



**SIEMENS**



# SCE Lehrunterlagen

Siemens Automation Cooperates with Education | 02/2016

**CNC-Technik Modul 700-030**  
ShopMill Grundlagen

Cooperates  
with Education

Automation

**SIEMENS**

## Passende SCE Trainer Pakete zu diesen Lehrunterlagen

- **SinuTrain for SINUMERIK Operate V4.7 Basic** – kostenfreies Download ohne zeitliche Beschränkung  
[www.siemens.de/sinutrain-downloads](http://www.siemens.de/sinutrain-downloads)
- **SinuTrain Klassenraumlizenz für SINUMERIK Operate V4.5** – 6er + 40er Lizenz;  
Bestellnr.: 6FC5870-1TC41-0YA0
- **SinuTrain Studentenzulizenzen für SINUMERIK Operate V4.5** – 300 Stunden – 20er Lizenz;  
Bestellnr.: 6FC5870-1SC41-0YA0
- **SinuTrain Klassenraumlizenz für SINUMERIK Operate V4.4** – 16er + 32er Lizenz;  
Bestellnr.: 6FC5870-1TC40-1YA0
- **SinuTrain Studentenzulizenzen für SINUMERIK Operate V4.4** – 300 Stunden – 32er Lizenz;  
Bestellnr.: 6FC5870-1SC40-1YA0

Bitte beachten Sie, dass diese Trainer Pakete ggf. durch Nachfolge-Pakete ersetzt werden.

Eine Übersicht über die aktuell verfügbaren SCE Pakete finden Sie unter: [siemens.de/sce/tp](http://siemens.de/sce/tp)

## Fortbildungen

Für regionale Siemens SCE Fortbildungen kontaktieren Sie Ihren regionalen SCE Kontaktpartner.

[siemens.de/sce/contact](http://siemens.de/sce/contact)

## Weiterführende Informationen zu SinuTrain

Insbesondere Download, Getting started, Videos, Tutorials, Handbücher und Programmierleitfaden.

[siemens.de/sce/sinutrain](http://siemens.de/sce/sinutrain)

## Weitere Informationen rund um SCE

[siemens.de/sce](http://siemens.de/sce)

## Verwendungshinweis

Die SCE Lehrunterlage CNC-Technik wurde für das Programm "Siemens Automation Cooperates with Education (SCE)" speziell zu Ausbildungszwecken für öffentliche Bildungs- und F&E-Einrichtungen erstellt. Die Siemens AG übernimmt bezüglich des Inhalts keine Gewähr.

Diese Unterlage darf nur für die Erstausbildung an Siemens Produkten/Systemen verwendet werden. D. h. sie kann ganz oder teilweise kopiert und an die Auszubildenden, zur Nutzung im Rahmen deren Ausbildung ausgehändigt werden. Weitergabe sowie Vervielfältigung dieser Unterlage und Mitteilung ihres Inhalts ist innerhalb öffentlicher Aus- und Weiterbildungsstätten für Zwecke der Ausbildung gestattet.

Ausnahmen bedürfen der schriftlichen Genehmigung durch die Siemens AG. Alle Anfragen hierzu an [scesupportfinder.i-ia@siemens.com](mailto:scesupportfinder.i-ia@siemens.com).

Zuwiderhandlungen verpflichten zu Schadensersatz. Alle Rechte, auch der Übersetzung sind vorbehalten, insbesondere für den Fall der Patentierung oder GM-Eintragung.

Der Einsatz für Industriekunden-Kurse ist explizit nicht erlaubt. Einer kommerziellen Nutzung der Unterlagen stimmen wir nicht zu.

Wir danken der Fa. Michael Dziallas Engineering, der Fa. MOSER CNC-Training und allen weiteren Beteiligten für die Unterstützung bei der Erstellung dieser SCE Lehrunterlage.

# Inhaltsverzeichnis

1	Zielstellung.....	5
2	Einleitung.....	5
3	Vorteile, wenn Sie mit ShopMill arbeiten.....	7
3.1	Sie sparen Einarbeitungszeit:.....	7
3.2	Sie sparen Programmierzeit:.....	10
3.3	Sie sparen Fertigungszeit:.....	13
4	Damit alles reibungslos funktioniert.....	15
4.1	Die Bedienung von ShopMill.....	15
4.2	Die Inhalte des Grundmenüs.....	17
4.2.1	Maschine.....	17
4.2.2	Parameter.....	20
4.2.3	Programm.....	22
4.2.4	Programm-Manager.....	25
4.2.5	Diagnose.....	25
5	Grundlagen für Einsteiger.....	27
5.1	Geometrische Grundlagen.....	27
5.1.1	Werkzeugachsen und Arbeitsebenen.....	27
5.1.2	Punkte im Arbeitsraum.....	29
5.1.3	Absolute und inkrementale Maßangaben.....	30
5.1.4	Geradlinige Bewegungen.....	31
5.1.5	Kreisförmige Bewegungen.....	33
5.2	Technologische Grundlagen.....	35
5.2.1	Die Werkzeuge im Einsatz.....	35
5.2.2	Schnittgeschwindigkeit und Drehzahlen.....	38
5.2.3	Vorschub pro Zahn und Vorschubgeschwindigkeiten.....	39
6	Gut gerüstet.....	40
6.1	Werkzeugverwaltung.....	40
6.1.1	Werkzeugliste.....	40
6.1.2	Werkzeugverschleißliste.....	42
6.1.3	Magazinliste.....	43
6.2	Verwendete Werkzeuge.....	43
6.3	Werkzeuge im Magazin.....	45
6.4	Werkzeuge vermessen.....	45
6.5	Setzen des Werkstück-Nullpunktes.....	47
7	Beispiel 1: Längsführung.....	51
7.1	Überblick.....	51
7.2	Programmverwaltung und Programm anlegen.....	52
7.3	Werkzeug aufrufen und Fräserradius-Korrektur einstellen.....	57

7.4	Verfahrweg eingeben .....	58
7.5	Bohrungen und Positionswiederholungen erstellen .....	63
8	Beispiel 2: Spritzform .....	72
8.1	Überblick .....	72
8.2	Geraden und Kreisbahnen über Polarkoordinaten .....	74
8.3	Rechtecktasche .....	82
8.4	Kreistaschen auf Positionsmuster .....	86
9	Beispiel 3: Formplatte .....	90
9.1	Überblick .....	90
9.2	Bahnfräsen offener Konturen .....	91
9.3	Ausräumen, Restmaterial und Schichten von Konturtaschen .....	99
9.4	Bearbeitung auf mehreren Ebenen .....	110
9.5	Berücksichtigung von Hindernissen .....	114
10	Beispiel 4: Hebel .....	120
10.1	Überblick .....	120
10.2	Planfräsen .....	122
10.3	Erstellen der Umrandung für die Hebel-Insel .....	124
10.4	Fertigung des Hebels .....	126
10.5	Erstellen der Umrandung für die Kreis-Insel .....	138
10.6	Erstellen der 30er Kreis-Insel .....	140
10.7	Erstellen der 10er Kreis-Insel .....	141
10.8	Kopieren der 10er Kreis-Insel .....	143
10.9	Fertigung der Kreis-Insel mit Hilfe des Editors .....	146
10.10	Tiefbohren .....	151
10.11	Helix fräsen .....	153
10.12	Ausdrehen .....	156
10.13	Gewindefräsen .....	158
10.14	Konturen polar programmieren .....	160
11	Beispiel 5: Flansch .....	165
11.1	Überblick .....	165
11.2	Unterprogramm erstellen .....	166
11.3	Spiegeln von Arbeitsschritten .....	173
11.4	Bohrungen .....	178
11.5	Rotation von Taschen .....	180
11.6	Anfasen von Konturen .....	190
11.7	Längsnut und Kreisnut .....	192
12	Fertigung der Werkstücke .....	197

# 1 Zielstellung

In diesem Modul lernen Sie, wie Sie mit Hilfe der Arbeitsplan-Schrittkettenprogrammierung OPERATE ShopMill einfach von der Zeichnung zum fertigen Werkstück gelangen.

## 2 Einleitung

Schneller von der Zeichnung zum Werkstück – aber wie?

Die technologische Entwicklung der Werkzeugmaschinen ist von einer großen Dynamik geprägt. Besonders bei der Erstellung von NC-Programmen hat sich die Spannweite von der reinen CAM-System Programmierung bis zur Programmierung direkt an der CNC-Maschine ausgedehnt. Für jeden Bereich sind spezielle und produktive Programmiermethoden verfügbar. Mit ShopMill bietet SIEMENS daher eine auf die Werkstatt zugeschnittene Programmierung an, die eine schnelle und praxisgerechte Arbeitsschritt-Programmierung von der Einzelteilerfertigung bis zur Kleinserie erlaubt. Im Zusammenspiel mit SINUMERIK Operate, der neuen Bedienoberflächen für die Steuerung, ist ein intuitives und effektives Arbeiten in der Werkstatt gegeben, auch für die Serienfertigung.

Arbeitsplan erstellen statt programmieren heißt die Lösung.

Durch die Arbeitsplan-Erstellung mit eingängigen, facharbeitergerechten Handlungsabfolgen kann der ShopMill-Anwender direkt von der Zeichnung das NC-Programm erstellen. Auch Änderungen und unterschiedliche Varianten eines Werkstücks lassen sich aufgrund des übersichtlichen Aufbaus schnell programmieren.

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

- Zunächst werden die Vorteile bei der Arbeit mit ShopMill genannt.
- Anschließend werden die Grundlagen der Bedienung mit SINUMERIK Operate gezeigt.
- Für den Einsteiger werden im Anschluss die geometrischen und technologischen Grundlagen der Fertigung erklärt.
- Ein weiteres Kapitel enthält eine kurze Einführung in die Werkzeugverwaltung.

Nach der 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 Tasteneingaben vorgegeben, später wird zum eigenständigen Handeln angeregt.
- Nachfolgend erfahren Sie, wie man mit ShopMill im Automatik-Betrieb zerspannt.
- Beachten Sie bitte, dass die hier verwendeten Technologiedaten, aufgrund der vielen verschiedenen Gegebenheiten in der Werkstatt nur Beispielcharakter haben.

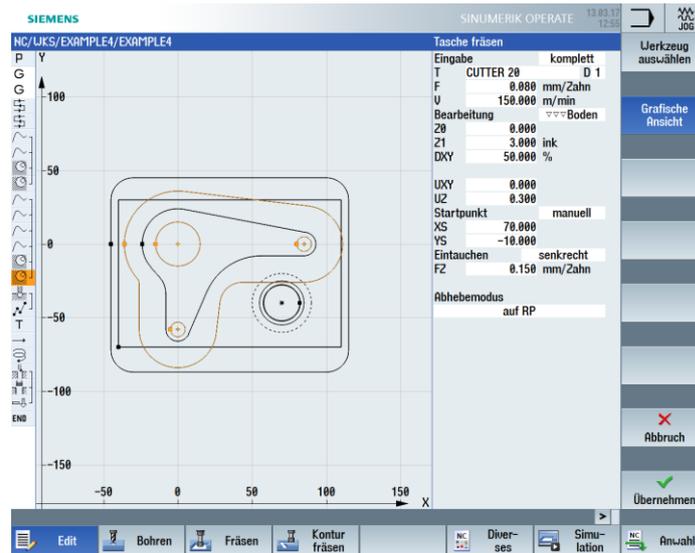
So wie ShopMill mit Hilfe von Facharbeitern entstanden ist, wurde diese Lehrunterlage ebenfalls von Praktikern erstellt. In diesem Sinne wünschen wir Ihnen viel Freude und Erfolg bei der Arbeit mit ShopMill.

## 3 Vorteile, wenn Sie mit ShopMill arbeiten

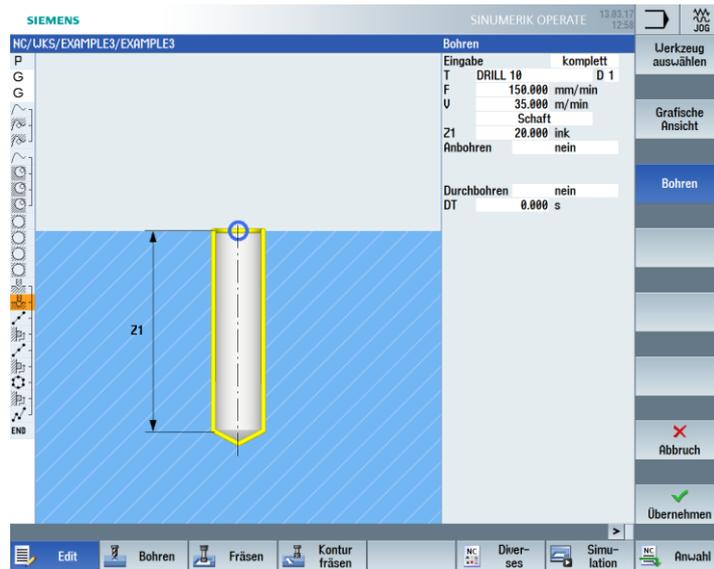
In diesem Kapitel werden Ihnen die besonderen Vorteile bei der Arbeit mit ShopMill aufgezeigt.

### 3.1 Sie sparen Einarbeitungszeit:

- weil es in ShopMill keine fremdsprachlichen Begriffe gibt, die Sie lernen müssten, und alle notwendigen Eingaben im Klartext abgefragt werden.



- weil Sie bei ShopMill durch farbige Hilfsbilder optimal unterstützt werden.



- weil Sie in den grafischen Arbeitsplan von ShopMill auch DIN/ISO-Befehle integrieren können. Sie können in DIN/ISO 66025 und mit DIN Zyklen programmieren.

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

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

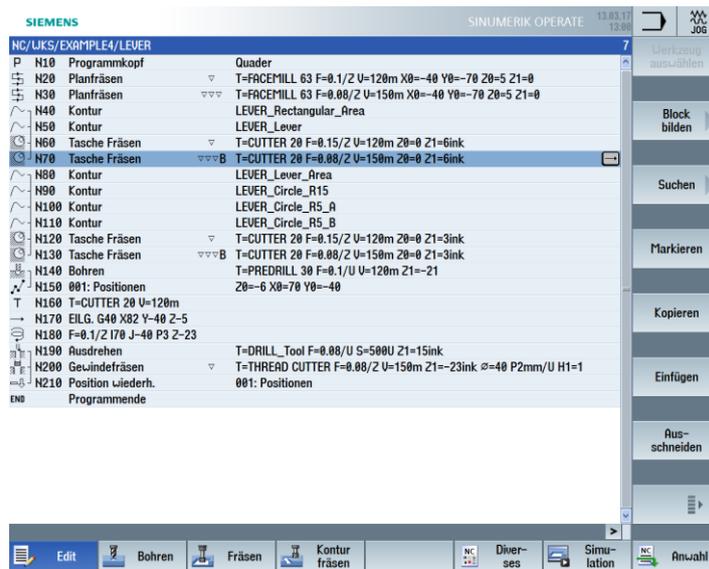


Bild 2-1 Arbeitsschritt im Arbeitsplan

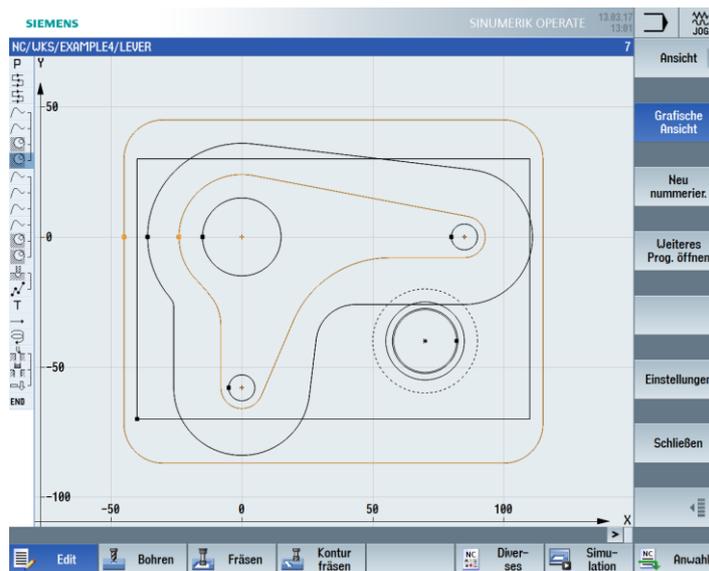


Bild 2-2 Grafische Ansicht

### 3.2 Sie sparen Programmierzeit:

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

Rechtecktasche	
Eingabe	komplett
T CUTTER 10	D 1
F 0.150	mm/Zahn
U 120.000	m/min
Bezugspunkt	<input type="text"/>
Bearbeitung	<input type="text"/>

Rechtecktasche	
Eingabe	komplett
T CUTTER 10	D 1
F 2292.000	mm/min
S 3820	U/min
Bezugspunkt	<input type="text"/>
Bearbeitung	<input type="text"/>

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

NC/MPF/PAT_PROG_3	
P N10	Programmkopf G54 Quader
N20	Rechtecktasche T=CUTTER 10 F=0.15/Z U=120m X0=75 Y0=50 Z0=-15
END	Programmende

- 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.

The screenshot shows the Siemens SINUMERIK OPERATE interface. The main window displays a list of NC operations for a mold plate (MOLD\_PLATE\_OUTSIDE and MOLD\_PLATE\_INSIDE). The operations include:

- N10: Programmkopf Quader
- N20: Kontur MOLD\_PLATE\_OUTSIDE
- N30: Bahnfräsen T=CUTTER 32 F=0.15/Z U=120m Z0=0 Z1=10ink
- N40: Bahnfräsen T=CUTTER 32 F=0.08/Z U=150m Z0=0 Z1=10ink
- N50: Kontur MOLD\_PLATE\_INSIDE
- N60: Tasche Fräsen T=CUTTER 20 F=0.15/Z U=120m Z0=0 Z1=15ink
- N70: Tasche Fräsen T=CUTTER 10 F=0.08/Z U=150m Z0=0 Z1=15ink
- N80: Tasche Fräsen T=CUTTER 10 F=0.08/Z U=150m Z0=0 Z1=15ink
- N90: Kreistasche T=CUTTER 20 F=0.15/Z U=120m X0=0 Y0=0 Z0=-10 Z1=-10
- N100: Kreistasche T=CUTTER 20 F=0.15/Z U=150m X0=0 Y0=0 Z0=-10 Z1=-10
- N110: Kreistasche T=CUTTER 20 F=0.15/Z U=120m X0=0 Y0=0 Z0=-10 Z1=-20
- N120: Kreistasche T=CUTTER 20 F=0.15/Z U=150m X0=0 Y0=0 Z0=-10 Z1=-20
- N130: Zentrieren T=CENTERDRILL 12 F=150/min S=500U Ø11
- N140: Bohren T=DRILL 10 F=150/min U=35m Z1=20ink
- N150 001: Posit.reihe Z0=-10 X0=-42.5 Y0=-92.5 N=4 α0=90
- N160 002: Hindernis Z=1
- N170 003: Posit.reihe Z0=-10 X0=42.5 Y0=-92.5 N=4 α0=90
- N180 007: Hindernis Z=1
- N190 004: Posit.kreis Z0=-10 X0=0 Y0=0 R=22.5 N=6
- N200 005: Hindernis Z=1
- N210 006: Positionen Z0=-10 X0=0 Y0=42.5

The bottom of the screen shows a toolbar with icons for Edit, Bohren, Fräsen, Kontur fräsen, Diverses, Simulation, and Auswahl.

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

N130	Zentrieren	T=CENTERDRILL 12 F=150/min S=500U Ø11
N140	Bohren	T=DRILL 10 F=150/min U=35m Z1=20ink
N150 001:	Posit.reihe	Z0=-10 X0=-42.5 Y0=-92.5 N=4 α0=90
N160 002:	Hindernis	Z=1
N170 003:	Posit.reihe	Z0=-10 X0=42.5 Y0=-92.5 N=4 α0=90
N180 007:	Hindernis	Z=1
N190 004:	Posit.kreis	Z0=-10 X0=0 Y0=0 R=22.5 N=6
N200 005:	Hindernis	Z=1
N210 006:	Positionen	Z0=-10 X0=0 Y0=42.5
END	Programmende	

- weil der integrierte Konturrechner alle gängigen Bemaßungen (kartesisch und polar) verarbeiten kann und trotzdem sehr einfach und übersichtlich in der Handhabung ist – dank umgangssprachlicher Eingabe und Grafikerunterstützung.

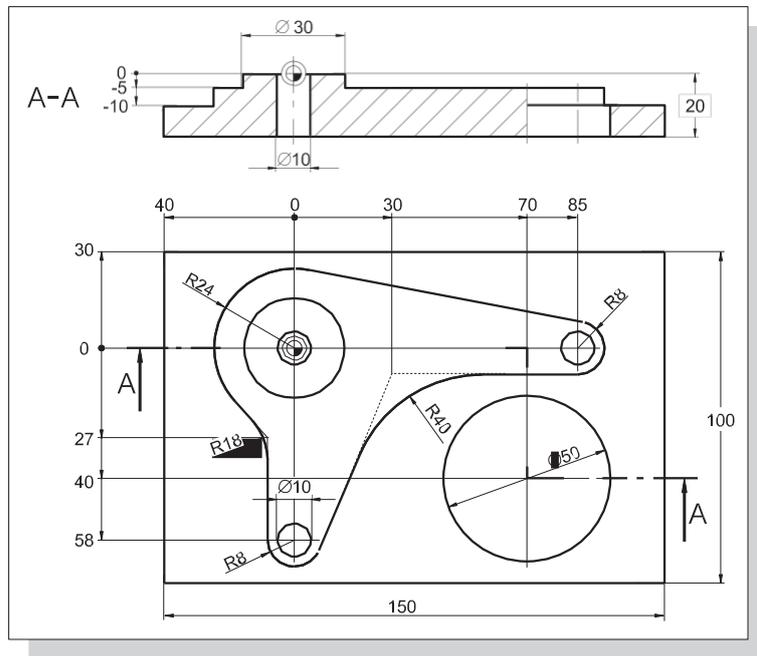


Bild 2-3 Technische Zeichnung

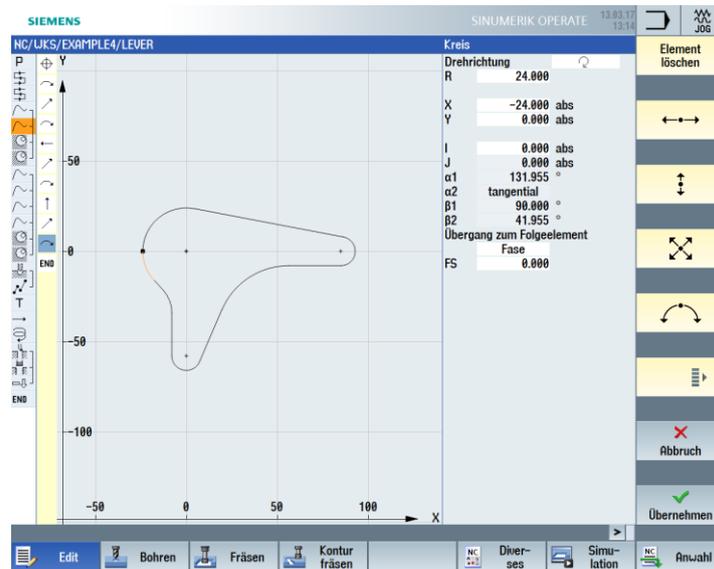


Bild 2-4 Eingabemaske

- weil Sie jederzeit zwischen grafischer Ansicht und Parametermaske mit Hilfsbild wechseln können.

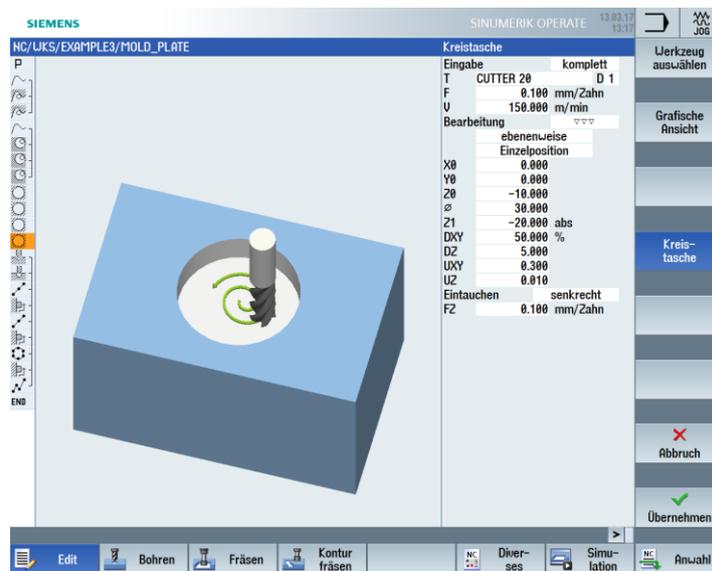
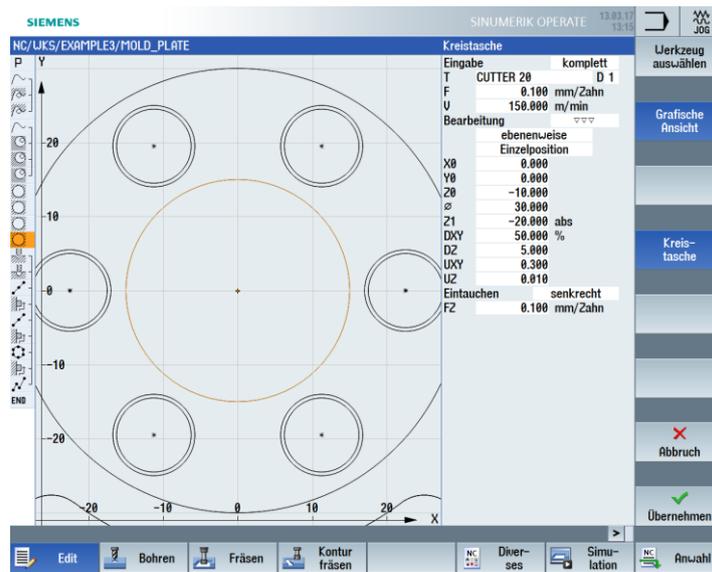
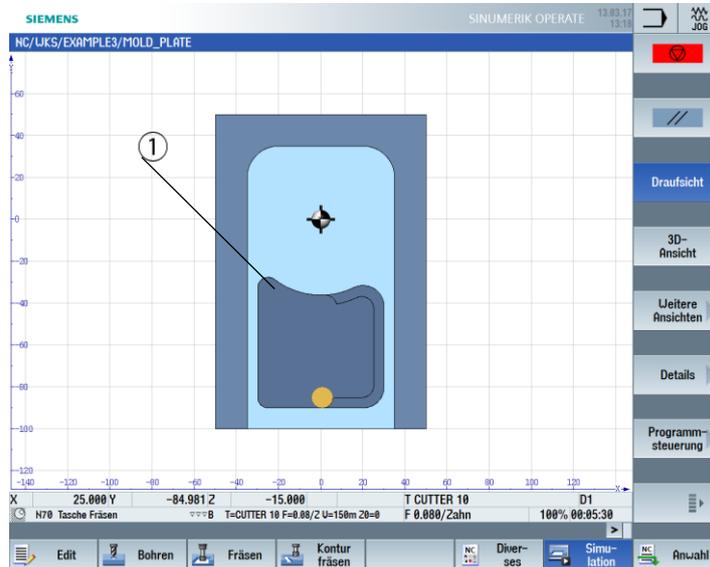


Bild 2-5 Parametermaske mit Hilfsbild

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

### 3.3 Sie sparen Fertigungszeit:

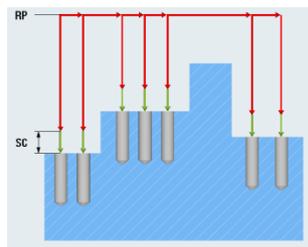
- weil Sie sich mit der Fräserauswahl zum Ausräumen von Konturtaschen nicht nach den Radien der Tasche richten müssen: Verbleibendes Restmaterial <sup>①</sup> wird erkannt und automatisch von einem kleineren Fräser ausgeräumt.



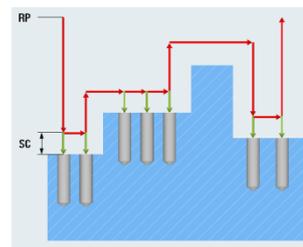
- weil es beim Positionieren des Werkzeuges keine überflüssigen Zustellbewegungen zwischen Rückzugs- und Bearbeitungsebene gibt. Dieses wird durch die Einstellungen "Rückzug auf RP" bzw. "Rückzug optimiert" möglich.

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

Rückzug auf Rückzugsebene (RP)



Rückzug auf Bearbeitungsebenen = Zeitersparnis bei der Fertigung



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

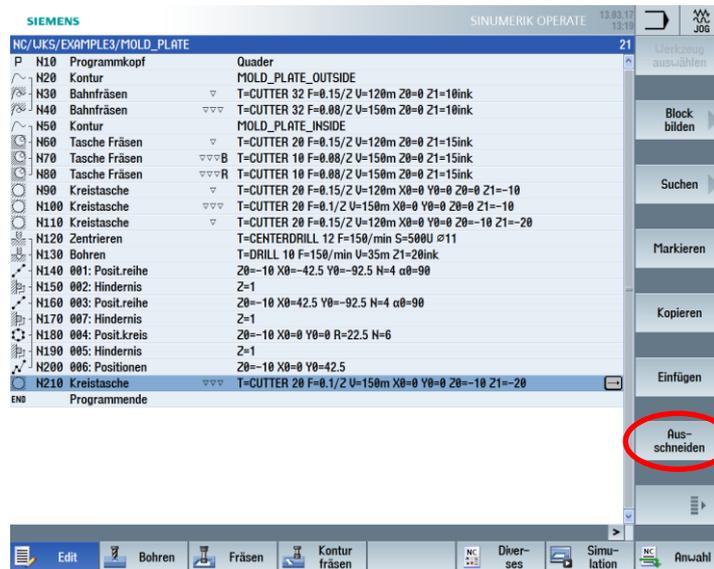


Bild 2-6 Ursprüngliche Bearbeitungsfolge

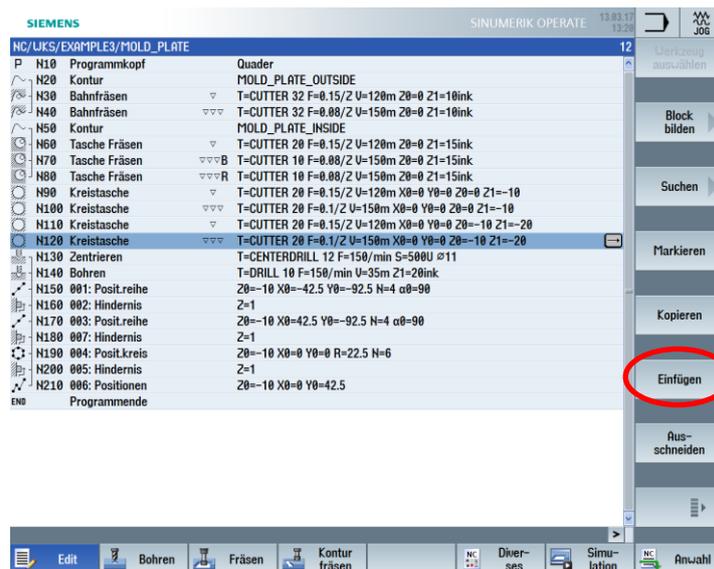


Bild 2-7 Optimierte Bearbeitungsfolge durch Ausschneiden und Einfügen des Arbeitsschrittes

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

## 4 Damit alles reibungslos funktioniert

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

### 4.1 Die Bedienung von ShopMill

Eine leistungsfähige Software ist wichtig, aber man muss sie auch intuitiv bedienen können. Ganz gleich, ob sie mit der SINUMERIK 840D sl oder der hier gezeigten SINUMERIK 828D arbeiten, das übersichtliche Maschinenbedienfeld unterstützt Sie dabei.

Das Bedienfeld besteht aus drei Teilen: der Flachbedientafel ①, der CNC-Volltastatur ② und der Maschinensteuertafel ③.



Hier sind die wichtigsten Tasten der CNC-Volltastatur zur Navigation in ShopMill aufgelistet:

Taste	Funktion
	<p>&lt;HELP&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ruft die kontextsensitive Online-Hilfe zum angewählten Fenster auf.</li> </ul>
	<p>&lt;SELECT&gt; (oder auch Toggle-Taste genannt)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Wählt einen angebotenen Wert aus.</li> </ul>
	<p>Cursortasten</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mit den 4 Cursortasten wird der Cursor bewegt.</li> <li>Mit dem hier gezeigten &lt;Cursor rechts&gt; wird im Edit-Modus ein Verzeichnis oder Programm (z. B. Zyklus) im Editor geöffnet.</li> </ul>
	<p>&lt;PAGE UP&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>In einem Menü-Bild nach oben blättern.</li> </ul>
	<p>&lt;PAGE DOWN&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>In einem Menü-Bild nach unten blättern.</li> </ul>
	<p>&lt;END&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Bewegt den Cursor auf das letzte Eingabefeld in einem Menü-Bild oder einer Tabelle.</li> </ul>
	<p>&lt;DEL&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Edit-Modus: Löscht das erste Zeichen nach rechts.</li> <li>Navigations-Modus: Löscht alle Zeichen.</li> </ul>
	<p>&lt;BACKSPACE&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Edit-Modus: Löscht links vom Cursor ein markiertes Zeichen.</li> <li>Navigations-Modus: Löscht links vom Cursor alle markierten Zeichen.</li> </ul>
	<p>&lt;INSERT&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mit Betätigung kommen Sie in den Edit-Modus, nach wiederholter Betätigung wird der Edit-Modus verlassen und Sie gelangen in den Navigations-Modus.</li> </ul>
	<p>&lt;INPUT&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Eingabe eines Werts im Eingabefeld abschließen.</li> <li>Ein Verzeichnis oder Programm öffnen.</li> </ul>

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 Hauptfunktionen lassen sich über die horizontalen Softkeys aufrufen.

Alle Unterfunktionen von ShopMill werden über die senkrechten Softkeys erreicht.



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

## Grundmenü



## 4.2 Die Inhalte des Grundmenüs

### 4.2.1 Maschine

Maschine – manuell



Drücken Sie den Softkey "Maschine".



Drücken Sie die Taste "JOG".

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

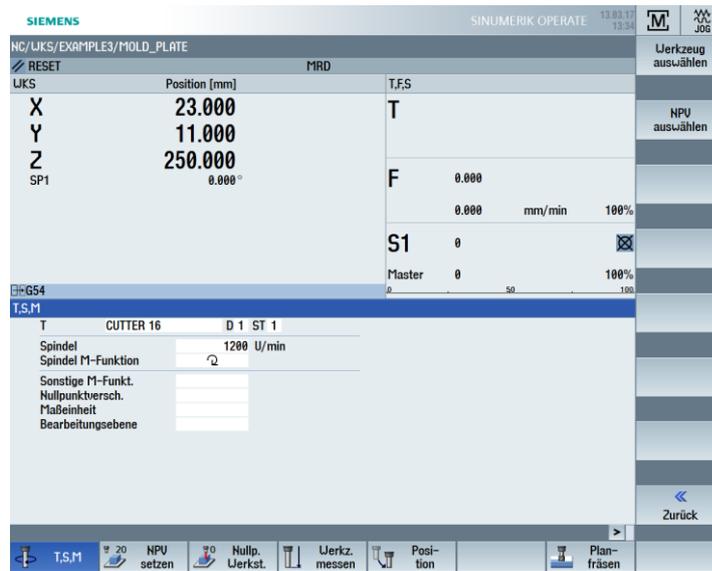


Bild 3-1 Aufruf eines Werkzeuges und Eingabe von technologischen Werten



Bild 3-2 Eingabe einer Zielposition

## Maschine – Auto



Drücken Sie den Softkey "Maschine".



Drücken Sie die Taste "AUTO".

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

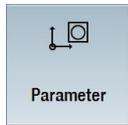
The screenshot shows the Siemens SINUMERIK OPERATE interface. At the top, it displays 'SIEMENS SINUMERIK OPERATE' with a date and time. Below this, there are several sections:

- Position [mm]:** X: 23.000, Y: 11.000, Z: 390.000. A rotation angle of 78.406° is also shown.
- T,F,S:** T: CUTTER 16, S: 1200 (Master).
- Programmebenen:** A list of program steps (N10 to N130) with descriptions like 'Kontur', 'Bahnfräsen', 'Tasche Fräsen', 'Kreistasche', and 'Zentrieren'.

On the right side, there are vertical tabs for 'G-Funktionen', 'Hilfsfunktionen', 'Basisätze', 'Zeiten / Zähler', and 'Istwerte MKS'. At the bottom, there are buttons for 'Über-speich', 'Prog. beinf.', 'Satz-suchl.', 'Mit-zeichn.', and 'Prog. korr.'.

## 4.2.2 Parameter

### Parameterlisten



Hier können Daten für die Werkzeugverwaltung und für Programme editiert werden.

### Werkzeuglisten

#### Keine Zerspanung ohne Werkzeuge.

Diese können in einer Werkzeugliste verwaltet werden.

Platz	Typ	Werkzeugname	ST	D	Länge	∅			
1		CUTTER 16	1	1	110.000	16.000	3	✓	
2		CUTTER 4	1	1	65.000	4.000	3	✓	
3		CUTTER 6	1	1	120.000	6.000	3	✓	
4		CUTTER 10	1	1	150.000	10.000	4	✓	
5		CUTTER 20	1	1	100.000	20.000	3	✓	
6		CUTTER 32	1	1	110.000	32.000	3	✓	
7		CUTTER 60	1	1	110.000	60.000	6	✓	
8		FACEMILL 63	1	1	120.000	63.000	6	✓	
9		CENTERDRILL 12	1	1	120.000	12.000	90.0	✓	
10		DRILL 8.5	1	1	120.000	8.500	118.0	✓	
11		DRILL 10	1	1	120.000	10.000	118.0	✓	
12		PREDRILL 30	1	1	120.000	30.000	180.0	✓	
13		DRILL Tool	1	1	110.000	25.000		✓	
14		THREAD CUTTER	1	1	110.000	20.000	1	✓	
15		THREADCUTTER M10	1	1	130.000	10.000	1.500	✓	
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									

Bild 3-3 Werkzeugliste

## Magazin

Werkzeuge können in einem Magazin zusammengestellt werden.

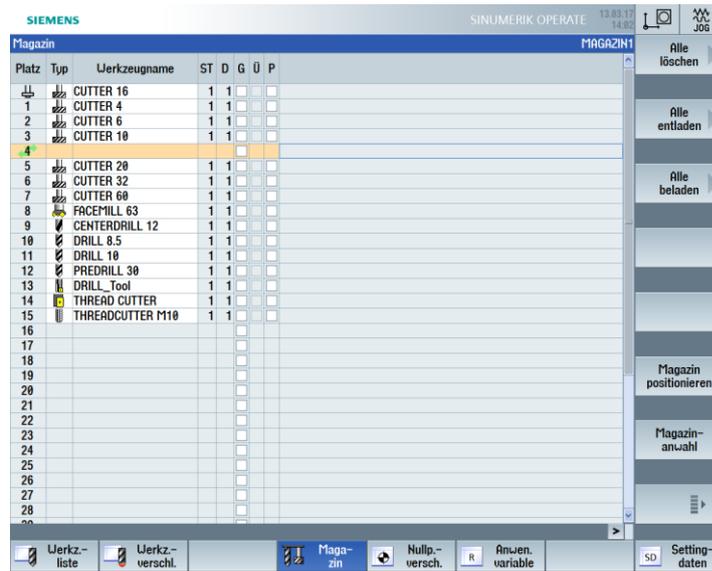


Bild 3-4 Magazin

## Nullpunktverschiebungen

Die Nullpunkte werden in einer übersichtlichen Nullpunkttafel gespeichert.

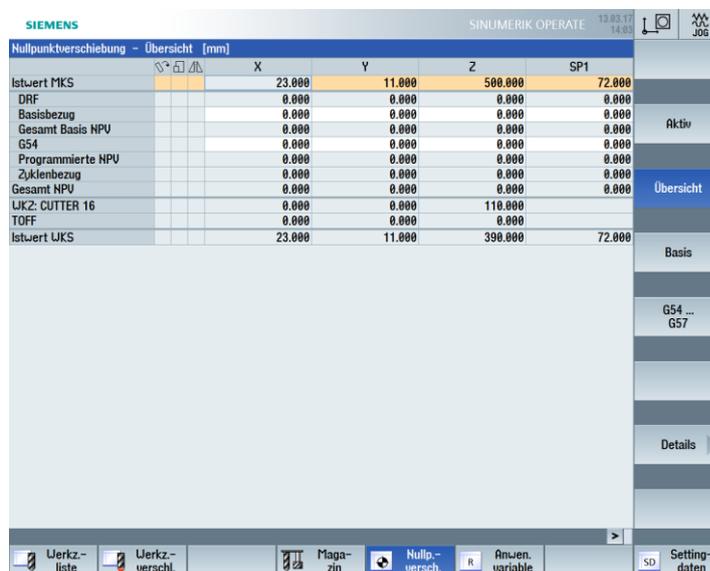


Bild 3-5 Nullpunktverschiebungen

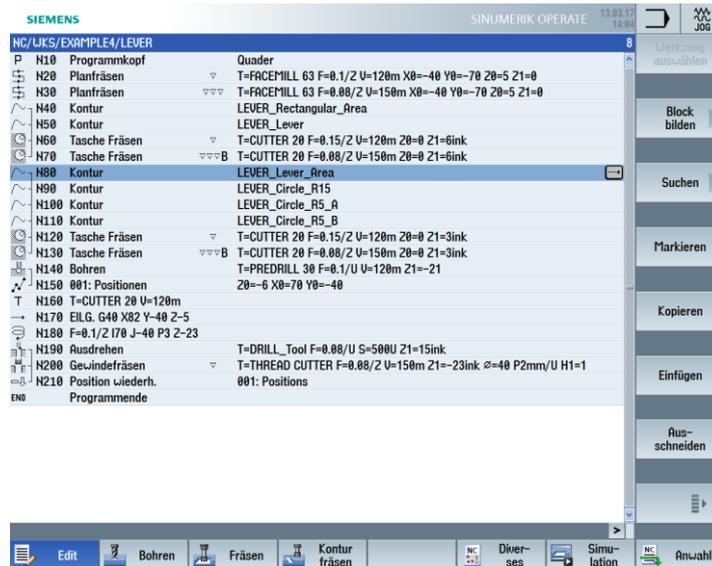
## 4.2.3 Programm

### Programme editieren

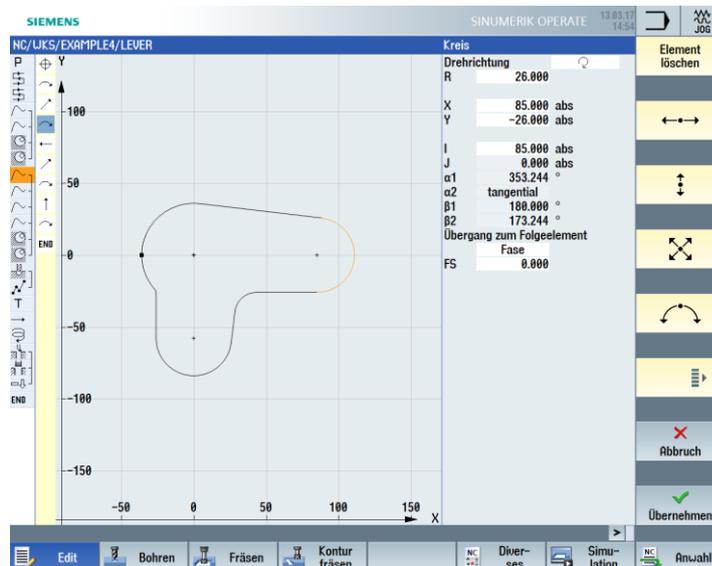


Hier können Sie Programme editieren.

Haben Sie im Programm-Manager ein ShopMill Programm angelegt, so können Sie nun den Arbeitsplan mit seiner kompletten Bearbeitungsfolge für das jeweilige Werkstück erstellen. Voraussetzung für die optimale Reihenfolge ist das Erfahrungswissen des Facharbeiters.

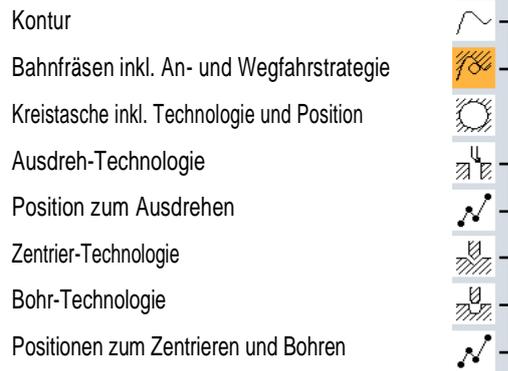


Als ein Arbeitsschritt wird die zu bearbeitende Kontur grafisch eingegeben.



Geometrie und Technologie bilden in der Programmierung eine Einheit. Die nachfolgenden technologischen Bearbeitungen werden auf die Kontur angewendet.

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.

## Programme simulieren

Vor der Fertigung des Werkstücks an der Maschine haben Sie die Möglichkeit, die Abarbeitung des Programms grafisch am Bildschirm darzustellen.

- Drücken Sie die Softkeys "Simulation" und "Start".
- Drücken Sie den Softkey "Stop", wenn Sie die Simulation anhalten möchten.
- Mit dem Softkey "Reset" können Sie die Simulation abbrechen. Für die Simulation stehen folgende Ansichten zur Verfügung:



Bild 3-6 Draufsicht

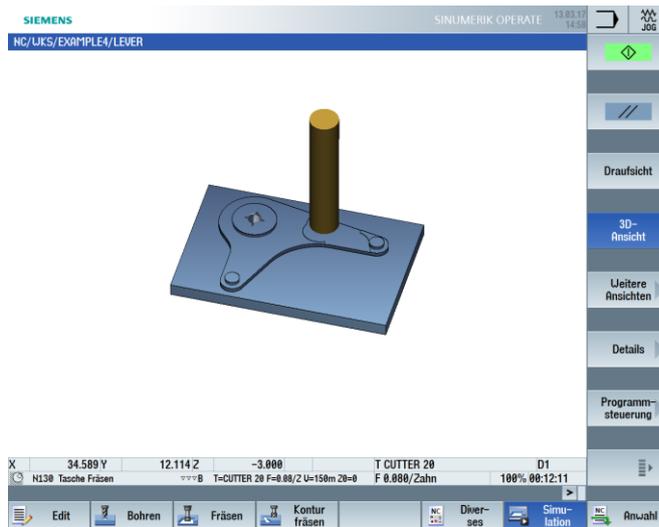


Bild 3-7 3D-Ansicht

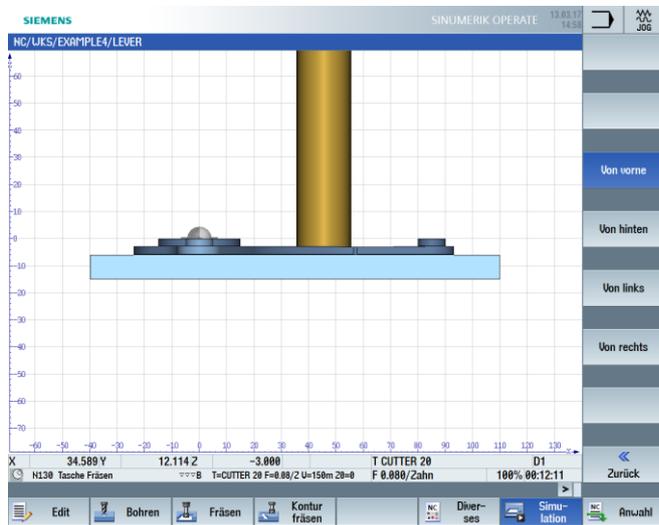


Bild 3-8 Seitenansicht

## 4.2.4 Programm-Manager

### Programme verwalten



Über den Programm-Manager lassen sich jederzeit neue Programme erstellen. Sie können auf vorhandene Programme zugreifen, um sie abarbeiten zu lassen, um sie zu verändern, zu kopieren oder umzubenennen. Programme, die sie nicht mehr benötigen, dürfen gelöscht werden.

