



# **TwinCAM**

## **TwinCAM Tutorial**

© 1996 - 2016 Uwe Raabe

### Firmenanschrift:

*Raabe Software  
Kutscherweg 23  
32312 Lübbecke  
Deutschland*

*Telefon: 05741 / 310 304  
Telefax: 05741 / 310 327*

*web: [www.raabe-software.de](http://www.raabe-software.de)  
eMail: [support@raabe.software.de](mailto:support@raabe.software.de)*

# Inhaltsverzeichnis

<b>Kapitel I Parametrische Zeichnungserstellung</b>	<b>1</b>
1 Eine parametrische Zeichnung erstellen .....	2
2 Grundplatte erstellen .....	3
3 Minifixverbinder .....	4
4 Horizontalbohrung .....	5
5 Rückwandnut .....	6
6 Fachträger / Vertikale Lochreihe .....	7
7 Bohrungen für Montageplatte .....	8
8 Formatieren der Platte .....	10
9 Ansicht der fertigen Zeichnung .....	11
10 Zeichnung speichern .....	12
11 Programm generieren und Simulation .....	12
12 Zeichnungen öffnen .....	13
13 Zeichnungen aus Makros zusammenstellen .....	14
<b>Kapitel II CAD-Funktionen</b>	<b>17</b>
1 Beispiel CAD-Funktionen .....	18
2 Hilfslinie zeichnen .....	18
3 Bogen zeichnen .....	20
4 Schrägen zeichnen .....	23
5 Überstände der Linie entfernen .....	26
6 Untere Linie zeichnen .....	27
7 Startpunkt setzen .....	29
<b>Kapitel III Programmieren in der Praxis</b>	<b>33</b>
1 Exkurs .....	34
Parametrische Programmierung .....	34
Bedingungen .....	35
2 Festlegen der Werkstückmaße .....	37
3 Formatieren einer Massivholzplatte .....	37
4 Formatieren einer beschichteten Platte .....	42
5 Außenkonturen fräsen .....	45
6 Runde Tischplatte fräsen .....	52
7 Rückwandfalz fräsen .....	55
8 Rollladenaufwicklung fräsen .....	57
9 Spülenausschnitt fräsen .....	62
10 Arbeitsplatten-Eckverbindung fräsen .....	67
11 Lautsprecherausslass fräsen .....	73

12	Tasche fräsen .....	75
13	Schiebetürnut sägen .....	77
14	Dübellöcher bohren .....	78
15	Stirnseitige Dübellöcher bohren .....	80
16	Topfbänder bohren .....	81
17	32 mm Rasterlöcher bohren .....	84
18	Mittelseite bohren .....	86
19	Blocksauger platzieren .....	87
20	Vakuumspannschablone erstellen .....	88
21	CAD-Daten übernehmen .....	88

## Index

**0**



# Kapitel I

## Parametrische Zeichnungserstellung



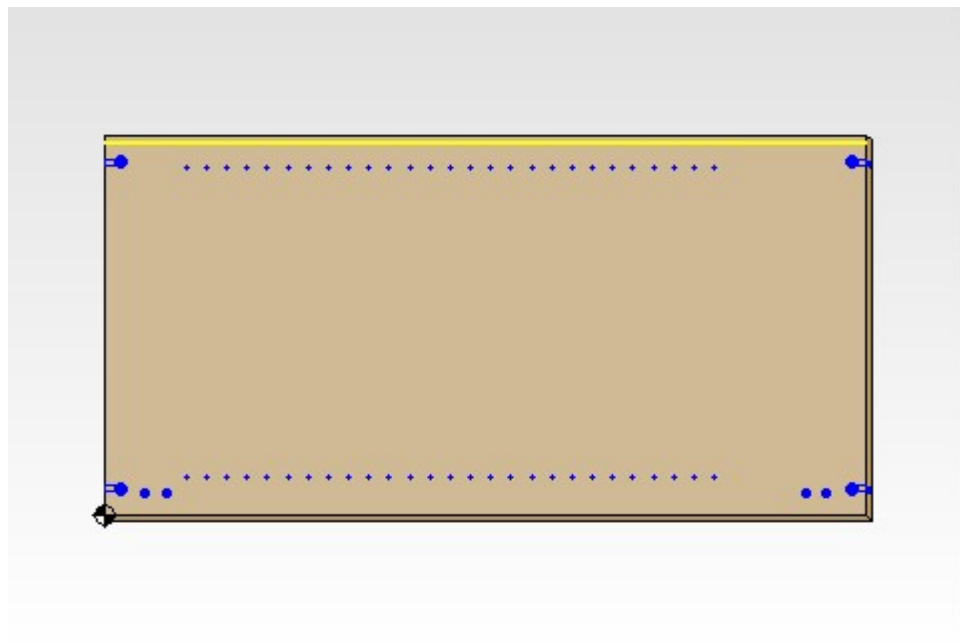
## Parametrische Zeichnungserstellung

### 1.1 Eine parametrische Zeichnung erstellen

Die Handhabung zum Erstellen einer Zeichnung werden wir anhand eines Beispiels erläutern, beim dem wir weniger Wert auf ein verwendbares Ergebnis, als auf die Nutzung der grundlegenden Funktionen legen. Wir wollen also eine Schrankseite mit Minifix-Verbindern, Lochreihen für Fachträger (Raster 32 mm) und Bohrungen für Montageplatten erstellen. Die Platte soll außerdem ringsum mit dem Fräser zu formatieren. Die relevanten Maße der Platte und der Bearbeitungen sind hier tabellarisch aufgeführt:

<b>Plattenmaße</b>	X = 1200; Y = 600; Z = 16
<b>Lochreihe:</b>	Ø = 5 mm; Tiefe = 8 mm
<b>Montageplatte:</b>	Ø = 10 mm; Tiefe = 12 mm
<b>Nut:</b>	Tiefe = 6 mm; Breite = 3,4 mm
<b>Positionen Minifix-Verbinder:</b>	
horizontal (X):	25 mm
vertikal (Y):	43 mm von Außenkante Platte
Tiefe:	12 mm
Z-Position der Horizontalbohrungen:	Mitte Plattendicke

Das Ergebnis soll dann am Ende etwa so aussehen:



## 1.2 Grundplatte erstellen

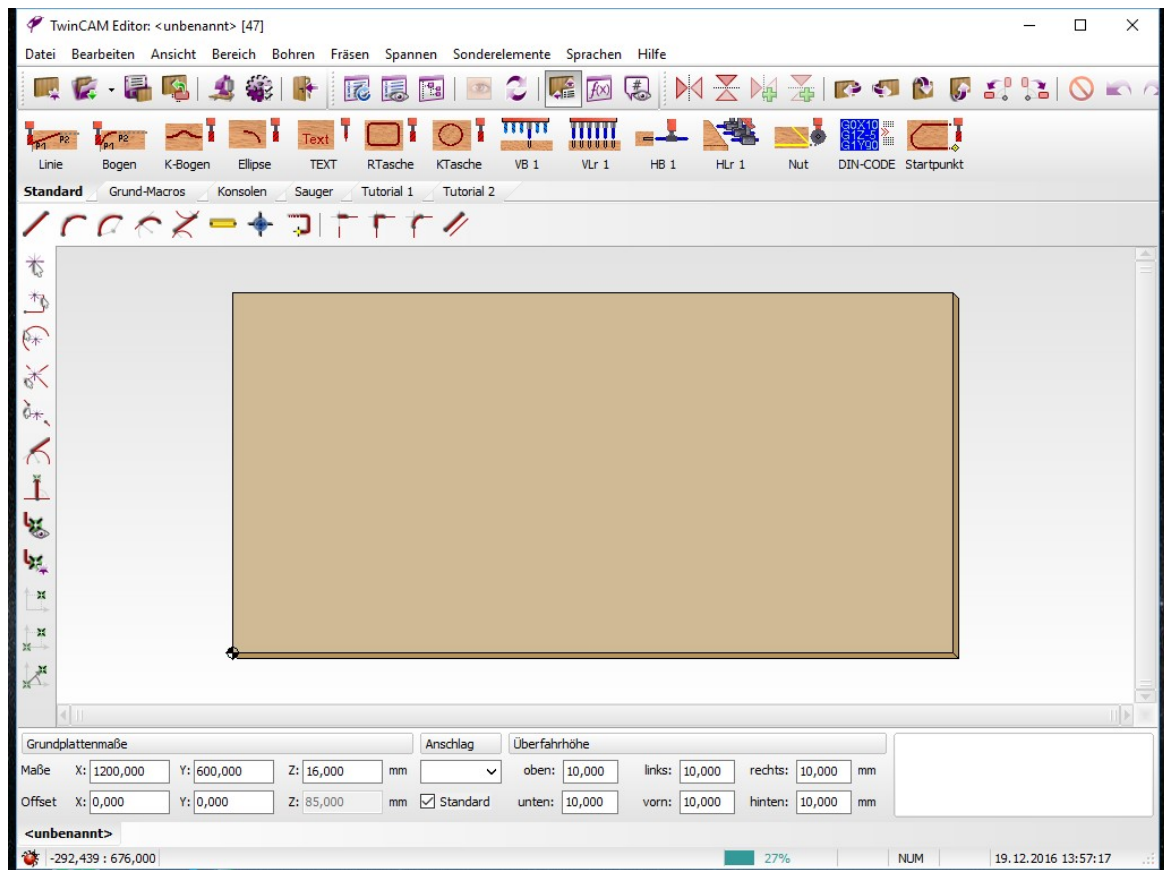
Zunächst müssen wir erstmal ein neues Werkstück anlegen. Dazu klicken wir einfach auf das *Neue Platte*-Symbol in der Symbolleiste.



Falls irgendwelche Änderungen noch nicht gespeichert wurden, erfolgt eine entsprechende Rückfrage, die wir der jeweiligen Situation entsprechend beantworten.

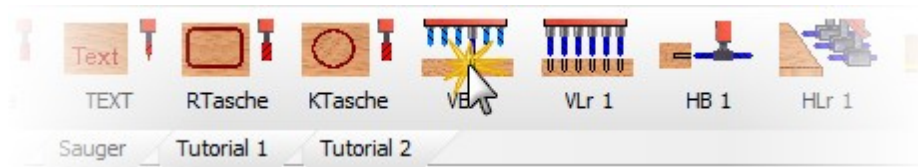
Danach tragen wir die Plattenmaße in die entsprechenden Felder im Bereich *Plattendaten* unterhalb der Grafik ein.

X	Y	Z
1200 mm	600 mm	16 mm



## 1.3 Minifixverbinder

Als nächstes erstellen wir die Bohrungen für die vier Minifix-Verbinder, die aus jeweils einer vertikalen und einer horizontalen Bohrungen bestehen. Dazu klicken wir auf das Symbol *Vertikale Einzelbohrung* in der Palette um zunächst die vertikalen Bohrungen zu definieren.



Im *Magic Point* wählen wir die linke, vordere Ecke als Bezugspunkt durch Klicken auf das entsprechende Pfeilsymbol. Bei dem X- bzw. Y-Eingabefeld geben wir die entsprechenden Werte ( $X = 25\text{mm}$ ,  $Y = 43\text{mm}$ ) ein. Da die Bohrungen symmetrisch angeordnet sind nutzen wir die Spiegelfunktion indem wir die beiden entsprechenden Buttons für *Spiegeln in X* und *Spiegeln in Y* aktivieren.

Nun ergänzen wir noch die Angaben für Durchmesser (16mm) und Bohrtiefe (12mm). Als Werkzeugtyp geben wir eine 1 ein - das entspricht in unserer Werkzeugkonfiguration einem Sacklochbohrer. Die übrigen Eingabefelder belassen wir so wie sie sind und schließen die Eingaben mit einem Klick auf den OK-Button ab.

## 1.4 Horizontalbohrung

Die horizontale Bohrung der Minifix-Verbindung wird, wie könnte es anders sein, mit einer *Horizontalbohrung* dargestellt. Wir klicken dazu auf das entsprechende Symbol in der Palette.



Es empfiehlt sich, vor der Eingabe anderer Daten bei einer Horizontalbohrung erst die Richtung festzulegen, in der die Bohrung durchgeführt werden soll (hier von links nach rechts). Danach legen wir wie bei der vertikalen Bohrung über den *Magic Point* den Bezugspunkt fest. Wir wählen hier sinnvollerweise auch die gleiche Einstellung links vorne. Die Eingabe von  $X = 0$  und  $Y = 43$  die Horizontalbohrung genau auf die linke Werkstückkante und 43mm von der vorderen entfernt.

Im Gegensatz zu der Vertikalbohrung geben wir bei der Horizontalbohrung auch einen Z-Wert an, der die Position auf der Stirnseite der Platte angibt. Wir nutzen hier den mittleren *Magic Point* in Z und einen Wert von 0, um die Bohrung immer auf die Mitte der Plattenstärke zu setzen.

Nun ergänzen wir die Werte für Werkzeugtyp (1), Durchmesser (8) und Bohrtiefe (25), spiegeln die Bohrung noch in X und Y durch das Setzen der entsprechenden Buttons und schließen die Eingabe mit einem Klick auf den OK-Button ab.

**Horizontalbohrung**

Allgemein Technologie

**Magic Point**

X: 0,000 mm  
Y: 43,000 mm  
Z: 0,000 mm

**Geometrie**

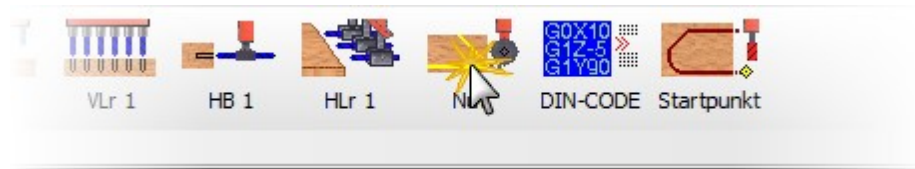
Drehung: 0 °  
Neigung: 0 °

**Werkzeug**

Werkzeug:   
Werkzeugtyp: 1  
Durchmesser: 8,000 mm  
Bohrtiefe: 25,000 mm

## 1.5 Rückwandnut

Als nächstes kommt nun die Rückwandnut. Dzu klicken wir in der Palette auf das entsprechende Symbol *Rückwandnut*.



Wir definieren die Nut indem wir mit den beiden *Magic Points* zwei Endpunkte festlegen, deren Verbindung die Hinterkante der Nut beschreibt. Da die Nut durchgehen soll und dabei an der hinteren Werkstückkante referenziert, wählen wir links hinten und rechts hinten als Bezugspunkte. Den X-Abstand von links und rechts geben wir mit 0 an, den Y-Abstand von hinten bei beiden *Magic Points* mit 10. Die Nuttiefe wird in beiden Z-Werten mit 6mm angegeben. Die Z *Magic Points* sind so eingestellt, daß dieser Wert von der Oberkante gemessen wird.

Wir haben bisher lediglich eine Linie von links nach rechts beschrieben, die 10mm von der Hinterkante liegt. Erst durch die Angabe der Nutbreite (3,4) und der Nutlage erhalten wir die gewünschte Rückwandnut. Die Nutlage gibt an, auf welcher Seite von der Linie die Nutbreite liegt bzw. ob die Nut mittig auf der Linie liegt. Dabei wird die Richtung der Linie immer von Punkt 1 nach Punkt 2 betrachtet.


Ergänzen wir nun noch den Werkzeugtyp (90) und die Schnittrichtung (beliebig). Alternativ kann hier auch Gleich - und Gegenlauf angewählt werden, wenn die Maschine diese Möglichkeit bietet.

Bevor wir die Eingaben mit OK abschließen, klicken wir vorher noch auf den *Vorgabe*-Button. Damit sind die eben gemachten Einstellungen bei der nächsten Nut gleich voreingestellt.

Nut/Schnitt


Allgemein Nutneigung

**Magic Point 1**




X: 0,000 mm  
Y: 10,000 mm  
Z: 6,000 mm

**Magic Point 2**



X: 0,000 mm  
Y: 10,000 mm  
Z: 6,000 mm

**Nutlage/Nutbreite**




3,400 mm

**Werkzeug**

Werkzeug:   
Werkzeugtyp: 90

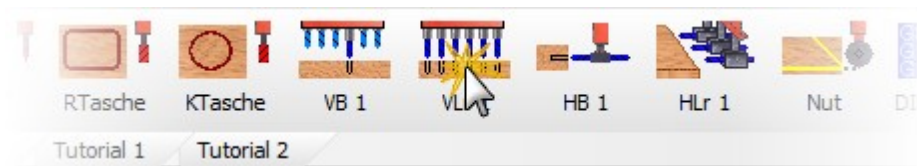
**Schnitttrichtung**



Vorschub:  %

## 1.6 Fachträger / Vertikale Lochreihe

Nun geht es durch Klicken auf das Symbol *Vertikale Lochreihe* an die Bohrungen für die Fachträger.



Eine Lochreihe stellen wir uns vor, wie eine Textzeile in Word - sie kann linksbündig, mittig oder rechtsbündig ausgerichtet sein. Genauso legen wir bei einer Lochreihe (in X-Richtung) fest, ob sie linksbündig, mittig oder rechtsbündig ist. Bei einer linksbündigen Lochreihe bestimmen wir die Position der äußersten linken Bohrung, bei einer rechtsbündigen Lochreihe die Position der äußersten rechten Bohrung und bei einer mittigen Lochreihe die Position der Lochreihenmitte (bei ungerader Anzahl Bohrungen ist das die mittlere Bohrung, sonst liegt sie mitten zwischen zwei Bohrungen). Ziehen wir nun noch Lochreihen in Betracht, die in Y-Richtung laufen, gibt es auch dort solche die von vorne nach hinten, von hinten nach vorne oder mittig nach hinten und vorne verlaufen. Die sechs Buttons im Bereich Geometrie stehen für diese sechs Ausrichtungen. Wir wählen für unseren Fall eine linksbündige Ausrichtung.

Die restlichen *Magic Point* Buttons richten sich nach der gewählten Ausrichtung. Den *Startwert* legen wir hier als *128mm von der linken Kante* fest. Die Länge der Lochreihe soll einen rechten Rand von

128mm lassen - wir wählen also erst *Rand* und tragen danach den Wert 128 in das daneben stehende Feld ein. Als *Rasterweite* tragen wir 32mm ein.

In den darunter liegenden drei Abstandsfeldern wählen wir für das erste eine Referenz von hinten mit einem Abstandswert von 52mm und für das dritte eine Referenz von vorne und einen Abstand von 60mm. Der mittlere Abstand wird abgewählt, indem wir keine Referenz angeben. (Eigentlich ist die Anordnung der Abstandsböcke egal. Die hier gewählte Anordnung lehnt sich allerdings an die geometrische Lage der Lochreihen an.)

Nun ergänzen wir noch die restlichen Bohrdaten Werkzeugtyp (1), Durchmesser (5) und Bohrtiefe (10). Auf ein Spiegeln der Lochreihe verzichten wir hier und schließen die Eingaben mit einem Klick auf den OK-Button ab.

## 1.7 Bohrungen für Montageplatte

Die zwei Bohrungen für die linke Montageplatte machen wir ebenfalls mit einer Lochreihe, diesmal begrenzen wir die Anzahl der Bohrungen aber auf zwei. Dazu wählen wir die Option *Anzahl* und tragen eine 2 in das nebenliegende Feld ein.

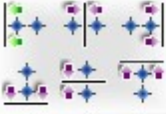
Die Ausrichtung dieser Lochreihe ist ebenfalls linksbündig, die Rasterweite 32mm. Der Startwert ist auch auf die linke Kante referenziert, beträgt hier aber nur 64mm. Die hintere Lochreihe entfällt und die vordere hat einen Abstand von 37mm. Mit den Angaben für Werkzeugtyp (1), Durchmesser (10) und Bohrtiefe (12) schließen die Eingabe durch Klick auf den OK-Button ab.



Vertikale Lochreihe


Allgemein Technologie


**Geometrie**


 Rasterweite: 32,000 mm


☐ Rand 0,000 mm

☒ Anzahl 2


 Startwert: 64,000 mm

 Abstand: 0,000 mm

 Abstand: 0,000 mm


 Abstand: 37,000 mm


**Werkzeug**

Werkzeug: 

Werkzeugtyp: 1

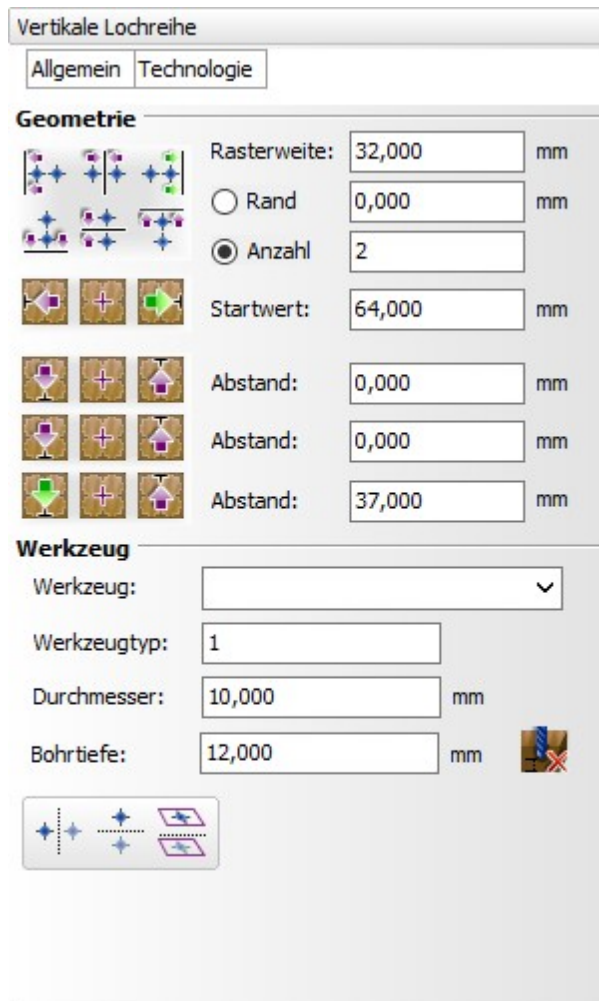
Durchmesser: 10,000 mm

Bohrtiefe: 12,000 mm 



Die rechte Montageplatte wird nahezu identisch erstellt, bezieht sich jedoch auf die rechte Plattenkante. Um nur so wenig wie möglich eingeben zu müssen, doppelklicken wir auf die gerade erstellte Lochreihe (bzw. eine ihrer Bohrungen), was den Einstellungsdialog wieder öffnet.

Nun ändern wir die Ausrichtung auf rechtsbündig und die Referenz des Startwerts auf *rechte Plattenkante*. **Wir klicken aber nicht auf OK!**



Würden wir das tun, hätten wir lediglich die Bohrungen an eine anderen Stelle verschoben. Um eine Lochreihe mit den geänderten Daten hinzuzufügen, klicken wir stattdessen auf *Zufügen*.

Mit wenigen Mausklicks können wir also bereits vorhandene Elemente mit bereits definierten Einstellungen zur Erstellung weiterer Elemente verwenden. Natürlich hätten wir auch eine neue Lochreihe erstellen können.

Da in diesem Fall die Bohrungen für die Montageplatten symmetrisch angeordnet sind, hätten wir die ursprüngliche Lochreihe auch einfach in X spiegeln können. Das wäre doch eine gute Übung....

## 1.8 Formatieren der Platte

Als letzte notwendige Bearbeitung müssen wir die Platte noch formatieren (umfräsen). Hier machen wir es uns einfach und benutzen eines der mitgelieferten Makros, die wir auf der Palettenseite *Basis-Makros* finden.

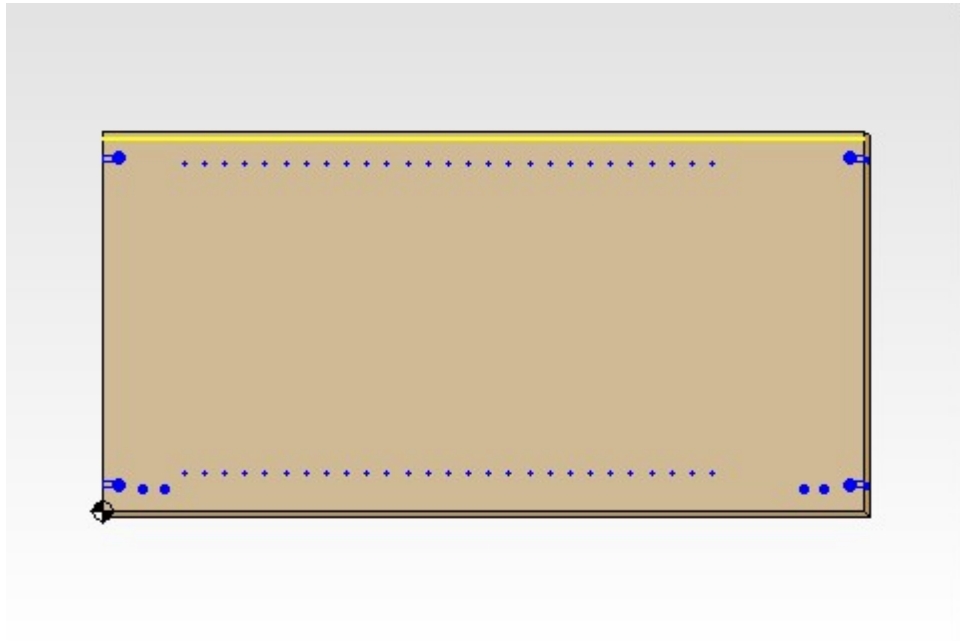


Mit einem Klick auf das erste Symbol *Umf-mitte-li* (Umfraesen, mittig anfahren, links rum) wird der komplette Bearbeitungsgang für das Formatieren der Platte eingefügt.



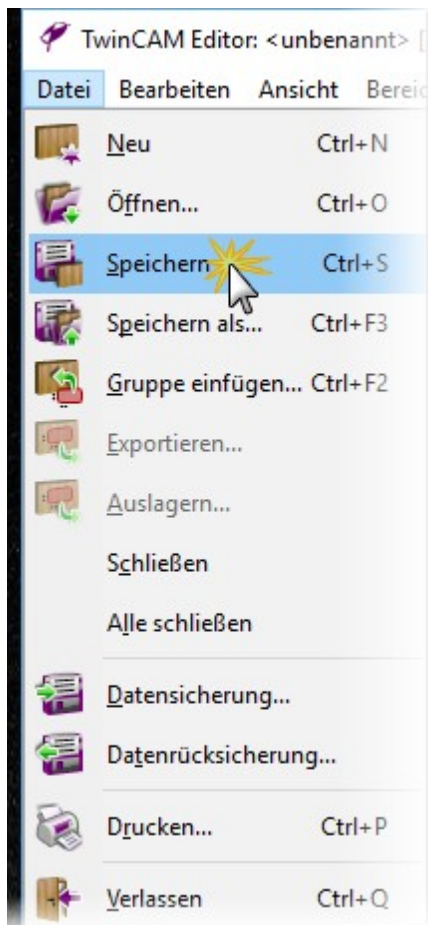
## 1.9 Ansicht der fertigen Zeichnung

So sollte nun das fertige Ergebnis der Zeichnung mit allen erstellten Elementen aussehen.



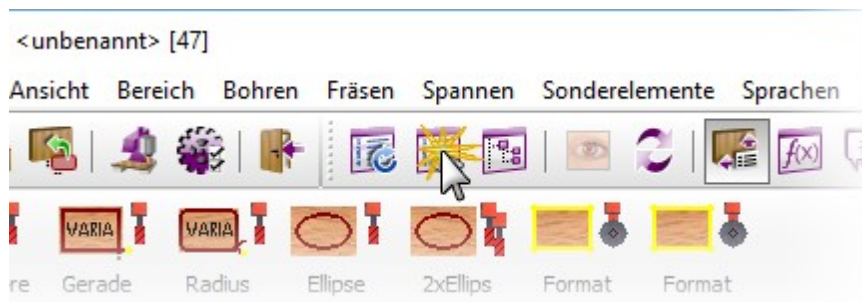
## 1.10 Zeichnung speichern

Nun wollen wir die Zeichnung noch speichern. Dazu gehen wir entweder über das *Datei*-Menü oder klicken direkt auf den das Symbol für *Platte speichern*.

