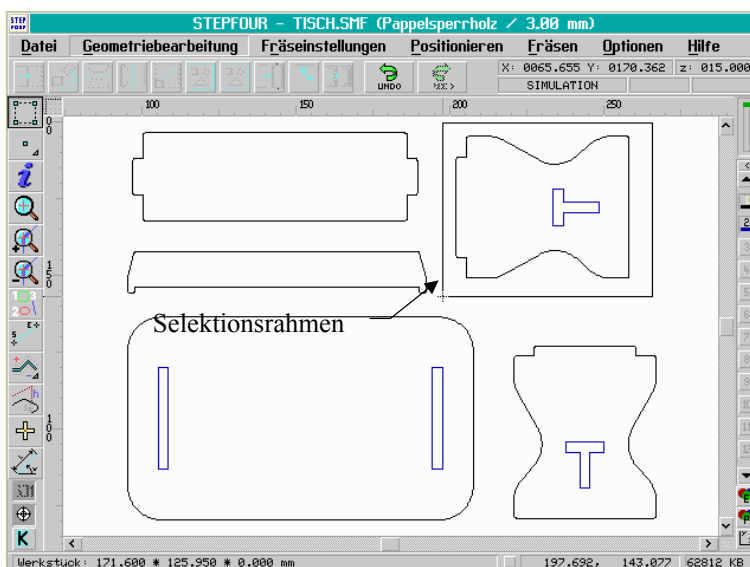
Selektieren Sie eines der Objekte mit

dem  Selektionswerkzeug. Da alle Objekte zu einer Gruppe zusammengefasst sind, wird auch die gesamte Fräsdatei selektiert.


Wechseln Sie zum Menü **<Geometriebearbeitung>** und rufen




Sie dort die Funktion  **Gruppierung aufheben** auf.

Danach kann jedes einzelne Objekt getrennt selektiert werden. Bei der Tischplatte bzw. den Seitenteilen müssen jedoch die Durchbrüche und die Außenkonturen immer gemeinsam verschoben werden. Daher werden diese wieder zu Untergruppen zusammengefasst.

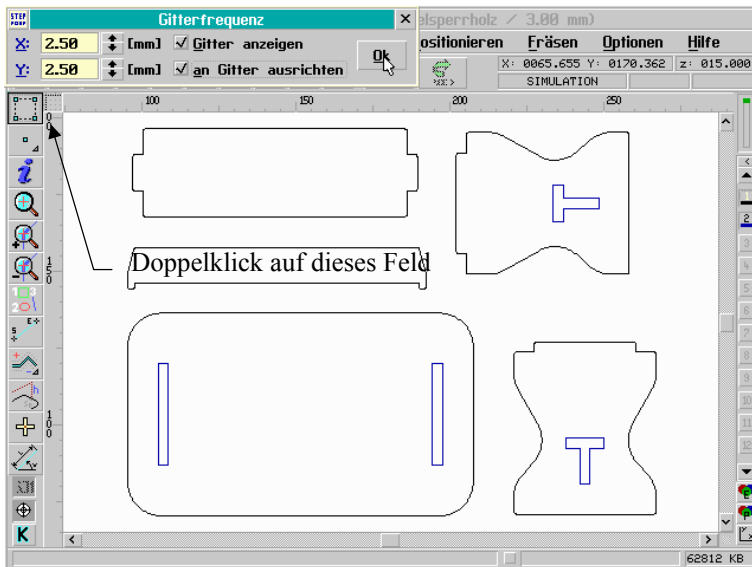


Ziehen Sie dazu bei eingeschaltetem Selektionswerkzeug einen Rahmen um die jeweiligen Objekte und klicken Sie

anschließend auf die Funktion  **Gruppieren**.

 Anstelle der Schaltflächen können Sie beide Funktionen auch durch Drücken von  für „Gruppieren“ und  für „Gruppierung aufheben“ ausführen.



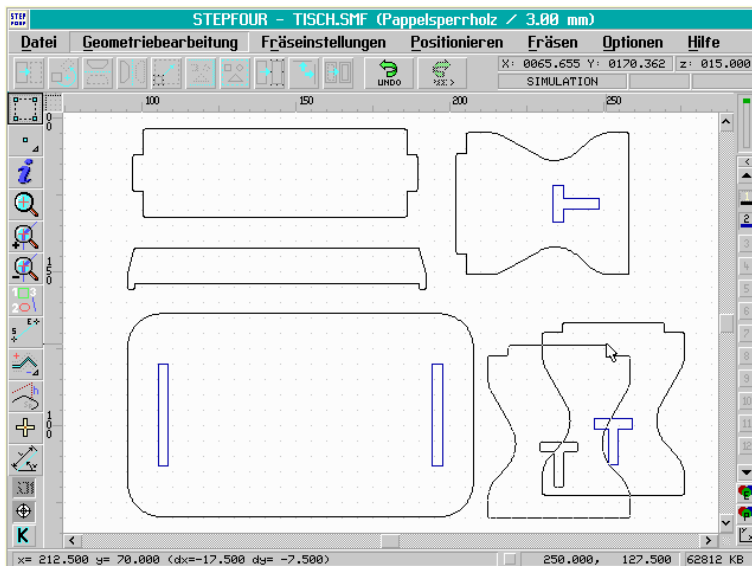


Im nächsten Schritt können Sie die Bauteile so anordnen, dass eine günstigere Materialausnutzung gegeben ist.


Im konkreten Fall werden einfach die Objekte und Objektgruppen per Maus an die entsprechende Stelle verschoben. Um diese Arbeit zu erleichtern, kann ein Gitter definiert und angezeigt werden.

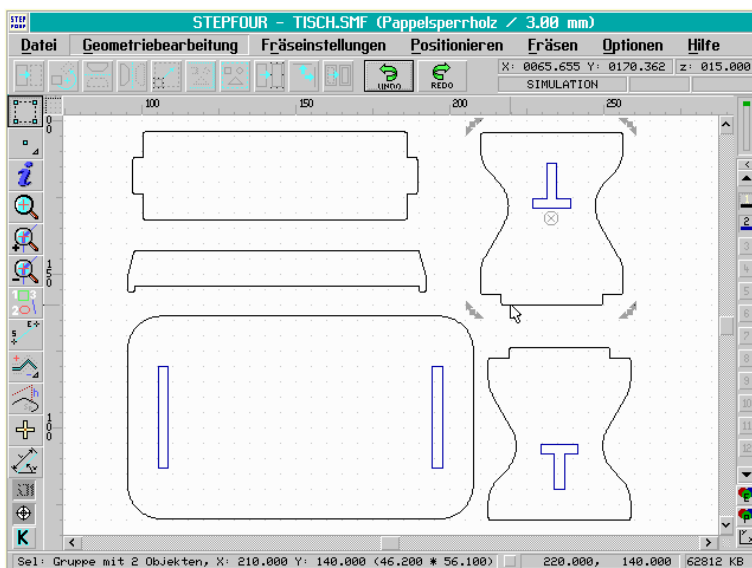
Das Definitionsfenster dafür öffnen Sie durch einen Doppelklick auf das Feld im Kreuzungspunkt der beiden Lineale. Geben Sie hier die Werte **2,5mm** ein und aktivieren Sie die beiden Felder „**Gitter anzeigen**“ und „**An Gitter ausrichten**“.

Verlassen Sie das Fenster mit **OK**.



Zum Verschieben eines Objektes bzw. einer Gruppe klicken Sie das jeweilige Objekt an irgendeiner Stelle der Kontur mit der linken Maustaste an. Solange Sie die Maustaste gedrückt halten, können Sie das Bauteil durch Bewegen der Maustaste verschieben. Nach dem Loslassen der Taste wird das Objekt an die neue Position verschoben.

Wenn Sie beim Verschieben gleichzeitig die Taste  drücken, so kann der Teil entweder nur horizontal oder vertikal verschoben werden.

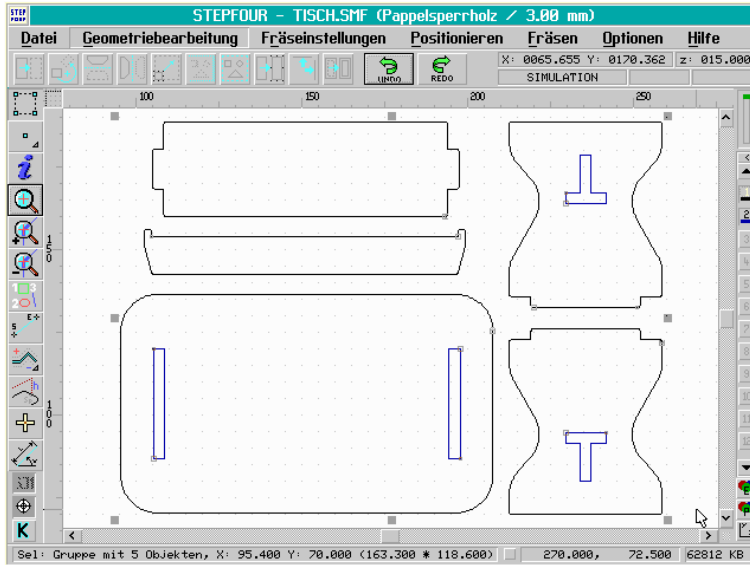


Der zweite Seitenteil des Tisches muss neben dem Verschieben auch noch um 90° gedreht werden.

Dazu klicken Sie einmal kurz auf die Kontur. Der Teil ist nun selektiert. Klicken Sie nun noch einmal auf die bereits selektierte Kontur. Die Anfasspunkte des Hüllrechteckes ändern sich nun in Drehpfeile. Durch Ziehen an diesen Drehpfeilen könnte das Objekt jetzt in jede beliebige Winkellage gebracht werden.

Da in diesem Falle jedoch genau um 90° gedreht werden soll, gibt es eine exaktere Möglichkeit. Klicken Sie einfach mit der rechten Maustaste auf die Kontur, so wird die gesamte Gruppe exakt um 90° gegen den Uhrzeigersinn gedreht.





Klicken Sie nach dem Drehen noch einmal mit der linken Maustaste auf die Kontur. Damit sind Sie wieder im Verschiebemodus und Sie können das Objekt an die gewünschte Position setzen.



Wenn alle Bauteile am rechten Platz sitzen, dann sollten Sie noch einmal ein Hüllrechteck um alle Teile ziehen und mit der Tastenkombination **Strg** **G** eine übergeordnete Gruppe erzeugen, die alle Teile beinhaltet.

Bevor Sie weiterarbeiten, sollten Sie die Änderungen an der Fräsdatei für den Tisch auf Ihrer Festplatte sichern.


### 9.2.3 Weitere Möglichkeiten zur Modifikation von Geometrieelementen:

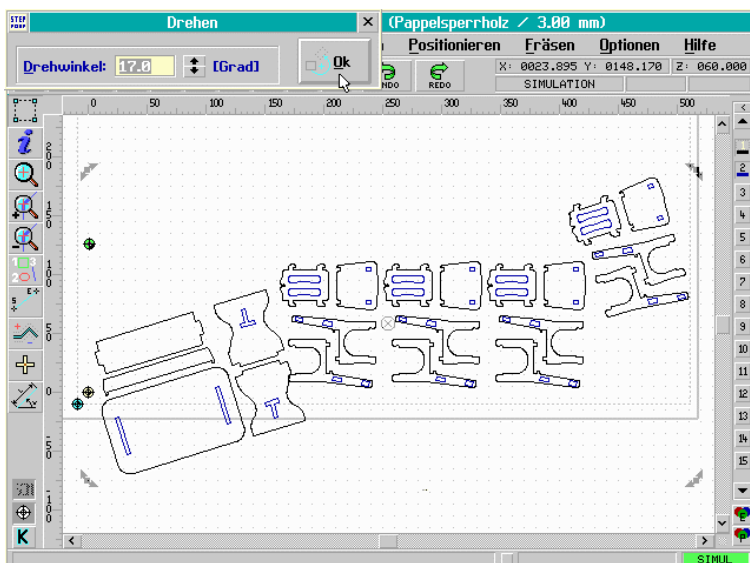
Neben den im vorigen Beispiel angeführten Möglichkeiten zum Modifizieren einer Fräsdatei gibt es eine Reihe weiterer Funktionen zum Manipulieren von Einzelobjekten oder Objektgruppen.

#### Spiegeln:

Mit den beiden Schaltflächen  **horizontal spiegeln** und  **vertikal spiegeln** können Objekte oder Objektgruppen um die X- bzw. Y-Achse gespiegelt werden. Die Spiegelachse läuft dabei immer durch die Mitte des Hüllrechteckes. Die beiden Funktionen können auch per Tastenkombination **Strg** **X** für **horizontal spiegeln** und **Strg** **Y** für **vertikal spiegeln** aufgerufen werden.


#### Drehen:

Mit der Funktion  **Drehen** wird ein Eingabefenster geöffnet, in das Sie den gewünschten Drehwinkel eingeben. Mit Betätigen von OK werden die selektierten Objekte dann um diesen Winkel gedreht. Positive Werte drehen ein Objekt gegen den Uhrzeigersinn. Der Drehpunkt liegt immer im Zentrum des Hüllrechteckes welches alle selektierten Objekte umschließt.



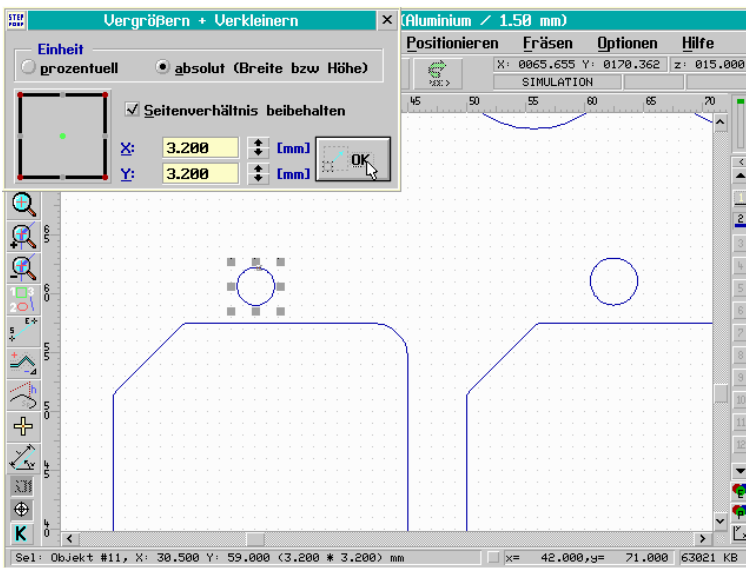
Im der nebenstehenden Abbildung wurde der Tisch und ein Stuhl rechts außen selektiert.

Als Drehwinkel wurden 17° eingegeben.

 Wurde einmal ein Drehwinkel eingegeben, so kann die Funktion Drehen auch mit der Tastenkombination **Strg** **R** direkt ausgeführt werden. Dabei wird immer der zuletzt eingegebene Drehwinkel verwendet.

**Skalieren:**

Mit der Maus besteht die Möglichkeit, selektierte Objekte durch Verschieben der „Anfasspunkte“ in der Größe zu verändern. Soll ein Bauteile jedoch exakt auf eine bestimmte Größe eingestellt werden, so dient dazu die Funktion **skalieren**.



3,2mm für die Kernlochbohrung an.

Mit OK wird die Bohrung auf dieses neue Maß korrigiert.

Sie möchten z.B. ein M4 Gewinde herstellen. Bei der Konstruktion wurde die Kernbohrung für das M4 Gewinde jedoch versehentlich bereits als 4mm Bohrung gezeichnet.

Selektieren Sie die Bohrung und rufen

Sie die Funktion  Skalieren auf.

Wechseln Sie die Einstellung der Einheit zu

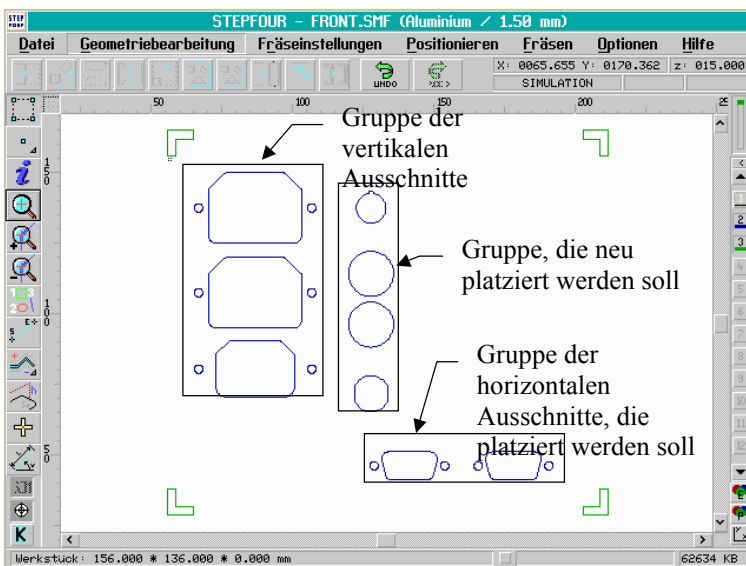
**absolut (Breite bzw Höhe).**

Das Anhängen der Checkbox **Seitenverhältnis beibehalten** bewirkt, dass X und Y im selben Verhältnis verkleinert werden.

Als Bezugspunkt wird der Mittelpunkt des Hüllrechteckes aktiviert.

Geben Sie nun das korrekte Maß von

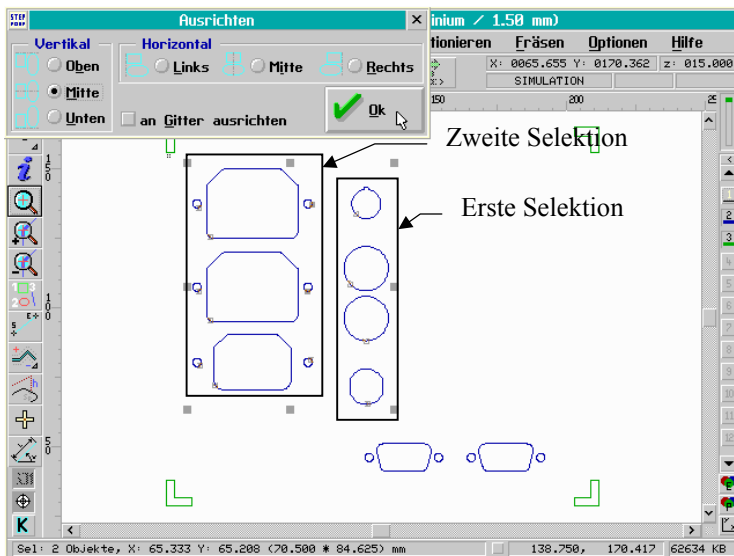
**Objekte zueinander ausrichten:**



Die nebenstehenden Abbildung zeigt die Fräsdatei einer Gehäusefrontplatte mit Ausnehmungen für verschiedene Einbauteile.

Die markierten Ausnehmungen für Schalter, Sicherungen usw. sollen neu angeordnet werden. Dabei sollen diese Teile genau mittig zu den beiden horizontalen bzw. den drei vertikalen Ausnehmungen platziert werden.

Dazu müssen zuerst drei Gruppen von Objekten lt. nebenstehender Abbildung gebildet werden.

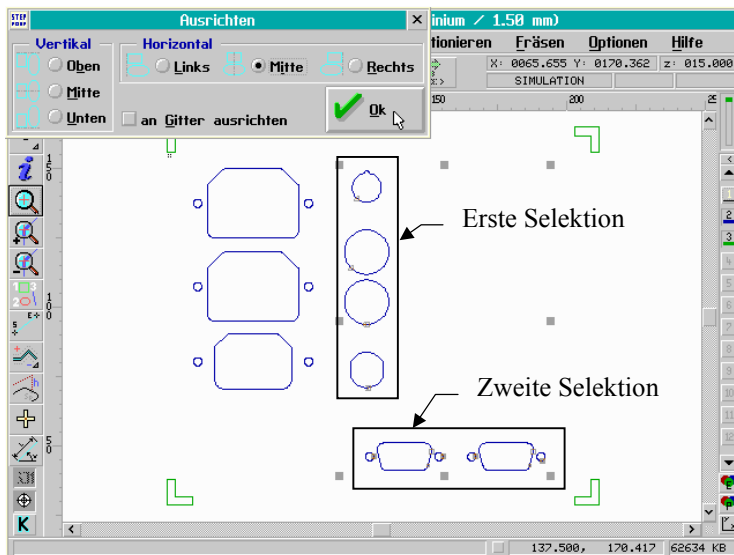


Selektieren Sie als erstes die Gruppe von Objekten, die neu platziert werden soll.

Als zweites selektieren Sie bei gedrückter Umschalt-Taste (Umschalt-Taste) die Gruppe der vertikalen Ausschnitte.

Klicken Sie auf den Schalter **Ausrichten** und aktivieren Sie für die vertikale Ausrichtung den Schalter **Mitte**. Für die horizontale Ausrichtung wird kein Schalter aktiviert, damit bleibt die Horizontalposition unverändert.

Klicken Sie nun auf **OK**, um die Objekte zu verschieben.

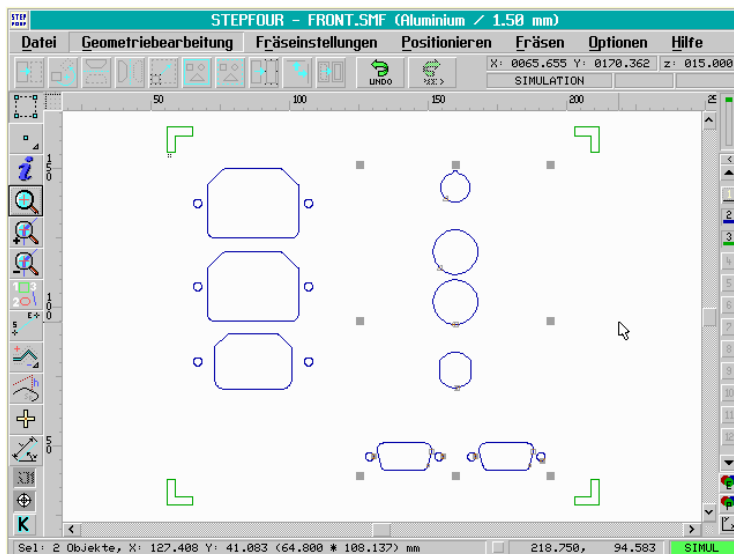


Klicken Sie nun irgendwo in einen leeren Bereich der Zeichenfläche, um die aktuelle Selektion aufzuheben.

Nun wird neuerlich die Gruppe von Objekten für die Neuplatzierung selektiert.

Als zweites wird bei gedrückter Umschalt-Taste die Gruppe der horizontalen Ausschnitte selektiert.

Nach dem Öffnen des Fensters zum **Ausrichten** wird jetzt der Schalter **Mitte** für die **horizontale** Ausrichtung aktiviert und die Vertikalposition bleibt unverändert.



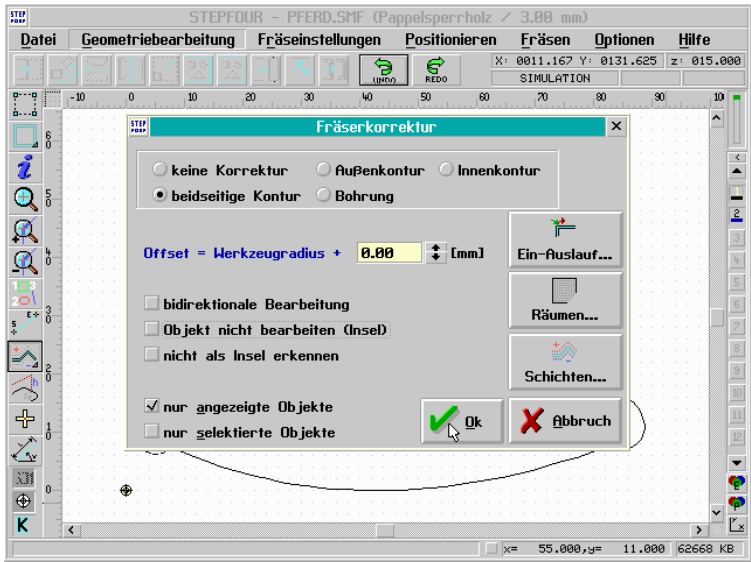
Nach Klicken auf OK befinden sich die Ausschnitte exakt an der gewünschten Position.

Durch Mehrfachselektion von Einzelelementen oder Gruppen können Sie eine ganze Reihe von Objekten auf einmal ausrichten. Dabei gilt immer das zuletzt angeklickte Objekt als Referenz, an dem alle vorher selektierten Objekte ausgerichtet werden.


**Umwandeln von Konturen in Geometrieobjekte.**

Sie wollen z.B. zum Folienschneiden das Schaukelpferd als „Outline“ herstellen.

Dies geschieht auf einfache Weise mit der Funktion  **Kontur in Objekt umwandeln**. Dabei wird die aus dem Werkzeugradius berechnete Innen- oder Außenkontur in ein neues eigenständiges Geometrieobjekt umgewandelt.





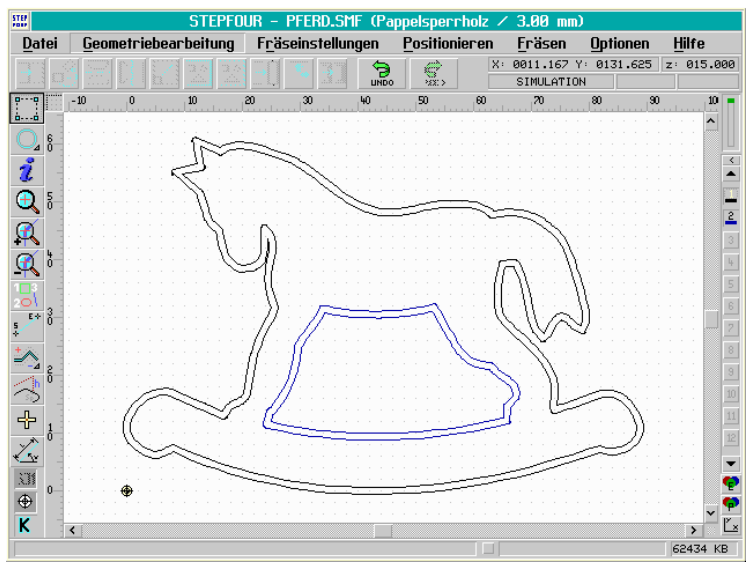
Öffnen Sie die Musterdatei des Schaukelpferdes.

Aktivieren Sie das Werkzeug  **Fräserradiuskorrektur**.



Ziehen Sie ein Fenster um das gesamte Schaukelpferd und definieren Sie für die beiden Objekte  **beidseitige Kontur**.

Schließen Sie das Fenster mit OK.

Selektieren Sie beide Objekte mit dem Selektionswerkzeug oder durch Drücken von   (alles Selektieren).



Drücken Sie die  Taste und klicken

Sie auf die Funktion  **Objekt in Kontur umwandeln** um die Innen- und Außenkonturen jeweils in eigenständige Objekte umzuwandeln. Die Originalkonturen werden dabei gelöscht. (Wird die  Taste nicht gedrückt, so bleiben die Originalkonturen erhalten.)

Die dadurch entstandenen Objekte können nun wie normale Fräsobjekte weiterbehandelt werden.

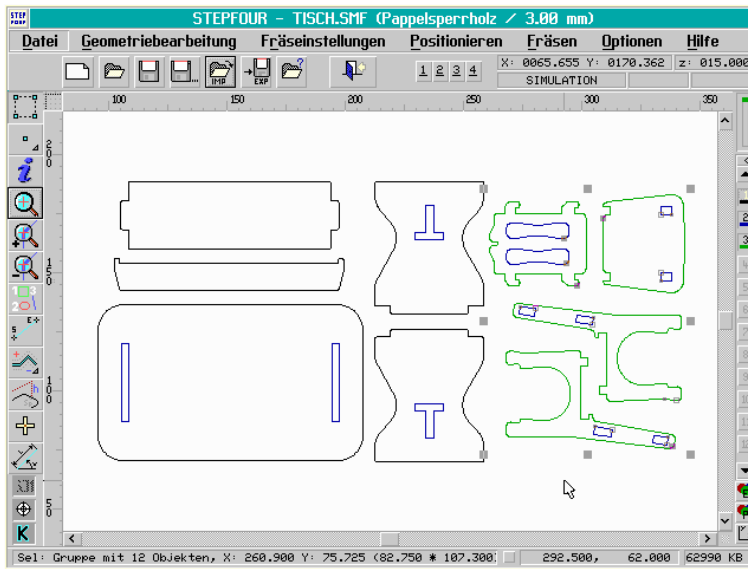
### 9.2.4 Kombinieren der Fräsdaten für Tisch und Stuhl

Häufig kommt es vor, dass Geometrie- oder Fräsdaten vorerst unabhängig voneinander erstellt werden. Später sollen diese Dateien dann zu einer einzigen gemeinsamen Fräsdatei verknüpft werden.

Um solche Fälle komfortabel lösen zu können, ist es möglich mehrere Dateien nacheinander in eine bestehende Fräsdatei zu importieren. Dabei spielt es keine Rolle, ob mehrere SMF-Fräsdateien oder ob unterschiedliche Dateien im HPGL oder DXF Dateiformat untereinander kombiniert werden sollen.

Im Beispiel der Kombination von Tisch und Stuhl wird folgendermaßen vorgegangen:

Laden Sie die Datei `tisch.smf`, die in einem der vorherigen Beispiele bearbeitet wurde.



Importieren Sie die korrigierte HPGL Datei „`stuhlneu.plt`“ aus dem Beispielerzeichnis.

Die Graphik wird nun in die bestehende Fräsdatei des Tisches geladen.

Eine neu importierte Datei wird dabei immer als Gruppe zusammengefaßt, sodass diese Gruppe gemeinsam an eine neue Position verschoben werden kann.

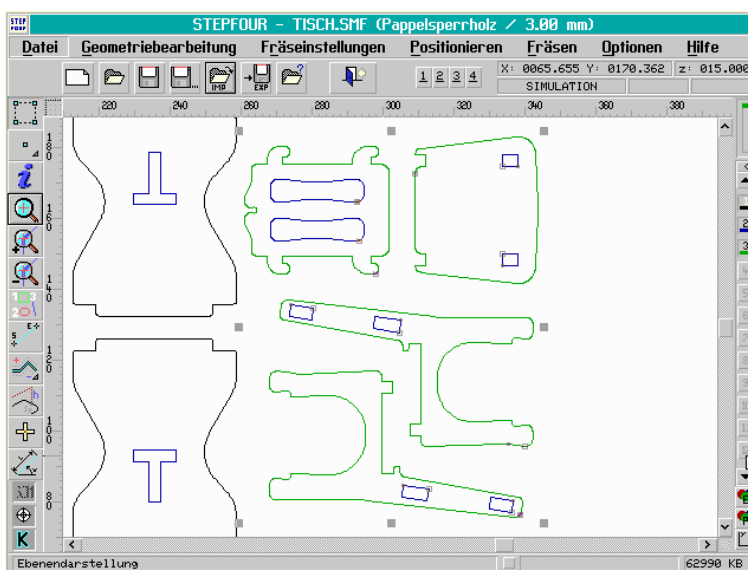
Im konkreten Fall werden die Teile des Stuhles nach rechts neben den Tisch platziert.

Um den Platz besser auszunutzen, wird der gesamte Stuhl auch noch um 90° gedreht.



Eine Besonderheit stellt der Import von SMF-Fräsdateien dar.

In diesen Dateien sind für jede Ebene, die Fräsobjekte enthält, bereits Parameter definiert. In diesem Fall werden nur Einstellungen von Ebenen übernommen, die in der aktuellen Fräsdatei noch nicht verwendet wurden.



Ein Doppelklick auf das obere Lupensymbol passt die momentan selektierten Objekte mit maximaler Größe in den Darstellungsbereich ein.

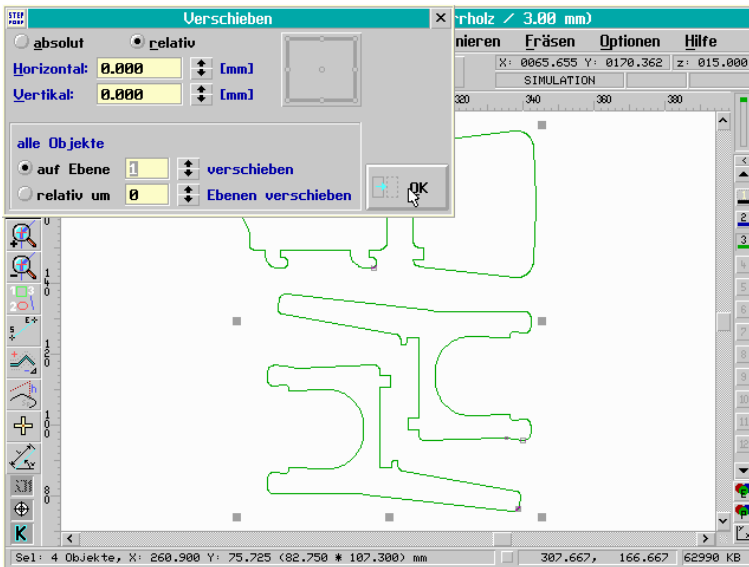
Wie Sie an der Farbe der Objekte sehen können, ist die Außenkontur des Tisches auf Ebene 1 gezeichnet. Die Außenkontur des Stuhles hingegen liegt auf Ebene 3.

Da im konkreten Fall jedoch für alle Außenkonturen dieselben Fräseinstellungen gelten, können auch alle Konturen auf derselben Ebene liegen.

Um die Objekte auf eine andere Ebene zu verschieben, gehen Sie wie folgt vor:

Zerlegen Sie die Gesamtgruppe mit der Tastenkombination `Strg` `U`.

Schalten Sie die Anzeige der Ebenen 1 und 2 aus.



Ziehen Sie nun einen Selektionsrahmen um alle Außenkonturen des Stuhls und rufen Sie im Menü

<Geometriebearbeitung> die

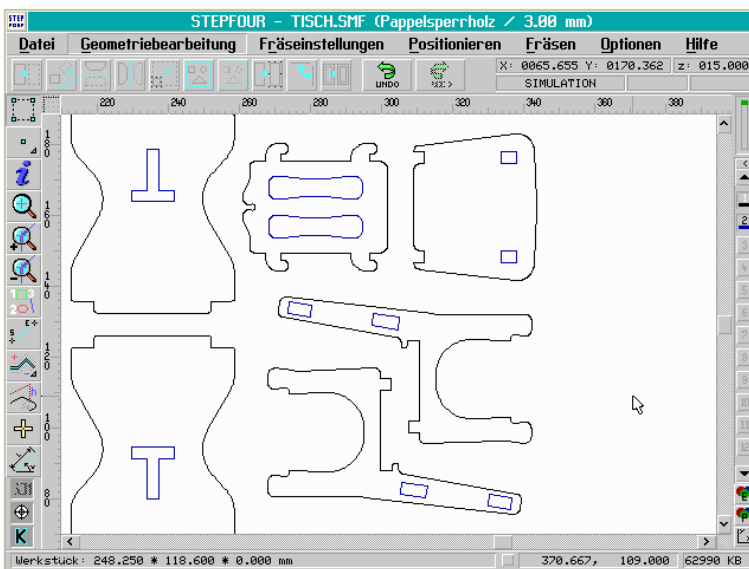
Funktion  **verschieben** auf.

Das Fenster zum Definieren der Verschiebeparameter wird geöffnet


Da die Position der Objekte nicht verändert werden soll, werden die Verschiebevektoren auf **relativ** und **0mm** eingestellt.

Im unteren Teil des Fensters aktivieren Sie „**alle Objekte auf Ebene 1 verschieben**“

Mit **OK** wird das Verschieben ausgeführt.



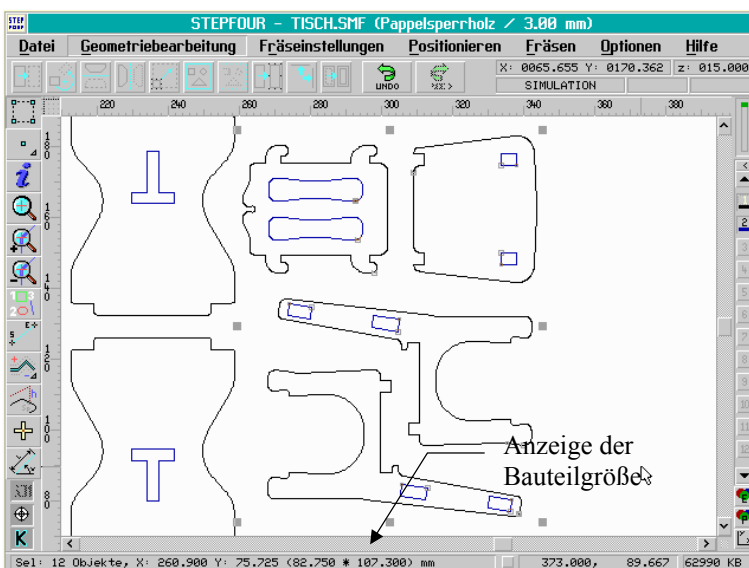
Da die Ebene 1 ausgeblendet ist, verschwinden die verschobenen Objekte.

Schließen Sie das Verschiebefenster durch Klicken auf die Schaltfläche  im rechten oberen Eck und schalten Sie die Darstellung der Ebenen 1 und 2 wieder ein.

Dann werden die Einzelobjekte des Stuhles wieder zu Gruppen zusammengefasst. Anschließend bilden Sie wieder eine Gesamtbaugruppe für den Stuhl.

Für die neu importierten Daten muss nun noch in gewohnter Weise die Richtung der Fräserradiuskorrektur angegeben werden. Wobei diesmal die Innen- und Außenkontur sinngemäß

richtig definiert werden müssen.