SIEMENS		SINUMERIK OPERATE				13.03.17 12:51	→	→
	Name	Typ	Länge	Datum	Zeit			
+	Teileprogramme	DIR		13.03.17	13:08:15			Anwahl
+	Unterprogramme	DIR		25.01.16	15:39:11			
+	Werkstücke	DIR		13.03.17	15:00:45			
	EXAMPLE1	UPD		13.03.17	15:00:52			
	LONGITUDINAL_GUIDE	MPF	1221	27.11.13	15:11:06			Neu ▶
	EXAMPLE2	UPD		25.01.16	15:39:11			
	EXAMPLE3	UPD		13.03.17	13:11:00			Öffnen
	EXAMPLE4	UPD		13.03.17	12:59:50			
	EXAMPLE5	UPD		13.03.17	15:00:40			
	TAC	UPD		13.03.17	15:00:52			Markieren
	TEMP	UPD		13.03.17	12:54:04			Kopieren
								Einfügen
								Aus-schneiden

NC/Werkstücke/EXAMPLE1.LPD Fret: 2.5 MB

Aktive Programme werden mit einem grünen Symbol gekennzeichnet.



USB-FlashDrives bieten Ihnen die Möglichkeit Daten auszutauschen. So können Sie beispielsweise Programme, die extern angelegt wurden, in die NC kopieren und abarbeiten lassen.

### Neues Werkstück anlegen

In einem Werkstück können Sie Ihre Programme und andere Dateien, wie z. B. Werkzeugdaten, Nullpunkte und Magazinbelegung verwalten.

### Neues Programm anlegen

Legen Sie ein neues Programm an, so können Sie über die folgenden Softkeys die Programmierart bestimmen:



“ShopMill Programm“



“G-Code Programm“

## 4.2.5 Diagnose

## Alarmer und Meldungen



Hier können Sie Alarmlisten, Meldungen und Alarmprotokolle einsehen.

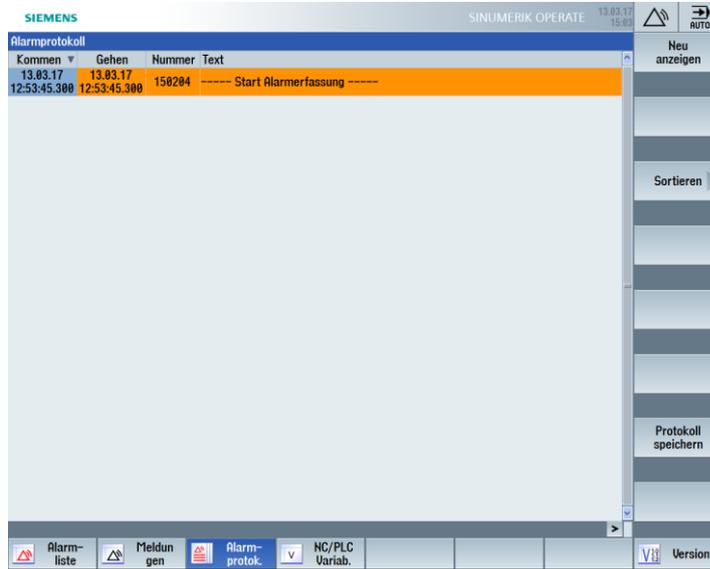


Bild 3-9 Alarmprotokoll

## 5 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.

### 5.1 Geometrische Grundlagen

#### 5.1.1 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.

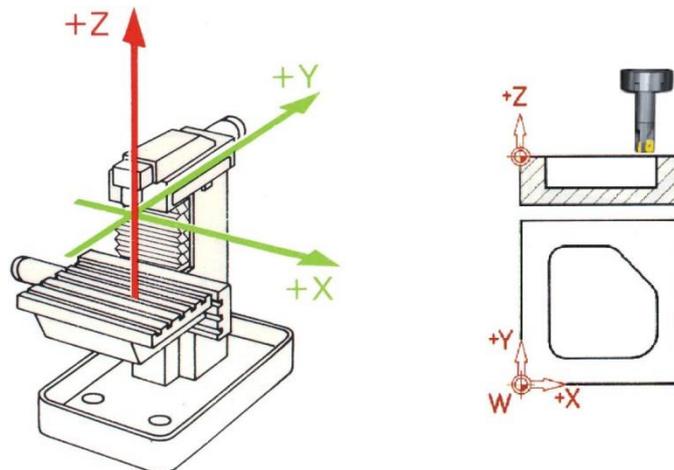


Bild 4-1 Vertikale Spindel

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

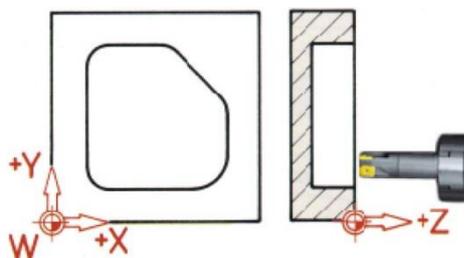


Bild 4-2 Horizontale Spindel

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

Über die Softkeys "Diverses" und "Einstellungen" kommen Sie in eine Parametermaske, in der Sie die Arbeitsebenen im Programmkopf einstellen können.



Drücken Sie den Softkey "Diverses".



Drücken Sie den Softkey "Einstellungen".

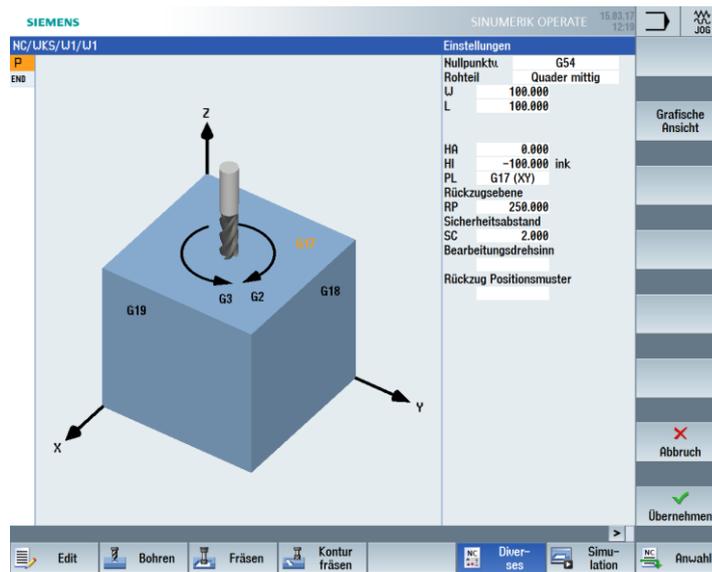
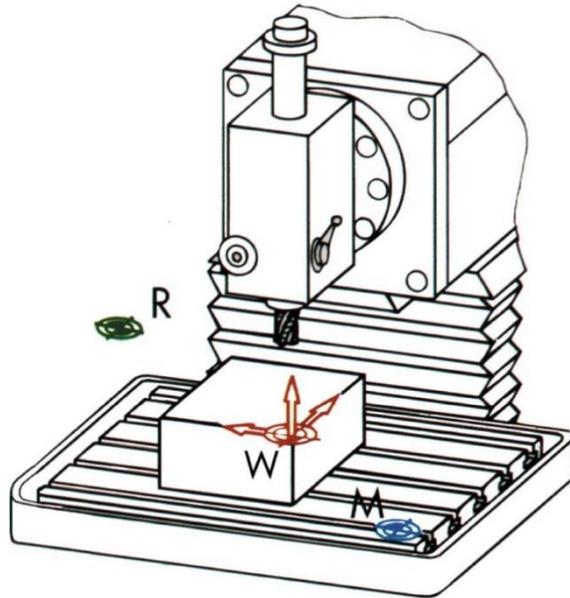


Bild 4-3 Parametermaske Arbeitsebenen

## 5.1.2 Punkte im Arbeitsraum

Damit sich eine CNC-Steuerung – wie die SINUMERIK 828D 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 an dem Punkt angeordnet sein, von dem in der Zeichnung die meisten Maße ausgehen.

Referenzpunkt R:



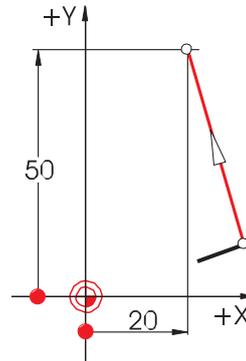
Der Referenzpunkt R wird zum Nullsetzen des Mess-Systems angefahren, da der Maschinen-Nullpunkt meist nicht angefahren werden kann. Die Steuerung findet so ihren Zählansfang im Wegmess-System.

### 5.1.3 Absolute und inkrementale Maßangaben

#### Absolute Eingabe

Die eingegebenen Werte beziehen sich auf den Werkstück-Nullpunkt.

Gerade		
X	20.000	abs
Y	50.000	abs

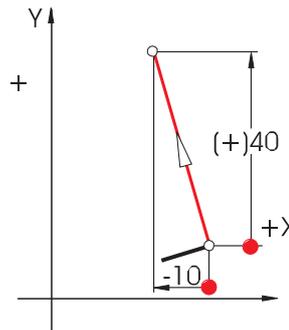


Bei absoluten Eingaben sind immer die absoluten Koordinaten-Werte des Endpunktes einzugeben (der Startpunkt wird nicht betrachtet).

#### Inkrementale Eingabe

Die eingegebenen Werte beziehen sich auf den Startpunkt.

Gerade		
X	-10.000	ink
Y	40.000	ink

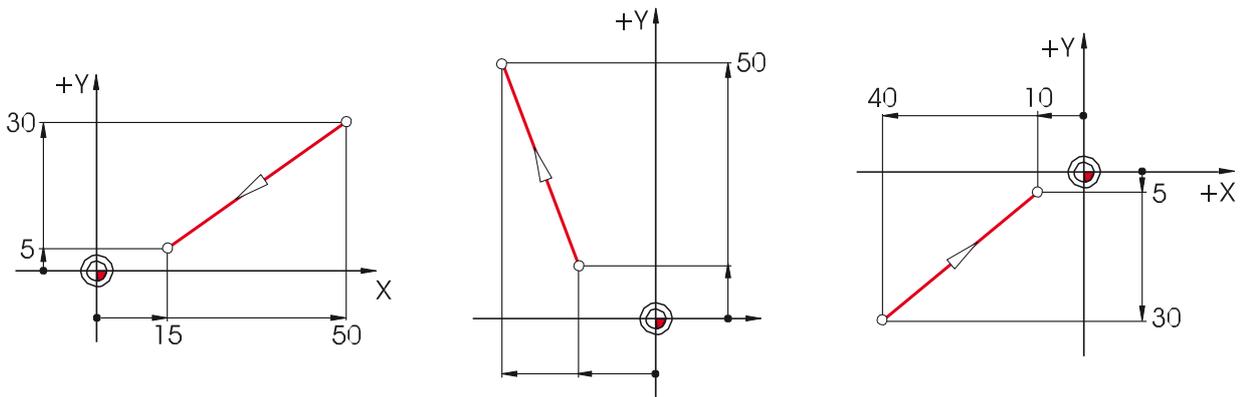


Bei inkrementalen Eingaben sind immer die Differenz-Werte zwischen Startpunkt und Endpunkt unter Beachtung der Richtung einzugeben.



Mit der SELECT-Taste kann jederzeit zwischen absoluter und inkrementaler Eingabe umgeschaltet werden.

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

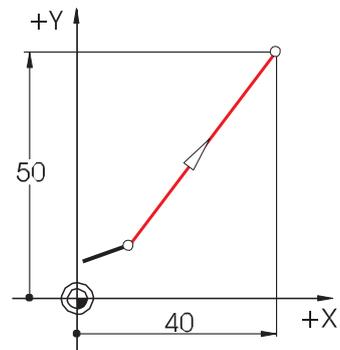
Inkremental:  
X30 Y25

### 5.1.4 Geradlinige Bewegungen

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

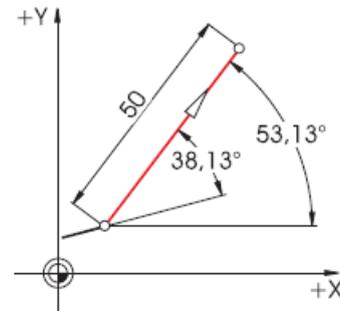
- Kartesisch
  - Eingabe der Koordinaten X und Y

Gerade XY		
X	40.000	abs
X	30.000	ink
Y	50.000	abs
Y	40.000	ink
L	50.000	
α1	53.130	°
α2	38.130	°
Übergang zum Folgeelement		
R	Radius	
R	0.000	

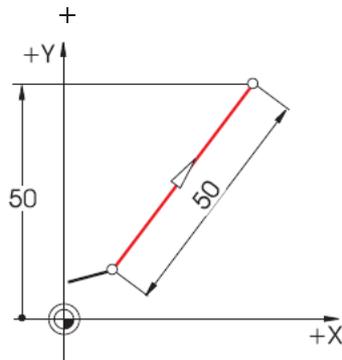


- Polar
  - Eingabe der Länge und eines Winkels  
 Winkel  $38,13^\circ$  = Winkel zum Vorgängerelement oder  
 Winkel  $53,13^\circ$  = Startwinkel zur positiven X-Achse

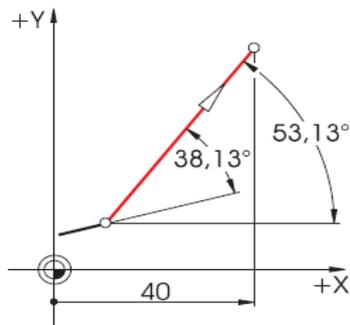
Gerade XY	
X	40.000 abs
X	30.000 ink
Y	50.000 abs
Y	40.000 ink
L	50.000
$\alpha 1$	53.130 °
$\alpha 2$	38.130 °
Übergang zum Folgeelement	
Radius	
R	0.000



- Kartesisch und polar
  - Eingabe des Endpunktes in Y und der Länge



- Eingabe des Endpunktes in X und eines Winkels (entweder  $38,13^\circ$  oder  $53,13^\circ$ )



### 5.1.5 Kreisförmige Bewegungen

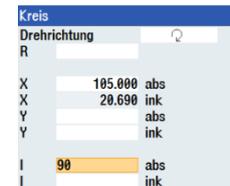
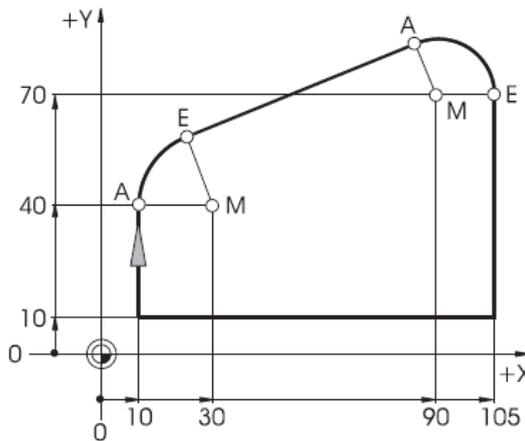
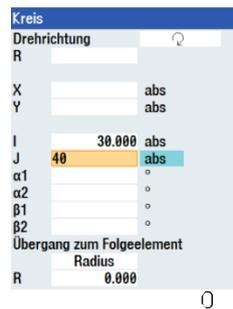
Bei Kreisbögen geben X und Y den Endpunkt an, der Kreismittelpunkt wird mit I und J eingegeben. In ShopMill können diese vier Werte, und zwar jeder für sich, absolut oder inkremental eingegeben werden.

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.

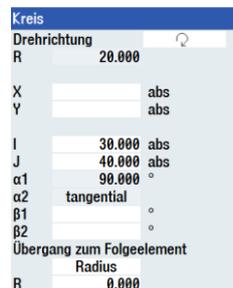
Bei ShopMill dagegen braucht man wegen der Möglichkeit der absoluten Mittelpunkt-Eingabe keinerlei Berechnungen durchzuführen – jede noch so komplizierte Kontur kann mit dem Konturrechner mühelos grafisch bestimmt werden.

#### Eingabe des Mittelpunktes (absolut)

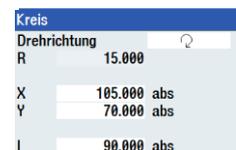
Werte (hier Radien), die sich aufgrund bereits eingegebener Daten ergeben, werden von ShopMill automatisch berechnet.



Nach Input:

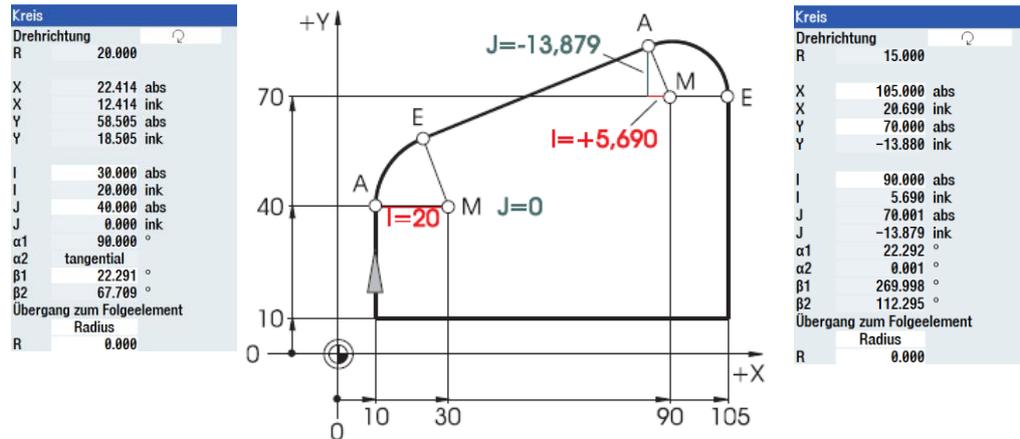


Nach Input:



Anzeige aller Parameter

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



Ein weiterer Vorteil der absoluten Mittelpunkt-Bemaßung:

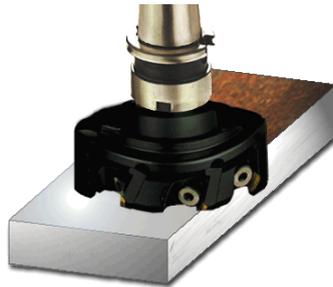
Sie brauchen bei Umkehr der Fräsrichtung die Werte für I und J nicht neu berechnen.

## 5.2 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. Obwohl Werkzeuge selbst nur mit ca. 2 - 5 % an den Gesamtherstellungskosten eines Werkstücks beteiligt sind, beeinflussen sie durch ihre Leistungsfähigkeit mehr als 50 % der Produktionskosten eines Bauteils.

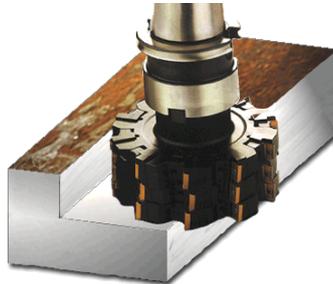
### 5.2.1 Die Werkzeuge im Einsatz

#### Planfräser



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

#### Walzenstirnfräser



Mit dem Walzenstirnfräser werden rechtwinklige Konturabschnitte mit senkrechten Schultern erzeugt.

#### Wendelschaftfräser



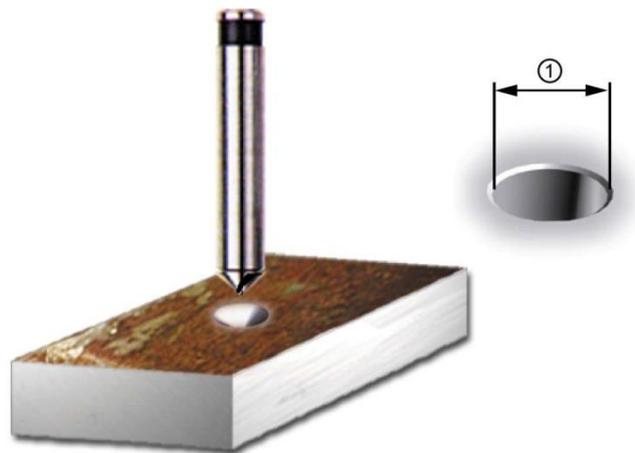
Der Wendelschaftfräser ist ein vielschneidiges Werkzeug, welches durch die wendelförmige Anordnung der Schneiden eine besonders "ruhige" Bearbeitung ergibt.

#### Langlochfräser



Der Langlochfräser (auch Bohrnutenfräser genannt) schneidet über die Mitte und kann deshalb ins Volle eintauchen. Er hat meist zwei oder drei 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 ① angeben.

## Spiralbohrer



Bei ShopMill können Sie zwischen verschiedenen Bohrarten wählen (Spanbruch, Tieflochbohren, etc.). Die Bohrerspitze wird bei ShopMill automatisch verrechnet. So fern der Spitzenwinkel des Bohrers in der Werkzeugliste eingetragen wurde.

## Vollbohrer



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

## 5.2.2 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.

### Beispiel – Bestimmung der Schnittgeschwindigkeit

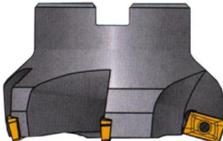
Mit Hilfe der Hersteller-Kataloge oder eines Tabellenbuches wird zunächst die optimale Schnittgeschwindigkeit ermittelt.

Werkstoff des Werkzeugs:	Hartmetall
Werkstoff des Werkstücks:	C45
Gefundener Wert:	$v_c = 80 - 150 \text{ m/min}$
Gewählt wird der Mittelwert:	$v_c = 115 \text{ m/min}$

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

$$n = v_c \cdot 1000 / d \cdot \pi$$

Beispielhaft wird hier die Drehzahl für zwei Werkzeuge berechnet:

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

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

Bahnfräsen		
T	CUTTER40	D 1
F	0.150 mm/Zahn	
S	900.000 U/min	

Bahnfräsen		
T	CUTTER63	D 1
F	0.150 mm/Zahn	
S	580.000 U/min	

### Hinweis:

ShopMill berechnet die Spindeldrehzahl automatisch anhand der Schnittgeschwindigkeit und dem Werkzeugdurchmesser. Dies ist z. B. nützlich als Quervergleich.

### 5.2.3 Vorschub pro Zahn und Vorschubgeschwindigkeiten

Im vorherigen Kapitel haben Sie gelernt, wie man die Schnittgeschwindigkeit ermittelt und die Drehzahl berechnet. Damit das Werkzeug zerspannt, 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.

#### Beispiel-Bestimmung des Vorschubes pro Zahn

Schneidstoff des Werkzeugs:	Hartmetall
Werkstoff des Werkstücks:	C45
Gefundener Wert:	$f_z = 0,1 - 0,2 \text{ mm}$
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.

$$V_f = f_z * z * n$$

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

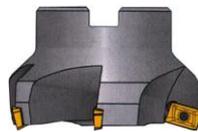
$$d_1 = 63 \text{ mm}, Z_1 = 4$$

$$d_2 = 63 \text{ mm}, Z_2 = 9$$

$$V_{f1} \approx 580$$

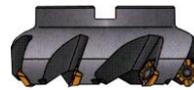
$$\frac{1}{\text{min}} * 0,15$$

$$\text{mm} * 4$$



$$V_{f1} \approx 348$$

$$\text{mm/min}$$



$$V_{f2} \approx 783$$

$$\text{mm/min}$$

$$V_{f2} \approx 580$$

$$\frac{1}{\text{min}} * 0,15$$

$$\text{mm} * 9$$

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

Bahnfräsen		
T	CUTTER63_Z4	D 1
F	340.000	mm/min
S	580	U/min

Bahnfräsen		
T	CUTTER63_Z9	D 1
F	780.000	mm/min
S	580	U/min

#### Hinweis:

ShopMill berechnet die Vorschubgeschwindigkeit automatisch anhand des Vorschubs pro Zahn und der Zähnezahl. Dies ist z. B. nützlich als Quervergleich.

## 6 Gut gerüstet

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

### 6.1 Werkzeugverwaltung

ShopMill bietet drei Listen zur Werkzeugverwaltung an:

- Werkzeugliste
- Werkzeugverschleißliste
- Magazinliste

#### 6.1.1 Werkzeugliste

In der Werkzeugliste werden alle Parameter und Funktionen angezeigt, die zum Anlegen und Einrichten der Werkzeuge nötig sind.

Platz	Typ	Werkzeugname	ST	D	Länge	∅	N	1	2
1	CUTTER	CUTTER 4	1	1	65.000	4.000	3	Q	✓
2	CUTTER	CUTTER 6	1	1	120.000	6.000	3	Q	✓
3	CUTTER	CUTTER 10	1	1	150.000	10.000	4	Q	✓
4	CUTTER	CUTTER 16	1	1	110.000	16.000	3	Q	✓
5	CUTTER	CUTTER 20	1	1	100.000	20.000	3	Q	✓
6	CUTTER	CUTTER 32	1	1	110.000	32.000	3	Q	✓
7	CUTTER	CUTTER 60	1	1	110.000	60.000	6	Q	✓
8	FACEMILL	FACEMILL 63	1	1	120.000	63.000	6	Q	✓
9	CENTERDRILL	CENTERDRILL 12	1	1	120.000	12.000	90.0	Q	✓
10	DRILL	DRILL 8.5	1	1	120.000	8.500	118.0	Q	✓
11	DRILL	DRILL 10	1	1	120.000	10.000	118.0	Q	✓
12	PREDRILL	PREDRILL 30	1	1	120.000	30.000	180.0	Q	✓
13	DRILL_Tool	DRILL_Tool	1	1	110.000	25.000		Q	✓
14	THREAD CUTTER	THREAD CUTTER	1	1	110.000	20.000	1	Q	✓
15	THREADCUTTER	THREADCUTTER M10	1	1	130.000	10.000	1.500	Q	✓
16	CUTTER40	CUTTER40	1	1	120.000	40.000	4	Q	✓
17	CUTTER63	CUTTER63	1	1	120.000	63.000	4	Q	✓
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									

Bild 5-1 Beispiel für die Werkzeugliste

Bedeutung der wichtigsten Parameter in der Werkzeugliste:

Platz	Platznummer
Typ	Werkzeugtyp
Werkzeugname	Die Identifikation des Werkzeugs erfolgt über den Namen und die Schwesterwerkzeugnummer. Den Namen können Sie als Text bzw. Nummer eingeben.
ST	Schwesterwerkzeugnummer (für Ersatzwerkzeugstrategie)
D	Schneidenummer
Länge	Werkzeuglänge
Durchmesser	Werkzeugdurchmesser
Spitzenwinkel bzw. Steigung	Spitzenwinkel bzw. Gewindesteigung
N	Zähnezahl
	Spindeldrehrichtung
	Kühlmittel 1 und 2 (z. B. Innen- und Außenkühlung)

In ShopMill stehen zahlreiche Werkzeugtypen zur Verfügung (Favoriten, Fräser, Bohrer und Sonderwerkzeuge). Werkzeuge können über einen vordefinierten Werkzeugkatalog in der Werkzeugliste erstellt werden. Je Werkzeugtyp gibt es verschiedene geometrische Parameter (z. B. Winkelangabe bei Bohrern).



Typ	Bezeichner	Werkzeuglage
128	Schaffräser	
140	Planfräser	
200	Spiralbohrer	
220	Zentrierer	
240	Gewindebohrer	
710	3D-Flesstaster	
711	Kantentaster	
110	Kugelkopf zylindr.	
111	Kugelkopf kegelig	
121	Schaffräser Eckenerr.	
155	Kegelstumpfräser	
156	Kegelstumpfräs. Eck.	
157	Kegeliges Gesenkfräs.	

Bild 5-2 Beispiel für die Liste der Favoriten

## 6.1.2 Werkzeugverschleißliste

Hier werden die Verschleißdaten für die jeweiligen Werkzeuge festgelegt.

Platz	Typ	Werkzeugname	ST	D	ΔLänge	Δ∅	T	C	W	G
1	CUTTER	CUTTER 4	1	1	0.000	0.000			<input type="checkbox"/>	
2	CUTTER	CUTTER 6	1	1	0.000	0.000			<input type="checkbox"/>	
3	CUTTER	CUTTER 10	1	1	0.000	0.000			<input type="checkbox"/>	
4	CUTTER	CUTTER 16	1	1	0.000	0.000			<input type="checkbox"/>	
5	CUTTER	CUTTER 20	1	1	0.000	0.000			<input type="checkbox"/>	
6	CUTTER	CUTTER 32	1	1	0.000	0.000			<input type="checkbox"/>	
7	CUTTER	CUTTER 60	1	1	0.000	0.000			<input type="checkbox"/>	
8	FACEMILL	FACEMILL 63	1	1	0.000	0.000			<input type="checkbox"/>	
9	CENTERDRILL	CENTERDRILL 12	1	1	0.000	0.000			<input type="checkbox"/>	
10	DRILL	DRILL 8.5	1	1	0.000	0.000			<input type="checkbox"/>	
11	DRILL	DRILL 10	1	1	0.000	0.000			<input type="checkbox"/>	
12	PREDRILL	PREDRILL 30	1	1	0.000	0.000			<input type="checkbox"/>	
13	DRILL_Tool	DRILL_Tool	1	1	0.000	0.000			<input type="checkbox"/>	
14	THREAD CUTTER	THREAD CUTTER	1	1	0.000	0.000			<input type="checkbox"/>	
15	THREADCUTTER	THREADCUTTER M10	1	1	0.000	0.000			<input type="checkbox"/>	
16	CUTTER	CUTTER10	1	1	0.000	0.000			<input type="checkbox"/>	
17	CUTTER	CUTTER63	1	1	0.000	0.000			<input type="checkbox"/>	
18										
19										
20										
21										
22										
23										
24										
25										
26										
27										
28										
29										

Bild 5-3 Werkzeugverschleißliste

Die wichtigsten Werkzeugverschleißparameter:

Δ Länge	Verschleiß zur Länge
Δ Radius	Verschleiß des Radius
TC	Anwahl der Werkzeugüberwachung <ul style="list-style-type: none"> <li>durch Standzeit (T)</li> <li>durch Stückzahl (C)</li> <li>durch Verschleiß (W)</li> </ul>
Standzeit bzw. Stückzahl bzw. Verschleiß * *Parameter abhängig von der Auswahl in TC	Standzeit des Werkzeugs Stückzahl der Werkstücke Verschleiß des Werkzeugs
Sollwert	Sollwert für Standzeit, Stückzahl bzw. Verschleiß
Vorwarngrenze	Angabe der Standzeit, der Stückzahl bzw. des Verschleißes, bei der eine Warnung ausgegeben wird.
G	Das Werkzeug ist gesperrt, wenn das Kontrollkästchen aktiviert ist.

### 6.1.3 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.

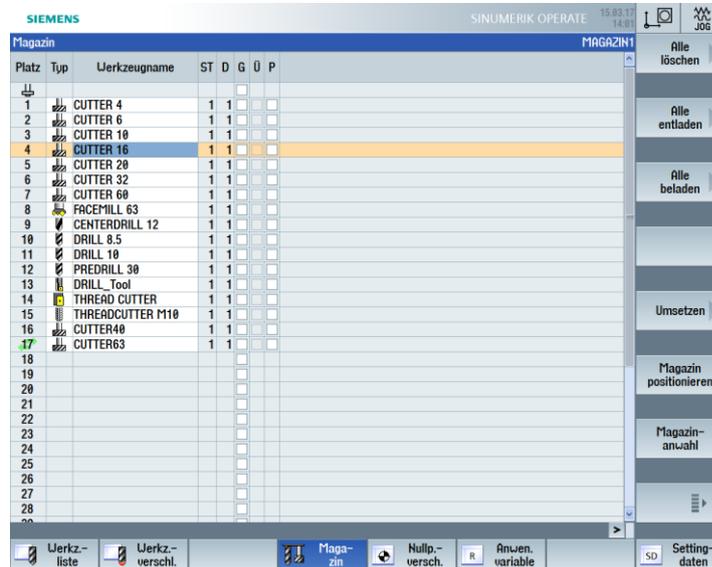


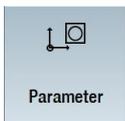
Bild 5-4 Magazinliste

Bedeutung der wichtigsten Parameter:

G	Sperren des Magazinplatzes
Ü	Kennzeichnung eines Werkzeugs als übergroß. Das Werkzeug nimmt die Größe von zwei Halbplätzen links, zwei Halbplätzen rechts, einem Halbplatz oben und einem Halbplatz unten in einem Magazin ein.
P	Festplatzcodierung Das Werkzeug ist diesem Magazinplatz fest zugeordnet.

## 6.2 Verwendete Werkzeuge

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



Parameter

Wählen Sie im Grundmenü den Bereich "Parameter" an.

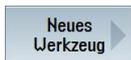


Werkz.-  
liste

Drücken Sie den Softkey "Werkzeugliste".

Um ein neues Werkzeug zu erstellen, gehen Sie in die Werkzeugliste und suchen Sie einen freien Platz.

Platz	Typ	Werkzeugname	ST	D	Länge	∅				
1										
2		CUTTER 4	1	1	65.000	4.000		3	2	✓
3		CUTTER 10	1	1	150.000	10.000		4	2	✓
4		CUTTER 16	1	1	110.000	16.000		3	2	✓
5		CUTTER 20	1	1	100.000	20.000		3	2	✓
6		CUTTER 32	1	1	110.000	32.000		3	2	✓
7		CUTTER 60	1	1	110.000	60.000		6	2	✓
8		FACEMILL 63	1	1	120.000	63.000		6	2	✓
9		CENTERDRILL 12	1	1	120.000	12.000	90.0	2	2	✓
10		DRILL 8.5	1	1	120.000	8.500	118.0	2	2	✓
11		DRILL 10	1	1	120.000	10.000	118.0	2	2	✓
12		PREDRILL 30	1	1	120.000	30.000	180.0	2	2	✓
13		DRILL_Tool	1	1	110.000	25.000		2	2	✓
14		THREAD CUTTER	1	1	110.000	20.000		1	2	✓
15		THREADCUTTER M10	1	1	150.000	10.000	1.500	2	2	✓
16		CUTTER40	1	1	120.000	40.000		4	2	✓
17		CUTTER63	1	1	120.000	63.000		4	2	✓
18										
19										
20										
21										
22										
23										
24										
25										
26										
27										
28										
29										



Drücken Sie den Softkey "Neues Werkzeug".

Wählen Sie aus dem aufgeblendeten Werkzeugkatalog den gewünschten Werkzeugtyp. Dieser wird in die Werkzeugliste eingefügt und Sie können die Daten des Werkzeugs eintragen.

#### Hinweis:

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

## 6.3 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".

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:

Platz	Typ	Werkzeugname	ST	D	G	Ü	P
1		CUTTER 20	1	1			
2		CUTTER 4	1	1			
3		CUTTER 6	1	1			
4		CENTERDRILL 12	1	1			
5		CUTTER 16	1	1			
6		CUTTER 32	1	1			
7		CUTTER 60	1	1			
8		FACEMILL 63	1	1			
9		CUTTER 10	1	1			
10		DRILL 8.5	1	1			
11		DRILL 10	1	1			
12		PREDRILL 30	1	1			
13		DRILL Tool	1	1			
14		THREAD CUTTER	1	1			
15		THREADCUTTER M10	1	1			
16		CUTTER63_24	1	1			
17		CUTTER63_29	1	1			
18		CUTTER63	1	1			
19		CUTTER40	1	1			
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							

## 6.4 Werkzeuge vermessen

Im Folgenden lernen Sie, wie die Werkzeuge verrechnet werden:



T,S,M

Setzen Sie über den Softkey "T,S,M" ein Werkzeug aus der Werkzeugliste in die Spindel ein.



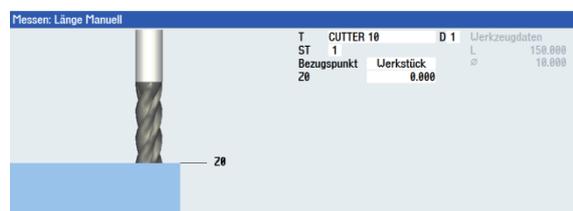
Werkz.  
messen

Wechseln Sie anschließend in das Menü "Werkzeug messen".



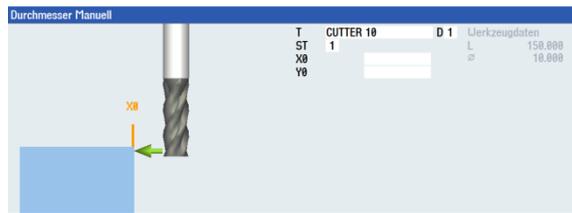
Länge  
Manuell

Mit der Funktion "Länge manuell" wird das Werkzeug in Z-Richtung vermessen.



Durchm.  
Manuell

Mit der Funktion "Durchmesser manuell" wird der Durchmesser des Werkzeuges vermessen.



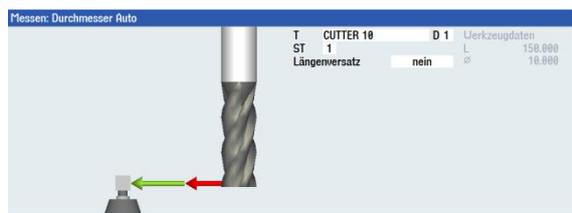
Länge  
Auto

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



Diameter  
auto

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



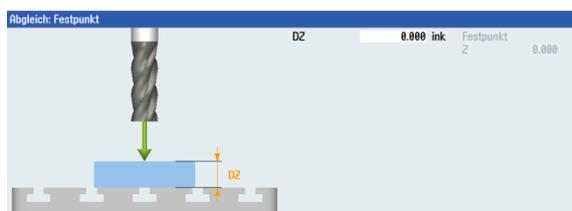
Abgleich  
Messtaster

Mit der Funktion "Abgleich Messtaster" wird die Position des Messtasters auf dem Maschinentisch in Bezug auf den Maschinennullpunkt ermittelt.



Abgleich  
Festpunkt

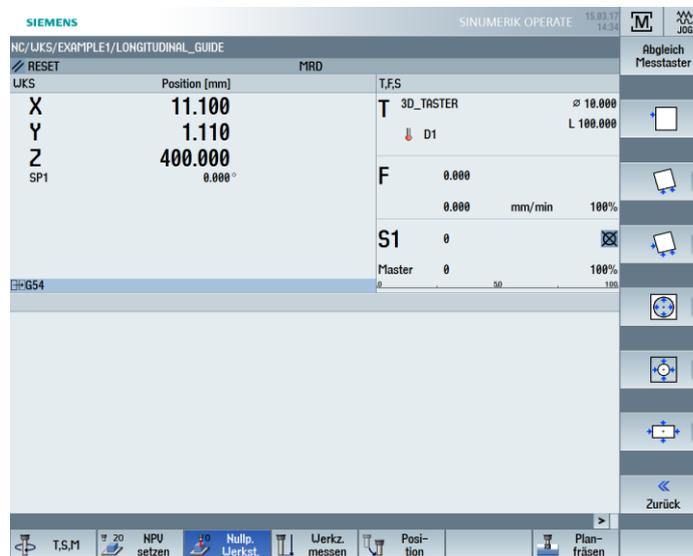
Mit der Funktion "Abgleich Festpunkt" wird der Festpunkt als Bezugspunkt für das manuelle Messen der Werkzeuglänge ermittelt.



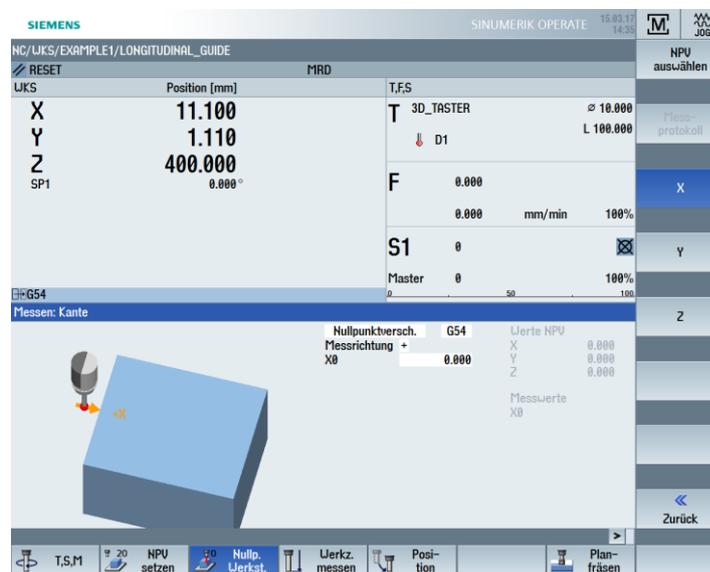
## 6.5 Setzen des Werkstück-Nullpunktes

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

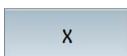
Im Untermenü der Option "Nullpunkt Werkstück" ("Nullp. Werkst.") stehen mehrere Möglichkeiten zur Verfügung, um den Werkstück-Nullpunkt zu setzen.



Beispielhaft wird nun der Nullpunkt einer Werkstückkante mit einem Kantentaster gesetzt.



1) Anwahl der Kante



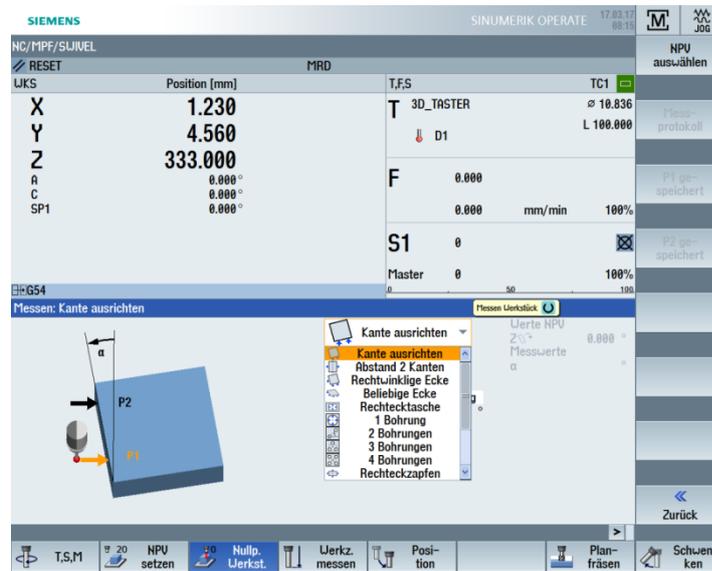
Festlegen der Antastrichtung links (+) oder (-). Mit dem Parameter X0 kann eine Verschiebung des Werkstück-Nullpunkts angegeben werden, wenn dieser nicht auf der Kante des Werkstücks liegen soll.

2) Antasten der Werkstückkante



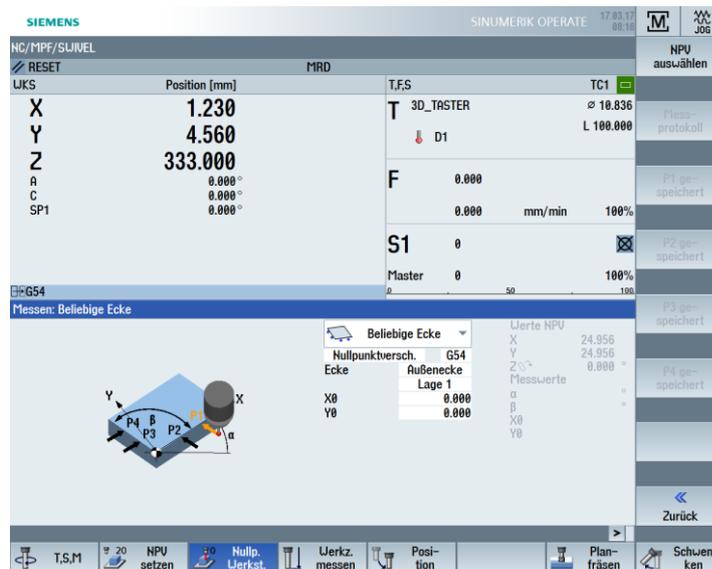
3) Der Werkstück-Nullpunkt wird unter Berücksichtigung des Kantentaster-Durchmessers (5 mm) gesetzt. Dieser Verrechnungsvorgang muss nun für Y mit dem Kantentaster und für Z (meist mit dem Fräser) wiederholt werden.

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



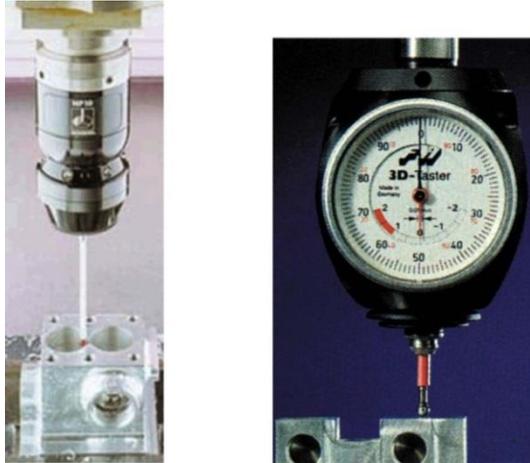
### Beispiel 1: Beliebige Ecke

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.



Beispiel 2: Verrechnung einer Bohrung

SIEMENS SINUMERIK OPERATE 17.03.17 08:16

NC/MPF/SJWEL

RESET MRD NPU auswählen

LKS	Position [mm]	T,F,S	TC1
X	1.230	T 3D_TASTER	∅ 10.836
Y	4.560	D1	L 100.000
Z	333.000	F 0.000	
A	0.000°	0.000 mm/min	100%
C	0.000°	S1 0	
SP1	0.000°	Master 0	100%

Messen: 1 Bohrung

1 Bohrung

Nullpunktversch. G54

∅Bohrung 10.000

Antastwinkel 0.000°

X0 0.000

Y0 0.000

Lerte NPU

X 24.956

Y 24.956

Z 400.000

Messwerte

∅

X0

Y0

Zurück

T.S.M 20 NPU setzen Nullp. Werkst. Werkz. messen Position Planfräsen Schwenken

Beispiel 3: Verrechnung eines Kreiszapfens

SIEMENS SINUMERIK OPERATE 17.03.17 08:16

NC/MPF/SJWEL

RESET MRD NPU auswählen

LKS	Position [mm]	T,F,S	TC1
X	1.230	T 3D_TASTER	∅ 10.836
Y	4.560	D1	L 100.000
Z	333.000	F 0.000	
A	0.000°	0.000 mm/min	100%
C	0.000°	S1 0	
SP1	0.000°	Master 0	100%

Messen: 1 Kreiszapfen

1 Kreiszapfen

Nullpunktversch. G54

∅Zapfen 10.000

DZ 10.000

Antastwinkel 0.000°

X0 0.000

Y0 0.000

Lerte NPU

X 24.956

Y 24.956

Z 400.000

Messwerte

∅

X0

Y0

Zurück

T.S.M 20 NPU setzen Nullp. Werkst. Werkz. messen Position Planfräsen Schwenken

Abgleich  
Messtaster

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.

