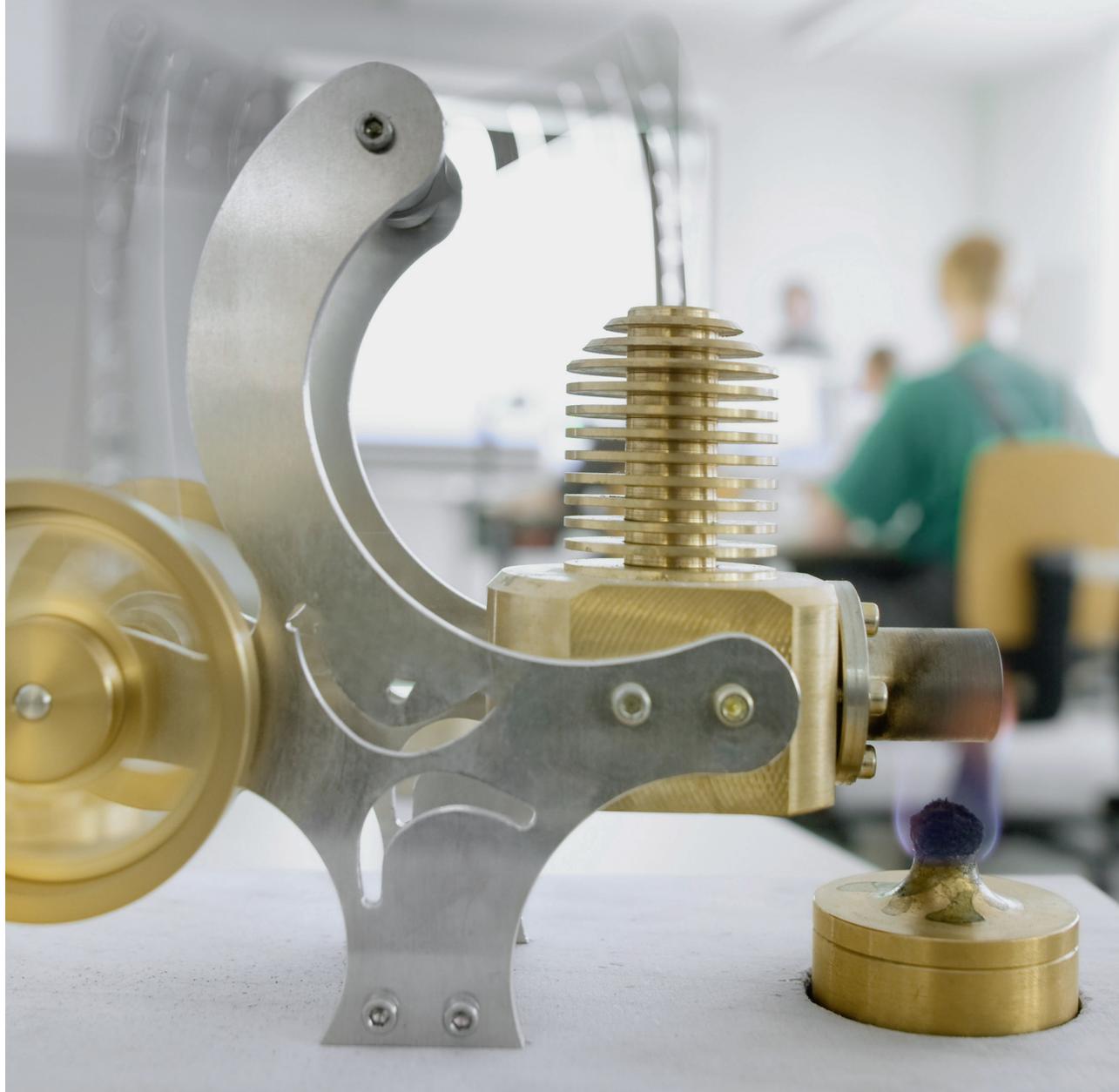


# SinuTrain

Einfacher fräsen mit ShopMill

Trainingsunterlage · 08/2006



SINUMERIK

SIEMENS

4. überarbeitete Auflage 06/2006  
gültig ab Softwarestand V06.04

Alle Rechte vorbehalten

Die Vervielfältigung oder Übertragung auch einzelner Textabschnitte, Bilder oder Zeichnungen ist ohne schriftliche Zustimmung des Herausgebers nicht zulässig. Das gilt sowohl für die Vervielfältigung durch Fotokopien oder irgendein anderes Verfahren als auch für die Übertragung auf Filme, Bänder, Platten, Arbeitstransparente oder andere Medien.

Diese Einsteiger-Anleitung ist in Kooperation der Firmen

SIEMENS AG  
Automatisierungs- und Antriebstechnik  
Motion Control Systems  
Postfach 3180, D-91050 Erlangen

und

R. & S. KELLER GmbH  
Siegfried Keller, Stefan Nover, Klaus Reckermann, Olaf Anders, Kai Schmitz  
Postfach 131663, D-42043 Wuppertal

entstanden.

Bestell-Nr.: 6FC5095-0AA50-0AP2

## Vorwort

### **Schneller von der Zeichnung zum Werkstück - aber wie?**

Bisher war die NC-Fertigung meist mit komplizierten, abstrakt codierten NC-Programmen verbunden. Eine Arbeit, die nur von Spezialisten ausgeführt werden konnte. Aber jeder Facharbeiter hat sein Handwerk gelernt und ist durch seine Erfahrung im Bereich der konventionellen Zerspaltung in der Lage, jederzeit auch schwierigste Aufgaben zu bewältigen - wenngleich die Wirtschaftlichkeit dabei häufig auf der Strecke blieb. Für diese Fachleute musste eine Möglichkeit geschaffen werden, dieses Wissen mit Hilfe von CNC-Werkzeugmaschinen effizient anzuwenden.

Darum geht SIEMENS mit ShopMill einen neuen Weg, der dem Facharbeiter jegliche Codierungen erspart. Statt dessen gibt SIEMENS diesen Facharbeitern eine neue Generation einer SINUMERIK-Steuerung an die Hand:

### **Arbeitsplan erstellen statt Programmieren heißt die Lösung.**

Durch diese Arbeitsplan-Erstellung mit eingängigen, facharbeitergerechten Handlungsabfolgen kann sich der ShopMill-Anwender bei der Zerspaltung wieder seinem eigentlichen Können, seinem Know-How zuwenden.

Selbst komplizierteste Konturen und Werkstücke lassen sich mit ShopMill dank der integrierten, leistungsfähigen Verfahrenweg-Erzeugung mühelos fertigen. Deshalb gilt:

### **Einfacher und schneller von der Zeichnung zum Werkstück - mit ShopMill!**

Obwohl ShopMill in der Tat sehr einfach zu erlernen ist, wird mit dieser ShopMill Trainingsunterlage ein noch schnellerer Einstieg in diese neue Welt möglich. Bevor es aber an den eigentlichen Umgang mit ShopMill geht, werden in den ersten drei Kapiteln wichtige Grundlagen aufgezeigt:

- Zunächst werden die Vorteile bei der Arbeit mit ShopMill genannt.
- Danach werden die Grundlagen der Bedienung gezeigt.
- Für den Einsteiger werden danach die geometrischen und technologischen Grundlagen der Fertigung erklärt.

Nach dieser Theorie folgt die ShopMill-Praxis:

- Es werden anhand von fünf Beispielen die Bearbeitungsmöglichkeiten mit ShopMill erklärt, wobei der Schwierigkeitsgrad der Beispiele kontinuierlich erhöht wird. Zu Beginn sind dabei alle Tastendrucke vorgegeben, später wird dann zum eigenständigen Handeln angeregt.
- Dann erfahren Sie, wie man mit ShopMill im Automatik-Betrieb zerspant.
- Wenn Sie möchten, können Sie abschließend testen, wie fit Sie mit ShopMill sind.

Beachten Sie bitte, dass die hier verwendeten Technologiedaten aufgrund der vielen verschiedenen Gegebenheiten in der Werkstatt nur Beispielcharakter haben.

So wie ShopMill mit Hilfe von Facharbeitern entstanden ist, wurde diese Trainingsunterlage ebenfalls von Praktikern erstellt. In diesem Sinne wünschen wir Ihnen viel Freude und Erfolg bei der Arbeit mit ShopMill.

Die Autoren

Erlangen/Wuppertal, im September 2003

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Vorteile, wenn Sie mit ShopMill arbeiten .....</b>	<b>5</b>
1.1	Sie sparen Einarbeitungszeit ... ..	5
1.2	Sie sparen Programmierzeit ... ..	6
1.3	Sie sparen Fertigungszeit ... ..	8
<b>2</b>	<b>Damit alles reibungslos funktioniert .....</b>	<b>10</b>
2.1	Bewährte Technik .....	10
2.2	Das Maschinenbedienfeld .....	11
2.3	Die Inhalte des Grundmenüs .....	13
<b>3</b>	<b>Grundlagen für Einsteiger .....</b>	<b>18</b>
3.1	Geometrische Grundlagen .....	18
3.1.1	Werkzeugachsen und Arbeitsebenen .....	18
3.1.2	Punkte im Arbeitsraum .....	20
3.1.3	Absolute und inkrementale Maßangaben .....	21
3.1.4	Geradlinige Bewegungen .....	22
3.1.5	Kreisförmige Bewegungen .....	23
3.2	Technologische Grundlagen .....	24
3.2.1	Moderne Fräs- und Bohrwerkzeuge .....	24
3.2.2	Die Werkzeuge im Einsatz .....	25
3.2.3	Schnittgeschwindigkeit und Drehzahlen .....	26
3.2.4	Vorschub pro Zahn und Vorschubgeschwindigkeiten .....	27
<b>4</b>	<b>Gut gerüstet .....</b>	<b>28</b>
4.1	Werkzeugverwaltung .....	28
4.2	Verwendete Werkzeuge .....	30
4.3	Werkzeuge im Magazin .....	31
4.4	Werkzeuge vermessen .....	31
4.5	Setzen des Werkstück-Nullpunktes .....	32
<b>5</b>	<b>Beispiel 1: Längsführung .....</b>	<b>34</b>
5.1	Programmverwaltung und Programm anlegen .....	35
5.2	Werkzeug aufrufen, Fräserradius-Korrektur und Verfahrenweg-Eingabe .....	37
5.3	Erstellen von Bohrungen und Positionswiederholungen .....	39
<b>6</b>	<b>Beispiel 2: Spritzform .....</b>	<b>42</b>
6.1	Geraden und Kreisbahnen über Polarkoordinaten .....	43
6.2	Rechtecktasche .....	47
6.3	Kreistaschen auf Positionsmuster .....	49

<b>7</b>	<b>Beispiel 3: Formplatte</b>	<b>51</b>
7.1	Bahnfräsen offener Konturen	52
7.2	Ausräumen, Restmaterial und Schichten von Konturtaschen	55
7.3	Bearbeitung auf mehreren Ebenen	59
7.4	Berücksichtigung von Hindernissen	61
<b>8</b>	<b>Beispiel 4: Hebel</b>	<b>64</b>
8.1	Planfräsen	65
8.2	Erstellen einer Umrandung für die Hebel-Insel	66
8.3	Fertigung des Hebels	67
8.4	Erstellen einer Umrandung für die Kreis-Inseln	71
8.5	Erstellen der 30er Kreis-Insel	72
8.6	Erstellen einer 10er Kreis-Insel	73
8.7	Kopieren der 10er Kreis-Insel	74
8.8	Fertigung der Kreis-Inseln mit Hilfe des erweiterten Editors	75
8.9	Tiefbohren	78
8.10	Helix fräsen	79
8.11	Ausdrehen	80
8.12	Gewindefräsen	81
8.13	Konturen polar programmieren	82
<b>9</b>	<b>Beispiel 5: Flansch</b>	<b>84</b>
9.1	Unterprogramm erstellen	85
9.2	Spiegeln von Arbeitsschritten	89
9.3	Bohrungen	92
9.4	Rotation von Taschen	93
9.5	Anfasen von Konturen	98
9.6	Längsnut und Kreisnut	99
<b>10</b>	<b>Und jetzt wird gefertigt</b>	<b>102</b>
10.1	Referenzpunkt anfahren	102
10.2	Werkstück spannen	103
10.3	Werkstück-Nullpunkt setzen	103
10.4	Arbeitsplan abarbeiten	104
<b>11</b>	<b>Wie fit sind Sie mit ShopMill?</b>	<b>106</b>
	<b>Sachwortverzeichnis</b>	<b>110</b>
	<b>Bildnachweis</b>	<b>113</b>



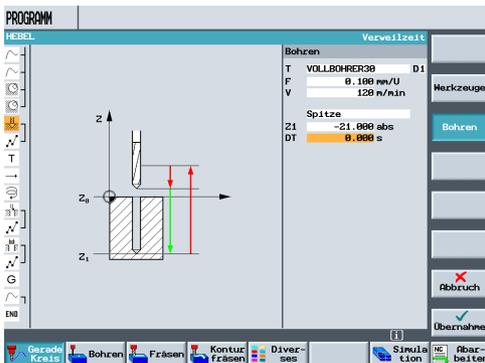
# 1 Vorteile, wenn Sie mit ShopMill arbeiten

In diesem Kapitel werden Ihnen die besonderen Vorteile bei der Arbeit mit ShopMill genannt.

## 1.1 Sie sparen Einarbeitungszeit ...

... weil es in ShopMill keine Codierungen und keine fremdsprachlichen Begriffe gibt, die Sie lernen müssten:

Alle notwendigen Eingaben werden im Klartext abgefragt.

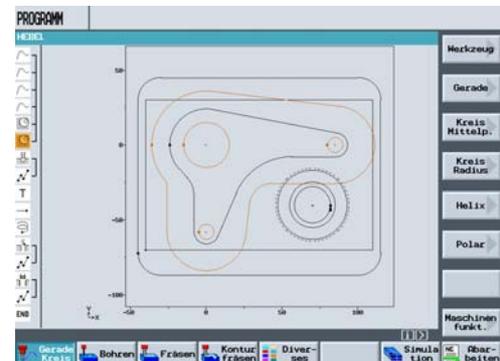
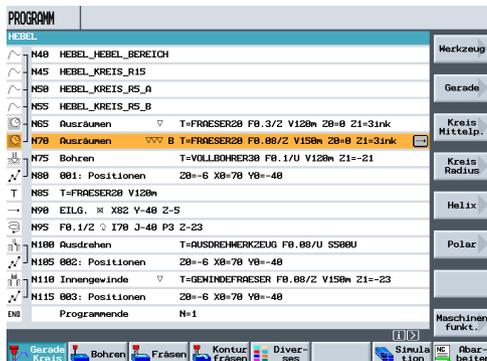


... weil Sie bei ShopMill durch farbige Hilfebilder optimal unterstützt werden.

```

G N25 G17 G54 G64 G90 G94
T N30 T=EM16
G N35 G0 X85 Y22.5
G N40 G0 Z2 S500 M3 M8
G N45 G0 Z-10
G N50 G1 X-85 F200
G N55 G0 Y-22.5
G N60 G1 X85
G N65 G0 Z100 M5 M9
    
```

...weil Sie in den *Grafischen Arbeitsplan* von ShopMill auch DIN/ISO-Befehle integrieren können.



... weil Sie beim Anlegen des Arbeitsplanes jederzeit zwischen dem einzelnen Arbeitsschritt und der Werkstück-Grafik umschalten können.

1 Vorteile, wenn Sie mit ShopMill arbeiten

## 1.2 Sie sparen Programmierzeit ...

Ausräumen	
T	FRAESER20 D1
F	0.030 mm/Zahn
V	120 m/min
Bearbeitung: ▾	
Z0	0.000 abs

... weil Sie ShopMill schon bei der Eingabe der technologischen Werte optimal unterstützt: Sie brauchen nur die Tabellenbuchwerte *Vorschub/Zahn* und *Schnittgeschwindigkeit* eingeben - die Drehzahl und die Vorschubgeschwindigkeit berechnet ShopMill automatisch.

Ausräumen	
T	FRAESER20 D1
F	228.000 mm/min
S	1900 U/min
Bearbeitung: ▾	
Z0	0.000 abs

... weil Sie bei ShopMill mit einem Arbeitsschritt eine komplette Bearbeitung beschreiben können und die erforderlichen Positionierbewegungen (hier vom Werkzeug-Wechsellpunkt zum Werkstück und zurück) automatisch erzeugt werden.

PROGRAMM			
PRT_P006_3			
P	N5 PRT_P006_3	Nullpktv. 1 G54	Werkzeug
	N10 Kreis Tasche	T=FRAESER10 F0.2/2 V150m X0=00 Y0=45	Gerade
END	Programmende	N=1	

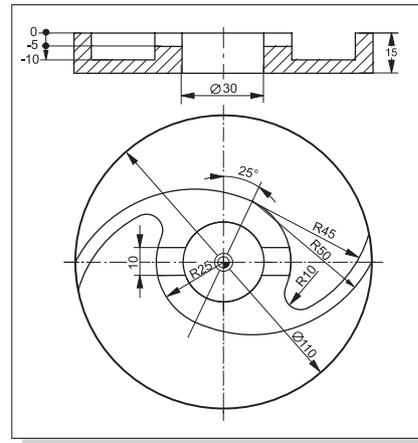
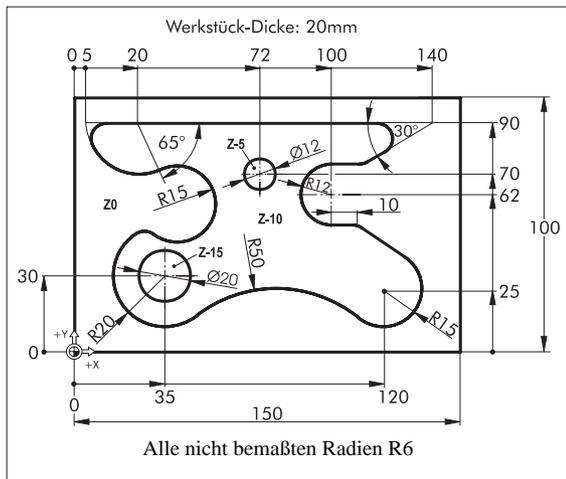
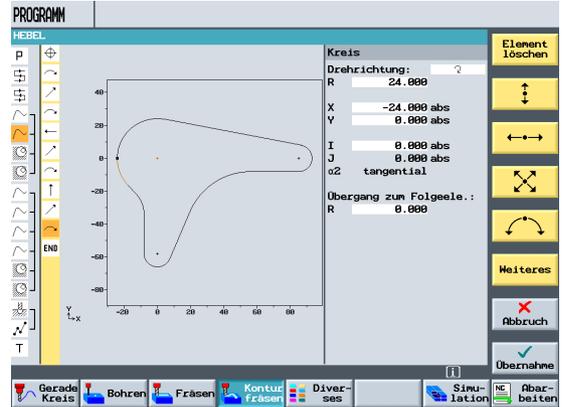
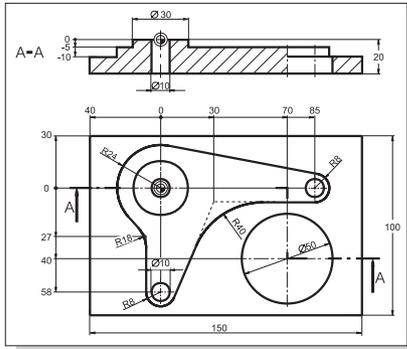
... weil im *Grafischen Arbeitsplan* von ShopMill alle Bearbeitungsschritte in kompakter und übersichtlicher Weise dargestellt werden. Dadurch haben Sie einen kompletten Überblick und somit bessere Editiermöglichkeiten auch bei umfangreichen Fertigungsfolgen.

LAGERHALTUNG		
P	N5 LAGERHALTUNG	
	N10 Zentrieren	T=ZENTRIERER12 F150/min S500U ø11
	N15 Bohren	T=BOHRER9.8 F80/min V800m Z1=20ink
	N20 Bohren	T=GEWINDEBOHRER M10 F80/min V400m
	N25 001: Lochvollkreis	Z0=0 X0=-60 Y0=-40 R22.5 N6
	N30 002: Positionen	Z0=0 X0=0 Y0=35 X1=0 Y1=-35
	N35 LAGERHALTUNG_TASCHE	
	N40 Ausräumen	T=FRAESER20 F0.1/2 V120m Z0=0 Z1=-10
	N45 Restmaterial	T=FRAESER10 F0.1/2 V150m Z0=0 Z1=-10
	N50 Ausräumen	T=FRAESER10 F0.1/2 V120m Z0=0 Z1=-10
	N55 Ausräumen	T=FRAESER10 F0.1/2 V120m Z0=0 Z1=-10
END	Programmende	

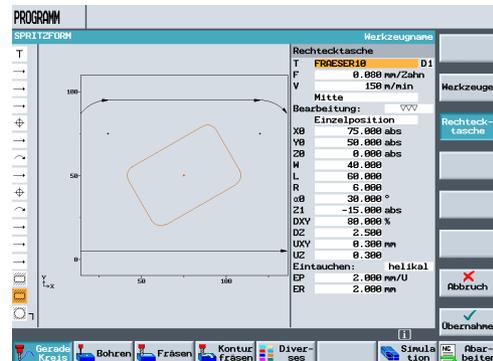
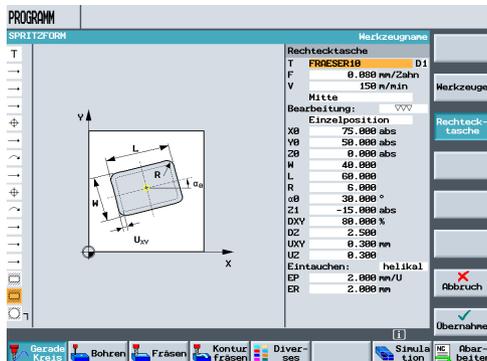
... weil sich beim Bohren mehrere Bearbeitungsoperationen mit mehreren Positionsmustern verketteten lassen und nicht wiederholt aufgerufen werden müssen.

	N40 Zentrieren	T=ZENTRIERER12 F150/min S550U Z1=2ink
	N45 Bohren	T=BOHRER10 F150/min V35m Z1=12ink
	N50 001: Positionen	Z0=-10 X0=85 Y0=135
	N55 002: Lochgitter	Z0=-10 X0=15 Y0=15 N1=2 N2=2
	N60 003: Lochvollkreis	Z0=-10 X0=0 Y0=0 R22.5 N6
END	Programmende	

... weil der integrierte Konturrechner alle erdenklichen Bemaßungen verarbeiten kann und trotzdem sehr einfach und übersichtlich in der Handhabung ist - dank umgangssprachlicher Eingabe und Grafikerunterstützung.



... weil Sie zwischen statischen Hilfebildern und dynamischen Online-Grafiken jederzeit mit einer Taste wechseln können. Die Online-Grafik gibt Ihnen eine unmittelbare visuelle Kontrolle der eingegebenen Werte.

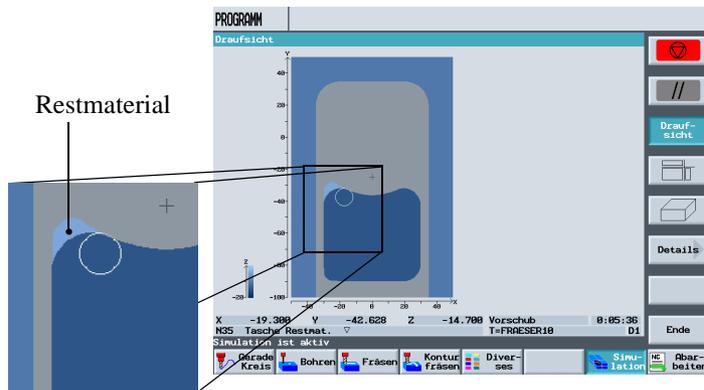


... weil Arbeitsplan erstellen und Fertigen sich nicht gegenseitig ausschließen: Sie können mit ShopMill parallel zur Fertigung einen neuen Arbeitsplan erstellen.

1 Vorteile, wenn Sie mit ShopMill arbeiten

### 1.3 Sie sparen Fertigungszeit ...

... weil Sie sich mit der Fräserauswahl zum Ausräumen von Kontur-taschen nicht nach den Radien der Tasche richten müssen:  
Verbleibendes Restmaterial wird erkannt und automatisch von einem kleineren Fräser ausgeräumt.



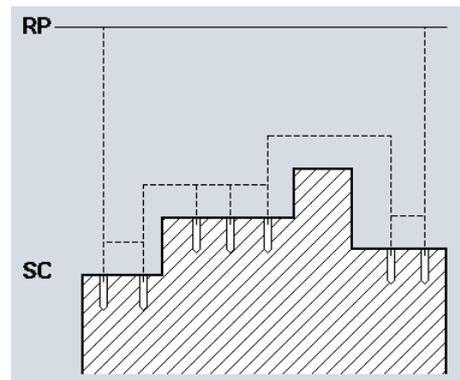
... weil es beim Positionieren des Werkzeuges keine überflüssigen Zustellbewegungen zwischen Rückzugs- und Bearbeitungsebene gibt. Dieses wird durch die Einstellungen *Rückzug auf RP* bzw. *Rückzug optimiert* möglich.

#### Rückzug auf Rückzugsebene (RP)



Hilfebilder in ShopMill

#### Rückzug auf Bearbeitungsebenen = Zeitersparnis bei der Fertigung



Die Einstellung *Rückzug optimiert* ist vom Facharbeiter im Programmkopf vorzunehmen. Er muss dabei Hindernisse, wie z.B. Spannelemente, berücksichtigen.

... weil Sie Ihre Bearbeitungsfolge aufgrund der kompakten Struktur des Arbeitsplanes mit minimalem Aufwand optimieren können (hier z.B. durch das Einsparen eines Werkzeugwechsels).

The image shows two screenshots of a CNC program editor. The top screenshot, titled 'Ursprüngliche Bearbeitungsfolge', shows a program with the following steps: N40 Ausräumen, N45 Kreistasche, N50 Kreistasche, N55 Kreistasche, N65 Zentrieren, N70 Bohren, N75 001: Lochreihe, N80 Hindernis, N85 002: Lochreihe, N90 Hindernis, N95 003: Lochvollkreis, N100 Hindernis, N105 004: Positionen, N110 T=0, and N115 Kreistasche. The 'Aus-schneiden' button is circled in red. The bottom screenshot, titled 'Optimierte Bearbeitungsfolge durch Ausschneiden und Einfügen des Arbeitsschrittes', shows the same program but with N115 moved to N69. The 'Einfügen' button is circled in red. Arrows indicate the movement of N115 from its original position to its new position.

Ursprüngliche Bearbeitungsfolge

Optimierte Bearbeitungsfolge durch Ausschneiden und Einfügen des Arbeitsschrittes

... weil Sie bei ShopMill auf der Basis durchgängiger Digitaltechnik (SIMODRIVE-Antriebe, ..., SINUMERIK-Steuerungen) höchste Vorschubgeschwindigkeiten bei optimaler Wiederholgenauigkeit erreichen können.



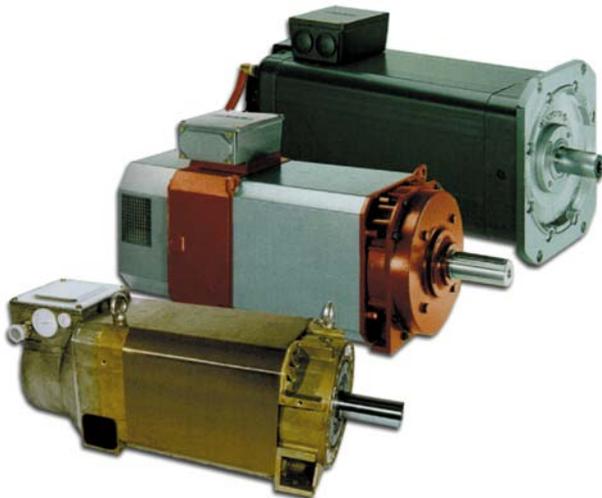
2 Damit alles reibungslos funktioniert

## 2 Damit alles reibungslos funktioniert

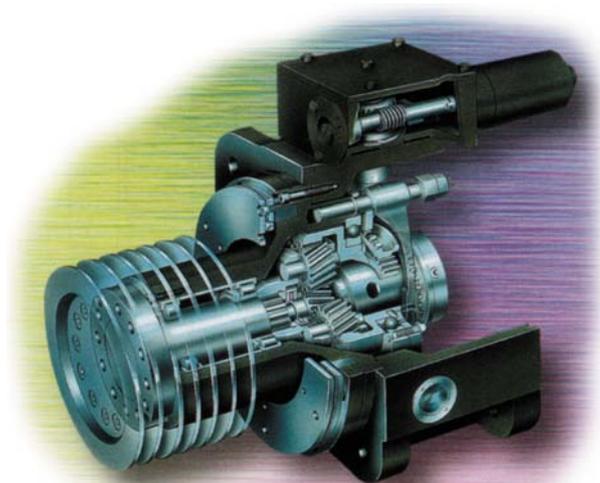
In diesem Kapitel lernen Sie beispielhaft die Grundlagen der Bedienung von ShopMill kennen.

### 2.1 Bewährte Technik

Die SINUMERIK 810D als Basis für ShopMill ist der kostengünstige Einstieg in die zukunftsorientierte digitale CNC- und Antriebswelt für Werkzeugmaschinen.



Mit Hilfe der SIEMENS-Drehstrommotoren und ...



... der SIEMENS-Getriebetechnik wird die Fertigung mit höchsten Drehzahlen sowie Vorschub- und Eilganggeschwindigkeiten möglich.

## 2.2 Das Maschinenbedienfeld

Eine leistungsfähige Software ist das eine, aber man muss sie auch mit Leichtigkeit bedienen können. Dafür ist mit dem übersichtlichen Maschinenbedienfeld von ShopMill gesorgt. Dieses Bedienfeld besteht aus 3 Teilen.



### Flachbedientafel OP 10 S:

Wird im folgenden behandelt

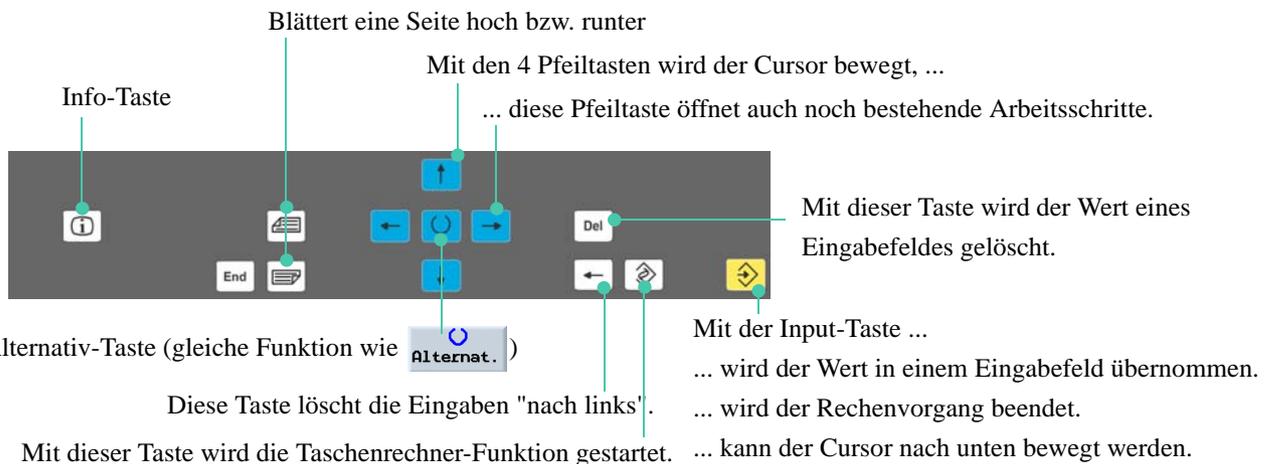
### CNC-Volltastatur:

Die besonderen Tasten sind unten erklärt.

### Maschinensteuertafel:

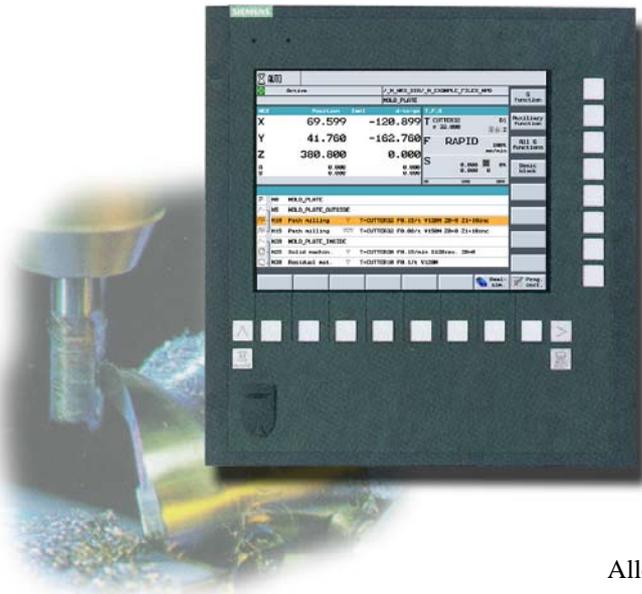
Wird im Kapitel 10 behandelt

Hier sind die wichtigen Tasten der CNC-Volltastatur zur Navigation in ShopMill dargestellt:



2 Damit alles reibungslos funktioniert

Damit Ihnen das "Anfreunden" mit ShopMill leichter fällt, schauen Sie sich doch einmal die Tastengruppen genauer an.



### Softkeys

Die eigentliche Funktionsauswahl in ShopMill geschieht mit den Tasten rund um den Bildschirm. Diese sind größtenteils direkt den einzelnen Menüpunkten zugeordnet. Da sich die Inhalte der Menüs situationsbedingt ändern, spricht man von Softkeys.

Alle **Unterfunktionen** von ShopMill werden über die senkrechten Softkeys erreicht.

Alle **Hauptfunktionen** lassen sich über die horizontalen Softkeys aufrufen.



Das Grundmenü kann jederzeit mit dieser Taste aufgerufen werden - unabhängig davon, in welchem Bedienbereich man sich gerade befindet.

### Grundmenü

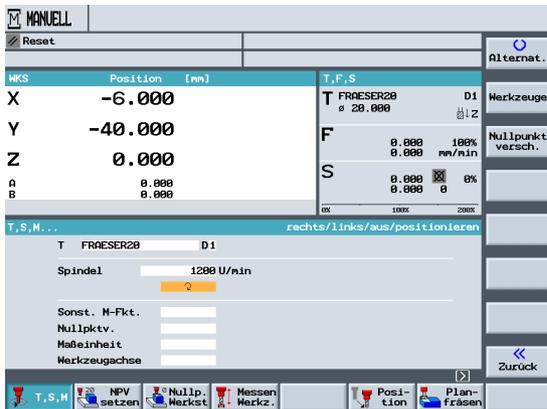


## 2.3 Die Inhalte des Grundmenüs

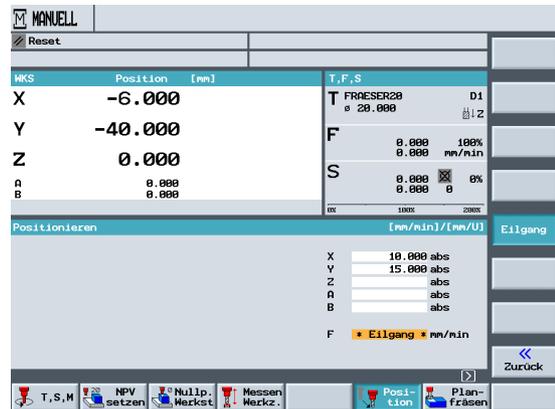


Hier wird die Maschine eingerichtet, das Werkzeug im Handbetrieb verfahren, ...  
Es können auch Werkzeuge vermessen und Werkstück-Nullpunkte gesetzt werden.

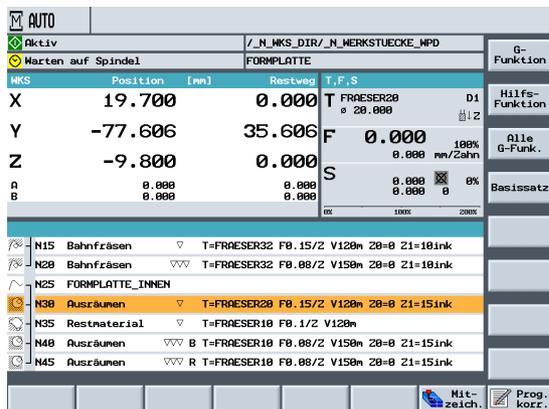
Aufruf eines Werkzeuges und  
Eingabe von technologischen Werten



Eingabe einer Zielposition

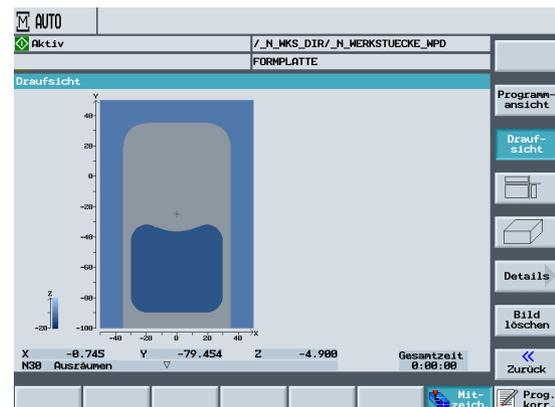


Während der Fertigung wird der aktuelle Arbeitsschritt angezeigt. Dabei kann per Tastendruck auf eine mitlaufende Simulation umgeschaltet werden. Während der Abarbeitung eines Arbeitsplanes können Arbeitsschritte hinzugefügt bzw. ein neuer Arbeitsplan begonnen werden.



Anzeige der Arbeitsschritte und der aktuellen  
Technologie-Daten ...

... oder der Simulation



## 2 Damit alles reibungslos funktioniert



Hier werden die Arbeitspläne und Konturen verwaltet. Desweiteren können hier Arbeitspläne aus- bzw. eingelesen werden.

VERZEICHNIS				
Name	Typ	Geladen	Größe	Datum/Zeit
BEISPIELPROGRAMME	MPD	X	NCK-Dir.	25.08.2003 22:20
CAD_PROGRAM	MPD		NCK-Dir.	23.08.2003 17:20
SHOPMILL	MPD	X	NCK-Dir.	24.08.2003 22:00
TEMP	MPD	X	NCK-Dir.	24.08.2003 21:17
WERKSTUECKE	MPD	X	NCK-Dir.	23.08.2003 20:53

Freier Speicher      Festplatte: 5.8 GBytes    NC: 1512888

Damit die Arbeitsplan-Liste nicht zu lang und damit unübersichtlich wird, können mit dem *Programm-Manager* beliebig viele Verzeichnisse angelegt werden.

VERZEICHNIS				
Name	Typ	Geladen	Größe	Datum/Zeit
BEISPIELPROGRAMME.MPD\...				
DIYS1	MPF	X	2534	26.08.2003 20:12
FLANSCH	MPF	X	4840	28.08.2003 19:19
FLUEGEL	MPF	X	2004	26.08.2003 20:20
FORMPLATTE	MPF	X	3393	28.08.2003 19:11
HEBEL	MPF		3639	28.08.2003 18:34
KOMPLEXE_KONTURTASCHE	MPF	X	2677	26.08.2003 20:16
LAENGSFUHRUNG	MPF		1040	21.04.2002 11:45
PLATTE	MPF	X	2220	28.08.2003 18:24
SPRITZFORM	MPF		1106	28.08.2003 18:45

Freier Speicher      Festplatte: 5.8 GBytes    NC: 1513112

In den einzelnen Verzeichnissen können dann die verschiedenen Arbeitspläne abgespeichert werden.

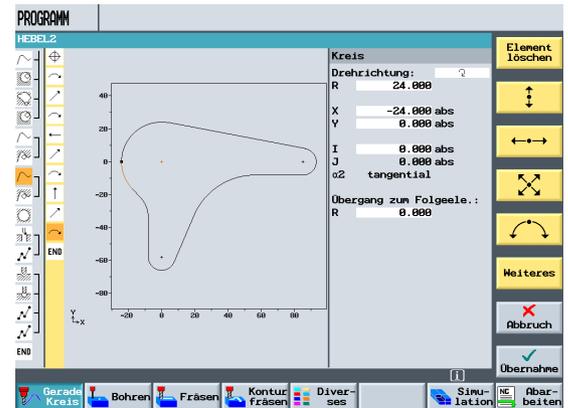
<b>Ab- arbeiten</b>	Der angewählte Arbeitsplan wird in der Bedienart <i>Maschine Auto</i> abgearbeitet.	Arbeitspläne werden von der Festplatte in den NC-Kern verschoben.	<b>Manuell laden</b>
<b>Neu</b>	Ordner und Arbeitspläne werden neu erstellt.	Arbeitspläne werden vom NC-Kern auf die Festplatte verschoben.	<b>Manuell entladen</b>
<b>Um- benennen</b>	Ordner und Arbeitspläne werden umbenannt.	Lange DIN-Programme können auch blockweise übertragen und abgearbeitet werden.	<b>Abarbeit. Festpl.</b>
<b>Markieren</b>	Arbeitspläne werden zum Verschieben oder Kopieren oder ... zusammengefasst.	Es können parallel mehrere Werkstücke bearbeitet werden.	<b>Mehrfach aufspg.</b>
<b>Kopieren</b>	Die markierten Arbeitspläne werden in einen Zwischenspeicher gelegt.	Bereits bestehende Arbeitspläne werden umbenannt.	<b>Daten sichern</b>
<b>Einfügen</b>	Der Inhalt des Zwischenspeichers wird z.B. in einen anderen Ordner eingefügt.	Die Arbeitspläne werden in einen externen Speicher exportiert.	<b>Auslesen</b>
<b>Aus- schneiden</b>	Die markierten Arbeitspläne bzw. Arbeitsschritte werden entfernt und in den Zwischenspeicher gelegt.	Die Arbeitspläne werden von einem externen Speicher importiert.	<b>Einlesen</b>
<b>Weiteres</b>	Mit den Softkeys <i>Weiteres</i> und <i>Zurück</i> kann jederzeit zwischen den Softkey-Leisten umgeschaltet werden.		<b>&lt;&lt; Zurück</b>



Hier wird der Arbeitsplan mit seiner kompletten Bearbeitungsfolge für das jeweilige Werkstück angelegt. Voraussetzung für die optimale Reihenfolge ist das Erfahrungswissen des Facharbeiters.