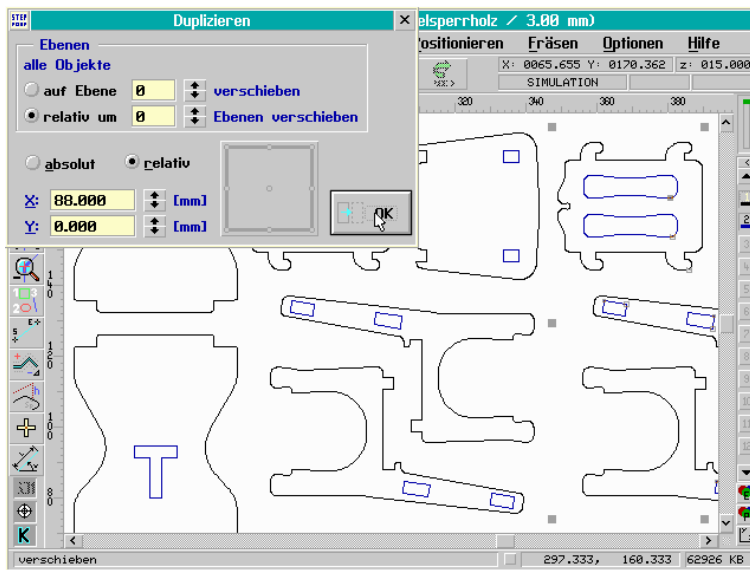
Da für den Tisch nicht nur ein sondern vier Stühle hergestellt werden sollen, müssen die Daten des Stuhles noch drei mal kopiert werden.


Wechseln Sie zum Menü <Geometriebearbeitung>.

Selektieren Sie die Baugruppe für den Stuhl. In der Statuszeile am unteren Bildschirmrand sehen Sie neben der Position der Baugruppe auch die Abmessungen.

Die Gruppe mit den Teilen für den Stuhl ist ca. 83mm breit und 107mm hoch.






Betätigen Sie die Schaltfläche  **Duplizieren**.

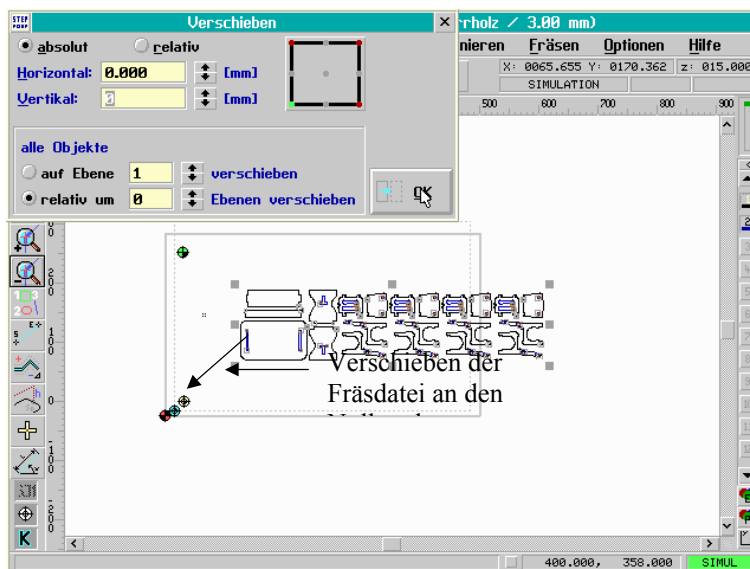
Das Fenster zur Eingabe der Parameter für das Duplizieren wird geöffnet.

Da die Baugruppe 83mm breit ist und zwischen den Baugruppen 5mm Zwischenraum bleiben soll, wird als Verschiebevektor ein Wert von **88mm relativ** zur **horizontalen** Position eingegeben. **Vertikal** bleibt die Position mit **0mm** unverändert. Da die Ebenen in diesem Fall unverändert bleiben sollen, wird hier die Einstellung **„relativ um 0 Ebenen verschieben“** aktiviert.

Nach Betätigen von **OK** wird die Baugruppe an die neue Position dupliziert.


Um die beiden weiteren Kopien zu platzieren, drücken Sie noch zwei mal **OK**.

Schließen Sie das Verschiebefenster durch Klicken auf die Schaltfläche 

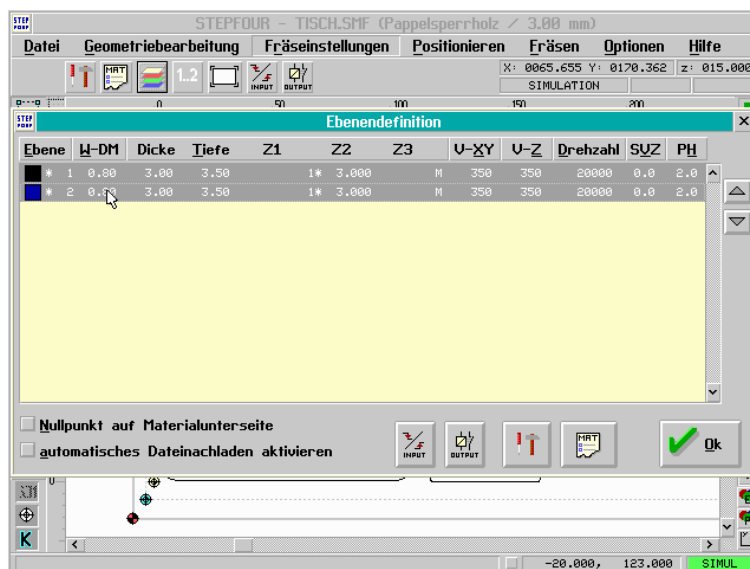


Ändern Sie den Zoombereich so, dass alle Baugruppen und der gesamte Arbeitsbereich sichtbar sind.

Da die Teile nicht im Nullpunkt des Koordinatensystems liegen, ragt ein Teil der Objekte über den Arbeitsbereich der Maschine hinaus. Daher muss die gesamte Fräsdatei in den Nullpunkt verschoben werden.

Selektieren Sie dazu alle Bauteile (Tastenkombination ).


Rufen Sie die Funktion **Verschieben** auf. Selektieren Sie diesmal **absolut** mit 0mm für die Position. Die Ebenenverschiebung wird diesmal **„relativ um 0 Ebenen eingestellt“**. Mit **OK** wird der Verschiebeporgang wiederum ausgeführt.

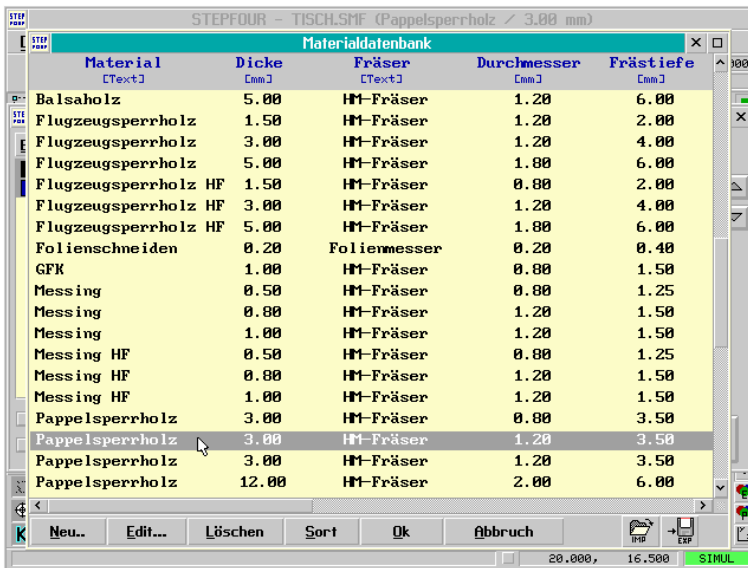


Wechseln Sie zum Menü Fräseinstellungen und öffnen Sie das Fenster für die Ebenendefinition.

Hier werden Sie sehen, dass für beide Ebenen ein 0,8mm Fräser eingestellt ist. Die übrigen Fräsparameter wie Vorschübe usw. sind auch auf diesen Frästyp abgestimmt.

Da die Bauteile jedoch mit einem 1,2mm Fräser bearbeitet werden sollen, müssen die Fräsparameter entsprechend angepasst werden.

Um nicht alle Werte eintippen zu müssen, werden einfach beide Ebenen im Fenster selektiert (Anklicken der beiden Zeilen bei gedrückter  Taste).



Klicken Sie im Anschluss daran auf die



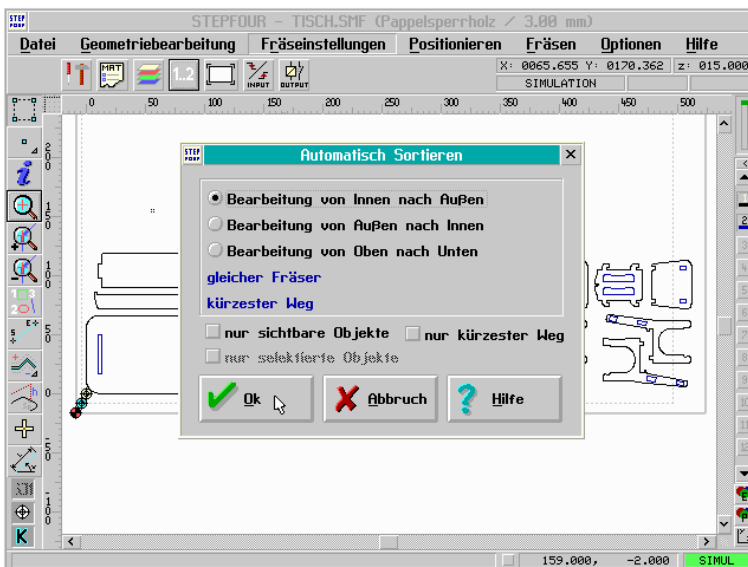
Schaltfläche im Ebenfenster.

Suchen Sie nach dem Materialeintrag für Pappelsperrholz 3mm und Fräser 1,2mm.

Wählen Sie diesen Eintrag aus und bestätigen Sie beide Fenster mit **OK**.

Die Fräseinstellungen sind damit für den 1,2mm Fräser aktualisiert worden.

Wird die Materialdatenbank aus der Ebenendefinition heraus aufgerufen, so werden die Parameter immer nur für die selektierten Ebenen übernommen. Damit können sehr schnell verschiedene Parameter in einzelne Ebenen übernommen werden (z.B. wenn ein auszufräsendes Bauteil mit einem anderen Werkzeug vorher graviert werden soll.)



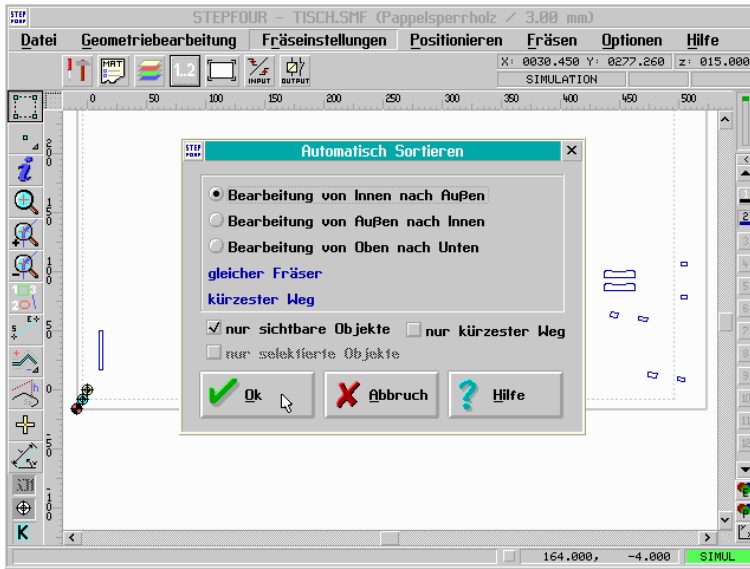
Zuletzt muss noch die Fräsreihenfolge festgelegt werden.

Rufen Sie dazu die Funktion **1.2** Sortieren im Menü **<Fräseinstellungen>** auf.

Aktivieren Sie „Bearbeitung von innen nach außen“ und starten Sie den Sortiervorgang mit **OK**.

Bei einer relativ dichten Materialausnutzung wie im vorliegenden Beispiel ist es aus Gründen der Stabilität (Vermindern von Schwingungen) sinnvoll, zuerst die gesamten Innenkonturen zu bearbeiten und erst anschließend die Bauteile auszufräsen.

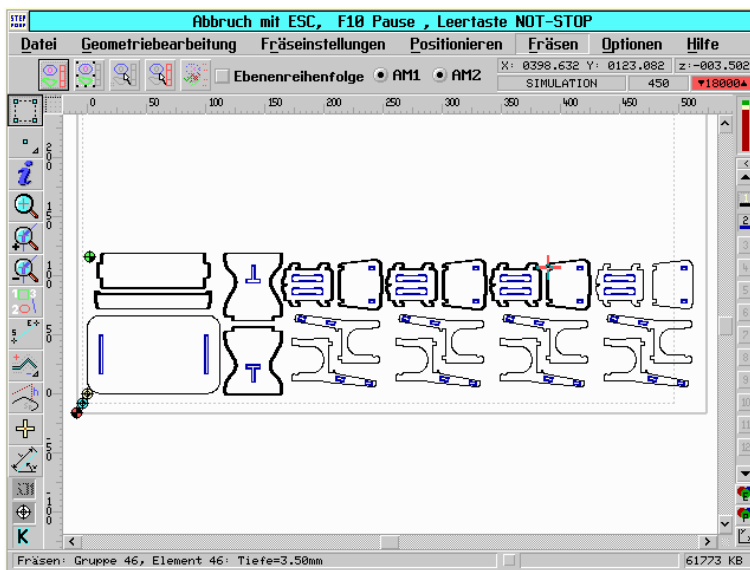




Um dies zu erreichen, müssen Sie zuerst die Ebene 2 mit den Innenkonturen ausblenden und anschließend die Funktion Sortieren mit der Option „**nur sichtbare Objekte**“ aufrufen.

Danach wechseln Sie die Ebenen und sortieren wiederum mit der Einstellung „**nur sichtbare Objekte**“ die Ebene 2.

☞ Diese Methode funktioniert auch mit mehreren Ebenen, da die zuletzt sortierten Objekte immer an den Anfang der Bearbeitung gesetzt werden. Vorher definierte Reihenungen bleiben dabei vollständig erhalten.



Zur Kontrolle der Reihenfolge sollte der Fräsvorgang nun noch im Simulationsmodus kontrolliert werden.

Überprüfen Sie dazu, ob der Schalter **SIM** eingeschaltet ist.

Wechseln Sie zum Menü <**Fräsen**>

und rufen Sie die Funktion **alles Fräsen** auf.

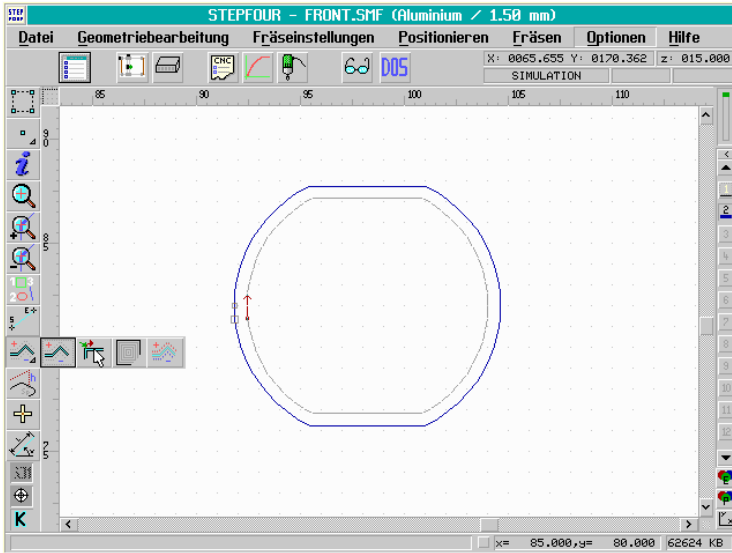
Zuletzt sollten Sie die Fräsdatei auf Ihrer Festplatte speichern.

Rufen Sie dazu die Funktion **Speichern unter...** auf. Ändern Sie den Dateinamen in `ess_group.smf` und klicken Sie auf **OK**.


## 9.3 Zusatzoptionen zur Konturdefinition

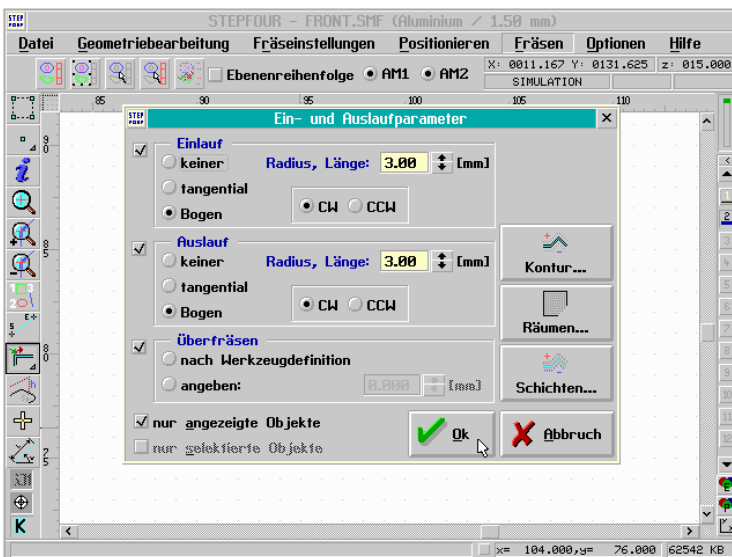
Sollen besonders saubere Konturen hergestellt werden, an denen keine Einstichpunkte des Werkzeuges sichtbar sind, können zusätzlich zu den Konturoptionen auch Ein- und Auslaufbedingungen bzw. Schlichtzyklen definiert werden.

### 9.3.1 Ein- / Auslaufdefinition:



Klicken Sie für ca. ½ Sekunde auf das Konturdefinitionswerkzeug. Eine Werkzeugleiste mit einer Reihe von Werkzeugen wird aufgeklappt.

Selektieren Sie das Werkzeug  Ein-/Auslaufdefinition.

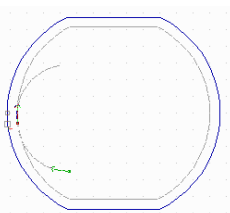


Wird nun ein Fräsobjekt angeklickt, öffnet sich das Fenster für die Ein- und Auslaufparameter.

Neben den Einstellungen für Ein- und Auslauf kann noch ein Parameter **Überfräsen** angegeben werden. Dieser Wert gibt an, dass der Start- und Endpunkt beim Fräsen der Kontur zusätzlich um diesen Betrag überlappt werden sollen. Der Wert für das Überfräsen kann entweder direkt angegeben werden, oder aber bei aktiviertem Schalter **nach Werkzeugdefinition** wird dieser Wert aus der Fräserkonfiguration übernommen.

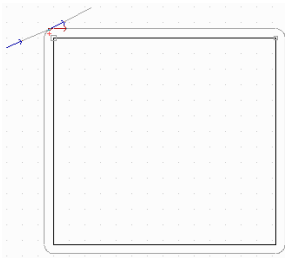
Bei Außenkonturen hat die Definition eines Ein- oder Auslaufes natürlich nur dann Sinn, wenn der Teil während der gesamten Bearbeitung fixiert ist. Fällt der Teil beim Konturenfräsen am Ende heraus, wird wahrscheinlich trotz Ein- bzw. Auslauf ein kleiner Rest vom Material stehen bleiben.

### **Einstellungen zur Ein- / Auslaufdefinition:**



In der linken Abbildung wurde für den Ein- und Auslauf ein **Bogen** mit einem Radius von 3mm gewählt.

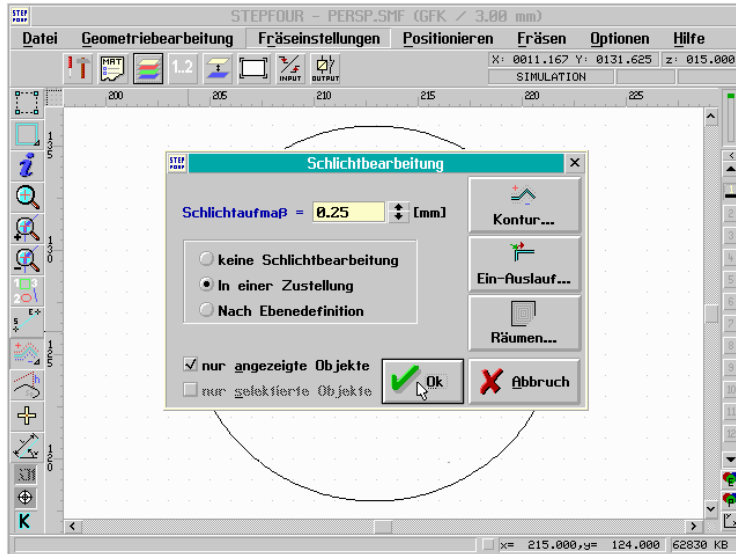
In beiden Fällen wurde für den Drehsinn **CW** gewählt.  
(CW = Clockwise = **im Uhrzeigersinn**)  
(CCW = Counter Clockwise = **gegen den Uhrzeigersinn**).



In dieser Abbildung wurde für eine Außenkontur die Einstellung **tangential** gewählt.

(Um den kürzestmöglichen Weg zu beschreiben, wird um eine Ecke an einer Außenkontur immer bogenförmig herumgefahren. Dadurch entstehen in diesem Fall die beiden schrägen Tangenten.

### 9.3.2 Schlichtbearbeitung von Konturen



Zusätzlich zum normalen Bearbeitungszyklus eines Objektes kann

mit der Funktion **Schlichtbearbeitung** ein zusätzlicher Bearbeitungszyklus definiert werden.

Wechseln Sie dazu in den Konturoptionen zur Funktion Schlichtbearbeitung und selektieren Sie ein Fräsobjekt. Das links dargestellte Fenster wird angezeigt.

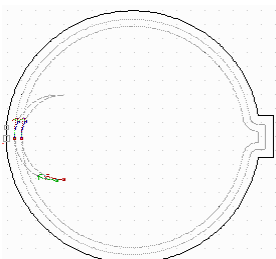
Die einzelnen Einträge haben folgende Bedeutung:

**Schlichtaufmaß = 0.25 [mm]** Die Schruppbearbeitung wird so durchgeführt, dass für die anschließende Schlichtbearbeitung ein Aufmaß von 0,25mm zur Kontur stehen bleibt.

**keine Schlichtbearbeitung** Wird dieser Schalter aktiviert, so wird das Schlichtaufmaß berücksichtigt, es wird jedoch keine Schlichtbearbeitung durchgeführt. In diesem Fall kann das Objekt auf eine eigene Ebene kopiert werden, um dort für die Schlichtbearbeitung z.B. einen eigenen speziellen Fräser mit eigenen Bearbeitungsparametern zu definieren.

**In einer Zustellung** Ist dieser Schalter aktiv, wird der Schlichtzyklus unmittelbar nach der Schruppbearbeitung ausgeführt. Dabei wird der Schlichtzyklus unabhängig von den Einstellungen in der Ebenendefinition auf jeden Fall in einer einzigen Z-Zustellung ausgeführt.

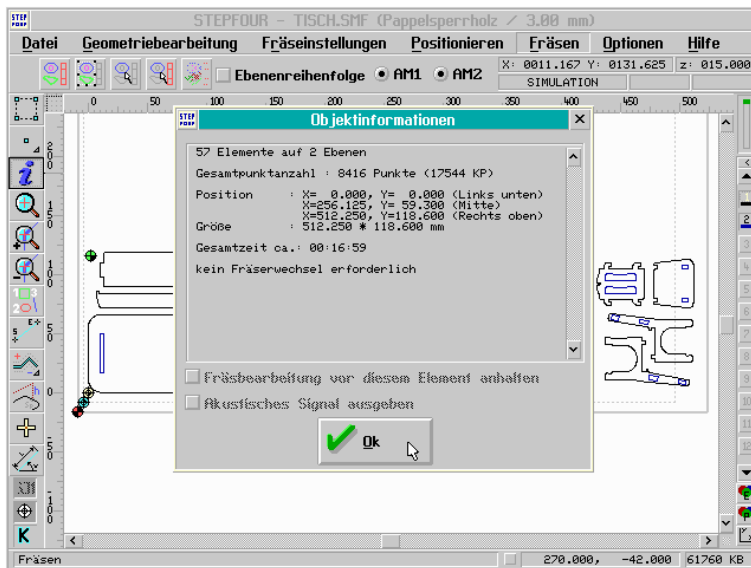
**Nach Ebenendefinition** Ist dieser Schalter aktiv wird der Schlichtzyklus ebenfalls unmittelbar nach der Schruppbearbeitung ausgeführt. In diesem Fall erfolgt die Z-Zustellung jedoch genau so wie die Zustellungen in der Ebenendefinition eingestellt wurden (gleich wie bei der Schruppbearbeitung).



Im linken Beispiel sehen Sie eine Innenkontur mit tangentialem Ein- und Auslauf mit einer Schlichtkontur mit einem Aufmaß von 0,5mm.

## 9.4 Steuerung der Fräsbearbeitung

### 9.4.1 Abrufen von Informationen zur Fräsdatei



Manchmal kann es vor dem eigentlichen Fräsen interessant sein, wenn die Zeit zum Herstellen des Bauteiles bekannt ist.

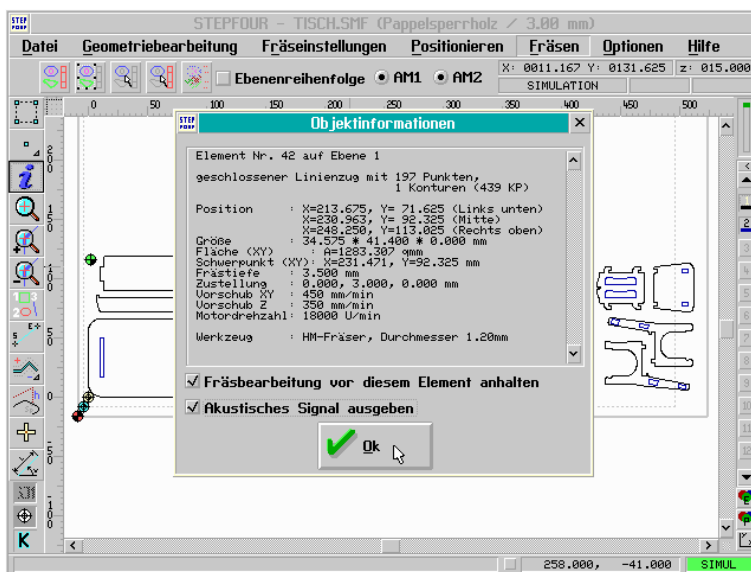
Mit einem Doppelklick auf die


Schaltfläche  **Objektinformation** wird diese Information auf Knopfdruck berechnet.

Neben der Fräszeit werden auch noch andere Parameter wie Anzahl der Vektorpunkte, Größe und Position angezeigt.

Sind alle oder gar keine Bauteile selektiert, so wird die Information für die gesamten Fräsdatei berechnet.

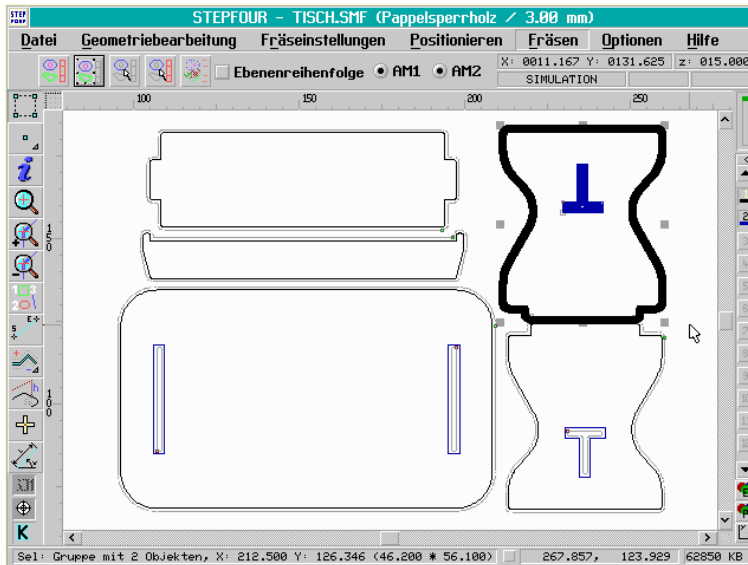
Bei Selektion einzelner Objekte oder Gruppen gelten die angezeigten Daten für diese Auswahl.



Ist das Werkzeug  eingeschaltet und Sie klicken mit der linken Maustaste auf ein beliebiges Objekt, so werden die Daten für dieses Element angezeigt.

Zusätzlich besteht dabei hier die Möglichkeit, den Fräsvorgang vor diesem Objekt anzuhalten und auf Wunsch ein akustische Signal auszugeben. Dies ist z.B. hilfreich, wenn an einer bestimmten Stelle Restmaterial entnommen werden soll, oder irgendeine andere Tätigkeit ausgeführt werden soll.

### 9.4.2 Möglichkeiten beim Starten, des Fräsablaufes



Neben der Funktion „alles fräsen“ stehen noch weitere Funktionen zum gezielten Bearbeiten zur Verfügung.

Wenn Sie zum Beispiel einen zweiten Seitenteil für den Tisch herstellen möchten, so selektieren Sie die Baugruppe und starten den Fräsvorgang

mit „nur selektierte Objekte fräsen“.

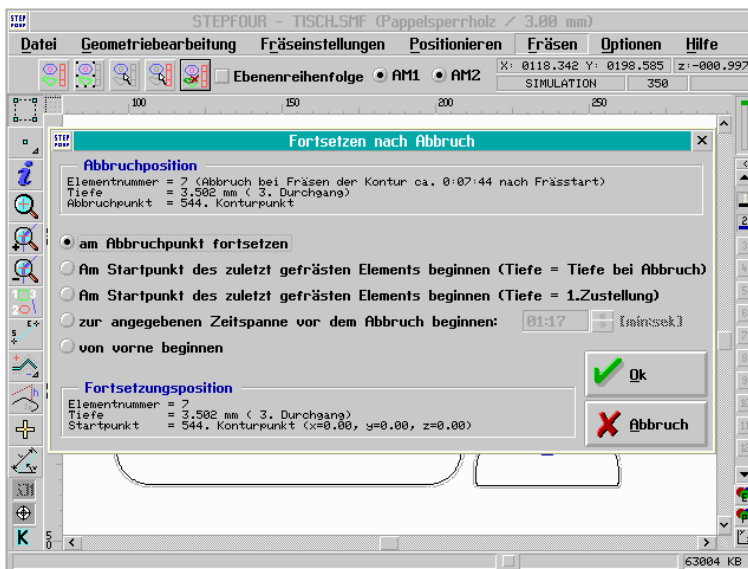
Der Schalter „Einzelnes Element fräsen“ erlaubt es z.B., gezielt ein bestimmtes Objekt zu bearbeiten.

Ist während der Bearbeitung der Fräser an einer bestimmten Stelle gebrochen, so können Sie nach dem

Austausch des Werkzeuges den Fräsvorgang mit dem Schalter „ab Element fräsen“ an dieser Stelle gezielt fortsetzen.

### 9.4.3 Wiederaufnahme des Fräsvorganges nach einem Abbruch

Im Falle eines Fehlers beim Fräsablauf oder einer sonstigen gewollten Unterbrechung kann der Fräsvorgang jederzeit durch Betätigen von oder der Leertaste abgebrochen werden. Die Software merkt sich dabei die genaue Abbruchposition.



Bei der Wiederaufnahme des Fräsvorganges haben Sie nun die

Möglichkeit, den Schalter **fortsetzen nach Abbruch** auszuwählen.

Wenn Sie diesen Schalter anklicken, wird ein Fenster geöffnet, das eine Vielzahl von Möglichkeiten bietet, den Fräsvorgang an einer bestimmten Stelle wieder fortzusetzen.

Je nach Grund des Abbruchs wird hier eine der möglichen Wiederaufnahmepunkte ausgewählt.

Wenn Sie die Datei speichern, wird die Abbruchposition auch in der Fräsdatei mitgespeichert. Damit haben Sie sogar die Möglichkeit, nach Verlassen und

Wiederstarten des Programms den Fräsvorgang an einer individuellen Abbruchposition wieder aufzunehmen.

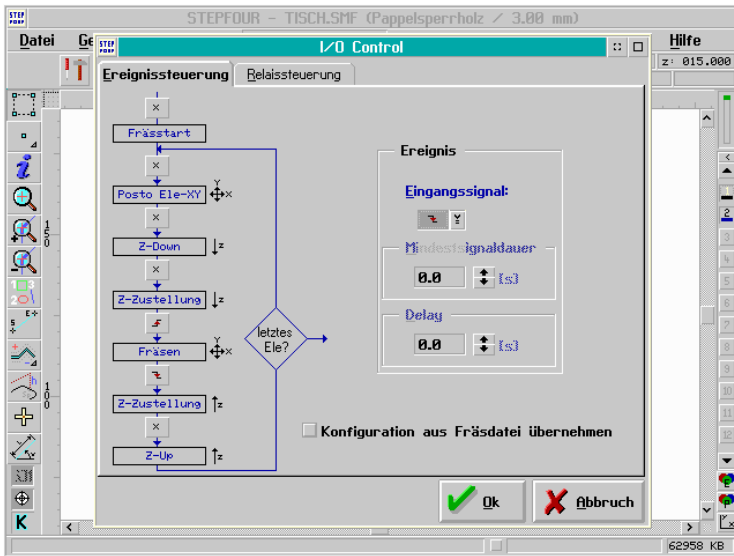
### 9.4.4 Ein- Ausgangsverarbeitung

In vielen Fällen kann es notwendig sein, externe Geräte durch den Fräsablauf zu steuern (z.B. Absaugung, Kühlschmierung usw.) oder aber den Bearbeitungsablauf durch externe Signale zu steuern. Für diese Zwecke bietet die STEP-FOUR Frässoftware Funktionen zur Ein-/Ausgangsverarbeitung an.



#### Ereignissteuerung durch den Werkzeugschaltereingang:

Mit dieser Funktion können Sie den Positionierungsablauf einer Fräsdatei durch ein externes Signal steuern. Aufgrund der begrenzten Anzahl von Eingängen auf der Druckerschnittstelle wird jedoch zur Ereignissteuerung der gleiche Eingang verwendet, der auch zur Abfrage des Werkzeugschalters dient. Diese parallele bzw. alternative Nutzung stellt jedoch selten eine Einschränkung dar, da die Ereignissteuerung meist nicht in Verbindung mit einer Fräsbearbeitung sondern bei speziellen Anwendungen wie Kleberauftrag, oder Dosierung usw. Anwendung findet.



In der linken Abbildung sehen Sie den prinzipiellen Positionierungsablauf beim Bearbeiten einer Fräsdatei in Form eines Flussdiagramms dargestellt.

Am Anfang bzw. zwischen den einzelnen Positionierungsvorgängen kann mit dem jeweiligen Button ein bestimmtes Ereignis am WZS-Eingang abgefragt werden.

Im konkreten Beispiel wird nach dem Zustellen der Z-Achse solange gewartet, bis das Signal am WZS-Eingang von 0 nach 1 wechselt.

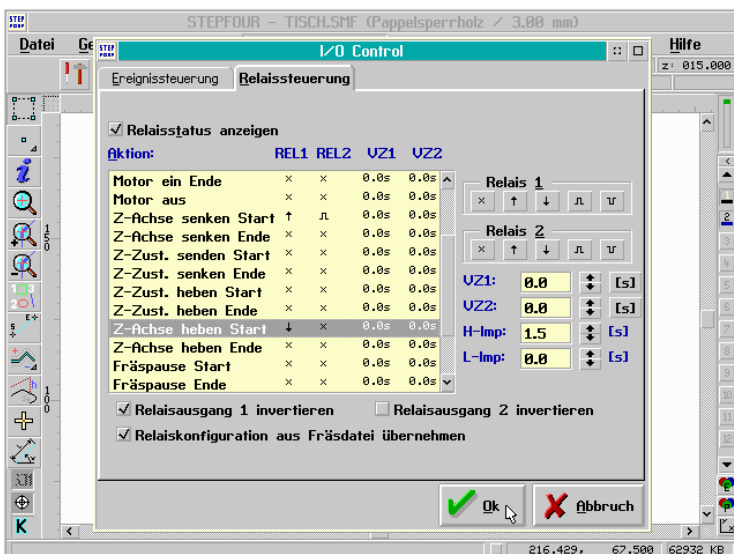
Nach dem Abfahren eines Objektes wird wieder gewartet, bis das Signal von 1 nach 0 wechselt. Es wird also jeweils die positive bzw. negative Flanke des Eingangssignals ausgewertet. Neben

dieser Signalform können auch andere Zustände ausgewertet werden. Eine genaue Beschreibung dazu finden Sie in der Onlinehilfe zur Ereignissteuerung.



#### Schalten von externen Geräten durch die Relaisausgänge:

Ähnlich wie bei der Ereignissteuerung können hier zwei Ausgangssignale mit bestimmten Ereignissen im Fräsablauf verknüpft werden. Abhängig von bestimmten Zuständen können dadurch zwei externe Geräte über die beiden Ausgänge ein- oder ausgeschaltet werden.



Die Zeile mit dem entsprechenden Ereignis wird markiert und mit den Schaltflächen für Relais 1 und 2 werden die gewünschten Zustände für den jeweiligen Ausgang definiert.

Im linken Beispiel wird vor dem Absenken der Z-Achse Relais 1 eingeschaltet und an Relais 2 ein Impuls mit 1,5 Sekunden Dauer ausgegeben. Nach der Bearbeitung eines Objektes vor dem Anheben der Z-Achse wird Relais 1 wieder abgeschaltet.

Mit den beiden Schaltern  **Relaisausgang 1 invertieren** und  **Relaisausgang 2 invertieren** können die Relaisausgänge gegebenenfalls angepasst werden, je nach dem ob Öffner- oder Schließerkontakte verwendet werden.

Beim Speichern einer Datei werden alle Einstellungen für die Relaissteuerung in der Fräsdatei gespeichert.