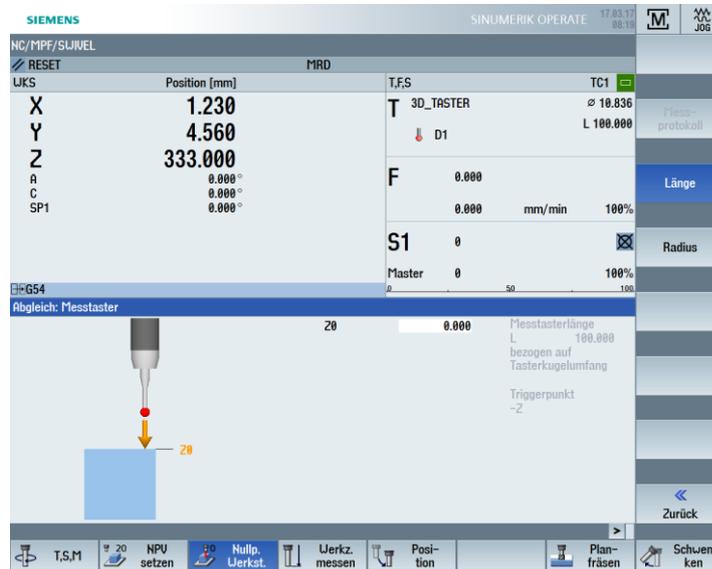


Bild 5-5 Abgleich Taster Länge

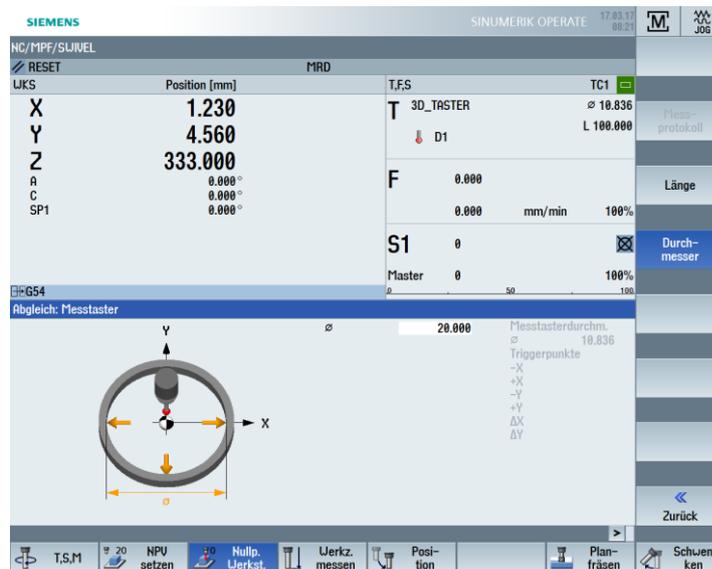


Bild 5-6 Abgleich Taster Radius

# 7 Beispiel 1: Längsführung

## 7.1 Überblick

### Lernziele

In diesem Kapitel werden Ihnen die ersten Schritte zur Erstellung eines Werkstückes ausführlich erläutert. Sie lernen wie Sie:

- Programme verwalten und anlegen können
- Werkzeuge aufrufen und eine Fräserradius-Korrektur ausführen können
- Verfahrenswege eingeben
- Bohrungen erstellen und Positionswiederholungen handhaben

### Aufgabenstellung

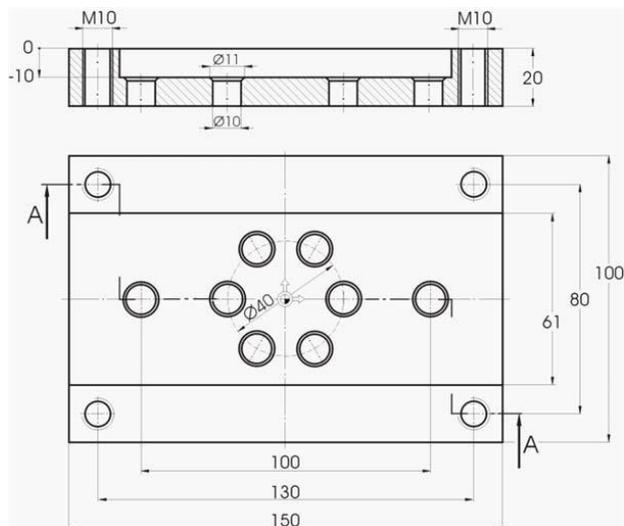


Bild 6-1 Werkstattzeichnung – Beispiel 1



Bild 6-2 Werkstück – Beispiel 1

**Hinweis:**

ShopMill speichert immer die letzte Einstellung, die Sie über die Toggle-Taste gewählt haben. Sie müssen deshalb sowohl bei einigen Eingabefeldern als auch bei allen Umschaltfeldern darauf achten, dass alle Einheiten, Texte und Symbole wie in den abgebildeten Dialog-Fenstern der Beispiele gesetzt sind.

Die Umschaltmöglichkeit wird immer im Hilfstext (siehe folgende Abbildung) angezeigt.



## 7.2 Programmverwaltung und Programm anlegen

### Bedienfolgen

Nach dem Hochfahren der Steuerung befinden Sie sich im Grundbild.

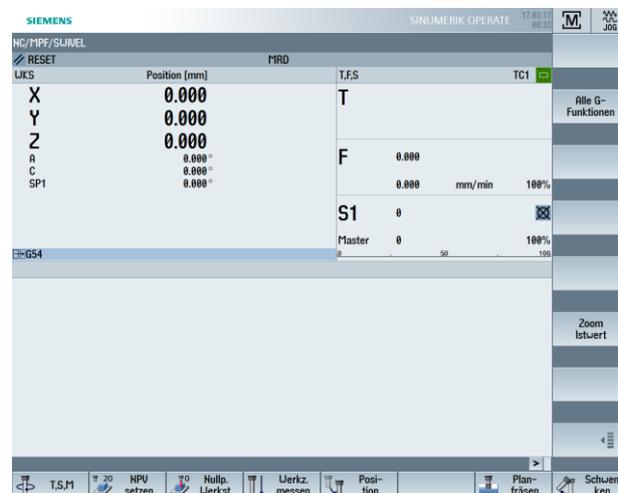


Bild 6-3 Grundbild



Öffnen Sie über MENU SELECT das Grundmenü. Im Grundmenü können Sie die verschiedenen Bereiche von ShopMill aufrufen.

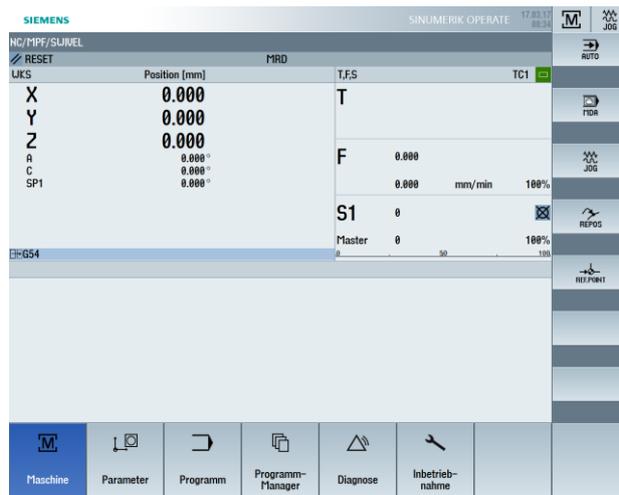


Bild 6-4 Grundmenü



Drücken Sie den Softkey "Programm-Manager". Der "Programm-Manager" wird angezeigt.

Im "Programm-Manager" können Sie Arbeitspläne und Konturen verwalten (z. B. Neu, Öffnen, Kopieren ...).

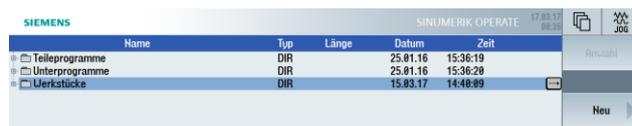


Bild 6-5 Programm-Manager



Im Programm-Manager wird eine Liste der vorhandenen ShopMill-Verzeichnisse angezeigt. Wählen Sie mittels der Cursor-Taste das Verzeichnis "Werkstücke" an.



Öffnen Sie das Verzeichnis "Werkstücke".



Geben Sie den Namen "EXAMPLE1" für das Werkstück ein.



Bild 6-6 Werkstück anlegen



Bestätigen Sie die Eingabe. Anschließend öffnet sich folgender Dialog.

Bild 6-7 Schrittkettenprogramm anlegen



Mit den Softkeys "ShopMill" und "programGUIDE G-Code" können Sie das Eingabeformat wählen.

Über den Softkey "ShopMill" legen Sie den Programmtyp fest.

Geben Sie den Name des Arbeitsplans ein, in diesem Fall "Longitudinal\_guide".



Übernehmen Sie die Eingabe.

Nach der Übernahme wird folgende Eingabemaske zur Erfassung der Werkstückdaten geöffnet.

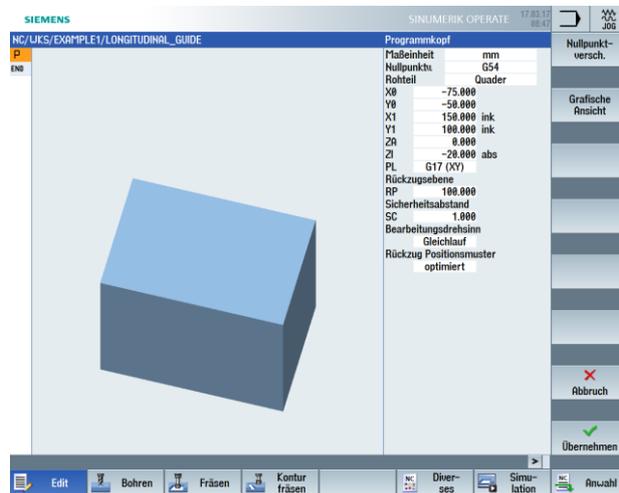


Bild 6-8 Programmkopf – Hilfsbild

Im Programmkopf werden die Werkstückdaten sowie allgemeine Angaben zum Programm eingegeben.

Geben Sie folgende Werte ein:

Feld	Wert	Auswahl über Toggle-Taste	Hinweise
Maßeinheit	mm	X	
Nullpunktverschiebung	G54	X	
Rohteil	Quader	X	
X0	-75		Da der Nullpunkt des Werkstückes mittig auf der Werkstückoberfläche liegt, haben die Koordinaten der linken Werkstückecke einen negativen Wert.
Y0	-50		
X1	150 ink	X (für Auswahl ink/abs)	
Y1	100 ink	X (für Auswahl ink/abs)	
ZA	0		
ZI	-20 abs	X (für Auswahl ink/abs)	
PL	G17 (XY)	X	
Rückzugsebene	100		
Sicherheitsabstand	1		
Bearbeitungsdrehsinn	Gleichlauf	X	
Rückzug Positionsmuster	Optimiert	X	Siehe unten Rückzug Positionsmuster



Übernehmen Sie die eingegebenen Werte. Nach der Übernahme wird der Programmkopf angezeigt.



Bild 6-9 Programmkopf Beispiel 1 – Arbeitsschritteditor

Das Programm wurde nun als Basis für weitere Bearbeitungsschritte angelegt. Es hat einen Namen (im blauen Balken), einen Programmkopf (Piktogramm "P") und ein Programmende (Piktogramm "END"). Im Programm werden die einzelnen Bearbeitungsschritte und Konturen untereinander abgelegt. Die spätere Abarbeitung erfolgt dabei von oben nach unten.

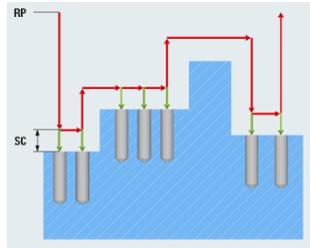


Für Änderungen oder zur Überprüfung der Werte können Sie den Programmkopf wieder aufrufen.

## Rückzug Positionsmuster

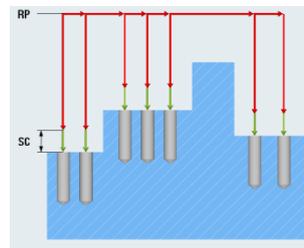
Beim Positions-Muster kann auf optimiert (= zeitoptimierte Verfahrenwege) oder auf Rückzugsebene eingestellt werden.

### Optimierter Rückzug



Das Werkzeug fährt konturabhängig im Sicherheitsabstand über das Werkstück.

### Auf Rückzugsebene (üblich)



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

## Softkeys

Grafische Ansicht

Mit dem Softkey "Grafische Ansicht" wechseln Sie zur Online-Grafik des Werkstücks, hierzu siehe folgende Abbildung.

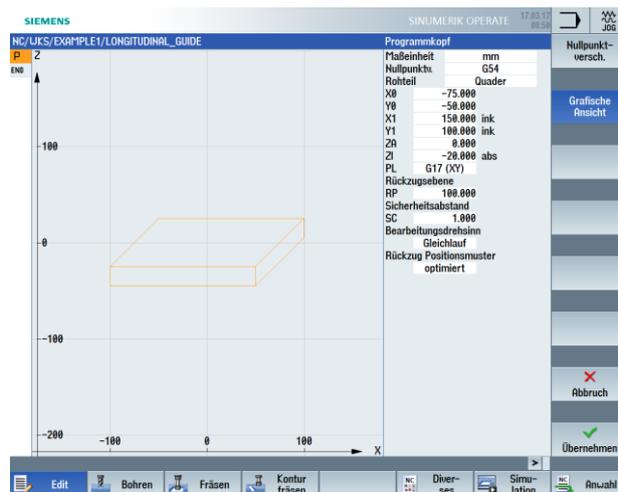


Bild 6-10 Programmkopf – Grafische Ansicht

Grafische Ansicht

Mit dem Softkey "Grafische Ansicht" wechseln Sie zurück zum Hilfsbild.

## 7.3 Werkzeug aufrufen und Fräserradius-Korrektur einstellen

Bedienfolgen

Über die folgenden Schritte rufen Sie das benötigte Werkzeug auf: Mit der ETC-Taste erweitern Sie das horizontale Softkey-Menü.

Wählen Sie den Softkey "Gerade Kreis" an. Wählen Sie den Softkey "Werkzeug" an. Öffnen Sie die Werkzeugliste.

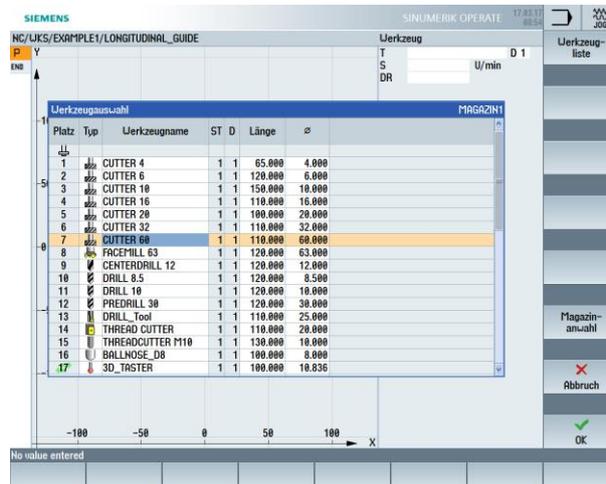


Bild 6-11 Werkzeugliste



Wählen Sie mit der Cursor-Taste das Werkzeug "CUTTER60" an.



Übernehmen Sie das Werkzeug in das Programm. Geben Sie nach der Werkzeugübernahme die Schnittgeschwindigkeit 80 m/min ein (ggf. Einheit über Toggle-Taste ändern).

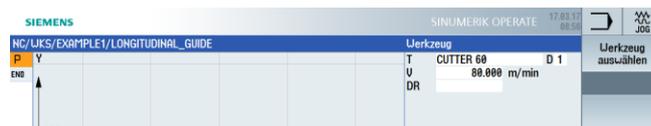


Bild 6-12 Werkzeug – Schnittgeschwindigkeit



Übernehmen Sie den eingegebenen Wert.

## 7.4 Verfahrenweg eingeben

Bedienfolgen



Geben Sie nun die Verfahrenwege ein: Wählen Sie den Softkey "Gerade" an.



Wählen Sie den Softkey "Eilgang" an.

Geben Sie in der Eingabemaske folgende Werte ein:

Feld	Wert	Auswahl über Toggle-Taste	Hinweise
X	110 abs	X	
Y	0 abs	X	
Radiuskorrektur	Aus	X	Siehe unten Radiuskorrektur

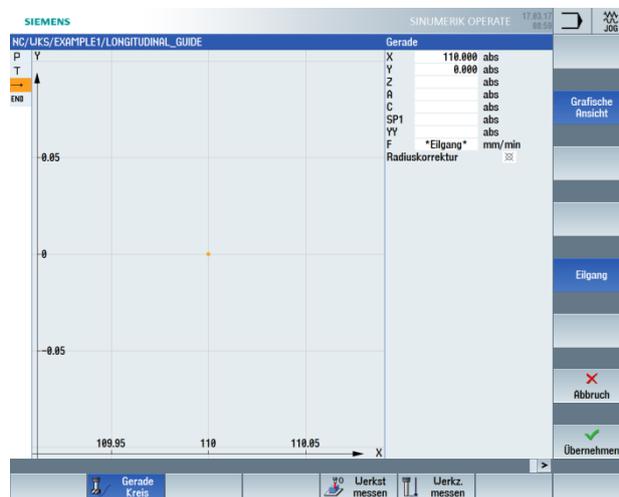


Bild 6-13 Verfahrenweg eingeben – Radiuskorrektur



Übernehmen Sie die eingegebenen Werte.



Wählen Sie den Softkey "Gerade" an.



Wählen Sie den Softkey "Eilgang" an.

Geben Sie in der Eingabemaske folgende Werte ein:

Feld	Wert	Auswahl über Toggle-Taste	Hinweise
Z	-10 abs	X	
Radiuskorrektur	Leeres Feld	X	Siehe unten Radiuskorrektur

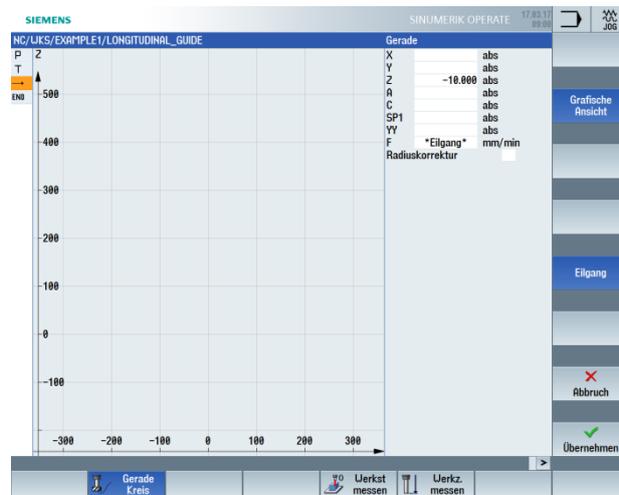


Bild 6-14 Verfahrenweg eingeben – Werkzeug in Z positioniert



Übernehmen Sie die eingegebenen Werte.



Wählen Sie den Softkey "Gerade" an.

Geben Sie in der Eingabemaske folgende Werte ein:

Feld	Wert	Auswahl über Toggle-Taste	Hinweise
X	- 110 abs	X	
F	400 mm/min	X	
Radiuskorrektur	Leeres Feld	X	Siehe unten Radiuskorrektur

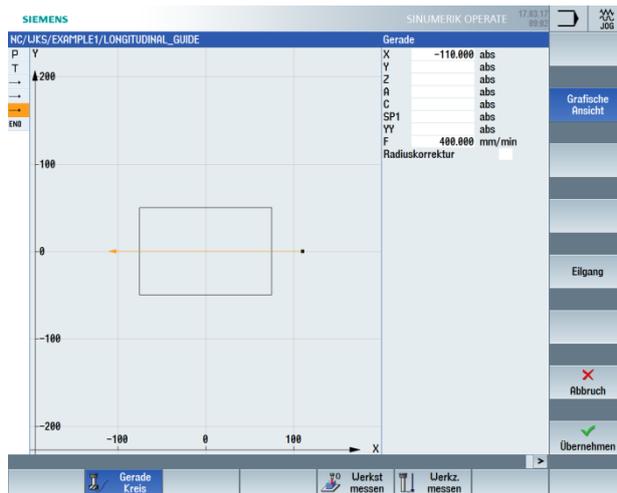


Bild 6-15 Verfahrenweg eingeben – erster Bearbeitungsweg



Übernehmen Sie die eingegebenen Werte. Nach der Übernahme sieht die Arbeitsschrittliste wie folgt aus:



Bild 6-16 Verfahrenweg eingeben – Arbeitsschritt-Liste



Wählen Sie den Softkey "Werkzeug" an und führen Sie folgende Arbeitsschritte eigenständig durch:

Wechseln Sie das nächste Werkzeug "CUTTER16" ein. Geben Sie nach der Werkzeugübernahme die Schnittgeschwindigkeit 100 m/min ein.

Erstellen Sie den Verfahrenweg gemäß der folgenden Arbeitsschrittliste:

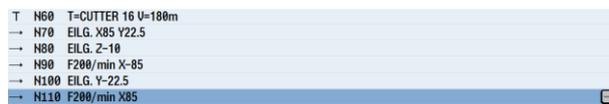


Bild 6-17 Verfahrenweg eingeben – Arbeitsschrittliste

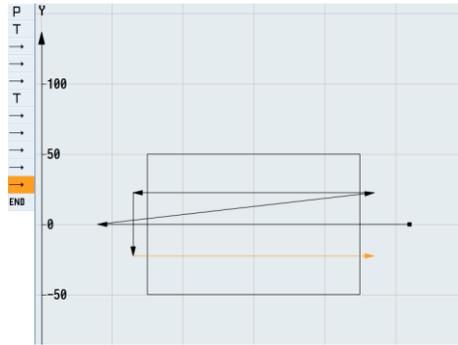


Bild 6-18 Verfahrenweg eingeben – komplett



Starten Sie die Simulation.

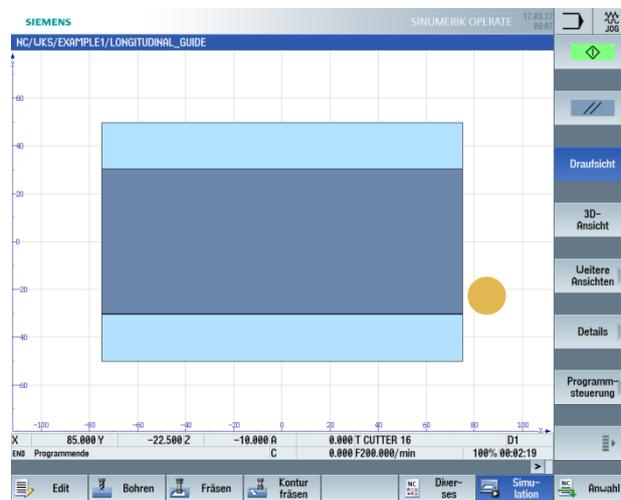
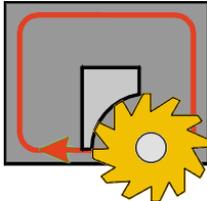
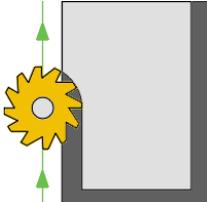
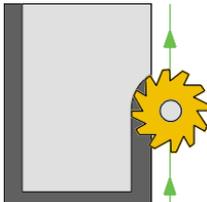


Bild 6-19 Simulation Verfahrenweg

Die Simulation können Sie durch erneutes Drücken des Softkeys "Simulation" bzw. durch einen beliebigen horizontalen Softkey beenden.

Radiuskorrektur

Auswahl	Resultat
	 <p data-bbox="539 539 1378 595">Die Radiuskorrektur ist ausgeschaltet. Der Fräser fährt mit seinem Mittelpunkt auf der erstellten Kontur.</p>
	<p data-bbox="539 651 1098 685">Die vorherige Korrektureinstellung wird beibehalten.</p>
	 <p data-bbox="539 925 1150 958">Die Korrektur erfolgt links von der Kontur in Fräsrichtung.</p>
	 <p data-bbox="539 1189 1169 1223">Die Korrektur erfolgt rechts von der Kontur in Fräsrichtung.</p>

## 7.5 Bohrungen und Positionswiederholungen erstellen

Bedienfolgen

Geben Sie nun die Werte für die Bohrungen und Positionswiederholungen ein. Dabei müssen Sie die 12 Bohrungen zentrieren, durchbohren und Gewinde fertigen.

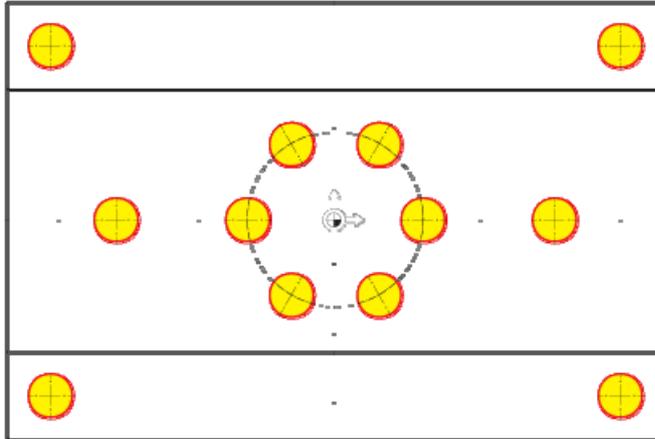


Bild 6-20 Bohrpositionen



Wählen Sie den Softkey "Bohren" an.



Wählen Sie den Softkey "Zentrieren" an.



Öffnen Sie die Werkzeugliste. Wählen Sie mit der Cursor-Taste das Werkzeug "CENTERDRILL12" an.



Übernehmen Sie das Werkzeug in das Programm. Geben Sie nach der Werkzeugübernahme folgende Werte ein:

Feld	Wert	Auswahl über Toggle-Taste	Hinweise
F	150 mm/min	X	
S	500 U/min	X	
Durchmesser/Spitze	Durchmesser	X	Die Zentrierung können Sie bezogen auf den Durchmesser oder auf die Tiefe (Spitze) eingeben. Da die Bohrungen eine 0.5 mm Fase haben, können Sie hier einen Durchmesser von 11 mm eingeben.

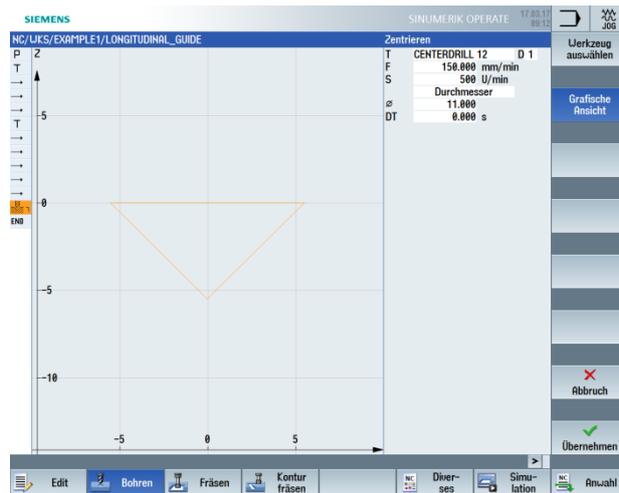


Bild 6-21 Zentrieren



Übernehmen Sie die eingegebenen Werte.

Mit den folgenden Schritten werden die Bohrpositionen eingegeben und mit den Schnittdaten verknüpft.



Wählen Sie den Softkey "Positionen" an.

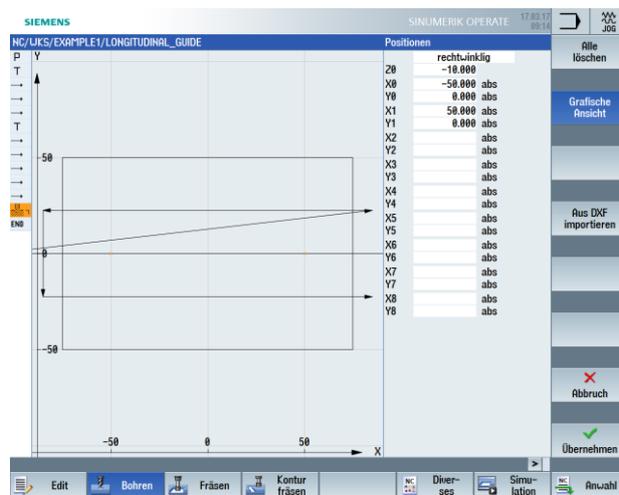


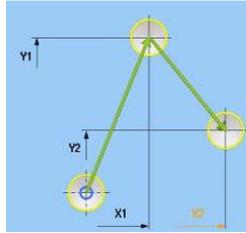
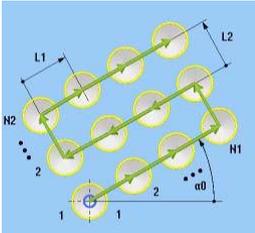
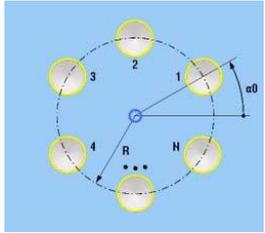
Bild 6-22 Positionen – Einzelbohrungen

Geben Sie folgende Werte für die zwei Einzelbohrungen ein:

Feld	Wert	Auswahl über Toggle-Taste	Hinweise
Z0	-10		Die Starttiefe liegt bei -10 mm.
X0	-50		
Y0	0		
X1	50 abs	X	
Y1	0 abs	X	

**Hinweis:**

Wenn Sie den Softkey "Grafische Ansicht" abwählen, erhalten Sie detaillierte Hilfsbilder (siehe folgende Tabelle).

Positionen	Positionsmuster	Positionskreis
		

Hilfsbilder – Positionen



Übernehmen Sie die eingegebenen Werte.



Wählen Sie den Softkey "Positionen" an.



Wählen Sie den Softkey "Positionskreis" an.

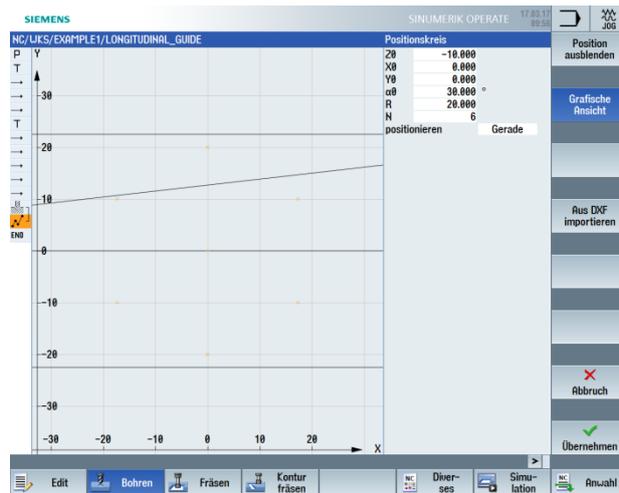


Bild 6-23 Positionskreis

Geben Sie folgende Werte ein:

Feld	Wert	Auswahl über Toggle-Taste	Hinweise
Muster	Vollkreis	X	
Z0	-10		
X0	0		
Y0	0		
$\alpha 1$	0		
R	20		
N	6		
Positionieren	Gerade	X	<p>Über das Feld „Positionieren“ legen Sie fest, wie die Bohrungen innerhalb des Bohrbildes angefahren werden. Liegen die Bohrungen z. B. in einer Kreisnut, dürfen Sie „Positionierung Gerade“ nicht verwenden, da sonst eine Konturverletzung entstehen würde.</p> <p>auf Gerade, auf Kreis</p>



Übernehmen Sie die eingegebenen Werte.



Wählen Sie den Softkey "Positionen" an.



Wählen Sie den Softkey "Positionsmuster" an.

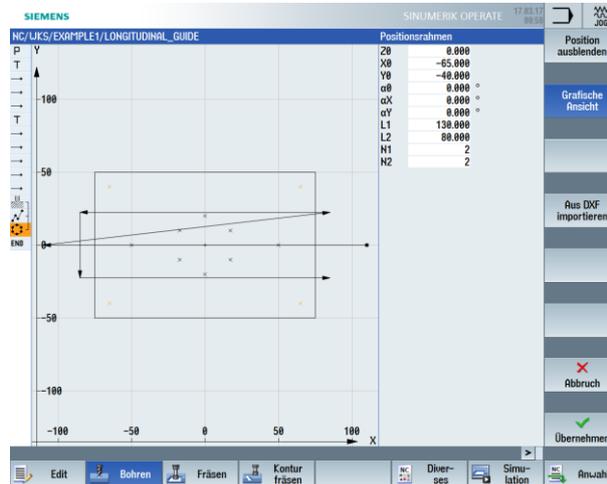


Bild 6-24 Positionen – Gitter

Geben Sie folgende Werte ein:

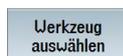
Feld	Wert	Auswahl über Toggle-Taste	Hinweise
Muster	Gitter	X	
Z0	0		
X0	-65		
Y0	-40		
α0	0		
L1	130		
L2	80		
N1	2		
N2	2		



Übernehmen Sie die eingegebenen Werte.



Wählen Sie den Softkey "Bohren Reiben" an.



Öffnen Sie die Werkzeugliste. Wählen Sie mit der Cursor-Taste das Werkzeug "DRILL8.5" an.



Übernehmen Sie das Werkzeug in das Programm. Geben Sie nach der Werkzeugübernahme folgende Werte ein:

Feld	Wert	Auswahl über Toggle-Taste	Hinweise
F	150 mm/min	X	
V	35 m/min	X	
Schaft/Spitze	Schaft	X	Geben Sie die Tiefe, bezogen auf den Schaft, inkrementell ein. D. h. die Bohrerspitze 1/3 D wird automatisch berücksichtigt.
Z1	20 ink	X	
DT	0 sek.	X	Es wird ohne eine Verweilzeit gebohrt.

**Hinweis:**

Die Arbeitsschritte "Zentrieren", "Bohren" und "Gewindeschneiden" werden automatisch miteinander verkettet.

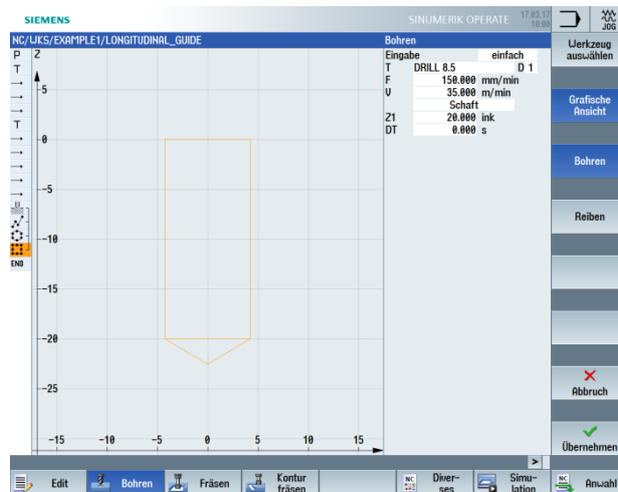


Bild 6-25 Bohren



Übernehmen Sie die eingegebenen Werte.



Wählen Sie den Softkey "Gewinde" an.

Gewinde bohren

Wählen Sie den Softkey "Gewinde bohren" an.

Werkzeug auswählen

Öffnen Sie die Werkzeugliste. Wählen Sie mit der Cursor-Taste das Werkzeug "THREADCUTTER M10" an.

Übernehmen

Übernehmen Sie das Werkzeug in das Programm. Geben Sie nach der Werkzeugübernahme folgende Werte ein:

Feld	Wert	Auswahl über Toggle-Taste	Hinweise
P	1.5 mm/U	X	
S	60 U/min	X	
SR	60 U/min	X	
Z1	22 ink	X	Die Schnitt-Tiefe müssen Sie inkremental eingeben.

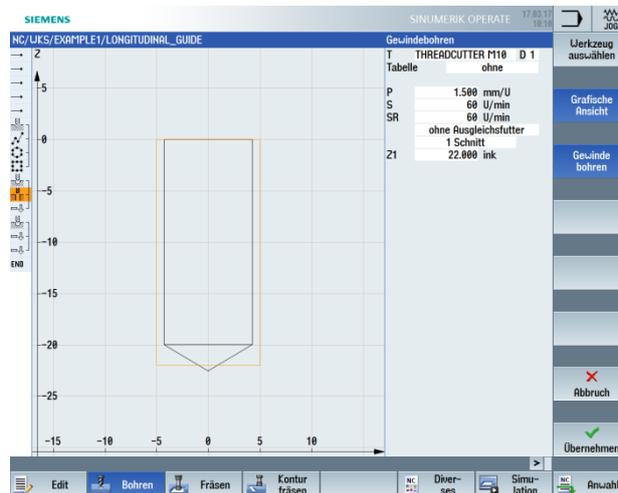


Bild 6-26 Gewinde

Übernehmen

Übernehmen Sie die eingegebenen Werte.



Wählen Sie den Softkey "Position wiederholen" an.

Die Bohrpositionen werden bei der Erstellung durchnummeriert. Die jeweilige Nummer steht direkt nach der Satznummer des jeweiligen Positionsmusters. Geben Sie für die Position drei Lochgitter ein.

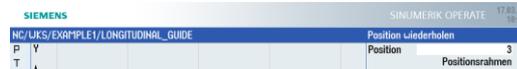


Bild 6-27 Position wiederholen



Übernehmen Sie die eingegebenen Werte. Nach der Übernahme sehen Sie im Arbeitsschritt-Editor die Verkettung der Arbeitsschritte.

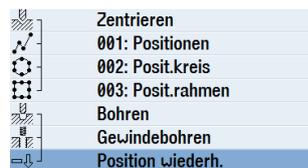
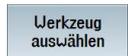


Bild 6-28 Verkettung von Arbeitsschritten



Wählen Sie den Softkey "Bohren Reiben" an.



Öffnen Sie die Werkzeugliste. Wählen Sie mit der Cursor-Taste das Werkzeug "DRILL10" an.



Übernehmen Sie das Werkzeug in das Programm. Geben Sie nach der Werkzeugübernahme folgende Werte ein:

Feld	Wert	Auswahl über Toggle-Taste	Hinweise
F	150 mm/min	X	
V	35 m/min	X	
Schaft/Spitze	Schaft	X	
Z1	20 ink	X	
DT	0	X	

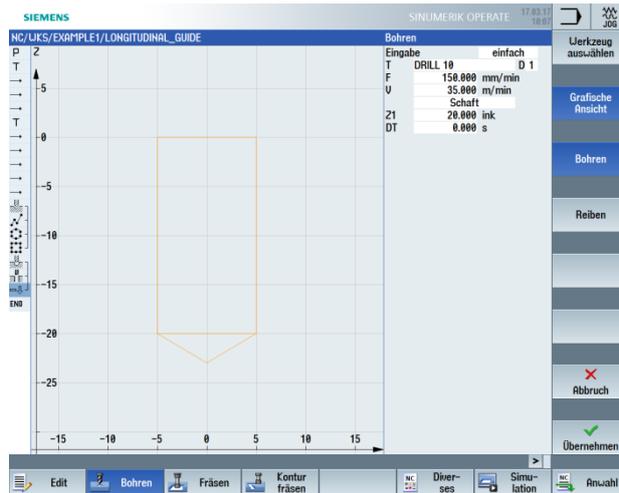


Bild 6-29 10er Bohrungen



Übernehmen Sie die eingegebenen Werte.

Wiederholen Sie als letztes die Positionen 001 und 002 für den 10er Bohrer.

	Bohren	T=DRILL 10 F=150/min U=35m Z1=20ink
	Position wiederh.	001: Positionen
	Position wiederh.	002: Positionskreis

Bild 6-30 Wiederholung der Positionen 001 und 002 im Arbeitsschritt-Editor

Rufen Sie zur Kontrolle die Simulation auf.

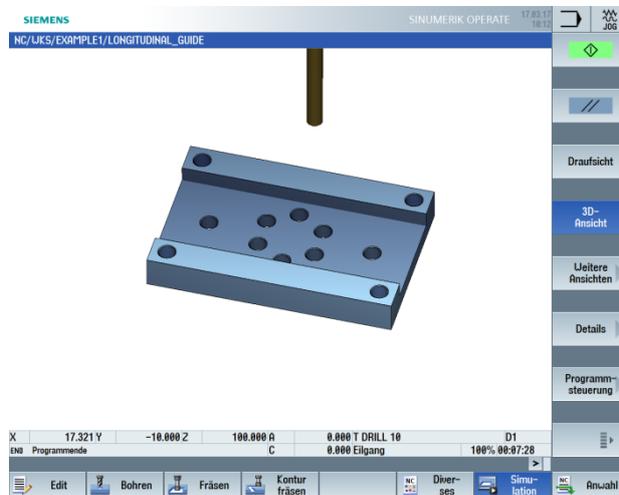


Bild 6-31 Simulation 3D

## 8 Beispiel 2: Spritzform

### 8.1 Überblick

#### Lernziele

In diesem Kapitel lernen Sie folgende neue Funktionen kennen.  
Sie lernen wie Sie:

- Geraden und Kreisbahnen über Polarkoordinaten festlegen
- Rechtecktaschen erstellen
- Kreistaschen auf Positionsmuster anwenden

#### Aufgabenstellung

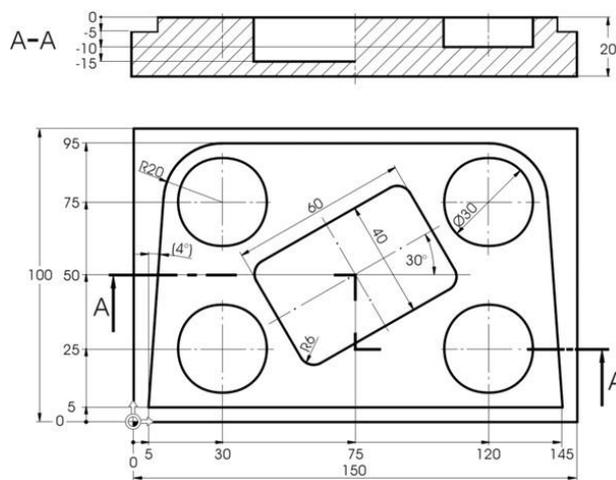


Bild 7-1 Werkstattzeichnung – Beispiel 2

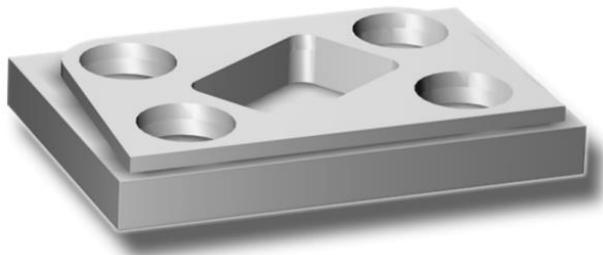


Bild 7-2 Werkstück – Beispiel 2

## Vorbereitung

Führen Sie folgende Schritte selbständig durch:

1. Legen Sie ein neues Werkstück mit dem Namen "EXAMPLE2" an.
2. Legen Sie ein neues Schrittkettenprogramm mit dem Namen "INJECTION\_FORM" an.
3. Geben Sie die Rohteil-Maße ein (zur Vorgehensweise vgl. Beispiel 1).

### Hinweis:

Achten Sie auf die neue Nullpunktlage!

4. Wechseln Sie den 20er Fräser (V 80 m/min) ein.
5. Positionieren Sie das Werkzeug auf den Punkt X-12/ X-12/ Z-5 im Eilgang.
6. Legen Sie den Startpunkt der Kontur auf X5 und Y5 fest. Der Startpunkt wird auf einer Geraden angefahren (F 100 mm/min, Fräserradiuskorrektur links). Nach Eingabe dieser Verfahrssätze sollte Ihr Arbeitsplan wie folgt aussehen.

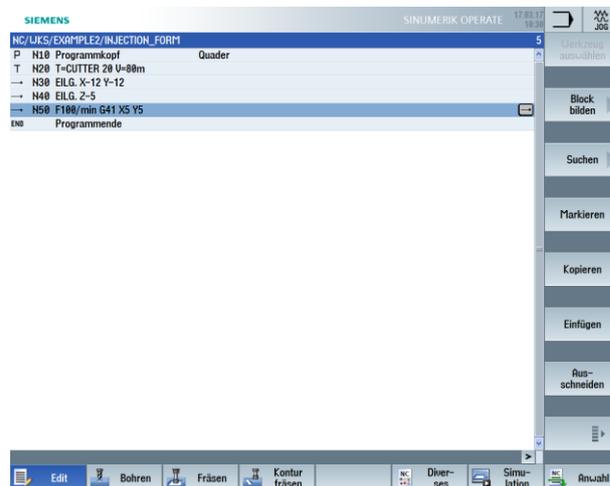


Bild 7-3 Arbeitsschrittprogramm

## 8.2 Geraden und Kreisbahnen über Polarkoordinaten

### Bedienfolgen

Bevor Sie mit der Eingabe der Kontur beginnen, beachten Sie bitte nachfolgenden Hinweis.

#### Hinweis:

Sie können den Endpunkt eines Verfahrssatzes nicht nur über seine Koordinaten X und Y, sondern gegebenenfalls auch über einen polaren Bezugspunkt beschreiben.

In unserem Beispiel sind X und Y nicht bekannt. Sie können 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).

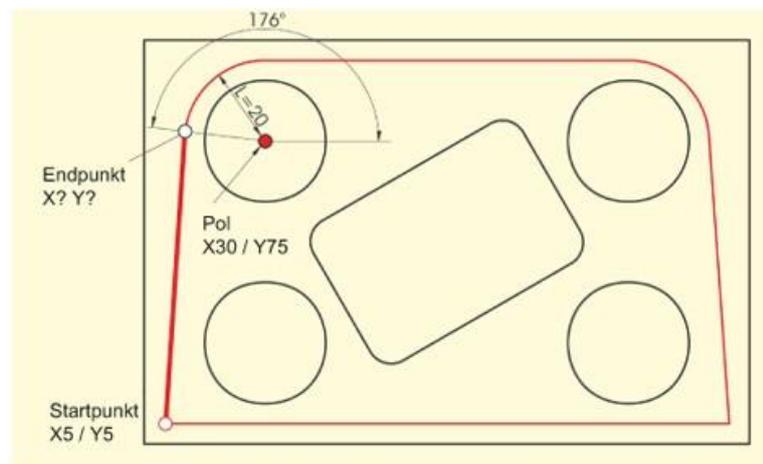


Bild 7-4 Bestimmung des Endpunktes und des Polarwinkels

Über die folgenden Schritte geben Sie die Kontur ein:

Polar

Wählen Sie den Softkey "Polar" an.

Pol

Wählen Sie den Softkey "Pol" an.

Geben Sie in der Eingabemaske folgende Werte ein:

Feld	Wert	Auswahl über Toggle-Taste	Hinweise
X	30 abs	X	
Y	75 abs	X	

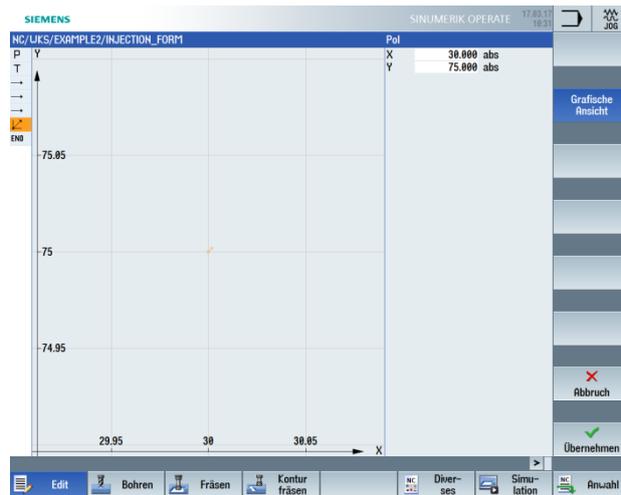


Bild 7-5 Pol eingeben



Übernehmen Sie die eingegebenen Werte.



Wählen Sie den Softkey "Gerade polar" an.

Geben Sie in der Eingabemaske folgende Werte ein:

Feld	Wert	Auswahl über Toggle-Taste	Hinweise
L	20		Die Länge L gibt den Abstand des Endpunktes der Geraden vom Pol an.
$\alpha$	176		Der Polarwinkel gibt an, wie weit die Länge L um den Pol gedreht werden muss, um den Endpunkt der Geraden zu erreichen. Sie können den Polarwinkel gegen den Uhrzeigersinn (176°) oder auch im Uhrzeigersinn (-184°) eingeben.