PROGRAMM		Werkzeug
HEBEL2		
N35	HEBEL_HEBEL	
N40	Tasche Fräsen	T=FRAESER20 F8.3/2 V120m Z0=-5 Z1=Sink
N45	Tasche Restnat.	T=FRAESER10 F8.3/2 V150m Z0=-5 Z1=Sink
N50	Tasche Fräsen	B T=FRAESER20 F8.2/2 V120m Z0=-5 Z1=Sink
N55	HEBEL_KREIS	
N60	Bahnfräsen	T=FRAESER10 F8.15/2 V150m Z0=0 Z1=Sink
N65	HEBEL_HEBEL	
N70	Bahnfräsen	T=FRAESER10 F8.15/2 V150m Z0=-5 Z1=Sink
N75	Kreistasche	T=FRAESER20 F8.3/2 V150m X0=70 Y0=-40
N80	Ausdrehen	T=AUSDREHMERKZEUG F8.08/U S150U
N85	ØØ1: Positionen	Z0=-8 X0=70 Y0=-40
N90	Zentrieren	T=ZENTRIERER12 F150/nin S800U ø11
N95	Bohren	T=BOHRER10 F150/nin S800U Z1=-21
N100	ØØ4: Positionen	Z0=-5 X0=0 Y0=-58 X1=85 Y1=0
N105	ØØ3: Positionen	Z0=0 X0=0 Y0=0
END	Programmende	N=1

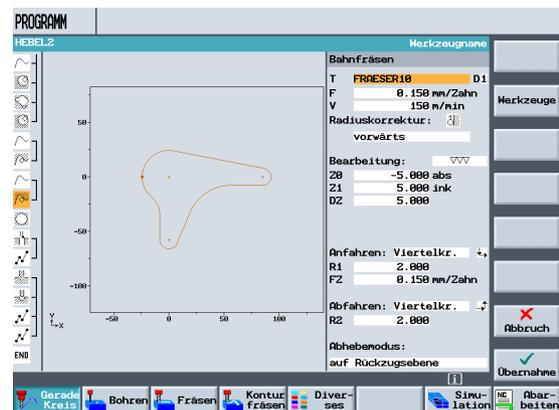
**Kontur**



Die zu bearbeitende Kontur wird grafisch eingegeben ...

... und danach direkt in Späne umgesetzt:  
Geometrie und Technologie sind völlig verzahnt.

**Bearbeitung Bahnfräsen**



- Kontur
- Bahnfräsen inkl. An- und Wegfahrstrategien
- Kreistasche inkl. Technologie und Position
- Ausdreh-Technologie
- Position zum Ausdrehen
- Zentrier-Technologie
- Bohr-Technologie
- Positionen zum Zentrieren und Bohren

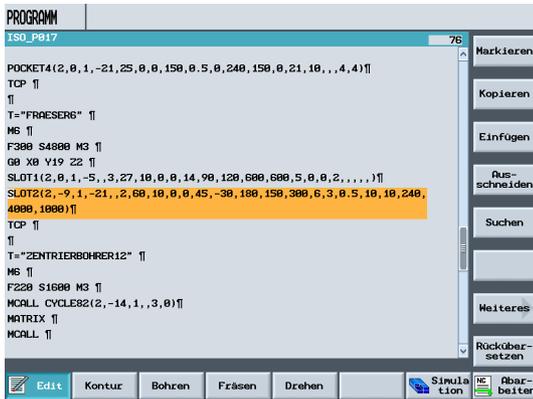
**Beispiel für die Verzahnung von Geometrie und Technologie**

Dieser geometrisch - technologische Zusammenhang wird sehr übersichtlich in der grafischen Anzeige der Arbeitsschritte durch eine "Klammerung" der entsprechenden Symbole gezeigt. Dabei bedeutet die "Klammerung" eine Verkettung von Geometrie und Technologie zu einem Arbeitsschritt.

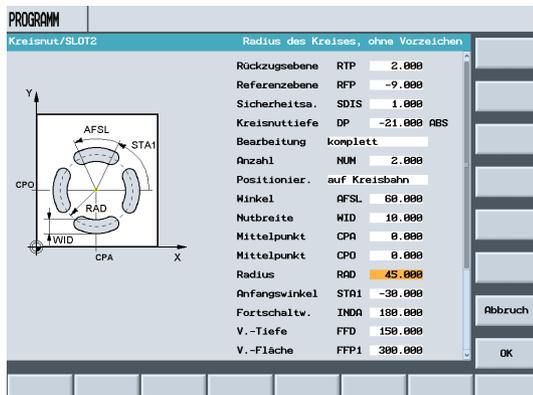
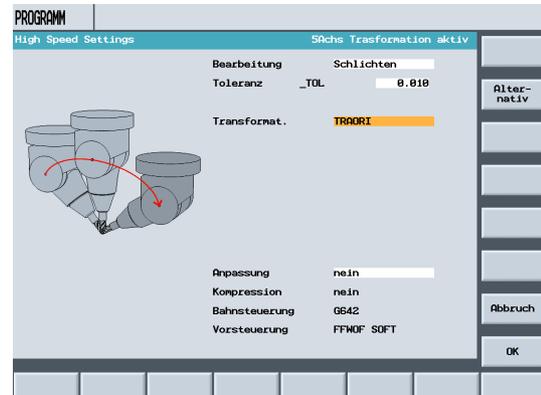
## 2 Damit alles reibungslos funktioniert



Die ShopMill-Oberfläche basiert auf der bewährten Steuerung Sinumerik 810D. Innerhalb von ShopMill steht damit auch der gesamte Befehlsumfang der DIN/ISO-Standardoberfläche zur Verfügung.



Die Kombination von ShopMill mit der Sinumerik 810D ergibt eine große Flexibilität in der CNC-Fertigung.



Für die G-Code-Programmierung der 810D/840D gibt es eine eigenständige Einsteiger-Anleitung (Bestell-Nr. 6FC5095-0AB00-0AP1) mit zwei Beispiel-Programmen für Fräswerkstücke.

Wie bereits im Kapitel 1 beschrieben, können neben normalen SINUMERIK-Programmen auch NC-Programme (inklusive Zyklen) in anderen Steuerungs-Sprachen eingelesen werden. Diese Befehle werden von ShopMill "verstanden" und in Späne umgesetzt.

### N90 G291 (Anwahl der externen Sprache)

N100 G17 G54 Ebenen-Anwahl und Nullpunktverschiebung

N105 G90 G00 G43 X0 Y0 H1 Z100 ...

N110 G83 X10 Y11 Z-30 R10 F100 Q8 Bohrzyklus mit den steuerungsbezogenen Parametern

N120 X80 Y90 Bohrposition

N130 G80 Ende Bohrzyklus

N140 G53 X20 Y20...

N150 G55...

N160 G290 (Zurück zur SINUMERIK-Sprache)

**NC Alarm-liste**

MELDUNGEN 16923 Kanal 1 Aktion Aktive Verarbeitung anhalten in aktuellen Zustand nicht erlaubt

Nr.	Zeit	Meldung/Alarm
16923	22:11:30:00	Kanal 1 Aktion Aktive Verarbeitung anhalten in
NCK	25.08.03	aktuellen Zustand nicht erlaubt
61234	22:11:30:00	Kanal 1 Satz : ShopMill-Unterprogramm
NCK	25.08.03	_N_ECKENBEARBEITUNG_MPF nicht ausführbar, da nic

Hier werden alle aktuell anstehenden Meldungen und Alarme mit entsprechender Fehlernummer, der Fehlerauftritt-Zeit und weiteren Erläuterungen angezeigt.

Eine Auflistung der Meldungen und Alarme finden Sie in der Anwender-Dokumentation von ShopMill.

**Werkz. Nullp.**

Keine Zerspantung ohne Werkzeuge. Diese können in einer Werkzeugliste verwaltet ...

**WERKZEUGE**

Werkzeugliste

P1.	Typ	Werkzeugname	DP	1.	Schneide	Länge	ø	N	1	2
4	FRÄSER	FRÄSER20	1	98.300	20.000			3	X	
5	FRÄSER	FRÄSER32	1	119.200	32.000			3	X	
6	FRÄSER	FRÄSER60	1	110.000	60.000			6	X	
7	PLANFRÄSER	PLANFRÄSER63	1	133.500	63.000			5	X	
8	BOHRER	BOHRER0.5	1	122.000	8.500	118.0			X	
9	BOHRER	BOHRER9.8	1	105.000	9.800	118.0			X	
10	GEHINDEBOHRER	GEHINDEBOHRER M10	1	91.300	10.000	1.500			X	
11	BOHRER	BOHRER10	1	109.500	10.000	118.0			X	

**WERKZEUGE**

Magaz.in      Magaz.in/Platz      sperzen

P1.	Typ	Werkzeugname	DP	Platz-	Werkz.
				sperre	zustand
4	FRÄSER	FRÄSER20	1		
5	FRÄSER	FRÄSER32	1		
6	FRÄSER	FRÄSER60	1		
7	PLANFRÄSER	PLANFRÄSER63	1		
8	BOHRER	BOHRER0.5	1		
9	BOHRER	BOHRER9.8	1		
10	GEHINDEBOHRER	GEHINDEBOHRER M10	1		
11	BOHRER	BOHRER10	1		

... und zu einem Magazin zusammengestellt werden.

**WERKZEUGE**

Basis (G500)

MKS	X	Y	Z	MKS	X1	Y1	Z1
	-6.000				-96.960		
		-40.000				-190.000	
			10.000				-122.000

	X	Y	Z	X	Y	Z
Basis	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
NPV1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
NPV2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
NPV3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Program	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Maßstab	1.000	1.000	1.000			
Spiegel						
Gesamt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Die Nullpunkte werden in einer übersichtlichen Nullpunktstabelle gespeichert.

# 3 Grundlagen für Einsteiger

In diesem Kapitel werden die allgemeinen Grundlagen der Geometrie und der Technologie für das Fräsen erläutert. Hierbei sind noch keine Eingaben in ShopMill vorgesehen.

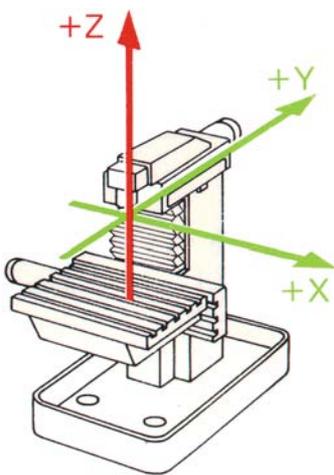
## 3.1 Geometrische Grundlagen

### 3.1.1 Werkzeugachsen und Arbeitsebenen

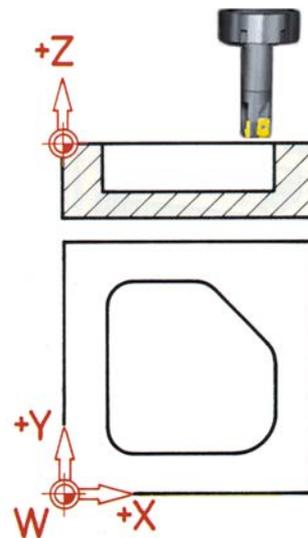
Auf Universalfräsmaschinen kann das Werkzeug parallel zu jeder der drei Hauptachsen eingebaut werden. Diese rechtwinklig zueinanderstehenden Achsen sind nach DIN 66217 bzw. ISO 841 auf die Hauptführungsbahnen der Maschine ausgerichtet.

Durch die Einbaulage des Werkzeuges ergibt sich eine entsprechende Arbeitsebene. Meistens ist Z die Werkzeugachse.

### Werkzeugachse Z

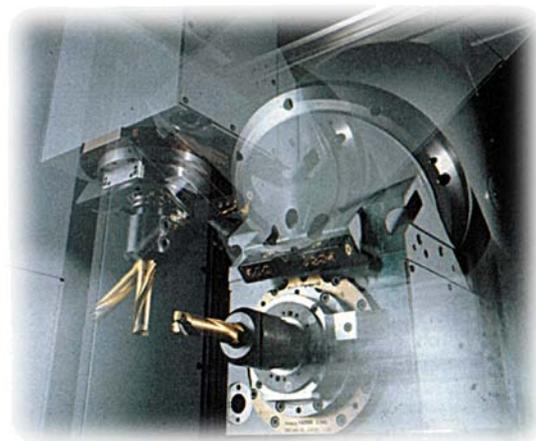
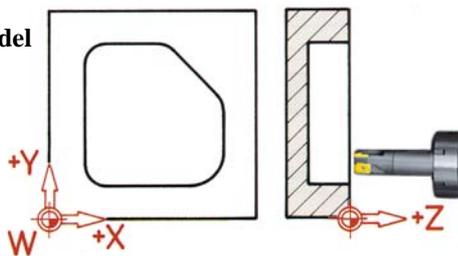


Vertikale Spindel



Der Wechsel der Werkzeug-Einbaulage wird auf modernen Maschinen mittels des Universal-Schwenkkopfes ohne Umbaumaßnahmen in wenigen Sekunden ausgeführt.

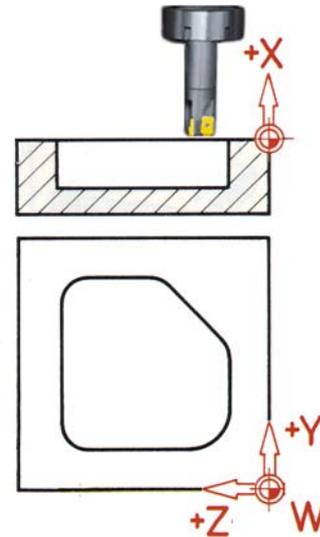
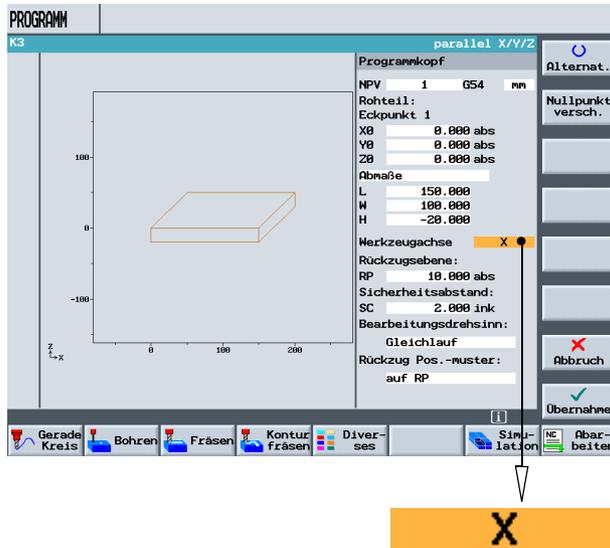
Horizontale Spindel



Wird das auf der vorherigen Seite dargestellte Koordinatensystem entsprechend gedreht, so ändern sich die Achsen und deren Richtungen in der jeweiligen Arbeitsebene (DIN 66217).

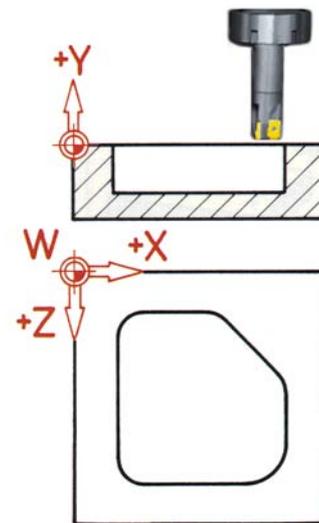
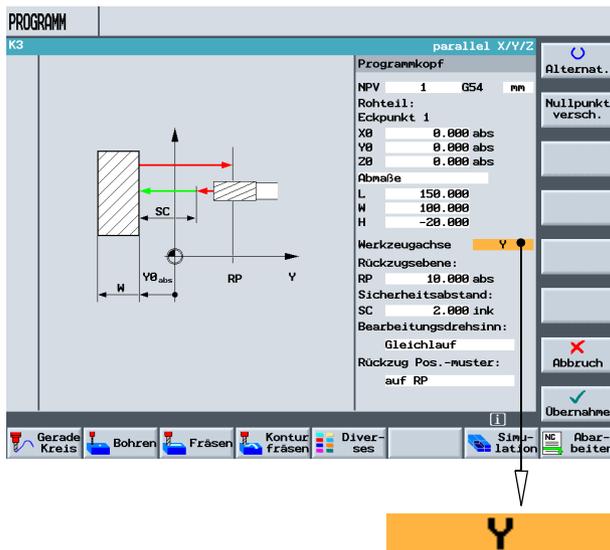
## Werkzeugachse X

Die Abbildung zeigt den Programmkopf, wenn auf die Werkzeugachse X umgestellt wurde.



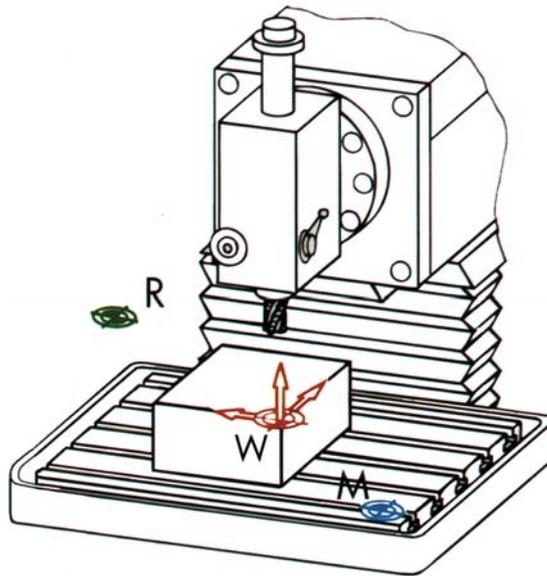
## Werkzeugachse Y

Selbstverständlich kann mittels der Taste  ein Hilfebild zur Unterstützung bei der Auswahl der Werkzeugachse und Werteingabe im Programmkopf aufgerufen werden.



### 3.1.2 Punkte im Arbeitsraum

Damit sich eine CNC-Steuerung - wie die SINUMERIK 810D mit ShopMill - über das Mess-System im vorhandenen Arbeitsraum orientieren kann, gibt es dort einige wichtige Bezugspunkte.



#### Maschinen-Nullpunkt M



Der Maschinen-Nullpunkt M wird vom Hersteller festgelegt und kann nicht verändert werden. Er liegt im Ursprung des Maschinen-Koordinatensystems.

#### Werkstück-Nullpunkt W



Der Werkstück-Nullpunkt W, auch Programm-Nullpunkt genannt, ist der Ursprung des Werkstück-Koordinatensystems. Er kann frei gewählt werden und sollte dort angeordnet sein, von wo in der Zeichnung die meisten Maße ausgehen.

#### Referenzpunkt R



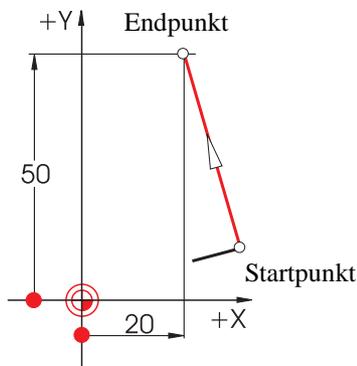
Der Referenzpunkt R wird zum Nullsetzen des Mess-Systems angefahren, da der Maschinen-Nullpunkt meist nicht angefahren werden kann. Die Steuerung findet so ihren Zählansfang im Wegmess-System.

### 3.1.3 Absolute und inkrementale Maßangaben

#### Absolute Eingabe:

Die eingegebenen Werte beziehen sich auf den Werkstück-Nullpunkt.

Gerade	
X	20.000 abs
Y	50.000 abs

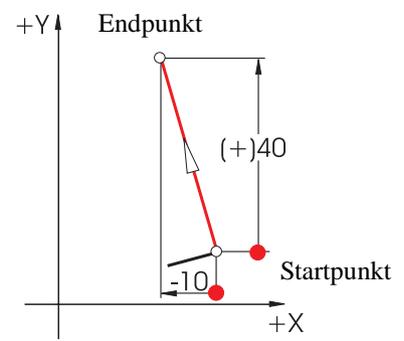


Mit der Taste **Alternat.** kann jederzeit umgeschaltet werden.

#### Inkrementale Eingaben:

Die eingegebenen Werte beziehen sich auf den Startpunkt.

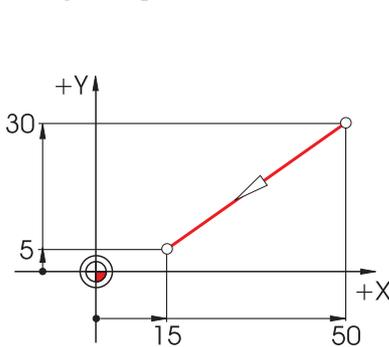
Gerade	
X	-10.000 ink
Y	40.000 ink



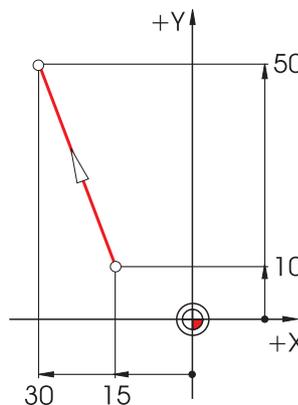
Bei absoluten Eingaben sind immer die **absoluten** Koordinaten-Werte des **Endpunktes** einzugeben (der Startpunkt wird nicht betrachtet).

Bei inkrementalen Eingaben sind immer die **Differenz** - Werte zwischen **Startpunkt** und **Endpunkt** unter Beachtung der **Richtung** einzugeben.

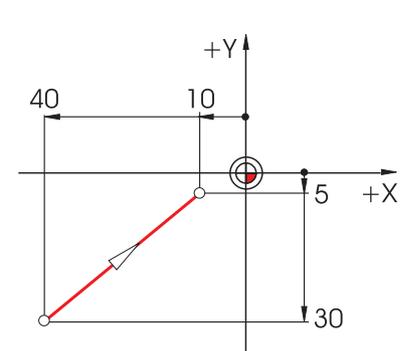
Hier einige Beispiele in der Kombination absolut/inkremental:



**Absolut: X15 Y5**  
**Inkremental: X-35 Y-25**



**Absolut: X-30 Y50**  
**Inkremental: X-15 Y40**



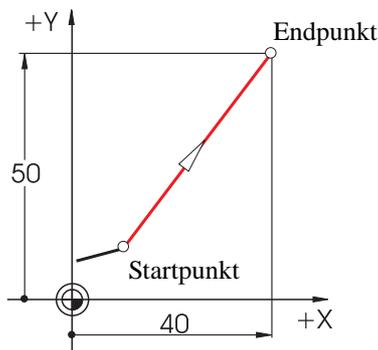
**Absolut: X-10 Y-5**  
**Inkremental: X30 Y25**

### 3.1.4 Geradlinige Bewegungen

Zur eindeutigen Bestimmung eines Endpunktes werden zwei Angaben benötigt. Die Angaben können wie folgt aussehen:

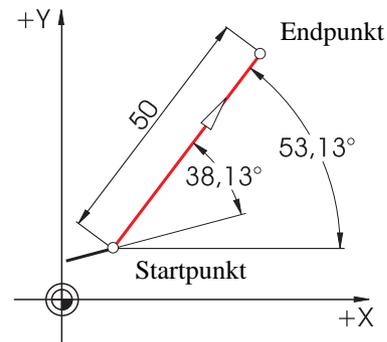
**Kartesisch:** Eingabe der Koordinaten X und Y

Gerade	
X	40.000 abs
X	30.000 ink
Y	50.000 abs
Y	40.000 ink
L	50.000
$\alpha_1$	53.130 °
$\alpha_2$	38.130 °
Überg. zum Folgeelement	
R	0.000



**Polar:** Eingabe der Länge und eines Winkels

Gerade	
X	40.000 abs
X	30.000 ink
Y	50.000 abs
Y	40.000 ink
L	50.000
$\alpha_1$	53.130 °
$\alpha_2$	38.130 °
Überg. zum Folgeelement	
R	0.000



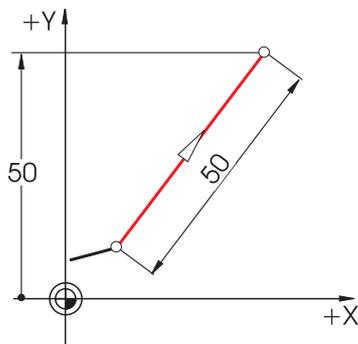
Winkel 38,13° = Winkel zum Vorgängerelement

oder

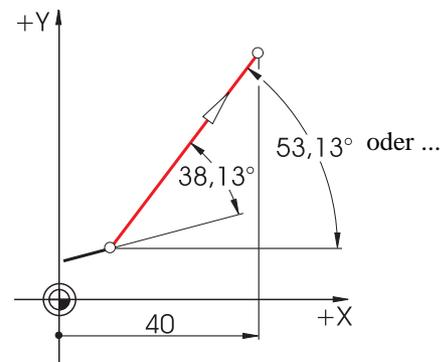
Winkel 53,13° = Startwinkel zur positiven X-Achse

Es können kartesische und polare Eingaben kombiniert werden, z.B.:

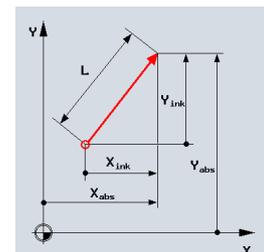
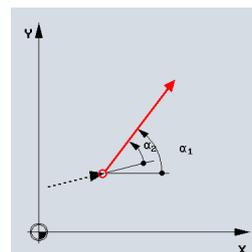
Eingabe des Endpunktes in Y und der Länge



Eingabe des Endpunktes in X und eines Winkels



Die kontextbezogenen ShopMill-Hilfebilder lassen sich während der Eingabe aufrufen und zeigen die Bezeichnungen der einzelnen Eingabefelder.



### 3.1.5 Kreisförmige Bewegungen

Bei Kreisbögen geben X und Y den Endpunkt an, der Kreismittelpunkt wird mit I und J eingegeben. In ShopMill können diese 4 Werte, und zwar jeder für sich, **absolut** oder **inkremental** eingegeben werden.

Während X und Y absolut eingegeben werden, wird der Mittelpunkt mit I und J bei den meisten Steuerungen inkremental eingegeben. Dabei muss nicht nur die Differenz vom Anfangspunkt A zum Mittelpunkt M bestimmt werden (oft in Kombination mit mathematischen Berechnungen), sondern auch die Richtung und damit das Vorzeichen.

Bei ShopMill dagegen braucht man wegen der Möglichkeit der absoluten Mittelpunkt-Eingabe keinerlei Berechnungen durchzuführen - jede noch so komplizierte Kontur kann mit dem Konturrechner mühelos grafisch bestimmt werden.

#### Eingabe des Mittelpunktes (absolut):

**Kreis**

Drehrichtung:

R

X  abs

Y  abs

I  abs

J  abs

$\alpha 2$

Überg. zum Folgeelement R

#### Nach Input:

**Kreis**

Drehrichtung:

R

X  abs

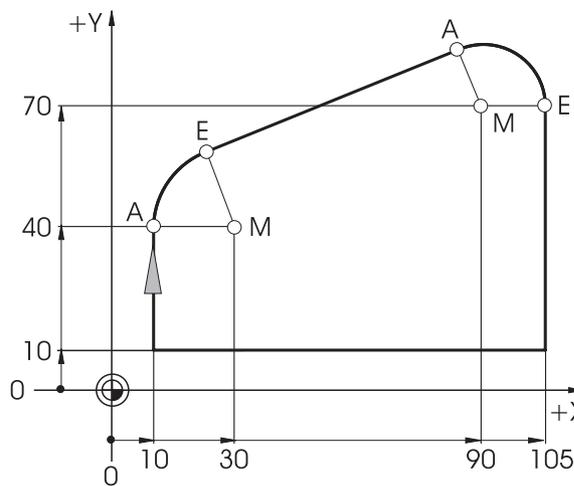
Y  abs

I  abs

J  abs

$\alpha 2$

Überg. zum Folgeelement R



Werte (hier Radien), die sich aufgrund bereits eingegebener Daten ergeben, werden von ShopMill automatisch berechnet.

**Kreis**

Drehrichtung:

R

X  abs

Y  abs

I  abs

J  abs

$\alpha 2$

Überg. zum Folgeelement R

#### Nach Input:

**Kreis**

Drehrichtung:

R

X  abs

Y  abs

I  abs

J  abs

$\alpha 2$

Überg. zum Folgeelement R

Bei ShopMill können auch **alle** möglichen Geometrie-Werte angezeigt werden:

#### Anzeige aller Parameter:

**Kreis**

Drehrichtung:

R

X  abs

X  ink

Y  abs

Y  ink

I  abs

I  ink

J  abs

J  ink

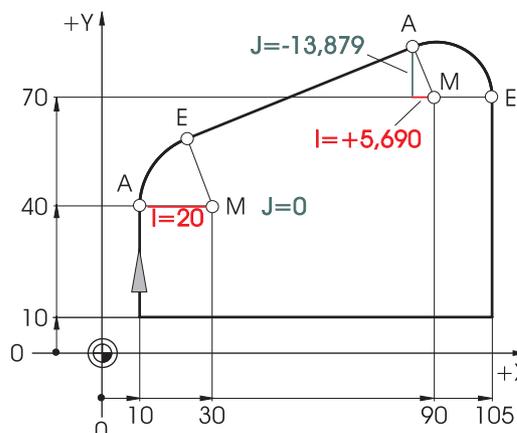
$\alpha 1$   °

$\alpha 2$   °

$\beta 1$   °

$\beta 2$   °

Überg. zum Folgeelement R



**Kreis**

Drehrichtung:

R

X  abs

X  ink

Y  abs

Y  ink

I  abs

I  ink

J  abs

J  ink

$\alpha 1$   °

$\alpha 2$   °

$\beta 1$   °

$\beta 2$   °

Überg. zum Folgeelement R

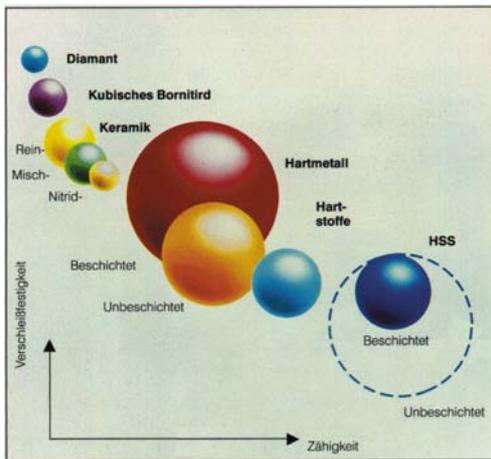
Ein weiterer Vorteil der absoluten Mittelpunkt-Bemassung: Sie brauchen bei Umkehr der Fräsrichtung die Werte für I und J nicht neu berechnen.

## 3.2 Technologische Grundlagen

Grundvoraussetzungen zur optimalen Fertigung sind gute Kenntnisse der Werkzeuge, wobei insbesondere die Schneidstoffe der Werkzeuge, die Einsatzmöglichkeiten der Werkzeuge und die jeweils optimalen Schnittdaten gemeint sind.

### 3.2.1 Moderne Fräs- und Bohrwerkzeuge

Während früher die HSS-Werkzeugstähle dominierten, werden heute zur Erhöhung der Produktivität meist Hartmetalle, Keramik-Platten, kubische Bornitrid- (CBN) Platten und polykristalline Diamant-Werkzeuge eingesetzt. Das folgende Diagramm zeigt die prozentuale Verteilung der Schneidstoffe und deren Eigenschaften, bezogen auf die Zähigkeit und die Verschleißfestigkeit.



Das Diagramm ist einem SANDVIK-Werkzeugkatalog entnommen. Mit aufgeführt sind auch die neu entwickelten Hartstoffe, die durch ein ausgewogenes Verhältnis von Zähigkeit und Verschleißfestigkeit eine besonders hohe Produktivität ergeben. Solche Schneidstoffe haben noch weitere Vorteile: Höhere Standzeiten und bessere Oberflächengüten.

Unbeschichtete Werkzeuge aus HSS

Werkzeuge mit gesinterten Schneidplatten

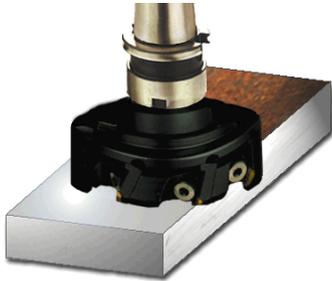


Titan-Nitrid (TiN)-beschichtete Bohr- und Fräswerkzeuge



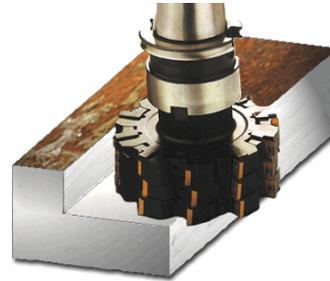
### 3.2.2 Die Werkzeuge im Einsatz

**Planfräser**



Mit dem Planfräser (auch Messerkopf genannt) werden große Volumina abgetragen.

**Walzenstirnfräser**



Mit dem Walzenstirnfräser werden rechtwinklige Konturabschnitte mit senkrechten Schultern erzeugt.

**Wendelschaftfräser**



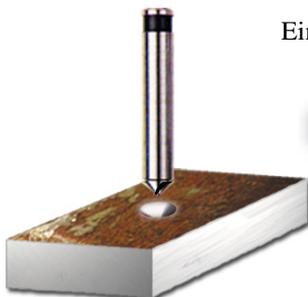
Der Wendelschaftfräser ist ein vielschneidiges Werkzeug, welches durch die wendelförmige Anordnung der Schneiden eine besonders "ruhige" Bearbeitung ergibt.

**Langlochfräser**



Der Langlochfräser (auch Bohrnutenfräser genannt) schneidet über die Mitte und kann deshalb ins Volle eintauchen. Er hat meist 2 oder 3 Schneiden.

**NC-Anbohrer**



NC-Anbohrer dienen zum Zentrieren und zum Erzeugen einer Fase für die nachfolgende Bohrung. ShopMill berechnet automatisch die Tiefe, wenn Sie den Außendurchmesser der Fase angeben.

Eingabewert



**Spiralbohrer**



Bei ShopMill können Sie zwischen verschiedenen Bohrarten wählen (Spanbruch, Tieflochbohren, ...). Die Bohrspitze 1/3D wird bei ShopMill automatisch verrechnet.

**Vollbohrer**



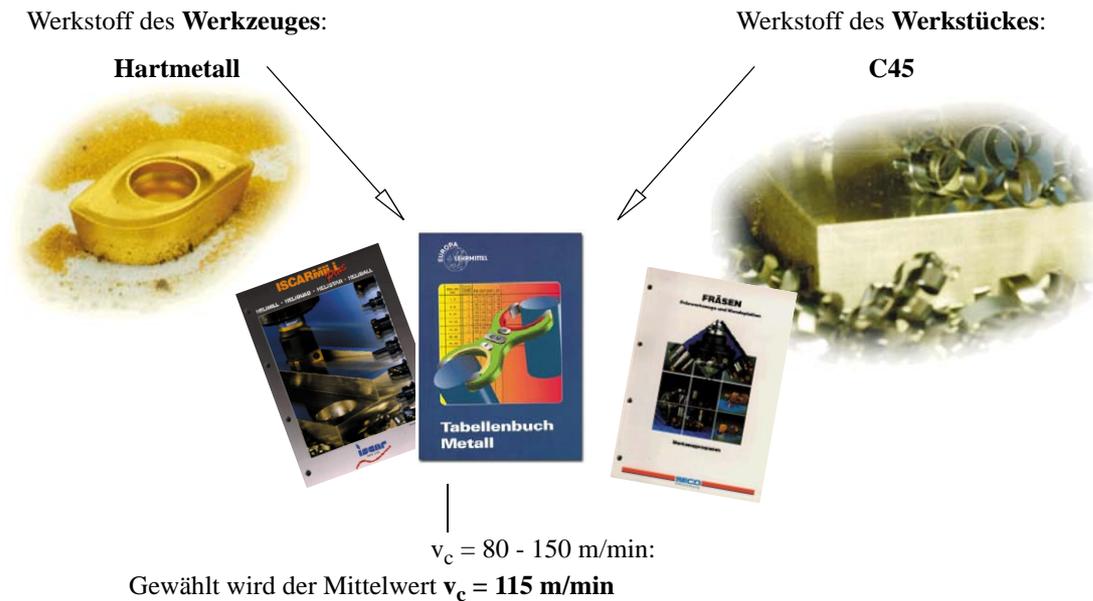
Vollbohrer sind mit Wendepplatten bestückt und nur für Bohrungen mit größerem Durchmesser verfügbar. Der Bohrvorgang muss immer ohne Unterbrechung erfolgen.

### 3.2.3 Schnittgeschwindigkeit und Drehzahlen

Die jeweils optimale Drehzahl eines Werkzeuges hängt von dem Schneidstoff des Werkzeuges und dem Werkstoff des Werkstückes sowie vom Werkzeug-Durchmesser ab. Diese Drehzahl wird in der Praxis häufig auch aufgrund langjähriger Erfahrungen ohne Berechnungen sofort eingegeben. Besser ist es jedoch, die Drehzahl über die aus Tabellen entnommene Schnittgeschwindigkeit zu berechnen.

#### Bestimmung der Schnittgeschwindigkeit:

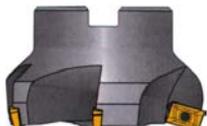
Mit Hilfe der Hersteller-Kataloge oder eines Tabellenbuches wird zunächst die optimale Schnittgeschwindigkeit ermittelt.



Mit dieser Schnittgeschwindigkeit und dem bekannten Werkzeug-Durchmesser wird die Drehzahl  $n$  berechnet.

$$n = \frac{v_c \cdot 1000}{d \cdot \pi}$$

Beispielhaft wird hier die Drehzahl für zwei Werkzeuge berechnet:

	$d_1 = 40\text{mm}$	$d_2 = 63\text{mm}$	
$n_1 = \frac{115\text{mm} \cdot 1000}{40\text{mm} \cdot \pi \cdot \text{min}}$			$n_2 = \frac{115\text{mm} \cdot 1000}{63\text{mm} \cdot \pi \cdot \text{min}}$
	$n_1 \approx 900 \frac{1}{\text{min}}$	$n_2 \approx 580 \frac{1}{\text{min}}$	

In der NC-Codierung wird die Drehzahl mit dem Buchstaben **S** (engl. Speed) angegeben. Die Eingaben lauten also:

Bahnfräsen	
T	FRAESER40 D1
F	Ø. 150 mm/Zahn
S	900 U/min

S900

Bahnfräsen	
T	FRAESER63 D1
F	Ø. 150 mm/Zahn
S	580 U/min

S580

### 3.2.4 Vorschub pro Zahn und Vorschubgeschwindigkeiten

Auf der vorherigen Seite haben Sie gelernt, wie man die Schnittgeschwindigkeit ermittelt und die Drehzahl berechnet. Damit das Werkzeug zerspant, muss dieser Schnittgeschwindigkeit bzw. Drehzahl eine Vorschubgeschwindigkeit des Werkzeuges zugeordnet werden.

Der Basiswert für die Berechnung der Vorschubgeschwindigkeit ist die Kenngröße Vorschub pro Zahn. Wie die Schnittgeschwindigkeit wird der Wert für den Vorschub pro Zahn aus dem Tabellenbuch, den Unterlagen der Werkzeughersteller oder aus Erfahrungswissen entnommen.

#### Bestimmung des Vorschubes pro Zahn:

Schneidstoff des **Werkzeuges:**

**Hartmetall**



Werkstoff des **Werkstückes:**

**C45**



$$f_z = 0,1 - 0,2 \text{ mm:}$$

Gewählt wird der Mittelwert  $f_z = 0,15 \text{ mm}$

Mit dem Vorschub pro Zahn, der Zähnezahl und der bekannten Drehzahl wird die Vorschubgeschwindigkeit  $v_f$  berechnet.

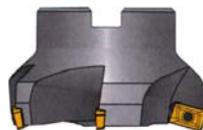
$$v_f = f_z \cdot z \cdot n$$

Beispielhaft wird hier die Vorschubgeschwindigkeit für zwei Werkzeuge mit unterschiedlicher Zähnezahl berechnet:

$$d_1 = 63\text{mm}, z_1 = 4$$

$$d_2 = 63\text{mm}, z_2 = 9$$

$$v_{f1} = 580 \frac{1}{\text{min}} \cdot 0,15\text{mm} \cdot 4$$



$$v_{f2} = 580 \frac{1}{\text{min}} \cdot 0,15\text{mm} \cdot 9$$



$$v_{f1} = 348 \frac{\text{mm}}{\text{min}}$$

$$v_{f2} = 783 \frac{\text{mm}}{\text{min}}$$

In der NC-Codierung wird die Vorschubgeschwindigkeit mit **F** (engl. Feed) angegeben. Die Eingaben lauten also:

Bahnfräsen		
T	FRAESER63	D1
F	340.000 mm/min	
S	580 U/min	

**F340**

**F780**

Bahnfräsen		
T	FRAESER63	D1
F	780.000 mm/min	
S	580 U/min	

# 4 Gut gerüstet

In diesem Kapitel erfahren Sie, wie die Werkzeuge für die Beispiele der folgenden Kapitel erstellt werden. Desweiteren wird hier beispielhaft die Verrechnung der Werkzeuglängen und das Setzen des Werkstück-Nullpunktes erläutert.