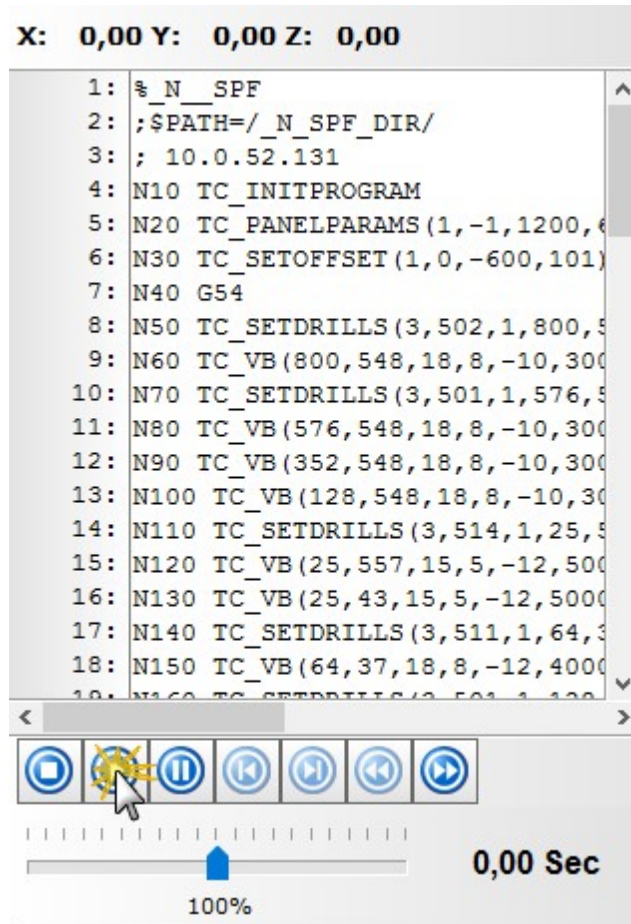


## 1.11 Programm generieren und Simulation

Ein Klick auf den Button *NC-Code anzeigen* öffnet ein Fenster mit dem erzeugten NC-Code...



... und ein Klick den Button *Simulation starten* startet die Simulation.

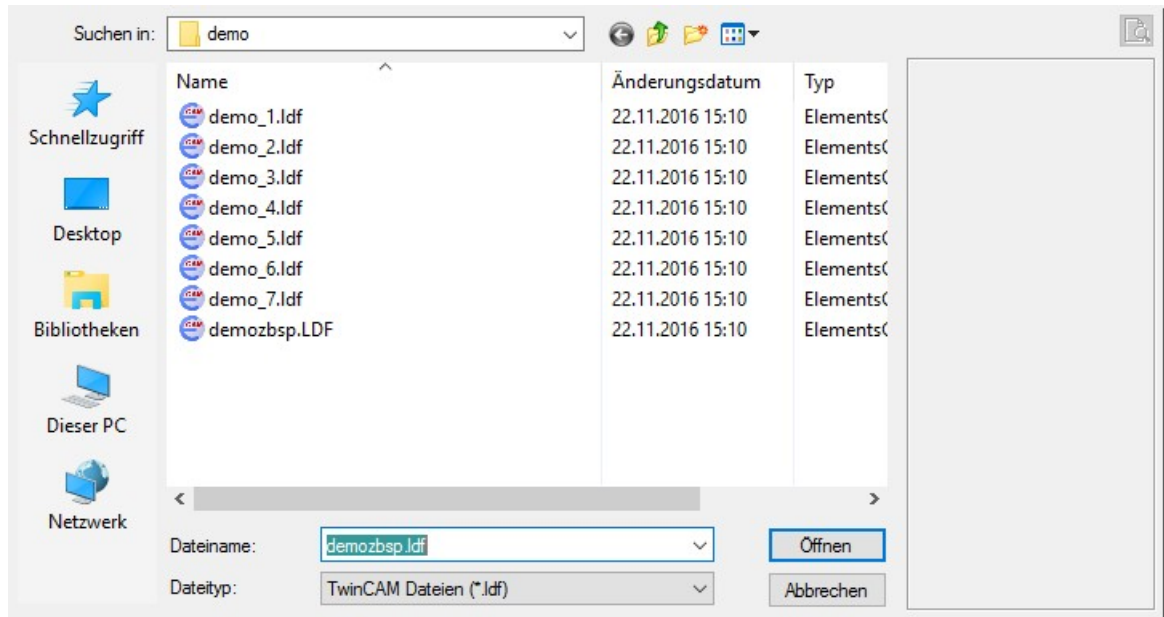


## 1.12 Zeichnungen öffnen

Wir öffnen nun eine bestehende Werkstückbeschreibung über das Menü *Datei -> Öffnen*, bzw. klicken Sie auf den Button *Datei öffnen*.



Im Unter-Verzeichnis DEMO finden wir ein paar Beispieldateien. Falls die Dateien nicht gelistet werden, stellen wir den Dateityp auf *TwinCAM Dateien (\*.LDF)*. Wie wählen die Datei DEMOZBSP aus und Klicken auf *Öffnen*.



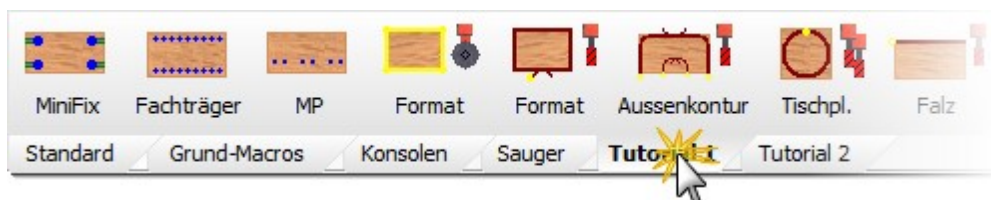
### 1.13 Zeichnungen aus Makros zusammenstellen

Selbstverständlich können wir uns auch selbst Makros für öfter verwendete Programmteile anlegen, denn diese Makros sind eigentlich ganz normale TwinCAM-Dateien. Man sollte bei der Erstellung allerdings den parametrischen Aspekt gut im Auge behalten.

Im diesem Abschnitt werden wir den effizienten Einsatz von Makros kennenlernen. Für dieses Tutorial haben wir zur Demonstration das eben erstellte Seitenteil in einzelne Gruppen zerlegt und bereits als Makros abgespeichert.

Wir speichern zunächst die aktuelle Zeichnung, klicken Sie auf *Neue Platte* und geben Sie die Plattenmaße ein. Diesmal wählen wir jedoch andere Maße. Welche genau bleibt jedem selbst überlassen (z.B. 1800x550x16).

Wir wechseln zunächst auf die Palettenseite *Tutorial1*, auf der die Makros abgelegt sind.



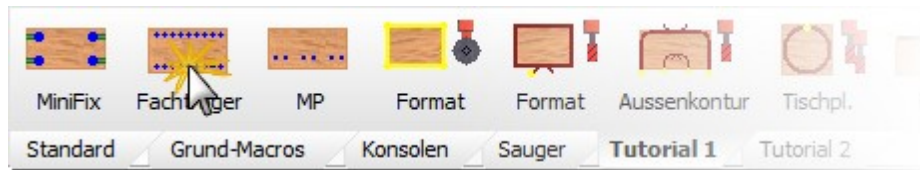
Um nun die Minifix-Verbinder einzufügen, klicken wir auf den Button *Minifix*.



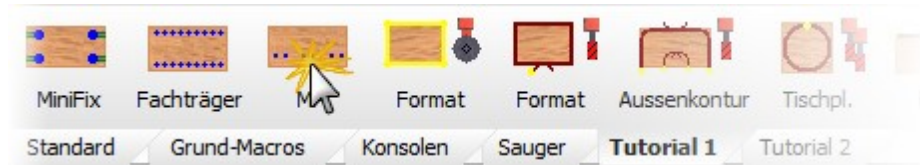
Die Elemente der Minifix-Verbinder werden mit den entsprechenden Maßen und Bezugspunkten in die Platte importiert. Die geänderten Plattenmaße werden automatisch berücksichtigt.



Fügen wir nun die Bohrungen für die Fachträger ein, indem wir auf den Button *Fachträger* klicken.

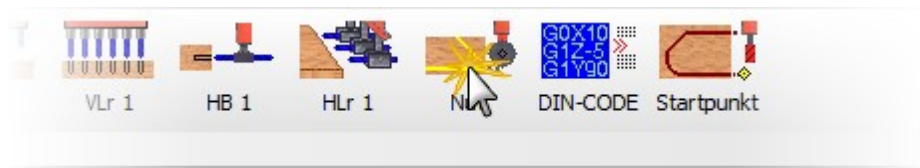


Die Plattenmaße wurden auch dabei berücksichtigt. Es werden durch die längere Platte zusätzliche Bohrungen eingefügt. Die Bohrungen waren definiert mit einem Startwert von 128 mm von links und einem Rand von 240 mm rechts. Diese Maße werden eingehalten und der dazwischenliegende Bereich der Platte mit Bohrungen im vorgegebenen Raster versehen.



Nun fügen wir die Bohrungen für die Montageplatten in die Werkstückbeschreibung ein. Dabei wird die Anzahl der Bohrungen automatisch an die Breite Ihrer Platte angepasst. (Zugegeben, hier haben wir etwas gemogelt indem wir Variablen und Formeln verwenden)

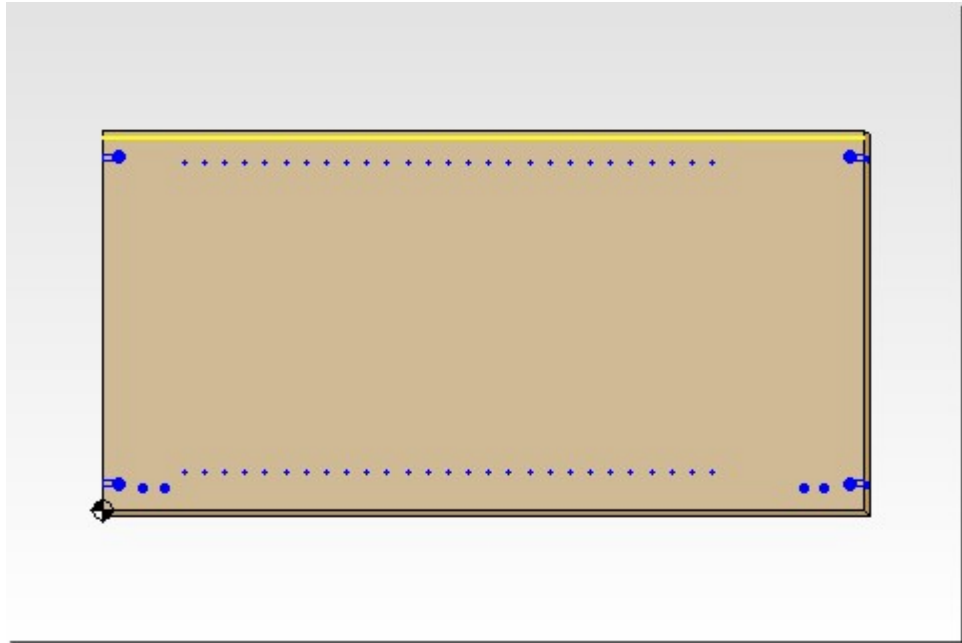
Damit sind die meisten Elemente des Seitenteils erstellt. Zum Einfügen der Nut verwenden wir aus dem Register *Standard* den Button *Rückwandnut* und fügen die Nut wie vorhin beschrieben in die Zeichnung ein. Durch das vorherige *Sichern* bei der Nut, sind alle Angaben bereits passen voreingestellt.



Um die Formatierung der Platte durchzuführen, bedienen wir uns wieder des mitgelieferten Grund Makros. Dazu wechseln wir auf die Seite *Basis-Makros* und wählen dann wie gehabt die Umfräsung aus. Auch dabei passt sich die Kontur den geänderten Plattenmaßen an.



So oder so ähnlich sollte nun das fertige Werkstück aussehen - je nach verwendeten Plattenmaßen.





# Kapitel II

## CAD-Funktionen

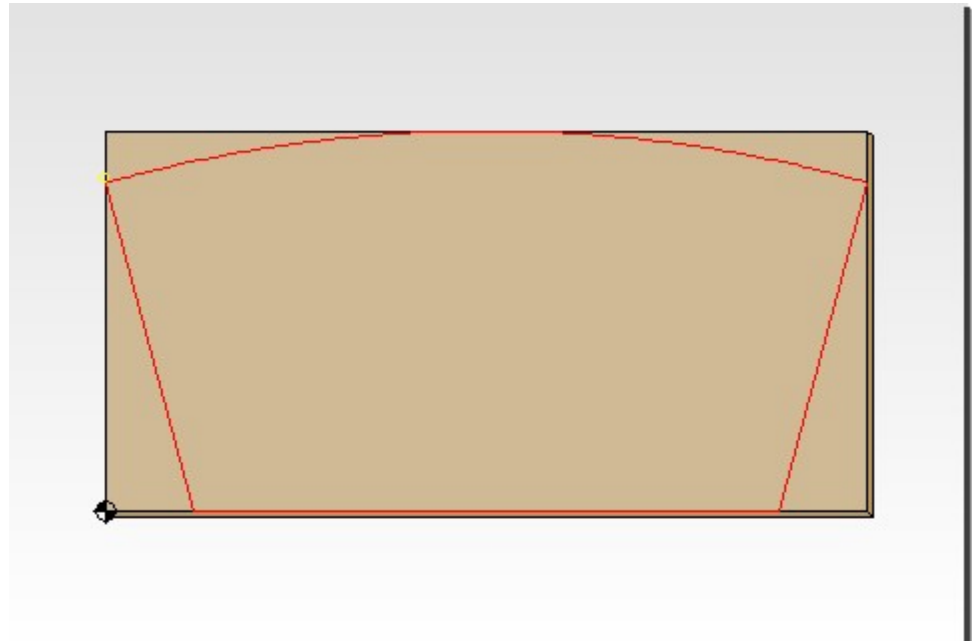


## CAD-Funktionen

### 2.1 Beispiel CAD-Funktionen

In diesem Abschnitt wenden wir uns den CAD-Funktionen in TwinCAM zu und werden eine einfache Fräsbearbeitung an einer Platte konstruieren. Etwa so soll das Ganze hinterher aussehen:

Die nötigen  
Kenndaten der  
Konstruktion  
sind in der  
folgenden  
Tabelle  
zusammengefas-  
st:



<b>Plattenmaße</b>	X = 1600; Y = 800; Z = 22
<b>Stichhöhe des Bogens</b>	110 mm
<b>Winkel der Seiten</b>	jeweils 15°

Beginnen wir wieder mit einer neuen Platte und geben die Plattenmaße ein:

Grundplattenmaße					
Maße	X:	1600,000	Y:	800,000	Z: 22,000 mm
Offset	X:	0,000	Y:	0,000	Z: 85,000 mm

### 2.2 Hilfslinie zeichnen

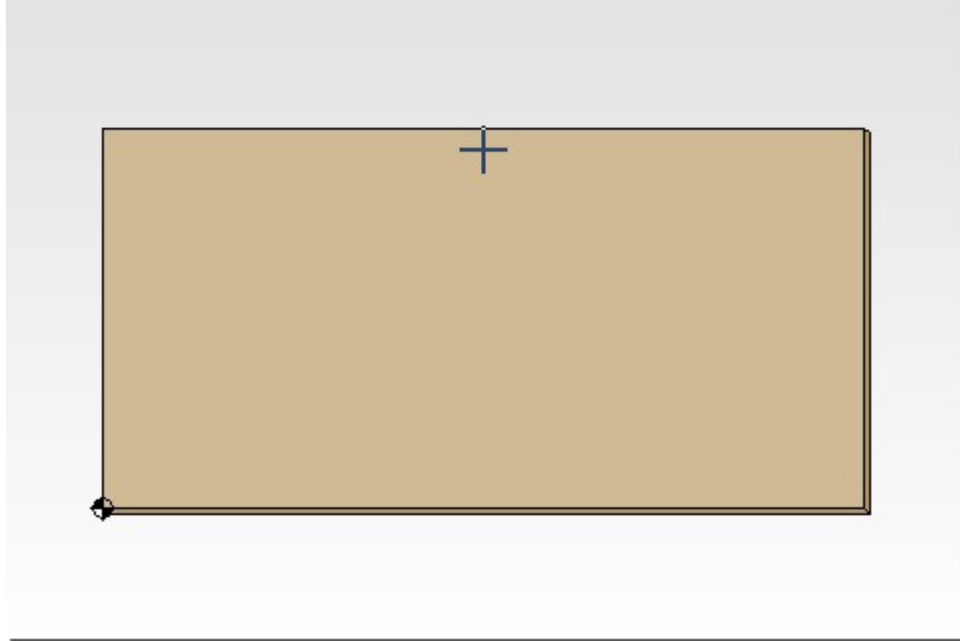
Bevor wir den Bogen konstruieren, erzeugen wir uns noch eine Hilfsgerade, mit der wir die Endpunkte des Bogens leichter ermitteln können. Dazu erzeugen wir eine Parallele im Abstand 110mm (Stichmaß) zur hinteren Plattenkante. Eine Parallele erzeugen wir durch Klick auf den Button Parallel-Element.



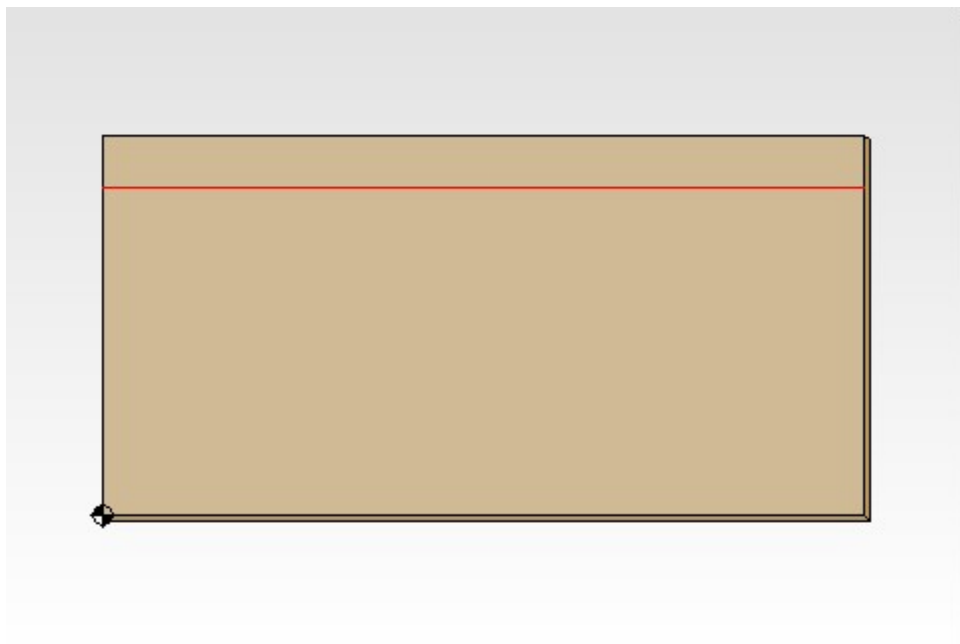
In den nun erschienenen Dialogfeld geben wir den Abstand 110mm ein und übernehmen mit Enter.



TwinCAM erwartet nun von uns die Auswahl des Elements, zu dem das neue Element parallel sein soll. Wir klicken dazu an die hintere Plattenkante, wobei wir etwas innerhalb der Platte bleiben, denn die Richtung, in der die Parallele erstellt wird, hängt von der Position des Klicks ab.



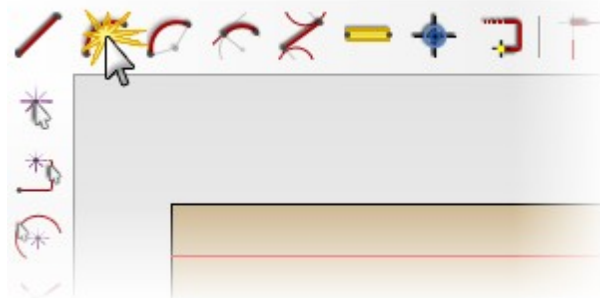
Die Parallel-Funktion können wir entweder durch einen erneuten Klick auf den Parallel-Button oder durch einen einfachen Rechts-Klick mit der Maus beenden. Diese Fräslinie ist nur eine Hilfslinie, die wir später wieder löschen.



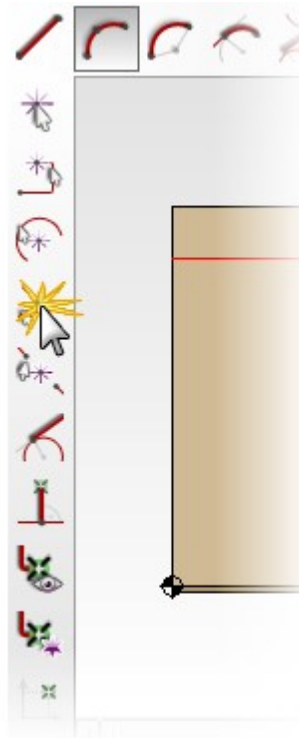
## 2.3 Bogen zeichnen

Wir wollen den Bogen durch die Angabe von drein Punkten konstruieren. Der Startpunkt liegt auf dem Schnittpunkt der Hilfslinie mit der linken Kante, der Bogenpunkt auf der Mitte der hinteren Kante und der Endpunkt auf dem Schnittpunkt der Hilfslinie mit der rechten Kante.

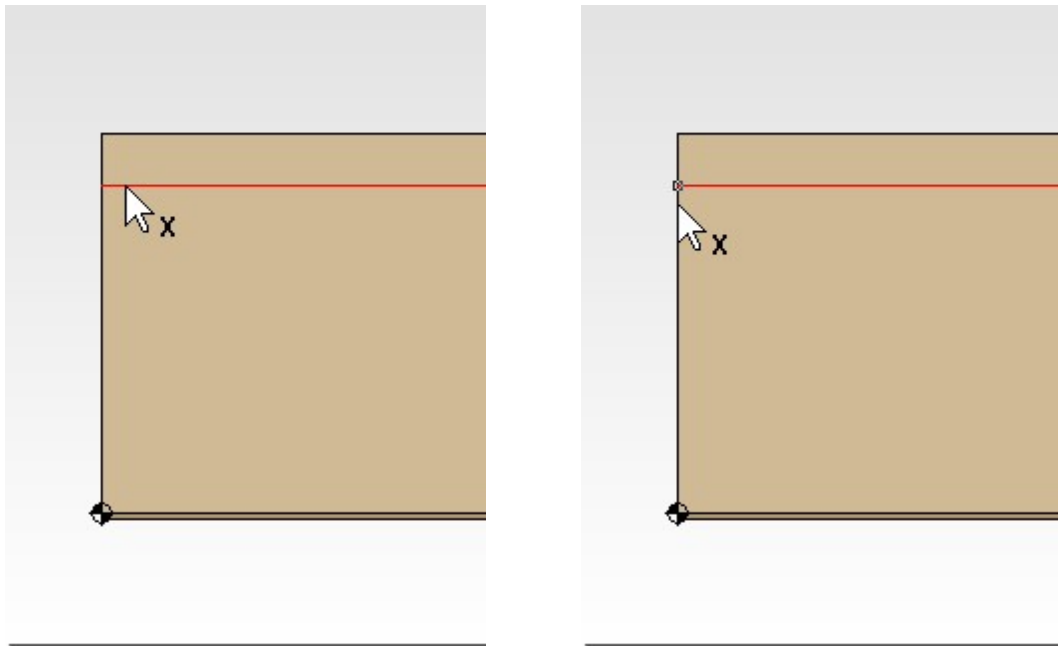
Wir wählen die CAD-Funktion *Bogen über drei Punkte* mit einem Klick auf den entsprechenden Button aus:



Nun wechseln wir in die Fangfunktion *Schnittpunkt*. Dazu klicken wir auf den entsprechenden Button, woraufhin der Mauszeiger um ein X (für Schnittpunkt) erweitert wird.

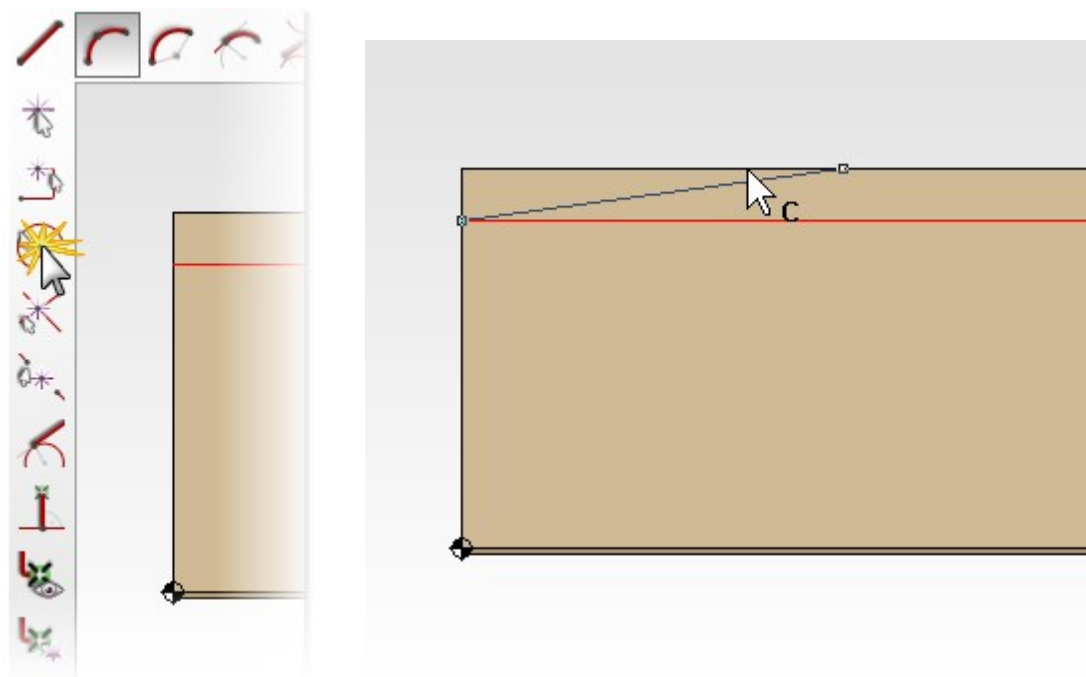


Für den Schnittpunkt sind die zwei Elemente auszuwählen, deren Schnittpunkt wir haben wollen. Wir klicken also zunächst auf die Hilfslinie und danach auf die linke Kante.

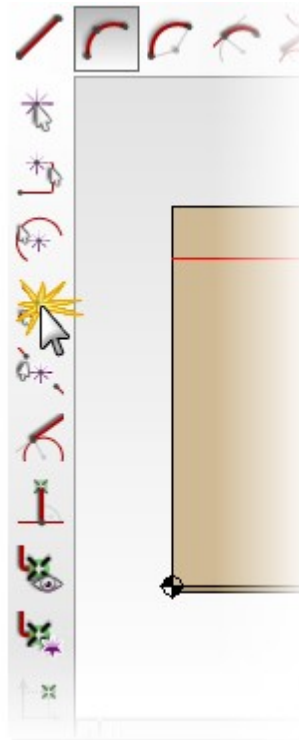


Es spielt übrigens keine Rolle, ob sich die Elemente wirklich schneiden. Der Schnittpunkt wäre z.B. auch gefunden worden, wenn die Hilfslinie kürzer wäre.