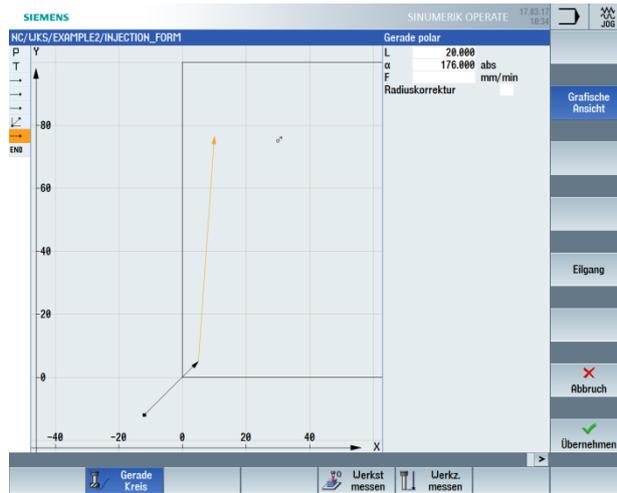


Bild 7-6 Gerade polar eingeben



Übernehmen Sie die eingegebenen Werte.



Wählen Sie den Softkey "Kreis polar" an.

Die Definition einer Kreisbahn kann ebenfalls über Polarkoordinaten erfolgen.

Geben Sie in der Eingabemaske folgende Werte ein:

Feld	Wert	Auswahl über Toggle-Taste	Hinweise
α	90 abs		Da der Pol sowohl für die Kreisbahn als auch für die Gerade gilt, brauchen Sie diesen nur einmal eingeben.  Der Polarwinkel beträgt in diesem Fall 90°. (Siehe nachfolgende Abbildung)

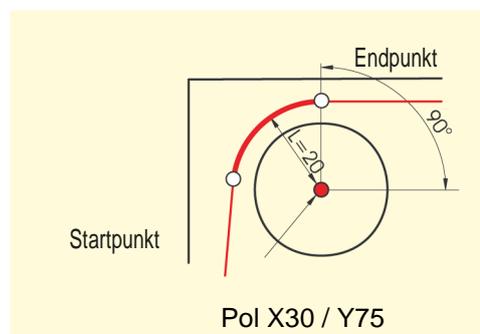


Bild 7-7 Startpunkt/Endpunkt Pol

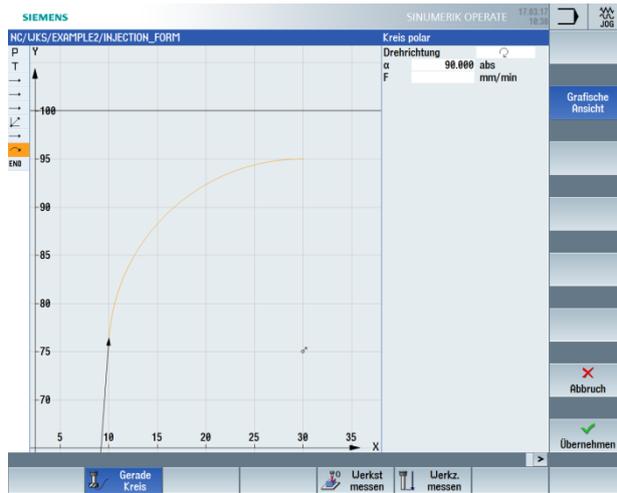


Bild 7-8 Kreisbahn eingeben



Übernehmen Sie die eingegebenen Werte.



Wählen Sie den Softkey "Zurück" an.



Wählen Sie den Softkey "Gerade" an.

Da der Endpunkt der Geraden eindeutig bekannt ist, können Sie hier die Funktion "Gerade" anwenden.

Geben Sie in der Eingabemaske folgende Werte ein:

Feld	Wert	Auswahl über Toggle-Taste	Hinweise
X	120	X	

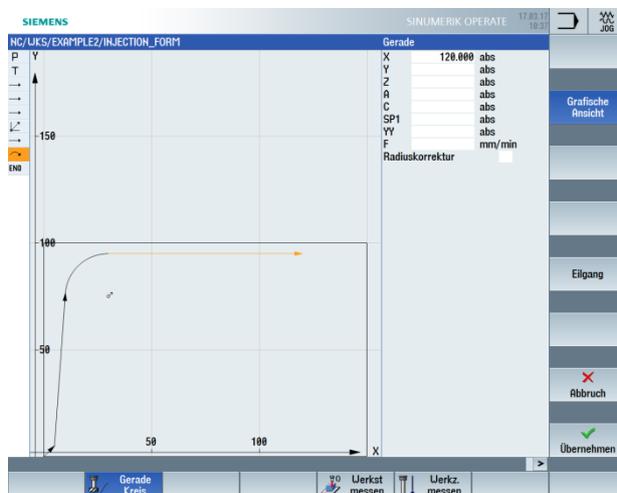


Bild 7-9 Gerade eingeben



Übernehmen Sie die eingegebenen Werte.



Wählen Sie den Softkey "Polar" an.



Wählen Sie den Softkey "Pol" an.

Da der Endpunkt der nächsten Kreisbahn auch nicht bekannt ist, müssen Sie hier wieder mit Polarkoordinaten arbeiten.

Geben Sie in der Eingabemaske folgende Werte ein:

Feld	Wert	Auswahl über Toggle-Taste	Hinweise
X	120 abs	X	Der Pol der Kreisbahn ist aus der Zeichnung bekannt.
Y	75 abs	X	

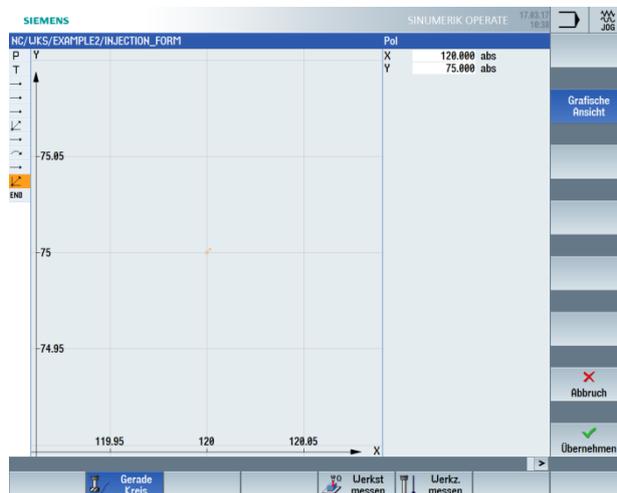


Bild 7-10 Pol für Kreisbahn eingeben



Übernehmen Sie die eingegebenen Werte.



Wählen Sie den Softkey "Kreis polar" an.

Geben Sie in der Eingabemaske folgende Werte ein:

Feld	Wert	Auswahl über Toggle-Taste	Hinweise
$\alpha$	4		Der Polarwinkel ist aufgrund der Symmetrie ebenfalls bekannt.

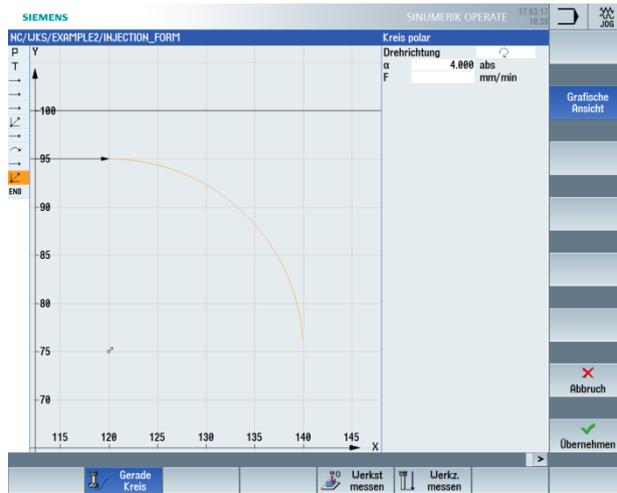


Bild 7-11 Kreisbahn polar eingeben



Übernehmen Sie die eingegebenen Werte.

Wählen Sie den Softkey "Zurück" an.

Wählen Sie den Softkey "Gerade" an.

Der Endpunkt der Geraden ist bekannt und Sie können ihn somit direkt eingeben.

Geben Sie in der Eingabemaske folgende Werte ein:

Feld	Wert	Auswahl über Toggle-Taste	Hinweise
X	145 abs		
Y	5 abs		

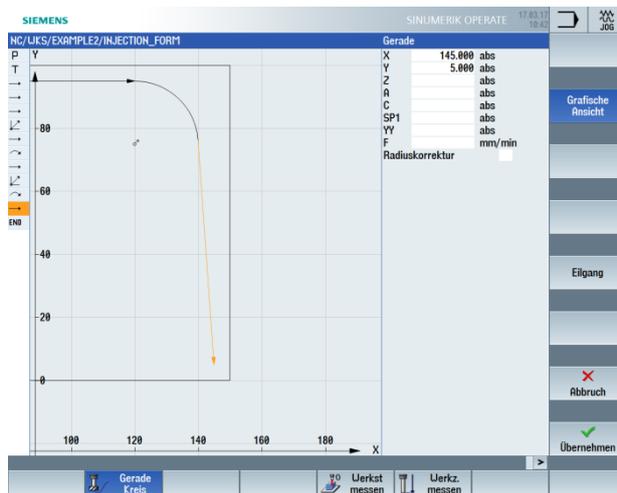


Bild 7-12 Gerade eingeben



Übernehmen Sie die eingegebenen Werte.



Wählen Sie den Softkey "Gerade" an.

Mit der letzten Geraden ist die Kontur einmal komplett gefräst worden.

Geben Sie in der Eingabemaske folgende Werte ein:

Feld	Wert	Auswahl über Toggle-Taste	Hinweise
X	-20 abs	X	

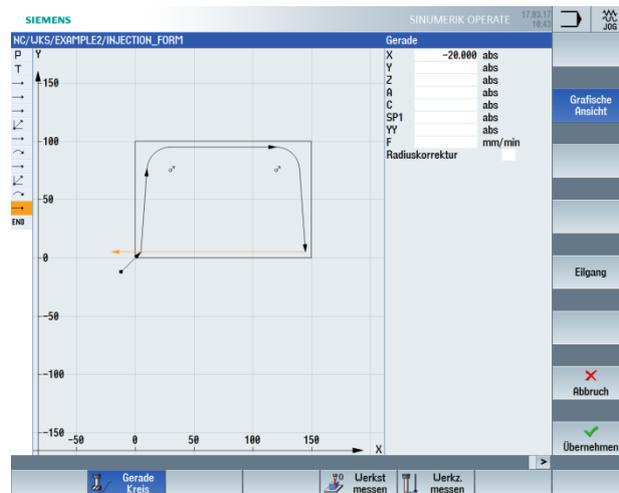


Bild 7-13 Gerade eingeben



Übernehmen Sie die eingegebenen Werte.



Wählen Sie den Softkey Gerade an.

Geben Sie in der Eingabemaske folgende Werte ein:

Feld	Wert	Auswahl über Toggle-Taste	Hinweise
X	-12 abs	X	
Y	-12 abs	X	
Radiuskorrektur	aus	X	Im letzten Verfahrensweg wird auf den eingegebenen Sicherheitsabstand verfahren, dabei wird die Radiuskorrektur ausgeschaltet.

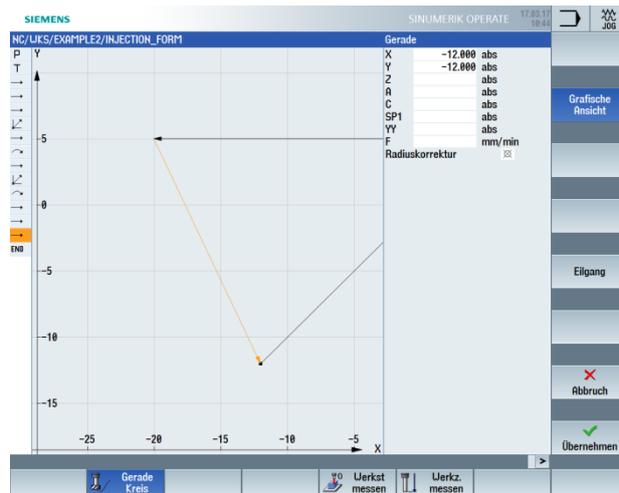


Bild 7-14 Gerade eingeben – Sicherheitsabstand



Übernehmen Sie die eingegebenen Werte.



Die nachfolgende Simulation zeigt Ihnen den Ablauf der Fertigung zur Kontrolle, bevor Sie das Werkstück fertigen.



Bild 7-15 Simulation Draufsicht

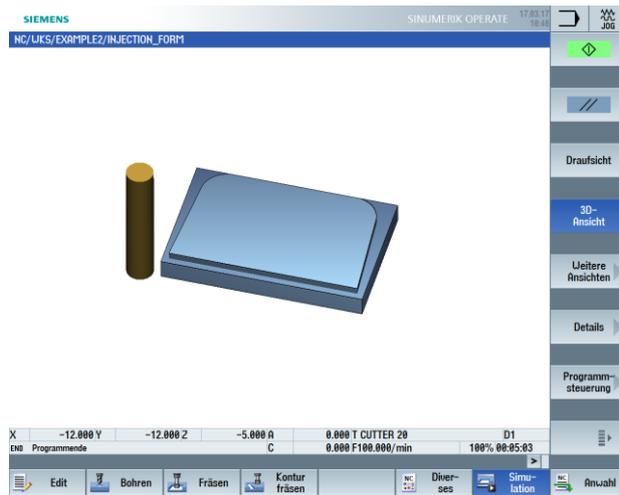


Bild 7-16 Simulation 3D

## 8.3 Rechtecktasche

Bedienfolgen

Über die folgenden Schritte geben Sie die Rechtecktasche ein:

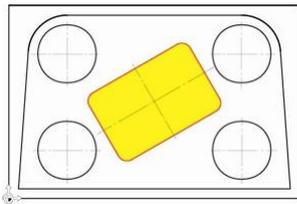
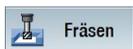


Bild 7-17 Rechtecktasche – Beispiel 2



Wählen Sie den Softkey "Fräsen" an.



Wählen Sie den Softkey "Tasche" an.



Wählen Sie den Softkey "Rechtecktasche" an.



Öffnen Sie die Werkzeugliste und wählen Sie den "CUTTER10" an.



Übernehmen Sie das Werkzeug in das Programm.

Geben Sie nach der Werkzeugübernahme folgende Werte ein:

Feld	Wert	Auswahl über Toggle-Taste	Hinweise
F	0.15 mm/Zahn	X	
V	120 m/min	X	
Bezugspunkt	Mitte	X	
Bearbeitung	Schruppen	X	Achten Sie darauf, dass das Umschaltfeld auf "Einzelposition" steht.
X0	75		In diesen Feldern geben Sie die geometrischen Daten der Rechtecktasche ein: Position, Breite, Länge, ...
Y0	50		
Z0	0		
W	40		
L	60		
R	6		
$\alpha_0$	30		
Z1	-15 abs	X	
DXY	80 %	X	Die max. Zustellung in der Ebene (DXY) gibt an, in welcher Breite das Material zerspannt wird. Dieses können Sie entweder in Prozent vom Fräserdurchmesser oder direkt in mm eingeben. Die maximale Zustellung in der Ebene wird hier in % angegeben.
DZ	2.5		
UXY	0.3		
UZ	0.3		
Eintauchen	Helikal	X	Wählen Sie helikales Eintauchen, sofern nicht bereits eingestellt.
EP	2 mm/U	X	
ER	2		

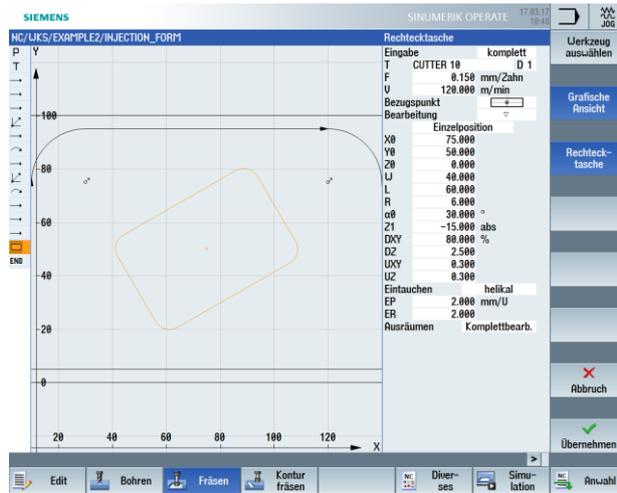


Bild 7-18 Rechtecktasche Schruppen



Übernehmen Sie die eingegebenen Werte.



Wählen Sie den Softkey "Tasche" an.

Geben Sie in der Eingabemaske folgende Werte ein:

Feld	Wert	Auswahl über Toggle-Taste	Hinweise
F	0.08 mm/Zahn	X	
V	150 m/min	X	
Bearbeitung	Schichten	X	Mit dieser Einstellung werden Rand und Boden geschlichtet. Alternativ können Sie auch nur den Rand schlichten oder die Tasche anfasen.

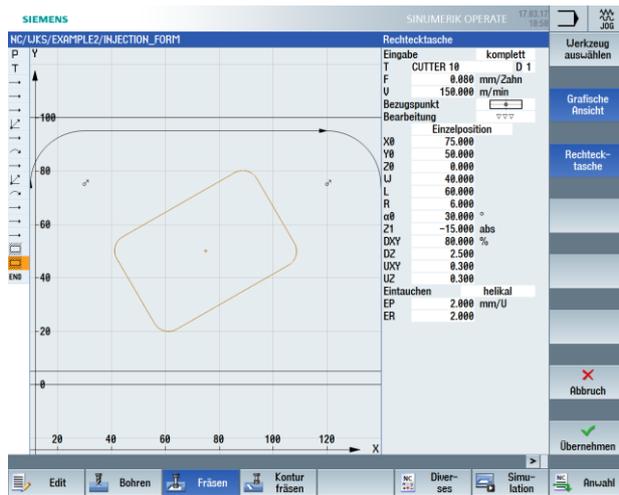
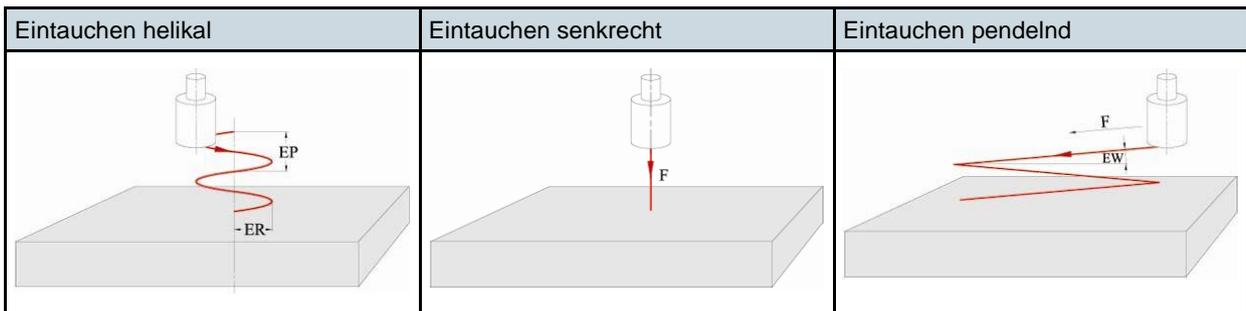


Bild 7-19 Rechtecktasche Schichten



Übernehmen Sie die eingegebenen Werte.

Eintauchen



## 8.4 Kreistaschen auf Positionsmuster

Bedienfolgen

Über die folgenden Schritte geben Sie die Kreistaschen ein:

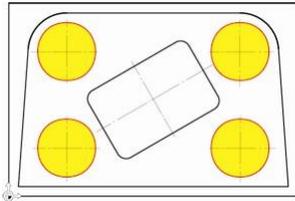


Bild 7-20 Kreistaschen – Beispiel 2



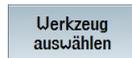
Wählen Sie den Softkey "Fräsen" an.



Wählen Sie den Softkey "Tasche" an.



Wählen Sie den Softkey "Kreistasche" an.



Öffnen Sie die Werkzeugliste und wählen Sie den "CUTTER10" an.



Übernehmen Sie das Werkzeug in das Programm.

Geben Sie nach der Werkzeugübernahme folgende Werte ein:

Feld	Wert	Auswahl über Toggle-Taste	Hinweise
F	0.15 mm/Zahn	X	
V	120 m/min	X	
Bearbeitung	Schruppen	X	
	Positionsmuster	X	Ähnlich wie beim Bohren können Sie auch Taschen auf ein Positionsmuster anlegen.
∅	30	X	
Z1	-10 abs	X	
DXY	80 %	X	Geben Sie die maximale Zustellung in der Ebene in % ein.
DZ	5		
UXY	0.3		
UZ	0.3		

Feld	Wert	Auswahl über Toggle-Taste	Hinweise
Eintauchen	Helikal	X	
EP	2 mm/U	X	
ER	2		
Ausräumen	Komplettbearbeitung	X	

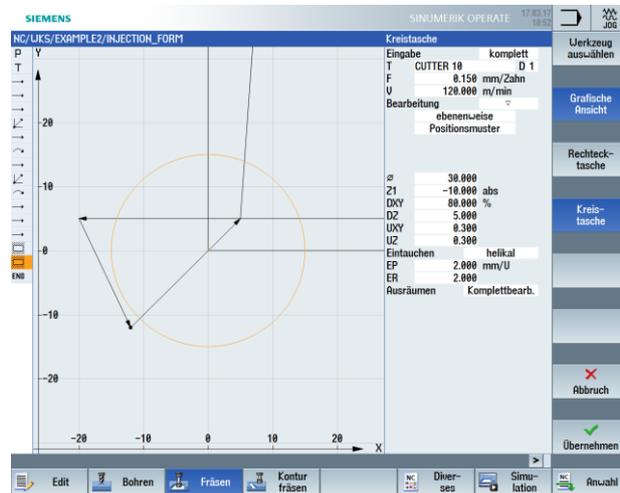


Bild 7-21 Kreistasche Schruppen



Übernehmen Sie die eingegebenen Werte.



Wählen Sie den Softkey "Tasche" an.



Wählen Sie den Softkey "Kreistasche" an.

Geben Sie folgende Werte ein:

Feld	Wert	Auswahl über Toggle-Taste	Hinweise
F	0.08 mm/Zahn	X	
V	150 m/min	X	
Bearbeitung	Schlichten	X	

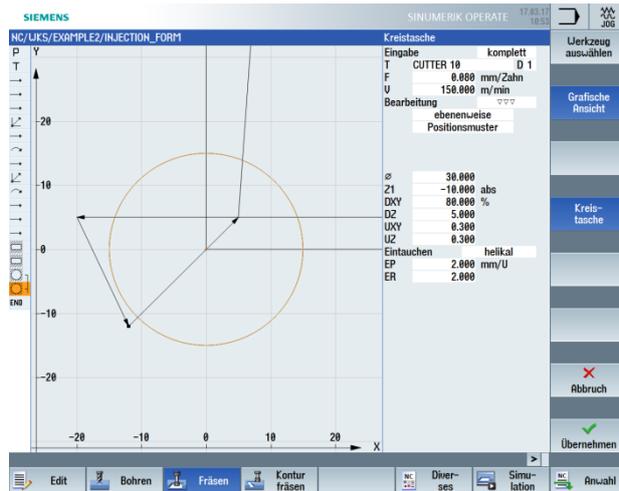


Bild 7-22 Kreistasche Schichten



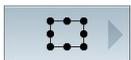
Übernehmen Sie die eingegebenen Werte.



Wählen Sie den Softkey "Bohren" an.



Wählen Sie den Softkey "Positionen" an.



Wählen Sie den Softkey "Positionenrahmen" an.

Geben Sie folgende Werte ein:

Feld	Wert	Auswahl über Toggle-Taste	Hinweise
Muster	Gitter	X	Die Beschreibung von Positionsmustern erfolgt in dem Menü "Bohren" mit dem Untermenü "Positionen" (unabhängig von der Bearbeitungsart).
X0	30 abs		
Y0	25 abs		
α0	0		
L1	90		
L2	50		
N1	2		
N2	2		

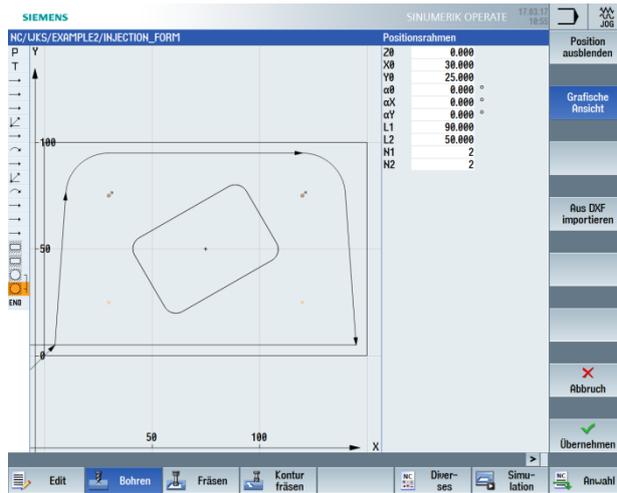


Bild 7-23 Positionen der Kreistaschen



Übernehmen Sie die eingegebenen Werte.



Starten Sie die Simulation.

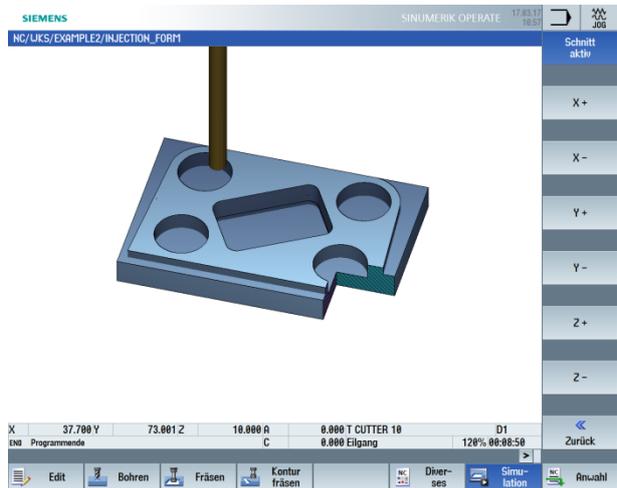


Bild 7-24 Simulation – Schnitt aktiv

## 9 Beispiel 3: Formplatte

### 9.1 Überblick

Lernziele

In diesem Kapitel lernen Sie folgende neue Funktionen, insbesondere den Konturrechner, kennen.  
Sie lernen, wie Sie:

- offene Konturen fräsen
- Konturtaschen ausräumen, Restmaterial bearbeiten und schlichten
- Bearbeitungen auf mehreren Ebenen anwenden
- Hindernisse berücksichtigen können

Aufgabenstellung

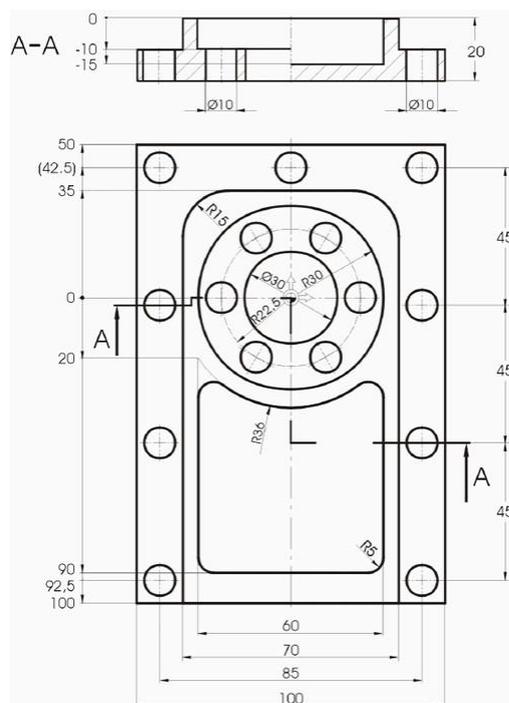


Bild 8-1 Werkstattzeichnung – Beispiel 3

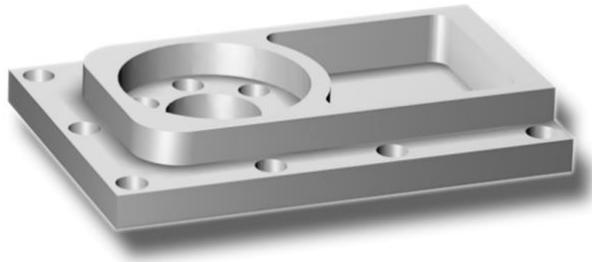


Bild 8-2 Werkstück – Beispiel 3

## Vorbereitung

Führen Sie folgende Schritte selbständig durch:

1. Legen Sie ein neues Werkstück mit dem Namen "Example3" an.
2. Legen Sie einen neuen Arbeitsplan mit dem Namen "MOLD\_PLATE" an.
3. Geben Sie die Rohteil-Maße ein (zur Vorgehensweise vgl. Beispiel 1).

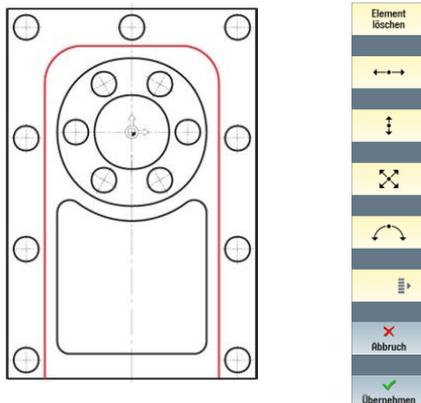
### Hinweis:

Achten Sie auf die neue Nullpunktlage!

## 9.2 Bahnfräsen offener Konturen

### Konturrechner

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



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.

Bedienfolgen



Über die folgenden Schritte geben Sie die Kontur ein: Wählen Sie den Softkey "Kontur fräsen" an.



Wählen Sie den Softkey "Neue Kontur" an. Geben Sie für die Kontur den Namen "MOLD\_PLATE\_Outside" ein.

Jede Kontur bekommt einen eigenen Namen, das erleichtert die Lesbarkeit der Programme.

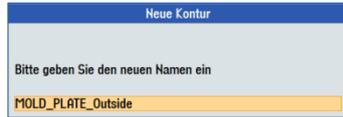


Bild 8-3 Kontur "MOLD\_PLATE\_Outside" anlegen



Übernehmen Sie die Eingabe.

Geben Sie in der Eingabemaske folgende Werte für den Startpunkt des Konturzuges ein:

Feld	Wert	Auswahl über Toggle-Taste	Hinweise
X	-35		Der Startpunkt der Konstruktion ist gleichzeitig der Startpunkt der späteren Bearbeitung der Kontur.
Y	-100		

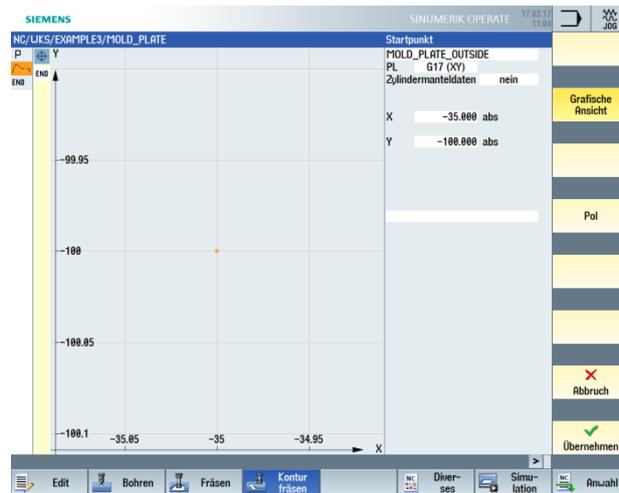


Bild 8-4 Startpunkt eingeben

**Hinweis:**

Sie beschreiben hier nur die Werkstück-Kontur. Der Anfahrweg und der Abfahrweg werden erst später definiert.



Übernehmen Sie die eingegebenen Werte.



Geben Sie in der Eingabemaske folgende Werte für die Gerade ein:

Feld	Wert	Auswahl über Toggle-Taste	Hinweise
Y	35 abs	X	Das erste Kontur-Element ist eine senkrechte Strecke und hat den Endpunkt bei Y = 20. Die nachfolgende Kreis-Kontur können Sie in diesem Dialog sehr einfach als Übergangselement zur nächsten Geraden angeben. Der theoretische Endpunkt der Geraden liegt daher bei Y=35.
Übergang zum Folgeelement	Radius	X	
R	15		

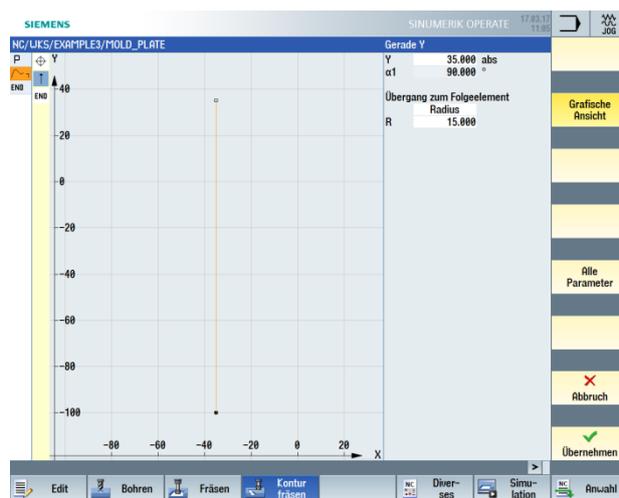


Bild 8-5 Kontur Strecke senkrecht eingeben



Übernehmen Sie die eingegebenen Werte.



Geben Sie in der Eingabemaske folgende Werte für die waagerechte Gerade ein:

Feld	Wert	Auswahl über Toggle-Taste	Hinweise
X	35 abs	X	
R	15		Der Radius wird wieder als Verrundung angegeben.

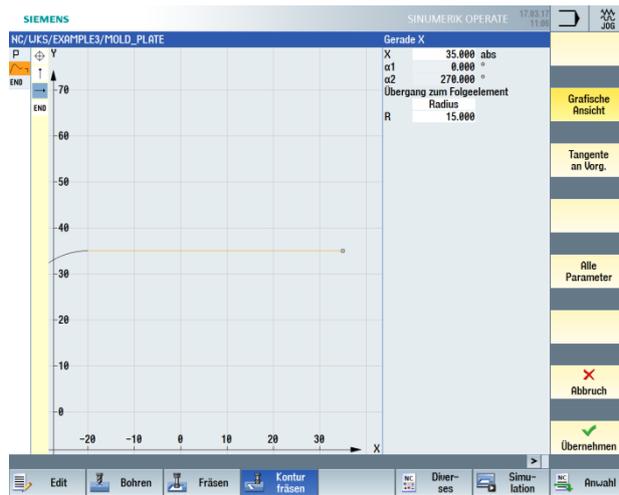


Bild 8-6 Kontur Strecke waagrecht eingeben



Übernehmen Sie die eingegebenen Werte.



Geben Sie in der Eingabemaske folgende Werte für die senkrechte Gerade ein:

Feld	Wert	Auswahl über Toggle-Taste	Hinweise
Y	-100 abs	X	

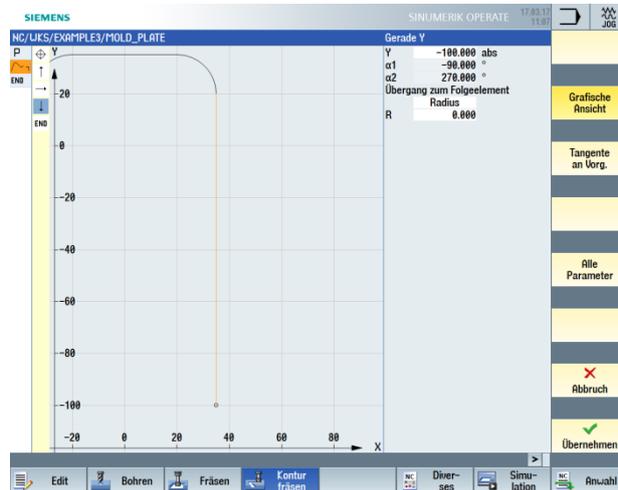


Bild 8-7 Kontur Strecke senkrecht eingeben



Übernehmen Sie die eingegebene Kontur.

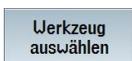


Übernehmen Sie die Kontur in den Arbeitsplan.

Um die erstellte Kontur zu bearbeiten, müssen Sie nun die folgenden Arbeitsschritte anlegen. Gehen Sie dabei wie folgt vor:



Wählen Sie den Softkey "Bahnfräsen" an.



Öffnen Sie die Werkzeugliste und wählen Sie den "CUTTER32" an.



Übernehmen Sie das Werkzeug in das Programm.

Geben Sie in der Eingabemaske folgende Werte für das Schruppen ein:

Feld	Wert	Auswahl über Toggle-Taste	Hinweise
F	0.15 mm/Zahn	X	
V	120 m/min	X	
Bearbeitung	Schruppen vorwärts	X X	Ab ShopMill V6.4 können Sie auch rückwärts gegen die Konstruktionsrichtung fräsen.
Radiuskorrektur	links	X	Das Werkzeug soll links von der Kontur verfahren.
Z0	0		
Z1	10 ink	X	Schalten Sie die Tiefe Z1 auf "ink" um. Das hat den Vorteil, dass immer nur die eigentliche Tiefe der Tasche ohne Vorzeichen eingegeben werden kann. Dieses erleichtert Ihnen besonders bei geschachtelten Taschen die Eingabe.
DZ	5		
UZ	0.3		
UXY	0.3		
Anfahren	Gerade	X	Das Anfahren kann wahlweise in einem Viertelkreis, einem Halbkreis, Senkrecht oder auf einer Geraden geschehen. Hier ist es sinnvoll, wenn Sie die Kontur tangential auf einer Geraden anfahren.
L1	5		Bei der Anfahrlänge L1 müssen Sie den Fräserradius nicht berücksichtigen. Dieser wird von ShopMill automatisch verrechnet.
FZ	0.1 mm/Zahn	X	
Abfahren	Gerade	X	
L2	5		
Abhebemodus	Auf Rückzugsebene	X	

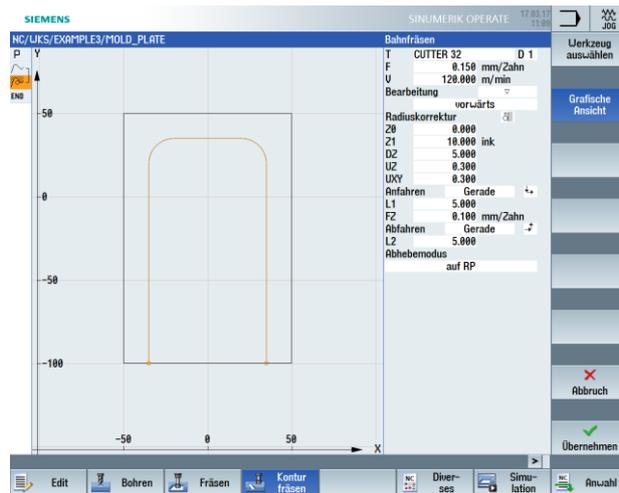


Bild 8-8 Kontur schruppen



Übernehmen Sie die eingegebenen Werte.



Geben Sie in der Eingabemaske folgende Werte für das Schlichten ein:

Feld	Wert	Auswahl über Toggle-Taste	Hinweise
F	0.08 mm/Zahn	X	
V	150 m/min	X	
Bearbeitung	Schlichten		

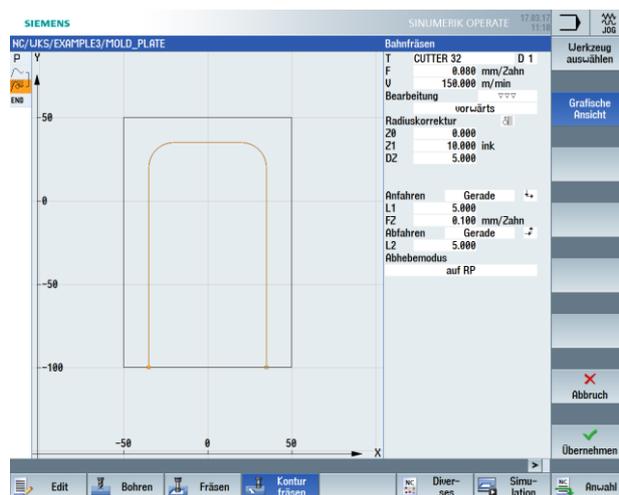


Bild 8-9 Kontur schlichten



Übernehmen Sie die eingegebenen Werte.

Im Arbeitsschritteditor werden die beiden Bearbeitungsschritte verkettet.

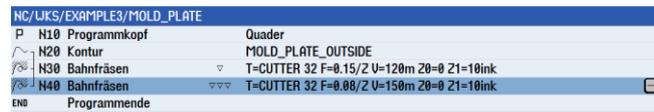


Bild 8-10 Verkettung der Arbeitsschritte im Arbeitsplan



Die nachfolgende Simulation zeigt Ihnen den Ablauf der Fertigung zur Kontrolle, bevor Sie das Werkstück fertigen.

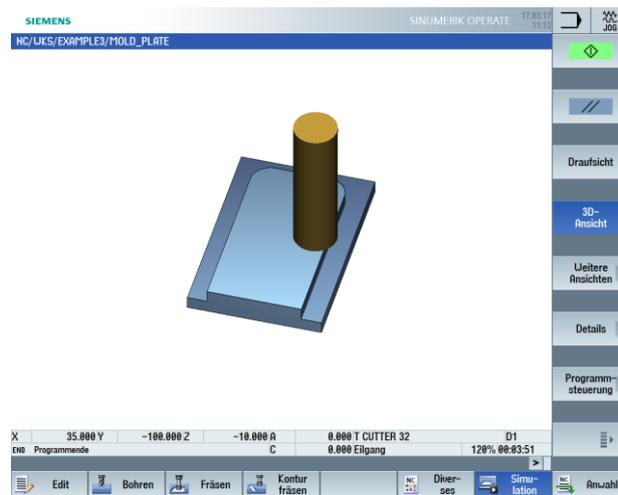


Bild 8-11 Simulation – Kontur außen

## 9.3 Ausräumen, Restmaterial und Schichten von Konturtaschen

### Bedienfolgen

Über die folgenden Schritte geben Sie die Taschenkontur ein. Anschließend wird die Tasche ausgeräumt und geschlichtet.

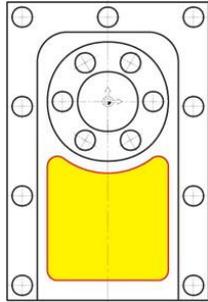


Bild 8-12 Taschenkontur



Wählen Sie den Softkey "Kontur fräsen" an.



Wählen Sie den Softkey "Neue Kontur" an. Geben Sie für die Kontur den Namen "MOLD\_PLATE\_Inside" ein.

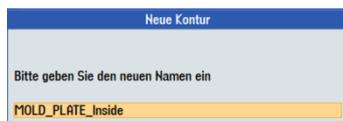


Bild 8-13 Kontur "MOLD\_PLATE\_Inside" anlegen



Übernehmen Sie die Eingabe.

Geben Sie in der Eingabemaske folgende Werte für den Startpunkt ein:

Feld	Wert	Auswahl über Toggle-Taste	Hinweise
X	0 abs		
Y	-90 abs		

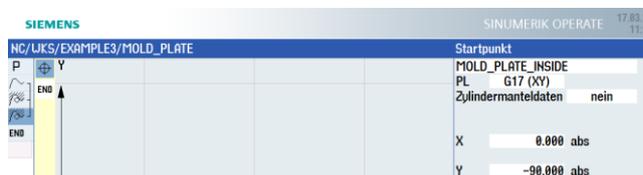


Bild 8-14 Startpunkt eingeben



Übernehmen Sie die eingegebenen Werte.



Geben Sie in der Eingabemaske folgende Werte für die waagerechte Gerade ein:

Feld	Wert	Auswahl über Toggle-Taste	Hinweise
X	25 abs	X	Geben Sie zur Übung den ersten Bogen nicht als Verrundung, sondern als separates Element ein. Konstruieren Sie die Gerade deshalb nur bis X25.

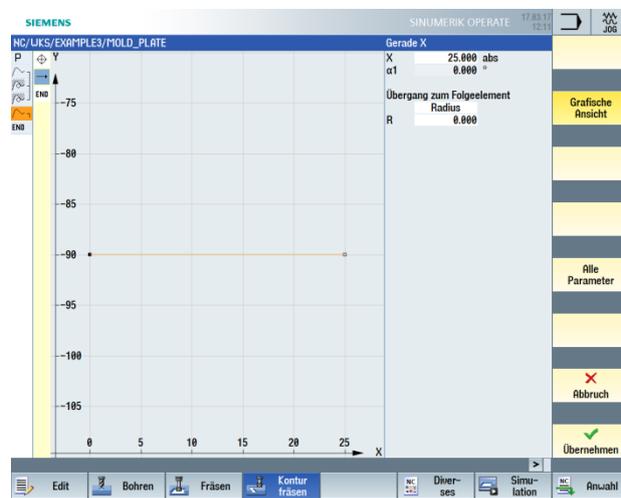


Bild 8-15 Kontur Strecke waagrecht eingeben



Übernehmen Sie die eingegebenen Werte.



Geben Sie in der Eingabemaske folgende Werte für den Bogen ein:

Feld	Wert	Auswahl über Toggle-Taste	Hinweise
Drehrichtung	Links	X	
R	5		
X	30 abs	X	
Y	-85 abs	X	

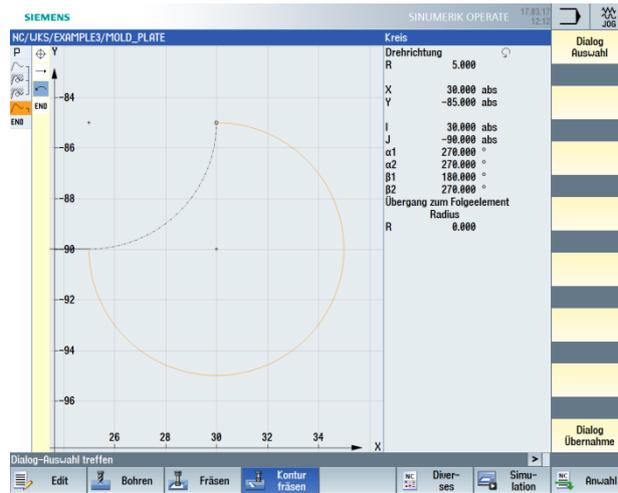
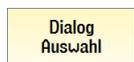


Bild 8-16 Kontur Bogen (rechts unten)



Nach Eingabe des Y-Endpunktes ergeben sich zwei Konstruktionslösungen. Über den Softkey „Dialog Auswahl“ wählen Sie die gewünschte Lösung aus. Dabei wird die ausgewählte Lösung orange und die Alternativlösung schwarz gepunktet dargestellt.

Dialog  
Übernahme

Übernehmen Sie die Auswahl. Der Geometrieprozessor erkennt automatisch, dass sich der programmierte Bogen tangential an die Gerade anschließt. Der Softkey "Tangente an Vorg." wird invers (d. h. gedrückt) dargestellt.

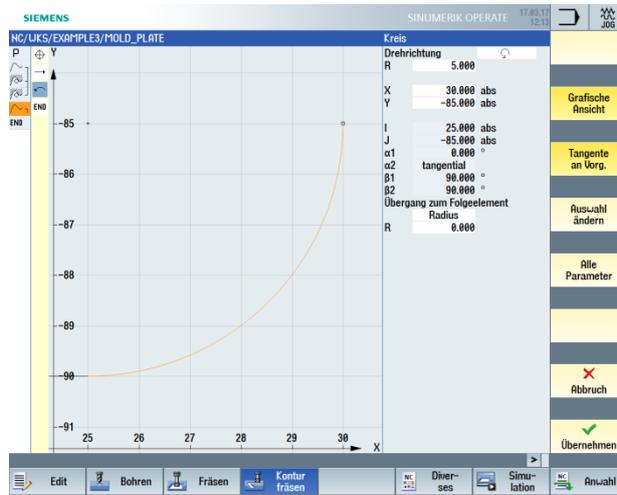


Bild 8-17 Kontur Bogen – nach Auswahl

Übernehmen

Übernehmen Sie die eingegebenen Werte.