Ist die Schaltfläche  **Relaiskonfiguration aus Fräsdatei übernehmen** aktiviert, so werden diese Einstellungen beim Laden einer Datei übernommen. Andernfalls bleiben die aktuellen Einstellungen erhalten.





## **10 Zusatzmodul Zeichnen und Objektmanipulation**

Die Philosophie hinter der Entwicklung der STEP-FOUR Frässoftware war es immer, jedem Anwender ein leistungsfähiges Werkzeug zur technologischen Aufbereitung von Geometriedaten für die Bearbeitung mittels Fräsen, Bohren, Schneiden oder ähnlichem zu bieten. Durch die Verwendung von Standard-Dateiformaten soll jeder Anwender mit dem für ihn optimalen Konstruktionswerkzeug seine Werkstücke erstellen und in die STEP-FOUR Frässoftware übertragen können.

Der große Erfolg der STEP-FOUR Frässoftware zeigt, dass diese Philosophie auch im praktischen Einsatz immer wieder voll bestätigt wird.

Einzig bei der Nachbearbeitung oder bei der Herstellung einfacher Frästeile konnte es hin und wieder etwas umständlich sein, wenn für jede Kleinigkeit zum CAD-Programm gewechselt werden muss.

Genau für diese Anforderungen wurde das Zusatzmodul Zeichnen und Objektmanipulation entwickelt. Ob Sie in einer komplexen CAD-Datei die Geometriedaten erweitern oder ändern wollen oder ob Sie einfache Frästeile direkt in der Frässoftware konstruieren wollen, dieses Modul bietet Ihnen alle dafür notwendigen Funktionen an.

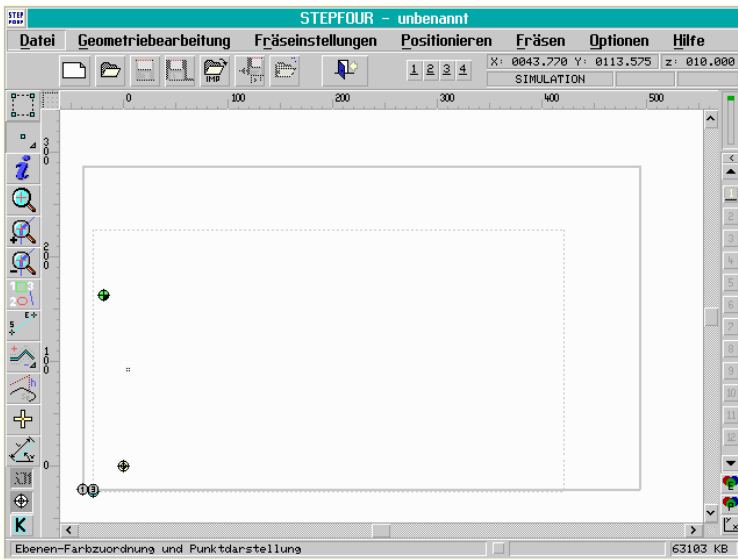
### **Im Folgenden ein kurzer Überblick über die Funktionen dieses Moduls:**


- Das Erzeugen von Punkten, Linien, Quadraten, Rechtecken, Kreisen, Ellipsen, usw. entweder per Maus oder durch numerische Angaben erlaubt die schnelle und präzise Herstellung einfacher Teile.
- Das Abrunden bzw. Fasen von Ecken sowie die Funktionen Zuschneiden, Verschmelzen, und Punkte reduzieren erlauben rasche Anpassungen an die geometrischen und frästechnischen Anforderungen eines Bauteils.
- Die Punktbearbeitung bietet Ihnen die Möglichkeit, einzelne Punkte eines Objektes zu bearbeiten. Punkte können hinzugefügt oder gelöscht werden, Objekte können an beliebigen Stellen getrennt oder zusammengefügt werden, und vieles andere mehr.
- Die Multipunktbearbeitung erlaubt es, eine ganze Auswahl von Punkten (auch von verschiedenen Objekten) auf einmal zu bearbeiten.
- Das Drehen, Verschieben, Duplizieren usw. bietet eine Reihe von Möglichkeiten zur Herstellung von Mehrfachnutzen.
- Die Spezialfunktionen schließlich bieten eine Reihe von Möglichkeiten, wenn es darum geht Objekte durch Boolesche Operationen (Verschmelzen, Zuschneiden) zu verknüpfen oder wenn einzelne Objekte geprüft und frästechnisch optimiert werden sollen.

Anhand einiger Beispiele sowie detaillierter Beschreibungen der Funktionen werden Sie auf den folgenden Seiten mehr über die praktische Anwendung der in diesem Modul enthaltenen Werkzeuge erfahren.


## 10.1 Grundlegendes zum Arbeiten mit den Zeichenfunktionen:

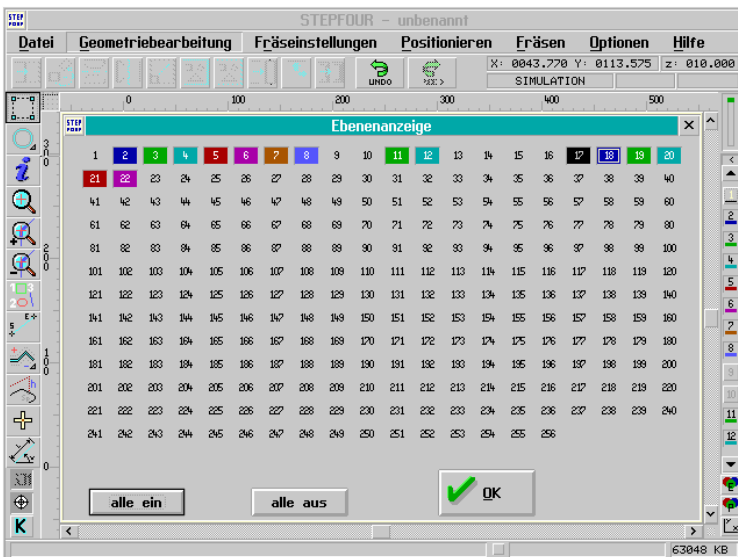
### 10.1.1 Die Auswahl der Zeichen und Darstellungsebenen:






Nachdem Sie mit  **Datei Neu** eine neue Fräsdatei angelegt haben, wird der gesamte Maschinenarbeitsbereich ohne irgendwelche Fräsobjekte angezeigt. Die aktive Zeichenebene wird durch Anzeige einer gelben Ziffer für die entsprechende Ebene in der Ebenenleiste dargestellt.

In der Abbildung links wäre z.B. Ebene 1 als aktive Zeichenebene selektiert.

Möchten Sie auf einer anderen Ebene Zeichnen so müssen Sie nur bei gedrückter  Taste auf die gewünschte Ebene klicken.



Sind sehr viele Zeichen- bzw. Fräsebenen belegt, können Sie durch Klicken auf  eine Übersicht aller Ebenen einblenden. Die aktive Zeichenebene ist hier durch eine umrandete  dargestellt. Die aktive Zeichenebene kann auch hier durch Anklicken bei gedrückter  Taste geändert werden. Um Ebenen ein- oder auszublenden klicken Sie einfach auf die gewünschte Ebene.

### 10.1.2 Die Auswahl der Zeichen- und Bearbeitungswerzeuge:



Das zur Zeit selektierte Zeichenwerkzeug wird links in der Werkzeugleiste angezeigt. Durch Anklicken dieses Button wird das entsprechende Werkzeug aktiviert.



aktivieren.

Klicken Sie mit der linken Maustaste auf den Werkzeugbutton und halten Sie die Maustaste ca.  $\frac{1}{2}$  Sekunde gedrückt. Dadurch klappt die Werkzeugleiste heraus und Sie können das gewünschte Zeichenwerkzeug

## 10.2 Beschreibung der einzelnen Zeichenfunktionen:

### 10.2.1 Punkte und Linien erzeugen:

Punkte werden benötigt, wenn an irgendwelchen Stellen z.B. Bohrungen gesetzt werden sollen oder wenn solche Punktobjekte als Referenz zum Ausrichten anderer Objekte benötigt werden.




Punkte und Linien werden prinzipiell mit dem selben Werkzeug erstellt. Wobei ein Punkt den Sonderfall einer Strecke mit gleichen Anfangs- und Endkoordinaten darstellt.

Prinzipiell gibt es zwei Arten, eine Linie oder einen Punkt herzustellen:

- **Manuelles Erstellen des Objekts mittels Maus:**  
Sie klicken mit der linken Maustaste irgendwo in den Arbeitsbereich. Damit ist der Startpunkt festgelegt. Dann positionieren sie den Cursor zum Endpunkt der Linie und klicken noch einmal auf die linke Maustaste. Wenn der Startpunkt im Fangbereich eines anderen Endpunktes liegt, so wird die neue Strecke an dieses Objekt automatisch angehängt.  
Wenn Sie zweimal hintereinander an der selben Position auf die linke Maustaste klicken, so wird an dieser Stelle ein einzelner Punkt erzeugt.

- **Erstellen des Objektes durch Koordinateneingabe:**

Sobald Sie das Werkzeug  auswählen, werden in der Statuszeile mehrere Eingabefelder eingeblendet.




- X1/Y1 Koordinaten Startpunkt:** Diese Koordinaten können direkt eingegeben werden. Wird der Cursor irgendwo im Zeichenbereich positioniert und die rechte Maustaste gedrückt, so wird diese Position als Startpunkt der Strecke übernommen.
- X2/Y2 Koordinaten Endpunkt:** Dieses Koordinatenpaar definiert die Lage des Endpunktes der Strecke. Wenn die Koordinaten identisch mit dem Startpunkt sind, so wird an dieser Position ein Punkt gesetzt.
- L Länge der Strecke:** In diesem Feld kann die Länge der Strecke angegeben werden.
- W Winkel der Strecke:** Hier kann der Winkel für die Strecke vorgegeben werden.  
0° = nach rechts, 90° = nach oben, 180° = nach links usw.



Werden in die Felder X2/Y2 Daten eingegeben, so werden die Felder L und W automatisch berechnet.  
Umgekehrt werden die Felder X2 und Y2 automatisch berechnet, wenn in L bzw. W Daten eingegeben werden.

- OK Strecke / Punkt erzeugen:** Beim Anklicken dieser Schaltfläche wird das Objekt mit den jeweiligen Einstellungen erzeugt.

### 10.2.2 Polygon erzeugen



- 


Das Erzeugen von Polygonen ist nur manuell mit der Maus möglich. Sie klicken mit der linken Maustaste irgendwo in den Arbeitsbereich. Damit ist der Startpunkt festgelegt. Dann positionieren sie den Cursor zum Endpunkt des ersten Linienstückes und klicken auf die linke Maustaste. Dann positionieren Sie zum Endpunkt des nächsten Linienstücks und klicken wieder auf die linke Maustaste usw. Soll das Zeichnen des Polygons beendet werden, so klicken Sie auf die rechte Maustaste. Liegt der Startpunkt im Fangbereich eines anderen Endpunktes, so wird das neue Polygon an dieses Objekt angehängt.

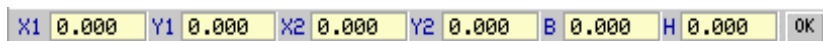
### 10.2.3 Erzeugen von Rechtecken und Quadraten:




Für die Erstellung von Rechtecken und Quadraten gibt es wie beim Zeichnen von Linien verschiedene Möglichkeiten.

- Manuelles Erstellen eines Rechtecks mit der Maus:**  
 Sie klicken mit der linken Maustaste irgendwo in den Arbeitsbereich. Damit ist der linke untere Eckpunkt des Rechtecks festgelegt.  
 Halten Sie die linke Maustaste gedrückt und ziehen Sie das Rechteck mit der Maus auf die gewünschte Größe.  
 Nach dem Loslassen der linken Maustaste wird das Rechteck erzeugt.
- Manuelles Erstellen eines Quadrates mit der Maus:**  
 Drücken Sie die  Taste und klicken Sie mit der linken Maustaste irgendwo in den Arbeitsbereich. Damit ist der Mittelpunkt des Quadrates festgelegt.  
 Halten Sie die linke Maustaste und die  gedrückt und ziehen Sie das Quadrat mit der Maus auf die gewünschte Größe.  
 Nach dem Loslassen der linken Maustaste wird das Quadrat erzeugt.
- Erstellen der Objekte durch Koordinateneingabe:**

Sobald Sie das Werkzeug  auswählen, werden in der Statuszeile mehrere Eingabefelder eingeblendet.



- X1/Y1 Koordinaten Ecke links unten:** Diese Koordinaten können direkt eingegeben werden. Wird der Cursor irgendwo im Zeichenbereich positioniert und die rechte Maustaste gedrückt, so wird diese Position als Koordinatenpunkt der linken unteren Ecke übernommen.
- X2/Y2 Koordinaten Ecke rechts oben:** Dieses Koordinatenpaar definiert die Lage des rechten oberen Eckpunktes des Rechteckes oder Quadrates.
- B Breite des Rechteckes:** Dieses Feld definiert die Breite des Rechtecks / Quadrats
- H Höhe des Rechteckes:** Dieses Feld definiert die Hohe des Rechtecks / Quadrats

 Werden in die Felder X2/Y2 Daten eingegeben, so werden die Felder B und H automatisch berechnet.  
 Umgekehrt werden die Felder X2 und Y2 automatisch berechnet, wenn in H bzw. B Daten eingegeben werden.

- OK Rechteck/Quadrat erzeugen:** Beim Anklicken dieser Schaltfläche wird das Objekt mit den jeweiligen Einstellungen erzeugt.

#### 10.2.4 Erzeugen von Kreisen und Ellipsen:



Kreise, Kreisbögen, Ellipsen usw. werden von der STEP-FOUR Frässoftware grundsätzlich in Polygone mit mehr oder weniger vielen Stützpunkten aufgelöst. Die Auflösung ist dabei von der Größe des Objektes bzw. von der angegebenen Auflösung in der HPGL-Datei abhängig. Wird ein Kreis oder eine Ellipse mit den Zeichenfunktionen erstellt, so wird dieses Element ebenfalls als Polygonzug gespeichert. Standardmäßig werden Kreise mit 100 Stützpunkten angenähert. Das heißt, dass zwei Linienstücke des Polygons eine Winkeldifferenz von  $3,6^\circ$  haben. Um bei sehr großen Kreisen sichtbare Stufen zu vermeiden, kann die Auflösung entsprechend höher eingestellt werden. Bei kleinen Kreisen hingegen sollte die Auflösung zur Verringerung der Rechenzeit entsprechend reduziert werden.

Wird von irgendeinem Zeichenwerkzeug zum Zeichnen von Kreisen und Ellipsen umgeschaltet, so wird ein Fenster geöffnet, wo Sie die Kreisauflösung und Startwinkel angeben können. Die Auflösung gibt an, aus wie vielen Linienstücken ein Kreis- oder Ellipseelement angenähert werden soll. Der Startwinkel gibt an, wo der Startpunkt für das Element liegen soll ( $0^\circ$  = rechts,  $90^\circ$  = oben,  $180^\circ$  = links usw.).

Zum Erzeugen von Kreisen / Ellipsen gibt es verschiedene Möglichkeiten, die im Folgenden näher erläutert werden:


- **Manuelles Erstellen einer Ellipse mit der Maus:**


Sie klicken mit der linken Maustaste irgendwo in den Arbeitsbereich. Damit ist der linke untere Eckpunkt des Hüllrechteckes festgelegt welches die Ellipse umschließt. Die Seitenlängen des Rechteckes entsprechen den Längen der Achsen A und B der Ellipse.

Halten Sie die linke Maustaste gedrückt und ziehen Sie das Rechteck mit der Maus auf die gewünschte Größe.

Nach dem Loslassen der linken Maustaste wird die Ellipse in der entsprechenden Größe erzeugt.


- **Manuelles Erstellen eines Kreises mit der Maus:**

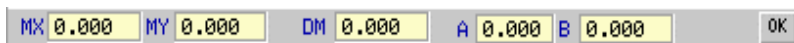
Drücken Sie die  Taste und klicken Sie mit der linken Maustaste irgendwo in den Arbeitsbereich. Damit ist der Mittelpunkt des Kreises festgelegt.

Wenn Sie die linke Maustaste und die  gedrückt halten, erzeugen Sie beim Bewegen der Maus ein Hüllquadrat, welches den Kreis umschreibt. Ziehen Sie dieses Quadrat mit der Maus auf die gewünschte Größe.

Nach dem Loslassen der linken Maustaste wird der Kreis mit der entsprechenden Größe erzeugt.

- **Erstellen der Objekte Kreis / Ellipse durch Koordinateneingabe:**

Sobald Sie das Werkzeug  auswählen, werden in der Statuszeile mehrere Eingabefelder eingeblendet.




**MX/MY Koordinaten Mittelpunkt:** Diese Koordinaten können direkt eingegeben werden. Wird der Cursor irgendwo im Zeichenbereich positioniert und die rechte Maustaste gedrückt, so wird diese Position als Koordinatenpunkt für den Mittelpunkt übernommen.

**DM Kreisdurchmesser:** Wird hier ein Wert eingegeben, so wird ein Kreis erzeugt.

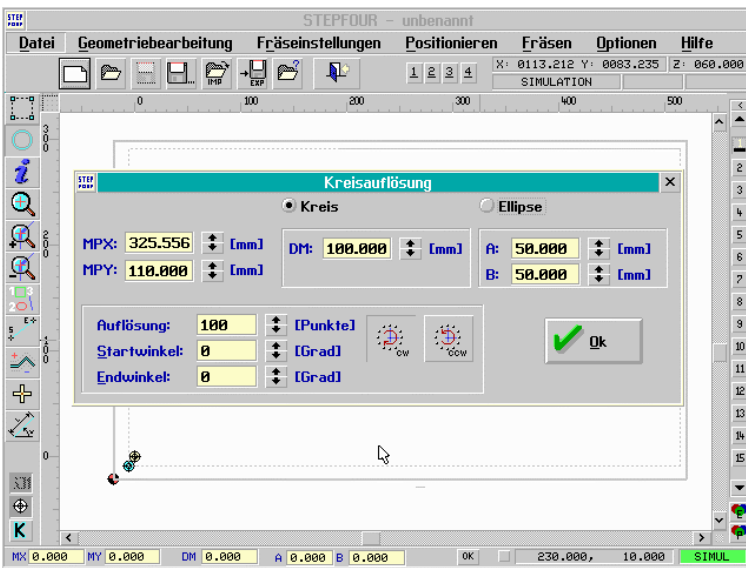
**A Länge Halbachse A:**


**B Länge Halbachse B:**

 Wird in das Feld DM ein Durchmesser eingegeben, so werden die Felder B und H automatisch berechnet ( $1/2$  DM). Werden für die Halbachsen A und B Daten eingegeben, so wird der Eintrag für den Durchmesser ignoriert.

**OK Ellipse / Kreis erzeugen:** Beim Anklicken dieser Schaltfläche wird das Objekt mit den jeweiligen Einstellungen erzeugt.

**Erzeugen von Kreisen / Kreisbögen, Ellipsen / Ellipsenbögen, und N-Ecken.**



Klicken Sie bei gedrückter  Taste mit der linken Maustaste an eine beliebige Position im Zeichenbereich.

Das nebenstehende Fenster zur Definition der Kreis- /Ellipsenparameter wird geöffnet.

Die Koordinaten des Punktes, den Sie angeklickt haben, werden als Mittelpunktskoordinaten **MPX** und **MPY** übernommen.

Die Felder **DM** sowie **A** und **B** definieren wiederum den Durchmesser bzw. die Halbachsen A und B. Die Auswahl, welches Objekt erzeugt wird, erfolgt hier jedoch durch die Wahlschalter **Kreis** bzw. **Ellipse**.

**Auflösung:** Definiert wiederum die Anzahl der Polygonstücke zur Beschreibung des Objekts (bezogen auf einen Vollkreis).

**Startwinkel:** Definiert die Startposition eines Kreis- /Ellipsensegmentes bezogen auf die Horizontale. (0° = rechts, 90° = oben, 180° = links usw.)

**Endwinkel:** Definiert die Endposition eines Kreis- /Ellipsensegmentes bezogen auf die Horizontale.



Die beiden Schalter definieren den Richtungssinn, in dem das Objekt erzeugt werden soll. (Im Uhrzeigersinn oder clockwise, gegen den Uhrzeigersinn oder counter-clockwise).

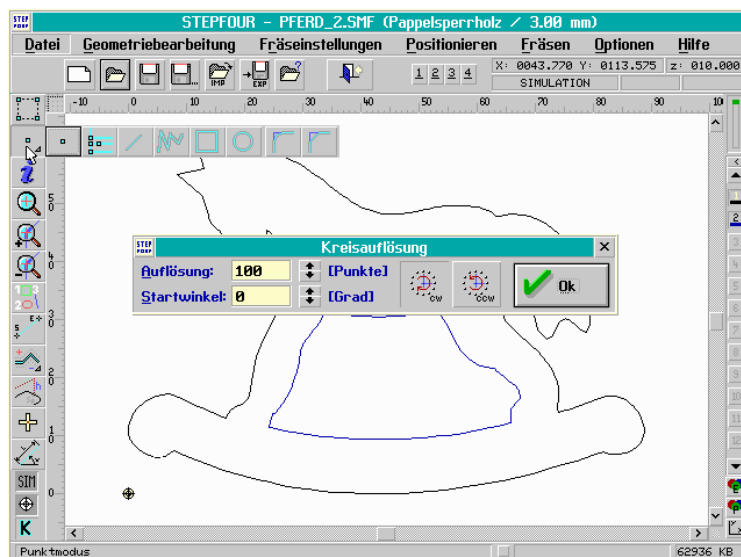


Durch einen Trick können Sie mit der Kreisfunktion jedes beliebige N-Eck erzeugen. Sie brauchen nur die gewünschte Eckenzahl 3,4,5,6,... usw. im Feld für die Auflösung anzugeben.

## 10.3 Weitere Funktionen zur Objektbearbeitung:


### 10.3.1 Modifizieren von Objekten mit Hilfe der Punktbearbeitung

An dem aus den vorhergehenden Abschnitten bekannten Schaukelpferd soll zusätzlich eine Aufhängeöse angebracht werden. Wie dies auf einfache Art und Weise direkt in der STEP-FOUR Fräsoftware erfolgt, zeigt Ihnen das folgende Beispiel:



Laden Sie aus dem Verzeichnis `\s4prov4\muster\beispiel\` die Fräsdatei `pferd.smf`, die Sie im ersten Abschnitt der Grundbeschreibung erstellt haben. (Alternativ dazu können Sie auch die bereits mitgelieferte Datei `pferd.smf` aus dem Verzeichnis `\s4prov4\muster\` laden).


Klicken Sie in der Werkzeugleiste auf

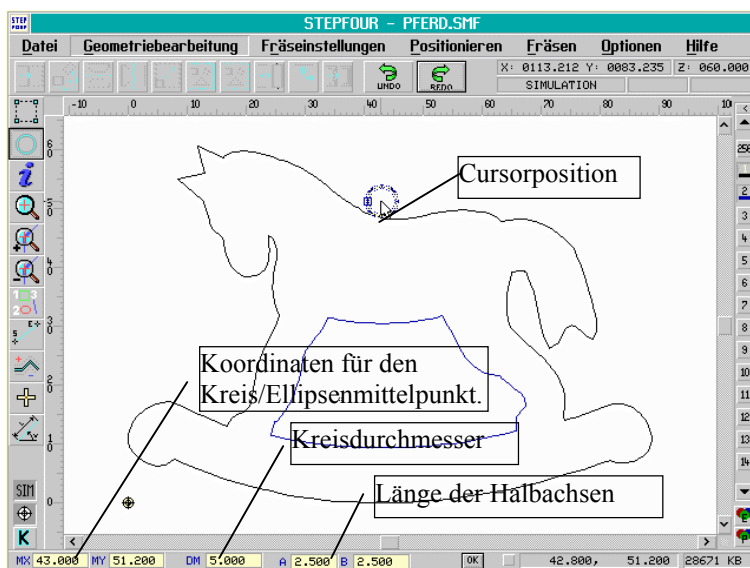
das Symbol  **Zeichenfunktionen** und halten Sie die linke Maustaste für ca. ½ Sekunde gedrückt (Je nach aktiver Zeichenfunktion kann hier auch ein anderes Symbol angezeigt werden). Damit öffnen Sie die Palette mit den möglichen Zeichenwerkzeugen.

Wählen Sie die Zeichenfunktion  zum Zeichnen von Kreisen und Ellipsen.

Ein Fenster wird geöffnet, in dem Sie die Kreisauflösung und Startwinkel angeben können.

Die Auflösung gibt an, aus wie vielen Linienstücken ein Kreis- oder Ellipsenelement angenähert werden soll. Der Startwinkel gibt an, wo der Startpunkt für das Element liegen soll ( $0^\circ$  = rechts,  $90^\circ$  = oben,  $180^\circ$  = links usw.)

 Kreise, Kreisbögen, Ellipsen usw. werden von der STEP-FOUR Fräsoftware grundsätzlich in Polygone mit mehr oder weniger vielen Stützpunkten aufgelöst. Die Auflösung ist dabei von der Größe des Objektes bzw. von der angegebenen Auflösung in der HPGL-Datei abhängig. Wird ein Kreis oder eine Ellipse mit den Zeichenfunktionen erstellt, so wird dieses Element ebenfalls als Polygonzug gespeichert. Standardmäßig werden Kreise mit 100 Stützpunkten angenähert. Das heißt, dass zwei Linienstücke des Polygons eine Winkeldifferenz von  $3,6^\circ$  haben. Um bei sehr großen Kreisen sichtbare Stufen zu vermeiden, kann die Auflösung entsprechend höher eingestellt werden. Bei kleinen Kreisen sollte die Auflösung zur Verringerung der Rechenzeit entsprechend reduziert werden.



Im konkreten Fall werden die Standardeinstellungen mit **OK** übernommen.

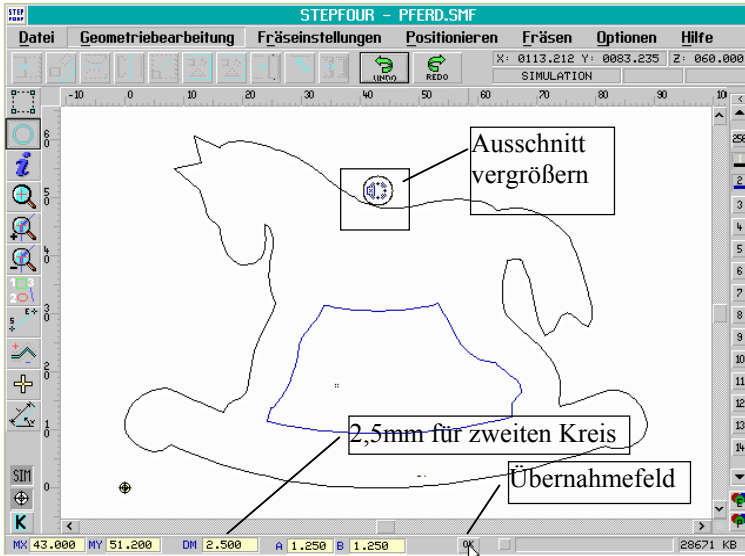
Positionieren Sie den Cursor ungefähr an die Stelle wie in nebenstehender Abbildung ersichtlich.

Klicken Sie anschließend auf die rechte Maustaste. Damit wird die aktuelle Cursorposition in die entsprechenden Koordinatenfelder für den Mittelpunkt übernommen.

Tragen Sie anschließend in das Feld für den Durchmesser **5mm** ein.

Die beiden Werte A und B geben die Länge der Halbachsen einer Ellipse an und sind beim Kreis gleich lang.





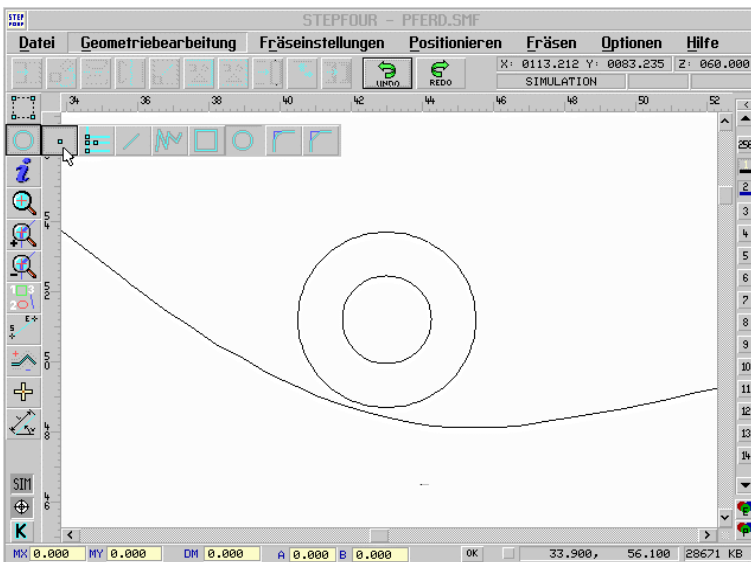
Durch Anklicken des Übernahmefeldes **OK** in der Statuszeile wird der angegebene Kreis erzeugt.

Als nächstes wird ein zweiter konzentrischer Kreis mit 2,5mm erzeugt.

Dazu muss nur im Feld **DM** der entsprechende Wert auf **2.5** geändert und neuerlich auf das Übernahmefeld **OK** geklickt werden.

Die Öse zum Durchfädeln einer Schnur ist somit vorbereitet und muss in den nächsten Schritten mit der Außenkontur des Pferdes verbunden werden.


Für diese Schritte wird der Ausschnitt um die beiden Kreise entsprechend vergrößert.

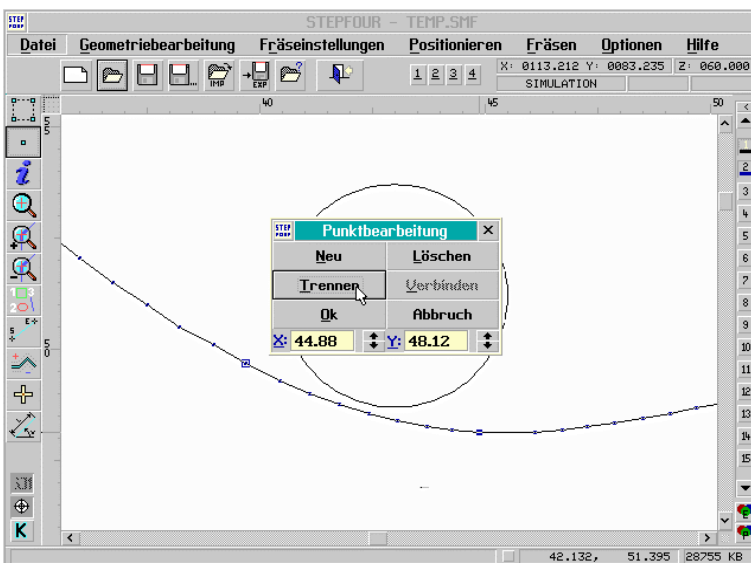


Prinzipiell gibt es zwei verschiedene Möglichkeiten, die Öse mit der Außenkontur zu verbinden.

Zuerst wird eine Methode beschrieben, wie mit den Funktionen der Punktbearbeitung diese Aufgabe gelöst werden kann.

Durch neuerliches Klicken und halten auf das Zeichensymbol wird wieder das Auswahlmü für die Zeichenwerkzeuge geöffnet.

Diesmal wird das erste Feld  für die **Punktbearbeitung** aktiviert.



Klicken Sie mit der **linken** Maustaste auf irgendeine Stelle der Außenkontur, damit alle Stützpunkte der Außenkontur sichtbar werden.

Nun klicken Sie mit der **rechten** Maustaste auf den in der nebenstehenden Abbildung gekennzeichneten 1. Punkt.

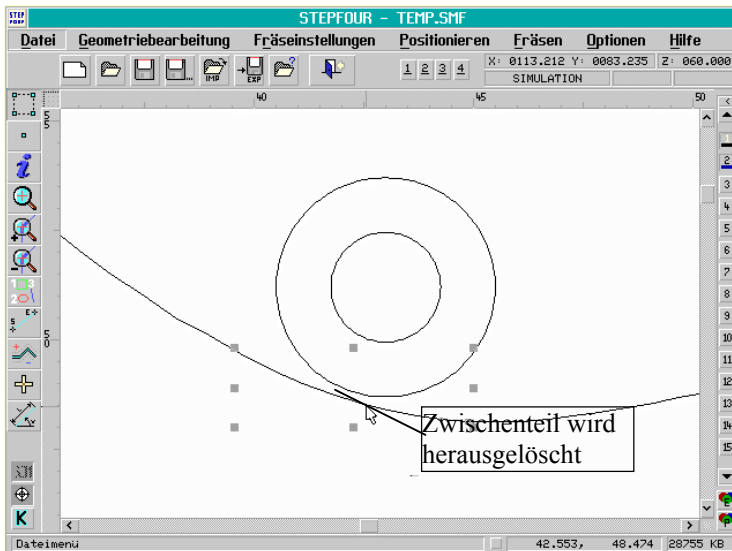
Damit öffnen Sie das **Punktbearbeitungsmenü**.


Aktivieren Sie dort die Funktion **Trennen**.


Anschließend wird der zweite Punkt auf dieselbe Weise aufgetrennt.

Sollten Sie das Modul 3D-Bahnsteuerung besitzen, so ist das Punktbearbeitungsmenü um den entsprechenden Z-Wert erweitert.

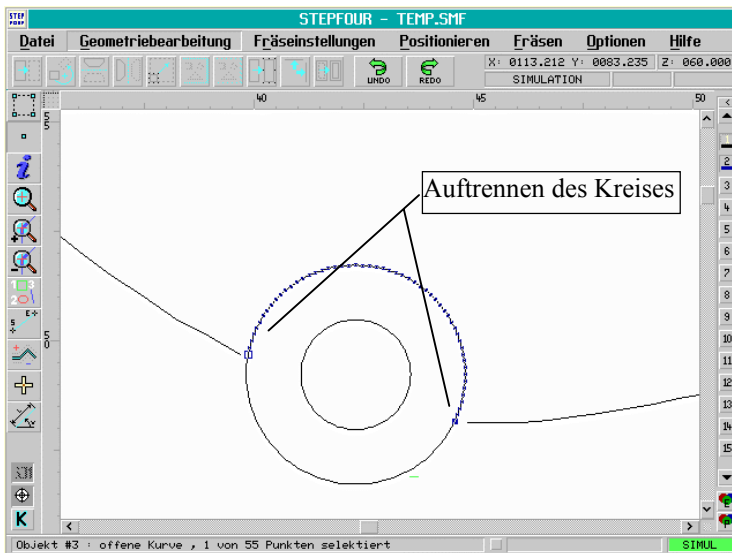




Wechseln Sie zum  Selektionswerkzeug.

Markieren Sie den herausgetrennten Zwischenteil und löschen Sie diesen mit der  Taste.

Selektieren Sie durch Ziehen eines Rahmens beide Kreise und schieben Sie diese zwischen die geöffnete Kontur (siehe nächste Abbildung).



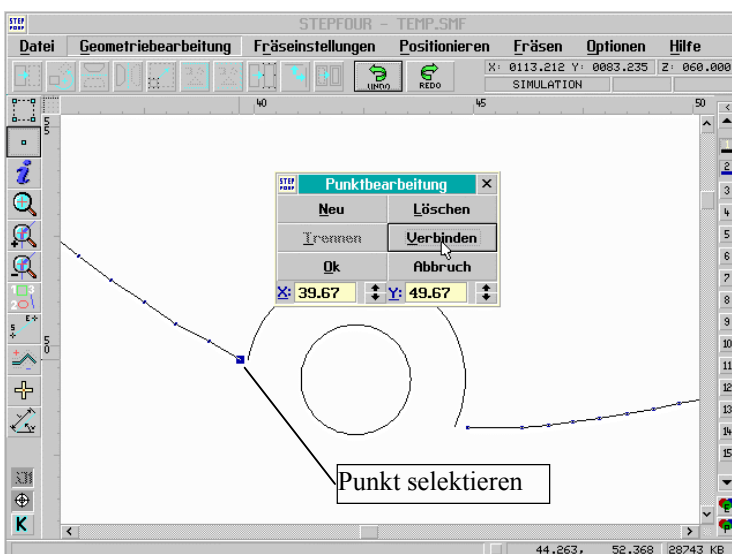
Anschließend wird wieder die Funktion

 **Punktbearbeitung** aktiviert.

Trennen Sie nun den äußeren Kreis wie in der Abbildung dargestellt auf.

Wechseln Sie wieder zum Selektionswerkzeug und löschen Sie den unteren, nicht mehr benötigten Teil des Kreises.


Danach wird wieder die Punktbearbeitung aktiviert.

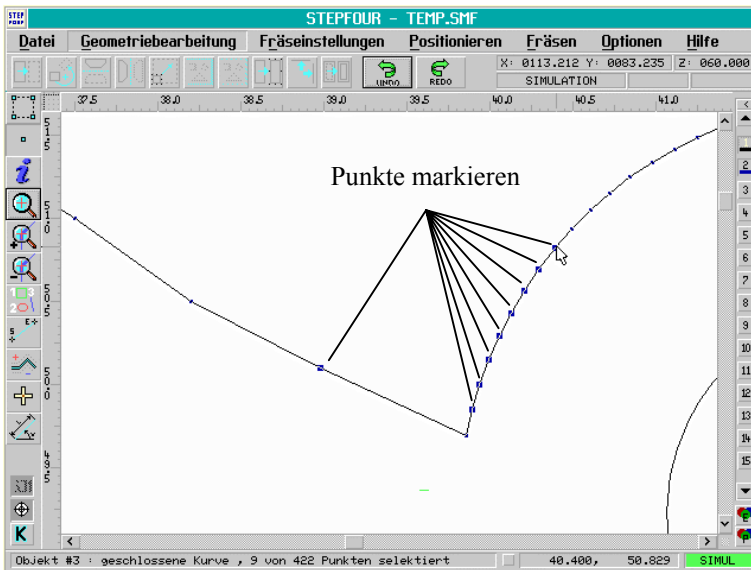




Der links dargestellte Punkt wird mit der rechten Maustaste selektiert.