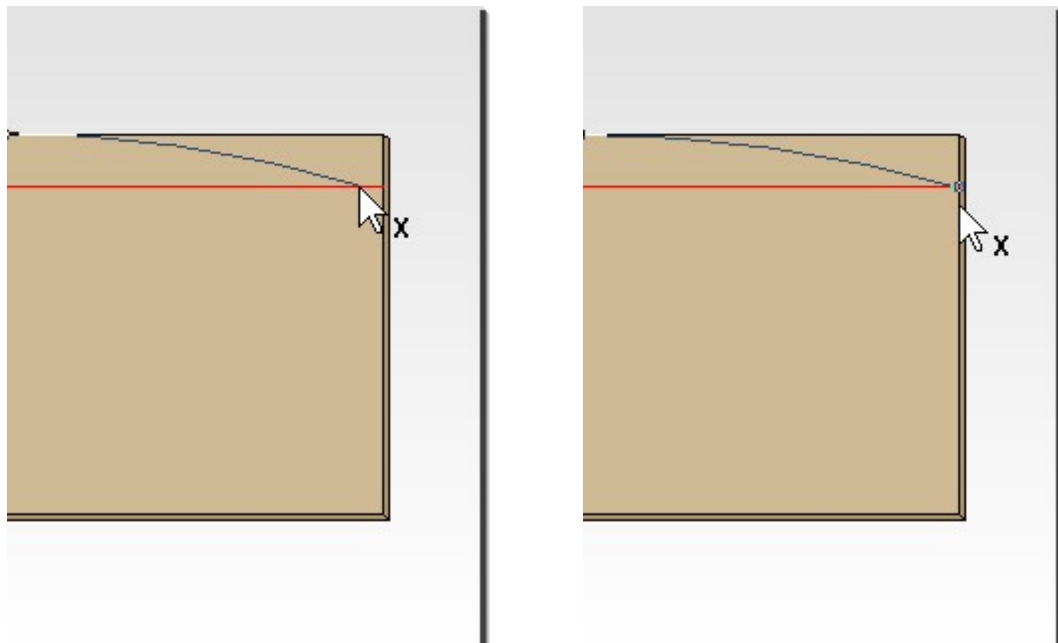
Als zweiten Punkt brauchen wir die Mitte der hinteren Kante. Dazu wählen wir die Fangfunktion *Zentrum*, womit in dem Mauszeiger ein C (= Center ) angezeigt wird. Nun klicken wir auf die hintere Plattenkante.



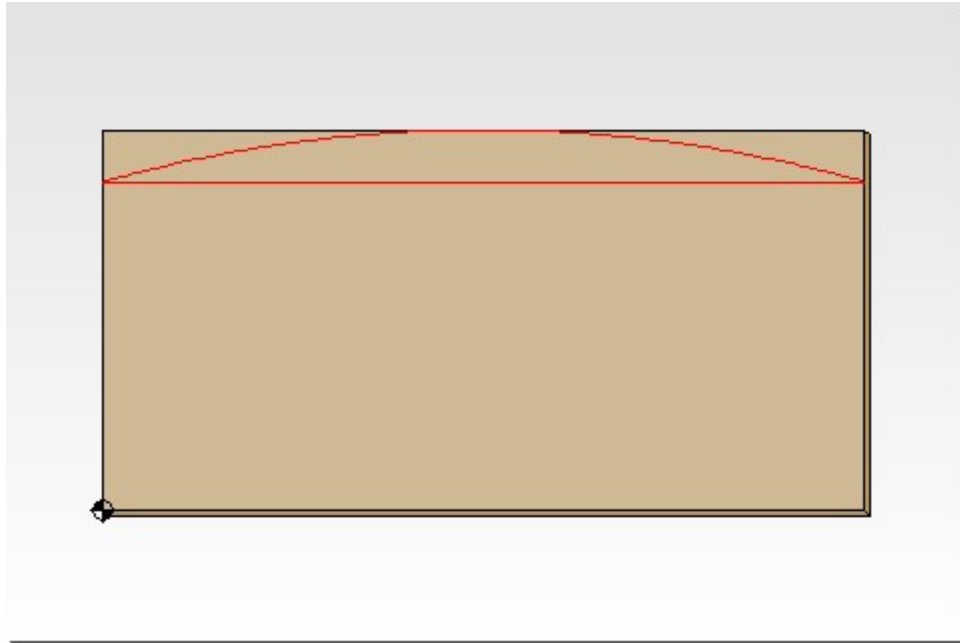
Für den dritten Punkt wiederholen wir die Prozedur wie bei dem ersten Punkt nur auf der rechten Seite. Zunächst schalten wir in die Fangfunktion *Schnittpunkt*...



... und klicken dann erst auf die Hilfslinie und dann auf die rechte Kante.



Durch einen Rechtsklick oder wiederholtes Klicken auf die *Bogen-3-Punkte*-Funktion schließen wir den Vorgang ab.



Nun müssen wir noch die Hilfslinie mit der Maus selektieren und durch Drücken auf die *Entf*-Taste löschen.

## 2.4 Schrägen zeichnen

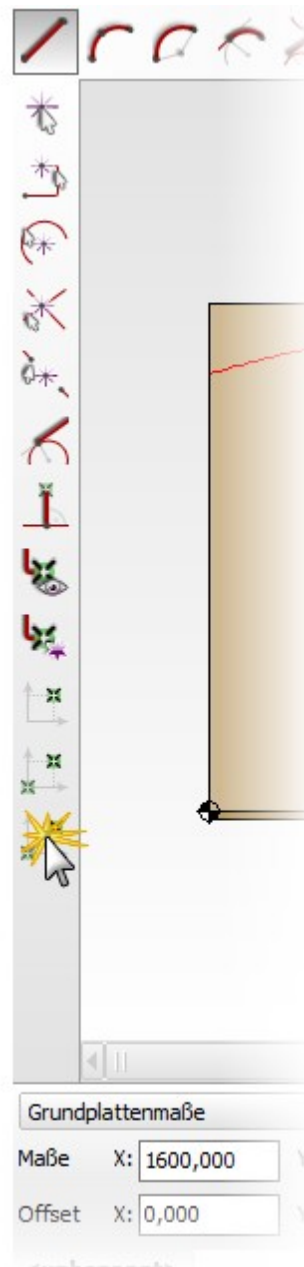
Die beiden Schrägen erzeugen wir über die CAD-Funktion *Linie über zwei Punkte*. Der passende Button ist der erste in der Reihe der CAD-Funktionen.



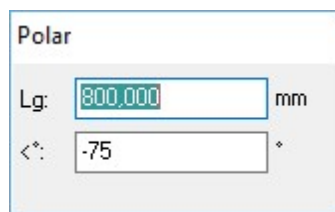
Nun müssen wir zwei Punkte angeben. Der erste ist der Startpunkt des Bogens. Wir wählen dazu die Fangfunktion *Endpunkt*, erkennbar an dem E im Mauszeiger.



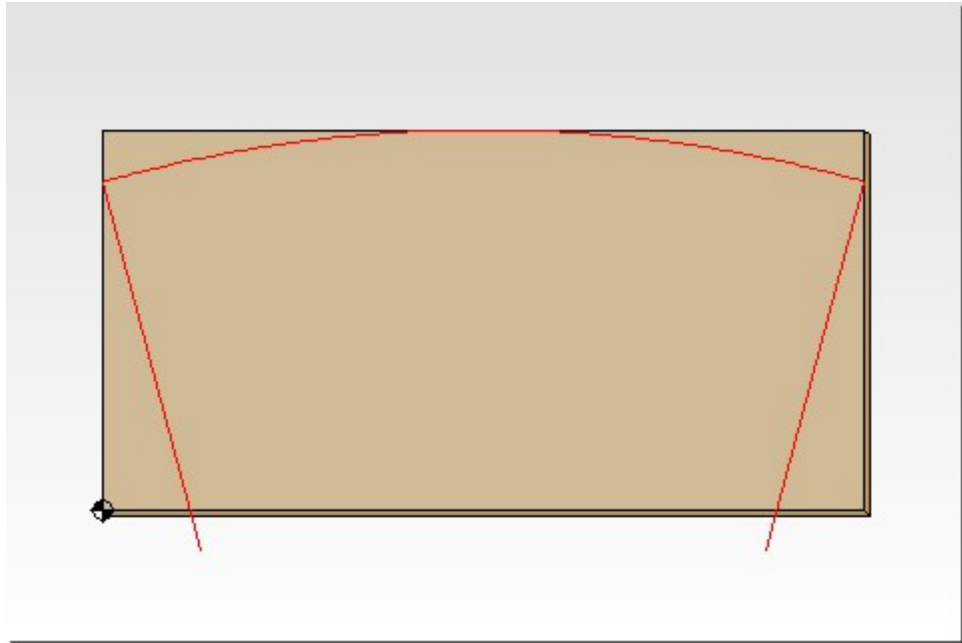




und geben in dem Dialogfenster einen Wert von 800mm für die Länge und  $-75^\circ$  ( $-90 + 15$ ) für den Winkel ein und bestätigen jeweils mit Enter.

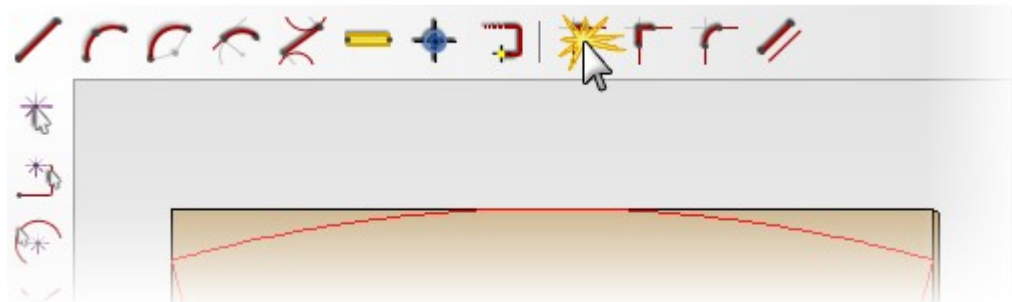


Auf der rechten Seite wiederholen wir die Schritte, lediglich beim Winkel müssen wir jetzt  $-105^\circ$  ( $-90 - 15$ ) eintragen.

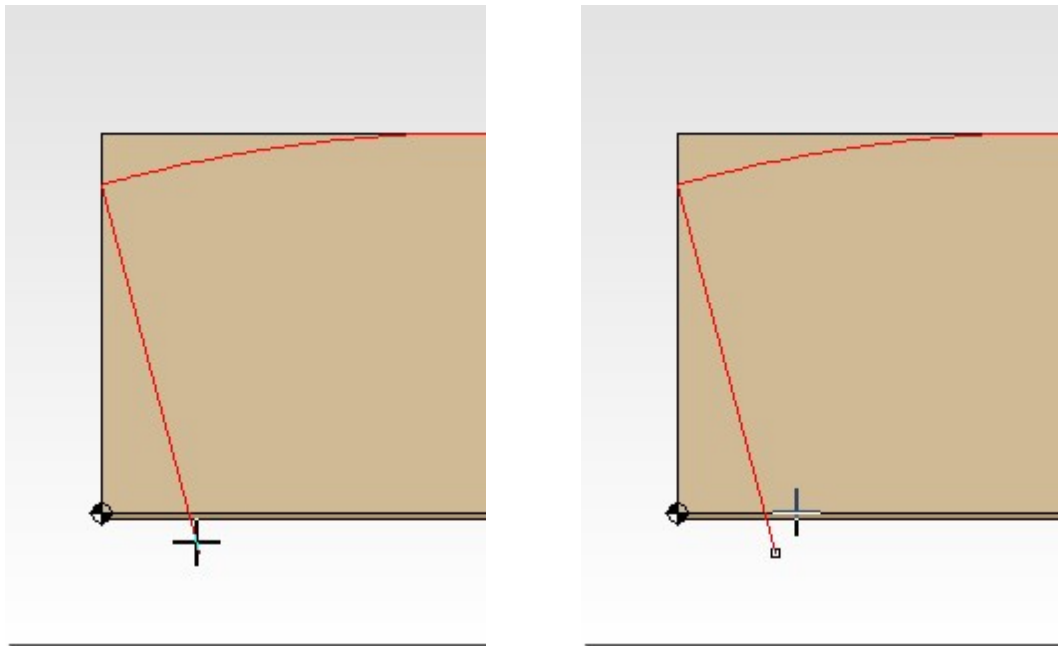


## 2.5 Überstände der Linie entfernen

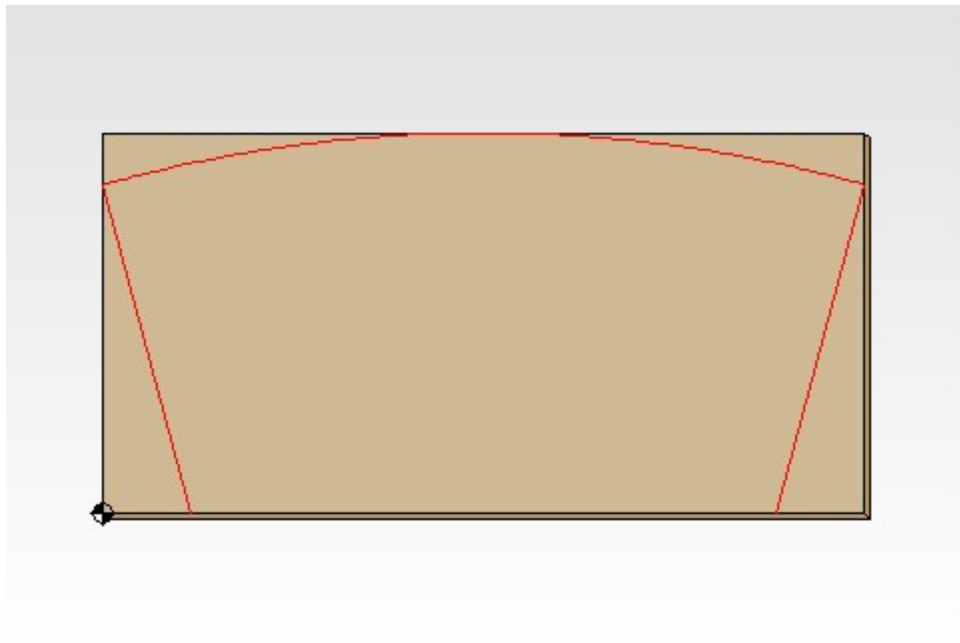
Die überstehenden Linien bringen wir mit der Funktion *Trimmen 1 Element* auf die erforderliche Länge.



Beim Trimmen klicken wir erst das zu kürzende (bzw. zu verlängernde) Element an dem passenden Ende an und bestimmen danach das schneidende Element. In unserem Fall klicken wir also zuerst auf das überstehende Ende der Linie und danach auf die untere Plattenkante als Schnittlinie.

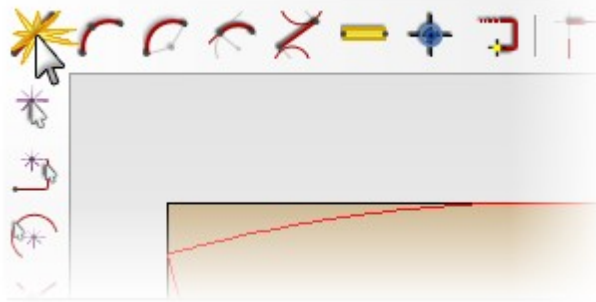


Die Funktion bleibt nach der Ausführung aktiv und wir bearbeiten die rechte Linie auf die gleiche Weise.

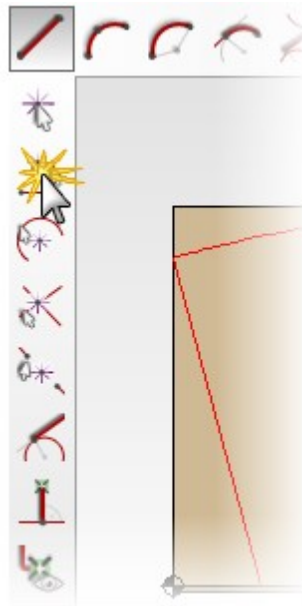


## 2.6 Untere Linie zeichnen

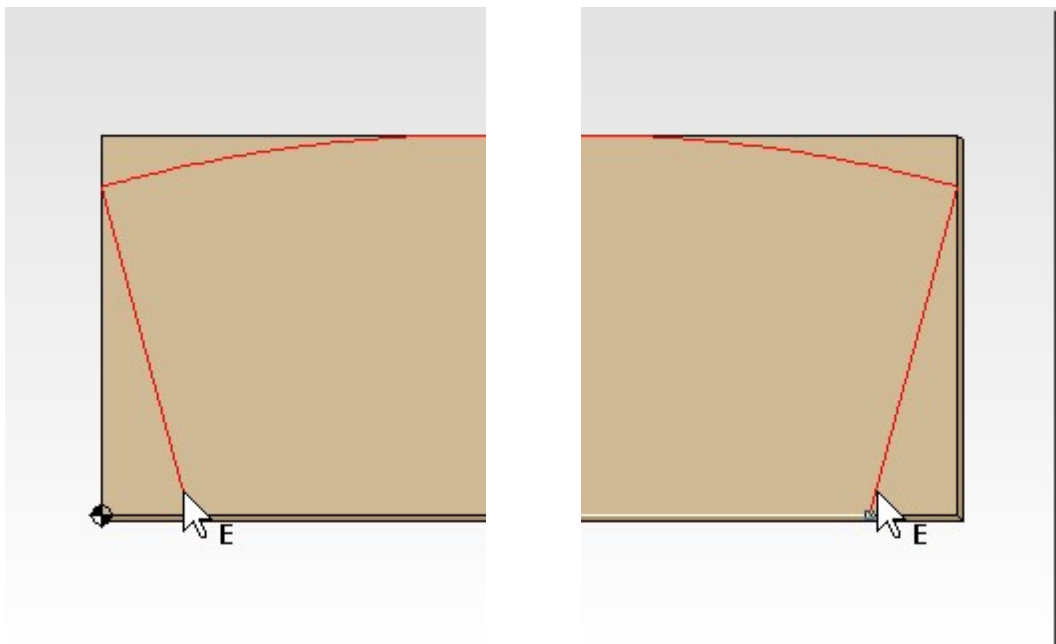
Die untere Linie lässt sich leicht vom Endpunkt der einen zum Endpunkt der anderen Schräge konstruieren. Wir sind ja noch in der CAD-Funktion *Linie über zwei Punkte* (falls nicht, wählen wir sie wieder an)...



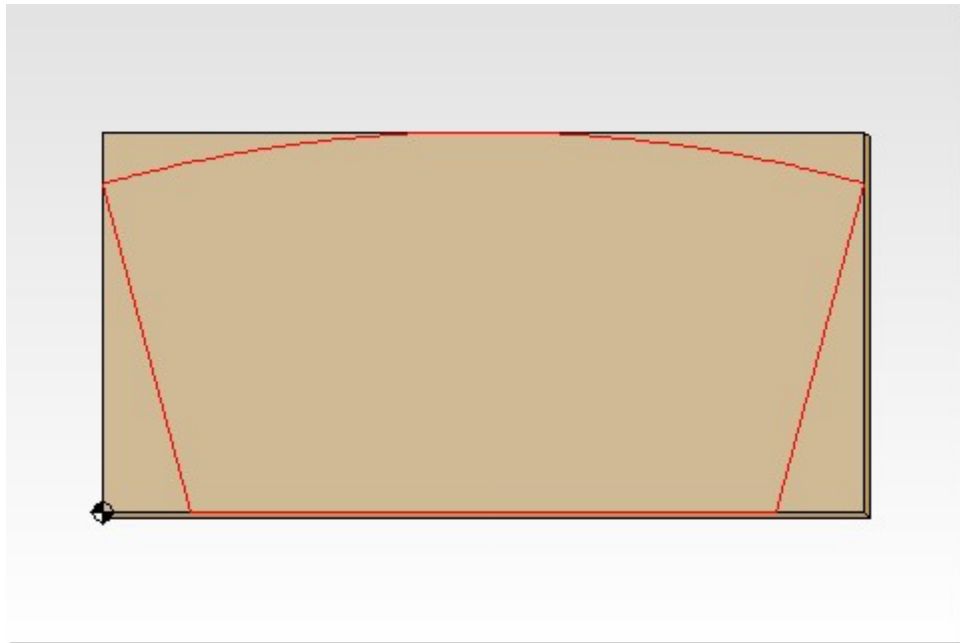
... und schalten wieder in die Fangfunktion *Endpunkt*.



Nun klicken wir auf die linke Schräge im Bereich ihres unteren Endpunkts und dann auf die rechte Schräge wieder im Bereich ihres unteren Endpunkts.

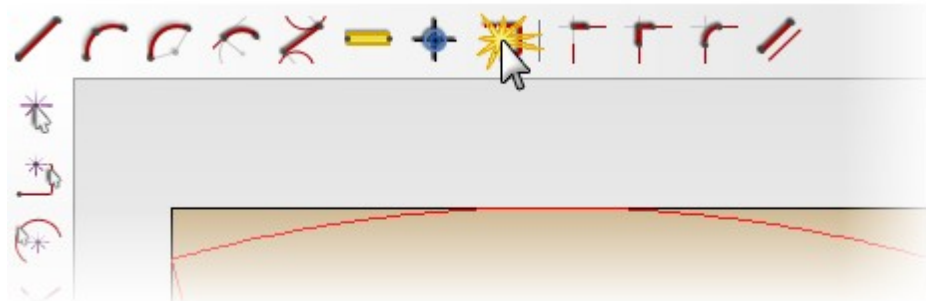


Damit haben wir die Konturelemente alle erzeugt und schließen den Vorgang mit einem Klick auf die rechte Maustaste ab.

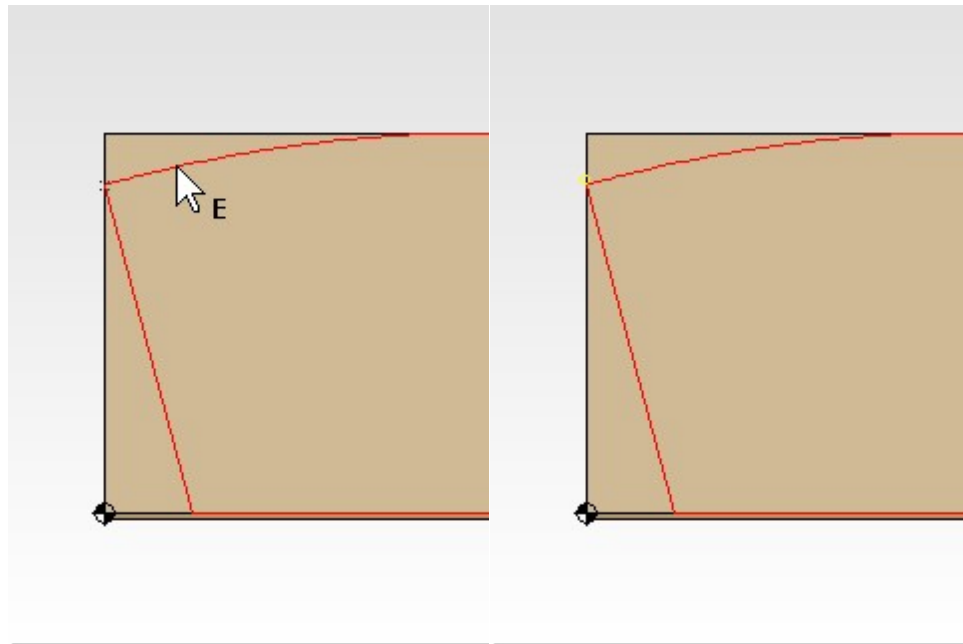


## 2.7 Startpunkt setzen

Wir müssen nun noch einen Startpunkt setzen, mit dem der Fräser und die Technologiedaten bestimmt werden. Dazu nehmen wir die CAD-Funktion *Startpunkt*.



Da Startpunkte eigentlich nur an einem Konturelement sinnvoll sind, ist in diesem Fall die Fangfunktion *Endpunkt* gleich voreingestellt. Da wir möchten, daß die Fräsung am Bogen beginnt wählen wir hier den Endpunkt des Bogens aus.



Wir doppelklicken nun den Konturstartpunkt, worauf sich der Eingabedialog öffnet. Dort tragen wir den *Werkzeugtyp* 1 und den *Durchmesser* 20mm ein und stellen die Korrektur auf *links*. Im Bereich *Technologie* wählen wir als An- und Abfahrweg die Option *Gerade tangential* mit einem Abstand von 30mm.

Konturstartpunkt

Allgemein Technologie Magic Points

**Magic Point**



X: 0,000 mm

Y: 690,000 mm

Z: 0,000 mm

**Werkzeug**

Werkzeug:


Werkzeugtyp:


Durchmesser:  mm





Konturstartpunkt



Allgemein Technologie Magic Points

Anfahren: Gerade tangential 

Abstand: 30,000 mm 







Abfahren: Gerade tangential 







Abstand: 30,000 mm 

Anfahr-Vorschub:  100  %

Schrittweite: 0,000 mm

Anzahl Schritte: 0

Mit einem Klick auf OK schließen wir den Dialog.

Fertig!



# Kapitel III

**Programmieren in der Praxis**



## Programmieren in der Praxis

### 3.1 Exkurs

#### 3.1.1 Parametrische Programmierung

Die parametrische Programmierung erlaubt eine schnelle Anpassung bereits bestehender Werkstücke an neue Anforderungen, z.B. bei Maßänderungen. Voraussetzung für den effizienten Einsatz parametrischer Werkstückbeschreibungen ist allerdings eine gewisse Disziplin bei der Programmerstellung. Dazu gehören immer auch einige Vorüberlegungen hinsichtlich der Referenzen für einzelne parametrische Maße und deren Verwendung.

Es gibt eine Vielzahl vordefinierter Parameter, die in TwinCAM zur Verfügung stehen. So sind alle Plattenmaße über die Variablen DX, DY, DZ und die dazugehörigen Offsets über die Variablen OX, OY, OZ erreichbar. Mit TwinCAM steht Ihnen außerdem ein sehr leistungsfähiger Parser zur Verfügung. So ist TwinCAM in der Lage, nicht nur einzelne Variablen, sondern auch komplexe Ausdrücke oder sogar ganze Funktionen auszuwerten.

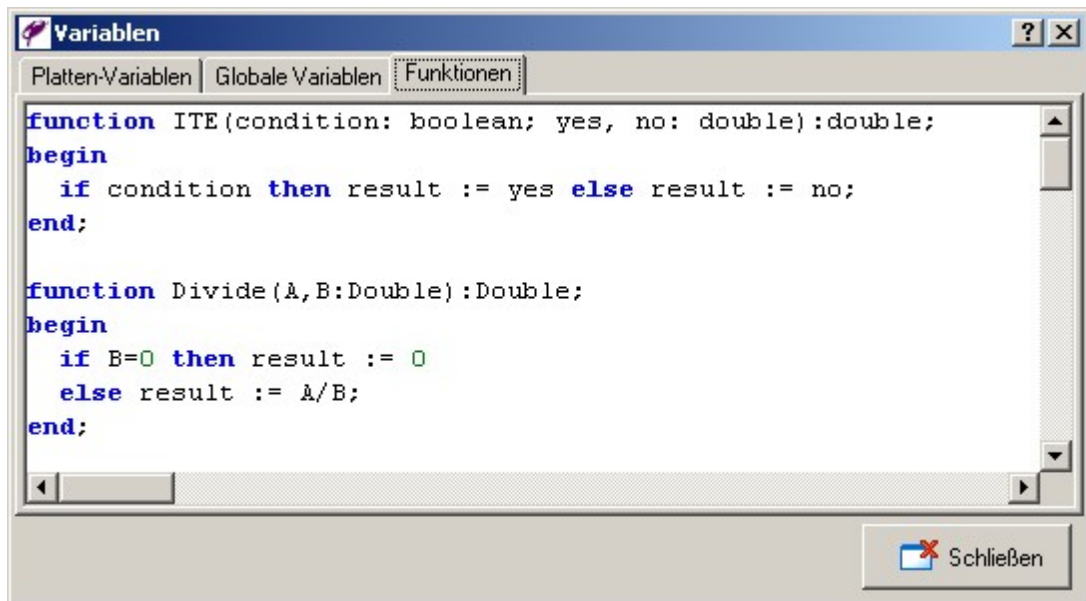


Über den Symbolknopf "Variablen" erreichen Sie das Dialogfeld, wo Sie Ihre Variablen und Funktionen einsehen und ändern können.