Geben Sie in der Eingabemaske folgende Werte für die Gerade senkrecht ein:

Feld	Wert	Auswahl über Toggle-Taste	Hinweise
Y	-20 abs	X	Der Endpunkt der Geraden ist bekannt. Der Übergang zum R36 wird mit R5 verrundet.
Übergang zum Folgeelement	Radius 5	X	

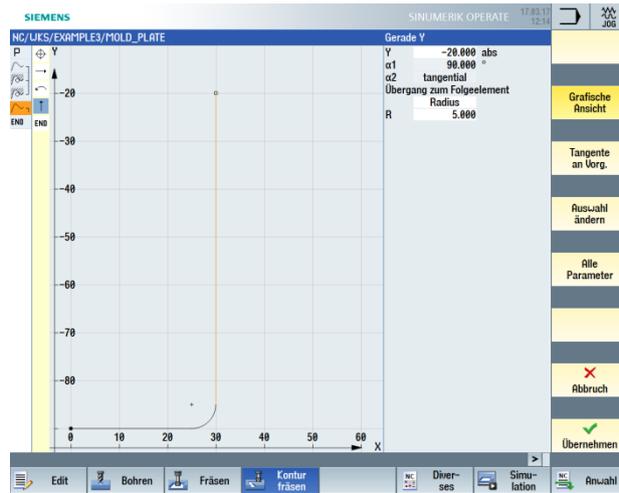


Bild 8-18 Kontur Strecke senkrecht eingeben



Übernehmen Sie die eingegebenen Werte.



Geben Sie in der Eingabemaske folgende Werte für den Bogen ein:

Feld	Wert	Auswahl über Toggle-Taste	Hinweise
Drehrichtung	Rechts	X	
R	36		
X	-30 abs	X	
Y	-20 abs	X	
Übergang zum Folgeelement	Radius 5	X	

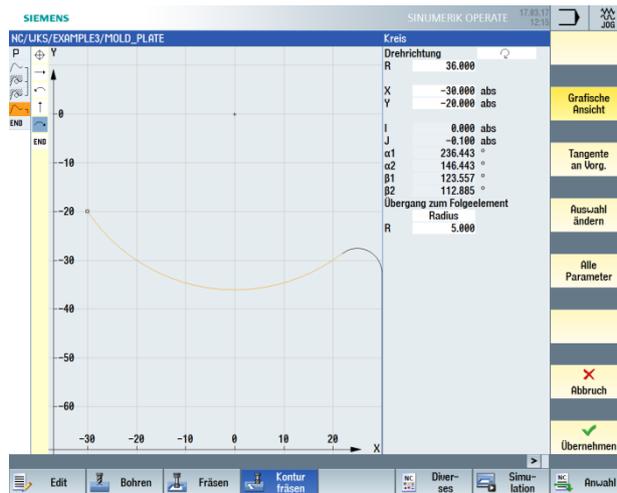


Bild 8-19 Kontur Bogen eingeben



Übernehmen Sie die eingegebenen Werte.



Geben Sie in der Eingabemaske folgende Werte für die Gerade senkrecht ein:

Feld	Wert	Auswahl über Toggle-Taste	Hinweise
Y	-90 abs	X	
Übergang zum Folgeelement	Radius 5	X	Geben Sie den Radius R5 als Verrundung an.

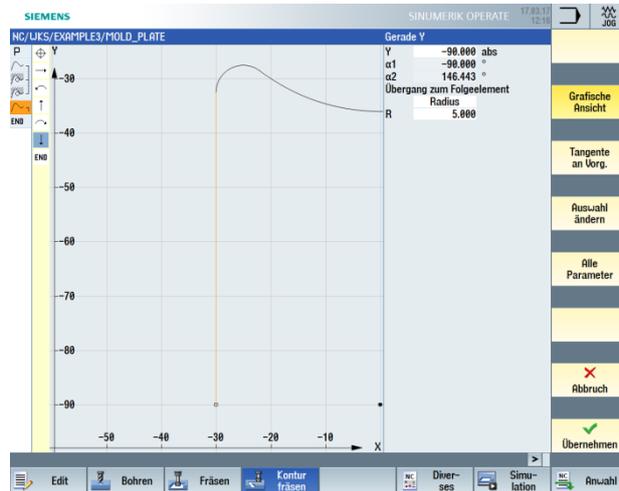


Bild 8-20 Kontur Strecke senkrecht eingeben



Übernehmen Sie die eingegebenen Werte.



Schließen Sie die Kontur. Damit ist die Taschenkontur komplett beschrieben.

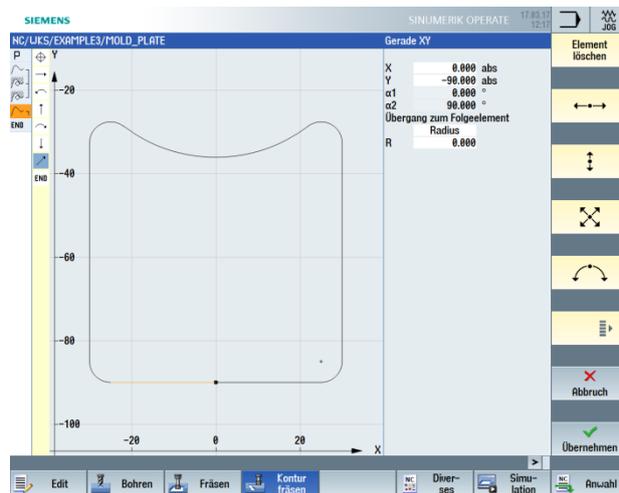


Bild 8-21 Kontur schließen



Übernehmen Sie die Kontur in den Arbeitsplan.

Tasche

Wählen Sie den Softkey "Tasche" an.

Werkzeug  
auswählen

Öffnen Sie die Werkzeugliste und wählen Sie den "CUTTER20" an.

Übernehmen

Übernehmen Sie das Werkzeug in das Programm.

**Hinweis:**

Die Fertigungsrichtung der Tasche wurde bereits im Programmkopf festgelegt. In diesem Fall wurde die Einstellung "Gleichlauf" gewählt.

Geben Sie in der Eingabemaske folgende Werte für das Schruppen ein:

Feld	Wert	Auswahl über Toggle-Taste	Hinweise
F	0.15 mm/Zahn	X	
V	120 m/min	X	
Bearbeitung	Schruppen	X	
Z0	0		
Z1	15 ink	X	Wenn Sie die Bearbeitungstiefe inkremental eingeben, müssen Sie die Tiefe positiv eintragen.
DXY	50 %	X	
DZ	5		
UXY	0.3		
UZ	0.3		
Startpunkt	Automatisch	X	Wenn Sie für Startpunkt (Eintauchposition) die Einstellung "auto" wählen, so wird dieser von ShopMill festgelegt.
Eintauchen	Helikal	X	Stellen Sie das Eintauchen auf helikal ein, mit einer Steigung und einem Radius von jeweils 2 mm.
EP	2 mm/U	X	
ER	2		
Abhebemodus	Auf Rückzugsebene	X	

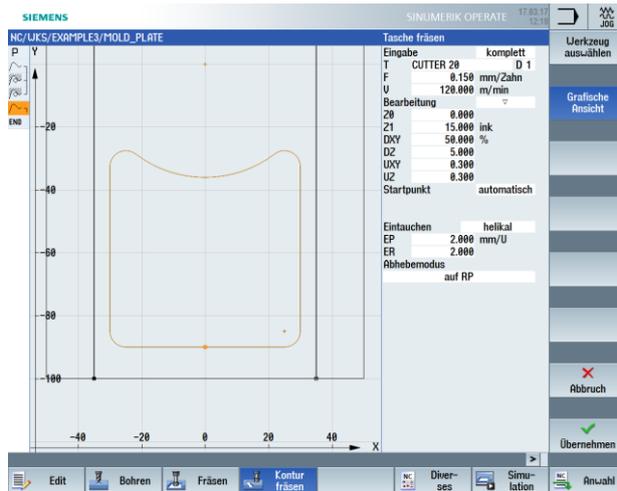


Bild 8-22 Tasche schrumpfen



Übernehmen Sie die eingegebenen Werte.



Wählen Sie den Softkey "Tasche Restmaterial" an. Da der 20er Fräser die Radien R5 nicht bearbeiten kann, bleibt in den Ecken Material stehen. Mit der Funktion "Tasche Restmaterial" werden die noch nicht bearbeiteten Bereiche punktgenau weggeschruppt.



Öffnen Sie die Werkzeugliste und wählen Sie den "CUTTER10" an.



Übernehmen Sie das Werkzeug in das Programm.

Geben Sie in der Eingabemaske folgende Werte ein:

Feld	Wert	Auswahl über Toggle-Taste	Hinweise
F	0.1 mm/Zahn	X	
V	120 m/min	X	
Bearbeitung	Schruppen	X	
DXY	50 %		Die maximale Zustellung in der Ebene soll bei 50 % liegen.
DZ	5		

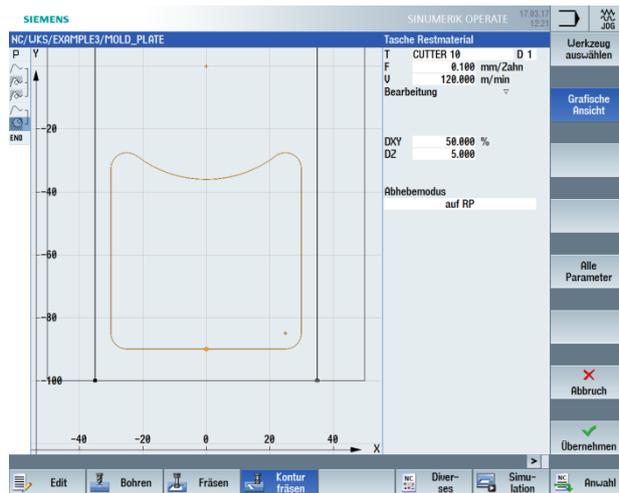


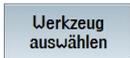
Bild 8-23 Tasche Restmaterial bearbeiten



Übernehmen Sie die eingegebenen Werte.



Wählen Sie den Softkey "Tasche" an.



Öffnen Sie die Werkzeugliste und wählen Sie den "CUTTER10" an.



Übernehmen Sie das Werkzeug in das Programm.

Geben Sie in der Eingabemaske folgende Werte zur Überarbeitung der Tasche ein:

Feld	Wert	Auswahl über Toggle-Taste	Hinweise
F	0.08 mm/Zahn	X	
V	150 m/min	X	
Bearbeitung	Boden	X	
UXY			Bei den Werten in den Feldern Schlichtaufmaß in der Ebene (UXY) und Schlichtaufmaß in der Tiefe (UZ) muss das vorher beim Schruppen eingegebene Aufmaß eingestellt bleiben. Dieser Wert ist für die automatische Berechnung der Verfahrswege von Bedeutung.

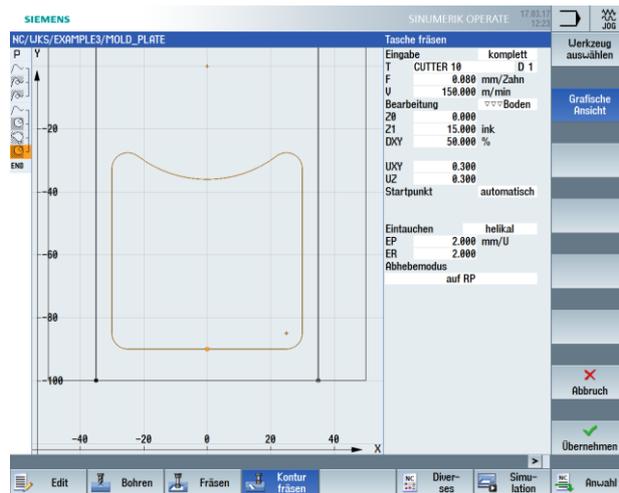


Bild 8-24 Tasche schlichten



Übernehmen Sie die eingegebenen Werte.



Wählen Sie den Softkey "Tasche" an.

Geben Sie in der Eingabemaske folgenden Wert für das Zerspanen des Restmaterials auf der Kontur ein:

Feld	Wert	Auswahl über Toggle-Taste	Hinweise
Bearbeitung	Rand	X	

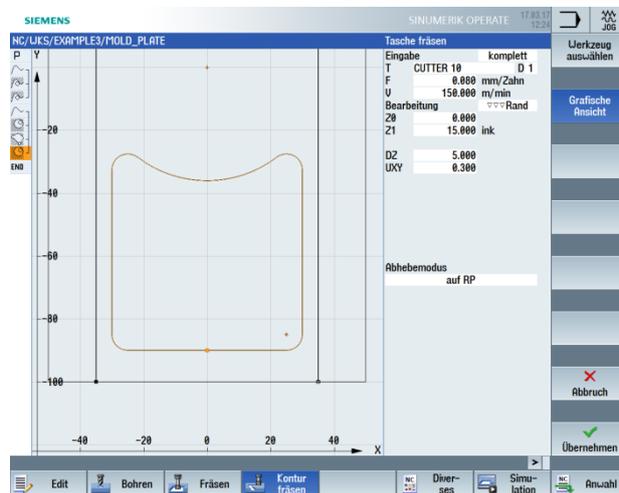


Bild 8-25 Rand schlichten



Übernehmen Sie die eingegebenen Werte.

## 9.4 Bearbeitung auf mehreren Ebenen

Bedienfolgen

Fräsen Sie die 60er Kreistasche wie im Beispiel "INJECTION\_FORM" in zwei Arbeitsschritten.

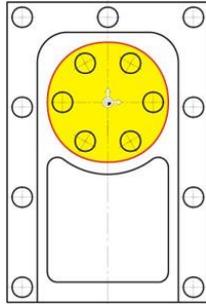


Bild 8-26 Kreistasche

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

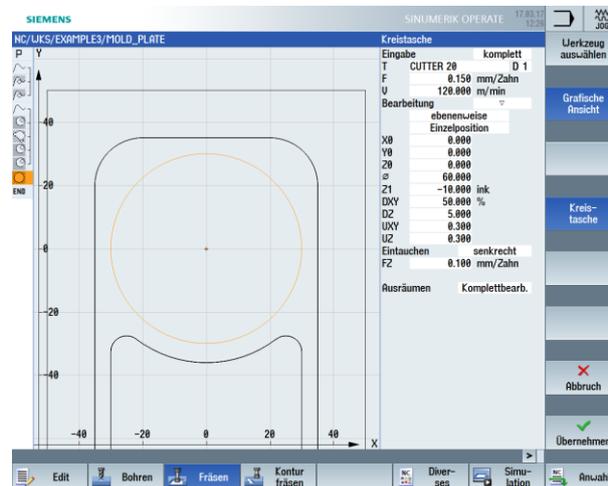


Bild 8-27 Kreistasche schruppen

2. Im zweiten Arbeitsschritt wird die Tasche mit demselben Werkzeug geschlichtet.

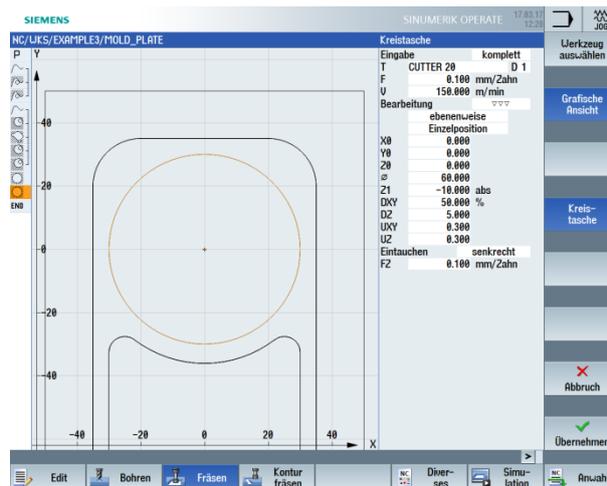


Bild 8-28 Kreistasche schlichten

Über die folgenden Schritte geben Sie die Bearbeitung der innen liegenden Kreistasche ein. Die Kreistasche wird bis auf eine Tiefe von -20 mm bearbeitet.

**Hinweis:**

Die Starttiefe liegt nun nicht mehr bei 0 mm, sondern bei -10 mm!

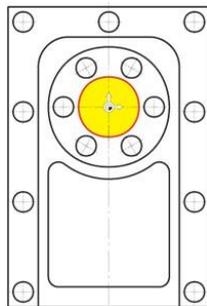
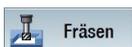


Bild 8-29 Innen liegende Kreistasche



Wählen Sie den Softkey "Fräsen" an.



Wählen Sie den Softkey "Tasche" an.

Kreis-  
tasche

Geben Sie in der Eingabemaske folgende Werte für die Bearbeitung der Kreistasche ein:

Feld	Wert	Auswahl über Toggle-Taste	Hinweise
F	0.15 mm/Zahn	X	
V	120 m/min	X	
Bearbeitung	Schruppen	X	
X0	0		
Y0	0		
Z0	-10		
∅	30		
Z1	-20 abs	X	
DXY	50 %	X	
DZ	5		
UXY	0.3		
UZ	0.3		
Eintauchen	Senkrecht	X	
FZ	0.1 mm/Zahn	X	

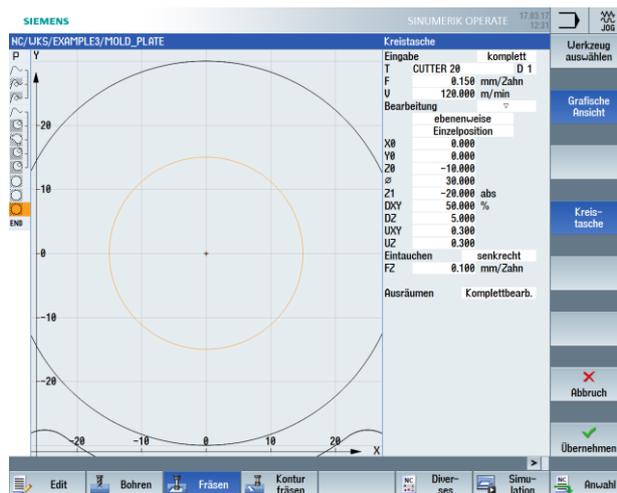


Bild 8-30 Innen liegende Kreistasche schrappen

Übernehmen

Übernehmen Sie die eingegebenen Werte.

Fräsen

Wählen Sie den Softkey "Fräsen" an.

Tasche

Wählen Sie den Softkey "Tasche" an.

Kreis-  
tasche

Geben Sie in der Eingabemaske folgende Werte für die Bearbeitung der Kreistasche ein:

Feld	Wert	Auswahl über Toggle-Taste	Hinweise
F	0.08 mm/Zahn	X	
V	150 m/min	X	

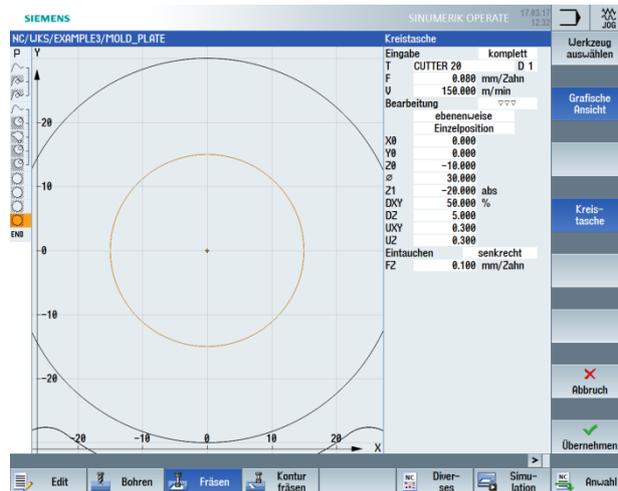


Bild 8-31 Innen liegende Kreistasche schlichten

Übernehmen

Übernehmen Sie die eingegebenen Werte.

Simulation

Starten Sie die Simulation.

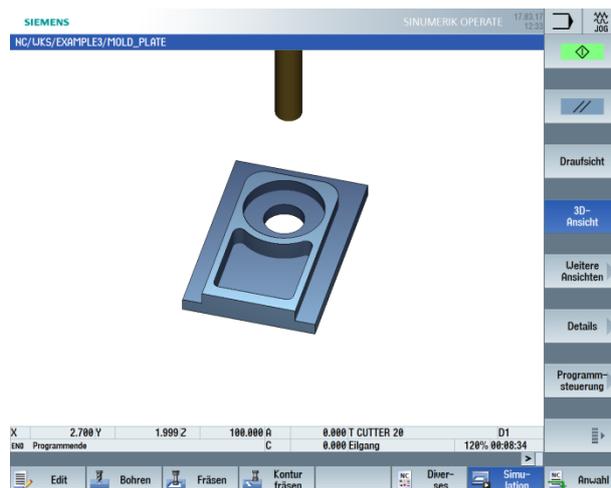


Bild 8-32 Simulation in 3D-Ansicht

## 9.5 Berücksichtigung von Hindernissen

### Bedienfolgen

Wie Sie schon im Beispiel 1 gelernt haben, können auch bei diesem Werkstück verschiedene Bohrmuster miteinander verkettet werden. Hier müssen Sie jedoch darauf 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 – gemäß Ihrer Einstellung.

Erstellen Sie zunächst die Arbeitsschritte Zentrieren und Bohren analog zu Beispiel 1.

#### 1. Zentrieren

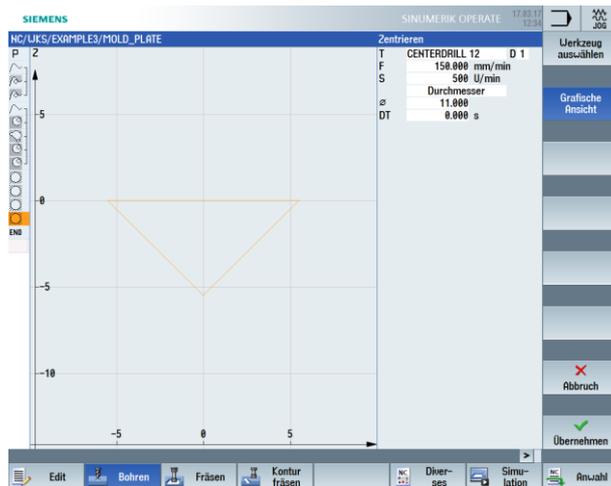


Bild 8-33 Arbeitsschritt zentrieren

#### 2. Bohren

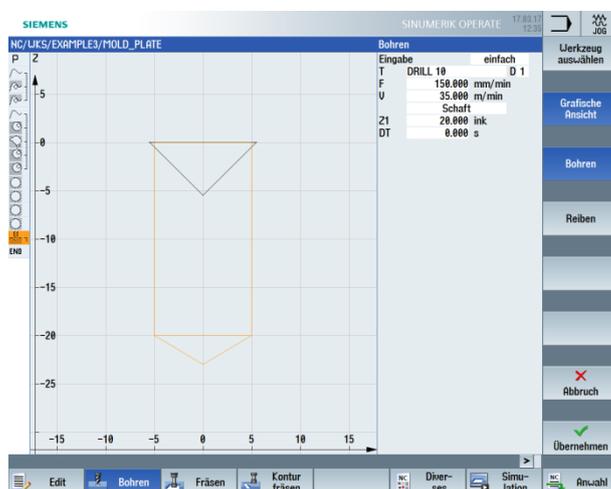


Bild 8-34 Arbeitsschritt bohren

Über die folgenden Schritte geben Sie die zugehörigen Bohrpositionen ein:



Wählen Sie den Softkey "Positionen" an.



Legen Sie zunächst die linke Bohrreihe in der Folge von unten nach oben an.

Geben Sie in der Eingabemaske folgende Werte ein:

Feld	Wert	Auswahl über Toggle-Taste	Hinweise
Muster	Linie	X	
Z0	-10		
X0	-42.5		
Y0	-92.5		
α0	90		
L0	0		
L	45		
N	4		

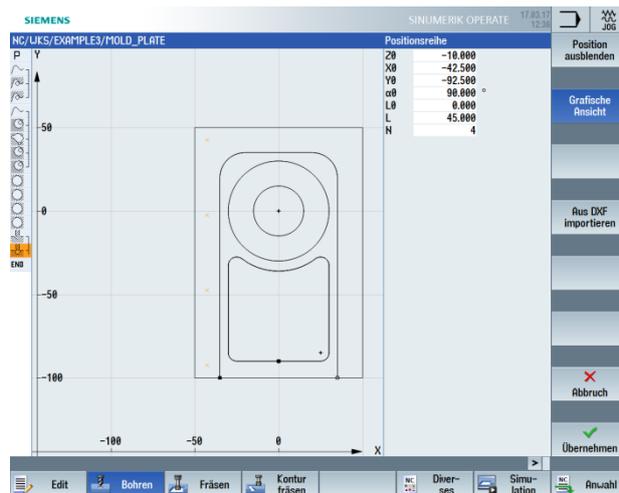


Bild 8-35 Bohrreihe eingeben



Übernehmen Sie die eingegebenen Werte.



Wählen Sie den Softkey "Positionen" an.

Hindernis

Geben Sie über die Funktion Hindernis einen Verfahrensweg von 1 mm ein, da als Nächstes die rechte Bohrreihe zu Übungszwecken ebenfalls von unten nach oben gebohrt werden soll.

Das Hindernis müssen Sie nur eingeben, wenn Sie zuvor im Programmkopf das Eingabefeld "Rückzug Position-Muster" auf optimiert umgeschaltet haben.

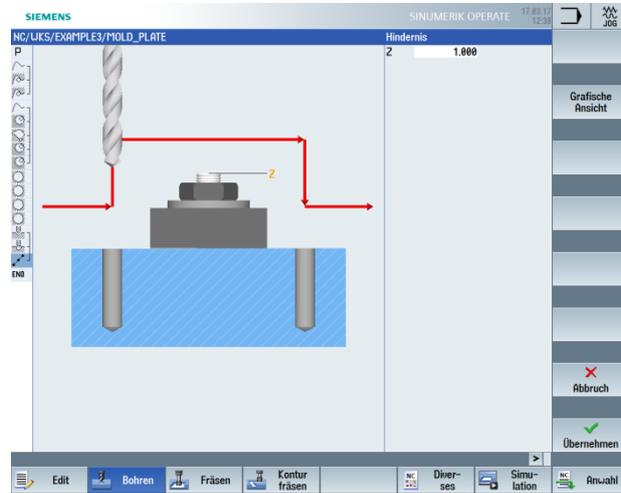


Bild 8-36 Hindernis eingeben

Übernehmen

Übernehmen Sie die eingegebenen Werte.

Positionen

Wählen Sie den Softkey "Positionen" an.

Geben Sie in der Eingabemaske folgende Werte für die zweite Bohrreihe ein:

Feld	Wert	Auswahl über Toggle-Taste	Hinweise
Muster	Linie	X	
Z0	-10		
X0	42.5		
Y0	-92.5		
$\alpha 0$	90		
L0	0		
L	45		
N	4		

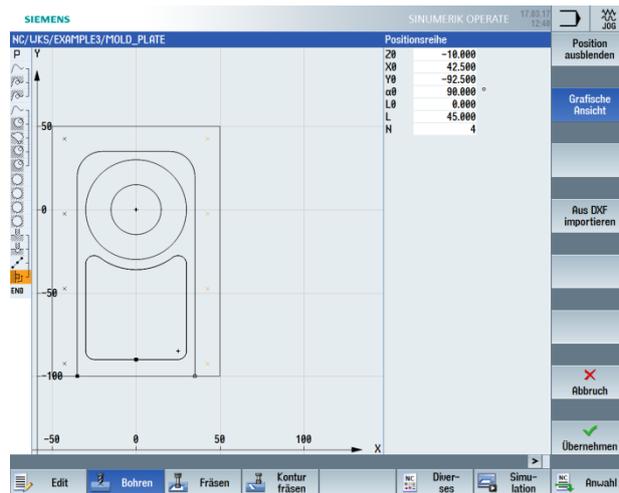


Bild 8-37 Bohrrreihe eingeben



Übernehmen Sie die eingegebenen Werte.



Wählen Sie den Softkey "Positionen" an.



Um zum nächsten Bohrmuster, dem Bohrkreis, zu kommen, muss wiederum ein Hindernis überfahren werden. Geben Sie Z = 1 ein.



Übernehmen Sie den eingegebenen Wert.



Wählen Sie den Softkey "Positionen" an.



Geben Sie in der Eingabemaske diese Werte für die sechs Bohrungen im Vollkreis ein:

Feld	Wert	Auswahl über Toggle-Taste	Hinweise
Muster	Vollkreis	X	
Z0	-10		
X0	0		
Y0	0		
α0	0		
R	22.5		
N	6		
positionieren	Gerade	X	

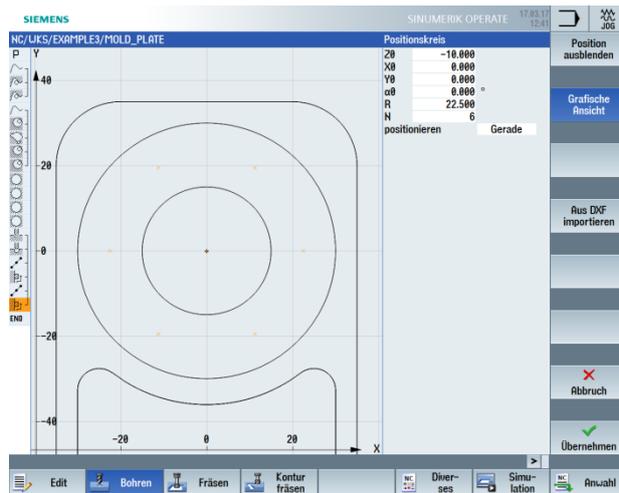


Bild 8-38 Bohrungen Vollkreis eingeben



Übernehmen Sie die eingegebenen Werte.



Wählen Sie den Softkey "Positionen" an.



Um die letzte Bohrung zu fertigen, wird wieder ein Hindernis überfahren. Geben Sie Z = 1 ein.



Übernehmen Sie den eingegebenen Wert.



Wählen Sie den Softkey "Positionen" an.



Geben Sie in der Eingabemaske folgende Werte für die letzten Bohrpositionen ein:

**Hinweis:**

Löschen Sie ggf. bereits vorhandene Positionen mit der DEL-Taste.

Feld	Wert	Auswahl über Toggle-Taste	Hinweise
Muster	Rechtwinklig	X	
Z0	-10		
X0	0		
Y0	42.5		

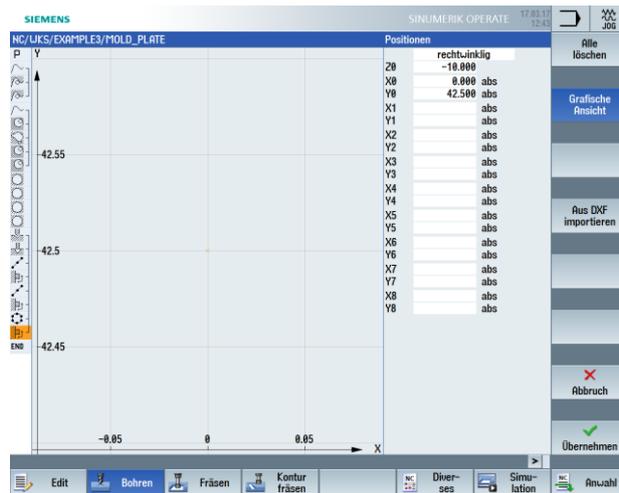


Bild 8-39 Bohrpositionen eingeben



Übernehmen Sie die eingegebenen Werte.

**Hinweis:**

Dieses Programmierbeispiel sollte Sie mit der Funktion Hindernis vertraut machen.

Probieren Sie selbst verschiedene Strategien aus!



Starten Sie die Simulation.



Bild 8-40 Simulation Draufsicht

# 10 Beispiel 4: Hebel

## 10.1 Überblick

### Lernziele

In diesem Kapitel lernen Sie folgende neue Funktionen kennen.

Sie lernen wie Sie:

- Planfräsen
- Umrandungen (Hilfstaschen) für das Ausräumen rund um Inseln erstellen
- Kreis-Inseln erstellen und kopieren
- mit dem Arbeitsschritteditor arbeiten und Inseln fertigen
- Tiefbohren, Helix fräsen, Ausdrehen und Gewindefräsen
- Konturen polar programmieren (ab Version 6.4)

### Aufgabenstellung

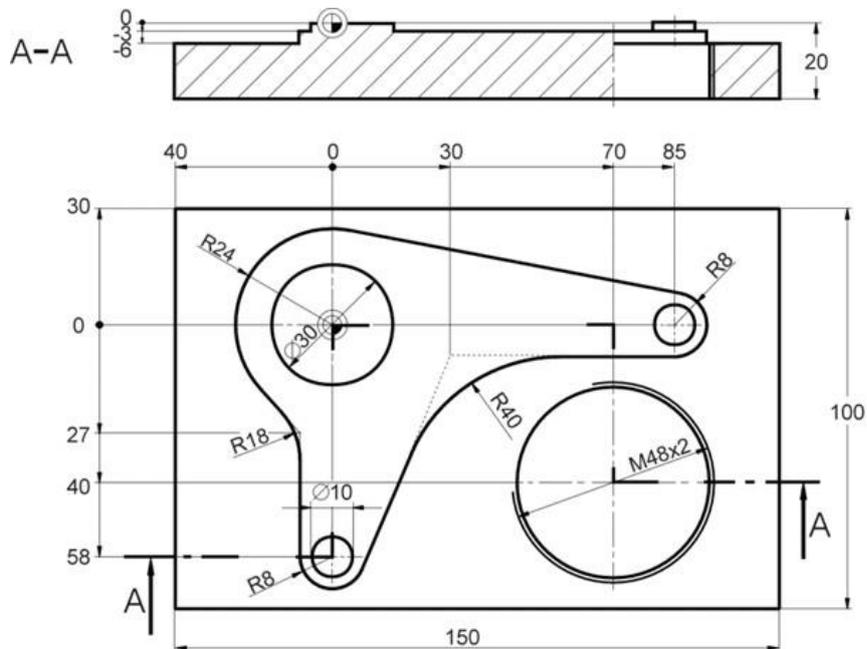


Bild 9-1 Werkstattzeichnung – Beispiel 4



Bild 9-2 Werkstück – Beispiel 4

## Vorbereitung

Führen Sie folgende Schritte selbständig durch:

1. Legen Sie ein neues Werkstück mit dem Namen "Example4" an.
2. Legen Sie einen neuen Arbeitsplan mit dem Namen "LEVER" an.
3. Geben Sie die Rohteil-Maße ein (zur Vorgehensweise vgl. Beispiel 1).

### Hinweis:

Beachten Sie, dass das Rohteil 25 mm dick sein soll und Sie die ZA folglich auf 5 mm setzen müssen.

Nach der Eingabe der Daten sollte der Programmkopf wie in folgender Abbildung aussehen:

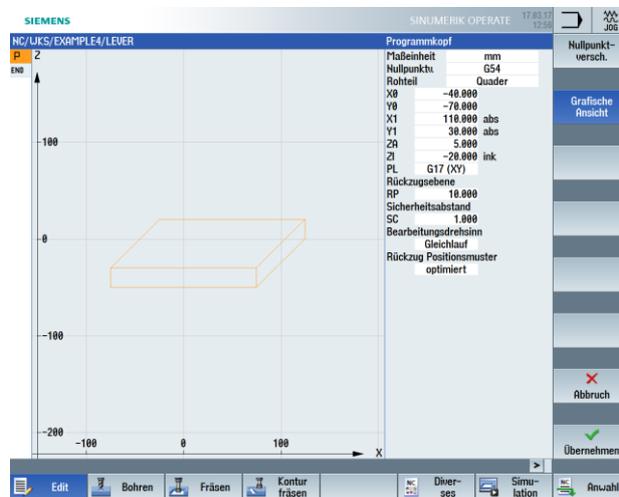


Bild 9-3 Werkstückabmaße im Programmkopf

## 10.2 Planfräsen

### Bedienfolgen



Wählen Sie den Softkey "Fräsen" an.



Wählen Sie den Softkey "Planfräsen" an.



Öffnen Sie die Werkzeugliste und wählen Sie den Planfräser "FACEMILL63" an.



Übernehmen Sie das Werkzeug in das Programm.

Geben Sie in der Eingabemaske folgende Werte für das Schruppen ein:

Feld	Wert	Auswahl über Toggle-Taste	Hinweise
F	0.1 mm/Zahn	X	
V	120 m/min	X	
Bearbeitung	Schruppen	X	
Richtung	Wechselnd	X	
X0	-40		
Y0	-70		
Z0	5		
X1	110 abs	X	
Y1	30 abs	X	
Z1	0 abs	X	
DXY	30 %	X	
DZ	5		
UZ	1		

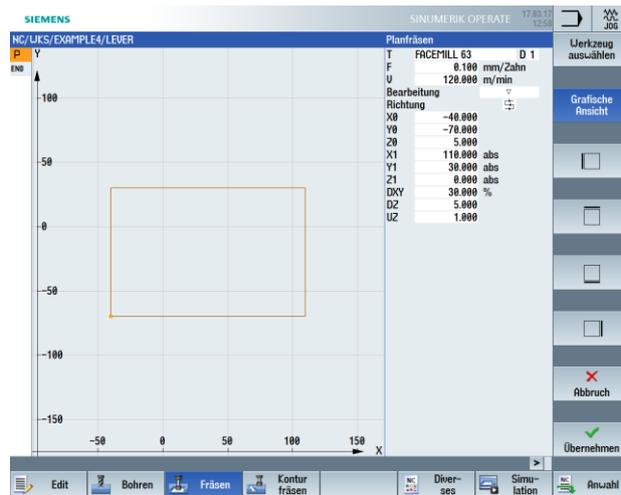


Bild 9-4 Fläche schrappen



Übernehmen Sie die eingegebenen Werte.



Wählen Sie den Softkey "Planfräsen" an.

Geben Sie in der Eingabemaske folgende Werte für das Schlichten ein:

Feld	Wert	Auswahl über Toggle-Taste	Hinweise
F	0.08 mm/Zahn	X	
V	150 m/min	X	
Bearbeitung	Schlichten	X	

**Hinweis:**

Das Schlichtaufmaß muss sowohl beim Schrappen als auch beim Schlichten denselben Wert aufweisen, da beim Schrappen das Aufmaß für die folgende Schlichtbearbeitung und beim Schlichten die noch zu zerspanende Materialdicke gemeint ist.

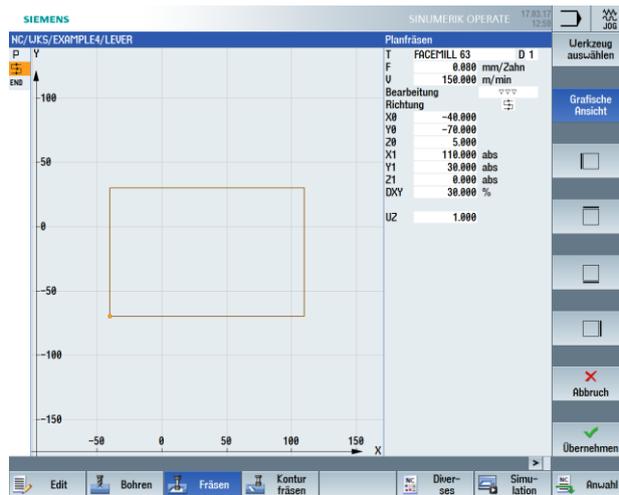


Bild 9-5 Fläche schlichten



Übernehmen Sie die eingegebenen Werte.

## 10.3 Erstellen der Umrandung für die Hebel-Insel

Bedienfolgen

### Hinweis:

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 "LEVER" keine Tasche existiert, müssen Sie eine erdachte Hilfstasche um die Außenkontur herumlegen. Diese dient als notwendige äußere Begrenzung der Verfahrswege und bildet somit den Rahmen, in dem die Werkzeugbewegungen stattfinden.



Wählen Sie den Softkey "Konturfräsen" an.



Legen Sie eine neue Kontur mit dem Namen "LEVER\_Rectangular\_Area" an.

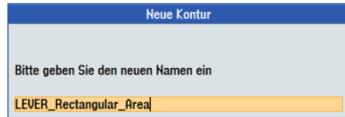


Bild 9-6 Kontur anlegen

Erstellen Sie selbstständig folgende Kontur. Verrunden Sie die Ecken mit R15. Achten Sie darauf, dass Sie die Werte so wählen, dass die Werkstückecken von der Tasche abgedeckt werden.

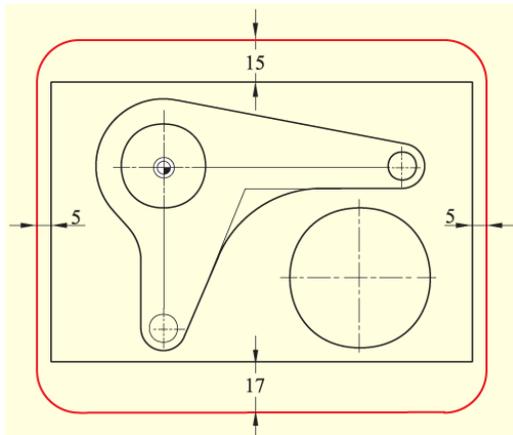


Bild 9-7 Umrandung für Hebel-Insel

Vergleichen Sie Ihre Kontur mit folgender Abbildung:

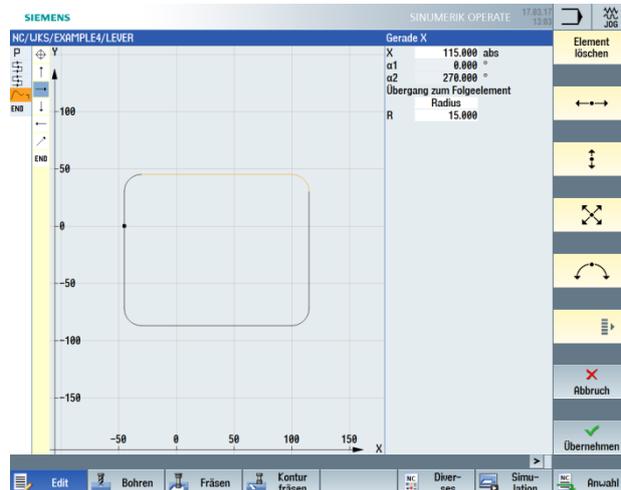


Bild 9-8 Fertig konstruierte Kontur

## 10.4 Fertigung des Hebels

Bedienfolgen

Über die folgenden Schritte geben Sie die Kontur ein:

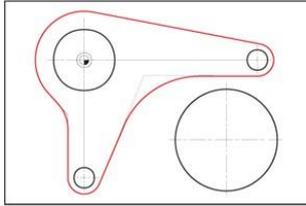


Bild 9-9 Kontur Hebel



Wählen Sie den Softkey "Konturfräsen" an.



Legen Sie eine neue Kontur mit dem Namen "LEVER\_Lever" an.



Bild 9-10 Kontur anlegen

Geben Sie nach der Übernahme in der Eingabemaske folgende Werte für den Startpunkt des Konturzugues ein:

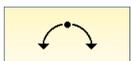
Feld	Wert	Auswahl über Toggle-Taste	Hinweise
X	-24 abs		
Y	0 abs		



Bild 9-11 Startpunkt anlegen



Übernehmen Sie die eingegebenen Werte.



Geben Sie in der Eingabemaske folgende Werte für den ersten Bogen ein:

Feld	Wert	Auswahl über Toggle-Taste	Hinweise
Drehrichtung	Im Uhrzeigersinn	X	
R	24		Radius und Mittelpunkt sind bekannt.
I	0		

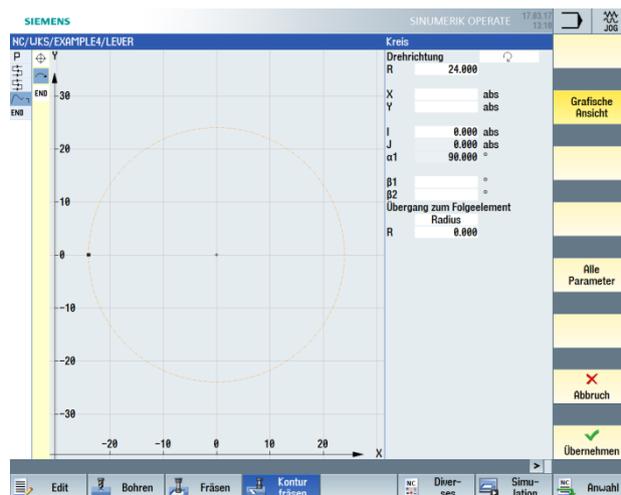


Bild 9-12 Kontur Bogen



Übernehmen Sie die eingegebenen Werte.



Erstellen Sie die Schräge tangential an das Vorgängerelement.



Aktivieren Sie den Softkey "Tangente an Vorgänger".

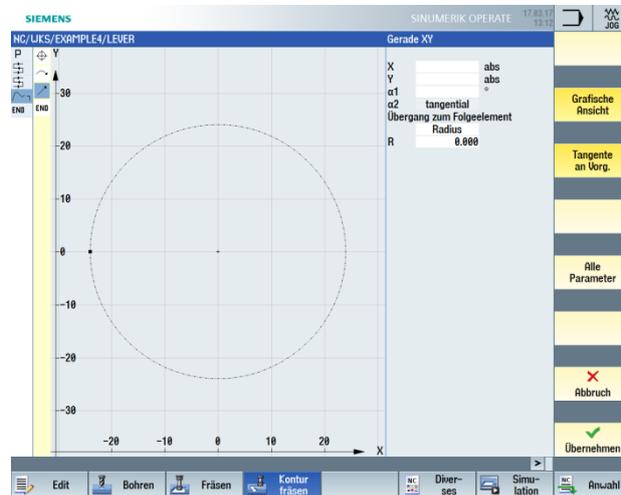


Bild 9-13 Kontur Schräge



Übernehmen Sie die Eingabe.



Geben Sie den tangentialen Kreisbogen ein.



Aktivieren Sie den Softkey "Tangente an Vorgänger".

Geben Sie in der Eingabemaske folgende Werte für den Kreisbogen ein:

Feld	Wert	Auswahl über Toggle-Taste	Hinweise
Drehrichtung	rechts	X	
R	8		Radius, Mittelpunkt und Endpunkt sind bekannt.
X	85 abs	X	
Y	-8 abs	X	
I	85 abs	X	

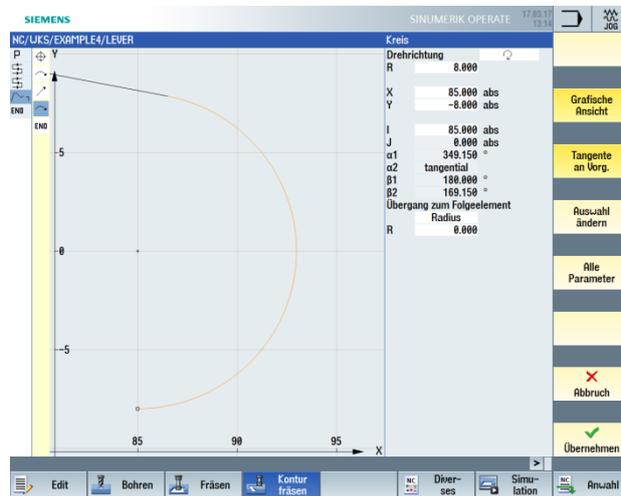


Bild 9-14 Kontur Bogen



Übernehmen Sie den Konturvorschlag.



Übernehmen Sie die eingegebenen Werte.