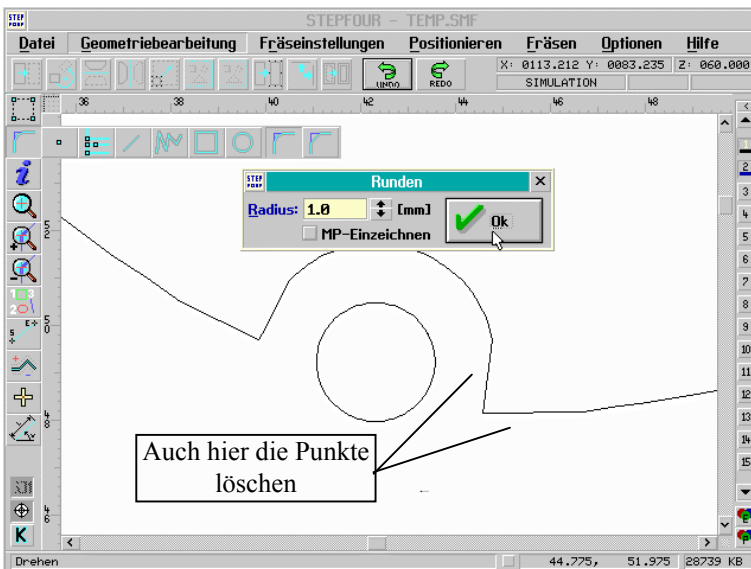
Wählen Sie nun aus dem Punktbearbeitungsmenü die Funktion **Verbinden** aus.

Der Punkt bzw. die Linie „hängt“ nun am Mauszeiger. Positionieren Sie den Zeiger auf den Endpunkt des Kreissegmentes. Mit einem Klick auf die linke Maustaste werden die beiden Objekte verbunden.


 Das Verbinden funktioniert nur dann, wenn keines der beiden Objekte einer anderen Gruppe angehört. Stellen Sie daher sicher, dass vor dem Verbinden eventuelle Gruppierungen aufgelöst werden.



Der Übergang vom äußeren Kreis der Öse zur Kontur des Pferderückens ist nun noch etwas unsauber. Daher soll dieser Übergang durch einen Radius von 1mm ausgerundet werden. Da die Linienstücke der Kontur bzw. des Kreises jedoch zum Teil erheblich kürzer sind, müssen vor dem Runden so viele Stützpunkte entfernt werden, dass die beiden Linienstücke mindestens einen Millimeter lang sind. Markieren Sie im **Punktbearbeitungsmodus** mit der linken Maustaste bei gedrückter  Umschalttaste die links gekennzeichneten Punkte. Löschen Sie die markierten Punkte mit der Taste .



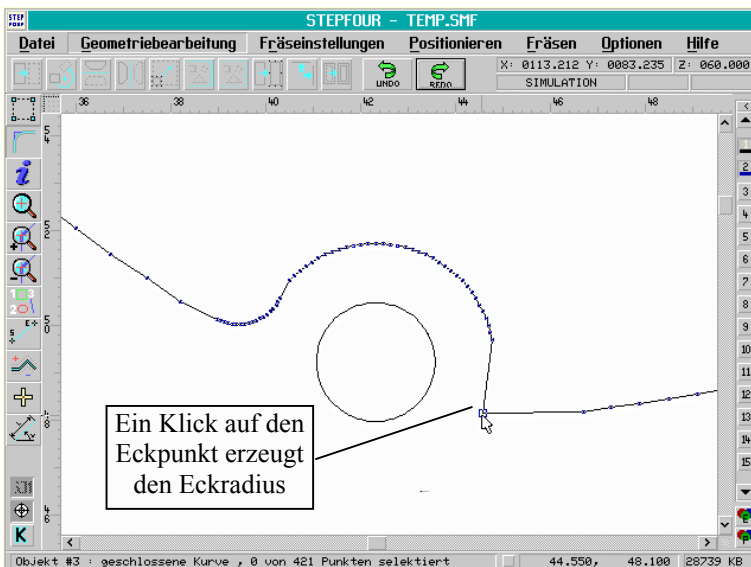
Löschen Sie auf die gleiche Weise die entsprechenden Punkte auf der anderen Seite

Selektieren Sie die Funktion  **Ecken runden** aus der Werkzeugleiste

Geben Sie als Rundungsradius 1,0mm ein.

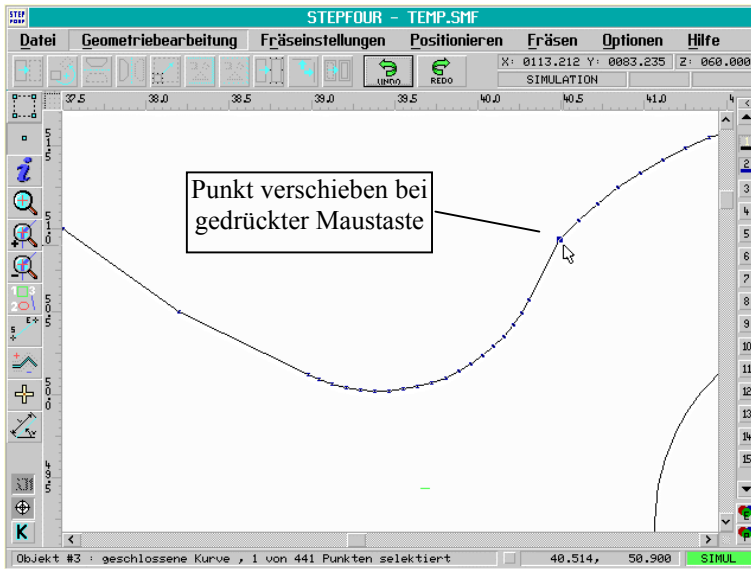
Das Feld MP-Einzeichnen wird nicht aktiviert (Ist das Feld aktiviert, so wird automatisch im Mittelpunkt des Radius eine Bohrung gesetzt.).

Anschließend werden diese Einstellungen mit **OK** übernommen.



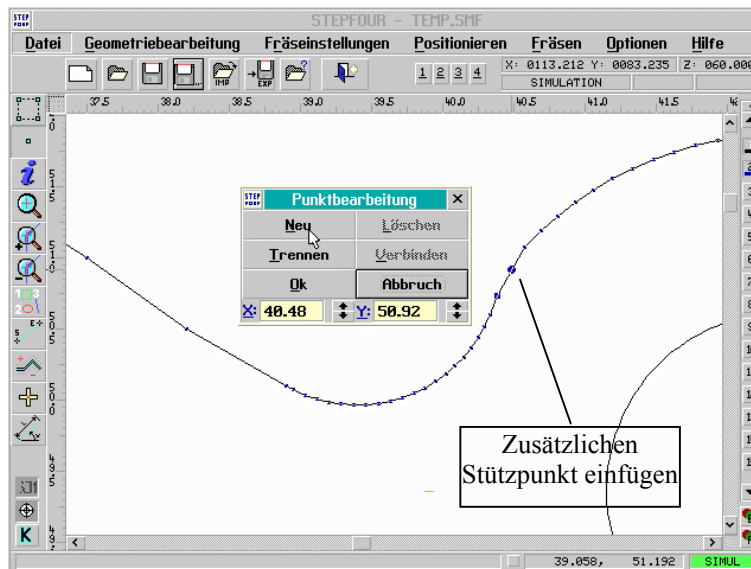
Klicken Sie nun mit der **linken Maustaste** zuerst **auf die linke** und anschließend **auf die rechte** Ecke.

Die beiden Ecken werden mit dem definierten 1mm Radius abgerundet.



Wie sich herausstellt, wurde beim Herauslöschern der Punkte eigentlich jeweils ein Punkt zuviel gelöscht, da die Übergänge zum Kreis etwas „kantig“ ausfallen.

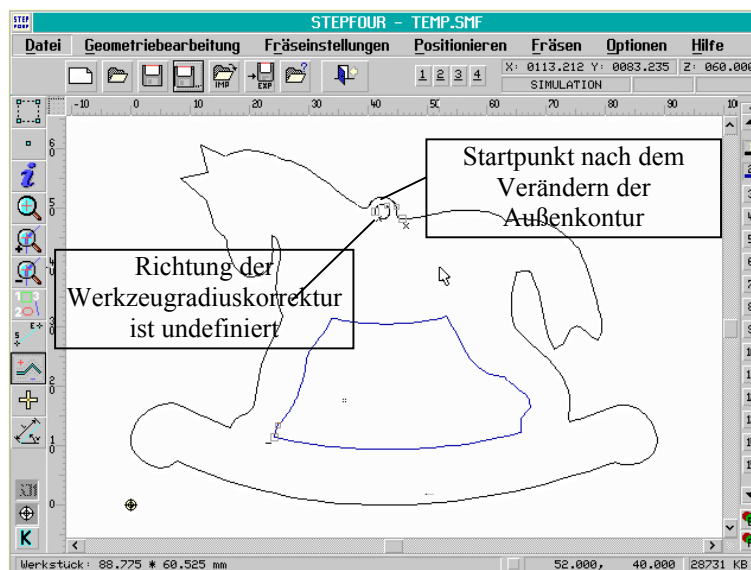
Wechseln Sie zum **Punktbearbeitungsmodus**, selektieren sie den links gekennzeichneten Punkt und verschieben Sie diesen bei gedrückter linker Maustaste näher zum Kreis, so dass dieser Bereich optisch etwas verbessert wird.



Bei Bedarf können Sie auch zusätzliche Punkte einfügen.

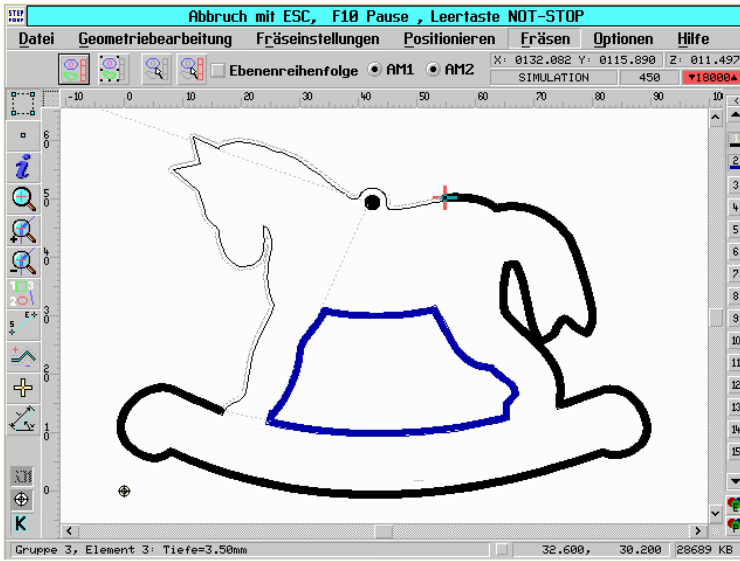
Klicken Sie dazu mit der **linken Maustaste** an eine beliebige Stelle eines Liniensegments. Die Stelle wird damit gekennzeichnet und das **Punktbearbeitungsmenü** wird geöffnet.

Im konkreten Fall wird die Funktion **Neu** aufgerufen, um an der gekennzeichneten Stelle einen zusätzlichen Stützpunkt einzufügen.



Für die Außenkontur des Pferdes war bereits eine Werkzeugradiuskorrektur definiert. Die Korrektur für die beiden Kreise der Öse hingegen war bisher noch nicht definiert. Aus diesem Grund ist beim Verbinden der Außenkontur mit dem Kreisobjekt keine eindeutige Richtung vorgegeben. Die Richtung der Korrektur muss daher für die Außenkontur und für die Bohrung der Öse neu festgelegt werden.

Der Startpunkt der Außenkontur wurde ebenfalls durch das Auftrennen der Kontur verändert und muss gegebenenfalls wieder neu gesetzt werden.



Zuletzt wird noch die Fräsreihenfolge

mit der Funktion **1.2** automatisch sortieren neu festgelegt.

Aktivieren Sie dabei wieder die Option **Bearbeitung von innen nach außen**.

Im Anschluss daran sollte der Fräsvorgang im Simulationsmodus überprüft werden.

Wenn alle Einstellungen korrekt sind, sollte die Datei unter einem neuen Namen (z.B. pferd\_1.smf) auf der Festplatte im Verzeichnis `\s4pro\muster\beispiel\` gespeichert werden.

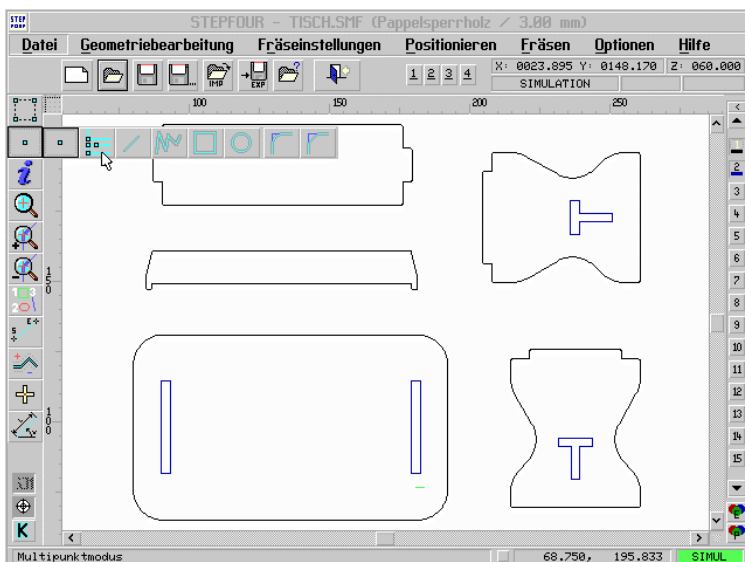
### 10.3.2 Anpassen einer Fräsdatei mit der Multipunktbearbeitung:

Gerade bei Sperrholzplatten kommt es relativ häufig vor, dass die angegebenen Materialstärke mit den tatsächlichen Maßen nicht übereinstimmt, oder dass ein Bauteil aus einer Platte mit anderer Materialstärke gefräst werden soll.

In einem solchen Fall müssen Ausschnitte und Passungen, die für eine bestimmte Materialstärke bestimmt sind entsprechend modifiziert werden.

Eine einfache Skalierung kommt dafür nicht in Frage, weil dabei auch die übrigen Maße, wie die Länge der Schlitz usw. mitverändert würden. Darum müssen gezielt jene Maße geändert werden, welche durch die Materialstärke bestimmt werden.

Am Beispiel der Datei `tisch.smf` wird die Anpassung dieser Datei für 4mm starkes Plattenmaterial beschrieben:

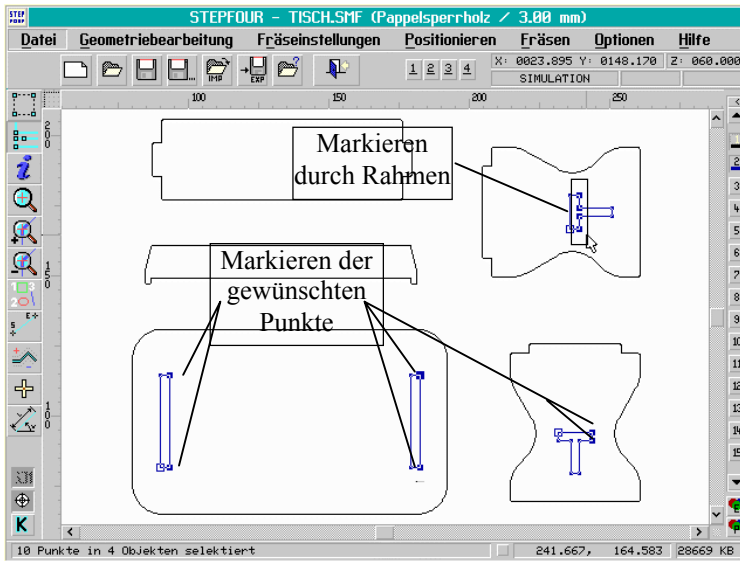



Die Datei `tisch.smf` aus dem Verzeichnis `\s4pro\muster\` wird geladen.

Mit der Messfunktion wird die Breite der Ausschnitte vermessen. Dies ergibt, dass die Ausschnitte eine Breite von 3,3mm haben. Um bei einem Material mit exakt 4mm Stärke die Bauteile leicht zusammenfügen zu können, sollten die Ausschnitte auf ein Maß von 4,1mm verbreitert werden.

Damit die Position der Teile nicht verändert wird, bedeutet dies, dass die Ausschnitte jeweils um 0,4mm nach jeder Seite hin verbreitert werden müssen.

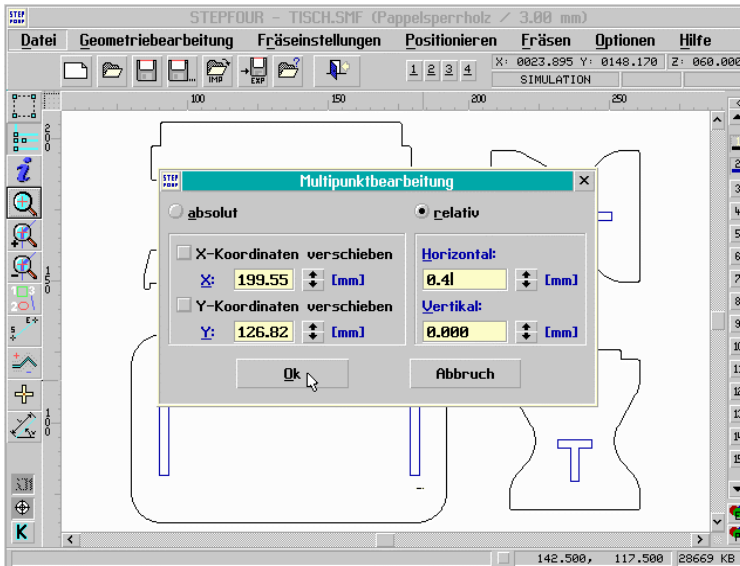
Aktivieren Sie aus der Funktionsleiste die Funktion  **Multipunktbearbeitung**.



Klicken Sie nun bei gedrückter  Umschalttaste nacheinander alle Punkte an, die in dieselbe Richtung verschoben werden sollen.  
Wenn die Punkte eine günstige Lage zueinander haben, so können Sie auch mehrere Punkte auf einmal durch Ziehen eines Rahmens selektieren.

Auch können Sie bei größeren Bauteilen den Bildschirmausschnitt mit den Rollbalken verschieben (Dabei muss die Umschalttaste losgelassen werden).

Sind alle gewünschten Punkte selektiert, so positionieren Sie den Mauszeiger auf irgendeinen der markierten Punkte und klicken dann auf die **rechte** Maustaste.



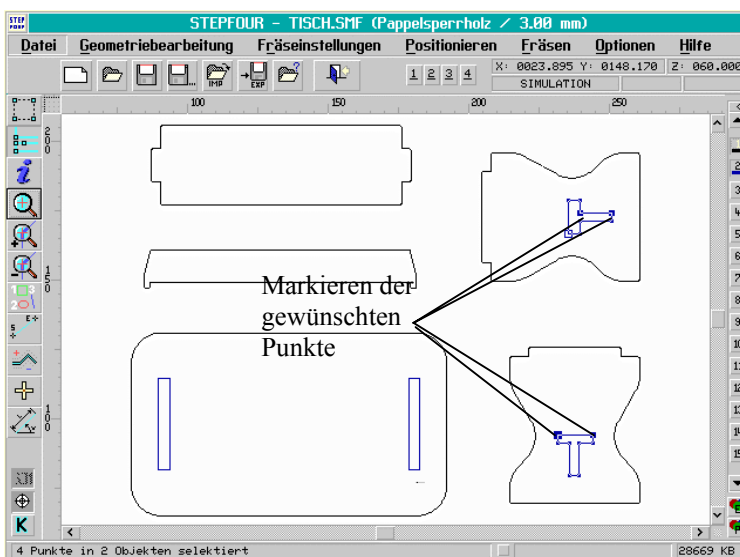
Das Fenster zur weiteren Definition wird geöffnet.

Schalten sie den Bezug auf relativ.

Als Verschiebevektor geben Sie **0,4** mm für die Horizontale und 0mm für die Vertikale ein.

Wenn Sie auf **OK** klicken, werden alle selektierten Punkte um exakt 0,4mm nach rechts verschoben.

Danach wählen Sie die gegenüberliegenden Punkte aus und verschieben die Punkte auf die selbe Weise, jedoch diesmal um **-0,4** mm nach links.



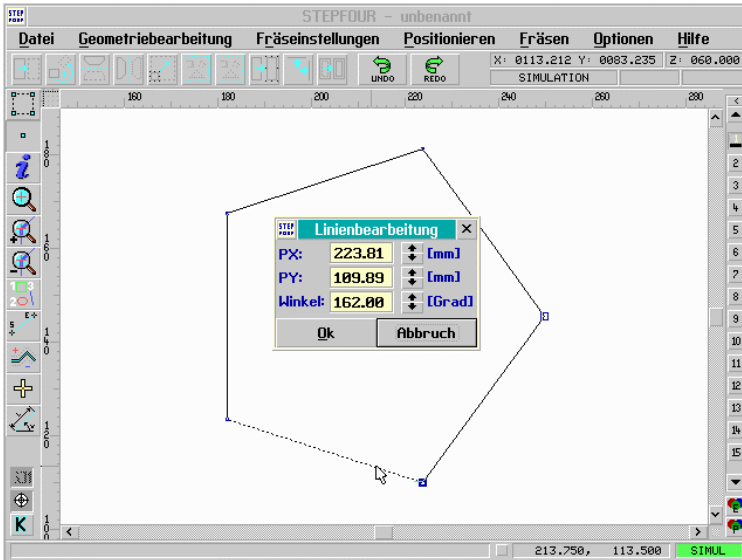
Als nächstes müssen noch die beiden horizontal liegenden Ausschnitte verbreitert werden.

Dazu werden die links abgebildeten Punkte markiert und anschließend um **0,4** mm nach **oben** verschoben.

Zuletzt werden dann die unteren Punkte der horizontalen Ausschnitte selektiert und um **-0,4** mm nach **unten** verschoben.



### 10.3.3 Objekt an einer Linie ausrichten:

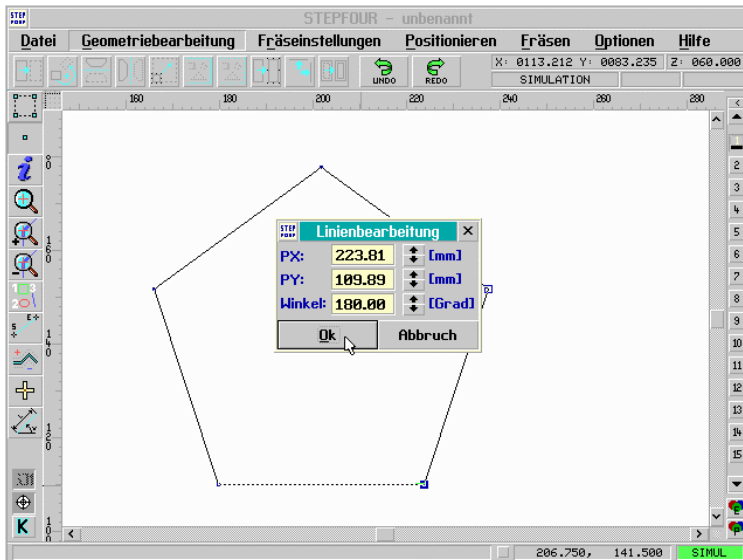


Rufen Sie die Funktion **Punktbearbeitung** auf und markieren Sie den unteren Eckpunkt.

Anschließend klicken Sie noch einmal mit der linken Maustaste auf die Linie links neben dem markierten Punkt. Damit wird dieses Linienstück selektiert.

Drücken Sie nun die rechte Maustaste, um das Fenster für die Linienbearbeitung zu öffnen.

Die Koordinaten **PX** und **PY** zeigen die aktuellen Koordinaten des markierten Punktes. Das Feld **Winkel** zeigt die aktuelle Winkellage der markierten Strecke.



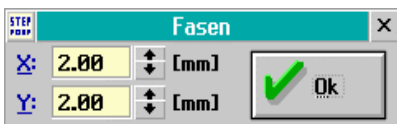
Ändern Sie im Feld **Winkel** den Eintrag auf **180°** und klicken Sie auf **OK**.

Das gesamte Objekt wird jetzt so gedreht, dass die markierte Linie im Winkel von 180° verläuft.

Auf dieselbe Weise können Sie auch die Koordinaten **PX** und **PY** des Bezugspunktes ändern. Damit wird das gesamte Objekt so verschoben, dass der Bezugspunkt an den angegebenen Koordinaten zu liegen kommt.

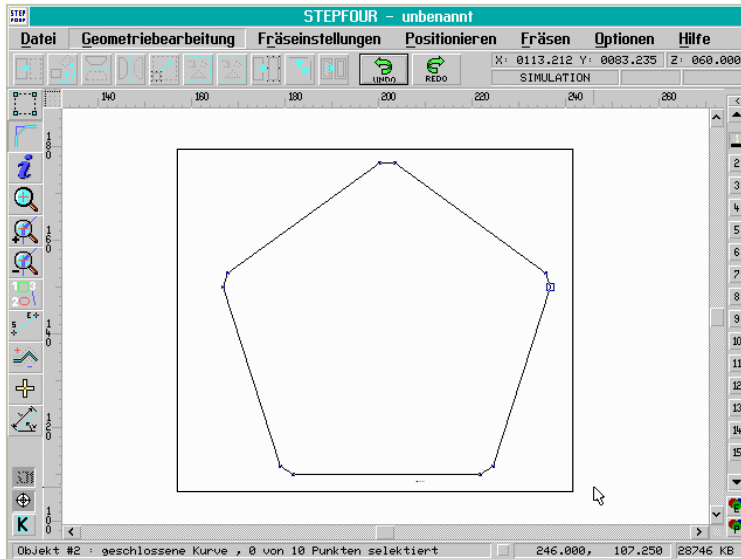
### 10.3.4 Ecken Fasen:

Sehr oft sollen scharfkantige Ecken abgeschragt werden. Beispielsweise sollen am oben erstellten Fünfeck die Ecken jeweils um 2mm gekürzt und durch eine Gerade verbunden werden.



Selektieren Sie dazu aus den Zeichenhilfsmitteln die Funktion **Fasen**.

Das nebenstehende Definitionsfenster wird geöffnet. Tragen Sie hier die gewünschten Werte ein und klicken Sie auf **OK**.



Sollen nur einzelne Ecken abgeschrägt werden, so klicken Sie diese Ecken mit der linken Maustaste an.

Wenn Sie bei gedrückter linker Maustaste einen Rahmen um das gesamte Objekt ziehen, so werden nach dem Loslassen der Taste alle Ecken auf einmal abgeschrägt.



Die Absolutdaten im Dialogfenster zur Multipunktbearbeitung werden dann verwendet, wenn mehrere Punkte an eine definierte Position X- oder Y-Position verschoben werden sollen.

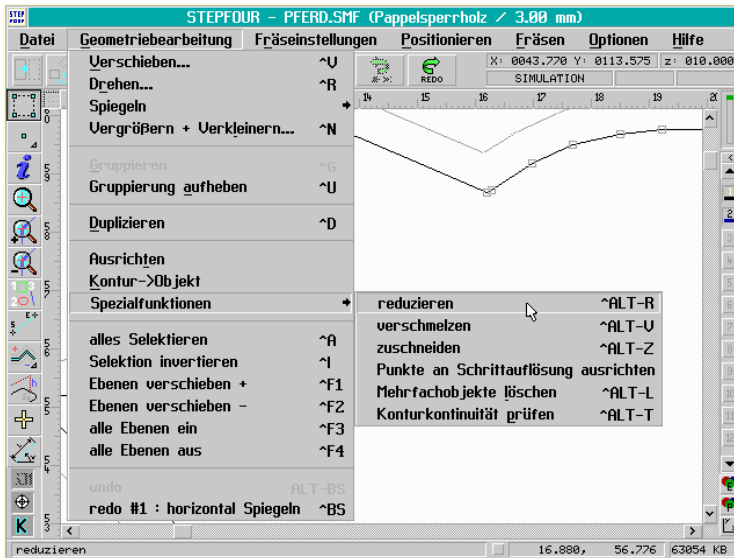
Die X- bzw. Y-Koordinaten im Feld für die Absolutdaten werden immer von dem Punkt übernommen, auf welchem der Cursor stand, als das Dialogfenster geöffnet wurde.

Mit den Schaltern **X-Koordinaten verschieben** und **Y-Koordinaten verschieben** legen Sie fest, für welche der beiden Richtungen die Koordinaten übernommen werden sollen.

## 10.4 Spezialfunktionen

Unter dem Titel Spezialfunktionen sind eine Reihe von Hilfsmitteln und Befehlen zusammengefasst, um die Fräsdaten zu verändern und gegebenenfalls für den Fräsablauf zu optimieren.

Diese Funktionen ist nicht direkt über grafische Buttons aus dem Bearbeitungs Menü zu erreichen, sondern nur über das Pull-Down Menü der Geometriebearbeitung.




Klicken sie ein zweites Mal auf das bereits geöffnete Menü

**Geometriebearbeitung**, um dieses Menü zu öffnen.

Klicken Sie dort auf den Eintrag **Spezialfunktionen** und die Liste von Funktionen klappt als Untermenü rechts heraus.

Alternativ dazu können die meisten Funktionen auch durch die rechts angegebene Tastenkombination aufgerufen werden.

Die Kombination  ruft zum Beispiel die Funktion reduzieren auf.

### 10.4.1 (Punkte) reduzieren

In manchen Fällen kann es vorkommen, dass eine Freiformkurve durch eine Polylinie mit extrem vielen Stützpunkten definiert ist (z.B. wird ein Linienzug zuerst in einem größeren Maßstab eingelesen und anschließend verkleinert). In einigen Fällen mussten wir sogar feststellen, dass die Auflösung unterhalb der physikalisch möglichen Schrittauflösung lag. Werden solche Kurven mit einer Fräserradiuskorrektur versehen und sollen Sie darüber hinaus auch noch geräumt werden, so kann die Rechenzeit und der Speicherbedarf drastisch ansteigen.

Es stehen zwei verschiedene Verfahren zum reduzieren der Punkteanzahl zu Verfügung:

- **Maximale Winkeländerung:**

Ausgehend vom ersten Startvektor werden alle nachfolgenden Vektoren dahingehend überprüft, wie viel sich der Winkel im Vergleich zum Vorgänger ändert. Wird der im Eingabefeld „**max. Winkeländerung**“ definierte Wert nicht erreicht, so wird der Stützpunkt entfernt.

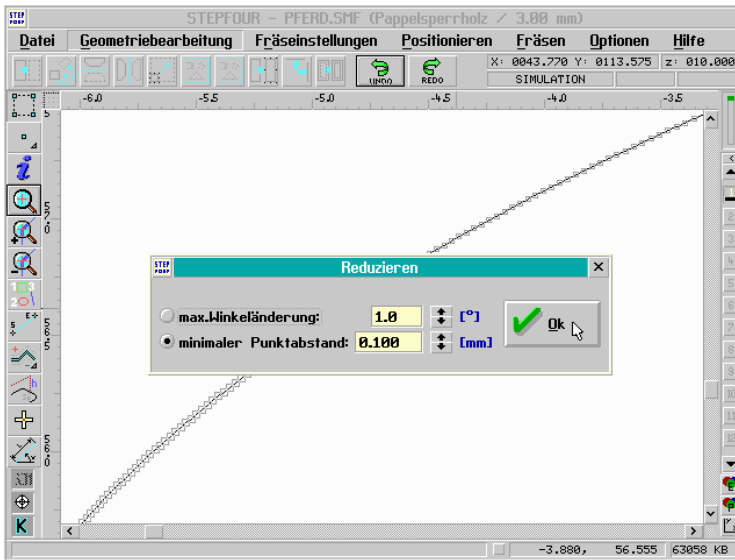
Diese Methode empfiehlt sich bei Objekten wo zwischen markanten Eckpunkten eine Vielzahl von Punkten die Kontur eigentlich nur unsauber macht. (z.B. gescanntes und automatisch vektorisiertes Rechteck).

- **Minimale Entfernung zwischen zwei Stützpunkten:**

Ausgehend vom Startpunkt wird die Distanz bis zum nächsten Stützpunkt berechnet. Ist die Entfernung kleiner als der im Feld „**Mindestentfernung**“ angegebene Betrag, so wird der entsprechende Punkt gelöscht.

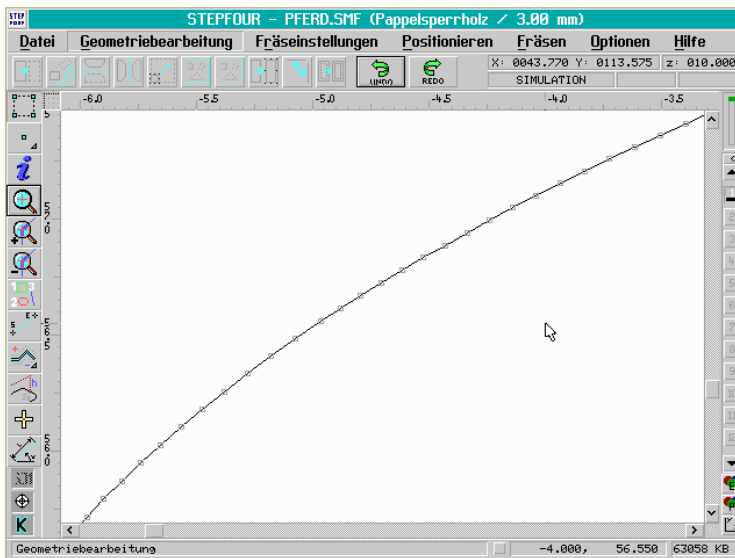
Diese Methode empfiehlt sich bei Objekten mit stetig sich ändernder Wölbung wie Tragflächenprofile oder andere relativ gleichförmige Kurven.





Im linken Beispiel sollen z.B. alle Stützpunkte der Kurve mindestens 0,1mm voneinander entfernt sein.

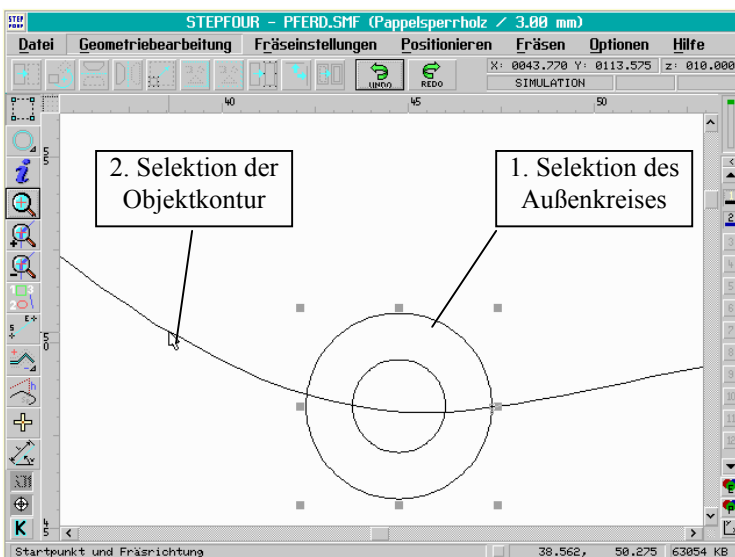
Wir rufen daher die Funktion reduzieren auf und wählen einen minimalen Punktabstand von 0,1mm



Die Abbildung links zeigt die gleiche Kurve im selben Maßstab, nachdem die Funktion reduzieren ausgeführt wurde.


#### 10.4.2 verschmelzen:

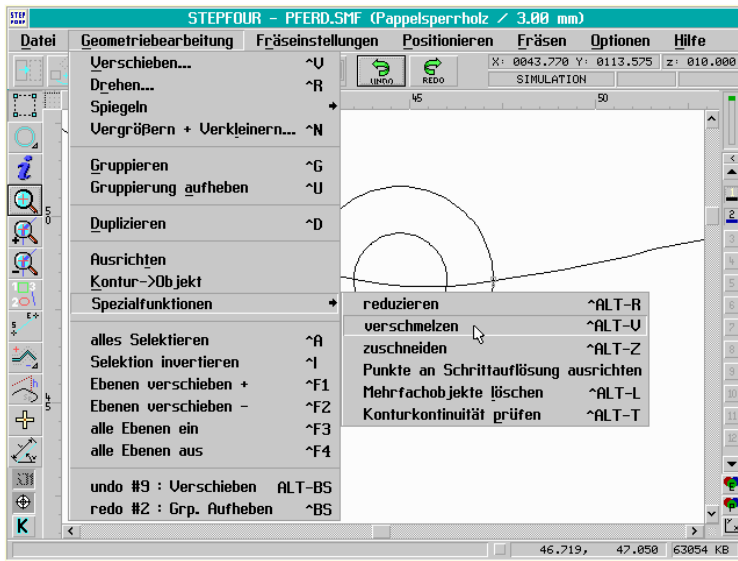
Im Beispiel zum Anbringen der Öse am Schaukelpferd wurde beschrieben, wie dies mittels Punktbearbeitung erfolgen kann. Eine einfachere Möglichkeit dafür bietet jedoch die Funktion verschmelzen.



Nach dem Zeichnen der Öse wird diese an die gewünschte Position über die nicht unterbrochene Außenkontur des Pferdes verschoben.

Danach selektieren Sie zuerst mit einem Mausklick den äußeren Kreis.

Danach wird **bei gedrückter**  Umschalttaste die Außenkontur des Pferdes selektiert.