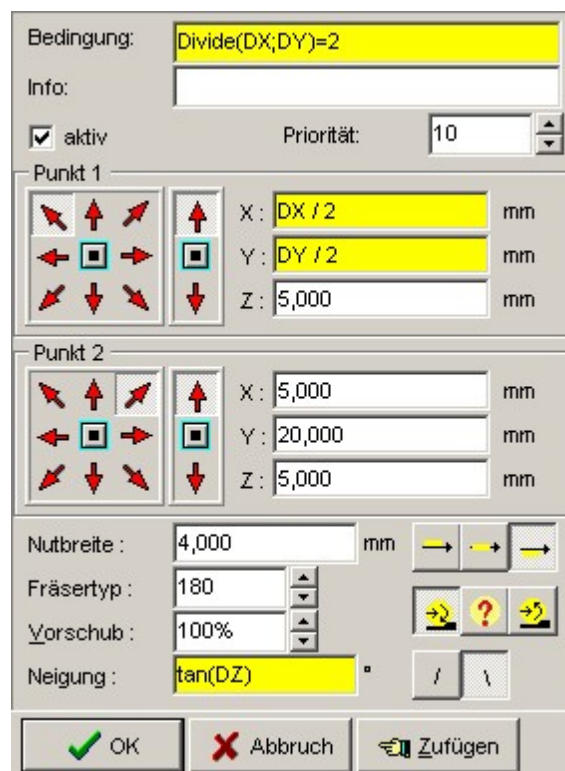
Variablen				
Platten-Variablen   Globale Variablen   Funktionen				
#	Name	Expression	Kommentar	Wert
1	printerH	1045		1045
2	W1	123	Width 1	123
3	W2	104	Width 2	104
4	W3	102,34	Width 3	102,34
5	W4	98,91	Width 4	98,91
6	AW	$(W1+W2+W3+W4)/4$	average width	107,0625

Jedoch ist es nicht notwendig, in diesen Dialog zu wechseln, um eine Variable anzulegen. Sollten Sie irgendwo in einem Element eine Variable verwenden, die noch nicht existiert, so legt TwinCAM diese automatisch an und belegt sie mit dem Wert 0.

Zusammen mit der Möglichkeit, eigene Funktionen zu schreiben, sind Sie in der Lage, jedes noch so komplexe Problem auf eine sehr elegante Weise zu lösen.



Alle Variablen und Funktionen dürfen Sie überall in TwinCAM verwenden. Wie Sie sehen, ist die Handhabung der Variablen einfach und sehr nützlich.



### 3.1.2 Bedingungen

Die parametrische Programmierung geht oft mit so genannter regelbasierter Programmierung einher, auch Programmieren mit Bedingungen genannt. Die regelbasierte Programmierung bietet die Möglichkeit, Firmen-Standards in CNC-Programmen zu verarbeiten. Eine bestimmte Bearbeitung kann somit in Abhängigkeit einer Bedingung ausgeführt werden (wenn die Bedingung *wahr* ist) oder nicht ausgeführt werden (wenn die Bedingung *falsch* ist). Die Bearbeitung wird dann einfach übersprungen. In den Bedingungen spielen Parameter eine wesentliche Rolle. Sie werden mit anderen Parametern oder einfach mit Zahlenwerten verglichen.

Jedes Element in TwinCAM hat das Feld "Bedingung". Als Bedingungen können Sie Variablen oder Funktionen eintragen. Dabei gelten folgende Regeln:

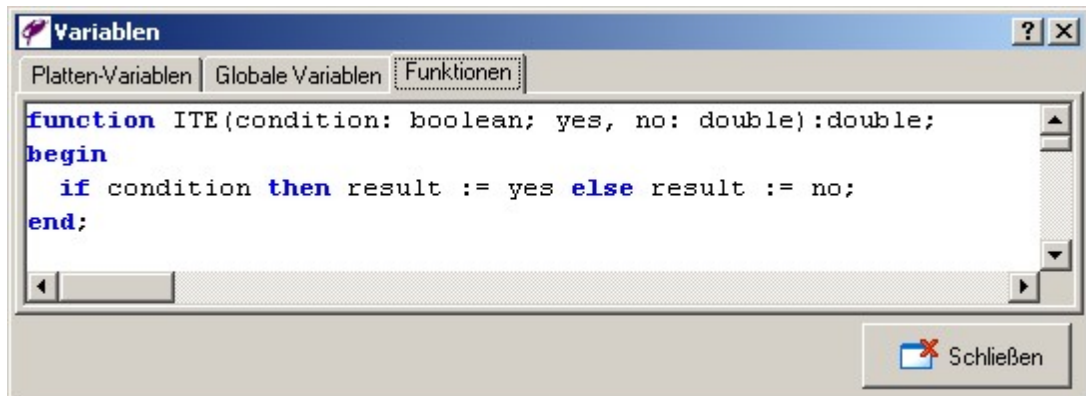
Ergibt der Ausdruck in der Bedingung 0, so wird das Element in der Programmgenerierung nicht berücksichtigt. Für alle Ausdrücke ungleich 0 wird das jeweilige Element in die Programmgenerierung einbezogen.

Bedingung: DX>1000

Sie können auch Wahrheitswerte im Ausdruck verwenden. Dabei gilt 0 als *falsch* und alle anderen Werte als *wahr*. Natürlich können Sie alle Ausdrücke auch mit den logischen Operatoren kombinieren. Hier einige der wichtigsten Operatoren auf einen Blick:

TwinCAM Operation	Erläuterung
>	...größer als...
<	...kleiner als...
=	...gleich...
>=	...größer oder gleich...
<=	...kleiner oder gleich...
<>	...ungleich...
AND	...logisches und...
OR	...logisches oder...
NOT	...logisches nicht...

Sehr mächtig und hilfreich ist besonders die ITE (Wenn-Dann-Sonst) Funktion, mit der TwinCAM standardmäßig ausgeliefert wird.



Mit dieser Funktion können Sie exakt bestimmen was passieren soll, wenn eine Bedingung zutrifft und was passieren soll, wenn die Bedingung nicht zutrifft. Sie ist in jedem Eingabefeld nutzbar. So kann z.B. der Durchmesser einer Bohrung in Abhängigkeit von der Plattenstärke angegeben werden: Bei einem Aufruf einer Funktion mit Parametern werden die Parameter durch ein Semikolon von einander getrennt.

Durchmesser: ITE(DZ<=19;8;10) mm

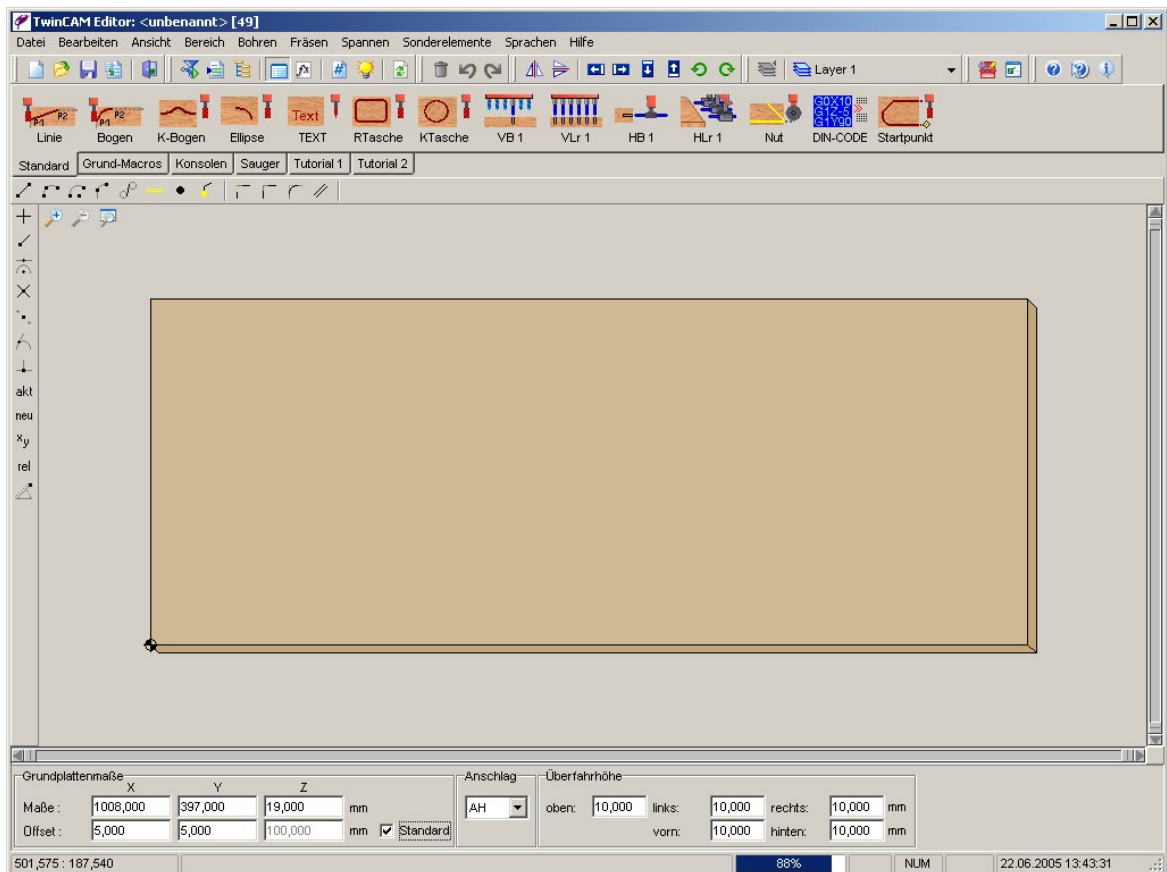
In diesem Beispiel wird in der ITE Funktion als Bedingung DZ<=19 angegeben. Ist die Plattenstärke kleiner oder gleich 19mm dick, so gibt die Funktion den Wert 8 zurück, ist die Plattenstärke jedoch größer 19mm liefert die Funktion 10 als Ergebnis.

## 3.2 Festlegen der Werkstückmaße

Am Anfang jeder Werkstückbeschreibung in TwinCAM steht zunächst die Rohplatte. Um mit der Arbeit beginnen zu können, müssen Sie die Maße des Fertigteils angeben. Die Platte wird dann entsprechend dieser Größe dargestellt. Viele Arbeiten finden an unformatierten Rohplatten statt, die größer sind als das Fertigteil. Auch in diesem Fall werden zunächst die Maße des Fertigteils angegeben. Um die Bearbeitungen mit einem gewissen Rohteilmaß vom Anschlag entfernt durchführen zu lassen, wird anschließend lediglich das Rohteilmaß an den beiden Anschlagseiten als Offset eingegeben. Die Formatierung erfolgt dann ganz einfach entlang der angezeigten Fertigteilkante.

### Zur Übung:

In unserem Beispiel soll eine Schranktür mit den Fertigteilmaßen 1.008 x 397 x 19 mm programmiert werden. Das Rohteilmaß beträgt 10 mm in der Länge und 10 mm in der Breite. Die Eingabe der Maße erfolgt unterhalb des Grafikbereiches.



Bitte beachten Sie, dass das Rohteilmaß von 10 mm je Richtung auf beiden Seiten verteilt wird, so dass sich lediglich ein Offset von 5 mm vom Anschlagpunkt ergibt.

## 3.3 Formatieren einer Massivholzplatte

Das Formatieren von Massivholzplatten an einem Bearbeitungszentrum kann prinzipiell mit einem Fräser oder mit der Säge durchgeführt werden. Wegen des unterschiedlichen Faserverlaufs (Längs- und Hirnholz), sollte beim Fräsen mit unterschiedlichen Drehrichtungen gearbeitet werden. Sehr gute


Ergebnisse erzielt man bei Massivholz mit einem Sägeblatt. Zusätzlich besteht hier die Möglichkeit, vor dem eigentlichen Sägen vorzuritzen, um Ausrissen an der Oberfläche der Platte vorzubeugen. Die beiden Querkanten (Hirnholz) sollten zuerst formatiert werden, danach die beiden Längskanten.

TwinCAM bringt bereits eine Reihe von parametrisch programmierten Makros mit, die für solche Standardaufgaben verwendet werden können.

#### Zur Übung:

Formatieren Sie die gerade angezeigte Platte. Nutzen Sie zuerst das Makro und versuchen Sie anschließend, die Schritte, die das Makro Ihnen abnimmt, einzeln nachzuvollziehen.


In der Palette im Register "Grund-Makros" können Sie auf die verschiedensten Formatierungsarten zurückgreifen. Für unser Beispiel wählen wir hier eine Formatierung mit einer Säge, "Format". Sollte sich in Ihrer Palette kein solches Element finden, so können Sie dieses ohne großen Aufwand selber erzeugen.

- Erstellen Sie die Variablen im Variableneditor durch Klicken auf das Variablensymbol  und belegen Sie diese mit folgenden Werten:

Variablenname	Expression	Erläuterung
scoring_depth	0,5	scoring_depth gibt die Einritztiefe an.
scoring_width	0,1	scoring_width ist ein möglicher Korrekturwert der Breite die beim vorritzen eingehalten werden soll.

- Nun brauchen Sie insgesamt 8 Nuten, die Sie wahlweise über die Palette "Standard" oder das Menü "Fräsen" erreichen. Klicken Sie um eine Nut einzufügen einfach auf das Nut Symbol. Die einzelnen Werte der Nuten entnehmen Sie den Abbildungen. Sie brauchen:

1. Vier Nuten für das Vorritzen:



Nut

Bedingung: 1

Info:

☒ aktiv      Priorität: 1

Punkt 1

X: scoring\_width mm

Y: 0,000 mm

Z: scoring\_depth mm

Punkt 2

X: scoring\_width mm

Y: 0,000 mm

Z: scoring\_depth mm

Nutbreite: 3,400 mm


Fräser typ: 90

Vorschub: 100%

Neigung: 0,000 °

OK   Abbruch   Zufügen

Nachdem Sie den Dialog angepasst haben, bestätigen Sie mit OK. Ihre Nut wird dann mit den eingestellten Parametern auf der Grundplatte platziert. Diese Nut bildet nun die Ausgangslage für die nächste Vorritz-Nut. Sie brauchen also nur einige Modifikationen an Ihrer bestehenden Nut vorzunehmen und auf "Zufügen" zu klicken. Dabei bleibt die ursprüngliche Nut unverändert und eine neue Nut, die Ihre modifizierten Einstellungen enthält, wird auf der Grundplatte platziert. Die nötigen Änderungen für die zweite Nut entnehmen Sie dem Bild:



Nut

Bedingung: 1

Info:

☒ aktiv      Priorität: 3

Punkt 1

X: scoring\_width mm

Y: 0,000 mm

Z: scoring\_depth mm

Punkt 2

X: scoring\_width mm

Y: 0,000 mm

Z: scoring\_depth mm

Nutbreite: 3,400 mm



Fräser typ: 90

Vorschub: 100%



Neigung: 0,000 °

OK   Abbruch   Zufügen

Auch die dritte Nut lässt sich auf diese Weise leichter erzeugen. Jedoch müssen Sie hier einige Änderungen mehr eintragen:


Dritte Nut (vorritzen, untere Seite)		
Priorität	5	
	Punkt 1	Punkt 2
Referenzierung (X / Y)		
X	0	0
Y	scoring_width	scoring_width

Für die nächste Nut können Sie sich wieder etwas Arbeit ersparen, wenn Sie als Grundlage nun die dritte Nut wählen.


Vierte Nut (vorritzen, obere Seite)		
Priorität	7	
	Punkt 1	Punkt 2
Referenzierung (X / Y)		

Mit diesen 4 Nuten ritzen Sie Ihr Werkstück im Gleichlauf mit 0,5 mm (der von uns definierten Variable scoring\_width) vor. Dies garantiert Ihnen eine ausrissfreie Oberfläche. Jetzt, wo Sie das Vorritzen der Platte erfolgreich gemeistert haben, widmen wir uns dem eigentlichen Sägen.

#### Hinweis:

Um übereinander liegende Elemente besser erreichen zu können, empfiehlt es sich diese im Strukturbaum  auszuwählen.

#### 2. Vier Nuten für den Sägeschnitt:




Bedingung: 1

Info:

☒ aktiv      Priorität: 2

Punkt 1




X: 0,000 mm

Y: 0,000 mm

Z: 0,000 mm

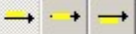
Punkt 2




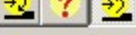
X: 0,000 mm


Y: 0,000 mm




Z: 0,000 mm

Nutbreite: 3,400 mm 

Fräser typ: 90 

Vorschub: 100% 

Neigung: 0,000 ° 

 OK
 Abbruch
 Zufügen

Auch hier können Sie diese Nut nutzen, um die nächste Nut zu erstellen:



Sechste Nut (Sägeschnitt, linke Seite)		
Priorität	4	
	Punkt 1	Punkt 2
Referenzierung (X / Y)		

Auch die siebte Nut lässt sich auf diese Weise leicht erzeugen.

Siebte Nut (Sägeschnitt, untere Seite)		
Priorität	6	
	Punkt 1	Punkt 2
Referenzierung (X / Y)		

Schließlich fügen Sie die achte Nut nach dem bekannten Schema ein.

Achte Nut (Sägeschnitt, obere Seite)		
Priorität	8	
	Punkt 1	Punkt 2
Referenzierung (X / Y)		

Wie Sie bei den Definitionen dieser Nuten sehen können, taucht die Säge im Gegenlauf bis auf die Plattenunterkante in das Werkstück ein. Dabei bewirkt der Z-Überstand des Werkzeugs, dass die Platte durchgesägt wird. Dieser wird nur hinzu addiert, falls Sie auf die Plattenunterkante referenzieren und den Z-Wert mit 0 belegen. Die Angabe der Prioritäten sorgt dafür, dass vor jedem Durchsägen ein Vorritzen der Oberfläche stattfindet. Mit diesen letzten 4 Nuten haben Sie die Vorlage für ein Formatieren mit der Säge komplett. Selektieren Sie nun die Gruppe und klicken Sie dann mit der rechten Maustaste auf den Grafikbereich. Aus diesem Kontextmenü wählen Sie schließlich den Eintrag "Auf Palette ablegen". TwinCAM bietet Ihnen dann an, diese Werkstückbeschreibung zu speichern und fügt sie anschließend als Makro der Palette hinzu. Jetzt haben Sie eine komplette Formatierungsvorlage erstellt und können diese nun für alle weiteren Formatierungen verwenden.



### 3.4 Formatieren einer beschichteten Platte

Im Gegensatz zum vorherigen Kapitel erzielt man beim Formatieren von kunststoffbeschichteten Platten die besten Ergebnisse mit einem Fräserwerkzeug. Ein besonderes Augenmerk ist auf die Anfahrbewegung des Fräasers zu richten. Wegen der Ausreißgefahr beim Abfahren vom Werkstück fährt man hier nicht von einer Werkstückecke her an. Korrekterweise soll die An- und Abfahrbewegung tangential an der Mitte einer Plattenkante erfolgen.


Auch für diese Aufgabe stellt TwinCAM bereits ein Grund-Makro zur Verfügung.

#### Zur Übung:

Formatieren Sie das Werkstück unter Verwendung eines Fräasers. Nutzen Sie zuerst das Makro und versuchen Sie anschließend, die Schritte, die das Makro Ihnen abnimmt, einzeln nachzuvollziehen.

Klicken Sie dazu in der Palette im Register Grund-Makros einfach auf "Umf-Mitte-re". Sollten Sie in Ihrer Palette kein solches Element finden, so können Sie dieses ohne großen Aufwand selber nachrüsten.

Dazu brauchen Sie in diesem Fall lediglich 5 Linien und ein Startpunkt. Diese beiden Grundelemente befinden sich im "Standard"-Register der TwinCAM-Palette. Platzieren Sie die 5 Linien so, dass an jeder Seite Ihrer Werkstückbeschreibung eine Linie vorhanden ist. Durch die Verwendung der Magic-Points ist das Erstellen dieser Linien sehr einfach. Damit keine Ecke stehen bleibt legen Sie eine

Variable "Overlap" im Variablendialog  an und belegen diesen mit dem Wert 4. Diese Variable können Sie nun bei der ersten und letzten Linie für den X-Wert eintragen.



Bedingung: 1

Info:

☒ aktiv

Punkt 1

X:  mm

Y:  mm

Z:  mm



Punkt 2



X:  mm





Y:  mm

Z:  mm

Vorschub:


Linie 2:		
	Punkt 1	Punkt 2
Referenzierung (X / Y)		
Linie 3:		
	Punkt 1	Punkt 2

Referenzierung (X / Y)		
------------------------	---	---










Linie 4:		
	Punkt 1	Punkt 2
Referenzierung (X / Y)		
Linie 5:		
	Punkt 1	Punkt 2
Referenzierung (X / Y)		
X	0	Overlap/2
Y	0	0
Z	0	0


Nachdem Sie die 5 Linien ordnungsgemäß platziert haben, selektieren Sie alle Linien mit Hilfe der STRG-Taste. Wählen Sie bitte die erste Linie unbedingt zuerst an. Wenn Sie danach mit der rechten Maustaste in den Grafikbereich klicken, erscheint ein Kontextmenü aus dem Sie dann "gruppieren" auswählen. Durch das Gruppieren der Elemente fügt TwinCAM den Elementen einen Startpunkt hinzu. Erst durch diesen Startpunkt besitzen die Elemente alle erforderlichen technologischen Daten wie "Korrektur" oder "Fräsertyp". Doppelklicken Sie auf die Gruppe um diese technologischen Daten zu bearbeiten.

#### Hinweis:

Das Selektieren von Elementen kann alternativ auch über den  Strukturbaum erfolgen. Besonders, wenn Elemente übereinander liegen, ist dieser Weg zu bevorzugen.



Bedingung:	1	
Info:		
<input checked="" type="checkbox"/> aktiv	Priorität:	10
Position/Typ	An-/Abfahren	Rahmen
Drehung		
Position		
		X: -Overlap/2 mm
		Y: 0,000 mm
		Z: 0,000 mm
Durchmesser:	20,000 mm	<input type="checkbox"/> Z-Laser
Fräsertyp:	1	<input checked="" type="checkbox"/> Z-Override
Vorschub:	100%	<input type="checkbox"/> Reversible
Korrektur:	rechts	<input type="checkbox"/> Tasche
Option:	keine	
 OK	 Abbruch	 Zufügen



Bedingung: 1

Info:

☒ aktiv      Priorität: 10

Position/Typ: **An-/Abfahren**    Rahmen    Drehung

Anfahren

Viertelkreis

Abstand: 0,000 mm    ☐ fliegend  
☐ Stop

Abfahren

Viertelkreis

Abstand: 0,000 mm    ☐ fliegend  
☐ Stop

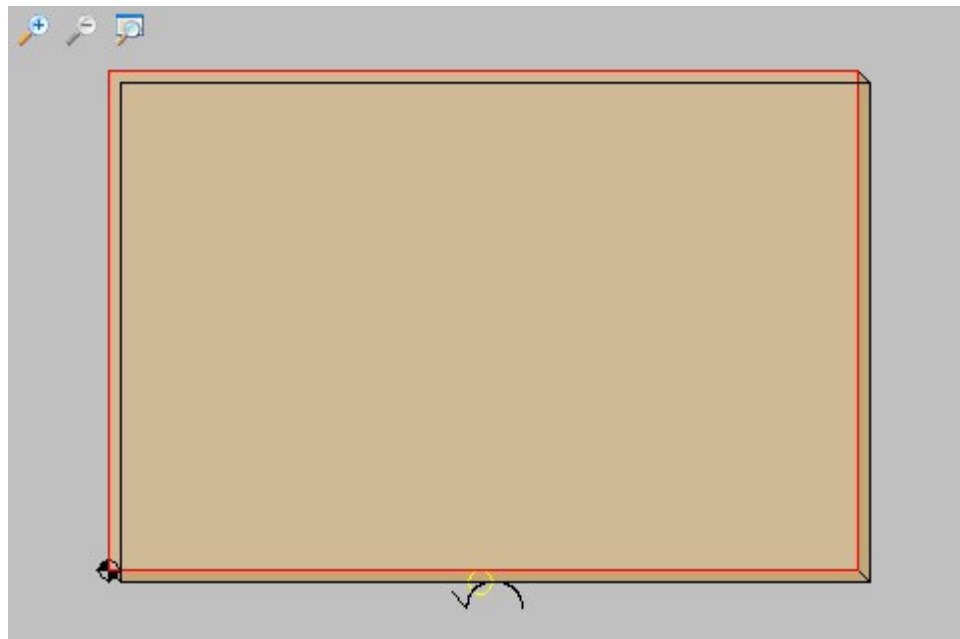
Zustellung

Schritte: 0    Schritttiefe: 0,000 mm

OK    Abbruch    Zufügen

Selektieren Sie nun die Gruppe und klicken Sie dann mit der rechten Maustaste auf den Grafikbereich. Aus diesem Kontextmenü wählen Sie schließlich den Eintrag "Auf Palette ablegen". TwinCAM bietet Ihnen dann an, diese Werkstückbeschreibung zu speichern und fügt sie anschließend der Palette hinzu. Jetzt haben Sie eine komplette Formatierungsvorlage erstellt und können diese nun für alle weiteren Formatierungen verwenden.

Ihr Werkstück sollte jetzt so aussehen:

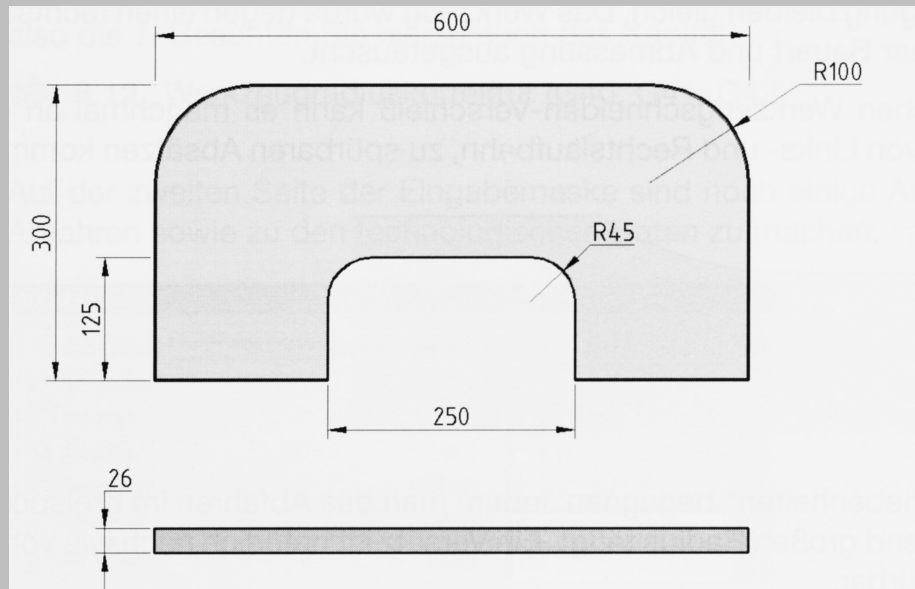


### 3.5 Außenkonturen fräsen

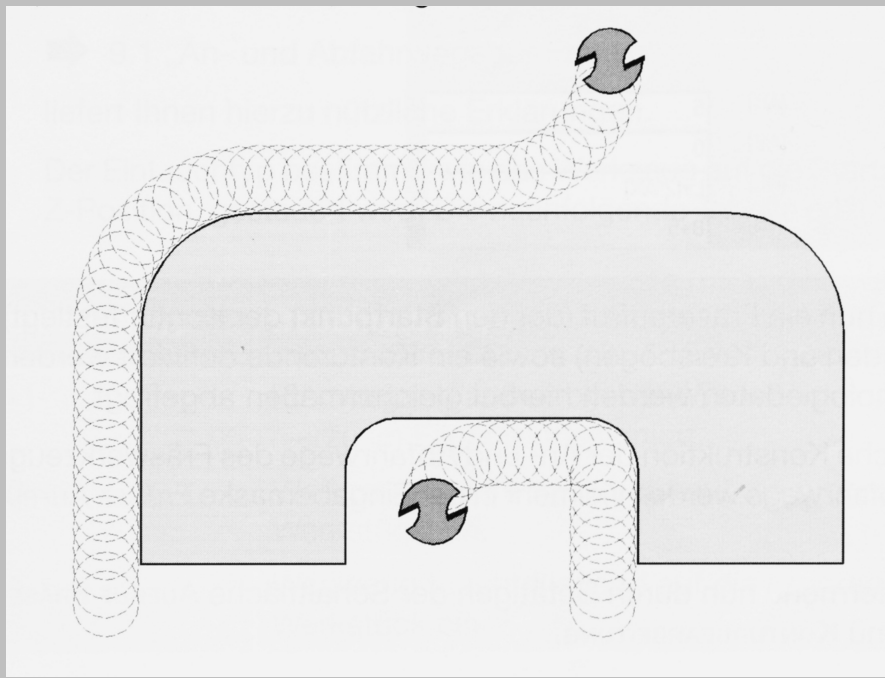
Geradezu ideal eignet sich ein Bearbeitungszentrum zum Ausfräsen von Konturen. Ohne Schablonen können unterschiedlichste Formen erstellt und bearbeitet werden. Dennoch können vor allem im Massivholzbereich einige Schwierigkeiten auftreten. Für jedes Massivholz-Werkstück muss eine individuelle Bearbeitungsreihenfolge erstellt werden. Außerdem müssen An- und Abfahrpunkte sowie An- und Abfahrbewegungen in Bezug auf Ausrisse an den Ecken sorgfältig ausgewählt werden. Wie bei der Bearbeitung mit konventionellen Holzbearbeitungsmaschinen muss ein besonderes Augenmerk auf den Faserverlauf und die Holzart gelegt werden. Von Ausnahmen abgesehen, wird generell zuerst quer zum Faserverlauf (im Gegenlauf) und anschließend längs zum Faserverlauf gefräst.