## 4.1 Werkzeugverwaltung

ShopMill bietet drei Listen zur Werkzeugverwaltung an.

### 1. Werkzeugliste

Hier werden alle in der NC vorliegenden Werkzeuge und deren Korrekturdaten eingegeben und angezeigt, unabhängig davon, ob die Werkzeuge einem Magazinplatz zugeordnet sind oder nicht.

Es stehen zahlreiche Werkzeugtypen zur Verfügung. Je Werkzeugtyp gibt es verschiedene geometrische Parameter (z.B. Winkelangabe bei Bohren).

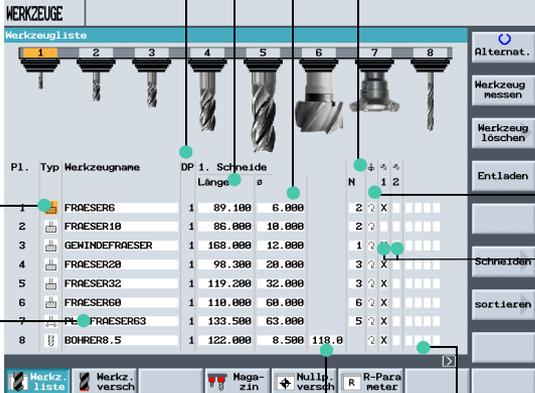
-  **FRAESER**
-  **BOHRER**
-  **ZENTRIERER**
-  **KANTENTASTER**
-  **GESENKFR\_ZYL**
-  **KUGELKOPFFR**
-  **FR\_ECKENRADIUS**
-  **PLANFRAESER**
-  **FRAESER\_KEG**
-  **GEWINDEBOHRER**
-  **GESENKFR\_KEG**

Durchmesser des Werkzeuges

Länge des Werkzeuges

DP = Duplo-Nummer (hiermit wird ein gleichnamiges Schwester-Werkzeug angelegt)

Da in ShopMill auch der Vorschub/Zahn eingegeben werden kann, muss hier die Anzahl der Zähne eingetragen werden.



Drehrichtung des Werkzeuges

Kühlmittelzufuhr 1 und 2 ein- und ausschaltbar

Der Werkzeugname wird aufgrund des gewählten Werkzeugtyps automatisch vorgeschlagen. Dieser Name kann beliebig geändert werden, darf jedoch die Anzahl von 17 Zeichen nicht überschreiten. Bei der Eingabe sind alle Buchstaben (außer Umlauten), Ziffern und Unterstriche erlaubt.

Spitzenwinkel des Werkzeuges

Weitere werkzeugspezifische Funktionen, wie z. B. das Überwachen von Drehzahlen oder einem Werkzeugbruch

## 2. Werkzeugverschleißliste

Hier werden die Verschleißdaten für die jeweiligen Werkzeuge festgelegt.

Hier wird der Werkzeugverschleiß eingegeben, bezogen auf die Differenzwerte der Werkzeuglänge bzw. des Werkzeugdurchmessers.

Hier wird die Standzeit in Minuten eingegeben, wenn diese Funktion (T) zuvor freigeschaltet wurde.

Pl.	Typ	Werkzeugname	DP	ΔLänge	Δd	T	Vorwarn C	Standz.
1	FRASER6		1	0.000	0.000			
2	FRASER10		1	0.000	0.000	T	0.0	00.0
3	GEWINDFRASER		1	0.000	0.000			
4	FRASER20		1	0.000	0.000			
5	FRASER32		1	0.000	0.000			
6	FRASER60		1	0.000	0.000			
7	PLANFRASER63		1	0.000	0.000			
8	BOHRER6.5		1	0.000	0.000			

Mit diesen Umschaltfeldern können folgende Eigenschaften festgelegt werden:

1. Werkzeug sperren
2. Werkzeug übergroß
3. Werkzeug auf Festplatz

Hier wird die Anzahl der Werkzeugeinwechselungen eingegeben, wenn diese Funktion (C) zuvor eingeschaltet wurde.

Hier wird die Überwachung des Werkzeuges festgelegt, bezogen auf die Standzeit oder die Anzahl der Werkzeugeinwechselungen. Bei T wird die Standzeit, bei C die Anzahl der Einwechselungen überwacht.

## 3. Magazinliste

In der Magazinliste sind alle Werkzeuge enthalten, die einem bzw. mehreren Werkzeugmagazin(en) zugeordnet sind. Über diese Liste wird der Zustand eines jeden Werkzeuges angezeigt. Zudem können einzelne Magazinplätze für vorgesehene Werkzeuge reserviert bzw. gesperrt werden.

Pl.	Typ	Werkzeugname	DP	Platz- spez.	Werkz. zustand
1	FRASER6		1		
2	FRASER10		1		
3	GEWINDFRASER		1		
4	FRASER20		1		
5	FRASER32		1		
6	FRASER60		1		
7	PLANFRASER63		1		
8	BOHRER6.5		1		

Hier wird der aktuelle Werkzeugzustand angezeigt.



Hier wird die Platzsperre eingeschaltet.

## 4.2 Verwendete Werkzeuge

In diesem Kapitel werden die Werkzeuge, die für die spätere Bearbeitung der Beispiele notwendig sind, in die Werkzeugliste eingetragen.

### Werkzeug erstellen:



... leeren Platz suchen



- Fräser
- Planfräser
- Bohrer
- Gewindebohrer
- Zentrierer
- Weitere

Werkzeugtyp auswählen und Daten eingeben

Werkzeuge

Werkzeugliste

P1.	Typ	Werkzeugname	DP	1. Schneide		N	1	2
				Länge	Ø			
1	Fräser	FRAESER6	1	89.100	6.000	2	X	
2	Fräser	FRAESER10	1	86.000	10.000	2	X	
3	Gewindefräser	GEWINDEFRAESER	1	168.000	12.000	1	X	
4	Fräser	FRAESER20	1	98.300	20.000	3	X	
5	Fräser	FRAESER32	1	119.200	32.000	3	X	
6	Fräser	FRAESER60	1	110.000	60.000	6	X	
7	Planfräser	PLANFRAESER63	1	133.500	63.000	5	X	
8	Bohrer	BOHRER8.5	1	122.000	8.500	118.0	X	

Werkzeuge

Werkzeugliste

P1.	Typ	Werkzeugname	DP	1. Schneide		N	1	2
				Länge	Ø			
9	Bohrer	BOHRER9.8	1	105.000	9.800	118.0	X	
10	Gewindebohrer	GEWINDEBOHRER M10	1	91.300	10.000	1.500	X	
11	Bohrer	BOHRER10	1	109.500	10.000	118.0	X	
12	Vollbohrer	VOLLBOHRER30	1	150.000	30.000	180.0	X	
13	Ausdrehwerkzeug	AUSDREHWERKZEUG	1	122.000	48.840	0.0	X	
14	Zentrierer	ZENTRIERER12	1	85.200	12.000	90.0	X	
15	Kantentaster	KANTENTASTER	1	120.000	4.000		X	
16								

Hinweis: Die Fräser mit den Durchmessern 6, 10, 20 und 32 müssen eintauchen können, da diese in den folgenden Beispielen auch für das Fräsen von Taschen verwendet werden.

### 4.3 Werkzeuge im Magazin

Im folgenden lernen Sie, wie die Werkzeuge in das Magazin eingesetzt werden.

Wählen Sie in der Werkzeugliste ein Werkzeug ohne Platznummer aus und drücken Sie die Taste **Beladen**.

Der folgende Dialog bietet Ihnen den ersten freien Magazinplatz an, den Sie ändern oder direkt übernehmen können.

So kann das Magazin für die folgenden Übungen aussehen.



### 4.4 Werkzeuge vermessen

Im folgenden lernen Sie, wie die Werkzeuge verrechnet werden.

Setzen Sie über den Softkey **T,S,M** ein Werkzeug in die Spindel ein. Wechseln Sie dann in das Menü **Messen Werkz.**.

Messen Werkz.

Länge Manuell

Durchm. Manuell

Länge Auto

Durchm. Auto

Abgleich Meßtaster

*Länge Manuell*

*Durchm. Manuell*

*Länge Auto*

*Durchm. Auto*

*Abgleich Meßtaster*

Mit der Funktion *Länge Manuell* wird das Werkzeug in Z-Richtung vermessen.

Mit der Funktion *Durchm. Manuell* wird der Durchmesser des Werkzeuges vermessen.

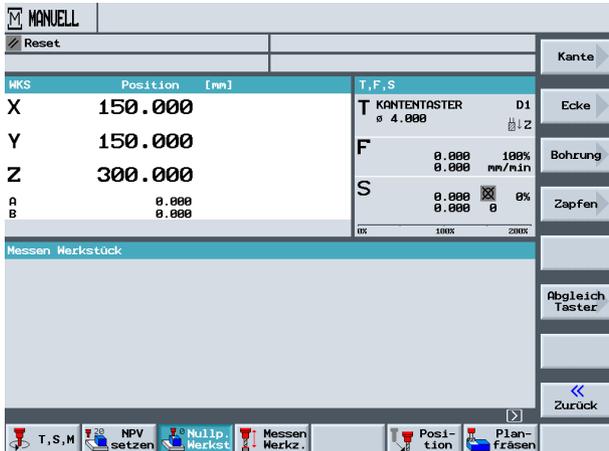
Mit der Funktion *Länge Auto* wird das Werkzeug in Z-Richtung mit Hilfe eines Werkzeugmesstasters vermessen.

Mit der Funktion *Durchm. Auto* wird der Durchmesser des Werkzeuges mit Hilfe eines Werkzeugmesstasters vermessen.

Mit der Funktion *Abgleich Messtaster* wird die Werkzeuglänge bzw. der Werkzeugdurchmesser automatisch vermessen.

## 4.5 Setzen des Werkstück-Nullpunktes

Um den Werkstück-Nullpunkt zu setzen, muss im Grundmenü auf die Bedienart *Maschine Manuell* umgeschaltet werden.



Im Untermenü der Option *Nullp. Werkst* stehen mehrere Möglichkeiten zur Verfügung, um den Werkstück-Nullpunkt zu setzen.

Beispielhaft wird nun der Nullpunkt einer Werkstückkante ( **Kante** ) mit einem Kantentaster gesetzt.

Mit dieser Taste wird die Liste der Nullpunktverschiebungen aufgerufen, die dann in das Feld *Nullpunktversch.* eingesetzt werden können.

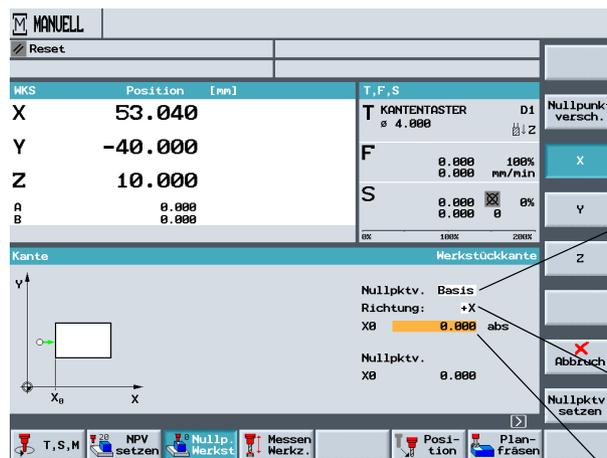
### Vorgehensweise:

1. **Kante**
2. Anwahl der Kante  
X (das Hilfebild zeigt die notwendige Antastrichtung an).

3. Antasten der Werkstückkante

4. **Nullpktv. setzen**  
 Der Werkstück-Nullpunkt wird unter Berücksichtigung des Kantentaster-Durchmessers (4 mm) gesetzt.

Dieser Verrechnungsvorgang muss nun für Y mit dem Kantentaster und für Z (meist mit dem Fräser) wiederholt werden.

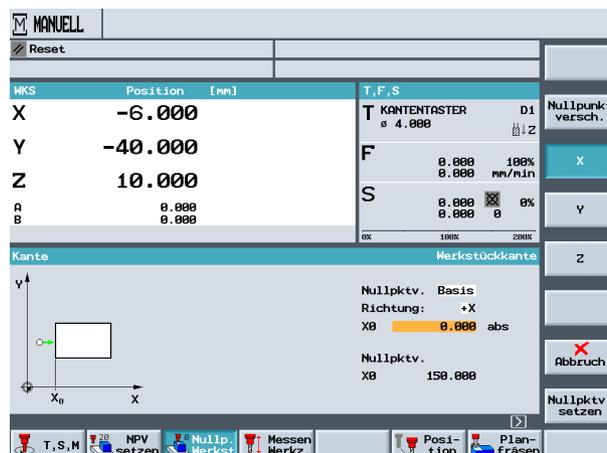


Eingabe einer Nullpunktverschiebung bezogen auf die Basis.

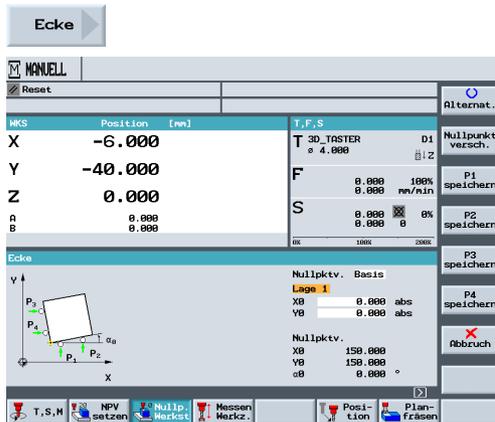
Mit der Funktion *Basis setzen* können neue Positionswerte in die Istwertanzeige eingegeben werden.

Antastrichtung links (+) oder rechts (-)

Verschiebung des Werkstück-Nullpunktes, falls dieser nicht auf der Kante des Werkstückes liegen soll



Da die zu bearbeitenden Werkstücke nicht immer in Form eines Quaders vorliegen oder gerade eingespannt werden können, stehen weitere Verrechnungsmöglichkeiten zur Verfügung:

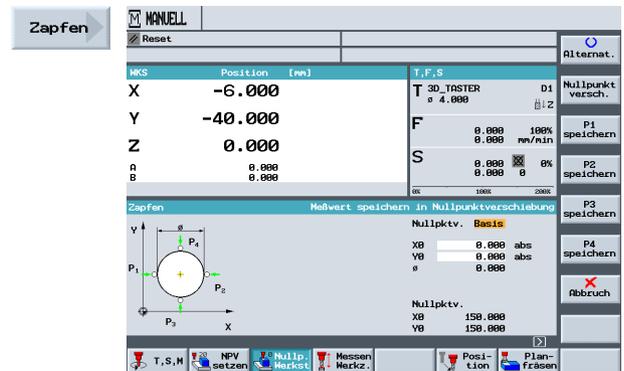
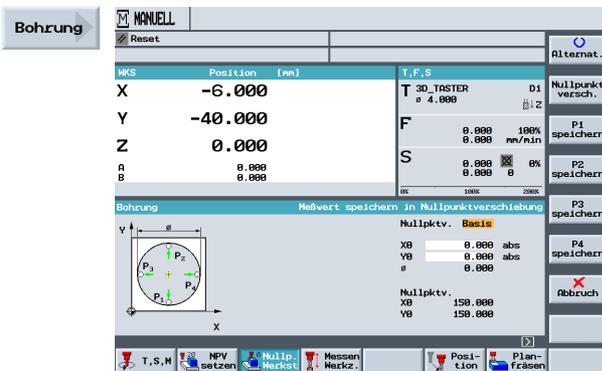


Wenn eine solche Werkstücklage vorliegt, kann die Werkstück-Lage/ -Ecke durch das Anfahren von vier Punkten bestimmt werden.

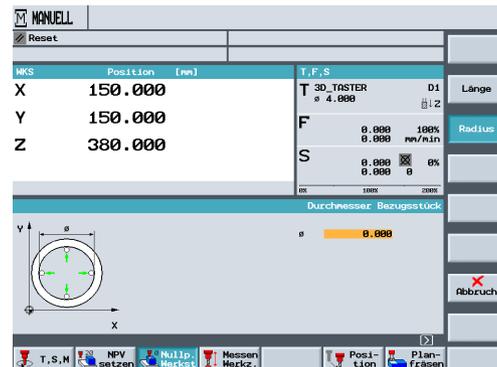
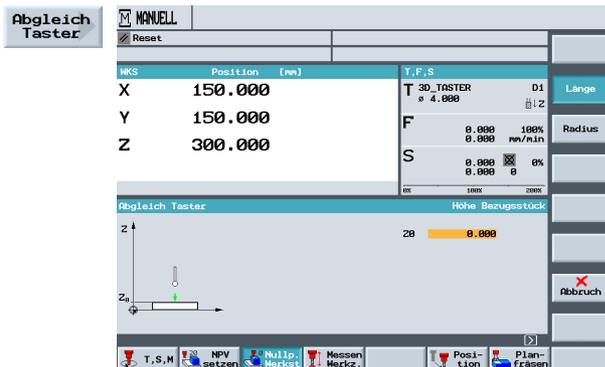


3D-Messtaster gibt es in elektronischer und mechanischer Ausführung. Die Signale der elektronischen Messtaster können direkt von der Steuerung verarbeitet werden.

Verrechnung einer Bohrung oder eines Zapfens:



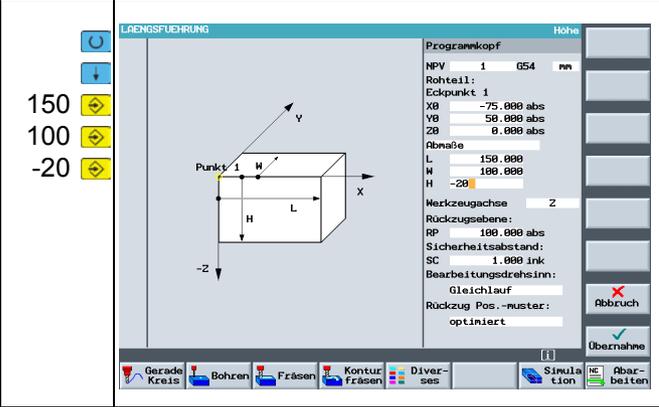
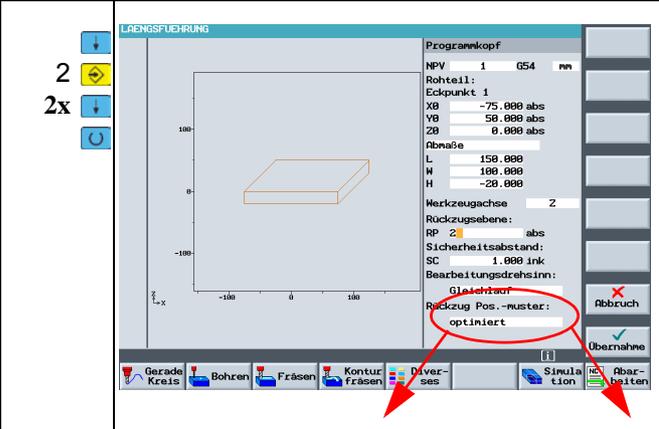
Beim Einsetzen eines elektronischen 3D-Messtasters aus dem Werkzeugmagazin in die Spindel treten Einspanntoleranzen auf. Bei weiteren Messungen würde dies zu falschen Ergebnissen führen. Um das zu verhindern, kann mit dem Zyklus *Abgleich Taster* der 3D-Messtaster an einer beliebigen Bezugs-Fläche oder in einer beliebigen Bezugs-Bohrung kalibriert werden.



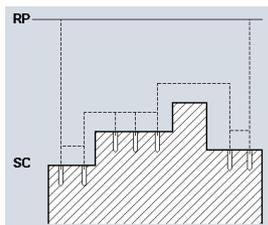




## 5 Beispiel 1: Längsführung

		<ul style="list-style-type: none"> <li>Mit der Taste  kann zwischen den Eingaben <i>Eckpunkt 2</i> und <i>Abmaße</i> umgeschaltet werden.</li> <li>Hier wird die Einstellung <i>Abmaße</i> gewählt, damit die Rohteil-Abmessungen direkt eingegeben werden können (dabei muss bei Eingabe der Höhe das Vorzeichen beachtet werden).</li> <li>Mit der Taste  schalten Sie zur Online-Grafik zurück.</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Im Programmkopf kann desweiteren die <i>Rückzugsebene</i>, der <i>Sicherheitsabstand</i>, der <i>Bearbeitungsdrehsinn</i> (Gleichlauf oder Gegenlauf) und der <i>Rückzug beim Positions-Muster</i> angegeben werden.</li> <li>Beim Positions-Muster kann auf <i>optimiert</i> (= zeitoptimierte Verfahrenwege) oder auf <i>Rückzugsebene</i> eingestellt werden.</li> <li>Die Taste  bedeutet, dass alle Werte des jeweiligen Dialog-Fensters übernommen werden.</li> </ul>

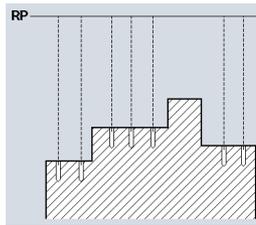
### Optimierter Rückzug (optimal)



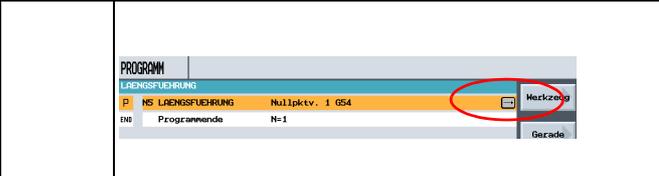
Das Werkzeug fährt konturabhängig im Sicherheitsabstand über das Werkstück.

Hilfebilder aus ShopMill

### Auf Rückzugsebene (üblich)



Das Werkzeug fährt auf die Rückzugsebene zurück und stellt dann auf die neue Position zu.

		<ul style="list-style-type: none"> <li>Der angelegte Programmkopf wird mit dem Piktogramm P gekennzeichnet.</li> <li>Mit  kann der Programmkopf, z.B. für eine Änderung, wieder aufgerufen werden.</li> </ul>
--	---	--

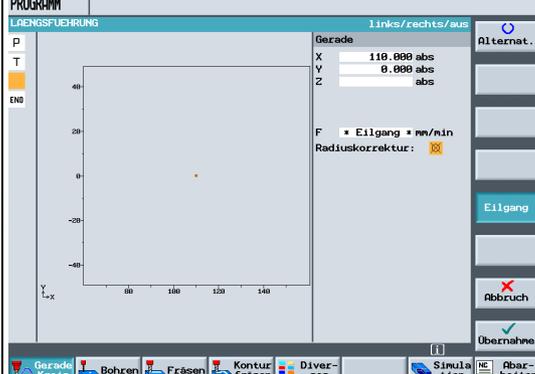
PROGRAMM	
LAENGSFUEHRUNG	
P	NS LAENGSFUEHRUNG
END	Programmende

Das Programm wurde nun als Basis für weitere Bearbeitungsschritte angelegt.

Es hat einen Namen, einen Programmkopf (der sich hinter dem "P" verbirgt) und ein Programmende (das sich hinter dem Symbol "END" verbirgt).

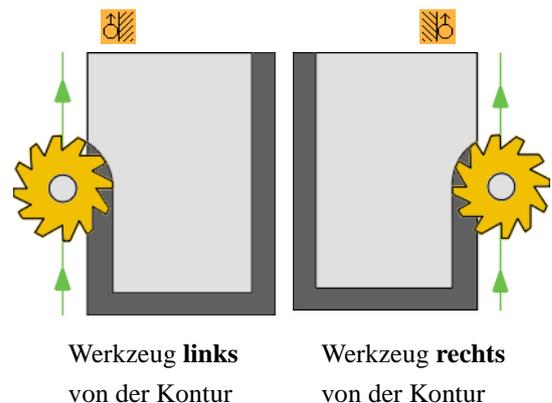
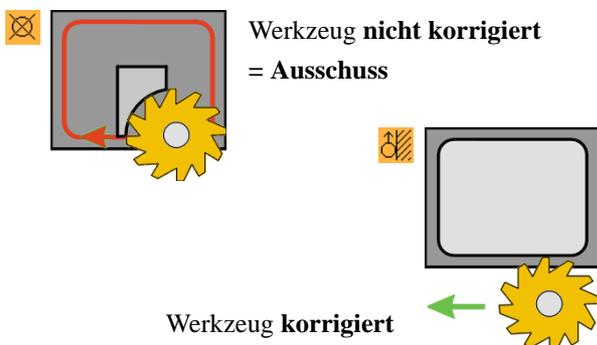
Im Programm werden die einzelnen Bearbeitungsschritte und Konturen untereinander abgelegt. Die spätere Abarbeitung erfolgt dabei von oben nach unten.

## 5.2 Werkzeug aufrufen, Fräserradius-Korrektur und Verfahrenweg-Eingabe

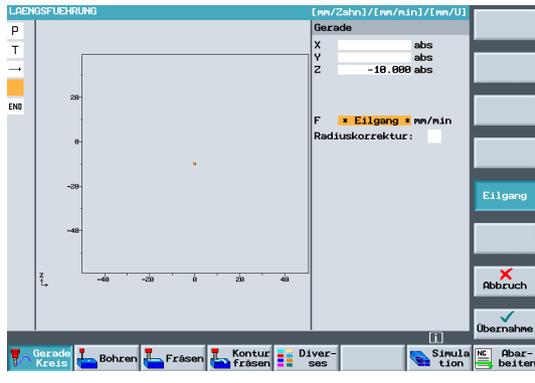
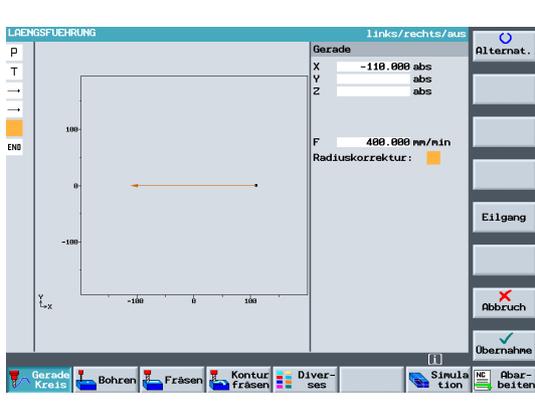
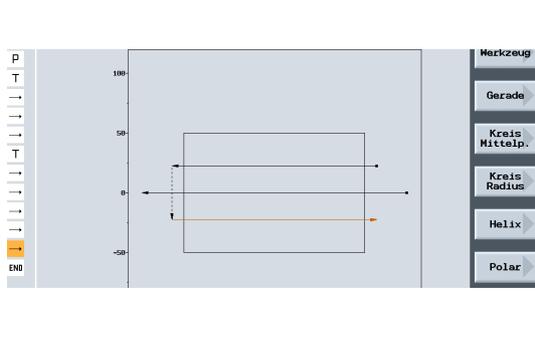
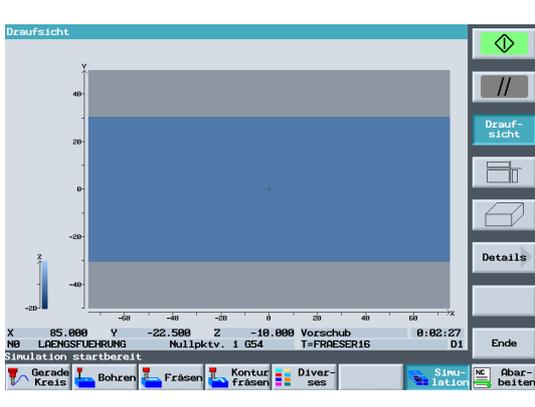
<p>Werkzeug</p> <p>Werkzeuge</p> <p>...</p> <p>ins Programm</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• In der Werkzeugliste wird der 60er Fräser ausgewählt und übernommen.</li> <li>• Die Taste  muss so oft gedrückt werden, bis der rote Cursor auf dem entsprechenden Werkzeug steht.</li> </ul>
<p>Übernahme</p>	<p>80</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nach der Werkzeugwahl muss gegebenenfalls das Eingabefeld mit der Taste  auf Schnittgeschwindigkeit (80 m/min) umgestellt werden.</li> </ul>
<p>Gerade</p> <p>Eilgang</p> <p>110</p> <p>0</p> <p>2x</p> <p>3x</p> <p>Übernahme</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Wert für X ist 75 mm + 30 mm + Abstand.</li> <li>•  Die Radiuskorrektur wird ausgeschaltet.</li> </ul> <p>Alternative Einstellungen in diesem Feld:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-  Vorherige Korrektoreinstellung (symbolisiert durch ein leeres Feld)</li> <li>-  Links der Kontur in Fräsrichtung</li> <li>-  Rechts der Kontur in Fräsrichtung</li> </ul>

### Erläuterungen zum Thema Radiuskorrektur:

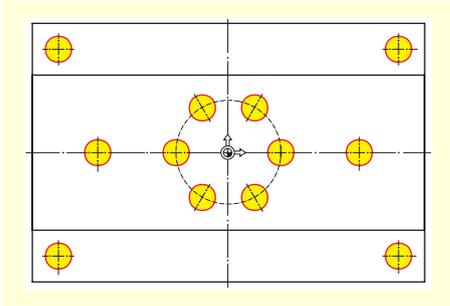
Stellen Sie sich vor, der Fräser würde mit seinem Mittelpunkt auf der erstellten Kontur fahren:



## 5 Beispiel 1: Längsführung

<p>Gerade</p> <p>Eilgang</p> <p>Übernahme</p>	<p>2x</p> <p>-10</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Das Werkzeug wird in Z positioniert.</li> </ul>
<p>Gerade</p> <p>Übernahme</p>	<p>-110</p> <p>2x</p> <p>400</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Eingabe des ersten Bearbeitungsweges bis X -110</li> <li>Es wird ggf. bei F auf mm/min umgeschaltet.</li> <li>Nach der Übernahme dieses Dialoges sieht die Arbeitsschritt-Liste wie folgt aus:</li> </ul> <pre> T N10 T=FRAESER60 V80m → N15 EILG. X110 Y0 → N20 EILG. Z-10 → N25 F400/min X-110                     </pre>
<p>Werkzeug</p> <p>...</p>	<p>...</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Wechseln Sie nun eigenständig das nächste Werkzeug ein (FRAESER16, V 100 m/min).</li> <li>Erstellen Sie dann die in dem untenstehenden Arbeitsplan einzugebenden Verfahrensweg.</li> </ul> <pre> T N30 T=FRAESER16 V100m → N35 EILG. X85 Y22.5 → N40 EILG. Z-10 → N45 F200/min X-85 → N50 EILG. Y-22.5 → N55 F200/min X85                     </pre>
<p>Simulation</p> <p>Simulation</p>			<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Simulation wird mit  gestartet.</li> <li>In den nächsten Beispielen kann die Simulation auch dann aufgerufen werden, wenn es nicht ausdrücklich gezeigt wird.</li> <li>Weitere Infos zur Simulation finden Sie am Ende des Kapitels 7.</li> <li>Die Simulation wird mit  oder mit einem beliebigen horizontalen Softkey beendet.</li> </ul>

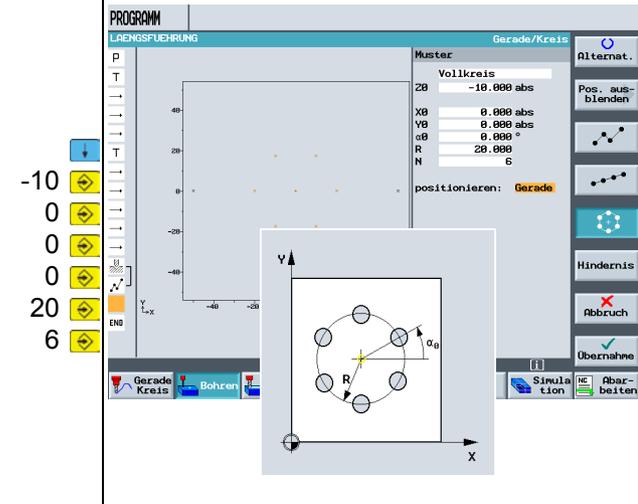
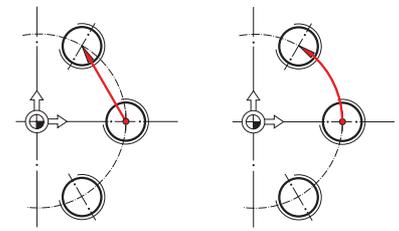
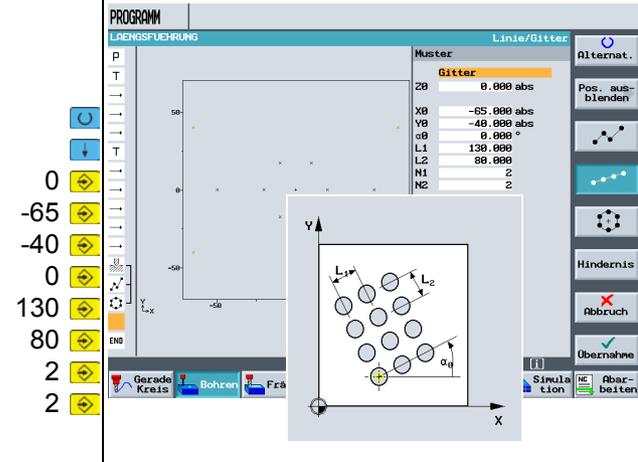
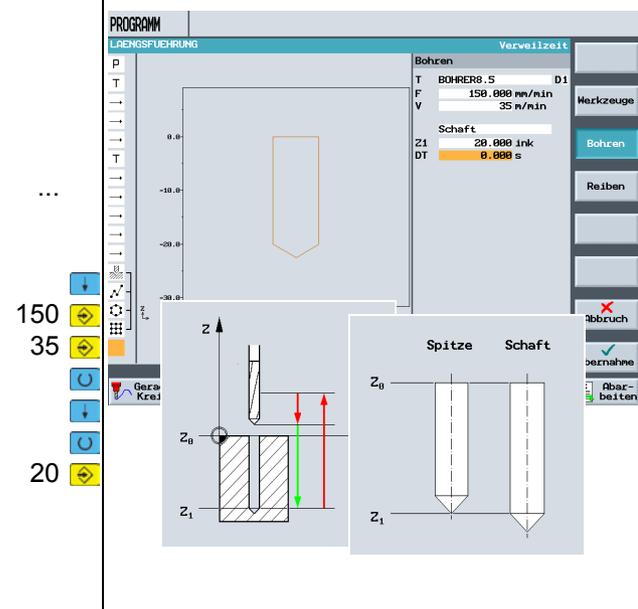
### 5.3 Erstellen von Bohrungen und Positionswiederholungen



Mit den folgenden Eingaben werden die 12 Bohrungen zentriert, durchgebohrt und die Gewinde gefertigt.

<p>Bohren</p> <p>Zentrieren</p> <p>Werkzeuge</p> <p>...</p> <p>ins Programm</p> <p>150</p> <p>500</p> <p>11</p> <p>Übernahme</p>	<p>PROGRAMM</p> <p>LAEUNGSFUHRUNG</p> <p>Zentrieren</p> <p>T ZENTRIERER12 D1</p> <p>F 150,000 mm/min</p> <p>S 500 U/min</p> <p>Durchmesser 11,000</p> <p>DT 0,000 s</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Bohrungen sollen mit dem 12er Zentrierbohrer zentriert werden (F 150 mm/min und S 500 U/min).</li> <li>• Die Zentrierung kann bezogen auf den Durchmesser oder auf die Tiefe eingegeben werden. Da die Bohrungen eine 0.5 mm Fase haben, kann hier bequem der Durchmesser 11 mm eingegeben werden.</li> </ul>
<p>Positionen</p> <p>-10</p> <p>-50</p> <p>0</p> <p>50</p> <p>0</p> <p>Übernahme</p>	<p>PROGRAMM</p> <p>LAEUNGSFUHRUNG</p> <p>Positionen 3. Position</p> <p>rechtwinklig</p> <p>Z0 -10,000 abs</p> <p>Y0 -50,000 abs</p> <p>X0 0,000 abs</p> <p>X1 50,000 abs</p> <p>Y1 0,000 abs</p> <p>X2 abs</p> <p>Y2 abs</p> <p>X3 abs</p> <p>Y3 abs</p> <p>X4 abs</p> <p>Y4 abs</p> <p>X5 abs</p> <p>Y5 abs</p> <p>X6 abs</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mit der Option <i>Positionen</i> werden die zwei Einzelbohrungen eingegeben und mit den vorherigen Schnittdaten verknüpft.</li> <li>• Die Starttiefe liegt bei -10 mm.</li> </ul>

## 5 Beispiel 1: Längsführung

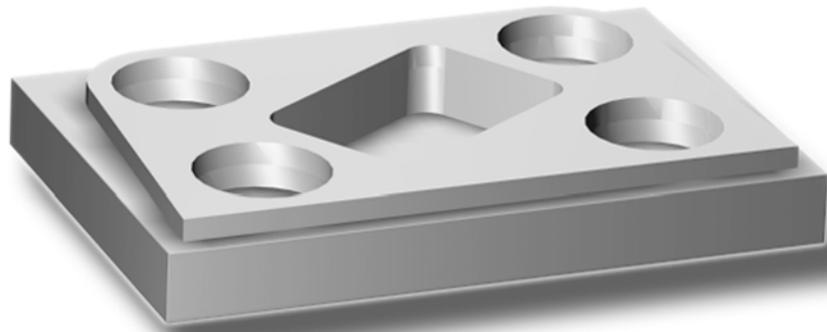
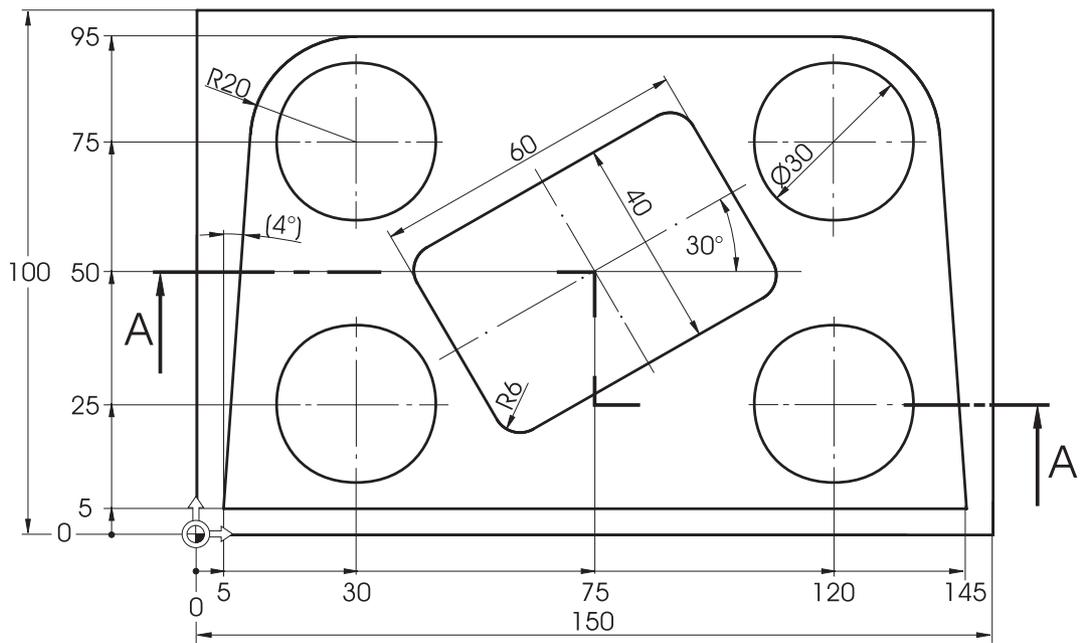
<p>Positionieren</p>   <p>Übernahme</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Das Feld <i>Positionieren</i> legt fest, wie die Bohrungen innerhalb des Bohrbildes angefahren werden. Liegen die Bohrungen z.B. in einer Kreisnut, darf die Positionierung <i>Gerade</i> nicht verwendet werden, da dann eine Konturverletzung entstehen würde.</li> </ul> <p>Positionieren ...</p> <p>... auf einer Geraden    ... auf einem Kreis</p> 
<p>Positionieren</p>   <p>Übernahme</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Bohrpositionen werden von <i>Linie</i> auf <i>Gitter</i> umgeschaltet.</li> </ul>
<p>Bohren Reiben</p> <p>Werkzeuge</p>  <p>ins Programm</p>  <p>Übernahme</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Gebohrt wird mit dem BOHRER8.5 (F 150 mm/min und V 35 m/min).</li> <li>Die Arbeitsschritte <i>Zentrieren</i>, <i>Bohren</i> und <i>Gewindschneiden</i> werden automatisch miteinander verkettet.</li> <li>Die Tiefe wird hier, bezogen auf den <i>Schaft</i>, inkremental eingegeben, d. h.: Die Bohrer- spitze 1/3 D wird automatisch berücksichtigt.</li> <li>Bei der Eingabe eines Wertes muss beachtet werden, ob das Eingabefeld auf <i>abs</i> oder <i>ink</i> eingestellt ist.</li> <li>Es wird ohne <i>Verweilzeit</i> gebohrt.</li> </ul>

<p>Gewinde Gewindebohren Werkzeuge ins Programm Übernahme</p>	<p>1.5 60 60 22</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Für das Gewinde wird der GEWINDEBOHRER M10 verwendet (P 1.5 mm/U und S 60 U/min).</li> <li>Nach Aufruf des Werkzeuges müssen die Steigung, die Drehzahl und die Schnitt-Tiefe (inkremental) eingegeben werden.</li> </ul>
<p>Position wiederh. Übernahme</p>	<p>3</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Bohrpositionen werden bei der Erstellung durchnummeriert. Die jeweilige Nummer steht direkt nach der Satznummer des jeweiligen Positionsmusters (siehe N65-N75 im Bild unten). Die Angabe dieser Position, in diesem Fall Pos: 3 Lochgitter, reicht dann aus.</li> </ul>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>Hier wird die bereits beschriebene, sehr hilfreiche Verkettung von Arbeitsschritten deutlich sichtbar.</li> </ul>
<p>Bohren Reiben Werkzeuge ins Programm Übernahme</p>	<p>150 35 -20</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Die 10er-Bohrungen werden mit dem Werkzeug BOHRER10 gefertigt. Dazu wird eine Vorschubgeschwindigkeit von F 150 mm/min und eine Schnittgeschwindigkeit von 35 m/min verwendet.</li> <li>Zum Durchbohren wird der Tiefenbezug auf Schaft eingestellt.</li> <li>Die Tiefe wird absolut eingegeben.</li> </ul>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>Wiederholen Sie als letztes die Positionen 001 und 002 für den 10er Bohrer.</li> <li>Rufen Sie zur Kontrolle die Simulation auf.</li> </ul>

## 6 Beispiel 2: Spritzform

In diesem Kapitel lernen Sie folgende neue Funktionen kennen:

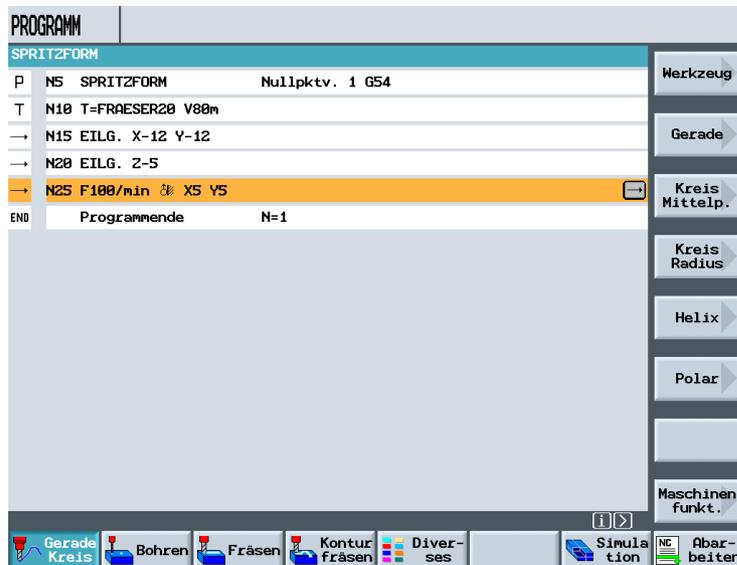
- Geraden und Kreisbahnen über Polarkoordinaten
- Rechtecktasche
- Kreistaschen auf Positionsmuster



## Arbeitsplan anlegen und den Startpunkt anfahren

Zuerst legen Sie selbständig einen neuen Arbeitsplan mit dem Namen "Spritzform" an. Dabei werden gleichzeitig die Rohteil-Maße eingegeben (zur Vorgehensweise vgl. Kapitel "Längsführung"). Achten Sie auf die neue Nullpunktlage.