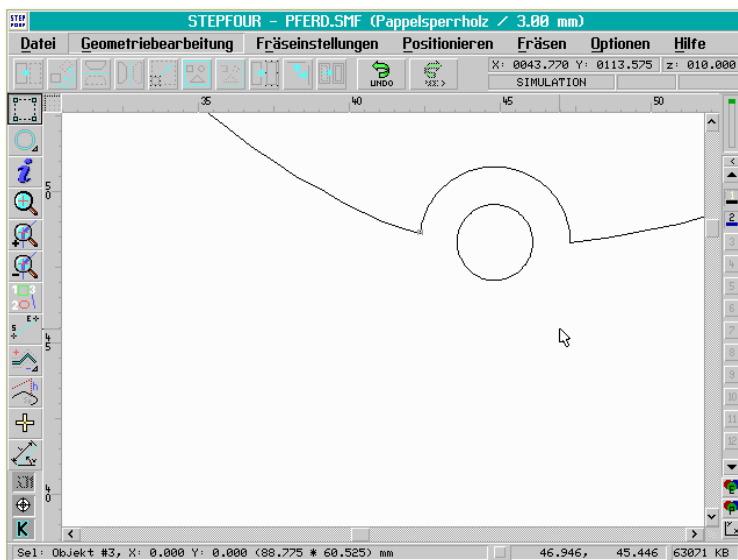


Öffnen Sie nun durch zweimaliges Klicken auf das Menü **Geometriebearbeitung** das Pull Down Menü.

Wählen Sie im Eintrag **Spezialfunktionen** die Unterfunktion **verschmelzen** aus.

Damit werden die beiden Objekte automatisch verbunden.

Das bedeutet, alle Punkte, die zum Verbinden der beiden Konturen im oben beschriebenen Beispiel manuell ausgeführt wurden, werden beim „Verschmelzen“ automatisch ausgeführt.

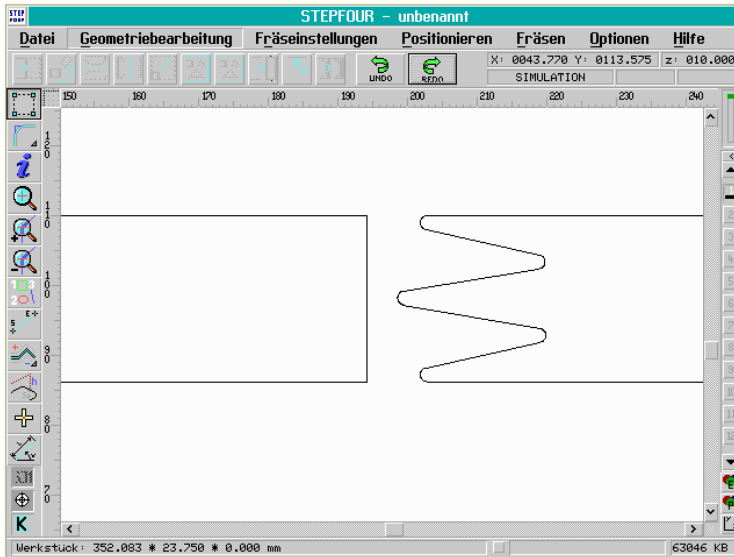


Die fertig verschmolzene Kontur sollte in etwa so aussehen wie in der linken Abbildung.

Ähnlich wie beim Verbinden funktioniert auch das Verschmelzen nur dann, wenn keines der beiden Objekte einer anderen Gruppe angehört. Lösen Sie daher vorher alle eventuell vorhandene Gruppierungen auf.

### 10.4.3 Objekte Zuschneiden:

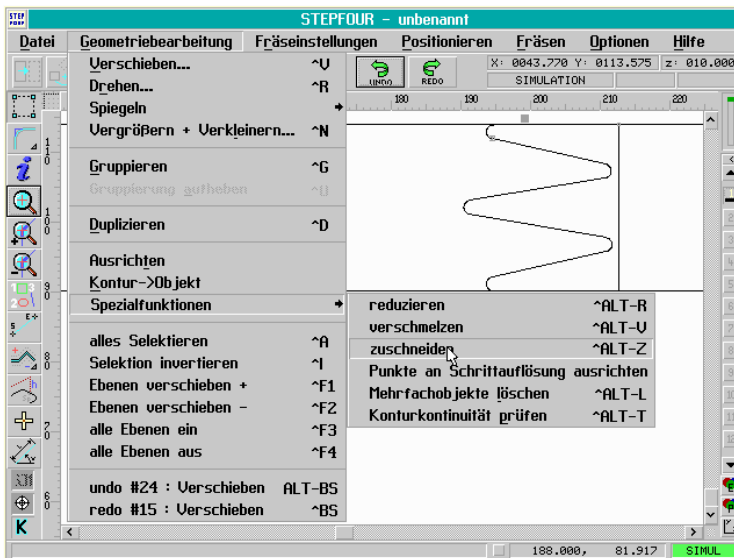
Diese Funktion ist dem „Verschmelzen“ von Objekten sehr ähnlich. Sie arbeitet aber genau entgegengesetzt, so dass bei zwei sich überschneidenden Objekten die Kontur des einen Objekts in den Konturverlauf eines anderen hineingeschnitten wird.



Im Beispiel sollen zwei Frästeile nach der Bearbeitung miteinander verbunden werden. Dies soll jedoch nicht durch stumpfes Aneinanderleimen geschehen, sondern die beiden Teile sollen ineinander verzahnt werden.

In der Abbildung sehen Sie, wie der rechte Teil bereits die Verzahnungsstruktur besitzt. Der linke Teil muss nun genau die gegengleiche Struktur erhalten. Dies könnte relativ aufwendig durch Nachkonstruieren geschehen.

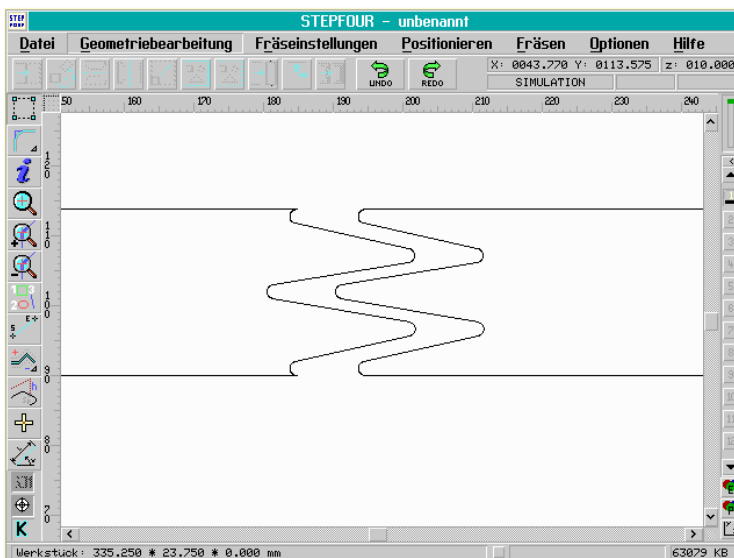
Viel einfacher ist die Sache jedoch, wenn die Funktion **zuschneiden** verwendet wird.



Die beiden Teile werden dazu übereinander platziert.

Selektieren Sie zuerst das Objekt in das „geschnitten“ werden soll. Danach selektieren Sie das Objekt, das schneidet (Stempel).

Rufen Sie die Funktion **zuschneiden** auf.



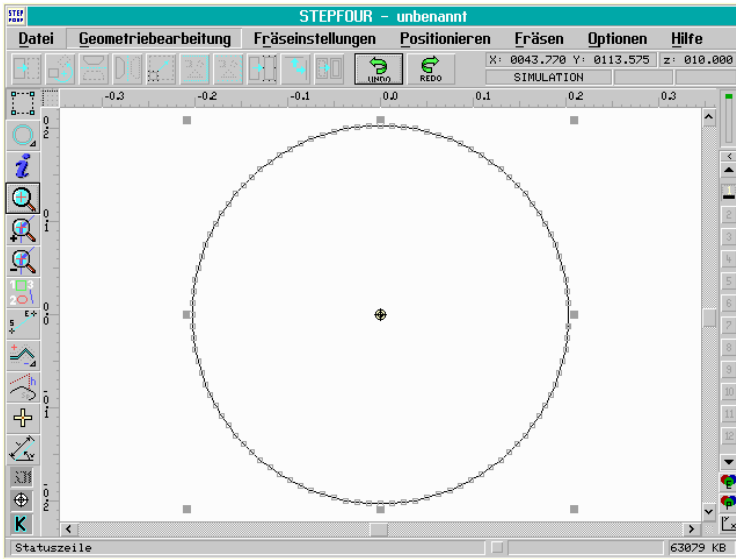
Werden nun die Teile nun auseinander gezogen, können Sie die exakte Verzahnung in beiden Einzelteilen erkennen.

#### 10.4.4 Punkte an Schrittauflösung ausrichten

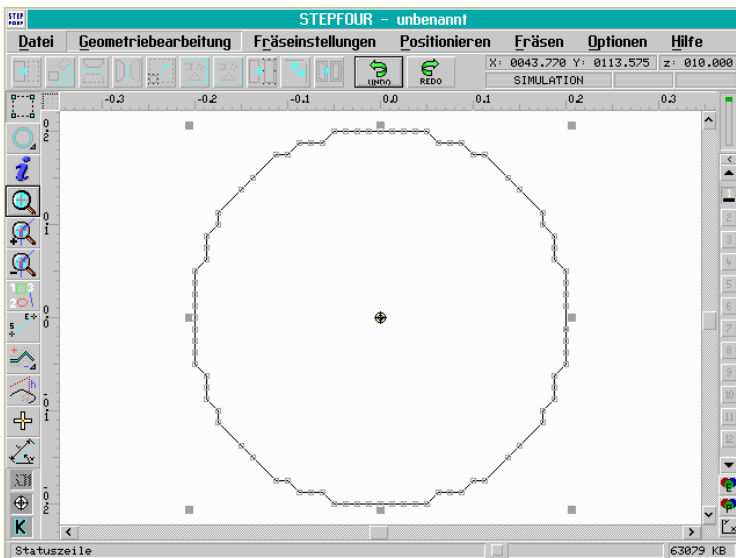
Die STEP-FOUR Frässoftware rechnet intern mit hochgenauen Fließkommazahlen. Spätestens bei der Ausgabe müssen diese Werte jedoch auf die tatsächliche Auflösung der Schrittmotore in Verbindung mit dem Mechaniksystem zurückgerechnet werden. Bei sehr kleinen Objekten kann es nun vorkommen, dass solche Objekte gar nicht mehr so bearbeitet werden können, wie sie am Bildschirm dargestellt werden.

Die Funktion **Punkte an Schrittauflösung ausrichten** rechnet anhand der eingestellten Maschinenparameter auf die tatsächlich mögliche Auflösung zurück und verschiebt alle Geometriepunkte so, dass diese Punkte exakt auf einem möglichen „Ausgabeschritt“ liegen.

Damit können Sie sofort sehen, wie genau eine sehr kleine Geometrie auf Ihrer Maschine tatsächlich ausgegeben werden kann.



Im Beispiel links sehen Sie einen Kreis von 0,4mm Durchmesser, wie er mit der rechnerischen Genauigkeit von der Software verarbeitet wird.



Nach dem Aufrufen der Funktion **Punkte an Schrittauflösung ausrichten** zeigt die zweite Abbildung die tatsächliche Ausgabe wie sie an einer konkreten Maschine möglich wäre.

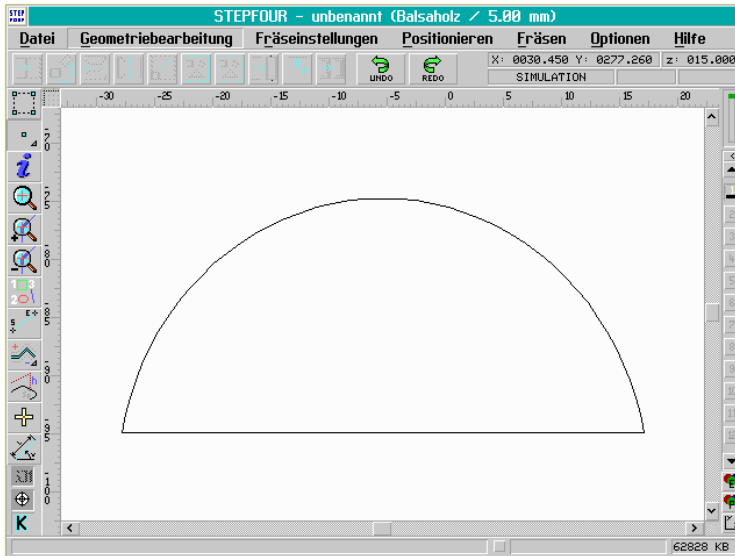
(Spindelsteigung 4mm – Motore 400 Schritte/Umdrehung).

#### 10.4.5 **Mehrfachobjekte löschen:**

Manchmal geschieht es, dass beim Duplizieren oder Verschieben von Objekten im CAD-Programm zwei identische Objekte genau übereinander liegen. In diesen Fällen würden solche Objekte jedoch auch zweimal gefräst. Unter Umständen sogar einmal mit und einmal ohne Werkzeugradiuskorrektur, was in der Regel zu Problemen beim Bearbeiten führt. Mit der Funktion **Mehrfachobjekte löschen** werden solche doppelt vorhandenen Objekte automatisch entfernt.

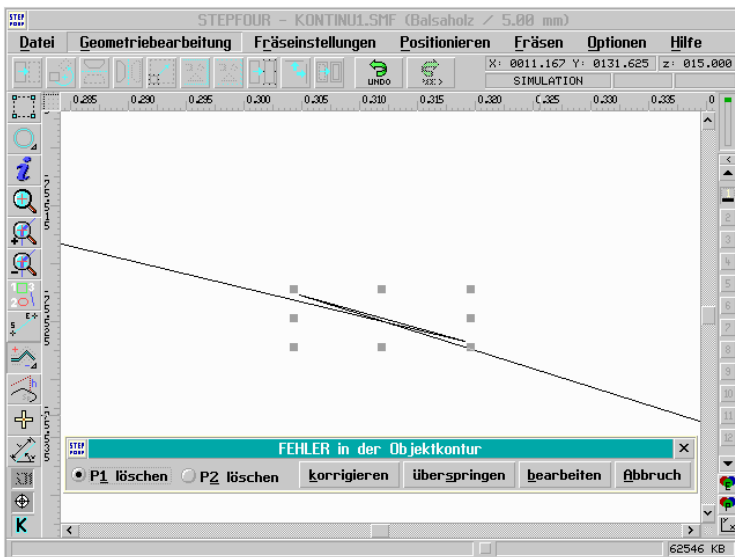
#### 10.4.6 **Konturkontinuität prüfen:**

Durch unsauberes Zeichnen oder auch durch fehlerhafte Offsetberechnungen bei manchen CAD-Programmen kann es zu Überschneidungen von Linien und dadurch zu unsauberen oder nicht korrekt berechenbaren Konturverläufen kommen.



Treten bei einer Kontur Berechnungsprobleme auf sollte die Funktion **Konturkontinuität prüfen** verwendet werden, um solche Schwachstellen zu erkennen.

In der linken Abbildung sehen Sie ein Kurvenstück, das optisch auf den ersten Blick völlig korrekt aussieht. Erst wenn man versucht eine Außenkontur zu definieren, merkt man, dass dies nicht möglich ist.



Wird die Funktion **Konturkontinuität prüfen** aufgerufen, so wird der Fehler ermittelt und der Bereich wird groß herausgezoomt.

Im konkreten Fall wird der Fehler durch ein Überkreuzen von zwei Linienstücken mit einem dazwischenliegenden rückläufigen Linienstück erzeugt.

Gleichzeitig wird ein Fenster geöffnet, in dem verschiedene Möglichkeiten zur Fehlerbehandlung angeboten werden.

Mit **korrigieren** wird je nach aktiviertem Button  **P1 löschen**  **P2 löschen** einer der beiden Punkte gelöscht.

Mit **überspringen** wird der Fehler übersprungen und die Kontur weiter analysiert.

Mit **bearbeiten** können die Punkte manuell per Punktbearbeitung manipuliert werden.

Mit **Abbruch** wird die Prüfung beendet und die Funktion verlassen



## 11 Zusatzmodul Räumen und Ebenenaufteilung

Wenn Sie neben dem 2-dimensionalen Konturenfräsen oder Gravieren auch 3-dimensionale Körper herstellen möchten, so müssen häufig größere Flächen- bzw. Volumenbereiche abgetragen werden.

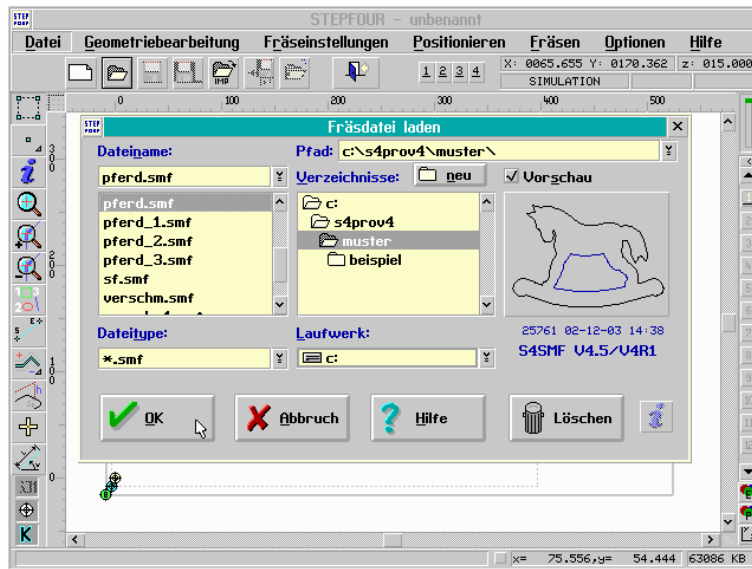
Um diese Aufgaben komfortabel und rasch erledigen zu können, stellt dieses Modul einige leistungsfähige Funktionen zur Verfügung.

Anhand einiger Beispiele wird der Einsatz dieser Funktionen auf den folgenden Seiten ausführlich erläutert.

### 11.1 Räumen einer einfachen Figur

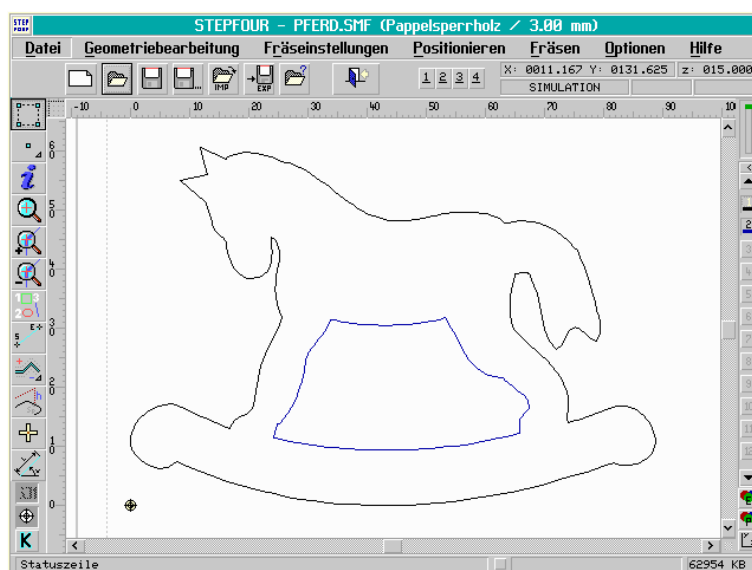
Das Schaukelpferd aus der Beschreibung des Grundpakets dient als Grundlage für das erste Beispiel.

Das Pferdchen soll in diesem Fall nicht vollständig ausgefräst werden, sondern es soll lediglich etwas vertieft in einer Platte Holz abgebildet werden.

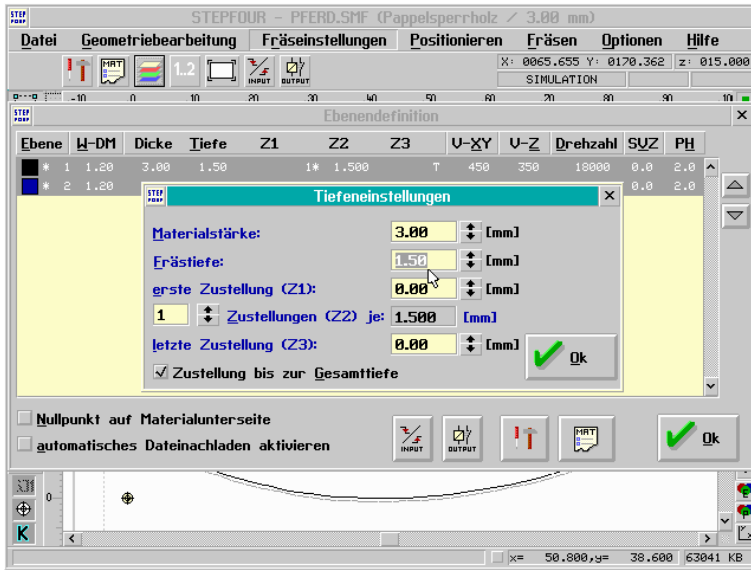


Laden Sie dazu aus dem Verzeichnis \S4PRO\MUSTER\ die bereits bekannte Beispieldatei **pferd.smf**.

Um Rechenzeit zu sparen und die Bildschirmanzeige zu beschleunigen, sollten Sie die Anzeige der Fräskonturen **K** zunächst ausschalten.



Das Räummodul der STEP-FOUR Fräsoftware erkennt automatisch Inseln die innerhalb eines Räumbereiches liegen. Dies bedeutet, dass Objekte automatisch ausgespart werden, deren Frästiefe geringer oder gleich der Tiefe des Räumereichs ist. Im Falle des Schaukelpferdchens bedeutet dies, dass sowohl die Außenkontur als auch die Innenkontur auf Ebene 2 die gleiche Tiefe zugeordnet bekommen.



Wechseln Sie zum Menü **<Fräseinstellungen>** und selektieren

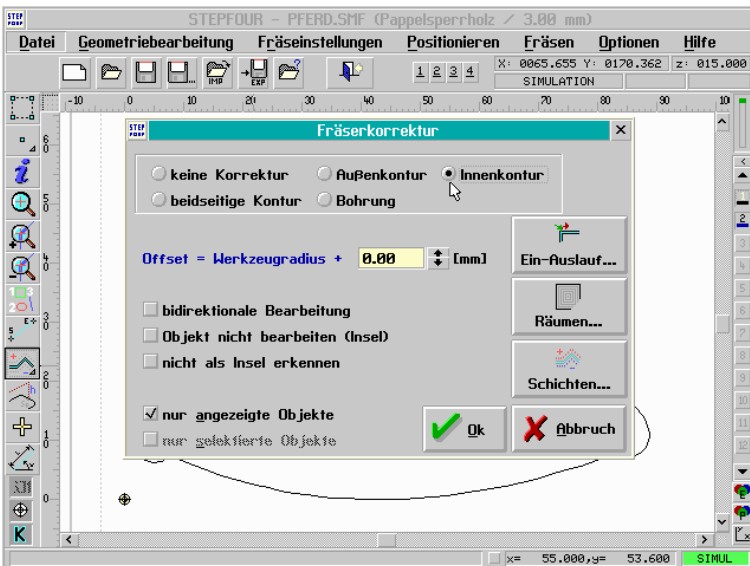
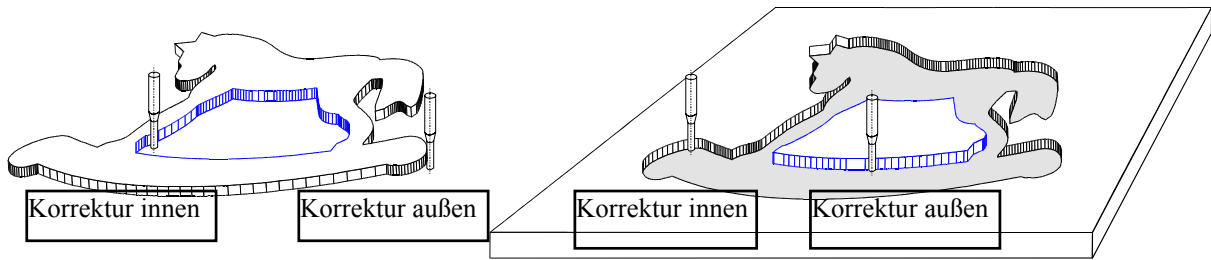
Sie die Funktion **Ebenendefinition**.

Da die beiden Konturen nicht durchgefräst werden sollen, ändern Sie die Werte für die **Tiefe** von 3.5mm auf **1.5mm**.

Selektieren Sie dazu die beide Ebenen und klicken Sie anschließend auf die Schaltfläche **Dicke Tiefe Z**.

Mehrfachselektion von Ebenen ist mit gedrückter **Shift** oder **Ctrl** Taste möglich.

Im Gegensatz zur Positivherstellung beim Konturenfräsen wird beim Räumen der Vertiefung ein Negativ des Fräsobjektes hergestellt. Dadurch muss die Fräseradiuskorrektur für Innen- und Außenkontur genau entgegengesetzt erfolgen (siehe Abbildung unten).



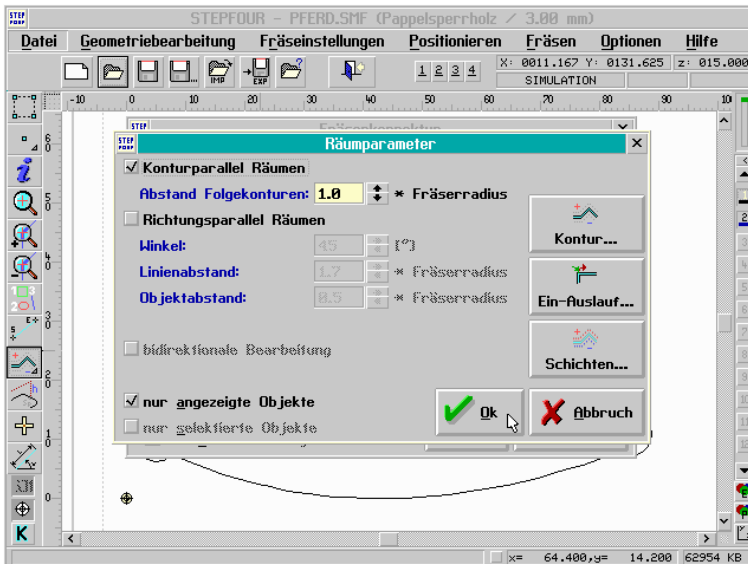
Als erstes wird daher die Fräseradiuskorrektur richtig festgelegt. Aktivieren Sie dazu in der

Werkzeugleiste die Funktion **Fräseradiuskorrektur**.

Klicken Sie auf die Außenkontur des Pferdchens und ändern Sie die Einstellung Außenkontur in **Innenkontur**.

Klicken Sie dann auf **Räumen...**, um zum Fenster für die Räumeeinstellungen zu gelangen.





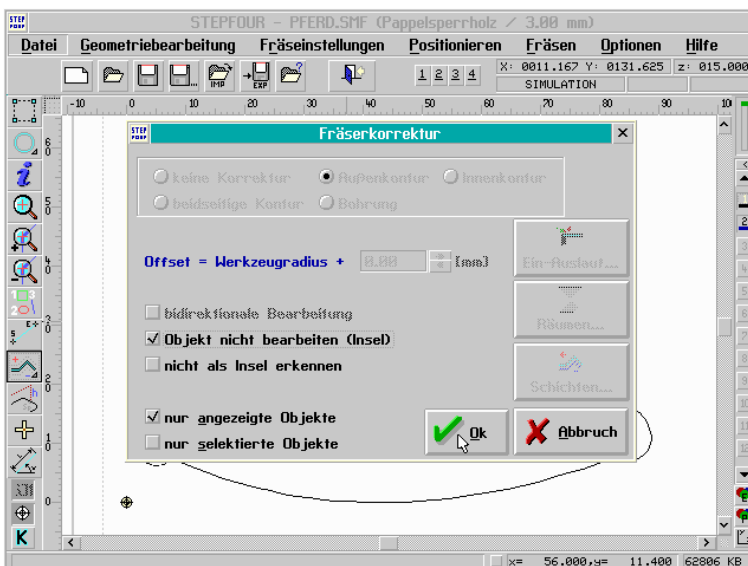
Aktivieren Sie nun die Checkbox

**Konturparallel Räumen**

Der Wert 1,0 für den Abstand der Folgekonturen bewirkt, dass die Fräsbahnen jeweils genau den halben Werkzeugdurchmesser überlappen.

Klicken Sie anschließend auf OK, um die Räumeeinstellungen zu übernehmen und das Fenster zu schließen.

Danach werden auch noch die Kontureinstellungen mit OK übernommen.



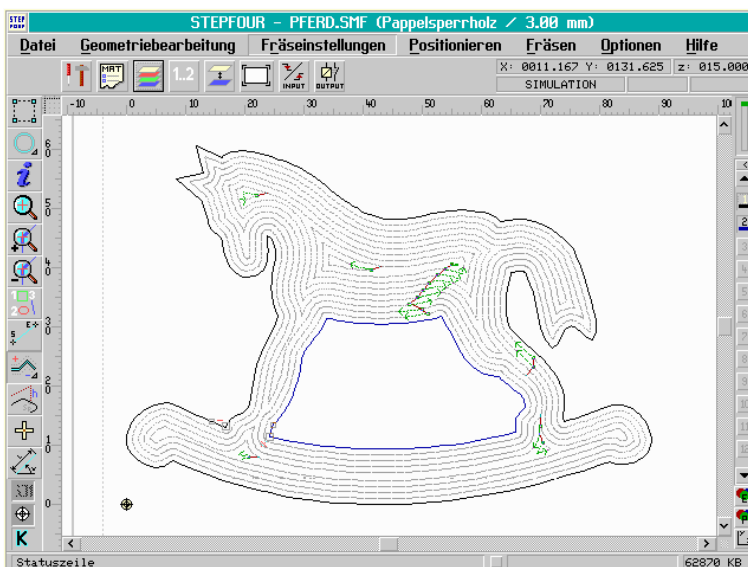
Wie bereits weiter vorne beschrieben wird der Inselbereich automatisch erkannt.

Dies bedeutet, dass der Inselkontur für die Räumebahnberechnung auf jeden Fall eine Außenkontur zugeordnet wird. Unabhängig davon wie die Konturparameter für dieses Objekt eingestellt sind.

Dadurch wird beim Räumen genau bis zu dieser Inselkontur bearbeitet.

Um das Objekt nicht doppelt zu bearbeiten, wird daher die Checkbox  **Objekt nicht bearbeiten (Insel)** aktiviert.



Verlassen Sie die Maske mit OK.

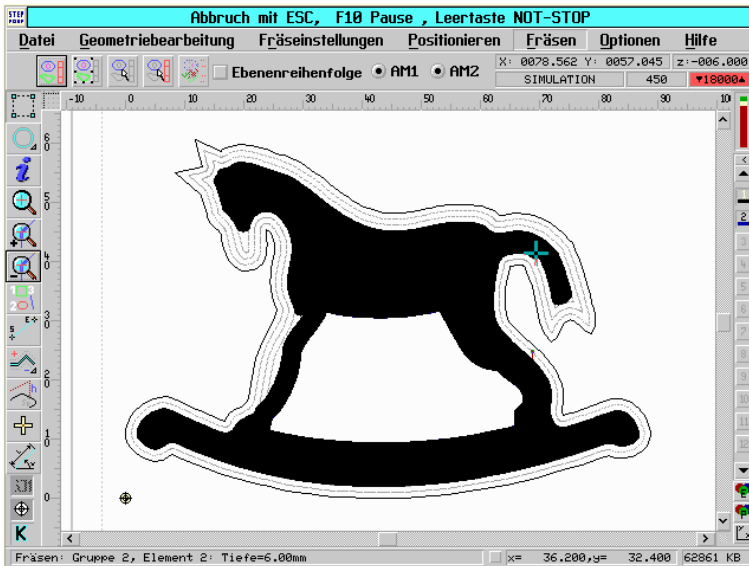


Schalten Sie die Darstellung der


Fräskonturen mit dem Schalter  **Objektkonturen anzeigen** ein.

Die Räumebahnen werden nun am Bildschirm als hellgraue Linien dargestellt.


- ☞ Da bei komplexeren Konturen die Berechnung der Räumbahnen einige Zeit erfordern kann, kann die automatische Neuberechnung in der Funktion **Grundeinstellungen** im Menü **<Optionen>** ausgeschaltet werden. Darüber hinaus kann die Berechnung auch mit der Taste  abgebrochen werden.
- ☞ Wurde der Berechnungsvorgang abgebrochen, kann die Neuberechnung der Konturen und Räumbahnen jederzeit durch Drücken der Taste  erfolgen. In jedem Fall werden die Konturen und Räumbahnen vor dem Start der Fräsbearbeitung neu berechnet.



Als nächstes sehen Sie sich den Fräsablauf im Simulationsmodus an.

Überprüfen Sie, ob der Schalter  eingeschaltet ist.

Wechseln Sie zum Menü **<Fräsen>** und

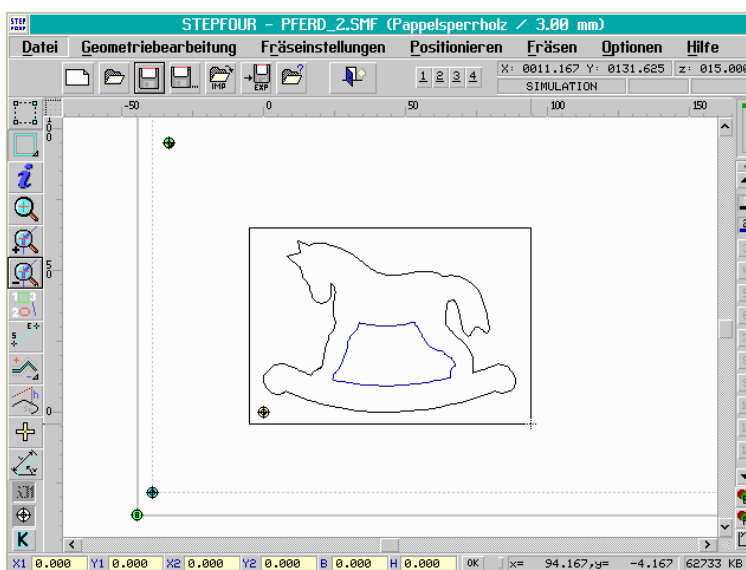
klicken Sie auf die Schaltfläche  **alles fräsen**, um den gesamten Fräsablauf zu simulieren.

Ist der Simulationslauf korrekt, so können Sie das Werkstück aus einem Stück Pappelspertholz ausfräsen.


Speichern Sie anschließend die Datei unter dem Namen **pferd\_2.smf** im Verzeichnis **\\s4proV4\muster\beispiel**.

## 11.2 Invertieren der Räumfunktion (Stempelgravur)

In manchen Fällen ist es nötig, die Räumfunktion genau umgekehrt zu verwenden, um das Bauteil erhaben stehen zu lassen und das umgebende Material abzutragen. (z.B. bei der Herstellung eines Stempels). Im folgenden Beispiel werden Sie erfahren, wie man dabei vorgeht. Darüber hinaus erfahren Sie noch einige Dinge, die Sie generell beachten sollten, wenn sie Bauteile räumen, bei denen Inseln stehen bleiben sollen.



Falls Sie die Datei pferd\_2.smf nicht ohnehin vom letzten Beispiel her im Arbeitsspeicher haben, laden Sie diese Datei noch einmal.

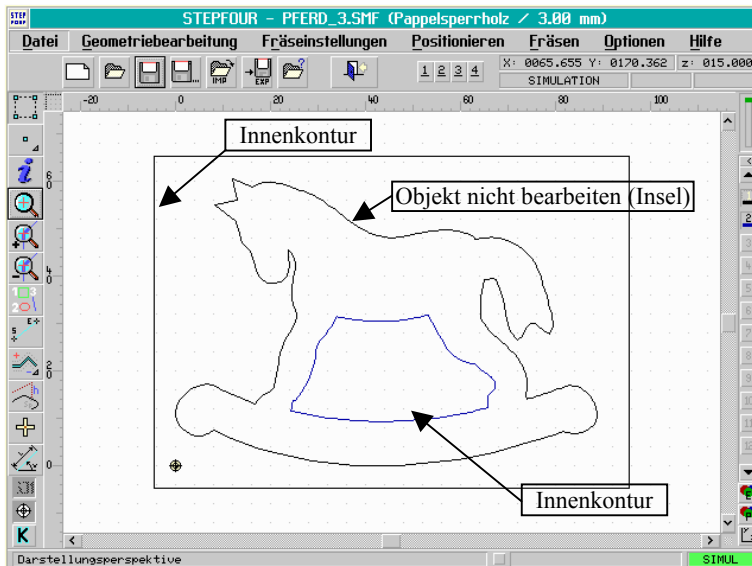
Schalten Sie die Konturanzeige  wieder aus, um den Bildaufbau zu beschleunigen.

Die Fräsoftware muss bei einer solchen Gravur wissen, welcher Bereich um das Objekt herum geräumt werden soll.

Als Begrenzung für diese Fläche wird daher ein Rechteck außen um das gesamte Schaukelpferd gelegt.

Falls Sie das Zusatzmodul mit den Zeichenfunktionen besitzen, so können Sie das Rechteck einfach per Maus in der erforderlichen Größe erstellen.

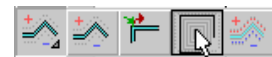
Andernfalls müssen Sie das Rechteck in Ihrem CAD-Programm zeichnen und in die aktuelle Datei importieren.



Als nächstes werden die Konturparameter für die drei Objekte definiert.

(siehe nebenstehende Abbildung)

Klicken Sie danach auf das Konturwerkzeug und halten Sie die linke Maustaste für ca. ½ Sekunde gedrückt, um die Funktionsleiste auszuklappen.



Selektieren Sie den Button für die Räumparameter.

Klicken Sie auf das äußere Rechteck.