#### Zur Übung:

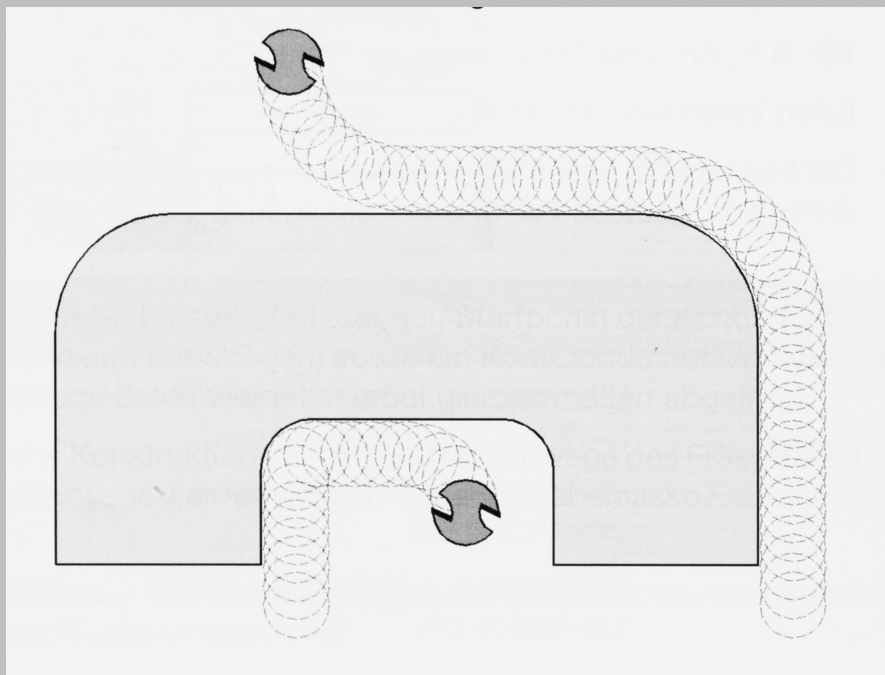
An eine Thekenplatte (Spanplatte furniert) wurde bereits mit einer Kantenanleimmaschine eine Längskante aufgeleimt. Die restlichen drei Seiten weisen das übliche Rohteilaufmaß auf. Um die äußere Kontur soll später manuell eine Kante aufgeleimt werden.



Wegen Ausreißgefahr an der aufgeleimten Kante soll mit einem Rechts- und einem Linkslaufräser gearbeitet werden. In den ersten beiden Arbeitsgängen soll im Gegenlauf mit einem linksdrehenden Werkzeug und mit geradem Anfahren begonnen werden. Die Abfahrbewegung soll tangential, also im Viertelkreis, erfolgen.



Die nächsten beiden Arbeitsgänge sollen dann so aussehen:



An- und Abfahrbewegungen bleiben gleich. Das Werkzeug soll gegen einen rechtsdrehenden Fräser gleicher Bauart und Abmessung ausgetauscht werden.

In TwinCAM bestehen Konturen aus einem oder mehreren geometrischen Elementen und einem Startpunkt, der die Technologiedaten bereitstellt.

Die Vorgehensweise, um eine Kontur zu programmieren, sieht folgendermaßen aus:

1. Erzeugen der einzelnen geometrischen Elemente der Kontur.


2. Markieren aller zu einer Kontur gehörenden Elemente.  
Das erste Element wird mit einem einfachen Linksklick selektiert. Anschließend können alle weiteren Elemente durch Linksklick bei gleichzeitigem Drücken der STRG-Taste markiert werden.
3. Durch Rechtsklick auf die gruppierte Kontur wird das Kontextmenü aufgerufen. Aus diesem Menü wird "gruppieren" ausgewählt.
4. Ein Doppelklick auf die so erzeugte Gruppe öffnet nun den Dialog für den Startpunkt.  
Hier können die technologischen Informationen zur Erzeugung der gerade erstellten Konturgruppen und des Startpunktes eingegeben werden.

#### Schritt 1:

Für unser Beispiel werden wir jetzt jeweils 2 Linien und einen Bogen der beiden Konturen programmieren.

##### 1. Kontur:

Hier die erste Linie:



Das Diagramm zeigt eine Linie, die von Punkt P1 zu Punkt P2 verläuft. Die Punkte sind als kleine Quadrate markiert, und die Linie ist eine gestrichelte Linie.

Bedingung:		1	
Info:			
<input checked="" type="checkbox"/> aktiv			
Punkt 1			
	X:	0,000	mm
	Y:	0,000	mm
	Z:	0,000	mm
Punkt 2			
	X:	0,000	mm
	Y:	100,000	mm
	Z:	0,000	mm
Vorschub: 100%			
OK		Abbruch	
		Zufügen	

Danach legen Sie den Kreisbogen im Uhrzeigersinn an.

#### Hinweis:

Wenn Sie auf "Startpunkt" doppelklicken, bekommt dieser die Werte des Endpunktes der Linie. Sie können dieses Verfahren überall benutzen. Sobald Sie auf ein Magic-Point doppelklicken, wird dieser immer die Werte des letzten Endpunktes enthalten.



Bedingung: 1

Info:

☒ aktiv

P0/P1/R   P0/PM/Phi   PM/R/Phi   P0/P1/P2

Startpunkt

X: 0,000 mm

Y: 100,000 mm

Endpunkt

X: 100,000 mm

Y: 0,000 mm

Radius: 100,000 mm

Tiefe

0,000 mm

Vorschub

100%

> 180°: ☐

Richtung

☒ cw

☐ ccw

OK   Abbruch   Zufügen

Zum Schluss definieren Sie die zweite Linie.



Bedingung: 1

Info:

☒ aktiv

Punkt 1

X: 100,000 mm

Y: 0,000 mm

Z: 0,000 mm

Punkt 2

X: 2,000 mm

Y: 0,000 mm

Z: 0,000 mm

Vorschub: 100%

OK   Abbruch   Zufügen

2. Kontur:

Nun legen Sie die erste Linie der zweiten Kontur an.





Linie

Bedingung: 1

Info:

☒ aktiv

Punkt 1

X: 175,000 mm

Y: 0,000 mm

Z: 0,000 mm

Punkt 2

X: 175,000 mm

Y: 80,000 mm

Z: 0,000 mm

Vorschub: 100%

OK Abbruch Zufügen

Es folgt der Bogen.



Bogen

Bedingung: 1

Info:

☒ aktiv

P0/P1/R P0/PM/Phi PM/R/Phi P0/P1/P2

Startpunkt

X: 175,000 mm

Y: 80,000 mm

Tiefe

0,000 mm

Endpunkt

X: 220,000 mm

Y: 125,000 mm

Vorschub

100%

> 180°: ☐

Radius: 45,000 mm

Richtung

☒ cw

☐ ccw

OK Abbruch Zufügen

Jetzt brauchen Sie nur noch die zweite Linie.



Bedingung: 1

Info:

☒ aktiv

Punkt 1

X: 220,000 mm

Y: 125,000 mm

Z: 0,000 mm

Punkt 2

X: 2,000 mm

Y: 125,000 mm

Z: 0,000 mm

Vorschub: 100%

OK Abbruch Zufügen

Damit wäre Schritt 1 komplett. Befolgen Sie nun Schritt 2 - 4 um Ihrer Kontur die nötigen Technologiedaten zur Verfügung zu stellen.

Schritt 4:

1. Kontur:



Bedingung: 1

Info:

☒ aktiv

Priorität: 10

Position/Typ An-/Abfahren Rahmen Drehung

Position

X: 0,000 mm

Y: 0,000 mm

Z: 0,000 mm

Durchmesser: 20,000 mm ☐ Z-Laser

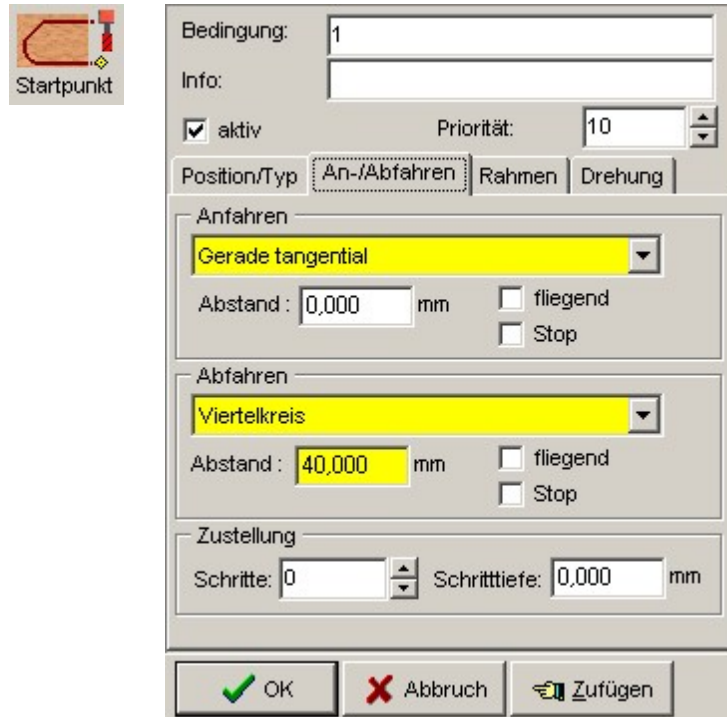
Fräser typ: 1 ☒ Z-Override

Vorschub: 100% ☐ Reversible


Korrektur: links ☐ Tasche

Option: Gegenlauf

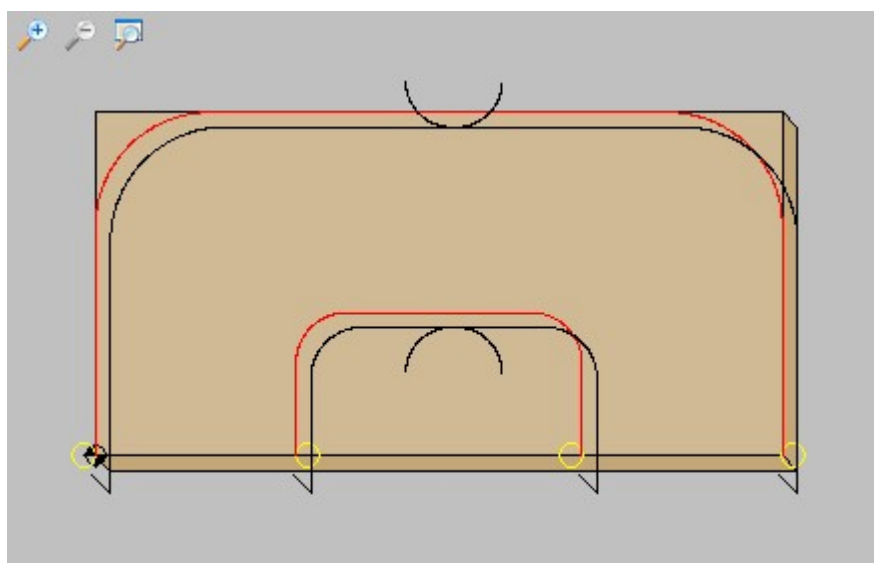
OK Abbruch Zufügen



Die technologischen Daten für die zweite Kontur werden analog eingetragen.

Beachten Sie bitte, dass TwinCAM in der Lage ist, je nach Option (Gegen / Gleichlauf) das passende Werkzeug automatisch auszuwählen. Bei den An / Abfahrabständen hält TwinCAM immer mindestens den Sicherheitsabstand des Werkzeugs ein. Um die zweite Teilkontur zu erzeugen editieren Sie die Gruppe (doppelklick) und klicken Sie auf "Zufügen". Damit haben Sie Ihre bestehende Gruppe dupliziert und brauchen diese nur noch zu spiegeln. Die Spiegel-Funktionen erreichen Sie über die  Symbolleiste.

Wenn Sie das fertige Werkstück generieren und sich den NC-Code anzeigen lassen, werden im Grafkbereich auch die An- und Abfahrtswege angezeigt.

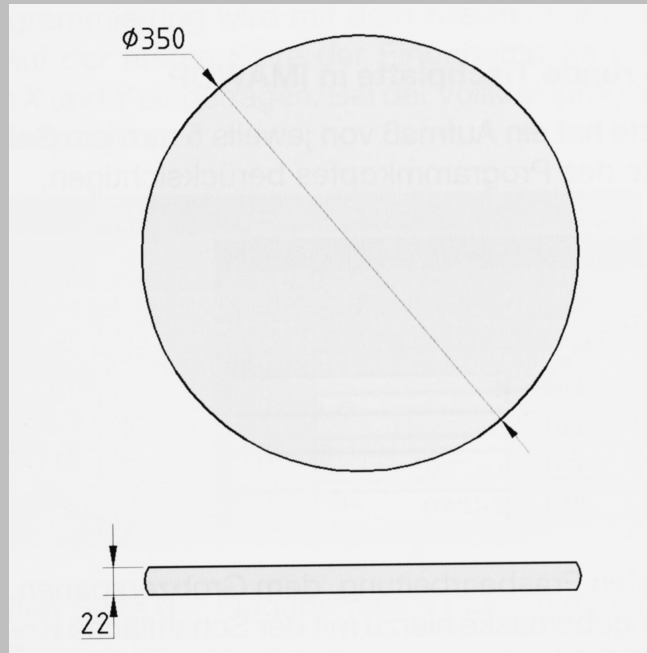


### 3.6 Runde Tischplatte fräsen

Eine Sonderform des Außenkonturfräsens ist das Ausfräsen einer runden Tischplatte. Es gelten deshalb auch die gleichen Regeln und Empfehlungen wie für das Fräsen einer Außenkontur.


#### Zur Übung:

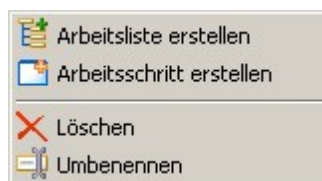
In diesem Beispiel soll folgende Platte aus MDF für eine Blumensäule ausgefräst werden:



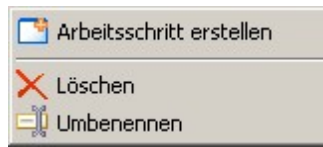
An den Kanten soll mit einem Profilfräser ein Tonnenprofil angefräst werden. Dabei soll zunächst mit einem Schruppfräser grob vorgefräst werden, um die Kontur dann anschließend mit dem eigentlichen Profilfräser auf das angegebene Maß zu fräsen. Die Grobzerspanung soll im Gegenlauf mit einem definierten Abstand zur endgültigen Kontur erfolgen.

Selbstverständlich können Sie für Schruppen und Schlichten zwei Konturen einfügen. TwinCAM bietet Ihnen aber eine weit bequemere Art solche Werkstücke zu fertigen. Verwenden Sie für solche Aufgaben die Arbeitslisten, dann brauchen Sie bei dem Startpunkt lediglich als Fräser typ die Nummer der Arbeitsliste einzutragen und TwinCAM führt automatisch alle in der Arbeitsliste enthaltenen Arbeitsschritte durch. So könnten Sie sich eine Arbeitsliste mit den Arbeitsschritten "Schruppen" und "Schlichten" definieren und diese in jeder Ihrer Werkstückbeschreibungen verwenden.

1. Gehen Sie dazu in den Einstellungsdialog  und wählen Sie den Unterpunkt "Arbeitslisten" an.
2. Klicken Sie anschließend mit der rechten Maustaste in das Feld "Arbeitslisten". Es erscheint ein Kontextmenü aus dem Sie die Option "Arbeitsliste erstellen" auswählen.



3. Anschließend klicken sie mit der rechten Maustaste in das Feld "Arbeitsschritte" und wählen aus diesem Kontextmenü "Arbeitsschritt erstellen" aus.



Benennen Sie diesen Arbeitsschritt mit "Schruppen" und belegen Sie die rechts aufgelisteten Eigenschaften des Arbeitsschrittes mit sinnvollen Werten. Nun können Sie den Arbeitsschritt "Schlichten" anlegen. Sobald Sie die beiden Arbeitsschritte angelegt haben, ziehen Sie diese mit der Maus auf Ihre zuvor erstellte Arbeitsliste. Jetzt werden in jeder Bearbeitung, in der Sie als Werkzeugtyp die Arbeitslistennummer verwenden, automatisch beide Arbeitsschritte ausgeführt.

**Arbeitslisten**

Nummer	Beschreibung
99	Test
1010	Flügel innen
1015	Minizinken links
1016	Minizinken rechts
1020	Flügel Außen
1000	

**Schichten**

Werkzeuge  
 HM Schlichter 20mm Typ 2

Werkzeugtyp: 2      Werkzeugdurchmesser: 20,000 mm

Priorität: 1      ☐ Halt vor Kontur  
☐ Halt nach Kontur

Verarbeitung des Offset-Z Wertes:  
 Einstellung des Startpunktes

Offset-Z: 0,000 mm      Fixed-Z: 0,000 mm

Offset-XY: 0,000 mm      Vorschub: 100 %

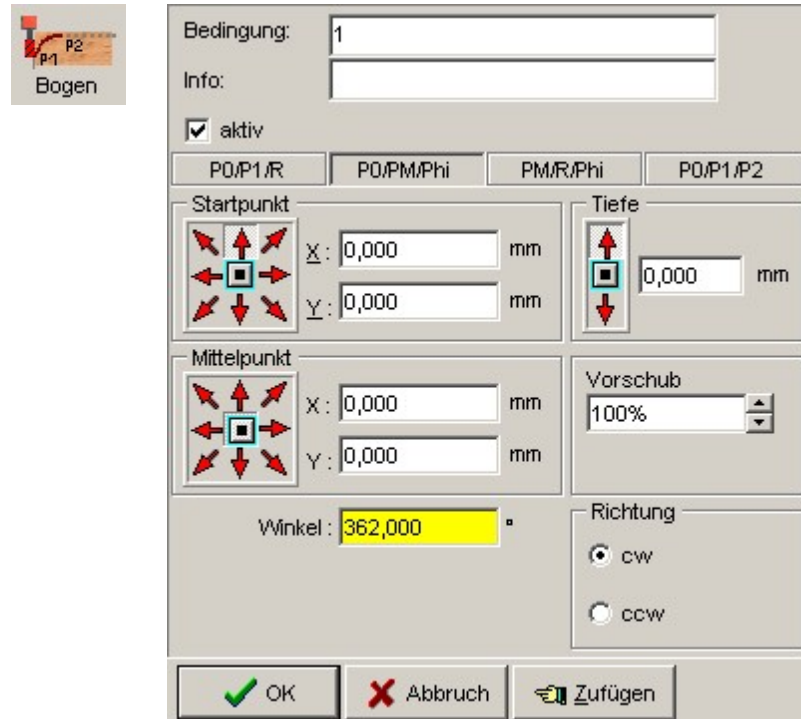
**Arbeitsschritte**

- Fla
- Schritt0
- Schritt1
- Schritt2
- Schruppen
- Schlichten**

Um eine runde Tischplatte zu fertigen, benötigen Sie in TwinCAM eine Bogenkontur. Wir wollen in unserem Beispiel für unsere Tischplatte einen Vollkreisbogen verwenden.

In TwinCAM können Sie nur einen Vollkreis definieren indem Sie die Bogenvariante mit Startpunkt-Mittelpunkt-Winkel (P0/PM/Phi) wählen. Alle anderen Bogenvarianten sind für den Vollkreis ungeeignet.

1. Platzieren Sie zunächst einen Bogen auf Ihre Platte und ändern Sie die Eigenschaften folgendermaßen ab:



Bedingung: 1

Info:

☒ aktiv

P0/P1/R   P0/PM/Phi   PM/R/Phi   P0/P1/P2

Startpunkt

X: 0,000 mm

Y: 0,000 mm

Tiefe

0,000 mm

Mittelpunkt

X: 0,000 mm

Y: 0,000 mm

Vorschub

100%

Winkel: 362,000 °

Richtung

☒ cw

☐ ccw

OK   Abbruch   Zufügen

Hinweis:

Schaffen Sie sich möglichst viele Automatisierungen und Standardisierungen, Sie sparen dadurch wertvolle Zeit.

2. Jetzt brauchen Sie nur noch die technologischen Daten der Bogenkontur zuzufügen um dieses Beispiel erfolgreich abzuschließen. Wählen Sie dazu die Bogenkontur an und klicken Sie mit der rechten Maustaste auf die Grundplatte. Das erscheinende Kontextmenü bietet Ihnen jetzt die Möglichkeit, die Kontur zu gruppieren. Dabei wird der Gruppe automatisch ein Startpunkt hinzugefügt, der die Technologiedaten bereitstellt. Als Fräsertyp tragen wir selbstverständlich die von uns eben erstellte Arbeitsliste ein. Um Ausrisse zu vermeiden wollen wir unsere Kontur im Gegenlauf fräsen. Da nicht immer für beide Laufrichtungen ein Fräser vorhanden ist, definieren wir unsere Kontur als reversibel. Dies stellt sicher, dass die Kontur immer im Gegenlauf abgearbeitet wird, indem sie gegebenenfalls in Gegenrichtung abgearbeitet wird.




Bedingung:

Info:

☒ aktiv      Priorität:

Position/Typ    An-/Abfahren    Rahmen    Drehung

Position



X:  mm

Y:  mm

Z:  mm

Durchmesser:  mm    ☐ Z-Laser

Fräsertyp:     ☒ Z-Override

Vorschub:     ☒ Reversible

Korrektur:     ☐ Tasche

Option:

☒ OK   
 ☒ Abbruch   
 ☐ Zufügen



Bedingung: 1

Info:

☒ aktiv      Priorität: 10

Position/Typ    An-/Abfahren    Rahmen    Drehung

Anfahren

Viertelkreis

Abstand: 100,000 mm    ☐ fliegend  
☐ Stop

Abfahren

Viertelkreis

Abstand: 100,000 mm    ☐ fliegend  
☐ Stop

Zustellung

Schritte: 0    Schritttiefe: 0,000 mm

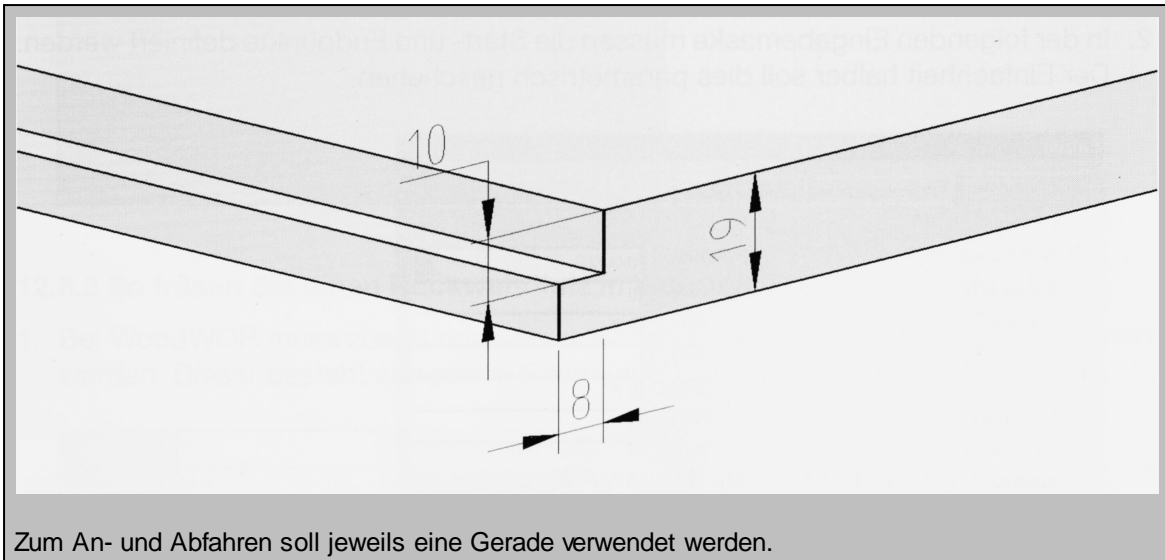
OK    Abbruch    Zufügen

### 3.7 Rückwandfalz fräsen

**Zur Übung:**

In diesem Beispiel soll an einem Schrankboden ein durchgehender Rückwandfalz ausgefräst werden.





Um eine Rückwandfalz in TwinCAM zu programmieren, folgen Sie den unten stehenden Schritten. Es werden folgende Plattenmaße zu Grunde gelegt:

X	Y	Z
800 mm	594 mm	19 mm

1. Platzieren Sie eine Linie auf Ihre Grundplatte mit folgenden Eigenschaften:

Bedingung: 1

Info:

☒ aktiv

Punkt 1

X: 0,000 mm

Y: 8,000 mm

Z: 0,000 mm

Punkt 2

X: 0,000 mm

Y: 8,000 mm


Z: 0,000 mm

Vorschub: 100%

OK Abbruch Zufügen

2. Da die Linie allein noch keine technologischen Daten bereitstellt, müssen Sie ihr einen Startpunkt hinzufügen. Klicken Sie dazu mit der rechten Maustaste auf die Linie und wählen sie aus dem Kontextmenü "gruppieren" aus. Durch einen Doppelklick auf die Kontur gelangen Sie zu den technologischen Daten. Tragen Sie im Startpunkt folgende Werte ein.