Dann wird der 20er Fräser (V 80 m/min) eingewechselt und auf den Punkt X-12/ Y-12/ Z-5 im Eilgang positioniert. Der Startpunkt der Kontur bei X5 und Y5 wird auf einer Geraden angefahren (F 100 mm/min, Fräserradiuskorrektur links).

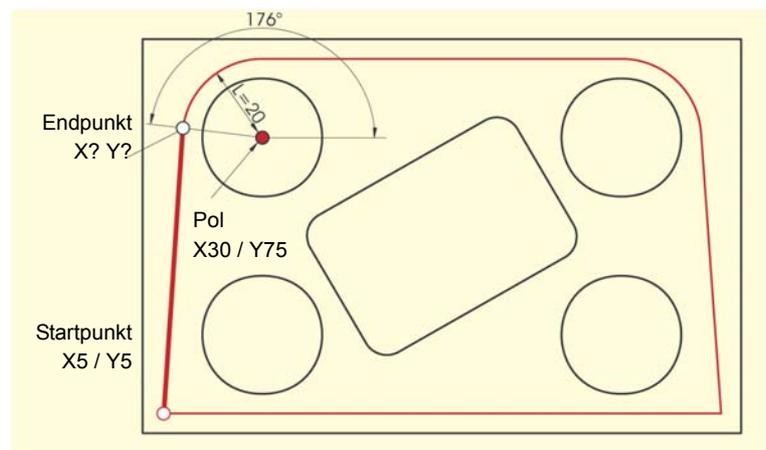


Nach Eingabe der ersten Verfahrssätze sollte der Arbeitsplan so aussehen.

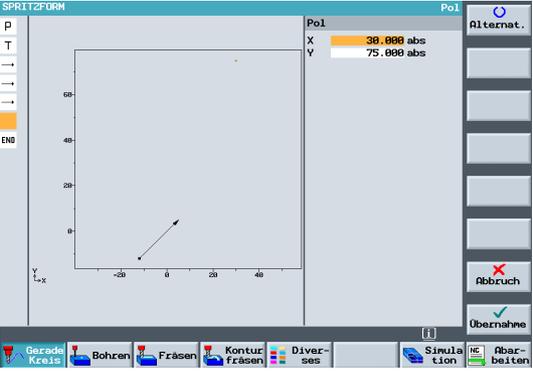
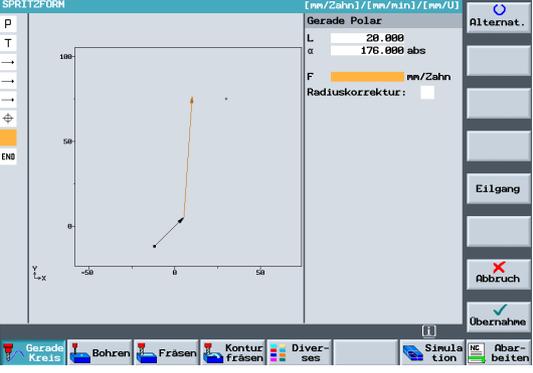
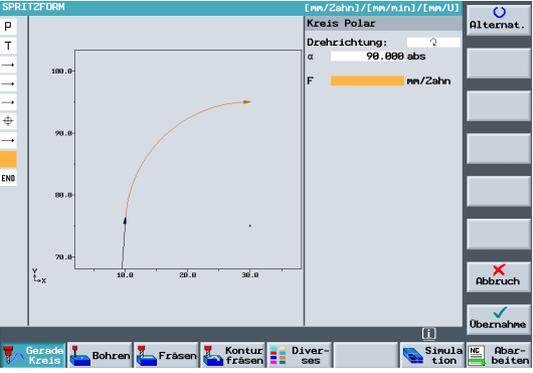
### 6.1 Geraden und Kreisbahnen über Polarkoordinaten

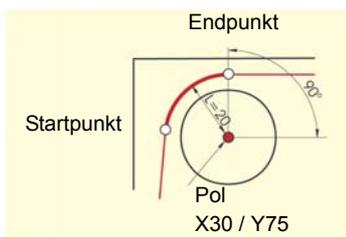
Der Endpunkt eines Verfahrssatzes kann nicht nur über seine Koordinaten X und Y, sondern gegebenenfalls auch über einen polaren Bezugspunkt beschrieben werden.

In diesem Fall sind X und Y nicht bekannt. Man kann den Punkt aber indirekt bestimmen: Er liegt 20 mm entfernt vom Mittelpunkt der Kreistasche, der hier den Pol markiert. Der Polarwinkel  $176^\circ$  ergibt sich durch die Berechnung  $180^\circ - 4^\circ$  (siehe Werkstattzeichnung).



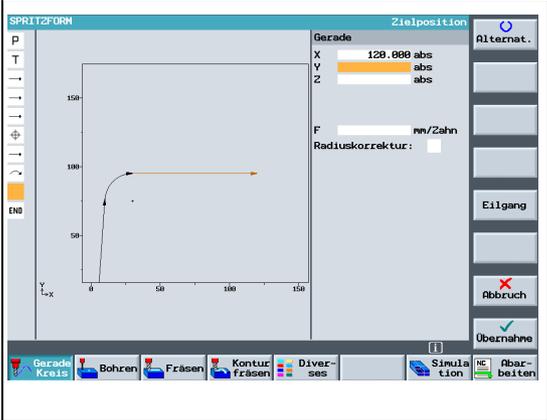
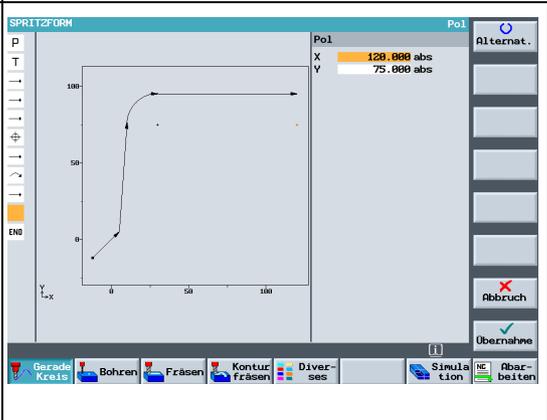
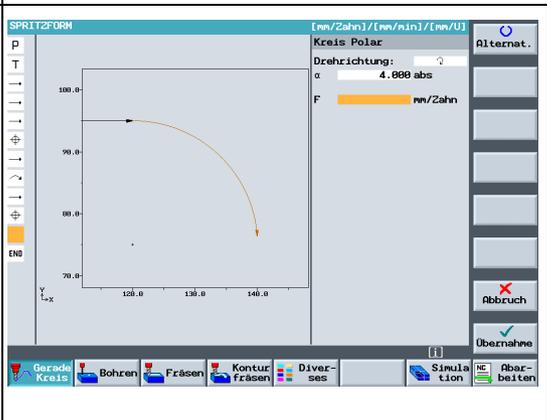
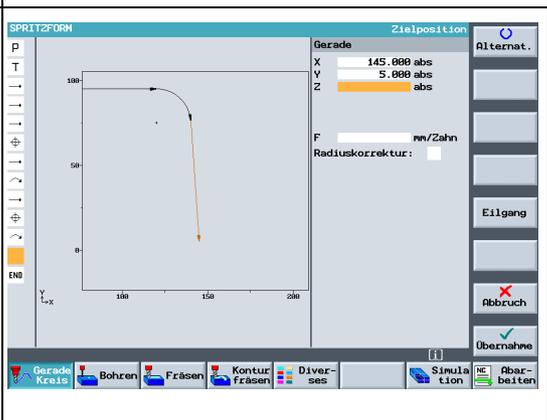
## 6 Beispiel 2: Spritzform

Tasten	Bildschirm	Erläuterungen
<p>Polar</p> <p>Pol</p> <p>30</p> <p>75</p> <p>Übernahme</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Eingabe des Poles</li> </ul>
<p>Gerade Polar</p> <p>20</p> <p>176</p> <p>Übernahme</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Länge L gibt den Abstand des Endpunktes der Geraden vom Pol an.</li> <li>Der Polarwinkel gibt an, wie weit die Länge L um den Pol gedreht werden muss, um den Endpunkt der Geraden zu erreichen.</li> <li>Der Polarwinkel kann gegen den Uhrzeigersinn (176°) oder auch im Uhrzeigersinn (-184°) eingegeben werden.</li> </ul>
<p>Kreis Polar</p> <p>90</p> <p>Übernahme</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Definition einer Kreisbahn kann ebenfalls über Polarkoordinaten erfolgen.</li> </ul>



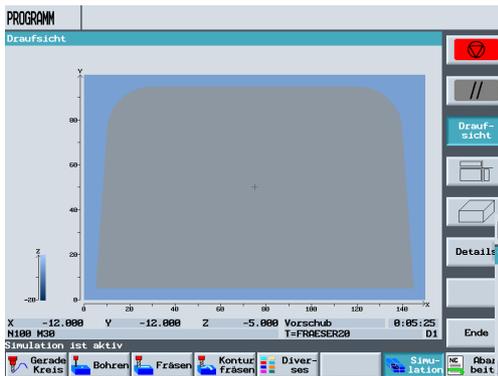
Da der Pol sowohl für die Kreisbahn als auch für die Gerade gilt, braucht dieser nur einmal eingegeben werden.

Der Polarwinkel beträgt in diesem Fall 90°.

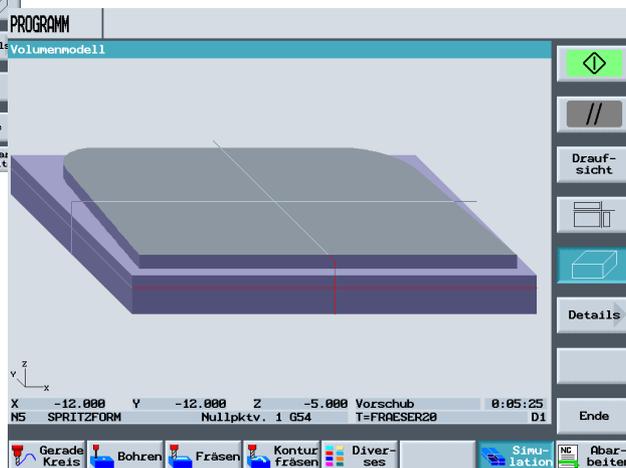
<p> <input type="button" value="Zurück"/>   <input type="button" value="Gerade"/>     <input type="button" value="Übernahme"/> </p>	<p>120</p>	 <p>SPRITZFORM Zielposition</p> <p>Gerade</p> <p>X 120.000 abs Y Z abs</p> <p>F mm/Zahn Radiuskorrektur:</p> <p>Alternat. Eilgang Abbruch Übernahme Abarbeiten</p> <p>Gerade Kreis Bohren Fräsen Konturfräsen Diverses Simulation</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Da der Endpunkt der Geraden eindeutig bekannt ist, kann hier die Funktion <i>Gerade</i> angewendet werden.</li> </ul>
<p> <input type="button" value="Polar"/>   <input type="button" value="Pol"/>     <input type="button" value="Übernahme"/> </p>	<p>120 75</p>	 <p>SPRITZFORM Pol</p> <p>Pol</p> <p>X 120.000 abs Y 75.000 abs</p> <p>F mm/Zahn Radiuskorrektur:</p> <p>Alternat. Eilgang Abbruch Übernahme Abarbeiten</p> <p>Gerade Kreis Bohren Fräsen Konturfräsen Diverses Simulation</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Da der Endpunkt der nächsten Kreisbahn nicht bekannt ist, muss hier wieder mit Polarkoordinaten gearbeitet werden.</li> <li>• Der Pol der Kreisbahn ist aus der Zeichnung bekannt.</li> </ul>
<p> <input type="button" value="Kreis Polar"/>     <input type="button" value="Übernahme"/> </p>	<p>4</p>	 <p>SPRITZFORM Kreis Polar</p> <p>Kreis Polar</p> <p>Drehrichtung: <math>\alpha</math> 4.000 abs</p> <p>F mm/Zahn Radiuskorrektur:</p> <p>Alternat. Eilgang Abbruch Übernahme Abarbeiten</p> <p>Gerade Kreis Bohren Fräsen Konturfräsen Diverses Simulation</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Polarwinkel ist aufgrund der Symmetrie ebenfalls bekannt.</li> </ul>
<p> <input type="button" value="Zurück"/>   <input type="button" value="Gerade"/>     <input type="button" value="Übernahme"/> </p>	<p>145 5</p>	 <p>SPRITZFORM Zielposition</p> <p>Gerade</p> <p>X 145.000 abs Y 5.000 abs Z abs</p> <p>F mm/Zahn Radiuskorrektur:</p> <p>Alternat. Eilgang Abbruch Übernahme Abarbeiten</p> <p>Gerade Kreis Bohren Fräsen Konturfräsen Diverses Simulation</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Endpunkt der Geraden ist bekannt und kann somit direkt eingegeben werden.</li> </ul>

## 6 Beispiel 2: Spritzform

<p>Gerade →</p> <p>-20 ↕</p> <p>Übernahme ✓</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Mit der letzten Geraden ist die Kontur einmal komplett gefräst worden.</li> </ul>
<p>Gerade →</p> <p>-12 ↕</p> <p>-12 ↕</p> <p>4x ↓</p> <p>3x ↻</p> <p>Übernahme ✓</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Im letzten Verfahrenweg wird auf den eingegebenen Sicherheitsabstand verfahren, dabei wird die Radiuskorrektur ausgeschaltet.</li> </ul>



Die nachfolgende Simulation zeigt den Ablauf der Fertigung zur Kontrolle, bevor das Werkstück gefertigt wird.

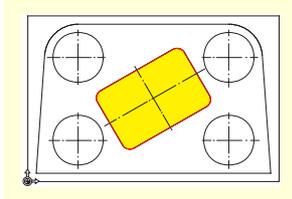


ShopMill bietet auch die Möglichkeit, das Werkstück

- zu schneiden,
- zu vergrößern,
- in einer gedrehten 3D-Ansicht und
- in einer 3-Seiten-Ansicht zu betrachten.

Weitere Infos zu diesen Variationen der Werkstück-Darstellung finden Sie am Ende des Kapitels 7.

## 6.2 Rechtecktasche



Mit den folgenden Eingaben wird die Rechtecktasche erstellt.

Tasten	Bildschirm	Erläuterungen
<p>Fräsen</p> <p>Tasche</p> <p>Werkzeuge</p> <p>ins Programm</p> <p>...</p> <p>0.15</p> <p>120</p> <p>...</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Für die Bearbeitung der Taschen ist der 10er Fräser vorgesehen (F 0.15 mm/Zahn und V 120 m/min).</li> <li>Die Tasche soll zuerst geschruppt werden. <ul style="list-style-type: none"> <li> - Schrubbensymbol (Grobbearbeitung)</li> <li> - Schlichtsymbol (Feinbearbeitung)</li> </ul> </li> <li>Mit der Taste  kann die Bearbeitung gewählt werden.</li> <li>Achten Sie darauf, dass das Umschaltfeld auf <i>Einzelposition</i> steht.</li> </ul>
<p>75</p> <p>50</p> <p>0</p> <p>40</p> <p>60</p> <p>6</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>In diesen Feldern werden die geometrischen Daten der Rechtecktasche eingegeben: Position, Breite und Länge, ...</li> </ul>
<p>30</p> <p>-15</p> <p>80</p> <p>2.5</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Die max. Zustellung in der Ebene (DXY) gibt an, in welcher Breite das Material zerspannt wird. Dieses kann entweder in Prozent vom Fräserdurchmesser oder direkt in mm eingegeben werden (umschaltbar mit ).</li> <li>Die maximale Zustellung in der Ebene wird hier in % angegeben.</li> </ul>

## 6 Beispiel 2: Spritzform

0.3

0.3

2

2

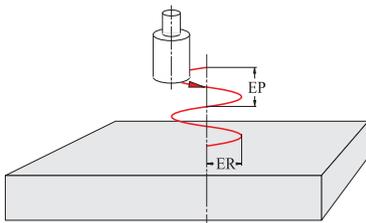
Übernahme

- Es wird helikales Eintauchen gewählt, wenn es nicht schon eingeschaltet ist.
- Sollte eine Tasche bereits vorgefertigt sein so kann das Feld *Ausräumen* auf *Resttasche* gestellt werden. In den dann gezeigten Eingabefeldern wird die Größe der vorgefertigten Tasche angegeben. Die Zerspanung erfolgt dann nur noch dort, wo noch Material steht. Leerschnitte werden vermieden.

UXY =  
Schlichtaufmaß Ebene

### Eintauchen *helikal*

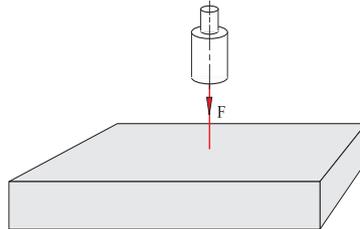
(Helix = wendelförmig gewunden)



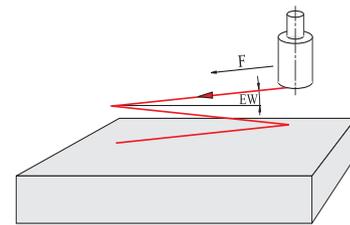
EP = Eintauch-Steigung

ER = Eintauch-Radius

### Eintauchen *mittig*



### Eintauchen *pendelnd*



EW = Eintauch-Winkel

Tasche

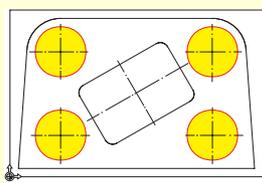
0.08

150

Übernahme

- Als nächstes wird der Schlichtarbeitschritt erstellt. Hierzu wird der Vorschub auf 0.08 mm/Zahn verringert, die Schnittgeschwindigkeit auf 150 m/min erhöht und von *Schruppen* auf *Schlichten* ( ) umgeschaltet.
- Mit dieser Einstellung werden Rand und Boden geschlichtet. Alternativ kann auch nur der Rand geschlichtet ( Rand ) oder die Tasche angefasst werden ( Anfassen ).

### 6.3 Kreistaschen auf Positionsmuster



Mit den folgenden Eingaben werden die Kreistaschen erstellt.

Tasten	Bildschirm	Erläuterungen
<p>Tasche</p> <p>Kreis-tasche</p> <p>Werkzeuge</p> <p>ins Programm</p> <p>0.15</p> <p>120</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Für die Bearbeitung der Taschen ist der 10er Fräser vorgesehen (F 0.15 mm/Zahn und V120 m/min).</li> <li>• Die Bearbeitung muss auf <i>Schruppen</i> umgestellt werden.</li> <li>• Ähnlich wie beim Bohren können auch Taschen auf einem Positionsmuster angelegt werden.</li> <li>• In ShopMill wird die letzte Werkzeug-Einstellung gespeichert. Deshalb muss hier ggf. umgeschaltet werden.</li> </ul>
<p>30</p> <p>-10</p> <p>80</p> <p>5</p> <p>0.3</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die maximale Zustellung in der Ebene wird hier in % angegeben.</li> </ul>
<p>2</p> <p>2</p> <p>Übernahme</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Das Eintauchen muss ggf. auf <i>helikal</i> umgestellt werden.</li> </ul>

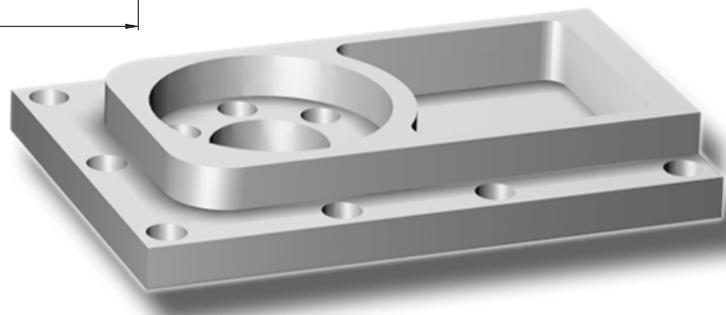
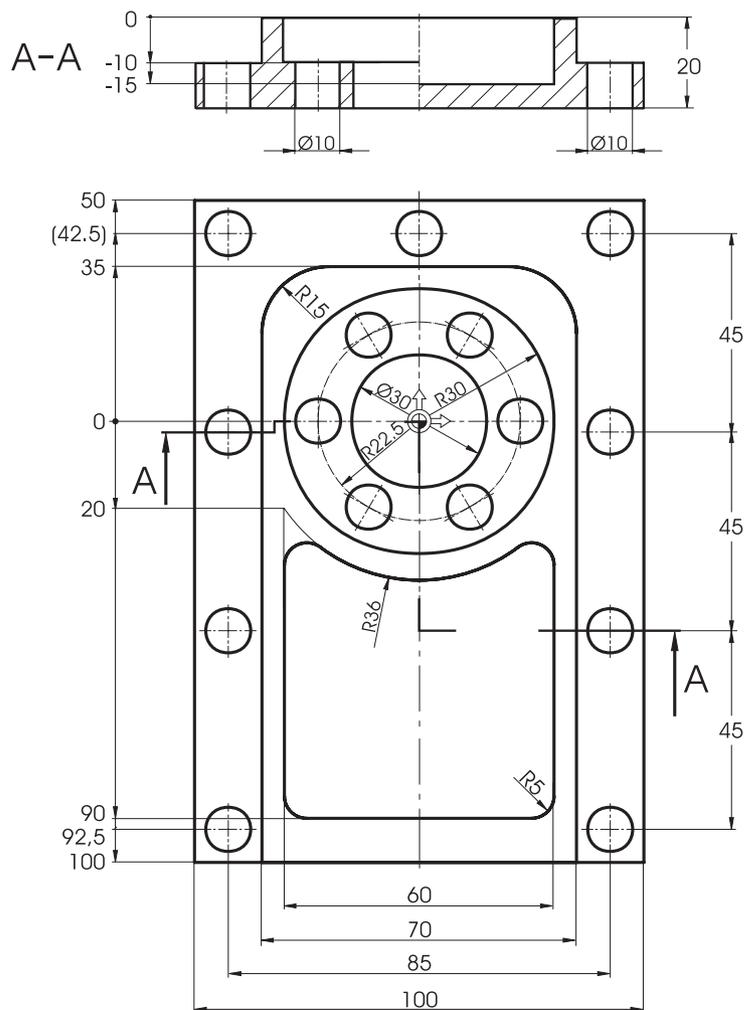
## 6 Beispiel 2: Spritzform

<p>Tasche</p> <p>Kreis-tasche</p> <p>0.08</p> <p>150</p> <p>Übernahme</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Taschen sollen mit demselben Fräser geschichtet werden (F 0.08 mm/Zahn und V 150 m/min).</li> <li>Die Bearbeitung wird auf <i>Schichten</i> eingestellt.</li> </ul>
<p>Bohren</p> <p>Positionen</p> <p>2x</p> <p>30</p> <p>25</p> <p>0</p> <p>90</p> <p>50</p> <p>2</p> <p>2</p> <p>Übernahme</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Jetzt werden die Werte zu den Positionen der Kreistaschen eingegeben.</li> <li>Der Muster-Typ wird auf <i>Gitter</i> umgestellt.</li> <li>Hinweis: Die Beschreibung von Positionsmustern erfolgt in dem Menü <i>Bohren</i> mit dem Untermenü <i>Positionen</i> (unabhängig von der Bearbeitungsart).</li> </ul>
<p>Simulation</p> <p>...</p> <p>Details</p> <p>...</p> <p>Simulation</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Während der Simulation kann mit dem Softkey  das dem Fertigungszustand entsprechende Volumenmodell aufgerufen werden.</li> <li>Bevor  gedrückt wird, muss mit den Cursor-Tasten der gewünschte Schnittverlauf in den drei Ebenen eingestellt werden.</li> <li>Bei Fortschreiten der Simulation und/oder Änderung des Schnittverlaufes wird mit dem Softkey  das neue Volumenmodell angezeigt.</li> </ul>

## 7 Beispiel 3: Formplatte

In diesem Kapitel lernen Sie weitere wichtige Funktionen, insbesondere den Konturrechner, kennen:

- Bahnfräsen offener Konturen
- Ausräumen, Restmaterial und Schichten von Konturtaschen
- Bearbeitung auf mehreren Ebenen
- Berücksichtigung von Hindernissen

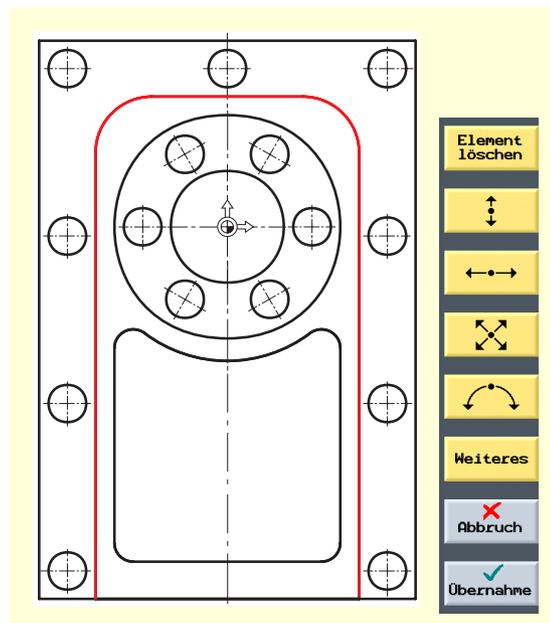


## 7 Beispiel 3: Formplatte

### Programm erstellen

Die Werkstückabmaße müssen der Zeichnung entnommen und in den Programmkopf eines neuen Programmes eingetragen werden. Hierbei ist auf die richtige Lage des Nullpunktes zu achten.

### 7.1 Bahnfräsen offener Konturen



Zur Eingabe komplexer Konturen gibt es in ShopMill einen Konturrechner, mit dem Sie mit "Leichtigkeit" auch schwierigste Konturen eingeben können.

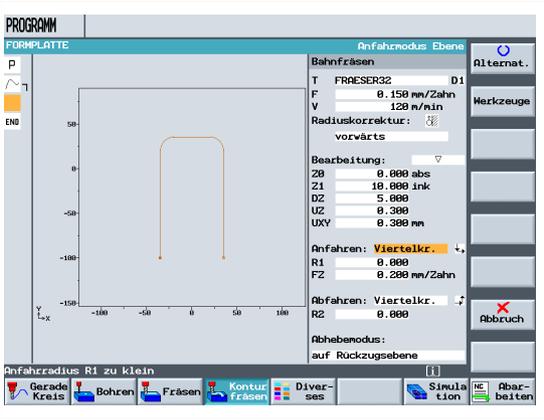
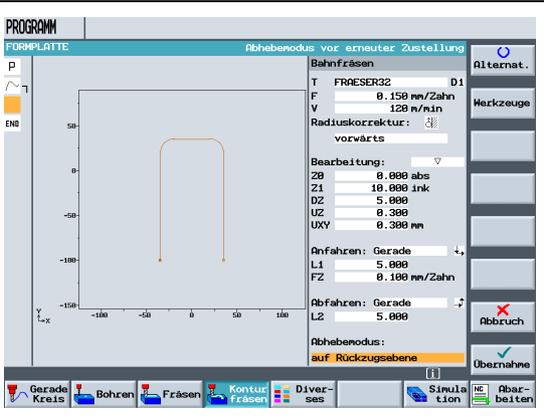
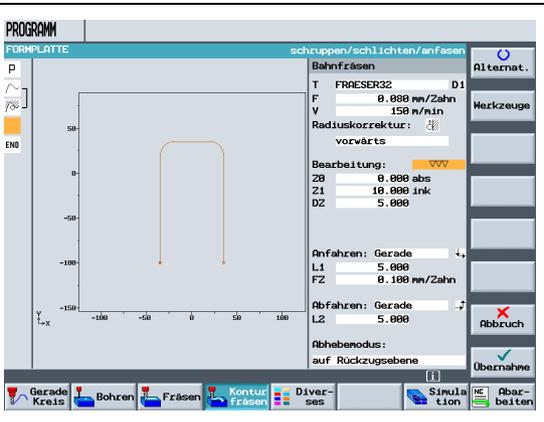
- Strecke senkrecht
- Strecke waagrecht
- Strecke diagonal
- Bogen

Mit diesem grafischen Konturrechner können Sie die Konturen leichter und schneller eingeben, als es bei der herkömmlichen Programmierung der Fall ist - und zwar ohne jegliche Mathematik.

Tasten	Bildschirm	Erläuterungen
  F...		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jede Kontur bekommt einen eigenen Namen. Das erleichtert die Lesbarkeit der Programme.</li> </ul>
-35 -100 		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zuerst wird der <i>Startpunkt</i> des Konturzuges eingegeben.</li> <li>• Der Startpunkt der Konstruktion ist gleichzeitig der Startpunkt der späteren Bearbeitung der Kontur.</li> <li>• Hinweis: Sie beschreiben hier nur die Werkstück-Kontur, der Anfahrweg und der Abfahrweg werden erst später definiert.</li> </ul>

<p style="text-align: center;">↑ ↓</p> <p style="text-align: center;">Übernahme</p>	<p>35</p> <p>15</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Das erste Kontur-Element ist eine senkrechte Strecke und hat den Endpunkt bei Y20. Die nachfolgende Kreis-Kontur kann in diesem Dialog sehr einfach als Übergangselement zur nächsten Geraden angegeben werden. Der theoretische Endpunkt der Geraden liegt daher bei Y35.</li> <li>• Mit der Taste <i>Alternativ</i> könnte hier auch eine <i>Fase</i> als Übergangselement konstruiert werden.</li> </ul>
<p style="text-align: center;">← →</p> <p style="text-align: center;">Übernahme</p>	<p>35</p> <p>15</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es geht waagrecht weiter. Der <i>Radius</i> wird wieder als Verrundung angegeben.</li> </ul>
<p style="text-align: center;">↑ ↓</p> <p style="text-align: center;">Übernahme</p> <p style="text-align: center;">Übernahme</p>	<p>-100</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es folgt eine senkrechte Strecke.</li> <li>• Damit ist die Kontur komplett beschrieben und wird in den Arbeitsplan übernommen.</li> </ul>
<p>Bahnfräsen</p> <p>Werkzeuge</p> <p>ins Programm</p>	<p>...</p> <p>0.15</p> <p>120</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Um die erstellte Kontur zu bearbeiten, muss nun der Arbeitsschritt angelegt werden.</li> <li>• Das Werkzeug (FRAESER32) soll links von der Kontur verfahren. Dazu muss im Eingabefenster <i>Radiuskorrektur</i> auf  umgeschaltet werden.</li> <li>• Ab ShopMill V6.4 kann man auch <i>rückwärts</i> (gegen die Konstruktionsrichtung) fräsen.</li> <li>• Im ersten Bearbeitungsschritt wird geschruppt ().</li> </ul>

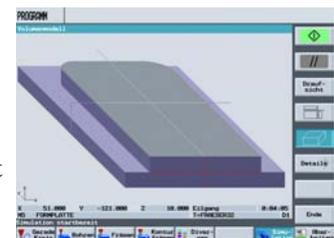
## 7 Beispiel 3: Formplatte

<p>0 10 5 0.3 0.3</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>In den nächsten Feldern werden die <i>Starttiefe</i>, die <i>Bearbeitungstiefe</i>, die <i>Tiefenzustellung</i> und die <i>Schlichtaufmaße</i> eingegeben.</li> <li>Hinweis: Die <i>Tiefe Z1</i> wurde auf <i>ink</i> umgeschaltet. Das hat den Vorteil, dass immer nur die eigentliche Tiefe der Tasche ohne Vorzeichen eingegeben werden kann. Dieses erleichtert besonders bei geschachtelten Taschen die Eingabe.</li> </ul>
<p>3x 5 0.1 2x 5</p> <p>Übernahme</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Das Anfahren kann wahlweise in einem <i>Viertelkreis</i>, einem <i>Halbkreis</i>, <i>Senkrecht</i> oder auf einer <i>Geraden</i> geschehen.</li> <li>Hier ist es sinnvoll, die Kontur tangential auf einer Geraden anzufahren.</li> <li>Bei der Anfahrlänge <i>L1</i> muss der Fräserradius nicht berücksichtigt werden. Dieser wird von ShopMill automatisch verrechnet.</li> </ul>
<p>Bahnfräsen</p> <p>0.08 150</p> <p>Übernahme</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Der folgende Arbeitsschritt soll entlang der vorgeschruppten Kontur schlichten. Hierzu wird der Vorschub auf 0.08 mm/Zahn verringert, die Schnittgeschwindigkeit auf V 150 m/min erhöht und die Bearbeitung auf <i>Schlichten</i> (  ) umgestellt.</li> </ul>

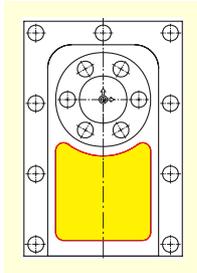
FORMPLATTE		
P	N5 FORMPLATTE	Nullpktv. 1 G54
	N10 FORMPLATTE_AUSSEN	
	N15 Bahnfräsen	T=FRAESER32 F0.15/Z V120m Z0=0 Z1=10ink
	N20 Bahnfräsen	T=FRAESER32 F0.08/Z V150m Z0=0 Z1=10ink
END	Programmende	N=1

Die beiden Arbeitsschritte werden im Arbeitsplan verkettet.

Die Simulation und die anschließende 3D-Ansicht zeigen die korrekte Fertigung des Werkstückes.



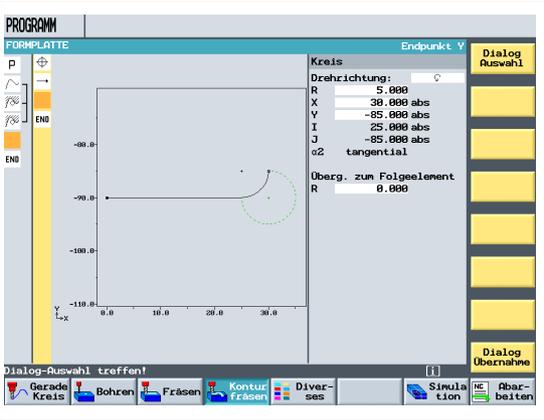
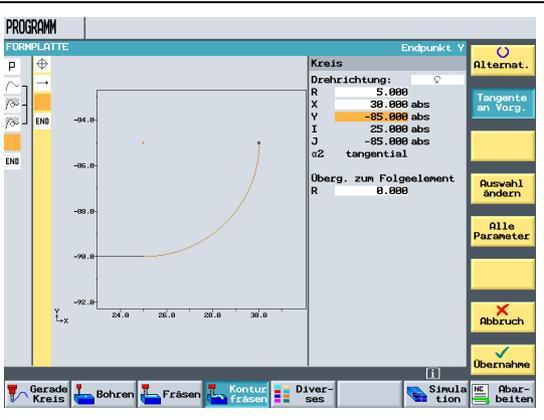
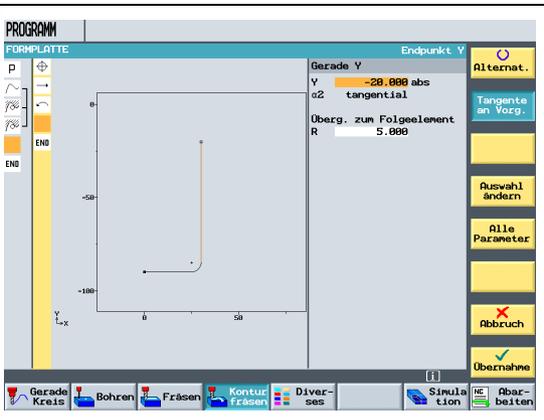
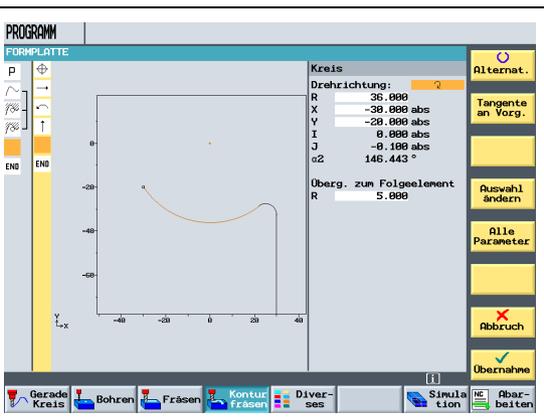
## 7.2 Ausräumen, Restmaterial und Schichten von Konturtaschen



Im folgenden wird diese Taschenkontur erstellt. Anschließend wird die Tasche ausgeräumt und geschlichtet.