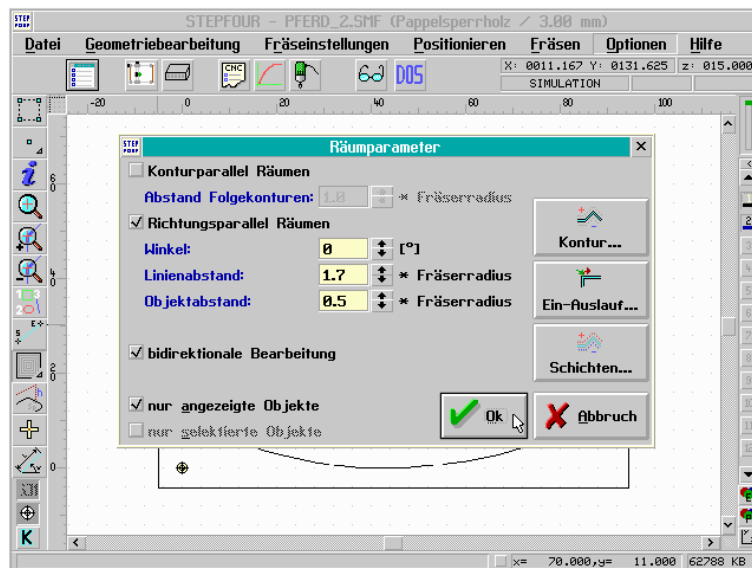
Im Gegensatz zum vorherigen Beispiel definieren Sie nun

**Richtungsparelle Räumen**. Damit wird der Räumereich zeilenweise wie eine Schraffur angelegt.

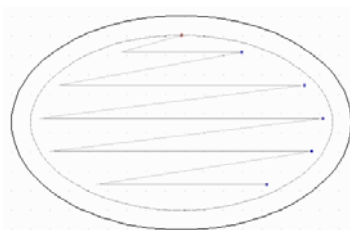
Der **Winkel** definiert die Richtung der Räumbahnen.

Der **Linienabstand** gibt die Überlappung der einzelnen Fräsbahnen an.

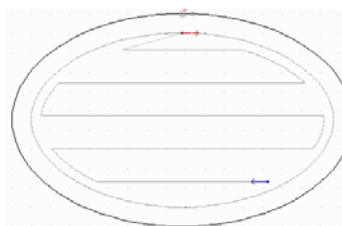
Der **Objekttaband** definiert wie weit mit den einzelnen Räumbahnen an die Objektkontur herangefahren werden soll.



**Unidirektionale und  bidirektionale Bearbeitung:**

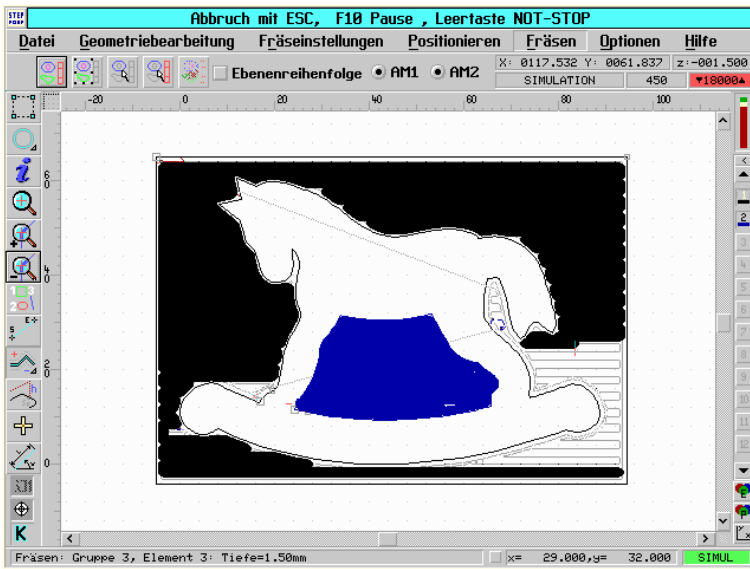


Normalerweise werden die Räumbahnen immer in der selben Richtung bearbeitet (unidirektional). Dies hat den Vorteil, dass die Schnittkräfte am Fräser immer in die selbe Richtung wirken. Allerdings ist dadurch der Anteil der Leerwege relativ hoch (gestrichelte Linien in der Abbildung).



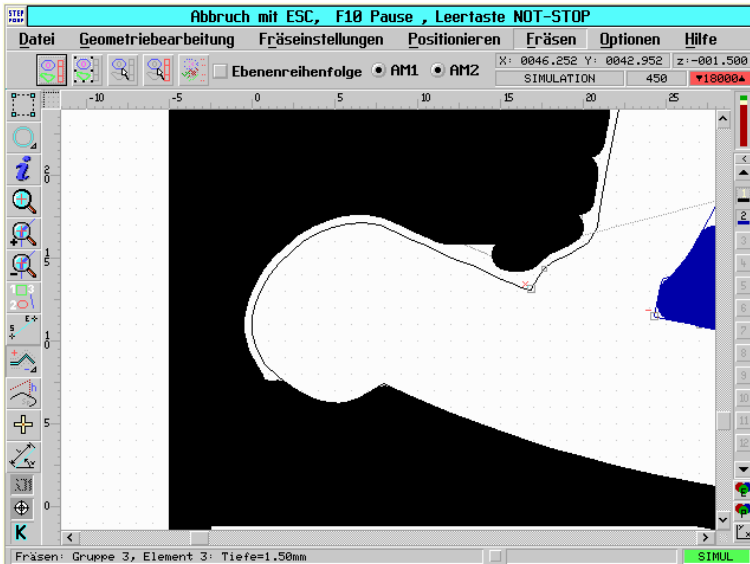
Wird die Checkbox  **bidirektionale Bearbeitung** aktiviert So werden die Räumbahnen miteinander verbunden und dadurch in einer Pendelbewegung abgefahren.

Definieren Sie für den Innenbereich des Schaukelpferdes die selben Räumparameter wie für das Rechteck.



Die fertig definierte Datei müsste bei eingeschalteter Konturanzeige etwa dem nebenstehenden Bild entsprechen. Ist alles in Ordnung, so können Sie den Fräsablauf wiederum im Simulationsmodus ablaufen lassen.

In manchen Fällen (so auch im konkreten Fall) kommt es zum Eindruck, als wenn die Innenfläche nicht vollständig ausgeräumt würde. Dieser Effekt kommt daher, dass der Fräsdurchmesser durch die begrenzte Bildschirmauflösung nicht korrekt dargestellt werden kann. Durch Vergrößern eines Bildausschnittes verschwindet dieser Effekt wieder.



Vergrößern Sie den Ausschnitt um den linken unteren Teil des Beins. Starten Sie neuerlich einen Simulationslauf.

Sie werden sehen, wie beim Räumen zunächst bis knapp an die Kontur herangefahren wird. Danach wird mit einem Konturzyklus die Kontur exakt auf Nennmaß gefräst.

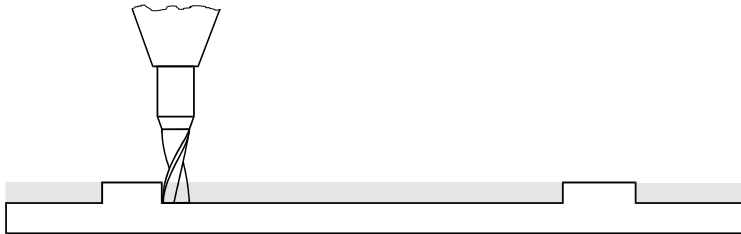
Damit ist die Erstellung dieses Beispiels ebenfalls abgeschlossen und Sie sollten das Ergebnis als Datei **pferd\_3.smf** wieder im Verzeichnis **\\s4proV4\muster\beispiel\** speichern.

## 11.3 Automatische Ebenenaufteilung

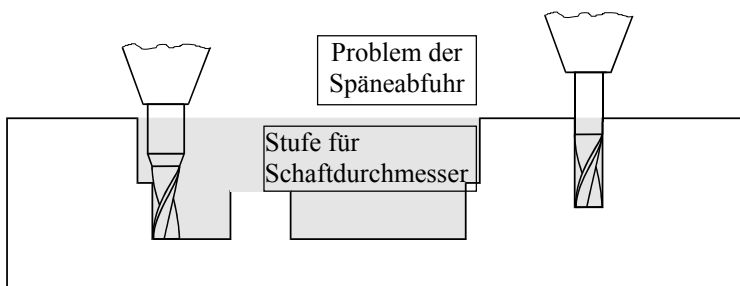
Die Funktion zur automatischen Aufteilung der Ebenen erlaubt eine einfache Umsetzung von Höhenschichtlinien in ein 3-dimensionales Bauteil. Voraussetzung dafür ist allerdings, dass Sie über ein entsprechendes 3-D CAD System verfügen, das die entsprechenden Schnitte durch einen 3-D Körper legen kann.

### 11.3.1 Besonderheiten beim Bearbeiten von 3D-Teilen.

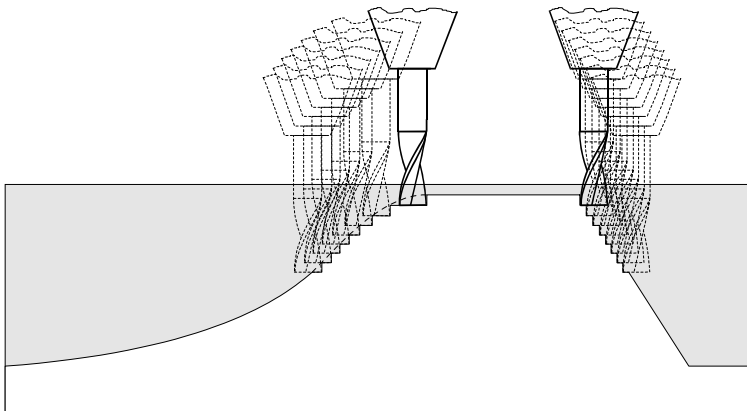
Um einen 3-dimensionalen Teil herzustellen, bedarf es einiger grundlegender Überlegungen, welche Probleme im Zusammenhang mit der Herstellung von solchen Teilen auftreten können..



Solange ein Teil in Stufen bearbeitet wird und die Materialstärken geringer als die Schneidlänge des Fräswerkzeuges sind, ist die Bearbeitung relativ einfach und es sind weiter keine besonderen Überlegungen zum Fräsvorgang nötig (z.B. das Relief des Schaukelpferdes).



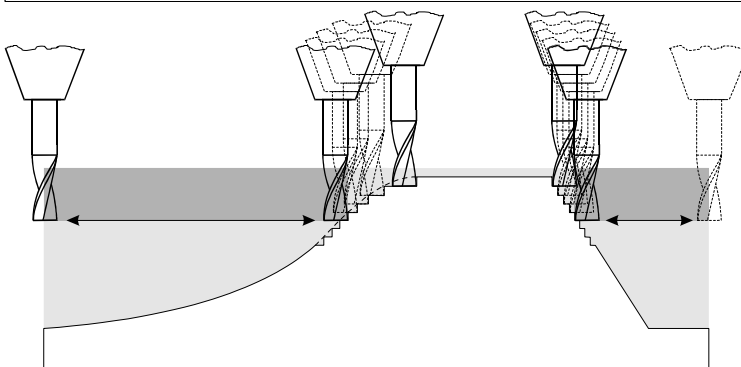
Etwas komplizierter wird die Sache bei Körpern, wo die Frästiefen größer werden. In diesen Fällen müssen die Schneidlänge, der Schaftdurchmesser des Werkzeuges, die Späneabfuhr usw. unbedingt berücksichtigt werden.



Bei schrägen oder gewölbten Flächen kann die Oberfläche nur durch stufenförmiges Bearbeiten des Körpers näherungsweise erzeugt werden.

Je feiner diese Stufen (Höhenschichten) aufgelöst werden, umso besser wird die Annäherung an die Originalkontur.

Die STEP-FOUR Fräsoftware erlaubt in einer Fräsdatei die Verwendung von max. 256 Fräsebenen.



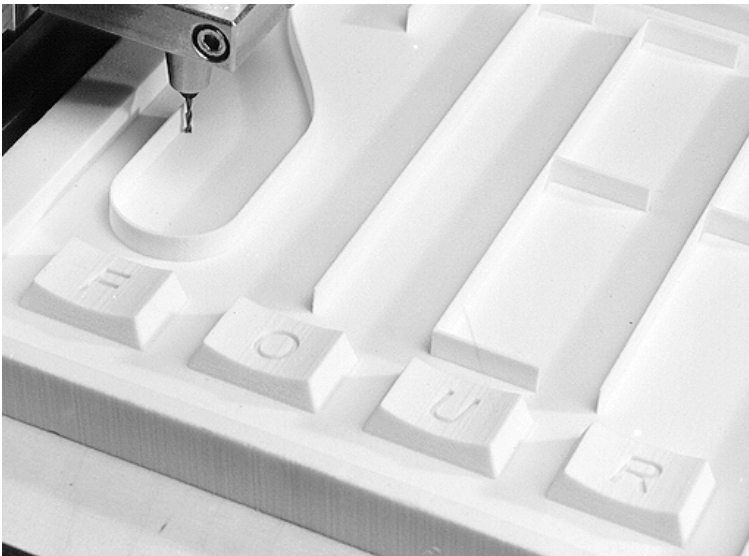
Würde jede einzelne Höhenschichtlinie jedes Mal vollständig geräumt, würde dies natürlich einen relativ hohen Zeitaufwand bedeuten. Insbesondere dann, wenn die Stufen nur wenige Zehntel Millimeter abgestuft sind.

Um dies zu vermeiden, kann bei der automatischen Ebenenaufteilung eine maximale Eintauchtiefe für das Werkzeug angegeben werden.

Beim Fräsen werden dann zunächst nur die Einzelobjekte von oben nach unten

bearbeitet. Wird bei einer Ebene die maximale Eintauchtiefe erreicht, so wird diese Ebene zuerst vollständig geräumt. Anschließend werden wieder die Einzelobjekte abgearbeitet, bis die Eintauchtiefe das nächste Mal erreicht wird usw.

### 11.3.2 Beispiel zur Erstellung eines 3-dimensionalen Bauteiles



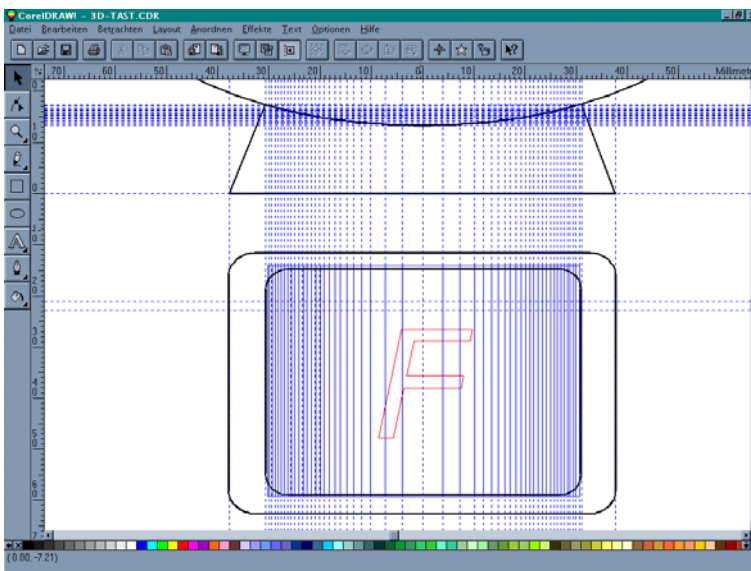
Im folgenden Abschnitt ist anhand eines 3-dimensionalen Tastenkörpers des STEP-FOUR Logos die Herstellung eines einfachen 3-D Teiles beschreiben.

Der Einfachheit halber wurde nur der erste Tastenkörper mit dem Buchstaben „F“ für das Beispiel herangezogen.

Der Tastenkörper soll aus einem 20mm dicken Stück Styrofoam hergestellt werden. Dieses Material eignet sich sehr gut für solche Versuche, da es sich mit hoher Vorschubgeschwindigkeit bei guter Oberflächenqualität fräsen lässt. Durch das weiche Material ist selbst bei Fehlern in der Fräsdatei oder bei der Maschinenbedienung die Gefahr des Werkzeugbruches relativ gering.

Da es sich bei diesem Tastenkörper um einen relativ einfachen Teil handelt, wurden die Daten für dieses Bauteil nicht durch ein kompliziertes 3D-CAD-System erstellt, sondern direkt in COREL-DRAW mit den dort verfügbaren Funktionen erstellt.

#### Erzeugen des Höhengschichtmodells



Als erstes werden Grund- und Aufriss des Tastenkörpers erstellt.

Die Tiefe der gewölbte Tastenoberfläche beträgt in der Mitte 4mm und soll in 20 Schritten gefräst werden.

Es werden daher in diesem Bereich 20 horizontale Hilfslinien mit jeweils 0,2mm Abstand angeordnet.

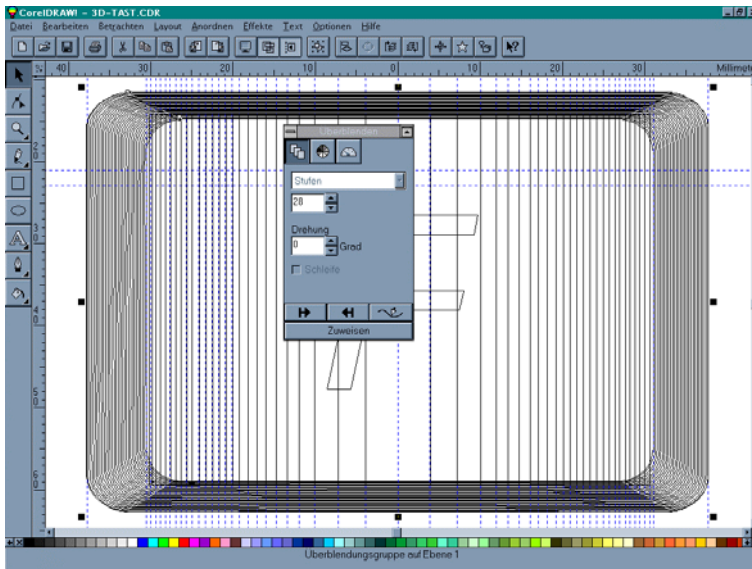
Anschließend wird an den Schnittpunkten der horizontalen Hilfslinien und der elliptischen Kurve jeweils eine senkrechte Hilfslinien gelegt.

Diese senkrechten Hilfslinien dienen dann als Raster für die Rechtecke der jeweiligen Höhengschichtlinie.

Achten Sie darauf, dass Umrisse, Rechtecke und der Buchstabe „F“ jeweils mit einer eigenen Farbe gezeichnet werden, damit diese Objekte beim Export der Daten auf eine eigene Ebene gelegt werden.

Der Aufriss wird für die weitere Konstruktion nicht mehr benötigt und kann gelöscht werden.

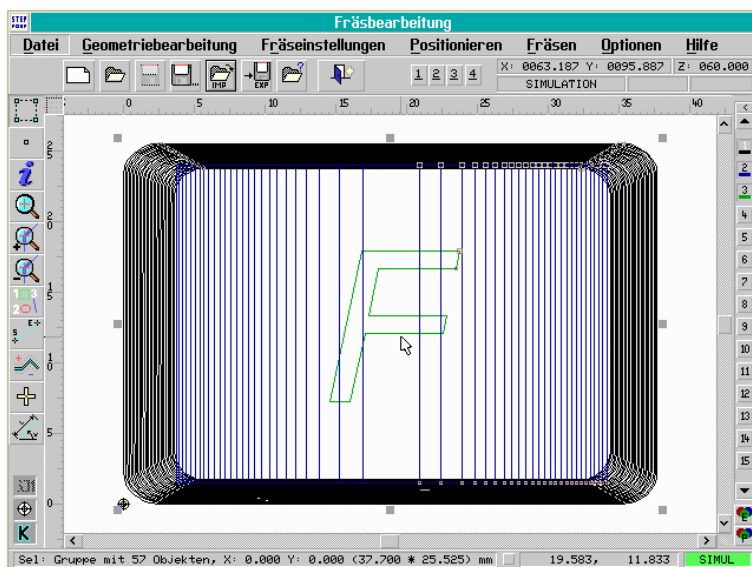




Die Höhenschichtlinien für den äußeren Tastenumriss werden mit der Funktion **Überblenden** automatisch erzeugt.

Die Gesamthöhe von 15mm soll in 30 Höhenschichtlinien mit 0,5mm Abstand aufgeteilt werden. Für die Anzahl der Überblendungsschritte werden daher 28 Stufen (Plus Anfang und Ende = 30) angegeben.

Anschließend werden die Daten als HPGL-Datei exportiert.

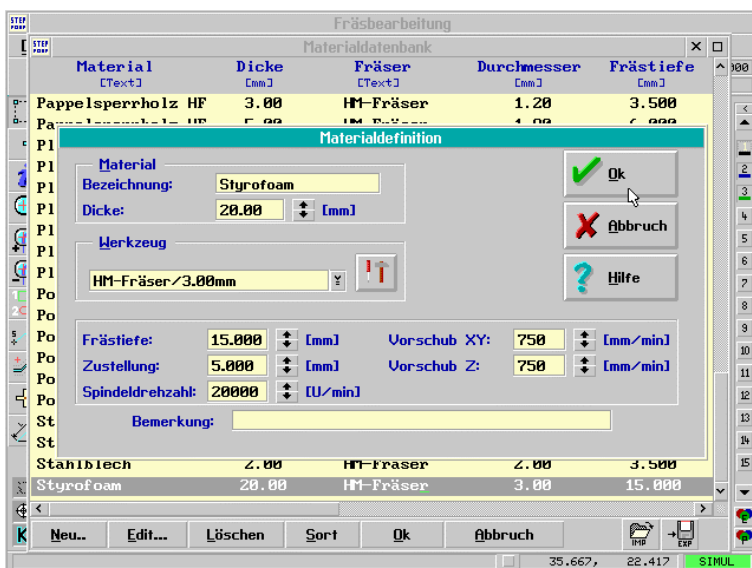


Eine auf diese Weise erzeugte HPGL-Datei wurde bereits mit der STEP-FOUR Fräsoftware mitgeliefert.

Importieren Sie die Datei **3d\_taste.plt** aus dem Verzeichnis **S4PRO\MUSTER\BEISPIEL\**.

Nach dem Import müsste in etwa die nebenstehende Darstellung sichtbar sein.

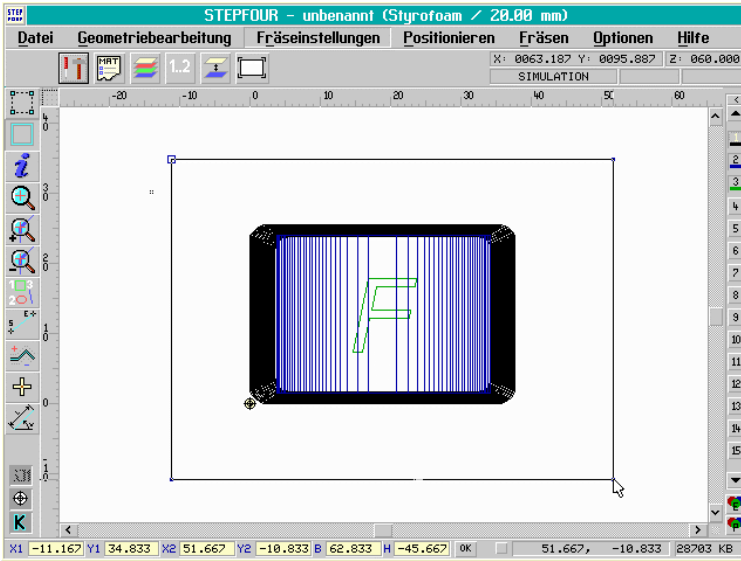
Zerlegen Sie die gruppierten Daten durch Betätigen von **Strg U** in Einzelobjekte.



Wie bereits am Anfang erwähnt, soll der Tastenkörper aus 20mm starkem Styrofoam hergestellt werden.

Ein entsprechender Materialeintrag ist in Ihrer Materialdatenbank bereits vorhanden.

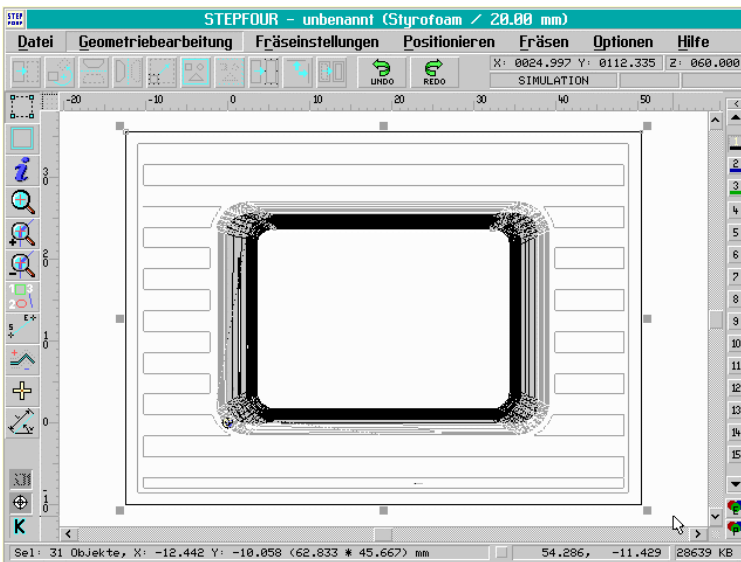
Wählen Sie den Eintrag für **Styrofoam, 20mm**, und **3mm HM-Fräser** aus.



Ähnlich wie bei der Stempelgravur des Schaukelpferds muss auch für den Tastenkörper eine Außenbegrenzung für den Räumbereich definiert werden.


Zeichnen Sie daher auf Ebene 1 ein entsprechendes Rechteck mit den Zeichenfunktionen oder importieren Sie es aus Ihrem CAD-Programm.

Wichtig ist hier, dass diese Grenze auch tatsächlich mit den physikalischen Materialgrenzen übereinstimmt. Denn ein außen stehen bleibender Rand würde unter Umständen mit dem Fräterschaft oder der Fräseraufnahme kollidieren.



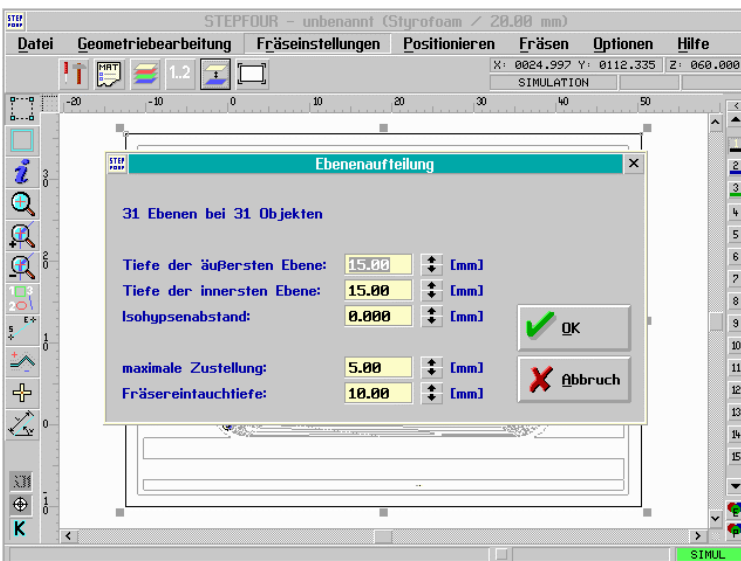
Richten Sie das Rechteck zentrisch zu den Objekten des Tastenkörpers aus.

Blenden Sie die Ebenen 2 und 3 aus.


Selektieren Sie das Hilfsmittel  und definieren Sie für das äußere Rechteck den Konturparameter **Innenkontur** und die Räumparameter bidirektional räumen mit einem Winkel von 0°.

Legen Sie anschließend einen Rahmen um alle Höhenschichtlinien der Ebene 1 und definieren Sie diese Objekte als Außenkontur.

Wechseln Sie zum Selektionswerkzeug und selektieren Sie mit einem Rahmen alle Objekte auf Ebene 1. In der Statuszeile muss nun angezeigt werden, dass 31 Objekte selektiert sind.



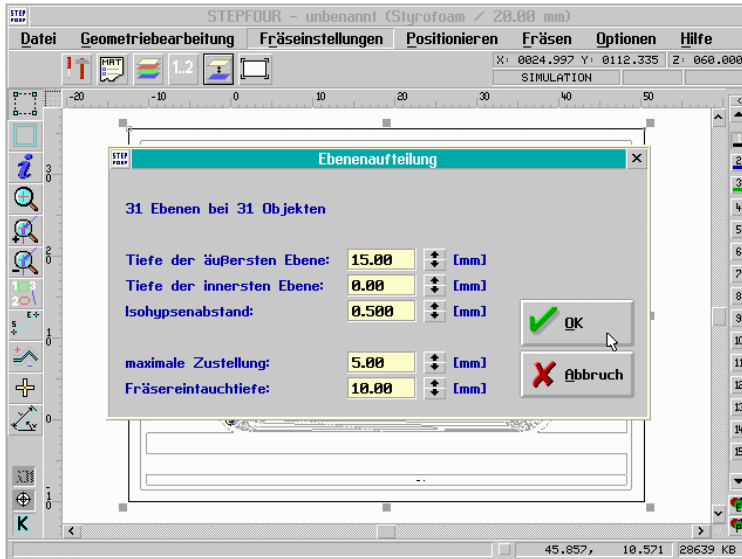
Nun wählen Sie im Menü

<Fräseinstellungen> die Funktion  **Ebenenaufteilung** aus.

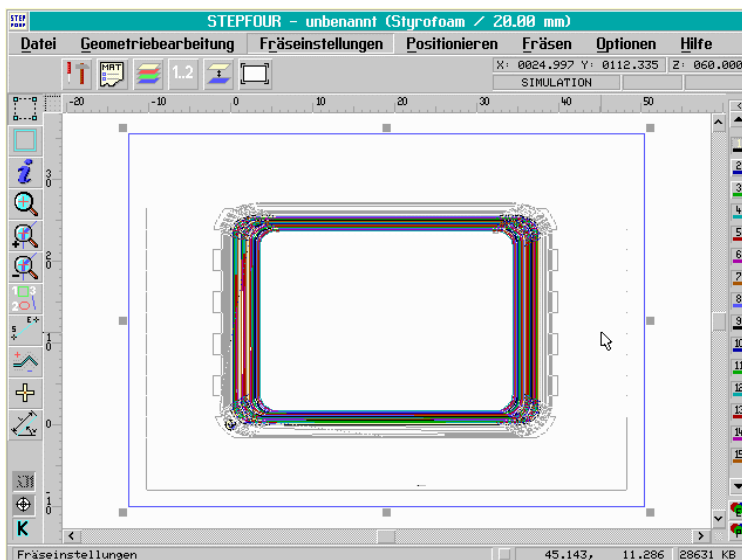
Beim Aufruf der Funktion werden die selektierten Objekte analysiert und die Software stellt fest, dass 31 Objekte ineinander verschachtelt sind und somit auf 31 Ebenen aufgeteilt werden müssen.

(Würden z.B. zwei Tastenkörper nebeneinander innerhalb der Materialbegrenzung liegen, würden dann die 61 Objekte ebenfalls auf 31 Ebenen aufgeteilt werden.)





Fall unverändert.



Nun muss noch die vertikale Ausdehnung des Körpers definiert werden.

Der Tastenkörper soll 15mm hoch sein. Die Frästiefen werden immer von der Materialoberfläche aus gemessen. Geben Sie daher für die Tiefe der **äussersten Ebene 15mm** ein. Die innerste Ebene liegt an der Materialoberfläche und muss daher **0mm** Tiefe aufweisen.

Daraus errechnet die Software, dass ein Abstand von einer Höhenschichtlinie zur anderen **0,5mm** betragen muss (Isohypsenabstand).

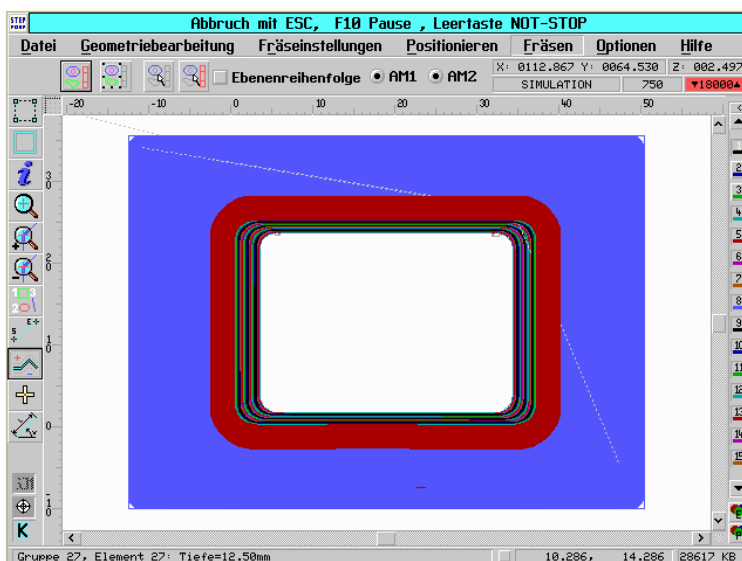
Die maximale Zustellung bzw. die Fräseereintauchtiefe wird aus der Material- bzw. Werkzeugdatenbank übernommen und bleibt im konkreten

Klicken Sie auf OK und die Objekte werden auf die einzelnen Ebenen aufgeteilt.

Für den verwendeten 3mm Fräser ist eine maximale Eintauchtiefe von 10mm definiert.

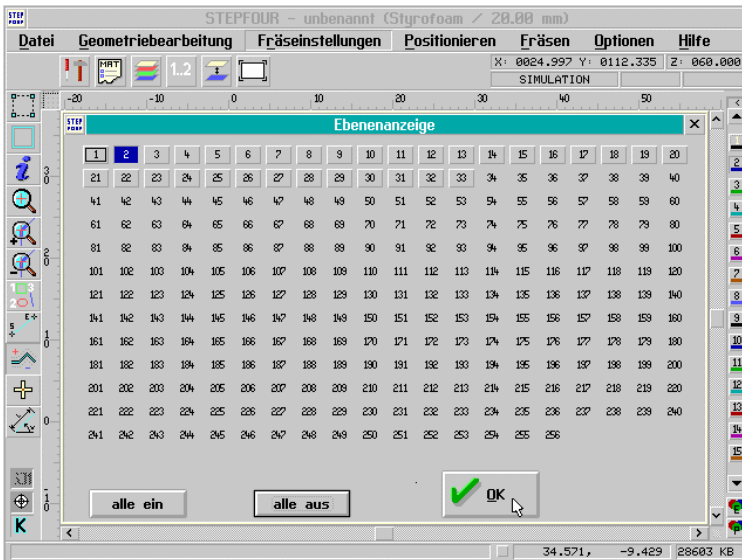
Dadurch wird das äussere Begrenzungsrechteck mit den Räumparametern für die Innenkontur zusätzlich auf die Ebene 24 kopiert (auf Ebene 24 wird die Frästiefe 10mm erreicht).

Da die Räumbahnen auf Ebene 1 und 24 genau übereinander liegen, sind die Bahnen nur im Randbereich sichtbar. Sie können die Bahnen jedoch überprüfen, wenn Sie eine der beiden Ebenen ausblenden.




Überprüfen Sie den Fräsablauf im Simulationsmodus.


Antworten Sie dabei auf die Frage „soll die Zustellung ebenfalls simuliert werden“ mit Ja. Denn dadurch können sie während des Simulationslaufes sehen, wie viele Zyklen für die Bearbeitung der einzelnen Ebenen verwendet werden.




Im nächsten Schritt wird der konkav gewölbte Bereich der Tastenfläche definiert.


Klappen Sie mit der Schaltfläche  die Gesamtübersicht der Ebenendarstellung auf.

Blenden Sie **alle Ebenen aus** und schalten Sie nur die **Ebene 2** zur Anzeige der Höhenschichtlinien für die gewölbte Tastenfläche **ein**.

Rufen Sie die Funktion  **Fräserradiuskorrektur** auf. Ziehen Sie einen Rahmen um alle Objekte und definieren Sie diese als Innenkontur.



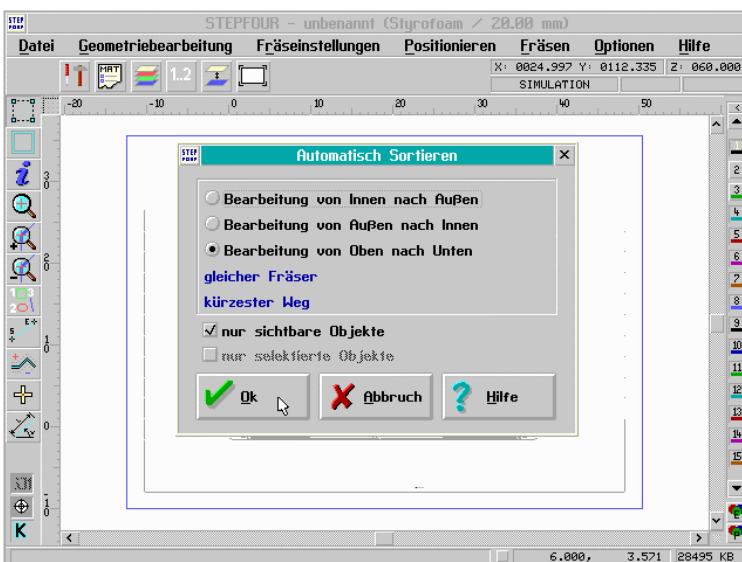
Aktivieren Sie das  **Selektionswerkzeug**, und selektieren Sie alle Objekte.

Rufen Sie die Funktion  **Ebenenauflteilung** auf.

Damit die Tastenoberfläche frei von eventuellen Druckstellen oder Beschädigungen der Styrofoamoberfläche ist, wird für die erste Ebene (äußerste Ebene) eine Tiefe von **0,5mm** definiert. Die Tiefe der innersten Ebene muss damit auf **4,5mm** gesetzt werden.

Bestätigen Sie die Einstellungen mit **OK**, um die Ebenenaufteilung zu

starten.