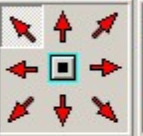
Bedingung: 1

Info:

☒ aktiv      Priorität: 10

Position/Typ: **An-/Abfahren**   Rahmen   Drehung

Position



X: 0,000 mm

Y: 8,000 mm

Z: 10,000 mm

Durchmesser: 20,000 mm   ☐ Z-Laser


Fräser typ: 3   ☒ Z-Override

Vorschub: 100%   ☐ Reversible

Korrektur: links   ☐ Tasche

Option: keine

3. Nun müssen Sie noch das An- und Abfahrverhalten festlegen.



Bedingung: 1

Info:

☒ aktiv      Priorität: 10

Position/Typ: **An-/Abfahren**   Rahmen   Drehung

Anfahren

Gerade tangential

Abstand: 0,000 mm   ☐ fliegend   ☐ Stop

Abfahren

Gerade tangential

Abstand: 0,000 mm   ☐ fliegend   ☐ Stop

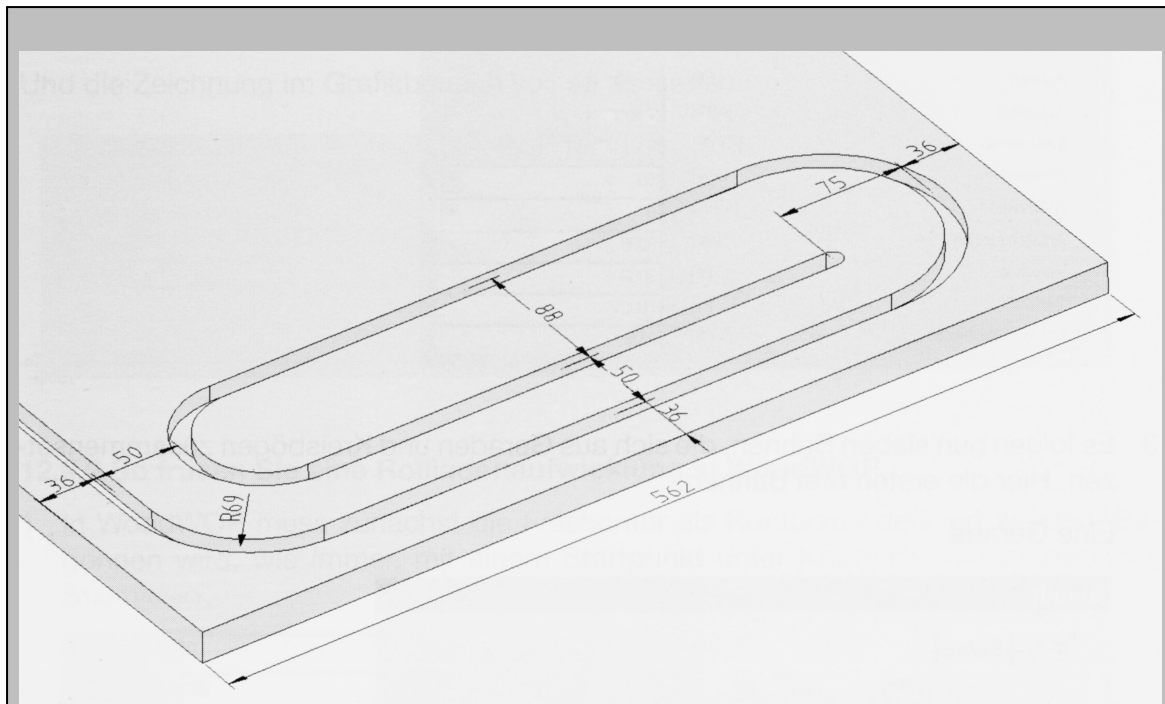
Zustellung

Schritte: 0   Schritttiefe: 0,000 mm

## 3.8 Rollladenaufwicklung fräsen

### Zur Übung:

Im folgenden Beispiel soll eine 12 mm breite Rollladenaufwicklung aus einem 19 mm dicken Möbelteil ausgefräst werden:




Dabei soll gerade in das Werkstück hineingefahren werden. Die Abfahrbewegung muss senkrecht nach oben erfolgen.

- Die Zeichnung besteht aus insgesamt 8 Teilen: 4 Linien, 3 Bögen und einem Startpunkt. Wir wollen als Beispiel die ersten 3 Elemente sowie den Startpunkt programmieren. Zunächst müssen Sie jedoch Ihrer Grundplatte folgende Werte zuordnen.

X	Y	Z
600 mm	562 mm	19 mm

- Platzieren Sie nun die erste Linie auf der Grundplatte mit den folgenden Werten:



Bedingung: 1

Info:

☒ aktiv

Punkt 1

↖ ↗

↙ ↘

↖ ↗

↙ ↘

↑

↓

↖ ↗

↙ ↘

X: 0,000 mm

Y: 36,000 mm

Z: 0,000 mm

Punkt 2

↖ ↗

↙ ↘

↖ ↗

↙ ↘

↑

↓

↖ ↗

↙ ↘

X: 36+69 mm

Y: 36,000 mm


Z: 0,000 mm

Vorschub: 100%

✓ OK
✗ Abbruch
➡️ Zufügen

- Nun benötigen Sie einen Bogen:

Um an den Endpunkt der Linie anzuschließen, können Sie auch auf "Startpunkt" doppelklicken.



Bedingung: 1

Info:

☒ aktiv

P0/P1/R    P0/PM/Phi    PM/R/Phi    P0/P1/P2

Startpunkt

X: 105,000 mm

Y: 36,000 mm

Tiefe: 0,000 mm

Endpoint

X: 36,000 mm

Y: 105,000 mm

Vorschub: 100%


> 180°: ☐

Radius: 69,000 mm

Richtung:


☐ cw

☒ ccw

OK    Abbruch     Zufügen

4. Und schließlich die 2. Linie:

Auch hier lässt sich der Startpunkt durch einen doppelklick auf "Punkt 1" setzen.



Bedingung: 1

Info:

☒ aktiv

Punkt 1

X: 36,000 mm

Y: 36+69 mm

Z: 0,000 mm


Punkt 2

X: 36,000 mm



Y: 36+75 mm



Z: 0,000 mm





Vorschub: 100%

OK    Abbruch     Zufügen

Platzieren Sie nun die restlichen Elemente auf die Grundplatte. Die Wert für die Elemente entnehmen Sie den Tabellen. Dem Startpunkt wenden wir uns im nächsten Schritt gesondert zu.

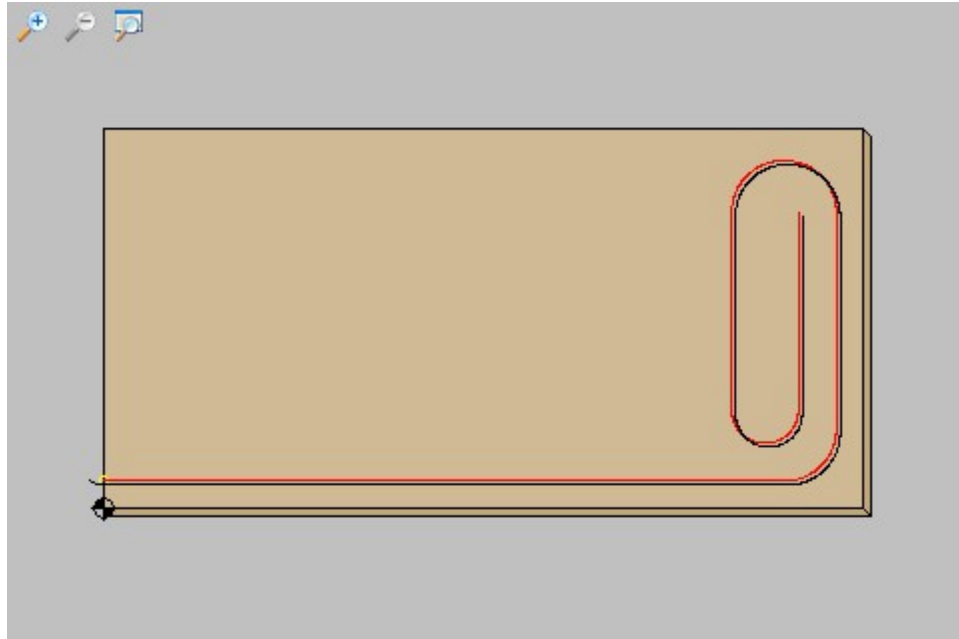
Bogen 2 (P0/P1/R)		
	Startpunkt	Endpunkt
Referenzierung (X / Y)		

X	36	36+69*2
Y	36+75	36+75
Radius	69	
Linie 3:		
	Punkt 1	Punkt 2
Referenzierung (X / Y)		
X	36+50+88	36+50+88
Y	36+75	36+50+44
Z	0	0

Bogen 3 (P0/P1/R)		
	Startpunkt	Endpunkt
Referenzierung (X / Y)		
X	174	86
Y	130	130
Radius	44	
Linie 4:		
	Punkt 1	Punkt 2
Referenzierung (X / Y)		
X	36+50	36+50
Y	36+75	36+50+44
Z	0	0

5. Um Ihrer Kontur einen Startpunkt hinzuzufügen, selektieren Sie alle Elemente bei gedrückter STRG-Taste und klicken mit der rechten Maustaste auf die Grundplatte. Wählen Sie aus dem erscheinenden Kontextmenü den Punkt "gruppieren" aus. Nachdem Sie auf den so erzeugten Startpunkt doppel-geklickt haben, sollten Sie den erscheinenden Dialog folgendermaßen anpassen.

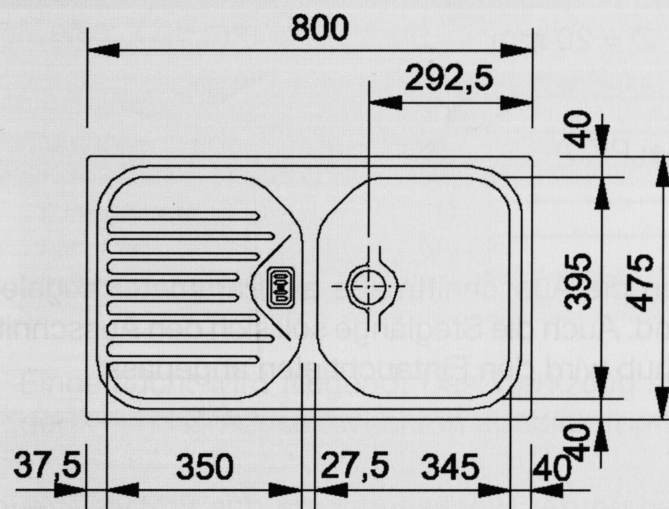




### 3.9 Spülenausschnitt fräsen

#### Zur Übung:

In diesem Beispiel soll ein Spülenausschnitt für eine Küchenarbeitsplatte ausgefräst werden. Die Ausschnittmaße sind aus der nachfolgenden Zeichnung zu entnehmen:

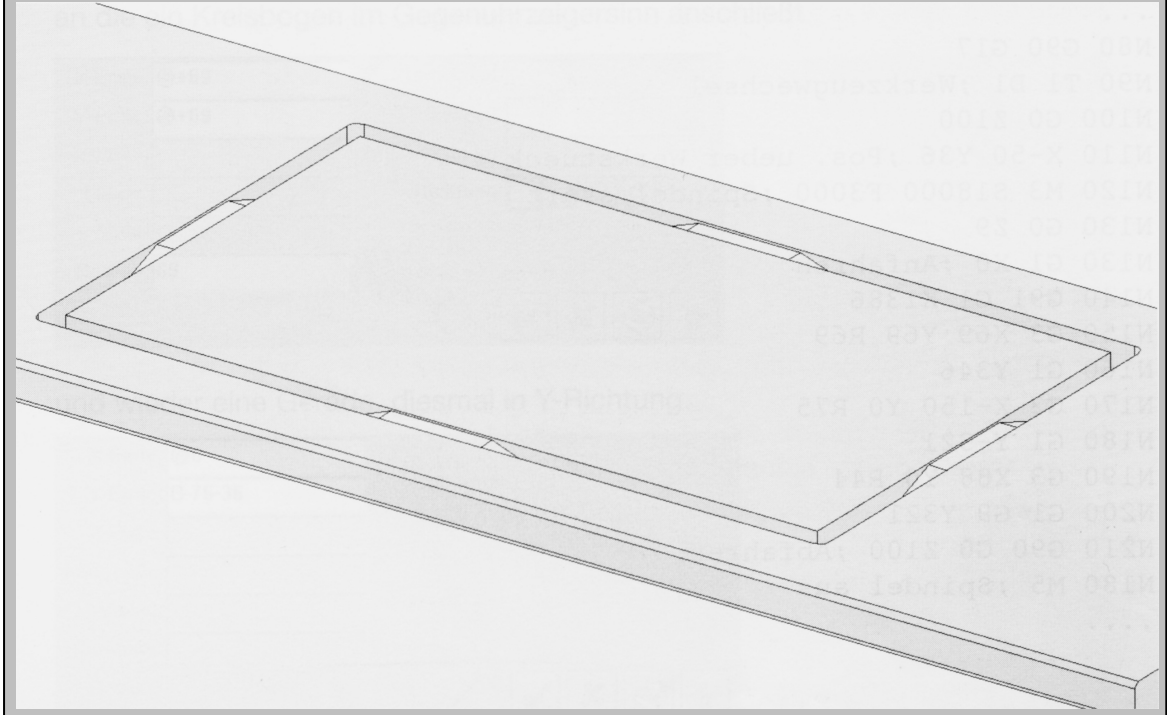


80 x 47,5  
 Ausschnitt 78 x 45,5  
 Becken 34,5/39,5/15

Der rechteckige Ausschnitt soll nicht komplett ausgefräst werden. Die Ecken sollen ausgefräst werden, da diese formgebend sind. Die Seiten des Rechteckausschnitts sollen nicht durchgehend ausgefräst werden. Das Werkzeug soll vielmehr, während es die Kontur abfährt, in der Z-Achse gesteuert werden. So bleiben vier Stege mit "Rampen" stehen, wodurch eine hohe Bruchsicherheit



der Arbeitsplatte beim Transport zur Baustelle garantiert ist. Der Ausschnitt kann dann vor Ort mit einer Stichsäge vorgenommen werden.











Das Erzeugen dieses Werkstückes erfolgt parametrisch, was es Ihnen ermöglicht die Zeichnung beliebig zu skalieren und auch für ähnliche Werkstückbeschreibungen zu verwenden. Geben Sie dazu zunächst die Grundplattengröße so ein, dass diese exakt mit der Größe des Ausschnittes übereinstimmt (780x 455 x 38).

1. Für diese Werkstückbeschreibung benötigen Sie 21 Linien.  
Für unser Beispiel sollen aber die ersten 4 Linien genügen. Die Stege sollen 100 mm und die Rampen jeweils 50 mm lang sein.


Linie 1: (Steg)		
	Punkt 1	Punkt 2
Referenzierung (X / Y)	↓	↓
Referenzierung (Z)	↑	↑
X	-50	50
Y	0	0
Z	2	2
Linie 2: (Rampe)		
	Punkt 1	Punkt 2
Referenzierung (X / Y)	↓	↓
Referenzierung (Z)	↑	↓
X	50	100
Y	0	0
Z	2	0

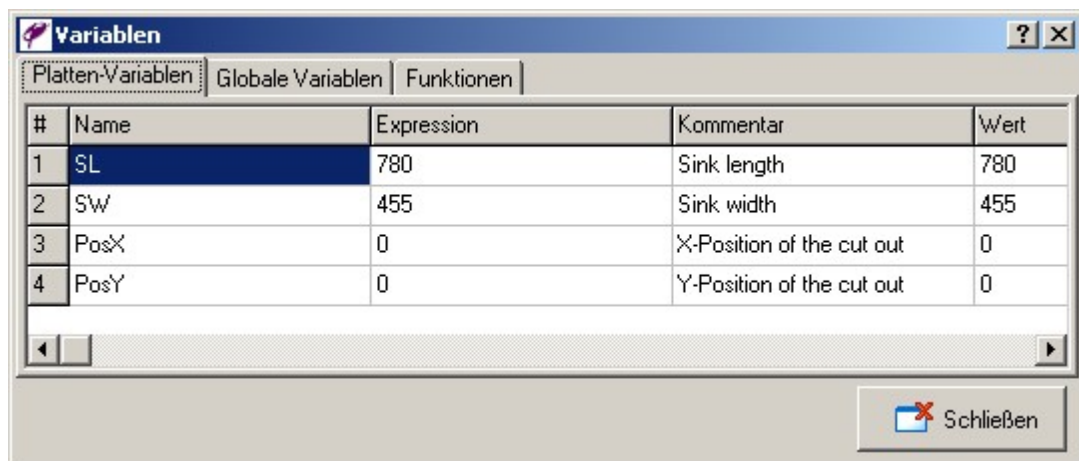
Das Referenzieren an die Plattenunterkante bewirkt, dass an dieser Stelle durch die Platte gefräst wird, da der Z-Überstand des Werkzeugs hinzu addiert wird.

Linie 3: (durchgefräst)		
	Punkt 1	Punkt 2
Referenzierung (X / Y)		
Referenzierung (Z)		
X	100	0
Y	0	0
Z	0	0

Linie 4: (durchgefräst)		
	Punkt 1	Punkt 2
Referenzierung (X / Y)		
Referenzierung (Z)		
X	0	0
Y	0	-100
Z	0	0

Legen Sie nun die restlichen Linien analog dazu an. Beachten Sie dabei, dass Anfangs- und Endpunkte der Stege immer an der Oberkante referenziert und mit einer Z-Tiefe von 2 gefräst werden. Rampen verlaufen von [Oberkante; Z=2] nach [Unterkante; Z=0] bzw. umgekehrt. Für die Durchfräsungen schließlich werden Anfangs- und Endpunkte einfach auf [Unterkante; Z=0] referenziert. Wenn die einzelnen Linie der Reihe nach angelegt werden, kann man den Endpunkt der vorigen Linie einfach durch einen Doppelklick auf das Wörtchen "Punkt 1" im Liniendialog als Startpunkt der neuen Linie übernehmen.

2. Gehen Sie jetzt in den Variablendialog  und legen Sie die unten stehenden Variablen an.



3. Selektieren Sie als nächstes alle Elemente bei gedrückter STRG-Taste. Sie sollten darauf achten, dass Sie unbedingt die erste Linie vor allen anderen anwählen. Das Selektieren lässt sich auch im Strukturbaum vornehmen. Nun klicken Sie mit der rechten Maustaste auf die Grundplatte und wählen Sie aus dem erscheinenden Kontextmenü "gruppieren". TwinCAM weist dabei automatisch dem zuerst ausgewählten Element den Startpunkt zu.
4. Nun brauchen Sie nur noch die Parameter des Startpunktes festzulegen. Führen Sie dazu einen Doppelklick auf die Kontur. Setzen Sie die Korrektur auf links und deaktivieren Sie die Z-Override



Funktion. Besonders die letzte Änderung ist sehr wichtig, da TwinCAM sonst alle Z-Werte der Konturen mit den Z-Werten aus dem Startpunkt überschreibt.



Bedingung: 1

Info:

☒ aktiv      Priorität: 10

Position/Typ    An-/Abfahren    Rahmen    Drehung

Position

X: -50,000 mm

Y: 0,000 mm

Z: 2,000 mm

Durchmesser: 20,000 mm    ☐ Z-Laser

Fräser typ: 1    ☐ Z-Override

Vorschub: 100%    ☐ Reversible

Korrektur: rechts    ☐ Tasche

Option: keine

OK    Abbruch    Zufügen



Bedingung: 1

Info:

☒ aktiv      Priorität: 10

Position/Typ    An-/Abfahren    Rahmen    Drehung

Anfahren

Gerade tangential

Abstand: 0,000 mm    ☒ fliegend    ☐ Stop

Abfahren

Gerade tangential

Abstand: 0,000 mm    ☒ fliegend    ☐ Stop

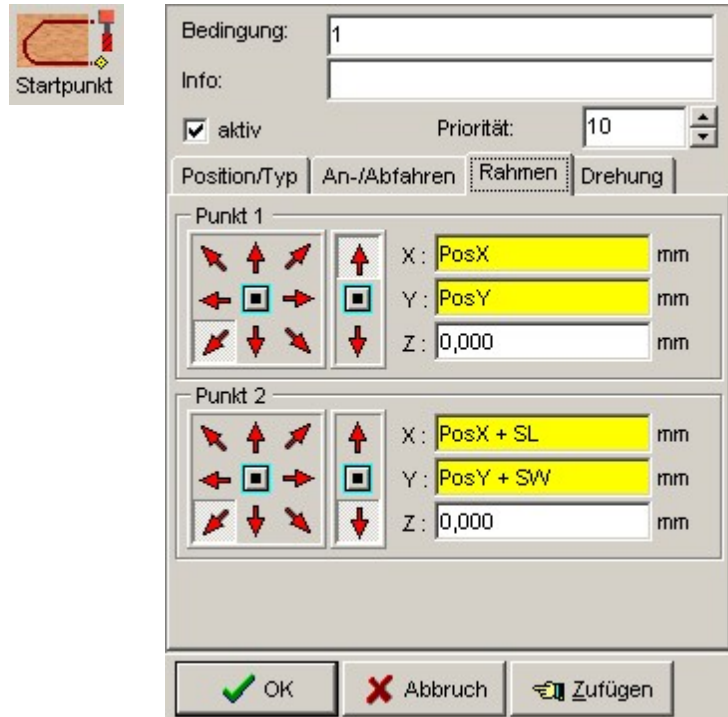
Zustellung

Schritte: 0    Schritttiefe: 0,000 mm

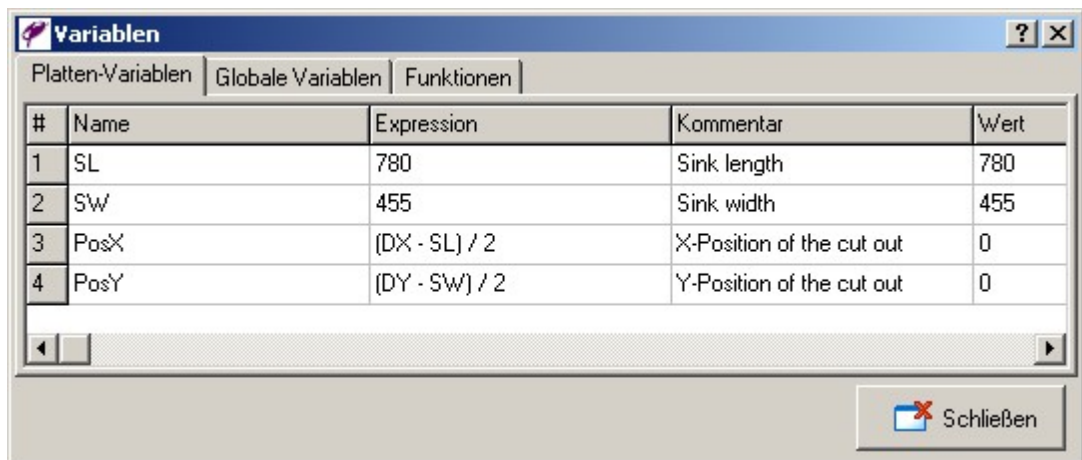
OK    Abbruch    Zufügen

In dem Register An- / Abfahren stellen Sie sowohl für das An-, als auch für das Abfahren "Gerade tangential" und "fliegend" ein.

Nun kommt das raffinierte bei diesem Verfahren. Wechseln Sie in das Register "Rahmen" und belegen Sie alle Felder mit Werten wie unten in der Grafik.



Jetzt können Sie Ihre Grundplattendaten beliebig ändern, der Gruppenrahmen sorgt dafür, dass der Ausschnitt immer richtig positioniert wird. Sogar die Größe oder die Position des Ausschnittes können Sie jetzt ohne großen Aufwand im Variablendialog ändern!



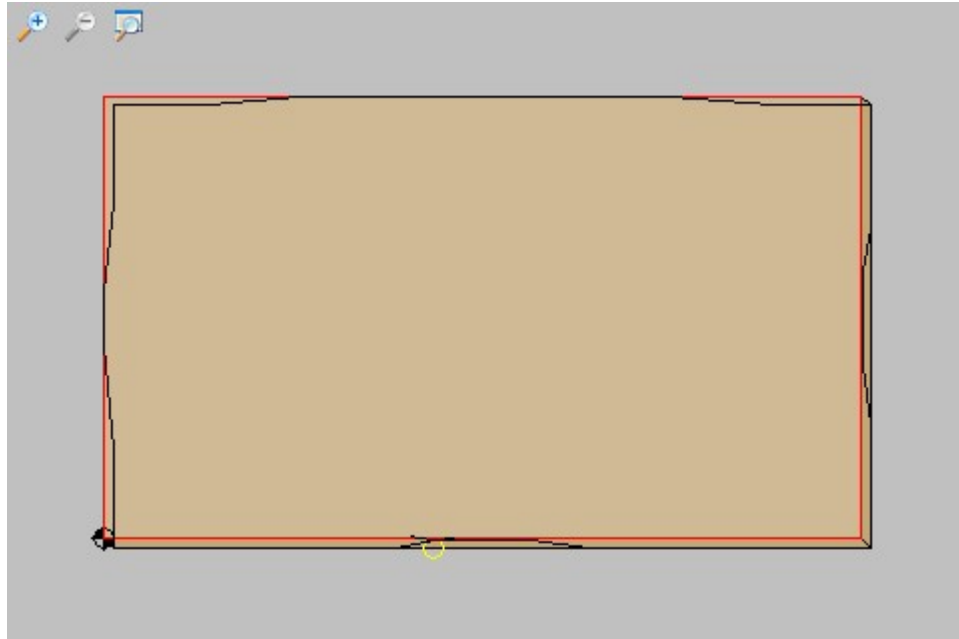
Diese Belegung der Variablen PosX und PoxY würde den Ausschnitt immer in der Mitte der Platte positionieren.

Mit nur wenig mehr Aufwand gegenüber der konventionellen Methode haben Sie jetzt eine Lösung, die Sie einfach und flexibel an neue Kundenwünsche anpassen können. Es ist nicht mehr notwendig für einen anderen Spülenausschnitt ganz von vorne anzufangen, stattdessen können Sie diese Werkstückbeschreibung immer wieder verwenden.

#### Hinweis:

Sie können noch effizienter arbeiten, wenn Sie diese Gruppe auf Ihre Palette ablegen. Selektieren Sie dafür die Gruppe und klicken Sie rechts auf die Grundplatte. Aus dem Kontextmenü wählen Sie dann den Punkt "auf Palette ablegen".

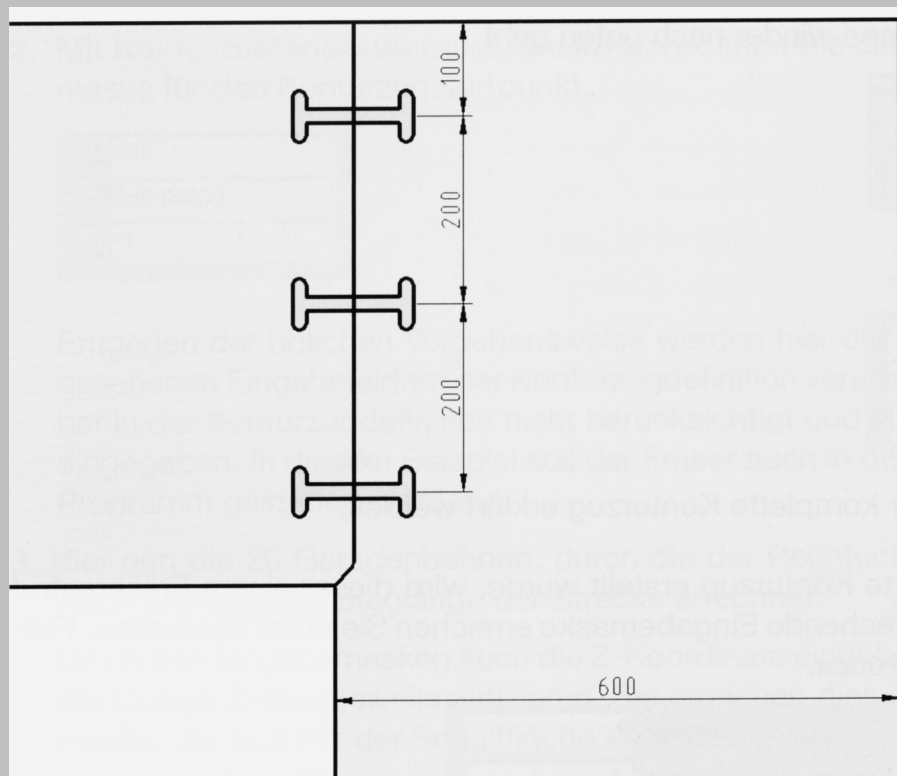
Am Ende sollte Ihre Werkstückbeschreibung so aussehen:

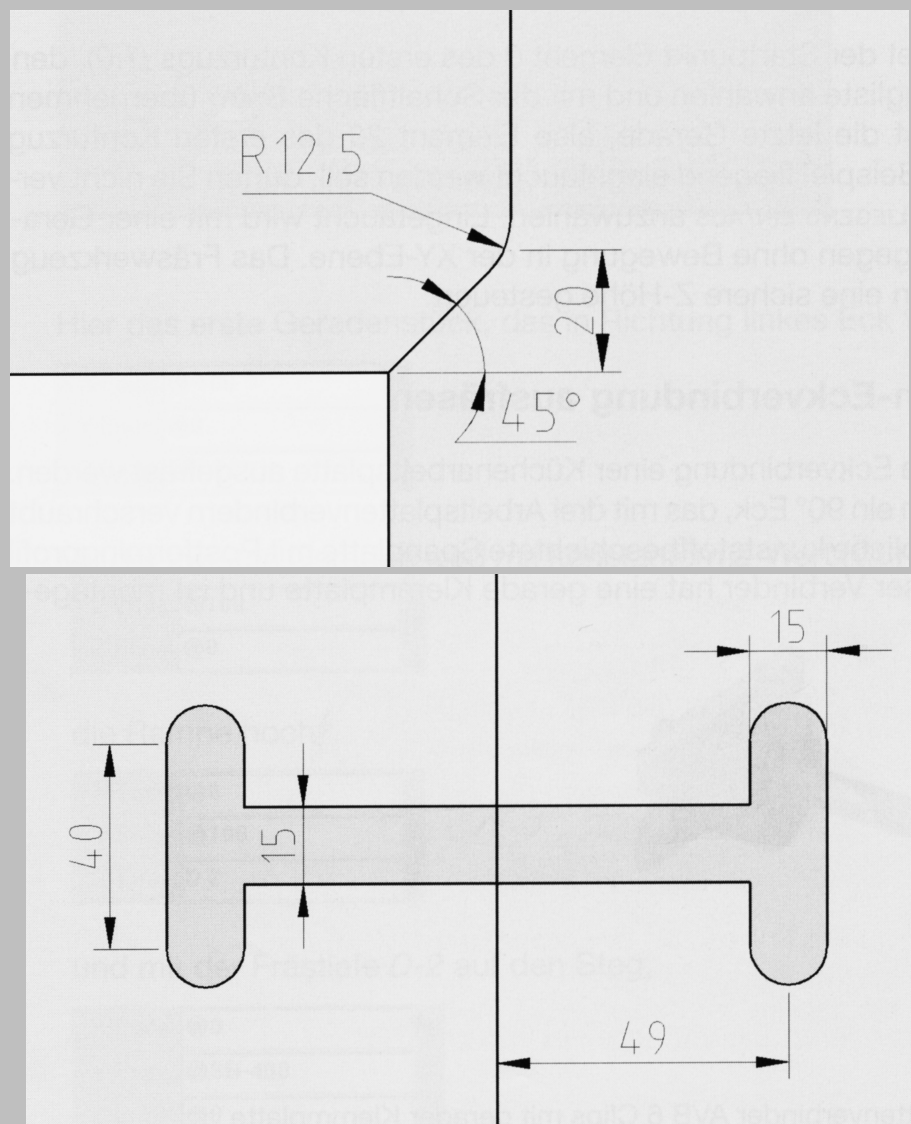


### 3.10 Arbeitsplatten-Eckverbindung fräsen

#### Zur Übung:

In diesem Beispiel soll die Eckverbindung einer Küchenarbeitsplatte ausgefräst werden. Es handelt sich hierbei um ein 90° Eck, das mit drei Arbeitsplattenverbindern verschraubt wird. Hier die Details der Konturfräsung und der Ausfräsungen für den Verbinderschlag:













Die Einfrästiefe soll 20 mm betragen.