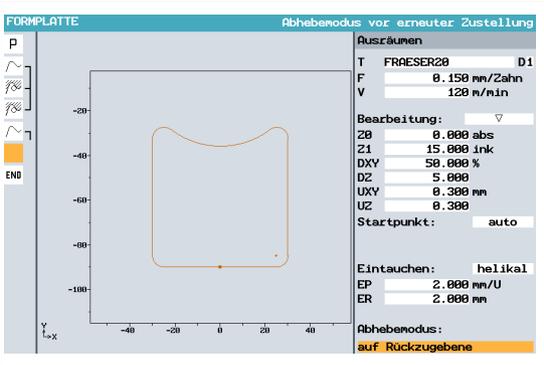
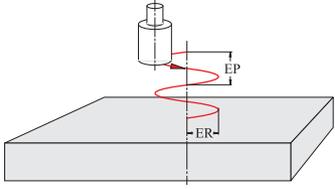
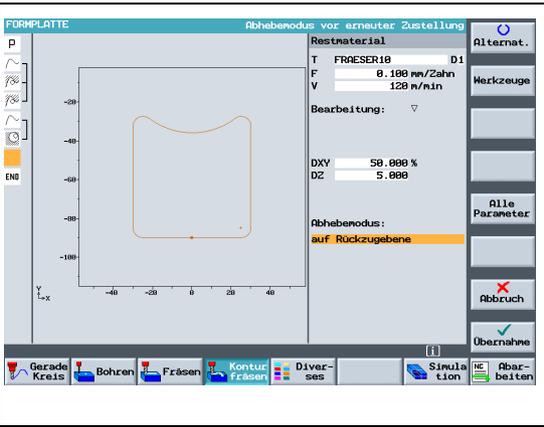
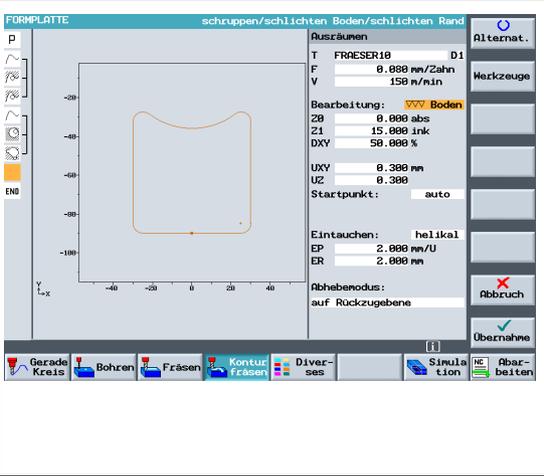
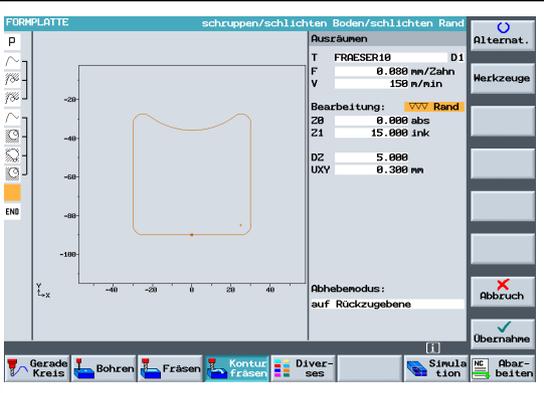
Tasten		Bildschirm	Erläuterungen
 	F...		<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Kontur erhält den Namen "FORMPLATTE_Innen".</li> </ul>
	0 -90		<ul style="list-style-type: none"> <li>Der Startpunkt soll bei X0 und Y-90 liegen.</li> </ul>
 	25		<ul style="list-style-type: none"> <li>Zur Übung soll der erste Bogen nicht als Ver-rundung, sondern als separates Element eingegeben werden. Deshalb wird die Gerade nur bis X25 konstruiert.</li> </ul>
 	5 30 -85		<ul style="list-style-type: none"> <li>Nach Eingabe des Y-Endpunktes ergeben sich zwei Konstruktionslösungen, die von der Software mit dem Softkey <i>Dialog Auswahl</i> aufgerufen werden können. Dabei wird die ausgewählte Lösung schwarz und die Alternativlösung grün dargestellt.</li> </ul>

## 7 Beispiel 3: Formplatte

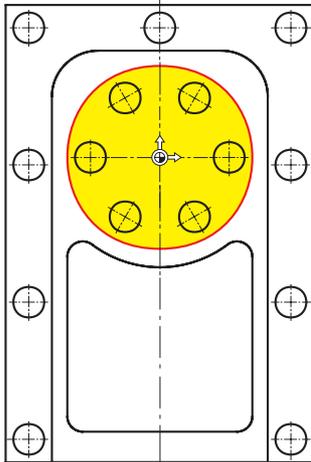
<p>Dialog Übernahme</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Mit dem Softkey <i>Dialog Übernahme</i> wird der gewünschte Viertelkreis aus den möglichen Lösungen übernommen.</li> </ul>
<p>Übernahme</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Der Geometrieprozessor hat automatisch "erkannt", dass sich der programmierte Bogen tangential an die Gerade anschließt. Der entsprechende Softkey <i>Tangente an Vorg.</i> wird invers (d.h. gedrückt) dargestellt.</li> </ul>
<p>↑ ↓</p> <p>-20 5</p> <p>Übernahme</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Der Endpunkt der Geraden ist bekannt. Der Übergang zum R36 wird mit R5 verrundet.</li> </ul>
<p>↻</p> <p>36 -30 -20 5</p> <p>Übernahme</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Es folgt ein Bogen im Uhrzeigersinn.</li> </ul>

<p style="text-align: center;">↑ ↓</p> <p style="text-align: center;">Übernahme</p>	<p style="text-align: center;">-90 5</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Radius R5 wird als Verrundung angegeben.</li> </ul>
<p style="text-align: center;">Kontur schließen</p> <p style="text-align: center;">Übernahme</p>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mit der Taste <i>Kontur schließen</i> wird ein Konturzug auf direktem Wege geschlossen.</li> <li>• Damit ist die Taschenkontur komplett beschrieben und wird in den Arbeitsplan übernommen.</li> </ul>
<p style="text-align: center;">Ausräumen</p> <p style="text-align: center;">Werkzeuge</p> <p style="text-align: center;">ins Programm</p>	<p style="text-align: center;">...</p> <p style="text-align: center;">0.15 120</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Fertigungsrichtung der Tasche wurde im Programmkopf festgelegt. In diesem Fall wurde die Einstellung <i>Gleichlauf</i> gewählt.</li> <li>• Das Ausräumen der Tasche soll mit dem 20er Fräser erfolgen (F 0.15 mm/Zahn und V 120 m/min).</li> <li>• Die Tasche wird zunächst geschruppt (▼).</li> </ul>
	<p style="text-align: center;">0 15 50 5 0.3 0.3</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die <i>Bearbeitungstiefe</i> kann auch inkremental eingegeben werden. Hierbei muss jedoch die Tiefe positiv eingegeben werden.</li> <li>• Die maximale Zustellung in der Ebene wird hier in % angegeben.</li> <li>• Der <i>Startpunkt</i> (Eintauchposition) wird bei der Einstellung <i>auto</i> von ShopMill festgelegt.</li> </ul>

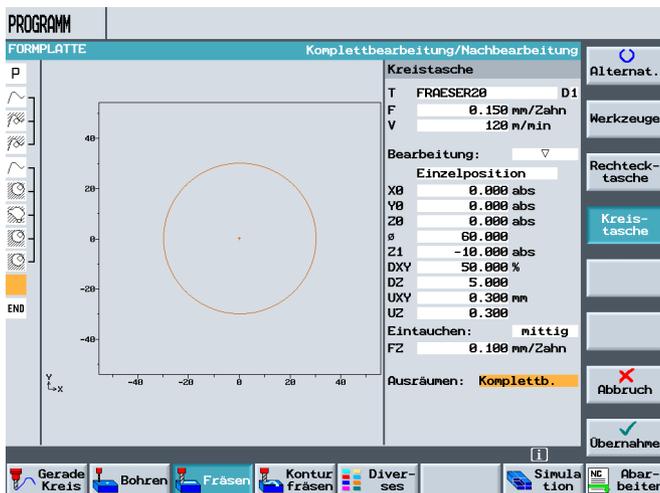
## 7 Beispiel 3: Formplatte

<p>Übernahme</p>	<p>2 2</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Das <i>Eintauchen</i> soll <i>helikal</i> mit einer Steigung und einem Radius von jeweils 2 mm geschehen.</li> </ul> 
<p>Restmaterial Werkzeuge ins Programm</p> <p>Übernahme</p>	<p>0.1 120 50 5</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Da der 20er Fräser die Radien R5 nicht bearbeiten kann, bleibt in den "Ecken" Material stehen. Mit der Funktion <i>Restmaterial</i> und einem kleineren Fräser (FRAESER10 mit F 0.1 mm/Zahn und V 120 m/min) werden die noch nicht bearbeiteten Bereiche punktgenau weggeschruppt.</li> <li>Die maximale Zustellung in der Ebene soll bei 50% liegen.</li> </ul>
<p>Ausräumen Werkzeuge ins Programm</p> <p>Übernahme</p>	<p>0.08 150</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Nachbearbeitung der Tasche kann ebenfalls mit der Funktion <i>Ausräumen</i> geschehen. Hierbei muss die Bearbeitung auf <i>Schichten Boden</i> ( <b>WVV Boden</b> ) umgeschaltet werden.</li> <li>Bei den Werten in den Feldern <i>Schichtaufmaß in der Ebene</i> (UXY) und <i>Schichtaufmaß in der Tiefe</i> (UZ) muss das vorher beim Schruppen eingegebene Aufmaß eingestellt bleiben. Dieser Wert ist für die automatische Berechnung der Verfahrenswege von Bedeutung.</li> </ul>
<p>Ausräumen</p> <p>Übernahme</p>	<p>3x</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Mit der Funktion <i>Schichten Rand</i> ( <b>WVV Rand</b> ) wird das Restmaterial auf der Kontur zerspart.</li> </ul>

### 7.3 Bearbeitung auf mehreren Ebenen

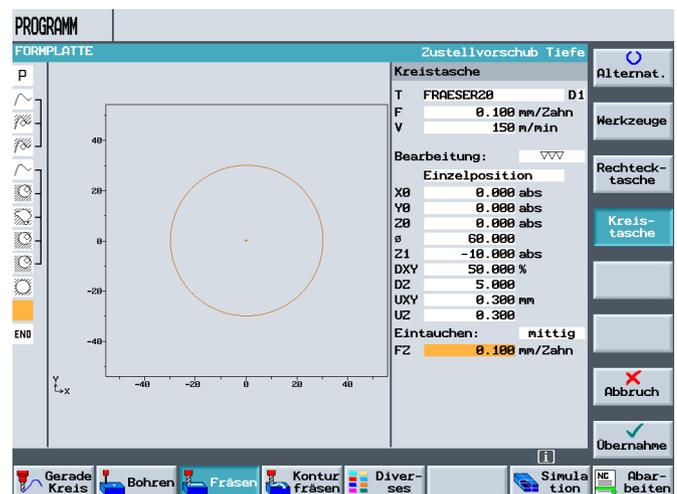


Die 60er Kreistasche wird genau wie im Beispiel "Spritzform" in zwei Arbeitsschritten gefräst.

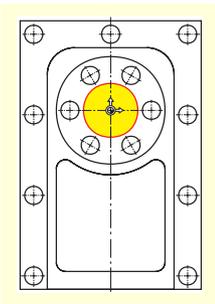


Im ersten Arbeitsschritt wird die Tasche mit dem 20er Fräser bis auf -9.7 mm geschruppt.

Im zweiten Arbeitsschritt wird die Tasche mit demselben Werkzeug geschlichtet.

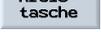
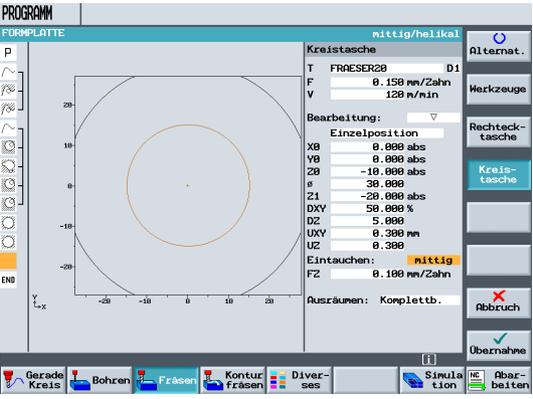
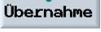
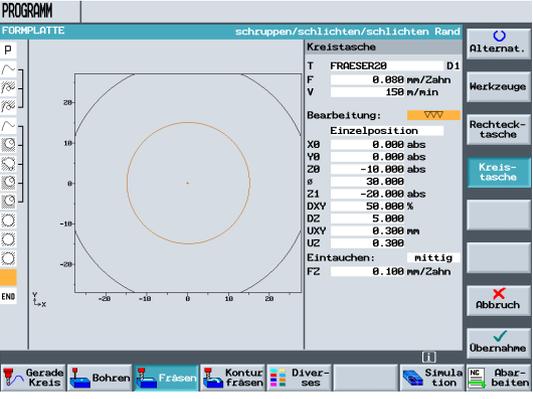
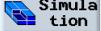
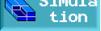
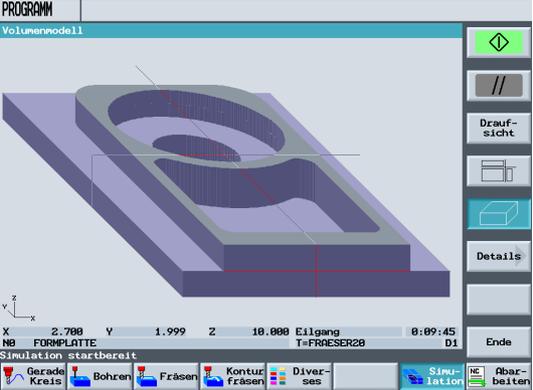


## 7 Beispiel 3: Formplatte



Anschließend wird die innenliegende Kreistasche bis auf die Tiefe von -20 mm bearbeitet.

Hierbei ist zu beachten, dass die Starttiefe nun nicht bei 0 mm, sondern bei -10 mm liegt.

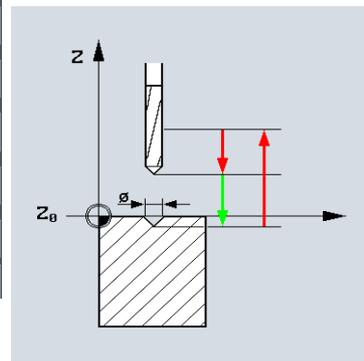
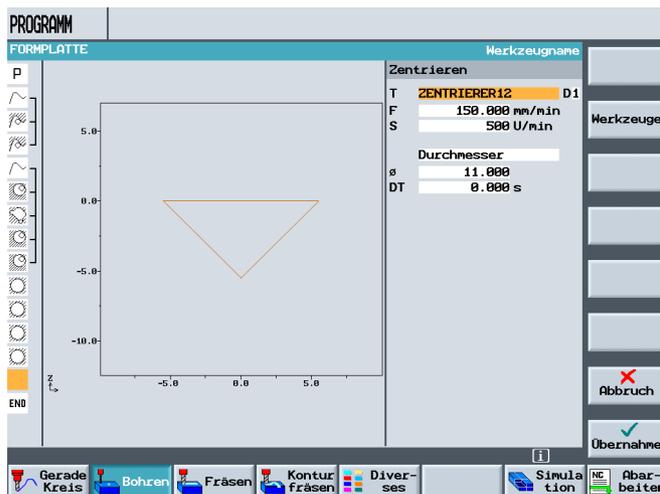
Tasten	Bildschirm	Erläuterungen
       		<ul style="list-style-type: none"> <li>Nach Eingabe der Werte wie im dargestellten Bild kann das Dialog-Fenster übernommen werden.</li> </ul>
       		<ul style="list-style-type: none"> <li>Im zweiten Schritt wird die Tasche geschichtet.</li> <li>Position, Größe und Aufmaße werden automatisch von der zuvor beschriebenen Schruppbearbeitung übernommen. Es sind also nur noch die technologischen Werte einzugeben.</li> <li>Der Wert Z0 (= Höhe Werkstück) gibt die Starttiefe der Bearbeitung an.</li> </ul>
        		<ul style="list-style-type: none"> <li>Je komplexer das Werkstück ist, desto wertvoller wird das 3D-Bild im Vorfeld der Fertigung.</li> </ul>

## 7.4 Berücksichtigung von Hindernissen

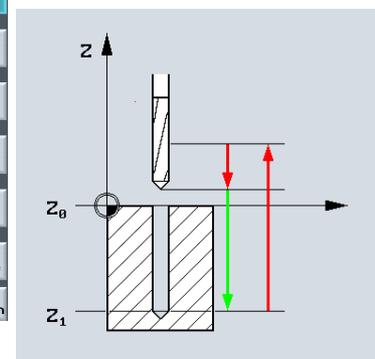
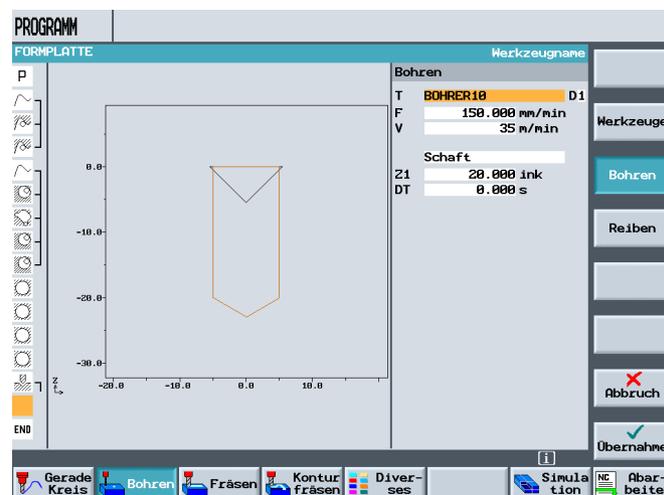
Wie schon bei der "Längsführung" können auch bei diesem Werkstück verschiedene Bohrmuster miteinander verkettet werden. Hier ist jedoch darauf zu achten, dass ein oder mehrere "Hindernisse" überfahren werden müssen - je nach Reihenfolge der Bearbeitung. Zwischen den Bohrungen wird jeweils auf *Sicherheitsabstand* oder auf *Bearbeitungsebene* verfahren - so, wie Sie es eingestellt haben.

Erstellen Sie zunächst diese Arbeitsschritte *Zentrieren* und *Bohren*, wie Sie es im Kapitel 5 gelernt haben.

### 1. Arbeitsschritt *Zentrieren*

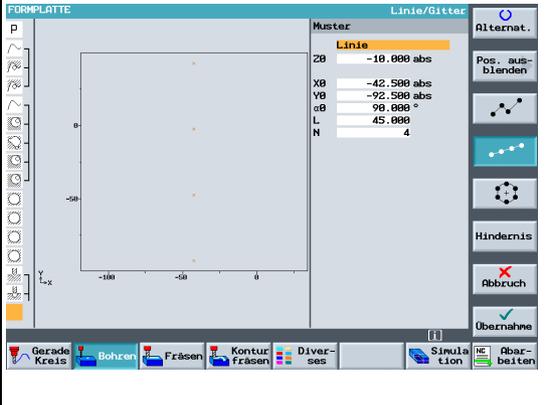
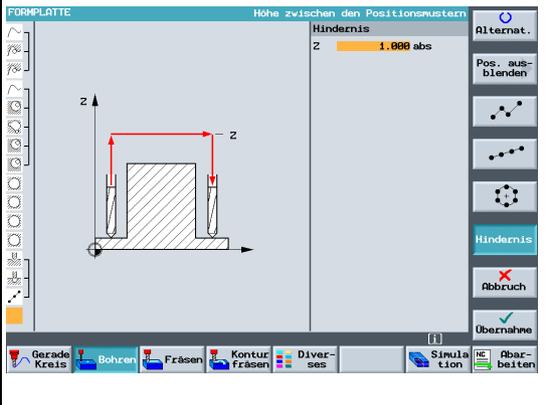
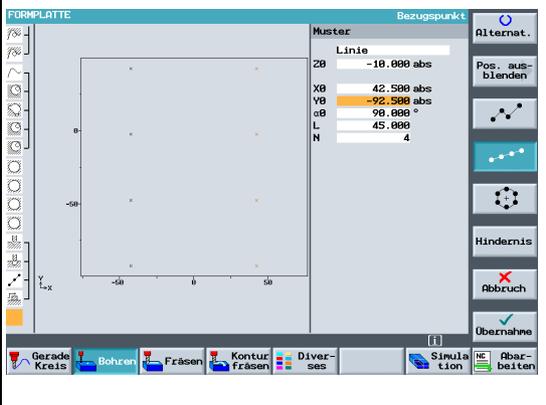
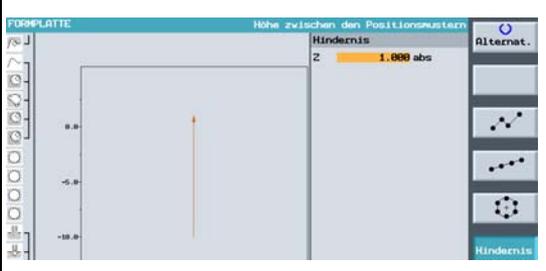


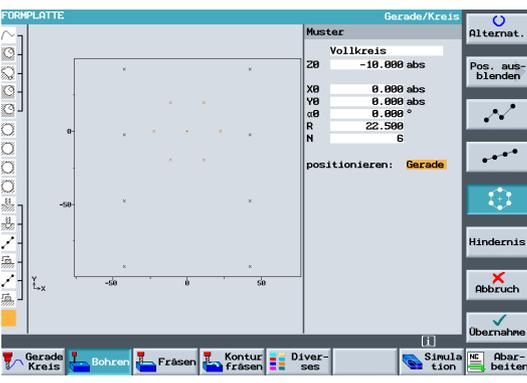
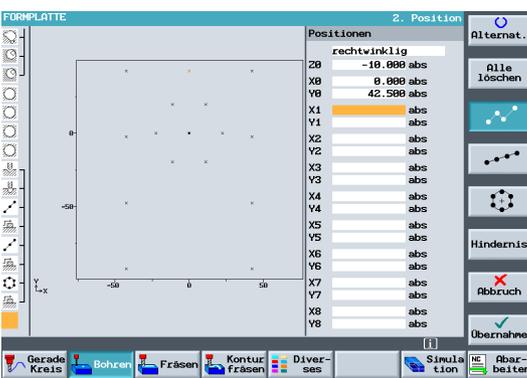
### 2. Arbeitsschritt *Bohren*



Nach diesen beiden Arbeitsschritten werden auf der nächsten Seite die zugehörigen Bohrpositionen eingegeben.

7 Beispiel 3: Formplatte

Tasten	Bildschirm	Erläuterungen
<p>Positionen</p> <p>Übernahme</p> <p>-10 -42.5 -92.5 90 45 4</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zunächst wird die linke Bohrrreihe in der Folge von unten nach oben angelegt.</li> </ul>
<p>Positionen</p> <p>Hindernis</p> <p>Übernahme</p> <p>1</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Über die Funktion <i>Hindernis</i> wird ein Verfahrweg auf die Höhe 1 mm eingegeben, da als nächstes die rechte Bohrrreihe zu Übungszwecken ebenfalls von unten nach oben gebohrt werden soll. Das Hindernis muss nur dann eingegeben werden, wenn zuvor im Programmkopf das Eingabefeld <i>Rückzug Pos.-Muster</i> auf optimiert umgeschaltet wurde.</li> </ul>
<p>Positionen</p> <p>Übernahme</p> <p>2x 42.5</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• An dieser Stelle wird die zweite Bohrstrecke eingegeben.</li> </ul>
<p>Positionen</p> <p>Hindernis</p> <p>Übernahme</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Um zum nächsten Bohrmuster, dem Bohrkreis, zu kommen, muss wiederum ein Hindernis überfahren werden.</li> </ul>

<p>Positionen</p>  <p>Übernahme</p>	<p>-10</p> <p>2x</p> <p>0</p> <p>22.5</p> <p>6</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die sechs Bohrungen bilden einen Vollkreis.</li> </ul>
<p>Positionen</p> <p>Hindernis</p> <p>Übernahme</p>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Um die letzte Bohrung zu fertigen, wird wieder ein Hindernis überfahren.</li> </ul>
<p>Positionen</p>  <p>Übernahme</p>	<p>-10</p> <p>0</p> <p>42.5</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eingabe der letzten Bohrposition</li> <li>• Löschen Sie ggf. bereits vorhandene Positionen mit <b>Del</b>.</li> <li>• Hinweis: Dieses Programmierbeispiel sollte Sie mit der Funktion <i>Hindernis</i> vertraut machen. Es gibt natürlich elegantere Wege, die Bohrpositionen zu programmieren und mit nur einem Hindernis auszukommen. Probieren Sie selbst verschiedene Strategien aus!</li> </ul>

Weitere Informationen zur Darstellung des Werkstückes:

1. Die Simulation kann nur in der *Draufsicht* oder in *3-Ebenen-Ansicht* ablaufen. Die letzte Einstellung bleibt aktiv.
2. Eine statische Darstellung kann auch im *Volumenmodell* erfolgen.



Nach erfolgter Simulation kann mit den Tasten  oder  in die jeweils andere Darstellung umgeschaltet werden.



Wenn in der *Draufsicht* oder der *3-Ebenen-Ansicht* die Taste **Details** gedrückt wird, erscheinen diese Softkeys zum Vergrößern von Ansichten.



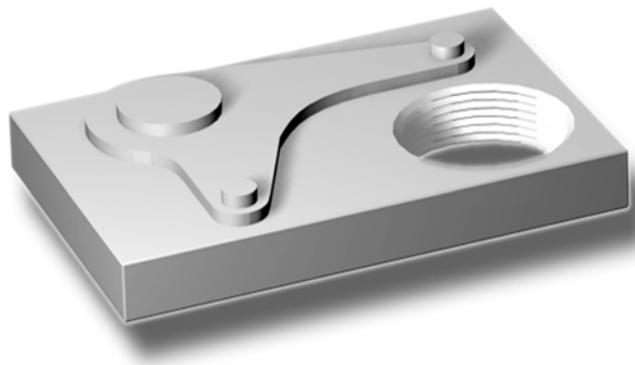
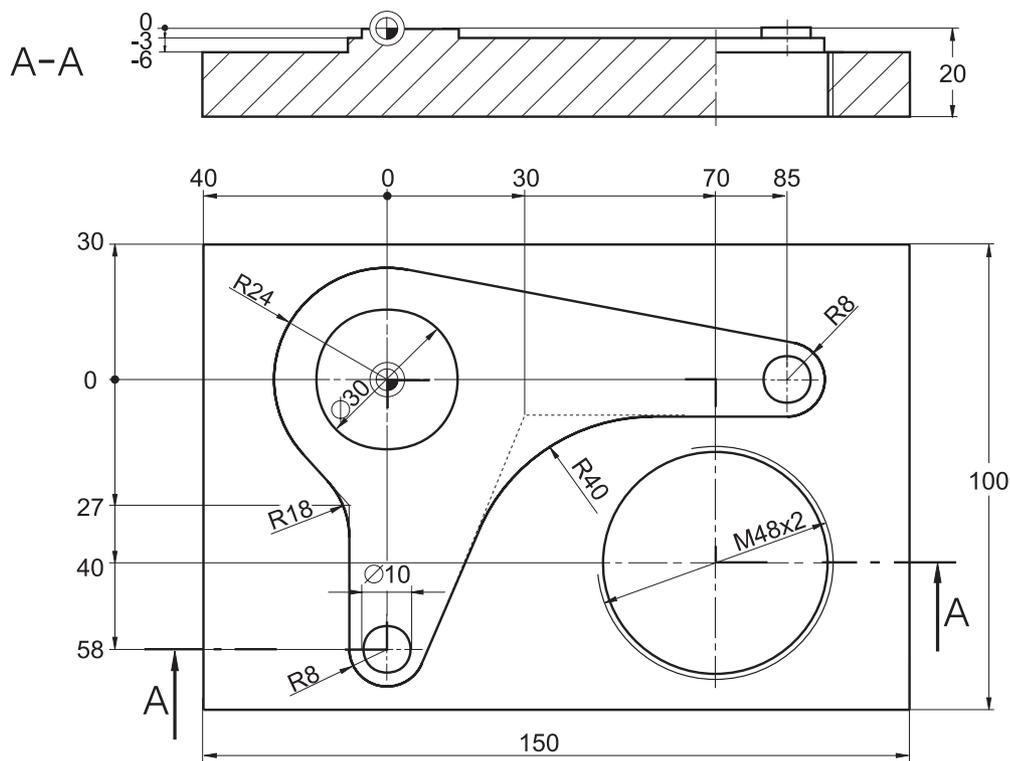
Wenn im *Volumenmodell* die Taste **Details** gedrückt wird, erscheinen diese Softkeys zur Auswahl verschiedener Blickrichtungen.

Mit den Pfeiltasten kann der Schnittverlauf voreingestellt und mit der Taste  ausgeführt

## 8 Beispiel 4: Hebel

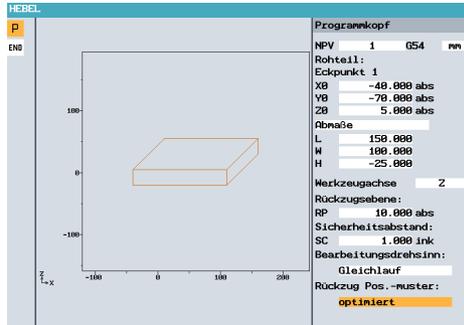
In diesem Kapitel lernen Sie weitere wichtige Funktionen von ShopMill kennen:

- Planfräsen
- Erstellen von Umrandungen (Hilfstaschen) für das Ausräumen rund um Inseln
- Erstellen von Kreis-Inseln mit Kopieren
- Erweiterter Editor und Fertigung der Inseln
- Tiefbohren, Helix fräsen, Ausdrehen und Gewindefräsen
- Konturen polar programmieren (neu ab Version 6.4)



### Arbeitsplan erstellen

Die Werkstückabmaße müssen der Zeichnung entnommen und in den Programmkopf eingetragen werden. Hierbei ist zu beachten, dass das Rohteil 25 mm dick sein soll und der Eckpunkt 1 in Z folglich auf 5 mm gesetzt werden muss.



Nach Eingabe der Daten sollte das Eingabe-Fenster so aussehen.

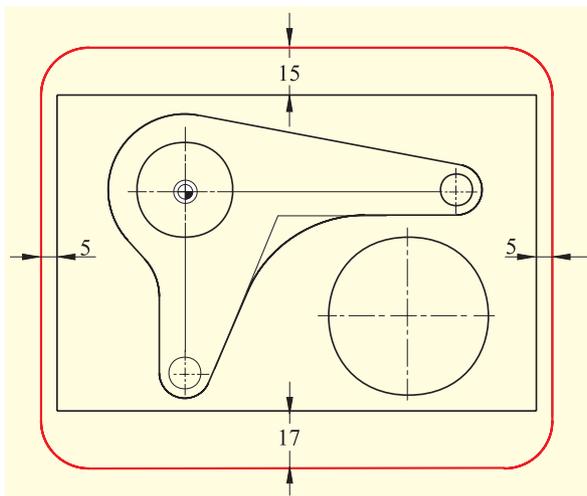
## 8.1 Planfräsen

Tasten	Bildschirm	Erläuterungen
<p>Fräsen</p> <p>Planfräsen</p> <p>Werkzeuge</p> <p>ins Programm</p> <p>...</p> <p>0.1</p> <p>120</p> <p>Übernahme</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es wird der PLANFRAESER63 verwendet (F 0.1 mm/Zahn und V 120 m/min).</li> <li>• Die Fläche wird als erstes geschruppt. Dazu muss das Feld <i>Bearbeitung</i> auf  umgestellt werden.</li> <li>• Weiterhin werden die Abmaße des Rohteils sowie die Eingriffsbreite und das Schichtaufmaß festgelegt (siehe Eingabe-Fenster).</li> </ul>
<p>Planfräsen</p> <p>0.08</p> <p>150</p> <p>Übernahme</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Um die Oberfläche zu schlichten, werden die Technologiewerte angepasst (F 0.08 mm/Zahn und V 150 m/min) und von der Bearbeitung von <i>Schruppen</i> auf <i>Schlichten</i> () umgeschaltet.</li> <li>• Das Schichtaufmaß muss sowohl beim Schruppen als auch beim Schlichten denselben Wert aufweisen, da beim Schruppen damit das Aufmaß für die folgende Schlichtbearbeitung und beim Schlichten die noch zu zerspanende Materialdicke gemeint ist.</li> </ul>

## 8.2 Erstellen einer Umrandung für die Hebel-Insel

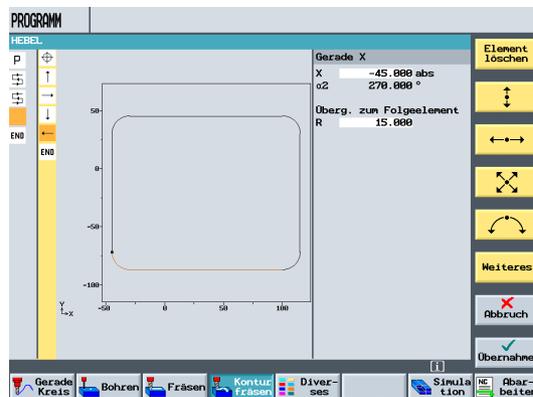
Inseln werden genau wie Taschen als Kontur im grafischen Konturrechner beschrieben. Zu Inseln werden sie erst durch die Verkettung im Arbeitsplan: Darin beschreibt die erste Kontur immer die Tasche. Eine oder auch mehrere nachfolgende Konturen werden als Inseln interpretiert. Da im Fall des Beispielteils "Hebel" keine Tasche existiert, wird eine erdachte Hilfstasche um die Außenkontur herumgelegt. Diese dient als notwendige äußere Begrenzung der Verfahrswege und bildet somit den Rahmen, in dem die Werkzeugbewegungen stattfinden.

Tasten	Bildschirm	Erläuterungen
 		<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Außenkontur erhält den Namen "HEBEL_Rechteck_Bereich".</li> </ul>



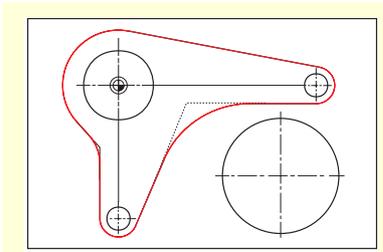
Konstruieren Sie die Tasche mit den links gezeigten Abständen (variable Werte) um das Rohteil herum. Die Ecken werden mit R15 verrundet.

Es ist immer darauf zu achten, dass die Werte so gewählt werden, dass die Werkstück-Ecken von der "Tasche" abgedeckt werden.

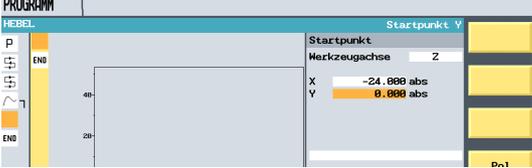
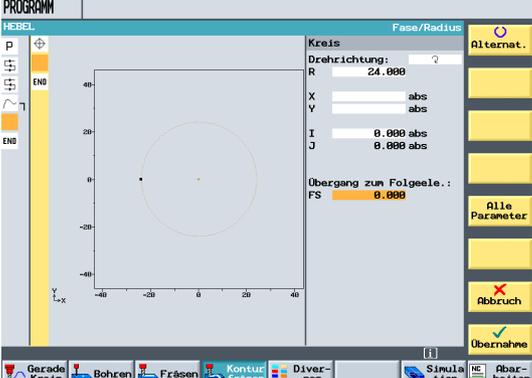
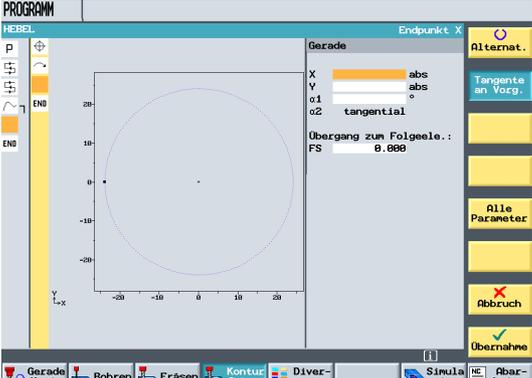


Ist die Kontur fertig konstruiert, sieht der Bildschirm so aus.

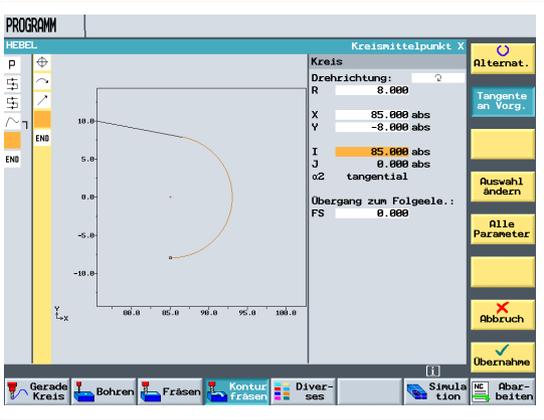
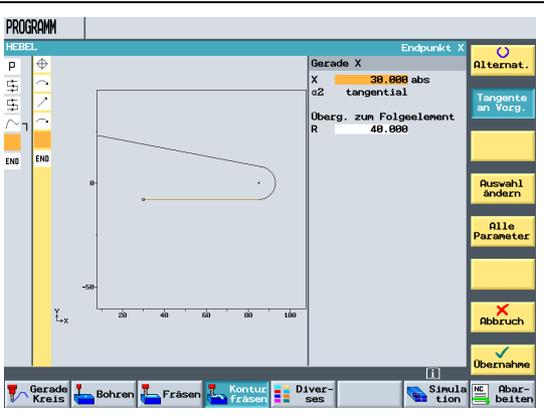
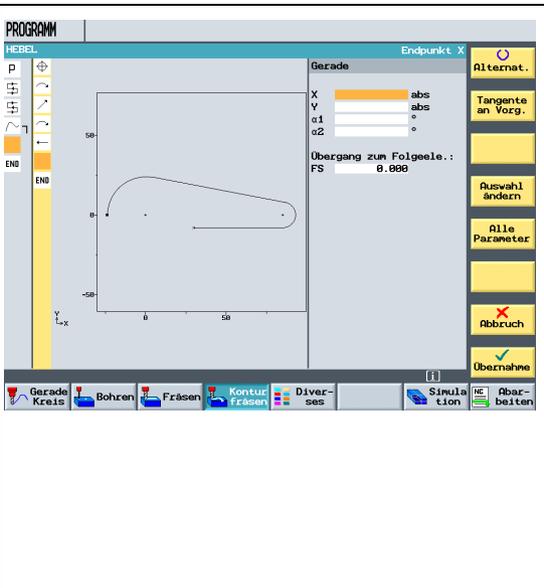
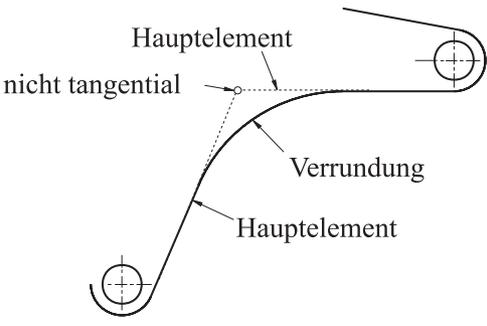
### 8.3 Fertigung des Hebels



Nachdem die Außenkontur hinter den letzten Arbeitsschritt eingefügt wurde, wird nun im folgenden die Insel erstellt. Damit Sie in der Geometrie-Erstellung Übung bekommen, wird dieses Beispiel noch einmal Taste für Taste erläutert.

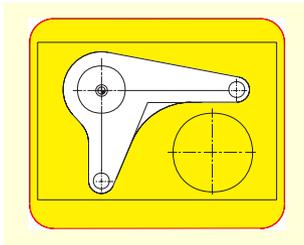
Tasten		Bildschirm	Erläuterungen
 	H... 		<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Insel erhält den Namen "HEBEL_Hebel".</li> </ul>
	-24 		<ul style="list-style-type: none"> <li>Der Startpunkt der Kontur soll bei X-24 und Y0 liegen.</li> </ul>
  	24  2x  0 		<ul style="list-style-type: none"> <li>Der erste Bogen verläuft im Uhrzeigersinn, bekannt sind der Radius und der Mittelpunkt.</li> </ul>
 Tangente an Vorg.  			<ul style="list-style-type: none"> <li>Es folgt eine Schräge tangential an das Vorgänger-Element.</li> </ul>

## 8 Beispiel 4: Hebel

<p></p> <p>Tangente an Vorg.</p> <p>Dialog Übernahme</p> <p>Übernahme</p>	 <p>8</p> <p>85</p> <p>-8</p> <p>85</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es folgt ein tangentialer Kreisbogen.</li> <li>• Radius, Mittelpunkt und Endpunkt sind bekannt.</li> </ul>
<p></p> <p>Übernahme</p>	 <p>30</p> <p>40</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es folgt eine waagerechte Strecke bis zum Endpunkt X30.</li> <li>• Der Übergang zum nächsten Element soll mit einem Radius 40 mm versehen werden.</li> </ul>
<p></p> <p>Übernahme</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es folgt eine schräge Strecke.</li> <li>• Achtung: Der tangentialer Übergang wird immer nur auf das Hauptelement bezogen, d.h. in diesem Fall schließt die Gerade nicht tangential an.</li> </ul> 

<p>↻</p> <p>Tangente an Vorg.</p> <p>Alle Parameter</p> <p>8</p> <p>2x</p> <p>-58</p> <p>0</p> <p>-58</p> <p>Dialog Auswahl</p> <p>Dialog Übernahme</p> <p>Übernahme</p>	<p>8</p> <p>2x</p> <p>-58</p> <p>0</p> <p>-58</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es folgt ein tangentialer Kreisbogen, dessen Mittel- und Endpunkt bekannt sind.</li> <li>• Mit der Funktion <i>Alle Parameter</i> erhalten Sie ausführliche Informationen über den Bogen. Dies kann zum Beispiel als Kontrolle der eingegebenen Werte dienen (z. B.: Endet der Bogen senkrecht ...?).</li> </ul>
<p>↕</p> <p>Tangente an Vorg.</p> <p>Übernahme</p>	<p>-27</p> <p>18</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es folgt eine senkrechte (automatisch tangentielle) Strecke bis zum Endpunkt Y-27.</li> <li>• Der Übergang in die nächste Gerade soll mit R18 verrundet werden.</li> </ul>
<p>↔</p> <p>Übernahme</p>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es folgt eine Schräge.</li> </ul>
<p>↻</p> <p>Tangente an Vorg.</p> <p>Übernahme</p> <p>Übernahme</p>	<p>24</p> <p>-24</p> <p>0</p> <p>0</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Kontur wird mit einem Bogen zum Startpunkt geschlossen.</li> </ul>

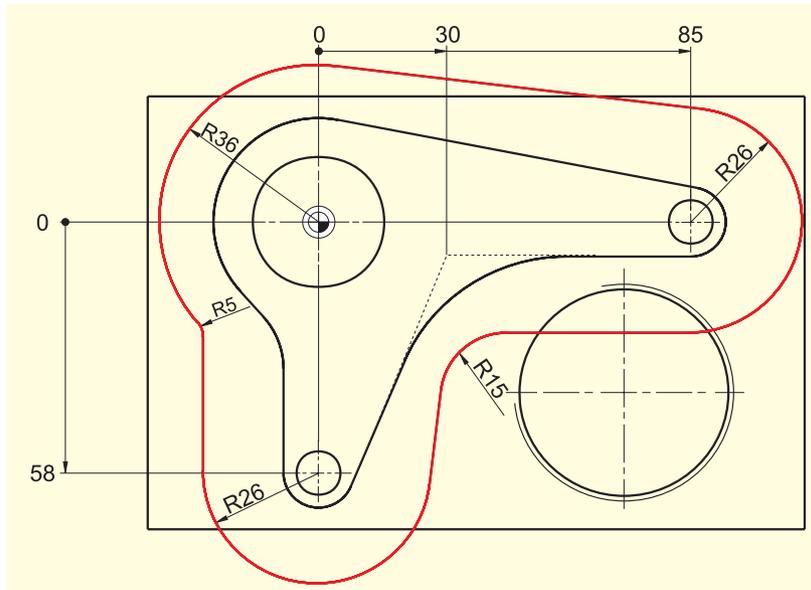
## 8 Beispiel 4: Hebel



Im folgenden werden die Materialien "um den Hebel herum" auf der Tiefe -6 zunächst geschruppt und dann geschlichtet.