Geben Sie in der Eingabemaske folgende Werte für die waagerechte Strecke bis zum Endpunkt X30 ein:

Feld	Wert	Auswahl über Toggle-Taste	Hinweise
X	30 abs	X	
R	40		Geben Sie als Radius zum nächsten Element 40 mm ein.

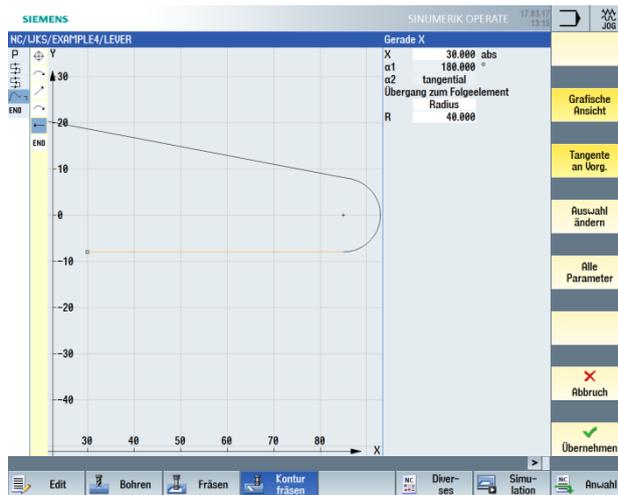


Bild 9-15 Kontur Strecke waagrecht



Übernehmen Sie die eingegebenen Werte.



Beachten Sie für die folgende schräge Strecke unten stehenden Hinweis:

**Hinweis:**

Der tangentielle Übergang wird immer nur auf das Hauptelement bezogen, d. h. in diesem Fall schließt die Gerade nicht tangential an (siehe folgende Abbildung).

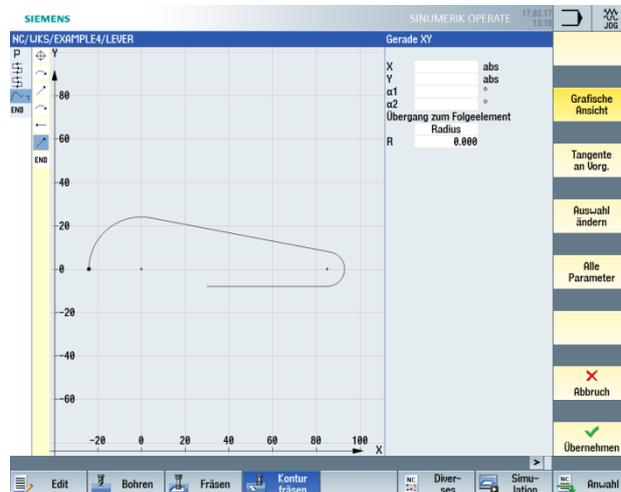
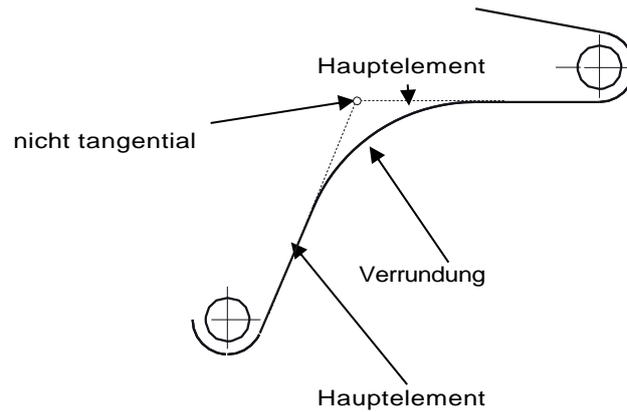


Bild 9-16 Kontur Schräge



Übernehmen Sie die Eingabe.



Geben Sie den tangentialen Kreisbogen ein.



Aktivieren Sie den Softkey "Tangente an Vorgänger".



Aktivieren Sie den Softkey "Alle Parameter".

Mit der Funktion "Alle Parameter" erhalten Sie ausführliche Informationen über den Bogen.

Dieser kann zum Beispiel als Kontrolle der eingegebenen Werte dienen (z. B.: Endet der Bogen senkrecht?).

Geben Sie in der Eingabemaske folgende Werte für den Kreisbogen ein:

Feld	Wert	Auswahl über Toggle-Taste	Hinweise
Drehrichtung	rechts	X	
R	8		
Y	-58 abs		
I	0 abs		
J	-58 abs		

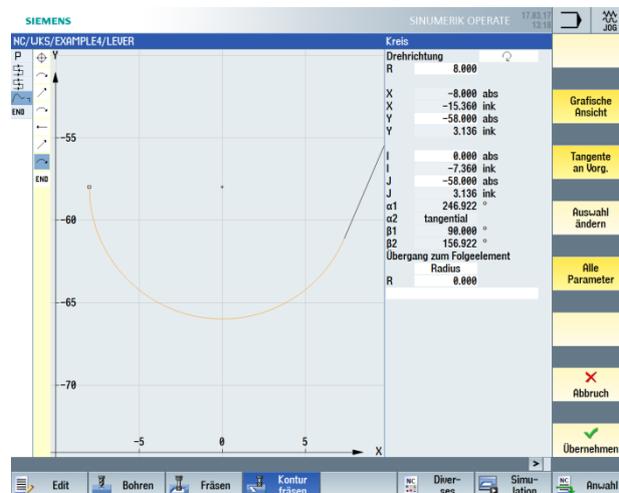


Bild 9-17 Kontur Bogen



Wählen Sie den gewünschten Konturvorschlag aus.



Übernehmen Sie den Konturvorschlag.



Übernehmen Sie die Eingabe.



Geben Sie die senkrechte Strecke (automatisch tangential) bis zum Endpunkt Y-27 ein.



Aktivieren Sie den Softkey "Tangente an Vorgänger".

Geben Sie in der Eingabemaske folgende Werte ein:

Feld	Wert	Auswahl über Toggle-Taste	Hinweise
Y	-27 abs	X	
R	18	X	Verrunden Sie den Übergang in die nächste Gerade mit R18.

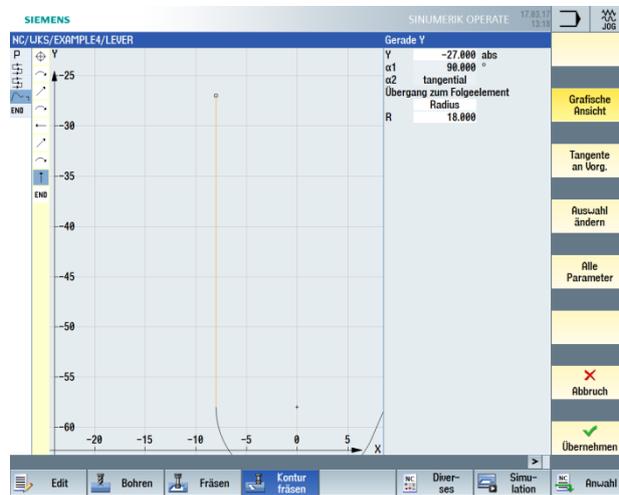


Bild 9-18 Kontur Strecke senkrecht



Übernehmen Sie die eingegebenen Werte.



Geben Sie die Schräge ein.

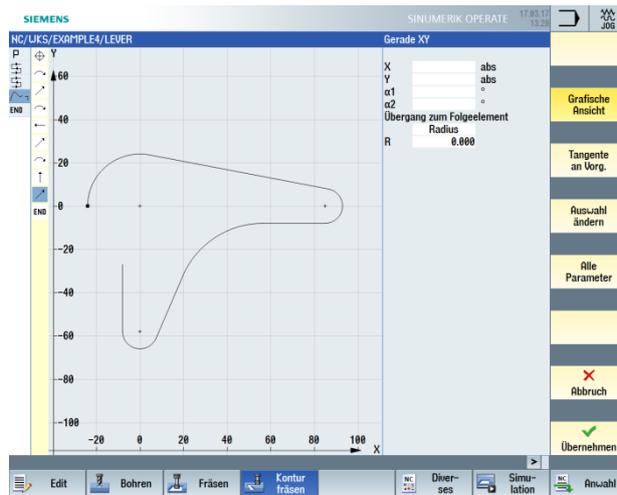


Bild 9-19 Kontur Schräge



Übernehmen Sie die Eingabe.



Schließen Sie mit einem Bogen die Kontur zum Startpunkt.



Aktivieren Sie den Softkey "Tangente an Vorgänger".

Geben Sie in der Eingabemaske folgende Werte für den Startpunkt des Konturzuges ein:

Feld	Wert	Auswahl über Toggle-Taste	Hinweise
R	24		
X	-24	X	
Y	0	X	
I	0	X	

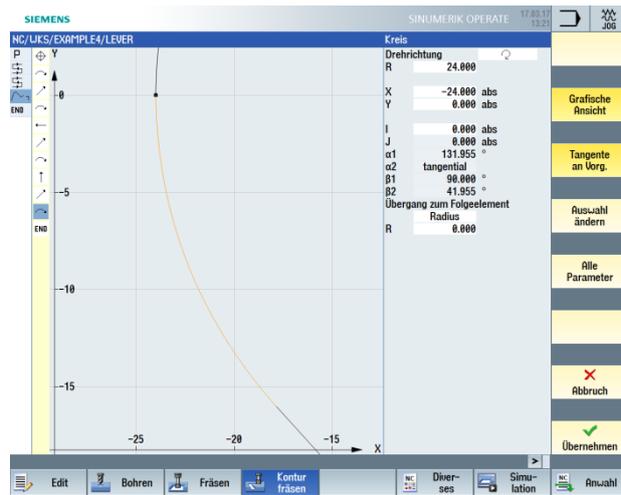


Bild 9-20 Kontur Bogen



Übernehmen Sie die eingegebenen Werte.



Übernehmen Sie die Kontur.

Über die folgenden Schritte schrappen und schlichten Sie die Tasche unter Berücksichtigung der Hebel-Kontur:

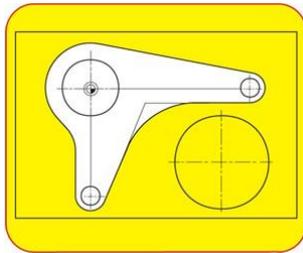
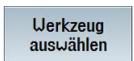


Bild 9-21 Schrappen und Schlichten um den Hebel herum



Wählen Sie den Softkey "Tasche" an.



Öffnen Sie die Werkzeugliste und wählen Sie den Planfräser "CUTTER20" an.



Übernehmen Sie das Werkzeug in das Programm.

Geben Sie in der Eingabemaske folgende Werte für das Schrappen ein:

Feld	Wert	Auswahl über Toggle-Taste	Hinweise
F	0.15 mm/Zahn	X	
V	120 m/min	X	
Bearbeitung	Schrappen	X	
Z0	0		
Z1	6 ink	X	
DXY	50 %	X	Geben Sie die maximale Zustellung in der Ebene hier in % an.
DZ	6		
UXY	0		
UZ	0.3		
Startpunkt	Automatisch	X	
Eintauchen	Senkrecht	X	
FZ	0.15 mm/Zahn	X	
Abhebemodus	Auf RP	X	

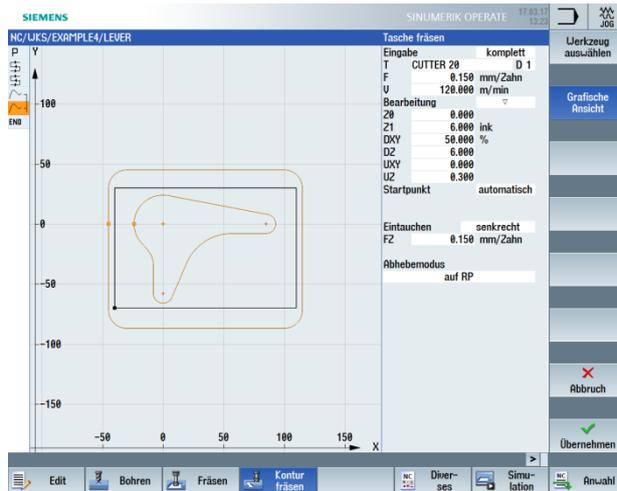


Bild 9-22 Kontur schrumpfen



Übernehmen Sie die eingegebenen Werte.



Wählen Sie den Softkey "Tasche" an.

Geben Sie in der Eingabemaske folgende Werte für das Schichten ein:

Feld	Wert	Auswahl über Toggle-Taste	Hinweise
F	0.08 mm/Zahn	X	
V	150 m/min	X	
Bearbeitung	Schichten Boden	X	
Z0	0		
Z1	6 ink	X	
DXY	50 %	X	Geben Sie die maximale Zustellung in der Ebene hier in % an.
UXY	0		
UZ	0.3		
Startpunkt	Manuell	X	
XS	70		
YS	-40		
Eintauchen	Senkrecht	X	
Abhebemodus	Auf RP	X	

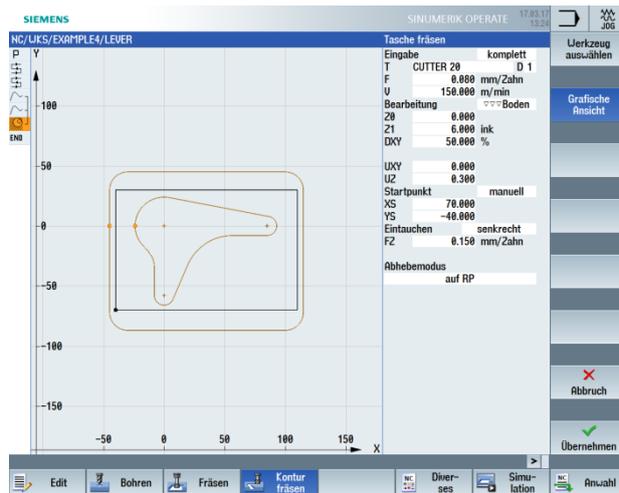


Bild 9-23 Boden schichten



Übernehmen Sie die eingegebenen Werte.

## 10.5 Erstellen der Umrandung für die Kreis-Insel

Bedienfolgen

Erstellen Sie eigenständig die Umrandung als Verfahrenwegbegrenzung für das Fräsen. Fräsen Sie auf eine Tiefe von -3.

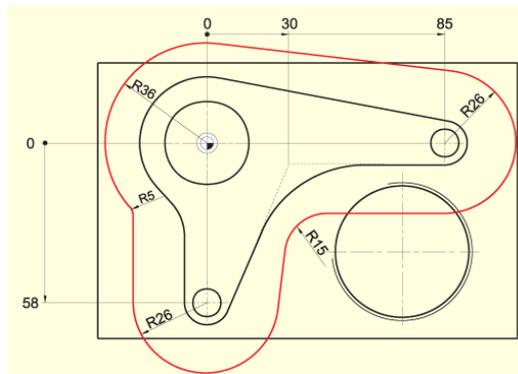


Bild 9-24 Kontur Umrandung für die Kreisinseln

### Hinweis:

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.



Wählen Sie den Softkey "Konturfräsen" an.



Legen Sie eine neue Kontur mit dem Namen "LEVER\_Lever\_Area" an.

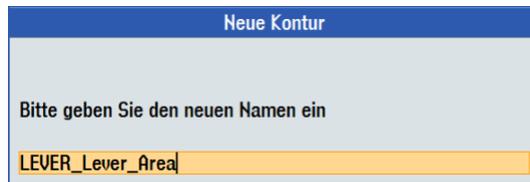


Bild 9-25 Kontur anlegen

Konstruieren Sie die Begrenzung der Verfahrswege, wie oben beschrieben, so um die Werkstückkontur herum, dass der 20er Fräser überall zwischen der Begrenzung und den Inseln durchpasst. Geben Sie diese Begrenzungskontur in der gleichen Weise, wie die Hebelkontur, ein.

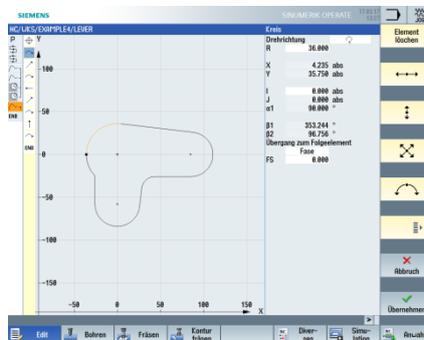


Bild 9-26 Konturabschnitt Bogen links

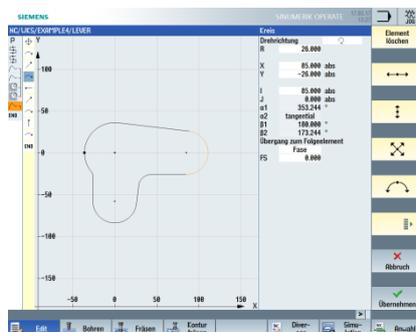


Bild 9-27 Konturabschnitt Bogen rechts

## 10.6 Erstellen der 30er Kreis-Insel

Bedienfolgen

Über folgende Schritte erstellen Sie die abgebildete 30er Kreis-Insel:

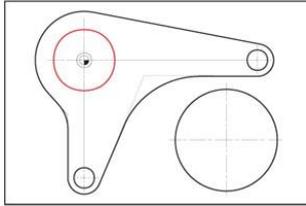


Bild 9-28 30er Kreis-Insel



Wählen Sie den Softkey "Konturfräsen" an.



Legen Sie eine neue Kontur mit dem Namen "LEVER\_Circle\_R15" an.



Bild 9-29 Kontur anlegen

Erstellen Sie selbständig die Kreiskontur (siehe folgende Abbildung). Der Startpunkt der Kreiskonstruktion liegt bei X-15 und Y0.

### Hinweis:

Achten Sie darauf, dass einige Werte inkremental bemessen sind!

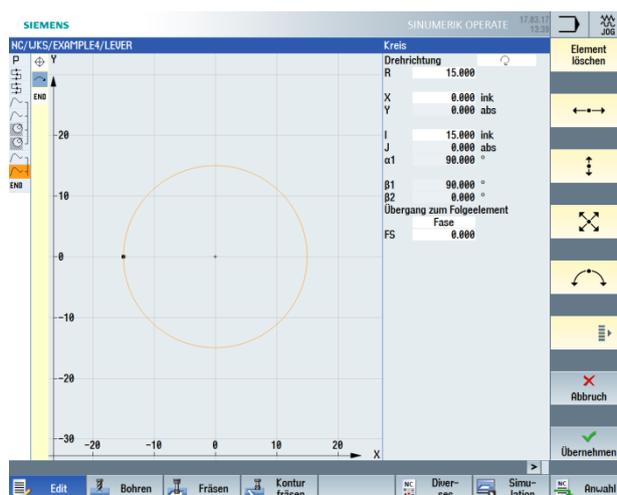


Bild 9-30 Kontur Kreis-Insel

## 10.7 Erstellen der 10er Kreis-Insel

Bedienfolgen

Über folgende Schritte erstellen Sie die abgebildete 10er Kreis-Insel:

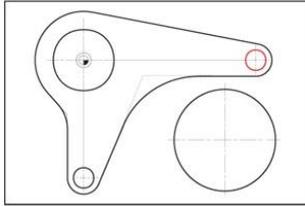


Bild 9-31 10er Kreis-Insel



Wählen Sie den Softkey "Konturfräsen" an.



Legen Sie eine neue Kontur mit dem Namen "LEVER\_Circle\_R5\_A" an.

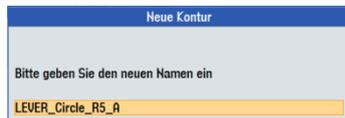


Bild 9-32 Kontur anlegen

Erstellen Sie selbständig die Kreiskontur (siehe folgende Abbildung). Der Startpunkt der Kreiskonstruktion liegt bei X80 und Y0.

### Hinweis:

Weil diese Kreis-Insel im nächsten Schritt kopiert wird, müssen Sie die Kontur inkremental eingeben, damit beim Kopieren nur noch der Startpunkt geändert werden muss.

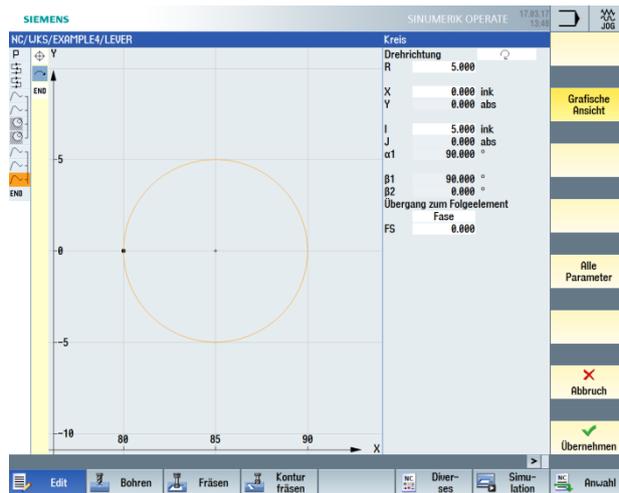


Bild 9-33 Kontur 10er Kreis-Insel

Nach Eingabe des Kreises sieht die Strichgrafik wie folgt aus:

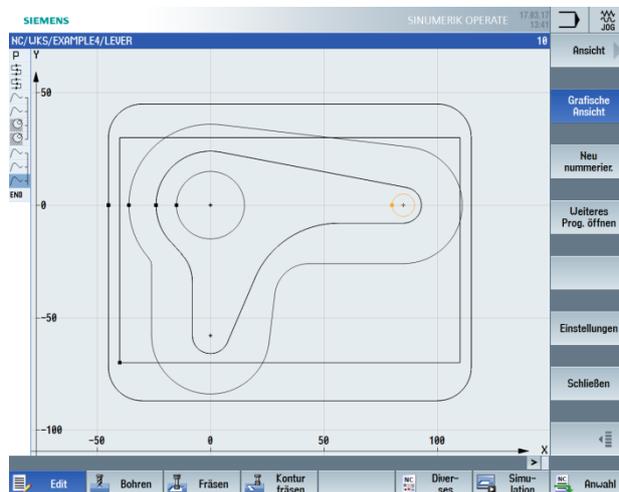


Bild 9-34 Strichgrafik

## 10.8 Kopieren der 10er Kreis-Insel

Bedienfolgen

Über die folgenden Schritte kopieren Sie die im vorhergehenden Schritt erstellte Kreis-Insel:

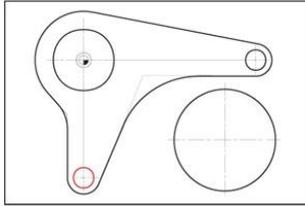


Bild 9-35 10er Kreis-Insel

Kopieren

Navigieren Sie auf die Kontur "LEVER\_Circle\_R5\_A" und kopieren Sie diese.

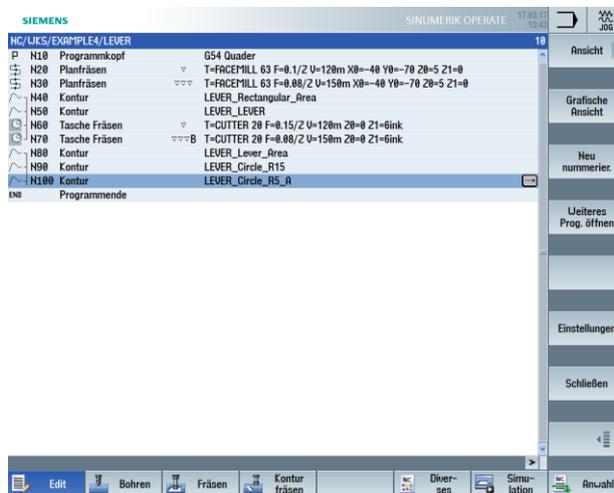


Bild 9-36 Kontur kopieren

Einfügen

Fügen Sie die kopierte Kontur ein und geben Sie dieser den Namen "LEVER\_Circle\_R5\_B".

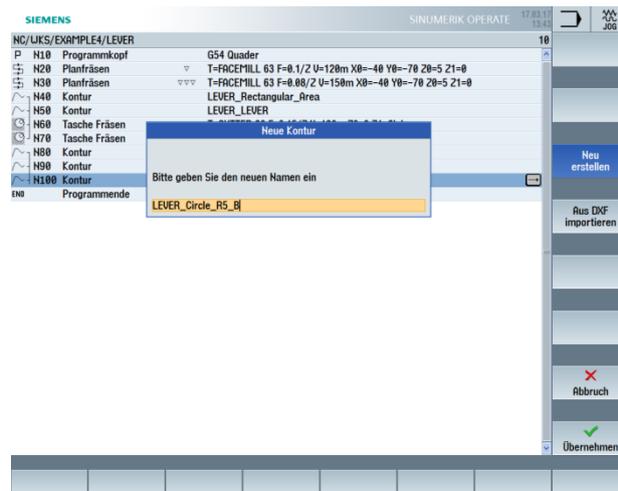


Bild 9-37 Name für kopierte Kontur eingeben

Übernehmen

Übernehmen Sie die Eingabe.

Nach der Übernahme sollte Ihr Arbeitsplan wie folgt aussehen:

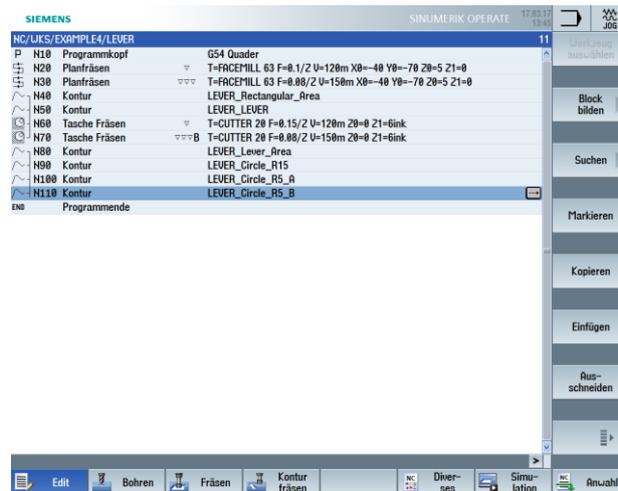


Bild 9-38 Eingefügte Kontur im Arbeitsschritteditor

Nun müssen Sie nur noch den Startpunkt ändern, da Sie die Kontur inkremental eingegeben hatten.



Öffnen Sie die Kontur. Über diese Taste können Sie nun auch in der geöffneten Kontur das selektierte Geometrie-Element zum Ändern öffnen.

Geben Sie in der Eingabemaske folgende Werte für den Startpunkt des Konturzuges ein:

Feld	Wert	Auswahl über Toggle-Taste	Hinweise
X	-5		
Y	-58		

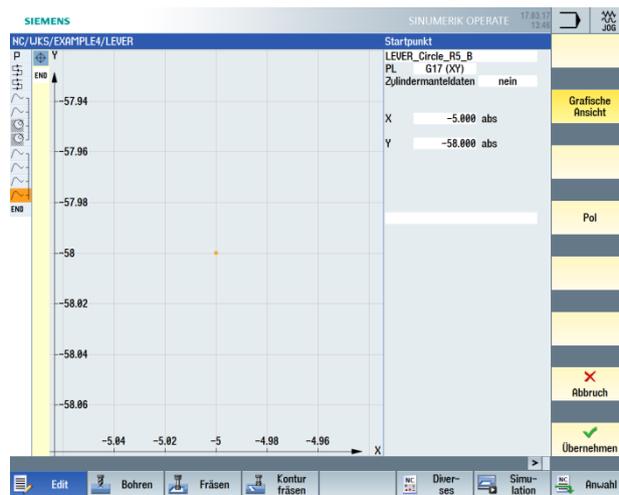


Bild 9-39 Startpunkt ändern



Übernehmen Sie die eingegebenen Werte.

## 10.9 Fertigung der Kreis-Insel mit Hilfe des Editors

Bedienfolgen

Über folgende Schritte fertigen Sie die drei Kreis-Inseln. Dabei lernen Sie weitere Funktionen des Arbeitsschritteditors kennen, die Ihnen dabei helfen, Teile des Arbeitsplans mehrfach zu verwenden und zu verwalten (siehe Funktionen des Arbeitsschritteditors).

Folgende Kontur dient bei der Fertigung der Inseln als Verfahrensweg-Begrenzung:

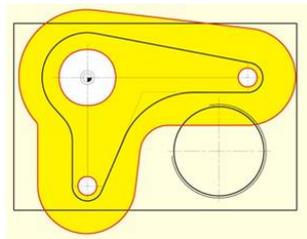


Bild 9-40 Verfahrensweg-Begrenzung

Ihr Arbeitsplan sieht wie folgt aus:

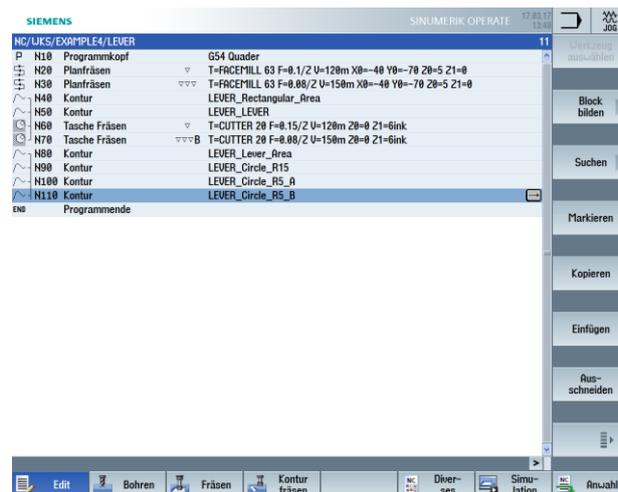


Bild 9-41 Arbeitsplan

Markieren

Markieren Sie die beiden Arbeitsschritte für das Schruppen und Schlichten der Tasche.

Kopieren

Kopieren Sie die markierten Arbeitsschritte.

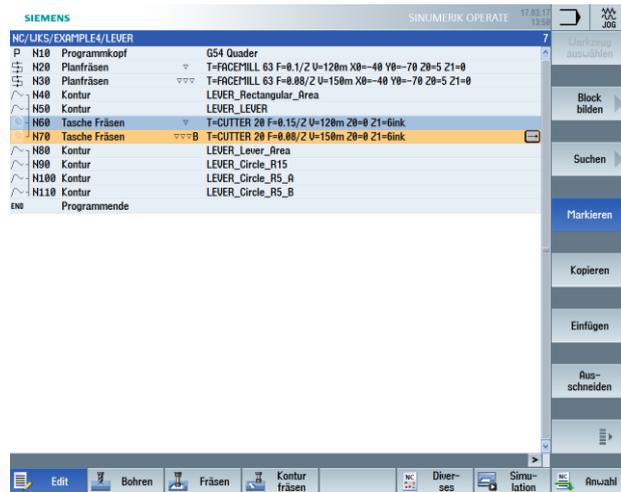


Bild 9-42 Markierte Bearbeitungsschritte

Einfügen

Fügen Sie die Arbeitsschritte unterhalb der Konturen ein. Dabei werden die Ausräumtechnologien mit den Konturen verkettet.

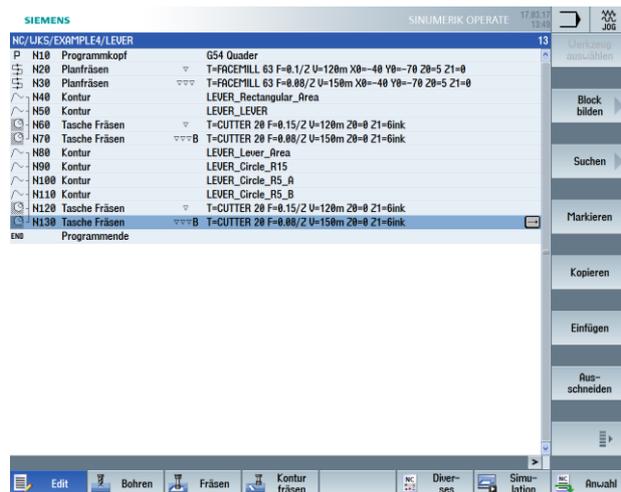


Bild 9-43 Eingefügte Bearbeitungsschritte

Die Ausräumtechnologien Schruppen und Schichten müssen noch an die neue Bearbeitungstiefe angepasst werden.



Öffnen Sie den Arbeitsschritt für das Schruppen.

Geben Sie in der Eingabemaske folgende Werte für das Schruppen ein:

Feld	Wert	Auswahl über Toggle-Taste	Hinweise
Z1	3 ink	X	
Startpunkt	manuell	X	
XS	70		
YS	-10		

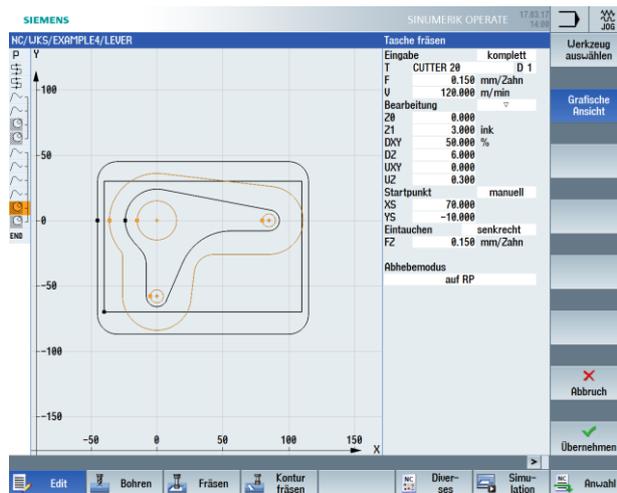


Bild 9-44 Anpassen Schruppen



Übernehmen Sie die eingegebenen Werte.



Öffnen Sie den Arbeitsschritt für das Schlichten. Ändern Sie die Werte analog zum Schruppen.

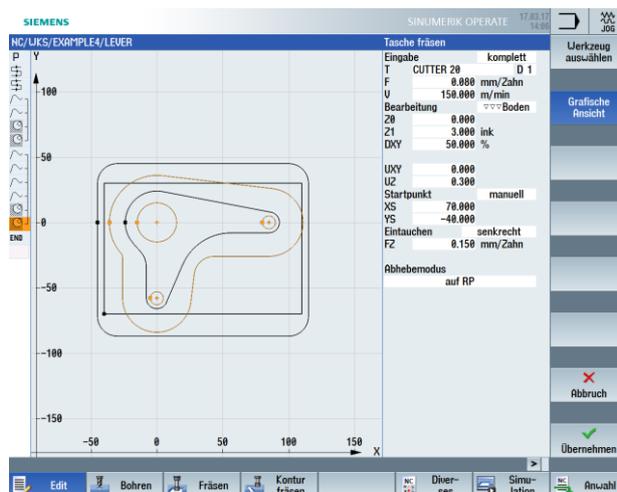


Bild 9-45 Anpassen Schlichten



Übernehmen Sie die eingegebenen Werte.



Hier wird gezeigt, welche Geometrien zu der Schlicht-Technologie gehören (Arbeitsplan-Grafik).

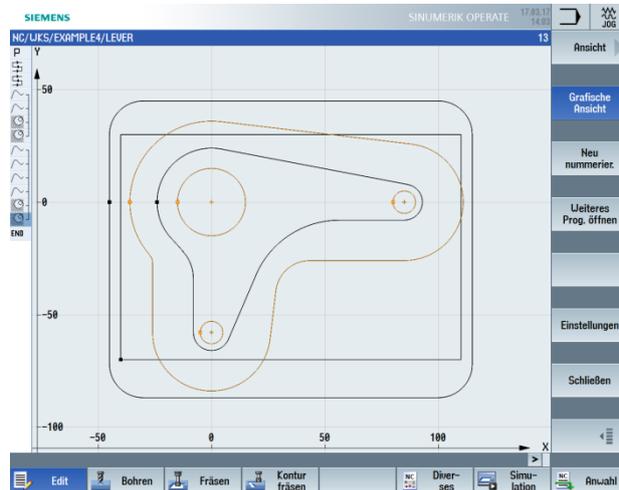


Bild 9-46 Strichgrafik



Kontrollieren Sie Ihr Zwischenergebnis durch die Simulation.

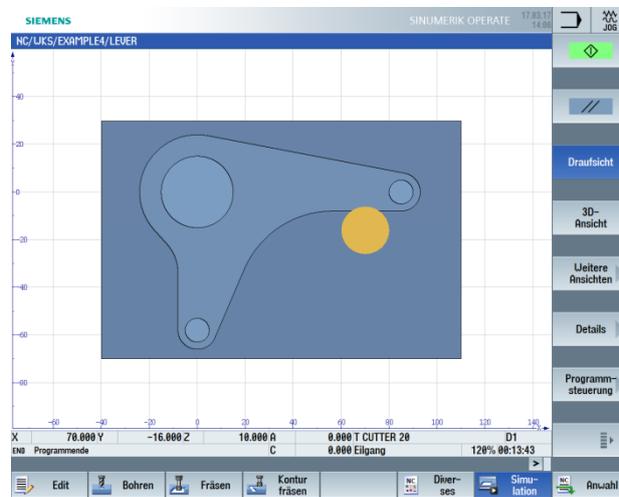


Bild 9-47 Simulation – Draufsicht

## Funktionen des Arbeitsschritteditors

Im Folgenden erhalten Sie einen Überblick über die Funktionen des Arbeitsschritteditors:



Über den Softkey „Grafische Ansicht“ wechseln Sie zur Strichgrafik.



Über den Softkey „Suchen“ können Sie Texte im Programm suchen.



Über den Softkey „Markieren“ können Sie mehrere Arbeitsschritte zur weiteren Bearbeitung auswählen (z. B. Kopieren oder Ausschneiden).



Über den Softkey „Kopieren“ können Sie Arbeitsschritte in die Zwischenablage kopieren.



Über den Softkey „Einfügen“ können Sie Arbeitsschritte aus der Zwischenablage in den Arbeitsplan einfügen. Das Einfügen erfolgt dabei immer hinter dem gerade markierten Arbeitsschritt.



Über den Softkey „Ausschneiden“ können Sie Arbeitsschritte in die Zwischenablage kopieren und gleichzeitig an der Ursprungsstelle löschen. Dieser Softkey dient auch zum „reinen“ Löschen.



Über diesen Softkey wechseln Sie in das erweiterte Menü.



Über den Softkey „Neu nummerieren“ werden die Arbeitsschritte neu durchnummeriert.



Über den Softkey „Einstellungen“ öffnen Sie den Dialog Einstellungen. Hier stellen Sie u. a. ein ob automatisch nummeriert werden soll oder das Satzende als Symbol dargestellt werden soll.



Über diesen Softkey gelangen Sie wieder in das vorherige Menü.

## 10.10 Tiefbohren

Bedienfolgen

Über die folgenden Schritte bohren Sie vor:

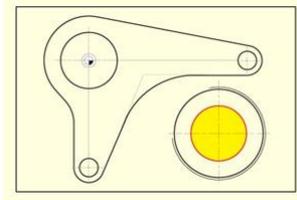


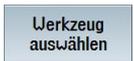
Bild 9-48 Tiefbohren



Wählen Sie den Softkey "Bohren" an.



Wählen Sie den Softkey "Bohren Reiben" an.



Öffnen Sie die Werkzeugliste und wählen Sie den Vollbohrer "PREDRILL30" an.



Übernehmen Sie das Werkzeug in das Programm.

Geben Sie in der Eingabemaske folgende Werte für das Tiefbohren ein:

Feld	Wert	Auswahl über Toggle-Taste	Hinweise
F	0.1 mm/U	X	
V	120 m/min	X	
Tiefenbezug	Spitze	X	
Z1	-21 abs	X	
DT	0 s	X	

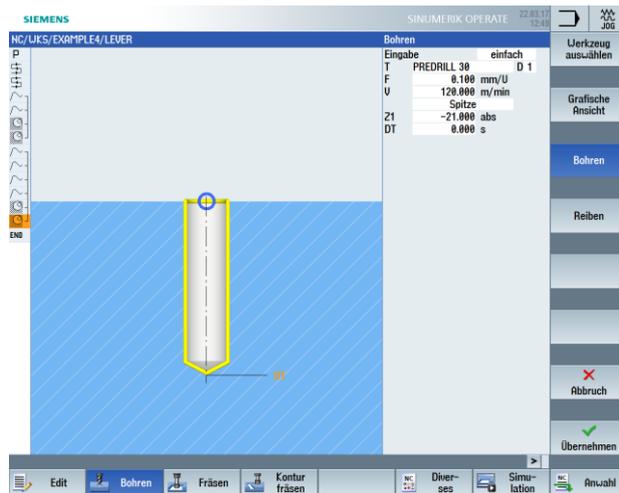


Bild 9-49 Bohrung eingeben



Übernehmen Sie die eingegebenen Werte.



Geben Sie in der Eingabemaske folgende Werte für die Bohrposition ein:

Feld	Wert	Auswahl über Toggle-Taste	Hinweise
Positionen	Rechtwinklig	X	
Z0	-6		
X0	70		
Y0	-40		

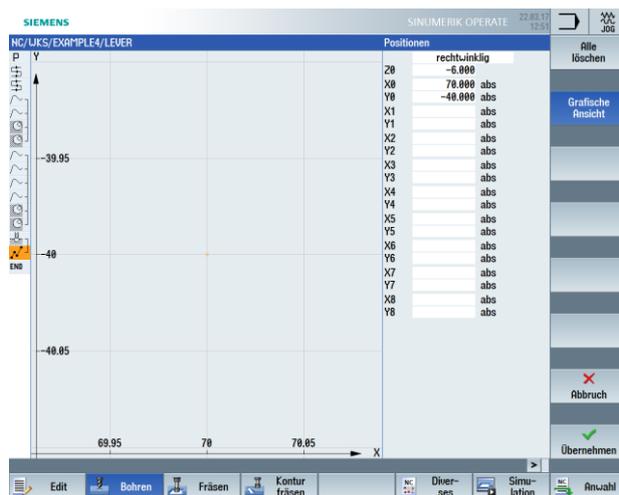


Bild 9-50 Position eingeben



Übernehmen Sie die eingegebenen Werte.

## 10.11 Helix fräsen

Bedienfolgen

Über folgende Schritte zerspanen Sie das nach dem Bohren übriggebliebene Restmaterial des Kreisringes in einer wendelförmigen Bewegung (Helix):

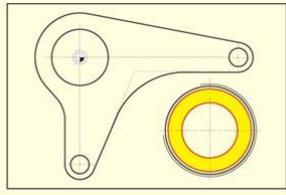
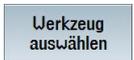


Bild 9-51 Helix fräsen



Wählen Sie den Softkey "Gerade Kreis" an.



Öffnen Sie die Werkzeugliste und wählen Sie "CUTTER20" an.



Übernehmen Sie das Werkzeug in das Programm.

Geben Sie in der Eingabemaske folgende Werte ein:

Feld	Wert	Auswahl über Toggle-Taste	Hinweise
V	120 m/min	X	

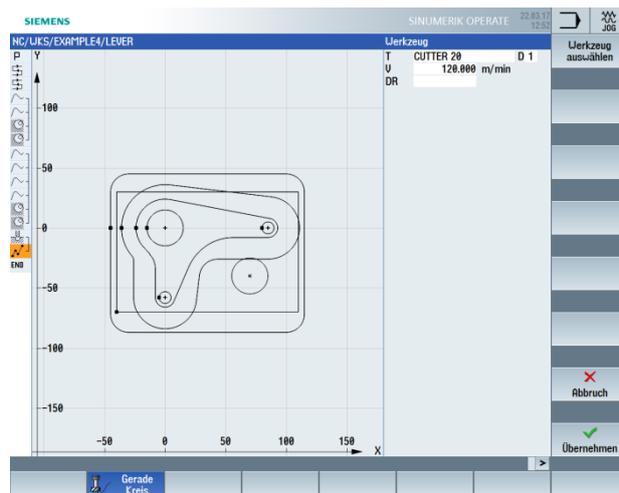


Bild 9-52 Helix fräsen



Übernehmen Sie die Eingabe.

Gerade

Wählen Sie den Softkey "Gerade" an.

Eilgang

Wählen Sie den Softkey "Eilgang" an.

Geben Sie in der Eingabemaske folgende Werte für den Startpunkt des Konturzuges ein:

**Hinweis:**

Da hier ohne Fräserradiuskorrektur gefräst wird, müssen Sie den Fräser mit seinem Umfang auf den Kernloch-Durchmesser (hier 45.84 mm) abzüglich Schlichtaufmaß positionieren.

Feld	Wert	Auswahl über Toggle-Taste	Hinweise
X	82	X	
Y	-40	X	
Z	-5	X	
Radiuskorrektur	Aus	X	

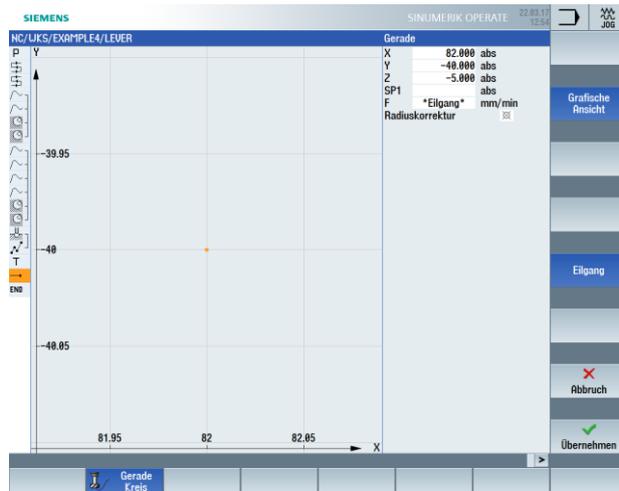


Bild 9-53 Positionieren

Übernehmen

Übernehmen Sie die eingegebenen Werte.

Helix

Wählen Sie den Softkey "Helix" an. Geben Sie in der Eingabemaske folgende Werte für die Helix ein:

Feld	Wert	Auswahl über Toggle-Taste	Hinweise
I	70	X	
J	-40	X	
P	3 mm/U		Die Steigung der Helix beträgt 3.
Z	-23 abs	X	
F	0.1 mm/Zahn	X	

### Hinweis:

Da das Werkzeug auf einer schrägen Bahn verfährt, werden hier 6 Umdrehungen erzeugt, damit kein Restmaterial stehenbleibt (obwohl bereits nach fünf Umdrehungen die Endtiefe erreicht ist).

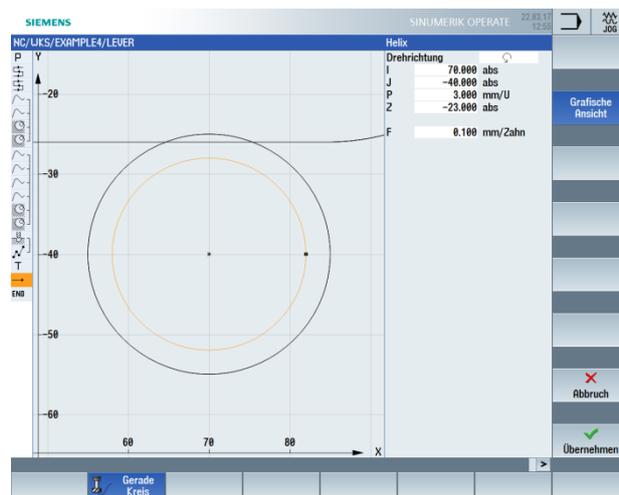


Bild 9-54 Helix eingeben

Übernehmen

Übernehmen Sie die eingegebenen Werte.

## 10.12 Ausdrehen

### Bedienfolgen

Über folgende Schritte bearbeiten Sie die Kreistasche mit einem Ausdrehwerkzeug auf Maß:

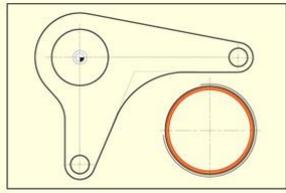
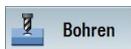


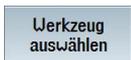
Bild 9-55 Kreistasche Ausdrehen



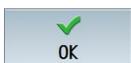
Wählen Sie den Softkey "Bohren" an.



Wählen Sie den Softkey "Ausdrehen" an.



Öffnen Sie die Werkzeugliste und wählen Sie das Ausdrehwerkzeug "DRILL\_tool" an.