1. Ändern Sie die Plattenmaße auf die gewünschte Größe (1200 x 600 x 38).
2. Wir teilen die erste Kontur in zwei gleich große Hälften ein. Erzeugen Sie also die folgenden drei Linien:

Linie 1:		
	Punkt 1	Punkt 2
Referenzierung (X / Y)		
Referenzierung (Z)		
X	0	300
Y	20	20
Z	0	0
Linie 2:		
	Punkt 1	Punkt 2
Referenzierung (X / Y)		

Referenzierung (Z)		
X	600	580
Y	0	20
Z	0	0

Linie 3:		
	Punkt 1	Punkt 2
Referenzierung (X / Y)		
Referenzierung (Z)		
X	580	300
Y	20	20
Z	0	0

3. Nun wählen Sie in den CAD-Funktionen die Funktion  "Ausrunden" und geben Sie in den Dialog den Radius 12,5 ein. Wählen Sie anschließend den Endpunkt der 2ten Linie und danach den Anfangspunkt der 3ten Linie an. Die CAD-Funktionen finden Sie in der rechten-oberen Ecke des Grafikbereiches. Das Ergebnis können Sie anschließend mit der  Zoomfunktion kontrollieren.
4. Jetzt brauchen Sie nur noch Ihren Konturen die technologischen Daten hinzuzufügen. Gruppieren Sie dazu die erste Linie alleine und anschließend die zweite Linie, den Bogen und die dritte Linie. Achten Sie bei der zweiten Gruppe darauf, dass Sie die zweite Linie als erstes auswählen, dann wird der Startpunkt automatisch an der richtigen Stelle platziert. Vergessen Sie auf keinen Fall, beiden Gruppen eine geringere Priorität zu vergeben als den Gruppen für die Verbinder-Beschläge. Ändern Sie nun die Eigenschaften des ersten Startpunktes wie folgt ab.




Bedingung: 1

Info:

☒ aktiv      Priorität: 8

Position/Typ    An-/Abfahren    Rahmen    Drehung

Position



X: 0,000 mm

Y: 20,000 mm

Z: 0,000 mm

Durchmesser: 12,000 mm    ☐ Z-Laser

Fräser typ: 3    ☒ Z-Override

Vorschub: 100%    ☐ Reversible









Korrektur: rechts    ☐ Tasche







Option: Gegenlauf

Im Register An- / Abfahren ändern Sie die Anfahr-eigenschaft auf "Gerade tangential" und die Abfahr-eigenschaft auf "Viertelkreis" mit dem Abstand 30, um das Freifahren aus dem Material zu

gewährleisten. Für die zweite Gruppe werden dieselben Einstellungen genommen, lediglich die Korrektur muss auf "links" und die Priorität auf 9 gesetzt werden.

5. Nun folgt der erste Verbinder-Beschlag: Da dieser anschließend gruppiert wird, ist es sehr einfach, die restlichen Verbinder-Beschläge zu vervielfältigen.

Linie 1:		
	Punkt 1	Punkt 2
Referenzierung (X / Y)		
Referenzierung (Z)		
X	-7,5	-7,5
Y	0	49-7,5
Z	0	0
Linie 2:		
	Punkt 1	Punkt 2
Referenzierung (X / Y)		
Referenzierung (Z)		
X	-7,5	-7,5-12,5
Y	49-7,5	49-7,5
Z	0	0

Bogen (P0/P1/R)		
	Punkt 1	Punkt 2
Referenzierung (X / Y)		
X	-7,5-12,5	-7,5-12,5
Y	49-7,5	49-7,5+15
Radius	7,5	
Linie 3:		
	Punkt 1	Punkt 2
Referenzierung (X / Y)		
Referenzierung (Z)		
X	-7,5-12,5	7,5+12,5
Y	49-7,5+15	49-7,5+15
Z	0	0

Es folgen dann noch ein weiterer Bogen sowie zwei weitere Linien auf deren Darstellung hier des Platzes halber verzichtet wird. Auch diese Elemente sollten Sie gruppieren. Dabei sollte die erste Linie auch das erste Element der Gruppe sein. Ändern Sie die Eigenschaften der Gruppe wie folgt ab und bestätigen Sie mit OK.



Bedingung: 1

Info:

☒ aktiv      Priorität: 10

Position/Typ: An-/Abfahren   Rahmen   Drehung

Position

X: -7,500 mm

Y: 0,000 mm

Z: DZ/2+7,5 mm

Durchmesser: 12,000 mm   ☐ Z-Laser

Fräser typ: 3   ☒ Z-Override

Vorschub: 100%   ☐ Reversible

Korrektur: rechts   ☐ Tasche

Option: Gegenlauf

OK   Abbruch   Zufügen



Bedingung: 1

Info:

☒ aktiv      Priorität: 10

Position/Typ: An-/Abfahren   Rahmen   Drehung

Anfahren

Gerade tangential

Abstand: 0,000 mm   ☐ fliegend  
☐ Stop

Abfahren

Gerade tangential

Abstand: 0,000 mm   ☐ fliegend  
☐ Stop

Zustellung









Schritte: 0   Schritttiefe: 0,000 mm





OK   Abbruch   Zufügen

6. Um jetzt die restlichen Verbinder-Beschläge hinzuzufügen, editieren Sie die zuvor erstellte Gruppe und wechseln Sie in das Register "Rahmen". Hier haben Sie die Möglichkeit, den gesamten Gruppenrahmen zu verschieben. tragen Sie die in den Tabellen angegebene Verschiebung ein und klicken Sie für die erste Gruppe auf OK. Öffnen Sie den Bearbeitungsdialog für diese Gruppe erneut, tragen Sie die Verschiebung für den 2. Beschlag ein, aber klicken Sie dieses mal auf "Zufügen". Ebenso gehen Sie für den dritten Beschlag vor.

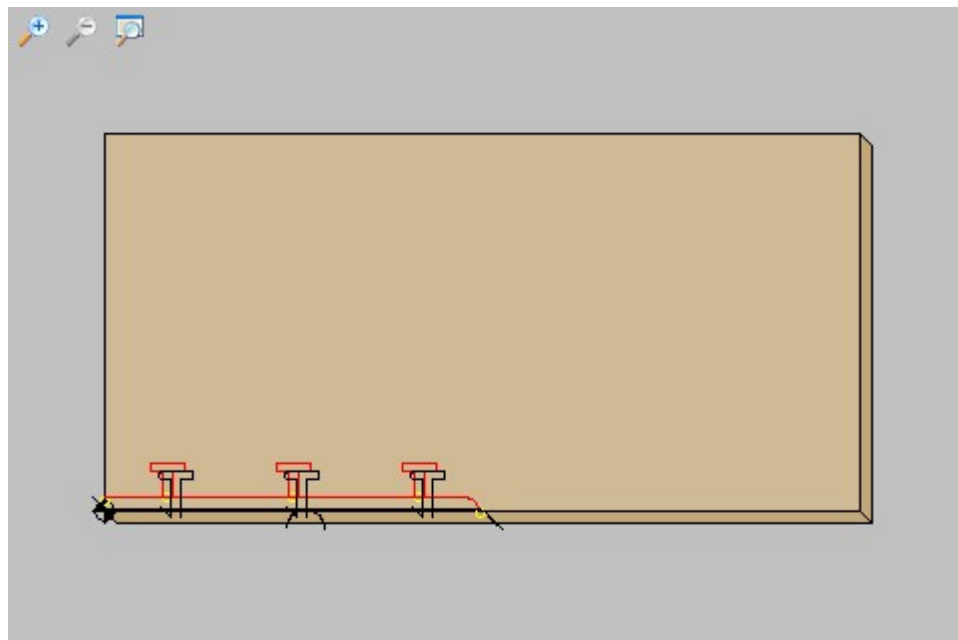
1. Verbinder-Beschlag



	Punkt 1	Punkt 2
Referenzierung (X / Y)		
Referenzierung (Z)		
X	100	0
Y	20	0
Z	0	0
2. Verbinder-Beschlag		
	Punkt 1	Punkt 2
Referenzierung (X / Y)		
Referenzierung (Z)		
X	300	0
Y	20	0
Z	0	0

3. Verbinder-Beschlag		
	Punkt 1	Punkt 2
Referenzierung (X / Y)		
Referenzierung (Z)		
X	500	0
Y	20	0
Z	0	0

Sie haben jetzt alle Elemente erstellt. Bei eingeschalteter NC-Codegenerierung und eingeblendetem NCCodedefenster sollte Ihr Werkstück jetzt so aussehen.

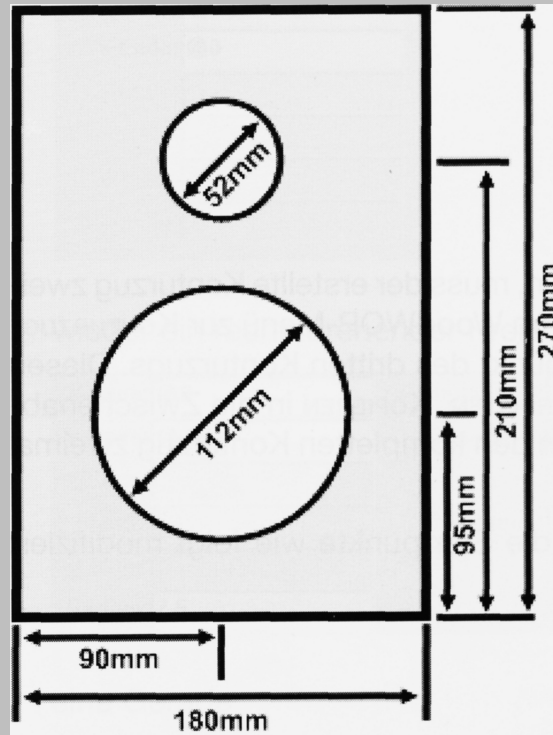




### 3.11 Lautsprecherauslass fräsen

#### Zur Übung:

In diesem Beispiel sollen zwei Öffnungen für Lautsprecher ausgefräst werden:



In den An- und Abfahrbewegungen soll fliegend ein- bzw. ausgetaucht werden.


Hinweis: Da die Abfallstücke nicht zerspannt werden, sollten sie in der Praxis durch einen eigenen Sauger gehalten werden.

Dieses Werkstück erweist sich in TwinCAM als besonders einfach zu programmieren, da hierfür bereits ein Grundelement bereitgestellt wird.

Dieses Grundelement kann eine Kreistasche oder einen Kreisausschnitt erzeugen. Anders als bei den vorangegangenen Fräselementen wird hier kein zusätzlicher Startpunkt benötigt. Alle technologischen Daten für die Programmierung einer Tasche werden im Eingabedialog für dieses Element erfasst.

1. Nachdem Sie die Maße der Grundplatte (270 x 180 x 19) eingestellt haben, platzieren Sie zwei Taschen auf die Grundplatte.

Der erste Lautsprecherauslass:



Bedingung:	1	
Info:		
<input checked="" type="checkbox"/> aktiv	Priorität:	10
Position		
	X :	95,000 mm
	Y :	0,000 mm
	Z :	0,000 mm
Durchmesser :	112,000 mm	<input type="checkbox"/> Tasche
Fr.-Durchm. :	20,000 mm	
Fräsertyp :	3	
Vorschub :	100%	
Tiefe :	0,000 mm	
Schritttiefe :	0,000 mm	
	Laufrichtung	<input checked="" type="radio"/> cw <input type="radio"/> ccw
	Schritte:	0
<input checked="" type="button" value="OK"/> <input type="button" value="Abbruch"/> <input type="button" value="Zufügen"/>		

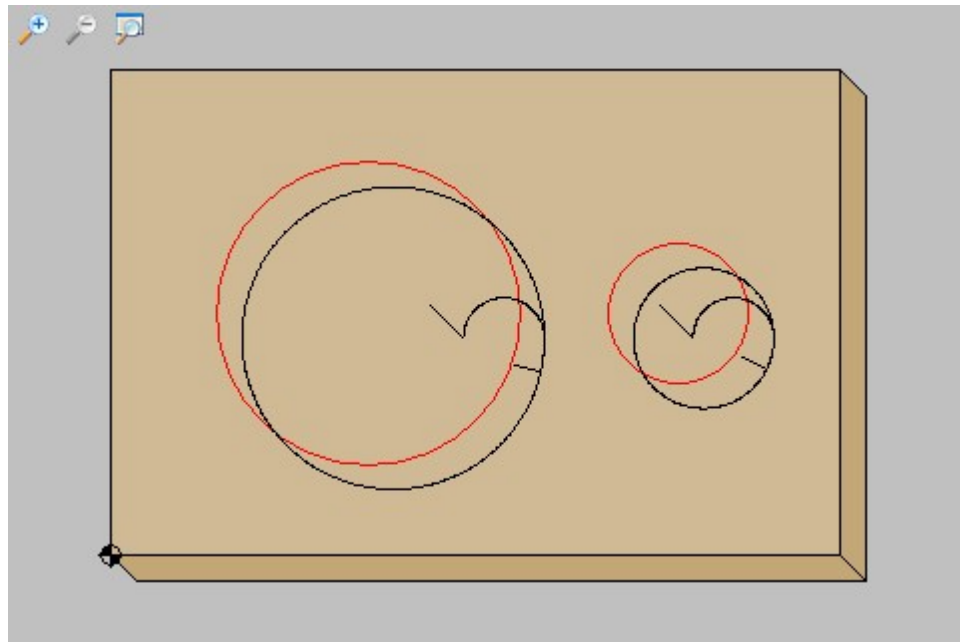
Beachten Sie bitte den Schalter "Tasche". Hier entscheiden Sie, ob es sich bei der Bearbeitung um eine Tasche oder um einen Ausschnitt handelt. Eine Tasche wird immer ausgeräumt, während ein Ausschnitt nur ausgefräst wird. Das An- und Abfahrverhalten wird dabei von TwinCAM völlig automatisch berechnet. Eine Tasche wird in der Zeichnung mit einer Schraffur angezeigt, während ein Ausschnitt nur als Kreis erscheint.

Für den zweiten Lautsprecherhause müssen Sie lediglich die Position, den Durchmesser und den Fräser-Durchmesser der ersten Tasche gemäß der Zeichnung modifizieren und auf "Zufügen" klicken.

#### Hinweis:

Soll ein Kreisausschnitt erzeugt werden ohne ein größeres Abfallstück zu hinterlassen, so kann eine Tasche mit einer Tiefe größer oder gleich der Plattenstärke eingefügt werden. In dem Fall wird das Abfallstück komplett zerspannt.

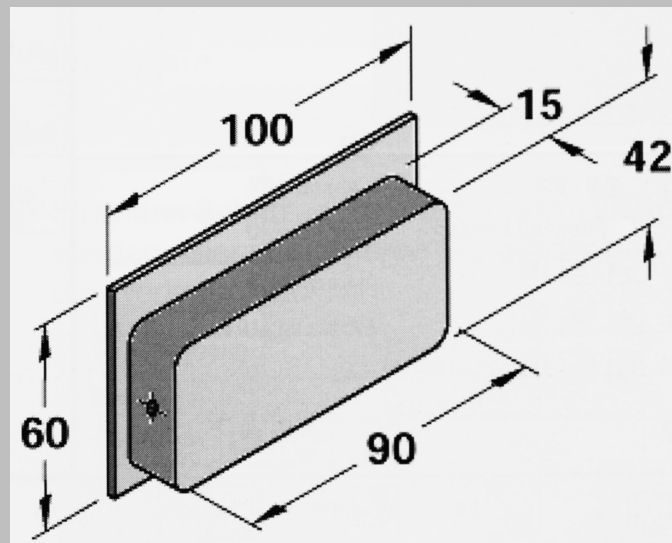
Ihr Werkstück sollte jetzt bei eingeschalteter NC-Code-Anzeige und NC-Code-Generierung so aussehen:



### 3.12 Tasche fräsen

#### Zur Übung:

In diesem Beispiel soll eine rechteckige Tasche für einen Muschelgriff ausgefräst werden. Die Einbaumaße entnehmen Sie der folgenden Zeichnung:



Das Werkstück, eine Schranktür, besteht aus einer 19 mm dicken Multiplexplatte.

Für unser Beispiel wollen wir eine Rechtecktasche verwenden. Dieses Element unterstützt die Programmierung von rechteckigen Taschen bzw. Ausschnitten. Viele Details entsprechen denen der Kreistasche. Ebenso wie diese braucht auch eine Rechtecktasche keinen separaten Startpunkt, weil alle zum Fräsen benötigten technologischen Daten bereits in dem Dialog für dieses Element erfasst werden.

Es werden folgende Plattenmaße zu Grunde gelegt:

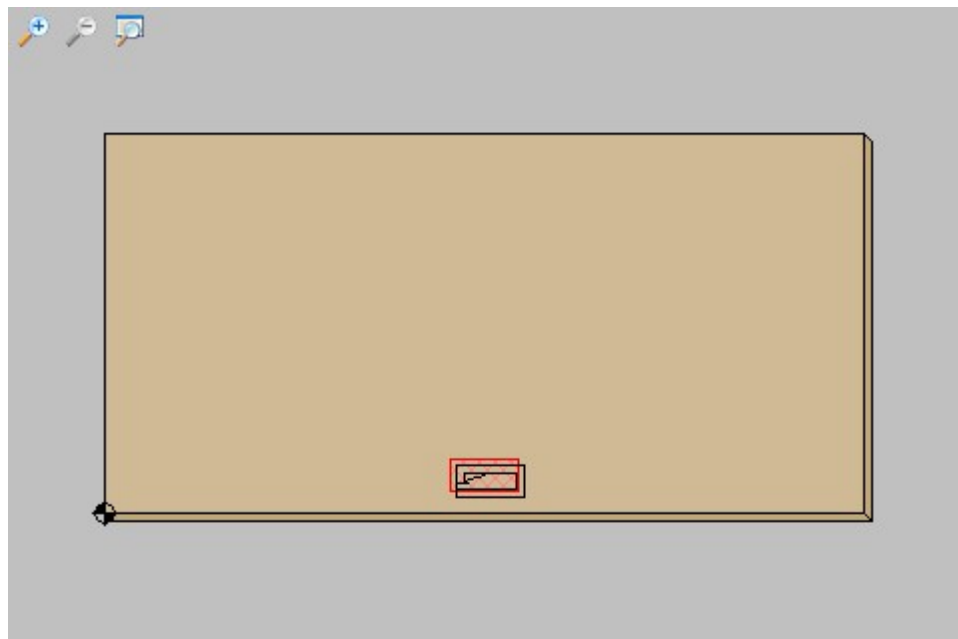
X	Y	Z
1000 mm	500 mm	19 mm

1. Erstellen Sie eine Rechtecktasche mit folgenden Eigenschaften:

**Hinweis:**

Der Radius für die Eckenrundung entspricht immer mindestens dem Werkzeugradius. Nur, wenn ein größerer Rundungsradius angegeben wird, wird die Tasche mit einer entsprechend abgewandelten Bahn gefahren.

Nach Einfügen dieser Tasche sollte das generierte Werkstück so aussehen.



### 3.13 Schiebetürnut sägen

Nuten können grundsätzlich gefräst werden. In vielen Fällen ist es jedoch effizienter, sie mit einer Säge zu schneiden. Viele Bearbeitungszentren haben dafür ein Sägeaggregat, wobei dies häufig nur in zwei Richtungen, entlang der X- oder der Y-Achse, sägen kann. Wird ein Sägeaggregat aus dem Werkzeugmagazin in die Hauptspindel eingewechselt, dann ist dieses meist über die C-Achse in eine beliebige Richtung drehbar und damit flexibler einsetzbar.

#### Zur Übung:

In diesem Beispiel soll mit Hilfe eines Sägeaggregates eine Nut für eine Laufschiene in einen Schrankboden eingebracht werden. Die Nut muss eine Breite von 7 mm und eine Tiefe von 9,5 mm haben.

Es werden folgende Plattenmaße zu Grunde gelegt:

X	Y	Z
600 mm	400 mm	19 mm

Für Nuten oder Sägeschnitte steht das Grundelement "Nut" zur Verfügung.

Für unser Beispiel müssen Sie lediglich die Nut folgendermaßen abändern:

**Nut**

Bedingung: 1

Info:

☒ aktiv      Priorität: 10

Punkt 1

X: 0,000 mm  
Y: 19-8,5 mm  
Z: 9,500 mm

Punkt 2

X: 0,000 mm  
Y: 19-8,5 mm  
Z: 9,500 mm

Nutbreite: 7,000 mm

Fräsertyp: 90

Vorschub: 100%

Neigung: 0,000 °

OK    Abbruch    Zufügen

#### Hinweis:

Bei bis zur Außenkante der Platte gezeichneten Nuten beginnt der Verfahrensweg außerhalb der Platte. Ansonsten wird der Verfahrensweg so berechnet, dass die Kontur auf keinen Fall verletzt wird.

### 3.14 Dübellöcher bohren

Die meisten modernen Maschinen sind in der Lage, horizontale und vertikale Bohrungen in Werkstücke einzubringen. Man unterscheidet deshalb zwischen diesen beiden Bohrbearbeitungen.

#### Zur Übung:

Im folgenden Beispiel soll eine Reihe von vertikalen Dübellöchern in eine Schrankseite gebohrt werden.

Das Wunschmaß des Schrankes beträgt in diesem Beispiel 1.000 x 600 mm bei einer Schrankhöhe von 2.000 mm. Aus der Konstruktion des Schrankes ergibt sich daraus eine Seitenbreite von 594 mm. Die Seiten- und Bodendicken betragen 19 mm.

Bei dieser Seitenlänge sollen 6 Löcher eingebracht werden, und zwar an den Y-Positionen 37, +32, +96, +128, +128, +128.

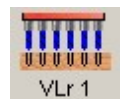
Auch Lochreihen können in TwinCAM mit einfachen Mitteln parametrisch beschrieben werden. Das gilt sowohl für vertikale Lochreihen als auch für solche von der Seite.

Der Dialog zur Beschreibung von Lochreihen ist sehr mächtig. Der Benutzer erhält so die größtmögliche Flexibilität bei der Programmierung von Lochreihen. Andererseits erfordert dieser Dialog allerdings auch einen etwas höheren Lernaufwand. Am schnellsten kann der große Funktionsumfang durch einfaches Ausprobieren erfasst werden. Wenn der Dialog einmal verstanden ist, führt er auf direktem und schnellem Weg auch zu komplexen Lochreihen-Konstellationen.

Es werden folgende Plattenmaße zu Grunde gelegt:

X	Y	Z
1000 mm	594 mm	19 mm

1. Um dieses Beispiel nachzuvollziehen, legen Sie die erste Vertikallochreihe mit diesen Werten an.



Bedingung: 1

Info:

☒ aktiv      Priorität: 10

Startwert: 37,000 mm

☐ Rand: 25,000 mm

☒ Anzahl: 2

Raster: 32,000 mm

— DZ/2 mm

— 0,000 mm

— 37,000 mm

Bohrtiefe: 12,000 mm      ☐ Durch

Durchmesser: 8,000 mm

Typ: 1

Vorschub: 100%

Zyklus: 1

Spiegeln

☐ in X

☐ in Y

☐ in Z

OK    Abbruch    Zufügen

Das Grundelement für vertikale Lochreihen erlaubt die Programmierung von bis zu drei parallelen Lochreihen in einem Programmierschritt. Für unsere erste Lochreihe benötigen wir nur eine Lochreihenreihe.

1. Festlegung der Laufrichtung und des Referenzpunktes der Lochreihe:

Für unser Beispiel benötigen wir eine Lochreihe, die in Y-Richtung verläuft und das vordere Loch als Referenz aufweist.

2. Angabe der Startposition.

Der in Schritt 2 bestimmte Referenzpunkt wird nun positioniert. Für unser Beispiel muss der Referenzpunkt an der Plattenvorderkante referenziert werden.

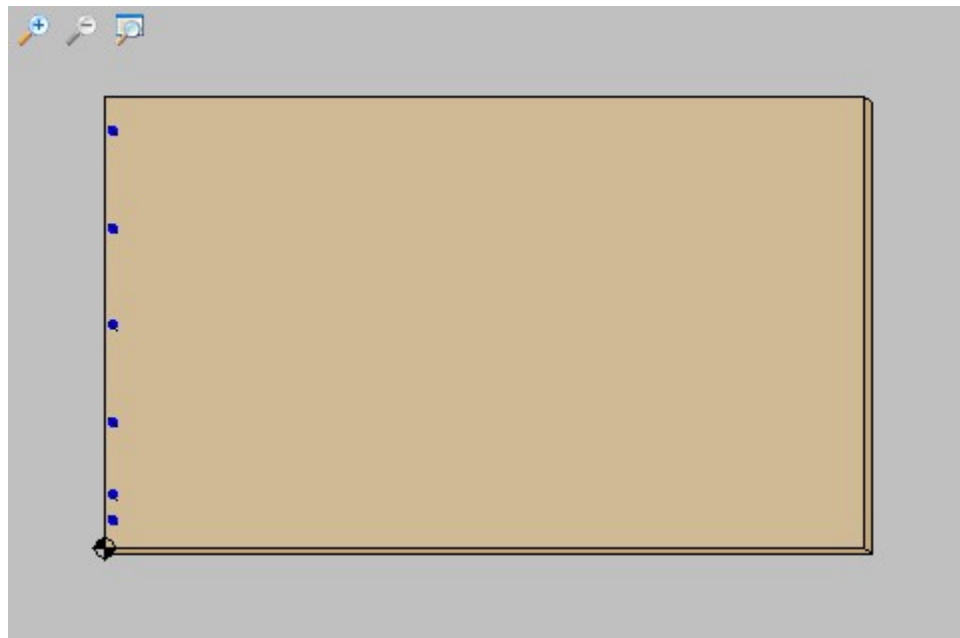
3. Lage der Lochreihe bestimmen.