Tasten	Bildschirm	Erläuterungen
<p>Ausräumen</p> <p>Werkzeuge</p> <p>ins Programm</p> <p>0.15</p> <p>120</p> <p>0</p> <p>6</p> <p>50</p> <p>6</p> <p>0</p> <p>...</p> <p>Übernahme</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Tasche wird unter Berücksichtigung der Hebel-Kontur ausgeräumt. Für die Schrupp-Bearbeitung wird das Werkzeug FRAESER20 verwendet (F 0.15 mm/Zahn und V 120 m/min).</li> <li>Die maximale Zustellung in der Ebene wird hier in % angegeben.</li> </ul>
<p>Ausräumen</p> <p>0.08</p> <p>150</p> <p>0</p> <p>6</p> <p>50</p> <p>0</p> <p>70</p> <p>-40</p> <p>...</p> <p>Übernahme</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Der Boden der Tasche wird geschlichtet (F 0.08 mm/Zahn und V 150 m/min).</li> </ul>

## 8.4 Erstellen einer Umrandung für die Kreis-Inseln



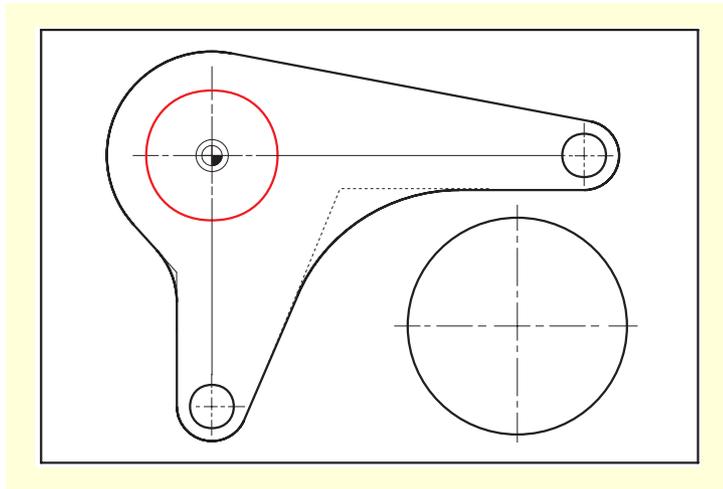
Im folgenden wird eine Umrandung als Verfahrenwegbegrenzung für das Fräsen auf der Tiefe -3 erstellt.

Die Werte R36 und R26 ergeben sich aus dem jeweiligen Insel-Radius + Fräser-Durchmesser (hier 20 mm + 1 mm Zugabe).

Die Radien R5 und R15 sind frei gewählt.

Tasten	Bildschirm	Erläuterungen
<p>Kontur fräsen</p> <p>Neue Kontur</p> <p>H... </p>	<p>Neue Kontur</p> <p>Bitte geben Sie den neuen Namen ein:</p> <p>HEBEL_Hebel_Bereich</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Kontur erhält den Namen "HEBEL_Hebel_Bereich"</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Begrenzung der Verfahrenwege wird, wie oben beschrieben, so um die Werkstückkontur herumkonstruiert, dass der 20er Fräser überall zwischen der Begrenzung und den Inseln durchpasst.</li> <li>Geben Sie diese Begrenzungskontur in der gleichen Weise wie die Hebelkontur ein.</li> </ul>

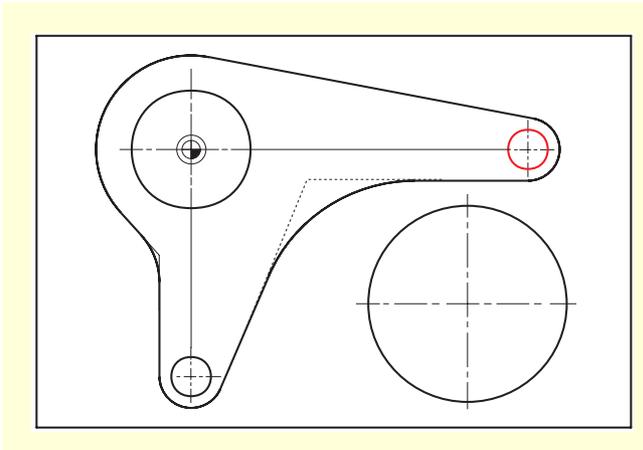
## 8.5 Erstellen der 30er Kreis-Insel



Erstellen Sie jetzt die 30er Kreis-Insel.

Tasten	Bildschirm	Erläuterungen
<p>Kontur fräsen</p> <p>Neue Kontur</p> <p>H... </p>	<p>Neue Kontur</p> <p>Bitte geben Sie den neuen Namen ein:</p> <p>HEBEL_Kreis_R15</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Kontur erhält den Namen "HEBEL_Kreis_R15"</li> </ul>
<p></p> <p>Übernahme</p>	<p>The screenshot shows the CAD software interface. The main workspace displays a circle with its center at the origin (0,0). The 'Kreis' dialog box is open, showing the following parameters:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Drehrichtung: ?</li> <li>R: 15.000</li> <li>X: 0.000 ink</li> <li>Y: 0.000 ink</li> <li>I: 15.000 ink</li> <li>J: 0.000 abs</li> </ul> <p>The 'Übernahme' button is highlighted at the bottom of the dialog.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Der Startpunkt der Kreiskonstruktion liegt bei X-15 und Y0.</li> <li>Vervollständigen Sie selbständig die Eingaben für die Kreiskontur nach den nebenstehenden Werten. Achten Sie darauf, dass einige Werte inkremental bemäßt sind.</li> </ul>

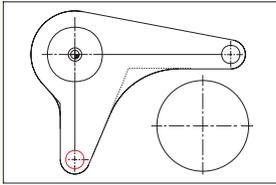
## 8.6 Erstellen einer 10er Kreis-Insel



Erstellen Sie jetzt die erste 10er Kreis-Insel.

Tasten	Bildschirm	Erläuterungen
<p>Kontur fräsen</p> <p>Neue Kontur</p> <p>H... </p>	<p>Neue Kontur</p> <p>Bitte geben Sie den neuen Namen ein:</p> <p>HEBEL_Kreis_RS_A</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Kontur erhält den Namen "HEBEL_Kreis_RS_A"</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Der Startpunkt der Kreis-Insel liegt bei X80 und Y0.</li> <li>Weil diese Kreis-Insel im folgenden kopiert wird, muss die Kontur inkremental eingegeben werden, damit beim Kopieren nur noch der Startpunkt geändert werden muss.</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Nach Eingabe des Kreises sieht die Arbeitsplan-Grafik wie hier dargestellt aus, wenn Sie  gedrückt haben.</li> </ul>

## 8.7 Kopieren der 10er Kreis-Insel



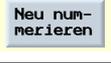
Im folgenden lernen Sie, wie in ShopMill kopiert wird.

Tasten	Bildschirm	Erläuterungen
<p><b>&gt;</b></p> <p><b>Kopieren</b></p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Öffnen Sie mit der Taste <b>&gt;</b> den erweiterten Editor und kopieren Sie die Kontur.</li> </ul>
<p><b>Einfügen</b></p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Fügen Sie die kopierte Kontur ein.</li> <li>Da sich Änderungen von Konturen auch auf gleichnamige Konturen auswirken, muss die Kontur umbenannt werden.</li> </ul>
<p><b>Um-</b> <b>benennen</b></p> <p><b>B</b></p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>In dem Hinweis-Dialog muss nur der Name der einzufügenden Kontur auf "HEBEL_KREIS_RS_B" geändert werden. Somit hat man eine Kopie der ersten Kreis-Insel erzeugt.</li> </ul>
<p><b>Übernahme</b></p> <p><b>Übernahme</b></p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Nach Auswahl der Kontur "HEBEL_KREIS_RS_B" wird diese zum Ändern mit der Taste <b>Übernahme</b> aufgerufen.</li> <li>Es muss lediglich der Startpunkt geändert werden, da die Kontur vorher inkremental eingegeben wurde.</li> <li>Alle Geometrie-Elemente können mit der Taste <b>Übernahme</b> zum Ändern geöffnet werden.</li> </ul>

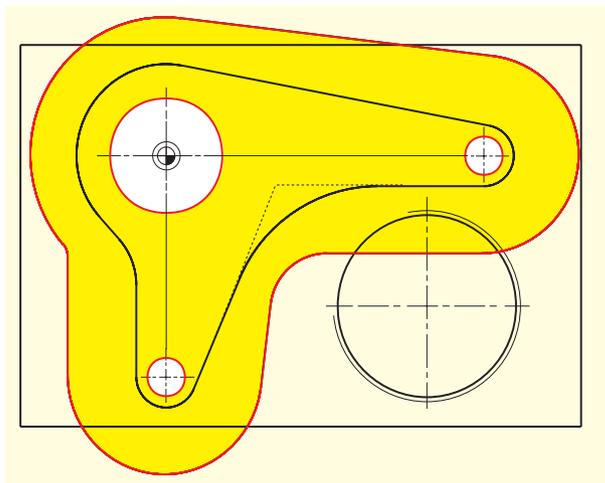
## 8.8 Fertigung der Kreis-Inseln mit Hilfe des erweiterten Editors

ShopMill bietet eine Reihe von Sonderfunktionen, um Teile des Arbeitsplanes mehrfach zu verwenden und zu verwalten. Diese Sonderfunktionen sind über die Taste  auf der Flachbedientafel jederzeit zu erreichen.

Diese Funktionen werden nachfolgend erläutert:

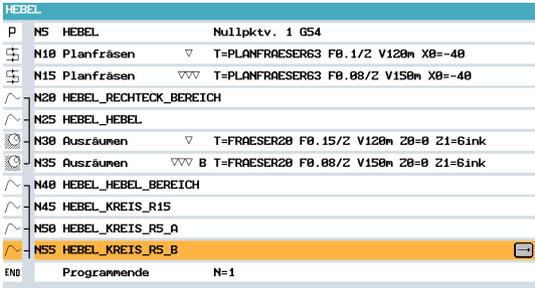
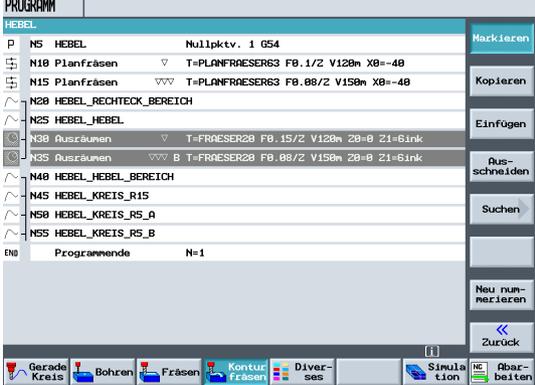
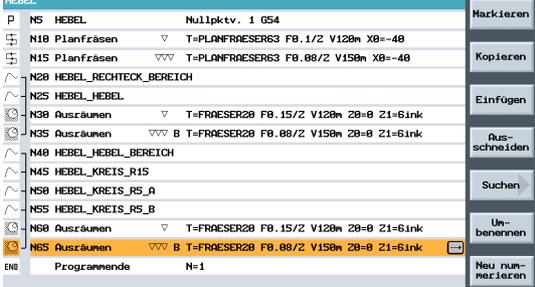
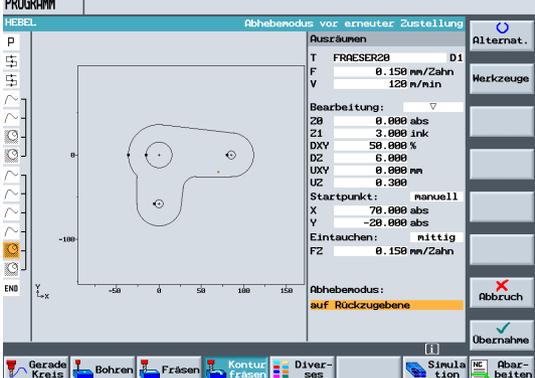
	Mit der Funktion <i>Markieren</i> können mehrere Arbeitsschritte zur weiteren Bearbeitung ausgewählt werden (z.B. <i>Kopieren</i> oder <i>Ausschneiden</i> ).
	Mit der Funktion <i>Kopieren</i> werden Arbeitsschritte in die Zwischenablage kopiert.
	Mit der Funktion <i>Einfügen</i> werden Arbeitsschritte aus der Zwischenablage in den Arbeitsplan eingefügt. Das Einfügen erfolgt immer hinter dem gerade markierten Arbeitsschritt.
	Mit der Funktion <i>Ausschneiden</i> werden Arbeitsschritte in die Zwischenablage kopiert und gleichzeitig an der Ursprungsstelle gelöscht. Dieser Softkey dient auch zum "reinen" Löschen.
	Mit der Funktion <i>Suchen</i> können Texte im Programm gesucht werden.
	Mit der Funktion <i>Umbenennen</i> können Kontur-, Verzeichnis- oder Arbeitsplan-Namen geändert werden.
	Mit der Funktion <i>Neu nummerieren</i> werden die Arbeitsschritte neu durchnummeriert.
	Mit der Funktion <i>Zurück</i> gelangt man wieder in das vorherige Menü.

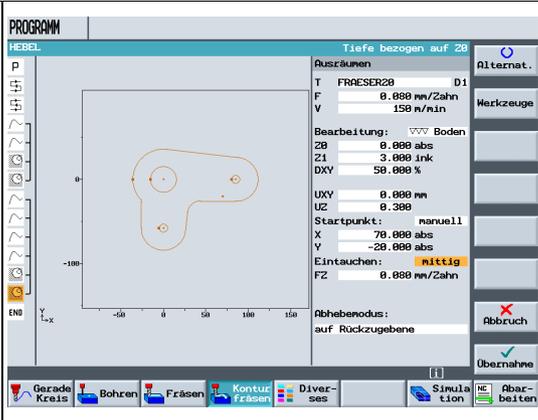
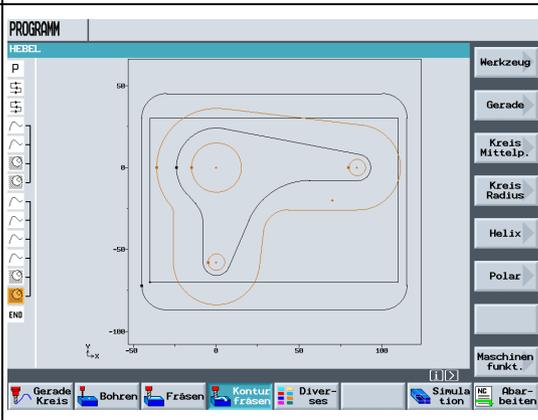
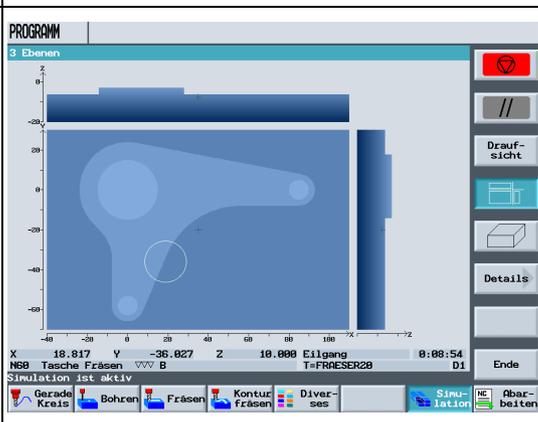
Einige der vorab beschriebenen Funktionen werden im folgenden benutzt, um auf effiziente Weise die 3 Kreis-Inseln zu fertigen. Die Effizienz entsteht hierbei durch das Kopieren bereits vorhandener Arbeitsschritte.



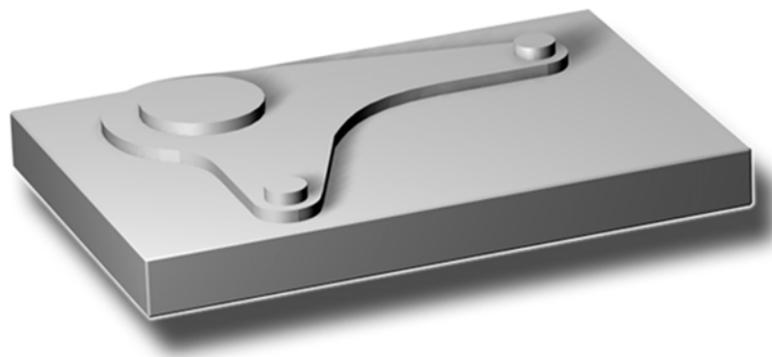
Die rot dargestellte Umrandung aus dem Unterkapitel 8.4 dient hier als Verfahrensweg-Begrenzung.

# 8 Beispiel 4: Hebel

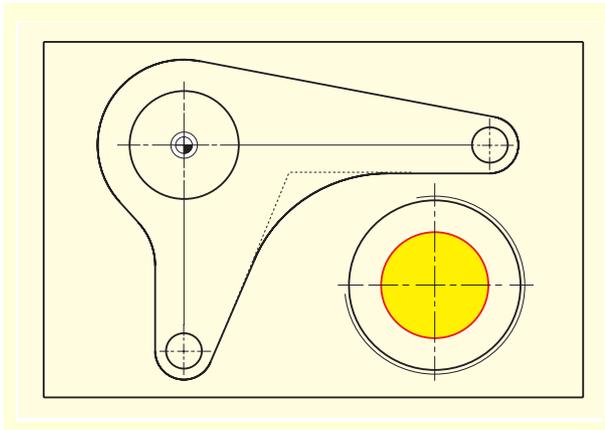
Tasten	Bildschirm	Erläuterungen
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Arbeitsplan sollte jetzt so aussehen.</li> </ul>
<p>Markieren</p> <p>Kopieren</p> <p>Einfügen</p> <p>Zurück</p>	<p>5x ↑</p> <p>→</p> <p>4x ↓</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hier werden die beiden vorherigen Ausräum-Technologien durch <i>Kopieren</i> an die verketteten Konturen angefügt.</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die beiden Ausräum-Technologien müssen noch an die neue Bearbeitungstiefe angepasst werden.</li> </ul>
<p>Übernahme</p>	<p>5x ↓</p> <p>3 ↕</p> <p>4x ↓</p> <p>70 ↕</p> <p>-20 ↕</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Schrupp-Tiefe wird mit dem Wert <i>Z1</i> auf 3 mm eingestellt und ein Startpunkt außerhalb des Restmaterials gewählt.</li> </ul>

<p>Übernahme</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Schlicht-Tiefe wird ebenfalls angepasst.</li> </ul>
<p>Übernahme</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hier wird gezeigt, welche Geometrien zu der Schlicht-Technologie gehören (Arbeitsplan-Grafik).</li> </ul>
<p>Simulation</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Und wie immer: Zur Kontrolle die Simulation.</li> </ul>

... und hier das Zwischenergebnis:



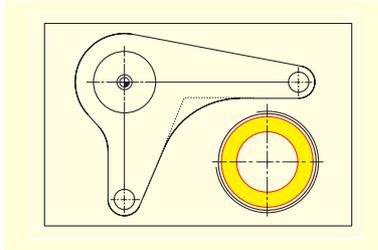
## 8.9 Tiefbohren



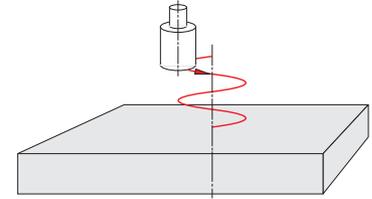
Im folgenden wird ein Vollbohrer verwendet.

Tasten	Bildschirm	Erläuterungen
<p>Bohren</p> <p>Bohren Reiben</p> <p>Werkzeuge</p> <p>...</p> <p>ins Programm</p> <p>0.1</p> <p>120</p> <p>-21</p> <p>Übernahme</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es wird mit dem VOLLBOHRER30 vorgebohrt (F 0.1 mm/U und V 120 m/min).</li> <li>• Der Tiefenbezug wird dabei auf <i>Spitze</i> mit der Einstellung <i>abs</i> gesetzt.</li> </ul>
<p>Positionen</p> <p>-6</p> <p>70</p> <p>-40</p> <p>Übernahme</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hier wird die Bohr-Position eingegeben.</li> </ul>

## 8.10 Helix fräsen

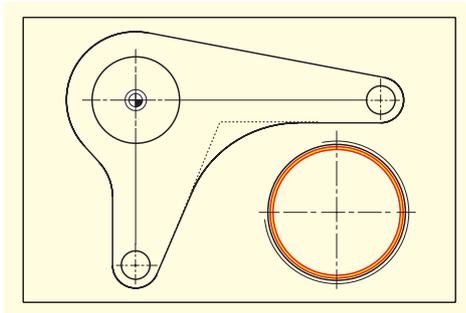


Im folgenden wird mit einem Fräser in einer wendelförmigen Bewegung, *Helix* genannt, das Restmaterial zerspannt.



Tasten	Bildschirm	Erläuterungen
<p>Gerade Kreis</p> <p>Werkzeug</p> <p>Werkzeuge</p> <p>ins Programm</p> <p>Übernahme</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Helix wird zum Zerspanen des nach dem Bohren übriggebliebenen Kreisringes verwendet. Dazu kommt der FRAESER20 zum Einsatz (V 120 m/min).</li> <li>Anstatt mit der Helix könnte das Restmaterial auch mit der Funktion Kreistasche gefertigt werden.</li> </ul>
<p>Gerade</p> <p>Eilgang</p> <p>82</p> <p>-40</p> <p>-5</p> <p>3x</p> <p>Übernahme</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Da hier ohne Fräserradius-Korrektur gefräst wird, muss der Fräser mit seinem Umfang auf den Kernloch-Durchmesser (hier 45.84 mm) abzüglich Schlichtaufmaß positioniert werden.</li> </ul>
<p>Helix</p> <p>70</p> <p>-40</p> <p>3</p> <p>-23</p> <p>0.1</p> <p>Übernahme</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Helix wird im Gleichlauf gefräst.</li> <li>Die Steigung der Helix beträgt 3 mm.</li> <li>Da das Werkzeug auf einer schrägen Bahn verfährt, werden hier 6 Umdrehungen erzeugt, damit kein Restmaterial stehenbleibt (obwohl bereits nach 5 Umdrehungen die Endtiefe erreicht ist).</li> </ul>

## 8.11 Ausdrehen

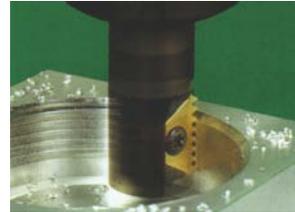
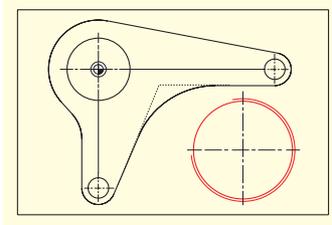


Im folgenden wird die vorgefertigte Kreistasche mit einem Ausdreh-Werkzeug auf Maß bearbeitet.

Tasten	Bildschirm	Erläuterungen
<p>Bohren</p> <p>Ausdrehen</p> <p>Werkzeuge</p> <p>ins Programm</p> <p>0.08</p> <p>500</p> <p>15</p> <p>0</p> <p>Übernahme</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Das Gewindekernloch wird mit dem AUSDREHWERKZEUG maßhaltig ausgedreht (F 0.08 mm/U und S 500 U/min).</li> <li>Die Option <i>Abheben</i> zieht das Werkzeug von der Kontur zurück, bevor es aus der Bohrung herausfährt. Diese Option darf nur bei einschneidigen Werkzeugen angewendet werden.</li> </ul> <p>Hinweis: Die Winkelstellung des Werkzeugs beim Abheben wird vom Maschinenhersteller festgelegt.</p>
<p>Positionen</p> <p>-6</p> <p>70</p> <p>-40</p> <p>Übernahme</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Das Werkzeug wird auf den Mittelpunkt der Bohrung positioniert. Das Maß 45.84 mm ist durch den eingestellten Werkzeug-Durchmesser vorgegeben.</li> <li>Statt der Eingabe der Position könnte man hier auch mit der Funktion <b>Position wiederh.</b> arbeiten.</li> </ul>

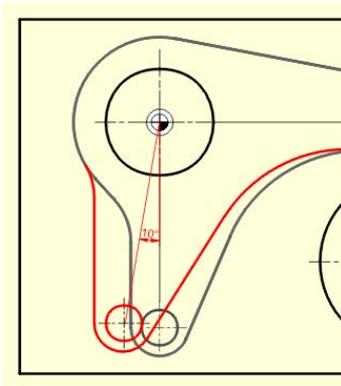
## 8.12 Gewindefräsen

Im folgenden wird das Gewinde mit einem Gewindefräser gefertigt.



Tasten	Bildschirm	Erläuterungen
<p>Bohren</p> <p>Gewinde</p> <p>Gewindefräsen</p> <p>Werkzeuge</p> <p>...</p> <p>ins Programm</p> <p>0.08</p> <p>150</p> <p>...</p> <p>Übernahme</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Das Gewinde wird von oben nach unten gefräst. Dazu wird der GEWINDEFRAESER verwendet (F 0.08 mm/Zahn, V 150 m/min und eine Steigung von 2 mm).</li> <li>• Es soll ein Rechtsgewinde auf Z-23 absolut gefräst werden. Durch den Überlauf von 3 mm wird das Gewinde auf jeden Fall sauber bis zur Werkstückunterkante gefräst, auch wenn der unterste Zahn etwas abgenutzt ist.</li> <li>• Bei der Eingabe sind die Hilfebilder sehr nützlich.</li> </ul>
<p>Positionen</p> <p>-6</p> <p>70</p> <p>-40</p> <p>Übernahme</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hier wird die Position für das Gewinde festgelegt.</li> </ul>

## 8.13 Konturen polar programmieren

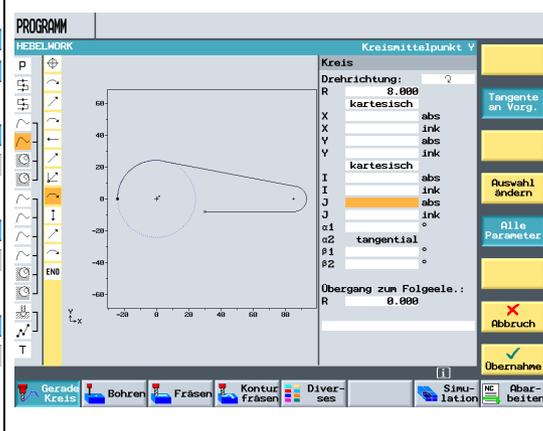
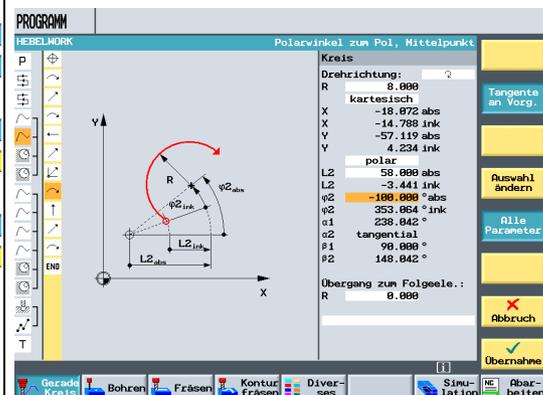
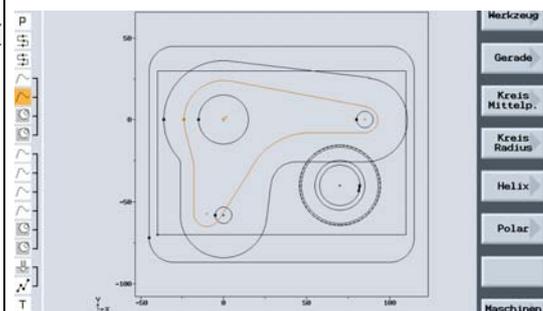
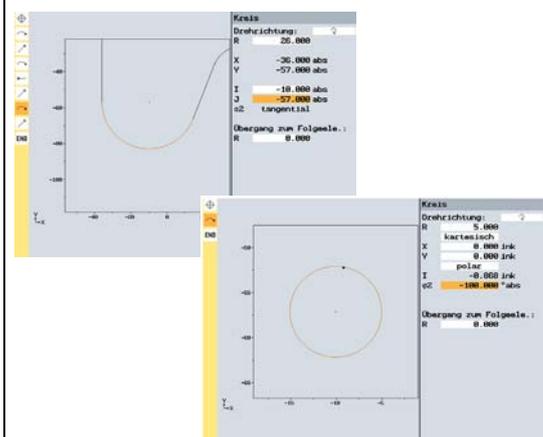


Nicht selten beziehen sich in Werkstückzeichnungen Konturelemente auf einen Polpunkt. Man kennt dann also nicht die kartesischen Koordinaten (X/Y), sondern Polarkoordinaten, also den Abstand (L) und den Winkel ( $\varphi$ ) zu diesem Pol.

Ab Softwarestand V6.4 lassen sich mit ShopMill auch solche Fälle einfach grafisch programmieren, ohne Taschenrechner oder Hilfskonstruktionen.

Nachvollziehen können Sie das anhand einer kleinen Änderung des Hebels: Der untere "Hebelarm" liegt dabei nicht mehr senkrecht zum Nullpunkt bei X0, sondern um  $10^\circ$  im Uhrzeigersinn gedreht.

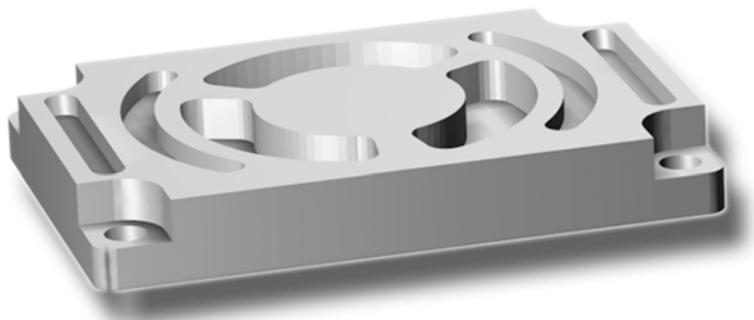
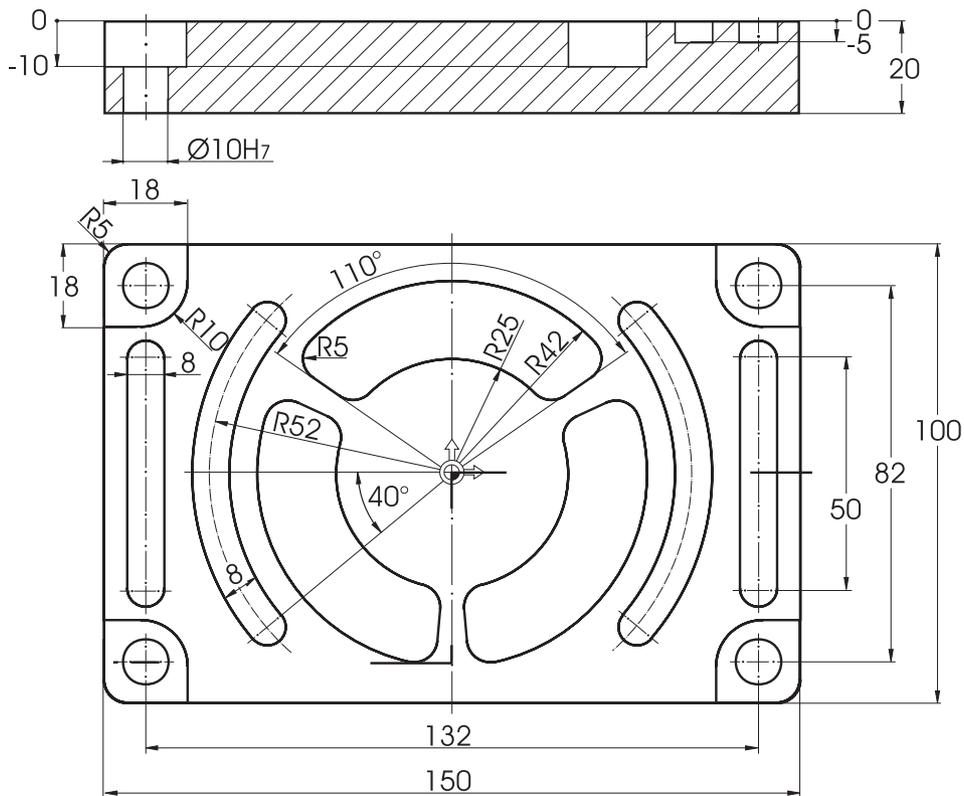
Tasten	Bildschirm	Erläuterungen
<p>3x</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bewegen Sie die Cursor zunächst auf diesen Bogen, dessen Mittelpunkt neu bemaßt werden muss.</li> </ul>
<p>Weiteres</p> <p>Pol</p> <p>Übernahme</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zunächst muss vor dem Bogen der Pol im Nullpunkt angelegt werden.</li> <li>• Setzen Sie also den Cursor vor dem Bogen und fügen Sie an dieser Stelle den Pol ein.</li> </ul>

<p>3x + Del</p> <p>4x + Del</p> <p>2x + Del</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Löschen Sie im Dialogfenster des Bogens die Werte Y-58, I0 und J-58, die nicht mehr gültig sind.</li> </ul>
<p>3x +</p> <p>58</p> <p>-100</p> <p>Übernahme</p> <p>Übernahme</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stellen Sie die Koordinaten zur Eingabe des Mittelpunktes um von "kartesisch" auf "polar" und tragen Sie den Abstand zum Pols (L2) und den Polarwinkel (<math>\phi 2</math>) ein.</li> <li>• Die Hilfsgrafik () veranschaulicht ggf. die Bedeutung der Eingabewerte.</li> </ul>
<p></p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Arbeitsplangrafik zeigt, dass auf die gleiche Weise auch noch die Hilfsstasche HEBEL_HEBEL_BEREICH in Zeile N40 und die Kreis-Insel HEBEL_KREIS_R5_B in Zeile N55 angepasst werden müssen.</li> </ul>
<p>...</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ändern Sie selbstständig diese beiden Konturen.</li> <li>• Bei der Hilfsstasche kann man natürlich etwas "grober" vorgehen und den polar bemaßten Mittelpunkt des Bogens R26 kartesisch annähern (X-10/Y-57). Dann lässt sich die Kontur anschließend direkt mit einer Senkrechten schließen.</li> <li>• Bei der Kreis-Insel ist schon gleich der Startpunkt polar bemaßt. Vom Vollkreisbogen muss dann noch der Mittelpunkt geändert werden.</li> </ul>

## 9 Beispiel 5: Flansch

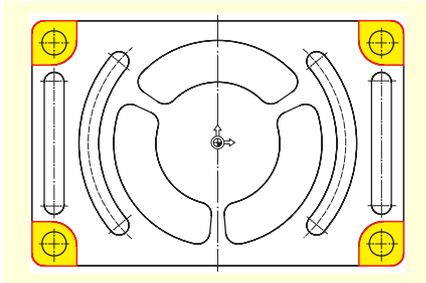
In diesem Kapitel werden die folgenden neuen Inhalte behandelt:

- Unterprogramm erstellen
- Spiegeln von Arbeitsschritten
- Rotation von Taschen
- Anfasen beliebiger Konturen
- Längsnut und Kreisnut

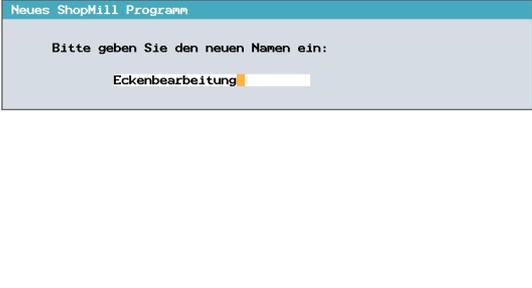
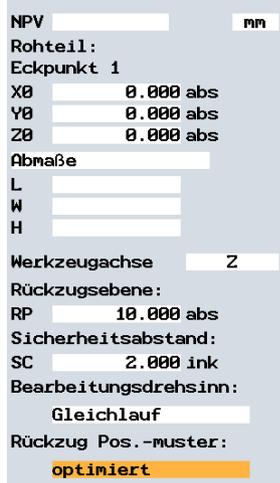
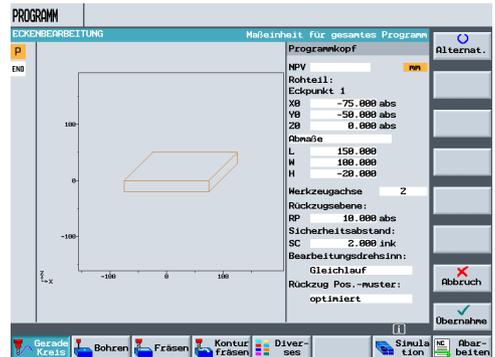
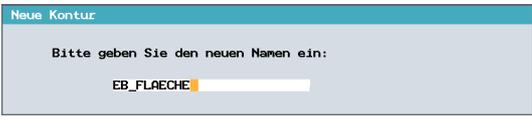
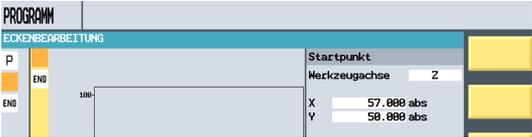


Anmerkung: Bisher wurden alle fast Tasten angezeigt, die Sie zu drücken hatten. In diesem Beispiel werden nicht mehr alle Eingaben vorgegeben, sondern nur noch die richtungsweisenden Tasten. Da aber die Werte in den Dialogen sehr wichtig sind, sind diese Dialoge groß abgebildet. Das Ergebnis als Gesamtbild ist in der rechten Spalte kleiner dargestellt.

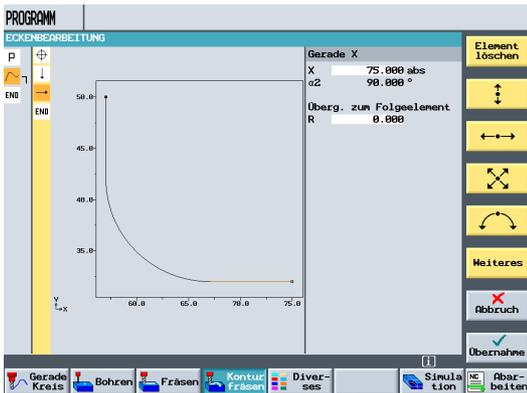
## 9.1 Unterprogramm erstellen



Beispielhaft wird am Werkstück "Flansch" die Erstellung und Funktionsweise von Unterprogrammen demonstriert. Im folgenden sollen die vier Ecken mit Hilfe eines Unterprogrammes und der Funktion *Spiegeln* bearbeitet werden.

Tasten	Bildschirm	Erläuterungen
  E... 	 <p>Bitte geben Sie den neuen Namen ein: Eckenbearbeitung</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Das Unterprogramm, das sich ansonsten formal nicht von einem Hauptprogramm unterscheidet, erhält den Namen "Eckenbearbeitung".</li> </ul>
	 <p>NPV <input type="text"/> mm                      Rohteil:                      Eckpunkt 1                      X0 <input type="text"/> 0.000 abs                      Y0 <input type="text"/> 0.000 abs                      Z0 <input type="text"/> 0.000 abs                      Abmaße                      L <input type="text"/>                      W <input type="text"/>                      H <input type="text"/>                      Werkzeugachse <input type="text"/> Z                      Rückzugsebene:                      RP <input type="text"/> 10.000 abs                      Sicherheitsabstand:                      SC <input type="text"/> 2.000 ink                      Bearbeitungsdrehsinn:                      Gleichlauf                      Rückzug Pos.-muster:                      optimiert</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Geben Sie diese Daten für den Programmkopf ein. Nullpunkt und Rohteilmaße werden später zentral im Hauptprogramm festgelegt.</li> </ul> 
  E... 	 <p>Bitte geben Sie den neuen Namen ein: EB_FLAECH</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Kontur erhält den Namen "EB_FLAECH".</li> </ul>
 1x  57  50 	 <p>PROGRAMM                      ECKENBEARBEITUNG                      P <input type="text"/> <input type="text"/>                      END <input type="text"/>                      END <input type="text"/>                      Startpunkt                      Werkzeugachse <input type="text"/> Z                      X <input type="text"/> 57.000 abs                      Y <input type="text"/> 50.000 abs</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Konstruiert wird z. B. die rechte obere Ecke.</li> <li>Es wird ein geeigneter Startpunkt eingegeben.</li> </ul>

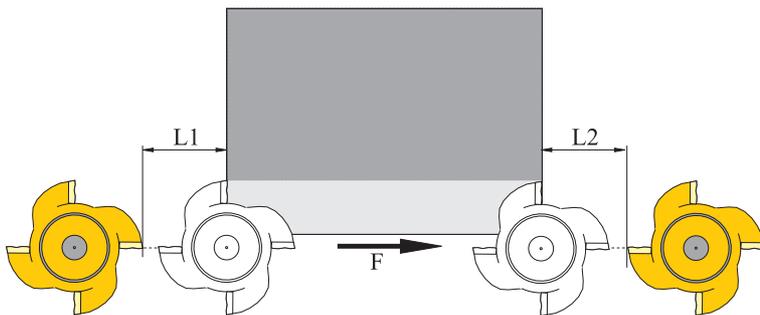
## 9 Beispiel 5: Flansch



Nach Eingabe der beiden Konturelemente sollte der Bildschirm so aussehen.

Übernehmen Sie die Kontur in den Arbeitsplan.