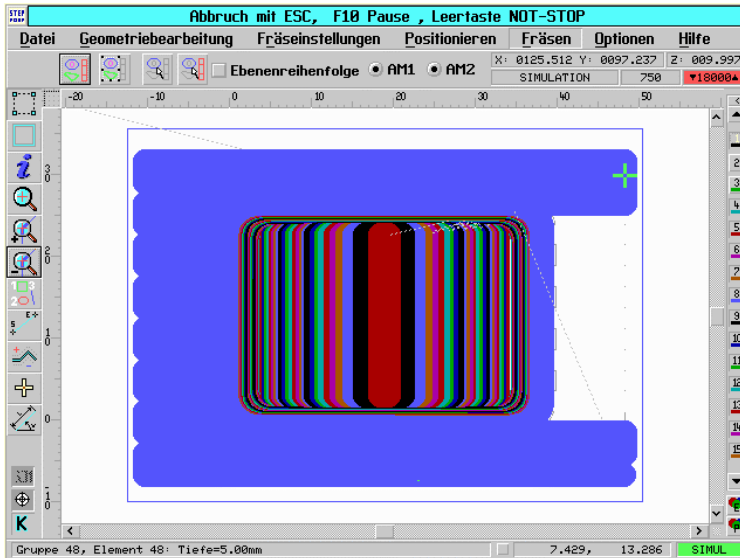


Schalten Sie alle Ebenen mit Ausnahme der Ebene 3 (Buchstabe „F“) wieder ein.

Rufen Sie im Menü Fräseinstellungen die Funktion  **Sortieren** auf.

Aktivieren Sie den Schalter „**Bearbeitung von oben nach unten**“, sowie „**nur sichtbare Objekte**“.

Klicken Sie auf **OK**, um den Sortiervorgang zu starten.

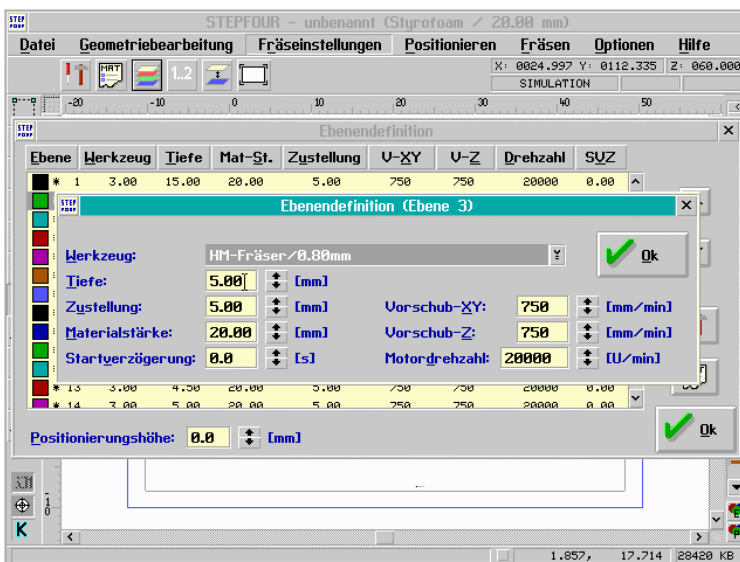


Das Ergebnis sehen Sie sich wiederum im Simulationsmodus an.

Die einzelnen Objekte müssen nun in Abhängigkeit von der Höhe von oben nach unten bearbeitet werden.

Im Bild nebenan ist ein Teil der Taste bereits fertiggestellt und es wird gerade die erste Ebene in 10mm Tiefe ausgeräumt.

Das Räumen erfolgt dabei in zwei Tiefenzyklen, da zum Zweck des besseren Späneabtransports eine maximale Zustellung von 5mm definiert wurde.

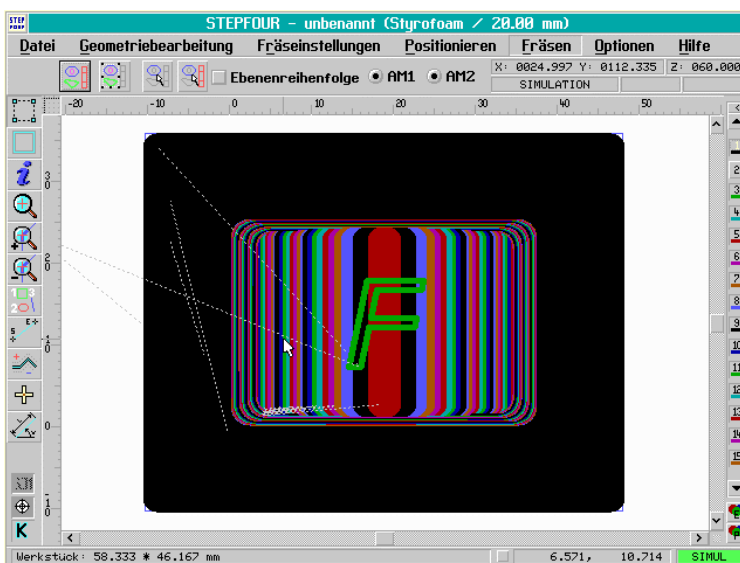


Zuletzt wird noch die Gravur des Zeichens „F“ definiert.

Schalten Sie die Ebene 3 ein.

Wechseln Sie zur Funktion **Ebenendefinition** und stellen Sie die Parameter für die Ebene 3 ein.

Für die Gravur wird ein **0,8mm Fräser** verwendet. Die Gravur soll **0,5mm** tief sein. Da das Flächenstück, in dem die Gravur liegt, ca. 4,5mm tief liegt, wird für die Frästiefe ein Wert von **5mm** eingegeben.



Zuletzt wird nun der gesamte Fräsvorgang mit allen Ebenen simuliert.

Nachdem der gesamte Tastenkörper mit dem 3mm Fräser hergestellt wurde, fordert die Software einen Fräserwechsel zum 0,8mm Fräser.

Bestätigen Sie diesen Fräserwechsel im Simulationsmodus, indem Sie auf **aktualisieren** klicken.

Anschließend wird der Buchstabe „F“ graviert und der Fräs- bzw. Simulationsvorgang ist beendet.

Speichern Sie das Beispiel im Verzeichnis **S4PROMUSTER\BEISPIEL\** unter dem Dateinamen **3d\_taste.smf**.



## 12 Zusatzmodul 3D-Bearbeitung

Ein völlig neues Softwaremodul in der STEP-FOUR Frässoftware V4 stellt das Zusatzmodul 3D-Bearbeitung dar. Es erweitert die Frässoftware um die Möglichkeiten einer echten 3-Achs-Bahnsteuerung. Dabei kommt es nicht nur darauf an, die einzelnen Bahnstücke exakt abzufahren, sondern die Software sollte auch möglichst vorausschauend arbeiten und immer einen gewissen Bereich des Fräsverlaufes im Auge haben, um die Bahn immer mit möglichst optimaler Geschwindigkeit abzuarbeiten. In der Fachsprache wird dies mit „Look Ahead - Steuerung“ bezeichnet. Diese Fähigkeit entspricht etwa einem Autofahrer, der den Straßenverlauf aufmerksam beobachtet und seine Geschwindigkeit immer optimal den Kurvenradien anpasst und rechtzeitig bremst, um bei engen Kurven oder Abzweigungen nicht von der Straße zu fliegen.

Stellt die STEP-FOUR Frässoftware im 2D – bzw. 2½D Bereich eine vollständig CAM-Lösung dar, so sind solche Funktionen für den 3D-Bereich jedoch nicht implementiert. Sollen 3D-Körper mit Rundungen und Freiformflächen hergestellt werden, so ist ein CAM-Programm erforderlich, das die entsprechenden Fräsbahndaten berechnen und ausgeben kann.

Dennoch ergeben sich auch durch die Erweiterung der normalen 2D-Funktionen interessante Möglichkeiten für die dreidimensionale Bearbeitung. So können alle Zeichen und Geometriefunktionen nicht nur in XY sondern auch in der XZ- bzw. YZ-Ebene angewendet werden.

Fräsbahnen können z.B. auch an schräge oder gekrümmte Oberflächen angepasst werden.

Die gesamte 3D-Bearbeitung ist dabei vollständig in die normale Oberfläche integriert, so dass ein durchgängiges Arbeiten im 2D, 2 ½ D und 3D-Bereich möglich ist.

### 12.1 Unterschiede zur 2½D Software

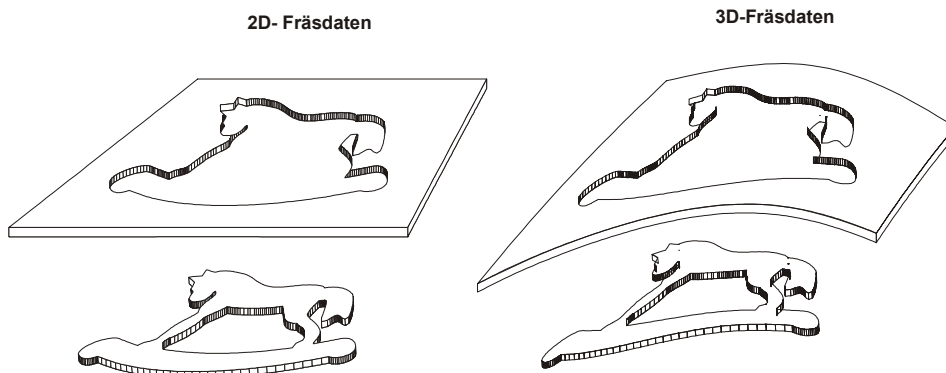
Auf den ersten Blick unterscheidet sich die STEP-FOUR Frässoftware mit freigeschaltetem 3D-Modul überhaupt nicht von der 2½D Version.

#### 12.1.1 Unterschiede in der Datenstruktur:

Intern unterscheidet sich die Datenstruktur der 2D-Frässoftware und der 3D-Version grundlegend.

In der 2D-Version werden prinzipiell nur die X- und Y-Koordinaten einer Kontur verarbeitet. Die Z-Tiefe wird allein durch die Zustellwerte in der Ebenendefinition für alle Objekte auf dieser Ebene festgelegt.



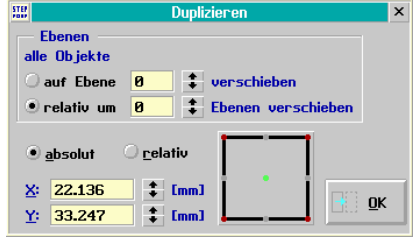
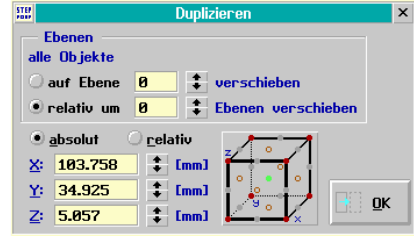


In der 3D-Version hingegen besitzt jeder einzelne Punkt eines Objektes drei Raumkoordinaten (XYZ), welche die Lage dieses Punktes festlegen. Zusätzlich wird diesen Raumkoordinaten eine eventuelle Frästiefe noch überlagert.

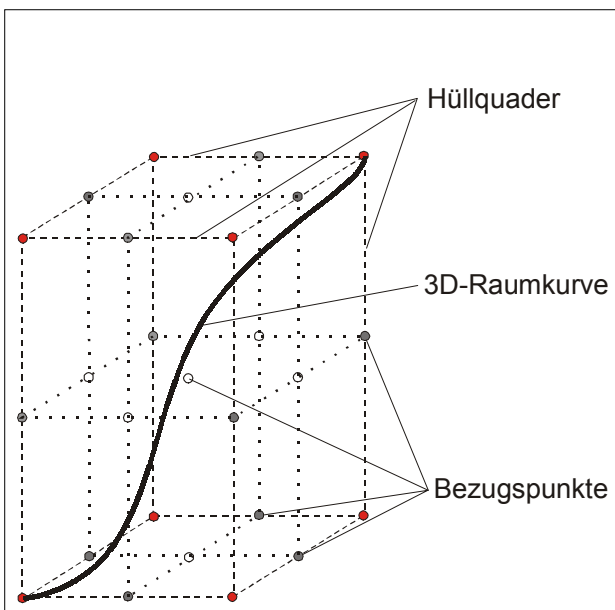


Wie Sie sehen, ist die Datenstruktur für ein 3D-Objekt naturgemäß wesentlich aufwendiger, da die zusätzlichen Z-Koordinaten ebenfalls bei allen Aktionen mit berücksichtigt werden müssen. Andererseits lässt sich mit einer 3D-Datenstruktur ein 2D-Teil relativ einfach beschreiben, indem alle Z-Koordinaten auf Null gesetzt werden.

**12.1.2 Unterschiede in den Bearbeitungswerkzeugen:**

Nach außen deutlicher sichtbar ist der Unterschied bei den einzelnen Werkzeugen zur Geometriebearbeitung. Denn bei allen Masken und Funktionen, die in irgendeiner Weise die Lage von Objekten und einzelnen Punkten beeinflussen, muss die dritte Z-Koordinate mit berücksichtigt werden.

2D-Software	3D-Software
	
	
	

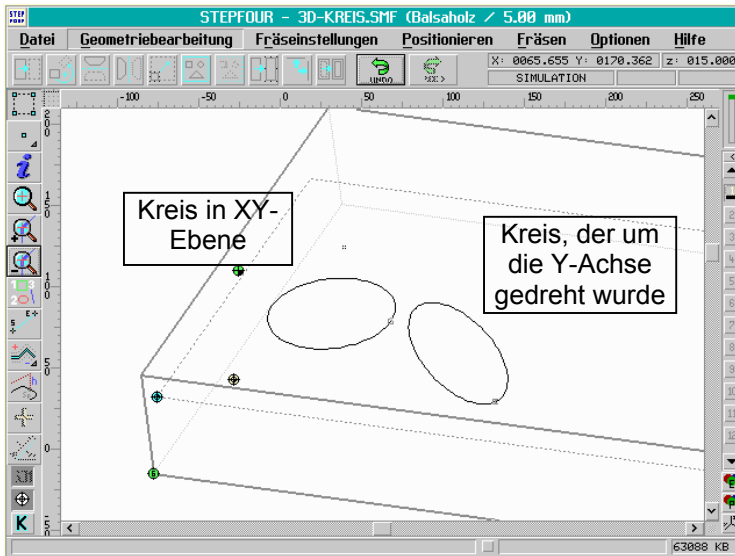


Die Handhabung der einzelnen Werkzeuge und Masken bleibt sinngemäß die gleiche. Aus den Hüllrechtecken, die das 2D-Objekt umschreiben, wird allerdings ein Hüllquader. Die Anzahl der Bezugspunkte zum Definieren der Raumlage erhöhen sich damit von 9 auf 27.

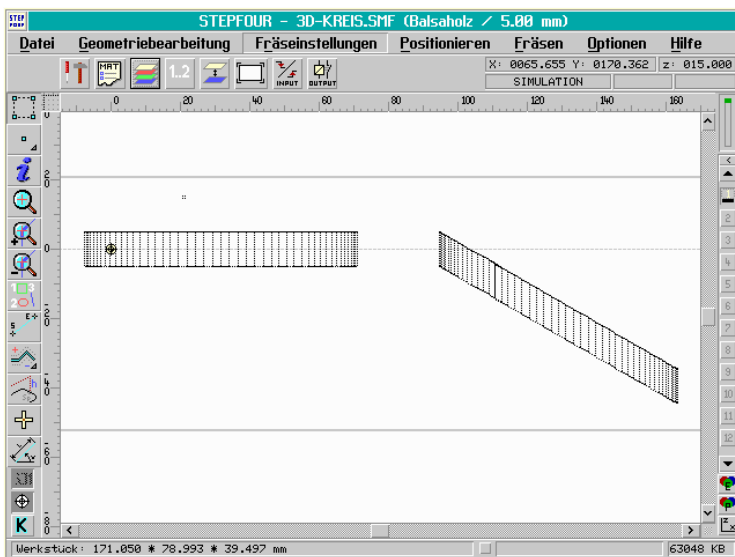
Die Funktionen zum Spiegeln und Drehen besitzen keine spezielle Erweiterung zum Arbeiten in der dritten Dimension. Um welche Achse die Drehung bzw. um welche Ebene die Spiegelung erfolgt, hängt von der jeweils aktuellen Darstellung ab (XY, XZ oder YZ). Die beiden Funktionen arbeiten dabei sinngemäß wie im 2D-Bereich.

**12.1.3 Die Bearbeitung von Objekten im dreidimensionalen Raum:**

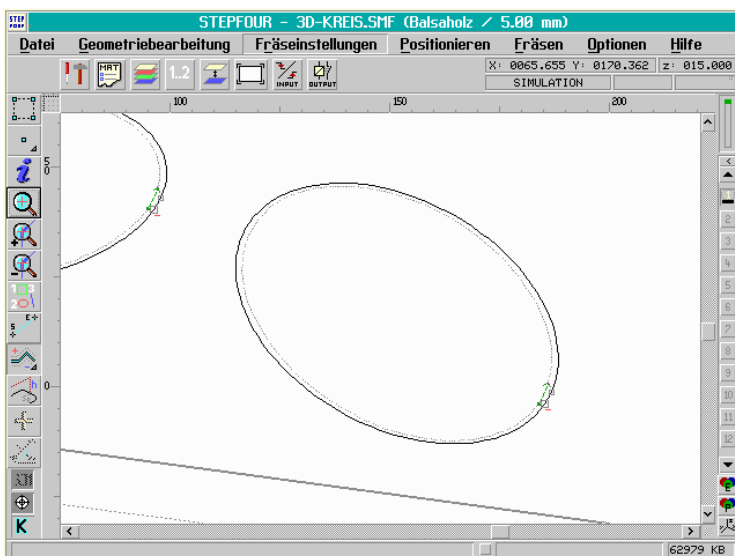
Die Zeichenfunktionen sind auch bei aktiviertem 3D-Modul nach wie vor Zweidimensional. Je nach gewählter Ansicht können diese Zeichenfunktionen aber in jeder Ebene angewendet werden. Dadurch wird z.B. eine Polylinie, die Sie in der XZ-Ebene zeichnen, auch in genau dieser Ebene abgefahren.



Außerdem kann z.B. ein Kreis, der in der XY-Ebene gezeichnet wurde, anschließend mit der Funktion Drehen (in der XZ-Ansicht wird um die Y-Achse gedreht) schräg im Bearbeitungsraum positioniert werden. Beim Abarbeiten dieses Kreises werden dann alle drei Achsen entsprechend der Lage des Kreises interpoliert.

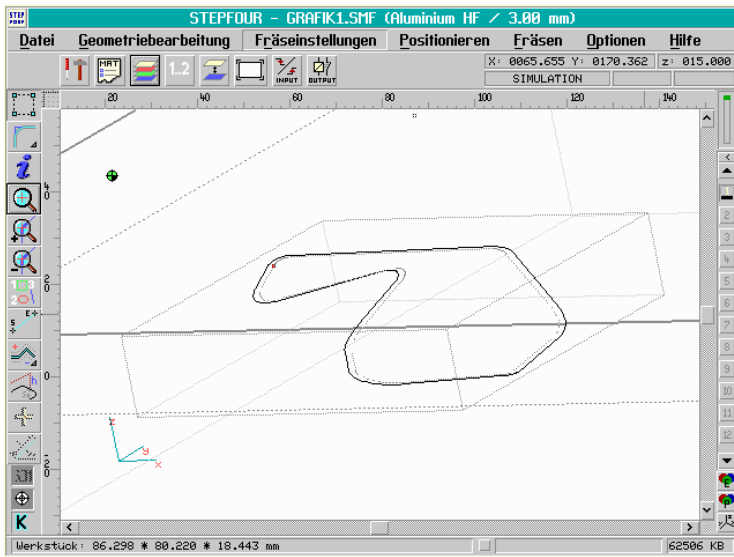


Wird einem solchen schräg im Arbeitsbereich liegenden Objekt über die Ebenendefinition eine Frästiefe zugewiesen, so erfolgt diese Zustellung immer senkrecht zur XY-Ebene.



Auch die Zuweisung einer Fräseradiuskorrektur ist für ein Objekt möglich. Der Abstand zur Kontur wird dabei über die Projektion auf die XY-Ebene errechnet. Dieses Vorgehen ist prinzipiell für eine Dreiachsenanlage auch korrekt, da der Fräser ja auch immer senkrecht zur XY-Ebene steht.

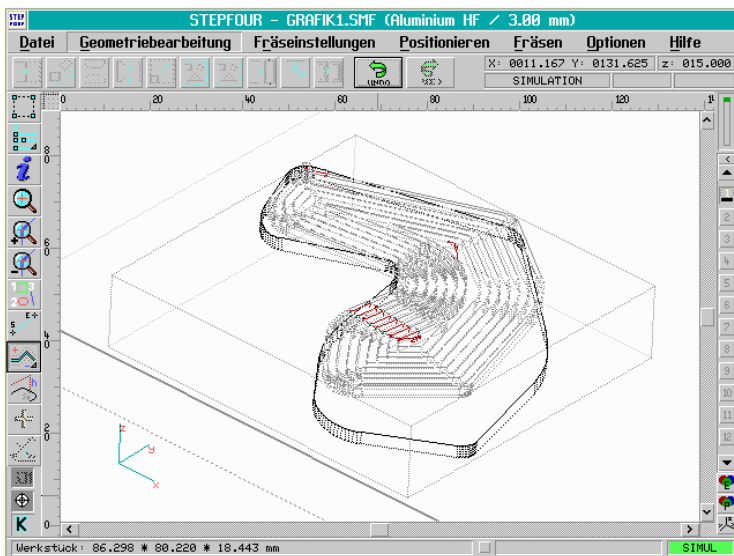




Ein Räumen solcher Objekte ist jedoch nicht möglich.

Zur Verdeutlichung ist in der linken Abbildung eine Raumkurve dargestellt, welche einen völlig unregelmäßigen Verlauf besitzt.

Hier kann zwar eine auf die XY-Ebene projizierte Fräserradiuskorrektur berechnet werden nicht jedoch 3-dimensionale Räumbahnen, da der Flächenverlauf zwischen der Raumkurve nicht definiert ist.



Wird Trotzdem eine Räum-Bearbeitung definiert, so wird zwar eine Räumfläche berechnet, die der Projektionsfläche auf die XY-Ebene entspricht. Die Z-Koordinaten dieser Räumbahnen liegen aber alle auf der Ebene des Startpunktes der Originalkontur.

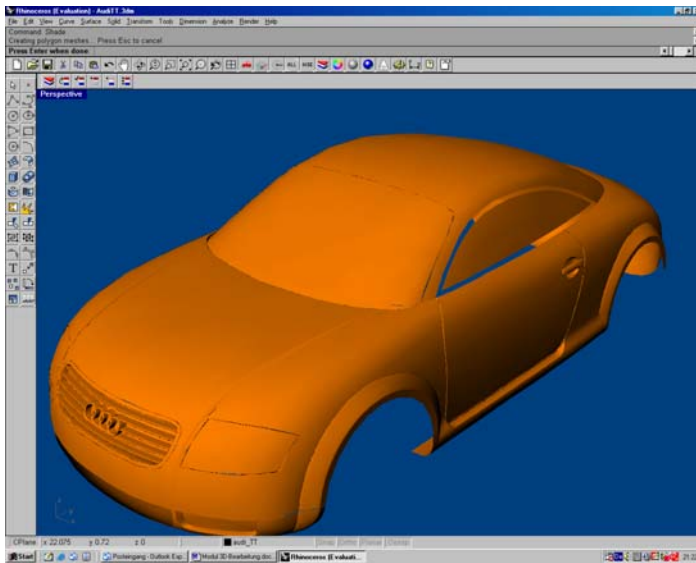
Diese Art der Berechnung hat den Vorteil, dass programmintern keinerlei Unterschied zwischen 2D- und 3D-Daten besteht.

2D-Daten sind einfach solche Daten, bei denen alle Z-Koordinaten den selben Wert besitzen.

Wenn nun innerhalb einer Datei alle Punkte die Z-Koordinate 0,0 besitzen, kann so in gewohnter Weise, wie auch in der 2½D Fräsoftware, durch Zuweisen von Tiefen für die einzelnen Ebenen in verschiedenen Z-Ebenen gearbeitet werden.

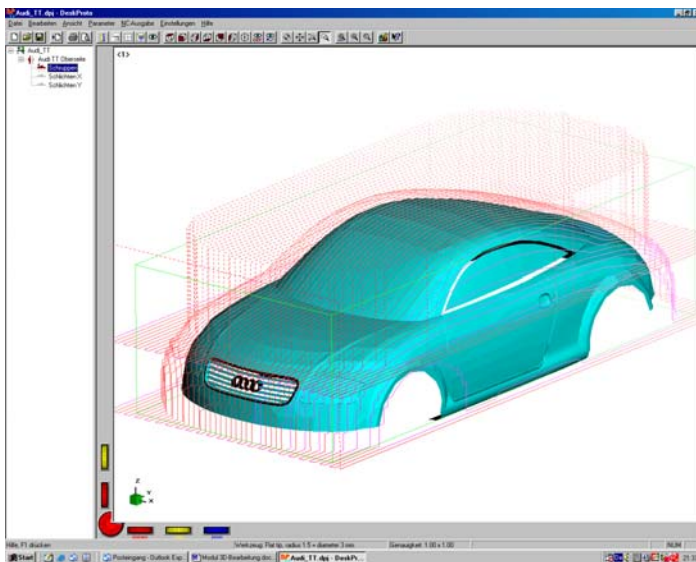


## 12.2 Bearbeiten komplexer 3D-Formen und Freiformflächen

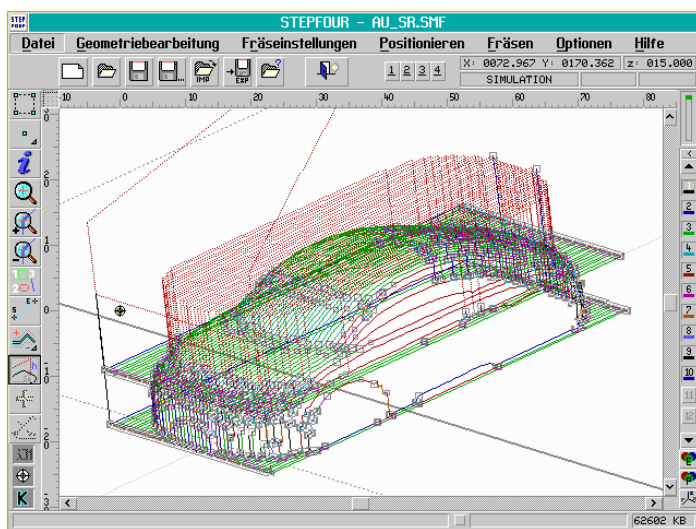


Um Freiformflächen oder komplexe 3D-Körper mit Verrundungen usw. bearbeiten zu können, muss zunächst ein Datenmodell bestehen, das die gesamte Oberfläche beschreibt. Diese Beschreibung erfolgt üblicherweise durch ein entsprechendes 3D-CAD System.

Im Fenster links sehen Sie eine geränderte Abbildung des Datenmodells für die Außenkontur eines Audi-TT. Dieses Modell wurde mit dem Programm „Rhino3D“ aus sogenannten NURBS-Flächen erstellt und wird uns weiter hinten im Handbuch für ein praktisches 3D-Fräsprojekt dienen.



Da der Fräser einer CNC-Maschine das Material nur in mehr oder weniger breiten Bahnen abtragen kann, muss das überflüssige Material eines 3D-Körpers immer in irgendeiner Weise zeilenförmig bzw. schichtweise abgetragen werden. Die Aufteilung dieser Schritte ist vom Material, der Fräserstärke und der damit zusammenhängenden Zerspanungsleistung des Maschinensystems sowie von der geforderten Oberflächengüte des Werkstückes abhängig. Die Umsetzung vom Datenmodell zum Bahnverlauf für die einzelnen Bearbeitungsgänge erfolgt im CAM-Programm.



Am Ende der Kette steht dann die Maschinensteuerung, welche die Fräsdaten des CAM-Programms interpretiert und die Mechanik mit dem Fräskopf entsprechend ansteuert.

Diesen letzten Teil in der Bearbeitungskette erfüllt die STEP-FOUR Frässoftware mit 3D-Zusatzmodul und der darin enthaltenen 3D-Bahnsteuerung.

## **12.3 Datenformate zum Einlesen von 3D-Fräsdaten:**

### **12.3.1 3D-DXF-Dateien:**

In der Praxis werden 3D-DXF-Daten vermutlich selten anzutreffen sein, da dieses Format vorwiegend zum Datenaustausch für 2D-Zeichnungen verwendet wird.

Prinzipiell können im DXF-Format jedoch auch 3D-Daten beschrieben werden und für die 3D-Bearbeitung interessant sind in diesem Zusammenhang 3D-Polylinien, welche die Umriss eines 3D-Teiles beschreiben und zum 3D-Konturenfräsen dienen können.

### **12.3.2 G-Code Dateien (DIN 66025):**

Dieses Datenformat wurde speziell für die Datenübertragung und Steuerung von CNC-Maschinen entwickelt. Es stammt eigentlich noch aus der „Urzeit“ der NC-Technik, hat sich aber bis heute zumindest in seiner Grundstruktur als Standard gehalten.

In der Praxis hat jedoch beinahe jeder Steuerungshersteller dieses „Standardformat“ etwas anders implementiert und mit Zusatzfunktionen versehen.

Dies hat dazu geführt, dass die meisten CAM-Programme für jede Steuerung einen sogenannten Postprozessor verwenden, der die NC-Daten in den für die jeweilige Steuerung verständlichen „Dialekt“ übersetzt.

Die Anzahl der am Markt angebotenen CAM-Systeme ist sehr groß. Auch der Preisrahmen bewegt sich von wenigen hundert für diverse Einsteigersysteme bis zu über 10.000 Euro für Profi-Anwendungen. Am Ende steht im Prinzip jedoch immer ein G-Code Programm mit mehr oder weniger kleinen Unterschieden, je nachdem für welche Steuerung es ausgegeben wurde.

Bei den meisten Systemen lassen sich daher die Postprozessoren entsprechend konfigurieren, um die Daten für die jeweilige Steuerung lesbar zu machen. Durch diese Möglichkeit sollten die Daten auch problemlos an das Datenformat des STEP-FOUR G-Code Importfilter angepasst werden können.

Falls Sie beim Einlesen diverser G-Code Files dennoch Probleme haben, so nehmen Sie bitte mit uns Kontakt auf, damit wir unseren Importfilter gegebenenfalls entsprechend anpassen können.

Für unsere Tests haben wir uns im Wesentlichen auf zwei Low-Cost Systeme beschränkt. Das eine Programm ist DESK-PROTO von Delft Spline Systems in einer Light-Version (ca. € 295,- zzgl. MwSt.) und einer Professional-Version (ca. € 1.295,- zzgl. MwSt.).

Das andere Programm MillWizard ist eine Light Version von PowerMill der Fa.DELCAM (Preis ca. US\$ 200,-).

### **12.3.3 Speicherbeschränkungen**

Aufgrund der programminternen Datenverwaltung können die Fräsdateien nicht beliebig groß werden (max. ca. 8MB). Dies bedeutet beim Einlesen von G-Code Dateien, dass die Rohdaten nicht mehr als ca. 4MB betragen sollten. Bei größeren Datenmengen müssen diese in mehrere Dateien aufgeteilt werden.

Um größere Fräsprojekte dennoch weitgehend automatisch bearbeiten zu können, besteht jedoch die Möglichkeit mehrerer Dateien hintereinander abzuarbeiten.

### 12.3.4 Der STEP-FOUR G-Code Importfilter:

Für die dreiachsige 3D-Bearbeitung benötigt man nur die grundlegenden Positionierbefehle zur Beschreibung der Geometrie und einige wenige Befehle für Zusatzfunktionen.

Folgende Befehle sind im derzeitigen Importfilter für G-Code Dateien implementiert:

<b>G00</b>	X	Y	Z	Positionieren mit Eilganggeschwindigkeit zur Position X,Y,Z
<b>G01</b>	X	Y	Z	Positioniere mit Arbeitsvorschub von der akt. Pos. zu Position X , Y , Z
G70				Alle nachfolgenden Koordinaten in Millimeter
G71				Alle nachfolgenden Koordinaten in Inch
F	xxxx			aktueller Arbeitsvorschub in mm/min (bei aktivem G71 inch/min)
S	yyyyy			aktuelle Spindeldrehzahl in U/min
M30				Programmende

#### Aufbau einer G-Code Datei:

Um eine G-Code Datei durch den STEP-FOUR Importfilter lesen zu können, muss der Aufbau dieser Datei bestimmten Regeln entsprechen.

Im folgenden Beispiel ist z.B. eine G-Code Datei dargestellt, wie sie vom Programm Desk-Proto ausgegeben wird.

```
// STEP-FOUR G-Code Import from Desk-Proto
% //Programmstart
G71 //Einheiten in Millimeter
G00 X-1.800 Y-1.800 Z0.000
G01 X-1.800 Y-1.800 Z-2.851 F500 S30000
G01 X12.600 Y-1.800 Z-2.851 F1000
G01 X12.600 Y-1.200 Z-2.851
G01 X12.000 Y-1.200 Z-2.851 F1200
G01 X9.600 Y-1.200 Z-2.851
G01 X9.600 Y-1.200 Z-2.124
.....
M30
```

Die einzelnen Zeilen und ihre Einträge müssen dabei einer bestimmten Syntax entsprechen und werden beim Importieren folgendermaßen interpretiert:

Eintrag in der G-Code Datei	Interpretation in der STEP-FOUR Frässoftware
// STEP-FOUR G-Code Import from Desk-Proto	// legt fest, dass alle Zeichen danach in dieser Zeile nur als Kommentar dienen und beim Import nicht weiter interpretiert werden.
% //Programmstart	% Das % Zeichen markiert den Programmstart
G71 //Einheiten in Millimeter	<b>G71</b> legt fest, dass alle nachfolgenden Koordinatenwerte in Millimeter angegeben werden.
G00 X-1.800 Y-1.800 Z0.000	<b>G00 X Y Z</b> legt die aktuelle Position auf Koordinate XYZ fest.
G01 X-1.800 Y-1.800 Z-2.851 F500 S30000	<p><b>G01 X Y Z</b> zeichnet eine Linie im Raum von der aktuellen Position zur angegebenen XYZ Position. Danach wird XYZ zur aktuellen Position.</p> <p><b>F nnnn</b> gibt den Vorschubwert an, mit der die vorher gezeichnete G01 Linie bearbeitet werden soll.</p> <p><b>S nnnnn</b> gibt die Drehzahl der Frässpindel an, mit der die vorher gezeichnete Linie bearbeitet werden soll.</p> <p>Die Werte F und S müssen nicht zwingend angegeben werden. Die zuletzt erhaltenen Werte gelten, bis ein neuer Wert erhalten wird. Wird überhaupt kein Wert angegeben, so werden die entsprechenden Werte auf Null gesetzt und müssen später in der Frässoftware vorgegeben werden.</p> <p>Konkret zeichnet der links oben angeführte Befehl eine vertikale Linie von X/Y/Z = -1,8/-1,8/0,0 nach -1,8/-1,8/-2,851. Die Linie wird auf Ebene 1 gelegt, auf der für diese Ebene ein Vorschub von 500mm/min und eine Spindeldrehzahl von 30000 U/min vorgegeben wird.</p>
G01 X12.600 Y-1.800 Z-2.851 F1000	<p>Dieser Befehl zeichnet eine horizontale Linie in X-Richtung von X/Y/Z -1,8/-1,8/2,851 nach 12,6/-1,8/-2,851.</p> <p>Da ein neuer Vorschubwert angegeben wurde, wird diese Linie auf eine weitere Ebene (Nr.2) gelegt. Für diese Ebene wird ein Vorschub von 1000mm/min vorgegeben.</p> <p>Eine Spindeldrehzahl wurde nicht angegeben, weshalb für diese Ebene die letztgültige Drehzahl von 30.000 U/min beibehalten wird.</p>
G01 X12.600 Y-1.200 Z-2.851	<p>Dieser Befehl zeichnet eine horizontale Linie in Y-Richtung von X/Y/Z = 12,6/-1,8/-2,851 nach 12,6/-1,2/-2,851.</p> <p>Da weder eine neuer Vorschubwert noch eine andere Drehzahl angegeben wurde, wird diese Linie ebenfalls auf Ebene 2 gelegt und schließt unmittelbar an das vorherige Liniensegment an.</p>
M30	Markiert das Programmende

## 12.4 Bearbeiten einer 3D-Fräsdatei.

Damit das CAM System die Fräsbahnen für ein 3D-Fräsobjekt berechnen kann, muss die wesentliche technologische Vorarbeit bereits in diesem CAM-System erfolgen.

Aufgrund der verschiedenen Systeme und deren unterschiedlicher Handhabung wird diese Aufbereitung der Daten hier nicht näher beschrieben sondern auf die entsprechende Dokumentation der jeweiligen Programme verwiesen.

Die Aufbereitung in der STEP-FOUR Frässoftware erstreckt sich eigentlich auf einige wenige Handgriffe und das Einrichten der Maschine.

Im Folgenden sei daher lediglich auf einige grundlegende Dinge beim Erstellen von Fräsdateien für die STEP-FOUR 3D-Frässoftware hingewiesen.

### 12.4.1 Das Arbeiten mit mehreren Fräsdateien

Bei der Fräsbearbeitung von 3D-Teilen muss in der Regel sehr viel mehr Material abgetragen werden als z.B. beim 2D-Konturenfräsen. Üblicherweise wird daher zuerst in einem eigenen Schrupparbeitsgang das Material in relativ groben Bahnen bis auf ein entsprechendes Übermaß auf die Fertigungskontur entfernt. Danach folgen ein oder mehrere Schlichtarbeitsgänge. Bei dieser Schlichtbearbeitung werden die Fräsbahnen, je nach geforderter Oberflächengüte, entsprechend eng aneinander gesetzt. Dadurch können bereits bei mittleren Objektgrößen die Datenmenge sehr groß werden.

In der Praxis hat sich daher das Anlegen einer eigenen Fräsdatei für jeden Bearbeitungsgang bewährt. Dies fördert einerseits die Übersichtlichkeit und andererseits werden die Dateien nicht so groß.