Übernehmen Sie das Werkzeug in das Programm.

Geben Sie in der Eingabemaske folgende Werte für die Bearbeitung ein:

Feld	Wert	Auswahl über Toggle-Taste	Hinweise
F	0.08 mm/U	X	
S	500 U/min	X	
Z1	15 ink	X	
DT	0 s	X	
SPOS	45		
Abhebemodus	abheben	X	Die Option "Abheben" zieht das Werkzeug von der Kontur zurück, bevor es aus der Bohrung herausfährt. Diese Option dürfen Sie nur bei einschneidigen Werkzeugen anwenden.
D	0.5		

#### Hinweis:

Die Winkelstellung des Werkzeugs beim Abheben wird vom Maschinenhersteller festgelegt.

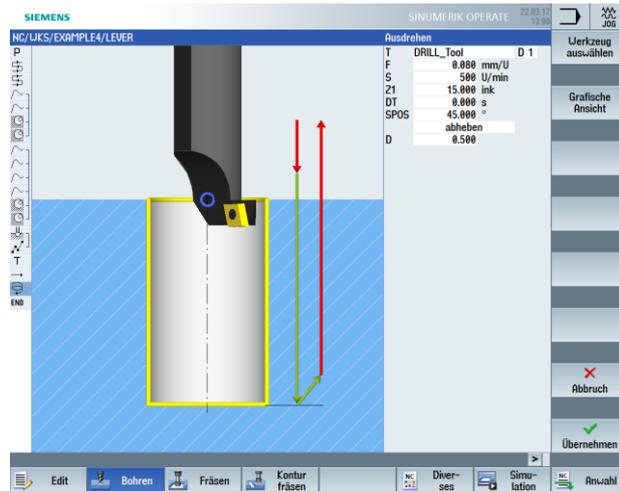


Bild 9-56 Ausdrehen



Übernehmen Sie die eingegebenen Werte.



Positionieren Sie das Werkzeug auf den Mittelpunkt der Bohrung. Das Maß 45.84 mm ist durch den eingestellten Werkzeug-Durchmesser vorgegeben. Statt der Eingabe der Position können Sie hier auch mit der Funktion Position wiederholen arbeiten.

Geben Sie in der Eingabemaske folgende Werte für die Position ein:

Feld	Wert	Auswahl über Toggle-Taste	Hinweise
Z0	-6		
X0	70		
Y0	-40		

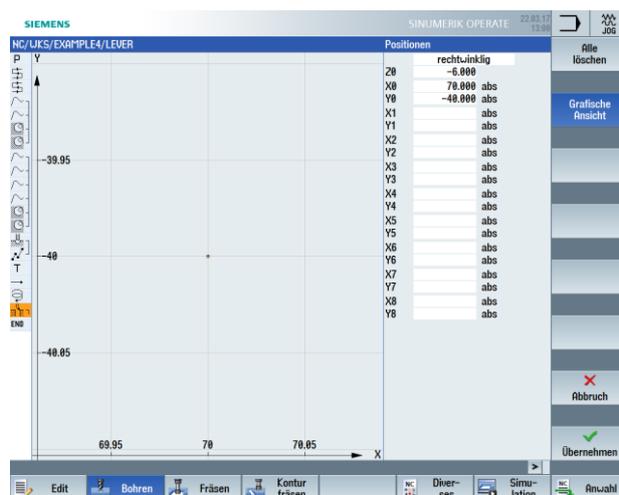


Bild 9-57 Positionieren



Übernehmen Sie die eingegebenen Werte.

## 10.13 Gewindefräsen

Bedienfolgen

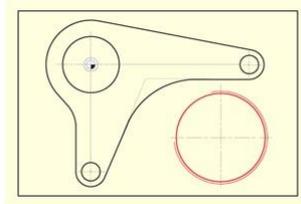


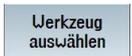
Bild 9-58 Gewinde fräsen



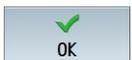
Wählen Sie den Softkey "Fräsen" an.



Wählen Sie den Softkey "Gewindefräsen" an.



Öffnen Sie die Werkzeugliste und wählen Sie "THREADCUTTER" an.



Übernehmen Sie das Werkzeug in das Programm.

Fräsen Sie das Gewinde von oben nach unten. Dazu wird der "THREADCUTTER" verwendet (F 0.08 mm/Zahn, V 150 m/min und eine Steigung von 2 mm). 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.

Bei der Eingabe sind die Hilfsbilder sehr nützlich. Vergleichen Sie Ihre Eingabe mit folgender Abbildung:

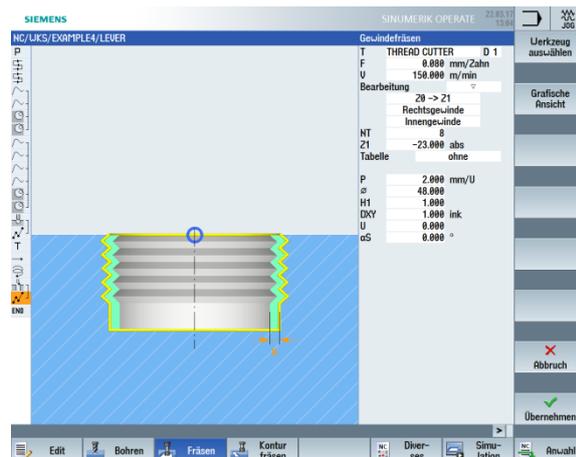


Bild 9-59 Gewinde fräsen



Übernehmen Sie die eingegebenen Werte.

Positionen

Legen Sie die Position für das Gewinde fest.

Geben Sie in der Eingabemaske folgende Werte ein:

Feld	Wert	Auswahl über Toggle-Taste	Hinweise
Z0	-6		
X0	70		
Y0	-40		

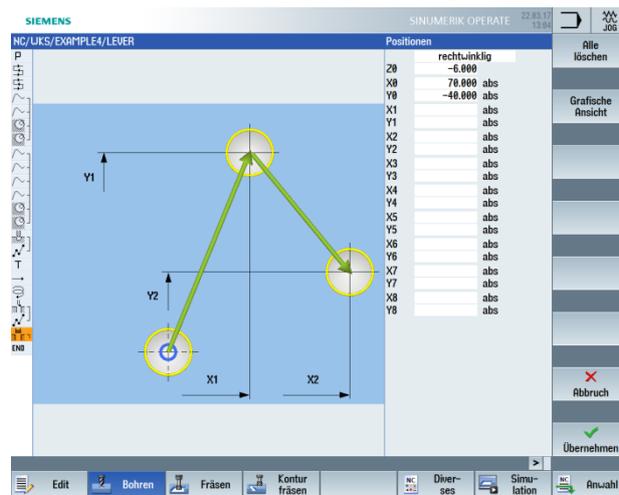


Bild 9-60 Position eingeben

Übernehmen

Übernehmen Sie die eingegebenen Werte.

## 10.14 Konturen polar programmieren

### Polar programmieren

Nicht selten beziehen sich in Werkstückzeichnungen Konturelemente auf einen Polpunkt. Sie kennen demnach nicht die kartesischen Koordinaten (X/Y), sondern Polarkoordinaten, d. h. den Abstand und den Winkel zu diesem Pol.

Zur Übung wird eine kleine Änderung des Hebels vorgenommen: Der untere "Hebelarm" liegt dabei nicht mehr senkrecht zum Nullpunkt bei X0, sondern um  $10^\circ$  im Uhrzeigersinn gedreht.

In diesem Beispiel lernen Sie, wie Sie diese Position grafisch programmieren, ohne Taschenrechner oder Hilfskonstruktionen.

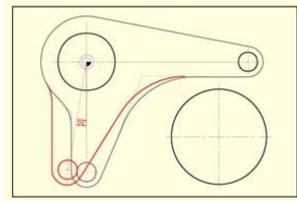


Bild 9-61 Hebel polar programmieren

### Bedienfolgen

Bewegen Sie den Cursor zunächst auf den Bogen, dessen Mittelpunkt neu bemaßt werden muss (siehe folgende Abbildung).

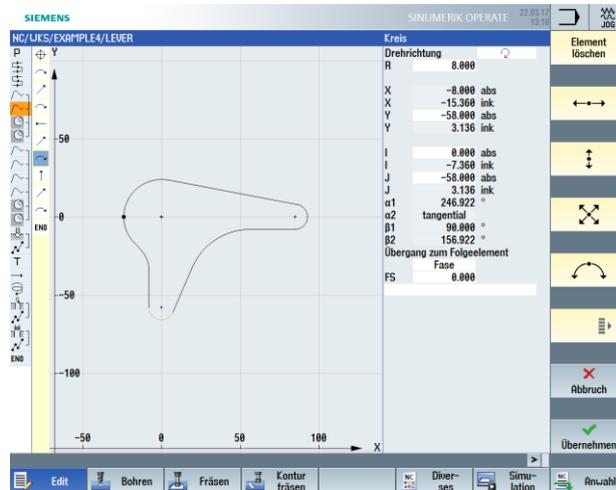


Bild 9-62 Cursor auf Bogen



Erweitern Sie das Menü.

Pol

Setzen Sie den Cursor auf das Element vor dem Bogen und fügen Sie an dieser Stelle den Pol ein.  
Legen Sie den Pol auf den Nullpunkt.

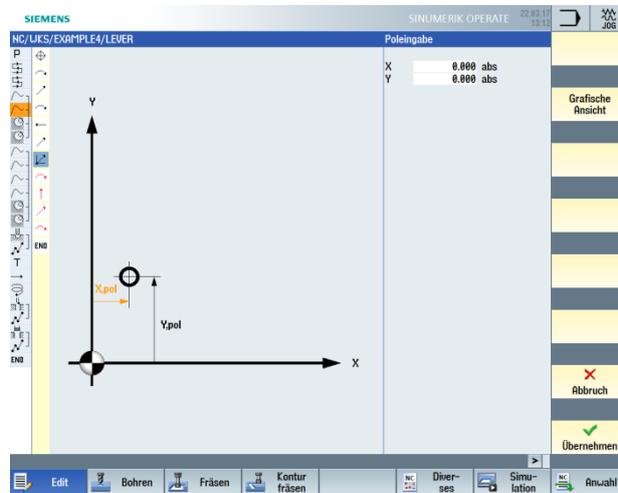


Bild 9-63 Pol eingeben

Übernehmen

Übernehmen Sie die Eingabe.

Passen Sie im Folgenden die Werte des Bogens an:

1. Löschen Sie im Dialogfenster des Bogens die Werte, die nicht mehr gültig sind: Y-58, I0 und J-58.

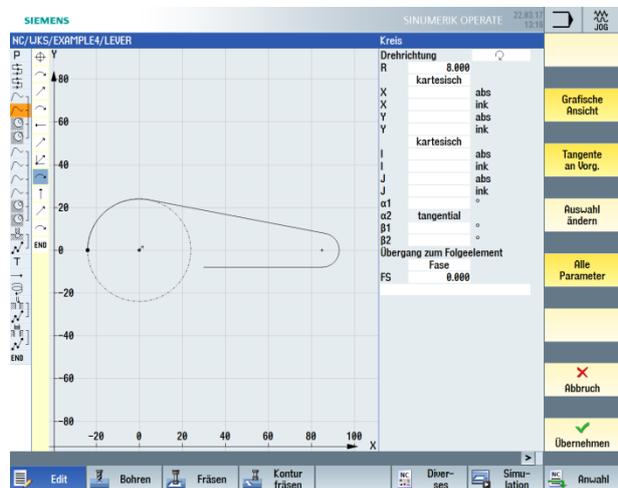


Bild 9-64 Werte löschen

2. Stellen Sie die Koordinaten zur Eingabe des Mittelpunktes von kartesisch auf polar um. Tragen Sie den Abstand zum Pol und den Polarwinkel ein (siehe folgende Abbildung).

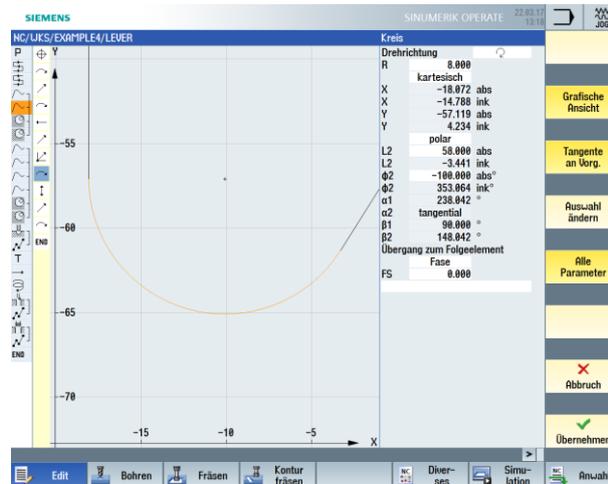


Bild 9-65 Abstand zum Pol und Polarwinkel eingeben



Übernehmen Sie die Eingabe.



Übernehmen Sie die Änderung.

In der Strichgrafik können Sie erkennen, dass auf die gleiche Weise auch noch die Hilfstasche "LEVER\_Lever\_Area" und die Kreis-Insel "LEVER\_Circle\_R5\_B" angepasst werden müssen.

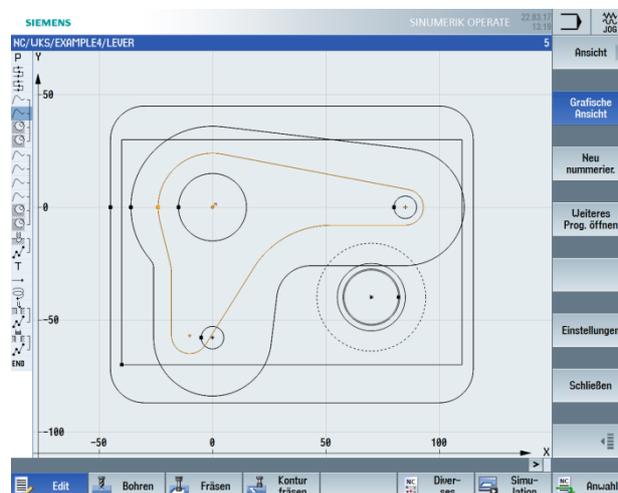


Bild 9-66 Strichgrafik nach Verschiebung

Ändern Sie selbständig diese beiden Konturen. Beachten Sie dabei folgende Hinweise.

**Hinweise:**

Bei der Hilfsstasche können Sie etwas "grober" vorgehen und den polar bemaßten Mittelpunkt des Bogens R26 kartesisch annähern (X-10/Y-57). Somit lässt sich die Kontur anschließend direkt mit einer Senkrechten schließen.

Bei der Kreis-Insel ist schon gleich der Startpunkt polar bemaßt. Vom Vollkreisbogen muss jetzt noch der Mittelpunkt geändert werden.

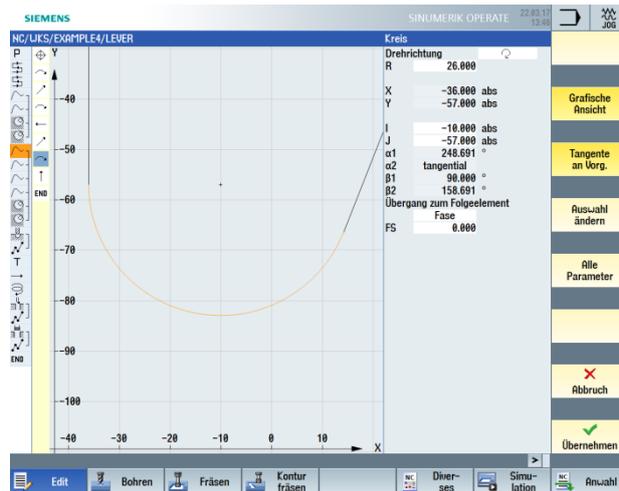


Bild 9-67 Anpassen der Umrandung

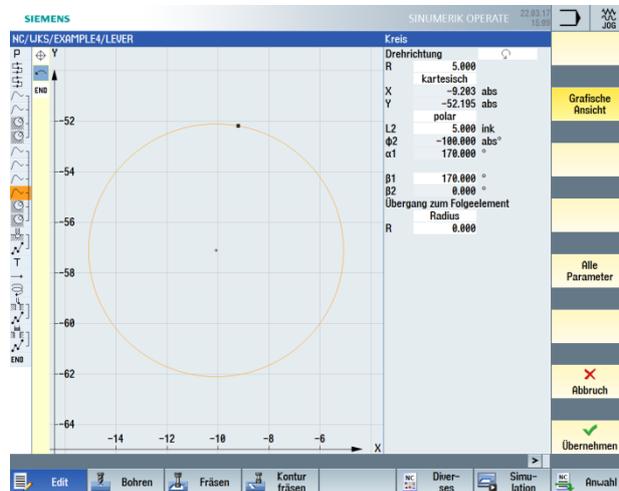


Bild 9-68 Anpassen der Kreisinsel

Nach erfolgreicher Anpassung sieht Ihre Strichgrafik nun wie folgt aus.

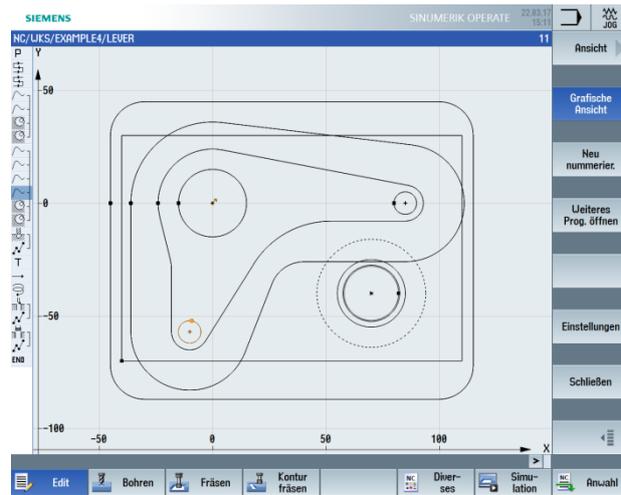


Bild 9-69 Strichgrafik

# 11 Beispiel 5: Flansch

## 11.1 Überblick

Lernziele

In diesem Kapitel lernen Sie:

- ein Unterprogramm zu erstellen
- Arbeitsschritte spiegeln zu können
- beliebige Konturen anzufassen
- Längs- und Kreisnuten zu erstellen

Aufgabenstellung

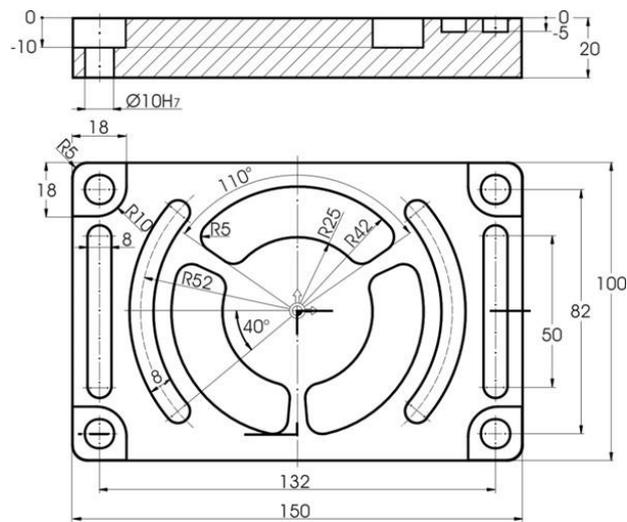
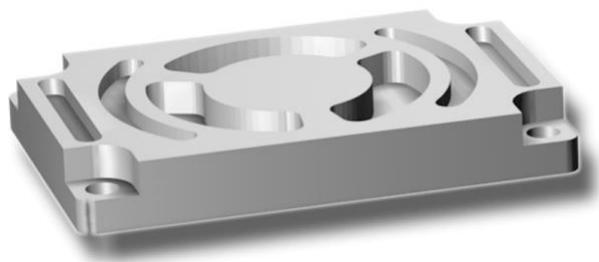


Bild 10-1 Werkstattzeichnung – Beispiel 5



**Hinweis:**

In den bisherigen Beispielen wurden alle Arbeitsschritte erläutert und fast alle Softkeys bzw. Tasten angezeigt, die Sie zu drücken hatten. In diesem Beispiel werden nicht mehr alle Eingaben vorgegeben, sondern nur noch die richtungsweisenden Informationen und Softkeys bzw. Tasten.

## 11.2 Unterprogramm erstellen

### Bedienfolgen

Beispielhaft wird am Werkstück "CORNER\_MACHINING" die Erstellung und Funktionsweise von Unterprogrammen demonstriert.

Über die folgenden Schritte können Sie die vier Ecken mit Hilfe eines Unterprogrammes und der Funktion Spiegeln bearbeiten:

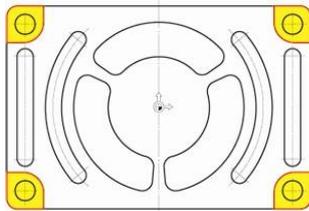


Bild 10-3 Kontur der vier Ecken



Legen Sie ein neues Schrittkettenprogramm mit dem Namen "CORNER\_MACHINING" an. Dieses Programm werden Sie später als Unterprogramm einbinden.



Bild 10-4 Unterprogramm anlegen

Geben Sie die folgenden Daten für den Programmkopf ein. Die Rohteilmaße werden später zentral im Hauptprogramm festgelegt.

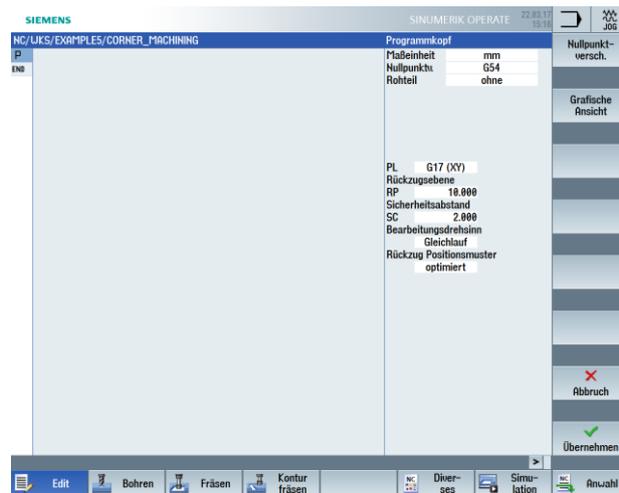


Bild 10-5 Unterprogramm Programmkopf eingeben



Übernehmen Sie die eingegebenen Werte.



Wählen Sie den Softkey "Kontur fräsen" an.



Legen Sie eine neue Kontur mit dem Namen "CORNER\_M\_SURFACE" an.



Bild 10-6 Kontur anlegen

Legen Sie den Startpunkt fest. Konstruiert wird z. B. die rechte obere Ecke.

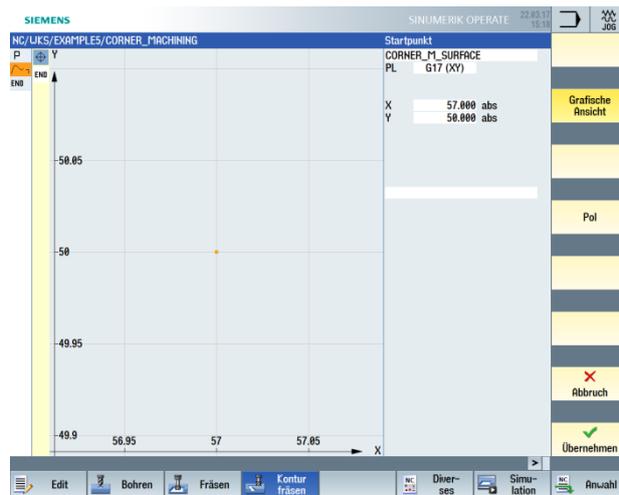


Bild 10-7 Startpunkt eingeben



Übernehmen Sie die eingegebenen Werte.

Erstellen Sie die Kontur. Nach Eingabe der beiden Konturelemente sollte der Bildschirm wie folgt aussehen. Übernehmen Sie die Kontur in den Arbeitsplan.

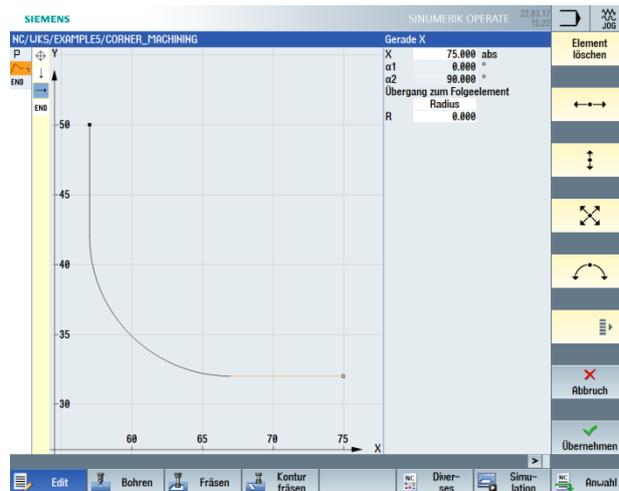


Bild 10-8 Unterprogramm Kontur Ecke rechts oben

Bahnfräsen

Die Kontur soll mit dem 20er Fräser geschruppt werden (F 0.15 mm/Zahn und V 120 m/min).

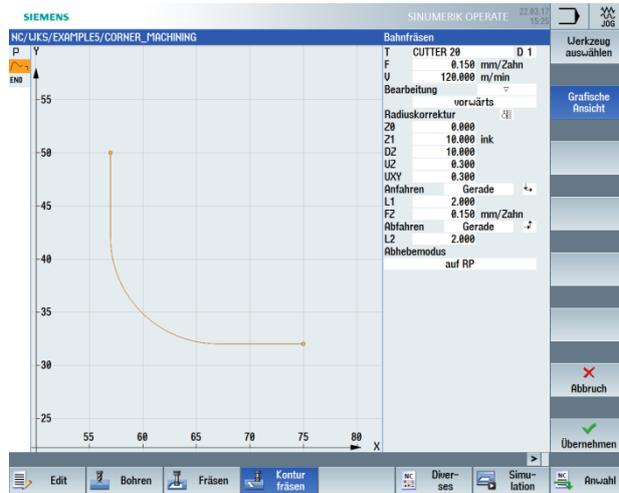


Bild 10-9 Kontur schruppen

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

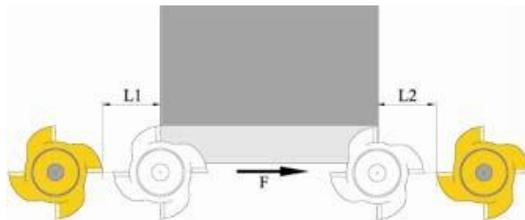


Bild 10-10 An- und Abfahrwege in einer Geraden

Übernehmen

Übernehmen Sie die eingegebenen Werte.



Die Kontur soll mit demselben Fräser geschliffen werden (F 0.08 mm/Zahn und V 150 m/min).

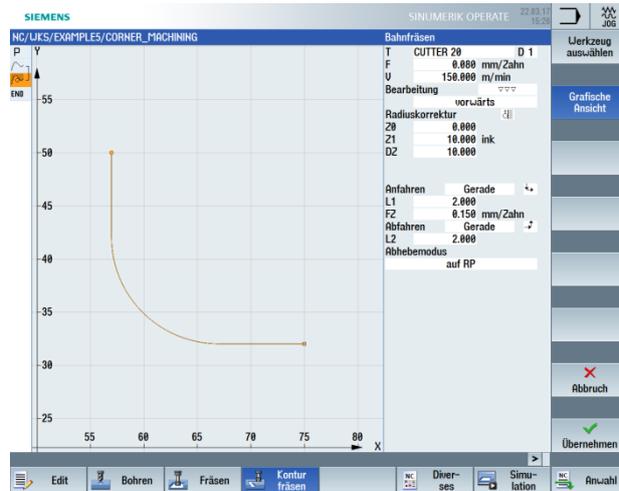


Bild 10-11 Kontur schlichten



Übernehmen Sie die eingegebenen Werte.



In den nächsten Schritten soll die Ecke des Rohteilquaders mit R5 verrundet werden:

Wählen Sie den Softkey "Kontur fräsen" an.



Legen Sie eine neue Kontur mit dem Namen "CORNER\_M\_ARC" an.

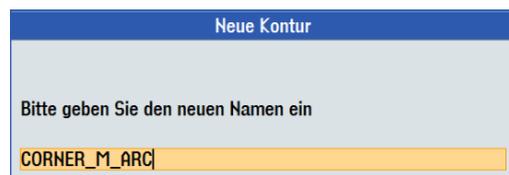


Bild 10-12 Kontur anlegen

Legen Sie den Startpunkt fest.

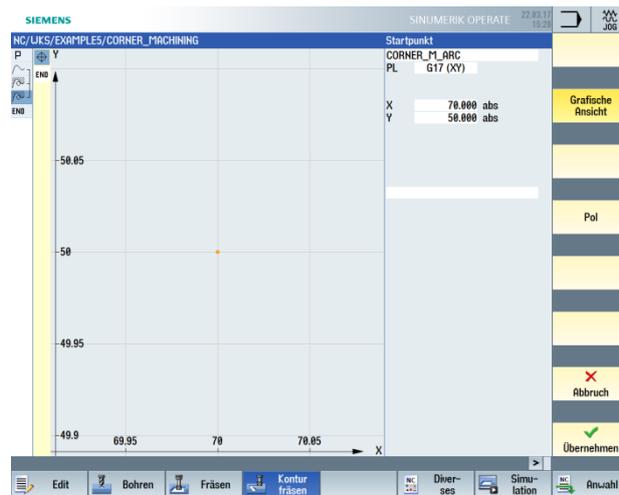


Bild 10-13 Startpunkt eingeben



Übernehmen Sie die eingegebenen Werte.

Geben Sie hier die Kontur und die zugehörigen Arbeitsschritte ein:

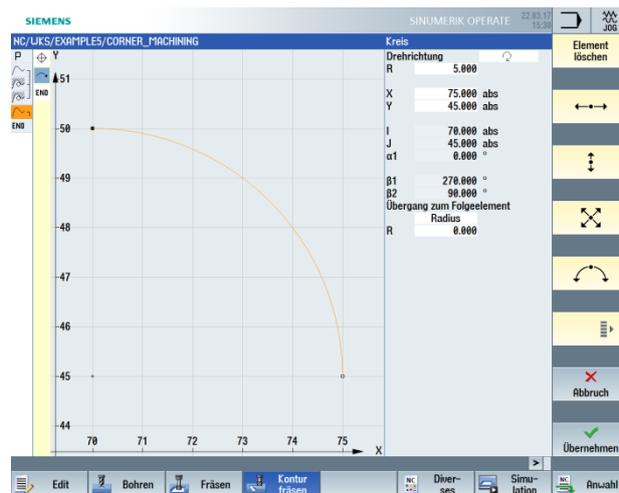


Bild 10-14 Geometrie eingeben

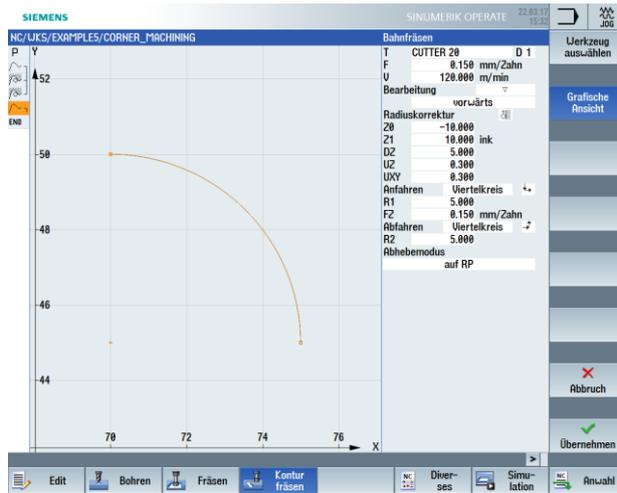


Bild 10-15 Kontur schruppen

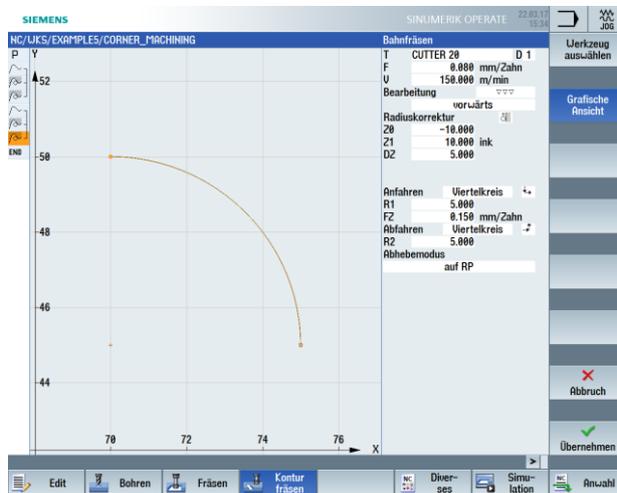


Bild 10-16 Kontur schlichten



Bild 10-17 Komplettes Unterprogramm im Arbeitsschritteditor

## 11.3 Spiegeln von Arbeitsschritten

### Aufgabenstellung

Nachdem Sie das Unterprogramm fertig gestellt haben, erstellen Sie nun das Hauptprogramm. Über die Funktion "Spiegeln" aus dem Menü "Transformation" können Sie das Unterprogramm für alle vier Werkstückecken verwenden.

Die Spiegelungen können auf zwei verschiedene Arten durchgeführt werden:

- neu:

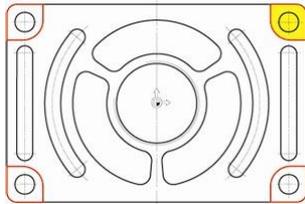
Es wird von dem Ort aus gespiegelt, an dem die 1. Bearbeitung stattgefunden hat.

- additiv:

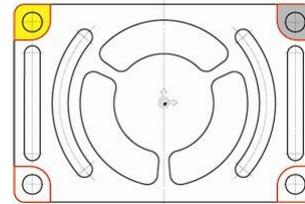
Es wird von dem zuletzt bearbeiteten Ort aus gespiegelt.

Die Reihenfolge der Bearbeitung wird anschließend mit der Einstellung "neu" schematisch dargestellt:

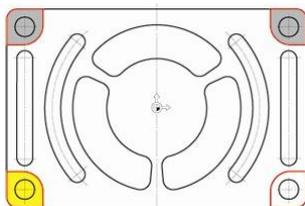
1. Bearbeitung (siehe Unterprogramm)  
(hier werden die X-Werte gespiegelt)



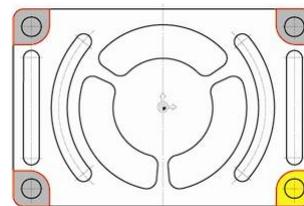
2. Bearbeitung: Spiegelung der X-Achse



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)



## Bedienfolgen

Legen Sie das Hauptprogramm mit dem Namen "FLANGE" an.



Bild 10-18 Hauptprogramm anlegen

Geben Sie den Programmkopf ein.

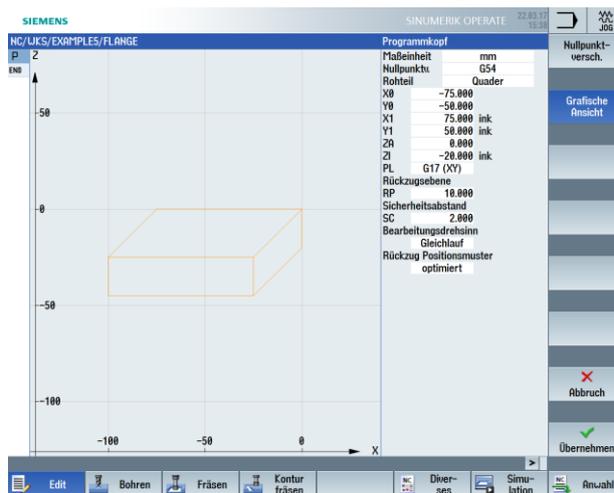


Bild 10-19 Hauptprogramm Programmkopf eingeben



Übernehmen Sie die eingegebenen Werte.



Wählen Sie den Softkey "Diverses" an.



Fügen Sie das Unterprogramm in das Hauptprogramm ein.

### Hinweis:

Wenn Sie das Unterprogramm im gleichen Verzeichnis wie das Hauptprogramm angelegt haben, kann das Eingabefeld "Pfad/Werkstück" leer bleiben.

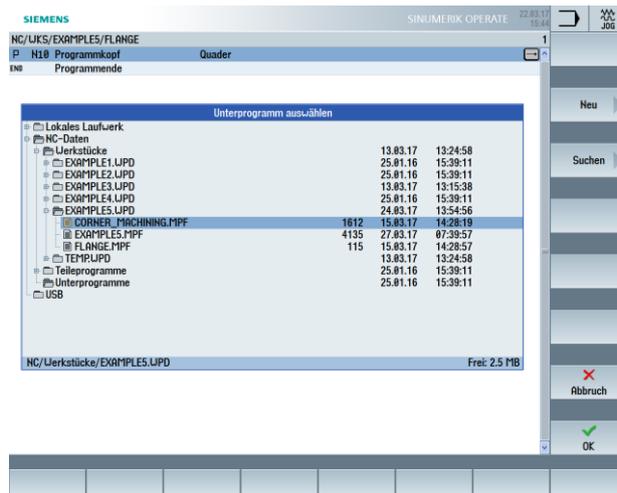


Bild 10-20 Unterprogramm einfügen



Übernehmen Sie die Eingabe. Nach der Übernahme sieht Ihr Arbeitsschrittprogramm wie folgt aus.



Bild 10-21 Unterprogramm in Hauptprogramm eingefügt



Über den Softkey "Transformation" lassen sich die Achsen verschieben, rotieren usw.



Vorbereitung der 2. Bearbeitung: Spiegeln der X-Werte.

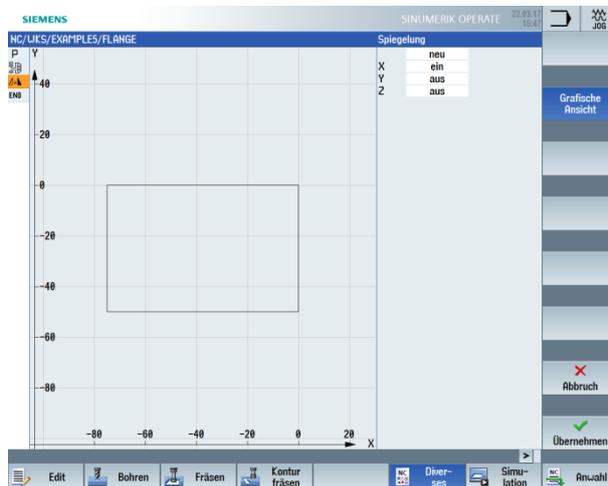


Bild 10-22 Spiegelung



Übernehmen Sie die Eingabe.

Gehen Sie zum Spiegeln der restlichen Bearbeitungen wie folgt vor:

Kopieren Sie das Unterprogramm hinter den Arbeitsschritt Spiegeln.  
Es folgt die 2. Bearbeitung.

Die Vorgänge "Spiegeln" und "Unterprogrammaufruf" müssen Sie daraufhin für die beiden weiteren Ecken wiederholen.

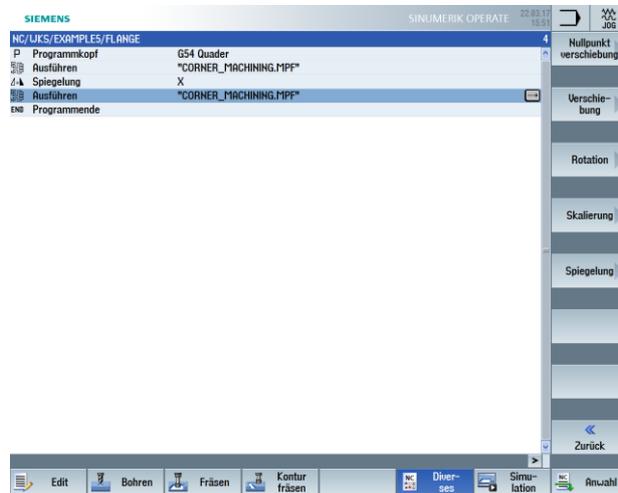


Bild 10-23 Unterprogramm kopieren

Zur Veranschaulichung hilft Ihnen das Hilfsbild. Nachdem Sie alle vier Bearbeitungen eingegeben haben, müssen Sie die Spiegelung in allen drei Achsen ausschalten.

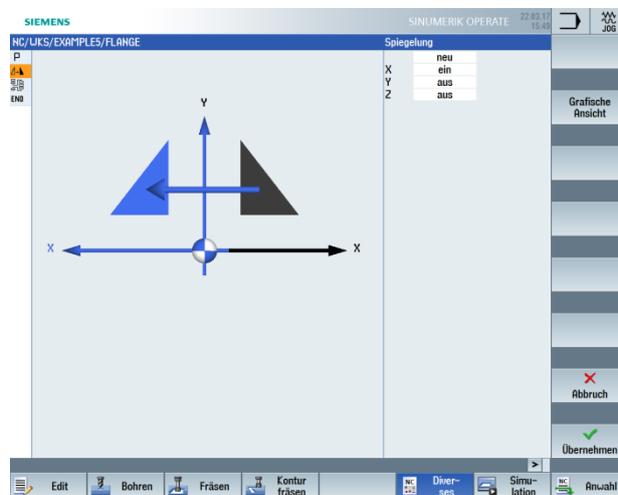


Bild 10-24 Spiegelung Hilfsbild

Ihr Arbeitsschrittprogramm sieht nun wie folgt aus.

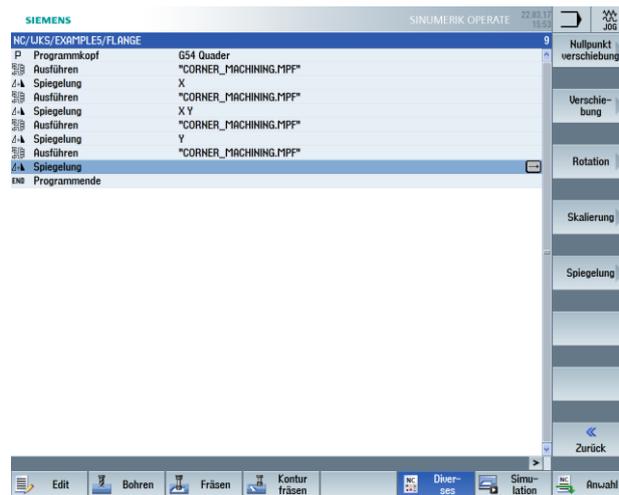


Bild 10-25 Spiegelung komplett im Arbeitsschritteditor

Überprüfen Sie Ihre bisherige Arbeit durch die Simulation.

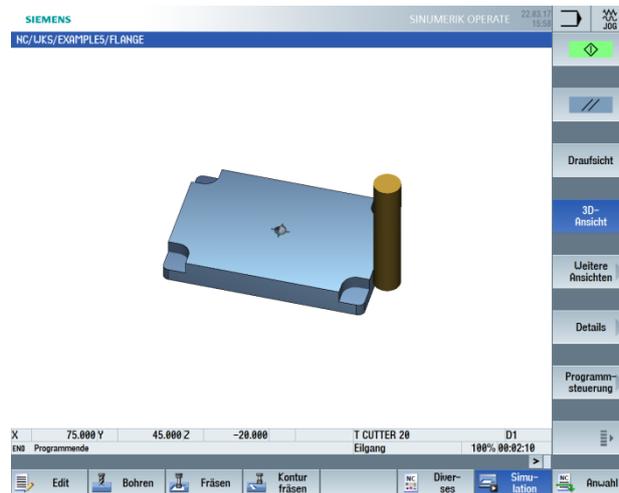


Bild 10-26 Simulation in 3D-Ansicht

## 11.4 Bohrungen

### Bedienfolgen

Mit den nächsten Arbeitsschritten erstellen Sie die vier Bohrungen in den Ecken. Da zwischen den einzelnen Bohrungen ein Hindernis liegt, müssen Sie dieses zwischen den Positionen eingeben.

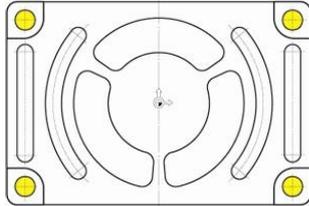


Bild 10-27 Bohrungen

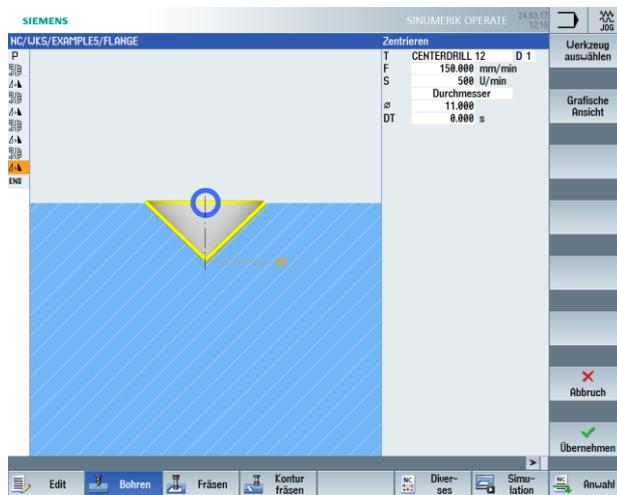


Bild 10-28 Zentrieren

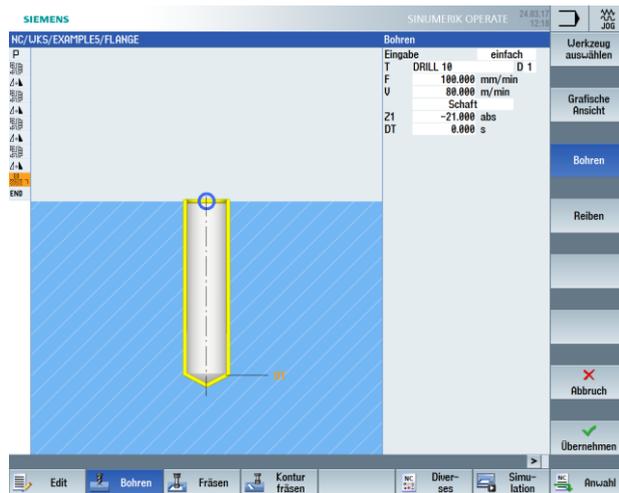


Bild 10-29 Bohren

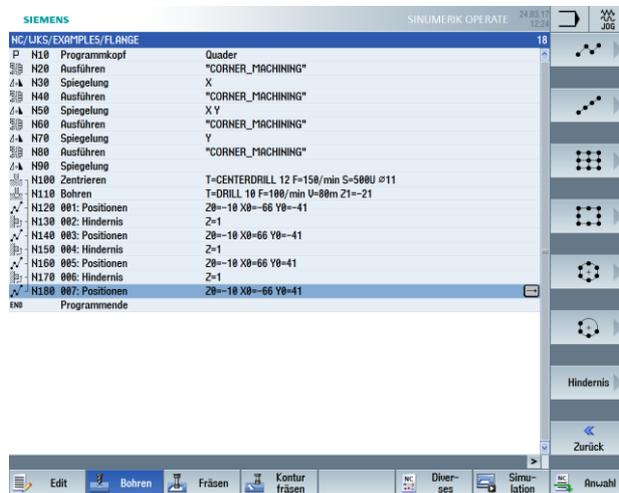


Bild 10-30 Positionen der Hindernisse eingeben

## 11.5 Rotation von Taschen

### Bedienfolgen

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

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



Wählen Sie den Softkey "Kontur fräsen" an.



Legen Sie eine neue Kontur mit dem Namen "FLANGE\_NODULE" an.



Bild 10-31 Neue Kontur anlegen

Legen Sie den Startpunkt fest.