Es können bis zu drei Lochreihen gleichzeitig definiert werden. Dafür gibt es dreimal die Kombination aus Knöpfen und einer Maßangabe. Analog zur Festlegung der Startposition wird hier die Lage der Lochreihenlinie bestimmt, indem wiederum zuerst eine Referenz ausgewählt und anschließend ein dazugehöriger Offset angegeben wird. Wird die ausgewählte Referenz erneut angeklickt, so wird die betreffende Lochreihe abgeschaltet.

2. Nun benötigen wir noch die zweite Lochreihe. Modifizieren Sie dazu die erste Lochreihe und klicken Sie dann auf "Zufügen".

Lochreihe 2:	
Startwert	37+32+96
Anzahl	4
Raster	128
Bohrtiefe	12
Durchmesser	8

Bei eingeschalteter NC-Code-Anzeige und NC-Code-Generierung sollte Ihr Werkstück in etwa so aussehen.



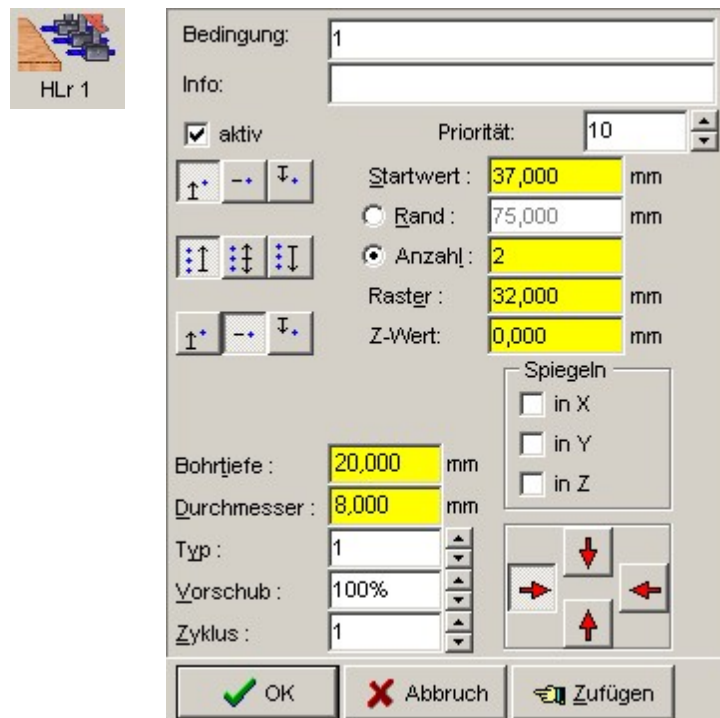
### 3.15 Stirnseitige Dübellöcher bohren

#### Zur Übung:

In diesem Beispiel werden die stirnseitigen Bohrungen für Dübellöcher an einem Bodenteil durchgeführt, dementsprechend mit horizontalen Bohrungen. Das Bodenteil hat dabei, passend zum Seitenteil aus dem letzten Beispiel, die Abmessungen 962 x 594 x 19 mm. Für die Bohrungen gelten die entsprechenden Positionen in Y: 37, +32, +96, +128, +128, +128.

Zur Erzeugung horizontaler Lochreihen steht in TwinCAM ebenfalls ein Grundelement zur Verfügung. Wir benötigen für unser Beispiel erneut zwei Lochreihen-Elemente.

1. Erstellen Sie die erste Horizontale-Lochreihe mit diesen Eigenschaften:



1. Festlegung der Laufrichtung.

Zunächst wird die Plattenseite ausgewählt, in die die HB eingebracht werden soll. Dadurch ändern sich die Symbole für die weitere Festlegung entsprechend.

2. Festlegung des Referenzpunktes innerhalb der Lochreihe.

Über drei Knöpfe wird der Referenzpunkt innerhalb der Lochreihe bestimmt. So kann entweder die erste oder letzte Bohrung oder die Mitte der Lochreihe als Referenz bestimmt werden. In unserem Beispiel ist die vordere Bohrung die Referenz.

3. Angabe der Startposition.

Der in Schritt 2 bestimmte Referenzpunkt wird nun positioniert. Wir wählen hierfür die Plattenvorderkante als Referenz.

4. Lage der Lochreihe bestimmen.

Analog zur Festlegung der Startposition wird hier die Lage der Lochreihenlinie in der Plattenseite bestimmt, indem wiederum zuerst eine Referenz (Oberkante, Plattenmitte oder Unterkante) ausgewählt und anschließend ein dazugehöriger Z-Wert angegeben wird.

2. Nun benötigen Sie eine weitere horizontale Lochreihe, die Sie durch Abändern der Werte der ersten Lochreihe wie folgt platzieren:



Lochreihe 2:	
Startwert	37+32+96
Anzahl	4
Raster	128

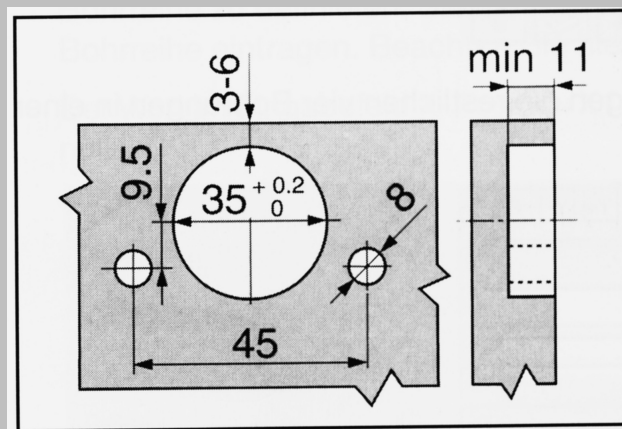
Nun sollte Ihr Werkstück in der simulierten Darstellung so aussehen:



### 3.16 Topfbänder bohren

#### Zur Übung:

In diesem Beispiel soll aufgezeigt werden, wie Bohrungen für Topfbänder programmiert werden. Das konkrete Beispiel soll wieder zu dem Schrank aus den vorangegangenen Aufgaben passen, die Abmessungen der Tür betragen 1.901 x 494 x 20 mm. Das Bohrbild für einen Beschlag soll folgendermaßen aussehen:




Wir wollen Ihnen hier eine etwas andere Möglichkeit vorstellen, wie Sie diese Aufgabe meistern können. Diese Möglichkeit ist vor allem zur Schaffung von Firmenstandards sehr interessant. Dazu nehmen wir folgende Regel für die Anzahl der Topfbänder in Abhängigkeit von der Türhöhe an:

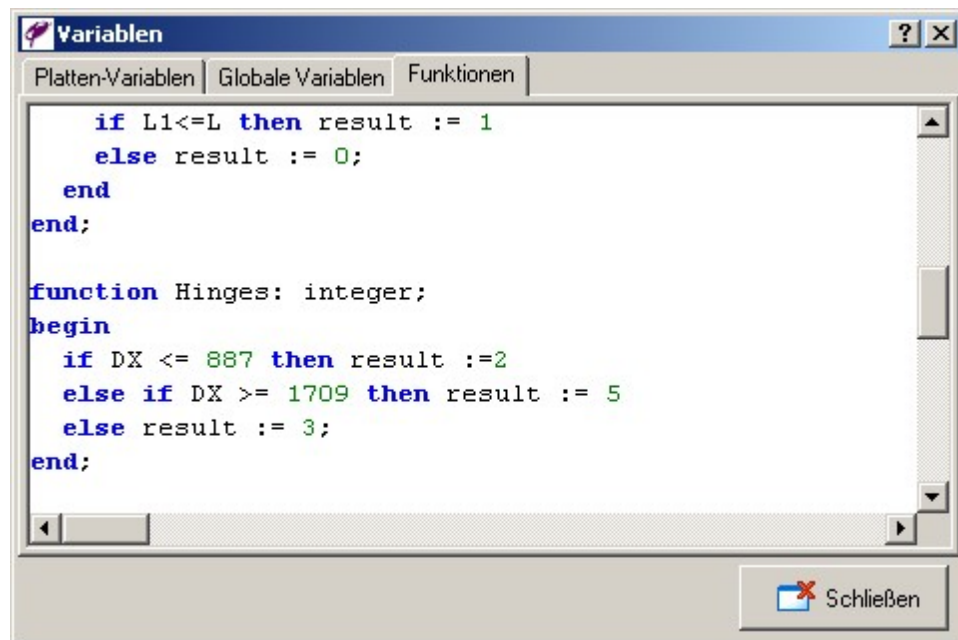
Türhöhe	Anzahl der Scharniere
301 - 887 mm	2
941 - 1.645 mm	3
1.709 - 2.477 mm	5

Natürlich bietet Ihnen TwinCAM auch die schlichte Programmierung dieses Werkstückes, aber viel effizienter ist es, diese Aufgabe mit TwinCAMs Skriptprogrammierung zu lösen. In diesem Beispiel schreiben wir uns eine kleine Funktion, die abhängig von der Plattengröße immer die richtige Anzahl der Scharniere zurückliefert.

#### Hinweis:

Standards sind für eine schnellere, optimierte Produktion unabdingbar.


1. Gehen Sie dazu in den  Variablendialog und wechseln Sie in den Register "Funktionen".



Schreiben Sie die Funktion "Hinges" vollständig ab.

In der 3. Zeile wird abgefragt, ob die Plattenvariable DX kleiner oder gleich 887 ist. Ist diese Bedingung erfüllt, so wird der Rückgabewert der Funktion Hinge (Scharniere), den Sie mit "result" ansprechen, auf 2 gesetzt. Mit dem "else" in der 4. Zeile legen Sie fest, was zu tun ist, falls die erste Bedingung nicht erfüllt worden ist. Es wird also, falls die erste Bedingung nicht erfüllt worden ist, eine neue Abfrage durchgeführt. Diesmal jedoch wird geprüft, ob DX größer oder gleich 1709 ist. Ist diese Bedingung erfüllt, so wird dementsprechend "result" der Wert 5 zugewiesen. In der 5. Zeile legen Sie schließlich fest, was geschehen soll, wenn keine der zuvor genannten Bedingungen erfüllt war. In diesem Fall wird der Rückgabewert auf 3 gesetzt. Diese Funktion liefert also für alle Plattengrößen zwischen 887 und 1709 das Ergebnis 3.

2. Jetzt können Sie sich der eigentlichen Werkstückbeschreibung widmen. Als erstes brauchen wir eine Topfbohrung. Platzieren Sie dazu eine vertikale Lochreihe mit folgenden Daten:



Bedingung: 1

Info:

☒ aktiv      Priorität: 10

Startwert: 54,500 mm

☐ Rand: 25,000 mm

☒ Anzahl: Hinges

Raster: (DX-109) / (H) mm

57,000 mm

0,000 mm

20,500 mm

Bohrtiefe: 12,000 mm      ☐ Durch

Durchmesser: 35,000 mm

Typ: 1

Vorschub: 100%

Zyklus: 1

Spiegeln

☐ in X

☐ in Y

☐ in Z

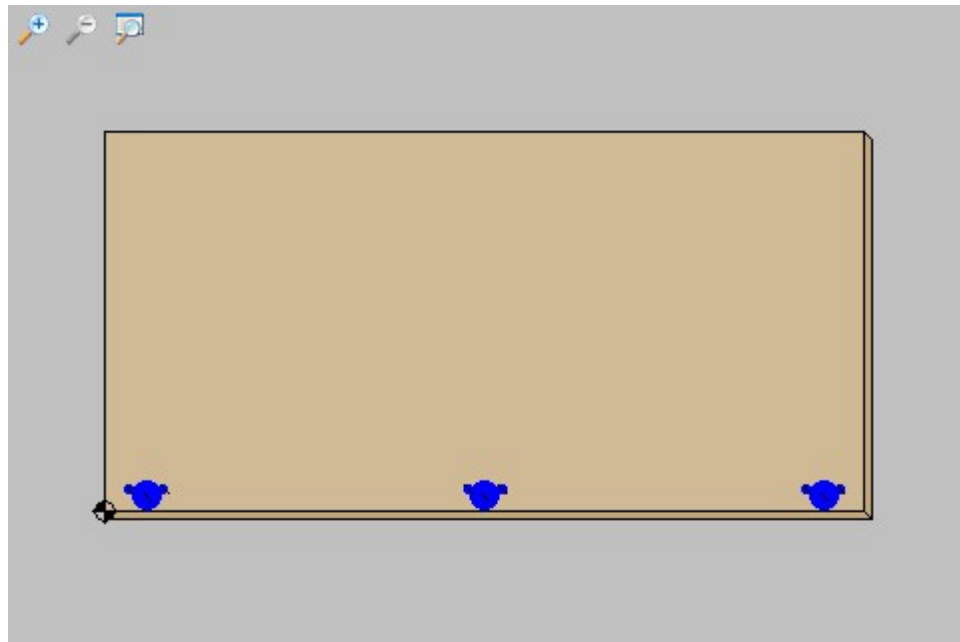
OK
Abbruch
Zufügen

3. Editieren Sie jetzt die Lochreihe erneut, ändern Sie diese wie folgt ab und klicken Sie anschließend auf "Zufügen":

Lochreihe 2:	
Startwert	54,5-17,5-5
Lage der ersten Lochreihe	20,5+9,5
Durchmesser	8

4. Nun fehlt lediglich die letzte 8 mm Bohrung. Editieren Sie nun die zweite Lochreihe und ändern Sie den Startwert auf "54,5+17,5+5". Klicken Sie erneut auf "Zufügen" Jetzt haben Sie alle 3 Lochreihen erstellt. Diese haben zudem die angenehme Eigenschaft, sich der Plattengröße anzupassen.

Ihre simulierte Werkstückbeschreibung sollte nun so aussehen:




### 3.17 32 mm Rasterlöcher bohren

#### Zur Übung:

In der Schrankseite sollen Rasterlochreihen im 32er Raster mit 5 mm Durchmesser gebohrt werden. Das Werkstückmaß beträgt hier 1.971 x 594 x 19 mm. Zwei der Lochreihen (die vordere und die hintere) sollen ohne Bedingung gebohrt werden. Eine zusätzliche mittlere Lochreihe soll nur dann eingefügt werden, wenn die Schrankseite eine Breite von 562 mm überschreitet.

Das Erstellen von Rasterlöchern stellt auch in TwinCAM kein Problem dar, für unser Beispiel verwenden wir zwei Lochreihenelemente.

1. Damit Sie die Lochreihen flexibler gestalten können, bietet es sich an, für die Bodendicke eine Variable zu definieren. Gehen Sie dazu in den Variablen-Editor und erstellen Sie die Variable "BD" mit dem Wert 19.
2. Platzieren Sie die erste vertikale Lochreihe auf die Grundplatte und übertragen Sie die unten stehenden Eigenschaften:



Bedingung: 1

Info:

☒ aktiv      Priorität: 10

Startwert:  $BW/2+(32*3)$  mm

☒ Rand:  $BW/2+32$  mm

☐ Anzahl: 0

Raster: 32,000 mm

37+8 mm

0,000 mm

37,000 mm

Bohrtiefe: 12,000 mm      ☐ Durch

Durchmesser: 5,000 mm

Typ: 1

Vorschub: 100%

Zyklus: 1

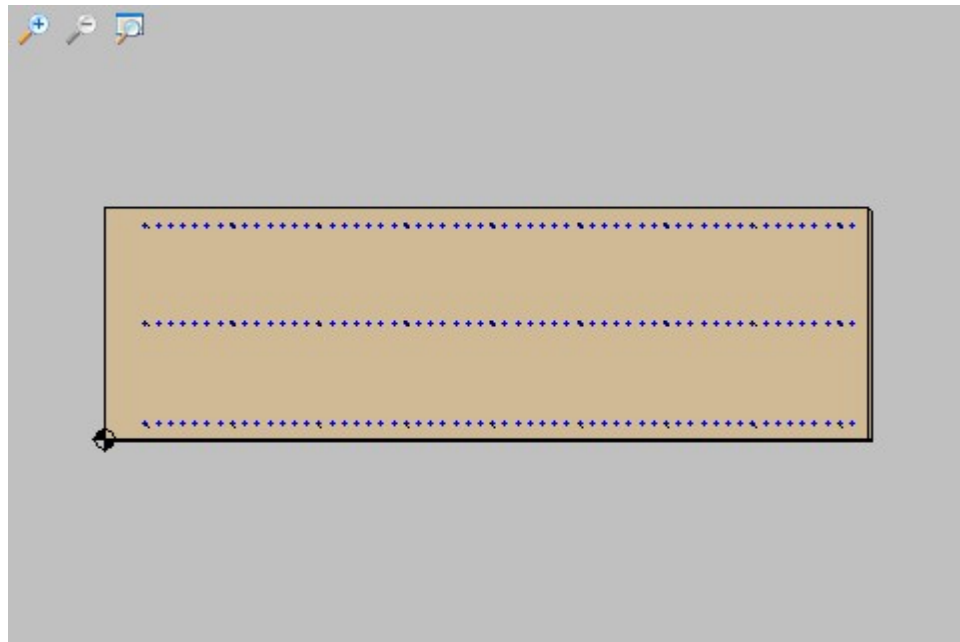
Spiegeln: ☐ in X, ☐ in Y, ☐ in Z

OK    Abbruch    Zufügen

3. Die mittlere Lochreihe soll über eine Bedingung aktiviert werden. Beachten Sie dabei den Ausdruck im Feld "Bedingung". Dieses Feld kann neben einfachen Bedingungen auch komplexe Ausdrücke oder sogar Funktionen enthalten. Erstellen Sie eine weitere Lochreihe, Sie können dabei die eben erstellte Lochreihe als Basis nutzen.

Lochreihe 2: (Plattenmitte (3))	
Bedingung	DY > 562
Position (Y)	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="display: flex; gap: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">↑</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">→</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">↓</div> </div> <div style="display: flex; gap: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">↑</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">→</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">↓</div> </div> <div style="display: flex; gap: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">↑</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">→</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">↓</div> </div> </div>

Nun sollte Ihre Grundplatte so aussehen.



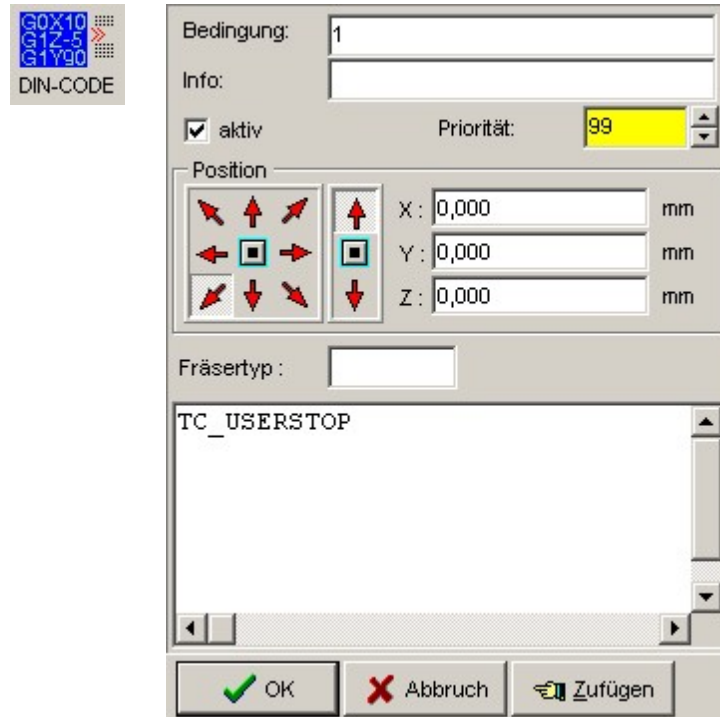
### 3.18 Mittelseite bohren

#### Zur Übung:

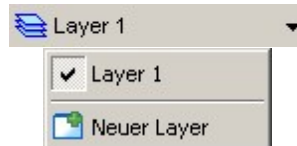
Eine Sonderform der Lochreihenbohrung ist die Bearbeitung für Mittelseiten. Die Bohrungen der Rasterlochreihe sind hierbei Durchgangsbohrungen. Um Ausrisse auf den Oberflächen des Materials zu vermeiden, wird das Werkstück von beiden Seiten jeweils bis zu einer Tiefe von 12 mm gebohrt. Die Mittelseite hat die Abmessungen 1.869 x 586 x 19 mm. Um das Werkstück nach der Bearbeitung der ersten Seite wenden zu können, soll ein programmierter Halt eingefügt werden.

Um in TwinCAM einen programmierten Halt einzufügen, brauchen Sie das DIN-Element "Halt". Sollten Sie kein fertiges Makro in Ihrer Palette dafür haben, nehmen Sie das Grund-Element DIN und befolgen Sie Schritt 1.

1. Fügen Sie das DIN-Element mit den unten stehenden Werten Ihrer Werkstückbeschreibung hinzu.



2. Jetzt brauchen Sie nur noch die Lochreihen zu programmieren, die auf der Plattenunterseite liegen sollen. Dazu selektieren Sie die schon existierenden Lochreihen und bestätigen den Dialog mit "Zufügen". Da unsere Platte symmetrisch aufgebaut ist, brauchen Sie an diesen Lochreihen keine weiteren Anpassungen vorzunehmen.
3. Legen Sie nun einen neuen Layer an. Diese Funktion erreichen Sie in der Symbolleiste.



4. Selektieren Sie die Lochreihen, die auf der Plattenrückseite liegen sollen und klicken Sie im Symbolbereich auf den Button "selektiertes Objekt auf aktuellen Layer setzten".

### 3.19 Blocksauger platzieren

Die Platzierung von Spannelementen ist in hohem Maße abhängig von der Maschine, auf der das Werkstück bearbeitet werden soll. Solange durch die einzelnen Bearbeitungen auf der Oberseite keine Einschränkungen für die Platzierung der Sauger entstehen (z.B. Durchbohrungen), werden die Sauger in der Jobliste von TwinCAM automatisch platziert. Erst, wenn die Bearbeitungen das explizite Festlegen der Saugerpositionen erforderlich machen, sollte man diese Möglichkeit bereits bei der Werkstückbeschreibung nutzen. Da Werkstückbeschreibungen in TwinCAM grundsätzlich maschinenunabhängig sein sollen, stellt die konkrete Platzierung von Saugern und ggf. Traversen eine gewisse Einschränkung dieser Unabhängigkeit dar. Trotzdem ist die gezielte Platzierung der Spannmittel bei einigen Werkstücken unverzichtbar und wird darum auch von TwinCAM unterstützt.

Die verschiedenen Standard-Spannelemente erreichen Sie über das Menü "Spannen". Normalerweise sollte dies aber nicht nötig sein, da der Maschinenhersteller eine breite Auswahl an Saugern und Konsolen bereitstellt. Spannmittel können, ebenso wie alle Bearbeitungen einer Werkstückbeschreibung, parametrisch platziert werden. Darüber hinaus besteht auch die Möglichkeit, die Sauger per Drag&Drop frei auf der Platte zu verschieben.



### 3.20 Vakuumspannschablone erstellen

#### Zur Übung:

In diesem Beispiel soll anhand einer vorgegebenen Werkstückkontur (hier ein Frühstücksbrettchen) eine Vakuumspannschablone erstellt werden. Im Datenverzeichnis der TwinCAM-Demoversion finden Sie in der Datei .... folgende Werkstückbeschreibung:

[Bild]

Die Spannschablone entsteht durch Modifizieren dieser Kontur. Dazu soll in das Schablonenrohteil zunächst eine Nut eingefräst werden, in die dann eine Moosgummidichtung eingelegt werden kann. Die 6 mm breite und ebenso tiefe Nut soll mit einem festen Abstand parallel zur Außenkontur des Werkstücks gefräst werden.

In TwinCAM funktioniert das Erstellen von Vakuumspannschablonen recht einfach. Sie benötigen dazu im Wesentlichen die CAD-Funktionen  "Paralleles Element" und  "Ausrunden".

1. Wenden Sie zunächst die CAD-Funktion "Paralleles Element" auf alle Konturen in der Werkstückbeschreibung an. Wenn Sie auf die CAD-Funktion klicken, bekommen Sie die Möglichkeit, einen Abstand zur Originalkontur anzugeben.



2. Nachdem Sie alle Parallelkonturen erzeugt haben, müssen Sie eventuell entstandene scharfe Ecken oder nicht zusammenhängende Konturen durch die CAD-Funktion "Ausrunden" miteinander verbinden. Sobald Sie die CAD-Funktion angewählt haben, erhalten Sie die Möglichkeit, einen Rundungsradius anzugeben.



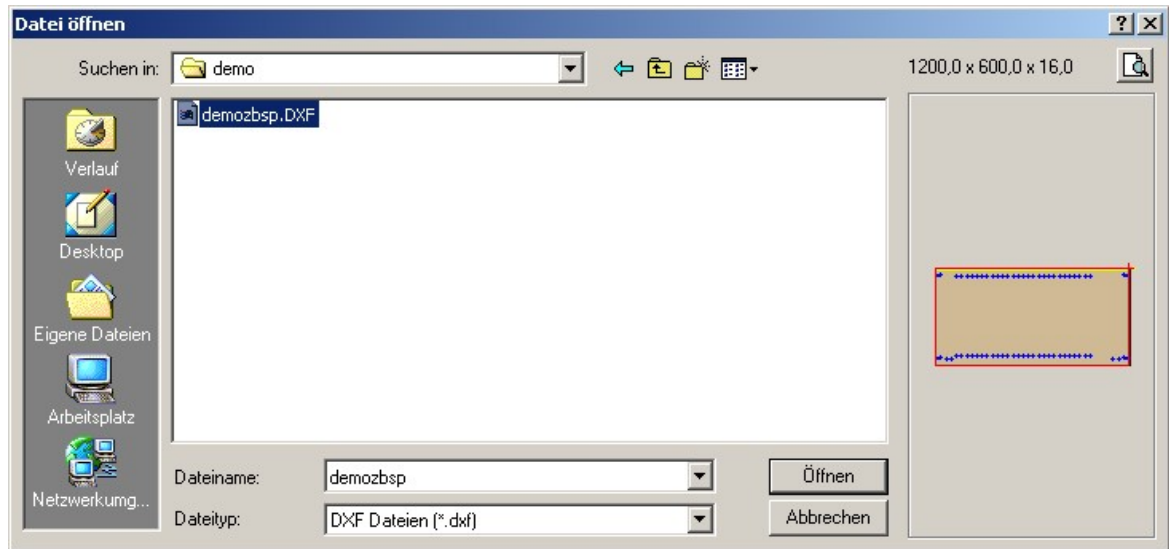
3. Jetzt brauchen Sie nur noch der neu erzeugten Kontur einen Startpunkt hinzuzufügen. Gruppieren Sie dazu einfach das gewünschte, erste Element Ihrer Kontur. Geben Sie im Startpunkt den Durchmesser (6 mm) und die Korrekturseite (rechts) an.

### 3.21 CAD-Daten übernehmen

Grundlage für jeden Datenaustausch mittels DXF sind die Konventionen, wie die geometrischen Elemente der DXF-Datei im WOP-System zu interpretieren sind. TwinCAM unterstützt standardmäßig 2 verschiedene DXF-Konventionen.

Um eine DXF-Datei in TwinCAM zu verwenden, gehen Sie auf den Menüeintrag "Datei" und wählen Sie den Untereintrag "Öffnen". Alternativ können Sie diese Funktion auch aus der Symbolleiste auswählen. Danach erscheint folgender Dialog.





Als Dateityp muss hier "DXF" ausgewählt werden.

Alternativ können Sie auch das Script "DXF-Importer" verwenden um DXF-Dateien in TwinCAM einzulesen. Dieses Script befindet sich standardmäßig im Register "Scripts". Sie haben dann die volle Kontrolle über die Interpretation jedes DXF-Elementes und können selber entscheiden, wie es in TwinCAM importiert werden soll. Allerdings erfordert die Anpassung des Scripts Programmierkenntnisse in einer Scriptsprache wie zum Beispiel Pascal, VBScript oder JavaScript. Beachten Sie bitte, dass der mitgelieferte DXF-Importer lediglich als Anregung und Basis für Ihre eigenen Erweiterungen dienen soll.