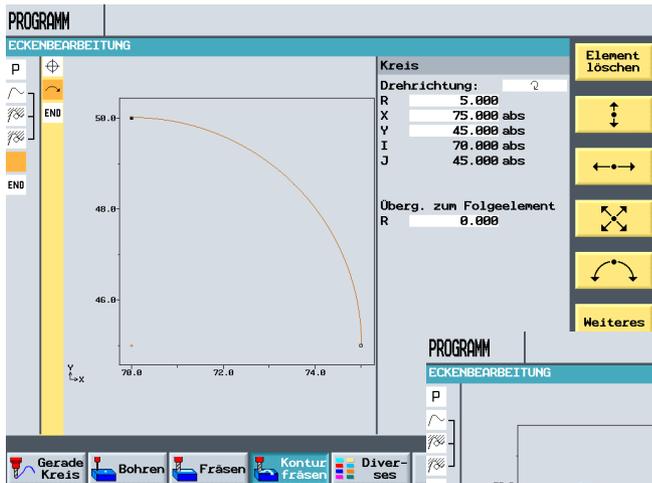
Tasten	Bildschirm	Erläuterungen
<p>Bahnfräsen</p> <p>...</p> <p>Übernahme</p>	<p>T <b>FRAESER20</b> D1</p> <p>F <b>0.150 mm/Zahn</b></p> <p>V <b>120 m/min</b></p> <p>Radiuskorrektur:  vorwärts</p> <p>Bearbeitung: ▾</p> <p>Z0 <b>0.000 abs</b></p> <p>Z1 <b>10.000 ink</b></p> <p>DZ <b>10.000</b></p> <p>UZ <b>0.300</b></p> <p>UXY <b>0.300 mm</b></p> <p>Anfahren: Gerade ↕</p> <p>L1 <b>2.000</b></p> <p>FZ <b>0.150 mm/Zahn</b></p> <p>Abfahren: Gerade ↕</p> <p>L2 <b>2.000</b></p> <p>Abhebemodus: <b>auf Rückzugsebene</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Kontur soll mit dem 20er Fräser geschruppt werden (F 0.15 mm/Zahn und V 120 m/min).</li> </ul>



Die An- und Abfahrwege werden hier in einer Geraden gefahren. Die Längenwerte sind die Abstände zwischen der Fräserkante und dem Werkstück.



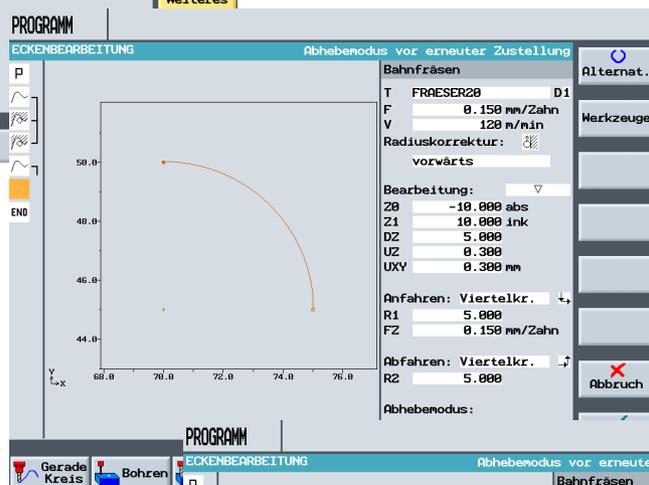
## 9 Beispiel 5: Flansch



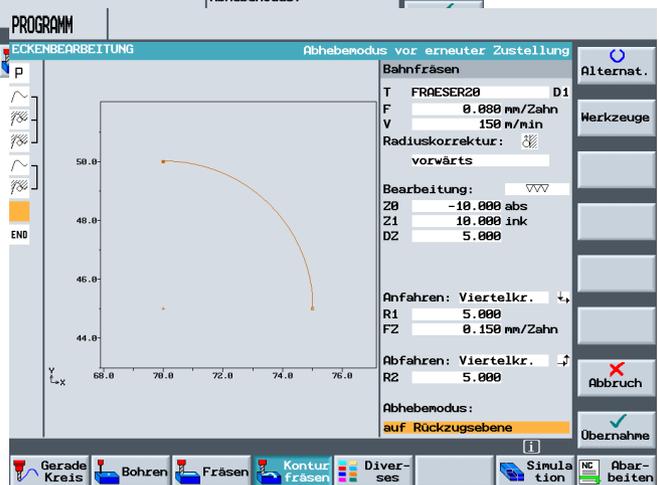
Geben Sie die Kontur und die zugehörigen Arbeitsschritte ein.

Eingabe der Geometrie

Technologie für das Schruppen der Kontur



Technologie für das Schlichten der Kontur



ECKENBEARBEITUNG			
P	N5	ECKENBEARBEITUNG	
~	N10	EB_FLAECH	
~	N15	Bahnfräsen	▽ T=FRAESER20 F0.15/Z V120m Z0=0 Z1=10ink
~	N20	Bahnfräsen	▽▽ T=FRAESER20 F0.08/Z V150m Z0=0 Z1=10ink
~	N25	EB_BOGEN	
~	N30	Bahnfräsen	▽ T=FRAESER20 F0.15/Z V120m Z0=-10
~	N35	Bahnfräsen	▽▽ T=FRAESER20 F0.08/Z V150m Z0=-10
END		Programmende	N=1

Komplettes Unterprogramm, bestehend aus den geometrischen und technologischen Daten

## 9.2 Spiegeln von Arbeitsschritten

Nachdem das Unterprogramm fertiggestellt ist, wird nun das Hauptprogramm erstellt. Über die Funktion *Spiegeln* aus dem Menü *Transformation* kann das Unterprogramm für alle vier Werkstück-Ecken verwendet werden.

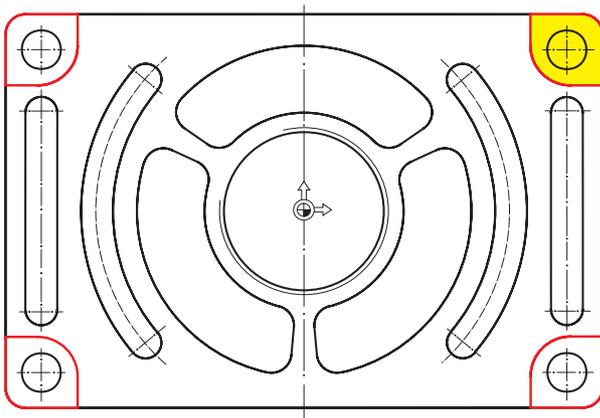
Die Spiegelungen können auf zwei verschiedene Arten durchgeführt werden: *neu* und *additiv*.

*neu* bedeutet: Es wird von dem Ort aus gespiegelt, an dem die 1. Bearbeitung stattgefunden hat.

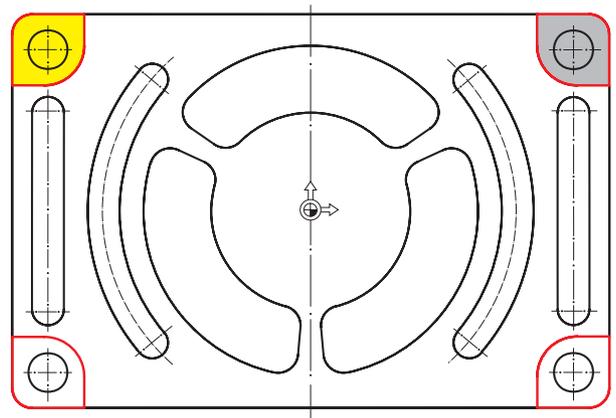
*additiv* bedeutet: Es wird von dem zuletzt bearbeiteten Ort aus gespiegelt.

Die Reihenfolge der Bearbeitung wird im folgenden mit der Einstellung *neu* schematisch dargestellt:

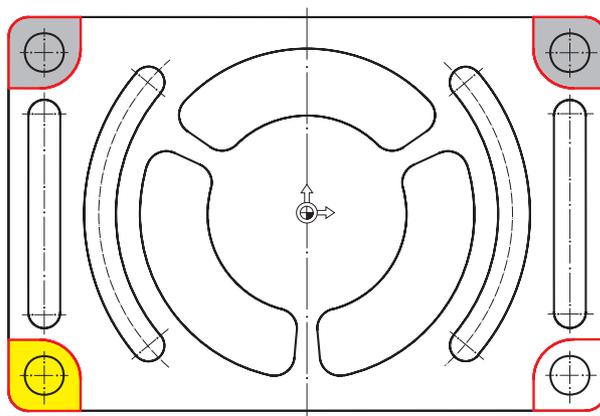
1. Bearbeitung (siehe Unterprogramm)



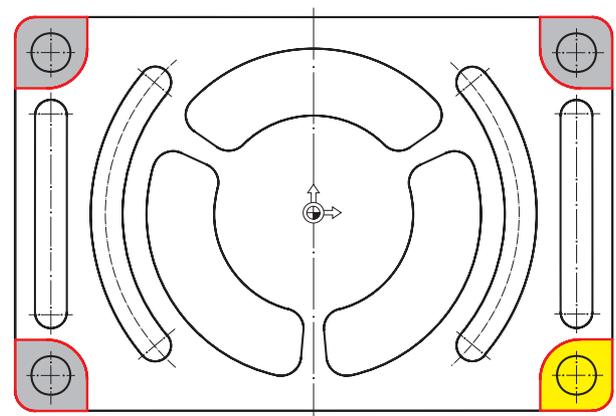
2. Bearbeitung: *Spiegelung der X-Achse*  
(hier werden die X-Werte gespiegelt)



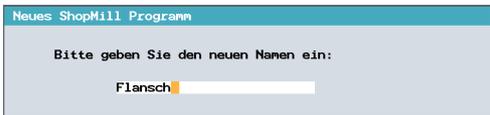
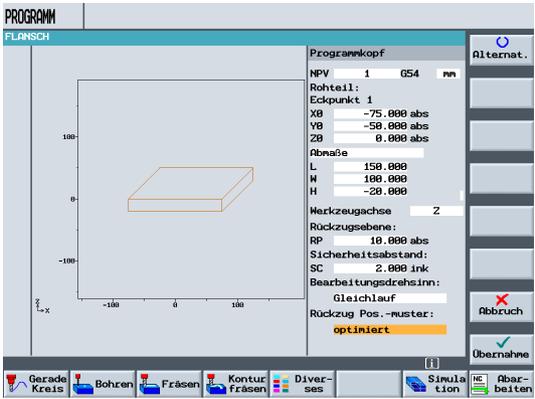
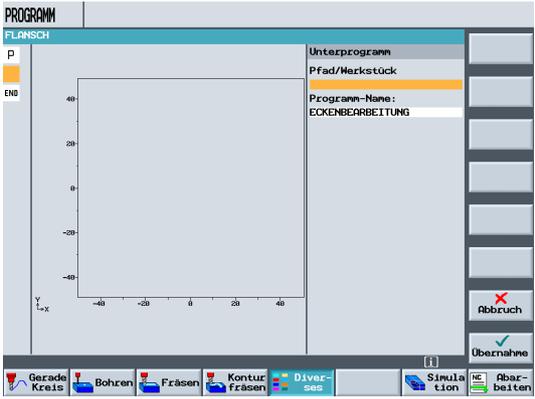
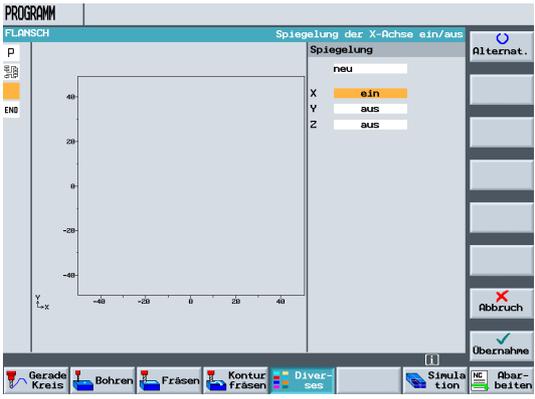
3. Bearbeitung: *Spiegelung der X- und Y-Achse*  
(hier werden die X- und Y-Werte gespiegelt)

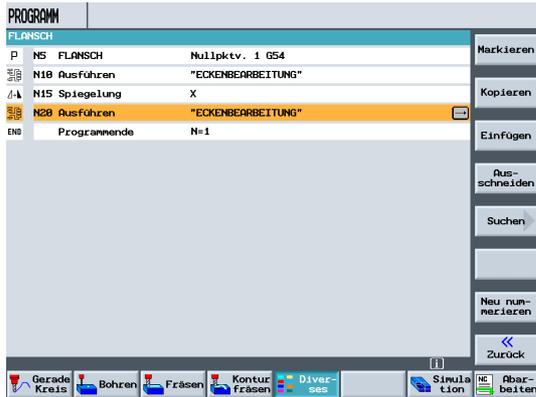


4. Bearbeitung: *Spiegelung der Y-Achse*  
(hier werden die Y-Werte gespiegelt)



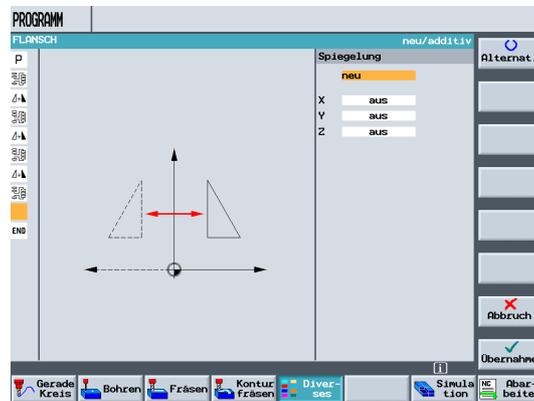
9 Beispiel 5: Flansch

Tasten	Bildschirm	Erläuterungen
 		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Das Hauptprogramm erhält den Namen "Flansch".</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Programmkopf wird eingegeben.</li> </ul>
 		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Über die Taste <i>Diverses</i> gelangt man zum Aufruf des Unterprogrammes.</li> <li>• Wenn das Unterprogramm im gleichen Verzeichnis wie das Hauptprogramm angelegt wurde, kann das Eingabefeld <i>Pfad/Werkstück</i> leer bleiben.</li> <li>• Im zweiten Eingabefeld wird der Name des Unterprogrammes eingegeben ("Eckenbearbeitung").</li> </ul>
 		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Über die Funktion <i>Transformationen</i> lassen sich die Achsen verschieben, rotieren usw.</li> <li>• Vorbereitung der 2. Bearbeitung: Spiegeln der X-Werte</li> </ul>



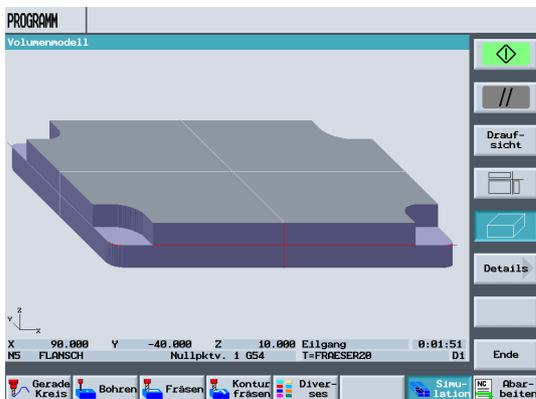
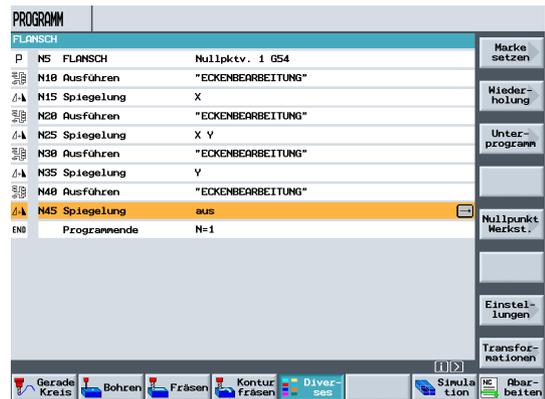
Dann wird das Unterprogramm hinter die Funktion *Spiegeln* kopiert: Es erfolgt die 2. Bearbeitung.

Diese Vorgänge *Spiegeln* und *Unterprogrammaufruf* werden dann für die beiden weiteren Ecken wiederholt.



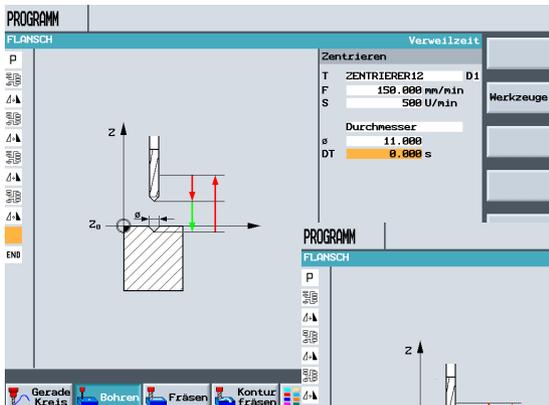
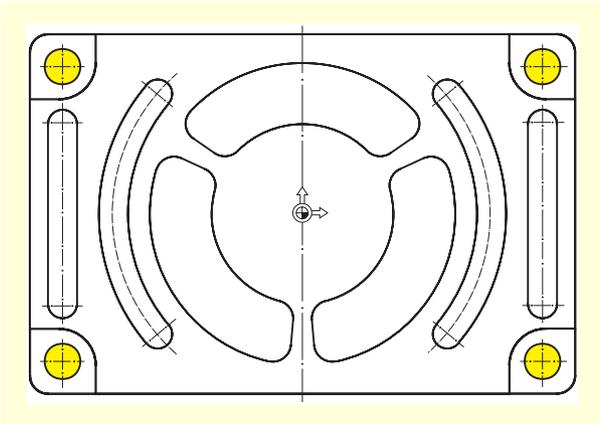
Hilfebild zum *Spiegeln*

Nach der 4. Bearbeitung wird die Spiegelung in allen drei Achsen ausgeschaltet (siehe Zeile N45).

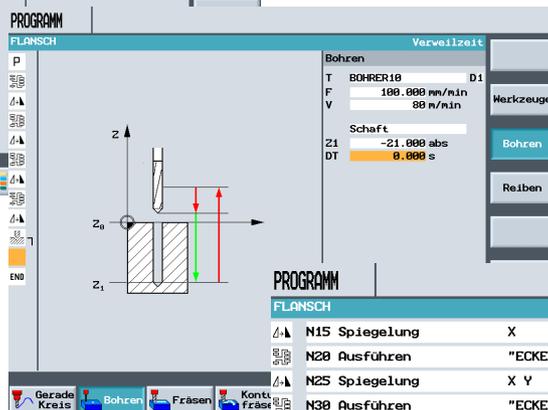


### 9.3 Bohrungen

Mit den nächsten Arbeitsschritten werden die vier Bohrungen in den Ecken erstellt. Da zwischen den einzelnen Bohrungen ein Hindernis liegt, muss dieses zwischen den Positionen eingegeben werden.



Technologie für das Zentrieren

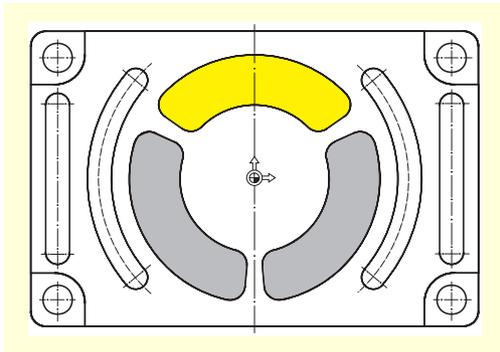


Technologie für das Bohren



Geben Sie die Positionen und Hindernisse ein.

## 9.4 Rotation von Taschen

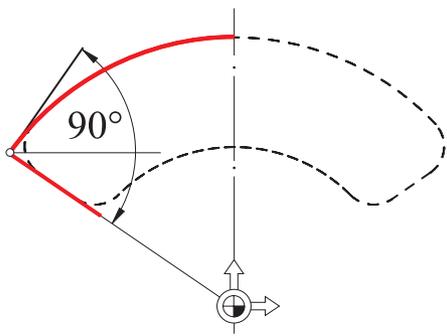
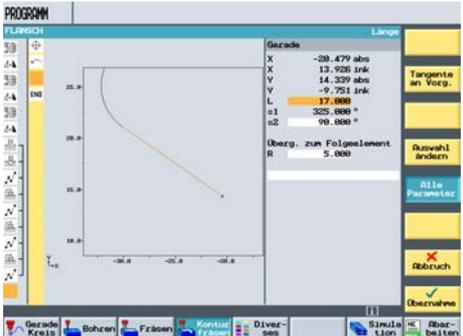
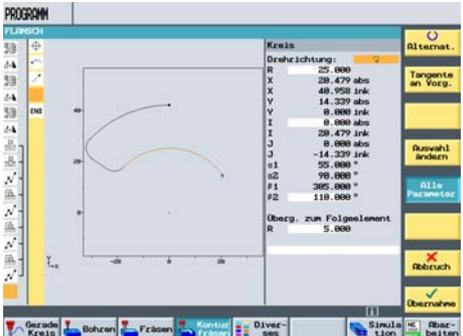


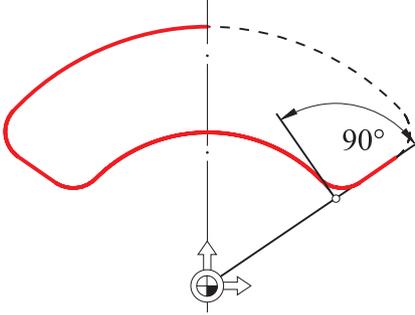
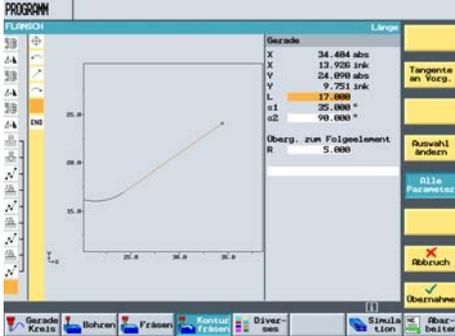
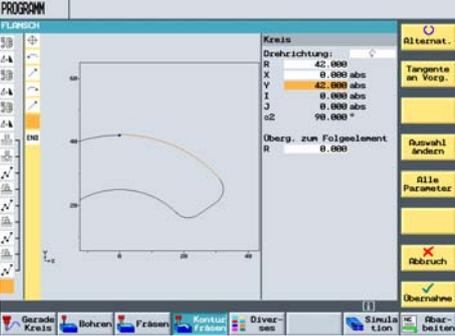
Im folgenden werden Kontur und Bearbeitung für die gelb hervorgehobene Tasche programmiert.

Durch Drehen des Koordinatensystems werden anschließend die beiden anderen Taschen erzeugt.

Tasten		Bildschirm	Erläuterungen
 	F...		<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Kontur erhält den Namen "FLANSCH_Niere".</li> </ul>
	 		<ul style="list-style-type: none"> <li>Eingabe des Startpunktes</li> </ul>
 			<ul style="list-style-type: none"> <li>Der Bogen R42 wird z.B. über den Radius, den Mittelpunkt in X und den Auslaufwinkel eindeutig beschrieben.</li> <li>Es wird gegen den Uhrzeigersinn konstruiert, damit die Tasche auch im Gleichlauf geschlichtet werden kann.</li> </ul>

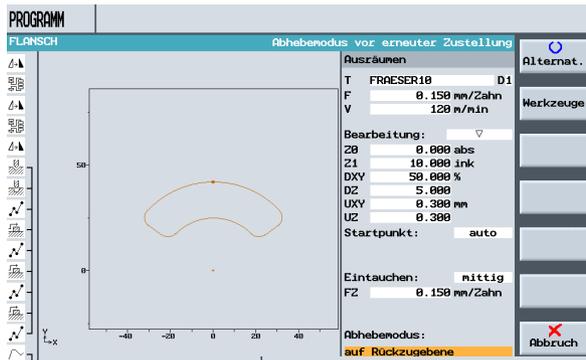
9 Beispiel 5: Flansch

Tasten	Bildschirm	Erläuterungen
<p></p> <p>Alle Parameter</p> <p></p> <p>Übernahme</p>	<pre> X      -20.479 abs X      13.926 ink Y      14.339 abs Y      -9.751 ink L      17.000 α1     325.000 ° α2     90.000 °  Überg. zum Folgeelement R      5.000                     </pre>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Erstellung der diagonalen Strecke</li> </ul>  
<p></p> <p>Alle Parameter</p> <p></p> <p>Übernahme</p>	<pre> Drehrichtung: 2 R      25.000 X      20.479 abs X      40.958 ink Y      14.339 abs Y      0.000 ink I      0.000 abs I      20.479 ink J      0.000 abs J      -14.339 ink α1     55.000 ° α2     90.000 ° β1     305.000 ° β2     110.000 °  Überg. zum Folgeelement R      5.000                     </pre>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Erstellung des 2. Bogens</li> </ul> 

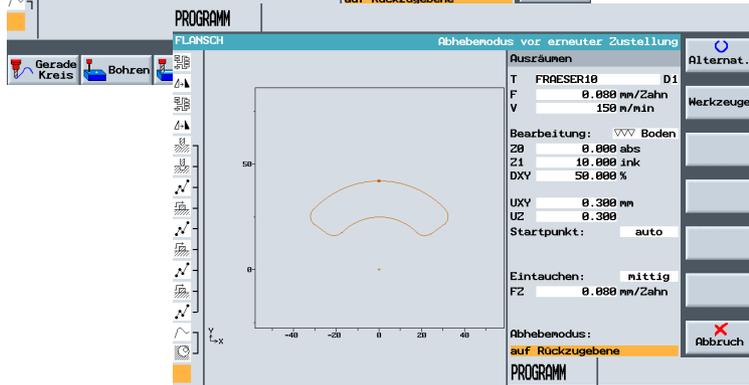
<p> Alle Parameter</p> <p> Übernahme</p>	<table border="1"> <tr><td>X</td><td>34.404 abs</td></tr> <tr><td>X</td><td>13.926 ink</td></tr> <tr><td>Y</td><td>24.090 abs</td></tr> <tr><td>Y</td><td>9.751 ink</td></tr> <tr><td>L</td><td>17.000</td></tr> <tr><td>α1</td><td>35.000 °</td></tr> <tr><td>α2</td><td>90.000 °</td></tr> </table> <p>Überg. zum Folgeelement R 5.000</p>	X	34.404 abs	X	13.926 ink	Y	24.090 abs	Y	9.751 ink	L	17.000	α1	35.000 °	α2	90.000 °	<ul style="list-style-type: none"> <li>Erstellung der 2. diagonalen Strecke</li> </ul>  
X	34.404 abs															
X	13.926 ink															
Y	24.090 abs															
Y	9.751 ink															
L	17.000															
α1	35.000 °															
α2	90.000 °															
<p> Übernahme</p> <p> Übernahme</p> <p> Übernahme</p>	<table border="1"> <tr><td colspan="2">Drehrichtung:</td></tr> <tr><td>R</td><td>42.000</td></tr> <tr><td>X</td><td>0.000 abs</td></tr> <tr><td>Y</td><td>42.000 abs</td></tr> <tr><td>I</td><td>0.000 abs</td></tr> <tr><td>J</td><td>0.000 abs</td></tr> <tr><td>α2</td><td>90.000 °</td></tr> </table> <p>Überg. zum Folgeelement R 0.000</p>	Drehrichtung:		R	42.000	X	0.000 abs	Y	42.000 abs	I	0.000 abs	J	0.000 abs	α2	90.000 °	<ul style="list-style-type: none"> <li>Erstellung des abschließenden Bogens</li> </ul>  <ul style="list-style-type: none"> <li>Übernehmen Sie die Konturtasche in den Arbeitsplan.</li> </ul>
Drehrichtung:																
R	42.000															
X	0.000 abs															
Y	42.000 abs															
I	0.000 abs															
J	0.000 abs															
α2	90.000 °															

## 9 Beispiel 5: Flansch

Erstellen Sie selbständig die nachfolgenden Arbeitsschritte:

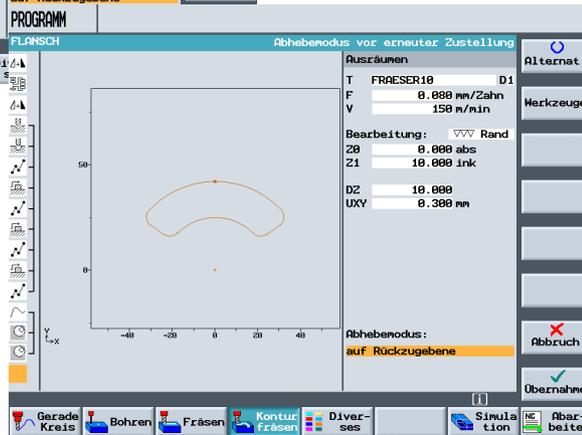


Schruppen der Tasche



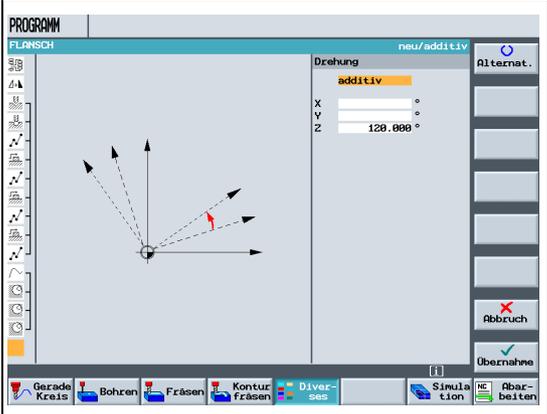
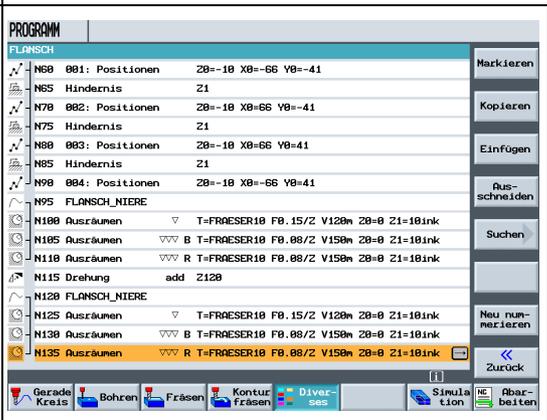
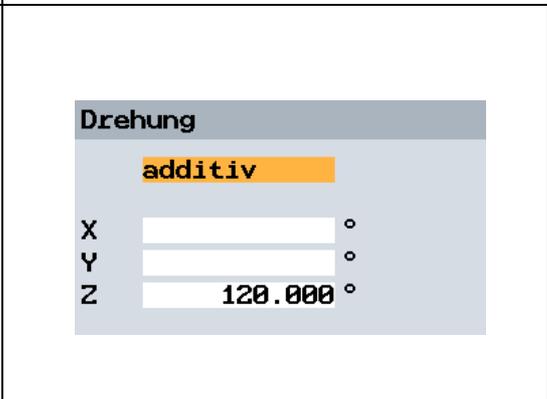
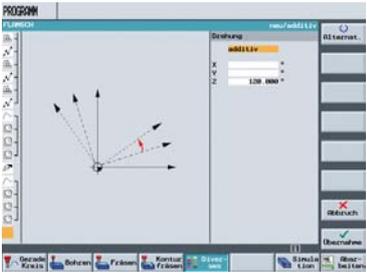
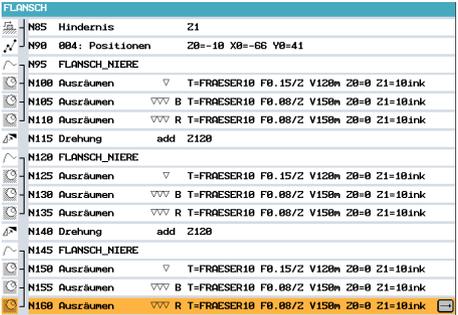
Schichten des Taschenbodens

Schichten des Taschenrandes



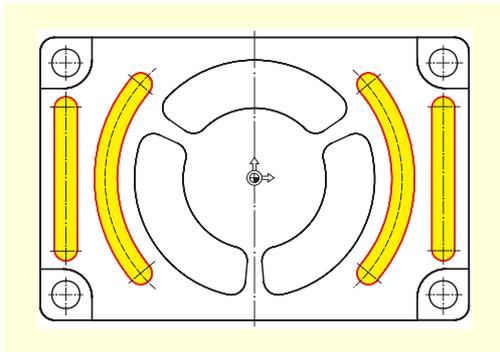
<p>Markieren</p> <p>Kopieren</p> <p>Zurück</p>	<p>PROGRAMM</p> <p>FLANSCH</p>	<p>N35 Spiegelung Y</p> <p>N40 Ausführen "ECKENBEARBEITUNG"</p> <p>N45 Spiegelung aus</p> <p>N50 Zentrieren T=ZENTRIERER12 F150/min S500 ø11</p> <p>N55 Bohren T=BOHRER10 F100/min V80n Z1=-21</p> <p>N60 Ø01: Positionen Z0=-10 X0=-66 Y0=-41</p> <p>N65 Hindernis Z1</p> <p>N70 Ø02: Positionen Z0=-10 X0=-66 Y0=-41</p> <p>N75 Hindernis Z1</p> <p>N80 Ø03: Positionen Z0=-10 X0=-66 Y0=41</p> <p>N85 Hindernis Z1</p> <p>N90 Ø04: Positionen Z0=-10 X0=-66 Y0=41</p> <p>N95 FLANSCH_NIERE</p> <p>N100 Ausräumen T=FRAESER10 F0.15/2 V120n Z0=0 Z1=10ink</p> <p>N105 Ausräumen T=FRAESER10 F0.08/2 V150n Z0=0 Z1=10ink</p> <p>N110 Ausräumen T=FRAESER10 F0.08/2 V150n Z0=0 Z1=10ink</p>	<p>Markieren</p> <p>Kopieren</p> <p>Einfügen</p> <p>Ausschneiden</p> <p>Suchen</p> <p>Umbenennen</p> <p>Neu nummerieren</p> <p>Zurück</p>
	<p>3x ↑</p>		
	<p>3x ↓</p>		

- Die komplette Arbeitsschritt-Kette zur Beschreibung der Taschenbearbeitung wird nun markiert und in den Zwischenspeicher kopiert.

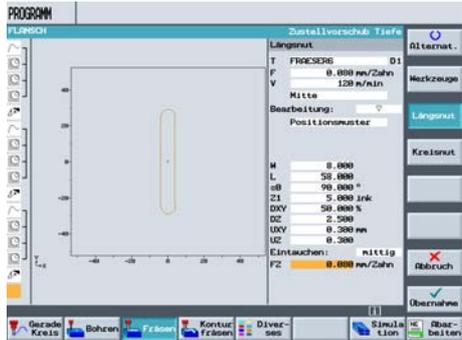
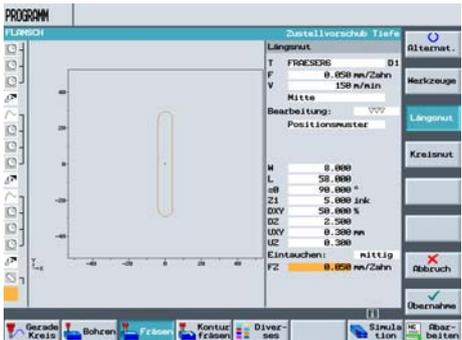
<p> <input type="checkbox"/> Diverses  <input type="checkbox"/> Transformationen  <input type="checkbox"/> Rotation    <input checked="" type="checkbox"/> Übernahme         </p>	<p>3x 120</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Das Koordinatensystem wird um 120° um die Z-Achse gedreht.</li> </ul>
<p> <input type="button" value="Zurück"/>    <input type="button" value="Einfügen"/> </p>	<p>&gt;</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Die kopierten Arbeitsschritte werden eingefügt.</li> </ul>
<p> <input type="button" value="Zurück"/>  <input type="checkbox"/> Transformationen  <input checked="" type="checkbox"/> Rotation    <input checked="" type="checkbox"/> Übernahme         </p>			<ul style="list-style-type: none"> <li>Es wird eine weitere Drehung um 120° eingegeben.</li> </ul> 
<p><input type="button" value="Einfügen"/></p>	<p>&gt;</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Die im Speicher liegenden Arbeitsschritte werden eingefügt.</li> </ul> 



## 9.6 Längsnut und Kreisnut



Zum Schluss werden die Nuten programmiert. Diese werden dann über *Positionsmuster* und Positionierung auf *Vollkreis* an die richtige Stelle gebracht.

Tasten	Bildschirm	Erläuterungen
<p>Fräsen</p> <p>Nut</p> <p>Werkzeug</p> <p>Übernahme</p>	<p>T FRAESER6 D1</p> <p>F 0.080 mm/Zahn</p> <p>V 120 m/min</p> <p>Mitte</p> <p>Bearbeitung: ▾</p> <p>Positionsmuster</p> <p>W 8.000</p> <p>L 58.000</p> <p>α0 90.000 °</p> <p>Z1 5.000 ink</p> <p>DXY 50.000 %</p> <p>DZ 2.500</p> <p>UXY 0.300 mm</p> <p>UZ 0.300</p> <p>Eintauchen: mittig</p> <p>FZ 0.080 mm/Zahn</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Längsnuten werden mit dem Werkzeug FRAESER6 (F 0.08 mm/Zahn und V 120 m/min) geschruppt.</li> </ul> 
<p>Nut</p> <p>Übernahme</p>	<p>T FRAESER6 D1</p> <p>F 0.050 mm/Zahn</p> <p>V 150 m/min</p> <p>Mitte</p> <p>Bearbeitung: ▾▾▾</p> <p>Positionsmuster</p> <p>W 8.000</p> <p>L 58.000</p> <p>α0 90.000 °</p> <p>Z1 5.000 ink</p> <p>DXY 50.000 %</p> <p>DZ 2.500</p> <p>UXY 0.300 mm</p> <p>UZ 0.300</p> <p>Eintauchen: mittig</p> <p>FZ 0.050 mm/Zahn</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Längsnuten werden mit demselben Werkzeug geschlichtet (F 0.05 mm/Zahn und V 150 m/min).</li> </ul> 

9 Beispiel 5: Flansch

Bohren

Positionen

Übernahme

0  
66  
0  
-66  
0

PROGRAMM  
FLANSCH

Positionen 3. Position

rechthwinklig  
Z0 0.000 abs  
X0 66.000 abs  
Y0 0.000 abs  
X1 -66.000 abs  
Y1 0.000 abs  
X2 abs  
Y2 abs  
X3 abs  
Y3 abs  
X4 abs  
Y4 abs  
X5 abs  
Y5 abs  
X6 abs  
Y6 abs  
X7 abs  
Y7 abs  
X8 abs  
Y8 abs

Alternat.  
Alle löschen  
Hindernis  
Abbruch  
Übernahme

Gerade Kreis Bohren Fräsen Kontur Fräsen Diverses Simulation Abarbeiten

- Eingabe der beiden Längsnut-Positionen
- Der Bezugspunkt liegt in der Nut-Mitte.

Fräsen

Nut

Kreisnut

Übernahme

T FRAESER6 D1  
F 0.080 mm/Zahn  
FZ 0.080 mm/Zahn  
V 120 m/min

Bearbeitung:

X0 0.000 abs  
Y0 0.000 abs  
Z0 0.000 abs  
W 8.000  
R 52.000  
 $\alpha_0$  -40.000 °  
 $\alpha_1$  80.000 °

N 2  
Z1 5.000 ink  
DZ 2.500  
UXY 0.300 mm

positionieren: Gerade

PROGRAMM  
FLANSCH

Schlichtlauf/Hub Ebene

Kreisnut

T FRAESER6 D1  
F 0.080 mm/Zahn  
FZ 0.080 mm/Zahn  
V 120 m/min

Bearbeitung:

X0 0.000 abs  
Y0 0.000 abs  
Z0 0.000 abs  
W 8.000  
R 52.000  
 $\alpha_0$  -40.000 °  
 $\alpha_1$  80.000 °

N 2  
Z1 5.000 ink  
DZ 2.500  
UXY 0.300 mm

positionieren: Gerade

Gerade Kreis Bohren Fräsen Kontur Fräsen Diverses Simulation Abarbeiten

- Die Kreisnuten werden mit dem Werkzeug FRAESER6 (F 0.08 mm/Zahn sowie FZ 0.08 mm/Zahn und V 120 m/min) geschruppt.
- Durch die Option *Vollkreis* werden die Kreisnuten automatisch mit gleichem Abstand zueinander positioniert.
- Der Bezugspunkt in X/Y/Z bezieht sich auf den Mittelpunkt der Kreisnuten.