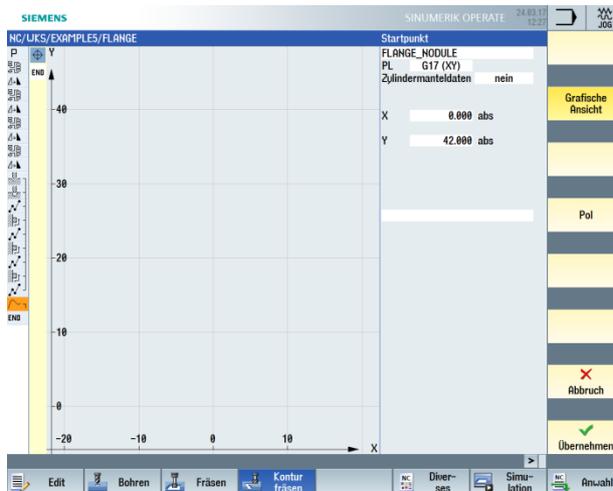


Bild 10-32 Startpunkt eingeben



Übernehmen Sie die eingegebenen Werte.



Wählen Sie den Softkey "Bogen" an.



Wählen Sie den Softkey "Alle Parameter" an.

Der Bogen R42 wird z. B. über den Radius, den Mittelpunkt in X und den Auslaufwinkel eindeutig beschrieben. Konstruieren Sie gegen den Uhrzeigersinn, damit die Tasche auch im Gleichlauf geschlichtet werden kann.

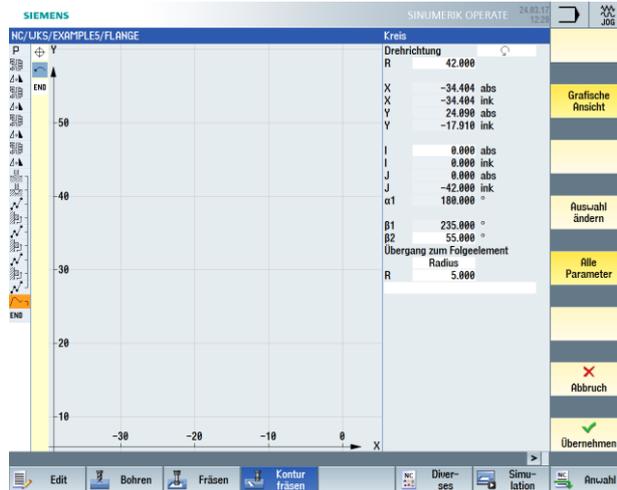


Bild 10-33 Bogen eingeben



Übernehmen Sie die eingegebenen Werte.



Wählen Sie den Softkey "Diagonale" an.



Wählen Sie den Softkey "Alle Parameter" an.

Erstellen Sie die diagonale Strecke.

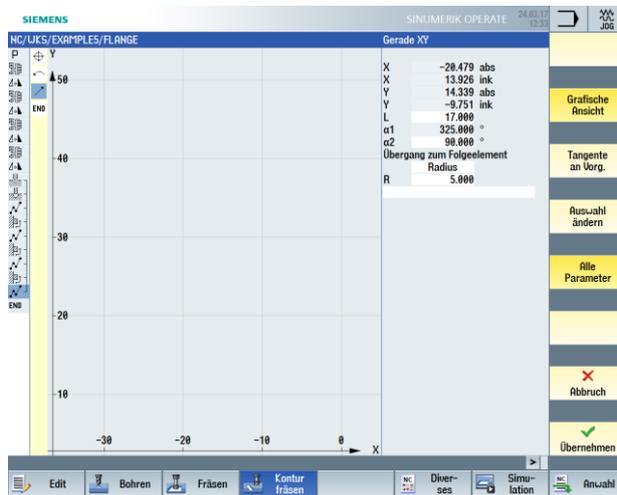
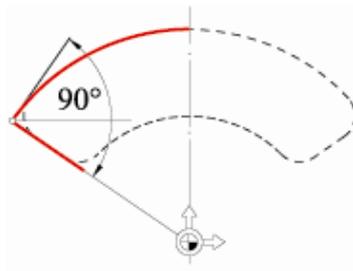


Bild 10-34 Diagonale eingeben



Übernehmen Sie die eingegebenen Werte.



Wählen Sie den Softkey "Bogen" an.



Wählen Sie den Softkey "Alle Parameter" an.

Erstellen Sie den zweiten Bogen.

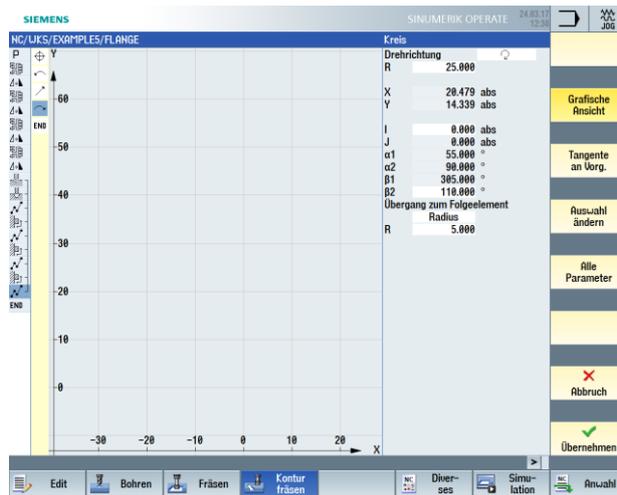


Bild 10-35 Bogen eingeben



Übernehmen Sie die eingegebenen Werte.



Wählen Sie den Softkey "Diagonale" an.



Wählen Sie den Softkey "Alle Parameter" an.

Erstellen Sie die zweite diagonale Strecke.

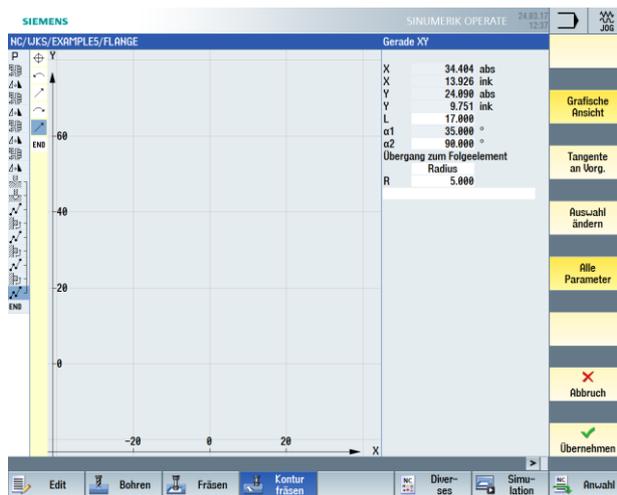
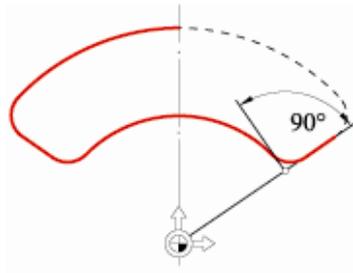


Bild 10-36 Diagonale eingeben



Übernehmen Sie die eingegebenen Werte.



Wählen Sie den Softkey "Bogen" an.

Erstellen Sie den abschließenden Bogen.

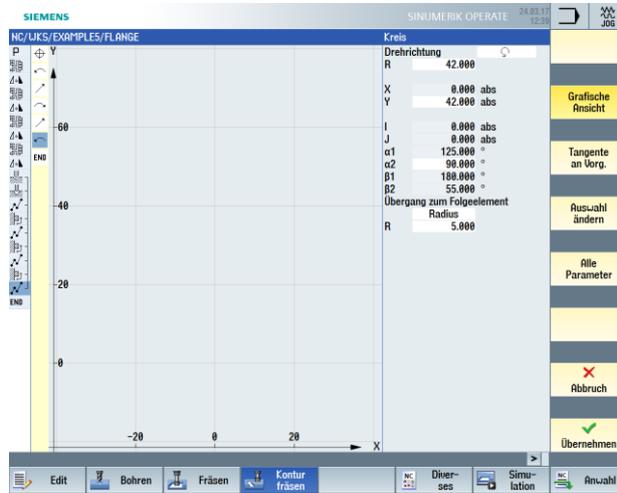


Bild 10-37 Abschließender Bogen eingeben



Übernehmen Sie die eingegebenen Werte.



Übernehmen Sie die Konturtasche in den Arbeitsplan.

Erstellen Sie selbständig die nachfolgenden Arbeitsschritte:

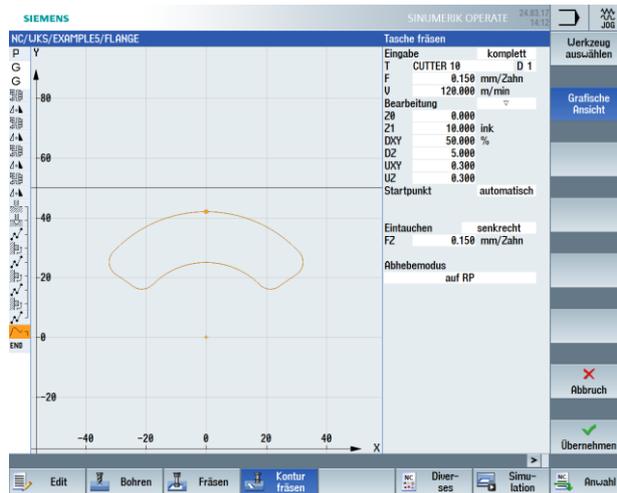


Bild 10-38 Taschen schrumpfen

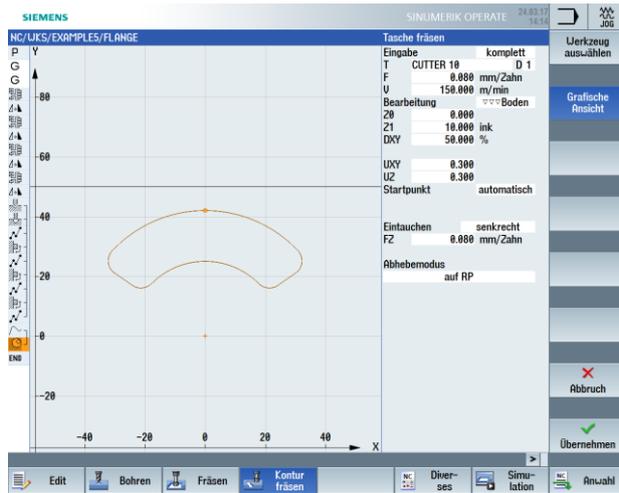


Bild 10-39 Taschenboden schlichten

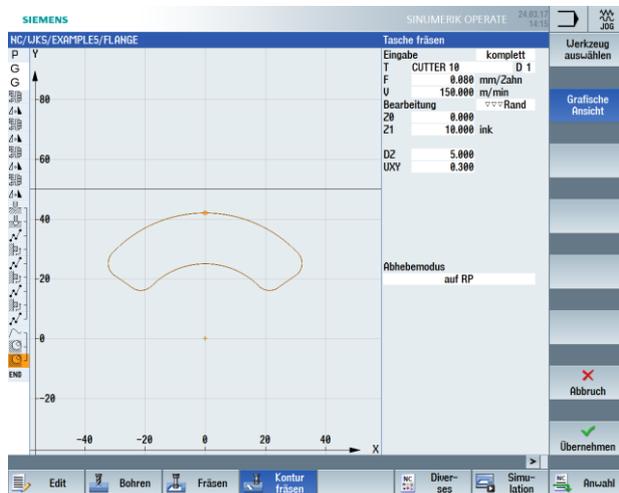


Bild 10-40 Taschenrand schlichten

Über die folgenden Schritte kopieren Sie die erstellte Arbeitsschrittfolge für die Bearbeitung der drei Taschen:

Markieren

Markieren Sie im Arbeitsschritteditor die komplette Arbeitsschrittfolge zur Beschreibung der Taschenbearbeitung.

Kopieren

Kopieren Sie jetzt die Arbeitsschrittfolge in den Zwischenspeicher.

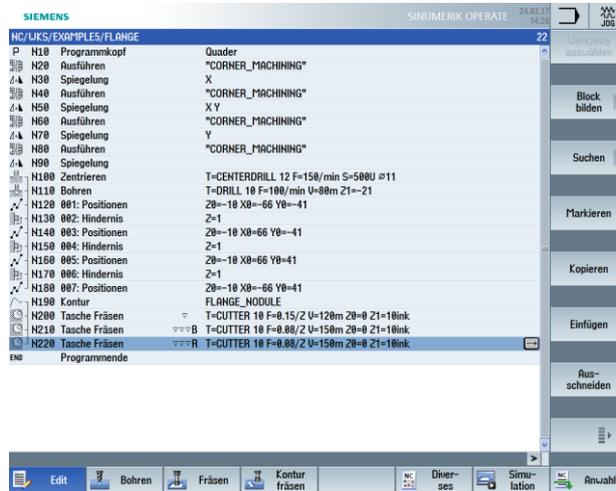


Bild 10-41 Arbeitsschritte kopieren

Diverses

Wählen Sie den Softkey "Diverses" an.

Transformationen

Wählen Sie den Softkey "Transformationen" an.

Rotation

Das Koordinatensystem wird um 120° um die Z-Achse gedreht.

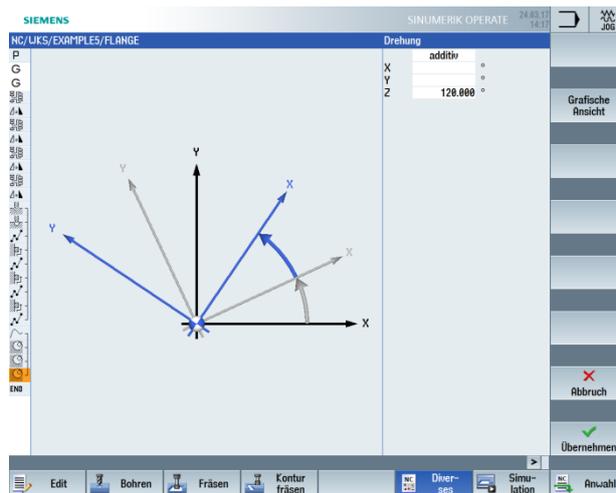


Bild 10-42 Drehung um Z-Achse



Übernehmen Sie die Eingabe.



Fügen Sie die kopierten Arbeitsschritte ein.

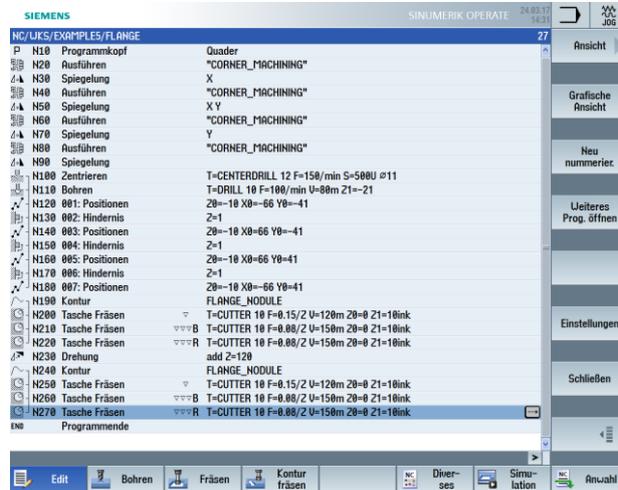


Bild 10-43 Kopierte Arbeitsschritte einfügen



Wählen Sie den Softkey "Transformationen" an.



Geben Sie eine weitere Drehung um 120° ein.

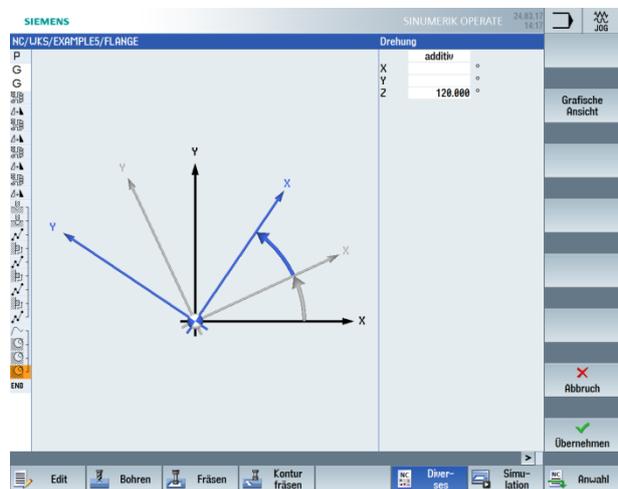


Bild 10-44 Drehung um Z-Achse



Übernehmen Sie die Eingabe.

Einfügen

Fügen Sie die kopierten Arbeitsschritte ein.

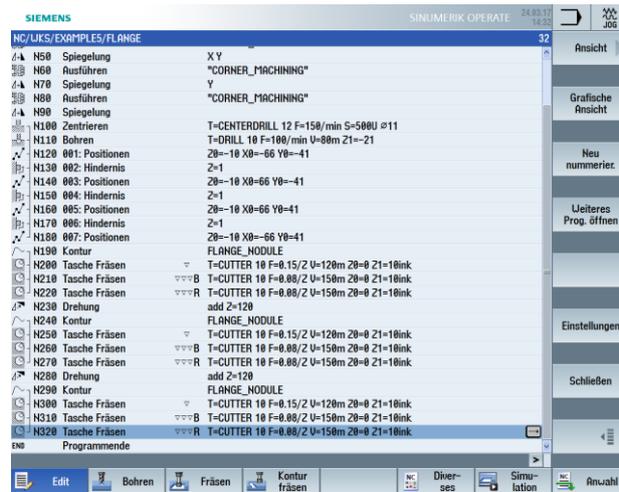


Bild 10-45 Kopierte Arbeitsschritte einfügen

Rotation

Mit der Auswahl neu und dem Wert 0° heben Sie die Drehung auf.

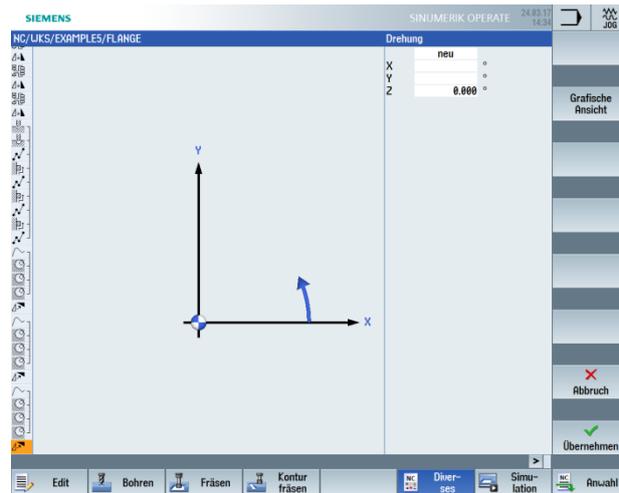


Bild 10-46 Drehung aufheben

Übernehmen

Übernehmen Sie die Eingabe.

## 11.6 Anfassen von Konturen

### Bedienfolgen

Fasen Sie eigenständig die zuletzt gefräste Kreistasche an.

Für das Anfassen benötigen Sie einen Werkzeugtyp, der die Eingabe eines Spitzwinkels erlaubt, im Beispiel "CENTERDRILL12".

Platz	Typ	Werkzeugname	ST	D	Länge	∅	Spitz- winkel	↕	↔	↔
1		CUTTER 4	1	1	65.000	4.000		3	↻	<input type="checkbox"/>
2		CUTTER 6	1	1	120.000	6.000		3	↻	<input type="checkbox"/>
3		CENTERDRILL 12	1	1	120.000	12.000	90.0	↻	↻	<input type="checkbox"/>

Bild 10-47 Zentrierbohrer

Wählen Sie für die Bearbeitung "Anfassen" an. Die Bearbeitung der Fase wird über die Fasenbreite (FS) und die Eintauchtiefe der Werkzeugspitze (ZFS) programmiert.

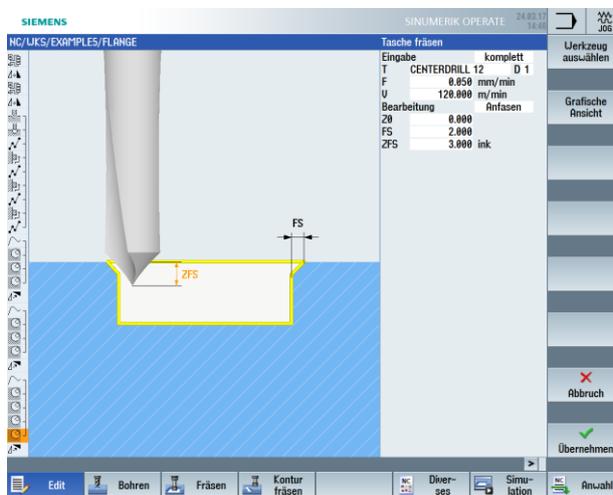


Bild 10-48 Anfassen

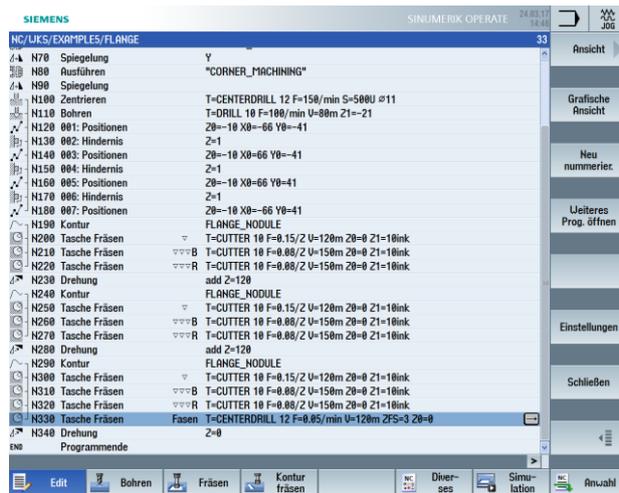


Bild 10-49 Arbeitsschritt Anfasen im Arbeitsschritteditor

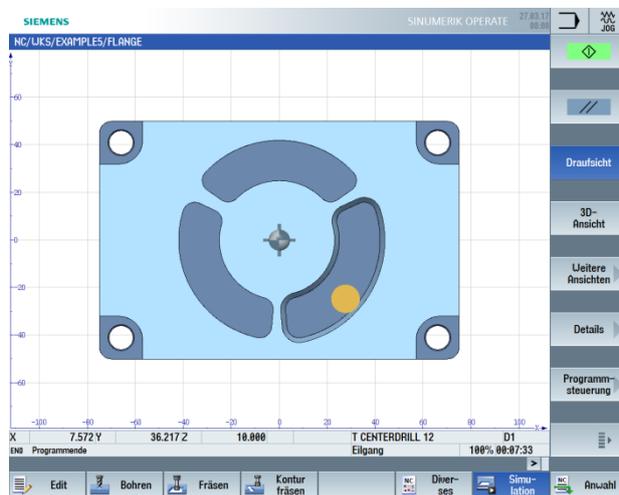


Bild 10-50 Angefaste Kontur in Draufsicht

## 11.7 Längsnut und Kreisnut

### Bedienfolgen

Abschließend programmieren Sie die Nuten. Diese werden daraufhin über Positionsmuster und Positionierung auf Vollkreis an die richtige Stelle gebracht.

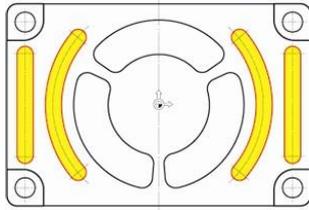
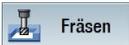


Bild 10-51 Längs- und Kreisnuten



Wählen sie den Softkey "Fräsen" an.



Wählen sie den Softkey "Nut" an.



Verwenden Sie für das Schruppen der Längsnuten das Werkzeug "CUTTER6" (F 0.08 mm/Zahn und V 120 m/min).

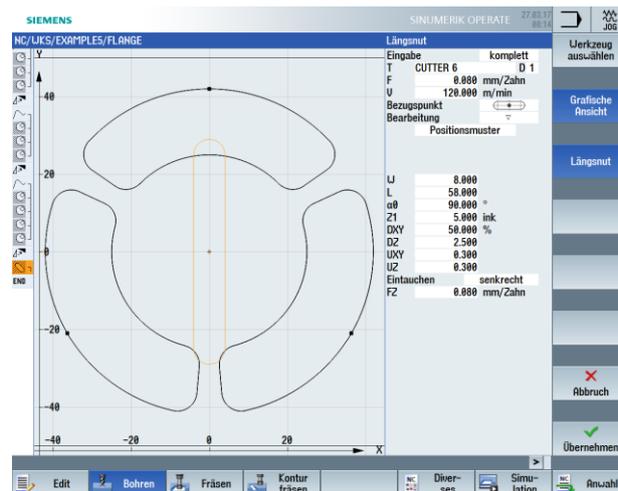


Bild 10-52 Längsnut schruppen



Übernehmen Sie die eingegebenen Werte.

Nut

Verwenden Sie für das Schlichten dasselbe Werkzeug (F 0.05 mm/Zahn und V 150 m/min).

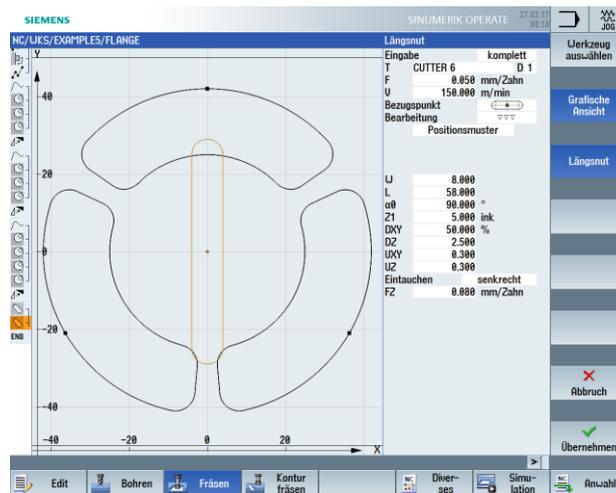


Bild 10-53 Längsnut schlichten

Übernehmen

Übernehmen Sie die eingegebenen Werte.

Bohren

Wählen Sie den Softkey "Bohren" an.

Positionen

Geben Sie im Folgenden die Positionen der Längsnuten ein. Der Bezugspunkt liegt in der Nutmitte.

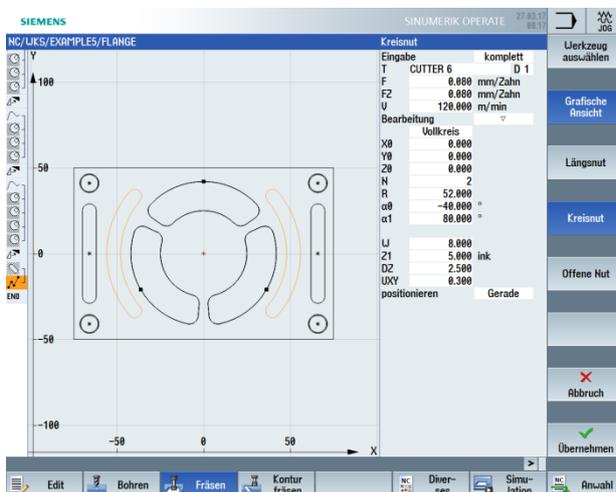


Bild 10-54 Längsnut Positionen eingeben

Übernehmen

Übernehmen Sie die eingegebenen Werte.



Wählen sie den Softkey “Fräsen“ an.



Wählen sie den Softkey “Nut“ an.



Schuppen Sie die Kreisnuten mit dem Werkzeug “CUTTER6“ (F 0.08 mm/Zahn sowie FZ 0.08 mm/Zahn und V 120 m/min).

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.

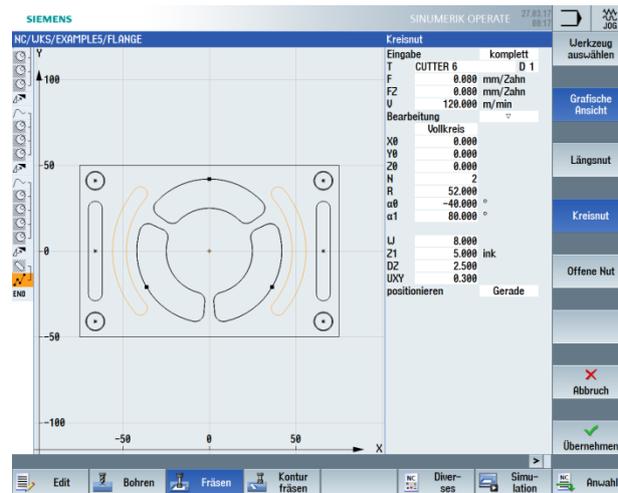


Bild 10-55 Kreisnut schruppen



Übernehmen Sie die eingegebenen Werte.



Wählen Sie den Softkey “Nut“ an.

Kreisnut

Verwenden Sie für das Schlichten dasselbe Werkzeug  
(F 0.05 mm/Zahn, FZ 0.05 mm/Zahn und V 150 m/min).

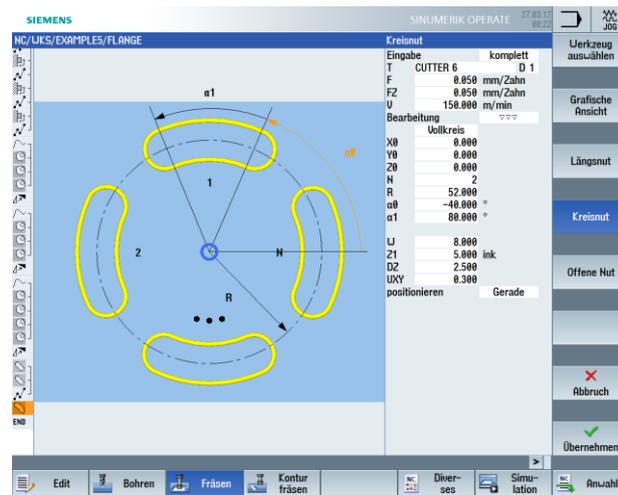


Bild 10-56 Kreisnut schlichten

Übernehmen

Übernehmen Sie die eingegebenen Werte.

Arbeitsplan

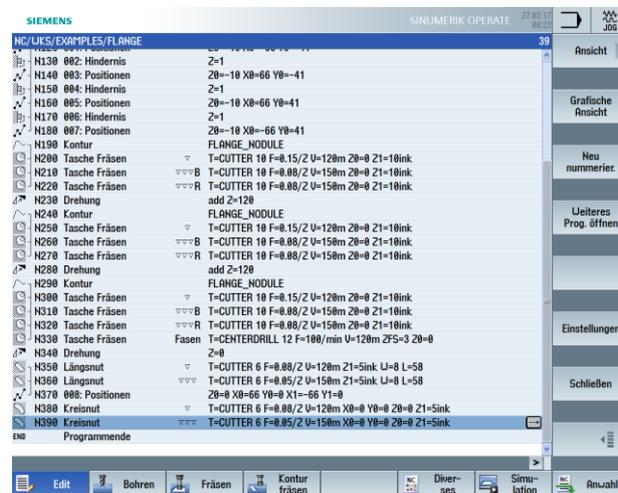


Bild 10-57 Ausschnitt aus dem Arbeitsplan

## Strichgrafik

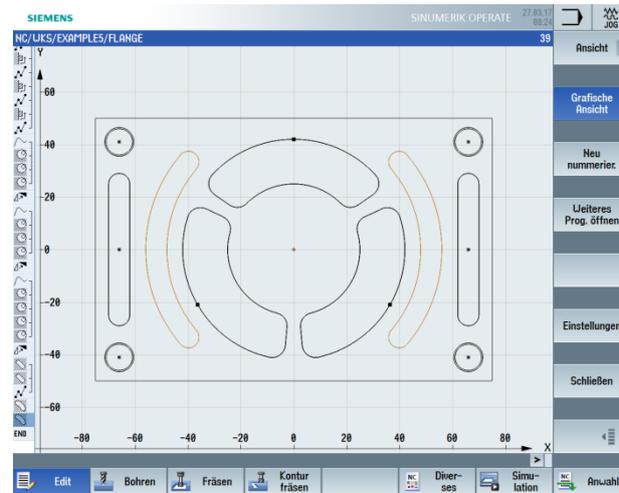


Bild 10-58 Strichgrafik

## Simulation in 3D-Ansicht

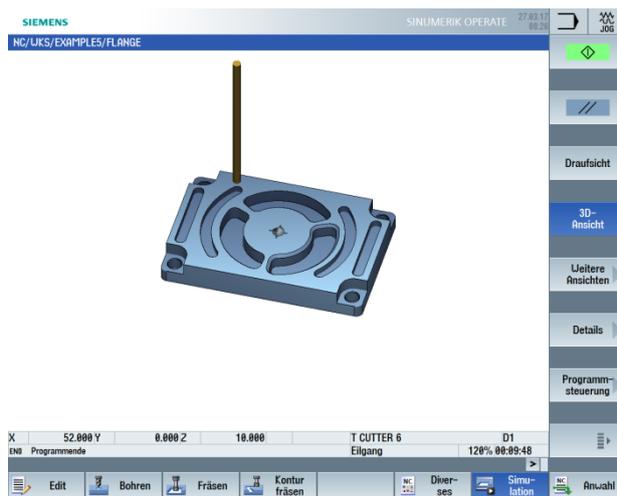


Bild 10-59 3D-Ansicht

## 12 Fertigung der Werkstücke

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

Für die Fertigung sind die darauffolgenden Schritte notwendig:

### Referenzpunkt anfahren

Nach dem Einschalten der Steuerung müssen Sie vor dem Abfahren der Arbeitspläne oder vor dem Verfahren den Referenzpunkt der Maschine von Hand anfahren. Dadurch findet ShopMill den Zählstart 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 der aus in alle Richtungen kollisionsfrei verfahren werden kann. Achten Sie dabei darauf, dass das Werkzeug anschließend 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.

### 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.

### Werkstücknullpunkt 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.

In der Werkzeugachse wird der Werkstück-Nullpunkt meist

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

### Hinweis:

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

## Arbeitsplan abarbeiten

Die Maschine ist jetzt vorbereitet, das Werkstück ist eingerichtet und die Werkzeuge sind vermessen. Nun kann es losgehen.

Wählen Sie zunächst im Programm-Manager das Programm aus, mit dem Sie fertigen möchten, z. B. "INJECTION\_FORM".

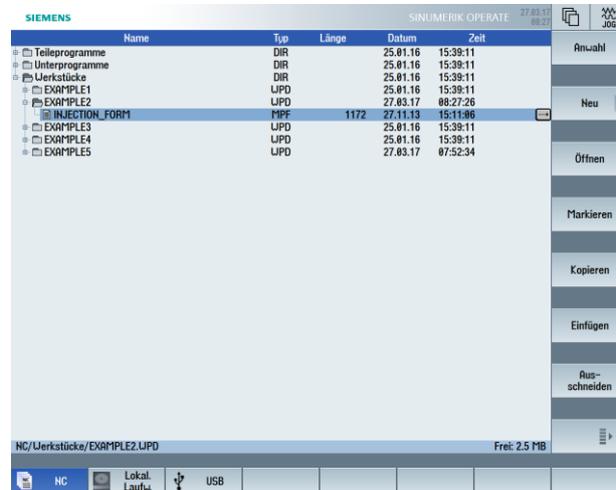


Bild 11-1 Programm auswählen



Öffnen Sie das Programm.

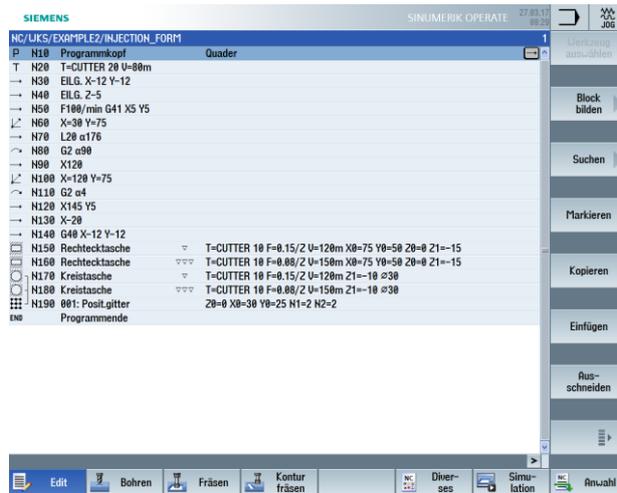
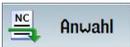


Bild 11-2 Arbeitsplan öffnen



Wählen Sie den Softkey "NC Anwahl" an.

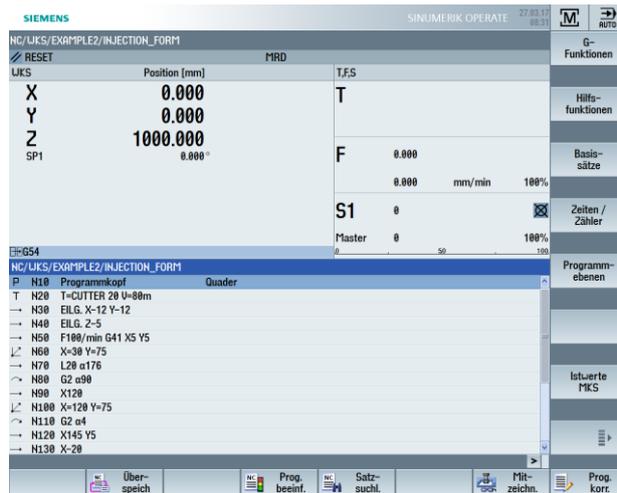
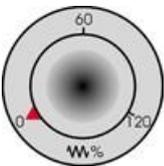


Bild 11-3 Abarbeiten



Da der Arbeitsplan noch nicht kontrolliert abgefahren wurde, stellen Sie das Vorschub-Potentiometer auf Nullstellung, damit Sie von Anfang an "alles im Griff" haben.

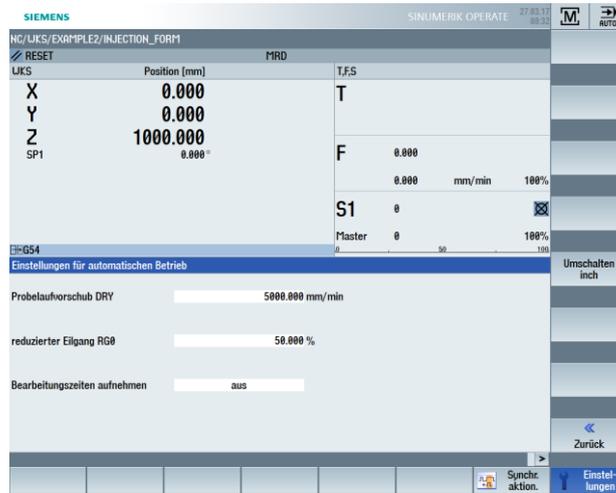


Wenn Sie während der Fertigung auch eine Simulation sehen wollen, müssen Sie den Softkey "Mitzeichnen" vor dem Start anwählen. Nur so werden auch alle Verfahrswege und deren Auswirkungen angezeigt.

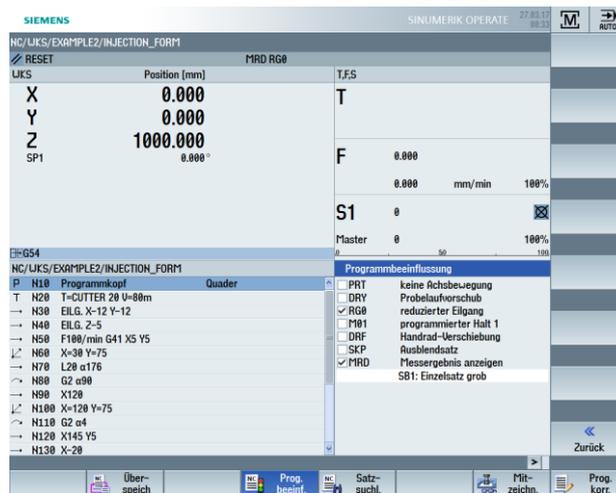


Starten Sie die Fertigung und kontrollieren Sie die Geschwindigkeit der Werkzeugbewegungen mit dem Vorschub-Potentiometer.

Zum Einfahren mit reduziertem Eilgang RG0 muss zuerst der Prozentsatz vom maximalen Eilgang der Maschine, in der zweiten Ebene der horizontalen Softkey-Leiste, unter Einstellungen eingestellt werden z. B. 50 %.



Nach der Einstellung des Prozentsatzes muss noch der reduzierte Eilgang unter "Programm Beeinflussung" mit der Toggle-Taste angewählt werden.



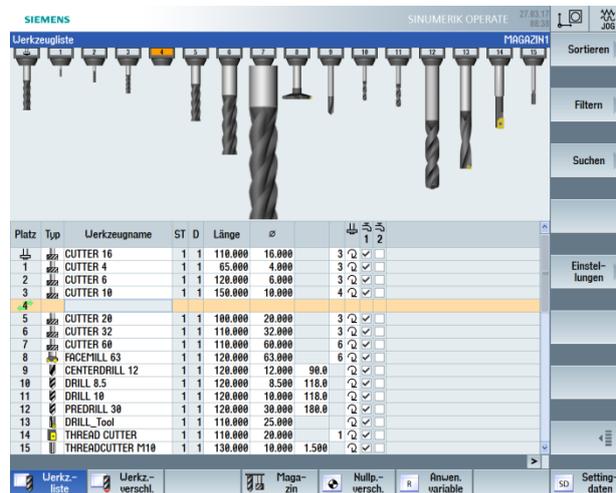
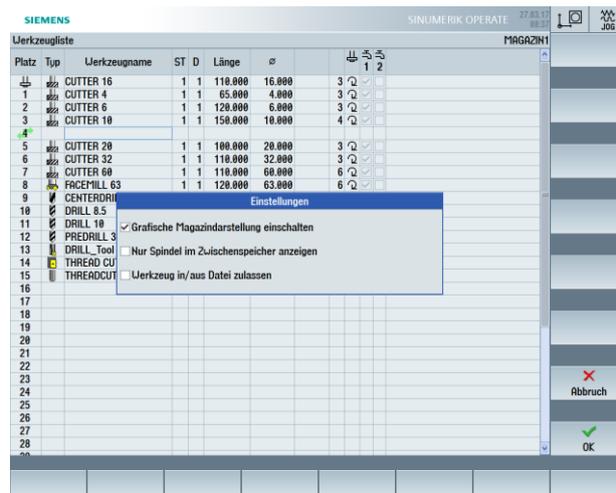
Grafische Werkzeugdarstellung in der Werkzeugliste einstellen.

Platz	Typ	Werkzeugname	ST	D	Länge	Ø	1	2
1	CUTTER	CUTTER 16	1	1	110.000	16.000	3	✓
2	CUTTER	CUTTER 4	1	1	65.000	4.000	3	✓
3	CUTTER	CUTTER 6	1	1	120.000	6.000	3	✓
4	CUTTER	CUTTER 10	1	1	150.000	10.000	4	✓
5	CUTTER	CUTTER 20	1	1	100.000	20.000	3	✓
6	CUTTER	CUTTER 32	1	1	110.000	32.000	3	✓
7	CUTTER	CUTTER 60	1	1	110.000	60.000	6	✓
8	FACEMILL	FACEMILL 63	1	1	120.000	63.000	6	✓
9	CENTERDRILL	CENTERDRILL 12	1	1	120.000	12.000	90.0	✓
10	DRILL	DRILL 8.5	1	1	120.000	8.500	118.0	✓
11	DRILL	DRILL 10	1	1	120.000	10.000	118.0	✓
12	PREDRILL	PREDRILL 30	1	1	120.000	30.000	100.0	✓
13	DRILL_Tool	DRILL_Tool	1	1	110.000	25.000	✓	✓
14	THREAD CUTTER	THREAD CUTTER	1	1	110.000	20.000	1	✓
15	THREADCUTTER	THREADCUTTER M10	1	1	130.000	10.000	1.500	✓

In der vertikalen-Softkeyleiste schalten Sie in die nächste Ebene weiter und wählen den Softkey "Einstellungen" aus.

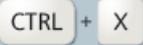
Platz	Typ	Werkzeugname	ST	D	Länge	Ø	1	2
1	CUTTER	CUTTER 16	1	1	110.000	16.000	3	✓
2	CUTTER	CUTTER 4	1	1	65.000	4.000	3	✓
3	CUTTER	CUTTER 6	1	1	120.000	6.000	3	✓
4	CUTTER	CUTTER 10	1	1	150.000	10.000	4	✓
5	CUTTER	CUTTER 20	1	1	100.000	20.000	3	✓
6	CUTTER	CUTTER 32	1	1	110.000	32.000	3	✓
7	CUTTER	CUTTER 60	1	1	110.000	60.000	6	✓
8	FACEMILL	FACEMILL 63	1	1	120.000	63.000	6	✓
9	CENTERDRILL	CENTERDRILL 12	1	1	120.000	12.000	90.0	✓
10	DRILL	DRILL 8.5	1	1	120.000	8.500	118.0	✓
11	DRILL	DRILL 10	1	1	120.000	10.000	118.0	✓
12	PREDRILL	PREDRILL 30	1	1	120.000	30.000	100.0	✓
13	DRILL_Tool	DRILL_Tool	1	1	110.000	25.000	✓	✓
14	THREAD CUTTER	THREAD CUTTER	1	1	110.000	20.000	1	✓
15	THREADCUTTER	THREADCUTTER M10	1	1	130.000	10.000	1.500	✓

Im angezeigten Dialogfenster das “Grafische Magazindarstellung” einschalten und mit der Toggle-Taste aktivieren.

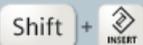
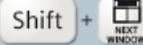


Ergebnis der Einstellung:  
Die Werkzeuge werden oberhalb der Werkzeugliste angezeigt.

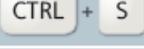
## OPEARTE Tasten-Kombinationen

Steuerungstaste:	
	Für Screenshots – Speicherort : Inbetriebnahme (Kennwort) – Systemdaten – HMI Daten – Protokolle – Bildschirmabzüge
	Sprachumschaltung
	Kopieren
	Ausschneiden
	Einfügen
	Wiederholen der Eingabe (Editorfunktionalität)
	Rückgängig machen – max. 5 Zeilen im Editor (Editorfunktionalität)
	Alles Markieren (Editorfunktionalität)
	Gehe zum Programmanfang
	Gehe zum Programmende
	Sicherung Komplettarchiv – NCK/PLC/ Antriebe/HMI
	Sichern der Protokolldateien auf USB oder CF Card
	Control Energy

## Fortsetzung Tasten-Kombinationen

	Maximale Simulationsgeschwindigkeit
	Suchen in allen Masken In den Suchmasken kann man die Wildcards „?“ und „*“ verwenden, dabei steht „?“ für ein beliebiges Zeichen, „*“ für eine beliebige Anzahl beliebiger Zeichen.
Verschiedene:	
	Auskommentieren von Zyklen und direktes Editieren von programGuide Zyklen
	Markieren bis zum Satzende
	Markieren bis zum Zeilenanfang
	Zum Zeilenanfang springen
	Eingabe asiatischer Zeichen
	Taschenrechnerfunktion
	Hilfefunktion
	Zum Zeilenende springen

## Fortsetzung Tasten-Kombinationen

Simulation/Mitzeichnen:	
	Verschieben
	Im 3D-Bild rotieren
	Ausschnitt verschieben
	Override +/- (Simulation)
	Einzelsatz an/aus (Simulation)
Insert-Taste:	
	Damit kommt man in den Editmode von Eingabefeldern bzw. in den Auswahlmode von Comboboxen und Togglefeldern. Diese kann man durch erneutes Insert ohne Änderung verlassen.
	Undo Funktion, solange keine Input Taste bzw. Übernahme der Daten in den Feldern erfolgt ist.
Toggle-Taste:	
	Man kann Togglefelder auch direkt mit dem Togglekey (Select) umschalten, ohne sie zu öffnen. Mit Shift-Toggle kann man diese rückwärts durchschalten.
Cursor-Taste:	
	Verzeichnis auf/zu Programm auf/zu Zyklus auf/zu