Im Verzeichnis `s4prov4\Muster\3D-daten` sind bereits drei fertige G-Code Dateien zum Bearbeiten eines kleinen Modells für einen Audi-TT vorbereitet.

Die Dateien sind für folgende Bearbeitungen vorgesehen:

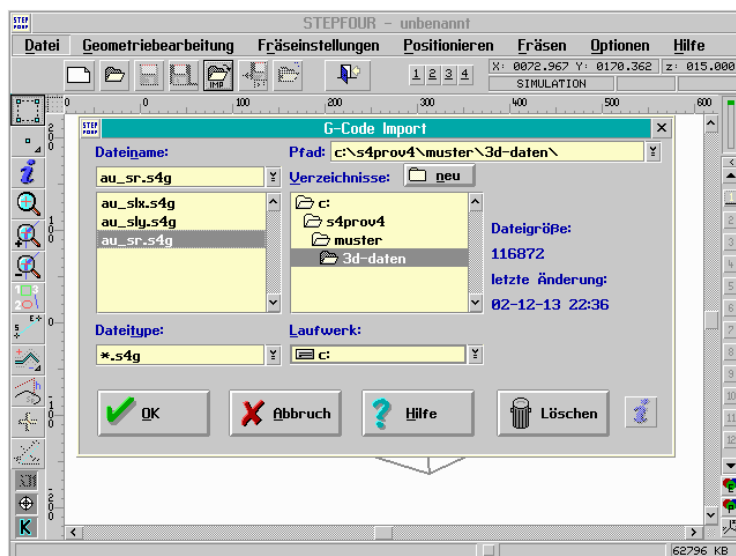
<code>au_sr.s4g</code>	Datei für die Schruppbearbeitung
<code>au_slx.s4g</code>	Datei für die Schlichtbearbeitung (Schlichtbahnen in der XZ-Ebene)
<code>au_sly.s4g</code>	Datei zur Schlichtbearbeitung (Schlichtbahnen in der YZ-Ebene)


Alle Daten wurden für einen 3mm Fräser mit einer mindest Eintauchtiefe von 20mm aufbereitet.


Die relativ hohen Vorschübe und die große Eintauchtiefe erfordern zur Fertigung ein weiches gut bearbeitbares Material. Gerade für die ersten Versuche besonders bewährt hat sich Schaumstoff (Styrodur, Rohacell oder ähnliches) mit ca. 30-50Kg Raumgewicht. Dieses weiche Material verzeiht auch einmal Fehler, ohne dass es gleich zu einem Fräserbruch kommt.

Für die Versuche im folgenden Beispiel sollten Sie am besten eine Stück Plattenmaterial mit 30mm Stärke verwenden. Die Schnittkräfte sind so gering, dass es reicht, wenn Sie dieses Material mit etwas Doppelklebeband auf die Fräsunterlage kleben.

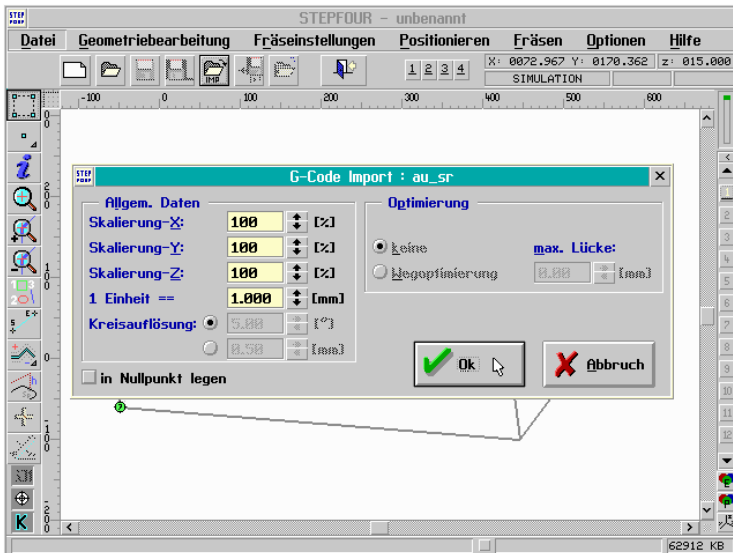
### 12.4.2 Importieren und Speichern der Dateien im SMF-Format



Klicken Sie auf die Funktion  **neue Datei anlegen**, um den Arbeitsspeicher zu löschen.

Rufen Sie danach die Funktion  **Importieren** auf.

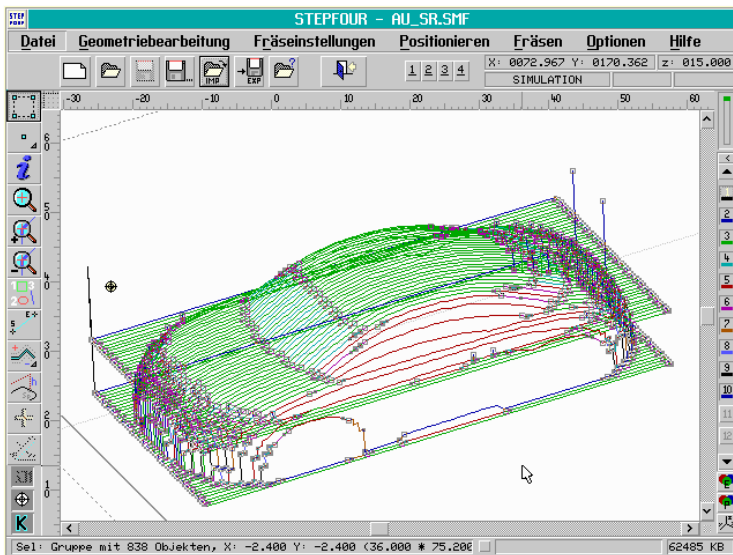
Wählen Sie als erstes die Datei **au\_sr.s4g** zum Importieren aus und klicken Sie auf OK.



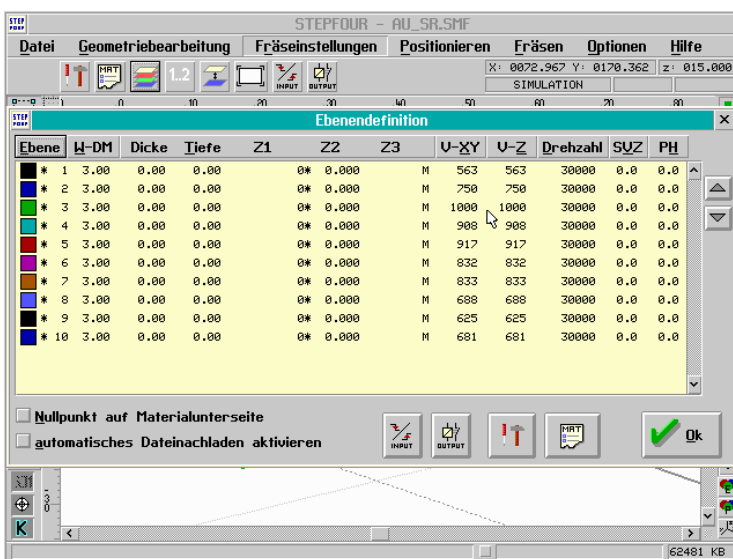
Die Maske zur Einstellung der Import - Optionen wird geöffnet.


Da die G-Code Daten bereits durch das CAM-Programm in einer entsprechenden Reihenfolge ausgegeben werden und die Bahnen meist sehr eng beieinander liegen ist eine Optimierung nicht nötig bzw. sogar kontraproduktiv. Die Optimierungsoptionen sind daher bei diesem Filter deaktiviert.

Wichtig beim Arbeiten mit mehreren Dateien ist, dass der Schalter  **in Nullpunkt legen** ausgeschaltet ist. Dadurch erfolgt keine Transformation und alle Koordinaten werden als Absolutwerte interpretiert.



Nachdem die Daten eingelesen sind, werden sie sehen, dass die Fräsbahnen auf zehn verschiedenen Ebenen aufgeteilt wurden. Desk-Proto, mit dem diese Daten erzeugt wurden besitzt die Möglichkeit einer „dynamischen Vorschubkontrolle“. Dabei kann für Bahnen mit hohem Spanvolumen und für senkrechte Bewegungen (Bohrschnitt) ein reduzierter Vorschub angegeben werden. Die Software errechnet nun aus diesen beiden Minima und dem definierten Maximalwert je nach Eingriffsbedingungen des Fräasers entsprechende Zwischenwerte.



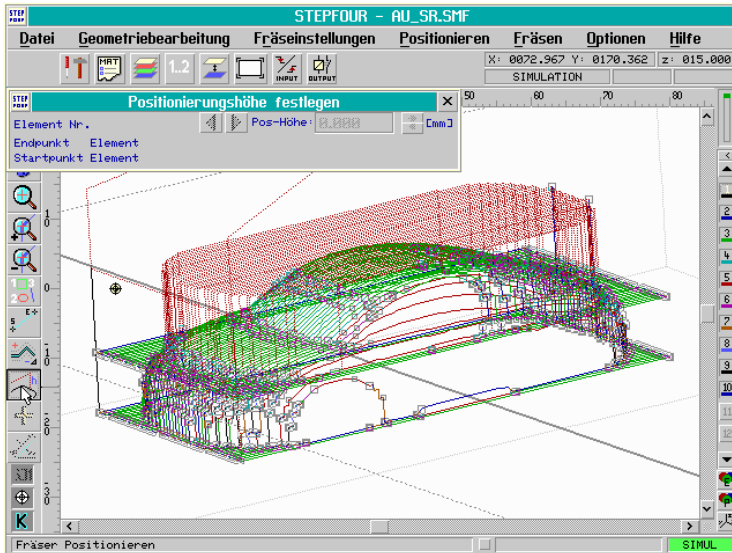
Wenn Sie in die  **Ebenendefinition** wechseln werden Sie sehen, wie sich die einzelnen Ebenen in den Vorschubwerten unterscheiden.

Da die **Frästiefe** bzw. die **Zustellungen** bereits durch die Z-Koordinaten der Fräskurve festgelegt sind, bleiben diese Einstellungen auf **Null**.

Da auch keine Werkzeugradiuskorrektur erfolgt, ist die Angabe eines Werkzeuges eigentlich auch ohne Bedeutung. Damit man jedoch später wieder weiß, für welchen Durchmesser die Datei definiert wurde, geben wir hier doch einen **3mm Fräser** an.

Die Positionierungshöhe (**PH**) wird beim Import einer G-Code Datei auf Null gesetzt. Damit wird die globale Einstellung der Positionierungshöhe (Höhe über der Materialoberfläche) deaktiviert, und die Werte der G00 Befehle werden verwendet. (siehe auch die Beschreibung der Positionierungshöhe im Grundmodul).




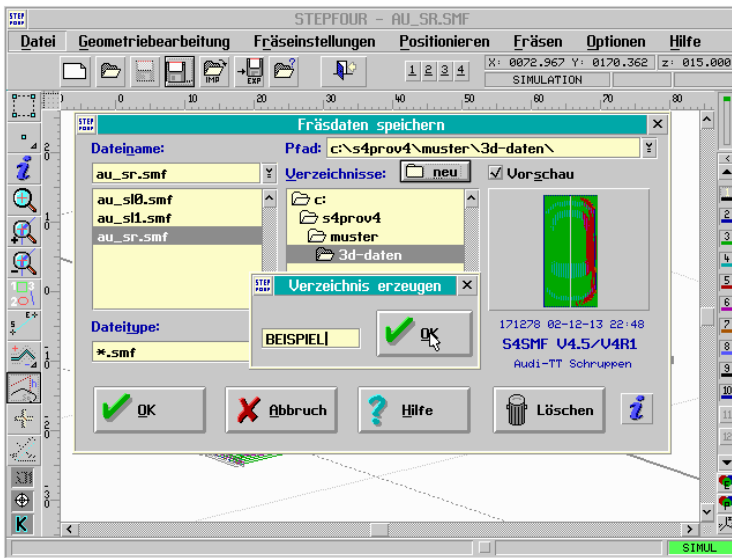


Die Positionierfahrten mit Eilganggeschwindigkeit werden angezeigt, wenn


Sie die Funktion  **Positionierungshöhe definieren** aufrufen.


Mit diesem Werkzeug ist es möglich, die Höhe einzelner Positionierfahrten zwischen zwei Objekten zu verändern. Dies ist jedoch nur in Ausnahmefällen erforderlich. Im Moment werden hier keine Änderungen vorgenommen.

Schließen Sie das Fenster zur Festlegung der Positionierungshöhe durch einen Mausklick auf .

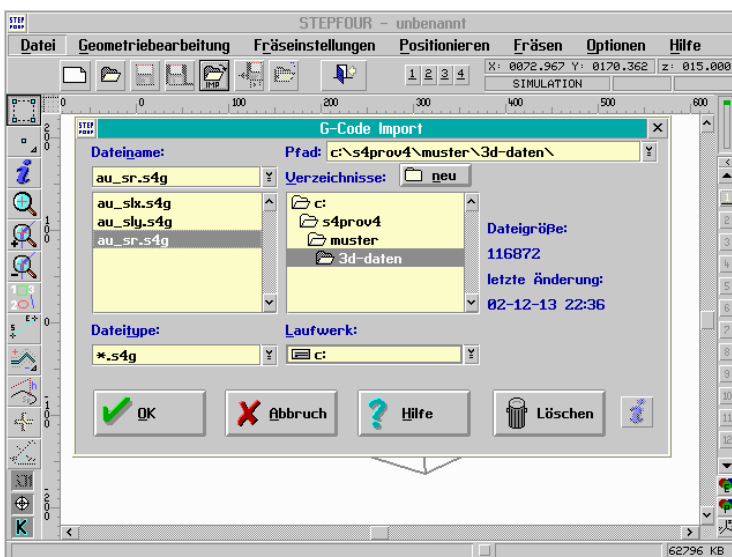



Speichern Sie nun die Datei, damit wir sie später für die eigentliche Bearbeitung wieder verfügbar haben.


Verwenden Sie dazu die Funktion  **Speichern unter**.

Im Verzeichnis 3d-daten sind bereits drei fertige smf Dateien installiert worden. Legen Sie daher mit der Taste  **neu** ein Verzeichnis mit dem Namen BEISPIEL als Unterordner an.

Speichern Sie in diesen Unterordner die Datei **au\_sr.smf**.

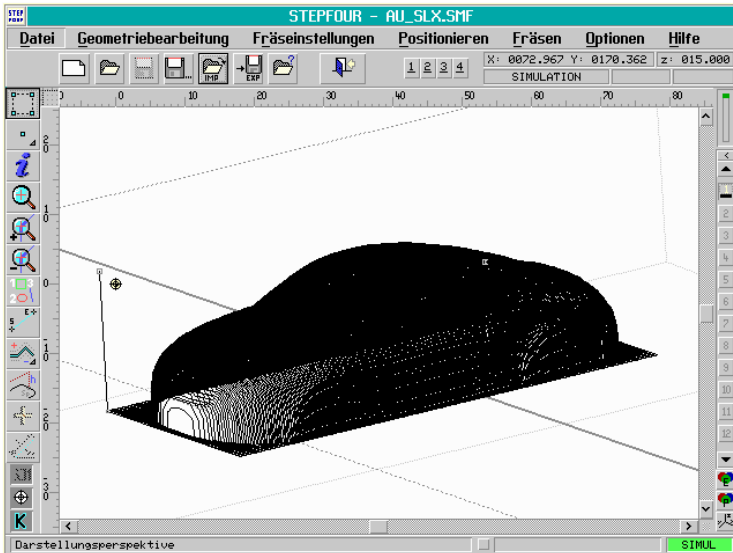


Klicken Sie wieder auf die Funktion  **neue Datei anlegen**, um den Arbeitsspeicher zu löschen.

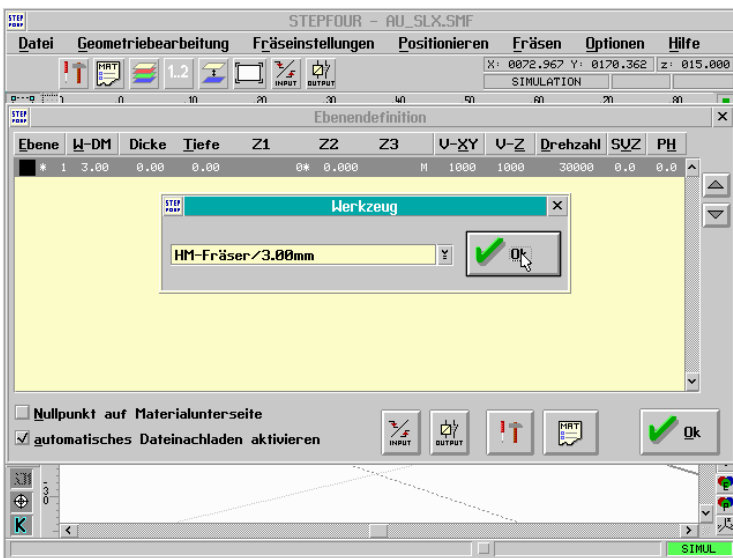
Rufen Sie danach wieder die Funktion  **Importieren** auf.

Wählen Sie nun die Datei **au\_slx.s4g** und klicken Sie auf OK.

Kontrollieren Sie im Fenster der Import-Optionen, ob der Schalter  **in Nullpunkt legen** ausgeschaltet ist. Importieren Sie nun die Datei mit einem Klick auf OK.



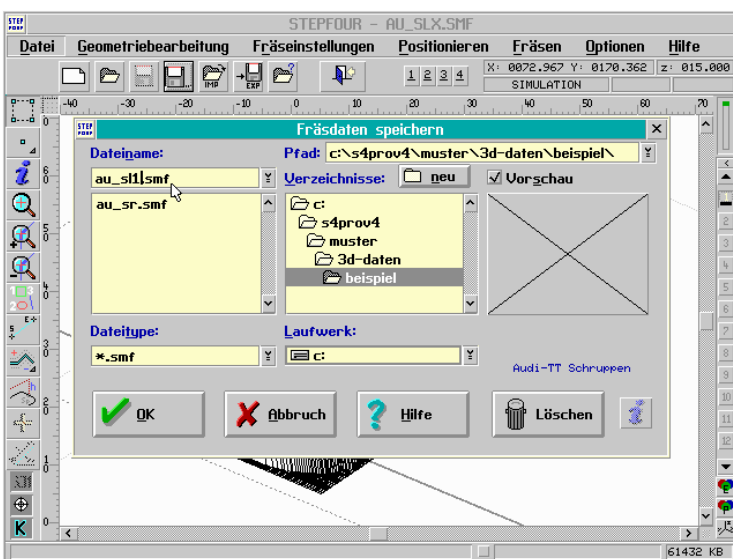
Bei der Datenaufbereitung in DeskProto wurde für den Schlichtvorgang ein Aufmaß von 0,5mm angegeben. Durch dieses relativ geringe Aufmaß wurde bei der Ausgabe auf die dynamische Vorschubkontrolle verzichtet. Alle Elemente werden mit dem selben Vorschub bearbeitet und wurden daher auf Ebene 1 gelegt.




Wählen Sie auch hier in der Ebenendefinition einen **3mm Fräser** aus.

Selektieren Sie den Optionsschalter.  **automatisches Dateinachladen aktivieren** und verlassen Sie das Fenster mit OK.

Die Funktion automatisches Dateinachladen bewirkt, dass nach dem Abarbeiten der Fräsdatei nachgesehen wird, ob im selben Verzeichnis eine weitere Datei mit dem selben Namen aber einer höheren Nummer gefunden wird. Ist dies der Fall, so wird diese Datei automatisch nachgeladen und der Fräsvorgang fortgesetzt.



Rufen Sie die Funktion  **Speichern unter** auf.

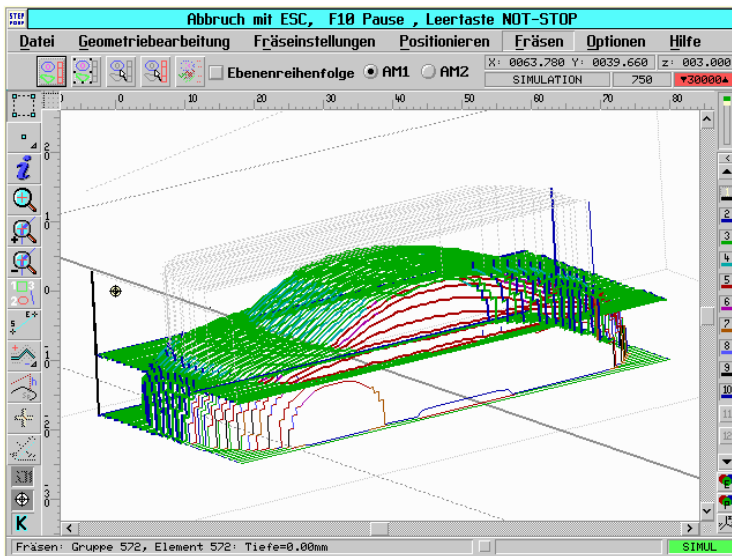
Da die zweite Schlichtdatei durch Nachladen bearbeitet werden soll, ändern Sie den vorgeschlagenen Dateinamen **au\_slx.smf** in **au\_sl1.smf** und speichern diese Datei ebenfalls im Beispielverzeichnis.

Danach gehen sie in der selben Weise mit der G-Code Datei **au\_sly.smf** für die zweite Schlichtbearbeitung vor.

Speichern Sie diese Datei unter dem Namen **au\_sl2.smf**.



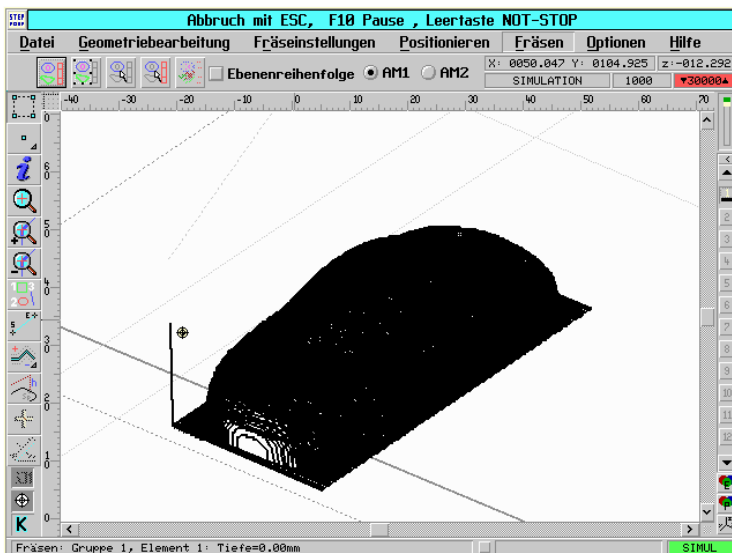
### 12.4.3 Simulation des Fräsablaufes



Laden Sie als erstes die Schruppdatei **au\_sr.smf**.

Da bei den engen Bahnen einer 3D-Datei die Anzeige des tatsächlichen Fräserdurchmesser ( AM2) die Darstellung eher unübersichtlich werden lässt wird nur der Anzeigemodus  AM1 eingeschaltet.

Wird im Menü **Grundeinstellungen->Simulation** die Funktion  **Positionierungsfahrten anzeigen** aktiviert, so werden auch die G00 Positionierungen im Eilgang als graue gestrichelte Linien dargestellt.



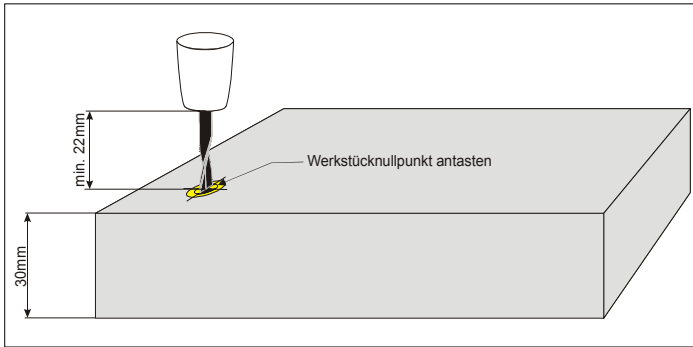
Nach der Simulation der Schruppdatei laden Sie die erste Schlichtdatei **au\_sl1.smf** und starten auch hier den Simulationslauf.

Nach dem Bearbeiten der ersten Schlichtdatei wird automatisch die Datei **au\_sl2.smf** geladen und die Simulation fortgesetzt.

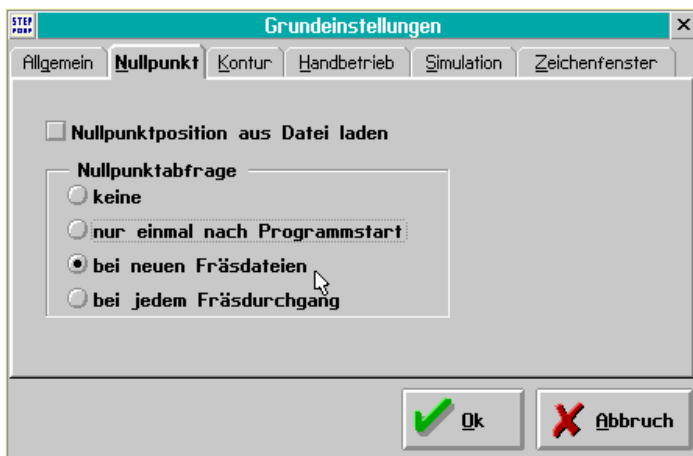
☞ Mit den Tasten + und – kann die Simulationsgeschwindigkeit individuell angepasst werden. Durch die sehr engen Fräsbahnen bei diesen Dateien kann der Simulationslauf selbst bei der schnellstmöglichen Simulationseinstellung hier schon einige Zeit in Anspruch nehmen. (bei einem 800MHz Pentium III für beide Dateien knapp 4 Minuten)

### 12.4.4 Bearbeitung der Musterdateien im Schaumstoff

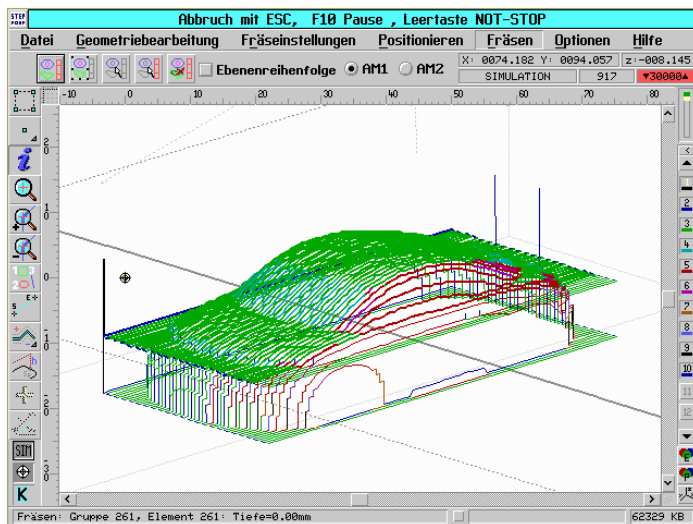
Bereiten Sie nach der erfolgreichen Simulation Ihre Maschine zum realen Bearbeiten des Musterteiles vor.



Befestigen Sie dazu eine ca. 30mm dicke Schaumstoffplatte auf der Werkstückaufnahme. Spannen Sie einen 3mm Fräser in Ihre Frässpindel ein (achten Sie darauf, dass der Fräser auch tatsächlich die vollen 20mm Frästiefe ohne Behinderung des Fräserschafts oder des Spannfutters erreichen kann). Wählen Sie die gewünschte XY-Fräsposition durch Festlegen des XY-Nullpunktes. Setzen Sie den Z-Nullpunkt durch Antasten der Materialoberfläche.



Damit sich bei der Bearbeitung mehrerer Fräsdateien hintereinander die Einzeldaten immer auf das selbe Koordinatensystem beziehen, sollten Sie die Checkbox  **Nullpunktposition aus Datei laden** in den Grundeinstellungen auf jeden Fall deaktivieren. Andernfalls könnte es geschehen, dass nach dem Setzen des Nullpunktes eine andere Datei geladen wird, welche die Nullposition wieder verändert.



Damit sind nun alle Voreinstellungen getroffen und der Fräsvorgang kann mit der Schruppdatei beginnen. Nach Beendigung des Schruppzyklus laden Sie die erste Schlichtdatei und nach ca. 45 Minuten sollten Sie Ihr erstes 3D-Fräsmuster in Händen halten.

---

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>BETRIEBSARTEN UND SYSTEMVORAUSSETZUNGEN.....</b>	<b>5</b>
1.1	BETRIEBSARTEN .....	5
1.1.1	<i>Der Arbeitsmodus.....</i>	5
1.1.2	<i>Der Simulationsmodus .....</i>	5
1.2	INSTALLATION UND STARTEN DER STEP-FOUR FRÄSSOFTWARE V4 .....	6
1.2.1	<i>Installation und starten unter DOS:.....</i>	6
1.2.2	<i>Die Installation unter WINDOWS:.....</i>	6
1.2.3	<i>Starten der STEP-FOUR Frässoftware unter Windows (nur zur Datenaufbereitung): .....</i>	7
1.2.4	<i>Einrichten und starten der STEP-FOUR Frässoftware unter Windows zum Betrieb der Anlage (nur WIN95/98): .....</i>	7
1.3	EINGABE IHRER PERSÖNLICHEN DATEN UND DER PRODUKT-ID .....	9
1.4	HINWEISE FÜR ANWENDER VON VERSION 3.X DER FRÄSSOFTWARE:.....	9
<b>2</b>	<b>ALLGEMEINER PROGRAMMAUFBAU:.....</b>	<b>11</b>
<b>3</b>	<b>GRUNDLEGENDER AUFBAU DER FRÄSDATEN .....</b>	<b>15</b>
3.1	STANDARDFORMATE ZUM BESCHREIBEN VON 2D GEOMETRIEDATEN .....	16
3.1.1	<i>Was ist eine HPGL-Datei:.....</i>	16
3.1.2	<i>Beschreibung einer DXF-Graphikdatei: .....</i>	17
3.2	TECHNOLOGISCHE INFORMATIONEN ZUR FRÄSBEARBEITUNG .....	18
3.2.1	<i>Die Funktion der Ebenen in der STEP-FOUR Frässoftware:.....</i>	18
3.2.2	<i>Objektbezogene Technologieinformationen.....</i>	20
3.3	MANIPULATION VON OBJEKTEN UND OBJEKTGRUPPEN .....	22
<b>4</b>	<b>VORGANGSWEISE BEIM ERSTELLEN EINER FRÄSDATEI.....</b>	<b>23</b>
4.1	IMPORT DER GRAPHIK AUS EINER HPGL-DATEI:.....	23
4.2	DAS EINSTELLEN DER FRÄSPARAMETER.....	26
4.3	TESTEN DER FRÄSDATEI IM SIMULATIONSMODUS: .....	31
<b>5</b>	<b>ZUSAMMENWIRKEN VON MASCHINE UND FRÄSSOFTWARE: .....</b>	<b>35</b>
5.1	BEWEGUNGSRICHTUNG DER MECHANIK UND LAGE DER FIXPUNKTE .....	35
5.2	BEDEUTUNG UND EINSTELLUNG DER VIER MASCHINENFIXPUNKTE.....	38
5.2.1	<i>Der Referenzpunkt: .....</i>	38
5.2.2	<i>Werkzeugwechsellpunkt.....</i>	41
5.2.3	<i>Der Nullpunkt: .....</i>	42
5.2.4	<i>Der Materialnullpunkt.....</i>	45
<b>6</b>	<b>FRÄSEN DER BEISPIELDATEI .....</b>	<b>47</b>
6.1	UNTERBRECHEN DES FRÄSVORGANGES BEI STÖRUNGEN: .....	49
6.2	FRÄSEN WEITERER BAUTEILE: .....	49
<b>7</b>	<b>ÄNDERN DER FRÄSPARAMETER IN DER EBENENDEFINITION .....</b>	<b>51</b>
7.1	PRINZIPIELLE VORGEHENSWEISE .....	51
7.1.1	<i>Hinweise zu den Tiefeneinstellungen .....</i>	52
7.2	BEISPIEL ZUR ÄNDERUNG DER EBENENEINSTELLUNGEN .....	53
7.3	BEARBEITEN MEHRERER DATEIEN NACHEINANDER .....	54
<b>8</b>	<b>ANPASSEN DER WERKZEUG- UND MATERIALDATEI .....</b>	<b>55</b>
<b>9</b>	<b>FUNKTIONEN DER STEP-FOUR PROFI-ERWEITERUNG .....</b>	<b>57</b>
9.1	EINZELOBJEKTE UND GRUPPIERUNGEN BEARBEITEN:.....	58
9.1.1	<i>Bezugspunkte von Einzelteilen und Gruppen .....</i>	58
9.2	PRAKTISCHE ANWENDUNG DER PROFI-FRÄSFUNKTIONEN.....	61
9.2.1	<i>Umwandeln der radiuskorrigierten HPGL-Datei in die Originalabmessungen .....</i>	61
9.2.2	<i>Laden und Modifizieren der Fräsdatei für den Tisch.....</i>	63
9.2.3	<i>Weitere Möglichkeiten zur Modifikation von Geometrieelementen: .....</i>	65
9.2.4	<i>Kombinieren der Fräsdaten für Tisch und Stuhl.....</i>	69

9.3	ZUSATZOPTIONEN ZUR KONTURDEFINITION .....	74
9.3.1	<i>Ein- / Auslaufdefinition:</i> .....	74
9.3.2	<i>Schlichtbearbeitung von Konturen:</i> .....	75
9.4	STEUERUNG DER FRÄSBEARBEITUNG .....	76
9.4.1	<i>Abrufen von Informationen zur Fräsdatei:</i> .....	76
9.4.2	<i>Möglichkeiten beim Starten, des Fräsablaufes:</i> .....	77
9.4.3	<i>Wiederaufnahme des Fräsvorganges nach einem Abbruch:</i> .....	77
9.4.4	<i>Ein- Ausgangsverarbeitung:</i> .....	78
<b>10</b>	<b>ZUSATZMODUL ZEICHNEN UND OBJEKTMANIPULATION.....</b>	<b>81</b>
10.1	GRUNDLEGENDES ZUM ARBEITEN MIT DEN ZEICHENFUNKTIONEN: .....	82
10.1.1	<i>Die Auswahl der Zeichen und Darstellungsebenen:</i> .....	82
10.1.2	<i>Die Auswahl der Zeichen- und Bearbeitungswerkzeuge:</i> .....	82
10.2	BESCHREIBUNG DER EINZELNEN ZEICHENFUNKTIONEN: .....	83
10.2.1	<i>Punkte und Linien erzeugen:</i> .....	83
10.2.2	<i>Polygon erzeugen:</i> .....	84
10.2.3	<i>Erzeugen von Rechtecken und Quadraten:</i> .....	84
10.2.4	<i>Erzeugen von Kreisen und Ellipsen:</i> .....	85
10.3	WEITERE FUNKTIONEN ZUR OBJEKTBEARBEITUNG: .....	87
10.3.1	<i>Modifizieren von Objekten mit Hilfe der Punktbearbeitung:</i> .....	87
10.3.2	<i>Anpassen einer Fräsdatei mit der Multipunktbearbeitung:</i> .....	92
10.3.3	<i>Objekt an einer Linie ausrichten:</i> .....	94
10.3.4	<i>Ecken Fasen:</i> .....	94
10.4	SPEZIALFUNKTIONEN .....	96
10.4.1	<i>(Punkte) reduzieren:</i> .....	96
10.4.2	<i>verschmelzen:</i> .....	97
10.4.3	<i>Objekte Zuschneiden:</i> .....	99
10.4.4	<i>Punkte an Schrittauflösung ausrichten:</i> .....	100
10.4.5	<i>Mehrfachobjekte löschen:</i> .....	101
10.4.6	<i>Konturkontinuität prüfen:</i> .....	101
<b>11</b>	<b>ZUSATZMODUL RÄUMEN UND EBENENAUFTEILUNG .....</b>	<b>103</b>
11.1	RÄUMEN EINER EINFACHEN FIGUR .....	103
11.2	INVERTIEREN DER RÄUMFUNKTION (STEMPELGRAVUR).....	106
11.3	AUTOMATISCHE EBENENAUFTEILUNG .....	109
11.3.1	<i>Besonderheiten beim Bearbeiten von 3D-Teilen:</i> .....	109
11.3.2	<i>Beispiel zur Erstellung eines 3-dimensionalen Bauteiles:</i> .....	110
<b>12</b>	<b>ZUSATZMODUL 3D-BEARBEITUNG.....</b>	<b>117</b>
12.1	UNTERSCHIEDE ZUR 2½D SOFTWARE.....	117
12.1.1	<i>Unterschiede in der Datenstruktur:</i> .....	117
12.1.2	<i>Unterschiede in den Bearbeitungswerkzeugen:</i> .....	118
12.1.3	<i>Die Bearbeitung von Objekten im dreidimensionalen Raum:</i> .....	119
12.2	BEARBEITEN KOMPLEXER 3D-FORMEN UND FREIFORMFLÄCHEN .....	121
12.3	DATENFORMATE ZUM EINLESEN VON 3D-FRÄSDATEN: .....	122
12.3.1	<i>3D-DXF-Dateien:</i> .....	122
12.3.2	<i>G-Code Dateien (DIN 66025):</i> .....	122
12.3.3	<i>Speicherbeschränkungen:</i> .....	122
12.3.4	<i>Der STEP-FOUR G-Code Importfilter:</i> .....	123
12.4	BEARBEITEN EINER 3D-FRÄSDATEI .....	125
12.4.1	<i>Das Arbeiten mit mehreren Fräsdateien:</i> .....	125
12.4.2	<i>Importieren und Speichern der Dateien im SMF-Format:</i> .....	125
12.4.3	<i>Simulation des Fräsablaufes:</i> .....	129
12.4.4	<i>Bearbeitung der Musterdateien im Schaumstoff:</i> .....	130