Nut

Kreisnut

Übernahme

T FRAESER6 D1  
F 0.050 mm/Zahn  
FZ 0.050 mm/Zahn  
V 150 m/min

Bearbeitung:

X0 0.000 abs  
Y0 0.000 abs  
Z0 0.000 abs  
W 8.000  
R 52.000  
 $\alpha_0$  -40.000 °  
 $\alpha_1$  80.000 °

N 2  
Z1 5.000 ink  
DZ 5.000  
UXY 0.300 mm

positionieren: Gerade

PROGRAMM  
FLANSCH

Schlichtlauf/Hub Ebene

Kreisnut

T FRAESER6 D1  
F 0.050 mm/Zahn  
FZ 0.050 mm/Zahn  
V 150 m/min

Bearbeitung:

X0 0.000 abs  
Y0 0.000 abs  
Z0 0.000 abs  
W 8.000  
R 52.000  
 $\alpha_0$  -40.000 °  
 $\alpha_1$  80.000 °

N 2  
Z1 5.000 ink  
DZ 5.000  
UXY 0.300 mm

positionieren: Gerade

Gerade Kreis Bohren Fräsen Kontur Fräsen Diverses Simulation Abarbeiten

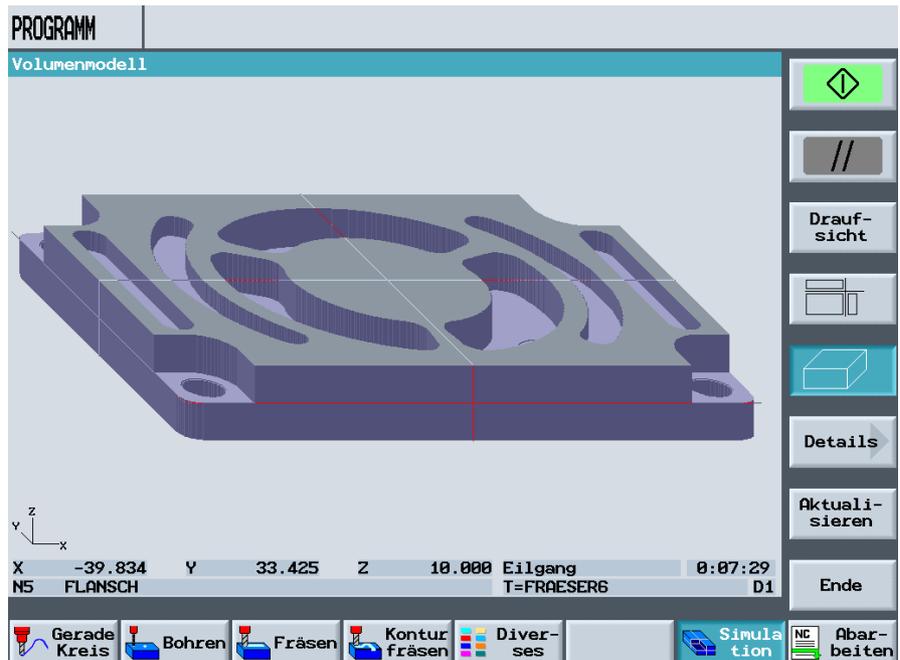
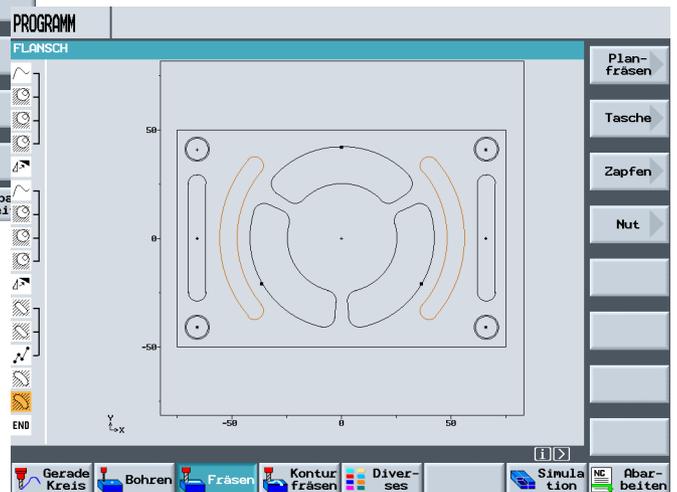
- Die Kreisnuten werden mit demselben Werkzeug geschlichtet (F 0.05 mm/Zahn, FZ 0.05 mm/Zahn und V 150 m/min).

## Zum Schluss nochmal das Wichtigste: Arbeitsplan, Online-Grafik, 3D-Ansicht

PROGRAMM	
FLANSCH	
N115 Drehung	add Z120
N120 FLANSCH_NIERE	
N125 Ausräumen	T=FRAESER10 F0.15/Z V120m Z0=0 Z1=10ink
N130 Ausräumen	▽▽ B T=FRAESER10 F0.08/Z V150m Z0=0 Z1=10ink
N135 Ausräumen	▽▽ R T=FRAESER10 F0.08/Z V150m Z0=0 Z1=10ink
N140 Drehung	add Z120
N145 FLANSCH_NIERE	
N150 Ausräumen	▽ T=FRAESER10 F0.15/Z V120m Z0=0 Z1=10ink
N155 Ausräumen	▽▽ B T=FRAESER10 F0.08/Z V150m Z0=0 Z1=10ink
N160 Ausräumen	▽▽ R T=FRAESER10 F0.08/Z V150m Z0=0 Z1=10ink
N165 Drehung	Z0
N170 Längsnut	▽ T=FRAESER6 F0.08/Z V120m Z1=5ink W8 L58
N175 Längsnut	▽▽ T=FRAESER6 F0.05/Z V150m Z1=5ink W8 L58
N180 005: Positionen	Z0=0 X0=66 Y0=0 X1=-66 V1=0
N185 Kreisnut	▽ T=FRAESER6 F0.08/Z V120m X0=0 Y0=0 Z0=0
N190 Kreisnut	▽▽ T=FRAESER6 F0.05/Z V150m X0=0 Y0=0 Z0=0

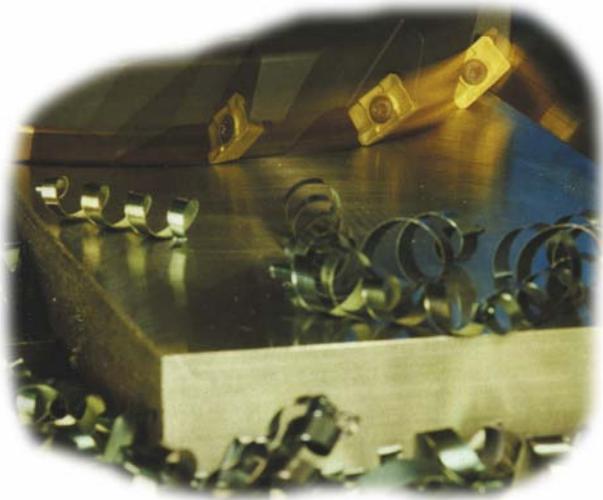
Ausschnitt aus dem Arbeitsplan

Zugehörige Online-Grafik



3D-Ansicht

## 10 Und jetzt wird gefertigt



Nachdem Sie sich durch das Arbeiten mit den Beispielen ein fundiertes Wissen über die Arbeitsplan-Erstellung in ShopMill angeeignet haben, folgt nun die Fertigung der Werkstücke.

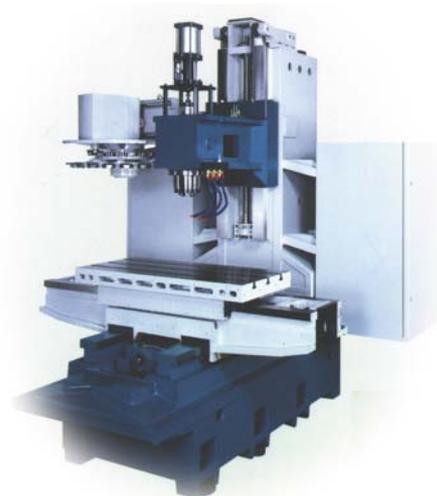
### 10.1 Referenzpunkt anfahren

Nach dem Einschalten der Steuerung muss vor dem Abfahren der Arbeitspläne oder vor dem Verfahren von Hand der Referenzpunkt der Maschine angefahren werden. Dadurch findet ShopMill den Zählansfang im Wegmess-System der Maschine.

Da das Anfahren des Referenzpunktes je nach Maschinentyp und Hersteller unterschiedlich ist, können hier nur einige grobe Hinweise gegeben werden:

1. Fahren Sie das Werkzeug ggf. auf eine freie Stelle im Arbeitsraum, von wo aus in alle Richtungen kollisionsfrei verfahren werden kann. Achten Sie dabei darauf, dass das Werkzeug danach nicht bereits hinter dem Referenzpunkt der jeweiligen Achse liegt (da das Anfahren des Referenzpunktes je Achse nur in einer Richtung erfolgt, kann dieser Punkt sonst nicht erreicht werden).

2. Führen Sie das Anfahren des Referenzpunktes exakt nach den Angaben des Maschinenherstellers durch.



## 10.2 Werkstück spannen

Für eine maßhaltige Fertigung und natürlich auch für Ihre Sicherheit ist eine feste, dem Werkstück entsprechende Aufspannung notwendig.

Dazu werden normalerweise Maschinenschraubstöcke ...



... oder Spanneisen verwendet.

## 10.3 Werkstück-Nullpunkt setzen

Da ShopMill nicht erraten kann, wo sich das Werkstück im Arbeitsraum befindet, müssen Sie den Werkstück-Nullpunkt ermitteln.

In der Ebene wird der Werkstück-Nullpunkt meist

- mit dem 3D-Taster oder
- mit dem Kantentaster

durch Antasten gesetzt.

Symbol für den Werkstück-Nullpunkt W



In der Werkzeugachse wird der Werkstück-Nullpunkt meist

- mit dem 3D-Taster durch Antasten oder
- mit einem Werkzeug durch Ankratzen

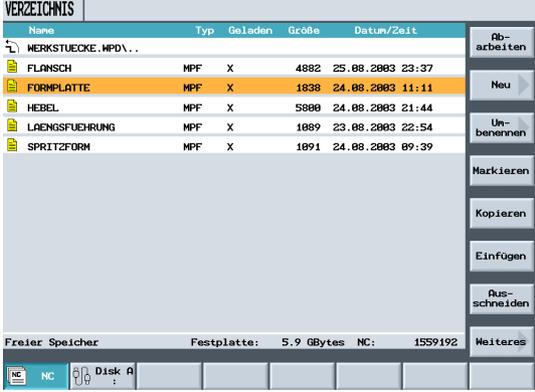
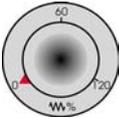
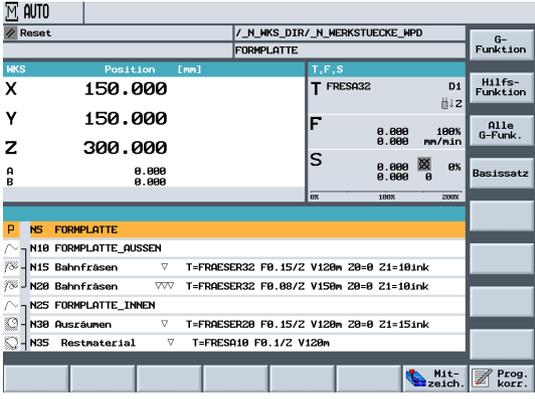
gesetzt.

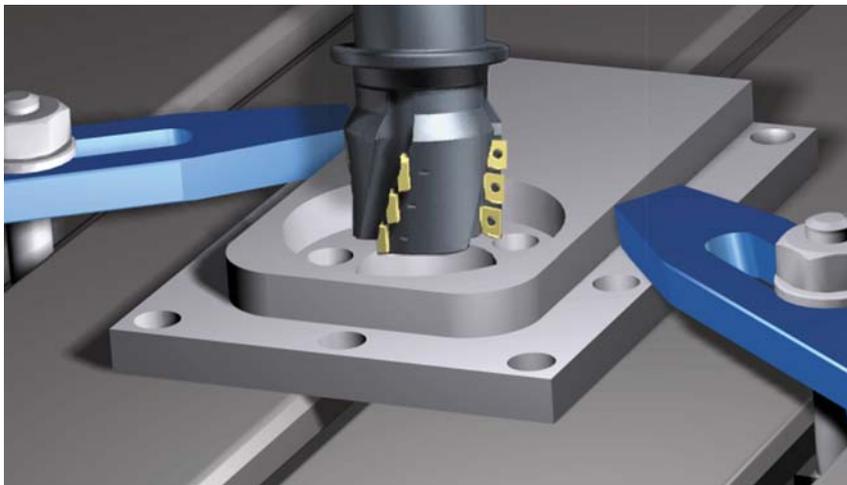
Beachten Sie beim Einsatz der Messzeuge und Messzyklen die Angaben der Hersteller.

10 Und jetzt wird gefertigt

## 10.4 Arbeitsplan abarbeiten

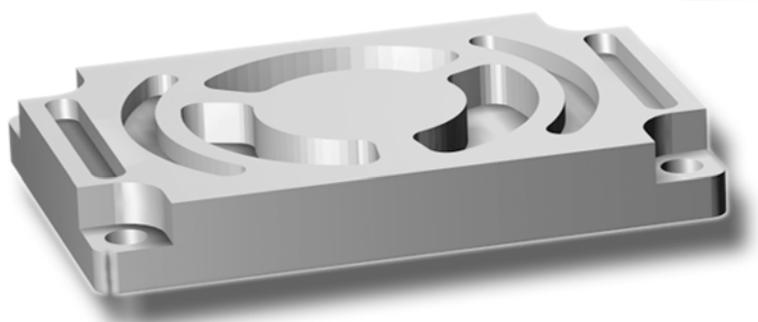
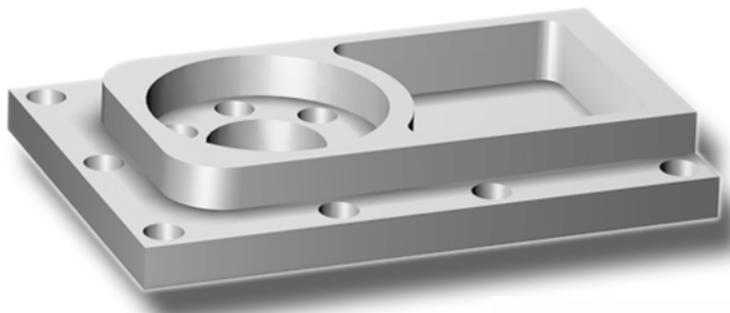
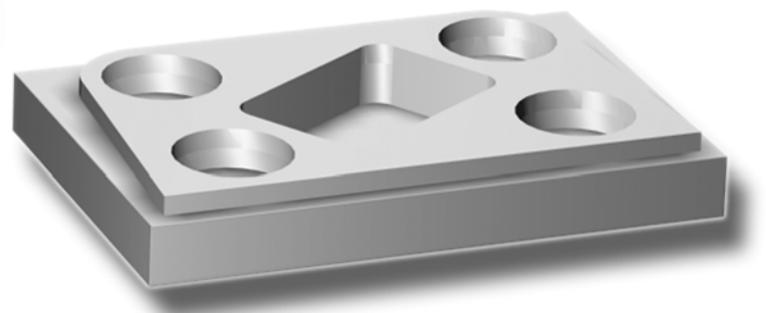
Die Maschine ist jetzt vorbereitet, das Werkstück ist eingerichtet und die Werkzeuge sind vermessen (siehe Kapitel 4). Nun kann es endlich losgehen:

Tasten	Bildschirm	Erläuterungen
  		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wählen Sie das Verzeichnis aus, das den gewünschten Arbeitsplan enthält. Für die Beispiele aus diesem Heft ist dies das Verzeichnis WERKSTUECKE.</li> <li>• Die Taste <i>Abarbeiten</i> lädt den Arbeitsplan in die Betriebsart <i>AUTO</i> und schaltet dorthin um.</li> </ul>
    		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Da der Arbeitsplan noch nicht kontrolliert abgefahren wurde, stellen Sie das Vorschub-Potentiometer auf Nullstellung, damit Sie von Anfang an "alles im Griff" haben.</li> <li>• Wenn Sie während der Fertigung auch eine Simulation sehen wollen, muss die Funktion <i>Mitzeichnen</i> vor dem Start angewählt werden. Nur dann werden auch alle Verfahrenswege und deren Auswirkungen angezeigt.</li> <li>• Starten Sie die Fertigung mit der Taste  und kontrollieren Sie die Geschwindigkeit der Werkzeugbewegungen mit dem Vorschub-Potentiometer.</li> </ul>





**So einfach und schnell wie Sie  
diese Werkstücke mit  
ShopMill erstellt haben ...**

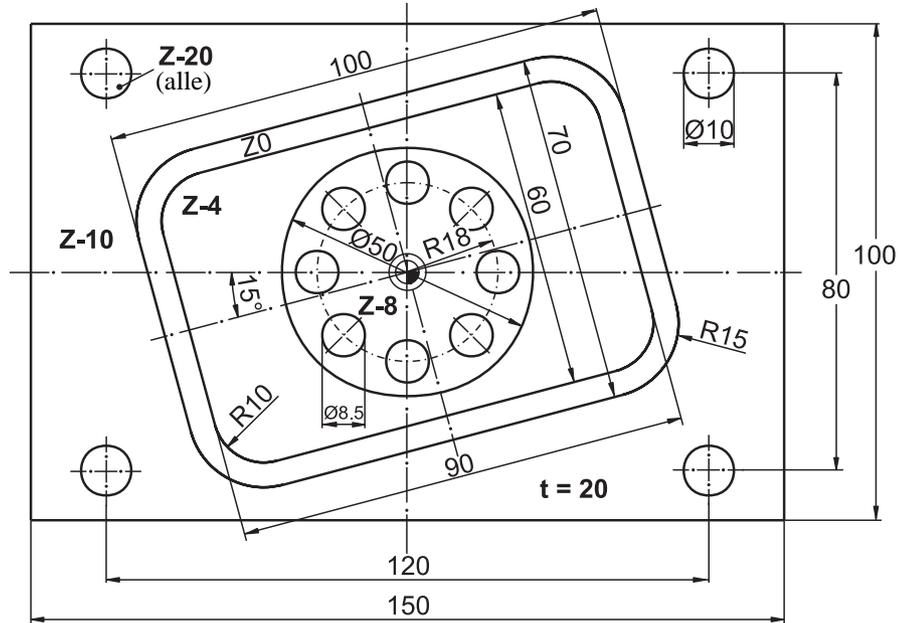
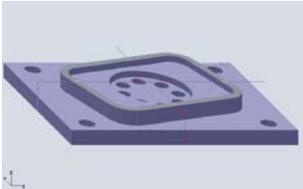


**... werden Sie ab jetzt auch  
IHRE Werkstücke mit  
ShopMill erstellen.**

# 11 Wie fit sind Sie mit ShopMill?

Die folgenden 4 Übungen sind die Grundlage für Ihren persönlichen Test für die Arbeit mit ShopMill. Als Hilfe für Sie ist jeweils ein möglicher Arbeitsplan gezeigt. Die genannten Zeiten basieren auf der Vorgehensweise entsprechend diesem Arbeitsplan. Betrachten Sie bitte die genannten Zeiten als grobe Vorgabe für Ihre Antwort auf die obige Frage.

## Übung 1: Schaffen Sie das mit ShopMill in 15 Minuten?



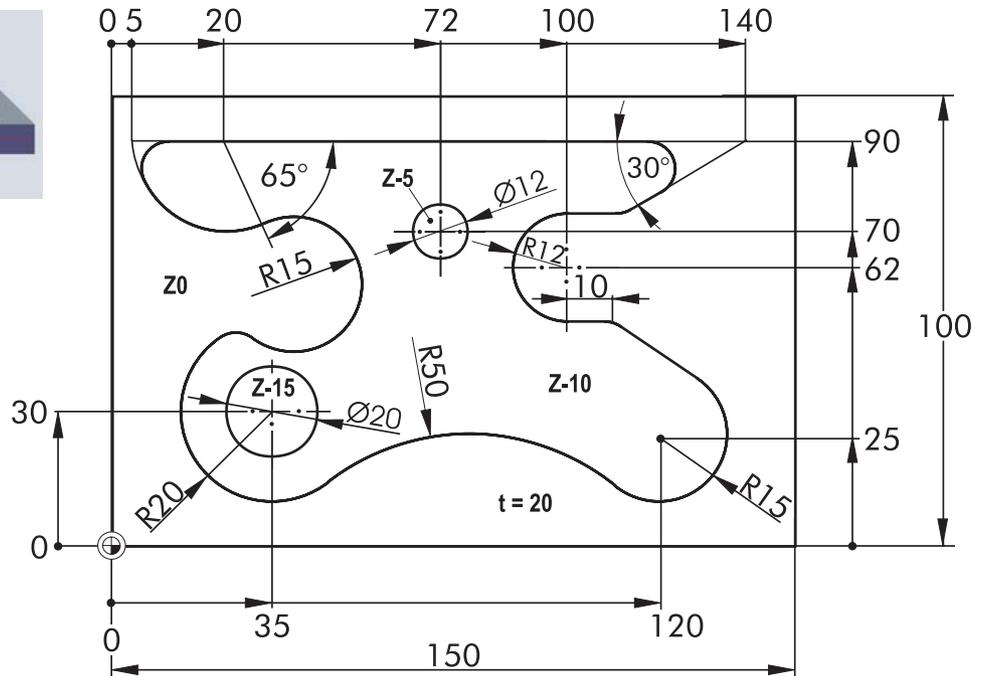
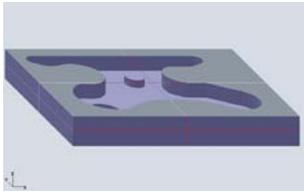
P  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
END

DIYS1			
P	N0	DIYS1	
	N5	Rechtecktasche	T=FRAESER20 F0.08/Z V150m X0=0 Y0=0 Z0=0
	N10	Kreistasche	T=FRAESER20 F0.08/Z V150m X0=0 Y0=0 Z0=-4
	N15	DIYS_AR_150_100_5_15_15	
	N20	DIYS1_IR_100_70_15	
	N25	Ausräumen	T=FRAESER20 F0.08/Z V150m Z0=0 Z1=10ink
	N30	Bohren	T=BOHRER10 F150/min V35m Z1=-20
	N35	Ø01: Positionen	Z0=-10 X0=60 Y0=40 X1=60 Y1=-40
	N40	Ø02: Positionen	Z0=-10 X0=-60 Y0=-40 X1=-60 Y1=40
	N45	Bohren	T=BOHRER8.5 F150/min V35m Z1=-20
	N50	Ø03: Lochvollkreis	Z0=-8 X0=0 Y0=0 R18 N8
END	Programmende		

Die gedrehte Rechtecktasche wurde hier im Original-Koordinatensystem konstruiert. Der Startpunkt liegt zunächst auf dem Nullpunkt. Es folgt eine Hilfsgerade unter 15° bis zum Rand der Tasche. Die Koordinaten dieses Endpunktes sind der Startpunkt für die eigentliche Konstruktion. Die Hilfsgerade muss gelöscht werden.

Mit ShopMill gibt es auch noch andere Wege zum Ziel, z. B. mit der Funktion *Rotation* oder mit dem Zyklus *Rechteckzapfen* (siehe Übung 3). Testen Sie, auf welche Weise Sie am schnellsten zum Ziel kommen und mit welchem Verfahren Sie die kürzeste Fertigungszeit erreichen.

## Übung 2: Schaffen Sie das mit ShopMill in 20 Minuten?



Alle nicht bemaßten Radien R6

**P**











**END**

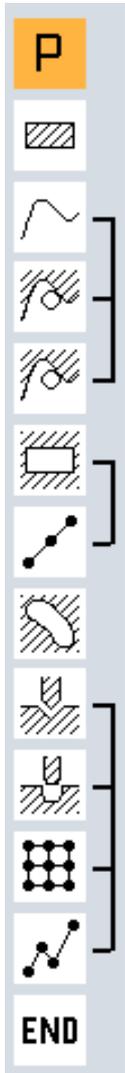
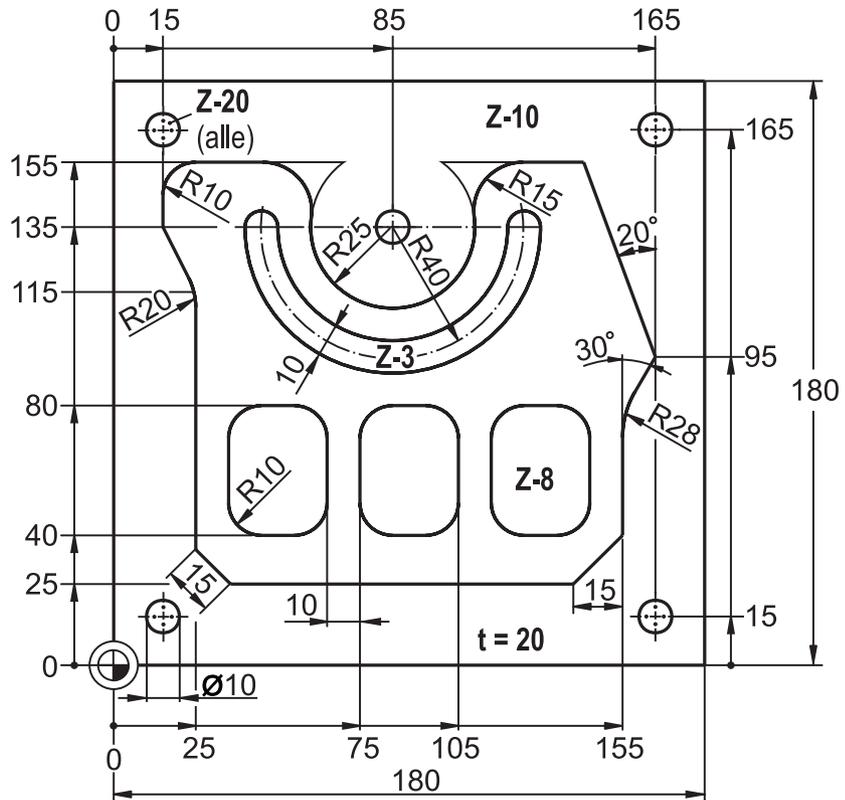
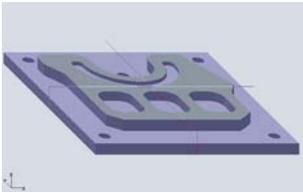
KOMPLEXE_KONTURTASCHE			
<b>P</b>	<b>N0</b>	<b>KOMPLEXE_KONTURTASCHE</b>	
	<b>N5</b>	<b>KK_TASCHE</b>	
	<b>N10</b>	<b>Ausräumen</b>	▽ T=FRAESER20 F0.08/Z V150m Z0=0 Z1=5ink
	<b>N15</b>	<b>Restmaterial</b>	▽ T=FRAESER10 F0.08/Z V120m
	<b>N20</b>	<b>KK_TASCHE</b>	
	<b>N25</b>	<b>KK_INSEL_D12</b>	
	<b>N30</b>	<b>Ausräumen</b>	▽ T=FRAESER20 F0.08/Z V150m Z0=-5 Z1=5ink
	<b>N35</b>	<b>Restmaterial</b>	▽ T=FRAESER10 F0.08/Z V120m
	<b>N40</b>	<b>Kreistasche</b>	▽ T=FRAESER10 F0.08/Z V120m X0=35 Y0=30
<b>END</b>		<b>Programmende</b>	

Auch wenn es komplex aussieht: Diese Kontur ist mit ShopMill kein Problem. Und das automatische Zerspanen von Restmaterial läßt sich hier optimal anwenden. Vergleichen Sie die Fertigungszeiten, wenn Sie alles mit dem FRAESER10 ausräumen würden.

Hinweise:

- Konstruieren Sie die Kontur gegen den Uhrzeigersinn.
- Der Öffnungswinkel des oberen linken Bogens beträgt 115°.

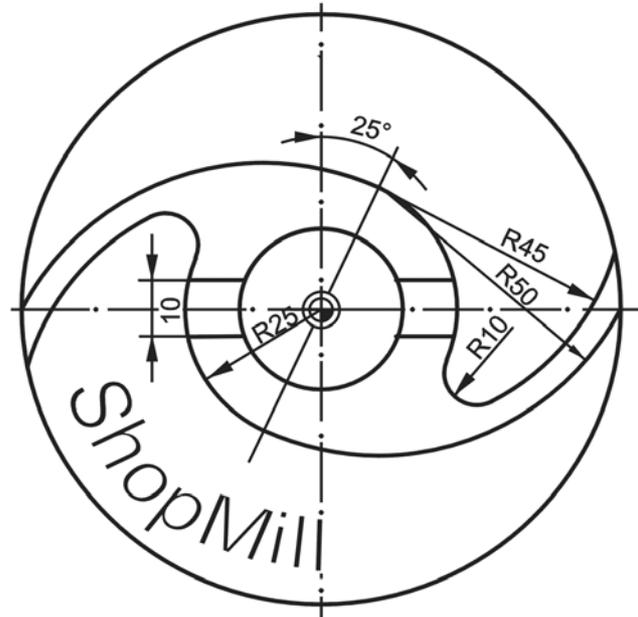
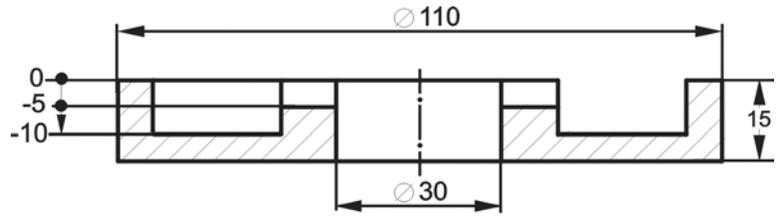
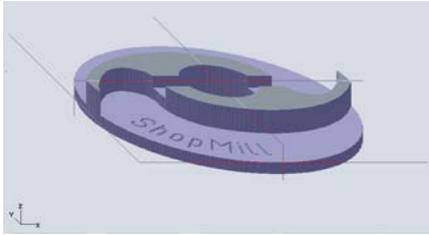
### Übung 3: Schaffen Sie das mit ShopMill in 30 Minuten?



PLATTE			
P	N0	PLATTE	
	N5	Rechteckzapfen	T=FRAESER32 F0.08/Z V150m X0=90 Y0=90
	N10	PLATTE_INSEL	
	N15	Bahnfräsen	T=FRAESER32 F0.08/Z V150m Z0=0 Z1=10ink
	N20	Bahnfräsen	T=FRAESER20 F0.06/Z V150m Z0=0 Z1=10ink
	N25	Rechtecktasche	T=FRAESER20 F0.08/Z V150m Z1=8ink W40
	N30	Ø01: Lochreihe	Z0=0 X0=50 Y0=60 N3
	N35	Kreisnut	T=FRAESER6 F0.08/Z V150m X0=85 Y0=135
	N40	Zentrieren	T=ZENTRIERER12 F150/min S550U Z1=2ink
	N45	Bohren	T=BOHRER10 F150/min V35m Z1=12ink
	N50	Ø02: Lochgitter	Z0=-10 X0=15 Y0=15 N1=2 N2=2
	N55	Ø03: Positionen	Z0=-10 X0=85 Y0=135
END		Programmende	

In diesem Musterarbeitsplan wurde die Fläche um die Insel zunächst mit dem Zyklus *Rechteckzapfen* aus dem Menü *Fräsen* grob vorgefräst. Das in diesem Zyklus beschriebene Rechteck wird kreisförmig angefahren und erreicht die Kontur an dem durch *Länge* und *Drehwinkel* beschriebenen Punkt. Das Rechteck wird einmal voll umfahren und am selben Punkt wieder kreisförmig verlassen. An- und Abfahradius ergeben sich aus der Geometrie des Restzapfens.

### Übung 4: Schaffen Sie das mit ShopMill in 30 Minuten?



**P**  
  
  
  
  
**T**  
  
  
  
  
  
  
  
**ABC**  
**END**

Gravur	
T	ZENTRIERER12 D1
F	100.000 mm/min
S	2000 U/min
Ausrichtung:	
Bezugspunkt:	
ShopMill↑	
X0	0.000 abs
Y0	-47.500 abs
Z0	-10.000 abs
Z1	0.500 ink
FZ	70.000 mm/min
W	10.000
DX1	3.000 mm
XM	0.000 abs
YM	0.000 abs

FLUEGEL	
P	N0 FLUEGEL
	N5 Kreiszapfen T=FRAESER32 F0.1/Z V150m X0=0 Y0=0 Z0=0
	N10 WI_ISLAND
	N15 Bahnfräsen T=FRAESER32 F0.1/Z V150m Z0=0 Z1=10ink
	N20 Bahnfräsen T=FRAESER20 F0.08/Z V150m Z0=0 Z1=10ink
T	N25 T=FRAESER10 V150m
→	N30 EILG. X-36 Y0 Z1
→	N35 EILG. Z-5
→	N40 F0.04/Z x X36
	N45 Bohren T=VOLLBOHRER30 F150/min V35m Z1=-22
	N50 001: Positionen Z0=0 X0=0 Y0=0
<b>ABC</b>	<b>N55 Gravur ShopMill</b>
END	Programmende N=1

In diesem Musterarbeitsplan wurde die kreisförmige Außenkontur mit Hilfe des Zyklus *Kreiszapfen* gefräst. Die Funktionsweise entspricht prinzipiell der des Rechteckzapfens (siehe Musterarbeitsplan zu Übung 3). Der gemeinsame Mittelpunkt der beiden Kreisbögen R45 und R50 (= Startpunkt für die eigentliche Konstruktion) wird polar bestimmt (25 mm unter 65° bezogen auf den Polpunkt bei X0/Y0, vgl. Kap. 8.13).

Ab Softwarestand V6.4 steht im Menü *Fräsen* auch ein flexibel einsetzbarer Zyklus *Gravur* zur Verfügung.

## Sachwortverzeichnis

<b>A</b>		<b>E</b>	
Abgleich Taster .....	33	Eckpunkte .....	36
Abheben .....	80	Einarbeitungszeit .....	5
Abmaße .....	36	Einfügen .....	9, 75
abs .....	40	Eingriffsbreite .....	47
Absolut .....	23	Einlesen von Dateien .....	14
Absolute Maßangaben .....	21	Eintauch-Strategien .....	48
Alarmer .....	17	Erweiterter Editor .....	75
Alle Parameter .....	69	<b>F</b>	
Alternativ-Taste .....	11, 37	Fase .....	53
An- und Abfahren .....	54, 86	Fehlernummer .....	17
Anfasen von Konturen .....	98	Feinbearbeitung .....	47
Antastrichtung .....	32	Fertigung .....	102
Arbeitsebenen .....	18	Fertigungszeit .....	8
Arbeitsplan abarbeiten .....	104	Flachbedientafel .....	11
Arbeitsplan anlegen .....	43	Fräserradius-Korrektur .....	37
Arbeitspläne verwalten .....	14	Fräswerkzeuge .....	24
Arbeitsplan-Grafik .....	73, 77	<b>G</b>	
Arbeitsschritt-Liste .....	38	Gegenlauf .....	36
Aufruf von Dialogen .....	36	Geometrische Grundlagen .....	18
Ausdrehen .....	80	Gerade .....	45
Auslesen von Dateien .....	14	Geradlinige Bewegungen .....	22
Ausräumen .....	48, 58	Gewinde .....	41
Ausschneiden .....	9, 75	Gewindefräsen .....	81, 82
<b>B</b>		Gitter .....	40, 50
Bahnfräsen .....	15, 52	Gleichlauf .....	36
Bearbeitungsart .....	36	Grafischer Arbeitsplan .....	6
Bearbeitungstiefe .....	54	Grundlagen der Bedienung .....	10
Bohren .....	61	Grundmenü .....	12
Bohrungen erstellen .....	39	<b>H</b>	
Bohrwerkzeuge .....	24	Handbetrieb .....	13
<b>C</b>		Hartmetalle .....	24
CBN-Platten .....	24	Hauptelement .....	68
CNC-Volltastatur .....	11	Helikales Eintauchen .....	48
<b>D</b>		Helix .....	79
Details .....	63	Hilfebilder .....	5, 19
Dialog Auswahl .....	55	Hilfsgerade .....	106
Dialog Übernahme .....	56	Hilfskonstruktion .....	109
Diamant-Werkzeuge .....	24	Hilfstasche .....	66, 71
Draufsicht .....	63	Hindernisse .....	61, 63
Drehrichtung .....	28	HSS-Werkzeugstähle .....	24
Drehzahlen .....	26	<b>I</b>	
Duplo-Nummer .....	28	I-Adresse .....	23
		Info-Taste .....	11

ink.....	40	Nullpunktverschiebung .....	32
Inkremental .....	23	Nuten .....	99
Inkrementale Maßangaben .....	21	<b>O</b>	
Input-Taste .....	11	Offene Konturen .....	52
<b>J</b>		Optimierter Rückzug .....	36
J-Adresse .....	23	<b>P</b>	
<b>K</b>		Pendelndes Eintauchen.....	48
Kartesisch .....	22	Planfräsen .....	65
Keramik-Platten.....	24	Planfräser .....	25
Kontur.....	15	Platzsperre .....	29
Kontur schließen .....	57	Pol .....	43, 44
Konturrechner .....	7, 52	Polar .....	22
Konturtaschen .....	55	Polarkoordinaten .....	43, 82
Konturverletzung .....	40	Polarwinkel .....	43, 44
Kopieren.....	75	Positionen.....	39
Kopieren von Arbeitsplänen .....	14	Positionieren.....	40
Kopieren von Konturen .....	74	Positionsmuster .....	6, 49
Kreisförmige Bewegungen .....	23	Positionswiederholungen.....	39
Kreisnut.....	99	Potentiometer .....	104
Kreistaschen .....	49	Programm anlegen .....	35
Kühlmittel .....	28	Programmierzeit .....	6
<b>L</b>		Programmkopf .....	35
Langlochfräser .....	25	Programm-Manager .....	14, 35
Längsnut .....	99	Programmverwaltung .....	34, 35
Linie.....	40	Punkte im Arbeitsraum .....	20
Links der Kontur.....	37	<b>R</b>	
<b>M</b>		Radius .....	53
Magazin.....	17, 31	Radiuskorrektur .....	53
Magazinliste .....	29	Rechtecktasche .....	47
Markieren .....	75	Rechteckzapfen.....	108
Maschine einrichten .....	13	Rechts der Kontur.....	37
Maschinenbedienfeld .....	11	Referenzpunkt .....	20
Maschinen-Nullpunkt.....	20	Restmaterial .....	8, 58, 107
Maschinensteuertafel .....	11	Resttasche.....	48
Max. Zustellung Tiefe .....	48	Rotation .....	93
Meldungen .....	17	Rückzug optimiert.....	8
Messen Werkstück.....	32	Rückzugsebene .....	8, 36
Mittiges Eintauchen.....	48	<b>S</b>	
Mitzeichnen .....	104	Schlichtaufmaß .....	58
<b>N</b>		Schlichtaufmaß Ebene .....	48
NC-Anbohrer.....	25	Schlichtaufmaß Tiefe.....	48
NC-Programme .....	16	Schlichten .....	88
Neu numerieren .....	75	Schlichten Boden.....	58
Nullpunkte .....	17	Schlichtsymbol.....	47

Schnittgeschwindigkeit .....	6, 26	Vollbohrer .....	25
Schnitt-Tiefe.....	41	Vollkreis.....	100
Schnittverlauf .....	50, 63	Volumenmodell .....	63
Schruppen .....	88	Vorschub pro Zahn.....	6, 27
Schruppsymbol .....	47	Vorschubgeschwindigkeiten.....	27
Schwester-Werkzeug.....	28	Vorteile von ShopMill .....	5
Sicherheitsabstand .....	36	<b>W</b>	
Simulation .....	38, 46	Walzenstirnfräser .....	25
Simulation - Details.....	63	Wendelschaftfräser .....	25
Sinumerik 810D .....	16	Werkstück spannen.....	103
Softkeys .....	12	Werkstück-Nullpunkt .....	20
Spiegeln.....	89	Werkstück-Nullpunkt setzen.....	13, 32, 103
Spiralbohrer .....	25	Werkzeug aufrufen.....	37
Startpunkt anfahren .....	43	Werkzeugachsen .....	18
Start-Taste .....	104	Werkzeuge für die Beispiele .....	30
Starttiefe .....	54	Werkzeuge vermessen .....	13
Steigung.....	41	Werkzeugliste.....	17, 28
Suchen.....	75	Werkzeugname .....	28
<b>T</b>		Werkzeugtypen .....	28, 30
Tabellenbuch .....	26, 27	Werkzeugverschleißliste .....	29
Tangente an Vorgängerelement.....	56	Werkzeugverwaltung.....	28
Taschenrechner-Funktion.....	11	Werkzeugzustand .....	29
Technologische Grundlagen.....	24	Winkel .....	22
Tiefbohren.....	78	<b>Z</b>	
Tiefenbezug .....	41	Zähigkeit.....	24
Transformationen.....	90	Zähnezahl .....	28
<b>U</b>		Zeiten für Arbeitspläne .....	106
Übergangselement .....	53	Zentrieren.....	61
Überwachen von Drehzahlen .....	28	Zurück .....	75
Überwachen von Werkzeugbruch.....	28	Zustellung in der Ebene .....	47
Übungen .....	106	Zyklen.....	16
Umbenennen .....	75		
Umbenennen von Arbeitsplänen .....	14		
Umrandung .....	66, 71		
Umschalten.....	36		
Unterprogramm.....	85, 88		
Unterprogramm erstellen .....	85		
<b>V</b>			
Verfahrweg-Eingabe .....	37		
Verkettung .....	15		
Verrundung .....	53		
Verschieben von Arbeitsplänen .....	14		
Verschiedenes .....	90		
Verschleißfestigkeit.....	24		
Verzeichnis .....	14, 35		

## **Bildnachweis**

Wir danken den Firmen

**AMF**

**DMG**

**Verlag Europa-Lehrmittel**

**Haimer**

**Iscar**

**Krupp-Widia**

**Neumo**

**Reckermann**

**Renishaw**

**Röhm**

**Sandvik**

**Seco**

für die Zurverfügungstellung von Bildmaterial auf den Seiten 17, 18, 24, 26, 27, 29, 33, 81, 102 und 103.

## Weitere Informationen

Vertiefende Infos über JobShop finden Sie unter:  
[www.siemens.com/jobshop](http://www.siemens.com/jobshop)

Vertiefende technische Dokumentation auf unserem  
Service&Support Portal:  
[www.siemens.com/automation/support](http://www.siemens.com/automation/support)

Für ein persönliches Gespräch finden Sie Ansprechpartner  
in Ihrer Nähe unter:  
[www.siemens.com/automation/partner](http://www.siemens.com/automation/partner)

Mit der Mall können Sie direkt elektronisch im Internet bestellen:  
[www.siemens.com/automation/mall](http://www.siemens.com/automation/mall)

Siemens AG  
Industry Sector  
Drive Technologies  
Motion Control  
Postfach 3180  
91050 Erlangen  
DEUTSCHLAND  
[www.siemens.com/sinutrain](http://www.siemens.com/sinutrain)

Änderungen vorbehalten  
6FC5095-0AA50-0AP2

© Siemens AG 2008